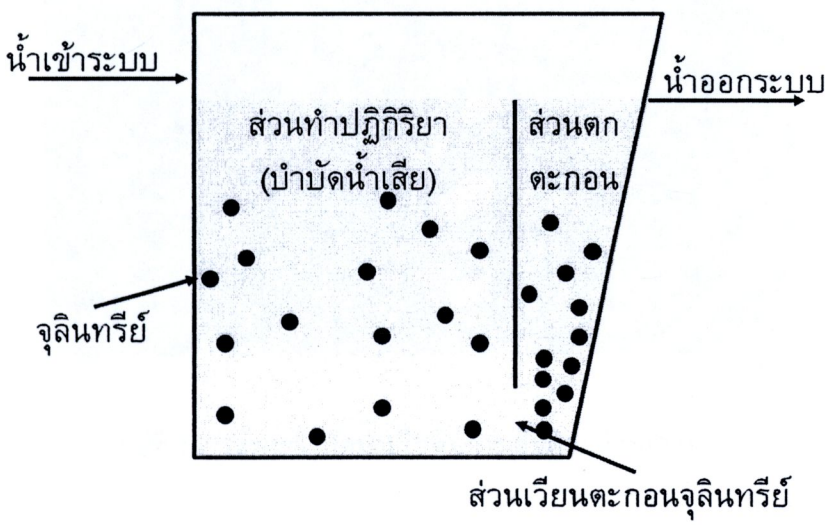
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โรงพยาบาลเป็นกิจการที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีปริมาณและความเน่าเสียมาก ปัจจุบันกฎหมายได้กำหนดให้โรงพยาบาลต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย และบำบัดให้ได้ตามมาตรฐานก่อนปล่อยออกสู่ชุมชน โดยทั่วไปลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาลมีสมบัติคล้ายกับน้ำเสียชุมชนทั่วไป กล่าวคือ น้ำเสียมีสารอินทรีย์ (organic compound) และของแข็ง (solids) เป็นองค์ประกอบหลัก โดยระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ทั่วไปในโรงพยาบาล คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศซึ่งมีรูปแบบแตกต่างกันออกไปตามขนาดของโรงพยาบาล โรงพยาบาลขนาดใหญ่มีระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบตะกอนเร่งแบบดั้งเดิม (conventional activated sludge) หรือคลองวนเวียน (oxidation ditch) ส่วนโรงพยาบาลขนาดเล็กเป็นระบบบำบัดแบบอยู่กับที่ (on-site system) ซึ่งเป็นชุดระบบบำบัดแบบใช้อากาศที่ก่อสร้างพร้อมกับอาคารต่าง ๆ (รูปที่ 1.1)

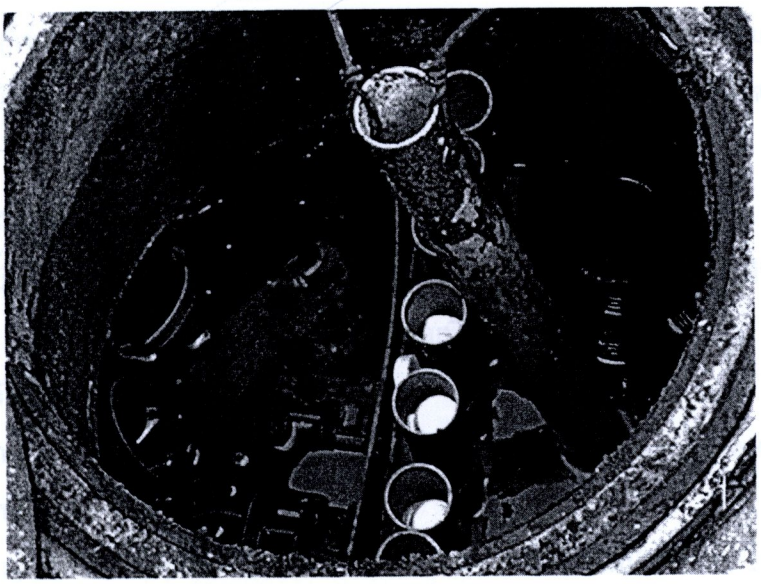


รูปที่ 1.1 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ทั่วไป

โดยทั่วไปแล้วโรงพยาบาลแห่งหนึ่งใช้สารฆ่าเชื้อโรคหลายชนิด เช่น สารเคมีกลุ่มสารประกอบคลอรีน กลุ่มสารประกอบฟีนอล เป็นต้น ทั้งสำหรับการรักษาพยาบาล การทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ ตลอดจนการรักษาความสะอาดในอาคารต่าง ๆ สารฆ่าเชื้อเหล่านี้เมื่อปะปนลงสู่น้ำทิ้งอาจก่อปัญหาต่อระบบบำบัดน้ำเสียได้ จากการศึกษาในอดีตพบว่าสารฆ่าเชื้อทั่วไปสามารถยับยั้งหรือลดประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียได้มากกว่าร้อยละ

(Bodik et al., 2008) ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลจำเป็นต้องมีกระบวนการหรือระบบอื่น ๆ เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว โดยแนวทางในการป้องกันปัญหาต้องเป็นวิธีการที่ดำเนินการได้ง่าย ใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายน้อย รวมทั้งไม่ต้องใช้พื้นที่มาก เพื่อให้แนวทางป้องกันปัญหาสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน

แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดแบบติดกับที่ที่นิยมใช้ทั่วไปในปัจจุบัน คือ การเติมตัวกลางพลาสติกเพื่อให้จุลินทรีย์เจริญและยึดเกาะกับตัวกลาง (attached growth) มีลักษณะดังรูปที่ 1.2 การเติมตัวกลางดังกล่าวมีข้อดี คือ สามารถเพิ่มปริมาณเซลล์จุลินทรีย์ได้ เนื่องจากเซลล์ถูกยึดติดเกาะ ส่งผลให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น แต่การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์แบบยึดติดกับตัวกลางใช้เวลานาน และการยึดติดมีความแข็งแรงน้อย รวมทั้งจุลินทรีย์ยังมีโอกาสสัมผัสสารฆ่าเชื้อได้เหมือนเดิม ดังนั้นวิธีการนี้อาจไม่เหมาะกับปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้น



รูปที่ 1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการเติมตัวกลางยึดเกาะ

การดักติดเซลล์ (cell entrapment) เป็นการตรึงเซลล์จุลินทรีย์ไว้ภายในสารพอลีเมอร์ เช่น สารแคลเซียมแอลจิเนต (calcium alginate; CA) สารพอลีไวนิลแอลกอฮอลล์ (Hill and Khan, 2008; Siripattanakul et al., 2008) เป็นต้น ระบบดังกล่าวมีข้อดีหลายประการ คือ สามารถควบคุมปริมาณเซลล์จุลินทรีย์ได้ และสารพอลีเมอร์สามารถป้องกันจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เช่น สภาวะที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงหรือต่ำเกินไป สภาวะที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป สภาวะที่มีสารพิษ เป็นต้น (van Veen et al., 1997; Siripattanakul et al., 2008) จากสมบัติของเซลล์ดักติดดังกล่าวระบบเซลล์ดักติดเป็นระบบที่มีศักยภาพในการประยุกต์ เพื่อป้องกันปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่กล่าวถึงข้างต้น โดยระบบเซลล์ดักติดนอกจากจะมีความ

เหมาะสมในด้านสมบัติแล้ว วิธีการผลิตเซลล์ดักติดเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก ค่าใช้จ่ายน้อย ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หรือเทคโนโลยีขั้นสูง รวมทั้งเซลล์ดักติดสามารถนำไปใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่เดิมได้

จากเหตุผลข้างต้น งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลของสารฆ่าเชื้อต่อการยับยั้งการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลและการใช้เทคนิคเซลล์ดักติดเพื่อป้องกันปัญหา โดยการศึกษาครอบคลุมการรวบรวมชนิดและปริมาณของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในโรงพยาบาล การศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการเตรียมเซลล์ดักติดเพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล และการศึกษาผลของสารฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยเซลล์ดักติดเปรียบเทียบกับเซลล์อิสระ ตลอดจนการหาค่าจลนพลศาสตร์การบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารฆ่าเชื้อ สารพอลิเมอร์ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ คือ สาร CA ซึ่งเป็นวัสดุดักติดที่มีประสิทธิภาพดีและไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม (Hill and Khan, 2008; Siripattanakul and Khan, 2010) งานวิจัยนี้นอกจากจะเป็นการศึกษาเพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของสารฆ่าเชื้อต่อการบำบัดน้ำเสียอันเป็นองค์ความรู้เชิงพื้นฐานแล้ว ผลงานนี้ยังสามารถขยายผลประยุกต์ใช้จริงในการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายหลัก คือ เพื่อศึกษาผลของสารฆ่าเชื้อต่อการยับยั้งการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลและการใช้เทคนิคเซลล์ดักติดเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาผลกระทบของชนิดและความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อที่ใช้ภายในโรงพยาบาลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย
2) เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเซลล์ดักติดเพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลเปรียบเทียบกับเซลล์อิสระ
3) เพื่อศึกษาปริมาณเซลล์ดักติดที่เหมาะสมเพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลเปรียบเทียบกับเซลล์อิสระ
4) เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเซลล์ดักติดที่ประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) สมบัติของน้ำเสีย สารฆ่าเชื้อ และแนวทางการเดินระบบบำบัดน้ำเสียจัดเตรียมโดยใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เป็นต้นแบบ

2) จุลินทรีย์เพาะเลี้ยงมาจากตะกอนจุลินทรีย์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (activated sludge) โดยเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์ ใช้เวลาในการปรับสภาพเป็นเวลา 3 เดือน ก่อนใช้งาน
3) การทดลองเป็นแบบกะ (batch) และกึ่งแบบกะ (sequencing batch) ในระดับห้องปฏิบัติการ
4) สารฆ่าเชื้อตัวอย่างที่ศึกษาผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ สารฆ่าเชื้อที่ใช้มากที่สุด 3 ชนิด ซึ่งการทดลองถือความเข้มข้นที่ใช้จริงในโรงพยาบาลเป็นหลัก
5) ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อที่ศึกษา คือที่ความเข้มข้นที่เจือจางร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 โดยปริมาตร เมื่อเทียบกับความเข้มข้นที่ใช้จริงในโรงพยาบาล
6) วิธีการดักติดเซลล์ในงานวิจัยนี้ คือ การดักติดด้วยสาร CA
7) อัตราส่วนเซลล์ต่อวัสดุดักติดที่ศึกษา คือ 1:5 1:10 และ 1:20 โดยปริมาตร
8) ปริมาณเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ 1,000 2,000 3,000 และ 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1) ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อในโรงพยาบาล
2) ผลการศึกษาระบบเซลล์ดักติดเพื่อป้องกันผลจากสารฆ่าเชื้อสามารถขยายผลได้จริงในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลวารินชำราบ
3) ผลการศึกษาสามารถประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลอื่น ๆ รวมทั้งระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ต่อไป
4) แนวทางการศึกษาวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้สำหรับน้ำเสียชนิดอื่นได้
5) การผลิตเซลล์ดักติดสามารถขยายในเชิงพาณิชย์สำหรับการแก้ปัญหาเฉพาะ เช่น น้ำเสียที่มีสารพิษปนเปื้อนได้
6) องค์ความรู้จากงานวิจัยสามารถใช้ประกอบการกำหนดนโยบาย ตลอดจนยุทธศาสตร์การป้องกันและความคุมมลพิษสิ่งแวดล้อมได้

<u>หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์</u>

1) โรงพยาบาล โรงพยาบาลทั้งของรัฐและเอกชนสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ ตลอดจนใช้เป็นเกณฑ์ประกอบในการคัดเลือกสารฆ่าเชื้อที่เหมาะสม

2) กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสามารถนำความรู้นี้ไปแก้ไขปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลต่าง ๆ รวมทั้งอาจขยายผลในการปรับปรุงแบบมาตรฐานระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลได้
3) หน่วยงานภาครัฐอื่น ๆ อาทิเช่น สำนักนโยบายและแผนฯ กระทรวงทรัพยากร ฯ โดยเจ้าหน้าที่สามารถประยุกต์ผลการวิจัยในในกำหนดระเบียบ แผน และกลยุทธ์ในการควบคุมสารฆ่าเชื้อได้ กรมควบคุมมลพิษสามารถในความรู้ไปใช้ในการจัดการปัญหาสารฆ่าเชื้อได้ เป็นต้น
4) นักวิชาการ ประกอบด้วย อาจารย์ นักวิจัย นิสิตนักศึกษาภายในประเทศและนานาชาติ โดยนักวิชาการสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้หรือศึกษาเพิ่มเติมได้ในอนาคต ซึ่งนักวิชาการสามารถทราบผลการวิจัยจากบทความวิชาการหรือผ่านการประชุมวิชาการ