บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจากตัวเลขการขายเตาอบไมโครเวฟในครัวเรือนที่เพิ่มมากขึ้น จนกำลังจะกลายเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าหลักในครัวเรือน เหตุผลสำคัญที่ทำให้มีความนิยมมากขึ้น คือ การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วกับอาหาร ทำให้ชีวิตที่เร่งรีบในสังคมเมืองนิยมนำเตาอบไมโครเวฟมาใช้อุ่นอาหาร

มีความพยายามของนักวิจัยจำนวนมากที่สนใจจะนำคุณสมบัติของการให้ความร้อนที่รวดเร็วนี้ประยุกต์ใช้กับกิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากการอุ่นอาหาร เช่น ขบวนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ (Pasteurize) และสเตอริไรซ์ (Sterilized) การทำขนมอบ การทำแห้งผลผลิตเกษตร ฯลฯ ในบรรดางานศึกษาเหล่านี้ การทำแห้งดูจะได้รับความนิยมมากที่สุด แต่อุปสรรคของการประยุกต์การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟกับงานเหล่านี้ต้องทำการให้พลังงานไมโครเวฟที่จะทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามต้องการด้วยการให้กำลังงานตามน้ำหนักวัสดุ เช่น 1.0, 1.5 วัตต์ต่อกรัม หรือ 2.0 วัตต์ต่อกรัม เป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามต้องการแต่ก็ยังให้ผลไม่ดีนักเพราะเมื่อน้ำหนัก และอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปความต้องการพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟจะไม่คงที่

ในงานศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้ จึงต้องการออกแบบระบบการควบคุมอุณหภูมิของวัสดุที่ถูกทำให้ร้อนด้วยพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟให้มีค่าคงที่ตามระดับอุณหภูมิที่ต้องการได้

1.2 สรุปสาระสำคัญ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในกระบวนการอบแห้งจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการไหลของอากาศ และอัตรากำลังงานการให้ความร้อนจากการศึกษาข้อมูลพบว่า วิธีการ และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งแตกต่างกันไปแสดงได้ดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 อุณหภูมิและวิธีในการอบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพหลังการอบแห้งของสมุนไพรบางชนิด

วิธีในการอบแห้ง	อุณหภูมิที่ใช้ (°C)	ชนิดสมุนไพร	ผลลัพธ์ที่ได้ และ ข้อสังเกต	ผู้วิจัย
ตู้อบลมร้อนโดยอบแห้งแบบสองขั้นตอน	75 - 80	ใบมะกรูด ตะไคร้	การใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ	พรพิมล และ สิริมา (2550)
เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน	45	ใบมะกรูด	การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ทำให้ใบมีสีเหลืองและน้ำตาลบางส่วน	วศิน (2548)
เครื่องอบแห้งแบบถาด	50	ใบมะกรูด	การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรส	วิชญวดี และ คณะ (2550)
เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนและตู้อบลมร้อน	40	โหระพา สะระแหน่ ฟ้าทะลายโจร	สมุนไพรแห้งที่ใช้อุณหภูมิในการอบสูงจะมีสีคล้ำ	กุลยา และ คณะ (2538)
	40 - 60	ตะไคร้และขิง	สมุนไพรแห้งที่ใช้อุณหภูมิในการอบสูงจะมีสีคล้ำ	กุลยา และ คณะ (2538)
ตู้อบไฟฟ้า	70 - 80	ใบกะเพรา ใบมะกรูด ใบโหระพา พริก ข่า ตะไคร้	การใช้อุณหภูมิสูงให้คุณภาพสีของผลิตภัณฑ์แห้งที่ดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ	ภูมิศักดิ์ และ คณะ (2548)

จากตาราง 1.1 พบว่าค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแต่ละระดับมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังจากการอบแห้งแตกต่างกันไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเทคนิคการตรวจจับค่าอุณหภูมิบนผลิตภัณฑ์ในขณะทำการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟรองรับอุณหภูมิได้

ระหว่าง 30 ถึง 99 องศาเซลเซียส เพื่อรองรับการทดสอบในงานอบแห้งอีกทั้งเพิ่มความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดกระบวนการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ

การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ประยุกต์นำเตาอบไมโครเวฟเชิงพาณิชย์มาให้ความร้อนแก่วัสดุในงานอบแห้งจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลประกอบผู้วิจัย พบว่า ได้มีนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาทดลองได้ผลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาเป็นแนวทางการศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นอย่างมากซึ่งรายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

รัชดา และ ณัทเดชาธร (2547) รายงานว่า จากการทำวิจัยเรื่องการจำลองการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเนื้อยางโดยใช้คลื่นไมโครเวฟความถี่ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ กำลังงาน 1,200 วัตต์ พบว่า รูปแบบการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเนื้อยางจากการทดลองเทียบกับการคำนวณโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยใช้โปรแกรม Abaqus ® ให้ผลลัพธ์การกระจายตัวของอุณหภูมิที่ออกมาสอดคล้องกันทั้งสองวิธี

ผดุงศักดิ์ (2546) รายงานว่า จากการทำวิจัยเรื่องกระบวนการทำความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยใช้ท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ Thermal runaway effect พบว่าที่ค่าความชื้นลดลงทำให้คลื่นไมโครเวฟสามารถส่งผ่านเนื้อวัสดุได้มากเป็นผลทำให้ค่า Dielectric loss มีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นการที่ทราบคุณลักษณะของปรากฏการณ์ Thermal runaway Effect ทำให้สามารถนำมาควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นซึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพยิ่งขึ้นตาม

ณัฐศักดิ์ (2543) รายงานว่า จากการทำวิจัยเรื่องการทดลองความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 (จากศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 7 จังหวัดลำปาง)โดยให้กำลังความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟด้วยเครื่องอบไมโครเวฟที่ระดับกำลังงาน และระยะเวลาการให้ความร้อนที่ต่างกันมาใช้เป็นแนวทางในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง และลดการปนเปื้อนเชื้อรา พบว่ามีการวางแผนการทดลองแบบ Random complete block ประกอบด้วย 2 ปัจจัยสำคัญคือระดับกำลังความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟกำหนดที่ 80, 240, 400, 560 และ 800 วัตต์ และระยะเวลาที่ใช้กำหนดที่ 120, 180, 240, 300, 360, 540, 720 และ 900 วินาที

โสภา และ คำนึง (2546) รายงานว่า จากการทำวิจัยเรื่องคุณลักษณะการอบกล้วยน้ำว้าด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยให้กำลังความร้อนด้วยเครื่องอบไมโครเวฟที่ระดับกำลังงานและระยะเวลาการให้ความร้อนที่ต่างกัน คือ 180, 300, 450, 600 และ 800 วัตต์ หรือ 0.36, 0.60, 0.90, 1.20 และ 1.60 วัตต์ต่อกรัม และระยะเวลาการให้ความร้อนที่ต่างกัน คือ 30, 40, 65 และ 135 วินาที พบว่าเวลาในการอบแห้งรวมจะลดลงตามระดับพลังงานไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นแต่ผลิตภัณฑ์จะแตกปริ และ

ฉีกขาดเมื่อให้ระดับพลังงานไมโครเวฟสูง และเกิดจุดไหม้สีน้ำตาลถึงดำกระจายทั่วไปในระดับพลังงานไมโครเวฟต่ำ

กิตินันท์ และ คณะ (2550) รายงานว่า จากการทำวิจัยเรื่องผลของการใช้กระบวนการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อนต่อคุณภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกล้วยอบแห้งโดยการใช้ไมโครเวฟที่กำลัง 1 วัตต์ต่อกรัม เป็นเวลา 5 นาที ก่อนการอบด้วยลมร้อนจะช่วยลดระยะเวลาของการอบด้วยลมร้อนลงได้ 14.28 เปอร์เซ็นต์

1.3 หลักการและแนวทางการแก้ปัญหา

จากการศึกษาข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปข้อจำกัดและแนวทางแก้ไขได้ดังนี้

1.3.1 จากการนำเตาอบไมโครเวฟเชิงพาณิชย์มาประยุกต์ใช้ในงานอบแห้งนั้น พบว่าโดยทั่วไปเตาอบไมโครเวฟเชิงพาณิชย์ยังไม่มีการตรวจจับและควบคุมค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งตลอดกระบวนการอบแห้ง ดังนั้นเมื่อนำมาใช้จะเกิดปรากฏการณ์ Thermal runaway Effect ส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ และเกิดความเสียหาย ผดุงศักดิ์ (2546) งานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคการตรวจจับอุณหภูมิจากเทอร์มอไพล์มาประกอบเพิ่มเติมลงในเตาอบไมโครเวฟที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานอบแห้ง เพื่อนำค่าอุณหภูมิที่ตรวจจับได้มาควบคุมการจ่ายกำลังงานการให้ความร้อนของเตาอบไมโครเวฟให้มีอุณหภูมิคงที่ตลอดกระบวนการอบแห้งต่อไป

1.3.2 เตาอบไมโครเวฟเชิงพาณิชย์ทั่วไปยังขาดอุปกรณ์สำหรับสังเกตการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลิตภัณฑ์ในขณะอบแห้ง งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการเพิ่มเติมอุปกรณ์ชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะอบแห้งโดยไม่ต้องนำผลิตภัณฑ์ออกมาชั่งภายนอกห้องอบแห้ง

1.3.3 จากงานวิจัยของโสภา และ คำนึง (2546) และกิตินันท์ และ คณะ (2550) พบว่าในการอบแห้งวัสดุด้วยเตาอบไมโครเวฟระดับกำลังงานการให้ความร้อนกับวัสดุจะมีรูปแบบ คือ กำลังวัตต์ไฟฟ้าที่ป้อนสู่แมกนีตรอนต่อมวลวัสดุ (วัตต์ต่อกรัม) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงอ้างอิงกำลังงานการให้ความร้อนกับวัสดุออกมาในหน่วยวัตต์ต่อกรัม

1.3.4 จากงานวิจัยของโสภา และ คำนึง (2546) พบว่าในการใช้อบแห้งวัสดุด้วยเตาอบไมโครเวฟระดับกำลังงานการให้ความร้อนกับวัสดุมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเพิ่มเติมอุปกรณ์ในส่วนการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดกระบวนการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจากการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แมกนีตรอน

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.4.1 เพื่อพัฒนาเตาอบไมโครเวฟขนาด 30 ลิตร ความถี่ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ ให้สามารถควบคุมกำลังของการให้ความร้อนด้วยเทคนิคการป้อนกลับค่าอุณหภูมิที่ตรวจจับได้บนวัสดุมาประยุกต์ใช้ในงานอบแห้งวัสดุ

1.4.2 เพื่อทดสอบความถูกต้องของการวัด และควบคุมอุณหภูมิในการอบแห้งตะไคร้-หั่น

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1 ใช้ขนาดเตาอบไมโครเวฟมีความจุ 30 ลิตร ความถี่ 2.45 กิกะเฮิรตซ์

1.5.2 สามารถกำหนดค่าอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการอบแห้งได้ระหว่าง 35 – 80 องศา-เซลเซียส เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าอุณหภูมิสำหรับอบแห้งได้ตามความเหมาะสม

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 การตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟราเรด คือ เทคนิคการวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัสที่ใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด (เทอร์มอไพล์)

1.6.2 วิธีการควบคุมกำลังงานในการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ คือ การควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้หลอดแมกนีตรอนเพื่อส่งผลต่อกำลังงานการให้ความร้อนของคลื่นไมโครเวฟที่เกิดขึ้นภายในห้องอบแห้ง