T142381

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองกลไกการถ่ายเทความร้อนของระบบที่เป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อนจนถึงการนำความร้อนและหาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติการไหลที่มีต่อตำแหน่งร้อนช้าที่สุดด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ADINA แล้วสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำนายกลไกการถ่ายเทความร้อนแบบไฟไนต์ดีฟเฟอเรนซ์ สำหรับการถ่ายเทความร้อนแบบธรรมชาติใน 2 มิติ ด้วย MATLAB ตัวแทนอาหารเหลวที่ใช้ คือ น้ำและสารละลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส (CMC) ในการบรรจุอาหารกระป๋องไม่มีช่องว่างเหนืออาหาร อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 121^{0}C ผลจากการจำลองทำให้สามารถทำนายอุณหภูมิและความเร็วของอาหารเหลวบรรจุกระป๋องได้

โดยในงานวิจัยนี้ใช้สารละลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 6.0 w/w เวลาในการฆ่าเชื้อ คือ 540 810 840 1230 1860 2160 3000 วินาทีตามลำดับ ผลจากการจำลองพบว่าน้ำและสารละลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มีตำแหน่งร้อนช้าที่สุดเป็นรูปวงแหวนที่ประมาณร้อยละ 10-20 ของความสูงกระป๋องโดยวัด จากก้นกระป๋อง สำหรับสารละลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสมีความเข้มข้นร้อยละ 6 ซึ่งมีค่า ความหนืดสูงตำแหน่งร้อนช้าที่สุดอยู่ที่เส้นสมมาตรที่ร้อยละ 17 ของความสูงของกระป๋อง และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งร้อนช้าที่สุดในรูปของตัวแปรไร้หน่วยในทิศทางรัศมี (r/R) และแนวแกนดิ่ง (z/Z) กับค่าเรย์ไลย์นัมเบอร์ (Ra) คือ $r/R = 1 - 0.5513(\frac{Ra}{10^5})^{-0.2438}$ และ $z/Z = 0.127(\frac{Ra}{10^5})^{-0.1299}$ ค่า R^2 เท่ากับ 0.976 และ0.892 โดยเรย์ไลย์นัมเบอร์มีค่าในช่วง 10^3–10^6 ซึ่งจากความสัมพันธ์ที่ได้ทำให้หาตำแหน่งร้อนช้าที่สุดของอาหารเหลวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้ เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบอุณหภูมิจากแบบจำลองและจากการทดลองพบว่าน้ำและสารละลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส มีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกันและสามารถหาค่าเฉลี่ยของผลต่างอุณหภูมิระหว่างแบบจำลองและการทดลองมีค่าเท่ากับ 2-4 % ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งหาคำตอบด้วยวิธีไฟไนต์ดีฟเฟอเรนซ์สามารถจำลองการถ่ายเทความร้อนได้ดีระดับหนึ่ง เนื่องจากมีค่าความผิดพลาดสูงกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป ADINA ซึ่งหาคำตอบโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เล็กน้อย

Abstract

TE142381

The objectives of this work are to simulate heat transfer of canned food that natural convection and conduction heat transfer occurred. Moreover, relation between rheology property and the coldest position was determined by Computation Fluid Dynamics (CFD) package, ADINA (finite element based method). Lastly, MATLAB was used for developing CFD program in 2 dimensional natural convection by using finite difference method. Water and sodium carboxy-methyl cellulose (CMC) solution were selected as material to test in cylindrical cans. The can size used in this study were 307 x 409, which fully filled and sterilized in retort at 121 ^{0}C. Transient flow patterns and temperature profiles for liquid (water and CMC solution) within the can could be predicted.

Concentrations of CMC solution for this study are 0.5 , 1.0 , 2.0 , 3.0 , 4.0 , 6.0 percent w/w. Processing time of water and CMC solution are 540 810 840 1230 1860 2160 and 3000 seconds respectively. The coldest position of water and CMC solution predicted by the ADINA. Water and CMC solution at concentration 0.5 , 1.0 , 2.0 , 3.0 and 4.0 percent were donut shape located 10-20 percent away from the can bottom. At concentration 6.0 percent, the coldest position was located at 17 percent of the container height. The relation between coldest position in dimensionless parameter and Rayleigh number were $r_c R = 1 - 0.5513\left(\frac{Ra}{10^5}\right)^{-0.2438}$ and $z_c Z = 0.127\left(\frac{Ra}{10^5}\right)^{0.1299}$ where R^2 were 0.976 and 0.892, Rayleigh number was in range of 10^5-10^6. From these relations, the coldest position of liquid food at different concentration can be predicted. The simulation result come out from the MATLAB program purposed by this work was quite satisfied when compare with ADINA' s result.