เครื่องอบแห้งภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศใช้งานร่วมกับรังสีอินฟราเรด

Infrared Vacuum Dryer

อำไพศักดิ์ ทีบุญมา ชาคริต โพธิ์งาม ทรงสุภา พุ่มชุมพล และ ศักชัย จงจำ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Umphisak Teeboonma Chakrit Po-ngarm Songsupa Pumchumpol and Sakchai Jongjam

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งด้วยสุญญากาศร่วมกับรังสีอินฟราเรด และหาสมการการอบแห้งชั้นบางที่เหมาะสมสำหรับทำนายพฤติกรรมการอบแห้ง พร้อมทั้งวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการอบแห้ง โดยทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์สมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขิง หญ้าปักกิ่ง และบอระเพ็ด ภายใต้เงื่อนไขความดันสัมบูรณ์ 5, 10 และ 15 kPa และอุณหภูมิอบแห้ง 40, 50 และ 60 ^{o}C ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษา และทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้ง ได้แก่ อัตราการอบแห้ง และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อลดความดันสัมบูรณ์และเพิ่มอุณหภูมิอบแห้ง จะทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งลดลง นอกจากนั้น ผลการวิเคราะห์สมการอบแห้งชั้นบางของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า สมการของ Modified Henderson and Pabis สามารถทำนายผลการอบแห้งด้วยสุญญากาศร่วมกับรังสีอินฟราเรดได้ดีที่สุด โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มากที่สุด และ ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) น้อยที่สุด สำหรับการศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการอบแห้ง พบว่า ค่าใช้จ่ายรายปีทั้งหมดมีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับรอบการผลิตในแต่ละเงื่อนไขการอบแห้ง ซึ่งส่งผลต่อมูลค่าการใช้พลังงาน และเมื่อพิจารณาต้นทุนการระเหยน้ำต่อหน่วย พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งและลดความดันสัมบูรณ์ จะทำให้ต้นทุนการระเหยน้ำต่อหน่วยลดลง โดยที่ภาวะความดันสัมบูรณ์ 5 kPa และอุณหภูมิอบแห้ง 60 ^{o}C มีต้นทุนการระเหยน้ำต่อหน่วยน้อยที่สุด

ศัพท์สำคัญ : การอบแห้ง สมการอบแห้งชั้นบาง สุญญากาศร่วมกับอินฟราเรด อัตราการอบแห้ง

ABSTRACT

The objectives of this research were to study drying using infrared-vacuum technique and to find out the appropriate thin layer equation for predicting the drying behavior of Ginger, Murdannia lorifomis and Heart-leaved moonseed as well as to analyze unit cost of herb drying. To achieve these purposes, experiments were conducted on the following conditions: absolute pressures in drying chamber of 5, 10, 15 kPa and drying temperatures of 40, 50, 60^{o}C. The criteria used for evaluating the dryer performance were drying rate and specific energy consumption.

From experimental results, it was revealed that increment of drying temperature or decrement of absolute pressure in drying chamber result in high drying rate and low specific energy consumption. Furthermore, it was found that Modified Henderson and Pabis equation is the best equation for predicting the drying behavior of Ginger, Murdannia lorifomis and Heart-leaved moonseed. It provides the highest coefficient of determination (R^2) and the lowest root mean square error (RMSE). In case of cost analysis, it was indicated that increment of drying temperature or decrement of absolute pressure in drying chamber result in low unit cost of production. Additionally, it should be noted that at the drying condition of absolute pressures in drying chamber of 5 kPa and drying temperatures of 60^{o}C yield lowest unit cost of production.

Keywords : Drying / Drying rate / Infrared-Vacuum / Thin layer equation