

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ทำเกษตรกรรมเป็นหลัก มีพืชผลหลายชนิดที่ทำการได้ทั้งจากภายในประเทศและนอกประเทศ ซึ่งบางครั้งพืชผลทางการเกษตรพวกนี้ก็มีมากเกินความต้องการของผู้บริโภค ทำให้มีราคาต่ำ ดังนั้นการเก็บรักษาพืชผลหรือการแปรรูปจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชผลเหล่านั้น โดยวิธีการนั้นมีหลากหลายวิธีทั้งการใช้ความเย็น ความร้อน การเก็บในสุญญากาศ รวมถึงการถนอมอาหารและแปรรูปโดยวิธีอื่น ๆ

ซึ่งในปัจจุบันการอบแห้งเป็นหนึ่งในกระบวนการของการแปรรูปแบบใช้ความร้อนที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมการแปรรูปของประเทศไทย มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่การผลิตยังต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศเสียเป็นส่วนใหญ่ทำให้ประเทศไทยต้องตกอยู่ในสภาพของการนำเข้าเทคโนโลยีทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพความรู้ใหม่จากงานวิจัย และนำผลงานวิจัยที่ได้มาประยุกต์ใช้งานในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้าเทคโนโลยีเนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมหลาย ๆ ประเภทจำเป็นต้องอาศัยการสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนา

เทคนิคการอบแห้งหลากหลายรูปแบบจึงได้ถูกคิดค้นและนำเสนอเพื่อเป็นทางเลือกในการอบแห้งผลผลิตเกษตรเชิงอนุภาค (particulate agricultural products) จากการศึกษาพบว่า การใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานนั้นจะสามารถช่วยประหยัดพลังงาน ลดระยะเวลาในการอบชิ้นงาน ชิ้นงานได้รับความร้อนทั่วถึงพร้อมกันตลอดชิ้นงาน ส่งผลทำให้การกระจายของความชื้นในโครงสร้างเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้คุณลักษณะภายนอกของชิ้นงานทดสอบ เช่น สีของชิ้นงานยังคงสภาพเดิมหรือใกล้เคียงเดิม ซึ่งทั้งหมดแสดงถึงคุณภาพของชิ้นงานที่ดีกว่าวิธีการให้ความร้อนธรรมดา ซึ่งการอบแห้งด้วยไมโครเวฟสำหรับผลผลิตเกษตรมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากไมโครเวฟสามารถกำเนิดความร้อนในวัสดุได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยหลายชิ้นได้รายงานการอบแห้งผลผลิตเกษตรและอาหารด้วยไมโครเวฟ ซึ่งเหมาะสมที่นำมาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับกระบวนการอบแห้ง ในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรมของเกษตรกรในประเทศไทย

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีไมโครเวฟมาใช้จึงเป็นทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งเนื่องจากพลังงานไมโครเวฟเป็นพลังงานสะอาด มีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง และมีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของคุณสมบัติวัสดุ แต่เนื่องจากองค์ความรู้ทางด้านการประยุกต์ใช้พลังงานไมโครเวฟในกระบวนการอบแห้งจากงานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นไปที่การทดลองเป็นหลัก ส่วนกลไกพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในวัสดุพูนที่ไม่อิมมิตัวที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะไมโครเวฟยังมีการวิจัยกันน้อย ซึ่งปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายในวัสดุพูนเมื่อได้รับความร้อนมีความซับซ้อนมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสถานะสสารบางชนิด (น้ำ หรือ ความชื้นภายในวัสดุ) การเคลื่อนย้ายมวลสาร (ของเหลวและก๊าซ) รวมไปถึงการถ่ายเทความร้อนแบบนำความร้อน และพาความร้อน ซึ่งการวิเคราะห์ผลดังกล่าวต้องอาศัยองค์ความรู้หลายสาขาเข้าด้วยกัน กล่าวคือ ความรู้ทางด้านไมโครเวฟ การถ่ายเทความร้อนและมวลสาร กลศาสตร์ของไหลในระบบที่มีความซับซ้อน วัสดุศาสตร์ รวมไปถึงการประดิษฐ์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความแม่นยำและมีสมรรถนะสูง ซึ่งที่ผ่านมาในงานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นการกระจายอุณหภูมิ ความชื้น และความดันเป็นส่วนใหญ่ แต่การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างของวัสดุพูน (ขนาดอนุภาคหรือรูพูน) ความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ไมโครเวฟ นั้นยังไม่มีการศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงขนาดของอนุภาค ความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ไมโครเวฟที่มีผลต่อจลนศาสตร์ของกระบวนการถ่ายเทความร้อน มวลสารและความดันในวัสดุพูนที่ไม่อิมมิตัว ภายใต้พลังงานจากคลื่นไมโครเวฟอย่างสมบูรณ์นอกจากนี้อิทธิพลของความดันในวัสดุจะถูกนำมาพิจารณาด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.1 ศึกษาและวิเคราะห์เชิงทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในวัสดุพูนที่ไม่อิมิตัวสำหรับระบบพิกัดฉาก (ในระนาบ 1 มิติ) ภายใต้พลังงานไมโครเวฟ
- 1.2.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถครอบคลุมและอธิบายปรากฏการณ์ในปัญหาของกระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในวัสดุพูนที่ไม่อิมิตัว (ระบบพิกัดฉาก) ภายใต้พลังงานไมโครเวฟ
- 1.2.3 ศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมสำหรับปัญหาของกระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในวัสดุพูนที่ไม่อิมิตัว (ระบบพิกัดทรงกลม) ภายใต้พลังงานไมโครเวฟ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นทำการศึกษาพัฒนาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหา 1 มิติ โดยจะทำการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีที่ครอบคลุมและสามารถอธิบายปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนและมวลสารภายในวัสดุพูนแบบไม่อิมิตัวภายใต้พลังงานไมโครเวฟ มีพารามิเตอร์ที่ศึกษา คือ ความชื้น อุณหภูมิ อัตราการดูดกลืนพลังงานและความดัน

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาหลายส่วน โดยเริ่มต้นจากการศึกษาผลงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาภายในวิทยานิพนธ์ของนักวิจัยท่านอื่น ๆ เพื่อทำการศึกษาพัฒนาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยจะทำการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีที่ครอบคลุมและสามารถอธิบายปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนและมวลสารภายในวัสดุพูนแบบไม่อิมตัวภายใต้พลังงานไมโครเวฟ

การศึกษาเชิงทฤษฎีเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จะทำการศึกษาสำหรับปัญหา 1 มิติและเป็นลำดับขั้นตอน โดยจะแบ่งกระบวนการวิเคราะห์ออกเป็นสองกรณีใหญ่คือ กรณีที่พิจารณาให้การถ่ายเทความร้อนและมวลสารซึ่งวิเคราะห์อยู่ภายใต้ระบบพิกัดฉาก และในกรณีที่พิจารณาการถ่ายเทความร้อนและมวลสารภายใต้ระบบพิกัดทรงกลม โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้งสองกรณีดังกล่าว

การวิเคราะห์ในระบบพิกัดฉากนั้นจะแบ่งออกเป็นสามกรณี ได้แก่ การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนและมวลสารของวัสดุพูนที่ไม่อิมตัวโดยไม่พิจารณาถึงอิทธิพลของความดัน หลังจากนั้นจะวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนและมวลสารของวัสดุพูนที่ไม่อิมตัว โดยพิจารณาถึงอิทธิพลของความดันซึ่งเป็นงานวิจัยที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น

กรณีสุดท้ายของการวิเคราะห์กระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวลในระบบพิกัดฉาก คือ การใช้อินฟราเรดร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งถือเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ เพราะคลื่นอินฟราเรดมีความยาวคลื่นสั้นกว่าคลื่นไมโครเวฟ จึงช่วยให้เกิดความร้อนที่ผิวควบคู่กับการเกิดความร้อนภายในเนื้อวัสดุ

งานวิจัยในส่วนสุดท้ายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ การศึกษาการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในระบบพิกัดทรงกลมภายใต้พลังงานไมโครเวฟ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดนี้จะถูกตรวจสอบและเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา