บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5680155

ชื่อโครงการ : การจำลองเชิงคำนวณของไหลพลศาสตร์ของการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในกระบวนการเคลือบแบบฟลูอิดไดซ์เบดชนิดฉีดพ่นจากด้านบน

ชื่อนักวิจัย : นายวสันต์ ด้วงคำจันทร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

E-mail Address : wasan.d@msu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : มิถุนายน 2556 – มิถุนายน 2558

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองการกระจายอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ และหาความสูงเบดลอยตัวในกระบวนการเคลือบแบบฟลูอิดไดซ์เบดชนิดฉีดพ่นจากด้านบน โดยใช้การคำนวณของไหลพลศาสตร์ (CFD) สำหรับการเปรียบเทียบผลของแบบจำลอง ใช้อุณหภูมิอากาศขาออกและความสูงเบดลอยตัวที่ทำนายได้จากแบบจำลอง CFD โดยเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ได้รายงานไว้ในเอกสารปริทัศน์ อุณหภูมิอากาศขาออกที่ได้จากการทำนายจากแบบจำลองที่สภาวะต่างๆ กันมีค่าสูงกว่าประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส ในขณะที่ความสูงเบดลอยตัวที่ได้จากการทำนายโดยแบบจำลองและจากการทดลองมีความสอดคล้องกัน นอกจากนั้น แบบจำลองยังแสดงความสอดคล้องเชิงคุณภาพของโซนความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการกับผลที่สังเกตได้จากการทดลอง สรุปว่าแบบจำลอง CFD ที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถทำมาใช้เพื่อหาความสูงลอยตัวและแสดงคุณลักษณะของโซนความร้อนได้ แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองดังกล่าวยังต้องการการพัฒนาเพื่อเพิ่มความถูกต้อง

นอกจากการศึกษาเชิงตัวเลขของกระบวนการเคลือบแบบฟลูอิดไดซ์เบดชนิดฉีดพ่นจากด้านบนอย่างละเอียดแล้ว งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาและทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบข้าวสารด้วยสารสกัดจากซังข้าวโพดสีม่วง โดยใช้วิธีการเคลือบแบบฟลูอิดไดซ์เบดชนิดฉีดพ่นจากด้านบนที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส และเวลาการฉีดพ่นเท่ากับ 5 10 และ 15 นาที จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิอากาศขาเข้าส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการลดลงของความชื้นสุดท้ายเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ข้าวเกิดการแตกร้าวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาการฉีดพ่นสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิในขณะที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาการฉีดพ่นเพิ่มขึ้นยกเว้นที่ 15 นาที นอกจากนั้น การฉีดพ่นที่เวลานานส่งผลให้ค่าสีโครมาสูงขึ้น นั่นหมายความว่าปริมาณของสารเคลือบเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น งานวิจัยนี้ยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้ค่าฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และปริมาณแอนโธไซยานินรวมถึงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระซึ่งหาได้จากวิธี DPPH และ FRAP ลดลง ในทางตรงกันข้าว ค่าต่างๆ เหล่านี้เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการฉีดพ่นเพิ่มขึ้น จากเกณฑ์การหาสภาวะที่เหมาะสมที่ให้ค่า desirability สูงสุดที่ 0.702 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบข้าวสารคืออุณหภูมิอากาศเท่ากับ 50 องศาเซลเซียสและเวลาการฉีดพ่นเท่ากับ 14.87 นาที เพื่อให้ข้าวเคลือบที่ได้มีการแตกร้าวต่ำสุดและได้สารละลายเคลือบมากที่สุด

คำหลัก : ฟลูอิดไดซ์เบด เอนแคปซูเลชัน ออยเลอร์ ลากรานจ์ การไหลหลายเฟส การคำนวณของไหลพลศาสตร์

Abstract

Project Code : MRG5680155

Project Title : CFD modeling of heat and mass transfer in a top-spray fluidized bed coating process

Investigator : Mr. Wasan DUANGKHAMCHAN, Mahasarakham University

E-mail Address : wasan.d@msu.ac.th

Project Period : June 2013 – June 2015

The objectives of this study were to model the air temperature and humidity distribution and to determine expanded bed heights in a top-spray fluidised bed coating process by using computational fluid dynamics (CFD). For model validation purposes, the outlet air temperatures and the expanded bed heights predicted from the CFD model were compared to those reported in literature. The model-predicted outlet air temperatures at different conditions were found to be overestimated, approximately 3-5 ^{o}C higher, while good agreement was found between measured and predicted expanded bed heights. In addition, the model also showed good qualitative agreement in the existence of different thermal zones in the fluidised bed with those observed in experiments. In conclusion, the CFD model could be employed to determine the expanded bed height and to characterise the thermal zones in the fluidised bed, while model development is still needed to increase the consistency regarding the outlet air temperature.

In addition to numerical study of the detailed top-spray fluidized bed coating process, we also experimentally investigated the optimal conditions for coating rice with the water extract of purple corn cob (PCC) using a top-spray fluidized bed coating method with variations of inlet air temperature of 50, 60 and 70^{o}C and spraying time of 5, 10 and 15 min. The results showed that the inlet air temperature significantly influenced in reducing final MC with higher temperature. Fissured coated rice was higher with increasing temperature and spraying time. Percentage of head rice yield was not affected by inlet temperature, while it tended to decrease with longer spraying time except at 15 min. In addition, longer spraying time resulted in higher values of chroma implying a larger amount of coating solution. In addition, we found that increasing temperature decreased values of total phenolic, total flavonoids and total anthocyanins contents as well as their antioxidant activities as determined by DPPH and FRAP assays. In contrast, those values were increased when the spraying time increased. The same trend was found for anthocyanin composition. Based on the optimization criteria with the highest desirability of 0.702, we recommend the inlet air temperature of 50^{o}C and spraying time of 14.87 min to obtain the minimum fissure and maximum coating material.