

เครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วม

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเกะ บุนนาค

**นายยุทธศักดิ์ คล้ายแดง

**นายปรมิต จิวไชยราช

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการอบแห้งโดยใช้วิธีการตากแดด พบปัญหาการปนเปื้อนของฝุ่นละอองในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ทั้งยังเสียเวลาในการตากแดดเป็นเวลานานมากและยังมีปัญหาของพื้นที่สำหรับการตากแดดซึ่งต้องใช้พื้นที่มาก และยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้ การใช้เทคโนโลยีการอบแห้ง เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถย่นระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นซึ่งกรรมวิธีการอบแห้งมีประโยชน์ในการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย จากเดิมที่ผ่านมาประเทศไทยใช้เทคโนโลยีการอบแห้งโดยใช้วิธีการตากแดด ซึ่งพบปัญหาการปนเปื้อนของฝุ่นละอองในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร อีกทั้งยังเสียเวลาในการตากแดดเป็นเวลานานมากและยังมีปัญหาของพื้นที่สำหรับการตากแดดซึ่งต้องใช้พื้นที่มาก และยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้ และการตากแห้งแบบทั่วไปนั้นต้องใช้เวลามาก

นาน มีฝุ่นละอองมากส่วนการอบแห้งตู้อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์นั้นก็อาจจะทำการอบไม่ได้ถ้าไม่มีแสงแดดจากดวงอาทิตย์และยังไม่สามารถกำหนดเวลาการอบแห้งได้

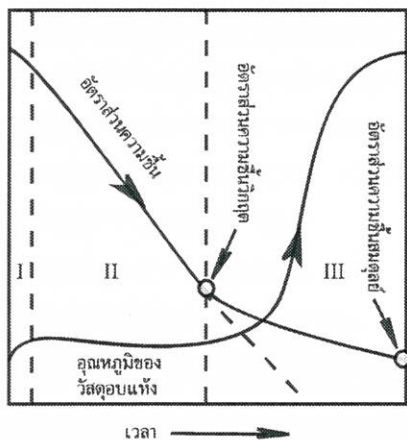
การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในกระบวนการอบแห้ง คือการนำพลังงานรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ในการอบแห้ง ตู้อบแห้งแบบที่ใช้แสงอาทิตย์ที่มีปัญหาในด้านเวลาอบแห้งอันเนื่องมาจากสถานะของแสงอาทิตย์ดังนั้นเพื่อให้การผลิตผลิตภัณฑ์และการอบแห้งสามารถทำได้โดยไม่ต้องอาศัยสถานะอากาศและใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยสามารถพึ่งพาตัวเองได้โดยใช้หลักการของระบบความร้อนร่วม (Cogeneration) มาประยุกต์ใช้กับระบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเกิดขึ้นโดยการใช้เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าป้อนให้กับ heater และนำความร้อนที่เกิดจากท่อไอเสียกลับมาใช้ร่วมในการอบแห้งซึ่งระบบนี้ยังประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นระบบพื้นฐาน

*หัวหน้าภาควิชาการจัดการพลังงาน, หัวหน้าศูนย์ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต : D.Phy (Energy) U.de Nice Sophia Anitpolice Ph.D. (Energy Technology) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**นักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ของการออกแบบจึงเกิดเป็นระบบใหม่ที่สามารถทำงานได้ถึงสามทางผสมผสานกันซึ่งผลที่ได้จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการอบแห้งดีขึ้นและสามารถทำงานได้ตลอดในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์และไม่มีแสงอาทิตย์

ทฤษฎีการอบแห้ง การอบแห้ง คือ กระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุขึ้น เพื่อที่จะไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยอาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย หัวข้อที่สำคัญที่สุดในการอบแห้งคือ การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุอบแห้งอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด แต่เนื่องจากเหตุผลในทางปฏิบัติในการสร้างเครื่องอบแห้งจริง ๆ จะมีการสูญเสียความร้อนในรูปแบบต่างๆ จึงไม่ใช่เรื่องง่ายเลยในการที่จะทำให้การอบแห้งมีประสิทธิภาพสูงสุดในกรณีที่วางวัสดุเปียกชื้นในกระแสดลมที่มีอุณหภูมิความชื้น และความเร็วลมคงที่ถ้าลองวัดการเปลี่ยนแปลงมวลและอุณหภูมิของวัสดุกับเวลา จะได้กราฟดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงมวลและอุณหภูมิเทียบกับเวลาของการอบแห้ง

การอบแห้งแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

ช่วงที่ 1 ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ

ช่วงที่ 2 ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลมคงที่

ช่วงที่ 3 ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลงที่ผิวของวัสดุเปียกชื้น ความชื้นที่ผิวจะอยู่ในรูปของน้ำ ถ้าเอาวัสดุมาอบแห้งภายใต้เงื่อนไขคงที่อุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อน (อุณหภูมิ t_w ของกระแสลมร้อน) ช่วงเวลาที่วัสดุใช้ในการอบแห้งที่วัสดุใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิถึงค่านี้ คือ ช่วงที่ 1 ดังในรูป

ช่วงที่ 2 ที่ถัดไปอุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าคงที่ประมาณ t_w ทรายใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้จะถูกใช้ไปในการระเหยความชื้นเท่านั้น ดังรูป อัตราส่วนความชื้นเฉลี่ย (W) ของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาในช่วงที่ 2 นี้ ดังนั้น ความเร็วของการระเหยจะมีค่าคงที่ (constant drying rate)

ช่วงที่ 3 ความชื้นในรูปของน้ำที่ผิววัสดุจะระเหยหมดไป เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำ จากส่วนในของวัสดุ เกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิววัสดุ ดังนั้น ผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้ง และอุณหภูมิที่ผิวของวัสดุจะสูงขึ้น สรุปแล้วความเร็วในการอบแห้งจะค่อย ๆ ลดลง เพราะปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว

ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย และการอบแห้งจะสิ้นสุด

เมื่ออัตราความชื้นลดลงถึงค่าอัตราส่วนความชื้นสมดุล (W_e - equilibrium moisture content) ค่าของอัตราส่วนความชื้นเฉลี่ยที่จุดต่อระหว่างช่วงเวลาที่ 2 และช่วงเวลาที่ 3 มีชื่อเรียกว่า อัตราส่วนความชื้นวิกฤต (W_c - critical moisture content) ส่วนผลต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นเฉลี่ย (W) ใด ๆ และ W_e เรียกว่า อัตราส่วนความชื้นอิสระ F (free moisture content) คือ ปริมาณความชื้นที่ระเหยออกไปได้โดยการอบแห้ง ในกรณีที่ว่าสคูมีช่วงเวลาที่ 2 และช่วงเวลาที่ 3 นานมากจะไม่คำนึงถึงช่วงเวลาที่ 1 เลยก็ได้

การใช้แสงอาทิตย์ในการอบแห้งมีมานานมากแล้วในประเทศไทยแต่การใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต้องทำตัวรับรังสีดวงอาทิตย์เป็นแผ่นเรียบ

ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ

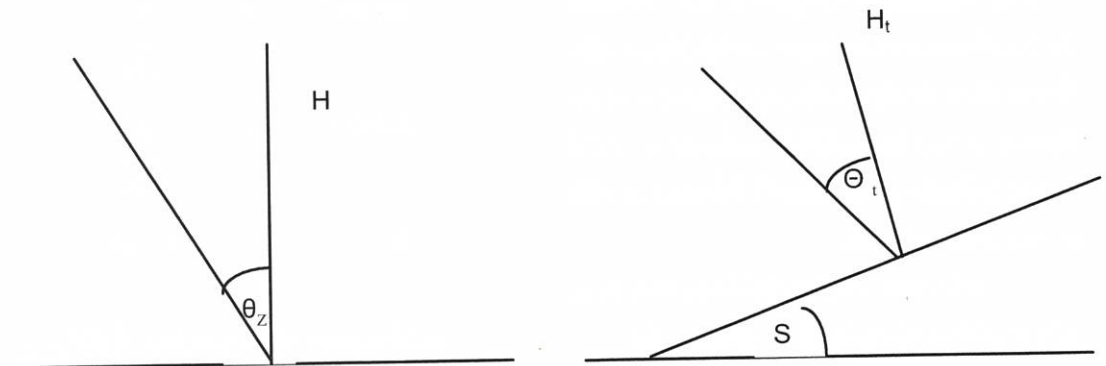
1. แผ่นดูดรังสีซึ่งทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์เป็นความร้อนแล้วถ่ายความร้อนให้กับอากาศที่ไหลผ่าน

2. แผ่นปิดไสซึ่งอยู่บนสุดทำหน้าที่ลดการสูญเสียความร้อนโดยการไม่ยอมให้รังสีความร้อนส่งผ่านแผ่นปิดไส

3. ฉนวนความร้อนอยู่ส่วนล่างสุดของตัวรับรังสีทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนทางด้านล่างของตัวรับรังสี

ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบอาจมีแผ่นปิดไสหลายชั้น ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น หรืออาจไม่มีแผ่นปิดไส ซึ่งทำให้ตัวรับรังสีมีต้นทุนต่ำและสร้างได้ง่าย แต่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำ

ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบมักจะติดตั้งในลักษณะที่เอียงทำมุมกับพื้นราบเท่ากับมุมของเส้นรุ้ง เบี่ยงเบนได้ 15° และหันหน้าไปทางทิศใต้ เบี่ยงเบนได้ 30° สำหรับพื้นที่ในเขตเหนือเส้นศูนย์สูตร ลักษณะการติดตั้งดังกล่าวจะทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับโดยเฉลี่ยทั้งปีสูงสุด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกบนแผ่นราบและแผ่นเอียง

Cogeneration system (ระบบการผลิตร่วม) เป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้า (หรือพลังงานกล) ร่วมกับพลังงานความร้อนที่ให้อะไรประโยชน์ไปพร้อมๆ กัน จากระบบเครื่องต้นกำลังและเชื้อเพลิงแหล่งเดียวกันซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพรวมดีกว่าระบบแยกกัน คือสามารถใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และมีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด ในขณะที่ระบบการผลิตพลังงานแบบแยกกันมีการผลิตพลังงานแบบหนึ่งได้แบบหนึ่ง

เครื่องยนต์สันดาปภายในที่นิยมใช้กับระบบร่วมผลิตความร้อนและกำลัง ได้แก่ เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เหล่านี้จะแตกต่างไปจากเครื่องยนต์ที่ใช้อยู่ในรถยนต์เป็นอย่างมาก เพราะต้องทำงานติดต่อกันตลอดเวลาได้ ตามปกติเครื่องเหล่านี้จะมีความเร็วรอบต่ำประมาณ 1000 รอบต่อนาที

โดยปกติแล้ว เครื่องยนต์สันดาปภายในจะต้องใช้กับเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว หรือเป็นก๊าซ และต้องเป็นชนิดเดียวกับที่ถูกออกแบบมาให้ใช้เท่านั้น ในเครื่องยนต์ขนาดใหญ่อาจจะใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงซึ่งจะต้องมีการเตรียมน้ำมันอย่างเหมาะสมเสียก่อน ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซนั้นจะให้กำลังได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องที่ใช้น้ำมันดีเซลที่มีขนาดภายนอกเท่าๆ กัน

พลังงานความร้อนที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน มี 2 ลักษณะ คือ

1. อยู่ในรูปของไอเสีย ซึ่งจะมีอุณหภูมิประมาณ 310 - 430 °C ซึ่งอาจใช้ในการผลิตไอน้ำโดยใช้ Waste Heat Boiler ได้ปริมาณความร้อนที่มีอยู่ในไอเสียนี้มีค่าประมาณ 50% ของ

ความร้อนที่เครื่องยนต์จะปล่อยออกมาทั้งหมด

2. ปริมาณความร้อนที่เหลือเป็นพลังงานความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ อยู่ในรูปของระบบน้ำระบายความร้อน ระบบน้ำมันหล่อลื่น และระบบลมระบายความร้อน พลังงานความร้อนเหล่านี้ เป็นพลังงานที่มีอุณหภูมิต่ำ ไม่อาจใช้ในขบวนการผลิตได้ แต่ระบบน้ำระบายความร้อนอาจจะใช้ในการอุ่นน้ำป้อน หรือใช้เป็นน้ำป้อนของระบบซึ่งในกรณีนี้จะต้องมีระบบน้ำหล่อเย็นสำรองไว้ใช้ในกรณีฉุกเฉิน

ออกแบบเครื่องอบแห้งตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบมักจะติดตั้งในลักษณะที่เอียงทำมุมกับพื้นราบเท่ากับมุมของเส้นรุ้งของพื้นที่ที่ใช้กับตัวรับรังสี สำหรับประเทศไทยจะมีค่าอยู่ที่ 15° และหันหน้าไปทางทิศใต้โดยสามารถเบี่ยงเบนได้ 30° สำหรับพื้นที่ในเขตเหนือเส้นศูนย์สูตร ลักษณะการติดตั้งดังกล่าวจะทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับโดยเฉลี่ยทั้งปีสูงสุด ดังนั้นจากการคำนวณหาช่วงการเอียงของคู่ออบ ซึ่งได้จากการคำนวณหาค่ามุมได้ดังนี้

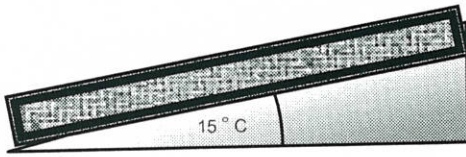
$$\tan 15^\circ = \frac{X}{116}$$

$$0.2679 = \frac{X}{116}$$

$$X = 31 \text{ cm}$$

จะได้ระยะการเอียงของกล่อง ซึ่งมีค่าการเอียงเท่ากับ 31 cm จึงส่งผลให้คู่ออบสามารถรับแสงอาทิตย์ที่ดีที่สุดดังรูปที่ 3

ลักษณะของเครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วมนั้นมีขนาด 116 x 81 cm โดย



รูปที่ 3 แสดงลักษณะของค้อนแห้ง

รอบๆ ค้อนทั้งด้านข้างและด้านล่างจะทำการบุด้วยฉนวนกันความร้อนทั้งหมด 4 ชั้น คือ แผ่นไม้อัด, แผ่นยิปซัม, แผ่นปูนปลาสเตอร์ และแผ่นไม้อัด ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการสูญเสียความร้อนและฉนวนที่บุด้านล่างกล่องจะมีผลทำให้การแพร่ความร้อนขึ้น

ไอเสียจากท่อทองแดงและความร้อนที่ได้จาก Heater ไฟฟ้าที่ติดตั้งใต้ค้อนแห้งไม่เกิดการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกโดยใช้ฉนวนทั้ง 4 ชั้นในการป้องกันการสูญเสียความร้อน

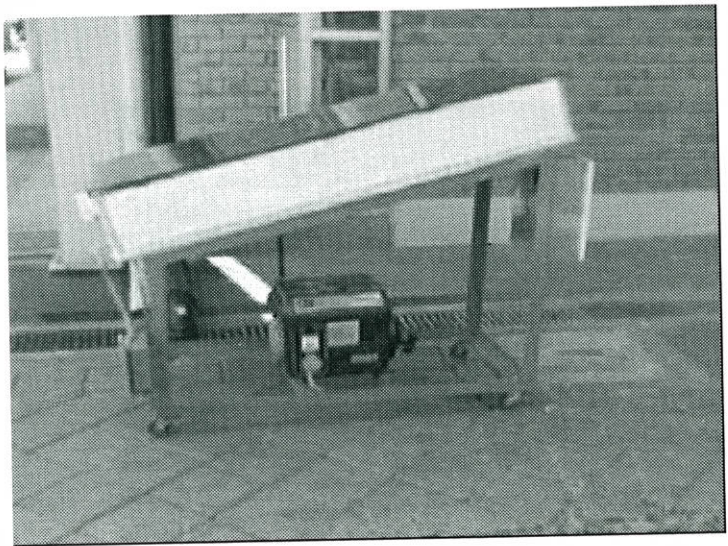
เครื่องอบแห้ง

ประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วมในการออกแบบเครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วมนั้นมีขนาดของค้อน 1.16 x 0.81 m เหตุผลที่เลือกขนาดของค้อนมีขนาดดังกล่าวเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ใช้ในการ

ทำการทดลองเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็ก ถ้าขนาดของค้อนมีขนาดใหญ่จะทำให้ความร้อนที่ได้มาในค้อนมีไม่เพียงพอและความร้อนที่ได้ไม่ทั่วถึงและไม่สม่ำเสมอ ภายในค้อนนั้นเลือกใช้อะลูมิเนียมในการบุภายในกล่องเพื่อป้องกันสนิมที่อาจเกิดขึ้นภายในกล่องที่อาจส่งผลให้อายุการใช้งานของเครื่องน้อยลงและเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายจึงมีการติดตั้งล้อ

ให้กับเครื่องอบโดยมีฐานของเครื่องอบเป็นหลักที่ได้ทำสีป้องกันสนิมโดยได้ทำการคำนวณหาช่วงการเอียงของค้อน ซึ่งได้จากการคำนวณหาค่า $\tan$ ที่ค่า $\tan 15^\circ$ จะได้ระยะการเอียงของกล่อง ซึ่งมีค่าการเอียงเท่ากับ 31 cm จึงส่งผลให้ค้อนสามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุดดังรูปที่ 4

อุปกรณ์การทดลอง ในการทดสอบเครื่องอบแห้งความร้อนร่วมจะมีอุปกรณ์ในการวัดค่าความร้อนและความชื้นดังนี้ เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้เป็นปรอท มีช่วงอุณหภูมิอยู่ที่ $0-110^\circ\text{C}$ โดยการสอบ



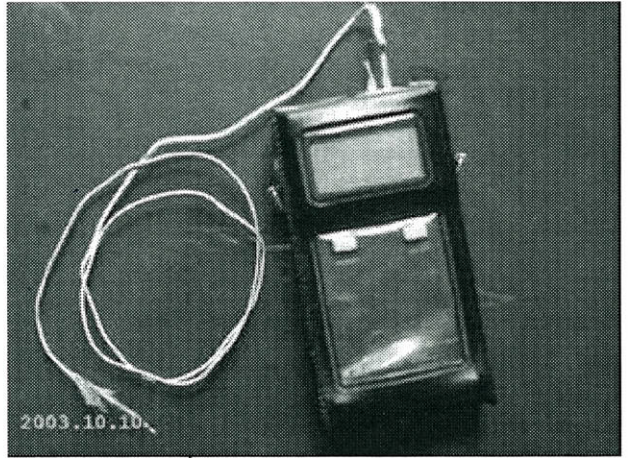
รูปที่ 4 แสดงเครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วม

เทียบนั้นทำโดยการจุ่มในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 0°C และใช้จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เพื่อหาความเป็นมาตรฐานของเครื่องมีวัดจากการสอบเทียบมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1°C

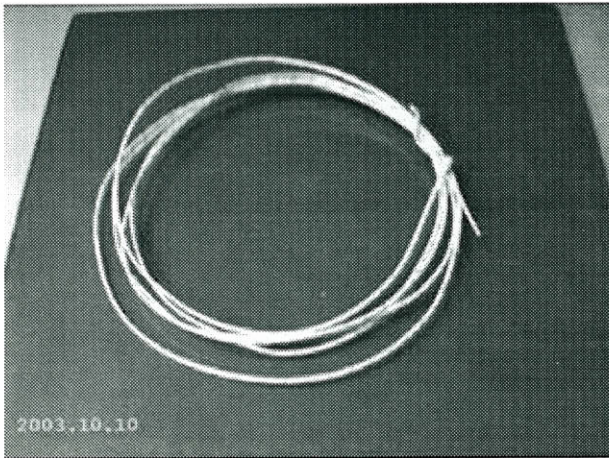
ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิมากกว่า 100°C โดยใช้วัดในค้อนแห้งซึ่งมีอุณหภูมิสูง ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในการ

วัดอุณหภูมิในการทดลองจะทำการสอบเทียบเครื่องโดยการจุ่มน้ำเย็นที่ 0°C และใช้จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เพื่อหาความเป็นมาตรฐานของเครื่องมือวัดและมีความน่าเชื่อถือของค่าที่วัดออกมาจากการสอบเทียบมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ดังรูปที่ 5

สายเทอร์โมคัปเปิลใช้ต่อกับเครื่องดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งโดยมีค่าความผิดพลาดของสายเทอร์โมคัปเปิลอยู่ที่ $\pm 0.1\%$ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์



รูปที่ 6 สายเทอร์โมคัปเปิล

เครื่องชั่งน้ำหนักใช้ในการชั่งเพื่อช่วยในการเปรียบเทียบการสูญเสียความชื้นในการอบของวัสดุแต่ละชนิดได้ทำการสอบเทียบโดยใช้น้ำหนักมาตรฐานขนาด 1 kg พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่ง น้ำหนักอยู่ที่ $\pm 0.05\%$

นาฬิกาจับเวลาใช้ในการจับเวลาในการทดลองโดยจะจับเวลาทุกๆ 15 นาทีเพื่อบันทึกความเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิของการอบแห้ง

การออกแบบการทดลองในการทดสอบความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตู้อบจากแหล่งพลังงานความร้อนสามแหล่ง คือ แสงอาทิตย์ ล้วนไอเสีย และแท่งฮีตเตอร์ การทำการทดลองได้กำหนดชุดการทดลองทั้งหมดออกเป็น 7 ชุดการทดลอง โดยใช้แหล่งความร้อนที่เป็นปัจจัย ที่ทำให้เกิดความร้อนภายในตู้อบไว้ดังนี้

1. ความร้อนจากแสงอาทิตย์ (L1)
2. ความร้อนจากควันท่อเสีย (L2)
3. ความร้อนจากแสงอาทิตย์และควันท่อเสีย (L3)
4. ความร้อนจากควันท่อเสียและแท่งฮีตเตอร์(100 °C) (L4)
5. ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ควันท่อเสีย และแท่งฮีตเตอร์(100 °C) (L5)
6. ความร้อนจากควันท่อเสียและแท่งฮีตเตอร์(200 °C) (L6)
7. ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ควันท่อเสีย และแท่งฮีตเตอร์(200 °C) (L7)

โดยการทดลองนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น การทดลองที่ใช้ความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนเดียว และความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนร่วม เพื่อศึกษาหาช่วงความร้อนที่ต้องการและเหมาะสมในการอบ วัตถุดิบที่นำมาทดสอบ ในครั้งนี้จะเน้นวัตถุดิบที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เหตุผลก็เพื่อที่จะต้องการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร และนำวัตถุดิบที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตร มาริไซเคิลให้เป็นของที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

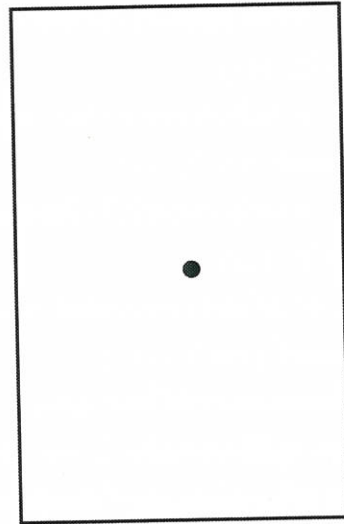
วิธีทำการทดลองในการทดลองหาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วมนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ท เวลา

ท อุณหภูมิในระบบ

ท วัสดุที่ใช้ในการอบ

ในการวัดอุณหภูมิของการทดลองเครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงนั้นควรที่จะวัดอุณหภูมิตรงกลางของตู้อบแห้งเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงอุณหภูมิที่ทำการอบแห้งดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงตำแหน่ง
ที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง

ผลการทดลอง ความร้อนภายในตู้อบจะมีการสูญเสียออกไปบางส่วน เนื่องจากการเป่าออกของพัดลมและการเปิด-ปิดตู้อบ อีกส่วนหนึ่งความร้อนจะถูกสะสมไว้ที่ผนังกล่อง และพื้นกล่องที่เป็นวัสดุดูดความร้อนและหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนด้านนอกกล่อง จึงทำให้ความร้อนภายในกล่องร้อนอย่างทั่วถึง เป็นความร้อนสะสมและร้อนขึ้นจนกระทั่ง ที่ค่าความร้อนหนึ่ง ช่วงความร้อนที่มีค่าสูงสุด คือความร้อนที่ได้จากแหล่งพลังงานความร้อน 3 แหล่ง (แสงอาทิตย์ ควันท่อเสีย แท่งฮีตเตอร์) ทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งลดลงมากกว่าการอบแบบอื่นๆและความร้อนที่ได้ค่อนข้างคงที่ เปรียบเทียบการอบแห้งที่แหล่งพลังงานความร้อนที่ต่างกันโดยกำหนดให้

1. ความร้อนจากแสงอาทิตย์ (L1)
2. ความร้อนจากควันท่อเสีย (L2)
3. ความร้อนจากแสงอาทิตย์และควันท่อเสีย (L3)

4. ความร้อนจากควันท่อไอเสียและแท่งฮีตเตอร์ (100 °C) (L4)

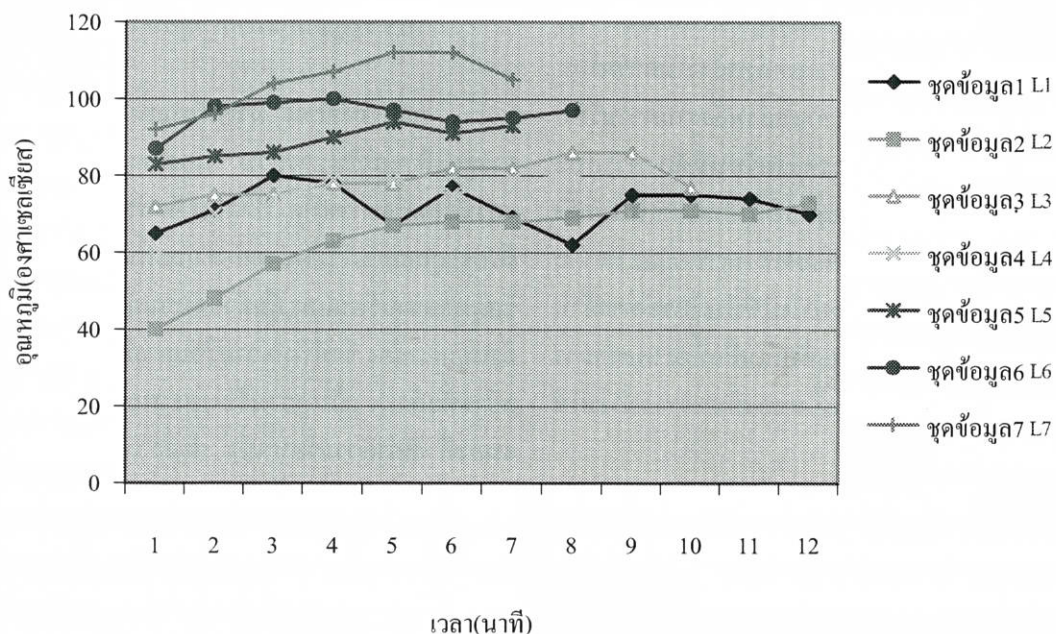
5. ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ควันท่อไอเสียและแท่งฮีตเตอร์ (100 °C) (L5)

6. ความร้อนจากควันท่อไอเสียและแท่งฮีตเตอร์ (200 °C) (L6)

7. ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ควันท่อไอเสียและแท่งฮีตเตอร์ (200 °C) (L7)

ซึ่งจากการอบแห้งที่แหล่งพลังงานต่างกัน จะมีผลต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน เมื่อทำการใช้แหล่งพลังงานเพียงหนึ่งแหล่งอุณหภูมิที่ได้จะน้อยกว่าการ

ใช้แหล่งพลังงานที่มากขึ้นด้วยแต่จากการทดลองทำให้ทราบว่าผลผลิตทางการเกษตรบางชนิดอาจใช้พลังงานความร้อนมากจนเกินไปไม่ได้เพราะอาจทำให้วัตถุดิบเกิดความเสียหายขึ้นได้เช่น ข้าวที่ใช้ทำการทดลองในการอบแห้งจริงไม่ควรใช้พลังงานความร้อนมากจนเกินไปเพราะจะทำให้เมล็ดที่ได้แห้งเพราะไม่ได้คุณภาพที่ตลาดต้องการแต่การใช้เครื่องอบแห้งประสิทธิภาพ สูงก็สามารถใช้ทดแทนพลังงานอื่นๆได้ ดังกราฟที่แสดงจะเห็นว่าเมื่อใช้แหล่งพลังงานมากขึ้นก็จะทำให้สามารถช่วยประหยัดเวลาในการอบแห้งได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบการอบที่แหล่งพลังงานต่างๆของข้าว

ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่จะทำให้ผู้อบแห้งนั้นมีความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับช่วงเวลา มุมที่จะทำกับตู้อบและสภาพอากาศช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น.

จะเป็นเวลาที่แสงอาทิตย์แผ่ความร้อนได้ดีที่สุดช่วยในการรับแสงมายังตู้อบได้เหมาะสมที่สุด ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะไม่มีผลต่อชุดการทดลองที่ใช้ควันท่อไอเสียเพียงอย่างเดียวและควันท่อไอเสียร่วมกับฮีต

เตอร์ 100 °C และ 200 °C จึงสามารถทำการทดลองได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ทั้งตอนฝนตกฟ้ามีครึ้มได้

พลังงานความร้อนจากควันไอเสีย จะให้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันกับความร้อนที่ได้จากดวงอาทิตย์ดังนั้นจึงสามารถใช้แทนกันได้ หากได้ทำการรอบผลิตผลทางการเกษตรที่ ๓ เวลาต่างกัน อาจทำการอบแห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวัน และใช้ความร้อนจากควันไอเสียโดยใช้อบในเวลากลางคืนหรือช่วงที่ไม่มีแสงแดดออกก็ได้

พลังงานความร้อนร่วมระหว่างควันไอเสียและแสงอาทิตย์ ควันไอเสียและความร้อนจากแท่งฮีตเตอร์ 100 °C และ 200 °C จะให้ความร้อนที่มากกว่า พลังงานในแบบอื่นในการทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งให้น้อยลงกว่าการใช้การอบในแบบอื่นและในระยะเวลา 1 วันยังอบได้มากกว่าขึ้นด้วย วัตถุแต่ละชนิดที่นำมาทำการทดลองอบข้าว, เปลือกส้ม, เปลือกข้าวโพด เหมาะสมกับช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันและในการอบแห้งวัตถุดิบแต่ละชนิดจะใช้เวลาอบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุแต่ละชนิด ถ้ามีความชื้นมากต้องใช้เวลานานในการทดลองนานขึ้นอีก น้ำหนักสุดท้าย (น้ำหนักตอนแห้งของวัสดุ) แต่ละชนิดจะมีน้ำหนักที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากโครงสร้างทางชีวภาพของวัตถุดิบมีความแตกต่างกันตามธรรมชาติ

จากการทดลองกระจกที่นำมาใช้เป็นฝาปิดตู้อบกระจกมีความเหมาะสมที่สุดเนื่องจากแสงอาทิตย์จะส่องผ่านกระจกใสได้ดีที่สุดและความร้อนสะสมภายในตู้อบจะสูงมากและสามารถมองเห็นวัตถุดิบได้อย่างชัดเจนส่วนกล่องนั้นได้ใช้สีดำทาในกล่องเพื่อช่วยในการเป็นตัวดูดความร้อนได้

ดีและยังช่วยเพิ่มความร้อนในตู้ให้มากขึ้นด้วยการทำมุมของตู้อบนั้นได้ทำให้ตู้อบมีมุมที่ 15 ° เป็นมุมที่สามารถรับแสงได้ดีที่สุด

ดังนั้นความร้อนที่ได้จากแหล่งพลังงานความร้อนจากแหล่งต่างๆที่ให้ความร้อนแก่ตู้อบมีผลอย่างยิ่งในการทำการอบวัตถุดิบ ความร้อนแต่ละแหล่งพลังงานสามารถใช้ทำการอบทดแทนกันได้หากเป็นช่วงกลางวันที่มีแสงอาทิตย์ก็จะทำการอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์หรือจะทำการอบร่วมกันจากแหล่งพลังงานอื่นอีกก็ได้ เช่นความร้อนจากแสงอาทิตย์กับความร้อนจากควันไอเสียหรือความร้อนจากแสงอาทิตย์กับควันไอเสียและความร้อนจากฮีตเตอร์ หากเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีฝนตกหรือเวลากลางคืนเราก็สามารถใช้ความร้อนจากควันไอเสียหรือความร้อนจากควันไอเสียกับความร้อนจากแหล่งฮีตเตอร์แทนได้จะสังเกตได้ว่าความร้อนภายในตู้อบที่ได้จากแสงอาทิตย์จะเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยหลัก คือ แสงอาทิตย์ โดยที่แสงอาทิตย์จะให้ความร้อนสูง ในขณะที่ความร้อนที่ได้จากท่อไอเสียจะมีค่าคงที่เมื่อเวลาผ่านไป ณ ช่วงเวลาหนึ่ง

เครื่องอบแห้งประสิทธิภาพสูงแบบความร้อนร่วมที่ใช้ในงานทดลองนี้เป็นเพียงเครื่องต้นแบบเท่านั้น เราสามารถพัฒนาให้เป็นเครื่องอบแห้งที่สามารถนำไปใช้งานจริงได้โดยการเพิ่มขนาดของตู้อบให้ใหญ่ขึ้น สามารถทำการอบแห้งในปริมาณมากๆ และเปลี่ยนขนาดของเครื่องยนต์ที่มีรอบสูงขึ้น เราสามารถนำเฉพาะตู้อบไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ทางการเกษตรแบบอื่นๆได้เช่นการนำไปใช้กับเครื่องสีข้าวเมื่อทำการสีข้าวก็สามารถใช้ความร้อนที่ได้จากท่อไอเสียของเครื่องสีข้าวนำมาใช้อบข้าวที่ทำการสีได้ทันทีแทนที่จะปล่อยให้ความร้อนที่เกิดจากควันไอเสียเสียไป

โดยสูญเสียเปลวยังช่วยลดความชื้นก่อนที่จะนำข้าวมาขายเพื่อช่วยลดความชื้นทำให้ขายได้กำไรมากยิ่งขึ้น ตู้อบแห้งนี้ยังสามารถใช้อบอาหารได้เพราะเป็นระบบปิด ความร้อนที่ได้จากควันไอเสียเป็นเพียงการแผ่ความร้อนเท่านั้นไม่เป็นอันตราย สีที่ใช้ฉาบบนภายในตู้อบควรฉาบบนด้วยเทปลอนแทนเพื่อความปลอดภัยในการนำอาหารที่อบไปบริโภคในชนบทที่ห่างไกลหรือบริเวณที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง เครื่องอบแห้ง

ประสิทธิภาพสูงนี้เป็นเครื่องอเนกประสงค์ที่จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเพราะสามารถจ่ายไฟฟ้าและทำการอบแห้งได้ในเวลาเดียวกันเพื่อช่วยกันประหยัดโดยการนำความร้อนสูญเสียที่เปลวประโชยน์นำมาใช้เพื่อช่วยในการลดค่าใช้จ่ายได้นับว่าเครื่องอบแห้งเป็นทางเลือกในการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อีกทางหนึ่ง

บรรณานุกรม

- ชยานนท์ ผู้สนธิสาย และชนินทร์ บุญมานุช. (2540). รายงานโครงการเครื่องอบเศษอาหาร 28(Waste Food Dryer). กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เชษฐ ทับทอง. (2537). ศักยภาพการใช้ระบบ Cogeneration ในนิคมอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สมชาติ โสภณธนฤทธิ. (2537). การอบแห้งอาหารและเมล็ดพืช. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุรัช บวรเศรษฐนันท์ และอำพล ชื่นชูจิตต์. (2524). รายงานโครงการเครื่องอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบฉีกรับแสงทรงกระบอกในแนวดิ่งโดยการไหลแบบบังคับ (Solar Cylindrical Crops Dryer By Forcced Convection). กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.