

อุปกรณ์และวิธีการ

การดำเนินการวิจัยจะดำเนินการ โดยใช้แบบจำลองขนาดห้องปฏิบัติการ Lab-scale ซึ่งเป็นถังปฏิกริยาทางชีวภาพที่ขนาดความจุ 10 ลิตร ทำจากพลาสติกซึ่งภายในบรรจุเชื้อราขาวชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 ถังปฏิกริยามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 220 มม. ความสูง 360 มม. ทำงานร่วมกับเยื่อกรองละเอียดขนาด 20 ไมครอน (μm) ที่เชื่อมต่อเข้ากับท่อน้ำออกภายในถังปฏิกริยา ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีวิจัยดังนี้

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่

1 ถังแบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัย (Reactor)

ถังแบบจำลองที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นแบบจำลองขนาดห้องปฏิบัติการ (Lab Scale) เป็นถังปฏิกรณ์ขนาดความจุ 10 ลิตร ทำจากพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 220 มม. ความสูง 160 มม. การกวนผสมในลักษณะกวนทั่วถึง (Completed Mixed) ด้วยการเติมอากาศและทำการแยกระหว่างของแข็งกับของเหลวออกด้วยเยื่อกรองละเอียดทำจากวัสดุไนลอน (Nylon) ผสมกับโพลีเอทิลีน (Polyethelene, PE) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 425 มม. สูง 120 มม. เป็นกระบอกซึ่งภายนอกบุเยื่อกรองขนาด 20 ไมครอน (μm) ที่เชื่อมต่อเข้ากับท่อน้ำออกจากถังปฏิกรณ์ทำ

2 เครื่องเติมอากาศ (Aeration)

3 หัวให้ฟองอากาศ (Diffuser)

4 ถังพักน้ำเสีย (Storage Tank)

ถังพักน้ำเสียที่จะสูบเข้าระบบใช้ถังพลาสติกขนาด 30 ลิตร ใช้ถังพักน้ำเสียที่ออก (Permeate Tank)จากระบบเป็นถังพลาสติกขนาด 30 ลิตร

6 แผงวงจรเป็นตัวควบคุมการทำงานถึงปฏิกรณ์ (Electrical Control)

7 น้ำเสียที่ใช้ในการทำวิจัย

ใช้น้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอคทีฟดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยทำการควบคุมพีเอชในช่วง 4.0-5.0 ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและเร่งให้เกิดการสร้างกิจกรรมโดยปล่อยเอนไซม์เพื่อย่อยสลายสีย้อมของเชื้อราขาว

8 เชื้อราอ้างอิง

ใช้เชื้อราขาว (White Rot Fungi) ชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 ซึ่งเชื้อราสายพันธุ์ดังกล่าวได้จากหน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย คลองห้า ปทุมธานี ในรูปผงแห้ง (Lyophilized Powder) นำมาเพาะเชื้อบนจานอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ตามวิธีที่คู่มือแจ้งไว้และเก็บเชื้อบริสุทธิ์ในหลอดวุ้นเยือก Potato Dextrose Broth (PDB) ซึ่งทำการขยายเชื้อราจากหลอดวุ้นเยือกและจานเพาะเชื้อ ทำการเขี่ยเชื้อลงในอาหารเหลวสูตร Kirk's Basal Salt Medium ดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของสารอาหารที่เชื้อราชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 ปริมาณใส่สารอาหารในถังปฏิกรณ์ 10 ลิตร สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อของ Kirk's Basal Salt Medium

สารที่ใช้	ความเข้มข้นของสารละลาย (g / l)
Glucose	0.5
Ammonium Tartanate	0.22
KH_2PO_4	0.2
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.05
CaCl_2	0.01
Trace element ^(a)	
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.08
H_2MoO_4	0.05
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.07

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สารที่ใช้	ความเข้มข้นของสารละลาย (g / l)
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	0.05
$\text{Zn SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.043
Ractive Blue A 13	30 ppm

หมายเหตุ (a) 2,2' -dimethylsuccinic acid ปรับ pH ให้ได้ 4.5

ที่มา : Kim et al. 2004

9 ถังปฏิกริยา (Reactor)

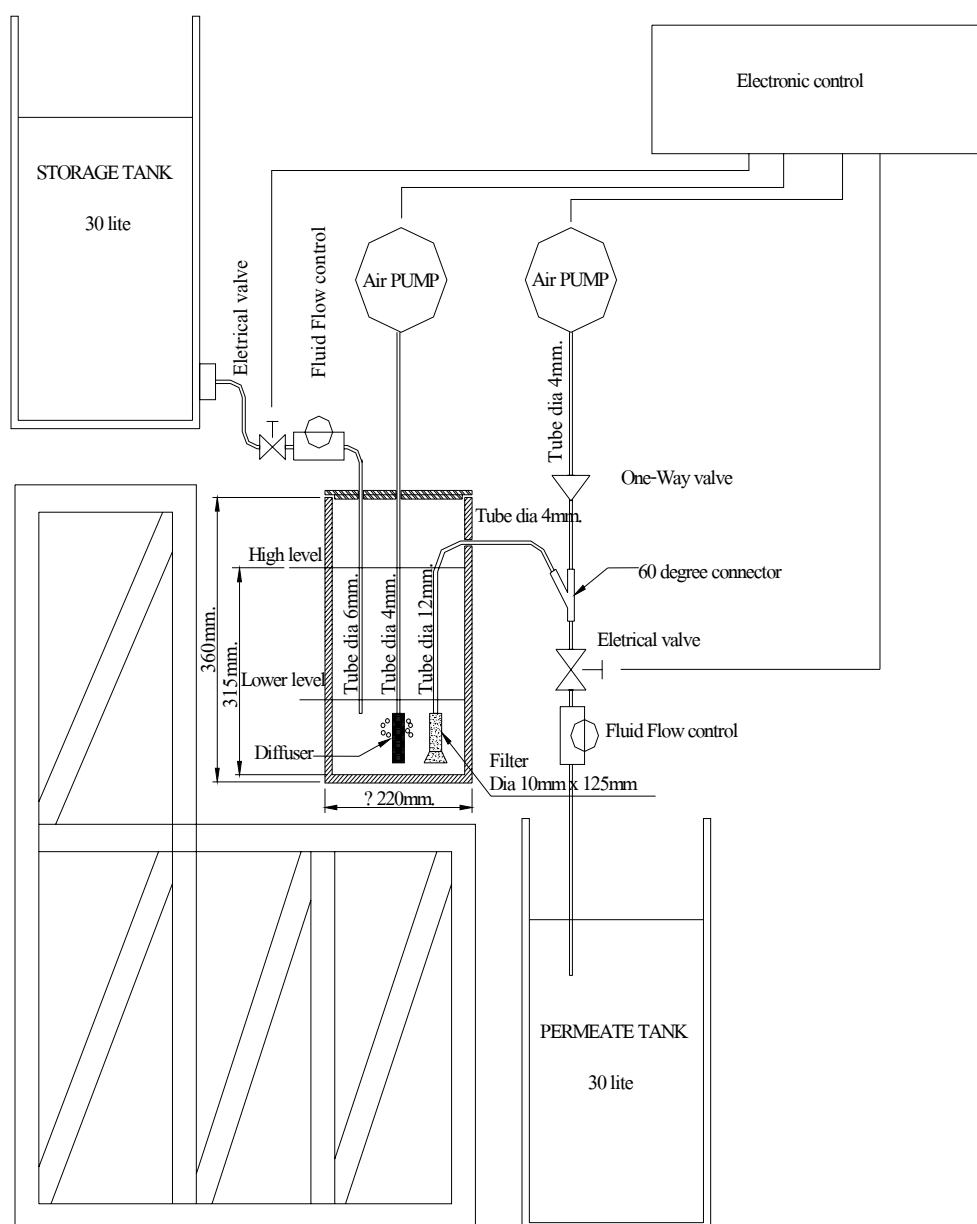
เป็นถังปฏิกริยาขนาดความจุ 10 ลิตร ทำจากแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 220 มม. ความสูง 360 มม. ซึ่งภายในบรรจุเยื่อกรอง ขนาด 20 ไมครอนที่เชื่อมต่อเข้ากับท่อน้ำออกจากถังปฏิกริการายละเอียดของถังปฏิกริการังแสดงในภาพที่ 6 และ 7

10 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

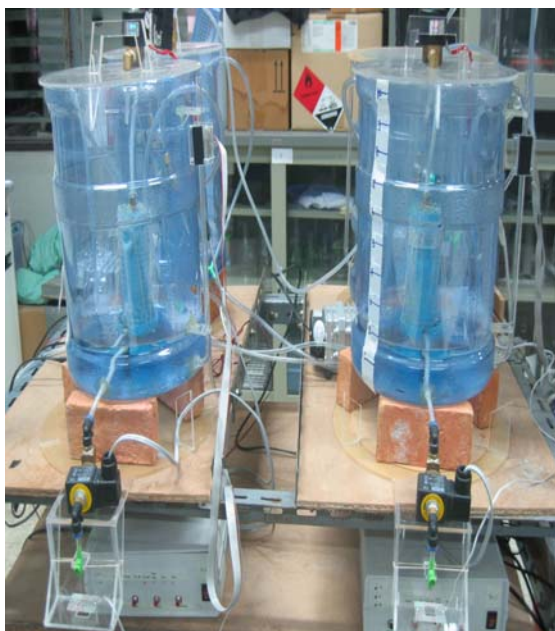
ใช้น้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอคทีฟบลู-เอ 13 ซึ่งเป็นน้ำเสียสังเคราะห์เพื่อนำมาใช้เตรียมทดลองการทดลอง ซึ่งการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์มีการเตรียมดังตารางที่ 5 ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำให้อยู่ในช่วง 4.0-5.0 เฉลี่ยประมาณ 4.5 สภาวะที่เหมาะสมของเชื้อรา

11 เชื้อราอ้างอิงที่ใช้ในงานวิจัย

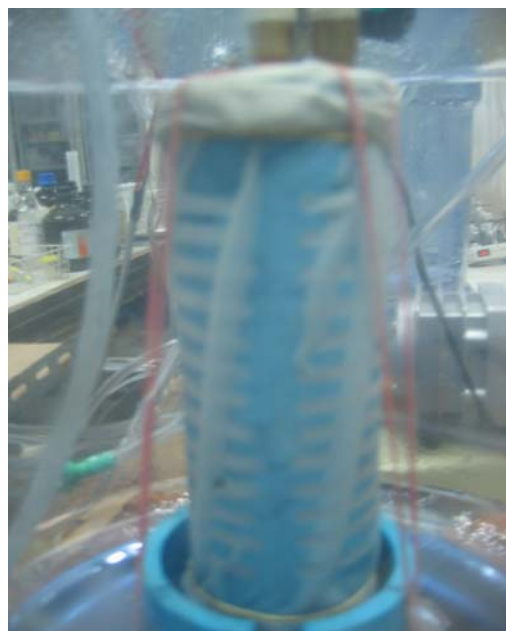
ใช้เชื้อราขาวชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 ซึ่งเชื้อราสายพันธุ์ดังกล่าวได้จากหน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย คลองห้า ปทุมธานี ในรูปผงแห้ง (Lyophilized Powder) นำมาเพาะเชื้อบนจานอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ตามวิธีที่คู่มือแจ้งไว้และเก็บเชื้อบริสุทธิ์ในหลอดวุ้นเยือก Potato Dextrose Broth (PDB)



ภาพที่ 6 ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย



ก. (ภาพถ่ายถังปฏิกิริยา)



ข. (กระบอกเชื่อมต่อกรองละเอียดจมตัว)



ค. (ทางน้ำเข้าถึงปั๊มน้ำเสีย)



ง. (ทางน้ำออกและถึงปั๊มน้ำออก)

ภาพที่ 7 ตำแหน่งเติมน้ำเข้าและทางน้ำออกถึงปฏิกิริยาชีวภาพที่มีเชือกกรองละเอียดจมตัว

วิธีการ

1. การขยายเชื้อราขาว (White Rot Fungi)

การขยายเชื้อราขาว ชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 เพื่อนำมาใส่ในถังปฏิกริยา ทำได้ดังนี้คือ

1.1 ทำการนำเชื้อราในรูปผงแห้ง (Lyophilized powder) มาเพาะเชื้อบนจานอาหาร potato dextrose agar (PDA) ดังแสดงในภาพที่ 8 บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5 วัน เมื่อมีเส้นใยเจริญให้ใช้ใบมีดปลอดเชื้อตัดส่วนเส้นใยบริเวณปลายที่ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้ออื่นไปวางในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ที่บรรจุสารอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Potato Dextrose Broth (PDB) ปลอดเชื้อปริมาตร 50 มล. ซึ่งจากขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. จะเลี้ยงเชื้อราได้ ประมาณ 1 กรัม-น้ำหนักแห้งของเชื้อรา จากนั้นนำขวดรูปชมพู่ไปทำการเขย่าที่อัตราเร็ว 120 รอบต่อนาที(rpm) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วันเพื่อให้เชื้อราเจริญเติบโตอย่างเต็มที่

1.2 เมื่อครบ 7 วัน นำเชื้อรามาใส่ในถังปฏิกริยาที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Kirk's Basal Salt Medium ซึ่งเชื้อราที่นำมาขยายในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือนเชื้อราสามารถเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวได้ดังแสดงในภาพที่ 8

1.3 ตรวจวัดการย่อยสลายสี มีวิธีการวัดค่าอัตราการดูดซับสีในช่วงค่าสีน้ำเงิน (Absorbance, Abs.)



ก. เชื้อราชนิด *T versicolor* TISTR 3326 บนอาหารแข็ง PDA และ PDB



ข. เชื้อราเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวระยะเวลา 1 เดือน

ภาพที่ 8 ขั้นตอนในการขยายเชื้อจากอาหารแข็งไปยังอาหารเหลว

2. แผนงานโดยรวมในการวิจัย

แผนงานโดยรวมในการวิจัย แสดงไว้ดังภาพที่ 9

ระยะที่ 1 (Batch Reactor) ไม่มีเชื้อกรองละเอียด

ครั้งที่ 1 ประกอบด้วย ดังที่ 1 (ไม่มีเชื้อรา) และดังที่ 2 (มีเชื้อรา)

ครั้งที่ 2 ประกอบไปด้วยดังที่ 2 (มีเชื้อรา)

- การทดลองแบบ Batch มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดชีโอดีและความเข้มข้นของเชื้อราว่าเชื้อรามีความสามารถในการบำบัดได้มากน้อยเพียงใด
- เป็นพื้นฐานในการออกแบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีเชื้อกรองละเอียดจมตัวที่มีการไหลน้ำเข้าแบบต่อเนื่องต่อไป

ภาพที่ 9 แผนการวิจัยโดยภาพรวม

ระยะที่ 2 (MBR-CSTR)

ทำการทดลองโดยถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีเยื่อกรองละเอียดจมตัวที่มีการเติมน้ำเสียเข้า

แบบต่อเนื่อง (Microfilter Bioreactor –Continuous Stirred Tank Reactor)

กำหนด ควบคุมค่า MLSS = 500 มก./ล. และถังปฏิกรณ์ที่ 1, 2 และ 3 ควบคุมค่า F/M=1.2, 2.4 และ 3.6 ตามลำดับ

การทดลองที่ 1 ประกอบด้วย 3 ถังปฏิกรณ์ เรียกว่า ช่วงเริ่มเดินระบบ (Start Up)

การทดลองที่ 2 ประกอบด้วย 3 ถังปฏิกรณ์ เรียกว่า ช่วงเชื้อทำความคุ้นเคยระบบ

การทดลองที่ 3 ประกอบด้วย 3 ถังปฏิกรณ์ เรียกว่า ช่วงสภาวะคงที่ (Steady State)

- การทดลองแบบ CSTR มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดชีโอดีและความเข้มข้นของเชื้อราและศึกษาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์

ระยะที่ 3 (MBR-SBR)

ทำการทดลองโดยถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีเยื่อกรองละเอียดจมตัวที่มีการเติมน้ำเสียเข้าแบบกึ่ง

ต่อเนื่อง (Microfilter Bioreactor –Sequencing Batch Reactor)

กำหนด MLSS = 500 มก./ล. และถังปฏิกรณ์ที่ 1, 2 และ 3 ควบคุมค่า F/M=1.2, 2.4 และ 3.6 ตามลำดับ

- การทดลองแบบ SBR มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดชีโอดีและความเข้มข้นของเชื้อรา

ภาพที่ 9 (ต่อ)

2.1 เริ่มต้นทำการวิจัย

2.1.1 การวิจัยเบื้องต้นชุดการทดลองระยะที่ 1 ถังปฏิกรณ์ทีละเท (Batch Reactor)

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการบำบัดชีโอมรีแอกทีฟของน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้เชื้อราเบสิดิโอไมไซค์ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบทีละเทซึ่งไม่มีเยื่อกรองละเอียด ในสภาวะควบคุมที่เหมาะสม คือ พีเอช (pH) 4.0-5.0, ค่าออกซิเจนละลาย (DO) 2 มก./ล. เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์และชีโอมรีในน้ำเสียสังเคราะห์ ในการวิจัยแบ่งเป็นชุดการทดลองแบบทีละเท

ดังนั้นคือเบื้องต้นแบบทีละ การทดลองเบื้องต้นครั้งที่ 1 และ 2 ถึงปฏิกิริยาไม่มีเชื้อกรองจมตัว ปริมาตร 6 ลิตร การทดลองครั้งที่ 1 เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีโอดี (COD) 532 มก./ล., ค่าความเข้มข้นรีแอคทีฟบลู เอ 13 (Concentration Reactive Blue A 13) 30 มก./ล., ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (MLSS) 700 มก./ล.และครั้งที่ 2 เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีโอดี 172 มก./ล., ค่าความเข้มข้นรีแอคทีฟบลู 30 มก./ล., ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน 380 มก./ล.

2.1.2 การทดลองระยะที่ 2 ถึงปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง (Microfilter Bioreactor –Continuous Stirred Tank Reactor, MBR-CSTR)

ทำการทดลองโดยถึงปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีเชื้อกรองละเอียดจมตัวโดยทำการเติมน้ำเสียเข้าแบบต่อเนื่อง (Microfilter Bioreactor –Continuous Stirred Tank Reactor, MBR-SBR) ใช้ถึงปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร ปริมาตรใช้จริงเท่ากับ 8 ลิตรทำการวิจัยหาค่าจลนพลศาสตร์ของเชื้อรา *Trametes versicolor* TISTR 3326 ภายในถึงปฏิกรณ์โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์สื้อมป้อนน้ำเสียเข้าแบบต่อเนื่องเข้าถึงปฏิกรณ์ที่มีเชื้อกรองละเอียดแบบจมตัว โดยมิวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของเชื้อราชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 กำหนดให้ปริมาณภาระบรรทุกความเข้มข้นของสื่อหน่วยวัดปริมาณที่ช่วงค่าความเข้มข้นประมาณ 30 มก.เท่านั้น ทุกถึง ควบคุมค่า MLSS ภายในถึงเท่ากับ 500 มก./ล. และถึงปฏิกิริยาที่ 1, 2 และ 3 ควบคุมค่า F/M เท่ากับ 1.2, 2.4 และ 3.6 ตามลำดับ

2.1.2.1 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ที่จะทำการศึกษาดังนี้คือ

1) อัตราการใช้อาหารสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนักของจุลินทรีย์ (Maximum Rate of Substrate Utilization per Unit Weight of Microorganism; $k, \mu_{\max}$)

2) ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียเมื่อมีการกินอาหารเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราสูงสุด (Half Velocity Coefficient, K_s)

3) อัตราการเพิ่มจุลินทรีย์ (Yield Coefficient, Y)

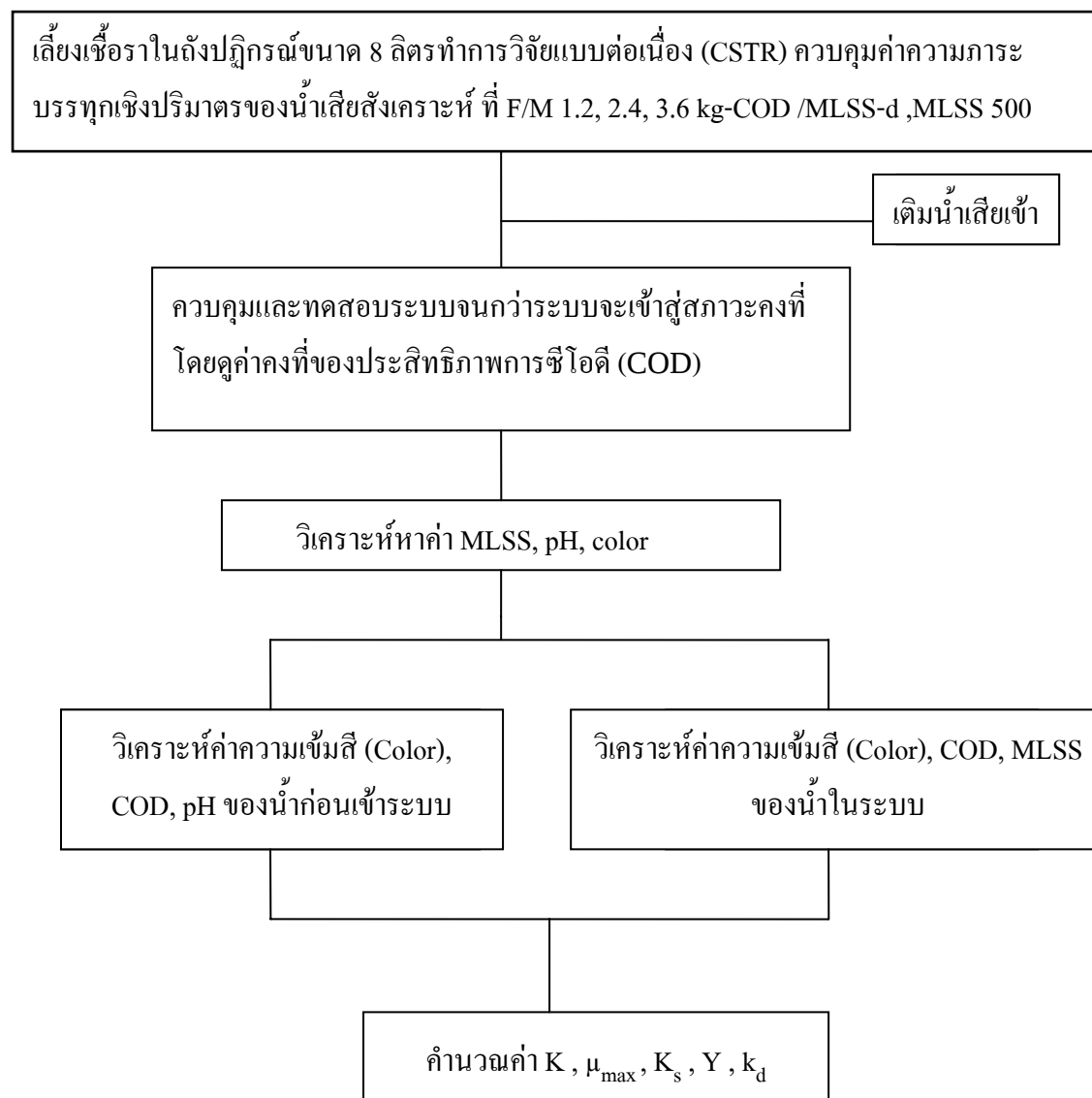
4) อัตราการตายของจุลินทรีย์ (Microorganisms Decay Coefficient, k_d)

2.1.2.2 การเพาะเลี้ยงเชื้อราให้คุ้นเคยกับน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เชื้อรากຸ້ນเคยและเพิ่มปริมาณมากขึ้นในน้ำเสียสังเคราะห์สี่ข้อมรแอกทีฟบลู เอ 13 โดยเริ่มต้นทำการนำน้ำเสียสังเคราะห์มาเติมอากาศในถังปฏิกริยาที่มีเชือกรองละเอียดแบบจมตัวทำการเติมอากาศตลอดเวลาโดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรทิ้งไว้ 0.5 วัน ค่าพีเอชเท่ากับ 4.0-5.0 ตลอดทั้งการทดลอง จากนั้นปล่อยให้น้ำเสียออกผ่านท่อน้ำออก จากนั้นเติมน้ำเสียใหม่โดยมีปริมาตรเท่าเดิม ทำการเติมอากาศอย่างต่อเนื่องจนได้ค่า MLSS ประมาณ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวัดค่าคือค่าความข้มสีโดยวัดค่าการดูดซับสีในช่วงค่าความยาวคลื่นค่าหนึ่งของสีแต่ละชนิด, ซีไอดี, MLSS, pH, DO ซึ่งตารางในการทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 และภาพที่ 10

ตารางที่ 5 ค่าตัวแปรที่ทำการศึกษาวิจัยในถังปฏิกรณ์ที่มีเชือกรองละเอียดจมตัวน้ำเสียเข้าต่อเนื่องโดยใช้เชื้อรา มีขนาด 8 ลิตร ที่ปริมาณ MLSS 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

เวลากักเก็บ (วัน)	อัตราการไหล (ลิตรต่อวัน)	COD เข้าระบบ (มก./ล)	F/M ratio (kgCOD/kgMLSS-d)	ค่าภาระบรรทุกทุกเชิง ปริมาตร (kgCOD/m ³ -d)	ความข้มสี (มก./ล.)
1	8.00	100	1.2	0.1	33
	8.00	300	2.4	0.3	33
	8.00	600	3.6	0.6	33



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการวิจัยหาค่า k , $\mu_{\max}$, K_s , Y , k_d

2.1.2.3 การหาสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของเชื้อรา

ก. การวิเคราะห์หาค่า k และ K_s

ในการหาค่า k และ K_s ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ คือ ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ (S_0 , mg/l) ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ใน

ระบบ (S_0 , mg/l) ค่าความเข้มข้นของ MLSS (X , mg/l) และเวลาเติมอากาศ (HRT,d) Metcalf and Eddy. (1991) ได้เสนอสมการการคำนวณไว้ดังนี้

$$X \cdot \text{HRT} / (S_0 - S) = K_s + kS + (1/k)$$

จากสมการหาค่า k และ K_s ขั้นตอนการทดลองเป็นดังนี้คือ นำน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอคทีฟบลู เอ 13 มาใส่ในถังปฏิกรณ์ขนาด 8 ลิตร ที่ภายในมีเชื้อราชนิด *Trametes versicolor* TISTR 3326 ที่ถูกเลี้ยงไว้ภายใต้อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว มีการเติมอากาศและทำการทดลองหาค่า COD จนเมื่อสามารถควบคุมระบบให้อยู่ในสภาวะเสถียรหรือสภาวะคงที่แล้วจึงเริ่มทำการทดลองหาค่า k และ K_s ดังนี้

- วิเคราะห์หาค่า BOD ในน้ำที่เข้าสู่ระบบ (S_0 , mg/l)
- วิเคราะห์หาค่า BOD ในน้ำที่ออกจากระบบ (S , mg/l)
- วิเคราะห์หาค่า MLSS ในถังปฏิกรณ์ (X , mg/l)
- คำนวณหาเวลาเติมอากาศ (HRT, day)

ข. การวิเคราะห์หาค่า Y และ K_d

การวิเคราะห์หาค่า Y ซึ่งหมายถึง ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ MLSS ที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณการทำลายสารอินทรีย์หรือ

ซึ่งข้อมูลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ค่า S , S_0 และค่า MLSS ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างช่วงระยะเวลาการเติมอากาศ (MLSS initial – MLSS final)

ส่วนการวิเคราะห์ค่า K_d หรืออัตราการตายของจุลินทรีย์ เป็นการหาปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ลดลงเทียบกับเวลา

ค. การศึกษาประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์

การศึกษาประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ จะมีค่าตัวแปรที่ต้องทำการศึกษา 2 ตัว คือ ระดับความเข้มข้นของ COD และความเข้มข้นของสีย้อม จากปริมาณ COD ที่วัดได้จริงๆจากการศึกษาระดับความเข้มข้นของ COD จะทำเพื่อหาค่า F/M ratio ที่เหมาะสมภายในถัง และค่าความเข้มข้นของสีที่วัดได้นั้นเพื่อหาค่า F/M ratio ที่เหมาะสมในระบบบำบัดที่เป็นถังปฏิกรณ์ที่มีเยื่อกรองละเอียดจนตัวโดยใช้เชื่อนานี้จะทำการดำเนินการวิจัยไปพร้อมกับการหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์และหาค่าการะบรทุกความเข้มข้นสีย้อมที่เชื่อนานี้จะรับได้โดยมีประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอซึ่งขั้นตอนในการหาค่ามีดังภาพต่อไปนี้

2.1.3 การทดลองระยะที่ 3 ถังปฏิกรณ์แบบกึ่งต่อเนื่อง (Microfilter Bioreactor-Sequencing Batch Reactor, MBR-SBR)

ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของถังปฏิกรณ์ที่มีเยื่อกรองละเอียดจนตัว โดยมีการป้อนน้ำเสียเข้าถังปฏิกรณ์แบบกึ่งต่อเนื่อง (Microfilter Bioreactor- Sequencing Batch Reactor, MBR-SBR) ตารางในการดำเนินระบบแบบเอสบีอาร์ได้แสดงดังตารางที่ 6 เป็นตารางที่แสดงการดำเนินระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดชีโอดีและความเข้มข้นจากถังปฏิกรณ์ ซึ่งระบบเอสบีอาร์มีการเติมน้ำเสียเข้าแบบกึ่งต่อเนื่องโดยทำการเติมน้ำเสียเข้าทุก 4 ชั่วโมง เริ่มเติมน้ำเสียสังเคราะห์เข้าไปทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเข้าระบบ เมื่อครบ 4 ชั่วโมง จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดเพื่อวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทำการปล่อยน้ำออกให้หมดต่อจากนั้นนำน้ำเสียใส่เข้าไปใหม่เพื่อเริ่มระบบครั้งต่อไป แต่เอสบีอาร์แบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีเยื่อกรองจนตัวนี้ไม่ต้องตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนก่อนสามารถใช้เยื่อกรองกรองน้ำออกได้เลยเนื่องจากเยื่อกรองทำหน้าที่ในการแยกของแข็ง (ส่วนของเชื่อนานี้ในถังปฏิกรณ์)และของเหลว (น้ำที่ออกจากถังปฏิกรณ์)

ตารางที่ 6 ค่าตัวแปรที่ทำการศึกษาวิจัยในถังปฏิกรณ์ที่มีเยื่อกรองละเอียดแบบจมตัวเอสบีอาร์โดยใช้เชื้อรา มีขนาด 8 ลิตร ที่ปริมาณ MLSS 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

เวลาเก็บ (วัน)	COD เข้าระบบ (มก./ล.)	F/M ratio (kgCOD/kgMLSS-วัน)	ค่าภาระบรรทุกเชิง ปริมาตร (kgCOD/ m ³ -d)	ความเข้มข้น (มก./ล.)
0.167	100	1.2	0.1	30
	300	2.4	0.3	30
	600	3.6	0.6	30

ทำการศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินระบบในการบำบัดชีโอดีและความเข้มข้นในถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีเยื่อกรองละเอียดจมตัว โดยมีการเติมน้ำเข้าแบบกึ่งต่อเนื่อง

2.1.4 ศึกษาการอุดตันของเยื่อกรอง

เพื่อหาแนวทางในการป้องกันหรือยืดระยะเวลาการใช้งานเยื่อกรองละเอียด

2.1.5 ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียโดยขยายขนาดใหญ่ขึ้นทั้งที่มีอยู่แล้วในโรงงานและออกแบบจากค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ที่ได้จากการทดลอง

3. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การศึกษาประสิทธิภาพและการเปลี่ยนแปลงของการบำบัดน้ำเสียระบบถังเดิมเข้าถ้ำออก (Batch Ractor), ถังปฏิกรณ์ที่มีการเติมน้ำเสียอย่างต่อเนื่องที่มีเยื่อกรองละเอียดจมตัว (Microfiltration Bioreactor) และถังเอสบีอาร์ (SBR) ที่มีเยื่อกรองละเอียดจมตัว ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบบำบัดซึ่งข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 7 ภายหลังการเก็บตัวอย่างน้ำจะนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำที่เก็บโดยวิธีการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์

ลำดับที่	ค่าที่วิเคราะห์ (Parameter)	น้ำเสียที่เข้าสู่ ระบบ (Influent)	ในถัง ปฏิกิริยา (Reaction)	น้ำทิ้งที่ออก จากระบบ (Effluent)	ความถี่ใน การวิเคราะห์ (Frequency)
1	pH	*	*	*	ทุกวัน
2	Temp	*	*	*	”
3	COD	*	*	*	”
4	MLSS	-	*	*	”
5	DO	*	*	*	”
6	สี	*	*	*	”
7	ความขุ่น	*	*	*	เฉพาะ CSTR

* หมายถึง ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์

- หมายถึง ข้อมูลที่ไม่ทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 8 วิธีการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

ลำดับที่	ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
1	pH	เครื่องวัดพีเอช
2	Temp	Thermometer
3	COD	Dicromate Close Reflux
4	MLSS	Gravimetric Method Dry Mass
5	DO	เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ

3.1 วิธีการวิเคราะห์สี

ในปัจจุบันกระทรวงอุตสาหกรรมยังไม่ได้กำหนด เครื่องมือและหน่วยวัดค่า ของสีเป็นที่แน่นอน ดังนั้นในการศึกษาทดลองครั้งนี้จึงใช้เครื่องมือ สเตปโทโรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสีและวัดประสิทธิภาพการกำจัดสี ออกมาในรูปร้อยละของการลดการดูดกลืนแสงนั้นๆ หรือ

ค่าแอมซอร์บแนนซ์(Absorbance) ที่คลื่นแสงจำเพาะ (หลักการ: สีเข้มจะดูดกลืนแสงมาก) สำหรับวิธีการวัดสีโดยเครื่องมือ สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทำได้โดยจะต้องหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสีของน้ำเสียสังเคราะห์ โดยการวัดเปอร์เซ็นต์ทรานสมิตแตนซ์ ของสารที่ความยาวคลื่นเป็นนาโนเมตร (nm) โดยนำค่าที่วัดได้มาพล็อตกราฟโดยให้เปอร์เซ็นต์ทรานสมิตแตนซ์ เป็นแกน Y และความยาวคลื่น เป็นแกน X จะได้กราฟความยาวคลื่นของน้ำเสียสังเคราะห์

4. แผนดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ได้ดำเนินการทั้งสิ้น 17 เดือนคือตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2547 จนกระทั่งถึงเดือนมกราคม 2549 ทั้งนี้เป็นการดำเนินงานแบบต่อเนื่อง