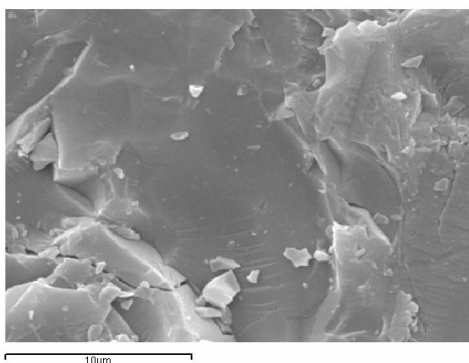


บทที่ 3

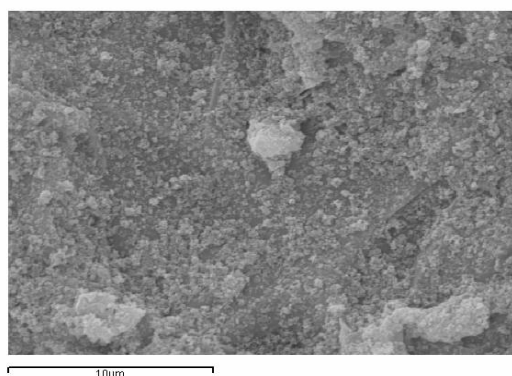
วิธีการวิจัย

3.1 การเคลือบกระจกด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์

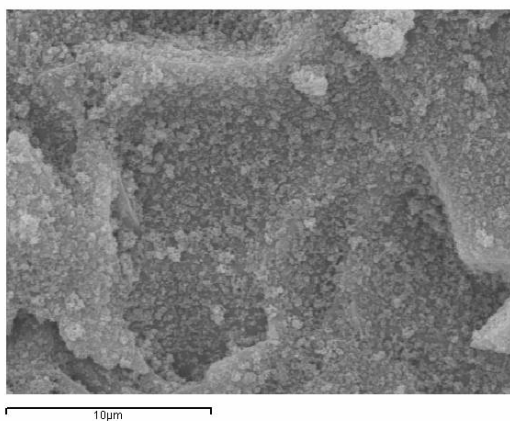
กระจกที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ต้องมีการพ่นทรายเพื่อให้ผิวกระจกขรุขระก่อน จากนั้นจึงล้างด้วยน้ำเปล่าก่อนล้างด้วย สารละลายอะซีโตน ไอโซโพรพานอล น้ำกลั่น และ สารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ : กรดซัลฟูริก ในอัตราส่วน 1:3 ตามลำดับ ก่อนล้างด้วยน้ำ กลั่นอีกครั้ง แล้วจึงทำการเคลือบกระจกด้วย ไทเทเนียมไดออกไซด์ ซึ่งทำโดยเตรียม 5% โดย น้ำหนักต่อปริมาตร ของ Degussa P-25 ไทเทเนียมไดออกไซด์ โดยซึ่งผงไทเทเนียมไดออกไซด์ 5 กรัม ละลายในเอทานอล 100 มิลลิลิตร ที่เติมอัลคอกซีไฮเลน 3.5 มิลลิลิตร เพื่อทำหน้าที่เป็น สารยึดเกาะ (binder) แล้วนำไปกวนผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงนำกระจกขนาด 20 เซนติเมตร x 15 เซนติเมตร มาจุ่มลงในสารละลาย ไทเทเนียมไดออกไซด์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วใช้เครื่องมือดึงขึ้นด้วยอัตราเร็ว 0.1 มิลลิเมตรต่อวินาที ทิ้งไว้ให้แห้ง ก่อนทำการเคลือบซ้ำให้ครบ 3 ครั้ง เนื่องจากจำนวนครั้งที่เคลือบมีผลต่อปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เกาะบนผิวกระจก (ภาพที่ 3.1) คือ เมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการเคลือบปริมาณการยึดเกาะของไทเทเนียมไดออกไซด์มีมากขึ้น แต่การเคลือบ 3 ครั้ง และ 5 ครั้ง ปริมาณการยึดเกาะของไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ผิวกระจกใกล้เคียงกัน การทดลองจึงเลือกการเคลือบ 3 ครั้ง และทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัด สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ ปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์หาจากน้ำหนักของไทเทเนียมไดออกไซด์ ต่อพื้นที่ผิวทั้งหมด ซึ่งเท่ากับ 0.65 ± 0.14 กรัมต่อตารางเมตร หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการเคลือบแล้ว จึงนำกระจกดังกล่าวมาบรรจุไว้ในถังปฏิกรณ์ ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร x ยาว 20 เซนติเมตร โดยระยะกระจกห่างกัน 2.5 เซนติเมตร



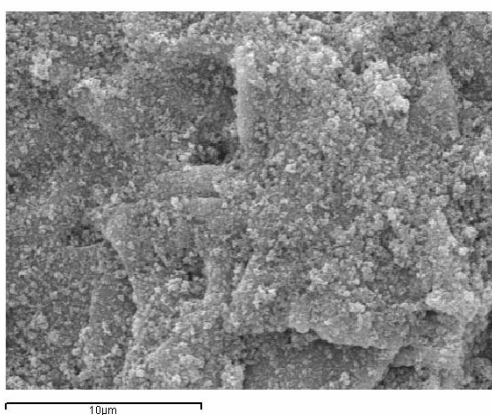
(ก) กระฉกไม่ได้เคลือบ



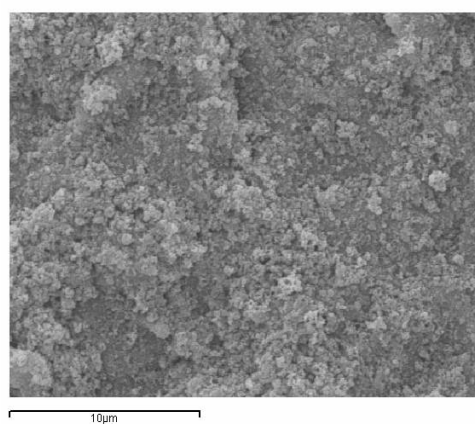
(ข) เคลือบ 1 ครั้ง ปริมาณ 0.29 กรัมต่อตารางเมตร



(ค) เคลือบ 2 ครั้ง ปริมาณ 0.47 กรัมต่อตารางเมตร



(ง) เคลือบ 3 ครั้ง ปริมาณ 0.65 กรัมต่อตารางเมตร



(จ) เคลือบ 5 ครั้ง ปริมาณ 0.83 กรัมต่อตารางเมตร

ภาพที่ 3.1 ลักษณะกระฉกที่ผ่านการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ จำนวนครั้งต่างกัน (ก) กระฉกไม่ได้เคลือบ (ข) เคลือบ 1 ครั้ง (ค) เคลือบ 2 ครั้ง (ง) เคลือบ 3 ครั้ง (จ) เคลือบ 5 ครั้ง

3.2 ถังปฏิกรณ์ทดลอง

การทดลองในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ การทดลองแบบทีละเท และการทดลองแบบไหลต่อเนื่อง ในส่วนแบบทีละเททดลองในถังปฏิกรณ์ ขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.2) ส่วนการทดลองแบบไหลต่อเนื่อง กระทำในกระบอกทดลองขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 89 เซนติเมตร ที่มีกระจกกันเป็นแผ่นอยู่ภายใน จำนวน 2 แกว เพื่อให้ น้ำไหลวกไปมา ทางด้านบนของกระบอกทดลองมีหลอดไฟอัลตราไวโอเล็ตเอ จำนวน 7 หลอด (กรณีศึกษาไทเทเนียมไดออกไซด์โฟโตคะตะไลซิส) และอัลตราไวโอเล็ตซี จำนวน 3 หลอด (กรณีศึกษาอัลตราไวโอเล็ตซี) วางพาดเอาไว้



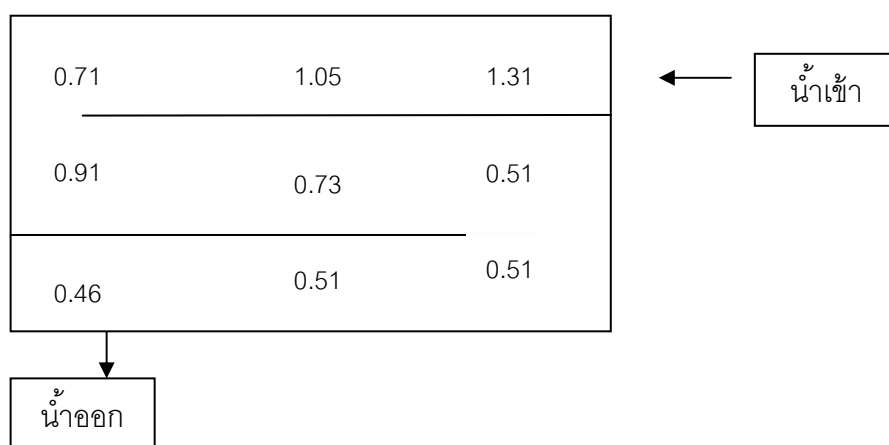
(ก) แบบทีละเท



(ข) แบบไหลต่อเนื่อง

ภาพที่ 3.2 ลักษณะถังปฏิกรณ์ที่มีแผ่นกระจกเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ บรรจุด้านใน (ก) แบบทีละเท (ข) แบบไหลต่อเนื่อง

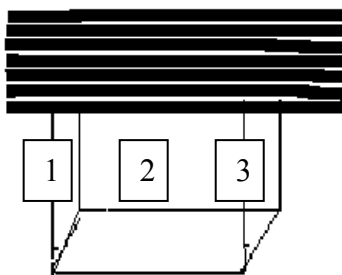
การทดลองแบบไหลต่อเนื่องกำหนดให้น้ำมีอัตราการไหลเฉลี่ย 0.75 ± 0.3 เซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งการวัดอัตราการไหลของน้ำกระทำโดยใช้เม็ดโฟมปล่อยให้เคลื่อนที่ไปกับกระแสน้ำแล้ววัดระยะทางต่อเวลาที่ทำให้เม็ดโฟมสามารถเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่ง ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำที่จุดต่างๆ แสดงได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 อัตราการไหลของน้ำ (เซนติเมตรต่อวินาที) ที่จุดต่างๆ ในการทดลองแบบไหลต่อเนื่อง

3.3 ความเข้มแสง

การศึกษากิจกรรมยาโทเทเนียมไดออกไซด์โฟโตคะตะไลซิสแบบที่ละเท ใช้หลอดไฟอัลตราไวโอเล็ตเอ (Philips, TLD 36 W/08) ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร จำนวน 7 หลอด วางชิดกัน (ภาพที่ 3.4) ซึ่งให้ความเข้มแสง 3.94 ± 0.03 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อวางหลอดอัลตราไวโอเล็ตเอห่างกัน 2 นิ้ว วัดความเข้มแสงได้ 1.72 ± 0.02 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 3.1) เมื่อวัดที่ผิวน้ำด้วยเครื่องเรดิโอมิเตอร์ (Cole-Parmer รุ่น 9811)



ภาพที่ 3.4 จุดต่างๆ ในการวัดความเข้มแสงอัลตราไวโอเล็ตเอในการทดลองแบบที่ละเท

ตารางที่ 3.1 ความเข้มแสงอัลตราไวโอเล็ตเอที่จุดต่างๆ ในการทดลองแบบที่ละเท

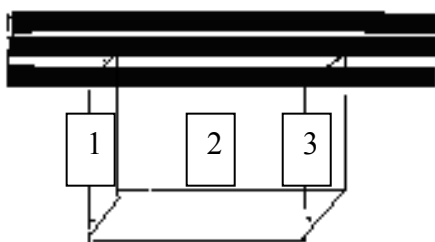
จุดที่	ความเข้มแสง (mW/ cm ²)	
	วางชิดกัน	วางห่างกัน 2 นิ้ว
1	3.91	1.71
2	3.99	1.75
3	3.92	1.70
เฉลี่ย $\pm$ SD	3.94 ± 0.03	1.72 ± 0.02

ในส่วนการทดลองแบบไหลต่อเนื่องใช้หลอดอัลตราไวโอเล็ตเอจำนวน 9 หลอด วางชิดกันจนเต็มพื้นที่ ซึ่งให้ความเข้มแสงเฉลี่ย 3.89 ± 0.48 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 ความเข้มแสงอัลตราไวโอเล็ตเอ (มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร) ที่จุดต่างๆ ในการทดลองแบบไหลต่อเนื่อง

ในส่วนของการศึกษาการใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตซีแบบที่ละเท การทดลองนี้ใช้หลอดไฟซิลวาเนีย (G 40 W) ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จำนวน 3 หลอด (ภาพที่ 3.6) ซึ่งวัดความเข้มแสงได้ 4.55 ± 0.02 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และจำนวน 1 หลอด วัดความเข้มแสงได้ 2.1 ± 0.01 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 3.2) เมื่อวัดที่ผิวหน้าด้วยเครื่องเรดิโอมิเตอร์ (Cole-pamer รุ่น VLX-3W)



ภาพที่ 3.6 จุดต่างๆ ในการวัดความเข้มแสงอัลตราไวโอเล็ตซีในการทดลองแบบที่ละเท

ตารางที่ 3.2 ความเข้มแสงอัลตราไวโอเล็ตซีที่จุดต่างๆ ในการทดลองแบบที่ละเท

จุดที่	ความเข้มแสง (mW/ cm ²)	
	3 หลอด	1 หลอด
1	4.53	2.1
2	4.57	2.12
3	4.56	2.09
เฉลี่ย $\pm$ SD	4.55 ± 0.02	2.1 ± 0.01

ส่วนการทดลองแบบไหลต่อเนื่องใช้หลอดอัลตราไวโอเล็ตซีจำนวน 3 หลอด โดยวางหลอดไฟช่องละ 1 หลอด วัดความเข้มแสงได้เฉลี่ย 1.97 ± 0.11 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ดังภาพที่ 3.7

1.903	1.934	1.738	← น้ำเข้า
2.041	2.030	2.224	
1.981	2.013	2.011	
			↓
			น้ำออก

ภาพที่ 3.7 ความเข้มแสงอัลตราไวโอเล็ตซี (มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร) ที่จุดต่างๆ ในการทดลองแบบไหลต่อเนื่อง

3.4 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

การเตรียมเชื้อ *E. coli* กระทำโดยนำเชื้อ *E. coli* บริสุทธิ์ (เชื้อจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย TISTR # 780) เติลงในน้ำเกลือเจือจาง (NaCl 0.9%) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เขย่าให้เข้ากันในสภาพที่ปลอดเชื้อ จากนั้นใช้ห้วงเขี่ยเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มลงในสารละลายแล้วเขี่ยกระจายเชื้อ (streak plate) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar ให้ได้เป็นโคโลนีเดี่ยวๆ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง แล้วนำโคโลนีที่ได้มาผสมในน้ำกลั่นเพื่อใช้ในการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดด้วยวิธีต่างๆ ต่อไป

การเตรียมสปอร์ของเชื้อ *B. subtilis* ทำได้โดยนำเชื้อบริสุทธิ์ (เชื้อจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย TISTR # 008) มาละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาเขี่ยกระจายเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy agar ทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้เชื้อมีการสร้างเอนโดสปอร์ แล้วจึงถ่ายเชื้อลงในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เพื่อกำจัดเชื้อที่มีชีวิตอยู่ ให้เหลือเฉพาะสปอร์ที่มีความทนทานสูง การแยกสปอร์ทำโดยการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยงสารให้ตกตะกอนที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที (Hettich, รุ่น Rotofix 32) เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงนำสปอร์ที่พร้อมใช้งาน (อยู่ในส่วนของสารละลายใส) นำมาผสมในน้ำตัวอย่างเพื่อใช้เป็นปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นใช้ในการทดลองต่อไป

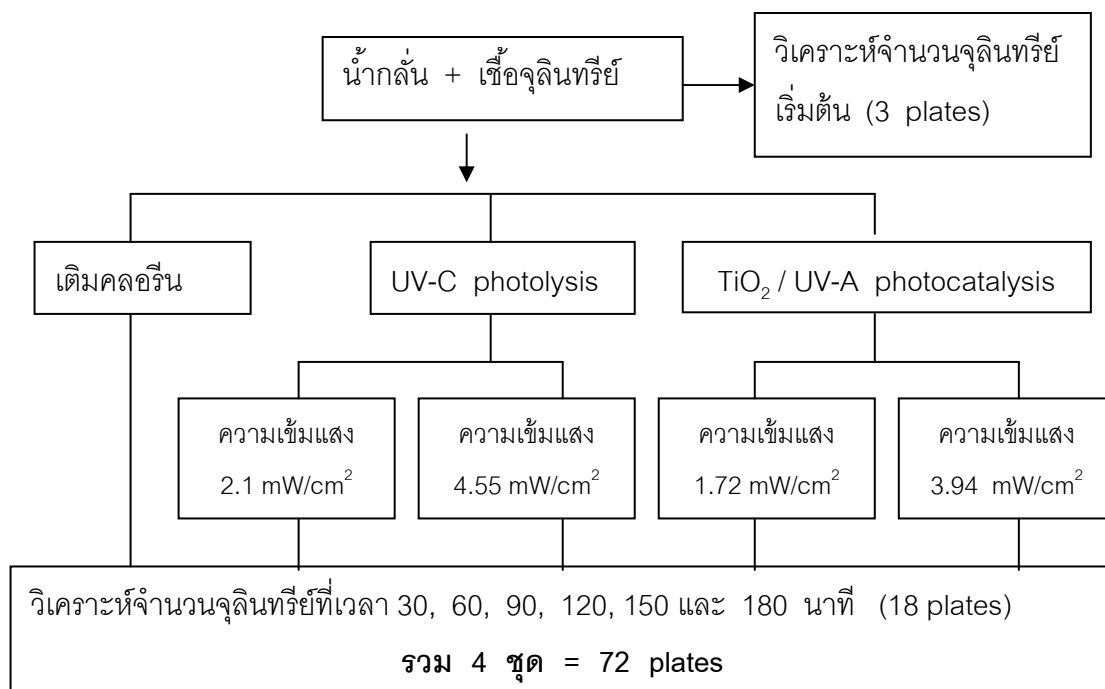
ในส่วนของการหาปริมาณจุลินทรีย์ในที่นี่ใช้วิธี plate count technique กระทำโดยปิเปตตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์มาประมาณ 0.1 มิลลิลิตร มาเพาะบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และเกลี่ยเชื้อโดยวิธี spread plate นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งรายงานเป็นจำนวนโคโลนีต่อปริมาตรน้ำทั้งหมด (CFU/mL)

3.5 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเตรียม MacConkey agar (Difco, USA) และ Tryptic soy agar (Difco, USA) ทำโดยละลายอาหารเลี้ยงเชื้อในน้ำกลั่นอัตราส่วน 50 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร สำหรับ MacConkey agar ส่วน Tryptic soy agar ใช้ 40 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร กวนให้เข้ากันแล้วนำไปต้มเป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้ละลายเข้ากันได้ดี จากนั้นทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที โดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อ และทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส จึงเทอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อแก้วขนาด 15 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร รอกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งจึงคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปเข้าตู้บ่ม ที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง เพื่อสังเกตการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โดยหากพบว่ามีโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ขึ้น ต้องทิ้งอาหารเลี้ยงเชื้อจานนั้นไปและเลือกเฉพาะจานที่ไม่มีการปนเปื้อนมาใช้

3.6 วิธีการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อ *E.coli* และสปอร์ของ *B. subtilis* ด้วยวิธีการเติมคลอรีน อัลตราไวโอเล็ตซี และไทเทเนียมไดออกไซด์โฟโตคะตะไลซิส นั้น ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ การกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำกลั่นแบบที่ละเท การกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบที่ละเท และการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบไหลต่อเนื่อง เพื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาวะที่มีการควบคุมตัวแปรด้านความขุ่นและสารอินทรีย์ในน้ำ กับสภาวะจริงที่ปรากฏในน้ำเสีย ซึ่งผังการศึกษานั้นแสดงในภาพที่ 3.8 โดยนำน้ำเสียจากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานีที่ผ่านการบำบัดจนมาถึงขั้นก่อนการเติมคลอรีนมาใช้ในการทดลอง จำนวน *E. coli* นั้นเป็นจำนวนที่ปรากฏตามสภาพที่มีอยู่จริงในน้ำเสีย ส่วน *B. subtilis* มีการเติมสปอร์ของแบคทีเรียลงไป ในน้ำเสียในความเข้มข้นที่เท่ากับที่ใช้ในการศึกษาในน้ำกลั่น



ภาพที่ 3.8 ผังการศึกษาการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำกลั่นด้วยวิธีต่างๆ

3.6.1 วิธีการเติมคลอรีน

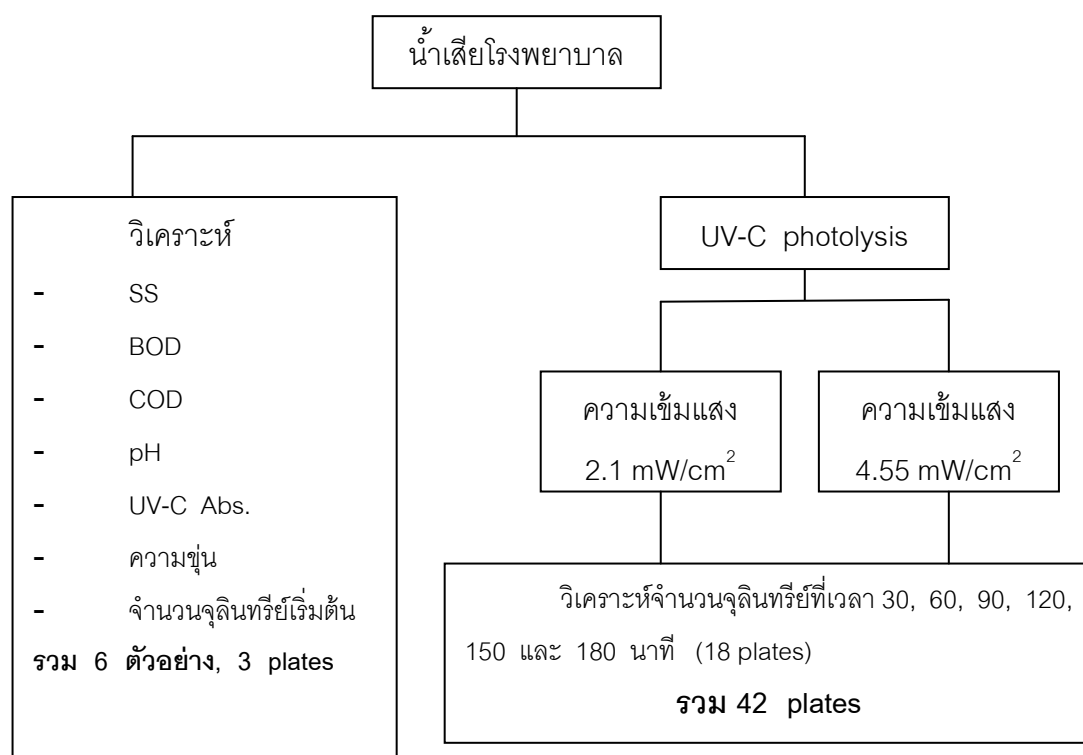
การกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำกลั่นแบบทีละเท เริ่มจากการเตรียมสารละลายคลอรีน โดยใช้กรดไตรคลอโรไฮไดรริก ($C_3Cl_3N_3O_3$) จำนวน 0.11 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร ให้มีความเข้มข้นตั้งต้น 100 พีพีเอ็ม จากนั้นหยดคลอรีนความเข้มข้นดังกล่าวลงในถังปฏิกรณ์ที่มีน้ำตัวอย่างปริมาตร 600 มิลลิลิตร (ระดับน้ำสูง 7.5 เซนติเมตร) ให้มีปริมาณคลอรีนคงเหลือ 0.5-1 พีพีเอ็ม ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ที่เวลา 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที โดยทำซ้ำครั้งละ 3 จาน ประสิทธิภาพการกำจัดทราบจากการเปรียบเทียบจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้น (ที่เวลา 0 นาที) กับจำนวนโคโลนีที่เวลาต่างๆ

ในส่วนของการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบทีละเท ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองในน้ำกลั่น โดยมีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำเสีย ได้แก่ สารแขวนลอย, บีโอดี, ซีโอดี, ความขุ่น, พีเอช และหาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบไหลต่อเนื่องอีกครั้ง

3.6.2 การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตซี

การกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำกลั่นแบบที่ละเทด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซีกระทำโดยนำน้ำตัวอย่างใส่ในถังปฏิกรณ์ให้ระดับน้ำสูง 7.5 เซนติเมตร จากนั้นฉายแสงให้มีระดับความเข้มแสง 2 ช่วง คือ 2.1 ± 0.01 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และ 4.55 ± 0.02 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในนาที่ที่ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาทีเปรียบเทียบกับจำนวนที่เวลา 0 นาที (ก่อนฉายแสง) โดยทำซ้ำครั้งละ 3 จาน

จากนั้นทดสอบการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบที่ละเท โดยทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำเสีย ได้แก่ สารแขวนลอย, บีโอดี, ซีโอดี, ค่าการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตซี, ความขุ่น, พีเอช และหาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น (ภาพที่ 3.9) เช่นเดียวกับการทดลองในน้ำกลั่น ในส่วนการทดลองการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบไหลต่อเนื่อง ใช้ความเข้มแสง 2.1 ± 0.01 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ส่วนที่เหลือทำการทดลองเช่นเดียวกับแบบที่ละเท



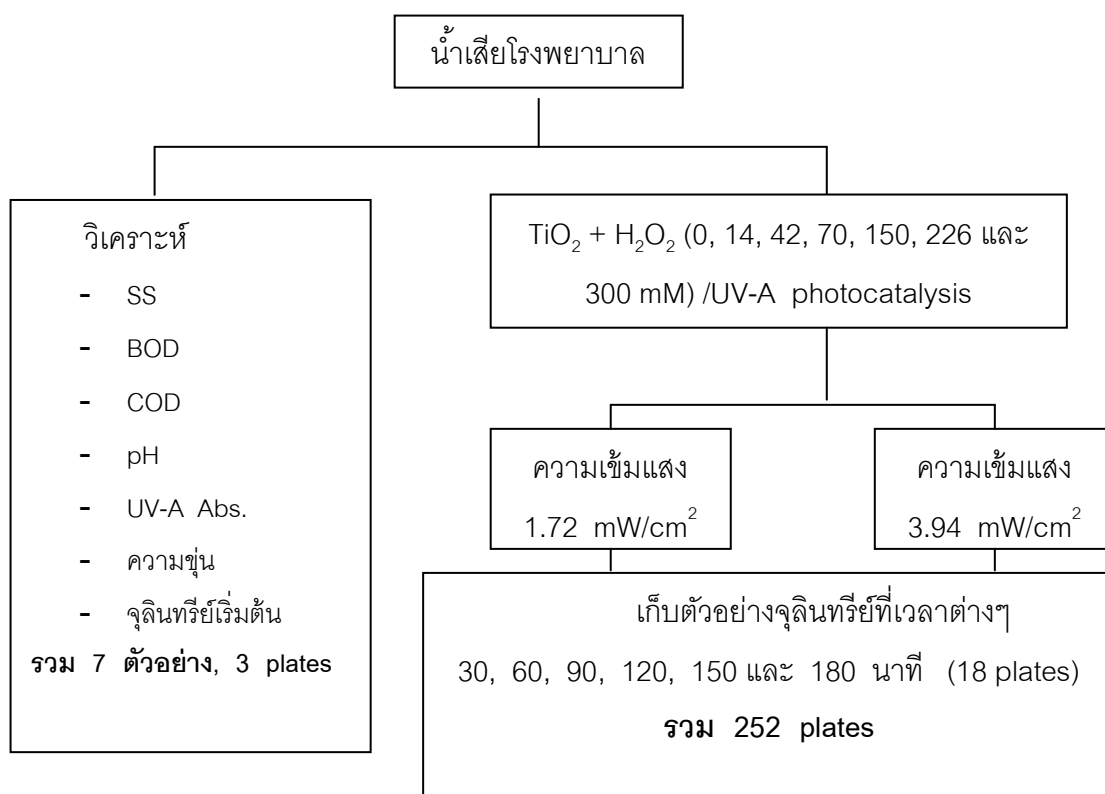
ภาพที่ 3.9 ผังการศึกษาการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซี

3.6.3 ไทเทเนียมไดออกไซด์โฟโตคะตะไลซิส

การกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำกลั่นแบบที่ละเท เริ่มจากนำกระจกที่ผ่านการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ จำนวน 2 แผ่นมาบรรจุในถังปฏิกรณ์ แล้วใส่น้ำตัวอย่างให้มีระดับน้ำสูง 7.5 เซนติเมตร การทดลองมีการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถไปรับอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสเกิดเป็นไฮดรอกซิลเรดิคัล ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มจำนวนเรดิคัลแล้ว ยังช่วยลดการกลับมารวมตัวกันใหม่ระหว่างอิเล็กตรอนและโฮล และยังสามารถทำปฏิกิริยากับซูปเปอร์ออกไซด์เรดิคัลเกิดเป็นไฮดรอกซิลเรดิคัลได้อีกด้วย (สมการที่ 14 และ 15 ในบทที่ 2) ซึ่งในการศึกษานี้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 14, 42, 70, 110, 150, 226 และ 300 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับที่ไม่เติม ทำการฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตเอที่ความเข้มแสง 2 ช่วง คือ 1.72 ± 0.02 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และ 3.94 ± 0.03 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในนาที่ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที โดยทำซ้ำครั้งละ 3 จาน ประสิทธิภาพการกำจัดทราบจากการเปรียบเทียบจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียเริ่มต้นกับจำนวนโคโลนีที่เวลาผ่านไป

ในส่วนของการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบที่ละเท เริ่มจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำเสีย ได้แก่ สารแขวนลอย, บีโอดี, ซีโอดี, ค่าการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตเอ, ความขุ่น, พีเอช และวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นก่อนทำการทดลอง เช่นเดียวกับการทดสอบในน้ำกลั่น เพียงแต่เปลี่ยนจากน้ำกลั่นเป็นน้ำเสียจริงจากโรงพยาบาลเท่านั้น (ภาพที่ 3.10)

การหาปริมาณซีโอดีในน้ำเสียที่มีการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะต้องทำการกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่หลงเหลืออยู่ในน้ำก่อน โดยการเติม 1 นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.77 โมลต่อลิตร และทำการเติม 1 โมลาร์ โซเดียมซัลไฟต์ 0.04 โมลต่อลิตร (Kajitvichyanukul et al., 2008) ก่อนทำการวิเคราะห์หาปริมาณซีโอดี เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อการวิเคราะห์ทำให้ค่าซีโอดี ที่ได้สูงกว่าความเป็นจริง ซึ่งประสิทธิภาพของการกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยวิธีดังกล่าวมีการยืนยันด้วยการหาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตกค้างด้วยวิธีไอโอโดเมทริก (US Peroxide, 2553) จนแน่ใจว่าไม่มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลงเหลืออยู่ในน้ำตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์ซีโอดี



ภาพที่ 3.10 ผังการศึกษาการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลด้วยวิธีไทเทเนียมไดออกไซด์โฟโตคะตะไลซิส

ในส่วนของการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโรงพยาบาลแบบไหลต่อเนื่อง ในที่นี้ได้พิจารณาเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ยังคงให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์จากการทดลองแบบที่ละเท่ามาใช้ในการศึกษา ซึ่งได้แก่ การใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 150 มิลลิโมลาร์ ฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตเอความเข้มแสง 3.94 ± 0.03 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร

3.7 การป้องกันการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

หลังจากการทดลองในแต่ละชุดเสร็จสิ้นลงแล้ว น้ำตัวอย่างที่ใช้มีการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์หลงเหลืออย่างน้อย 3 ซ้ำ ด้วยวิธี plate count technique ในกรณีที่พบว่ามีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ ได้ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เพื่อกำจัดจุลินทรีย์จนกว่าจำนวน *E. coli* ในน้ำตัวอย่างจะมีจำนวนน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของอาคารสถานที่ของกรมควบคุมมลพิษ (2552) (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ

สิ่งแวดล้อมเล่มที่ 122 ตอนที่ 125 วันที่ 29 ธันวาคม 2548) ก่อนปล่อยทิ้งไปตามระบบท่อน้ำทิ้งของมหาวิทยาลัย ส่วน *B. subtilis* นั้นมีการตรวจสอบจนแน่ใจว่าไม่มีสปอร์ของ *B. Subtilis*หลงเหลืออยู่ จึงปล่อยทิ้งไปตามระบบท่อของมหาวิทยาลัยต่อไป