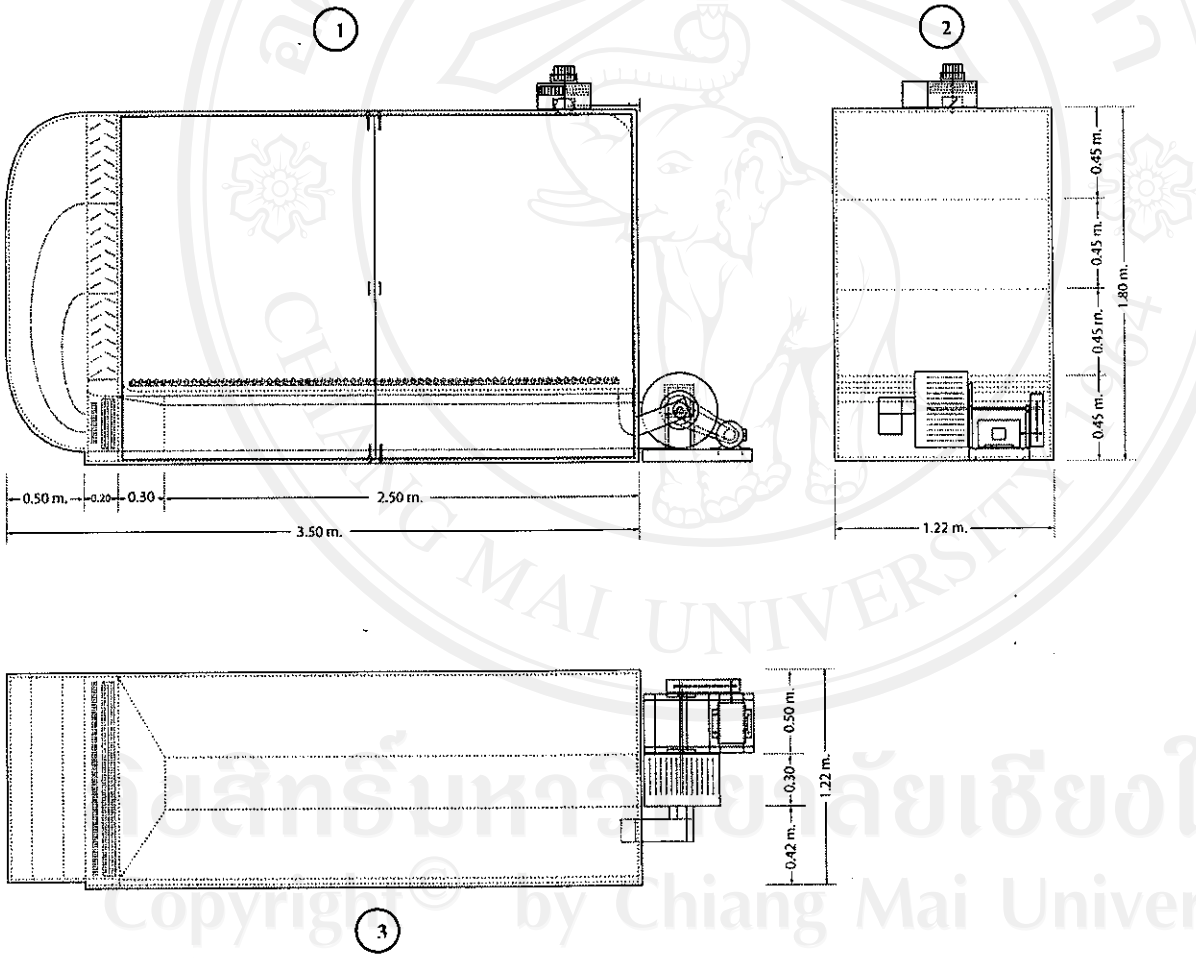
บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.1 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

แบบแปลน ขนาด และรูปร่างภายนอกของอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูป 3.1



1. ภาพมุมมองด้านหน้า
2. ภาพมุมมองด้านข้าง
3. ภาพมุมมองด้านบน

รูป 3.1 แสดงแบบแปลน ขนาด รูปร่างภายนอกของอุปกรณ์ทดสอบในมุมมองต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ทดสอบ

ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของอุปกรณ์ทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

3.1.2.1 โครงสร้างภายใน อุปกรณ์ทดสอบถูกสร้างขึ้นให้มีลักษณะเป็นตู้อบแบบแปลน ขนาด และรูปร่างภายนอก ดังแสดงในรูป 3.1 ใช้วัสดุโลหะเหล็กขึ้นรูปชนิดที่เรียกว่าเหล็กกล่อง ขนาด 1 × 1 นิ้ว และ 1.2 × 1.2 นิ้ว ความหนา 2 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ เป็นส่วนประกอบหลักของโครงสร้างภายในซึ่งส่วนประกอบที่เป็นวัสดุโลหะเหล็กทุกชิ้นจะถูกพ่นรองพื้นด้วยสีกันสนิม และพ่นทับด้วยสีน้ำมันอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้อง กันการเกิดการกัดกร่อนของสนิมเหล็กก่อนอายุการใช้งาน

3.1.2.2 ผนังตู้อบด้านนอก ใช้วัสดุโลหะเหล็กชนิดแผ่นเรียบที่เคลือบทับด้วยสังกะสี ความหนา 1.5 มิลลิเมตร ปิดทับโครงสร้างและฉนวนกันความร้อนเป็นผนังด้านนอก

รูป 3.2 ภาพตู้อบแสดงผนังตู้อบด้านนอก

3.1.2.3 ผนังตู้อบด้านใน ใช้วัสดุโลหะสแตนเลสชนิดแผ่นเรียบประเภทที่ใช้สำหรับผลิตอาหาร ความหนา 1.5 มิลลิเมตร ปิดทับโครงสร้างภายใน ลักษณะหน้าตัดด้านใน ดังแสดงในรูป 3.3 และรูป 3.4 ตามลำดับ

3.1.2.4 ฉนวนกันความร้อน ใช้ฉนวนกันความร้อนที่ทำจากวัสดุทนความร้อนคุณภาพสูง ขนาดความหนา ¾ นิ้ว เป็นฉนวนกั้นระหว่างผนังตู้อบด้านนอกและผนังด้านใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.3 ภาพตู้อบแสดงผนังตู้อบด้านใน

รูป 3.4 ภาพตู้อบแสดงผนังตู้อบด้านใน

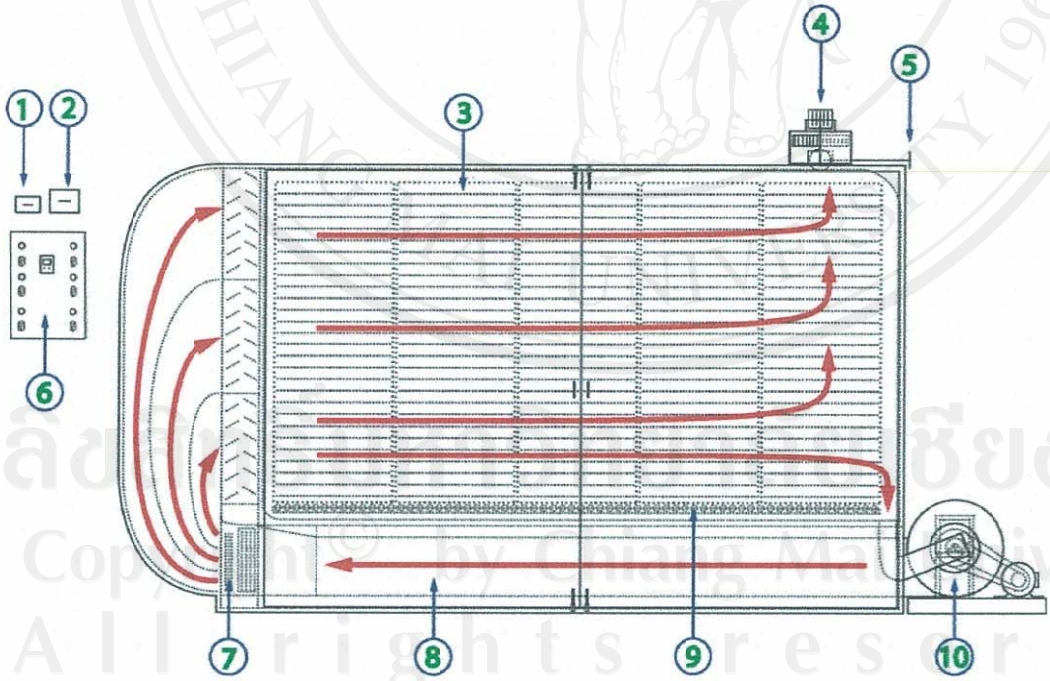
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นอุปกรณ์ทดสอบที่ประกอบขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นตู้อบที่ประยุกต์ใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้ตู้อบทั้ง 3 รูปแบบเป็นอุปกรณ์ทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 1 ชุด โดยผู้ศึกษาได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 กรณี และได้ทำการปรับ

เปลี่ยนระบบการทำงานพร้อมกับติดตั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์เสริมให้เป็นไปตามรูปแบบของแต่ละกรณีที่ทำการศึกษา โดยมีหลักการทำงานและรายละเอียด ดังนี้

ก. รูปแบบที่ 1 ตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ ดังแสดงในรูป 3.5

ตู้อบรูปแบบที่ 1 เป็นตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ มีหลักการทำงานและการใช้พลังงานพอสังเขปดังนี้ เมื่อเริ่มเปิดระบบการทำงานของตู้อบ พลังงานไฟฟ้าจะถูกใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ระบบการกวนอากาศ การดูดอากาศ การควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ รวมถึงลวดความร้อนที่ใช้ไฟฟ้าซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน จากรูป 3.5 จะเห็นว่าอุปกรณ์จะใช้กำลังไฟฟ้าในปริมาณที่สูงมาก เพื่อใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงาน ในขณะเดียวกันการถ่ายเทพลังงานความร้อนก็จะเกิดขึ้นกับบริเวณพื้นผิวของลวดความร้อน ทำให้อากาศที่ไหลเวียนภายในตู้อบที่เกิดจากพัดลมกวนอากาศ เมื่อเคลื่อนตัวผ่านลวดความร้อนและบริเวณใกล้เคียงก็จะได้รับการถ่ายเทพลังงานความร้อน ให้ไหลเวียนกระจายไปทั่วภายในตู้อบ ซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในตู้อบเพิ่มสูงขึ้นในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาศัยหลักการนี้อากาศร้อนที่ไหลเวียนและเคลื่อนตัวผ่านวัตถุดิบที่ต้องการอบ ก็จะนำพาเอาความชื้นที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบให้หลุดลอยไปกับลมร้อน ซึ่งจะถูกดูดออกไปภายนอกตู้อบโดยพัดลมดูดอากาศ



1. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 5 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์
2. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 15 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

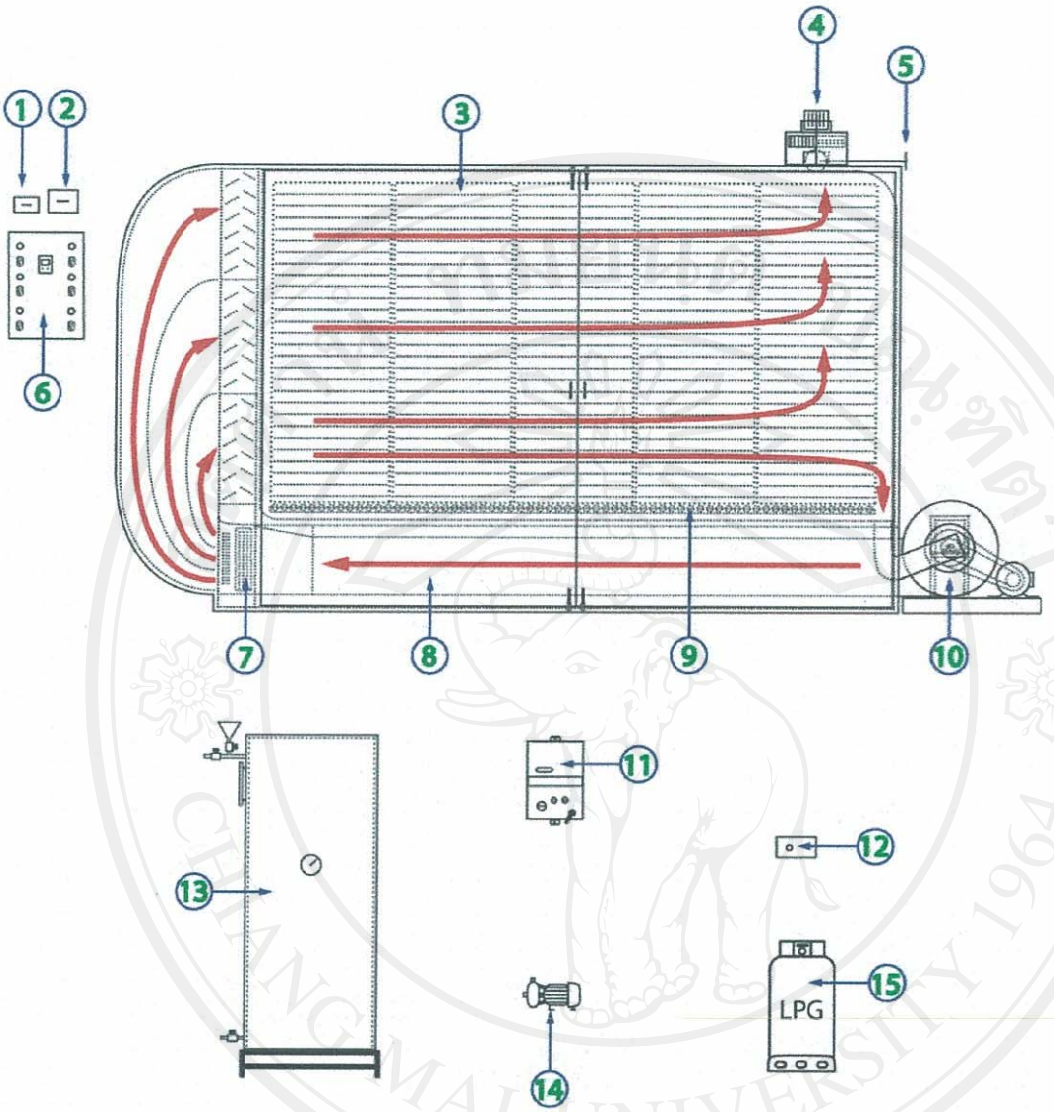
3. ชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ทำด้วยสแตนเลส จำนวน 5 ชุด ชุดละ 27 ถาด
4. พัดลมดูดอากาศ มอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
5. คันหมุนปิด / เปิดช่องระบายลม
6. กล่องควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าและชุดควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล
7. ลวดความร้อนที่ใช้ไฟฟ้า ขนาด 1000 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ จำนวน 3 ชุด
8. กล่องพ่นลมทำด้วยสแตนเลส
9. ฐานลูกกลิ้งสำหรับเลื่อนชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์
10. พัดลมกวนอากาศ มอเตอร์ ขนาด 0.25 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ จำนวน 1 ชุด

รูป 3.5 แสดงระบบการทำงานของตู้อบรูปแบบที่ 1

ข. รูปแบบที่ 2 ตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับก๊าซหุงต้ม (LPG)

ตู้อบรูปแบบที่ 2 เป็นตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับก๊าซหุงต้ม (LPG) มีหลักการทำงานและการใช้พลังงานพอสังเขปดังนี้ เมื่อเริ่มเปิดระบบการทำงานของตู้อบ พลังงานไฟฟ้าจะถูกใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ระบบการกวนอากาศ การดูดอากาศ การไหลเวียนของน้ำร้อน การควบคุมปริมาณก๊าซหุงต้ม (LPG) รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ ปั๊มน้ำร้อนจะดูดน้ำจากถังเก็บน้ำร้อนและส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ต้มน้ำร้อน ที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบการไหลเวียนของน้ำ เมื่อเริ่มเปิดระบบควบคุมการจ่ายก๊าซ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม (LPG) จะถูกถ่ายเทไปยังน้ำที่ไหลเวียนผ่านอุปกรณ์ต้มน้ำร้อนและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อากาศที่ไหลเวียนผ่านอุปกรณ์ดังกล่าวและบริเวณใกล้เคียง ก็จะได้รับการถ่ายเทพลังงานความร้อนให้ไหลเวียนกระจายไปทั่วภายในตู้อบ ซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในตู้อบเพิ่มสูงขึ้นในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในขณะเดียวกันน้ำร้อนที่ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนก็จะวนกลับไปยังถังเก็บน้ำร้อน ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปสักครู่หนึ่ง การควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบสามารถทำได้โดยการปรับที่ชุดควบคุมการจ่ายปริมาณก๊าซหุงต้ม (LPG) ให้อยู่ในระดับตามที่ต้องการ อาศัยหลักการนี้อากาศร้อนที่ไหลเวียนและเคลื่อนตัวผ่านวัตถุดิบที่ต้องการอบ ก็จะนำพาเอาความชื้นที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบหรือสิ่งที่ต้องการอบ ให้หลุดลอยไปกับลมร้อนซึ่งจะถูกดูดออกไปภายนอกตู้อบโดยพัดลมดูดอากาศ ดังแสดงในรูป 3.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



1. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 5 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์
2. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 15 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์
3. ชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ทำด้วยสแตนเลส จำนวน 5 ชุด ชุดละ 27 ถาด
4. พัดลมดูดอากาศ มอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
5. คันหมุนปิด / เปิดช่องระบายลม
6. กล่องควบคุมการจ่ายกระแส ไฟฟ้าและชุดควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล
7. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จำนวน 2 ชุด
8. กล่องพ่นลมทำด้วยสแตนเลส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9. ฐานลูกกลิ้งสำหรับเลื่อนชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์
10. พัดลมกวนอากาศ มอเตอร์ ขนาด 0.25 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
11. อุปกรณ์ต้มน้ำร้อนใช้พลังงานเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม (LPG)
12. ชุดควบคุมปริมาณก๊าซระบบอัตโนมัติเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอุณหภูมิ
13. ถังเก็บน้ำร้อนทำด้วยสแตนเลสหุ้มฉนวน
14. ปั๊มน้ำร้อน ขนาด 0.5 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
15. ถังก๊าซหุงต้ม (LPG)

รูป 3.6 แสดงระบบการทำงานของตู้อบรูปแบบที่ 2

ค. รูปแบบที่ 3 ตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับก๊าซหุงต้ม (LPG) และพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน

ตู้อบรูปแบบที่ 3 เป็นการนำเอาพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ประยุกต์ใช้ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม (LPG) มีหลักการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์เสริมตามแนวคิดการนำพลังงานมาใช้ประโยชน์และการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนได้อย่างครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า ตามลำดับดังนี้

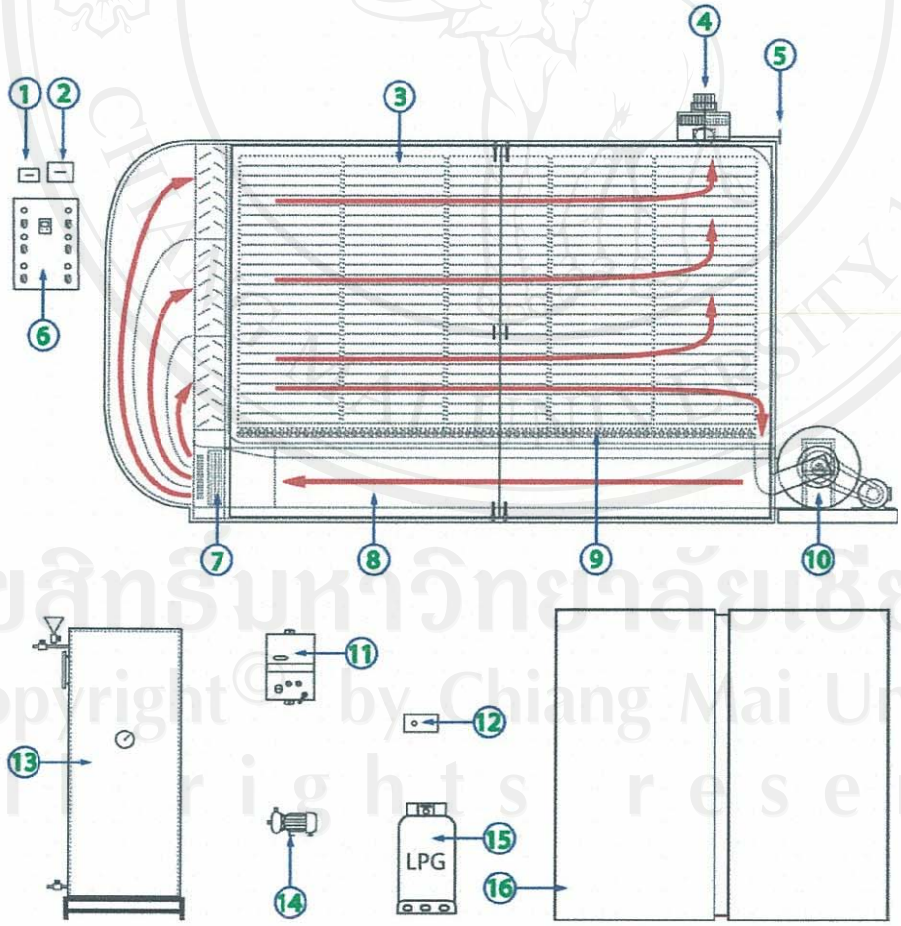
การใช้พลังงานไฟฟ้า จากแผนผังจะเห็นว่าพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่จำเป็นต้องใช้ตลอดการทำงานของตู้อบ ซึ่งจะใช้ในการควบคุมระบบการทำงานในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ระบบการกวนอากาศ การดูดอากาศ การไหลเวียนของน้ำร้อน การควบคุมปริมาณก๊าซหุงต้ม (LPG) รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อน ในขั้นตอนนี้เมื่อตู้อบเริ่มทำงานอุณหภูมิภายในตู้อบยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเวลาผ่านไปตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะเกิดการดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนวัสดุที่มีลักษณะเป็นท่อและครีบ รวมถึงแผ่นวัสดุที่เป็นพื้นหลังที่ถูกเคลือบทับด้วยสีดำซึ่งถูกติดตั้งไว้ภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เกิดการสะสมพลังงานในรูปความร้อน พลังงานความร้อนดังกล่าวจะเกิดการถ่ายเทไปยังของเหลว ซึ่งเป็นน้ำที่อยู่ภายในท่อและเชื่อมต่อเข้ากับระบบการไหลเวียนของน้ำ การไหลเวียนของน้ำในท่อซึ่งเคลื่อนที่โดยปั๊มน้ำร้อนมีลักษณะเป็นการวนซ้ำ จึงทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งก็จะเริ่มคงที่หรืออาจจะลดลงในกรณีที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เริ่มลดลง ในขณะเดียวกันการถ่ายเทพลังงานความร้อนก็จะเกิดขึ้นกับบริเวณพื้นผิวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเช่นกัน ทำให้อากาศที่ไหลเวียนภายในตู้อบที่เกิดจากพัดลมกวนอากาศ เมื่อเคลื่อนตัวผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความร้อนก็จะได้รับการถ่ายเทพลังงานความร้อนให้ไหลเวียนกระจายไปทั่วภายในตู้อบ ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิภายในตู้อบเพิ่มสูงขึ้นในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาศัยหลักการนี้อากาศร้อนที่ไหลเวียนและเคลื่อนตัวผ่านวัตถุดิบที่ต้องการอบ ก็จะนำพาเอาความชื้นที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบให้หลุดลอยไปกับลมร้อนซึ่งจะถูกดูดออกไปภายนอกตู้อบโดยพัดลมดูดอากาศ

การใช้พลังงานที่ได้จากก๊าซหุงต้ม (LPG) ในกรณีที่ระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์เริ่มลดลงซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบเริ่มลดลงไปด้วย ผู้ปฏิบัติงานที่ควบคุมตู้อบจะเริ่มใช้พลังงานก๊าซหุงต้ม (LPG) โดยการเปิดระบบควบคุมการจ่ายก๊าซไปยังอุปกรณ์ต้มน้ำร้อนที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบการไหลเวียนของน้ำ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม (LPG) จะถูกถ่ายเทไปยังน้ำที่ไหลเวียนผ่านอุปกรณ์ต้มน้ำร้อน และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบให้อยู่ในระดับตามที่ต้องการ และในช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์มีปริมาณของความเข้มรังสีอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ เช่นในวันที่ฝนตก รวมถึงช่วงเวลาในตอนกลางคืนระบบจะถูกปรับให้กลับมาใช้เฉพาะพลังงานก๊าซหุงต้ม (LPG) แทน ดังแสดงในรูป 3.7



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 5 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์
2. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ขนาด 15 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์
3. ชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ทำด้วยสแตนเลส จำนวน 5 ชุด ชุดละ 27 ถาด
4. พัดลมดูดอากาศ มอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
5. คันหมุนปิด / เปิดช่องระบายลม
6. กล่องควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าและชุดควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล
7. แผงแลกเปลี่ยนความร้อน จำนวน 2 ชุด
8. กล่องพ่นลมทำด้วยสแตนเลส
9. ฐานลูกกลิ้งสำหรับเลื่อนชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์
10. พัดลมกวนอากาศ มอเตอร์ ขนาด 0.25 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
11. อุปกรณ์ต้มน้ำร้อนใช้พลังงานเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม (LPG)
12. ชุดควบคุมปริมาณก๊าซระบบอัตโนมัติเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอุณหภูมิ
13. ถังเก็บน้ำร้อนทำด้วยสแตนเลสหุ้มฉนวน
14. ปั๊มน้ำร้อน ขนาด 0.5 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
15. ถังก๊าซหุงต้ม (LPG)
16. ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

รูป 3.7 แสดงระบบการทำงานของตู้อบรูปแบบที่ 3

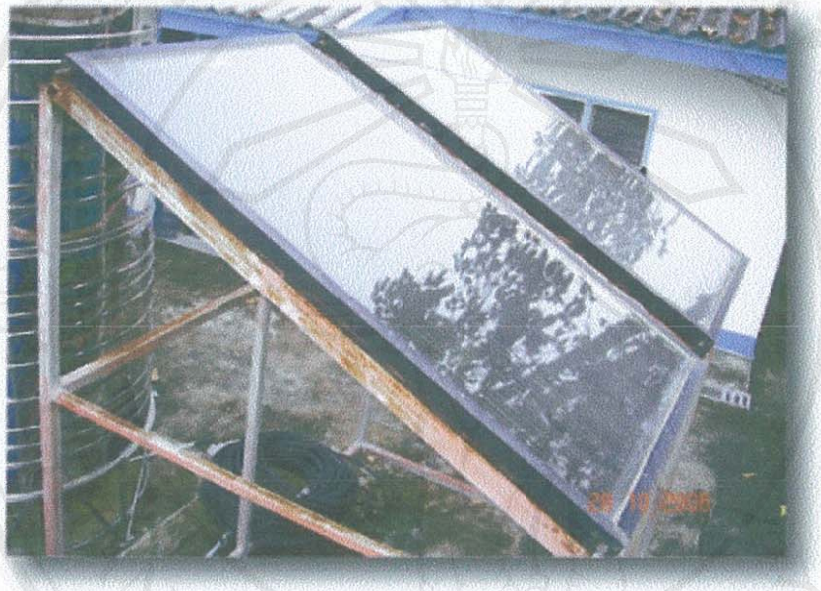
3.1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์เสริม

อุปกรณ์ทดสอบถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์เสริม ซึ่งมีรายละเอียดที่ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.1.3.1 ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับและเก็บรังสีแสงอาทิตย์ให้เปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปความร้อน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ยี่ห้อ Soltrack ซึ่งใช้เทคนิคของผิวดูดรังสีอาทิตย์ ที่พัฒนาจากแผงระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อและครีบ ทำให้อากาศที่อยู่ระหว่างผิวดูดรังสีกับกระจกที่ปิดอยู่ด้านบนเคลื่อนตัวได้ลำบาก ซึ่งแผ่นกระจกดังกล่าวเป็นกระจกนิรภัยคุณภาพสูง และเป็นชนิดพิเศษที่ถูกผลิตขึ้นให้ใช้เฉพาะงาน ในขั้นตอนการผลิตได้ใช้เทคนิคการกักเก็บคลื่นรังสีแสงอาทิตย์ โดยใช้ Sun Absorptive Coated เป็นสารเคลือบผิวที่กั้นอยู่ระหว่างแผ่นกระจก เมื่อนำอุปกรณ์ดังกล่าวไปใช้งาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก็จะทำให้เกิดสภาพที่คล้ายปรากฏการณ์เรือนกระจกขึ้น มีผลทำให้ลดการสูญเสียทางด้านบนของตัวเก็บรังสีซึ่งต่ำกว่าตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบทั่วไปประมาณ 20 – 30 % โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อน (F_RU_L) เท่ากับ 10.37 W/m^2K และค่าประสิทธิผลการส่งผ่านและดูดกลืนของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ($F_R(\tau\alpha)$) เท่ากับ 0.802 มีพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ ขนาด 2 ตารางเมตร จำนวน 2 ชุด อุปกรณ์ดังกล่าวถูกติดตั้งบนฐานโครงเหล็กโดยทำมุมเอียงอยู่ระหว่าง 14 – 15 องศา และหันหน้าไปทางทิศใต้ ดังแสดงในรูป 3.8



รูป 3.8 ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์

3.1.3.2 ถังเก็บน้ำร้อนหุ้มฉนวนกันความร้อน ขนาดความจุ 200 ลิตร ทำด้วยสเตนเลสความหนา 3 มิลลิเมตร ประกอบด้วยเกจวัดอุณหภูมิ หลอดแก้วแสดงระดับน้ำ กรวยเติมน้ำพร้อมวาล์วปิด - เปิด วาล์วควบคุมปริมาณน้ำเข้า - น้ำออก และรูระบายน้ำพร้อมฝาเกลียวใช้กรณีถ่ายเทน้ำออกจากถัง ดังแสดงในรูป 3.9

3.1.3.3 ปั๊มน้ำร้อน ทำหน้าที่ดูดและส่งน้ำจากถังเก็บน้ำร้อนเข้าสู่ระบบการไหลเวียนของน้ำ ซึ่งจะติดตั้งวาล์วควบคุมการไหลเวียนของน้ำตามรูปแบบการใช้งานของตู้อบ น้ำซึ่งใช้แทนของไหลในระบบจะเคลื่อนตัวและไหลไปตามท่อทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้ติดตั้งไว้ให้เชื่อมต่อกับระบบซึ่งเป็นอุปกรณ์ ได้แก่ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ต้มน้ำร้อน แผงแลกเปลี่ยนความร้อนและไหลเวียนกลับมาเข้าสู่ถังเก็บน้ำร้อนเป็นลักษณะการทำงานที่วนซ้ำ และเมื่อเวลาผ่านไปสักครู่หนึ่งก็จะทำให้อุณหภูมิของน้ำในระบบเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิภายในตู้อบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มสูงขึ้นตาม ด้วยเหตุที่ของไหลในระบบจำเป็นต้องเคลื่อนตัวผ่านอุปกรณ์ทุกส่วนที่เชื่อมต่อกันได้อย่างต่อเนื่องในอัตราการไหลที่ค่อนข้างจะคงที่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้งานที่สูงสุด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ข้อมูลจำเพาะที่สำคัญของปั๊มน้ำร้อนที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ทดสอบในครั้งนี้มีดังนี้ แรงเคลื่อน 220 – 240 โวลต์ ใช้กระแส 0.24 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้า 0.375 กิโลวัตต์ อัตราการไหล 30 ลิตรต่อนาที ทนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูป 3.10

รูป 3.9 ถังเก็บน้ำร้อน

รูป 3.10 ปั๊มน้ำร้อน

3.1.3.4 อุปกรณ์ต้มน้ำร้อน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดัดแปลงและนำเอาระบบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นมาเป็นอุปกรณ์เพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบ ด้วยเหตุผลที่ดีหลายประการทั้งด้านการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง ความสะดวกในการใช้งาน และที่สำคัญคือปลอดภัยต่อระบบเนื่องจากมีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ เช่นในกรณีที่เกิดการลดระดับของแรงดันน้ำ อุปกรณ์อัตโนมัติจะทำการปิดระบบการจ่ายก๊าซเข้าสู่ห้องเผาไหม้ทันที ดังแสดงในรูป 3.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.11 อุปกรณ์ต้มน้ำร้อน

รูป 3.12 พัดลมกวนอากาศ

3.1.3.5 พัดลมกวนอากาศ มอเตอร์ ขนาด 0.5 แรงม้า แรงเคลื่อน 380 โวลต์ ติดตั้งไว้ด้านข้างตู้อบ โดยให้ด้านที่ลมออกเชื่อมต่อกับกล่องพ่นลมที่เชื่อมไปยังห้องติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหรือลวดความร้อน ทำหน้าที่ดูดอากาศร้อนที่เคลื่อนผ่านวัตถุดิบภายในห้องอบวนกลับไปยังห้องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นลักษณะการวนซ้ำ เพื่อกวนอากาศร้อนให้กระจายตัวและเคลื่อนผ่านวัตถุดิบได้อย่างทั่วถึง ดังแสดงในรูป 3.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.3.6 พัดลมดูดอากาศ มอเตอร์ ขนาด 0.25 แรงม้า แรงเคลื่อน 220 โวลต์ ติดตั้งไว้ด้านบนตู้อบ โดยให้ด้านที่ดูดลมเข้าเชื่อมต่อกับช่องระบายลมของผนังด้านบนตู้อบ ทำหน้าที่ดูดอากาศร้อนที่เคลื่อนผ่านวัตถุดิบภายในห้องอบปล่อยออกสู่ภายนอกตู้อบ

3.1.3.7 ลวดความร้อน ขนาดแรงเคลื่อน 380 โวลต์ ใช้กระแส 1000 วัตต์ จำนวน 3 ชุด ติดตั้งไว้ภายในตู้อบทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่ระบบของการศึกษากรณีรูปแบบที่ 1

3.1.3.8 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของไหลอุณหภูมิสูงให้แก่ของไหลอุณหภูมิต่ำ เช่น การนำไอน้ำมาถ่ายเทให้แก่อากาศในกระบวนการผลิต ในการศึกษาครั้งนี้ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ดัดแปลงมาจากแผงระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ โดยให้ของไหลเคลื่อนตัวผ่านท่อทองแดงและเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อนด้วยการเพิ่มจำนวนครีบโลหะที่เป็นตัวสื่อความร้อนได้ดี

3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษานี้ เป็นการวิเคราะห์สมรรถนะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบในด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

3.2.1 กรณีที่ 1 การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานของตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ มีขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังนี้

3.2.1.1 จัดทำแผนงานในขั้นตอนการปฏิงานเกี่ยวกับการทดลองให้ครบทุกส่วน

3.2.1.2 เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ รวมถึงวัตถุดิบที่จะทำการทดลองให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

3.2.1.3 เริ่มเปิดระบบการทำงานของตู้อบและบันทึกเวลา อุณหภูมิเริ่มต้น โดยจะบันทึกข้อมูลดังกล่าวทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงจนสิ้นสุดขั้นตอนการอบ

3.2.1.4 บันทึกข้อมูลของสาหร่ายเกลียวทองสด ที่ผ่านขั้นตอนการทำความสอาดชั่งน้ำหนัก และวัดค่าความชื้น ลงในแบบฟอร์มการอบให้ครบทุกส่วน ก่อนจะนำเข้าในตู้อบ

3.2.1.5 ในระหว่างการทดลองช่วงเวลาท้าย ๆ ของการอบให้หมั่นสังเกตลักษณะสภาพของสาหร่ายเกลียวทอง และบันทึกเวลาทุกครั้งที่ทำการสังเกต

3.2.2.6 เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งดีแล้วให้ปิดระบบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบพร้อมบันทึกข้อมูล และเก็บตัวอย่างสาหร่ายเกลียวทองที่อบแห้งแล้วใส่ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นในขั้นตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 กรณีที่ 2 การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานของตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ร่วมกับก๊าซหุงต้ม (LPG) มีขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังนี้

3.2.2.1 ขั้นตอนปฏิบัติงานพื้นฐานให้ปฏิบัติเหมือนกรณีที่ 1

3.2.2.2 ก่อนเริ่มเปิดระบบการทำงาน ให้สำรวจความพร้อมของอุปกรณ์ในทุกส่วนรวมถึงปริมาณของก๊าซหุงต้ม (LPG) เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องในระหว่างการทดลอง

3.2.2.3 นำถังบรรจุก๊าซหุงต้ม (LPG) ไปชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูลทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงหรือทุกครั้งทั้งก่อนและหลังที่มีการปรับเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในระหว่างที่ทำการอบอบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองของแต่ละครั้ง

3.2.2.4 บันทึกข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญลงในแบบฟอร์มการอบให้ครบทุกส่วน ในทุก ๆ ชั่วโมงของการทดลอง

3.2.2.5 ในระหว่างการทดลองช่วงเวลาท้าย ๆ ของการอบให้หมั่นสังเกตลักษณะสภาพของสาหร่ายเกลียวทอง และบันทึกเวลาทุกครั้งที่ทำการสังเกต

3.2.2.6 เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งดีแล้วให้ปิดระบบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบพร้อมบันทึกข้อมูล และเก็บตัวอย่างสาหร่ายเกลียวทองที่อบแห้งแล้วใส่ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นในขั้นตอนต่อไป

3.2.3 กรณีที่ 3 การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานของตู้อบที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ร่วมกับก๊าซหุงต้ม (LPG) และพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน มีขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังนี้

3.2.3.1 ขั้นตอนปฏิบัติงานพื้นฐานให้ปฏิบัติเหมือนทั้งกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2

3.2.3.2 ก่อนเริ่มเปิดระบบการทำงาน ให้สำรวจความพร้อมของอุปกรณ์ในทุกส่วนรวมถึงปริมาณของก๊าซหุงต้ม (LPG) และระดับน้ำที่ใช้หมุนเวียนของระบบในถังเก็บน้ำร้อน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องในระหว่างการทดลอง

3.2.3.3 นำถังบรรจุก๊าซหุงต้ม (LPG) ไปชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูลทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงหรือทุกครั้งทั้งก่อนและหลังที่มีการปรับเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในระหว่างที่ทำการอบอบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองของแต่ละครั้ง

3.2.3.4 บันทึกข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญลงในแบบฟอร์มการอบให้ครบทุกส่วนในทุก ๆ ชั่วโมงของการทดลอง

3.2.3.5 ในระหว่างการทดลองช่วงเวลาท้าย ๆ ของการอบให้หมั่นสังเกตลักษณะสภาพของสาหร่ายเกลียวทอง และบันทึกเวลาทุกครั้งที่ทำการสังเกต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3.6 เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งดีแล้วให้ปิดระบบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ พร้อมบันทึกข้อมูล และเก็บตัวอย่างสาหร่ายเกลียวทองที่อบแห้งแล้วใส่ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นในขั้นตอนต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือได้ทั้ง 3 กรณี ผู้ศึกษาได้พิจารณาถึงปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง ดังนั้นจึงได้กำหนดเงื่อนไขการควบคุมปัจจัยดังกล่าวไว้ดังนี้

1. การควบคุมปริมาณของวัตถุดิบ (สาหร่ายเกลียวทองสด) ก่อนนำเข้าตู้อบในแต่ละครั้ง โดยการชั่งน้ำหนัก หน่วยที่ใช้วัดเป็นกิโลกรัม

2. การควบคุมปริมาณความชื้นเฉลี่ยของวัตถุดิบ (สาหร่ายเกลียวทองสด) ก่อนนำเข้าตู้อบในแต่ละครั้ง โดยการสลัดด้วยเครื่องเหวี่ยงในอัตราความเร็วรอบของเครื่องและใช้เวลาที่เท่ากันทุกครั้ง การปฏิบัติในขั้นตอนนี้จะช่วยลดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างวัตถุดิบออกได้มาก ซึ่งจะช่วยลดเวลาในขั้นตอนการอบ และส่งผลให้เกิดการลดปริมาณของการใช้พลังงานอีกทางหนึ่งได้ หน่วยที่ใช้วัดเป็นนาที

3. การควบคุมระยะเวลาที่ใช้ในการอบในแต่ละครั้ง หน่วยที่ใช้วัดเป็นชั่วโมง โดยจำนวนชั่วโมงจะขึ้นอยู่กับลักษณะการศึกษาของแต่ละกรณีตามรูปแบบของอุปกรณ์ทดสอบ

4. การควบคุมขั้นตอนปฏิบัติการเปิด- ปิดตู้อบ โดยกำหนดความถี่เป็นจำนวนครั้งและในแต่ละครั้งกำหนดเป็นช่วงระยะเวลาที่เท่า ๆ กัน เพื่อลดการสูญเสียของพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นได้มากในขณะที่ปฏิบัติงานของขั้นตอนนี้ หน่วยที่ใช้วัดเป็นนาที

5. การควบคุมขั้นตอนปฏิบัติการสลับถาดภายในตู้อบ ให้มีวิธีที่เป็นรูปแบบเดียวกันโดยยึดหลักปฏิบัติให้เหมือนดังเช่นข้อ 4

ในขั้นตอนสุดท้ายเมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ของอุปกรณ์ทดสอบจนเป็นที่ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงจะนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ให้ครบทุกด้านตามขอบเขตของการศึกษาในลำดับต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved