

ผลของความเร็วมต่อการอบแห้งเนื้อด้วยรังสีอินฟราเรด Effect of air velocity on beef drying with infrared radiation

ธนภัทร สุวรรณภูมิ^{1,*} อำไพศักดิ์ ทีบุญมา¹ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

²คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

*E-mail: tanapatann@hotmail.com

Tanapat Suwanakoot¹, Umphisak Teeboonma¹ and Somchart Soponronnarit²

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, 34190

²School of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10140

*E-mail: tanapatann@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของความเร็วมต่อการอบแห้งเนื้อด้วยรังสีอินฟราเรด สำหรับเงื่อนไขในการทดลองมีดังนี้ อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้องอบแห้งเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 1.0 เมตร/วินาที และกำลังงานที่จ่ายให้กับแท่งอินฟราเรดอยู่ระหว่าง 260 ถึง 640 วัตต์ โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างแท่งอินฟราเรดกับผลิตภัณฑ์และขนาดของผลิตภัณฑ์คงที่ ผลจากการทดลองพบว่า การเพิ่มความเร็วมของอากาศในการอบแห้งจะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น และภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งเดียวกันระยะเวลาในการอบแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อลดกำลังงานที่จ่ายให้กับแท่งรังสีอินฟราเรด นอกจากนี้ยังพบว่า ความเร็วมมีผลค่อนข้างมากต่อระยะเวลาอบแห้ง

คำสำคัญ: การอบแห้ง/ รังสีอินฟราเรด

Abstract

The objective of this research is to study the effect of air velocity on beef drying using far-infrared radiation. The experiments are conducted at the following conditions: air temperature entering drying chamber of 40°C, air velocity ranging from 0.1-1.0 m/s and input power of infrared heater ranging from 260-640 W. Whereas, distance between infrared source and the product and the product size are fixed. Experimental results can be summarized as the followings: the drying time was increased with increasing air velocity and it was also increased with decreasing input power of infrared heater. Additionally, it is importance to note that air velocity considerably affects drying time.

Keywords: Drying / Infrared radiation

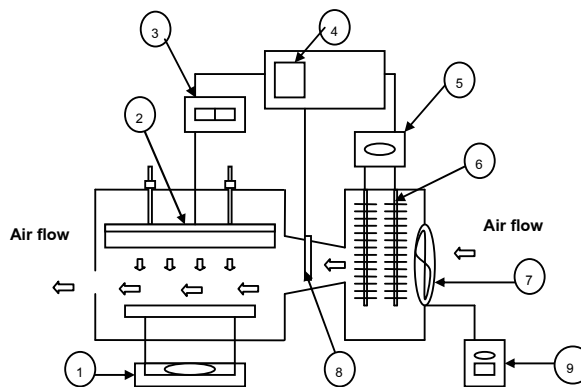
1. บทนำ

การลดความชื้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง การอบแห้งด้วยไมโครเวฟ การอบแห้งด้วยสุญญากาศ การอบแห้งด้วยบีบความร้อน การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด การอบแห้งในแต่ละวิธีก็จะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น การอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการนิยมน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมีต้นทุนในการสร้างเครื่องที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ [1] ที่ได้กล่าว เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถใช้แหล่งความร้อนได้จากหลายแหล่งที่หาได้ง่าย เช่น จากขดลวดความร้อน น้ำมันเชื้อเพลิง แอลพีจี(LPG) พลังงานแสงอาทิตย์ หรือความร้อนทั้งจากกระบวนการต่างๆ ในโรงงาน แหล่งพลังงานที่ถูกที่สุด ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ แต่ก็ยังมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถทำได้หากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สะอาดพอ และต้องใช้พื้นที่มาก [2] ส่งผลให้อัตราการผลิตต่ำ นอกเหนือจากการอบแห้งด้วยลมร้อนแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่งที่มีต้นทุนต่ำ [1,3] คือ การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด ซึ่งจุดเด่นที่น่าสนใจของวิธีนี้คือ ประการแรกพลังงานจากรังสีอินฟราเรดจะถูกแผ่ไปยังวัสดุซึ่งจะทำให้โมเลกุลของน้ำภายในวัสดุสั่น และเกิดความร้อนขึ้นซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในวัสดุสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิว[4,5] จุดเด่นตรงนี้เองที่ทำให้ผิวภายนอกวัสดุไม่เหี่ยวแห้ง ซึ่งจะช่วยให้มีอัตราการอบแห้งที่สูง ลดระยะเวลา การอบแห้งและพลังงานที่ใช้ด้วย ประการที่สองหลอดรังสีอินฟราเรดให้ heat flux ที่ค่อนข้างสูง [6,7,8] ดังนั้นจึงมีขนาดอุปกรณ์ที่เล็ก ทำให้สามารถออกแบบเครื่องอบแห้งที่มีขนาดกะทัดรัด ซึ่งจะช่วยลดเงินลงทุนเบื้องต้นในการผลิตเครื่องอบแห้ง ประการที่สามการให้ความร้อนโดยการแผ่รังสีจะทำให้อุณหภูมิกระจายค่อนข้างสม่ำเสมอ [9] ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในเรื่องความชื้นไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งยังต้องการอากาศหมุนเวียนเพียงเล็กน้อยทำให้ไม่ต้องใช้พัดลมตัวใหญ่ ซึ่งเป็นการลดทั้งต้นทุนอุปกรณ์ และค่าพลังงาน และประการสุดท้าย คือ รังสีอินฟราเรด

สามารถนำไปใช้ควบคู่กับระบบอื่นได้ง่ายเนื่องจากใช้พื้นที่ในการติดตั้งที่น้อย ไม่มีความซับซ้อนของระบบ รวมทั้งตอบสนองต่อการควบคุมได้รวดเร็ว [1] จากข้อสรุปเบื้องต้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการอบแห้งเนื้อด้วยรังสีอินฟราเรด และจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าความเร็วลมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด [10] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาเปรียบเทียบความเร็วลมว่าส่งผลต่อการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอย่างไร โดยความเร็วลมที่ใช้ในการศึกษาจะอยู่ระหว่าง 0.1 – 1.0 m/s เนื่องจากความเร็วลมที่เหมาะสมในการอบแห้งด้วยลมร้อนจะอยู่ในช่วง 1.0 – 2.0 m/s สำหรับอินฟราเรดจึงได้ลดช่วงของความเร็วลมลงเพื่อความเหมาะสม และเพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน สำหรับผลิตภัณฑ์เบื้องต้นที่จะนำมาทดสอบ คือ เนื้อวัว เนื่องจากร้านอาหารส่วนใหญ่จะมีรายการอาหารเนื้อแห้ง หรือเนื้อแดดเดียว การผลิตในปัจจุบันใช้วิธีตากแดด ซึ่งจะมีปัญหาเรื่องความสะอาด เช่น ฝุ่น และแมลงต่างๆ การนำเนื้อวัวมาอบในตู้อบอินฟราเรดจะเป็นช่วยแก้ปัญหาเรื่องความสะอาด และยังช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้ง

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

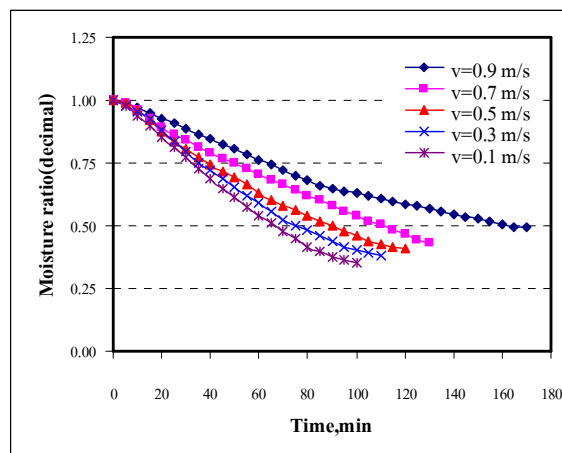
เครื่องอบแห้งที่ใช้ในการศึกษาทดลองในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องอบแห้งแบบอินฟราเรดไกลร่วมกับลมร้อน ดังแสดงในรูปที่ 1 รายละเอียดมีดังนี้ ขนาดของห้องอบแห้งเท่ากับ 30 x 50 x 25 cm (กว้าง x ยาว x สูง) อุปกรณ์ให้ความร้อนเป็นแท่งรังสีอินฟราเรด 1 แท่งขนาด 650 W ระยะห่างระหว่างแท่งรังสีอินฟราเรดกับผลิตภัณฑ์เท่ากับ 15 cm ในแนวตั้งฉาก และขดลวดความร้อนขนาด 800 W พัดลมเป็นแบบไหลตามแนวแกนมอเตอร์ขนาด 300 W สามารถปรับความเร็วลมได้ อุณหภูมิอากาศที่ตำแหน่งต่าง ๆ วัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ต่อเข้ากับ data logger ความเร็วของอากาศอบแห้ง วัดโดยใช้ hot wire anemometer การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์อ่านค่าจากเครื่องชั่งแบบดิจิทัล และอ่านค่าได้ละเอียด 0.1 กรัม ในการทดลองอบแห้งเนื้อวัวจะควบคุมอุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งที่ 40 องศาเซลเซียส ส่วนแท่งรังสีอินฟราเรดจะให้พลังงานในช่วง 260 - 640 วัตต์ และเปลี่ยนแปลงความเร็วลมอยู่ระหว่าง 0.1 – 1.0 m/s ในการทดลองแต่ละครั้งจะใช้เนื้อวัวประมาณ 127 กรัม โดยมีขนาดและความหนาเป็น 3 x 5 x 1 cm.(กว้าง x ยาว x หนา) และจากการสุ่มตัวอย่างเนื้อแดดเดียวในห้องกินนำมาหาความชื้นสุดท้ายพบว่ามีความชื้นโดยเฉลี่ยประมาณ 140 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง สำหรับเนื้อที่นำมาทำเนื้อแดดเดียวค่าความชื้นเริ่มต้นโดยเฉลี่ยประมาณ 300 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง เมื่อคำนวณหาอัตราส่วนความชื้นพบว่าอยู่ในช่วง 0.45 – 0.5



รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรดไกล โดยประกอบด้วย 1) เครื่องชั่งน้ำหนัก, 2) หลอดรังสีอินฟราเรด, 3) ชุดปรับกำลังงานไฟฟ้า, 4) ชุดควบคุมอุณหภูมิ, 5) กิโลวัตต์เออร์มิเตอร์, 6) ขดลวดความร้อน, 7) พัดลม, 8) ชุดวัดอุณหภูมิ, 9) ชุดปรับความเร็วลม

3. ผลและวิจารณ์

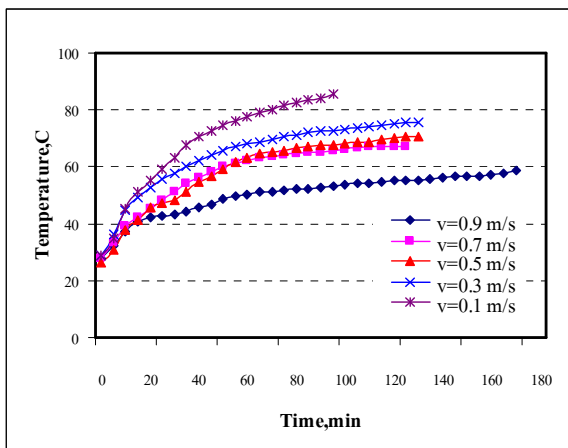
ในรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาในการอบแห้งเนื้อวัวที่ความเร็วลมต่าง ๆ การทดลองอบแห้งนี้ให้ Power เท่ากับ 260 W กับแท่งรังสีอินฟราเรด จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนความชื้นจะลดลงตามระยะเวลา และที่ความเร็วลม 0.1 m/s จะมีอัตราส่วนความชื้นลดลงเร็วที่สุด เมื่อเทียบกับความเร็วลมต่าง ๆ



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เมื่อใช้ Power (IR) = 260 W

เมื่อกำหนดให้อัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.5 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ให้ความเร็วลมที่ 0.1 m/s เป็นค่าอ้างอิงเปรียบเทียบกับความเร็วลม 0.3 m/s พบว่าเวลาในการอบแห้งจะเพิ่มขึ้น 15.38 % และเมื่อเปรียบเทียบกับที่ความเร็วลม 0.5 m/s, 0.7 m/s และ 0.9 m/s พบว่าจะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 38 %, 69 % และ 146 %

ตามลำดับ จึงสรุปผลการทดลองได้ว่าที่อัตราการไหลของอากาศต่ำ จะม้ออัตราการอบแห้งที่สูงกว่าที่อัตราการไหลของอากาศสูง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าอัตราการไหลของอากาศที่สูงส่งผลทำให้อุณหภูมิที่ผิวและภายในผลิตภัณฑ์ลดลงจึงส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลงด้วย ดังจะเห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ได้จากรูปที่ 3

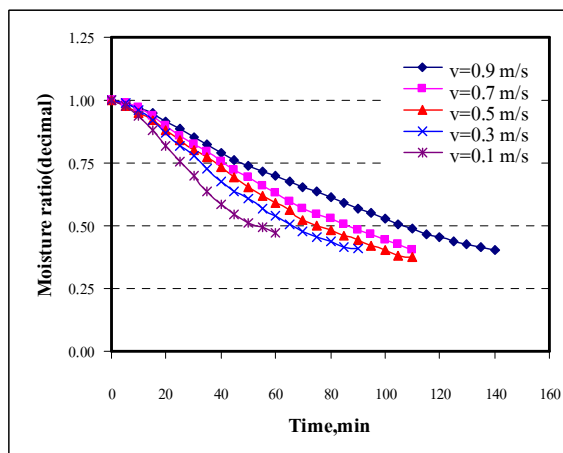


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผลิตภัณฑ์กับเวลาเมื่อใช้

Power (IR) = 260 W

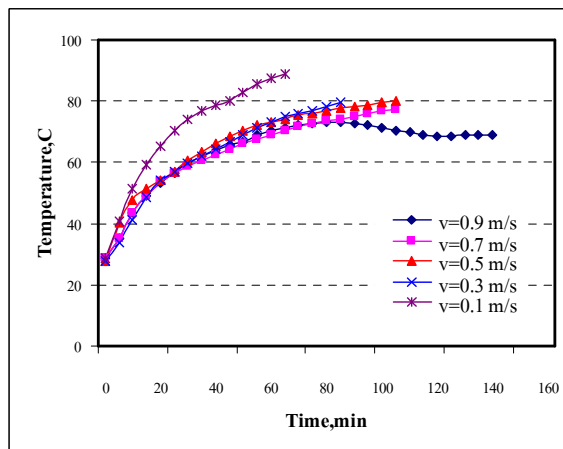
ในรูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาในการอบแห้ง ที่ความเร็วลมต่าง ๆ พบว่าอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วง โดยในช่วงแรกอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดจุดหนึ่ง อุณหภูมิผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย หากเปรียบเทียบที่ความเร็วลมต่าง ๆ ที่ความเร็วลม 0.1 m/s จะมีความชันมากกว่าที่ความเร็วลมอื่น ๆ และอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์ก็จะสูงกว่าที่ความเร็วลมอื่นด้วย นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบทุกความเร็วลม ความเร็วลมที่มากขึ้นจะได้กราฟที่มีความชันลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความเร็วลมทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อวัสดุลดลง เนื่องจากอากาศจะนำพาเอาความร้อนจากบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ออกไปเร็วขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์ลดลง

ในรูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เป็นการทดลองอบแห้งโดยป้อน Power เท่ากับ 370 W ให้กับแท่งรังสีอินฟราเรด โดยให้อัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.5 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ และกำหนดให้ที่ความเร็วลม 0.1 m/s เป็นค่าอ้างอิงเปรียบเทียบกับที่ความเร็วลม 0.3 m/s พบว่าเวลาในการอบแห้งจะเพิ่มขึ้น 30 % และเมื่อเปรียบเทียบกับที่ความเร็วลม 0.5 m/s, 0.7 m/s และ 0.9 m/s พบว่าจะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 50 %, 70 % และ 110 % ตามลำดับ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เมื่อใช้

Power (IR) = 370 W

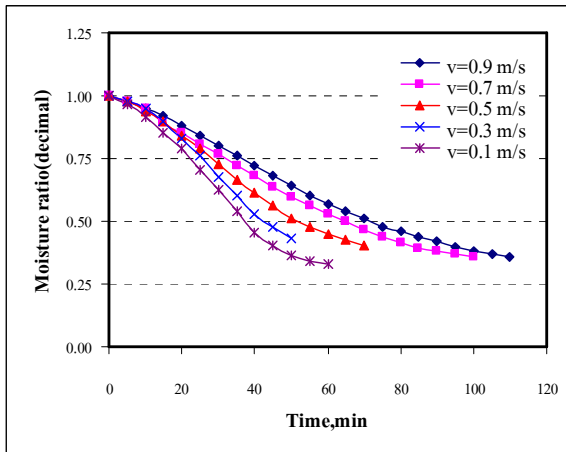


รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผลิตภัณฑ์กับเวลาเมื่อใช้

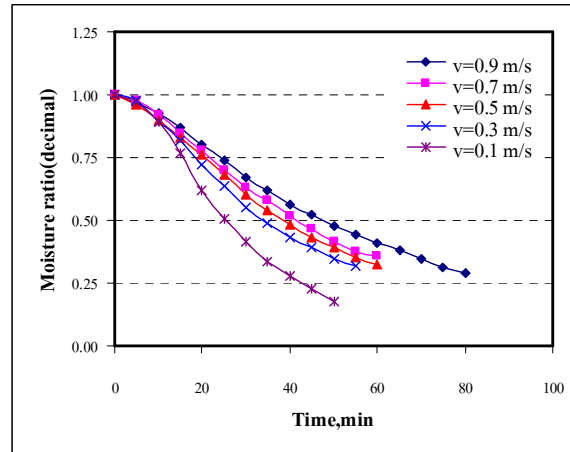
Power (IR) = 370 W

ในรูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาในการอบแห้งพบว่า แนวโน้มของกราฟคล้ายกับรูปที่ 3 โดยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์จะลดลง

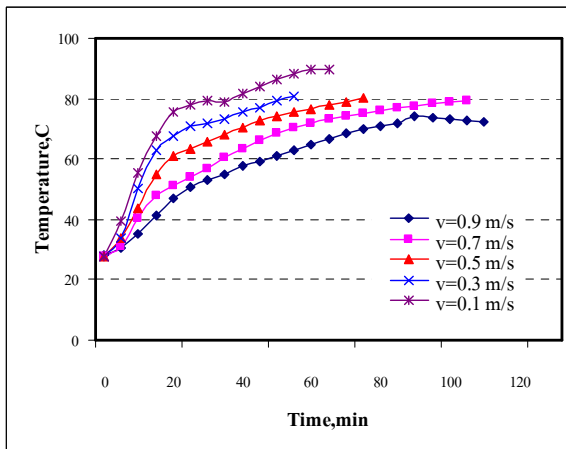
ในรูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เป็นการทดลองอบแห้งโดยป้อน Power เท่ากับ 470 W ให้กับแท่งรังสีอินฟราเรด โดยให้อัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.5 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าที่ความเร็วลม 0.1 m/s ความชื้นภายในเนื้อจะลดลงเร็วกว่าที่ความเร็วลม 0.3 m/s อยู่ 14.29 % และเมื่อเปรียบเทียบกับที่ความเร็วลม 0.5 m/s, 0.7 m/s และ 0.9 m/s พบว่าจะต้องใช้เวลาในการนำความชื้นออกจากภายในเนื้อวัสดุเพิ่มขึ้นเป็น 43 %, 71 % และ 100 % ตามลำดับ



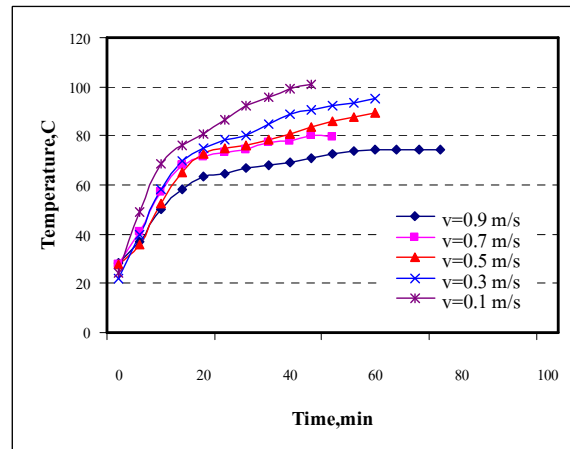
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เมื่อใช้ Power (IR) = 470 W



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เมื่อใช้ Power (IR) = 640 W



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผลิตภัณฑ์กับเวลา เมื่อใช้ Power (IR) = 470 W



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผลิตภัณฑ์กับเวลา เมื่อใช้ Power (IR) = 640 W

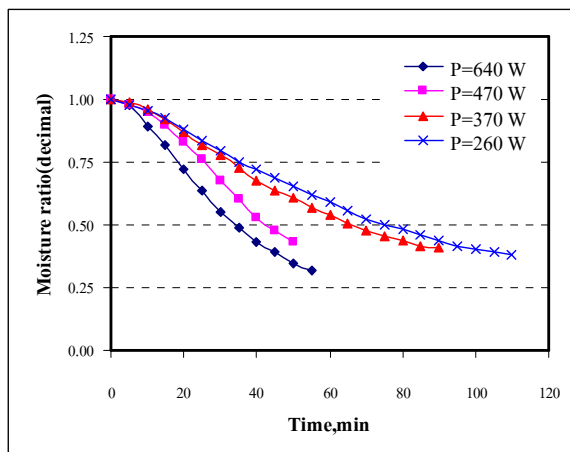
ในรูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาในการอบแห้งพบว่า แนวโน้มของกราฟคล้ายกับรูปที่ 3 โดยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์จะลดลง

ในรูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาเป็นการทดลองอบแห้งโดยป้อน Power เท่ากับ 640 W ให้กับแท่งรังสีอินฟราเรด โดยให้อัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.5 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าที่ความเร็วลม 0.1 m/s ความชื้นภายในเนื้อจะลดลงเร็วกว่าที่ความเร็วลม 0.3 m/s อยู่ 40 % และเมื่อเปรียบเทียบกับที่ความเร็วลม 0.5 m/s, 0.7 m/s และ 0.9 m/s พบว่าต้องใช้เวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 52 %, 60 % และ 80 % ตามลำดับ

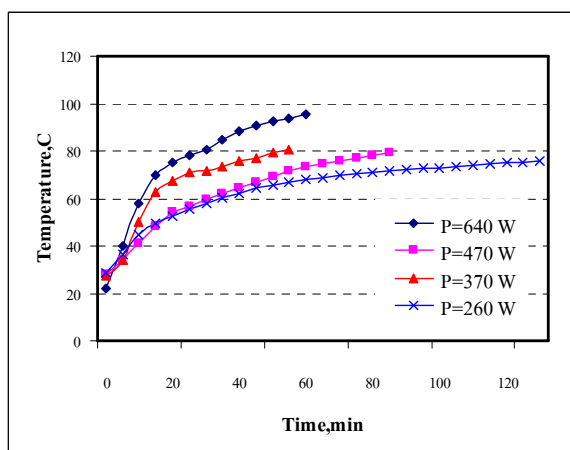
ในรูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาในการอบแห้งพบว่า แนวโน้มของกราฟคล้ายกับรูปที่ 3 โดยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์จะลดลง

ในรูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา โดยเลือกวิเคราะห์ที่ความเร็วลม เท่ากับ 0.3 m/s เนื่องจากที่ความเร็วนี้ สังเกตสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขณะทำการทดลอง ในด้านการหดตัว และการเปลี่ยนแปลงของสี พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพดีที่สุด จากกราฟเมื่อป้อน Power เท่ากับ 640 W จะมีอัตราส่วนความชื้นลดลงเร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับที่ power อื่น ๆ หากกำหนดให้อัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.5 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าที่ power เท่ากับ 640 W จะใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่าที่ power เท่ากับ 470 W, 370 W และ 280 W เท่ากับ 14, 86, และ 114 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากแท่งอินฟราเรดปล่อยพลังงานให้กับผลิตภัณฑ์มากขึ้น ตามกำลังที่ป้อนให้ ทำให้

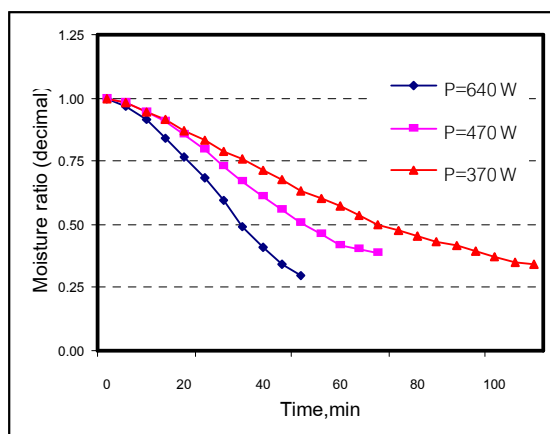
อุณหภูมิผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังจะเห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ในรูปที่ 11



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่กำลังวัตต์ต่าง ๆ เมื่อใช้ ความเร็วลม เท่ากับ 0.3 m/s



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผลิตภัณฑ์กับเวลาที่กำลังวัตต์ต่าง ๆ เมื่อใช้ ความเร็วลมเท่ากับ 0.3 m/s



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่กำลังวัตต์ต่าง ๆ ที่ความเร็วลมเป็นศูนย์

ในรูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา เป็นการทดลองอบแห้งโดยใช้เฉพาะแท่งอินฟราเรดเพื่อให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ และกำหนดความเร็วลมเป็นศูนย์ ทำการศึกษาเปรียบเทียบ จากกราฟเมื่อป้อน Power เท่ากับ 640 W จะมีอัตราส่วนความชื้นลดลงเร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับที่ power อื่น ๆ หากกำหนดให้อัตราส่วนความชื้นเท่ากับ 0.5 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าที่ power เท่ากับ 640 W จะใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่าที่ power เท่ากับ 470 W และ 370 W เท่ากับ 43 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากแท่งอินฟราเรดปล่อยพลังงานให้กับผลิตภัณฑ์มากขึ้นตามกำลังที่ป้อนให้ ทำให้อุณหภูมิผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้หากนำผลการทดลองที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับที่ power ต่าง ๆ แล้ว พบว่าที่ความเร็วลมเป็นศูนย์ อัตราส่วนความชื้นกับเวลาจะมีค่าใกล้เคียงกับที่ความเร็วลม 0.3 และ 0.5 m/s เมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้ค่าใกล้เคียงกันมากทำให้เส้นกราฟที่ได้ออกมาทับกันยากต่อการสังเกต จึงนำมาแสดงไว้ในรูปที่ 12 และจากผลการทดลองนี้พบว่าอัตราการไหลของอากาศมีส่วนช่วยในการพาความชื้นออกจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลอง และศึกษาการอบแห้งเนื้อวัวด้วยอินฟราเรด เบื้องต้นพบว่าถ้าใช้ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มตาม นอกจากนี้เมื่อสังเกตผลิตภัณฑ์ขณะทำการทดลองพบว่าความเร็วลมยังส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งด้านคุณภาพสี และการหดตัว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

เอกสารอ้างอิง

- [1] K.J. Chu, and S.K. Chou, " Low-cost drying methods for developing countries," Trends in Food Science & Technology, Vol. 14, 2003, pp. 519-528.
- [2] S. Soponronnarit, D. Nattawut, J. Hirunlabh, P. Namprakai, and S. Thepa," Computer Simulation of Solar Energy Assisted Fruit Drying," RERIC International Energy Journal, Vol. 14, 1992b, pp. 59-70.
- [3] H.D. Isengard, "Rapid water determination in foodstuffs," Trends in Food Science & Technology, Vol. 6, 1995, pp. 155-162.
- [4] P. Glouannec, D. Lecharpentier, and H. Noel,"Experimental survey on the combination of radiating infrared and microwave sources for the drying of porous material," Applied Thermal Engineering, Vol. 22, 2002, pp. 1689-1703.
- [5] N. Sakai, and T. Hanzawa, "Applications and advances in far-infrared heating in Japan," Trends in Food Science & Technology, Vol. 5, 1994, pp. 357-362.
- [6] T.M. Afzal, and T. Abe, "Diffusion in potato during far infrared radiation drying," Journal of Food Engineering, Vol. 37, 1998, pp. 353-365.
- [7] P. Sheridan, and N. Shilton," Application of for infrared radiation to cooking of meat products," Journal of Food Engineering, Vol. 41, 1999, pp. 203-208.
- [8] A. Hashimoto, and T. Kameoka," Effect of infrared irradiation on drying characteristics of wet porous materials," Drying Technology-An International Journal, Vol. 17, 1999, pp. 1613-1626.
- [9] T.M. Afzal, and T. Abe,"Simulation of moisture changes in barley during far infrared radiation drying," Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 26, 2000, pp. 137-145.
- [10] T.M. Afzal, T. Abe, and Y. Hikida, "Energy and quality aspects during combined FIR-convection drying of barley," Journal of Food Engineering, Vol. 42, 1999, pp. 177-182.