

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์ในการทดลอง

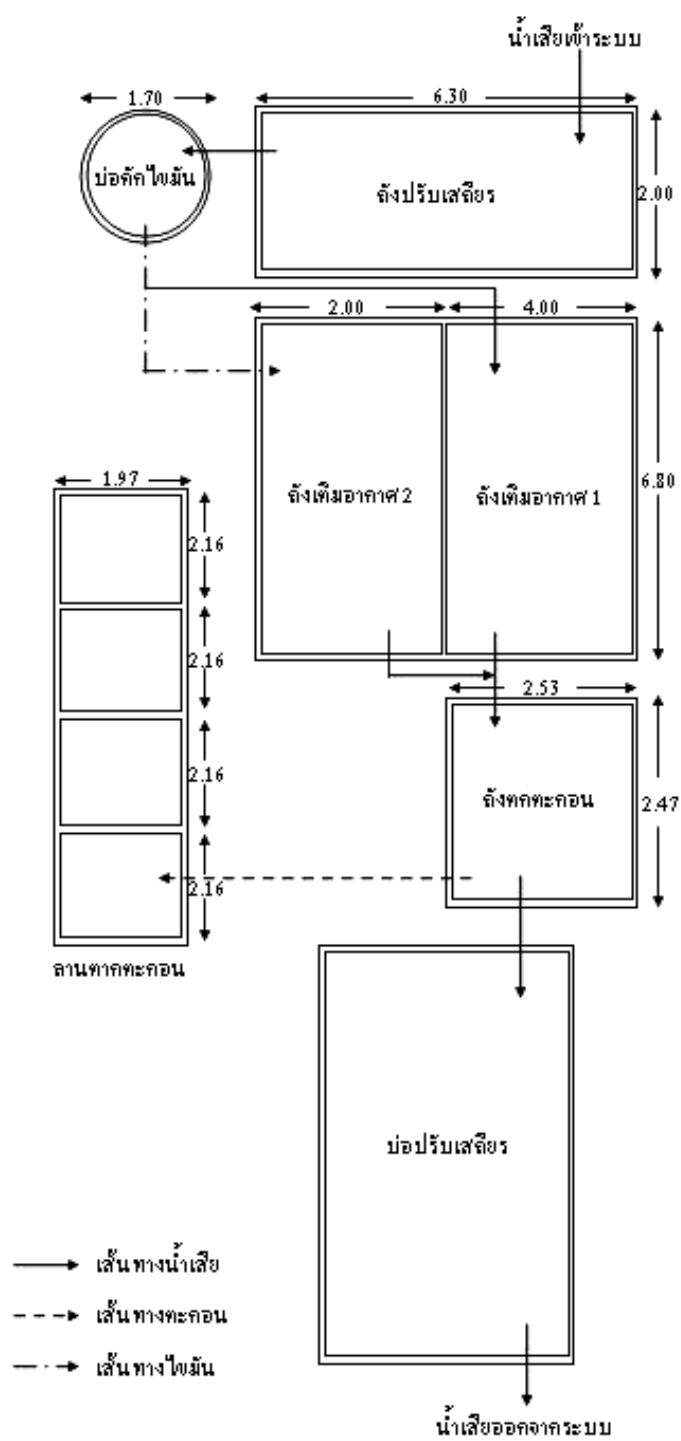
1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสียของโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เก็บน้ำเสียจากโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เก็บจากถังปรับเสถียร
ดังแสดงในภาพที่ 5 นำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.1 ภาชนะสำหรับเก็บน้ำเสียแบบจ้วง (grab sampling)

1.1.2 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

1.1.3 เครื่องมือวัดความเข้มแสง (lux meter)



ภาพที่ 13 ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายของแบคทีเรีย สังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์

แบบจำลองในห้องปฏิบัติการ (lab scale) ของถังปฏิกรณ์ ประกอบด้วย

1.2.1 ภาชนะแก้วความจุ 5 ลิตร จำนวน 2 ใบ แต่ละใบมีฝาปิด

1.2.2 ติดตั้งแผ่นกรองความยาวคลื่นแสงอินฟราเรด

1.2.3 หลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 4 หลอด พร้อมแผ่นกรองรังสีอินฟราเรด
โดยรอบ

1.2.4 ควบคุมความเข้มแสงรอบถังปฏิกรณ์ที่ 6000 ± 300 ลักซ์

1.2.5 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

1.2.6 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

1.2.7 เครื่องมือวัดค่าออกซิเดชันรีดักชัน โปเทนเชียล (ORP meter)

1.2.8 เครื่องมือวัดความเข้มแสง

ถังปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์แบบแบตช์แสดงดัง
ภาพที่ 14-15

1.3 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายของแบคทีเรีย สังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน

แบบจำลองในห้องปฏิบัติการ (lab scale) ของถังปฏิกรณ์ ประกอบด้วย

1.3.1 ภาชนะแก้วทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความจุ 20 ลิตร จำนวน 4 ใบ

1.3.2 ติดตั้งแผ่นกรองความยาวคลื่นแสงอินฟราเรด

1.3.3 หลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 หลอด

1.3.4 ควบคุมความเข้มแสงรอบถังปฏิกรณ์ที่ 6000 ± 300 ลักซ์

1.3.5 เมมเบรนแบบแผ่น

เมมเบรนชนิดแผ่น (flat sheet membrane) เป็นจากวัสดุโพลีเอททิลีน(Polyethylene) พื้นที่ผิว 0.1 ตารางเมตร (20x30 เซนติเมตร) ขนาดรูพรุน 0.4 ไมโครเมตร รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังภาพที่ 16

1.3.6 เครื่องมือวัดความเข้มแสง

1.3.7 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

1.3.8 เครื่องมือวัดค่าออกซิเดชันรีดักชัน โปเทนเชียล

1.3.9 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

1.3.10 ถังพักน้ำเสีย

ถังพักน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบใช้ภาชนะแก้วความจุ 20 ลิตร

1.3.11 ถังเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

ถังเก็บน้ำเสียที่ออกจากระบบใช้ภาชนะแก้วความจุ 10 ลิตร

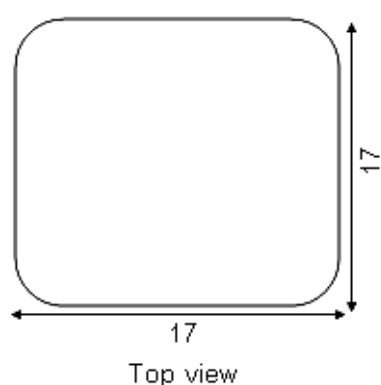
1.4 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

ใช้น้ำเสียจากศูนย์ผลิตก้อนนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB ร่วมกับระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบมีเมมเบรนจมตัว และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียใช้น้ำเสียจากศูนย์ผลิตก้อนนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยการทดลองแบบเอสบีอาร์

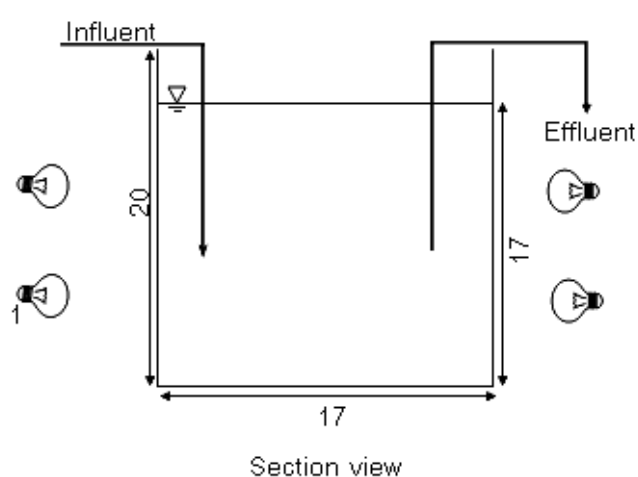
1.5 เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดลอง

ใช้เชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงชนิด PnSB

Unit : cm



1. Incandescent lamp



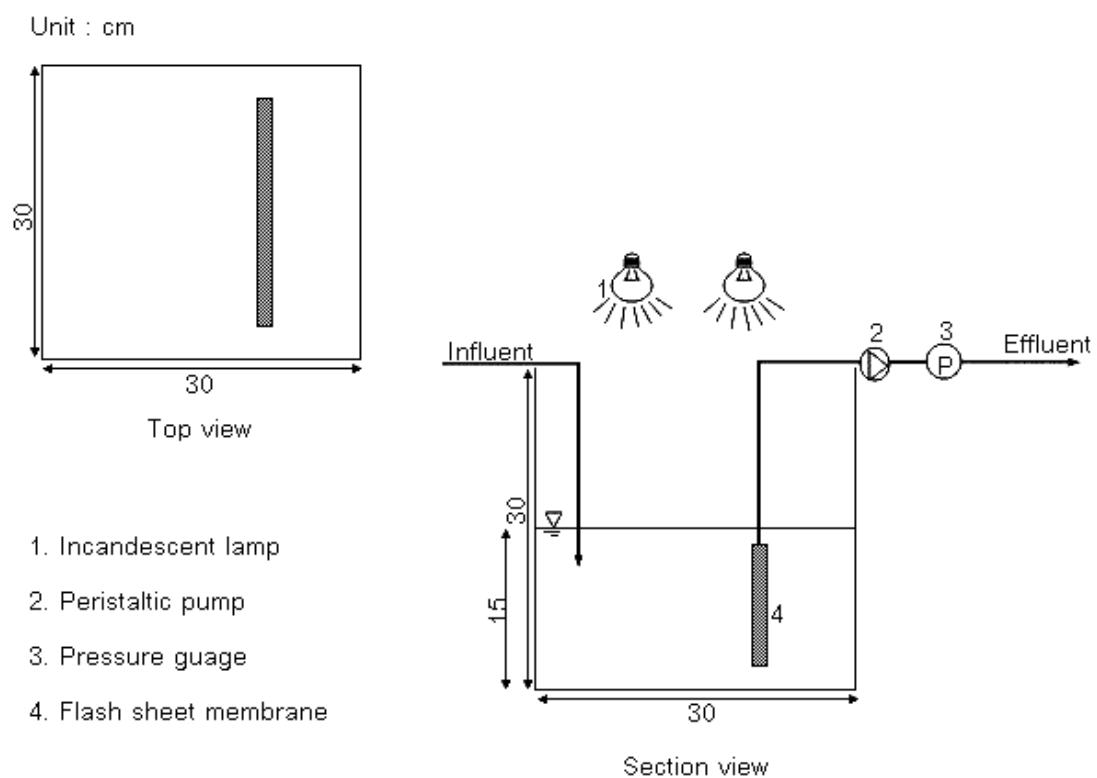
ภาพที่ 14 แผนผังถังปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับการทดลองแบบแบคทีเรีย



ภาพที่ 15 ถังปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับการทดลองแบบแบตช์



ภาพที่ 16 เมมเบรนชนิดแผ่น (flat sheet membrane) เป็นจากวัสดุ โพลีเอทิลีน(polyethylene)
พื้นที่ผิว 0.1 ตารางเมตร (20x30 เซนติเมตร) ขนาดรูพรุน 0.4 ไมโครเมตร



ภาพที่ 17 แผนผังถึงอุปกรณ์ชีวภาพแบบมีเมมเบรนจุ่มตัวสำหรับการทดลองแบบเอสบีอาร์



ภาพที่ 18 ถึงอุปกรณ์ชีวภาพแบบมีเมมเบรนจุ่มตัวสำหรับการทดลองแบบเอสบีอาร์

2 วิธีการทดลอง

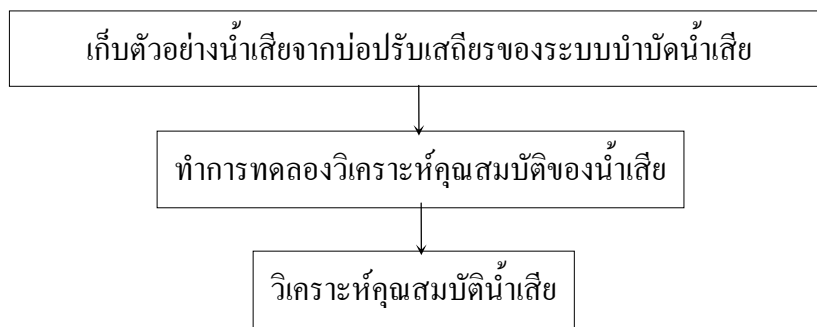
2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสียโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำการเก็บน้ำเสียแบบจ้วงเป็นเวลา 1 เดือน ทุกวัน จันทร์ พุธ เป็นตัวแทนของนมปรุงแต่งรสธรรมชาติ และศุกร์ เป็นตัวแทนของนมเปรี้ยว น้ำเสียนำมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังตารางที่ 6 และขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 19

ตารางที่ 6 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ทำการตรวจวัดเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสียโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พารามิเตอร์	หน่วย
biochemical oxygen demand (BOD)	มก.ต่อลิตร
chemical oxygen demand (COD)	มก.ต่อลิตร
dissolved organic carbon (DOC)	มก.ต่อลิตร
total phosphorus (TP)	มก.ต่อลิตร
Ammonia	มก.ต่อลิตร
total kjeldahl nitrogen (TKN)	มก.ต่อลิตร
Sulfate	มก.ต่อลิตร
Oil&Grease	มก.ต่อลิตร
suspended solid (SS)	มก.ต่อลิตร
total dissolved solid (TDS)	มก.ต่อลิตร
total solid (TS)	มก.ต่อลิตร
temperature	องศาเซลเซียส
pH	
conduct	μS/cm
turbidity	NTU

หมายเหตุ: มก. หมายถึง มิลลิกรัม



ภาพที่ 19 ขั้นตอนการศึกษาคุณสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานผลิตนมในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายของแบคทีเรีย
สังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์แสง

2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ที่ทำการศึกษามีดังนี้

ก. อัตราการใช้สารอาหารสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนักของจุลินทรีย์ (Maximum rate of substrate utilization per unit weight of microorganism: k)

ข. ความเข้มข้นของสารอาหารเมื่ออัตราการย่อยสลายสารอาหารเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราการย่อยสลายสูงสุด (Substrate concentration when the rate of utilization is half the maximum rate: K_m)

ค. ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียเมื่อมีการย่อยสลายเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราสูงสุด (Half velocity coefficient: K_s)

ง. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดของจุลินทรีย์ (Maximum specific growth rate : μ_m)

จ. อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ (Yield coefficient: Y)

ฉ. ค่าคงที่การตายของจุลินทรีย์ (Microorganism decay coefficient: K_d)

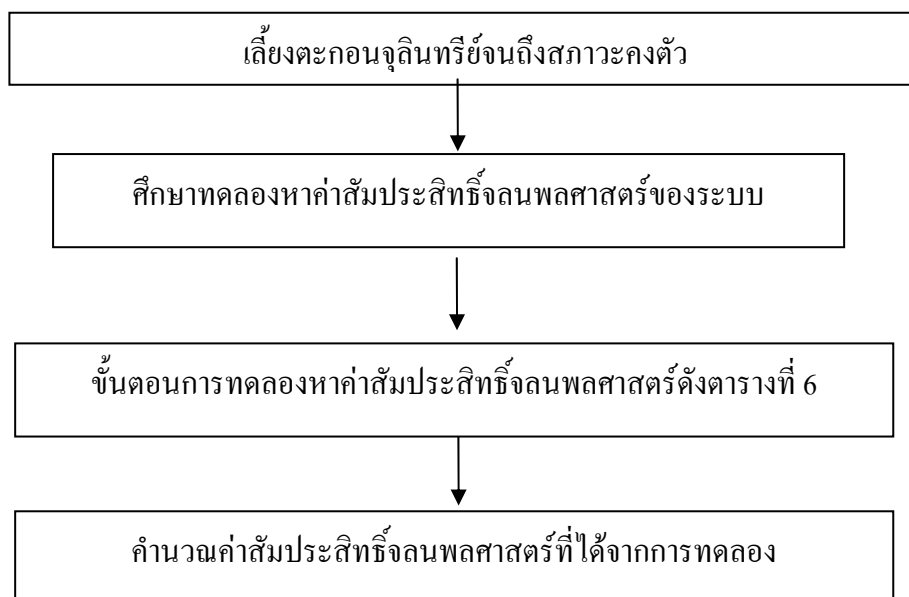
2.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

เลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์จนถึงสภาวะคงตัวด้วยน้ำเสียสังเคราะห์ เติมสารอาหารให้จุลินทรีย์ แต่ต้องระวังอย่าให้มากเกินไป จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ และสารอาหารตลอดระยะเวลาการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 6 ขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 19

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการทำการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์แสง

เวลา (ชั่วโมง)	บีโอดี (มก.ต่อลิตร)	ซีโอดี (มก.ต่อลิตร)	ความเข้มข้นตะกอน (มก.ต่อลิตร)
0	✓	✓	✓
1		✓	✓
2	✓	✓	✓
4		✓	✓
6	✓	✓	✓
8		✓	✓
12	✓	✓	✓
18		✓	✓
24	✓	✓	✓
30		✓	✓
36	✓	✓	✓
48	✓	✓	✓
72	✓	✓	✓

หมายเหตุ: มก. หมายถึง มิลลิกรัม



ภาพที่ 20 ขั้นตอนการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์การย่อยสลายของแบคทีเรีย
สังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์

2.3 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายของแบคทีเรีย
สังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
บางเขน

2.3.1 ค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ที่ทำการศึกษามีดังนี้

ก. อัตราการใช้สารอาหารสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนักของจุลินทรีย์ (Maximum rate of
substrate utilization per unit weight of microorganism: k)

ข. ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียเมื่อมีการย่อยสลายเท่ากับครึ่งหนึ่ง
ของอัตราสูงสุด (Half velocity coefficient: K_s)

ค. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดของจุลินทรีย์ (Maximum specific growth
rate: μ_m)

ง. อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ (Yield coefficient: Y)

จ. ค่าคงที่การตายของจุลินทรีย์ (Microorganism decay coefficient: K_d)

2.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

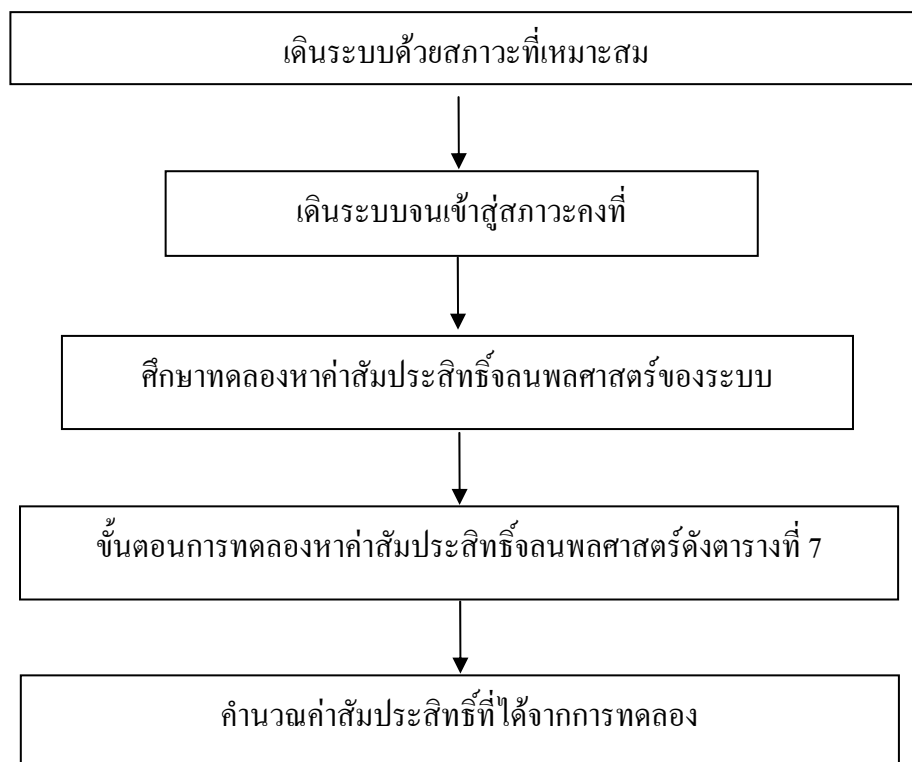
เลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์จนถึงสภาวะคงตัวด้วยน้ำเสียโรงงานผลิตนม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยควบคุมค่า F/M และค่าระยะเวลาเก็บกักดังตารางที่ 8 ทำการวิเคราะห์ค่าบีโอดี และซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าระบบ และน้ำเสียในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ควบคุมค่าตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์ให้มีค่าดังตารางที่ 8 เมื่อระยะเวลาเก็บกักได้ 1 วัน ทำการสูบน้ำเสียออกจากถังปฏิกรณ์มาวิเคราะห์ค่าบีโอดี และซีโอดี ในระหว่างการทดลองต้องควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 7-7.5 และทำการตรวจวัดค่าออกซิเดชันรีดักชัน โปเทนเชียลกับค่าอุณหภูมิของน้ำเสียภายในถังด้วย ลำดับขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 20

ตารางที่ 8 ขั้นตอนการทำการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์การย่อยสลายของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ลำดับที่	ค่าบีโอดีของน้ำเสียที่เข้าระบบ (มก.บีโอดีต่อลิตร)	ค่าตะกอนจุลินทรีย์ใน (มก.ต่อลิตร)	F/M	ระยะเวลาเก็บ กัก (วัน)
1	2000	2000	0.05	1
2	2000	667	0.15	1
3	2000	333	0.30	1
4	2000	167	0.60	1

หมายเหตุ: F/M หมายถึง สัดส่วนส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ (กก.บีโอดีต่อกก.ตะกอนจุลินทรีย์ต่อวัน)



ภาพที่ 21 ขั้นตอนการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์การย่อยสลายของแบคทีเรีย
สังเคราะห์แสงกลุ่ม PnSB โดยใช้ น้ำเสียจาก โรงงานผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตบางเขน

3. สถานที่ทำการวิจัย

การวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง, การทดลองด้วยระบบจำลองในห้องปฏิบัติการ (lab scale)
ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แหล่งทุนสนับสนุน

งานวิจัยนี้ใช้ทุนส่วนหนึ่งจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2548 ชื่อโครงการวิจัย การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสม
โดยใช้ถังปฏิกิริยาแบบแยกตะกอนด้วยเยื่อกรอง ร่วมกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง รหัส
โครงการวิจัย ว-ท (ค) 28.48 หัวหน้าโครงการ ดร.มณฑล ฐานุตตมวงศ์