บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E.coli k-12* เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่ทำให้เชื้อแบคทีเรียลดลงได้ รวมถึงศึกษาหาแนวโน้มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และการออกแบบเครื่องเติมอากาศบนผิวน้ำเพื่อให้เกิดความเหมาะสมเพื่อที่จะนำไปเพิ่มปริมาณออกซิเจนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบน้ำเสีย

5.1 สรุปผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์

การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์และกระบวนการโฟโตแคตาไลซิสในระบบการไหลต่อเนื่อง โดยการทดลองนั้นได้แบ่งการสรุปออกได้ดังนี้

1. การยับยั้งแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ด้วยรีแอคเตอร์ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มพื้นที่การรับพลังงานรังสีอาทิตย์นั้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนั้นไม่ได้มีผลต่อการยังยั้งเชื้อเพิ่มขึ้น โดยการยับยั้งเชื้อนั้นจะลดลงเท่าๆกันและเมื่อคำนวณเป็นพลังงานรังสีอาทิตย์สะสมแสดงให้เห็นว่าพลังงานรังสีอาทิตย์สะสมที่สูงกว่าจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้น้อยกว่า เนื่องจากการทดลองนี้เป็นระบบการทดลองแบบการไหลวนซึ่งเชื้อแบคทีเรียไม่โดนพลังงานรังสีอาทิตย์ตลอดเวลา ดังนั้นการทดลองนี้อาจนำไปสู่การออกแบบรีแอคเตอร์กับระบบการไหลในราคาประหยัดได้

2. การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ด้วยรีแอคเตอร์พื้นผิวสีดำ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ผิวที่มากกว่านั้นสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสีดำสามารถดูดซับโฟตอนจากพลังงานรังสีอาทิตย์ แต่เมื่อนำคิดเป็นพลังงานรังสีอาทิตย์สะสมที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนั้น พลังงานที่ต่ำกว่าก็สามารถยับยั้งได้ดีกว่า แต่การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นถึงค่าพลังงานรังสีอาทิตย์ที่มีค่าพลังงานที่ต่ำก็มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

3. การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยกระบวนการโฟโคแคตาไลซิสนั้นโดยใช้ TiO_2 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มากกว่าสามารถลดเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่รับแสงมีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยระบบการไหลต่อเนื่องและเมื่อนำพลังงานรังสีอาทิตย์สะสมมาวิเคราะห์ถึงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงว่าค่าพลังงานงานรังสีอาทิตย์สะสมที่น้อยกว่ายังสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่า แต่พลังงานงานรังสีอาทิตย์สะสมที่มากกกว่านั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง

มากกว่า ดังนั้นการยับยั้งเชื้อด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลซิสนั้นมีประสิทภาพมากขึ้นเมื่อเพิ่มพื้นที่ของการรับรังสีอาทิตย์ในระบบการไหล

4. อุณหภูมิน้ำที่ทดลองสำหรับการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนั้นแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิน้ำที่ไม่เกิน 45 °C นั้นไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์และการยับยั้งเชื้อด้วกระบวนการโฟโตแคตาไลซิส ดังนั้นการออกแบบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนั้นต้องสร้างเครื่องที่สามารถทำอุณหภูมิได้เกิน 45 °C เพื่อที่จะได้มีผลกระทบต่อเชื้อแบคทีเรีย

5.2 สรุปผลการเติมอากาศในน้ำ

1. จากผลการทดลองถาดเติมอากาศบนผิวน้ำทั้ง 3 ระดับการทดลอง ทั้งถาดเติมอากาศที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร 5 มิลลิเมตร ค่าปริมาณออกซิเจนที่ถาดชั้นบนสุดมีปริมาณการถ่ายเทออกซิเจนได้เร็วที่สุด แต่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลก๊าซนั้นก็จะลดลงเรื่อยโดยจะลดลงมากกว่าถาดเติมอากาศที่ชั้นกลางและชั้นล่างจนทำให้เมื่อเติมอากาศไปเรื่อยๆปริมาณการเติมออกซิเจนในน้ำก็จะเริ่มเท่ากัน

2. จากผลการทดลองของถาดเติมอากาศบนผิวน้ำที่ระดับกลางที่มีจำนวนรูไม่เท่ากันนั้นถาดเติมอากาศที่มีจำนวน 30 รูนั้นค่าปริมาณการละลายออกซิเจนในน้ำนั้นจะขึ้นได้สูงที่สุด แต่ก็ใกล้เคียงกับปริมาณการละลายออกซิเจนในน้ำที่มีจำนวน 20 รู โดยถาดเติมอากาศสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเพียงช่วงเวลาที่ 10 นาทีเท่านั้น ดังนั้นถ้าคิดด้านการสูญเสียประกอบพบว่ามีการสูญเสียเพิ่มขึ้น 0.8 เมตร ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนที่สามารถละลายในน้ำแล้ว ถาดเติมอากาศที่มีจำนวน 20 รู จึงเหมาะสมกว่าที่จะนำมาออกแบบการเติมอากาศ

3. จากผลการทดลองของถาดเติมอากาศเมื่อเปรียบเทียบถาดเติมอากาศที่มีจำนวน 20 รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และถาดเติมอากาศที่มีจำนวน 10 รู ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จะเห็นว่าถาดเติมอากาศที่อยู่ด้านบนนั้นมีค่าปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำใกล้เคียงกันมากจนเกือบมีค่าเท่ากันที่ 30 นาที แต่ถาดที่มี 10 รู จะมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมากกว่าช่วง 30 นาทีแรก ดังนั้นระดับจำนวน 10 รู จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าเนื่องจากมีระดับการสูญเสียหลักและรองเท่ากัน และเมื่อลดระดับกลับมาอยู่ที่ระดับกลางนั้นจะเห็นได้ว่าถาดเติมอากาศที่มีจำนวน 10 รู ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร นั้นจะมีปริมาณการถ่ายเทออกซิเจนมากกว่าทุกช่วงเวลา แต่กลับกันที่ถาดเติมอากาศชั้นล่างถาดเติมอากาศที่ 20 รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กลับสามารถเพิ่มปริมาณการถ่ายเทออกซิเจนได้ดีกว่านั้นก็แสดงว่าถาดเติมอากาศที่มีจำนวนรูที่มากเมื่ออยู่กับพื้นที่ระดับต่ำออกซิเจนจะสามารถละลายน้ำได้ดีกว่า

5.3 การประยุกต์ใช้งานการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและการเติมอากาศ

จากงานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การนำไปประยุกต์ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม ระบบการกำจัดเชื้อแบคทีเรียและการเติมอากาศในบ่อเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจากการทดลองทำให้เห็นว่าพลังงานรังสีอาทิตย์สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียลงได้และยังสามารถน้ำที่ผ่านการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ผ่านรางรวมแสงรูปประกอบพาราโบล่ามาทำการเติมอากาศอีกครั้งเพื่อเพิ่มออกซิเจนในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งการทดลองนี้ทำให้เห็นได้ว่าระบบที่ได้กล่าวมานี้สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียลงได้มากและยังสามารถนำน้ำที่ผ่านการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียไปเติมอากาศในน้ำได้อีก โดยการออกแบบได้มีการออกแบบที่ได้ใช้ปั๊มน้ำเพียงตัวเดียวในการหมุนเวียนน้ำผ่านรางรวมแสงรูปประกอบพาราโบล่าเพื่อไปยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและนำน้ำที่ผ่านการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียไปเติมอากาศเพื่อเพิ่มจำนวนออกซิเจนได้อีก การออกแบบการเติมอากาศนั้นเป็นแบบการเติมอากาศบนผิวน้ำเพื่อให้น้ำที่ผ่านการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียมาตกลงบนผิวน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. นำการทดลองของอุณหภูมิน้ำที่สามารถมีผลกระทบต่อเชื้อแบคทีเรีย โดยทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยใช้ฮิตเตอร์เป็นตัวให้พลังงานความร้อนโดยที่ไม่โดนรังสี UV เพื่อแยกการวิเคราะห์ถึงอุณหภูมิน้ำที่มีผลกระทบต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย
2. ทำการทดลองการยับยั้งเชื้อด้วยระบบแบบการไหลไม่ต่อเนื่อง เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างของของพื้นที่ที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการยับยั้งเชือด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์
3. ทำการทดลองโดยใช้หลอดรังสี UV ในการทดลอง เพื่อแยกการวิเคราะห์เฉพาะค่ารังสี UV ที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบเฉพาะค่ารังสี UV ที่มีผลต่อการยั้งเชื้อแบคทีเรีย
4. นำวิธีการยับยั้งแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ไปทดลองในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม
5. นำวิธีการยับยั้งแบคทีเรียด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ประยุกต์ใช้ในการเติมอากาศในการบำบัดน้ำเสีย