# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ผู้ดำเนินการวิจัยได้ค้นคว้าหาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลทางวิชาการที่น่าเชื่อถือได้ ดังนี้

## 1. การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานของแสงและพลังงานของความร้อนที่แผ่รังสีมาจากดวงอาทิตย์พลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ พลังงานที่เกิดจากแสงและพลังงานที่เกิดจากความร้อนซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ เราสามารถจำแนกการนำมาใช้ตามลักษณะการใช้ และสภาพของอุณหภูมิได้ดังนี้

1.1 ไม่รวมแสง (Non-Focusing) จะใช้อุณหภูมิต่ำ อาทิ เครื่องต้มน้ำร้อน เครื่องกลั่นน้ำ เครื่องอบแห้ง เรือนกระจก เป็นต้น

1.2 รวมแสง (Focusing) ชนิดอุณหภูมิปานกลาง อาทิ เครื่องหุงต้ม เครื่องทำความเย็น เครื่องกำเนิดไอน้ำที่ความดันต่ำ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น และชนิดอุณหภูมิสูง อาทิ เตาแสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหัน การผลิตแก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น

1.3 การเปลี่ยนแปลงโดยตรง (Direct Conversion) อาทิ แผงโซลาร์เซลล์ โฟโตเซลล์ เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า กระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นต้น การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอันหนึ่ง คือ ชุดสะท้อนแสงที่อยู่ในลักษณะต่างๆ กันอาทิ แผ่นราบ (Flat Plate) แบบรางพาราโบลิค (Parabolic Trough) หรือจานพาราโบลิค (Parabolic Dish) ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นลักษณะใดก็ตามชุดสะท้อนแสงเหล่านี้ จะทำหน้าที่สะท้อนแสงเข้าสู่ตำแหน่งที่ต้องการ ดังนั้นการสร้างชุดสะท้อนแสง สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาก็คือ การเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นชุดสะท้อนแสง สำหรับการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อาศัยความร้อนที่รับไว้โดยตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นราบ ไปทำให้น้ำอุณหภูมิสูงขึ้นโดยใช้เครื่องที่เรียกว่า เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนอุปกรณ์ที่นำความร้อนไปผลิตอากาศร้อนเพื่ออบแห้งวัตถุ เรียกว่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่มีศักยภาพทดแทนการใช้พลังงานจากพลังงานหลักได้ ส่วนการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น เครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์โดยศักยภาพเทคโนโลยีจะอยู่ในชั้นพยายามผลักดันให้มีการใช้งานอยู่

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

**2. ตัวอย่างเครื่องที่ถูกออกแบบมาใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์**

2.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ การอบแห้งเป็นวิธีการจัดความชื้นที่อยู่ที่ผิว หรืออยู่ภายในเนื้อวัตถุให้ระเหยออกสู่บรรยากาศ สามารถกระทำได้โดยอาศัยหลักการที่ทำให้โมเลกุลของน้ำได้รับพลังงานแสงอาทิตย์จนมีอณุหภูมิสูงขึ้น ทำให้โมเลกุลของน้ำมีความคล่องตัวในการเคลื่อนที่กระจายออกสู่บรรยากาศ ซึ่งมีการถ่ายเทมวลอากาศอยู่ตลอดเวลาทำให้อากาศมีปริมาณความชื้นสูงขึ้น ซึ่งถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับสภาพอากาศเปิดทั้งหมด เครื่องอบแห้งส่วนประกอบหลักๆ คือ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชนิดใช้อากาศพาความร้อนอบแห้ง พัดลม ระบบช่องลม ปล่องอากาศ ถ้าเป็นการอบแห้ง 24 ชั่วโมงต้องมีตัวเก็บสะสมความร้อน

2.2 เครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อเปรียบเทียบเทคโนโลยีการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานในรูปแบบอื่นๆ พบว่าเทคโนโลยีเครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเทคโนโลยีที่เกิดภายหลัง เครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์อาศัยคุณสมบัติที่สารใดๆ มีความสามารถในการดูดกลืนไอของอีกสารหนึ่ง ซึ่งเป็นสารทำความเย็น ส่วนสารดูดกลืนไอสารทำความเย็น เรียกว่า สารดูดกลืน โดยปกติเครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์จะให้ความเย็นเวลากลางวันที่มีแสงแดด ซึ่งต่างจากเครื่องทำความร้อนที่ต้องการความร้อนขณะที่ไม่มีแสงแดด หรือเวลากลางคืนที่หนาวจัด ดังนั้น เครื่องทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ไม่จำเป็นต้องมีระบบเก็บสะสมความร้อน หากไม่ต้องทำความเย็นเวลากลางคืน

2.3 เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการใช้ประโยชน์จากการดึงเอาพลังงานความร้อนออกจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชนิดที่กล่าวในที่นี้เป็นชนิดแผ่นระนาบความร้อนที่ได้จะนำไปทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น สำหรับกิจกรรมต่างๆ ในครัวเรือน ซึ่งสามารถทดแทนวิธีการเดิมๆ ได้ เช่น นำน้ำร้อนที่ได้ไปชะไขมันบนจานชามแทนการใช้น้ำเคมีล้างจาน หรือนำไปทดแทนเครื่องอาบน้ำอุ่นที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันในปัจจุบันก็แปลงมาจากพลังงานความร้อนที่ได้มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้ความร้อนที่ใช้ทำน้ำอุ่นต้องเสียประสิทธิภาพถึงสองครั้ง คือ ความร้อนมาผลิตไฟฟ้าและกลับมาจ่ายไฟฟ้าให้เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าเพียงเพื่อแลกกับความสะดวกกว่าการใช้ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนโดยตรง อย่างไรก็ตาม เมื่อติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว หากสภาพอากาศไม่อำนวย คือ มีเมฆหนาทึบปกคลุมท้องฟ้าหลายวันจะทำให้ระบบไม่สามารถให้น้ำร้อนได้เลยเป็นการสูญเสียโอกาสในการใช้งาน ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้งแหล่งพลังงานความร้อนสำรอง

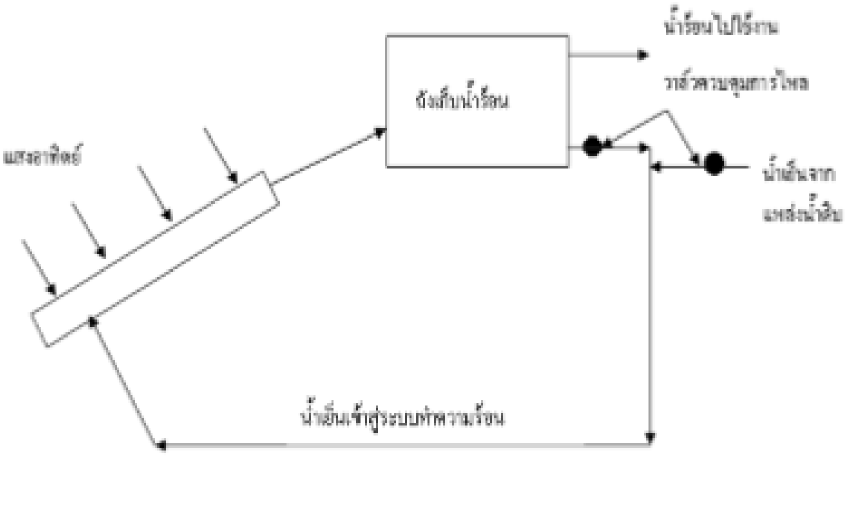
ระบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามการไหลเวียนของน้ำ คือ ชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติโดยอาศัยปรากฏการถ่ายเทความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิต่างกัน และชนิดไหลเวียนด้วยปั้มน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

**3. เครื่องทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์**

3.1 ความเป็นมา การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ปัจจุบันเป็นที่รู้จักแพร่หลายกันเป็นอย่างมาก เทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์หลายๆ ประเภทมีความเจริญก้าวหน้าถึงขั้นจำหน่ายเป็นสินค้าได้ อาทิ เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องทำความเย็น เป็นต้น สินค้าต่างๆ เหล่านี้ บางประเภทมีราคาแพงเมื่อเทียบกับสินค้าที่ใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกันแต่ใช้พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานเชื้อเพลิง เนื่องจากการส่งเสริมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทำให้การผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีความน่าสนใจ โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่ใช้ไม่มีความยุ่งยาก และเป็นการนำเอาพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

3.2 หลักการทำงาน การทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้หลักการแทนที่มวลของของไหล ซึ่งมีอุณหภูมิต่างกัน กล่าวคือ ของไหลที่มีอุณหภูมิสูงจะลอยขึ้นสู่ส่วนบนและของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะไหลลงสู่ด้านล่างของเครื่องทำความร้อน จากภาพ 1 เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย ถังเก็บน้ำร้อน ระบบท่อน้ำร้อนและน้ำเย็น ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์และท่อทองแดงภายในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ น้ำเย็นซึ่งอยู่ด้านล่างถังเก็บน้ำร้อนจะไหลลงสู่ด้านล่างไปยังตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยไหลอยู่ในท่อทองแดงซึ่งจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่น้ำเย็นที่ไหลอยู่ภายในท่อทองแดง น้ำเย็นเมื่อไหลผ่านชุดตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะไหลวนกลับไปยังถังเก็บน้ำร้อนเพื่อรอการใช้งานต่อไป ขณะเดียวกันน้ำเย็นจากแหล่งน้ำดิบจะไหลเข้าไปแทนที่และรับเอาพลังงานความร้อนหมุนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพ 1




**ภาพ 1** ระบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

**ที่มา:** กฤษฎา สามหาดไทย, สุวิทย์ รักษาไพรและอัตถวิชญ์ พนมเขต (2553), น. 14

3.3 ประเภทของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มีหลายประเภท แต่ที่นิยมใช้กันจะเป็นชนิดที่มีตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบราบเรียบ (Flat Plate) ซึ่งเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนและราคาถูก อีกทั้งไม่ยุ่งยากในการควบคุมระบบ เราอาจแบ่งประเภทของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ตามลักษณะการทำงานของระบบได้ เป็น 4 ประเภท คือ

3.3.1 ระบบภายใต้แรงดันและการหมุนเวียนของน้ำแบบธรรมชาติ ระบบเครื่องทำน้ำร้อนแบบนี้จะมีเครื่องสูบทำหน้าที่เพิ่มความดันในระบบน้ำดิบให้มีแรงดันสูงขึ้นเพียงพอที่จะส่งผ่านไปยังตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งติดตั้งอยู่ในระดับสูงกว่า และน้ำร้อนจากถังเก็บจะถูกส่งไปยังจุดใช้งานต่างๆ ต่อไป ซึ่งอยู่ต่ำกว่าถังเก็บน้ำร้อน การส่งน้ำร้อนไปใช้งานจะมีลักษณะภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้นการหมุนเวียนของน้ำจึงเป็นแบบธรรมชาติไม่ต้องใช้เครื่องสูบทำหน้าที่เพิ่มแรงดันให้สูงขึ้น

3.3.2 ระบบภายใต้แรงดันและการหมุนเวียนของน้ำด้วยเครื่องสูบ ระบบทำน้ำร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเหมือนกับแบบแรกแต่จะแตกต่างกันที่การส่งน้ำร้อนไปใช้ยังจุดต่างๆ ต้องใช้เครื่องสูบช่วยทำหน้าที่ในการเพิ่มแรงดันภายในระบบให้สูงเพียงพอที่จะส่งน้ำร้อนไปใช้ยังจุดต่างๆ ได้ ระบบทำน้ำร้อนแบบนี้จึงสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องสูบถึง 2 จุด

3.3.3 ระบบไม่ใช้แรงดันและการหมุนเวียนของน้ำแบบธรรมชาติ เครื่องทำน้ำร้อนประเภทนี้ ภายในระบบจะไม่ใช้เครื่องสูบทำหน้าที่ช่วยเพิ่มแรงดันของระบบให้สูงขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นระบบขนาดเล็ก ซึ่งระบบน้ำดิบจะมีแรงดันสูงเพียงพอที่จะส่งน้ำดิบผ่านไปยังตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ และถังเก็บน้ำร้อนจะติดตั้งให้สูงเพียงพอที่จะก่อให้เกิดแรงดันที่จะส่งน้ำไปยังจุดต่างๆ

3.3.4 ระบบไม่ใช้แรงดันและการหมุนเวียนของน้ำด้วยเครื่องสูบ ระบบทำน้ำร้อนแบบนี้มีลักษณะเหมือนกับแบบที่ 3 กล่าวคือ ระบบน้ำดิบจะมีแรงดันสูงเพียงพอที่จะขับดันน้ำดิบไหลผ่านไปยังแผ่นรับรังสี แต่จะมีความแตกต่างกันที่ในระบบการนำน้ำร้อนไปใช้งาน จะมีเครื่องสูบเป็นอุปกรณ์เพิ่มแรงดันให้แก่ระบบ

ในงานวิจัยนี้จะเป็นระบบภายใต้แรงดันและการหมุนเวียนของน้ำแบบธรรมชาติโดยมีเครื่องสูบ (ปั๊มน้ำ) ทำหน้าที่เพิ่มความดันในระบบน้ำดิบให้มีแรงดันสูงขึ้นเพียงพอที่จะส่งผ่านไปยังตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

3.4 ส่วนประกอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

3.4.1 ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ถือว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญซึ่งเป็นที่เกิดของกระบวนการ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์และกระบวนการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อน จากนั้นก็จะเป็นการใช้ของไหลมารับความร้อน และพาความร้อนไปถ่ายเทให้จุดที่ต้องการใช้พลังงานความร้อน ส่วนใหญ่จะเป็นแบบแผ่นเรียบ ซึ่งจะมีราคาถูกกว่าแบบฝาครอบทำด้วยกระจกใส จำนวน 1 แผ่น หรือมากกว่า และนิยมใช้กระจกนิรภัย มีความหนาประมาณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

4 mm ซึ่งมีความแข็งแรงและคงทน ภายในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์จะมีท่อทองแดง เดินเป็นแนวขดไปมาอยู่บนพื้นที่สีดำโดยที่น้ำดิบจะไหลผ่านเข้าไปในท่อทองแดง และรับเอาความร้อนจากท่อทองแดงด้วยการนำความร้อน ทำให้น้ำดิบอุหภูมิสูงขึ้นและไหลไปยังถังเก็บต่อไป ประเภทของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

3.4.1.1 ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ คือ อุปกรณ์ที่รับรังสีจากดวงอาทิตย์ แล้วเปลี่ยนรังสีดังกล่าวเป็นพลังงานความร้อน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ การแบ่งประเภทของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์อาจแบ่งตามอุณหภูมิที่ใช้งานของไหลที่ใช้งาน ลักษณะของผิวรับรังสี เป็นต้น ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบไม่เพียงทำงานภายใต้สภาวะฟ้าใสแดดจ้าเท่านั้นแต่ในสภาวะที่มีเมฆคลุมก็ยังสามารถทำงานให้ความร้อนได้ เพราะในสภาวะแดดไม่จ้ามีเมฆบังก็ยังมีแสงอาทิตย์แบบกระจายตกกระทบรับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชนิดเรียบได้ และที่สำคัญแม้พลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจายมีความเข้มต่ำกว่าตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบตรงมาก แต่ผลรวมของแสงแต่ละส่วนที่กระจัดกระจายเข้ามากระทบตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชนิดระนาบก็จะถูกรวบรวมได้ด้วยแผ่นรับแบบเรียบนี้ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบนี้ประกอบด้วย

(1) ฝาครอบโปร่งแสง (Glass or Transparent Cover Plate) จะทำด้วยกระจกหรือแผ่นพลาสติกใส ซึ่งจะทำหน้าที่ในการป้องกันการสูญเสียความร้อน อันเนื่องมาจากการแผ่รังสีและการพาความร้อน ยังช่วยป้องกันฝุ่นละอองและสิ่งเจือปนต่างๆ ที่จะเข้าไปยังตัวรับรังสี ฝาครอบชนิดทำด้วยพลาสติกใสจะมีอายุการใช้งานสั้นกว่าฝาครอบชนิดที่ทำด้วยกระจกใส และแผ่นพลาสติกใสเมื่อใช้งานไปนานจะเสื่อมคุณภาพ แต่จะมีราคาถูกกว่า ส่วนฝาครอบที่ทำด้วยกระจกใสโดยทั่วไปจะใช้กระจกที่มีความหนา 3 mm หรือ 4.8 mm ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้งาน กระจกที่มีความหนามากจะให้แสงอาทิตย์ผ่านเข้าไปได้น้อย อาทิกระจกหนา 4.8 mm จะยอมให้แสงผ่านเข้าไปได้ 85% การใช้กระจก 2 ชั้นจะทำให้ความร้อนภายในระบบมีค่าสูงขึ้น

(2) ตัวดูดรับพลังงานอาทิตย์ (Absorber Plate) ตัวรับจะทำหน้าที่ดูดรับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทำให้วัตถุเองมีความร้อนสูงขึ้นแล้วถ่ายเทความร้อนที่ได้ไปสู่บรรยากาศรอบข้างให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวรับรังสีจึงต้องมีการสะท้อนกลับรังสีน้อยมาก

(3) ท่อลำเลียงของไหลภายในแผง (Tube) ส่วนใหญ่จะใช้ท่อทองแดง ท่อเหล็กไร้สนิม หรือท่อเหล็กอาบสังกะสี ซึ่งเป็นวัสดุมีค่าการนำความร้อนดี ทองแดงมีคุณสมบัติการนำความร้อนดีกว่าอลูมิเนียม 2 เท่า และดีกว่าเหล็ก 10 เท่า อีกทั้งทองแดงยังมีความคงทนต่อการกัดกร่อนและการเกิดตะกรันภายในท่อเนื่องจากหินปูน

(4) ฉนวนกันความร้อน (Insulator) แบ่งเป็นใยแก้วใช้ในการป้องกันสูญเสียความร้อนออกจากระบบ โดยจะบุอยู่บริเวณด้านในของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์และโดยรอบแผงรับรังสีใยแก้วจะมีคุณสมบัติทนทานต่อการส่งผ่านความร้อนได้ดีแต่จะดูดซับความชื้นได้ไม่ดีซึ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

เป็นข้อเสีย จึงไม่เหมาะกับสภาพพื้นที่ความชื้นของบรรยากาศสูง และโฟมขาว (Styro Foam) เหมาะกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิภายในระบบไม่สูงนัก จะมีข้อจำกัดในการใช้งานที่อุณหภูมิสูงๆ คือ จะสลายตัวที่อุณหภูมิสูงไม่เหมาะกับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีอุณหภูมิภายในสูงกว่า 70°C

3.4.1.2 ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบรวมแสง คืออุปกรณ์ที่รับรังสีจากดวงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปพลังงานความร้อนเช่นเดียวกับแผ่นรับรังสีแบบราบเรียบ มีระบบติดตามดวงอาทิตย์ ส่วนประกอบของของแผ่นรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมแสงมีดังนี้ อุปกรณ์รับและรวมแสง (Concentrator) ทำหน้าที่ในการรับและรวมแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ความเข้มแสงสูงกว่าความเข้มแสงในบรรยากาศรอบข้าง, อุปกรณ์รับพลังงาน (Receiver) ทำหน้าที่ปลี่ยนพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน, อุปกรณ์ติดตามดวงอาทิตย์ (Driving Device) ทำหน้าที่ขับเคลื่อนให้อุปกรณ์รับ และรวมแสงหมุนตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เพื่อที่จะการให้รับรังสีจากดวงอาทิตยืได้มากที่สุด ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบรวมแสงนี้ จะนำมาใช้ประโยชน์ได้กับรังสีอาทิตย์ประเภทรังสีตรงเท่านั้น

3.4.2 ถังเก็บน้ำร้อน จะทำด้วยสแตนเลสเพื่อป้องกันการเกิดสนิม ภายในถังเก็บน้ำร้อนจะมีการออกแบบเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนออกจากระบบ อีกทั้งสามารถทนต่อแรงดันได้สูง 6 kg/cm$^2$ ถังเก็บน้ำร้อน อาจจะตั้งหรือวางนอนก็ได้เป็นถัง 2 ชั้น ชั้นนอกสำหรับฉนวน การตั้งถังขึ้นจะแยกน้ำในถังเป็นชั้น ของอณุหภูมิที่แน่นอนกว่าแบบถังวางนอน

3.4.3 เครื่องสูบ หรือปั๊มน้ำ ทำหน้าที่ทำให้แรงดันภายในระบบสูงขึ้น ทำให้ของไหลสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่มีความแตกต่างระดับสูงมากซึ่งเป็นจุดที่ของไหลไม่สามารถไหลไปยังจุดที่ต้องการได้

3.4.4 ระบบท่อน้ำร้อน ท่อที่ใช้นระบบควรใช้ท่อที่ทำจากโลหะเนื่องจากสามารถทนทานต่อแรงดันภายในระบบที่สูงๆ ได้ และทนทานต่อรังสีอุลตราไวโอเลตจากแสงอาทิตย์ได้ดี ในการติดตั้งท่อน้ำร้อนจะตั้งติดตั้งให้มีช่องห่าง และมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย เนื่องจากความร้อนจะทำให้ท่อเกิดการยืดตัวและหดตัวได้ ถ้าการติดตั้งท่อในลักษณะยึดแน่นจะทำให้ท่อเกิดการเสียหาย

3.4.5 ระบบท่อน้ำดิบ หรือท่อน้ำเย็น อาจจะติดตั้งโดยวางแนวท่อไปยังชุดตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์โดยตรง หรือติดตั้งวางแนวท่อไปยังส่วนล่างของถังเก็บน้ำร้อน ซึ่งน้ำดิบจากท่อจะไหลเข้าแทนที่ทางด้านล่างของถัง ขณะที่มีการนำเอาความร้อนจากถังเก็บน้ำร้อนซึ่งลอยตัวอยู่ส่วนบนของถังไปใช้งาน

3.4.6 ชุดควบคุม ในระบบขนาดใหญ่จะติดตั้งชุดควบคุม ซึ่งจะทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิแตกต่าง เพื่อที่จะช่วยในการควบคุมปั๊มน้ำให้ทำงานโดยสูบน้ำผ่านไปยังชุดตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยที่ชุดควบคุมจะประกอบด้วย หัววัดอุณหภูมิจะติดตั้งที่ท่อน้ำร้อนและถังน้ำร้อน

ในงานวิจัยนี้จะใช้เป็นตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ในงานวิจัยนี้จะใช้เป็นตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยทั่วไปแล้วเมื่อผลิตน้ำร้อนออกมาประสิทธิภาพจะค่อนข้างใกล้เคียงกัน

**4. ประโยชน์ของการใช้น้ำร้อนและระดับของอุณหภูมิในการใช้งาน**

สำหรับประโยชน์ของน้ำร้อนที่นำมาใช้สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

4.1 การใช้น้ำอุ่น อุณหภูมิของน้ำอุ่นจะถูกผสมระหว่างน้ำร้อนกับน้ำเย็นหรือน้ำอุ่นที่ไหลออกมาจากเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิของน้ำจะอยู่ในช่วง 32 ℃–48 ℃ ซึ่งสามารถใช้อาบ, ล้างหน้า, ล้างมือและข้อดีสำหรับการอาบน้ำหรือการแช่น้ำอุ่นนานๆ จะทำให้รูขุมขนขยายตัวมากขึ้น ทำให้การขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายได้ดีและผ่อนคลายความตึงเครียดของกล้ามเนื้อทำให้ไม่เมื่อยหรืออ่อนเพลียง่าย การไหลเวียนของโลหิตในร่างกายดีขึ้น ช่วยผ่อนคลายเส้นประสาททำให้นอนหลับสบาย ยังช่วยให้จิตใจสงบ และยังลดความหยาบกร้านของผิวหนัง ผิวพรรณสวยงาม จะเห็นได้ว่าการอาบน้ำอุ่นมีผลดีต่อสุขภาพพลานามัยอย่างยิ่ง สำหรับประเทศในเขตร้อนประเทศไทย หรือแม้แต่ในเมืองหนาวก็ตาม

4.2 การใช้น้ำร้อน ถูกนำมาใช้กับระบบทำความร้อนภายในอาคาร เฉพาะในเขตที่มีอากาศหนาวอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 80 ℃ ขึ้นไป ประโยชน์ที่ได้เช่น ซักผ้า ล้างจาน ฆ่าเชื้อโรค หรือแม้แต่การประกอบอาหารและกิจกรรมอื่นตามความต้องการ

4.3 ระดับของอุณหภูมิในการใช้งานของน้ำร้อนเพื่อเหมาะสมและประหยัด ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

**ตาราง 1** ระดับอุณหภูมิในการใช้งานของน้ำร้อน

| ประเภทของการใช้ | อุณหภูมิของน้ำร้อน (°C) |
|---|---|
| ฝักบัวใช้อาบ | 32-40 |
| อ่างน้ำใช้อาบ | 40-48 |
| ห้องครัว | 60 |
| ล้างจาน | 60-77 |
| ซักผ้า | 82 |

**ที่มา:** ปรีดา จันทวงษ์ (2542), น. 15

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

**5. น้ำเสีย**

5.1 น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวซึ่งผ่านการใช้แล้วทั้งที่มีกากและไม่มีกาก หรือของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนในของเหลวนั้น

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ซึ่งจะทำให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่างๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ถ่ายเทเจือปนลงในน้ำนั้นในปริมาณสูง จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีก และมีลักษณะเป็นที่รังเกียจของคนทั่วไป หรือถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติก็จะทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำได้

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสารใดๆ หรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้ จะทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ น้ำมัน ไขมัน ผงซักฟอก สบู่ ยาฆ่าแมลง สารอินทรีย์ที่ทำ ให้เกิดการเน่าเหม็นและเชื้อโรคต่างๆ

น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของ เหลว โดยอาจกล่าวได้ว่าน้ำเสียก็คือน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ และมีสิ่งเจือปนในปริมาณสูงจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้

น้ำเสียประกอบด้วยของเหลวเป็นส่วนใหญ่ถึง 99.9% ของแข็งที่แขวนลอย 0.02 - 0.03% และมีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณสูง ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ชิ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์สูง นอกจากนี้ยังปนเปื้อนสารอนินทรีย์ ได้แก่ ฟอสเฟต คลอไรด์ ซัลเฟอร์ รวมทั้งมีปริมาณจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม เป็นต้น

เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงตามแหล่งที่มาของน้ำเสียและช่วงเวลาที่ใช้น้ำหรือเวลาปลดปล่อยน้ำเสียออกมา ทำให้สารประกอบทางเคมีชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ในน้ำเสียเปลี่ยนแปลงด้วย จุลินทรีย์ในน้ำเสียได้แก่ เชื้อรา โปรโตซัว สาหร่าย แบคทีเรีย ไวรัส เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดเป็นพวกก่อโรค เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร เช่น อีโคไล(E.coli) Samolnella paratyphi Streptococus faecalis เป็นต้น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคโปลิโอ เช่น Enterovirus นอกจากนี้มีไวรัสที่ลำลายแบคทีเรียที่เรียกว่า แบคทีริโอฟาจ ดังนั้นเมื่อปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ จึงเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ทำให้แบคทีเรียนำไปใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้น้ำเสียที่ไม่ได้บำบัดจะมีจุลินทรีย์จำนวนมากและจะลดลงตามลำดับ

เมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ เช่น ในการบำบัดน้ำเสียแบบสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน แบคทีเรียในกลุ่มแฟคัลเทตีฟจะมีอยู่มากในตอนต้น ต่อมาจึงมีกลุ่มที่สร้างมีเทนซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่มแอนแอโรบิกมากตามลำดับ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2550) กระบวนการบำบัดน้ำเสียจึงต้องมีระบบการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) วิธีที่ใช้โดยมากจะใช้กระบวนการทางเคมีโดยการเติมสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง เช่น คลอรีน และโอโซน หรือ แสงอัลตราไวโอเลต เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

5.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย โดยทั่วไปแล้วแหล่งกำเนิดของน้ำเสียสามารถแบ่งได้ 3 แหล่ง คือ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากการเกษตร และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

5.2.1 น้ำเสียจากชุมชนเป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของประชาชนในชุมชน โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากอาคารบ้านเรือน ร้านค้าพาณิชย์กรรม ตลาดสด ร้านอาหาร สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ โรงแรม โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ความสกปรกในชุมชนส่วนใหญ่เป็นอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการธรรมชาติ

5.2.2 น้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่น น้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง เช่น คอกหมู คอกวัว เล้าไก่ น้ำเสียจากนาข้าว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น โดยน้ำเสียจาก เกษตรกรรมส่วนใหญ่จะปนเปื้อนสารเคมี ยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ย

5.2.3 น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้างในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันตามประเภทของ อุตสาหกรรม น้ำเสียอุตสาหกรรมบางแห่งอาจปนเปื้อนโลหะหนัก หรือสารประกอบที่ต้องอาศัยกระบวนการบำบัดที่ซับซ้อนกว่าน้ำเสียชุมชน

5.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

5.3.1 กระบวนการทางเคมี (chemical process) เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกสารต่างๆ หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัด เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรด ด่างสูงๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ด้วยการเติมสารเคมีต่างๆ ลงไปเพื่อให้เข้าไปทำปฏิกิริยาซึ่งจะมีประโยชน์ในการแยกสาร แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ เมื่อเติมสารเคมีลงในน้ำเสียแล้วทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง ดังนั้นกระบวนการทางเคมีจะใช้ก็ต่อเมื่อน้ำเสียไม่สามารถบำบัดได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพ

5.3.2 กระบวนการทางชีววิทยา (Biological Process) อาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์ต่างๆ มาทำการย่อยสลายเปลี่ยนอินทรีย์สารไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย เป็นการบำบัดน้ำเสียในแง่ของการลดปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ แต่หลักการนี้เลือกสภาวะแวดล้อมให้เหมาะกับการทำงานของจุลินทรีย์ โดยสัมพันธ์กับปริมาณของจุลินทรีย์ และเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย

แบคทีเรียที่เลือกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นพวกไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria)

5.3.3 กระบวนการทางกายภาพ (physical process) เป็นการบำบัดน้ำเสียอย่างง่ายซึ่งจะแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออก วิธีนี้จะแยกตะกอนได้ประมาณ 50-65% ส่วนเรื่องการแยกความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) ประมาณ 20-30% เท่านั้น วิธีการต่างๆ ในกระบวนการนี้มีหลายวิธี เช่น การดักด้วยตะแกรง (screening) เป็นการแยกเศษขยะต่างๆ ที่มากับน้ำเสีย เช่น เศษไม้ ถุงพลาสติก กระดาษ ตะแกรงมีหลายขนาด การดักด้วยตะแกรงจึงเป็นการแยกขั้นตอนแรกในการบำบัดน้ำเสีย การตัดย่อย(combination) คือ การใช้เครื่องตัดทำลายเศษขยะขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง การกวาด (skimming) เป็นการกำจัดนำมันและไขมันโดยทำการดักหรือกวาดออกจากน้ำเสีย การทำให้ลอย (floating) จะใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำ การตกตะกอน (sedimentation) เป็นการแยกตะกอนออกจากน้ำเสียโดยอาศัยหลักการเรื่องแรงโน้มถ่วง ซึ่งจะใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ

5.3.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (physical-chemical process) เป็นกระบวนการที่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยมากกว่ากระบวนการที่กล่าวมา ซึ่งกระบวนการนี้จะใช้ในขั้นตอนสุดท้ายในการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนในขั้นตอนอื่นแล้ว เช่น กระบวนการดังต่อไปนี้

5.3.4.1 การดูดซับด้วยถ่าน (carbon adsorption) วิธีการนี้ใช้ผงถ่านหรือคาร์บอนเป็นตัวดูดซับสารเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง

5.3.4.2 การแลกเปลี่ยนประจุ วิธีการนี้อาศัยการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างสารปนเปื้อนในน้ำเสียกับตัวกลางที่บรรจุซึ่งมีทั้งประจุบวกและประจุลบ โดยจะมีการลำเลียงน้ำภายใน

5.4 วิธีการบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นดังนี้

5.4.1 การบำบัดขั้นเตรียมการ (preliminary treatment) เป็นขั้นตอนการแยกสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ โดยการใช้ตะแกรง (Screens)

5.4.2 การบำบัดขั้นต้น (primary treatment) น้ำเสียที่ผ่านขั้นตอนจากข้อที่ 1 แล้วจะถูกนำมาตกตะกอนในถังตกตะกอน ซึ่ง เรียกว่า primary sludge การบำบัดในขั้นนี้จะลดค่า BOD ได้ประมาณ 25-40% แล้วแต่คุณลักษณะของน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

5.4.3 การบำบัดขั้นที่สอง (secondary treatment) น้ำเสียจากข้อ 2 จะถูกนำเข้าไปสู่ถังเติมอากาศซึ่งจะมีการเติมอากาศให้แก่แบคทีเรียโดยใช้เครื่องเติมอากาศ แบคทีเรีย ช่วยย่อยสลายและกำจัดสารอินทรีย์หรือ BOD ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายหรืออนุภาคคอลลอยด์ออกไปจากน้ำกลายเป็นตะกอน ตกลงไปที่ก้นถังกากตะกอนในส่วนนี้จะถูกนำไปกำจัดต่อไป น้ำในส่วนบนของถังตกตะกอนจะใสขึ้น ในขั้นตอนนี้จะช่วยลดค่า BOD ลงได้ประมาณ 75-95% ซึ่งค่า BOD ของน้ำส่วน

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

นี้จะต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำได้ แต่ถ้าต้องการความสะอาดเหมาะแก่การนำกลับมาใช้ใหม่เข้าสู่การบำบัดขั้นที่ 3 ต่อไป

5.4.4 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary treatment) ต้องการความบริสุทธิ์สะอาดสามารถนำกลับมาใช้อุปโภคและบริโภคได้ กระบวนการบำบัดนี้จึงเป็นกระบวนการเคมีรวมกับฟิสิกส์-เคมี น้ำทิ้งจากการบำบัด ขั้นตอนที่สอง จะถูกนำมาตกตะกอนด้วยวิธีทางเคมีแยกสารประกอบฟอสเฟตออกด้วยปูนขาว จากนั้นจึงนำมากำจัดสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์-เคมีด้วยวิธีการ ion exchange ซึ่งจะได้น้ำที่สะอาดเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้วจะได้น้ำที่สะอาด

งานวิจัยนี้จะเป็นลักษณะกระบวนการทางกายภาพ-เคมีเป็นการบำบัดขั้นต้นเป็นระบบพื้นฐานและง่ายต่อการควบคุมและบำรุงรักษา โดยอาศัยถ่านคาร์บอนที่มีประสิทธิผลสูงในการบำบัดสารอินทรีย์ และสามารถดูดซับสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นได้มาก, ซีโอไลท์เพื่อให้ช่วยดูดซับของเสียในน้ำ และใยแก้วที่ช่วยในการดูดซับสารพิษ เป็นที่อยู่แบคทีเรีย ช่วยทำให้น้ำใส

## 6. ชนิดของจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำเสีย

เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำเสียอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์จึงไม่คงที่ จุลินทรีย์ในน้ำเสีย ได้แก่ เชื้อรา โปรโตซัว สาหร่าย แบคทีเรียและไวรัส น้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดจะมีจุลินทรีย์ปริมาณมาก ได้แก่ โคลิฟอร์ม สเตรปโตค็อกไคแอนแอโรบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ และแบคทีเรียอื่นๆ ที่อยู่ในลำไส้คน จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นสาเหตุของการทำให้เกิดโรค เช่น โรคทางเดินปัสสาวะอักเสบ โรคในระบบทางเดินอาหาร โรคกระเพาะอาหาร ลำไส้อักเสบ โรคโลหิตเป็นพิษ ไข้ไทฟอยด์ อุจจาระร่วง โรคบิด อหิวาตกโรค โรคติดเชื้อในบาดแผล โปลิโอ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2550) ซึ่งเชื้อโรคเหล่านี้จะติดมาจากอุจจาระของคนหรือสัตว์เป็นโรคหรือพาหะของเชื้อโรคดังกล่าว จึงใช้จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระทั้งทางตรงและทางอ้อม (ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547)

6.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย หมายถึงกลุ่มของแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae ที่มีรูปร่างท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์เป็นพวกที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศ และพวกที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสให้กรดและแก็สได้ภายใน 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตัวอย่างแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ E.coli ซึ่งโดยปกติมักพบอยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและของคน ฉะนั้นจะมากในอุจจาระ และแบคทีเรียจีนัส Enterobacter ซึ่งนอกจากในอุจจาระ แล้วยังสามารถพบได้ในดิน และปนเปื้อนมากับพืชผักต่างๆ หรืออยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่มีสุขลักษณะในการผลิต (ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547) โคลิฟอร์มแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น 2 ชนิด คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

6.1.1 ฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) เช่น อีโคไลเป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง (gram negative rod) ขนาด 1-2 ไมโครเมตร จัดเป็นพวกที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ เคลื่อนที่โดย peritrichous flagella และยังพบโครงสร้างที่เรียกว่า frimbriae แต่เจริญได้ดีในสภาวะที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติในการหมักย่อยน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดและแก๊สที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 ชั่วโมง อีโคไลเป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มที่อาศัยในลำไส้เล็กตอนปลายและลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์เลือดอุ่นจัดเป็นเชื้อประจำถิ่น ในลำไส้เล็ก ด้วยเหตุนี้การตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้จึงบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนอุจจาระของคนหรือมูลสัตว์ในน้ำและอาหาร (พนิดา, 2549) การทดสอบสมบัติทางชีวเคมีในการจำแนกเชื้อที่เรียกว่า IMViC test ผลการทดสอบนี้คือ + + - - (นงลักษณ์ และ ปรีชา,2550) การติดต่อจะเกิดจากการปนเปื้อนเชื้ออีโคไลในทางน้ำและอาหาร ได้แก่ นม น้ำดื่มที่ใช้ในครัวเรือน แหล่งน้ำตามธรรมชาติ อาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์เช่น โค กระบือ และอาหารที่มีการปรุงไม่สุก โรคและอาการของเชื้อ E.coli มีสารพิษ คือ vero cytotoxin ซึ่งพบในสารสกัดจากเชื้อ (bacteria extract) สารพิษนี้จะถูกเปลี่ยนสภาพได้ดีด้วยแอนติซีรัมที่ใช้ต้าน shigella toxin จึงทำให้เรียกสารพิษของเชื้อนี้ว่า shigella-like toxin แทน vero cytotoxin ซึ่งสารพิษทั้งสองมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันและมีโครงสร้างเหมือนกันด้วย การที่จุลินทรีย์สามารถจับกับผนังลำไส้ได้เป็นสิ่งสำคัญมากต่อการเกิดโรคในคน การที่ผู้ป่วยไม่แสดงอาการไข้แสดงว่าจุลินทรีย์ไม่ผ่านลำไส้ออกสู่ระบบอื่น และไม่เข้าสู่กระแสเลือด ทำให้คาดว่าจุลินทรีย์จะเจริญที่ผนังลำไส้และสร้างสารพิษที่มีผลต่อการทำงานของลำไส้ ทำให้เกิดอาการของโรคทางเดินอาหารมีตั้งแต่ท้องร่วงอย่างไม่รุนแรงถึงอาการรุนแรง มีอาการอุจจาระเป็นน้ำ หรือถ่ายเป็นเลือดจากการอักเสบของลำไส้ และอาจมีอาการของไตวาย

6.1.2 นันฟีคัลโคลิฟอร์ม (non-fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดิน และพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น Enterobacter spp. และA.aerogenes ส่วน Enterobacter spp.มักอยู่ตามเมล็ดพืชและตามพืชต่างๆ แต่อาจพบในอุจจาระของคนและสัตว์ด้วย การทดสอบสมบัติทางชีวเคมีในการจำแนกเชื้อของ Enterobacter spp.ที่เรียกว่า IMViC test ผลการทดสอบนี้คือ - - + + (นงลักษณ์ และปรีชา, 2550)

## 7. บีโอดี

บีโอดี (biological oxygen demand: BOD) คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน สภาวะมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณ BOD คือ 20°C และเวลา 5 วัน (BOD5) ค่า BOD จะบ่งบอกถึงลักษณะของน้ำเสียว่ามีสารอินทรีย์มากน้อย เพียงใด และทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการบำบัดในรูปของการกำจัด BOD (BOD

removal) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการทำ stream survey เพื่อทราบถึงความสกปรกของแม่น้ำลำคลองต่างๆ น้ำที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าบีโอดีไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรจะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสียตามพระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร การหาค่าบีโอดีหาได้โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายอินทรียสาร ซึ่งจะเป็นไปช้าๆ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานหลายสิบวัน ตามหลักสากลใช้เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20°C โดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการหาบีโอดีมา 2 ขวด ขวดหนึ่งนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าออกซิเจนทันทีสมมุติว่ามี ออกซิเจนอยู่ 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำอีกขวดหนึ่งปิดจุกให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศเข้านำไปเก็บไว้ ในที่มืดที่อุณหภูมิ 20 °C นาน 5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนสมมุติได้ .47 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจะได้ค่าซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจน ที่ถูกใช้ไป หรือค่าบีโอดี = 6.5-.47 = 5.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

**8. สมการที่ใช้หาประสิทธิภาพจากการทดลอง**

8.1 ปริมาณความร้อน ที่นำมาใช้ประโยชน์ที่ได้จากเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายเป็นการพิจารณาแบบระบบปิด คือ มวลของน้ำภายในคงที่แต่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เมื่อเวลาผ่านไปได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนเครื่องทำน้ำร้อน หาได้จากสมการ

$$Q_u = \frac{MC_w\,(T_o - T_i)}{t} \qquad (1)$$

8.2 สมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย สามารถวัดได้ด้วยประสิทธิภาพเชิงความร้อน ซึ่งเท่ากับอัตราส่วนของปริมาณความร้อนของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย ที่นำมาใช้ได้ต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกบนตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์คูณด้วยพื้นที่ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ หาได้จากสมการ

$$\eta = \frac{Q_u}{G.A_C} \qquad (2)$$

8.3 ค่าพลังงานแสงอาทิตย์รายชั่วโมง ( I ) โดยนำค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ในแต่ละชั่วโมง (G) มาคำนวณเป็นค่าพลังงานแสงอาทิตย์รายชั่วโมง ( I ) ในหน่วย $MJ/m^2$ จากสมการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

$$I = \frac{G*3600}{10^6} \quad (3)$$

เมื่อ $Q_u$ = ปริมาณความร้อนที่ใช้ประโยชน์ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ของแผง ( W )

$M$ = มวลของน้ำที่ถูกทำให้ร้อน (kg)

$C_W$ = ความร้อนจำเพาะของน้ำ (4.19 kJ/kg.$^{o}$C )

$T_o$ = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำออก ($^{o}$C )

$T_i$ = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเข้า ($^{o}$C )

$t$ = ระยะเวลา (s)

$A_c$ = พื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์ ( $m^2$)

$G$ = ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ (W/ $m^2$)

$I$ = ค่าพลังงานแสงอาทิตย์รายชั่วโมง (MJ/$m^2$)

$\eta$ = ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ( % )

**9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

กรวัฒน์ วุฒิกิจ (2554) ได้ศึกษาการเลือกขนาดตัวเก็บรังสีอาทิตย์สำหรับระบบทำน้ำร้อนเสริมด้วยปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิบ่อเลี้ยงปลาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์, ประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และหาขนาดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมกับระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลา จากผลการวิจัยพบว่าในฤดูหนาวค่าเฉลี่ยของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาที่ทำการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 30℃ และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของบ่อที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 25℃ ในฤดูฝนค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาที่ทำการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 29.5℃ และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของบ่อที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 27℃ ผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถทำนายพฤติกรรมของระบบได้และมีผลใกล้เคียงกับการทดลอง, ขนาดของตัวเก็บรังสีที่เหมาะสมกับระบบคือ 4 ตารางเมตรเมื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์พบว่าระบบมีค่า IRR=0.74% ระยะคืนทุน 18.66 ปี และน้ำหนักของปลาในบ่อที่ทำการควบคุมอุณหภูมิมีค่ามากกว่าน้ำหนักของปลาในบ่อที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ 1.6 และ 1.7 เท่าในฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ

กฤษฎา สามหาดไทยและคณะ (2553) การทดลองนี้ได้ทำการสร้างเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และทำการศึกษาอัตราการไหลของน้ำมีผลอย่างไรกับประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และการเก็บความร้อนของน้ำร้อนที่ผลิตโดยเครื่องรับพลังงานแสงอาทิตย์ให้ระบบมีการหมุนเวียนแบบต่อเนื่องโดยใช้ปั๊มเป็นตัวควบคุมอัตราการไหล ทำการทดลองโดยใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

อัตราการไหลหนึ่งอัตราการไหลต่อวัน ทำการเปลี่ยนอัตราการไหลทุกวัน โดยอัตราการไหลที่ใช้คือ 0.12, 0.17, 0.22, 0.25, 0.30, 0.34, 0.37, 0.40, 0.42, และ 0.45 $dm^3/s$ ตามลำดับ วัดอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกคำนวณค่าประสิทธิภาพที่อัตราการไหลต่างๆ จากการศึกษาพบว่าอัตราการไหลมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์คือประมาณ 0.40 – 0.42 $dm^3/s$ ซึ่งทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด 50.77%

จักรพันธ์ พิรักษา และซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร (2549) โครงการวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นราบแบบหมุนเวียนน้ำตามธรรมชาติ โดยแผงรับแสงอาทิตย์ทำด้วยแผ่นทองแดงหนา 1.0 mm และท่อน้ำในแผงเป็นท่อทองแดงขนาด 12.7 mm พ่นด้วยสีดำด้าน รวมพื้นที่รับแสง 1.2 x 1.4 $m^2$ ปิดด้วยกระจกชั้นเดียวหนา 5.0 mm ถังเก็บน้ำขนาด 50 ลิตร หุ้มด้วยฉนวนหนา 38.1 mm จากการทดลองพบว่า ความเข้มแสงมากกว่า 700 $W/m^2$ ประสิทธิภาพของแผงขณะใดๆอยู่ระหว่าง 8.7 – 81.7 % และการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในถังมีสมการความสัมพันธ์เป็น $\Delta Tw = 0.4043H3-19.185H2+305.64H-1594.5$ เมื่อ H เป็นค่ารังสีรวมรายวันในแนวระดับในหน่วยของ $MJ/m^2$-day

จรุวัตร์ คชรินทร์, ทวีวัฒน์ สุภารส, สุจินต์ จิระชีวะนันท์, และมานนท์ สังข์กลิ่นหอม (2554) การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยมีแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบติดตั้งแผงคอนเดนเซอร์ จำนวน 4 แผงมีขนาดพื้นที่ 0.914 $m^2$ ด้านบนปิดด้วยกระจกหนา 5 mm จำนวน 1 ชั้น มีถังน้ำร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm สูง 50 cm หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนขดคอยล์อยู่ภายในถังน้ำร้อน โดยใช้สารเอทานอลเป็นสารทำงานไหลเวียนภายในระบบแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำในสภาพที่เดือดกลายเป็นไอ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับ และสารเอทานอลจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลวเมื่อผ่านน้ำ ไหลกลับเข้าสู่ถังพักก่อนที่จะไหลกลับไปยังแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ จากผลการทดลองการสร้างแผงรับรังสีสามารถทำให้อุณหภูมิสูงได้ถึง 82 ℃ จึงทำให้สารเอทานอลสามารถเดือดกลายเป็นไอขับดันตัวเองให้ไหลเวียนภายในระบบผลิตน้ำร้อน สามารถทำให้น้ำภายในถังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 69 ℃ โดยการถ่ายเทความร้อนได้ดีอยู่ในช่วงระหว่างเวลา 12.00-13.30 นาฬิกา และจากผลการทดลองยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณ เพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ โดยได้ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์สูงสุด ที่ 77 เปอร์เซ็นต์ และนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณ เพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของระบบทำน้ำร้อน โดยได้ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบทำน้ำร้อนที่ 30%

จาตุพงศ์ วาฤทธิ์, สมเกียรติ จตุรงค์ล้ำเลิศ, ชานนท์ เวียนทอง, อานนท์ สุจริต และณัฐวุฒิ ดุษฎี (2550) เป็นการศึกษาและออกแบบระบบทำน้ำร้อนด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์สำหรับการล้างทำ

ความสะอาดอุปกรณ์รับน้ำนมดิบแบบ Cleaning In Place (CIP) ของบริษัทตัวอย่างในจังหวัดเชียงใหม่ ระบบการทำน้ำร้อนด้วยตัวเก็บรังสีขนาด 4 $m^2$ มีถังน้ำสะสมความร้อนขนาด 360 ลิตร อัตราการไหลแบบบังคับที่ 1 lpm ผลการทดสอบพบว่าตัวเก็บรังสีให้พลังงานความร้อนสะสมตลอดช่วงเวลารับรังสี 8 ชั่วโมงที่ 42.5 MJ เมื่อติดตั้งที่ศูนย์รับน้ำนมดิบในเดือนกุมภาพันธ์ 2550ระบบที่ออกแบบสามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในถังสะสมได้ 30.3°C คลาดเคลื่อนไปจากทฤษฎี 1.3% ชุดทดสอบใช้เงินลงทุนขั้นต้น 80,000 บาท ลดค่าใช้จ่ายเพื่อทำความร้อนในการทำความสะอาดอุปกรณ์รับน้ำนมดิบได้ปีละ 21,900 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.7 ปี และอัตราผลตอบแทนภายในที่ 27.2%

นพรัตน์ พัชณีย์ (2554) การกำจัดโคลิฟอร์มและอีโคไลที่ดื้อยาปฏิชีวนะในระบบตะกอนเร่งที่บำบัดน้ำเสียชุนชนงานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตะกอนเร่งในในการกำจัดโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) ในน้ำเสียชุมชนและทดสอบการฟุ้งกระจายของแบคทีเรียจากการนำน้ำผ่านการบำบัดไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังตรวจสอบการดื้อยาปฏิชีวนะของอีโคไลในกระบวนการบำบัด ผลการศึกษาพบว่าปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดของน้ำเสียที่เข้าและผ่านระบบบำบัด เท่ากับ 7.3 และ 6.0 log MPN/100 ml ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับร้อยละ 94 ทั้งนี้ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มมีแนวโน้มเช่นเดียวกับโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มมีปริมาณต่ำกว่าโคลิฟอร์มทั้งหมดในระบบอยู่ในช่วง 0-0.1 log MPN/100 ml และผลจากการนำน้ำผ่านการบำบัดมาใช้ในการล้างถนนพบว่าที่ระยะ 3 เมตรจากจุดฉีดมีการกระจายตัวของแบคทีเรียมากที่สุด และเวลา 0-3 นาทีเป็นช่วงเวลาที่มีแบคทีเรียกระจายตัวสูงที่สุด จะเห็นว่าเมื่อเวลาหรือระยะทางมากขึ้นทำให้กระจายตัวของแบคทีเรียจะลดลงมากกว่าร้อยละ 99 และ 97 ตามลำดับ ส่วนการทดสอบการดื้อยาปฏิชีวนะของอีโคไลในน้ำเข้า น้ำออกและตะกอนของกระบวนการบำบัด พบว่าร้อยละ 84 ของเชื้ออีโคไลของน้ำเข้าระบบบำบัดมีการดื้อยาปฏิชีวนะ โดยมีการดื้อยา Nalidixic acid Sulfamethoxazole และ Tetracycline เท่ากับร้อยละ 54, 50, 42 ตามลำดับ และในน้ำออกระบบบำบัดมีจำนวนเชื้ออีโคไลที่มีการดื้อยาลดลงเป็นร้อยละ 76 และมีจำนวนร้อยละ 51 , 44 , 37 ที่มีการดื้อยา Sulfamethoxazole Nalidixic acid และ Tetracycline ตามลำดับ ส่วนอีโคไลในตะกอนพบว่ามีจำนวนเชื้อที่มีการดื้อยาร้อยละ 68 และมีจำนวนร้อยละ 51, 48 , 39 ดื้อยา Sulfamethoxazole Tetracycline และ Nalidixic acid ตามลำดับ สรุปได้ว่าอีโคไลในตัวอย่างทั้งสามชนิดมีการดื้อยา 16 ชนิดเหมือนกัน โดยมียาเพียงชนิดเดียวที่ไม่พบการดื้อยา คือ Amikacin

นิ่มนภา หลวงปันและสายรุ้ง ฤทธิ์กระจาย(2550) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำกระบวนการทางไฟฟ้าเคมีมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ได้ทำการทดลองศึกษา หาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีจากน้ำตัวอย่าง 3 แหล่ง คือ น้ำทิ้งจากแม่น้ำ เจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ.

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

นครสวรรค์ น้ำจากท่อระบายน้ำทิ้งในโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ และน้ำจากท่อระบายน้ำทิ้งตึก 7 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ตะแกรงที่ ใช้เป็นขั้วไฟฟ้า คือ อะลูมิเนียมและเหล็ก ผลการศึกษาได้ข้อมูลเบื้องต้นดังนี้ เมื่อใช้ตะแกรง อะลูมิเนียมและเหล็กเป็นขั้วไฟฟ้าในการตกตะกอน พบว่า ขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด ทำให้น้ำใสและเกิดการ ตกตะกอนได้ใกล้เคียงกัน ปริมาณไฟฟ้าที่ตกตะกอนได้ดีในการทดลองนี้ คือ ความต่างศักย์ 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ จากผลดังกล่าวจึงได้เลือกตะแกรงอะลูมิเนียมมาใช้ในการทดลอง เนื่องจาก มีราคาถูกกว่าตะแกรงเหล็ก และใช้ความต่างศักย์ 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ ในการสร้างและ ทดลองตกตะกอนน้ำเสียโดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบบำบัดน้ำเสีย จากการทดลองพบว่า ปริมาณการ ตกตะกอนขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน ชนิดของตัวอย่างน้ำ ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบบำบัดน้ำเสีย โดยนำน้ำที่ได้ก่อน และหลังจากการตกตะกอนด้วยอุปกรณ์บำบัดน้ำเสียนี้มาวิเคราะห์หาค่าซีโอดี บีโอดี และดีโอ เพื่อเปรียบเทียบกัน พบว่า น้ำทั้ง 3 แหล่ง ก่อนการตกตะกอนมีค่าดีโอเท่ากับ 3.4, 3.9 และ 4.5 มิลลิกรัม/ ลิตร ตามลำดับ และน้ำหลังการตกตะกอนมีค่าดีโอเท่ากับ 3.7, 4.2 และ 4.8 ตามลำดับ มีค่าซีโอดี ก่อนการตกตะกอนเท่ากับ 20, 47.2, 44.8 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำหลังตกตะกอนมีค่าซีโอดีเท่ากับ 16.0, 24.0, 40.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และมีค่าบีโอดีก่อนการตกตะกอนเท่ากับ 5.25, 7.5 และ3.9 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำหลังตกตะกอนมีค่าซีโอดีเท่ากับ 4.8, 5.20 และ 3.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่ง ไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้โดยไม่มีอันตรายหรือถ้าน้ำมาบำบัดต่ออีกเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้

ประเทือง ฟั่นแก้ว และกีรติ วุฒิจารี (2557) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องอบสับปะรดแว่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องอบสับปะรดแว่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ สับปะรดที่ใช้ในการทดลองเป็นพันธ์ปัตตาเวีย ที่ผ่านการปรุงแต่งรสชาติ ลักษณะสับปะรดเป็นวงกลมคล้ายแว่น มีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ย 10 cm. ความหนา 1 cm. มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อชิ้น 40 g มีความชื้นเริ่มต้น 82.276 % มาตรฐานเปียก อบแห้งครั้งละ 10 kg ทำการอบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 29.1% มาตรฐานเปียก โดยแผงรับแสงอาทิตย์มีขนาด 2 $m^2$ ตั้งเอียงทำมุมกับแนวระดับ 17 องศา ใช้พัดลมดูดอากาศมีอัตราการไหล 24.5 $m^3$/hr อุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในตู้อบ 56.18 °C และ 51.4 % ตามลำดับ มีอัตราการอบแห้ง 0.288 kgwater/hr ประสิทธิภาพรวมของเครื่องอบสับปะรดแว่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยเฉลี่ย 20.68 %

วัฒนา บัวภูมิ, ศิริชัย เทพา และเก้ากันยา สุดประเสริฐ (2550) ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการนำน้ำมันปาล์มมาผลิตเป็นไบโอดีเซลและใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนแทนการใช้พลังงานจากก๊าซหุงต้ม โดยใช้ตัวเก็บรังสี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

อาทิตย์มาให้ความร้อนแก่น้ำ และใช้น้ำเป็นสารตัวกลางรับความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แล้วถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำมันปาล์ม ผ่านทางอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มจากอุณหภูมิแวดล้อมที่ 30℃ เป็น 60℃ ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่นสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิ 50 ° C ถึง 60° C โดยงานวิจัยนี้ศึกษาถึงปริมาณรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่เป็นสารตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน และอุณหภูมิของน้ำมันที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่ง จากการทดลองพบว่าที่ปริมาณรังสีอาทิตย์ประมาณ 900 $W/m^2$ สามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และน้ำมันที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้มีค่าประมาณ 60℃ และ 56℃ ตามลำดับซึ่งพบว่าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการผลิตไบโอดีเซลได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี