

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันกระบวนการอบแห้งในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมไม่จำกัดแต่มีประสิทธิภาพไม่สูงนัก เนื่องจากการอบแห้งแบบเดิมนั้นมีการกระจายตัวของความร้อนและความชื้นไม่ทั่วถึงตลอดชิ้นวัสดุจึงก่อให้เกิดความเสียหายให้กับวัตถุที่ได้นำมาอบ ทั้งยังคงมีความชื้นเหลืออยู่ทำให้เกิดเชื้อรา สี และสภาพของวัตถุที่เกิดการเปลี่ยนแปลง เวลาที่ใช้ในการอบนานทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ประกอบกับการอบทั่วไปจากเชื้อเพลิงนั้นก่อให้เกิดมลภาวะ ปัจจุบันจึงมีการคิดกระบวนการอบแห้งใหม่ขึ้นมาหลากหลายวิธี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการอบให้สูงขึ้น รวมทั้งเพิ่มคุณภาพของวัสดุให้มีมูลค่ามากขึ้น การอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นวิธีการที่ยังใช้กันอยู่มากในกรรมวิธีการอบแห้งอาหาร อย่างไรก็ตามกรรมวิธีนี้ยังมีข้อเสียอีกมาก รวมถึงคุณภาพที่ต่ำของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้ง มีประสิทธิภาพของพลังงานต่ำและใช้เวลาในการอบแห้งนาน แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งอาหารด้วยลมร้อนใช้เวลาที่ยืดเยื้อ เพื่อที่จะประเมินผลของอุณหภูมิของการอบแห้งที่มีผลต่อการเสื่อมลงของวัตถุดิบในด้านคุณภาพ เช่น สี สารอาหาร รสชาติ และรูปลักษณะ (Bouraout et al. [2-1], Maskan [2-2] และ Yongsawatdigul and Gunasekaran [2-3])

การอบแห้งของวัสดุในช่วงที่มีอัตราการอบแห้งลดลง อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนในวัสดุจะมีค่าน้อย ทำให้การไล่ความชื้นจากภายในออกสู่ผิวเป็นไปค่อนข้างยาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องขจัดปัญหาเหล่านี้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและประสิทธิภาพของกรรมวิธีการอบแห้ง ในปี ค.ศ. 1940 Mermelstein [2-4] ได้ใช้ไมโครเวฟเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนในการอบแห้งอาหาร ซึ่งเทคนิคนี้ได้นำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารและวิศวกรรมเคมี (Ayappa et al. [2-5] และ Chatterjee et al. [2-6]) Fu et al. [2-7] ศึกษาเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการกระจายของพลังงานดูดซับภายในเครื่องไมโครเวฟที่มีคลื่นเป็นลักษณะคลื่นผสม (Multi-mode Cavity) แบบ 3 มิติ ผลจากการคำนวณเชิงทฤษฎีและการทดลองนั้นสอดคล้องกัน Tada et al. [2-8] ได้ศึกษาเชิงการคำนวณเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในเครื่องไมโครเวฟแบบคลื่นผสม (บริเวณทำความร้อนมีขนาดใหญ่กว่าวัสดุทดสอบ เช่น เครื่องไมโครเวฟแบบครัวเรือน) งานวิจัยนี้แสดงอิทธิพลของตำแหน่งวัสดุที่วางในบริเวณทำความร้อนและคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของวัสดุต่อการดูดซับพลังงาน Ratanadecho et al. [2-9] ศึกษากระบวนการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟในวัสดุทดสอบที่มีหลายชั้น (Multi-layer Material) โดยเน้นการศึกษาความสามารถใน

การส่งผ่านพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟเข้าไปในวัสดุทดสอบโดยตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ การเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นป้องกันการสะท้อนและตำแหน่งของชั้นป้องกันการสะท้อน Ratanadecho et al. [2-10] ศึกษากระบวนการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟแก่วัสดุทดสอบที่เป็นของเหลว มีการคิดอิทธิพลของแรงตึงผิว (Surface Tension) ต่อกระบวนการพาความร้อนในชั้นของเหลว ผลที่ได้จากการทดลองสอดคล้องกับผลที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี Ratanadecho et al. [2-11] ใช้แบบจำลอง 1 มิติเพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งวัสดุพูน ในที่นี้ตัวแปรที่ศึกษาคือขนาดของอนุภาคและสัดส่วนของความชื้นเริ่มต้นของวัสดุทดสอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการอบแห้ง Drouzas และ Tsami [2-12] ทำการทดลองโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับการอบแห้งสุญญากาศของวัสดุผลไม้เพื่อเพิ่มศักยภาพในการไล่ความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาการกระจายตัวของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในตู้อบพบว่ามีความไม่สม่ำเสมอ สีที่ได้จากการอบด้วยไมโครเวฟระบบสุญญากาศจะมีสีที่อ่อนกว่าสีที่ได้จากการอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน Shivhare et al. [2-13] ศึกษาการนำคลื่นไมโครเวฟมาใช้ในการอบแห้งข้าวโพดเพื่อวิเคราะห์ระดับความชื้นเริ่มต้น การดูดซับพลังงาน อุณหภูมิ และความเร็วเบื้องต้นของอากาศ โดยการนำคลื่นไมโครเวฟมาใช้ร่วมในช่วงที่เส้นโค้งของการอบแห้งอยู่ในช่วงอัตราการอบแห้งที่ลดลง และได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นที่ผิวของเมล็ดข้าวโพด แบบจำลองการแพร่ของความชื้นที่ผิวของเมล็ดข้าวโพดเพื่อใช้อธิบายขบวนการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ Tulasidas [2-14] ศึกษาการอบแห้งองุ่นโดยการใช้ลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟในการอบแห้งองุ่นเพื่อทำลูกเกด พบว่าเมื่อมีการจุ่มองุ่นตามวิธีการผลิตลูกเกดในอุตสาหกรรม การอบแห้งด้วยไมโครเวฟไม่เพียงแต่รวดเร็วเท่านั้นยังต้องการพลังงานต่ำอีกด้วย ลูกเกดที่ได้มีคุณภาพที่ดีสีไม่เข้มเนื่องจากไม่มีการรมควันของสารซัลไฟด์ ดังนั้นการอบแห้งด้วยไมโครเวฟมีความเป็นไปได้ในการลดปริมาณสารเคมีและพลังงานที่ใช้ในการคงสภาพผลิตภัณฑ์อาหาร การหดตัวและความหนาแน่นขององุ่นมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับเปอร์เซ็นต์ความชื้น Feng and Tang [2-15] ทำการศึกษาทดลองเกี่ยวกับการอบแห้งแอปเปิ้ลจำนวน 3 พันธุ์ (Red Delicious Golden และ Granny Smith) โดยใช้เทคนิควิธีการที่รวมเอาไมโครเวฟร่วมกับสเปาเต็ดเบดเข้ามาช่วยปรับปรุงความสม่ำเสมอของการเกิดความร้อน พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีการพัฒนาคุณภาพสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงด้านสีต่ำและอัตราการอบแห้งที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการอบแห้งด้วยแบบลมร้อนปกติหรือแบบสเปาเต็ดเบดธรรมดาสามารถลดเวลาในการอบแห้งได้ถึง 80% เมื่อเทียบกับการอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบดแบบไม่ใช้ไมโครเวฟร่วมด้วย โดยอัตราการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟยังสมมุติให้มีการกระจายสม่ำเสมอ Ratanadecho

et al. [2-16] ทำการศึกษาทั้งทฤษฎีและการทดลองของกระบวนการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟในวัสดุพูนที่ไม่อิ่มตัว โดยศึกษาเน้นในเรื่องการถ่ายเทความร้อนและความชื้น การแพร่ของไอน้ำในระบบ 1 มิติ พบว่าวัสดุพูนที่มีอนุภาคขนาดเล็กจะมีแรงดันคาพิลลารีสูงกว่าทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่า วัสดุพูนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามงานชิ้นนี้ไม่ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของความถี่ไมโครเวฟและค่าความเข้มข้นของสนามไฟฟ้า Ratanadecho et al. [2-17] ทำการศึกษากระบวนการอบแห้งวัสดุพูนชนิดคาพิลลารีที่มีหลายชั้นโดยใช้ไมโครเวฟโดยศึกษาถึง การกระจายของสนามไฟฟ้า ความชื้นและอุณหภูมิในระบบ 2 มิติ พบว่าวัสดุพูนที่มีอนุภาคขนาดเล็กจะมีความสามารถในการถ่ายเทความชื้นได้สูงกว่าวัสดุพูนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ และรูปแบบของการจัดเรียงชั้นวัสดุตัวอย่างมีผลต่อการถ่ายเทความชื้น Wang et al. [2-18] ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการถ่ายเทความร้อนและมวลของการอบแห้งวัสดุที่ไวต่อความด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized-Bed) ร่วมกับไมโครเวฟ Adonis et al [2-19] สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและการเคลื่อนที่ของอาหารและผลผลิตทางการเกษตรสำหรับการอบแห้งโดยใช้ระบบลมร้อนและการแผ่รังสีอินฟราเรด ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาไม่เชิงเส้นของสมการอนุพันธ์ตลอดระยะเวลาในการอบแห้ง ซึ่งระบบนี้มีจุดเด่นคือสามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและยังช่วยรักษาคุณภาพของวัสดุหลังผ่านกระบวนการอบแห้ง นอกจากนั้นเทคนิคการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟสามารถใช้อบแห้งสมุนไพร (Giese [2-20]) แอปเปิล และ เห็ด (Funebo and Ohlsson [2-21] และ Giri and Prasad [2-22]) แครอท (Litvin [2-23]) และใบชา เป็นต้น ซึ่งในส่วนของใบชานั้นการใช้ไมโครเวฟเพื่อยับยั้งเอนไซม์ Polyphenol Oxidase ในกระบวนการทำแห้งใบชา สามารถรักษาระดับของสาร Total Phenolic และ Catechins ได้สูง (Gulati [2-24]) อย่างไรก็ตามการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟเป็นที่รู้จักกันดีถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพต่ำเมื่อประยุกต์ใช้อย่างไม่เหมาะสม (ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช [2-25])

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับระบบสุญญากาศโดยใช้ใบชาเป็นวัสดุทดสอบ เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของกำลังไมโครเวฟ ความดันสุญญากาศและลักษณะการป้อนคลื่นที่มีผลต่อปริมาณความชื้นและอุณหภูมิที่เกิดขึ้น