บทที่ 9

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการวิจัยเพิ่มเติม

9.1 สรุปผลการวิจัย

1. สำหรับเครื่องอบแห้งแบบงวดที่ใช้อยู่ในโรงงานปัจจุบันพบว่าเครื่องอบแห้งแบบที่ยังไม่มีการสอดท่อระบายไอน้ำนั้นมีประสิทธิภาพ (ร้อยละ 43.38-54.08) ดีกว่าเครื่องอบแห้งที่สอดท่อระบายไอน้ำ (ร้อยละ 40.46-46.10) นอกจากนี้ผลของการสอดท่อระบายไอน้ำไม่มีผลที่เป็นนัยสำคัญต่อการกระจายความชื้นในวัสดุภายในเครื่อง เนื่องจากเครื่องอบแห้งที่สอดท่อระบายไอน้ำ ปริมาณของลมร้อนจะไหลออกนอกเครื่องในปริมาณที่มากขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดต่ำลง แต่รูปแบบการไหลของลมร้อนภายในตู้อบยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีผลให้การกระจายของความชื้นของแต่ละถาดไม่ดีขึ้น
2. สำหรับผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดลองพบว่า กระดูกอัดขนาด 12 นิ้วเป็นวัสดุที่ต้องใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานสุดหรือมีอัตราการอบแห้งช้าสุด เนื่องจากพื้นผิวของวัสดุเป็นแผ่นหนังสัตว์ที่เป็นชิ้นเดียวกันตลอดทั้งวัสดุ ทำให้การระเหยน้ำออกจากวัสดุภายในต้องซึมผ่านแผ่นหนังก่อน มีผลทำให้อัตราการอบแห้งช้า
3. สำหรับกระดูกอัดขนาด 12 นิ้ว การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนมีผลให้อัตราการอบแห้งของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น อัตราถ่ายเทความร้อนจะดีขึ้น แต่อุณหภูมิที่อบแห้งก็ไม่ควรมีค่าสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้กระดูกอัดขนาด 12 นิ้วเสียสภาพ
4. สำหรับกระดูกอัดขนาด 12 นิ้ว การเพิ่มความเร็วลมในการอบแห้งมีผลทำให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อความเร็วลมร้อนเพิ่มขึ้น การถ่ายเทความร้อนไปยังผิววัสดุจะสูงขึ้นทำให้การถ่ายเทมวลของน้ำออกจากผิววัสดุสูงตามขึ้น แต่ถ้าความเร็วลมร้อนเพิ่มขึ้นเกินจุดหนึ่ง อัตราการอบแห้งจะลดลง เนื่องจากเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น อัตราการถ่ายเทน้ำออกจากผิววัสดุจะสูง แต่ถ้าอัตราที่ระเหยออกนั้นเร็วกว่าอัตราการแพร่ของน้ำจากภายในวัสดุ จะมีผลทำให้ผิวนอกแข็งขึ้น (core hardening) จึงทำให้อัตราการอบแห้งช้าลง

5. ผลการจำลองกระบวนการพบว่าเครื่องอบแห้งแบบสายพานลำเลียงจะมีค่าการกระจายความชื้นในวัสดุใกล้เคียงกับแบบอุโมงค์ไหลขนานและอุโมงค์ไหลตัดขวาง แต่แบบสายพานลำเลียงต้องทำการซ้อนชั้นของวัสดุหลายชั้นเพื่อรองรับปริมาณการผลิตที่มีมากทำให้แต่ละชั้นมีค่าอัตราส่วนความชื้นแตกต่างกันไป นอกจากนี้เครื่องอบแห้งแบบสายพานลำเลียงยังมีต้นทุนในการก่อสร้างที่ค่อนข้างสูงอีกด้วย ดังนั้นเมื่อพิจารณาในการดำเนินการในการผลิตจริงพบว่าเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ในการจัดสร้าง คือ เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ไหลตัดขวาง
6. ในแง่ของขนาดของเครื่องอบแห้งที่ได้จากการจำลองกระบวนการ พบว่าเครื่องที่มีขนาดเล็กที่สุดเกิดจากการใช้ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที แต่เนื่องจากผลของการทดลองจริงที่ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที พบว่าอัตราการอบแห้งเริ่มลดลง โดยมีสาเหตุมาจาก ปรากฏการณ์ที่ผิวของวัสดุเกิดการแห้งแข็ง ดังนั้นเป็นไปได้มากที่ความเร็วที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้อัตราการอบแห้งลดลง มีผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งกลับเพิ่มขึ้น แต่ในการทำการจำลองกระบวนการไม่ได้มีการคำนึงถึงปัจจัยนี้ ทำให้ไม่ควรเพิ่มความเร็วลมสูงเกินกว่า 1 m/s
7. สำหรับการจำลองกระบวนการของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ไหลตัดขวาง พบว่าเมื่อทำหมุนเวียนลมทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (ความชื้นของอากาศเพิ่มมากขึ้น) พบว่าจะมีผลทำให้ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากขึ้น แต่จะให้ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นด้วย แต่ผลจากความชื้นเริ่มต้นจะมีผลกระทบต่ออัตราการอบแห้งน้อยกว่าผลจากอุณหภูมิของอากาศ
8. จากการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์ในแง่ต้นทุนในการผลิต พบว่า เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ไหลตัดขวางจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนดีกว่าเครื่องอบแห้งแบบงวดเล็กน้อย แต่จะมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าเมื่อทำการอบแห้งวัสดุที่ต้องใช้สภาวะในการอบแห้งต่างกัน
9. ลักษณะเฉพาะของการอบแห้งกระดูกอัดและชิ้นขบเคี้ยวจะมีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์การเกษตร เช่น ผลไม้ คือจะมีเฉพาะช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ซึ่งสามารถดูได้ในภาคผนวก ง

9.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

1. ในการทดลองจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่นานมาก คือ สำหรับกระดูกอัดขนาด 12 นิ้ว จะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งประมาณ 6 วัน และอบแห้งต่อในตู้อบเพื่อหาน้ำหนักแห้งสนิทอีก 30 วัน ดังนั้นการทำการทดลองควรจะมีการวางแผนที่ดีกว่าที่ผ่านมา
2. เนื่องจากระยะเวลาในการทดลองค่อนข้างนานและระยะในการทำงานวิจัยค่อนข้างจำกัด จึงไม่สามารถทำการทดลองอบแห้งที่มีลักษณะการไหลเหมือนกับเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์
3. ทำการศึกษาอัตราการอบแห้งโดยเปลี่ยนรูปแบบการไหลภายในเครื่องทดลองให้เหมือนกับเครื่องที่ออกแบบมากขึ้น
4. ทำการศึกษาถึงชนิดผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในโรงงานเพิ่มมากขึ้น เพื่อสามารถหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ผลิตในโรงงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย