

การจำลองการอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบถาดโดยใช้การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล Simulation for Drying of Tray Dryer by Using Computational Fluid Dynamics

อาภาภรณ์ จอมหล้าพิรติกุล¹ คณิงนิตย์ จัปใจเหมาะ² และ ประยูร จอมหล้าพิรติกุล²
Apaporn Jomlapelatikul¹, Khanuengnit Chapchaimoh² and Prayoon Jomlapelatikul²

Abstract

The purpose of this research was to simulate the tray dryer with recycle hot air by using computation fluid dynamics. The effect of location and size of outflow air at the top of drying chamber on temperature and air distribution in the drying chamber were investigated. Computer program was used for the computation fluid dynamics in 2 dimensions. Six models were simulated by varying 2 locations of outflow air at the top of drying chamber; middle and end and 3 sizes of outflow air 25, 50 and 75 mm. The drying air temperature and velocity in this study were 55 °C and 0.5 m/s, respectively. The analysis of computation fluid dynamics showed that the outflow air on top of drying chamber at the middle point with 75 mm size provides the best uniform temperature and air distribution in the drying chamber.

Keywords : simulation, drying, tray dryer, computational fluid dynamics

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ การจำลองเครื่องอบแห้งแบบถาดที่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนตำแหน่งและขนาดของช่องปล่อยอากาศที่ด้านบนของห้องอบแห้งที่มีผลต่อการกระจายอุณหภูมิและอากาศภายในห้องอบแห้งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลด้วยแบบจำลอง 2 มิติโดยสร้างขึ้นทั้งสิ้น 6 แบบจำลอง ทำการเปลี่ยนตำแหน่งของช่องปล่อยอากาศที่ด้านบน 2 ตำแหน่ง คือ ตรงกลางและท้ายห้องอบแห้ง และเปลี่ยนขนาดของช่องปล่อยอากาศทั้งในแต่ละตำแหน่ง 3 ขนาด คือ 25 50 และ 75 มิลลิเมตร โดยอุณหภูมิและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งคือ 55 องศาเซลเซียส และ 0.5 เมตร/วินาที ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลพบว่าช่องปล่อยอากาศที่ตำแหน่งตรงกลางห้องอบแห้งที่ขนาด 75 มิลลิเมตรให้ผลของการกระจายอุณหภูมิและอากาศภายในห้องอบแห้งสม่ำเสมอที่สุด

คำสำคัญ : แบบจำลอง การอบแห้ง เครื่องอบแห้งแบบถาด การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล

คำนำ

ประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทั้งทางด้านภูมิศาสตร์และภูมิอากาศที่สามารถเพาะปลูกพืชผักและผลไม้ นานาชนิดและมีผลผลิตออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก และเนื่องด้วยผักและผลไม้สดที่มีปริมาณมากเกินความต้องการของตลาด ผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและตลาดต่างประเทศส่งผลให้ราคาผลผลิตที่ออกสู่ท้องตลาดนั้นมีราคาต่ำและประสบกับปัญหาสินค้าเน่าเสียได้เนื่องจากเป็นสินค้าที่เก็บไว้ได้ไม่นาน ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ จึงจำเป็นต้องมีการแปรรูปสินค้าผักและผลไม้ที่เกินความต้องการของตลาดเพื่อเก็บไว้บริโภคนอกฤดูกาล โดยการแปรรูปผลไม้เหล่านั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งการแปรรูปโดยการนำผลไม้ผ่านกระบวนการอบแห้งเป็นวิธีการแปรรูปชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมกันมากและสามารถนำมาผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้และสามารถจำหน่ายภายในและนอกประเทศ

การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรด้วยเครื่องอบแห้งและวิธีการแบบต่างๆ แต่ งานวิจัยเหล่านั้นได้ทำการลองผิดลองถูกหลายครั้ง ทำให้สูญเสียวัตถุดิบในการทดลองจำนวนมาก และการแสดงผลการทดลองยังเป็นแบบตารางข้อมูล หรือกราฟแสดงความสัมพันธ์ ทำให้ไม่สามารถมองเห็นภาพการกระจายตัวของอุณหภูมิ และทิศทางการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้ง วิธีการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลโดยใช้คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้อย่าง

¹ สาขาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น 40000

¹ Department of Post-Harvest and Processing Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khonkaen Campus, 40000

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม 44150

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

แพร่หลาย ตัวอย่างเช่นนำมาใช้ในการวิเคราะห์การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาเผาเซรามิค (พิธิษฐ์, 2549) หรือการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงบ่มใบยาสูบแบบรวมศูนย์ซึ่งทำให้เห็นการกระจายตัวของอุณหภูมิได้เด่นชัดมากขึ้น (นิตยา , 2548)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้วิธีการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล โดยการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลสำหรับเครื่องอบแห้งแบบถาด เพื่อศึกษาถึงการกระจายอุณหภูมิ ทิศทางการไหลของอากาศร้อนภายในห้องอบ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง

วิธีการสร้างแบบจำลอง

1. การสร้างแบบจำลอง

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงแบบจำลองที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้ โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นแบบจำลอง 2 มิติ มีการกระจายตัวของอากาศร้อนภายในแบบจำลอง และนำไปสู่การศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิและทิศทางการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้ง

1.1 แบบจำลองการไหลของอากาศ

สร้างแบบจำลองแบบ 2 มิติ โดยมีทิศทางอากาศเข้าและออก โดยกำหนดให้มีช่องปล่อยอากาศออกด้านบนห้องอบที่ตำแหน่งตรงกลางและท้ายห้องอบ figure 1 (a) และ (b) ตามลำดับ

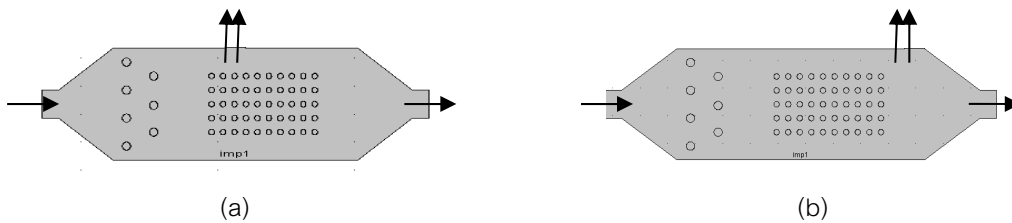


Figure 1 Characteristic of air flow in tray drying chamber (a.) Outlet air on top of drying chamber at the middle point (b.) Outlet air on top of drying chamber at the end point

1.2 สมมติฐานของแบบจำลอง

เพื่อความง่ายขึ้นของแบบจำลองจึงมีการสมมติฐาน ดังนี้

1. เป็นการไหลแบบ 2 มิติ
2. เป็นการไหลแบบไม่อัดตัว
3. ไม่มีการสิ้นไหล
4. ช่องไหลเป็นกระแสอากาศร้อน

ได้ทำการศึกษหาสภาวะที่เหมาะสมในการออกแบบช่องปล่อยอากาศออกเพื่อเป็นการระบายความชื้นของผลิตภัณฑ์ออกบางส่วน โดยมีการกำหนดตำแหน่งของช่องปล่อยอากาศออกเป็น 6 แบบจำลอง คือ ตำแหน่งช่องปล่อยอากาศออกด้านบนตรงกลางและด้านท้าย ที่ขนาดช่องปล่อยอากาศออก 25 50 และ 75 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2. วิธีการวิเคราะห์ผล

3.2.1 ทำการเปรียบเทียบการกระจายตัวของอุณหภูมิของแต่ละแบบจำลอง

3.3.2 ทำการเปรียบเทียบทิศทางการไหลของอากาศร้อนของแต่ละแบบจำลอง

3.3.3 ทำการเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละชั้นของห้องอบแห้งแบบถาด

โดยได้กำหนดตำแหน่ง 6 ตำแหน่ง ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ดังนี้ (Figure 2)

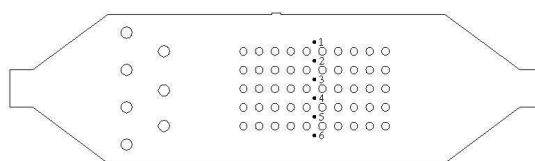


Figure 2 Set points for temperature and velocity profile in catch shelves of tray dryer

ผลและการวิเคราะห์แบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิและทิศทางการกระจายตัวของอากาศร้อนภายในห้องอบแห้ง โดยมีการปรับเปลี่ยนขนาดและตำแหน่งของช่องปล่อยอากาศออกด้านบนห้องอบ โดยได้สร้างแบบจำลองเชิงตัวเลข 6 แบบจำลองตามที่ได้กล่าวมา เพื่อวิเคราะห์หาการกระจายตัวที่สม่ำเสมอและเหมาะสมในห้องอบแห้ง อีกทั้งได้ศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศร้อน และหาแบบจำลองที่เหมาะสมก่อนที่จะได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบถาดสำหรับการใช้งานจริง ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลม 6 ตำแหน่ง เพื่อวิเคราะห์หาแบบจำลองที่เหมาะสม นั่นคือ ความสม่ำเสมอของการกระจายอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละชั้นของเครื่องอบแห้งแบบถาด Figure 3 เป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของแต่ละชั้นของเครื่องอบแห้งแบบถาดจะสังเกตเห็นว่าที่ช่องระบายอากาศตรงกลางห้องอบขนาด 75 มม. มีความโน้มเอียงที่ใกล้เคียงกันในแต่ละตำแหน่งมากที่สุด และตำแหน่งที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นตำแหน่งตรงกลาง จะมีอุณหภูมิสูงเมื่อเปรียบเทียบกับจุดอื่นซึ่งเหมือนกับการจำลองเตาเผาอิฐ (พิศิษฐ์, 2549) ที่มีอุณหภูมิสูงอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางของเตาเผาอิฐและจาก Figure 4 เป็นการเปรียบเทียบความเร็วลมที่ตำแหน่งต่างๆ ก็จะพบว่าที่ตรงกลางห้องอบขนาด 75 มม. มีความสม่ำเสมอในตำแหน่งที่ 1 ถึง 5 มากที่สุด ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีภาคบรรจุอยู่จึงมีความเหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์เนื่องจากมีความเร็วลมที่สม่ำเสมอทำให้ผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้งแห้งพร้อมกันทุกชั้น แต่ที่ตำแหน่งที่ 6 มีความเร็วสูงขึ้นมากเนื่อง จากเป็นด้านล่างไม่มีภาคขวางทิศทางการไหลของลม

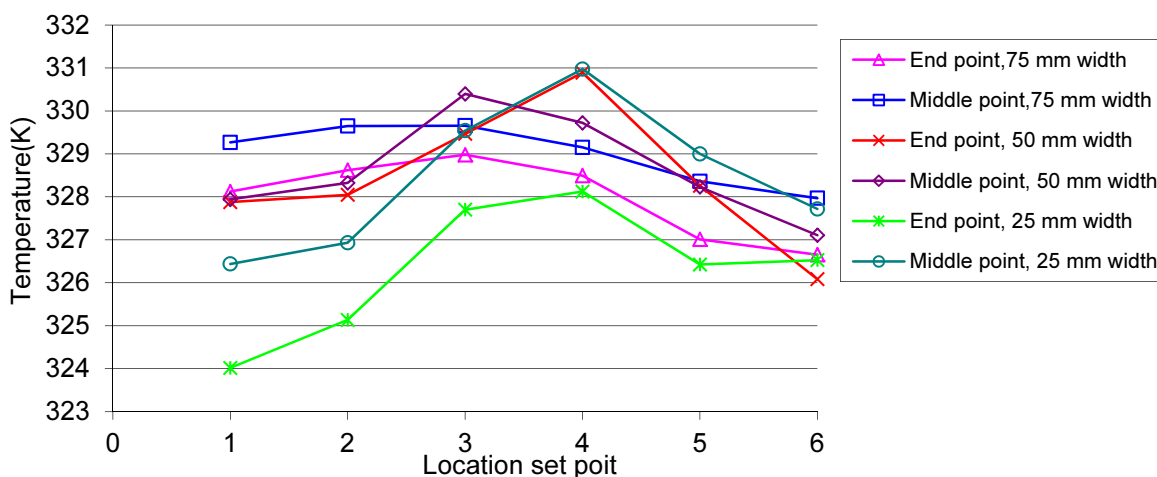


Figure 3 The relationship of temperature and location set point in drying chamber

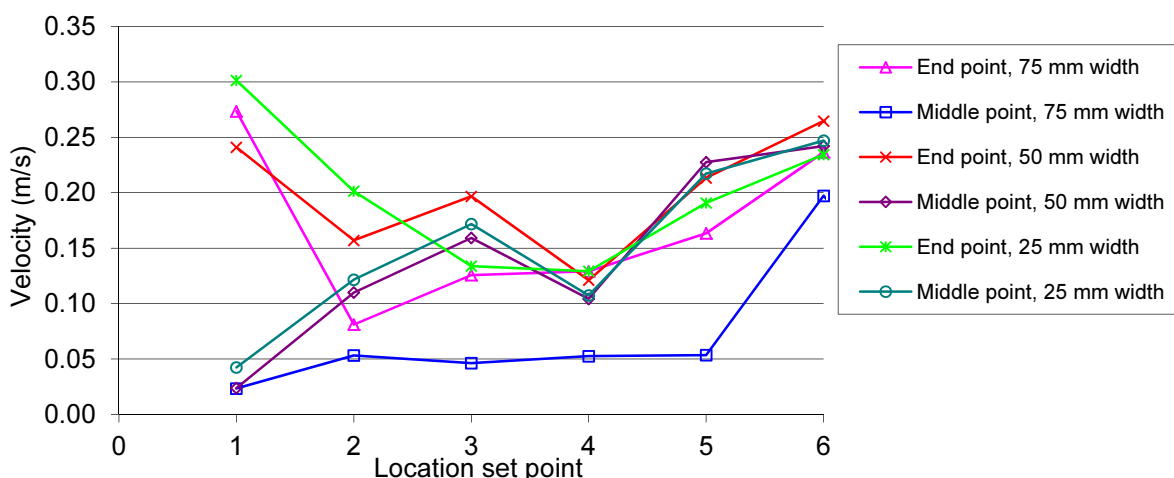


Figure 4 The relationship of velocity and location set point in drying chamber

สรุปผลการวิจัย

การจำลองเครื่องอบแห้งแบบถาดที่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนตำแหน่งและขนาดของช่องปล่อยอากาศที่ด้านบนของห้องอบแห้งที่มีผลต่อการกระจายอุณหภูมิและอากาศภายในห้องอบแห้ง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลด้วยแบบจำลอง 2 มิติ โดยสร้างขึ้นทั้งสิ้น 6 แบบจำลอง ทำการเปลี่ยนตำแหน่งของช่องปล่อยอากาศที่ด้านบน 2 ตำแหน่ง คือ ตรงกลางและท้ายห้องอบแห้ง และเปลี่ยนขนาดของช่องปล่อยอากาศทั้งในแต่ละตำแหน่ง 3 ขนาด คือ 25 50 และ 75 มิลลิเมตร โดยอุณหภูมิและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งคือ 55 องศาเซลเซียส และ 0.5 เมตร/วินาทีตามลำดับ ผลการวิเคราะห์การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลพบว่าช่องปล่อยอากาศที่ตำแหน่งตรงกลางห้องอบแห้งที่ขนาด 75 มิลลิเมตร ให้ผลของการกระจายอุณหภูมิและอากาศภายในห้องอบแห้งสม่ำเสมอที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิตยา จันตัน. 2548. การเคลื่อนที่ของกระแสอากาศร้อนในแบบจำลองสองมิติของห้องอบแห้งแบบใบยาสูบ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ภาคิณี วิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิศิษฐ์ นาคประเสริฐ. 2549. การจำลองการไหลของอากาศร้อนในเตาเผาอิฐโดยใช้การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.