รายงานโครงการสหกิจศึกษา

การศึกษาการใช้พืชในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

The use of plants in wastewater treatment processes : Case study of korach industry company

จัดทำโดย

นางสาวอรวรรณ พัฒนกุล รหัสนักศึกษา 6340204117

นายเจริญสุข เช่นขุนทด รหัสนักศึกษา 6340204123

รายงานโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาสหกิจศึกษา

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รายงานโครงการสหกิจศึกษา

การศึกษาการใช้พืชในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

The use of plants in wastewater treatment processes : Case study of korach industry company

จัดทำโดย

นางสาวอรวรรณ พัฒนกุล รหัสนักศึกษา 6340204117

นายเจริญสุข เช่นขุนทด รหัสนักศึกษา 6340204123

รายงานโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาสหกิจศึกษา

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ชื่อโครงการ : การใช้พืชในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด
จัดทำโดย : 1. นางสาวอรวรรณ พัฒนกุล
2. นายเจริญสุข เช่นขุนทด
ชื่อหน่วยงาน : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด
ปีที่ดำเนินการ : ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

ระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กัน และค่าใช้จ่ายในการควบคุมการทำงานของระบบต่ำ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด จัดทำระบบบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยพืช จึงมีแนวคิดในการเลือกพืชที่ใช้ร่วมกับบ่อบำบัดน้ำเสีย 3 ชนิด คือ แหนแดง ผักบุ้งนา และจอกผักกาด

จากการศึกษาประสิทธิภาพของพืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียโรงงาน โดยใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำทิ้ง 3 ชนิด พบว่าความสามารถในการบำบัดน้ำเสียแหนแดงมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุดถัดมาคือผักบุ้งและจอกผักกาด เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากค่าตัวแปรที่ผ่านการบำบัดแล้ว พบว่าการบำบัดน้ำเสียโดยแหนแดงนั้นใกล้เคียงค่ามาตรฐาน แสดงว่าพืชลอยน้ำทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถเลือกพืชได้ 2 ชนิดคือผักบุ้งและแหนแดง แต่ถ้าจะให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และลดภาระในการดูแลรักษาพืช ควรเลือกพืชที่มีความคงทนและดูแลรักษาง่าย ซึ่งก็คือผักบุ้ง แต่ผักบุ้งเป็นพืชที่ปลูกให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ผิวน้ำได้ยากกว่า แหนแดง แต่ในทางปฏิบัติไม่ควรปล่อยให้แหนแดงปกคลุมพื้นที่ผิวน้ำแน่นเกินไป เนื่องจากจะทำให้แสงไม่สามารถผ่านลงสู่น้ำเสียได้ ดังนั้นหากใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำ ควรเลือกใช้แหนแดง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องการศึกษาการใช้พืชในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย:กรณีศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมโคราช จำกัด นักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งจากหลายหน่วยงานที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อแนะนำ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งการโครงการครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้สถานที่เพื่อทำการทดลอง โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือ สนับสนุน จากบุคลากรหลายฝ่าย ดังนี้

1. ผศ.ดร ธนากร แสงสง่า	อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา
2. นาย อัศราวุฒิ สุดสีเลี้ยง	ตำแหน่ง วิศวกรสิ่งแวดล้อม
3. นางสาว เจนจิรา ชมกลาง	ตำแหน่ง วิศวกรสิ่งแวดล้อม
4. นาย ทยุต ไม้พลวง	ตำแหน่ง พนักงานควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย
5. นาย วีรพงษ์ กล่ำพิมาย	ตำแหน่ง พนักงานควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย
6. นาย ณัฐวุฒิ เกียรติจำลองกุล	ตำแหน่ง พนักงานควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย
7. นาย เอกพจน์ เกิดโมลี	ตำแหน่ง พนักงานควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย
8. นาย อานนท์ โพธิ์อ่อน	ตำแหน่ง พนักงานควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย
9. นางสาว ชุติมา สิทธิสุข	แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ
10. นาย ธนาวัฒน์ บุญเคลือบ	แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ

สุดท้ายนี้ผู้ทำโครงการหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษา

คณะผู้จัดทำ
นางสาวอรวรรณ พัฒนกุล
นายเจริญสุข เช่นขุนทด
29 มีนาคม พ.ศ. 2567

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ-ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ระยะเวลาการศึกษา	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4-19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	21
-การเก็บรวบรวมข้อมูล	23-24
-การวิเคราะห์ข้อมูล	25-36
บทที่ 4 ผลการศึกษา	36-68
บทที่ 5 สรุปผลการการศึกษา อภิปราย และข้อเสนอแนะ	69
-สรุปผลการศึกษา	69-75
-อภิปรายผลการศึกษา	75
-ข้อเสนอแนะ	75
ภาคผนวก	76-85
เอกสารอ้างอิง	86

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แผนดำเนินงานตลอดการทำโครงการ	3
ตารางที่ 2 ความต้องการใช้น้ำของโครงการ	4
ตารางที่ 3 การเลือกใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เหมาะสม	29
ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบลักษณะของพืช	32
ตารางที่ 5 ตารางสรุปตัวแปรที่ทำการตรวจสอบโครงการ	33
ตารางที่ 6 ตารางแสดงวิธีการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆของน้ำเสีย	36
ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของพืชลอยน้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย	37
ตารางที่ 8 ตารางค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสียประจำสัปดาห์ของบริษัทอุตสาหกรรมโคราช	38
ตารางที่ 9 ตารางค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสียประจำสัปดาห์ของบริษัทอุตสาหกรรมโคราช จำกัด ก่อนเริ่มทำแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืช	38
ตารางที่ 10 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์จำลองระบบบำบัดน้ำเสีย 3 วันและ 7 วัน	38
ตารางที่ 11 แสดงผลสรุปการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในแต่ละชุดการทดลอง	69

ตารางผนวก หน้า

ก-1 ตารางแสดงค่า ph ของน้ำตัวอย่าง	77
ก-2 ตารางแสดงค่า Conduct ของน้ำตัวอย่าง	77
ก-3 ตารางแสดงค่า Chloride ของน้ำตัวอย่าง	78
ก-4 ตารางแสดงค่า Turbidity ของน้ำตัวอย่าง	78
ก-5 ตารางแสดงค่า Hardness ของน้ำตัวอย่าง	79
ก-6 ตารางแสดงค่า TSS ของน้ำตัวอย่าง	79
ก-7 ตารางแสดงค่า TDS ของน้ำตัวอย่าง	80
ก-8 ตารางแสดงค่า DO ของน้ำตัวอย่าง	80
ก-9 ตารางแสดงค่า FAS ของน้ำตัวอย่าง	81
ก-10 ตารางแสดงค่า COD ของน้ำตัวอย่าง	81
ก-11 ตารางแสดงค่า BOD ของน้ำตัวอย่าง	82
ข-1 ตารางค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม	84-85

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ผังแสดงการสูบน้ำจากน้ำดิบจากแหล่งต่างๆของโรงงาน 4

ภาพที่ 2 แหนแดง 15

ภาพที่ 3 ผักบุ้งนาหรือผักทอดยอด 16

ภาพที่ 4 จอก 17

ภาพที่ 5 รูปแบบการจำลองระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืช 23

ภาพที่ 6 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง 34

ภาพที่ 7 วิธีการเก็บพืชตัวอย่าง 34

ภาพที่ 8 วิธีการสร้างแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย 35

ภาพที่ 9 แบบจำลองระบบบำน้ำเสีย 35

ภาพที่ 10 กราฟเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ระบบบำบัดน้ำเสีย 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 39

ภาพที่ 11 กราฟเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ระบบบำบัดน้ำเสีย 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 41

ภาพที่ 12 กราฟเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ระบบบำบัดน้ำเสีย 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 43

ภาพที่ 13 กราฟเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ระบบบำบัดน้ำเสีย 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 45

ภาพที่ 14 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 47

ภาพที่ 15 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 47

ภาพที่ 16 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 48

ภาพที่ 17 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 48

ภาพที่ 18 กราฟเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 49

ภาพที่ 19 กราฟเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 49

ภาพที่ 20 กราฟเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 50

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 21 กราฟเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 50
ภาพที่ 22 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 51
ภาพที่ 23 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 51
ภาพที่ 24 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 52
ภาพที่ 25 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 52
ภาพที่ 26 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 53
ภาพที่ 27 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 53
ภาพที่ 28 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 54
ภาพที่ 29 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 54
ภาพที่ 30 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 55
ภาพที่ 31 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 55
ภาพที่ 32 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 56
ภาพที่ 33 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 56
ภาพที่ 34 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 57
ภาพที่ 35 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 57

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 36 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 58
ภาพที่ 38 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 58
ภาพที่ 39 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 59
ภาพที่ 40 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 59
ภาพที่ 41 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 60
ภาพที่ 42 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 60
ภาพที่ 43 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 61
ภาพที่ 44 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 61
ภาพที่ 45 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 62
ภาพที่ 46 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 62
ภาพที่ 47 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 63
ภาพที่ 48 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 63
ภาพที่ 49 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 64
ภาพที่ 50 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 64
ภาพที่ 51 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของผักบุ้ง 65

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 52 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของจอกผักกาด 65
ภาพที่ 53 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 66
ภาพที่ 54 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 66
ภาพที่ 55 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 67
ภาพที่ 56 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 67
ภาพที่ 57 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ 7 วันของแหนแดง 68
ภาพที่ 58 กราฟสรุปข้อมูลค่า pH ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 70
ภาพที่ 59 กราฟสรุปข้อมูลค่า Conduct ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 70
ภาพที่ 60 กราฟสรุปข้อมูลค่า Chloride ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 71
ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า Turbidity ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 71
ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า Hardness ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 72
ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า TSS ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 72
ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า TDS ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 73
ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า DO ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 73
ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า FAS ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 74

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า COD ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 74

ภาพที่ 61 กราฟสรุปข้อมูลค่า BOD ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม(ไม่ใส่พืช) 75

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ประเทศไทยผลิตน้ำตาลส่วนใหญ่เพื่อการส่งออกต่างประเทศประมาณร้อยละ 70 ของผลผลิตทั้งหมดส่วนที่เหลือใช้ในประเทศโดยประเทศที่ปลูกอ้อยและผลิตน้ำตาลได้มากกว่าปริมาณความต้องการภายในประเทศมีเพียงไม่กี่ประเทศเช่นประเทศบราซิล อินเดีย ไทย ออสเตรเลีย กัวเตมาลา คิวบา ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศบราซิลประเทศไทยมีมูลค้าการผลิตน้ำตาลมากกว่า 1.9 แสนล้านบาทและมีรายได้จากการส่งออกมากกว่า 1.2 แสนล้านบาท ประเทศไทยมีแนวโน้มการผลิตอ้อยและน้ำตาลสูงขึ้นและอ้อยจัดเป็นสินค้าที่อยู่ภายใต้ภาษีข้อตกลง WTO ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยและน้ำตาลและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการโลจิสติกส์ตลอดจนการแปรรูปเป็นเอทานอลและผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงเพื่อให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลต่อไปประเทศไทยมีการขยายพื้นที่การปลูกอ้อยมากกว่า 8 ล้านไร่มีผลผลิตมากกว่า 10 ล้านตันสามารถส่งออกน้ำตาลได้เป็นอันดับสองของโลกมีส่วนแบ่งการตลาดในตลาดโลกมากกว่าร้อยละ 13 โดยมีคู่แข่งที่สำคัญ คือบราซิล อินเดีย และออสเตรเลีย และมีคู่ค้าที่สำคัญ คือ อินโดนีเซียญี่ปุ่น สาธารณรัฐเกาหลี กัมพูชา สำหรับประเทศไทยนั้นมีโรงงานน้ำตาลทั้งประเทศในปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 50 โรงงาน โดยจำแนกเป็นภาคเหนือจำนวน 9 โรงงาน ภาคกลางจำนวน 18 โรงงาน ภาคตะวันออกจำนวน 4 โรงงาน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 19 โรงงาน

(ที่มา: Office of Agricultural Economics, 2017และ Office of Cane and Sugar Board, 2014)

น้ำเสียจากโรงงานน้ำตาลจะมีค่า BOD ค่อนข้างสูง มีความสกปรกมาก แต่เป็นพวกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เนื่องจากน้ำเสียจากโรงงานประเภทนี้มีความสกปรกค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้าเป็นไปได้หลังผ่านระบบบำบัดแล้ว ไม่ควรปล่อยน้ำทิ้งออกสู่ภายนอกโรงงานหรือที่นิยมเรียกว่า Zero discharge ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานประเภทนี้ต้องการระบบตกตะกอนก่อนเพื่อแยกกากหรือของแข็งต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มี BOD สูงมาก ๆ อาจใช้บ่อตกตะกอน หรือถังตกตะกอน ถ้าต้องการให้มีประสิทธิภาพควรออกแบบระบบตกตะกอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ถ้ากำจัดของแข็งเหล่านี้ได้หมด จะทำให้น้ำเสียมีความสกปรกน้อยลงมาก ง่ายในการบำบัดต่อไป หลังจากนี้ควรใช้ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพเพื่อลด BOD ลงให้เหลือน้อยที่สุด สำหรับการใช้พืชบำบัดน้ำ เสียจากโรงงานน้ำตาลจะบำบัดภายหลังจากที่น้ำผ่านการบำบัดโดยใช้อากาศมาก่อน เพื่อให้พืชได้ใช้สารอาหารที่ยังหลงเหลือในระบบ และทำให้คุณภาพน้ำขึ้นก่อนนำกลับมาใช้ใหม่ตามนโยบาย zero weast ของโรงงาน

พรรณไม้น้ำ หรือพืชน้ำ มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเป็นที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยอยู่ในน้ำและยังเป็นอาหารของสัตว์น้ำ นอกจากมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแล้ว ยังมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ โดยการนำพรรณไม้น้ำ หรือ พืชน้ำเหล่านี้ไปทำปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี เนื่องจากพืช เหล่านี้มีธาตุอาหาร โปรตีน และไนโตรเจน

ที่หลากหลาย (ที่มา : ดาริกา และสุดสาคร, 2548) ดังนั้นการประยุกต์ใช้พืชน้ำสำหรับ การบำบัดน้ำเสียในโรงงานน้ำตาล จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ให้กับชุมชนท้องถิ่น หรือ ครัวเรือนได้

โดยเฉพาะพืชลอยน้ำจำพวก จอกหูหนู แหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด ผักตบชวา ไข่น้ำ เนื่องจากพืชดังกล่าว นอกจากจะสามารถลดค่าความเข้มข้นของน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาล ดังนั้น จึงเลือกเอาพืชลอยน้ำใช้เข้าในการทดลอง โดยเฉพาะ แหนแดง ผักบุ้งนา และจอกผักกาด เนื่องจากพืชเหล่านี้สามารถลดความเข้มข้นของน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาลที่ได้รับการเติมอากาศมาแล้วได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาชนิดของพืชที่มีความเหมาะสม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในพื้นที่บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด ของพืช 3 ชนิด ได้แก่ แหนแดง ผักบุ้งนา และจอกผักกาด ที่บ่อ Water Hyacinth pond , WHP จำนวน 2 บ่อ ขนาด 10,234 ลูกบาศก์เมตร และขนาด 11,492 ลูกบาศก์เมตร

2.เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการเลือกชนิดของพืชลอยน้ำ เพื่อไปประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.บ่อบำบัดแบบจำลอง

2.น้ำเสียความสกปรกสูงที่ได้รับการเติมออกซิเจนในบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

3.พืชน้ำที่ใช้ในการทำโครงการ การศึกษาการใช้พืชในระบบบำบัดน้ำเสีย 3 ชนิด แหนแดง ผักบุ้งนาและจอกผักกาด

4.บ่อ Water Hyacinth pond , WHP จำนวน 2 บ่อ ขนาด 10,234 ลูกบาศก์เมตร และขนาด 11,492 ลูกบาศก์เมตร

5.ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในโครงการคือ temp, pH, conduct, chloride, Turbidity, Hardness, TSS, TDS, DO, FAS, COD และ BOD

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางในการเลือกพืชลอยน้ำจากพืชน้ำ 3 ชนิด แหนแดง ผักบุ้งนา และจอกผักกาด ที่เหมาะสมที่สุดกับระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อ Water Hyacinth Pond ,WHP ของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าและทดลองเป็นเวลา 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2567

1.5.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน															
	ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
จัดประชุมการดำเนินงานกับสมาชิก																
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง																
วางแผนการจัดทำโครงการ																
จัดทำโครงร่างโครงการ																
ออกแบบเครื่องมือในการทดลอง																
ทำการทดลองกลุ่มเป้าหมาย																
วิเคราะห์การทดลอง																
สรุปผลการทดลอง																
จัดทำรายงานผลโครงการ																
นำเสนอผลการวิจัยและแสดงผล																

ตารางที่ 1.1 แผนดำเนินงานตลอดการทำโครงการ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียรวมของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

2.1.1 ความต้องการน้ำใช้ของโครงการ

ช่วงการผลิต	ช่วงเดือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
ช่วงหีบอ้อย	ธันวาคม-เมษายน	3,894
ช่วงละลายน้ำตาล	พฤษภาคม-กรกฎาคม	4,722
ช่วงขายไฟอย่างเดียว	สิงหาคม	4,722
ช่วงซ่อมบำรุง	กันยายน-พฤศจิกายน	1,305

ตารางที่ 2.1 ความต้องการใช้น้ำของโครงการ

ที่มา : รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

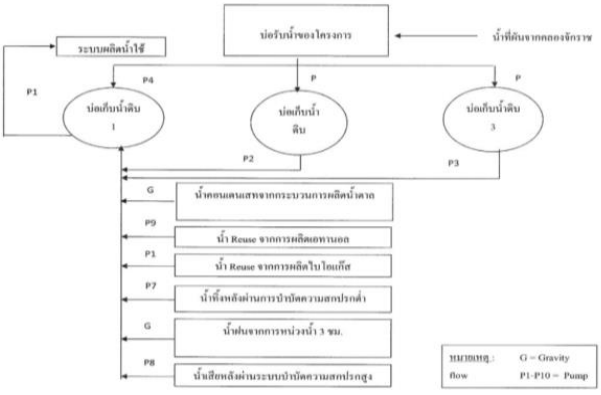
จัดทำโดย บริษัท เอ็นไวรอนเมนท์ รีเสริช แอนท์ เทคโนโลยี จำกัด

2.1.2 แหล่งที่มาของน้ำใช้

โครงการได้ดำเนินการขุดคลองผันน้ำขึ้นเชื่อมต่อกับครองจักราช อยู่ในบริเวณพื้นที่รับผิดชอบโครงการโดยใช้ประตูน้ำปิดเปิด ซึ่งน้ำจากคลองผันน้ำจะไหลผ่านภายในพื้นที่ของโครงการส่งเข้าสู่บ่อรับน้ำของโครงการ และทำการสูบน้ำเข้าสู่บ่อเก็บน้ำดิบของโครงการ และเข้าสู่ระบบการผลิตต่อไป แสดงดังรูปที่ 2.1

2.1.3 ระบบผลิตน้ำใช้

โครงการเป็นผู้รับผิดชอบระบบผลิตน้ำใช้ โดยจะผลิตน้ำใช้สำหรับใช้ภายในโครงการและโรงไฟฟ้า (บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด) ปัจจุบันโครงการมีความสามารถผลิตน้ำกรองทรายปริมาณ 500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง น้ำอ่อนปริมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และน้ำ RO ปริมาณ 25 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง



ภาพที่ 2.1 ผังแสดงการสูบน้ำจากน้ำดิบจากแหล่งต่างๆของโครงการ

ที่มา : รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

จัดทำโดย บริษัท เอ็นไวรอนเมนท์ รีเสริช แอนท์ เทคโนโลยี จำกัด

2.1.4 น้ำเสียและการจัดการ

1.แหล่งกำเนิดและปริมาณน้ำเสีย น้ำเสียจากอาคารสำนักงาน มีปริมาณสูงสุด 132 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะบำบัดขั้นต้นด้วยระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปส่งไปยังบ่อปรับสภาพน้ำเสีย เพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียความสกปรกสูงของโครงการ
2. น้ำเสียจากห้องน้ำ-ห้องส้วม สำหรับรองรับเกษตรกร (ในช่วงหีบอ้อย) ปัจจุบันมีปริมาณสูงสุด 65 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะบำบัดขั้นต้นด้วยระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปก่อนส่งไปยังบ่อปรับสภาพน้ำเสีย เพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียความสกปรกสูงของโครงการ
3. น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตและอุปกรณ์ น้ำทิ้งที่เกิดจากการล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ของส่วนกระบวนการผลิต มีปริมาณสูงสุด 3,310 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะส่งไปยังบ่อปรับสภาพน้ำเสีย เพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียความสกปรกสูงของโครงการ
4. น้ำระบายทิ้งจากระบบหล่อเย็น มีปริมาณสูงสุด 985 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะส่งไปยังบ่อปรับสภาพน้ำเสีย เพื่อเข้าสู่ระบบการจัดการน้ำทิ้งความสกปรกต่ำของโครงการ
5. น้ำเสียจากการปนเปื้อนน้ำมัน น้ำเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนน้ำมัน/น้ำฝนปนเปื้อนจากการซ่อมบำรุงชุดลูกหีบและบริเวณอู่ยานยนต์ 32.01 ลูกบาศก์เมตร/วัน โครงการจะสร้างบ่อดักไขมัน ซึ่งเป็นบ่อคอนกรีต เพื่อดักน้ำปนเปื้อนน้ำมันที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยปล่อยให้มีการแยกตัวของชั้นน้ำและน้ำมัน จากนั้นใช้ภาชะในการตักน้ำมันด้านบนออกใส่ถังขนาด 200 ลิตร มีฝาปิดมิดชิด เก็บไว้ในอาคารเก็บกากของเสีย ก่อนส่งไปกำจัดภายนอกโดยหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม
6. น้ำปนเปื้อนไขมัน เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนไขมันจากโรงอาหาร โครงการจะสร้างบ่อดักไขมัน ซึ่งเป็นบ่อคอนกรีต เพื่อดักน้ำปนเปื้อนน้ำมันที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยปล่อยให้มีการแยกตัวของชั้นน้ำและไขมันภายในบ่อ จากนั้นใช้ภาชนะในการตักน้ำมันด้านบนออกใส่ถังขนาด 200 ลิตร มีฝาปิดมิดชิด เก็บไว้ในอาคารเก็บกากของเสีย ก่อนส่งไปกำจัดภายนอกโดยหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมทั้งนี้โครงการมีปริมาณน้ำเสียรวมสูงสุด 3,285.615 ลูกบาศก์เมตร/วัน
ที่มา : รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด จัดทำโดย บริษัท เอ็นไวรอนเมนท์ รีเสริช แอนท์ เทคโนโลยี จำกัด

2.2 ความหมายของน้ำเสีย

2.2.1 น้ำเสีย (Wastewater)

หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆมากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่ต้องการมีลักษณะ กลิ่น สี รส น่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติจะทำให้ คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้ และทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้ ดังนั้นน้ำเสียแต่ละแห่ง จึงมีลักษณะไม่เหมือนกันและสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้

1. น้ำเสียจากชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของประชาชนในชุมชน โดยมีแหล่งกำเนิดมาจาก อาคารบ้านเรือน ร้านค้าพาณิชย์กรรม ตลาดสด ร้านอาหาร สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ

โรงแรม โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ความสกปรกในชุมชนส่วนใหญ่เป็นอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการธรรมชาติ

2. น้ำเสียจากอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้างในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันตามประเภทของอุตสาหกรรม น้ำเสียอุตสาหกรรมบางแห่งอาจปนเปื้อนโลหะหนัก หรือสารประกอบที่ต้องอาศัยกระบวนการบำบัดที่ซับซ้อนกว่าน้ำเสียชุมชน

3. น้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่นน้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง เช่น คอกหมู คอกวัว เล้าไก่ น้ำเสียจากนาข้าว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น โดยน้ำเสียจากเกษตรกรรมส่วนใหญ่จะปนเปื้อนสารเคมี ยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ย

2.2.2 ลักษณะของน้ำเสีย แบ่งออกได้ 3 ลักษณะ ได้แก่

1. ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) ลักษณะทางกายภาพได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ ของแข็งต่างๆ ความขุ่น ความหนาแน่น เป็นต้น

2. ลักษณะทางเคมี (Chemicals Characteristics) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง สารอินทร์ ไขมัน สารซักฟอก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก เป็นต้น

3. ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics) จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ในน้ำเสียมีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ ในขณะเดียวในระบบบำบัดน้ำเสียก็ใช้จุลินทรีย์อีกชนิกหนึ่งเป็นตัวย่อยสลายสิ่งสกปรกต่างๆ ได้แก่ แบคทีเรีย ซึ่งเป็นตัวที่ใช้ย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย 95% นอกนั้นจะเป็น รา สาหร่าย และโปรโตซัว

2.2.3 องค์ประกอบของน้ำเสีย

1. สารอินทรีย์ หมายถึง สารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิต ทั้งสัตว์และพืช มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีธาตุไฮโดรเจน และสารอนุพันธ์ของไฮโดรเจน-คาร์บอน เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย ตัวอย่างของสารอินทรีย์ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand-BOD)

2. สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจจะไม่ทำให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารอนินทรีย์ที่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ซัลไฟด์ ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส กรด ด่าง โลหะ เป็นต้น

3. โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร จนเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดงปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร เขตชุมชนอาจมีสารพิษ มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านซุบโลหะ อู่ซ่อมรถ เป็นต้น

4. ไขมัน น้ำมัน และ กรีส (Fat Oil and Grease) สารประกอบนี้เกิดจากการใช้น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้งจนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งยังไม่มีกรรมวิธีการเก็บรวบรวมน้ำมันหล่อลื่นเหล่านี้สำหรับการขนส่งและการกำจัดอย่างถูกวิธีส่วน

น้ำมันและไขมันที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคารต่างๆ จำเป็นต้องมีการสร้างบ่อดักไขมันเพื่อกำจัดไขมันในเบื้องต้นก่อน สำหรับประเทศที่อากาศหนาว หากไม่มีการกำจัดไขมันในเบื้องต้น อาจก่อให้เกิดปัญหาท่ออุดตันและทำให้ท่อแตกได้ในที่สุด เมื่อ ปนเปื้อนกับน้ำจะลอยอยู่ตามผิวน้ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสังเกคราะห์แสงของพืชน้ำ พร้อมทั้งกีดขวาง การถ่ายเทของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงในที่สุด

5. ความร้อน ทำให้เกิดการแบ่งชั้น (Strastification) ของน้ำ เร่งปฏิริริยาการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของน้ำออกซิเจนน้ำทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็นขึ้นได้ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสม สำหรับในกระบวนการบำบัดน้ำเสียควรอยู่ประมาณ 25-35 องศาเซลเซียสความร้อนของน้ำเสียทำให้จุลินทรีย์บางชนิดในถังย่อยสลายตายหรือเจริญเติบโตช้าลง และมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้ความร้อน น้ำเสียเกิดจาก Condenser Boiler และขบวนการทำความร้อนอื่นๆ ดังนั้นจึงควรปรับอุณภูมิของน้ำเสียให้เหมาะสมก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัด

6. ของแข็ง (Solids) หมายถึง สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยด้วยไอน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การตรวจวัดหาค่าของแข็งนี้ทำทั้งในน้ำดิบที่นำมาทำน้ำประปา น้ำทิ้งจากบ้านเรือน และจากแหล่งอื่นๆ ดังนั้นการตรวจวัดค่าของแข็งจึงมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ สำหรับน้ำเสียจากแหล่งน้ำต่างๆ นั้น มักจะหาค่าของแข็งดังนี้

6.1 ของแข็งตกตะกอน (Settleable Solids) หมายถึง ของแข็งซึ่งจะนอนก้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำเท่านั้น ค่าของแข็งตกตะกอนนี้นอกจากจะบอกค่าความสกปรกของน้ำแล้ว ยังใช้ประโยชน์ในการออกแบบถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) ในระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย

6.2 ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) สำหรับการวิเคราะห์น้ำเสียประเภทต่างๆนั้นค่าของแข็งทั้งหมดมีความสำคัญน้อยมากเพราะยากที่จะแปรผลให้ได้ค่าที่แน่นอน ดังนั้นจึงนิยมบอกค่าความสกปรกของน้ำเสียด้วยค่า BOD และ COD อย่างไรก็ตาม ค่าของแข็งทั้งหมดสามารถใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่มีผลต่อการตกตะกอนได้

6.3 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) หมายถึง สารแขวนลอยในของเหลวซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคาะห์น้ำเสียและเป็นค่าหนึ่งที่บอกถึงค่าความสกปรกของน้ำเสียนั้น ตลอดจนบอกถึงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียต่างๆ การหาค่าของแข็งแขวนลอยจึงมีความสำคัญเท่ากับค่า BOD

7. สีและความขุ่น เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในน้ำ

7.1 ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสิ่งแขวนลอยในน้ำเช่น ตะกอนแขวนลอย แพลงค์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ สารพวกนี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจายและดูดซึมของแสงทะลุผ่าน ทำให้มีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ นอกจากนี้สารเคมีบางอย่างก็เป็นบ่อเกิดของความขุ่นได้เช่นกันเมื่อสัมผัสกับอากาศ เช่น เหล็ก และแมงกานีส หรืออาจจะเป็นแหล่งเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด

7.2 สี (Color) สีของน้ำตามธรรมชาติเกิดจากสารอินทีย์ต่างๆ เช่น ใบไม้ ใบหญ้า และซากสัตว์ ซึ่งมีลิกนินเป็นองค์ประกอบ ส่วนสีของน้ำเสียจะใช้วัดระยะเวลาของน้ำเสียที่อยู่ในบ่อบำบัด (อายุของน้ำเสีย) โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นใหม่ๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเทาปนน้ำตาลอ่อน และจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเทาแก่ และสีดำในที่สุด

แต่บางอุตสาหกรรมมีการเติมสีลงในน้ำเสีย กรณีสีของน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับซัลไฟด์ของโลหะหนักที่มีอยู่ในสีเหล่านั้น

8. กรดและด่าง (pH) การอ่านค่าความเป็นกรด-ด่าง มีช่วงตั้งแต่ 0-14 โดยสารละลายที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกรด เท่ากับ 7 เยกว่า สารละลายเป็นกลาง (Neutral Solution) สูงกว่า 7 เรียกว่าสารละลายเป็นด่าง น้ำที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องมีค่า pH ใกล้เคียง หรือ เท่ากับ 7 แต่ในทางปฏิบัติได้กำหนดมาตรฐานค่า pH ของน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 5-9

9. จุลินทรีย์ (Microorganism) โดยทั่วไปสามารถแบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ Eucaryotes, Eubacteria และ Archaebacteria โดยสองกลุ่มหลังนี้มักจะเรียกรวมกันว่า กลุ่ม Procaryotic ซึ่งมีแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบและมีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสีย ส่วนจุลิทนทรีย์ในกลุ่ม Eucaryotes ที่มีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียได้แก่ รา โปรโตซัว และสาหร่ายชนิดต่าง

10. สารกัมมันตรังสี (Radioactive Waste) หมายถึง สารใดๆ ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ต่อไปได้และปนเปื้อนด้วยกัมมันตรังสีในระดับที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายของสุขภาพและสิ่งแวดล้อม สารกัมมันตรังสี นอกจากมีอันตรายสูงแล้ว บางชนิดยังคงสภาพได้ในระยะเวลายาวนานนับพันปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการกักเก็บที่ปลอดภัย และแน่ใจว่าจะไม่รั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกจนกว่าจะหมดสภาพไปเองตัวอย่างสารกัมมันตรังสีที่สำคัญได้แก่ Uranium Plutonium และ Thorium แหล่งกำเนินสารกัมมันตรังสีที่สำคัญในปัจจุบันได้แก่ แหล่งผลิตอาวุธนิวเคลียร์ โรงงานผลิตไฟฟ้า นิวเคลียร์ เหมืองแร่ยูเรเนี่ยม และกากกัมมันตรังสี ที่เกิดจากกิจกรรมอื่นๆ อาทิ การแพทย์การวิจัย และการถนอมอาหาร เป็นต้น

2.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัญหาของน้ำเสียเกิดขึ้นพร้อมๆกับการเจริญเติบโตของชุมชนและการเพิ่มขึ้นของการผลิตภาคอุตสาหกรรม น้ำเสียเกิดขึ้นจากการใช้น้ำเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆในการอุปโภคบริโภคและ จากกระบวนการผลิต น้ำเสียก่อให้เกิดปัญหาแก่แหล่งรองรับน้ำ ทำให้เกิดการเน่าเหม็นหรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำซึ่งเป็นห่วงโซ่อาหารของคน และสัตว์ สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ กรด ด่าง ของแข็ง สารแขวนลอย น้ำมัน ไขมัน เกลือและแร่ธาตุที่เป็นพิษ สารกัมมันตภาพรังสี สารที่ทำให้เกิดความร้อน สี และกลิ่น เป็นต้น ในอดีตปริมาณน้ำเสียที่ เกิดขึ้นมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะธรรมชาติจะ สามารถทำความสะอาดน้ำเสียได้อย่างทันท่วงที อย่างไรก็ตามเมื่อมีการขยายตัวของชุมชนและมีการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ เพิ่มขึ้น น้ำเสียมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ธรรมชาติไม่สามารถบำบัดได้ แหล่งน้ำจึงเกิดการ เน่าเสียและเสื่อมคุณภาพลง ดังนั้น ภาครัฐจึงออกกฎหมายในการควบคุมมาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพื่อให้แหล่งกำเนิดต้องบำบัดน้ำเสีย ให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป กระบวนการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งเป็นขั้นตอน ได้ดังนี้

2.3.1 การบำบัดขั้นเตรียมการและขั้นต้น (Preliminary Treatment / Primary Treatment)

ส่วนใหญ่เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งหรือเศษวัตถุ ที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำเสีย เป็นการลดปริมาณของแข็งและน้ำมันหรือ ไขมันที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็ง แขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ร้อยละ 25-40 ประกอบด้วย

2.3.2 การกำจัดด้วยตะแกรงหยาบ (Screening)

เป็นการกำจัดเศษวัตถุ ของแข็งขนาดใหญ่โดยใช้ ตะแกรง โดยทั่วไปตะแกรงที่ใช้มี 2 ประเภท คือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด การใช้ตะแกรงชนิดใดขึ้นกับขนาดวัตถุ ที่ต้องการกรองออกจากน้ำเสีย แต่ต้องพิจารณาการทำความสะอาด ตะแกรงบ่อยครั้ง หากมีการอุดตันของตะแกรงเนื่องจากเลือกตะแกรงที่มีร่องละเอียดเกินไป โดยต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ทำตะแกรง ถ้าน้ำเสียมีความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างสูง ควรเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่น โลหะแสตนเลส เป็นต้น

2.3.3 บ่อดักกรวดทราย (Grit Chamber)

เป็นการกำจัดพวกกรวดทราย โดยการแยกให้ตกตะกอนในรางดักกรวดทราย ในระบบบำบัดน้ำเสียบาง แห่งอาจเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำเสียในบ่อนี้เพื่อให้เศษวัสดุที่เป็นของแข็ง ตกตะกอนแยกจากเศษวัสดุที่มีขนาดเบากว่า

2.3.4 ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation tank)

ถังตกตะกอนเบื้องต้นคือถัง ตกตะกอนที่ทำหน้าที่แยกตะกอนต่างๆ ออกจากน้ำเสียก่อนที่จะไหลไปลง ถังบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยา กระบวนการนี้จะเป็นการเพิ่มเวลาให้เศษ วัสดุขนาดเล็กตกตะกอนลงก้นบ่อมากขึ้น แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้ พื้นที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับก่อสร้างบ่อตกตะกอนเบื้องต้น

2.3.5 บ่อดักไขมันและน้ำมัน (Oil and Grease Removal)

น้ำมันและ ไขมันจะพบมากในน้ำทิ้งจากบ้านเรือน ร้านอาหาร สถานีจำหน่ายน้ำมัน และ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีไขมัน การกำจัดน้ำมันและไขมันมีอยู่ด้วยกัน หลายวิธี เช่น การเติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ การทำให้ลอย (Flotation) แล้วเก็บกวาดออกจากผิวน้ำการเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อช่วยลดค่า ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหรือไขมันทำให้ลอยขึ้นมาได้มาก เป็นต้น ขั้นตอนนี้จะช่วยลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากน้ำมันและไขมันลงได้มาก ทั้งยังช่วยเพิ่มการละลายของออกซิเจนลงในน้ำเสียในขั้นตอนการเติม อากาศซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปด้วย

2.3.6 การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยการกำจัดสารอินทรีย์และสารแขวนลอยออก จากน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีวภาพและ/หรือกระบวนการทางเคมี ซึ่งการบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้เป็นกระบวนการทางชีวภาพสามารถกำจัด สารแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีลงได้ประมาณร้อยละ 75 – 95 ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ หากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดใหญ่ นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพที่ใช้จุลินทรีย์แบบใช้ ออกซิเจนในการบำบัดเนื่องจากใช้เวลาและค่าใช้จ่ายบำบัดน้อยกว่า กระบวนการบำบัดโดยใช้สารเคมี น้ำทิ้งที่บำบัดแล้วมีความสกปรกน้อยและประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าระบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน แต่มีข้อเสีย คือ มีค่าใช้จ่ายในการเติมออกซิเจนลงในน้ำเสียและเกิดตะกอนจุลินทรีย์มากใน ระบบบำบัดที่ต้องเพิ่มขั้นตอนการกำจัด อย่างไรก็ตาม ในบางชนิดของ ระบบบำบัดแบบใช้จุลินทรีย์ประเภทใช้ออกซิเจน เช่น ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond หรือ SP) ซึ่งใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก บ่อจะปล่อยให้ ออกซิเจนในอากาศละลายในน้ำเสียได้โดยธรรมชาติจึงไม่จำเป็นที่ต้องติดตั้ง เครื่องจักรกลในการเติมอากาศให้แก่น้ำเสีย แต่สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ ใช้กับบ้านเรือนที่อยู่อาศัยเฉพาะแต่ละหลังนิยมใช้กระบวนการบำบัดโดยใช้จุลินทรีย์ทั้งแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) และแบบกึ่ง ใช้ออกซิเจน (Facultative Microorganism) ซึ่งมีอยู่ในน้ำเสียอยู่แล้ว ดังนั้น ระบบบำบัดน้ำเสียของบ้านเรือนทั่วไปจึงมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก

2.3.7 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment)

เป็นการบำบัดเพื่อนำสารเคมี สาหร่าย ไข้พยาธิ ตัวอ่อนสัตว์พาหะ นำโรคออกจากน้ำเสียก่อนระบายสู่สิ่งแวดล้อม การบำบัดขั้นที่ 3 นี้มีหลาย กระบวนการให้เลือกซึ่งขึ้นอยู่ว่าต้องการกำจัดสิ่งสกปรกชนิดใดออกจากน้ำก่อนระบายทิ้ง ซึ่งกระบวนการที่นิยมใช้เหล่านี้ เช่น การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ด้วยการเติมคลอรีนหรือใช้แสงอัลตร้าไวโอเล็ท หรือ การ ใช้โอโซนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ไข้พยาธิ ตัวอ่อนของสัตว์พาหะ และการใช้สารเคมีตกตะกอนเพื่อกำจัดฟอสฟอรัสที่จะทำให้เกิดยูโทรฟิเคชั่น หรือ ภาวะสาหร่ายบานสะพรั่งในแหล่งน้ำ เป็นต้น

2.3.8 การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มักไม่พบกระบวนการบำบัดนี้ เนื่องจากการ บำบัดขั้นสูงเป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร ที่ยังคงเหลือค้างอยู่ในน้ำทิ้ง เช่น ไนโตรท ไนไตรท ฟอสเฟต สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากและอื่นๆ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้ เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และ แก้ไขปัญหาอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้ กระบวนการนี้จะใช้เมื่อต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง โดยส่วนใหญ่จะใช้เมื่อต้องระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ หรือต้องการนำน้ำทิ้งกลับมา ใช้ประโยชน์ซ้ำอีก (reuse and reclamation) ในปัจจุบันขั้นตอนนี้ได้มีการ พัฒนานำมาใช้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ ซึ่ง กระบวนการเหล่านี้ไม่เพียงเฉพาะใช้บำบัดน้ำเสียเท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเพื่อนำไปอุปโภค บริโภคก่อน แล้วจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำเสียขั้นสูงในที่สุด กระบวนการที่นิยมใช้ในการบำบัดขั้นนี้ เช่น การกรองด้วยวิธีการต่างๆ (ระบบกรองย้อนกลับ หรือ reverse osmosis การใช้เยื่อกรอง หรือ membrane filtration) และการกรองสารละลายน้ำ (Demineralization) เป็นต้น โดยกระบวนการเหล่านี้จัดให้มีเพิ่มเติมเพื่อ

1. การกำจัดสารประกอบพื้นฐานของฟอสฟอรัส เช่น ออโธฟอสเฟต ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและกระบวนการทางชีวภาพ

2. การกำจัดสารประกอบพื้นฐานของไนโตรเจน เช่น ไนเตรท ไนไตรท ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ

3. วิธีการทางชีวภาพมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจน ให้เป็นไนเตรทที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการไนทริฟิเคชั่น (Nitrification)” และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเทรต ให้เป็นก๊าซไนโตรเจนซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น (Denitrification)”

4. การกรอง (Filtration) เป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการ ทางกายภาพ ได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

5. การดูดติดผิว (Adsorption) เป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสีย โดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วย

6. การฆ่าเชื้อโรค น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียต้องได้รับการบำบัด ขั้นสุดท้ายโดยการฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ เพื่อฆ่าเชื้อโรค บางตัวที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคกับสิ่งมีชีวิตในน้ำและต่อมนุษย์โดยใช้สารเคมี เช่น ปูนคลอรีน ก๊าซโอโซน และสาร H_2O_2 เป็นต้น กระบวนการฆ่าเชื้อที่ นิยมใช้คือ บ่อบ่มและถังสัมผัสคลอรีน

2.3.9 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์ หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ในการกินหรือย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จึงจำเป็นต้องกำจัด สลัดจ์เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็น การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการ ทำลายเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำ ออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ ประโยชน์อื่นๆ การกำจัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ดังนี้

2.3.10 การทำข้น (Thickener)

โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Flotation) ทำหน้าที่ในการลด ปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

2.3.11 การทำให้สลัดจ์คงตัวหรือการลดปริมาณเนื้อสลัดจ์ (Stabilization หรือ Digestion)

โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศ หรือใช้ กระบวนการไร้อากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ในสลัดจ์ย่อยสลายกันเอง ทำให้ ปริมาณสลัดจ์คงตัวไม่เพิ่มปริมาณมากขึ้นและสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เกิด การเน่าเหม็นรุนแรง

2.3.12 การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning)

ทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสม กับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ ทางการเกษตร เป็นต้น

2.3.13 การรีดน้ำ (Dewatering)

เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการ ฝังกลบ การเผา หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น โดยสลัดจ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ จะมีลักษณะเป็นก้อน (Cake) คล้ายก้อนตะกอนดินทั่วไป ทำให้เกิดความ สะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรอง สูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) และลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)

2.3.14 การกำจัดตะกอน

สลัดจ์ที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียจะได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และมีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่ง ในขั้น ต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ดังนี้

2.3.15 การฝังกลบ (Landfill)

เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในที่ที่เตรียมไว้ และกลบด้วยชั้นดินทับหน้าอีกชั้นหนึ่ง

2.3.16 การหมักทำปุ๋ย (Composting)

เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อ เพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ย สำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการ เจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่างๆ

2.3.17 การเผา (Incineration)

เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ความชื้น ประมาณร้อยละ 40) มาเผา เพราะไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้ การเผานี้เหมาะที่จะใช้กับสลัดจ์ที่มาจากตะกอนจุลินทรีย์ของระบบบำบัด น้ำเสียจากสถานพยาบาลหรือโรงพยาบาลที่ต้องการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ ยังคงเหลืออยู่

2.3.18 บ่อปรับสภาพ (polishing หรือ maturation pond)

เป็นบ่อที่มีหลักการทำงานในการลดปริมาณสารอินทรีย์เช่นเดียวกับบ่อผึ่ง ความลึกของบ่อใกล้เคียงกับบ่อผึ้ง แต่รับอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (BOD, lading rate) น้อยกว่าบ่อผึ่งทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากบ่อปรับสภาพมีค่าต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อผึ่ง บ่อประเภทนี้มักใช้เป็นบ่อสุดท้ายในระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมด เพื่อทำการปรับสภาพน้ำก่อนปล่อยทิ้ง

2.3.19 บ่อแบบผสม (facultative pond)

บ่อแบบผสมเป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนัก ประมาณ 1.2-2.0 เมตร ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในบ่อชนิดนี้อาจแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ในชั้นบนส่วนผิวของบ่อที่มีแสงแดดส่องถึงจะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมี โดยอาศัยการทำงานของสาหร่ายและแบคทีเรีย เช่นเดียวกับบ่อผึ่งและบ่อปรับเสภาพ ชั้นของบ่อส่วนนี้จะมีออกซิเจน จึงเรียกว่า aerobic zone ส่วนชั้นล่างสุดของบ่อจะเกิดการสะสมของตะกอนและเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียไม่ใช้ออกซิเจนเรียกว่า anaerobic zone การย่อยสลายสารอินทรีย์ในส่วนนี้เกิดจาก anzerobic bacteria สำหรับชั้นกลางจะมีส่วนหนึ่งที่มีออกซิเจนและอีกส่วนหนึ่งที่มีสภาพไร้ออกซิเจน การย่อยสลายสารอินทรีย์ในชั้นนี้ อาศัยหลักการทำงานของ faculative bacteria ซึ่งแบคทีเรียประเภทนี้จะทำงานได้ทั้งสภาพที่มีออกซิเจน และไร้ออกซิเจน

2.3.20 บ่อไร้อากาศ (anaerobic pond)

บ่อไร้อากาศเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง หรือมีค่า BOD, สูง จึงใช้เป็นบ่อบำบัดขั้นแรกๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ทำการบำบัดในบ่อบำบัดชนิดนี้ ไม่ควรมีของแข็งแขวนลอยเกินกว่า 1000 mg/l เพราะจะทำให้เกิดตะกอนตื้นเขินที่ก้น บ่อได้เร็ว ไม่สะดวกในการขุดลอกออก เนื่องจากบ่อชนิดนี้อาศัยหลักการทำงานของแบคทีเรียที่ไร้อากาศ (anaerobic bacteria) จึงควรสร้างบ่อให้มีความลึกมากกว่า 2.5 เมตร และมีค่าภาระบรรทุก ต่อพื้นที่ผิว (surface loading) สูงด้วย ทั้งนี้เพื่อควบคุมสภาพของบ่อให้อยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนอยู่ตลอดเวลา ถึงแม้ว่าบริเวณผิวบนของบ่อจะได้รับการถ่ายเทออกซิเจนบ้างเล็กน้อยจากแรงลม แต่จากสภาพการออกแบบดังกล่าวจะไม่ทำให้สาหร่ายดำรงชีพในบ่อไร้อากาศหลักการทำงานของระบบแบ่งตามปฏิกิริยาชีวเคมี 2 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2 โดยในขั้นแรก สารอินทรีย์ต่างๆ จะถูกแบคทีเรียประเภทที่ดำรงชีพอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนกลุ่มหนึ่งเรียกว่า acid former ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ที่สำคัญได้แก่ acetic acid และ propionic acid การเกิดกรดอินทรีย์นี้ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นฉุน เกิดตะกอนสีเหลืองแกมเทา ขั้นที่สองกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่เกิดในขั้นแรกจะถูกเปลี่ยนต่อไป โดยการย่อยสลายต่อไปจนได้ก๊าซมีเทน และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การย่อยสลายในขั้นตอนนี้เกิดขึ้นจากแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า methane forner bacteria ที่ผิวบ่อไร้อากาศมักมีฝ้าลอยอยู่บนผิวน้ำ นอกจากนี้จะเกิดตะกอนสีดำตกอยู่ที่ก้นบ่อและมักจะมีปัญหาเรื่องกลิ่นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อีกด้วย

2.3.21 บ่อเติมอากาศ (aerated lagoon)

บ่อเติมอากาศเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง หรือมีค่า BOD, สูง จึงมักใช้เป็นบ่อบำบัดขั้นแรกๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยการเพิ่มเครื่องเติมอากาศอาจเป็นแบบทุ่นลอย หรือแบบอื่นๆ การนำเครื่องเติมอากาศมาใช้ในการเพิ่มออกซิเจนในบ่อให้อยู่ในสภาพที่ออกซิเจนอย่างเพียงพอ (aerobic faculative condition) ซึ่งระบบนี้จะแตกต่างจากระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) ตรงที่ไม่จำเป็นต้องมีถังตกตะกอนและการสูบตะกอนกลับสู่ถังเติมอากาศเหมือนระบบตะกอนเร่ง

2.4 ทฤษฎีการบำบัดน้ำเสียโดยพืชน้ำ

การบำบัดน้ำเสียโดยพืชน้ำ (aquatic plants for wastewater treatment) อาศัยปัจจัยหลักคือ การเจริญเติบโตของพืชน้ำเอง และจุลินทรีย์ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณรากของพืชซึ่งจลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อย (metabolite) สารอาหาร เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ยังอาศัยหลักการตกตะกอน (physical-sedimentation) ของน้ำเสียเอง ซึ่งถ้าพิจารณาถึงข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสียโดยพืชน้ำแล้วพอจะกล่าวได้ดังนี้ (ที่มา : อภิชัย, 2533)

1. สภาพภูมิประเทศของประเทศไทยเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชน้ำโดยทั่วไป
2. ระบบบำบัดน้ำเสียโดยพืชน้ำไม่ต้องการใช้พลังงานจากแหล่งใดๆ นอกจากพลังงานดวงอาทิตย์
3. การควบคุมการทำงานของระบบไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องใช้ผู้ดูแลที่มีความรู้มาก
4. พืชน้ำที่เก็บเกี่ยวได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้ เช่น ทำปุ๋ยหมัก ผลิตก๊าซมีเทน หรือทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรม เป็นต้น

แบคทีเรียในระบบการบำบัดน้ำเสียแบบนี้นั้น ใช้รากของพืชน้ำ และลำต้นของพืชน้ำในระบบเป็นที่อยู่อาศัย (habita) ออกซิเจนซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็น สำหรับแบคทีเรียในการย่อยสลายของเสียแบบใช้ออกซิเจน (aerobic digestion) ได้มาจากการที่ออกซิเจนละลายลงในน้ำส่วนหนึ่ง แต่ส่วนใหญ่แล้วแบคทีเรีย จะได้ออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำในระบบ ซึ่งบางส่วนของออกซิเจนเหล่านี้จะลูกส่งไปยังราก และลำต้นที่มีแบคทีเรียอาศัยอยู่

การบำบัดน้ำเสียด้วย aquatic treatment system นี้ สามารถลดค่าบีโอดี (biological oxygen demand) ซีโอดี (chemical oxygen demand) ของแข็งแขวนลอยรวม (total suspended solids)ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โลหะหนัก สารอินทรีย์ ไวรัส และแบคทีเรียที่เป็นอันตรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการบำบัดน้ำเสียแบบอื่นๆ ที่ต้องใช้เครื่องจักรและพลังงานเชื้อเพลิงในการบำบัด เช่น ระบบลานกรอง (trickling filter) ระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) ระบบคลองวนเวียน (oxidation ditch) เป็นต้น พบว่าแม้แต่ละระบบจะมีประสิทธิภาพต่างกันแต่ข้อที่ดีกว่าของระบบบำบัดโดยใช้พืชน้ำ (Aquatic treatment system) ก็คือ ไม่ต้องใช้พลังงานหรือใช้น้อยมาก ดูแลรักษาง่าย ไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมกระบวนการบำบัด แต่ในขณะเดียวกัน ข้อเสียคือต้องใช้เวลานานในการบำบัด และต้องใช้เนื้อที่มาก

2.5 พรรณไม้น้ำ (Aquatic plants)

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า aquatic plants, water plants หรือ hydrophytes หมายถึงพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ โดยอาจจะอยู่ใต้น้ำ อยู่โผล่เหนือน้ำ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำ หรือขึ้นอยู่ตามริบน้ำชายน้ำ ริมตลิ่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงพวกที่เจริญเติบ โตอยู่ในบริเวณที่น้ำขังแฉะด้วย

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาแหล่งน้ำมาก นอกจากนี้ยังมีความ สัมพันธ์เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมในการเป็นอาหาร เป็นที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำปลาต่างๆ ตลอดรวมทั้งสัตว์ปีกที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ ข้าวซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญของมนุษย์ส่วนใหญ่จัดได้ว่าเป็นพืชน้ำชนิดหนึ่ง พืชน้ำอีกหลายอย่างใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ เช่น กระจับ บัว ผักบุ้ง ผักกระเฉด บางอย่างใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการด้านอุตสาหกรรม วัสดุก่อสร้างแปรสภาพเป็นปุ๋ย พืชลอยน้ำหรือพืชใต้น้ำมีคุณสมบัติในการดูดซึมแร่ธาตุที่

ละลายอยู่ในน้ำ และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระหว่างขบวนการสังเคราะห์แสง คุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์และให้ประโยชน์ต่อมนุษย์มาก เพราะเป็นส่วนช่วยทำให้แหล่งน้ำนั้นสะอาด และช่วยแปรสภาพน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามการรบกวนหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของน้ำอาจจะทำให้อัตราการเจริญของพืชน้ำเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วจนเป็นผลต่อแหล่งน้ำใช้ของมนุษย์ได้พืชน้ำหรือพรรณไม้น้ำนั้น พบว่ามีตั้งแต่ขนาดเล็กมาก (Microphytes) ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ไปจนถึงขนาดใหญ่ (Macrophytes) สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งพืชเหล่านี้จะแยกออกได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มแอลจี กลุ่มมอส กลุ่มเฟิร์น และกลุ่มพืชมีเมล็ด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพรรณไม้น้ำนั้นประกอบด้วยกลุ่มพืชตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่

พรรณไม้น้ำเป็นกลุ่มพืชที่มีการเจริญเติบโตได้ในแหล่งน้ำที่ต่างกันไป เช่น บางชนิดเจริญเติบโตที่ระดับผิวน้ำ บางชนิดเจริญเติบโตอยู่ที่ใต้น้ำ เป็นต้น นั่นคือมีลักษณะทางนิเวศวิทยา แตกต่างกันไปจากลักษณะเช่นนี้ ทำให้มีการแบ่งประเภทพรรณไม้น้ำได้ดังนี้ (ที่มา : สุชาคา, 2530)

1. พืชใต้น้ำ (Submerged plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้เป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำ ทั้งหมด โดยอาจจะมีรากยึดเกาะกับพื้นใต้น้ำหรือไม่ยึดเกาะก็ได้ บางชนิดทั้งลำต้นและรากเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ ส่งลำต้นบางส่วนและใบเจริญเติบโตอยู่ใต้ระดับน้ำ บางชนิดรากเกาะยึดกับพื้นดินใต้น้ำ ส่วนลำต้นและใบเจริญอยู่ใต้น้ำ บางครั้งพืชพวกนี้จะส่งดอกขึ้นมาเจริญที่ผิวน้ำหรือเหนือน้ำและเมื่อเป็นผลบางอย่างเจริญที่ผิวน้ำหรือใต้น้ำ พืชพวกนี้ เช่น สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายพุงชะโด เป็นต้น

2. พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants) พรรณไม้ประเภทนี้เป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตอยู่ให้น้ำบางส่วนและเหนือน้ำบางส่วน โดยที่มีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ แล้วส่ง ส่วนใบและดอกขึ้นมาเจริญเหนือน้ำ พืชพวกนี้ เช่น บัวต่างๆ กกบางชนิด ต้นเทียนนา เป็นต้น พืชประเภทนี้บางชนิดตามโคนมีเนื้อเยื่อโปร่ง (eronochymatous tissue) ทำหน้าที่เก็บอากาศเพื่อช่วยในการหายใจ เช่น ต้นเทียนนา

3. พืชลอยน้ำ (Loating plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้เป็นพวกที่เจริญลอยอยู่ระดับน้ำ โดยมีรากห้อยลอยอยู่ในน้ำ ส่วนต้น ใบ และดอก เจริญที่เหนือน้ำ พรรณไม้น้ำประเภทนี้บางอย่างถ้าน้ำตื้นๆรากจะหยั่งพื้นดินใต้น้ำก็ได้ นอกจากนี้พวกที่มีขนาดเล็กมักลอยตัวได้เป็นอิสระ พืชลอยน้ำส่วนใหญ่มักจะมีส่วนหนึ่งส่วนใดเปลี่ยนไปเป็นทุ่นเพื่อพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ ต้นผักตบชวามีส่วนของ ก้านใบพองตัวเป็นทุ่น (buoyancy leal) ต้นผักบุ้งมีส่วนลำต้นที่ภายในกลวงเป็นช่องอากาศใหญ่ ช่วยให้ลำต้นเลื้อยทอดลอยไปตามผิวน้ำได้ เป็นต้น

4. พืชชายน้ำ (marginal plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้มักขึ้นอยู่ตามชายน้ำ ริมตลิ่ง ชายคลองหนองน้ำ หรือทะเลสาป ลักษณะโดยทั่วไปนั้นจะมีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดินส่งบาง ส่วนของต้น ใบ และดอกเหนือน้ำ พืชน้ำประเภทนี้ใกล้เคียงกับพืชพวกโผล่เหนือน้ำมาก พืชบางอย่างพบว่าจำแนกได้ทั้งเป็นพืชโผล่เหนือน้ำและพืชชายน้ำ เช่น ต้นผักตบไทย ต้นโสน และกกบางอย่างเป็นต้น

พรรณไม้น้ำทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า การจัดแบ่งเป็นประเภทต่างๆ นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งที่อยู่ของพืชนั้นๆ ทุกประเภทค่อนข้างจะแตกต่างกันเห็นได้ชัด ยกเว้นพวกพืชโผล่เหนือน้ำและเป็นพืชชายน้ำเท่านั้นที่แยกไม่ได้เด็ดขาด

2.6 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแหนแดง

แหนแดง (อังกฤษ: Mosquito fern, Water fern) เป็นพืชน้ำเล็ก ๆ ตระกูลเฟิร์นลอยน้ำ พบเจริญเติบโตอยู่บนผิวน้ำในที่มีน้ำขังในเขตร้อนและอบอุ่นทั่วไป มีไนโตรเจนสูง พร้อมทั้ง โปรตีนไม่น้อยกว่า 30% (ดังแสดงในภาพที่ 2.2) แหนแดงเป็นเฟินน้ำ ขนาดเล็ก ลอยบนผิวน้ำ ต้นแก่ที่ได้รับแสงเต็มที่จะเป็นสีแดงคล้ำ ต้นอ่อนหรือได้รับแสงไม่เต็มที่จะเป็นสีเขียว แตกกิ่งแบบขนนก รากเป็นรากพิเศษ ยาวอยู่ทางด้านใต้ของลำต้น ทั้งต้นและกิ่งมีใบขนาดเล็กปกคลุม เรียงสลับซ้อนกัน ใบแต่ละใบแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนบนหนา สีเขียวหรือสีแดง ส่วนล่างบางอยู่ใต้น้ำ ไม่ค่อยมีสี ใบล่างสุดสร้าง Sporocrap 2-4 อัน ที่แกนของใบด้านใต้ใบ ภายในมีเมกะสปอร์และไมโครสปอร์ ในใบของแหนแดงมีโพรงขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นที่อาศัยของ Anabenaeซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Anabenaeได้รับสารอาหารจากแหนแดง ส่วนแหนแดงจะได้ไนโตรเจนจากการตรึงไนโตรเจนของ Anabenae องค์ประกอบที่สำคัญได้แก่โปรตีน ไขมัน และเซลลูโลส แร่ธาตุ แหนแดงต้องการธาตุอาหารหลักที่สำคัญได้แก่ ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโปตัสเซียม และจุลธาตุที่สำคัญได้แก่ เหล็ก และ โมลิบดินัม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ไนโตรจิเนส ในการตรึงไนโตรเจน แหนแดงสามารถมีชีวิตอยู่ได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 5 – 45องศาเซลเซียส เจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 20 – 30 องศาเซลเซียส แหนแดงจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่มีแสงประมาณ 50 – 70 เปอร์เซ็นต์ของแสงสว่าง พีเอชที่เหมาะสมที่แหนแดงเจริญเติบโตได้ดีที่สุดคือ 4.0 – 5.5 ความลึกของน้ำความลึกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแหนแดงคือประมาณ 10 เซนติเมตร

ภาพที่ 2.2 แหนแดง (อังกฤษ: Mosquito fern, Water fern)
ที่มา : บ่อบำบัดน้ำ บริษัท อุตสาหกรรม โคราช จำกัด

2.7 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักบุ้งนา

ผักบุ้งนา หรือผักทอดยอด (WATER SPINACH หรือ SWAMP CABBAZE) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Ipomoea aquatica Forsk. หรือ Ipomoea reptans Poir (ดังแสดงในภาพที่ 2.3) ผักบุ้งเป็นพรรณไม้น้ำ และเป็นไม้ล้มลุกหลายปี ลำต้นเลื้อยทอดไปตามน้ำ หรือในที่ลุ่มที่มีความชื้น หรือดินแฉะๆ ลำต้นกลวง สีเขียว มีข้อปล้อง และมีรากออกตามข้อได้ เป็นใบเดี่ยวออกแบบสลับ เช่น รูปไข่ รูปไข่แถบขอบขนาน รูปหอก รูปหัวลูกศร ขอบใบเรียว หรือมีควั่นเล็กน้อย ปลายใบแหลมหรือมน ฐานใบเว้าเป็นรูปหัวใจใบยาว 3-15 เซนติเมตร กว้าง 1-9 เซนติเมตร ดอกเป็นรูประฆัง ออกที่ซอกใบ แต่ละช่อมีดอกย่อย 1-5 ดอก กลีบเรียงสีเขียว กลีบดอกมีทั้งสีขาว สีม่วงแดง สีชมพูม่วง กลีบดอกจะติดกันเป็นรูปกรวย มีสีขาวอยู่ด้านบน และมีสีม่วงหรือสีชมพูอยู่ที่ฐานเกสรตัวผู้มี 5 อัน ยาวไม่เท่ากัน ผลเป็นแบบแคปซูลรูปไข่หรือกลมสีน้ำตาล มีเมล็ดกลมสีดำ ผักบุ้งเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ง่าย และรวดเร็วปลูกโดยการแยกกิ่งแก่ไปปักชำ

ภาพที่ 2.3 ผักบุ้งนา หรือผักทอดยอด (WATER SPINACH หรือ SWAMP CABBAZE)
ที่มา : บ่อบำบัดน้ำ บริษัท อุตสาหกรรม โคราช จำกัด

2.8 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของจอก

จอก (อังกฤษ: Water Lettuce; ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pistia*) เป็นสกุลพืชน้ำในวงศ์ arum ของวงศ์บอน ถือเป็นพิชสกุลเดียวในเผ่า *Pistieae* (ดังแสดงในภาพที่ 2.3) จอกเป็นวัชพืชน้ำขนาดเล็ก อยู่กันเป็นกลุ่มลอยอยู่บนผิวน้ำ ลำต้นทอดขนานไปกับผิวน้ำและมีลักษณะอวบ มีรากฝอยแตกเป็นกระจุกจำนวนมากอยู่ใต้น้ำ เกิดต้นใหม่จากโคนต้นและบนไหล เป็นพืชที่ชอบแสงแดดจัด ชอบน้ำจืด สามารถพบได้ทั่วไปในบริเวณที่มีน้ำ ใบเป็นใบเดี่ยวสีเขียวเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ มีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนมากเป็นรูปสามเหลี่ยม ปลายใบมนหยักเป็นคลื่น มีขนปกคลุมแผ่นใบทั้งสองด้าน ฐานใบจะอ่อนนุ่มคล้ายฟองน้ำ ดอกจอกเป็นดอกช่อมีขนาดเล็กๆ ออกดอกตามซอกใบ ก้านช่อดอกสั้น และมีแผ่นสีเขียวอ่อนขาวห่อหุ้มดอกไว้ ด้านนอกมีขนละเอียดปกคลุม เป็นดอกที่มีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียในช่อเดียวกันแต่แยกกันอยู่ ซึ่งดอกเพศผู้จะอยู่ข้างบนส่วนดอกเพศเมียจะอยู่ข้างล่าง ไม่มีกลีบดอกและกลีบเลี้ยง ฐานดอกเพศผู้มีรยางค์เป็นแผ่นสีเขียวเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย ส่วนดอกเพศเมียมีรยางค์แผ่นสีเขียวติดอยู่ที่เหนือรังไข่ ผลมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ มีกาบสีเขียวอ่อนติดอยู่ เมล็ดมีรูปร่างยาวเรียวมีสีน้ำตาล ขยายพันธุ์ด้วยไหลหรือแตกต้นอ่อนตามใบ

ภาพที่ 2.4 จอก (อังกฤษ: Water Lettuce; ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pistia*)
ที่มา : บ่อบำบัดน้ำ บริษัท อุตสาหกรรม โคราช จำกัด

2.9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียโดยพืชน้ำ

ธนิยา (2545) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของพืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำทั้ง 3 ชนิด ที่ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์แตกต่างกันพบว่า ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ใกล้เคียงกันทั้ง 3 ชนิด ซึ่งค่าตัวแปรจากการบำบัดส่วนใหญ่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน แต่ประสิทธิภาพการบำบัดจะลดลงเมื่อภาระบรรทุกทางชลศาสตร์เพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า พืชทั้ง 3 ชนิดมีความเหมาะสมในการนำมาใช้บำบัดน้ำเสีย หากพิจารณาในเรื่องความคงทนของพืชและการดูแลรักษา พบว่า ผักบุ้ง และผักตบชวา มีความคงทนและดูแลรักษาง่าย แต่ผักบุ้งเป็นพืชที่ปลูกให้ครอบคลุมพื้นที่ผิวน้ำได้ยากกว่าผักตบชวา ดังนั้นหากใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำ ควรเลือกใช้ผักตบชวา

สุทธิดา (2564) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผักตบชวาและจอกในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยการปลูกแบบไร้ดินจำลองโดยใช้น้ำเสียจากหอพักใช้เวลาบำบัด 9 วัน ผลการศึกษาพบว่า ผักตบชวาและจอก ซึ่งเป็นพืชลอยน้ำสามารถบำบัดน้ำเสีย ชุมชนได้ดีโดยเฉพาะความกระด้าง บำบัดได้ร้อยละ 80.26 และ 75.00 แอมโมเนียไนโตรเจน บำบัดได้ร้อยละ 76.18 และ 81.31ของแข็งละลายน้ำ บำบัดได้ร้อยละ 71.43 และ 63.04 สำหรับผักตบชวาและจอก ตามลำดับ ($p<0.05$) ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด บีโอดี ไขมันและน้ำมัน แบคทีเรียทั้งหมด บำบัดได้ในช่วงร้อยละ 27.07-69.23 และเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำได้ร้อยละ 15.56-17.29 ส่วนของพืชที่มีบทบาทสำคัญในการบำบัดน้ำเสีย คือ ระบบรากฝอยและลำต้นใน น้ำดูดซับสารอาหาร แร่ธาตุ และดักตะกอนของแข็ง ลำต้นเป็นทางผ่านของแก๊สจากบรรยากาศลงสู่น้ำ อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิและความเป็นกรดด่างของน้ำไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เนื่องจากทำการทดลองในโรงเรือนอุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลงมาก ความเป็นกรดด่างของน้ำเสียที่บำบัดแล้วอยู่ในช่วง 6.8-7.0 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน จากผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่าการใช้ผักตบชวาและจอกสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ดีจึงเป็นประโยชน์ในการนำระบบการปลูกพืชแบบไร้ดินไปใช้บำบัดน้ำเสียภายในชุมชนต่อไป

ณัฐสิมา (2554) การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักไร้อากาศ ถึงแม้จะมีก๊าซมีเทนที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ แต่ยังต้องบำบัดน้ำที่ออกมาจากระบบต่อด้วยระบบเติมอากาศ ซึ่งปัญหาที่ตามมาคือ ไม่สามารถบำบัดสารอาหารจำพวกไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะไม่มีปริมาณคาร์บอนเหลืออยู่เพียงพอต่อกระบวนการ Denitrification ซึ่งการบำบัดดังกล่าวมีวิธีที่ยุ่งยากและต้นทุนในการบำบัดค่อนข้างสูง หากไม่ต้องการ ใช้วิธีที่ยุ่งยากและต้นทุนต่ำจึงมีการนำเอาวิธีบำบัดทางชีวภาพมาใช้แทน ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการบำบัด น้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยใช้แหนแดง โดยเลือกศึกษาที่ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีปริมาณ น้ำเสียประมาณวันละ 103,250 ลิตร ผลการศึกษาพบว่า การใช้แหนแดงในการบำบัดน้ำเสียมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำเสียแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งผลการใช้แหนแดงในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร สามารถลดค่าความสกปรกในรูป BOD, TKN, NO; และ PO;" ได้ประมาณ 6-98 %ในช่วงเวลา 3 สัปดาห์ และปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในแหนแดงมีปริมาณมากกว่าแหนแดงก่อนการบำบัด สามรถนำไปเป็น ปุ๋ยพืชสดทดแทน ปุ๋ยเคมีและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

วิรัตนา (2547) การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างคือ ผักบุ้งและผักกระเฉดในแหล่งน้ำแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรีนำไปทดลองในบ่อทดลองบึงประดิษฐ์ในการลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำทิ้งจากระบบบัดน้ำเสียแบบเอเอส สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความ

แปรปรวนผลการวิจัยพบว่า (1) ผักบุ้งมีประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส สูงกว่าผักกระเฉด (2) การใช้ผักบุ้ง หรือผักกระเฉดมีประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับการไม่ใช้พักบุ้ง หรือไม่ใช้ผักกระเฉด แต่การใช้ผักทั้งสองทำให้ซีโอดีมีค่าไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากลดภาวะสาหร่ายบานสะพรั่งลง (3) ระยะเวลากัก พักชลศาสตร์ที่ 20 วัน เหมาะสมในการลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยการใช้ผักบุ้งและผักกระเฉด (4) ช่วงอายุการเจริญเติบโตของผักบุ้ง และของผักกระเฉดที่ 60 วัน มีประสิทธิภาพในการลดในโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงสุด

บุญทิวา (2561) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยโดยใช้แหนแดง (Azolla microphylla)ใช้แผนการทดลองแบบ 5x3 factorial in completely randomized design (CRD) มี 3 ซ้ำ น้ำทิ้งที่ไม่ใส่แหนแดงเป็นตัวอย่างการควบคุมโดยแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 : ระดับชีวมวลของแหนแดง คือ 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 kg/ 50 | ของน้ำทิ้ง ปัจจัยที่ 2: ระยะเวลาในการบำบัดคุณภาพน้ำ คือ 10, 20 และ 30 วัน นำตัวอย่างน้ำทิ้งไปวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ได้แก่ PH, DO, BOD, NH3, TSS, TN, และ TP นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดลดลงที่ปริมาณแหนแดง 0.2 kg และระยะเวลา 20 วันมีค่า pH =8.51+0.44, DO=5.85+2.39, BOD=1.05#0.31 mg/1, TSS=1.1740.07 mg/l และ TP-0.04+0.00 mg-P/1 ปริมาณแหนแดง 0.8 kg และระยะเวลา 20 วันมีค่า NH = 0.53+0.01 mg.N- และ TN= 0.9340.13 mg-N/1 และการใช้ชีวมวลของแหนแดงในระดับที่แตกต่างกันและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงค่าชีวมวล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 678.3-1696.7 g/m? ที่ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 kg และการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของแหนแดง พบว่าหลังการบำบัดที่ปริมาณแหนแดง 0.8 kg ระยะเวลาในการบำบัด 30 วัน ที่ปริมาณไนโตรเจนของแหนแดงมากที่สุดเท่ากับ 25.28+0.00% และปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดเท่ากับ 28.89+0.15% ทั้งนี้การเพิ่มผลผลิตของแหนแดงที่ทำการศึกษานี้เป็นผลมาจากในน้ำเสียมีธาตุอาหารที่แหนแดงสามารถจะดูดซึมไปใช้ในการเจริญเติบโตและสามารถเพิ่มมวล ชีวภาพได้ในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

Thongphanh Lartdavong (2564) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของพืชลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรและผลของระดับความเข้มข้นของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรต่อน้ำหนัก และโภชนะของพืชลอยน้ำ การศึกษาใช้พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ จอก (Pistia stratiotes (L.) แหนเป็ดใหญ่ (Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid และ ไข่น้ำ (Wolfia arrhiza (L.) Wimm) โดยทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1: ศึกษาการเจริญของพืชลอยน้ำในความเข้มข้นของน้ำเสียฟาร์มสุกรที่เหมาะสม โดยทำการเพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ระดับความเข้มข้น 5 10 20 30 และ 40% ผลการทดลองพบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด เจริญเติบโตได้ดีในระดับความเข้มข้นของ น้ำเสียไม่เกิน 20% ตอนที่ 2: ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร และผลของระดับความเข้มข้นของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรต่อน้ำหนัก และโภชนะของพืชลอยน้ำ โดยพืชถูกเลี้ยงจำนวน 3ซ้ำในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ระดับความเจือจาง 0 5 10 และ 15% ขนาดภาชนะทดลองบรรจุน้ำ 14 ลิตร น้ำหนักสดพืชเริ่มต้น 5 กรัม หลังจากการทดลอง 14 วัน พบว่าพืชลอยน้ำทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งฟาร์มสุกรได้สูงที่สุด สำหรับการบำบัดค่า COD BOD และ SS ของจอกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 88.92, 94.70 และ 85.64 แหนเป็ดใหญ่มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.37, 92.24 และ 89.99 และ

ประสิทธิภาพการบำบัดของไข่น้ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 72.88, 85.20 และ76.36 ตามลำดับ ในส่วนโภชนะของพืช หลังจากสิ้นสุดการทดลองพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 5% พืชทั้ง 3 ชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นมากที่สุดโดยเฉพาะไข่น้ำสามารถเจริญได้มากที่สุดโดยมีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นร้อยละ 742และ 1,169.23 ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

3.1.1 วัสดุ อุปกรณ์

-บีกเกอร์

-กระบอกตวง

-ขวดรูปชมพู่

-แท่งแก้ว

-หลอดหยด

-หลอดทดลอง

-กระดาษกรองใยแก้ว

-เทอร์โมมิเตอร์

-น้ำกลั่น

-ปิเปต

-ชุดไทเทรต

-อ่างน้ำ

-ขวดบีโอดี

-อลูมิเนียม

-ภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย

-ปั๊มสูบน้ำแบบมือบีบ

3.1.2 เครื่องมือ

-pH meter

-Spectrophotometer

-Desiccator

-Turbidity meter

-ตู้อบ

-เครื่องชั่งละเอียด

-ตู้เพาะเชื้อ

-ชุดกรองสูญอากาศ

-ตู้ดูดความชื้น

-เครื่องกวนแม่เหล็กพร้อมแท่งแก้วคนแม่เหล็ก

3.1.3 สารเคมี

-สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7

-สารละลายโพแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์

-สารละลายมาตรฐานเงินไนเตรท 0.005 นอร์มิล

-Formazin Turbidity Standard

-Stablcal “Vlal calibrationkit”

-สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

-สารละลายอัลคาไล-ไดโอไดด์-เอไซด์,กรดซัลฟริกเข้มข้น 36 นอร์มิล

-สารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมคลอไรด์-แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

-สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4 นอร์มิล

-สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.01 นอร์มิล

-สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

-อินดิเคเตอร์ Eriochrome black

-อินดิเคเตอร์คลอเรส

-สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

-สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

-สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

-สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์

-สารละลายกรดและสารละลายด่าง 1 นอร์มิล

-สารยับยั้งการเกิดไนตริดิเคชั่น

-สารละลายกลูโคส-กลูตามิกแอซิด

-Standard potassium digestion solution 0.0167 M

-กรดซัลฟูริครีเอเจนท์

-Ferroin indicator solution

-กรดดซัลฟามิค

-Potassium hydrogen

-Phihlate standard

-สารละลายมาตรฐาน sigmacell celllose type ความเข้มข้น 500 mg/L

-สารละลายมาตรฐาน sigmacell celllose type ความเข้มข้น 100 mg/L

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 เตรียมระบบบำบัดจำลอง ประกอบด้วย ถังขนาด 200 ลิตร นำมาตัดแบ่งครึ่ง ขนาด 58*45 เซนติเมตร จำนวน 4 ถัง และเจาะรูเพื่อให้น้ำระบายออก ที่ระดับความสูง 35 เซนติเมตร

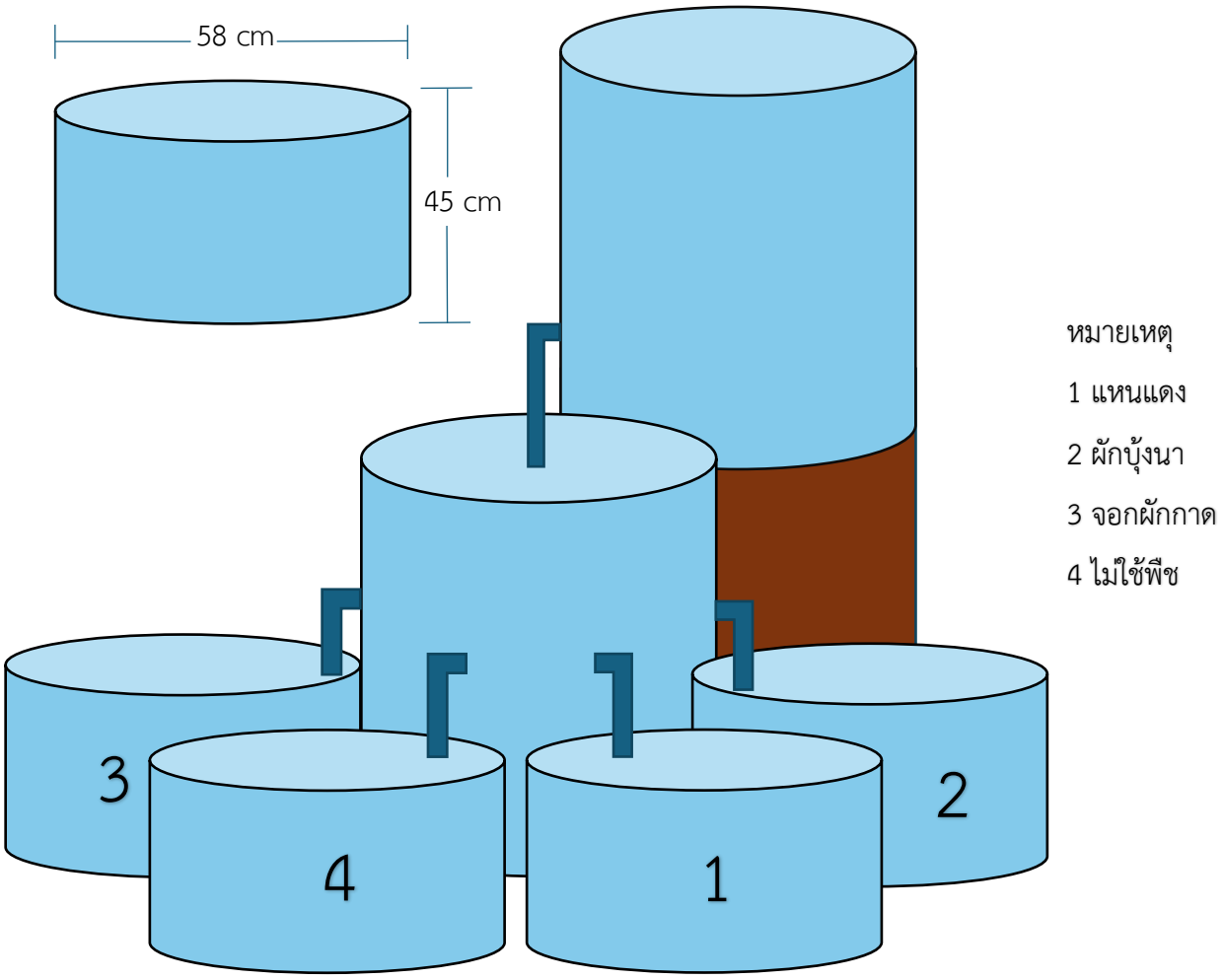
3.2.2 ชุดจ่ายน้ำเข้าระบบ ถังขนาด 200 ลิตร จำนวน 2 ถัง ต่ออนุกรมเข้าด้วยกัน โดยจะมีการเติมน้ำ 2 ครั้งต่อวัน เช้า-เย็น ถังใส่พืชตัวอย่าง น้ำปริมาณ 100 ลิตร

3.2.3 เตรียมพืชตัวอย่าง ได้แก่ แหนแดง ผักบุ้ง และจอกผักกาด นำมาชั่งน้ำหนักก่อนที่จะนำไปใส่ในระบบบำบัดน้ำเสียจำลอง

3.2.4 ทำการทดลองเลี้ยงพืชในระบบบำบัดจำลอง โดยเลี้ยงในน้ำประปา เป็นเวลา 4 วัน เพื่อเป็นการปรับตัวของพืชตัวอย่าง เมื่อเลี้ยงพืชด้วยน้ำประปาครบ 4 วันแล้ว ทำการถ่ายน้ำออก

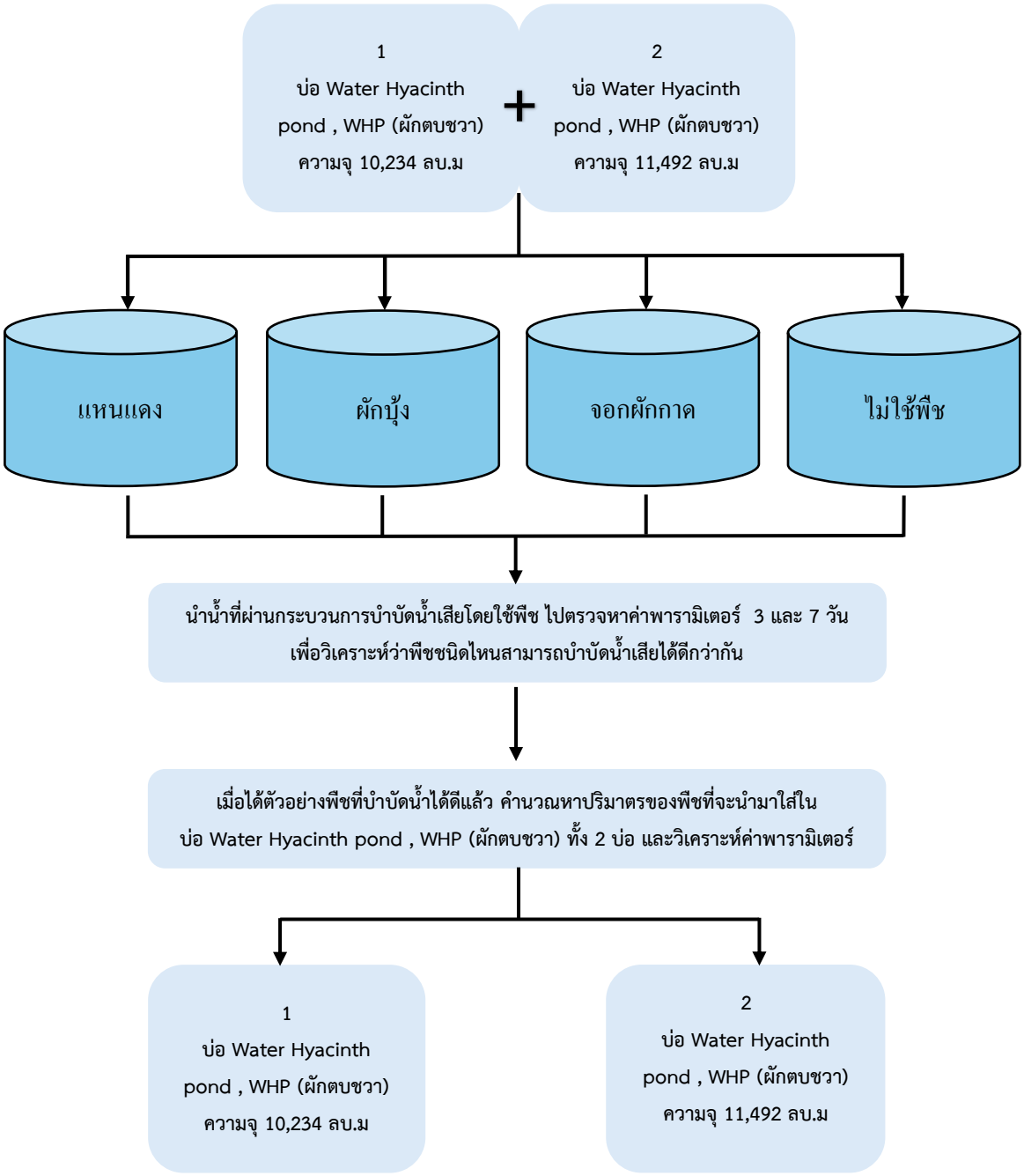
3.2.5 ทำการใส่น้ำเสียจากบ่อ Water Hyacinth pond , WHP (ผักตบชวา) โดยเลี้ยงพืชเป็นเวลา 7 วัน ขณะเลี้ยงพืชจะมีการเติมน้ำเสีย 2 ครั้งต่อวัน เช้า-เย็น จะมีการถ่ายภาพและทำตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืชทุกวัน และมีการตรวจค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสียทุก 3 และ 7 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ และคำนวณหาสัดส่วนของขนาดบ่อบำบัดจริง เพื่อทำการบำบัดน้ำเสีย

ถังขนาด 200 ลิตร ผ่าครึ่ง



ภาพที่ 3.1 รูปแบบการจำลองระบบบัดน้ำเสียโดยใช้พืช

แผนภูมิแสดงวิธีการและขั้นตอนการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียจำลอง



หมายเหตุ

พารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำ ได้แก่ pH, Conduct, Turbidity, Hardness, TSS, TDS, DO, FAS, COD, BOD

3.3 วิธีการวิเคราะห์น้ำ

3.3.1 วิธีการวิเคราะห์ค่าความเป็น กรด-ด่าง (PH)

สารเคมี : สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีค่าพีเอช 4 และ 7

อุปกรณ์ : เครื่องมือวัดค่าพีเอช,บีกเกอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที หรือตามที่กำหนดไว้ในคู่มือเพื่ออุ่นเครื่อง

2. ติดตั้งอิเล็กโทรดแก้ว (GLASS CLECTRODE) เปิดช่องระบายอากาศล้างแท่งอิเล็คโทรดให้สะอาด
ด้วยน้ำกลั่นและซับให้แห้ง

3. จุ่มอิเล็ก โทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบเครื่องมือ โดยกดปุ่มปรับเทียบ (CALIBRATE) แล้วจุ่มอิเล็ก โทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีค่าพีเอช 7 กดปุ่ม READ รอจนอ่านค่าพีเอช 7 เสร็จ จากนั้นจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีค่าพีเอช 4 กดปุ่ม READ รอจนอ่านค่าพีเอช 4 เสร็จ จากนั้นเครื่องจะแสดงค่า SLOPE กดปุ่ม EXIT นำอิเล็ค โทรดออกแล้ว ล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นและซับให้แห้ง4. วัดค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำ โดยเขย่าขวดเก็บตัวอย่างน้ำและรินตัวอย่างน้ำใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นจุ่มอิเล็คโทรดลงในตัวอย่างน้ำ บันทึกค่าพีเอชที่อ่านได้

3.3.2 วิธีการวิเคราะห์ค่า TEMP

สารเคมี : ไม่ใช้สารเคมี

อุปกรณ์ : THERMOMETER

วิธีการวิเคราะห์ : นำน้ำตัวอย่างใส่บีกเกอร์และนำTHERMOMETERใส่ในบีกเกอร์แล้วรอสักครู่

3.3.3 วิธีการวิเคราะห์ค่า CHLORIDE

สารเคมี : 1. สารละลายโพแทสเซียม โครเมตอินดิเคเตอร์

2. สารละลายมาตรฐานเงินไนเตรท 0.005 นอร์มัล

3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมคลอไรด์ 0.005 นอร์มัล

อุปกรณ์ : บิวเรต,ปิเปต,ปีกเกอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำให้มีปริมาตรที่แน่นอน (ประมาณจากค่า EC X 10 'ที่ 25 °C) เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ (K,CRO) 5 หยด จะได้สารละลายสีเหลืองไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานเงินไนเตรท (AGNO,) 0.005 นอร์มัล จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้ม จดปริมาตรที่ใช้

2. ทำ BLANK โดยใช้น้ำกลั่นปริมาตรเท่ากับตัวอย่างน้ำ เติมสารละลายโพแทสเซียมโคเมตอินดิเคเตอร์ (K,CRO) 5 หยด จะได้สารละลายสีเหลืองไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานเงินไนเตรท(AGNO,)0.005 นอร์มัล จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้ม จดปริมาตรที่ใช้

3.3.4 วิธีการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (DISSOLVED OR TDS)

สารเคมี : ไม่ใช้สารเคมี

อุปกรณ์ : บีกเกอร์,ตู้อบ,เดสสิเคเตอร์,เครื่องชั่งละเอียด

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมบีกเกอร์ที่ทำรหัสไว้ จะต้องสะอาดและนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 -10.ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในDESICATOR แล้วนำมาชั่งน้ำหนักทำจนกระทั้งได้น้ำหนักคงที่จดน้ำหนักที่ได้รัม)และนำไปเก็บใน DESICCATOR จนกว่าจะนำไปใช้
2. ตวงปริมาณตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร
3. เทตัวอย่างน้ำใส่บีกเกอร์ แล้วนำไปเข้าตู้อบจนระเหยแห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103°-105°C ประมาณ 1 ชั่วโมง
4. ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องใน DESICCATOR แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก ทำจนกระทั้งได้น้ำหนักคงที่จดน้ำหนักที่ได้ (A กรัม)

3.3.5 วิธีการวิเคราะห์ค่าความขุ่น (TURBIDITY)

สารเคมี : FORMAZIN TURBIDITY STANDARD,STABLCAL" VIAL CALIBRATION KIT

อุปกรณ์ : เครื่องวัดความขุ่น (TURBIDITY METER),บีกเกอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที หรือตามที่กำหนดไว้ในคู่มือ เพื่ออุ่นเครื่อง
2. ปรับตั้งเครื่องวัดความขุ่น ตามคู่มือของเครื่อง
3. วัดสารละลายมาตรฐานตามช่วงการใช้งานโดยกดปุ่ม CAL/ZERO แล้วเทน้ำกลั่นใส่หลอดแก้ว จากนั้นกดปุ่ม ENTER
4. นำหลอดแก้วออกมาเทน้ำกลั่นทิ้งแล้วเท FORMAZIN TURBIDITY STANDARD ที่มีค่าความขุ่น 20 NTU ลงในหลอดแก้ว จากนั้นกดปุ่ม ENTER
5. ทำตามข้อ 4 จนวัดค่า FORMAZIN TURBIDITY STANDARD ที่มีค่าความขุ่น 200, 1000 และ 4000NTU ครบ
6. ใช้ STABLCAL" VIAL CALIBRATION KIT ที่มีค่าความขุ่น < 0.1, 20, 200, 1000, 4000 และ 7500 NTU ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าความขุ่นที่เกิดจากหลอดแก้วและระบบวัดแสงของเครื่องวัดความขุ่น โดยวัดค่าความขุ่นของ STABICAL® VIAL CALIBRATION KIT และบันทึกค่าที่อ่านได้ถ้าค่าที่อ่านได้มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าที่แสดงไว้ที่คู่มือต้องติดต่อบริษัทเพื่อตรวจสอบเครื่องวัดความขุ่น
7. วัดความขุ่นของตัวอย่างน้ำ โดยเขย่าขวดเก็บตัวอย่างน้ำและรินตัวอย่างน้ำใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วใช้แท่งแก้วคนให้ทั่ว เทตัวอย่างน้ำลงในหลอดแก้ว จากนั้นนำไปวางไว้ในช่องใส่หลอดแก้วในเครื่องวัดความขุ่นรอจนเครื่องแสดงค่าความขุ่นและบันทึกค่าความขุ่นที่ได้

3.3.6 วิธีการวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลาย (DISSOLVED OXYGEN, DO)

สารเคมี : สารละลายแมงกานีสซัลเฟต,สารละลายอัลคาไล-ไดโอไดด์-เอไซด์,กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 นอร์มัล)และน้ำแป้ง

อุปกรณ์ : ขวดบีโอดี,ขวดรูปชมพู่,กระบอกตวงและบิวเรต

วิธีการวิเคราะห์

1. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวดบีโอดีโดยใช้น้ำตัวอย่างล้างภาชนะที่จะบรรจุตัวอย่างน้ำ 1-2 ครั้ง บรรจุตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดและปิดฝาใต้น้ำ เทน้ำที่ฝาทิ้ง

2. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 2 มิลลิลิตร และสารละลายอัลคาไลด์-ไอโอไดด์-เอไซด์2 มิลลิลิตร ขณะเติมสารเคมีให้ปลายหลอดจมอยู่ใต้ผิวน้ำ

3. ปิดจุกขวด ระวังอย่างให้มีฟองอากาศอยู่ในขวด ผสมสารเคมีให้เข้ากันโดยเขย่าขวดขึ้นลง 15 ครั้ง

4.ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนนอนก้น เปิดจุกแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร โดยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปตามคอขวด

5.ปิดจุก แล้วเขย่าขวดขึ้นลงจนตะกอนละลายหมด

6. ตวงน้ำจากขวดบีโอดีมา 203 มิลลิลิตร แล้วเทลงในขวดรูปชมพู่

7.ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต0.0250 Nเมื่อใกล้ถึงจุดยุติจะได้สารละลายสีฟาง อ่อนเติมน้ำแป้งจะได้สารละลายสีน้ำเงินไตเตรทต่อจนกระทั่งถึงจุดยุติได้สารละลายไม่มีสี

3.3.7 วิธีการวิเคราะห์ค่าความกระด้าง

สารเคมี : สารละลายบัฟเฟอร์ ของแอมโมเนียมคลอไรด์-แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์,สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 4 นอร์มัล,สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.01 นอร์มัล,สารละลายาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

อินดิเคเตอร์ (INDICATOR)

1.ERIOCHROME BLACK T (SODIUM SALT OF 1-(1-HYDROXY-2-NAPHTHYLAZO-5-NITRO-2-NAPHTHOL-4-SULFONIC ACID) ชั่งอิริโอ โครมแบลค ที(ERIOCHROME BLACK T) 0.5 กรัม และไฮดรอกซีลามีนไฮโดรคลอไรด์ (HYDROXYLAMINE HYDROCHLORIDE) 4.5 กรัม นำมาละลายใน 95 % เอธิลอัลกอฮอล์ (EOH: ETHYL ALCOHOL: ETHANO195%) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดที่มีหลอดหยดเก็บได้นาน 6 เดือน

2.คลอเรส(AL RED : 2 HYDROXY-1 (2 HYDROXY-4 SULPHO-1-NAPTHYLAZO-3 NAPHTHOIC ACID : CH,N,O_S) ชั่งคลอเรต (CAL RED) 0.3 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ (NACI: SODIUM CHLORIDE) 100 กรัม ผสมให้เข้ากันเก็บไว้ในภาชนะที่ทำด้วยแก้วที่มีฝาปิด

อุปกรณ์ : บิวเรต (BURET) ขนาด 10 มิลลิลิตร,ขวดรูปชมพู่หรือรูปกรวย(ERLENMEYER FLASK) ขนาด 150 มิลลิลิตร, ปีเปต (PIPET) ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร,ขวดวัดปริมาตร (VOLUMETRIC FLASK) ขนาด 25 มิลลิลิตร เครื่องแก้วต่างๆ เช่น แท่งแก้ว, หลอดหยด (DROPPER),ขวดน้ำกลั่น (DISTILLATION WATER BOTTLE)

วิธีการวิเคราะห์

1. การหาปริมาณแคลเซียม (CA : CALCIUM) และแมกนีเซียม (MG : MAGNECIUM)

1.1 ปีเปต (PIPET) ตัวอย่างน้ำ ให้มีปริมาตรที่แน่นอนใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 150 มิลลิลิตรโดยประมาณจากค่าความนำไฟฟ้าEC : ELECTIC CONDUCTIVITY) ต่ำกว่า 100 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรุษธ/CM)ใช้ตัวอย่างน้ำ 25 มิลลิลิต ถ้าค่าความนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 100-1,000 มิลลิลิตร ใช้ตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตรเป็นต้น

1.2 นำตัวอย่างน้ำมาปรับให้มีความเป็นด่าง (PH 10) โดยการเติมสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมคลอไรด์-แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด แล้วเติม ERIOCHROME BLACK T 3-4 หยด จะได้สารละลายสีม่วง แล้วนำมาไทเทรต (TIRATE) กับสารละลายาตรฐานอีดีที่เอแคลเซียมและแมกนีเซียมจะทำปฏิกิริยากับ อีดีทีเอ เกิดเป็นสารละลายคีเลตคอมเล็กซ์ (CHELATED COMPLEX) จนถึงจุดยุติ (END POINT) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีน้ำเงิน จดปริมาตรีดีทีเอ ที่ใช้ เป็น Y มิลลิลิตร(Y ML.)

2. การหาปริมาณของแคลเซียม

2.1 ปีเปตตัวอย่างน้ำให้มีปริมาตรเท่ากับการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม

2.2 นำตัวอย่างน้ำมาปรับให้มีความเป็นค่า*(12-13) โดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NAOH) ปริมาณ 5 หยด ซึ่งแมกนีเซียมจะตกตะกอนเป็น แมกนีเซียมออกไซด์ (MGOH)

2.3 เติมคลอเรตปริมาณ 50 มิลลิกรัม จะได้สารละลายที่มีสีม่วง

2.4 นำมาไทเทรตกับสารละลาฆาตรฐานอีดีทีเอโดยอีดีทีเอจะรวมตัวกับแคลเซียมเท่านั้นจนถึงจุดยุติ สีของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน จดปริมาตร อีดีทีเอ ที่ใช้ เป็น Z มิลลิลิตร(.ML.)

3. การหาปริมาณของแมกนีเซียม

การคำนวณ

MEQ/L MG = (MEQ/L. CA+MG) - (MEQ/L. CA)

MEQ/1 MG คือ มิลลิกรัมสมมูลย์ของแมกนีเซียมต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร

MEQ/1 CA + MG คือ มิลลิกรัมสมมูลย์ของแคลเซียมและแมกนีเซียมต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร

MEQ/L CA คือ มิลลิกรัมสมมูลย์ของแคลเซียมต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร

4. การหาปริมาณความกระด้างทั้งหมด (TOTAL HARDNESS:TH)

TH AS CACO, (MG/L.) = MEQ/L. CA+MG X 50.04

TH AS CACO, (MG/.) คือ มิลลิกรัมของค่าความกระด้างทั้งหมดต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ในรูป CACO,

3.3.8 วิธีการวิเคราะห์ค่าซีโอดี (CHEMICAL OXYGEN DEMAND, COD)

สารเคมี : STANDARD POTASSIUM DIGESTION SOLUTION 0.0167 M,กรดซัลฟูริครีเอเจนท์ (SULFURIC ACID REAGENT), FERROIN INDICATOR SOLUTION,FERROIN INDICATOR SOLUTION,กรดซัลฟามิค (SULFAMIC ACID), POTASSIUM HYDROGEN PHTHALATE (KHP) STANDARD

อุปกรณ์ : 1. ภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย (DIGESTION VESSEL)ควรใช้หลอดทดสอบที่เป็นบอโรซิลิเตซึ่งมีขนาด 16X100 มม. 20150มม.หรือ 25X150 มม. พร้อมทั้งฝาจุกเกลียวที่ทำด้วย(FE (TETRALUOROETHYLENE)

2. เครื่องให้ความร้อน (BLOCK HEATER) ที่สามารถให้ความร้อนและควบคุมให้มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 150 + 2 องศาเซลเซียส

3. ฮีตติงบล็อค (HEATING BLOCK) เป็นอลูมิเนียมหล่อ (CAST ALUMINUM) มีช่องหลายๆช่องที่มีความลึก 45 ถึง 50 มิลลิเมตร เป็นช่องที่จะให้หลอดตั้งอยู่ได้พอดีและให้ความร้อนแก่สารละลายได้ทั่วถึง

4. ที่วางหลอดทดลอง (TEST TUBE RACK)

5. MICROPIPETTE & PIPETTE TIPS

6. SPECTROPHOTOMETER

วิธีวิเคราะห์

1. ล้างหลอดย่อยสลาย และฝาจุกด้วยกรดซัลฟูริก 20% ก่อนนำไปใช้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

2. เลือกใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เหมาะสม ตามตารางข้างล่าง

ขนาดของภาชนะย่อยสลาย	น้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)	สารละลายในการย่อยสลาย (มิลลิลิตร)	กรดซัลฟูริกรีเอเจนที(มิลลิลิตร)	ปริมาตรทั้งหมด (มิลลิลิตร)
16*100 มม.	2.5	1.5	3.5	7.5
20*150 มม.	5.0	3.0	7.0	15.0
25*150 มม.	10.0	6.0	14.0	30.0

ตารางที่ 2.2 การเลือกใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เหมาะสม

3. นำตัวอย่างน้ำมาใส่หลอดย่อยสลายที่เตรียมไว้ เติมสารละลายที่ใช้ในการย่อยสลา(STANDARD POTASSIUM DIGESTION SOLUTION 0.0167 M)

4. ค่อยๆ ใส่กรดซัลฟูริครีเอเจนท์ลงไปในหลอดย่อย โดยให้กรดซัลฟูริครีเอเจนท์ไหลลงตาม ข้างหลอดย่อย เพื่อให้ชั้นของกรดอยู่ใต้ชั้นตัวอย่างน้ำและสารละลายที่ใช้ในการย่อยสลาย

5. ปิดฉุกหลอดย่อยให้สนิท แล้วคว่ำหลอดย่อยไปมาหลายๆครั้ง เพื่อให้สารผสมกันอย่างทั่วถึง

6. นำหลอดย่อยเหล่านี้ไปใส่เครื่องย่อยสลาย ซึ่งทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสแล้วทำการย่อยเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง โดยนำหลอดย่อยมาวางไว้ใน TEST TUBE RACK

7. ทำแบลงค์ (BLANK) เหมือนกับตัวอย่างทุกขั้นตอน โดยใช้น้ำกลั่น
8. ด้วยวิธีทำเช่นเดียวกับในข้อ 1 ถึง ข้อ 6 แต่ใช้สารละลายาตรฐานความเข้มข้น 20 ถึง 900ไมโครกรัมต่อลิตร อย่างน้อย 5 ความเข้มข้น โดยใช้ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานเท่ากับตัวอย่างที่ใช้ สำหรับทำกราฟมาตรฐาน (STANDARD OR CALIBRATION CURVE)
9. วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร
10. ทำกราฟมาตรฐานและหาค่าซีโอดีของตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

3.3.9 วิธีการวิเคราะห์ค่าปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

สารเคมี : สารละลายมาตราฐาน SIGMACELL CELLULOSE TYPE 20 ความเข้มข้น 500 MG/L,สารละลายมาตราฐาน SIGMACELL CELLULOSE TYPE 20 ความเข้มข้น 100 MGL

อุปกรณ์ : เครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง,ตู้อบ,ชุดกรองสุญญากาศ,ตู้ดูดความชื้น,กระดาษกรองใยแก้ว ,เครื่องกวนแม่เหล็กพร้อมแท่งกวนแม่เหล็ก,กระบอกตวง,คีมคีบ,ที่คีบ,ALUMINIUM,VOLUMETRIC FLASK CLASS A ขนาด 100 และ 1,000 ML.

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมกระดาษกรอง

1.1 ทำถ้วย ALUMINIUM FOIL ให้มีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของกระดาษกรองเล็กน้อยพร้อมทั้งให้หมายเลขของถ้วย ALUMINIUM FOIL

1.2 ใช้คีมคีบ (FORCEP) คีบกระดาษกรองโดยหงายด้านขรุขระขึ้น แล้ววางลงบนชุดกรอง

1.3 ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 20 ML. จำนวน 3 ครั้ง เปิดปั๊มสุญญากาศขณะเท เพื่อดูดน้ำให้แห้ง

1.4 ใช้คีมคีบ (FORCEP) คีบกระดาษกรองออกมาใส่ถ้วย ALUMINIUM FOIL

1.5 นำถ้วย ALUMINIUM FOIL พร้อมกระดาษกรองไปอบในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 104 + 1°C ด้วยตู้อบ (OVEN)ยี่ห้อ BINDER รุ่น FP240 โดยปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติงานเรื่องการใช้และบำรุงรักษาตู้อบ (OVEN)นาน 1 ชั่วโมง และทำการทวนสอบอุณหภูมิโดยวิธีปฏิบัติงานเรื่องการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ (DIGITAL THERMOMETER)

1.6 นำไปใส่ในตู้ โถดูดความชื้น (DESICATOR) หรือตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ เพื่อปรับอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง

1.7 ชั่งน้ำหนักถ้วย ALUMINIUM FOIL พร้อมกระดาษกรอง ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง/ 5 ตำแหน่งโดยปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติงานเรื่องการใช้และบำรุงรักษาเครื่องชั่ง

1.8 ทำซ้ำตามข้อ 1.5 ถึง 1.6 จนได้น้ำหนักคงที่หรือแตกต่างกันไม่เกิน 0.0004 G บันทึกน้ำหนักถ้วย ALUMINIUM FOIL พร้อมกระดาษกรองลงสมุดแบบบันทึกผลการทดสอบปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TOTAL SUSPENDED SOLIDE, TSS)

1.9 เก็บถ้วย ALUMINIUM FOIL พร้อมกระดาษกรองที่ ได้น้ำหนักคงที่แล้วไว้ในตู้ โถดูดความชื้น (DESICCATOR) หรือตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ เพื่อเตรียมความพร้อมในการทดสอบต่อไป

2. การทดสอบตัวอย่างน้ำ

2.1 ใช้คีมคีบ (FORCEP) คีบกระดาษกรองวางลงบนชุดกรองสุญญากาศ และใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษเล็กน้อย เปิดปั๊มสุญญากาศเพื่อให้กระดาษกรองแนบกับชุดกรอง

2.2 ทำตัวอย่างน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยเขย่าตัวอย่างน้ำในขวดเก็บตัวอย่างให้ผสมกันก่อน เทลงในบีกเกอร์ในปริมาตรตามที่ต้องการแล้วใส่ MAGNETIC BAR ลงไป หลังจากนั้นนำไปวางบน MAGNETIC STIER แล้วเปิดเครื่อง

2.3 ตวงตัวอย่างน้ำใส่กระบอกตวงตามปริมาตรที่เหมาะสมด้วยบีกเกอร์ (ปริมาตรที่เหมาะสม ควรให้เหลือสิ่งตกค้างบนกระดาษกรองไม่น้อยกว่า 2.5 MG และไม่เกิน 200 MG ทั้งนี้ปริมาตรสูงสุดที่ใช้ไม่ควรเกิน 1000 ML) เทลงบนกระดาษกรอง เปิดปั๊มสุญญากาศเพื่อดูดน้ำให้แห้ง บันทึกปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ลงสมุดแบบ บันทึกผลการทดสอบปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TOTAL SUSPENDED SOLIDE, TSS)

2.4 ล้างภายในกระบอกตวงด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยประมาณ 3 ครั้ง เทลงบนกระดาษกรอง เมื่อดูดน้ำจนกระดาษกรองแห้งให้ดำเนินการตามหัวข้อ 1.การเตรียมกระดาษกรอง ข้อ 1.4 ถึงข้อ 1.8

3.3.10 วิธีการวิเคราะห์ค่า BOD

สารเคมี : สารละลายแมงกานีสซลัเฟต(MNSO4),สารละลายอลั คาไลด์ ไอโอไดด์ เอไซด์,น้ำแป้ง,สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (NA2S2O3),กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (CONC.H2SO4),สารละลายมาตรฐาน KH(IO3)2 0.025 N

อุปกรณ์:ตู้อินคิวเบท ที่อุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส,ขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกและฝาครอบพลาสติก ,ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร,ดิจิตอลบิวเรต,อุปกรณ์เติมอากาศ,ขวดปรับปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1) แบบตรง (DIRECT METHOD) ใช้ในกรณีน้ำตัวอย่างมีค่า BOD น้อยกว่า 7 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ สังเกตได้จากความขุ่นของน้ำตัวอย่างเช่นน้ำแม่น้ำคลองบึงเป็นต้น ซึ่งวิธีแบบตรงจะใช้น้ำตัวอย่างในอัตราส่วน100%โดยมีวิธีการดังนี้

1.1) เทน้ำตัวอย่างทีมีอุณหภูมิใกล้เคียง 20±3 องศาเซลเซียส ลงในบีกเกอร์พลาสติกขนาด
2000 มิลลิลิตร

1.2) เติมอากาศประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้ออกซิเจนละลายอิ่มตัว

1.3) รินน้ำตัวอย่างใส่ขวดบีโอดี จานวน 3 ขวด

1.4)ใช้จุกเคาะข้างขวดเพื่อไล่ฟองอากาศ

1.5) ปิดจุกใช้ฝาพลาสติกครอบปากขวด จำนวน 2 ขวด นำเข้าตู้อินคิวเบทที่อุณหภูมิ 20±1
องศาเซลเซียสเป็นเวลา5วันแล้วนำมาหาค่าDO5จดบันทึกผล

1.6)ขวดที่เหลือใหน้ามาหาค่าDO0จดบันทึกทึกผล

1.7) คานวณหาค่า BOD หลังจากได้ค่า DO5 ที่ออกจากตู้อินคิวเบทที่อุณหภูมิ 20±1
องศาเซลเซียสเป็นเวลา5วันแล้วนำมาค่านวณหาค่าBOD

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืช

วันที่	ชนิดพืช	รูปภาพพืชตัวอย่าง				การเปลี่ยนแปลงของพืช				หมายเหตุ
		ใบ		ราก		อัตราการงอก	สมบูรณ์	ลักษณะ	ความยาวรากเฉลี่ย	
	จอกผักกาด									
	แหนแดง									
	ผักบุ้ง									

ตารางที่ 3.2 สรุปตัวแปรที่ทำการตรวจสอบโครงการ

ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสีย												
3และ7วัน												
วัน/เดือน/ปี	ตัวอย่าง	Temp	pH	Chloride	Turbidity	Hardness	TSS	TDS	Do	FAS	COD	หมายเหตุ
	แหนแดง											
	ผักบุ้ง											
	จอกผักกาด											
	ไม่ใส่พืช											

หมายเหตุ

ชุดการทดลองที่ 1 คือ บำบัดโดยแหนแดง

ชุดการทดลองที่ 2 คือ บำบัดโดยผักบุ้ง

ชุดการทดลองที่ 3 คือ บำบัดโดยจอกผัดกาด

ชุดการทดลองที่ 4 คือ ถังควบคุม(บำบัดโดยไม่ใช้พืช)

ตารางที่ 3.3 แสดงวิธีการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ ของน้ำเสีย

ตัวแปร	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ	Termometer
pH	pH meter
Chloride	Argentometric Method
ความขุ่น(Turbidity)	Turbidimeter
ความกระด้าง(Hardness)	EDTA Titrimetric Method
TSS	Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
TDS	Total Dissolved solids dried at 180 °C และ Dried at 103-
DO	105 °C
FAS	Azide Modification of Winkler Method
COD	Potassium Dichromate
BOD	Direct Method

3.3.10 การคำนวณระยะเวลากักเก็บของระบบ

ระยะเวลากักเก็บ $Q = \frac{V}{T}$

Q = ปริมาตรความจุของบ่อบำบัด

V = ปริมาตรน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบ่อบำบัด

T = ระยะเวลาเฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 3.2 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง
ที่มา : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

ภาพที่ 3.3 วิธีการเก็บตัวอย่างพืช
ที่มา : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

ภาพที่ 3.4 วิธีการสร้างแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย
ที่มา : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

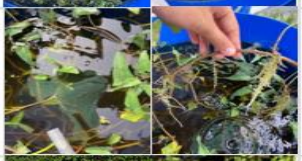
ภาพที่ 3.5 แบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย
ที่มา : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1ตารางเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของพืชลอยน้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางการเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของพืชลอยน้ำในระบบน้ำเสียจำลอง

วันที่	ชนิดพืช	รูปภาพพืชตัวอย่าง		การเปลี่ยนแปลงของพืช				หมายเหตุ
		ใบ	ราก	อัตราการงอก	สมบูรณ์	ลักษณะ	ความยาวรากเฉลี่ย	
7/3/67 DAY 0	จอกผักกาด			_	70%	_	10.6 ซม.	ระบบเติมลัมเหลว เริ่มทำใหม่
	ผักบุ้งนา			_	75%	_	10.6 ซม.	
	แพนแคง			_	80%	_	1.4 ซม.	
8/3/67 DAY 1	จอกผักกาด			4%	69%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล	11 ซม.	
	ผักบุ้งนา			2.80%	76%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	10.9 ซม.	
	แพนแคง			7.10%	78%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	1.5 ซม.	
9/3/67 DAY 2	จอกผักกาด			6.30%	65%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล •บางใบเริ่มมีสีน้ำตาล	11.7 ซม.	•มีฝนตก
	ผักบุ้งนา			3.60%	77%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	11.3 ซม.	
	แพนแคง			7%	75%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	1.5 ซม.	
10/3/67 DAY 3	จอกผักกาด			1.70%	64%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล •บางใบเริ่มมีสีน้ำตาล	11.9 ซม.	•เก็บน้ำครั้งที่ 1
	ผักบุ้งไทย			4%	78%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	11.3 ซม.	
	แพนแคง			6.60%	74%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	1.6 ซม.	

11/3/67 DAY 4	จอกผักกาด		0%	63%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล •บางใบเริ่มมีสีน้ำตาล	11.9 ซม.	•มีฝนตก
	ผักบุ้งไทย		0.80%	78%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	11.4 ซม.	
	แหนแดง		0%	73%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	1.6 ซม.	
12/3/2567 DAY 5	จอกผักกาด		0%	62%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล •บางใบเริ่มมีสีน้ำตาล	11.9 ซม.	
	ผักบุ้งไทย		0.90%	79%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	11.5 ซม.	
	แหนแดง		6.30%	70%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	1.7 ซม.	
13/3/67 DAY 6	จอกผักกาด		1.70%	60%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล •บางใบเริ่มมีสีน้ำตาล	12.1 ซม.	
	ผักบุ้ง		0.80%	79%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	11.6 ซม.	
	แหนแดง		0%	69%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	1.7 ซม.	
14/3/67 DAY 7	จอกผักกาด		12.50%	58%	•ขอบใบแห้ง •โคนต้นเริ่มมีสีน้ำตาล •บางใบเริ่มมีสีน้ำตาล	12.1 ซม.	
	ผักบุ้ง		12.20%	80%	•ใบบริเวณยอดมีการเจริญอยู่เรื่อยๆ •รากแก้วและรากฝอนยาวขึ้นเรื่อยๆ	12.2 ซม.	
	แหนแดง		2.10%	56%	•ใบสีน้ำตาลมีจำนวนเพิ่มขึ้น	**2.1 ซม.**	•เก็บน้ำครั้งที่ 2
สิ้นสุดการทดลอง							
ระยะเวลาในการเก็บค่าพารามิเตอร์ระบบบำบัดน้ำเสีย 8 วัน					ใช้น้ำเสียความสกปรกสูงที่ได้รับการเติมอากาศแล้วในระบบบำบัดน้ำเสีย		

ที่มา : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช กำจัด

ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบัดน้ำเสียประจำสัปดาห์ของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสียประจำสัปดาห์											
บ่อ Water Hyacinth pond , WHP (ผักตบชวา)											
วัน/เดือน/ปี	Temp	pH	Chloride	Turbidity	Hardness	TSS	TDS	DO	FAS	COD	หมายเหตุ
3 ม.ค. 67	28	5.55	1265	19.9	260	12	2868	2.22	1.64	160	
10 ม.ค. 67	27	8.42	864	30.5	262	71	2872	0.46	1.74	152	
18 ม.ค. 67	28	8.37	1049	32.8	312	9	2806	0.28	2.56	154	
24 ม.ค. 67	28	8.7	886	30.2	392	10	2772	1.66	1.68	166	
31 ม.ค. 67	28	7.76	954	77	354	79	2586	0.38	1.63	144	
7 ก.พ. 67	28	8.5	826	22.7	370	58	2796	0.74	1.74	110	
14 ก.พ. 67	28	8.7	861	18.4	448	18	2512	0.86	2.62	102	
21 ก.พ. 67	28	8.54	986	38.8	448	23	2888	0	1.58	158	
28 ก.พ. 67	28	8.34	893	63.5	292	96	2596	0	2.46	230	

ที่มา : แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

4.2 ผลการวิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสียจำลอง

ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบัดน้ำเสียประจำสัปดาห์ของบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด ก่อนเริ่มทำแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืช

ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบัดน้ำเสีย													
วัน/เดือน/ปี	ตัวอย่าง	pH	Conduct	Chloride	Turbidity	Hardness	TSS	TDS	DO	FAS	COD	BOD	หมายเหตุ
7 มี.ค. 67 (ก่อนเดินระบบ)	บ่อ WHP	8.57	4031	808	78.3	276	6	2632	0	1.88	180	146	Blank
7 มี.ค. 67		เริ่ม											ทดลองระบบ

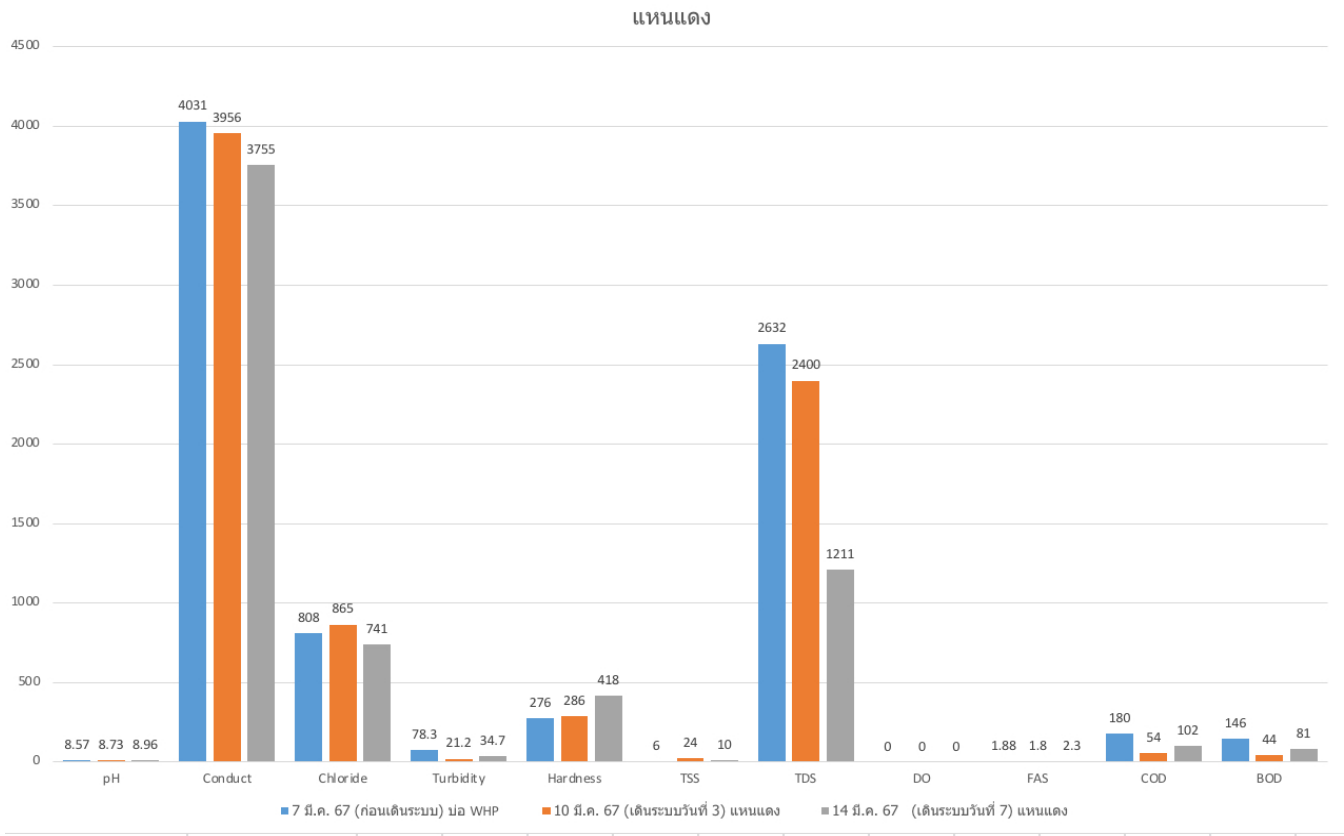
ที่มา : แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

ตารางที่ 4.3 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์จำลองระบบบัดน้ำเสีย 3 และ 7 วัน

ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์ระบบบัดน้ำเสีย													
3 และ 7 วัน													
วัน/เดือน/ปี	ตัวอย่าง	pH	Conduct	Chloride	Turbidity	Hardness	TSS	TDS	DO	FAS	COD	BOD	หมายเหตุ
7 มี.ค. 67 (ก่อนเดินระบบ)	บ่อ WHP	8.57	4031	808	78.3	276	6	2632	0	1.88	180	146	Blank
7 มี.ค. 67		เริ่ม											ทดลองระบบ
10 มี.ค. 67 (เดินระบบวันที่ 3)	แหนแดง	8.73	3956	865	21.2	286	24	2400	0	1.8	54	44	ทดลองระบบ
	ผักบุ้ง	8.62	3782	815	26.5	320	61	2234	0.6	1.52	96	53	ทดลองระบบ
	จอกผักกาด	8.17	3997	840	91.5	346	31.3	2548	0	1.12	156	101	ทดลองระบบ
	ไม่ใส่พืช	8.86	3820	801	26.5	326	60	2403	0.74	1.54	93	89	ทดลองระบบ
14 มี.ค. 67 (เดินระบบวันที่ 7)	แหนแดง	8.96	3755	741	34.7	418	10	1211	0	2.3	102	81	ทดลองระบบ
	ผักบุ้ง	8.41	4049	844	42.2	334	11	1097	3.4	1.78	114	87	ทดลองระบบ
	จอกผักกาด	8.79	3864	734	22.7	304	19	1175	0	1.56	138	117	ทดลองระบบ
	ไม่ใส่พืช	8.46	3893	762	29.2	326	17	1156	0	0.46	111	95	ทดลองระบบ

ที่มา : แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

รูปภาพที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์จำลองระบบบัดน้ำเสีย 3 วัน และ 7 วันของแหนแดง



ที่มา : แผนกวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

4.2.1 พีเอช pH

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่า pH ก่อนบำบัดจะอยู่ที่ 8.57 หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 8.73 และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 8.96 เนื่องจากพืชที่ทำการทดลองเกิดการเน่าเสีย

4.2.2 conduct

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ที่ 4,031 S/m หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 3,965 S/m และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 3,755 S/m

4.2.3 Chloride

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 808 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 865 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 741 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.4 Turbidity

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 78.3 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 21.2 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 34.7 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.5 Hardness

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 276 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 286 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 418 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.6 TSS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 6 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 24 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 10 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.7 TDS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 2632 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 2400 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 1211 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.8 DO

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.9 FAS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 1.88 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 1.8 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 2.3 มิลลิกรัม/ลิตร

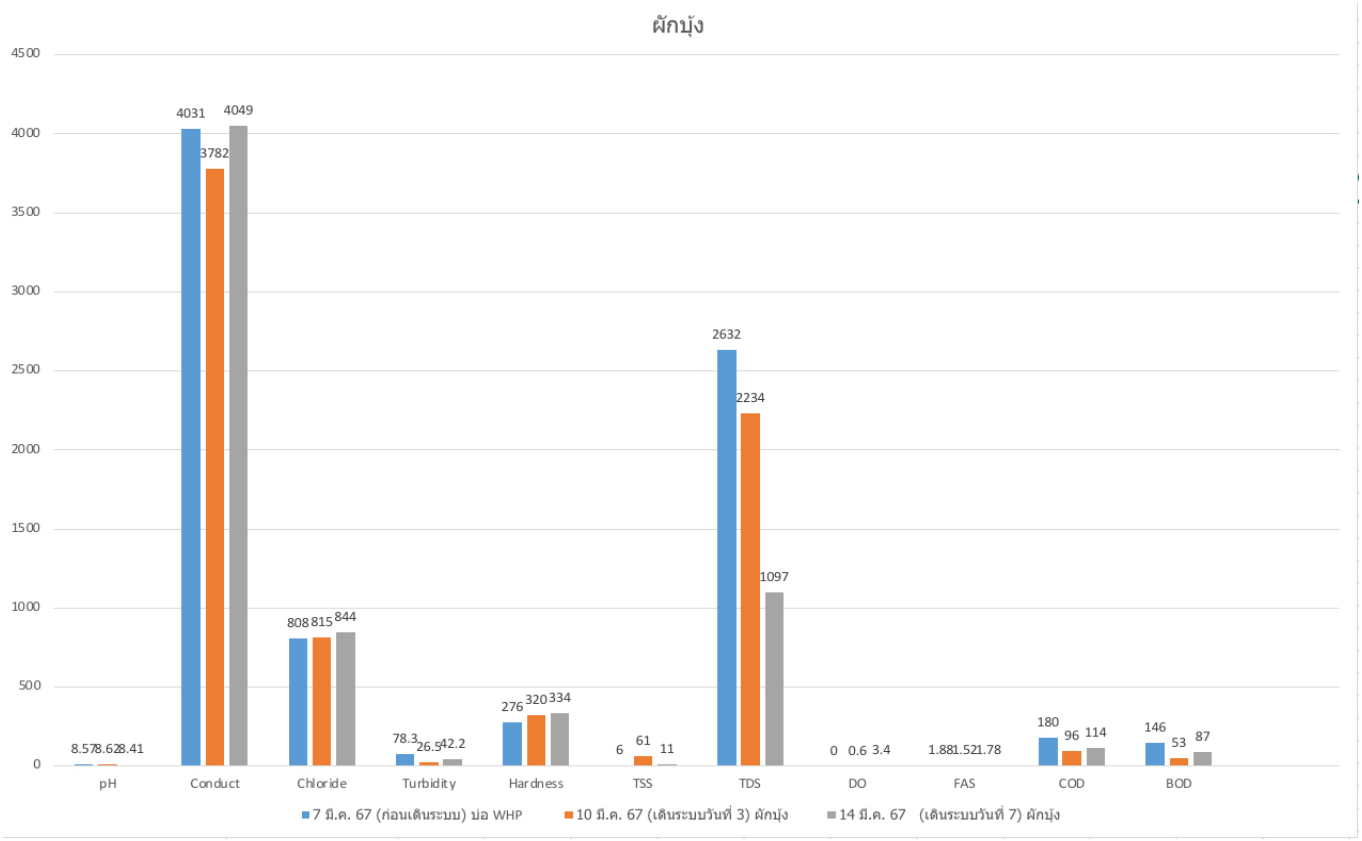
4.2.10 COD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 180 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 54 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 102 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.11 BOD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 146 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 44 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 81 มิลลิกรัม/ลิตร

รูปภาพที่ 4.5 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์จำลองระบบบัดน้ำเสีย 3 วัน และ 7 วันของผักบุ้ง



4.2.1 พีเอช pH

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่า pH ก่อนบำบัดจะอยู่ที่ 8.57 หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 8.62 และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 8.41 เนื่องจากพืชที่ทำการทดลองเกิดการเน่าเสีย

4.2.2 conduct

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดค่าจะอยู่ที่ 4,031 S/m หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 3,782 S/m และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 4,049 S/m

4.2.3 Chloride

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 808 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 815 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 844 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.4 Turbidity

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 78.3 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 26.5 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 42.2 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.5 Hardness

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 276 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 320 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 334 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.6 TSS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 6 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 61 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 11 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.7 TDS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 2,632 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 2,234 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 1,097 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.8 DO

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 0.6 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 3.4 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.9 FAS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 1.88 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 1.52 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 1.78 มิลลิกรัม/ลิตร

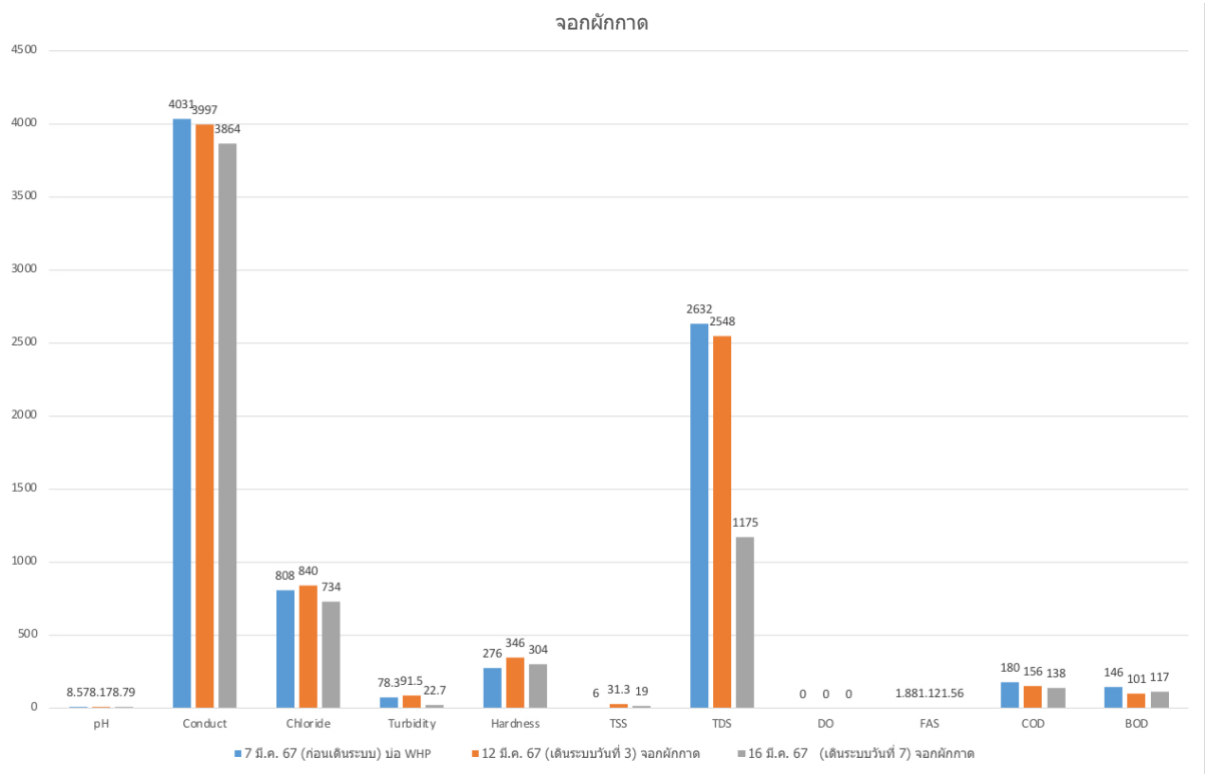
4.2.10 COD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 180 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 96 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 144 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.11 BOD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 146 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 53 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 87 มิลลิกรัม/ลิตร

รูปภาพที่ 4.6 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์จำลองระบบบัดน้ำเสีย 3 วัน และ 7 วันของจอกผักกาด



4.2.1 พีเอช pH

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่า pH ก่อนบำบัดจะอยู่ที่ 8.57 หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 8.17 และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 8.79 เนื่องจากพืชที่ทำการทดลองเกิดการเน่าเสีย

4.2.2 conduct

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดค่าจะอยู่ที่ 4,031 S/m หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 3,997 S/m และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 3,864 S/m

4.2.3 Chloride

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 808 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 840 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 734 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.4 Turbidity

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 78.3 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 91.5 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 22.7 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.5 Hardness

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 276 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 346 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 304 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.6 TSS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 6 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 31.3 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 19 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.7 TDS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 2,632 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 2,548 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 1,175 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.8 DO

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.9 FAS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 1.88 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 1.22 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 1.56 มิลลิกรัม/ลิตร

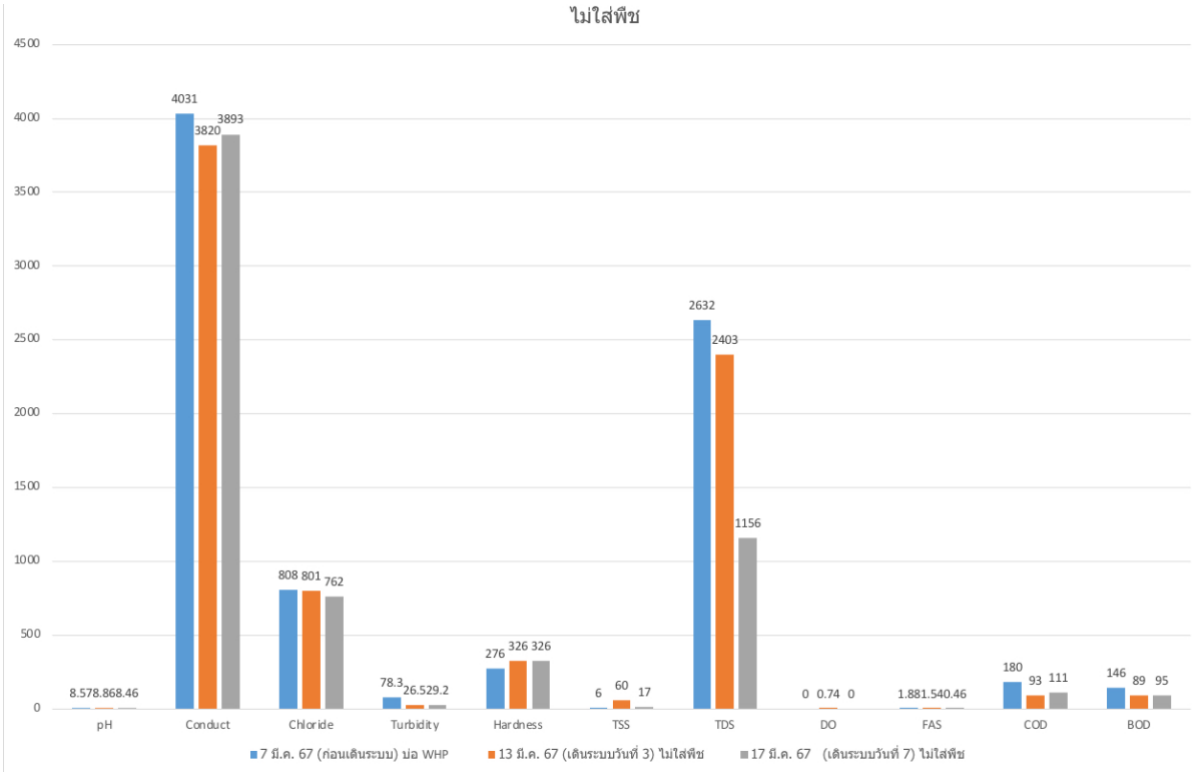
4.2.10 COD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 180 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 156 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 138 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.11 BOD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 146 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 101 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 117 มิลลิกรัม/ลิตร

รูปภาพที่ 4.7 ค่าพารามิเตอร์วิเคราะห์จำลองระบบบัดน้ำเสีย 3 วัน และ 7 วันของน้ำเสีย (ไม่ใช้พืช)



4.2.1 พีเอช pH

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่า pH ก่อนบำบัดจะอยู่ที่ 8.57 หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 8.86 และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 8.46 เนื่องจากพืชที่ทำการทดลองเกิดการเน่าเสีย

4.2.2 conduct

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดค่าจะอยู่ที่ 4,031 S/m หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 3,820 S/m และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 3,893 S/m

4.2.3 Chloride

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 808 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 801 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 762 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.4 Turbidity

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 78.3 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 26.5 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 29.7 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.5 Hardness

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 276 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 326 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 326 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.6 TSS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 6 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 60 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 17 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.7 TDS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 2,632 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 2,403 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 1,156 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.8 DO

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 0.75 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 0 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2.9 FAS

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 1.88 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 1.54 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร

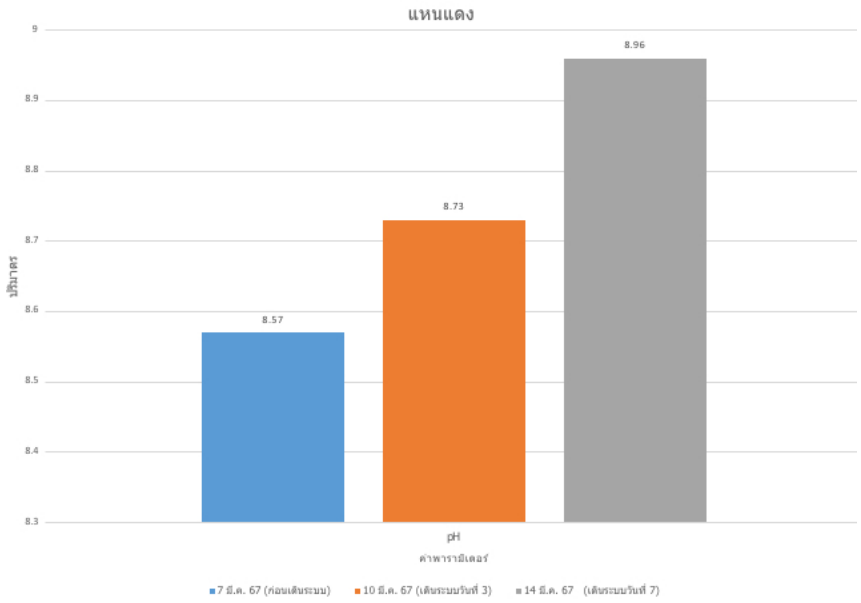
4.2.10 COD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 180 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 93 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 111 มิลลิกรัม/ลิตร

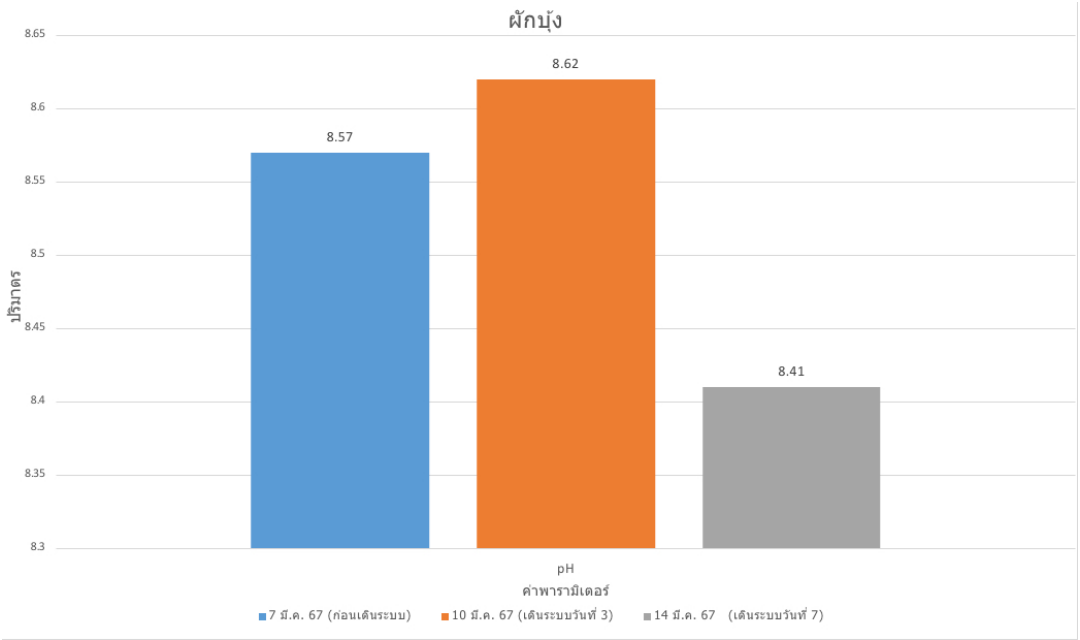
4.2.11 BOD

จากการเปรียบเทียบพารามิเตอร์วิเคราะห์น้ำเสีย โดยแสดงค่าก่อนการบำบัด และบำบัด วันที่ 3 และวันที่ 7 พบว่า ค่าก่อนบำบัดจะอยู่ 146 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการบำบัดได้ในวันที่ 3 จะอยู่ที่ 89 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการบำบัดได้ในวันที่ 7 จะอยู่ที่ 95 มิลลิกรัม/ลิตร

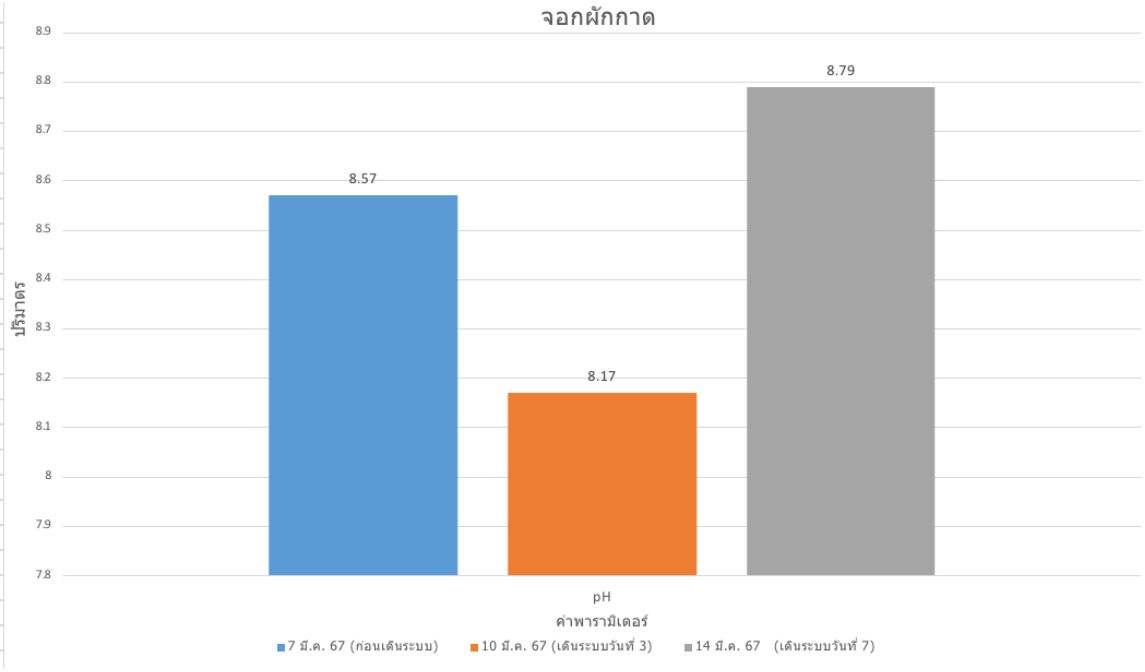
รูปภาพที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบำบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



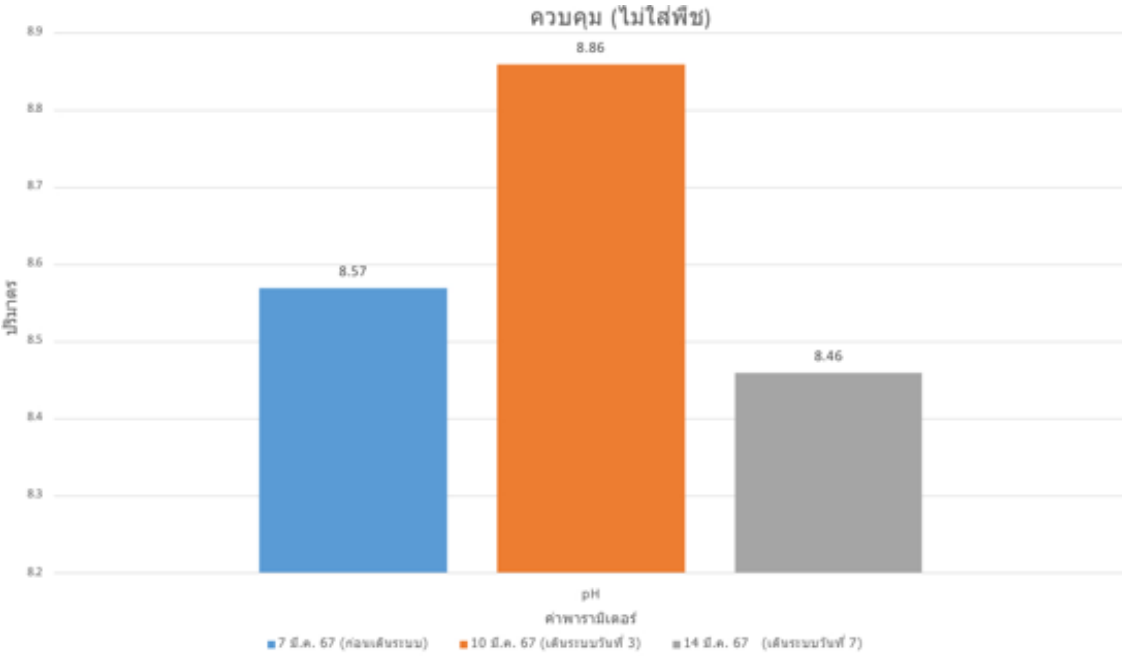
รูปภาพที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



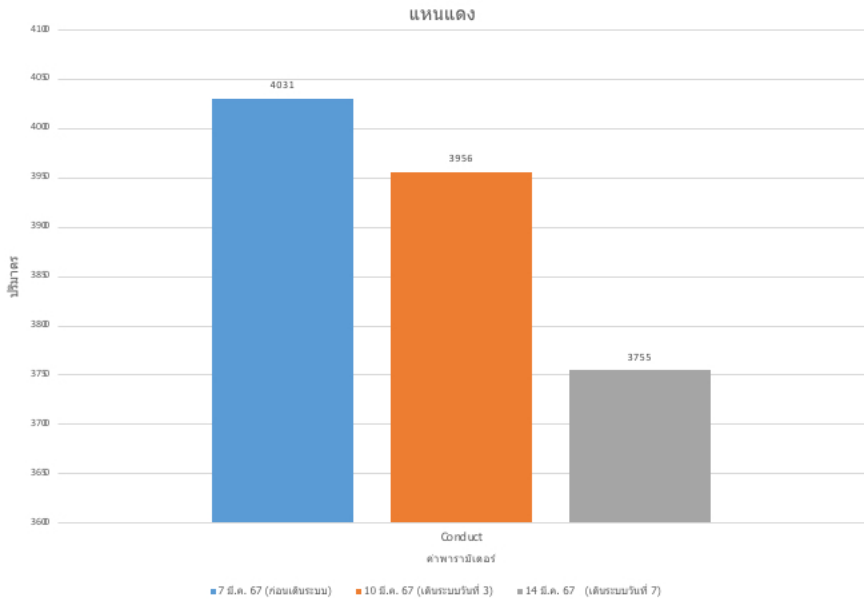
รูปภาพที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



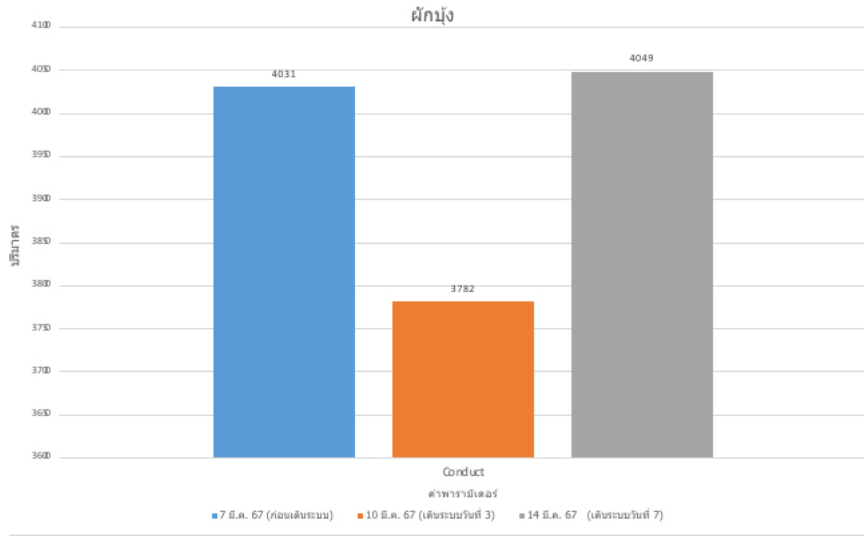
รูปภาพที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



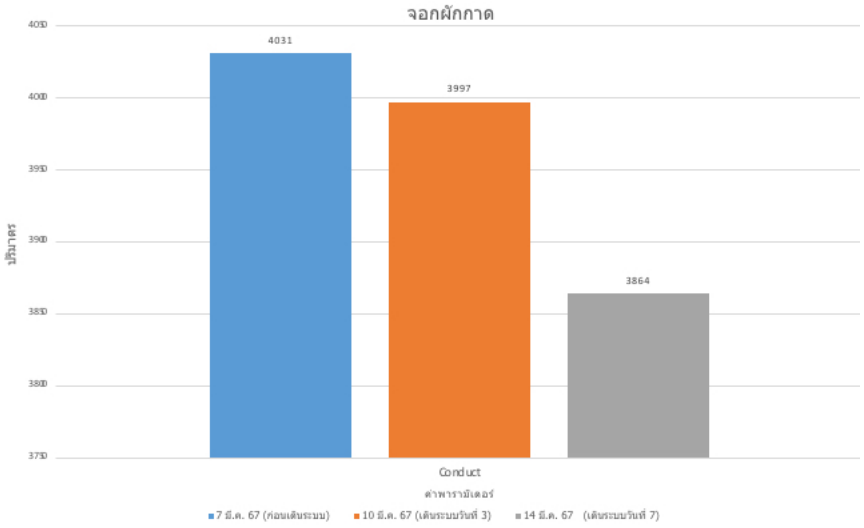
รูปภาพที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



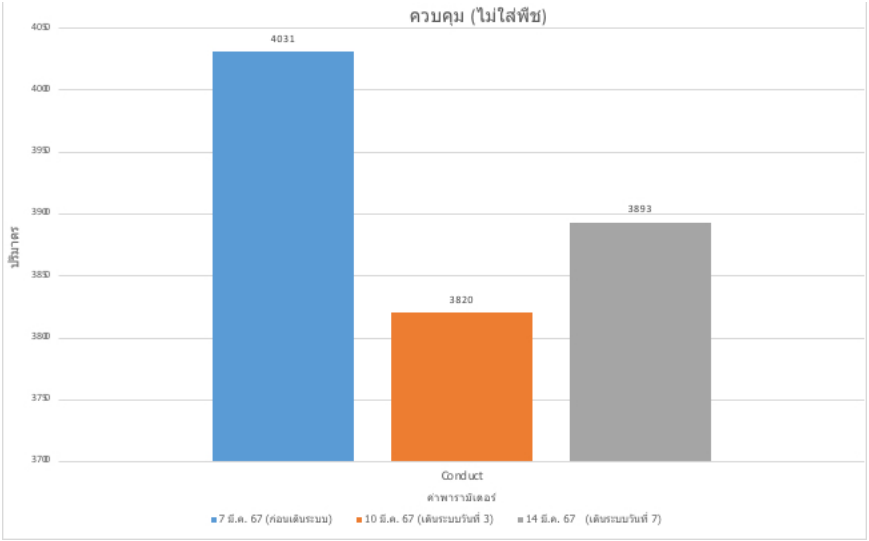
รูปภาพที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



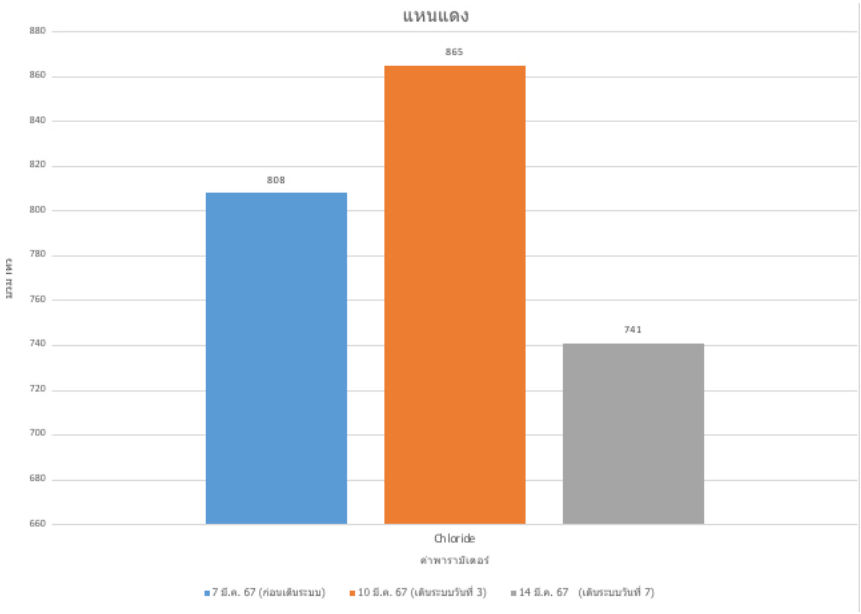
รูปภาพที่ 4.9 ตารางเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



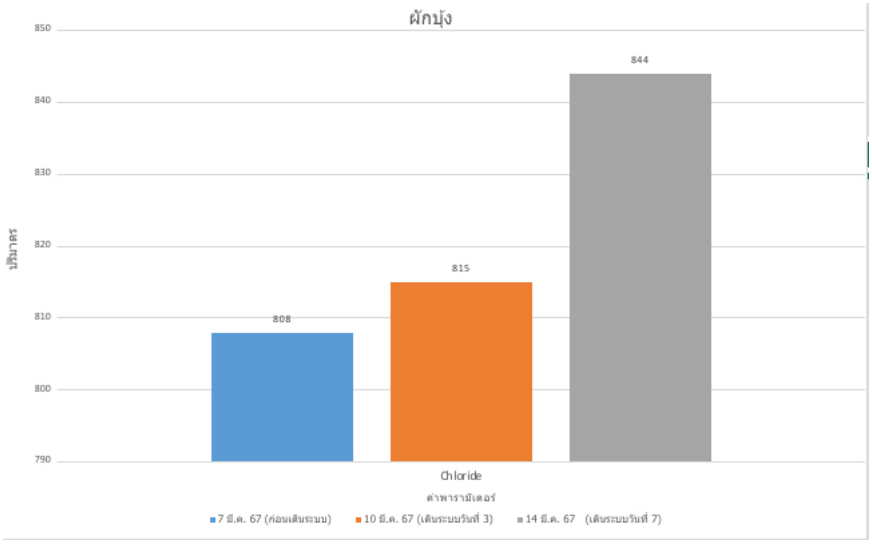
รูปภาพที่ 4.10 ตารางเปรียบเทียบค่า Conduct ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



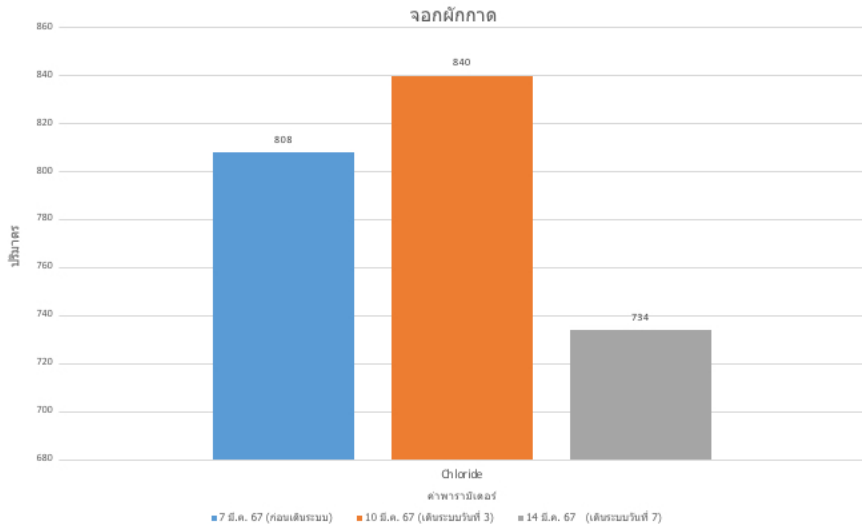
รูปภาพที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



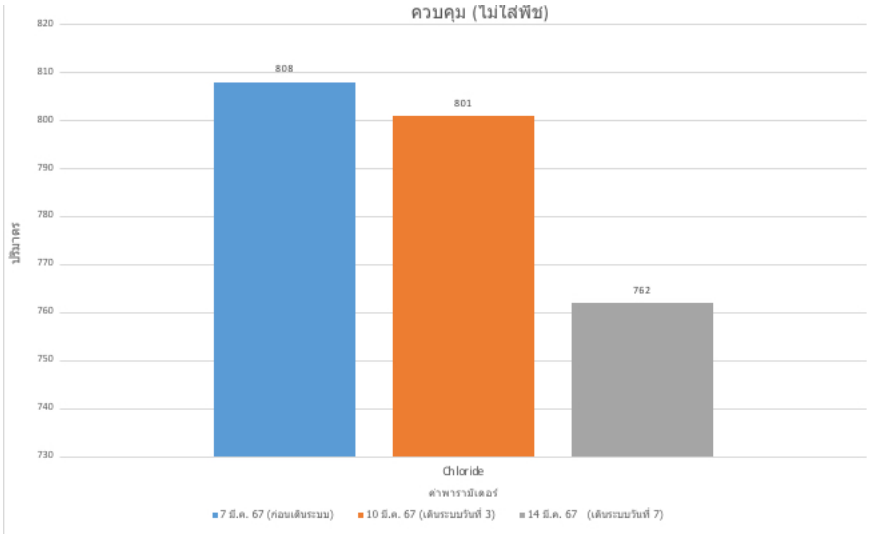
รูปภาพที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



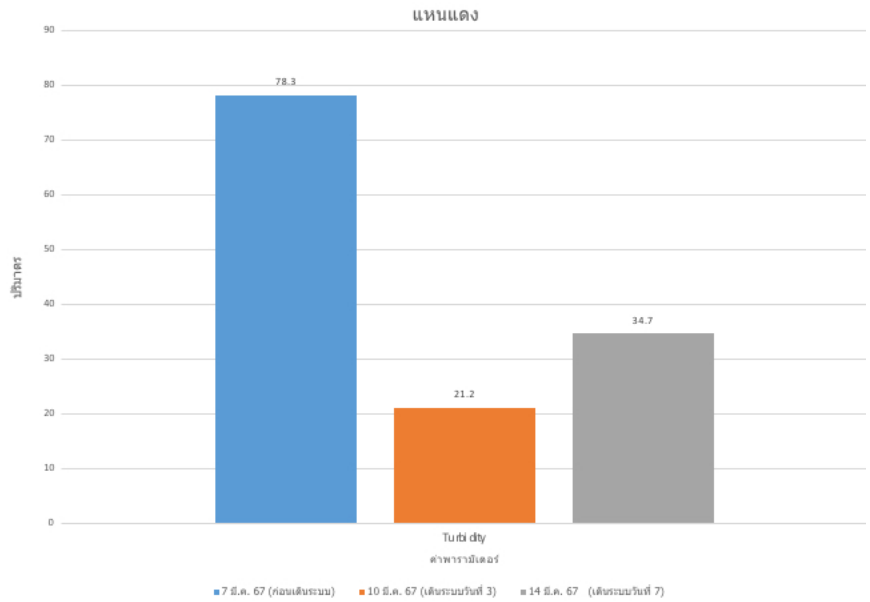
ตารางที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



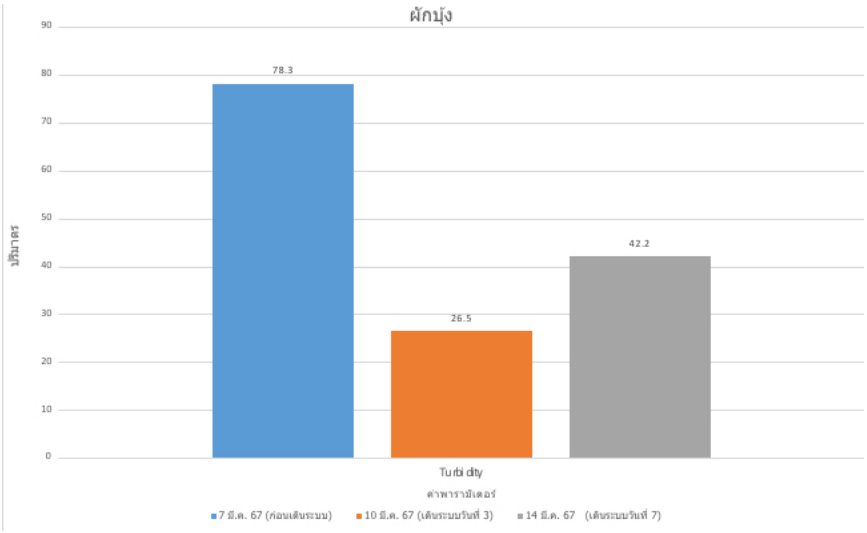
ตารางที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบค่า Chloride ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



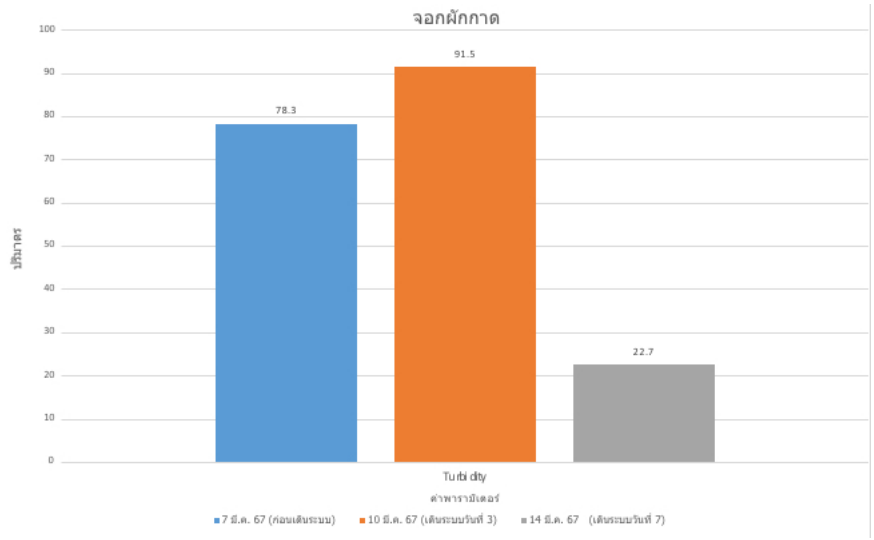
ตารางที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



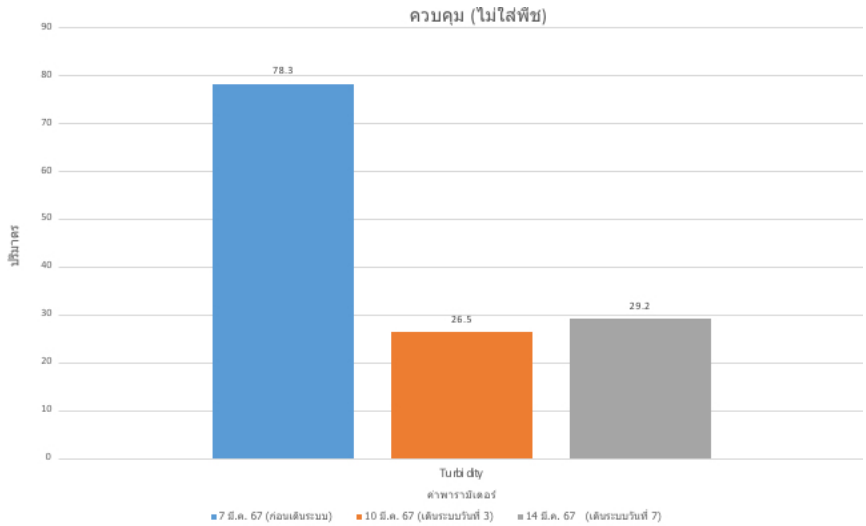
รูปภาพที่ 4.16 ตารางเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



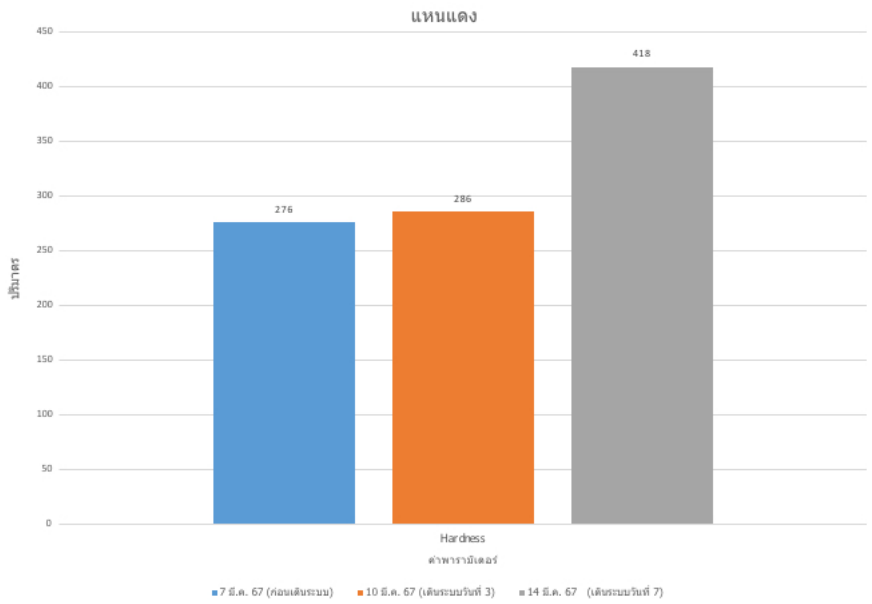
รูปภาพที่ 4.17 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidityของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



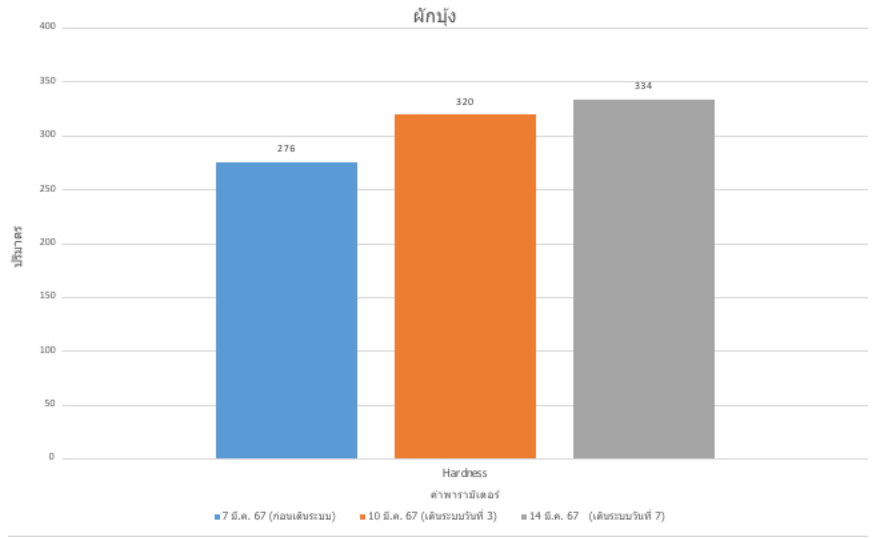
รูปภาพที่ 4.20 กราฟเปรียบเทียบค่า Turbidity ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



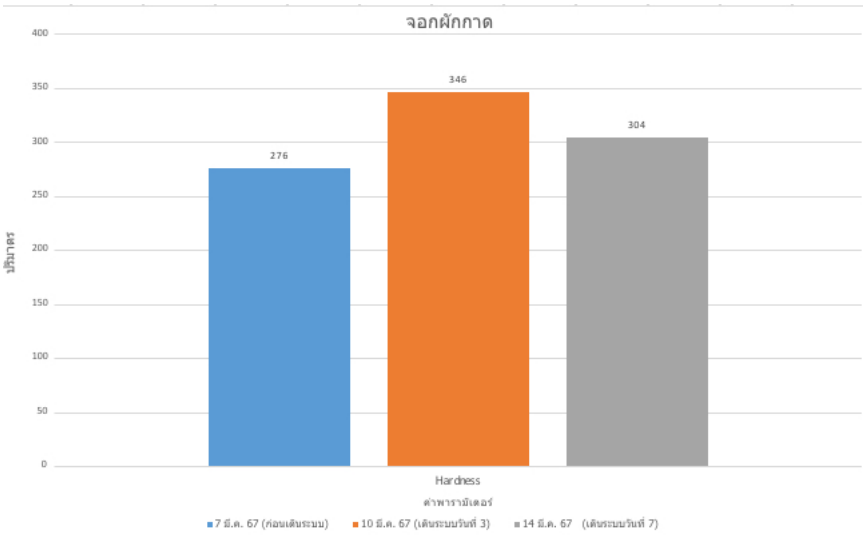
รูปภาพที่ 4.21 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



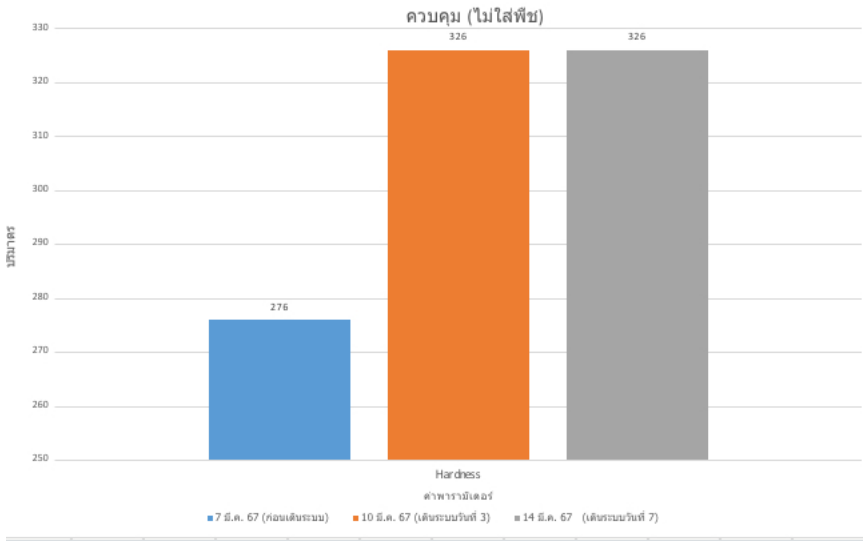
รูปภาพที่ 4.22 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



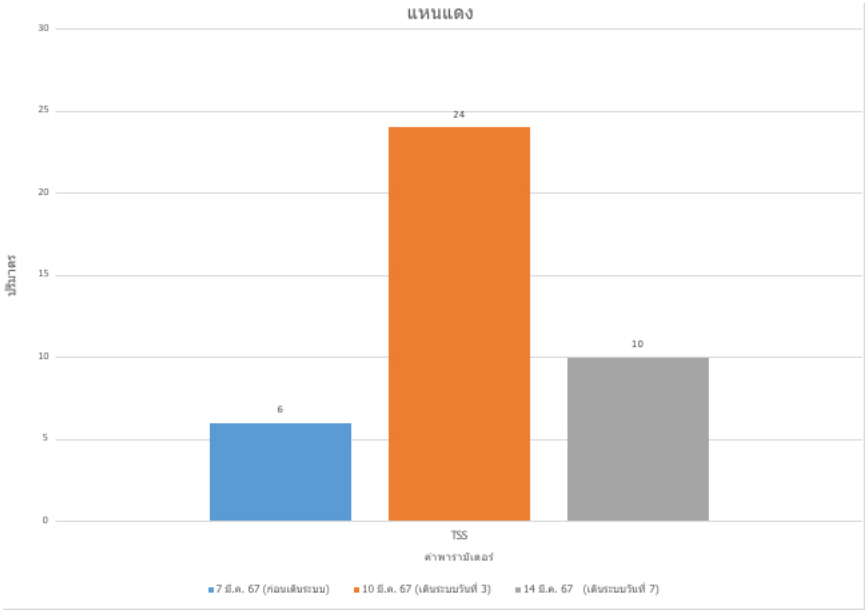
รูปภาพที่ 4.23 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



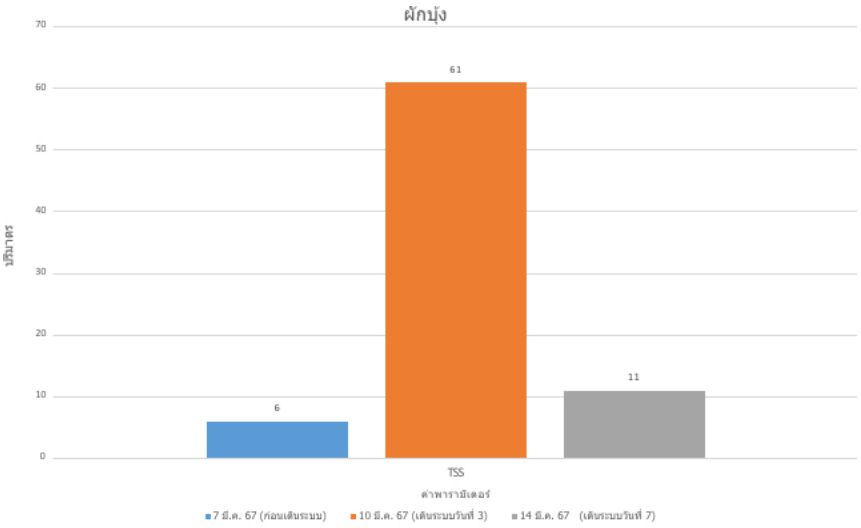
รูปภาพที่ 4.24 กราฟเปรียบเทียบค่า Hardness ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



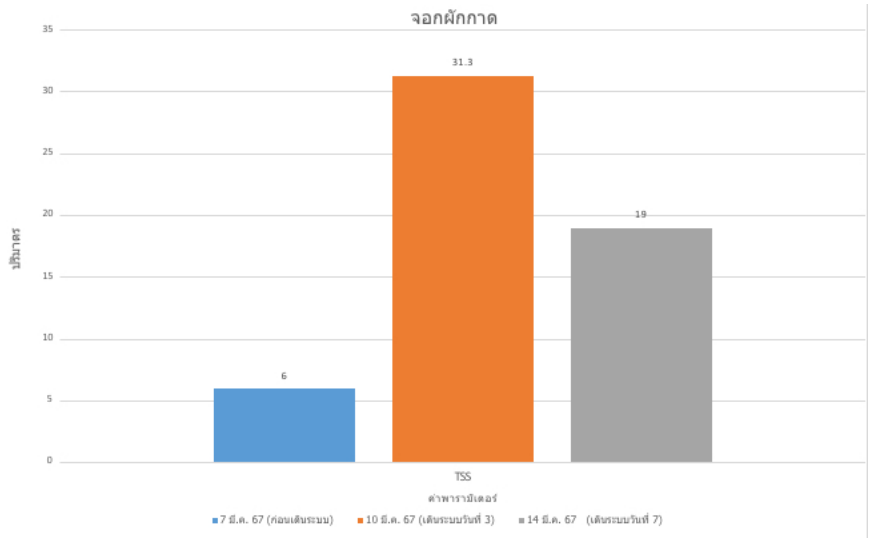
รูปภาพที่ 4.25 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



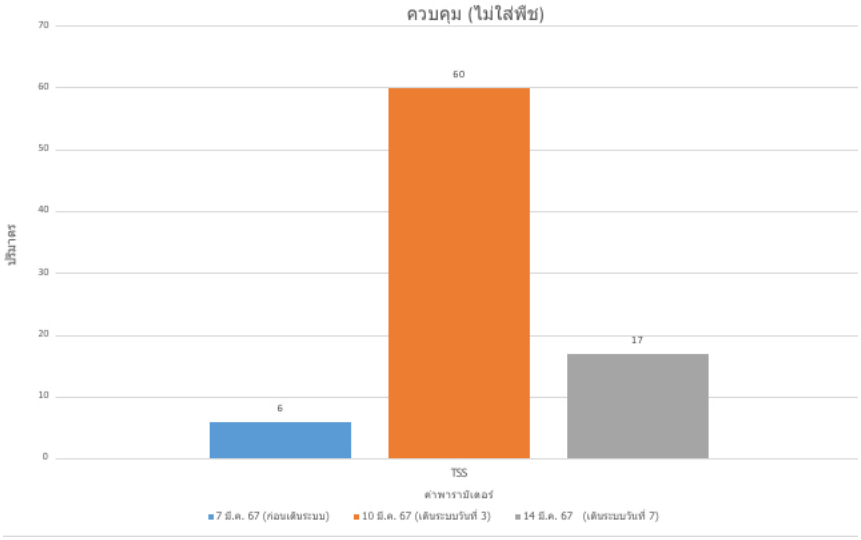
รูปภาพที่ 4.26 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



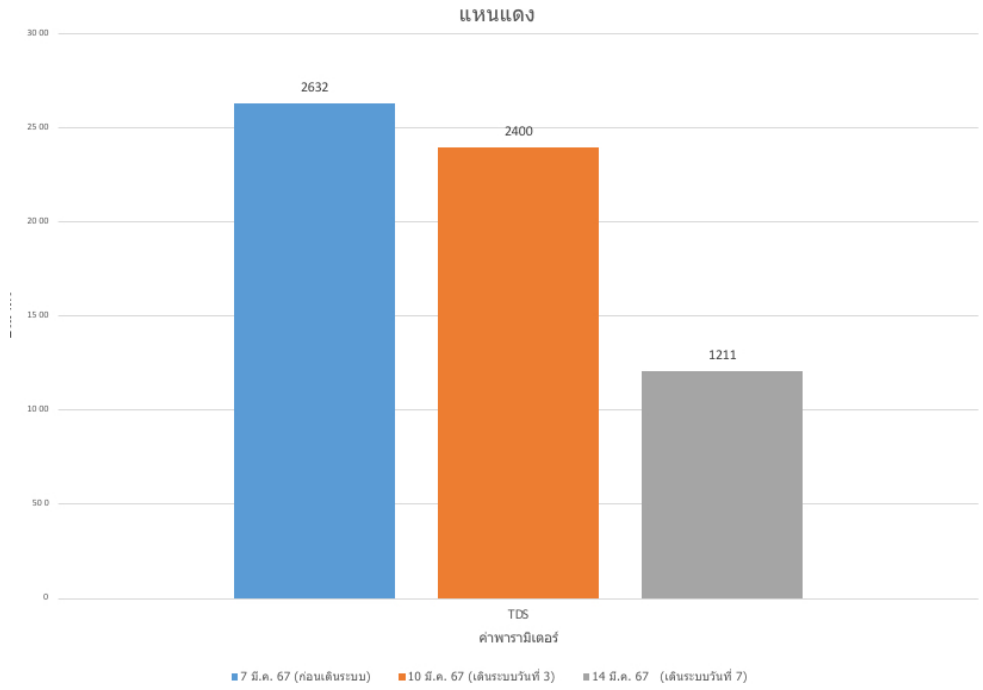
รูปภาพที่ 4.27 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



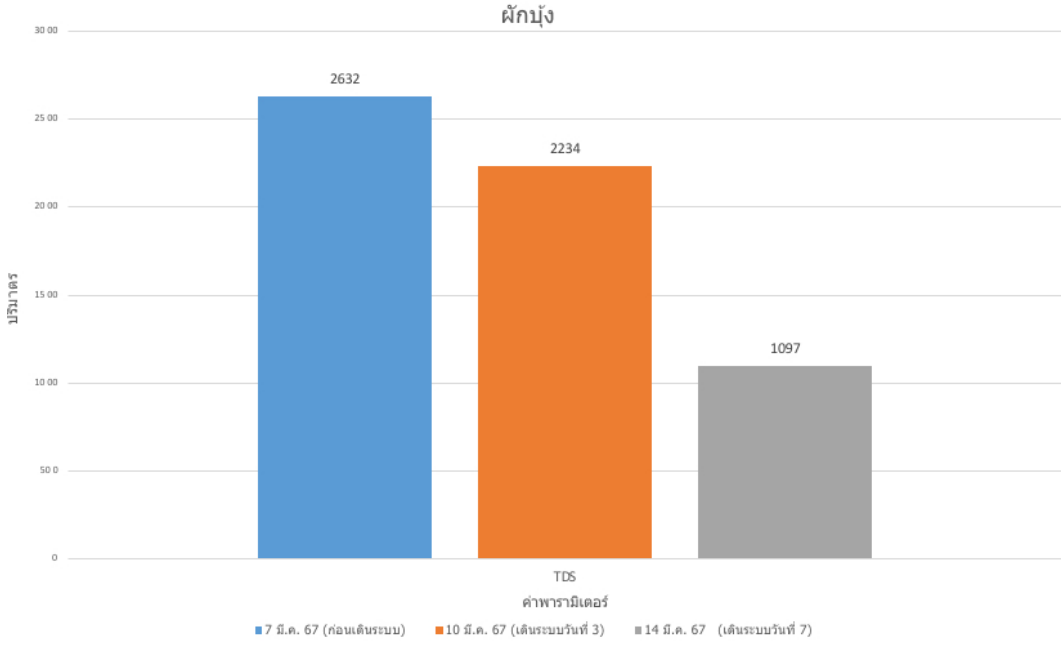
รูปภาพที่ 4.28 กราฟเปรียบเทียบค่า TSS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



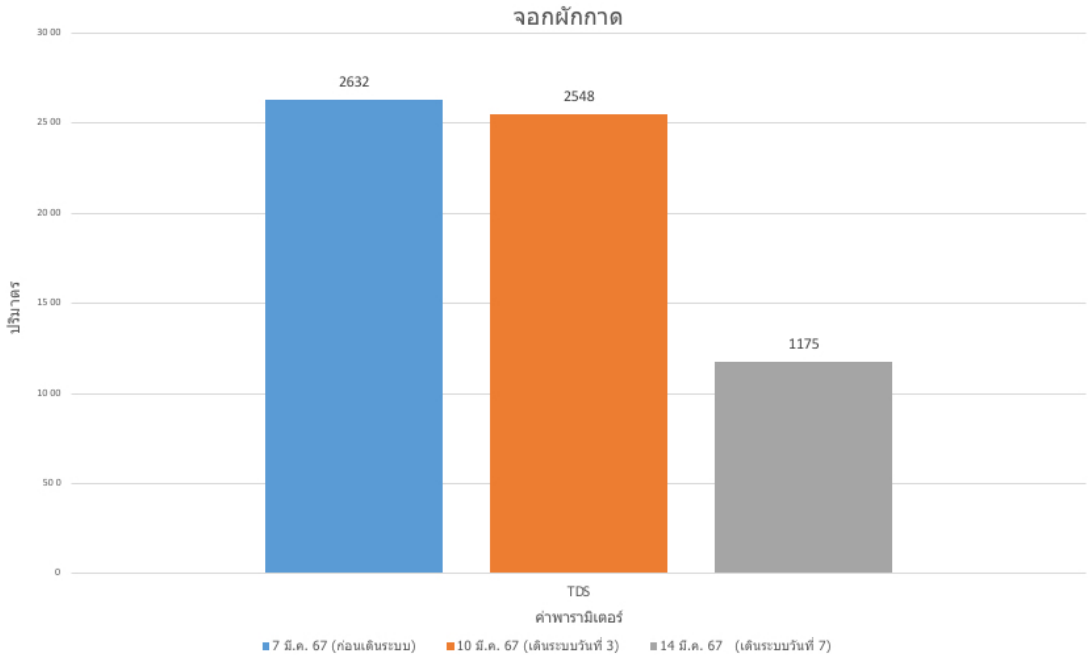
รูปภาพที่ 4.29 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



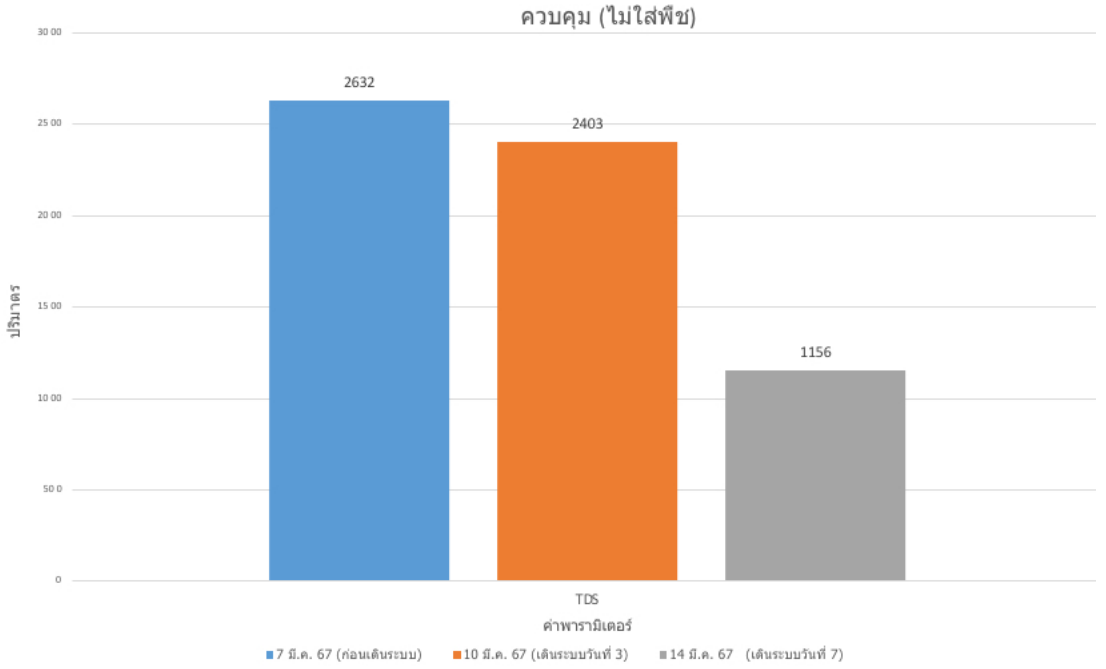
รูปภาพที่ 4.30 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



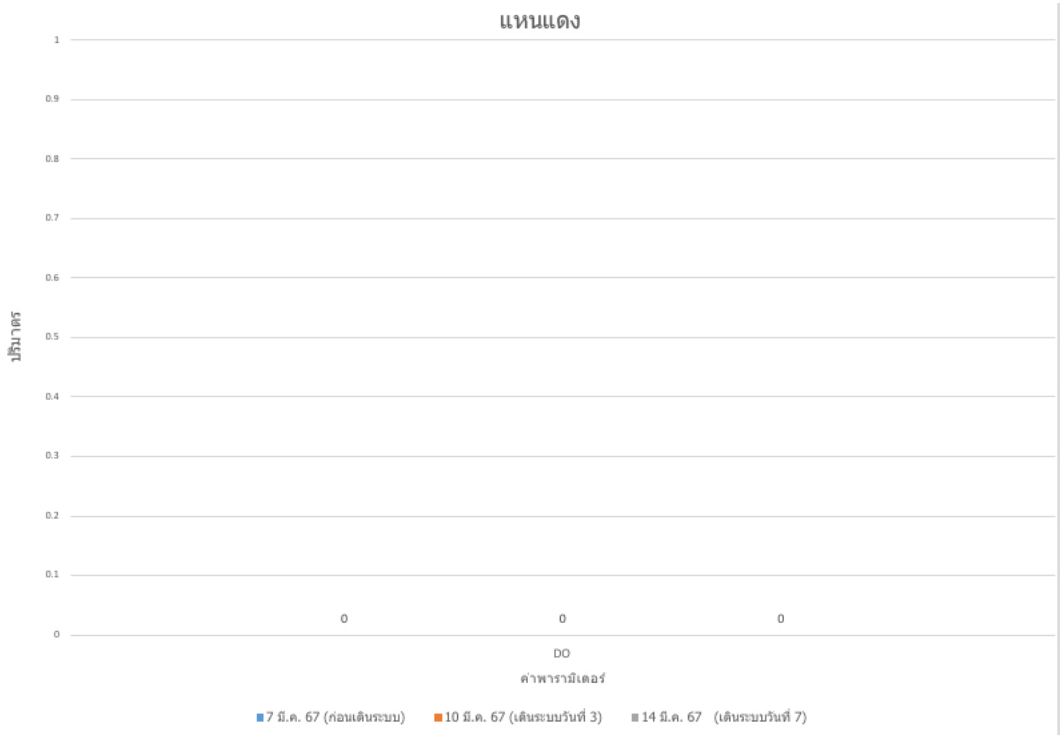
รูปภาพที่ 4.31 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



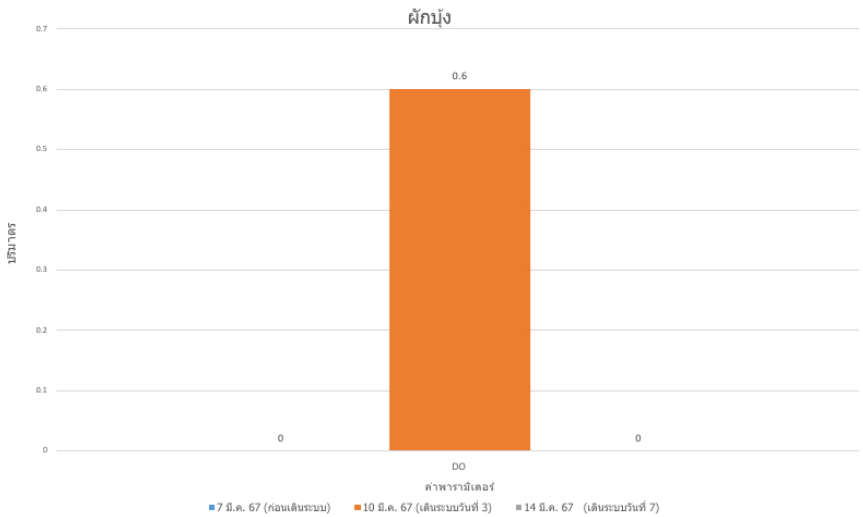
รูปภาพที่ 4.32 กราฟเปรียบเทียบค่า TDS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



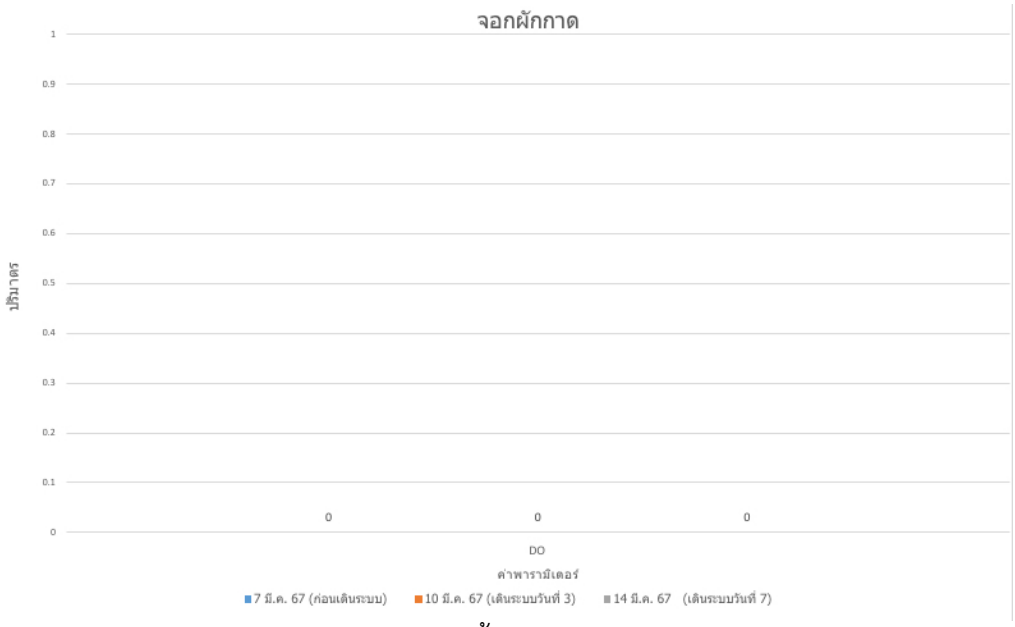
รูปภาพที่ 4.33 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



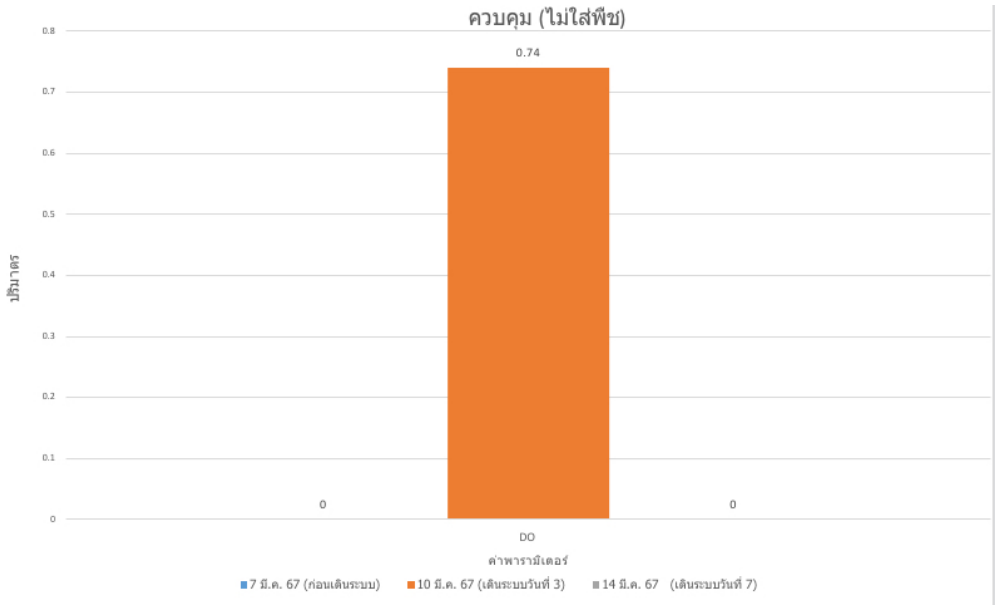
รูปภาพที่ 4.34 ตารางเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



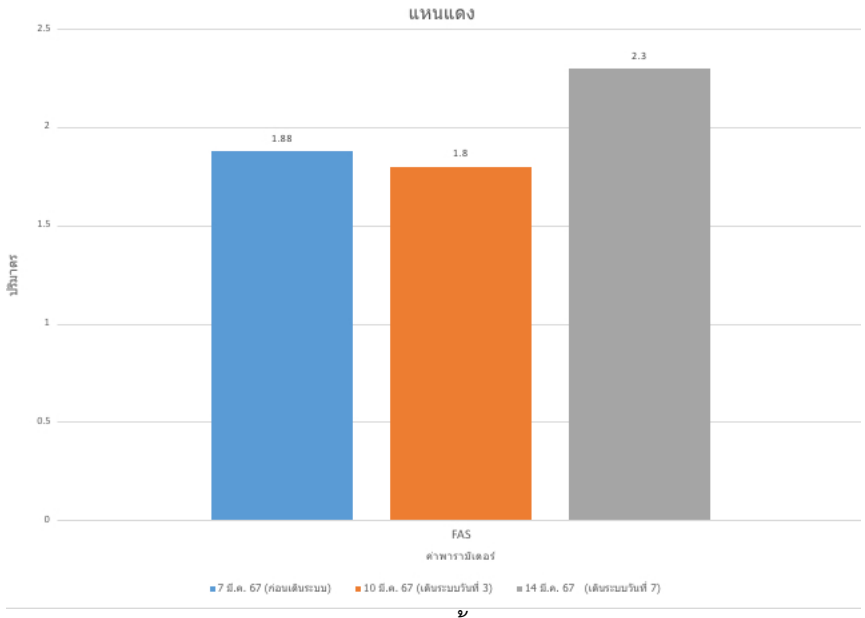
รูปภาพที่ 4.35 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



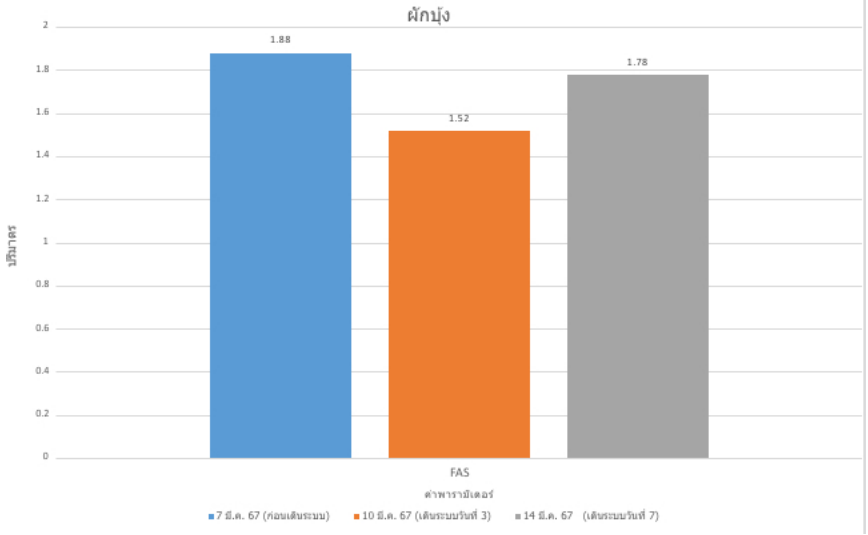
รูปภาพที่ 4.36 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



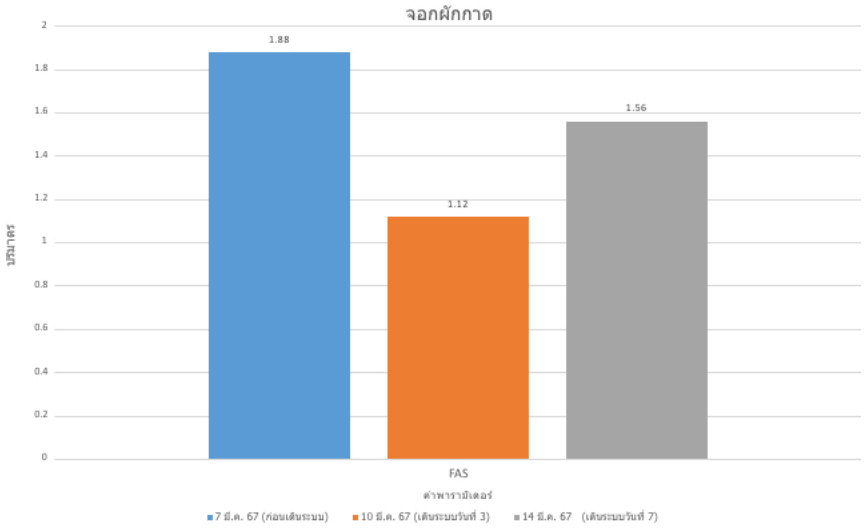
รูปภาพที่ 4.37 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



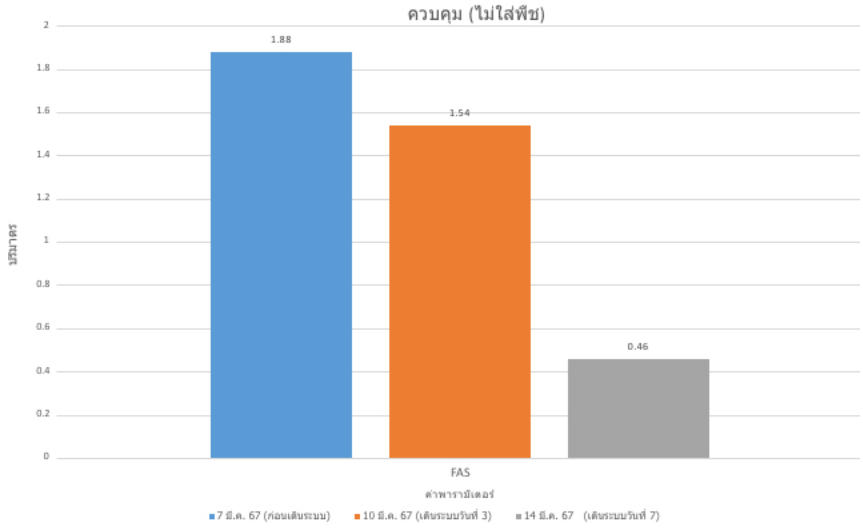
รูปภาพที่ 4.38 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



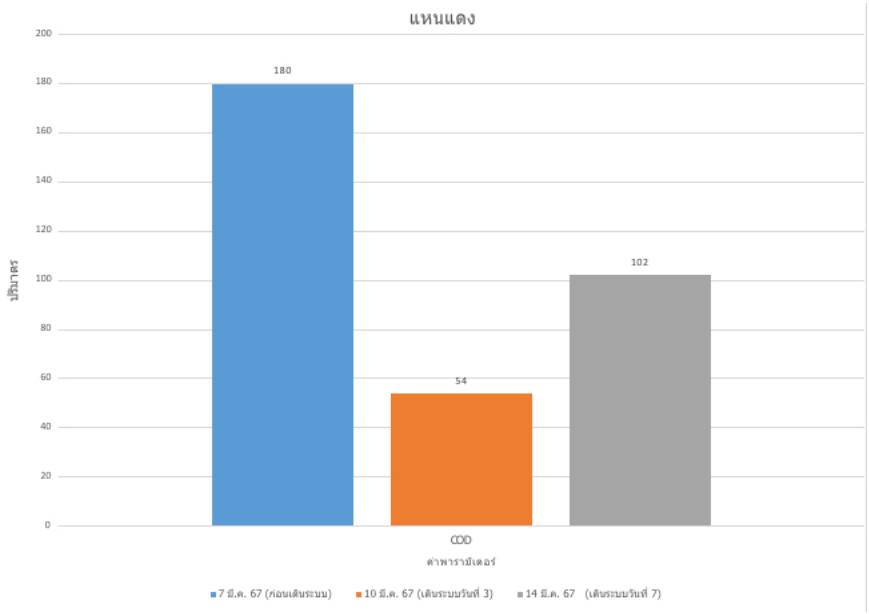
รูปภาพที่ 4.39 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



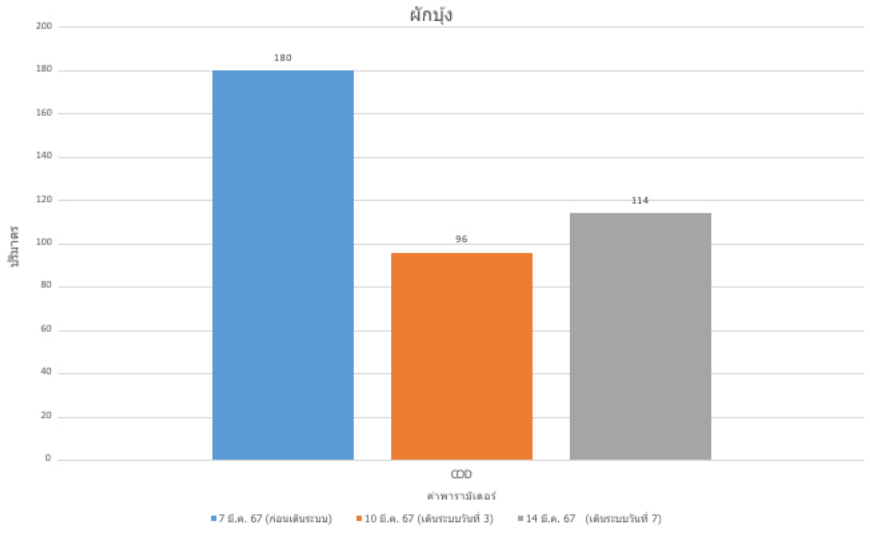
รูปภาพที่ 4.40 กราฟเปรียบเทียบค่า FAS ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



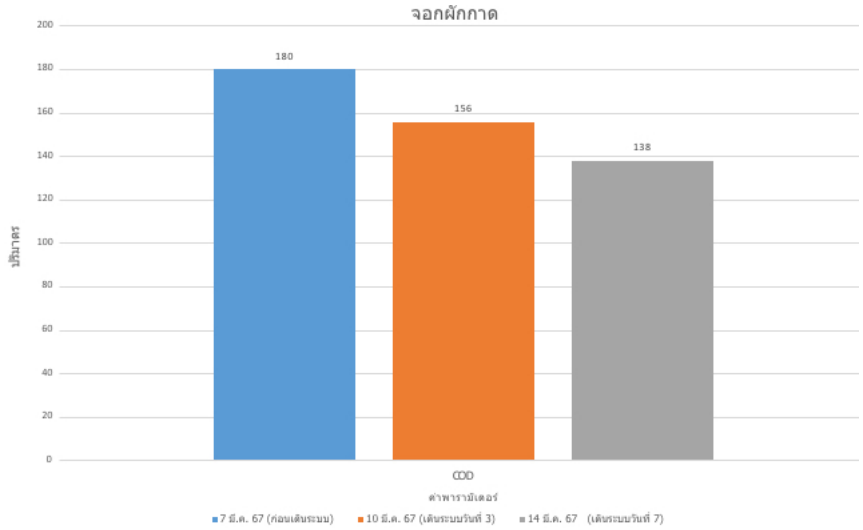
รูปภาพที่ 4.41 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



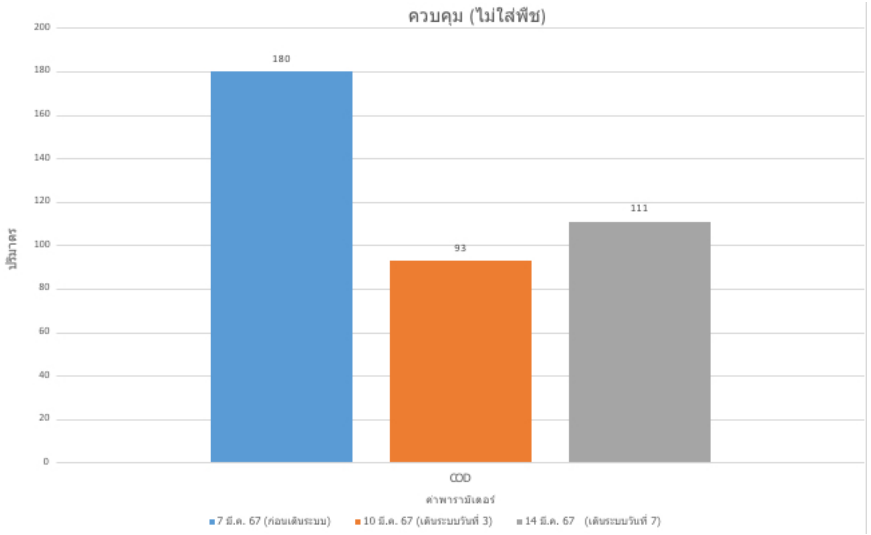
รูปภาพที่ 4.42 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



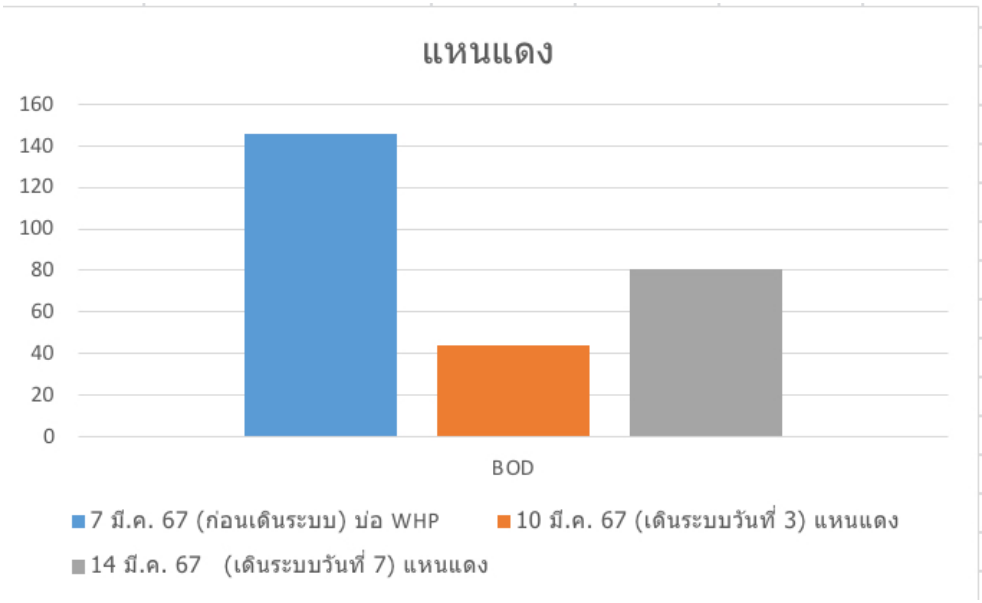
รูปภาพที่ 4.43 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



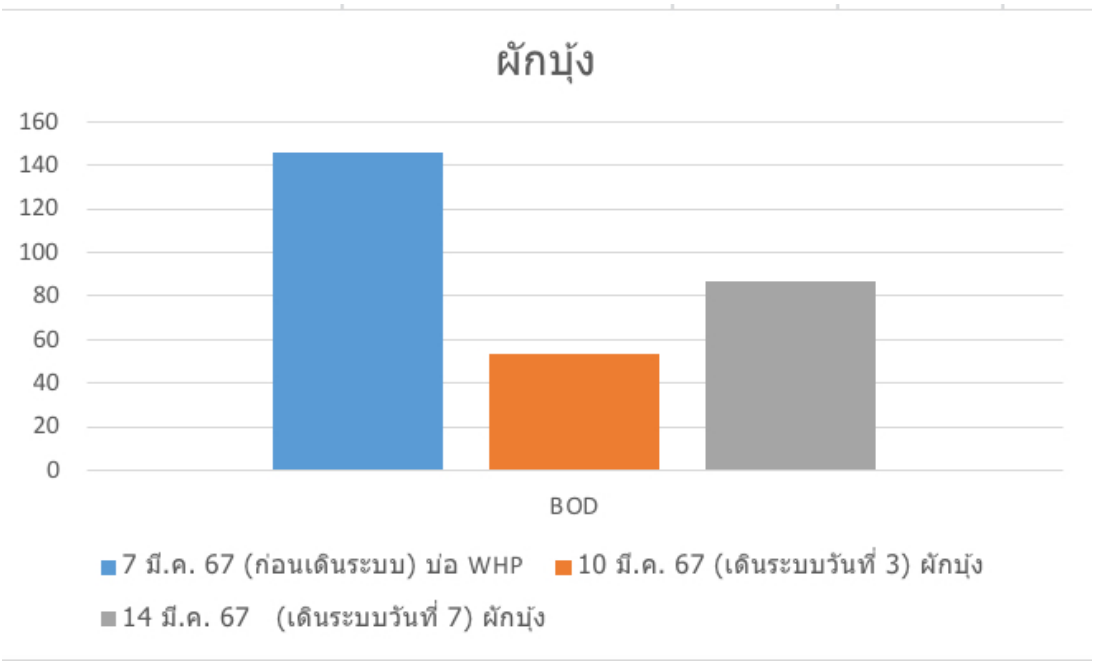
รูปภาพที่ 4.44 กราฟเปรียบเทียบค่า COD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



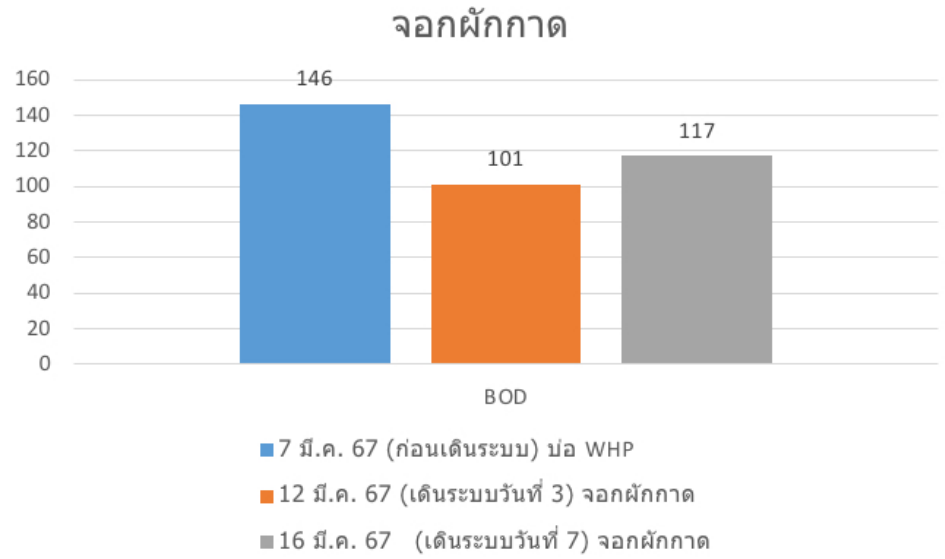
รูปภาพที่ 4.45 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของแหนแดง



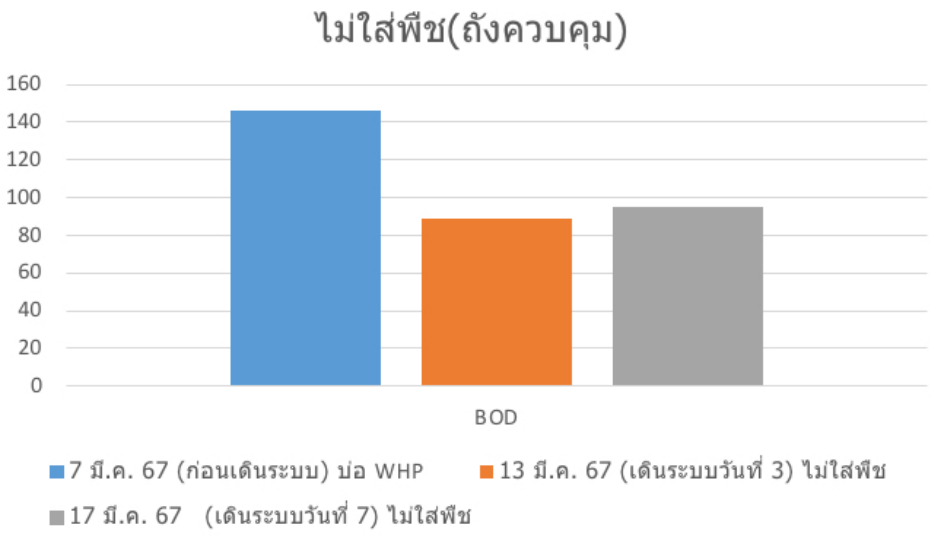
รูปภาพที่ 4.46 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของผักบุ้ง



รูปภาพที่ 4.47 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของจอกผักกาด



รูปภาพที่ 4.48 กราฟเปรียบเทียบค่า BOD ของระบบบัดน้ำเสียจำลองก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วันและ เดินระบบ 7 วัน ของถังควบคุม



บทที่ 5
สรุปผลการการศึกษา อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้พืชในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษาบริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด พบว่ามีค่า pH, ค่าConduct,ค่าchloride, ค่าTurbidity, ค่าHardness, ค่าTSS, ค่าTDS, ค่าDO, ค่าFAS, ค่าCOD, ค่าBOD มีค่าเฉลี่ย 8.6,3889 mS/cm,815 mg/L,36.8 NTU,332 mg/L, 29 mg/L,1777 mg/L,0.68 mg/L,1.51 mg/L,108 mg/L และ 83.37 mg/L ตามลำดับ

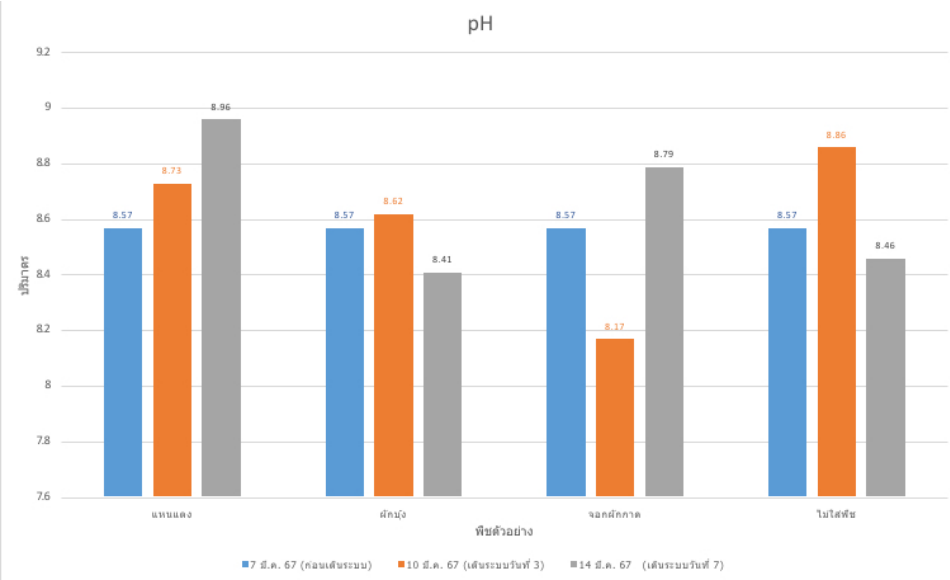
ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแต่ละชุดการทดลองสรุปดังตารางที่ 5.1.1 ดังนี้

ตารางที่ 5.1.1 แสดงผลสรุปการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในแต่ละชุดการทดลอง

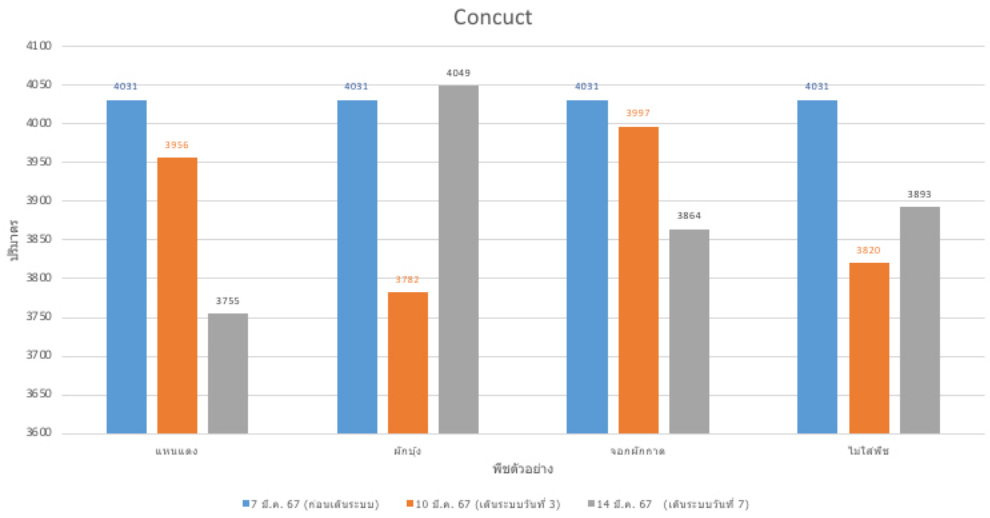
ชุดการ	ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการบำบัดน้ำเสีย (%)										
ทดลอง	ph	Conduct	Chloride	Turbidity	Hardness	TSS	TDS	DO	FAS	COD	BOD
ชุดที่ 1	-1.8	6.9	8.3	73	-3.6	-66	34	0	4.3	70	69.9
ชุดที่ 2	1.9	6.2	-0.8	66.2	-15.9	-83	39	0	19.2	46.7	66.7
ชุดที่ 3	4.7	4.2	9.2	71	-10.1	-216	35	0	18	23.4	30.2
ชุดที่ 4	1.8	5.3	5.7	66.2	-18.1	-183	36	0	73.6	46.5	39.1

หมายเหตุ ชุดที่ 1 แหนแดง
ชุดที่ 2 ผักบุ้ง
ชุดที่ 3 จอกผักกาด
ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

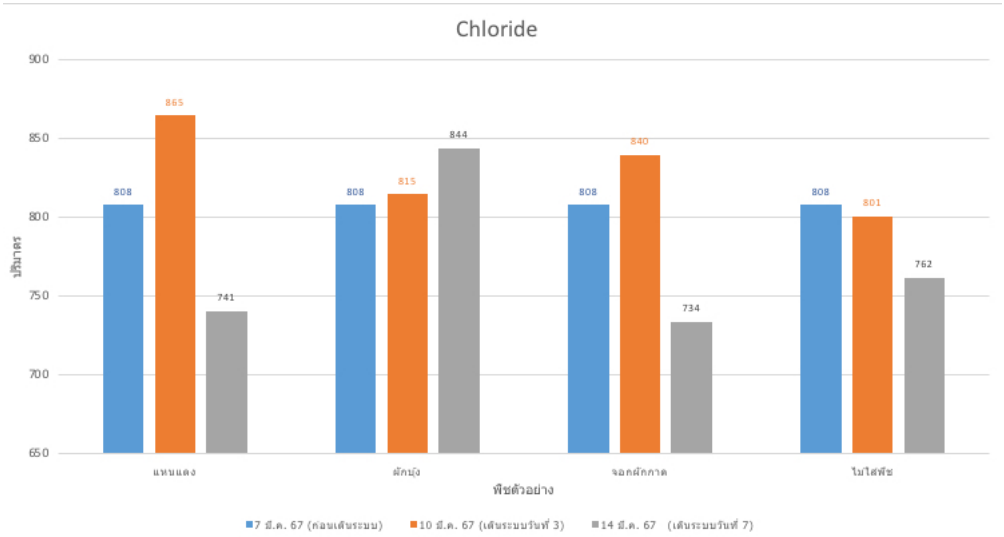
รูปภาพที่ 5.5.1 กราฟสรุปข้อมูลค่า pH ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



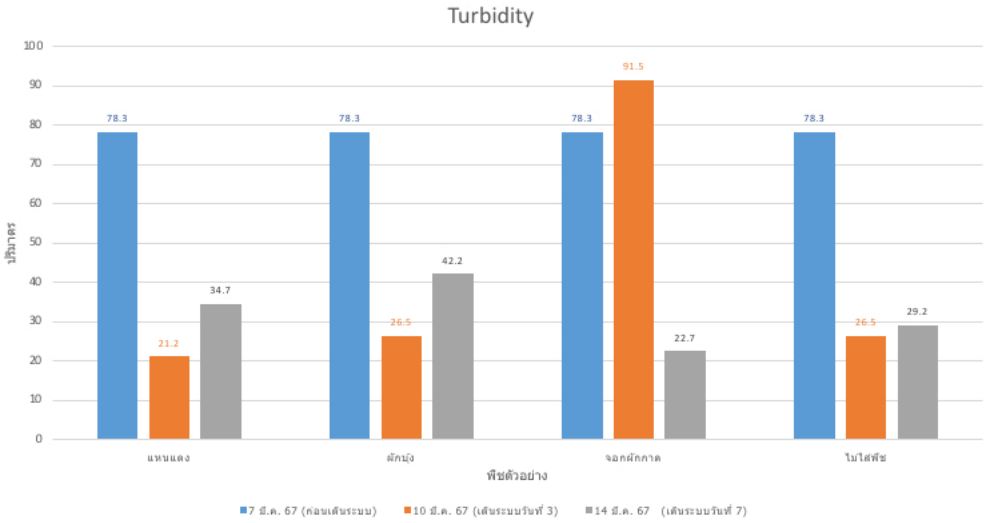
รูปภาพที่ 5.5.2 กราฟสรุปข้อมูลค่า Conduct ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



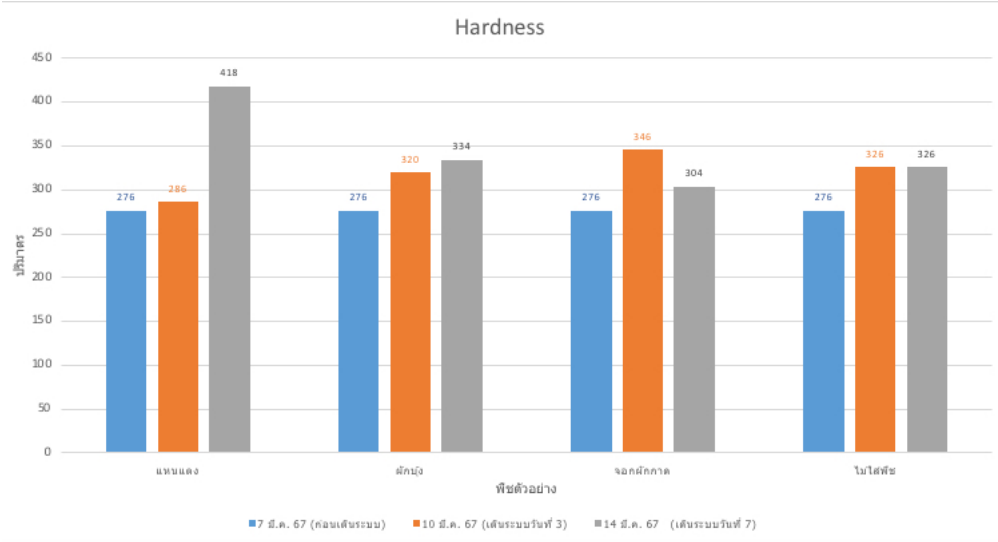
รูปภาพที่ 5.5.3 กราฟสรุปข้อมูลค่า Chloride ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหน แดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



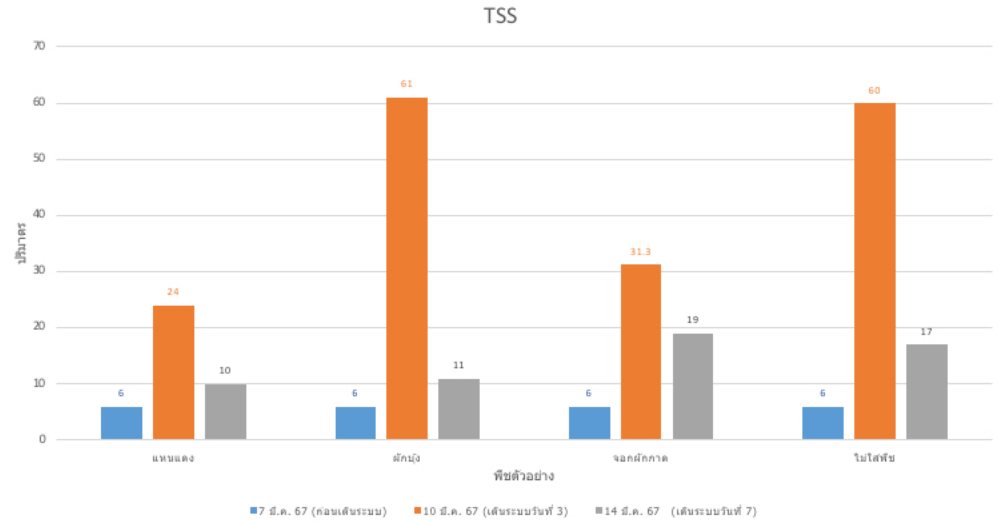
รูปภาพที่ 5.5.4 กราฟสรุปข้อมูลค่า Turbidity ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหน แดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



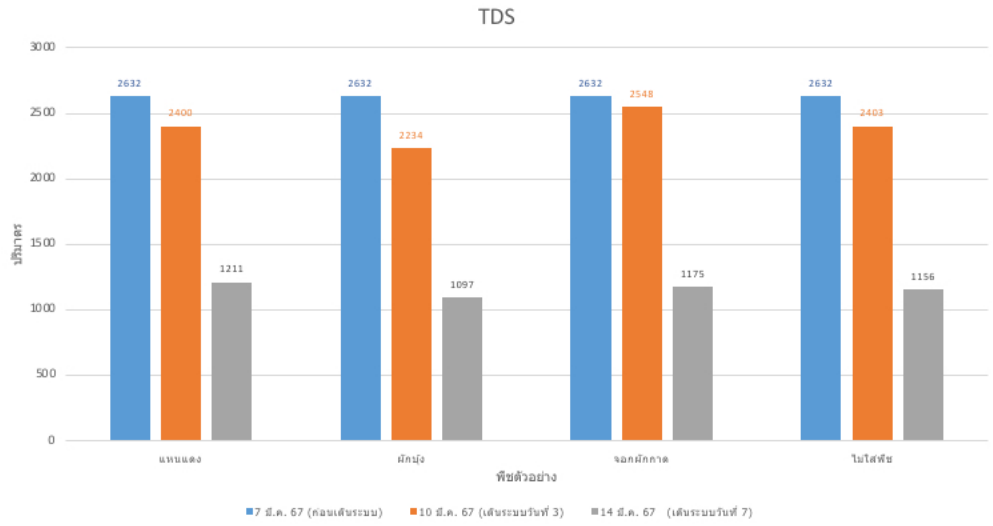
รูปภาพที่ 5.5.5 กราฟสรุปข้อมูลค่า Hardness ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



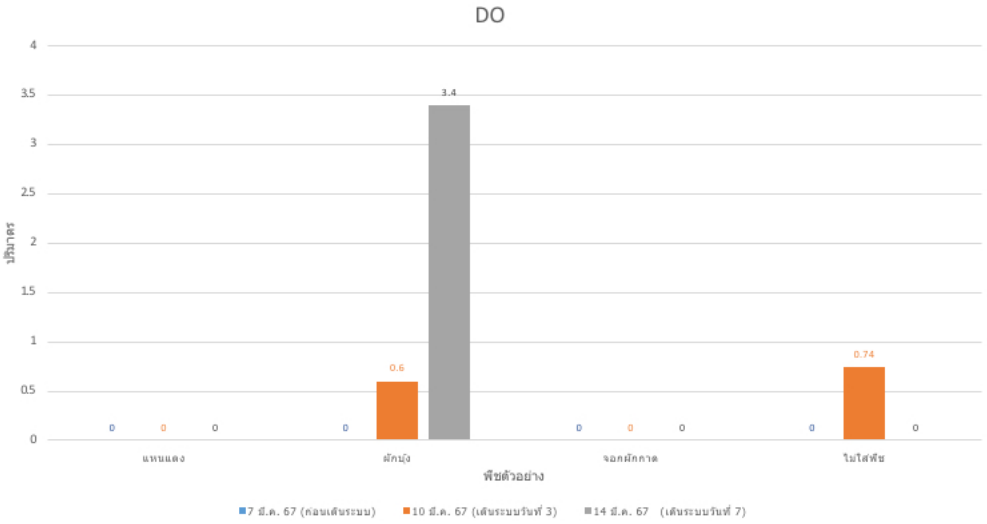
รูปภาพที่ 5.5.6 กราฟสรุปข้อมูลค่า TSS ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



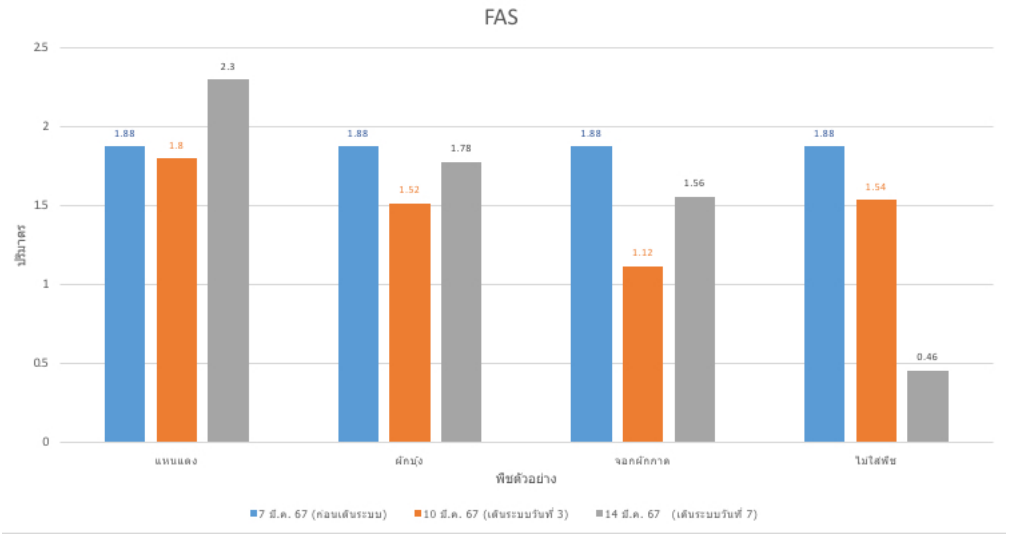
รูปภาพที่ 5.5.7 กราฟสรุปข้อมูลค่า TDS ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



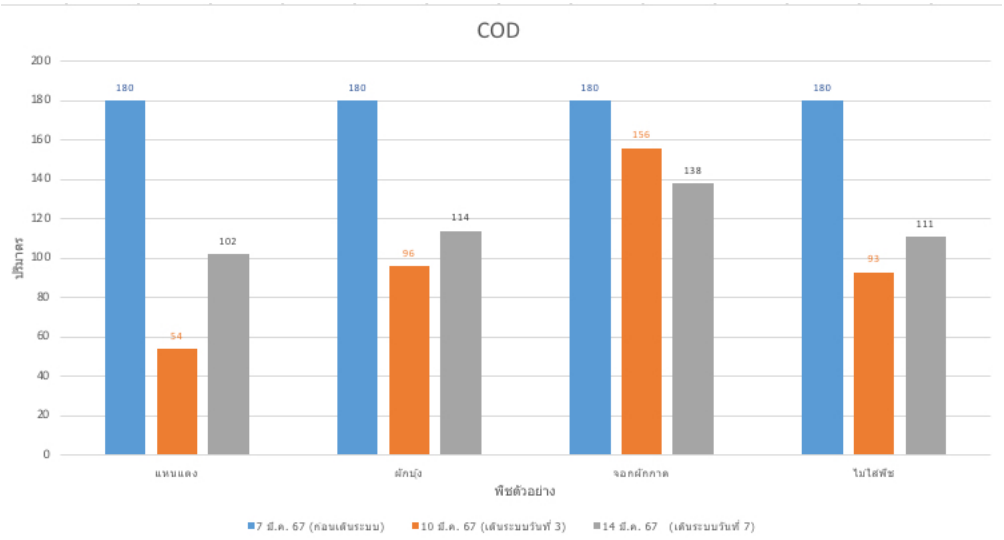
รูปภาพที่ 5.5.8 กราฟสรุปข้อมูลค่า DO ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



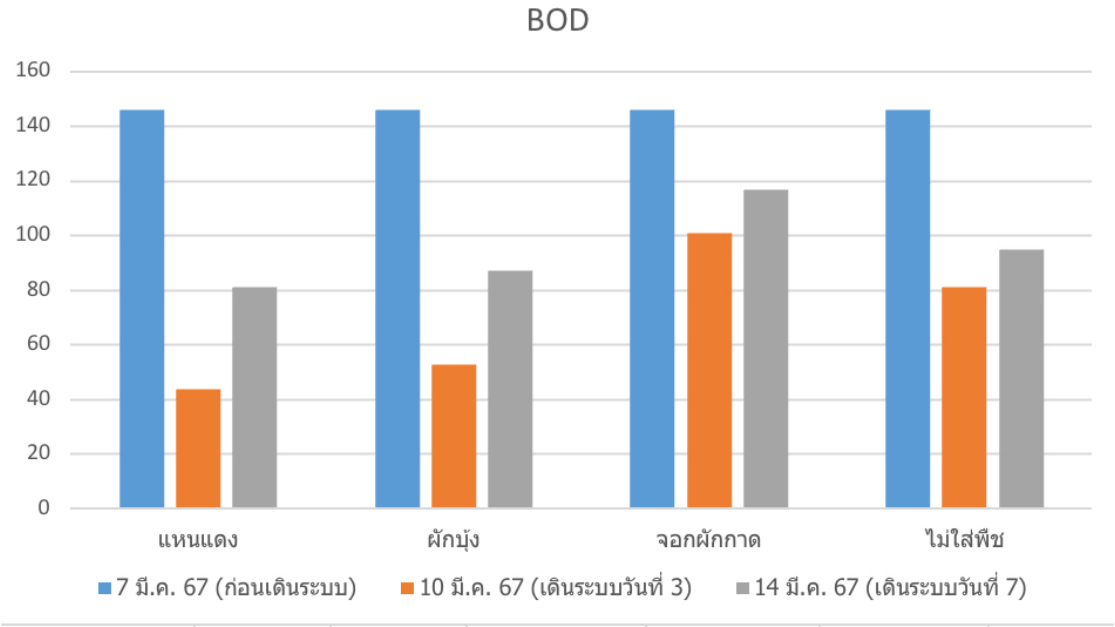
รูปภาพที่ 5.5.9 กราฟสรุปข้อมูลค่า FAS ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



รูปภาพที่ 5.5.10 กราฟสรุปข้อมูลค่า COD ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



รูปภาพที่ 5.5.11 กราฟสรุปข้อมูลค่า BOD ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเดินระบบ เดินระบบ 3 วัน และ 7 วัน ของแหนแดง ผักบุ้ง จอกผักกาด และถังควบคุม



5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพของพืชน้ำในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำการทดลองโดยใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำ ทำการทดลอง 4 ชุดการทดลอง โดยมีอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด พบว่าพืชลอยน้ำทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง แหนแดง และจอกผักกาด แหนแดงมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุดถัดมาคือผักบุ้งและจอกผักกาด เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากค่าตัวแปรที่ผ่านการบำบัดแล้ว พบว่าการบำบัดน้ำเสียโดยแหนแดงและผักบุ้งค่าพารามิเตอร์ส่วนมากนั้นใกล้เคียงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมมีค่า ดังนี้ pH 5.5-9, Conduct ไม่เกิน 10000 uS/cm, Chloride ไม่เกิน 250 mg/L, Turbidity ไม่เกิน 100 NTU, Hardness ไม่เกิน 500 mg/L, TSS ไม่เกิน 50 mg/L, TDS ไม่เกิน 3000 mg/L, DO ไม่เกิน 73 mg/L, FAS ไม่เกิน 3 mg/L, COD ไม่เกิน 120 mg/Lและ BOD ไม่เกิน 20 mg/L

พืชตัวอย่างที่บำบัดน้ำได้ดี ได้แก่ แหนแดง ผักบุ้ง

พารามิเตอร์น้ำเสียของแหนแดง pH 8.57, Conduct 3755 uS/cm, Chloride 741 mg/L, Turbidity 21.2 NTU, Hardness 286 mg/L, TSS 10 mg/L, TDS 1211 mg/L, DO 0 mg/L, FAS 1.8 mg/L, COD 54 mg/L และ BOD 44 mg/L

พารามิเตอร์น้ำเสียของผักบุ้ง pH 8.57, Conduct 3782 uS/cm, Chloride 815 mg/L, Turbidity 26.5 NTU, Hardness 320 mg/L, TSS 11 mg/L, TDS 1097 mg/L, DO 3.4 mg/L, FAS 1.52 mg/L, COD 96 mg/L และ BOD 63 mg/L

ตัวอย่างพืชที่สามารถประหยัดค่าใช้จ่าย และลดภาระในการดูแลรักษาพืช ควรเลือกพืชที่มีความคงทนและดูแลรักษาง่าย คือผักบุ้ง แต่ผักบุ้งเป็นพืชที่ปลูกให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ผิวน้ำได้ยากกว่า แหนแดง ในทางปฏิบัติไม่ควรปล่อยให้แหนแดงปกคลุมพื้นที่ผิวน้ำแน่นเกินไป เนื่องจากจะทำให้แสงไม่สามารถผ่านลงสู่น้ำเสียได้ ดังนั้นหากใช้ระบบบ่อร่วมกับพืชลอยน้ำสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 2 ชนิด คือ แหนแดง และผักบุ้ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.)ควรมีเครื่องเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช

2.)ควรใช้เวลาเพาะเลี้ยงพืชอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อให้พืชปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น

3.)ควรใช้น้ำเสียเจือจางกับน้ำปกติอัตราส่วน 1:1 ในการทดลองระบบ เพื่อให้พืชมีการปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ

ตารางผนวกที่ ก-1 แสดงค่า pH ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	pH				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
10/มี.ค./67	8.57	8.73	8.62	8.17	8.86
14/มี.ค./67	8.57	8.96	8.46	8.79	8.46

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-2 แสดงค่า Conduct ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	Conduct				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	4031	4031	4031	4031	4031
10/มี.ค./67	4031	3956	3782	3997	3820
14/มี.ค./67	4031	3755	4049	3864	3893

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-3 แสดงค่า Chloride ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	Chloride				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	808	808	808	808	808
10/มี.ค./67	808	865	815	840	801
14/มี.ค./67	808	741	844	734	762

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-4 แสดงค่า Turbidity ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	Turbidity				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3
10/มี.ค./67	78.3	21.2	26.5	91.5	26.6
14/มี.ค./67	78.3	34.7	42.2	22.7	29.2

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-5 แสดงค่า Hardness ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	Hardness				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	276	276	276	276	276
10/มี.ค./67	276	286	320	346	326
614/มี.ค./67	276	418	334	304	326

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-6 แสดงค่า TSS ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	TSS				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	6	6	6	6	6
10/มี.ค./67	6	24	61	31.3	60
614/มี.ค./67	6	10	11	19	17

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-7 แสดงค่า TDS ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	TDS				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	2632	2632	2632	2632	2632
10/มี.ค./67	2632	2400	2234	2548	2403
614/มี.ค./67	2632	1211	1097	1175	1156

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-8 แสดงค่า DO ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	DO				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	0	0	0	0	0
10/มี.ค./67	0	0	0.6	0	0.74
614/มี.ค./67	0	0	3.4	0	0

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-9 แสดงค่า FAS ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	FAS				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
10/มี.ค./67	1.88	1.8	1.52	1.12	1.54
614/มี.ค./67	1.88	2.3	1.78	1.56	0.46

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ตารางผนวกที่ ก-10 แสดงค่า COD ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	COD				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	180	180	180	180	180
10/มี.ค./67	180	54	96	156	93
614/มี.ค./67	180	102	114	138	111

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

<u>ตารางผนวกที่ ก-11</u> แสดงค่า BOD ของน้ำตัวอย่าง

วัน/เดือน/ปี	BOD				
	น้ำเข้า	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
7/มี.ค./67	146	146	146	146	146
10/มี.ค./67	146	44	53	101	89
614/มี.ค./67	146	81	87	117	95

หมายเหตุ น้ำเข้า คือ น้ำเสียเข้าระบบ

ชุดที่ 1 แหนแดง

ชุดที่ 2 ผักบุ้ง

ชุดที่ 3 จอกผักกาด

ชุดที่ 4 ถังควบคุม(ไม่ใส่พืช)

ภาคผนวก ข
มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

<u>ตารางผนวกที่ ข-1</u> ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน
อุณหภูมิ	ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
ความเป็นกรดและด่าง(pH)	มีค่าไม่เกิน 5.5 - 9.0
สี	ไม่เกิน 300 admi
TDS	1.ค่า TDS ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างจาก ที่กำหนดไว้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้งจากแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทโรงงานอุตสาหกรรมแต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 2.น้ำทิ้ง ซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า TDS จะมีคามากกว่าค่า TDS ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
สารแขวนลอย(SS)	ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับ ปริมาณน้ำทิ้งแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร
โลหะหนัก	
1.ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.เซเลเนียน (Selenium)	ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร
3.แคดเมียน (Cadmium)	ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร
5.อาร์เซนิค (Arsenic)	ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
6.นิเกล (Nickel)	ไม่มากกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
7.ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
8.สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
9.แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
10.ซัลไฟต์ (Sulphide)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
11.ไซยาไนด์ (Cyanide)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
12.ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
13.สารประกอบฟีนอล (Phenols Compounds)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
14.คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
15.น้ำมันและไขมัน (Oils & Greases)	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน
16.BOD	ที่อุณหภูมิ 20 C เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร
17.TKN	ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกตางจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทโรงงานอุตสาหกรรมแต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
18.COD	ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภท ของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

อ้างอิง

บุญทิวา ชาติชำนิ,สุกัญญา คำหล้า. 2561. การบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลาหมอไทยด้วยแหนแดง (Azolla microphylla). เข้าถึงได้จาก https://www.shorturl.asia/V4qxt

ณัฐสิมา โทขันธ์,มงคล ต๊ะอุ่น. 2554. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยใช้แหนแดง. เข้าถึงได้จาก https://www.shorturl.asia/LdKsu

วธนิยา เกาศล. 2545. การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้พืชน้ำร่วมกับกับระบบบ่อบำบัดน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียชุมชน. เข้าถึงได้จาก https://www.shorturl.asia/ZIqWk

สุทธิดา พุทไธสง,ปวีณา แอบเพชร. 2564. ประสิทธิภาพของผักตบชวาและจอกในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบการปลูกแบบไร้ดินจำลอง. เข้าถึงได้จาก https://www.shorturl.asia/nrKuU

วิรัตนา สุขเกษม. 2547. การใช้ผักบุ้งและผักกระเฉดในการลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส. เข้าถึงได้จาก https://www.shorturl.asia/rBezu

Thongphanh Lartdavong. 2564. การบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยใช้พืชลอยน้ำเพื่อป็นอาหารสริมสัตว์เลี้ยง. เข้าถึงได้จาก https://www.shorturl.asia/k9jVB