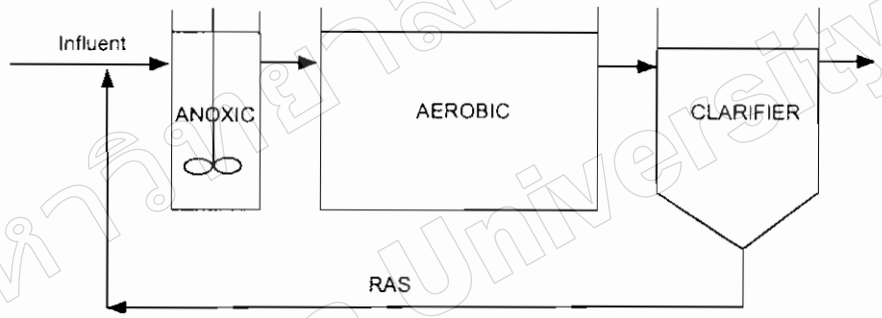
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาเกี่ยวกับค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการเกิดไนตริฟิเคชั่นและอัตราการเกิดไบโอฟิล์มในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS นั้นเข้าสู่สภาวะคงตัวได้อย่างรวดเร็ว การทดลองดำเนินโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียจำลองแบบแอคติเวเต็ทสลัดจ์ที่เรียกว่า Anaerobic/Oxic (A/O) จำนวน 2 ระบบ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic/Oxic (A/O)

ระบบบำบัดน้ำเสียจำลอง

ระบบจำลองจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะตามความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ที่บ่งชี้ในรูปของซีโอดีเท่ากับ 400 mg/L และ 800 mg/L ตามลำดับ

สำหรับการทดลองระยะแรกนั้น ระบบบำบัดน้ำเสียถูกป้อนด้วยสารอินทรีย์บ่งชี้ด้วยค่าซีโอดีเท่ากับ 400 mg/L การทดลองใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย 2 ระบบ

ก. ระบบที่ 1 เรียกว่า ระบบ IFAS 1 มี pH ของน้ำเสียเท่ากับ 7.5

ข. ระบบที่ 2 เรียกว่า ระบบ IFAS 2 มี pH ของน้ำเสียเท่ากับ 8.5

ต่อมาระยะที่ 2 ปริมาณสารอินทรีย์ที่บ่งชี้ในรูปของซีโอดีถูกเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า เท่ากับ 800 mg/L โดยการทดลองมีทั้งหมด 4 ระบบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ก. ระบบที่ 1 เรียกว่า ระบบ AS เป็นระบบ Activated sludge ที่ไม่เติมตัวกลางลงในถังเติมอากาศ ป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่มี pH ของน้ำเสียเท่ากับ 7.5 ทำหน้าที่เป็นระบบควบคุม

ข. ระบบที่ 2 เรียกว่าระบบ IFAS 1 มี pH ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 6.5 มีตัวกลางติดตั้งในถังเติมอากาศ

ค. ระบบที่ 3 เรียกว่าระบบ IFAS 2 มี pH ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 7.5 มีตัวกลางติดตั้งในถังเติมอากาศ

ง. ระบบที่ 4 เรียกว่าระบบ IFAS 3 มี pH ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 8.5 มีตัวกลางติดตั้งในถังเติมอากาศ

ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสามประกอบไปด้วย ถังปฏิกิริยาแอนนอกซิก ถังปฏิริยาเติมอากาศ และถังตกตะกอน โดยแต่ละถังปฏิกิริยามีรายละเอียด ดังนี้

ก. ถังปฏิกิริยาแอนนอกซิก ทำด้วยวัสดุที่เป็นอะคริลิกรูปมีปริมาตรของสลัดจ์เท่ากับ 8.4 ลิตร ระบบมีการติดตั้งใบกวนแบบ Turbine ประเภท 4 ใบพัด จัดทำขึ้นจากวัสดุสแตนเลสเพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำเสีย ใบกวนติดตั้งอยู่ในแนวดิ่งต่อเชื่อมกับมอเตอร์ด้วยแกนหมุนสแตนเลส มอเตอร์ที่ใช้ในระบบ IFAS 1, IFAS 2 และ IFAS 3 มีขนาด 50 รอบต่อนาที

ข. ถังปฏิกิริยาเติมอากาศ ทำด้วยวัสดุที่เป็นอะคริลิกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีปริมาตรของสลัดจ์เท่ากับ 22 ลิตร ระบบมีการติดตั้งหัวทรายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ระบบละ 2 หัว ที่ต่อเชื่อมกับปั๊มเติมอากาศ จำนวน 1 เครื่อง

ค. ถังตกตะกอนของแต่ละระบบทำขึ้นด้วยวัสดุสแตนเลสที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร มีปริมาตรสุทธิเท่ากับ 5 ลิตร มีใบกวาดตะกอนทำด้วยวัสดุสแตนเลสติดตั้งอยู่ก้นถังและต่อเชื่อมอยู่กับมอเตอร์ที่หมุนด้วยความเร็วรอบ 5 รอบต่อนาทีเพื่อกวาดตะกอนลงสู่ก้นถังตกตะกอน และทำการสูบกลับเข้าสู่ถังปฏิกิริยาแอนนอกซิกต่อไป

ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองมีอัตราส่วนการหมุนเวียนตะกอนจุลินทรีย์กลับจากถังตกตะกอน (Recycled Activated Sludge, RAS) เท่ากับร้อยละ 100 ของอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ (1.0Q) ระบบทั้งสองมีตัวแปรอิสระ คือ pH ของน้ำเสียที่ใช้คือ 6.5, 7.5 และ 8.5 ตัวแปรตาม คือ อัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลางในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS, ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ การเกิดไนตริฟิเคชั่น และตัวแปรควบคุมที่เหมือนกัน คือ ระยะกักเก็บทางชลศาสตร์ (Hydraulic Retention Time, HRT) เท่ากับ 8 ชั่วโมง อายุสลัจด์ (Solid

Retention Time) เท่ากับ 6 วัน ควบคุมค่าออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen,DO) ที่ 4-5 mg/L น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำเสียชุมชนเพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมลักษณะของน้ำเสียที่ใช้ตลอดการทดลอง การทดลองจะเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจนของระบบบำบัดน้ำเสียที่มี pH ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 6.5, 7.5 และ 8.5

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบ IFAS จำนวน 3 ระบบ ดังภาพที่ 3-1
2. ตัวกลาง Bioweb® ดังรูปที่ 3.2
2. ตู้เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส
3. เครื่องมือวัด pH (pH Meter)
4. สารเคมีปรับ pH เช่น กรดซัลฟุริคและโซเดียมไฮดรอกไซด์
5. น้ำเสียสังเคราะห์
6. สารเคมีที่ใช้ในการตรวจวัดค่าซีโอดี (COD)
7. เครื่องชั่งสารเคมี (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) (Electronic Balance)
8. ตู้อบความร้อน 105 และ 150 องศาเซลเซียส (Oven)
9. ตู้ดูดควัน (Hood)
10. ชุดสุญญากาศ (Vacuum Pump)
11. โถดูดความชื้น (Dessicator)
12. Automatic Pipette
13. กระดาษกรองใยแก้ว (Membrane glass-fiber filter)
14. เครื่องแก้วต่าง ๆ

ลักษณะของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ตลอดระยะเวลาของการทดลอง เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีลักษณะคล้ายกับน้ำเสียชุมชน น้ำเสียสังเคราะห์ถูกจัดเตรียมโดยใช้สารเคมีประเภทต่าง ๆ และปริมาณสารเคมี ดังแสดงตารางที่ 3-1 ละลายลงในน้ำประปาปริมาตร 75 ลิตร เพื่อป้อนเข้าสู่ระบบด้วยอัตรา 75 ลิตรต่อวัน สารเคมีส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่ใช้ทางการค้ามีความบริสุทธิ์มากกว่า 95% เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการ

เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ ส่วนน้ำตาลทรายได้จัดซื้อจากห้างสรรพสินค้าทั่วไป คุณลักษณะของน้ำเสียสังเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3-1

ทั้งนี้ มีการเติมแร่ธาตุอื่น ๆ เพิ่มเติมในน้ำเสีย ได้แก่ เหล็ก โคบอลต์ ทองแดง โมลิบเดท แมงกานีส และสังกะสี ในปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อวันต่อ 75 ลิตร ของ Stock สารเคมี ซึ่งเตรียมจากสารเคมีดังตารางที่ 3-2 ละลายลงในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร เพื่อเป็นสารอาหารเพิ่มเติมแก่จุลินทรีย์ เนื่องจากการสร้างเซลล์จุลินทรีย์จำเป็นจะต้องใช้ทั้งสารอาหารหลักและรองในการเพิ่มจำนวนเซลล์

ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองระยะที่ 1 ปริมาณสารอินทรีย์ที่บ่งชี้ด้วยค่าซีโอดีเท่ากับ 400 mg/L

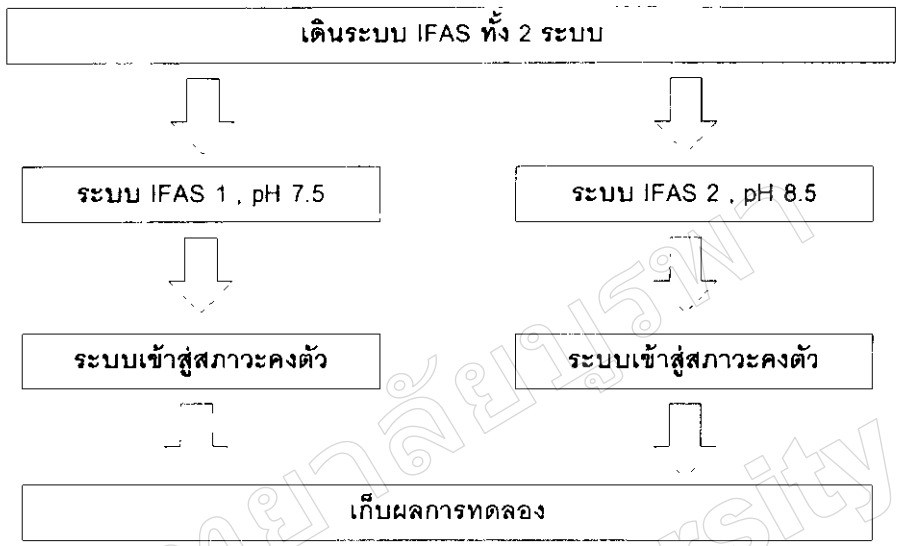
ขั้นตอนที่ 1

การทดลองเริ่มต้นด้วยเติมจุลินทรีย์ที่นำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในเขตตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ใส่ลงในระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองระบบ โดยน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบทั้งสองมี pH ของน้ำเสียเท่ากับ 7.5 หลังจากที่ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady state condition) แล้ว จึงทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ สารอินทรีย์ทั้งหมด (TCOD) สารอินทรีย์ละลายน้ำ (Soluble Chemical Oxygen Demand, SCOD), แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (NH_4^+-N), ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N), ไนไตรท์-ไนโตรเจน (NO_2^--N), ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (Mixed Liquor Volatitle Suspended Solids, MLVSS), ของแข็งแขวนลอย (Mixed Liquor Suspended Solids, MLSS), ความเป็นกรด-เบส (pH), คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในรูปของกลูโคส (Total carbohydrate as glucose), คาร์โบไฮเดรตละลายน้ำในรูปของกลูโคส (Soluble carbohydrate as glucose), โปรตีนทั้งหมด (Total protein), โปรตีนละลายน้ำ (Soluble srotein) ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะนำไปใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองเพื่อการกำจัดสารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจน ผลการทดลองที่ได้จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองในขั้นตอนต่อไป โดยมีแผนผังการทดลองดังภาพที่ 3-2

ขั้นตอนที่ 2

ทำการทดลองต่อจากขั้นตอนที่ 1 โดยใส่ตัวกลางเส้นเชือกถัก Bioweb® ลงไปในถังเติมอากาศในปริมาณ 5 แผ่นต่อระบบ แต่ละแผ่นมีขนาดพื้นที่ (กว้างxยาว) 22x25 ตารางเซนติเมตร ดังภาพที่ 3-3 เดินระบบจนเข้าสู่สภาวะคงตัวอีกครั้งหนึ่ง ตลอดช่วงระยะเวลาที่เดินระบบทั้งสอง ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลานาน 9 สัปดาห์ เพื่อนำไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นเพื่อทราบประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจนที่ช่วงเวลา

ต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองหลังจากใส่ตัวกลางในถังปฏิกิริยาเติมอากาศ แผนผังการทดลองตามขั้นตอนที่ 2 แสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-2 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 1ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 3

หลังจากระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วและ ทำการศึกษา Batch test ในถังปฏิกิริยาเติมอากาศที่มีตัวกลาง Bioweb® ของระบบทั้งสองเพื่อศึกษาอัตราการเกิดไนตริฟิเคชั่นของจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและบนชั้นไบโอฟิล์มในระบบ การทดลองเริ่มต้นโดยหยุดการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้น เติมสารแอมโมเนียมไนโตรเจนและไบคาร์บอเนตลงในถังปฏิกิริยาเติมอากาศเพื่อเพิ่มสภาพด่าง 400 mg/L แก่น้ำเสียป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่า pH จากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นภายใต้สภาวะเติมอากาศ เก็บตัวอย่างน้ำเสียในถังปฏิกิริยาเติมอากาศที่เวลาต่าง ๆ กันเพื่อทำการตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ SCOD, NH_4^+-N, NO_3^--N, NO_2^--N, MLVSS, MLSS, และ pH ผลการทดลองนำไปคำนวนอัตราการเกิดไนตริฟิเคชั่นของจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและเป็นไบโอฟิล์ม หลังจากนั้น ปิดการเติมอากาศในถังปฏิกิริยาเติมอากาศ เติมสารอินทรีย์พร้อมทั้งสารไนเตรทไนโตรเจนเพิ่มเติมลงในถังปฏิกิริยาเติมอากาศเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชั่นภายใต้สภาวะแอนนอกซิกในถังปฏิกิริยาเติมอากาศ (Denitrification in aerobic zone)

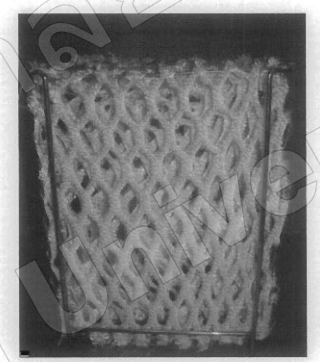
ตารางที่ 3-1 คุณลักษณะของน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี	ระยะที่ 1		ระยะที่ 2			
	IFAS 1	IFAS 2	AS	IFAS 2	IFAS 3	IFAS 4
Sucrose (mg/L)	253.4		506.7			
CH_3COONa (mg/L)	320		640			
NH_4Cl (mg/L)	160		320			
K_2HPO_4 (mg/L)	32.4					
KH_2PO_4 (mg/L)	16					
$NaHCO_3$ (mg/L)	266.7					
$MgCl_2.6H_2O$ (mg/L)	200	200	200	200	200	200
$CaCl_2.2H_2O$ (mg/L)	437.3	437.3	437.3	437.3	437.3	437.3
Total Chemical Oxygen Demand (TCOD), mg COD/L	449±30	451±31	785±5	789±6.9	788±2.67	789±2.44
Applied COD Loading, g.COD/day	30.08	30.22	52.6	52.86	52.8	52.86
Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), mg N/L	43.8±2.6	43.5±2.3	75.17±1.16	75.39±0.6	74.74±0.57	74.33±0.44
Applied Nitrogen Loading, g N/day	2.93	2.91	5.04	5.05	5.01	4.98
C/N Ratio (Mass Ratio)	10.27	10.38	10.44	10.47	10.54	10.61
pH	7.5	8.5	7.5	6.5	7.5	8.5

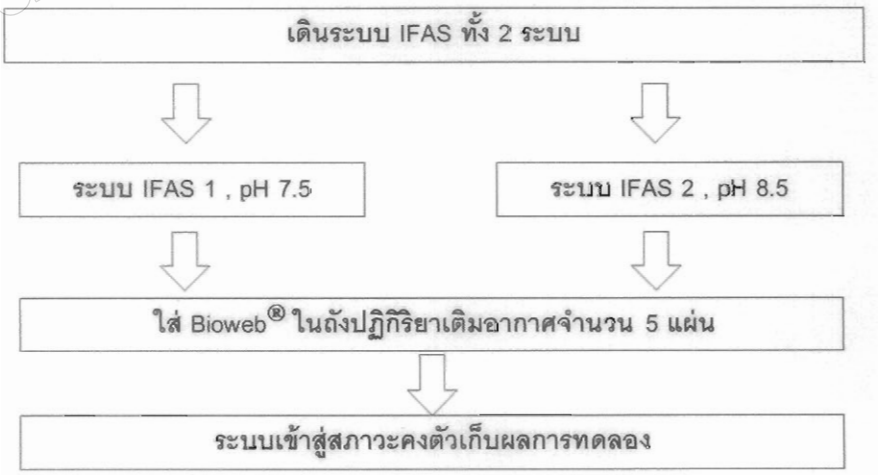
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-2 สารเคมีที่ใช้เตรียมสารอาหารเพิ่มเติมในปริมาตร 1 ลิตร

สารเคมี	ปริมาณ (g)
$ZnSO_4.7H_2O$	50
$MnCl_2.4H_2O$	50
$(NH_4)_6Mo7O_{24}$	10
$CoCl_2.6H_2O$	10
$CuSO_4.5H_2O$	10
$FeSO_4.7H_2O$	10



ภาพที่ 3-3 ตัวกลาง Bioweb® ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย IFAS 1และ 2



ภาพที่ 3-4 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 3-5 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 1 ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ต่อมา จะทำการศึกษา Batch test เพื่อศึกษาอัตราการเกิดไนตริฟิเคชั่นของจุลินทรีย์เฉพาะตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยในระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองระบบ โดยนำตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยจากถังเติมอากาศทั้งสองระบบมาใส่ในถังปฏิกรณ์ขนาดเล็ก ดังภาพที่ 3-5 ทำการเติมสารแอมโมเนียมไนโตรเจนและไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มสภาพด่างให้เพียงพอแก่น้ำเสีย ทำการเติมอากาศด้วยปั๊มลมขนาดเล็กและเก็บตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ กัน เพื่อนำไปตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ SCOD, NH_4^+-N, NO_3^--N, NO_2^--N, MLVSS, MLSS, และ pH นำผลการทดลองไปคำนวณอัตราการเกิดไนตริฟิเคชั่นของจุลินทรีย์เฉพาะที่แขวนลอยในระบบ ต่อมา หยุดเติมอากาศแต่มีการกวนผสมด้วยมอเตอร์ที่ติดตั้งใบกวนแนวดิ่ง เพิ่มปริมาณของซีโอดีและไนเตรทไนโตรเจนเป็นสองเท่า เพื่อศึกษาอัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชั่นของจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในระบบ แผนผังการทดลองตามขั้นตอนที่ 4 แสดงดังภาพที่ 3-6

ภาพที่ 3-6 ชุดอุปกรณ์การทำ Batch Tests

นำอัตราการเกิดไนตริฟิเคชั่นและดีไนตริฟิเคชั่นที่คำนวณได้จากถังปฏิกิริยาเติมอากาศมาหักลบออกจากอัตราที่คำนวณได้ในชุดทดลอง Batch test เพื่อทราบอัตราการเกิดไนตริฟิเคชั่นและดีไนตริฟิเคชั่นของจุลินทรีย์บนชั้นไบโอฟิล์ม

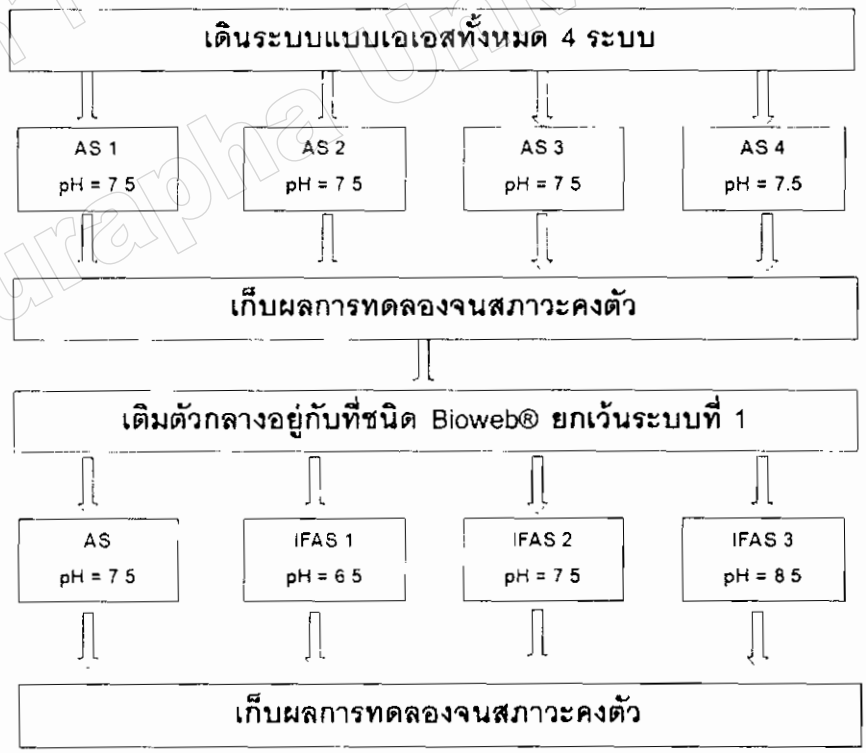
ภาพที่ 3-7 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 1 ขั้นตอนที่ 4

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทดลองระยะที่ 2 ปริมาณสารอินทรีย์ที่บ่งชี้ด้วยค่าซีโอดีเท่ากับ 800 mg/L

ขั้นตอนที่ 1

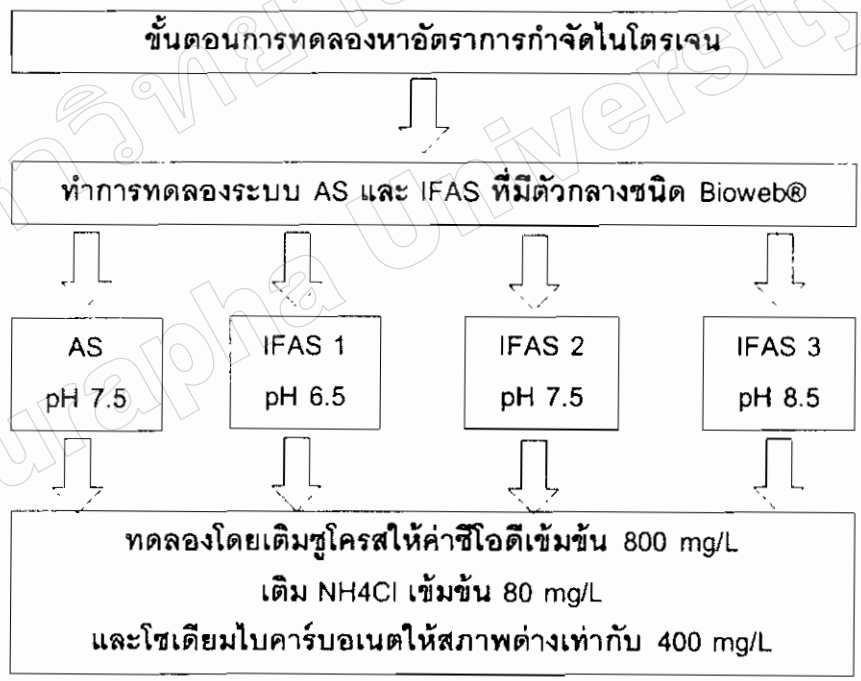
เดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคติเวดเต็จสลัดจ์ทั้ง 4 ระบบโดยให้ pH ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบทั้งหมดเท่ากับ 7.5 ทำการเก็บตัวอย่างจากถังปฏิกิริยาต่าง ๆ เพื่อนำไปตรวจสอบการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบบำบัดน้ำเสีย ตัวอย่างถูกนำไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ สารอินทรีย์ทั้งหมด (TCOD) สารอินทรีย์ละลายน้ำ (SCOD), แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N), ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^--N), ไนไตรท์ไนโตรเจน (NO_2^--N), ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (MLVSS), ของแข็งแขวนลอย (MLSS), ความเป็นกรด-เบส (pH), คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในรูปของกลูโคส (Total carbohydrate) คาร์โบไฮเดรตละลายน้ำในรูปของกลูโคส (Soluble carbohydrate as glucose) โปรตีนทั้งหมด (Total protein) โปรตีนละลายน้ำ (Soluble protein) ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะนำไปใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองเพื่อการกำจัดสารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจน ผลการทดลองที่ได้จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองในขั้นตอนต่อไป โดยมีแผนผังการทดลองแสดงดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-8 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 2 ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

ทำการทดลองต่อจากขั้นตอนที่ 1 โดย ทำการใส่ตัวกลางเส้นเชือกถัก Bioweb® ลงไปในถังเติมอากาศทุกระบบในปริมาณ 4 แผ่นต่อระบบ ยกเว้นระบบที่ 1 แต่ละแผ่นมีขนาดพื้นที่ (กว้าง x ยาว) 22x25 ตารางเซนติเมตร และปรับค่า pH ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 7.5, 6.5, 7.5 และ 8.5 ตามลำดับ โดยที่ระบบนี้ ถูกเรียกว่าระบบ IFAS ยกเว้นระบบที่ 1 เดินระบบจนเข้าสู่สภาวะคงตัวอีกครั้งหนึ่ง ตลอดช่วงระยะเวลาที่เดินระบบทั้งสอง เก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นเพื่อทราบประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจนที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองหลังจากใส่ตัวกลางในถังปฏิกิริยาเติมอากาศ สามารถนำผลการทดลองไปกำหนดหาอัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลาง Bioweb® แผนผังการทดลองแสดงดังภาพที่ 3-9

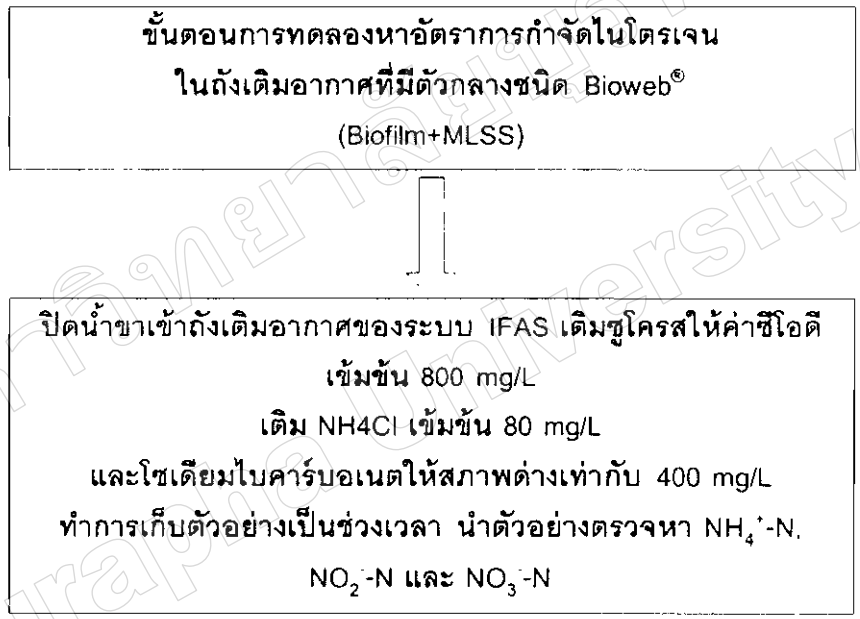


ภาพที่ 3-9 แผนผังการทดลองขั้นตอนที่ 2 ของการทดลองระยะที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

หลังจากระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วทำการเก็บผลการทดลองและเริ่มทำการทดลองเพื่อหาอัตราการกำจัดไนโตรเจนในถังเติมอากาศทั้ง 4 ระบบ ทำการทดลองโดยปิดน้ำเข้าถังเติมอากาศ

ทั้ง 4 ระบบเติมสารเคมีแอมโมเนียมคลอไรด์ลงในถังเติมอากาศทั้ง 4 ระบบให้ได้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนให้เท่ากับ 80 mg N/L และเติมซูโครสเกรดการค้าให้ได้ปริมาณสารอินทรีย์ที่บ่งชี้ในรูปของซีโอดีเท่ากับ 800 mg COD/L โดยตลอดการทดลองต้องเติมอากาศให้ระบบตลอดเวลา เริ่มเก็บตัวอย่างนาทีที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 8 ตามระยะเวลาของระยะเวลากักเก็บทางชลศาสตร์ โดยจะเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ แอมโมเนียมไนโตรเจน, ไนไตรท์ไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประสิทธิภาพของจุลินทรีย์บนชั้นไบโอฟิล์มและในตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย แผนผังการทดลองแสดงดังภาพที่ 3-9

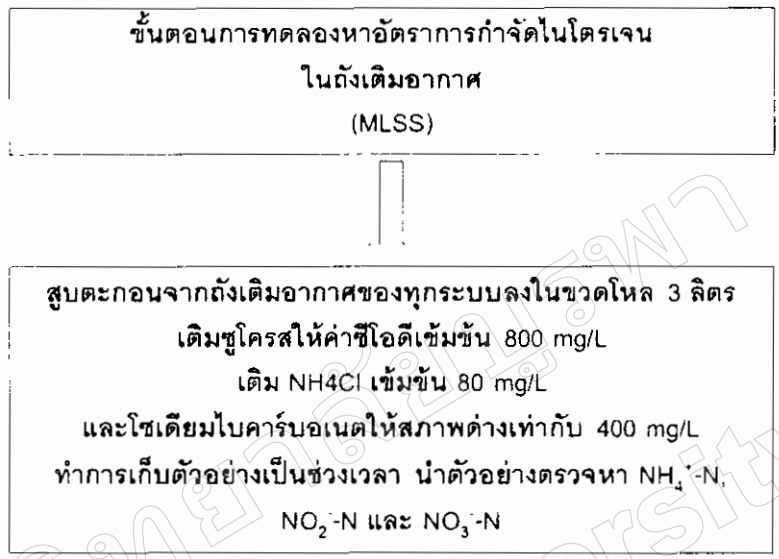


ภาพที่ 3-10 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 2 ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ทำการทดลองแบบ Batch test ต่อเนื่องจากตอนที่ 3 โดยนำตะกอนสลัดจ์ที่สูบออกจากถังเติมอากาศทุกวันปริมาณ 3 ลิตรนำมาใส่ในโหลแก้วโดยมีใบกวนกวนผสมอยู่ตลอดเวลา เติมแอมโมเนียมคลอไรด์จนได้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเท่ากับ 80 mg/L และเติมซูโครสเกรดการค้าให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่บ่งชี้ในรูปของซีโอดีเท่ากับ 800 mg/L ตลอดเวลา เริ่มเก็บตัวอย่างนาทีที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 8 ตามระยะเวลาของระยะเวลากักเก็บทางชลศาสตร์ โดยจะเก็บ

ตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ แอมโมเนียมไนโตรเจน, ไนไตรท์ไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในตะกอนแขวนลอย แผนผังการทดลองแสดงดังภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-11 แผนผังการทดลอง ของการทดลองระยะที่ 2 ขั้นตอนที่ 4

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย

หลังจากเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองที่มีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแล้วมีการเก็บตัวอย่างของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ตัวอย่างที่อยู่ในถังปฏิกิริยาแอนนอกซิก ถังปฏิกิริยาเติมอากาศ และน้ำใสที่อยู่ในถังตกตะกอน เพื่อตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นระยะ ได้แก่ Total Chemical Oxygen Demand (TCOD), Soluble Chemical Oxygen Demand (SCOD), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Mixed Liquor Volatile Suspended Solids (MLVSS), Sludge Volume Index (SVI), และ Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS) ตามวิธีการของ Standard Methods (APHA, 1995) ส่วน Nitrate Nitrogen (NO_3^--N), Nitrite Nitrogen (NO_2^--N), Ammonium Nitrogen (NH_4^+-N), Soluble Phosphate (PO_4^{3-}-P) นั้นจะตรวจวัดด้วยเครื่อง Multiparameter Photometer (ผลิตโดย Hanna® Instruments รุ่น HI 83205-2008) ซึ่งใช้วิธีการ Nessler, Ferrous Sulfate, Cadmium Reduction, และ Amino Acid สำหรับการตรวจวัด Ammonium Nitrogen, Nitrite Nitrogen, Nitrate Nitrogen และ Phosphate ตามลำดับ Dissolved Oxygen (DO) ตรวจวัดด้วยเครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ Eutech รุ่น CyberScan DO 110 ค่า pH ตรวจวัดด้วย

เครื่อง CyberScan pH 510 การตรวจวัด Ammonium Nitrogen, Nitrite Nitrogen, Nitrate Nitrogen และ Phosphate จะทำการตรวจซ้ำโดยใช้เครื่อง Ion Chromatography รุ่น Dionex LC-20 และ Dionex ASRS

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University