

# คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการ

## หลักสูตร

เทคโนโลยีไมโครเวฟเพื่อการอบแห้งและการแปรรูปอาหารประสิทธิภาพสูง



17 ธันวาคม 2556

ณ คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



## คำนำ

ศูนย์ความเป็นเลิศเทคโนโลยีพลาสมาเพื่อการประยุกต์ทางกลีกรรม สำนักวิชา วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ตลอด 10 ปีที่ผ่านมาได้พัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยี ไมโครเวฟขึ้นมากมายเพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟให้เหมาะสมกับผลผลิตทางการเกษตรซึ่งเป็นวัสดุชีวภาพเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มในลักษณะต่างๆ เช่น การนึ่ง การฆ่าเชื้อ และการทำแห้ง ได้ เคยถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชน ผู้ประกอบการ และหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจ ทั้งนี้ทางทีมงานวิจัย ขอขอบคุณแหล่งทุนวิจัยทุกส่วนและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่เล็งเห็นความสำคัญและให้โอกาสได้ พัฒนางานวิจัยเรื่อยมา

จากงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ ซึ่งพบว่าสามารถใช้ เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยไมโครเวฟมาใช้ในการทำแห้งผลผลิตทางการเกษตร และมาช่วยในขั้นตอน การทำแห้งเพื่อแปรรูปอาหาร ขนม ก่อนนำไปทอด ซึ่งปกติจะใช้แสงแดดในการตากให้แห้ง เพื่อลด ข้อจำกัดในการผลิต ให้สามารถผลิตอาหารและขนมได้ทุกช่วงเวลา ซึ่งการอบรมเชิงปฏิบัติการใน ครั้งนี้ ผู้เข้ารับอบรมจะได้รับการถ่ายทอดความรู้ของเทคโนโลยีดังกล่าว และถ่ายทอดแนวทางในการ นำไปใช้งาน รวมถึงถ่ายทอดตัวอย่างที่นำไปใช้งานได้จริง

คณะผู้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้ทางด้านเทคโนโลยีไมโครเวฟ ที่ นำเสนอไปจะเป็นประโยชน์กับผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน



## สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ii
สารบัญ.....	iii
เทคโนโลยีไมโครเวฟเพื่อการอบแห้ง.....	1
เครื่องไมโครเวฟสำหรับอบแห้ง.....	2
การแปรรูปอาหารโดยใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟ.....	7
การอบรมทำลูกเต๋อยกรอบ โดยใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟเข้าช่วยในการทำแห้ง..	10



## เทคโนโลยีไมโครเวฟเพื่อการอบแห้ง

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีไมโครเวฟ
2. เพื่อให้ผู้เข้าอบรมเห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟ

### บทนำ

คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับเรดาร์ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 สามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในวัสดุชีวภาพด้วยความเร็วใกล้เคียงโดยไม่มีการสูญเสียพลังงานให้แก่อากาศซึ่งอยู่รอบๆ วัสดุ แล้วทำให้วัสดุร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยขบวนการที่เรียกว่า Dielectric heating กระบวนการดังกล่าวทำให้พลังงานของคลื่นไมโครเวฟซึ่งอยู่ในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนภายในวัสดุทันที ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการนำเทคโนโลยีการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟมาใช้งานในอุตสาหกรรมอาหารเช่น ใช้ในการการนึ่ง การอบแห้ง เป็นต้น ในกระบวนการให้ความร้อนกับวัสดุนั้น คลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ 2.45 GHz จะถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของน้ำได้ดีที่สุด เนื่องจากความถี่ในการหมุนของโมเลกุลของน้ำและความเป็นขั้วถาวร (Permanent dipole) ของมันทำให้เกิดปรากฏการณ์การกำทอน (Resonance) ขึ้น และทำให้น้ำสามารถดูดกลืนพลังงานของคลื่นไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพลังงานของคลื่นไมโครเวฟมีผลกระทบบต่อโมเลกุลอื่นๆ น้อยกว่า โมเลกุลน้ำที่มีพลังงานจลน์สูงจะเคลื่อนที่ออกไปภายนอกวัสดุและขณะเดียวกันจะถ่ายเทพลังงานความร้อนให้กับโมเลกุลอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ

เทคโนโลยีการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟมีประสิทธิภาพสูงในการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับการใช้ลมร้อนและอินฟราเรด การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่าการใช้ลมร้อนและอินฟราเรดประมาณ 5 – 10 เท่า ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีไมโครเวฟขึ้นจะทำให้ลดการใช้พลังงาน มีผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ทำให้มีการพัฒนาที่ยั่งยืน นอกจากนี้เทคโนโลยีไมโครเวฟสามารถอบแห้งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง ซึ่งสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการได้

## หัวข้อที่ 1

### เครื่องไมโครเวฟสำหรับอบแห้ง

ด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟที่ทางนักวิจัยได้ทดลองและออกแบบทำให้ได้เครื่องอบแห้งที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ต่างๆหลายรูปแบบ

#### 1. ตู้ไมโครเวฟอบแห้งด้วยความดันต่ำ

เป็นไมโครเวฟที่สร้างและพัฒนาเพื่อผลิตผลทางการเกษตรที่ต้องการอบแห้งโดยรักษาคุณภาพ รูปร่าง ของผลิตภัณฑ์นั้นไว้ให้มากที่สุด สามารถทดสอบความเป็นไปได้ที่จะอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟในการแปรรูปหรือเก็บรักษามลผลิตหรือไม่



รูปที่ 1 ตู้ไมโครเวฟอบแห้งด้วยความดันต่ำ

#### คุณสมบัติ

- ขนาดห้องอบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร
- อัตราการกินกำลังไมโครเวฟ 850 วัตต์
- สามารถควบคุมกำลังไมโครเวฟแบบคงที่ได้
- ห้องอบระบบสูญญากาศ
- มีระบบทำความเย็นสำหรับดักไอน้ำ



## 2. ตู้อบแห้งไมโครเวฟขนาดเล็ก

เป็นตู้อบไมโครเวฟที่สร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในกรณีที่มีผลิตภัณฑ์จำนวนน้อย เหมาะสำหรับอบแห้งพืชผัก สมุนไพร



รูปที่ 2 ตู้อบแห้งไมโครเวฟขนาดเล็ก

### คุณสมบัติ

- ขนาดห้องอบกว้าง 45 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร
- มีถาดสำหรับวางชิ้นงาน 3 ถาด
- อัตราการกินกำลังไมโครเวฟ 850 วัตต์
- สามารถควบคุมกำลังไมโครเวฟแบบคงที่ได้
- มีการแสดงผลแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน
- มีระบบวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด
- ความถี่ที่ใช้ 2450 (MHz)



3. ตู้อบแห้งไมโครเวฟขนาดกลาง  
เป็นตู้อบแห้งไมโครเวฟที่สร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีปริมาณที่มากขึ้น เหมาะสมกับธุรกิจภายในครัวเรือน



รูปที่ 3 ตู้อบแห้งไมโครเวฟขนาดกลาง

#### คุณสมบัติ

- ขนาดห้องอบกว้าง 50 เซนติเมตร สูง 70 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร
- มีถาดสำหรับวางชิ้นงาน 8 ถาด
- อัตราการกินกำลังไมโครเวฟ 2500 วัตต์
- สามารถควบคุมกำลังไมโครเวฟแบบคงที่ได้
- มีระบบวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด
- สามารถควบคุมความเร็วของการหมุนถาดได้
- ความถี่ที่ใช้ 2450 (MHz)



4. ตู้ไมโครเวฟอบแห้งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นตู้อบแห้งไมโครเวฟที่รองรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ในปริมาณจำนวนมากๆเหมาะ สำหรับการอบเพื่อผลิตขายจริง และทดลองเพื่อหาต้นทุนในการใช้ไมโครเวฟกับผลิตภัณฑ์เพื่อดูความ เป็นไปได้ในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ



รูปที่ 4 ตู้ไมโครเวฟอบแห้งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยอากาศ

#### คุณสมบัติ

- ขนาดห้องอบกว้าง 60 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร ลึก 60 เซนติเมตร
- มีถาดสำหรับวางชิ้นงาน 20 ถาด
- อัตราการกินกำลังไมโครเวฟ 6000 วัตต์
- สามารถควบคุมกำลังไมโครเวฟแบบคงที่ได้
- ความถี่ที่ใช้ 2450 (MHz)





5. ตู้ไมโครเวฟอบแห้งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำ เป็นตู้อบแห้งไมโครเวฟที่รองรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ในปริมาณจำนวนมากๆเหมาะ สำหรับการอบเพื่อผลิตขายจริง และทดลองเพื่อหาต้นทุนในการใช้ไมโครเวฟกับผลิตภัณฑ์เพื่อดูความเป็นไปได้ในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ สามารถอบต่อเนื่องเป็นเวลานาน



รูปที่ 5 ตู้ไมโครเวฟอบแห้งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำ

#### คุณสมบัติ

- ขนาดห้องอบกว้าง 80 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร ลึก 85 เซนติเมตร
- มีถาดสำหรับวางชิ้นงาน 10 ถาด
- อัตราการกินกำลังไมโครเวฟ 6000 วัตต์
- ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง
- สามารถควบคุมกำลังไมโครเวฟแบบคงที่ได้
- มีระบบวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด
- ความถี่ที่ใช้ 2450 (MHz)

## หัวข้อที่ 2

### การแปรรูปอาหารโดยใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟ

เทคโนโลยีการอบแห้งไมโครเวฟเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านไมโครเวฟเพื่อการอบแห้งและการแปรรูปอาหาร ซึ่งขบวนการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟเพื่อการอบแห้งนั้น คลื่นไมโครเวฟสามารถเคลื่อนที่เข้าไปในวัสดุและทำให้น้ำซึ่งอยู่ภายในวัสดุร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เนื้อและผิวของวัสดุดังกล่าวได้รับความร้อนจากน้ำที่มีอุณหภูมิสูง เราสามารถนำคลื่นไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้แปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้โดยออกแบบระบบควบคุมกำลังของคลื่นไมโครเวฟผ่านแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ ระบบส่งคลื่น และห้องเก็บคลื่นไมโครเวฟ ระบบที่ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องนั้นจะส่งผลให้การให้ความร้อนกับอาหารอยู่ในระดับที่พอดี ส่งผลให้การทำแห้งด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ ไม่ทำลายโครงสร้างและรสชาติของอาหาร สามารถทดแทนการทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงหน้าฝน ทำให้สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้ทั้งปี

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ทดสอบอบแห้งด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ

1. การอบแห้งผักใบเขียวด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ  
เทคโนโลยีไมโครเวฟสามารถอบผักใบเขียวให้คงสีเขียวไว้ได้มากกว่าการตากแดด



รูปที่ 6 ตัวอย่างผักใบเขียวที่อบด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ



2. การอบแห้งข้าวพองด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟแทนการตากแดด  
ด้วยเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟสามารถอบแห้งข้าวพองให้มีคุณสมบัติ  
ใกล้เคียงการตากด้วยแดด ทำให้สามารถผลิตข้าวพองได้ทุกช่วงเวลา ระยะเวลาในการทำแห้งข้าวพอง  
ด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟที่ให้ข้าวพองแห้งคุณภาพดี ใช้เวลาในการอบประมาณ 4-6 ชั่วโมง



รูปที่ 7 ข้าวพองที่ผ่านกรรมวิธีอบด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ

### 3. การอบแห้งลูกเดือยด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟแทนการตากแดด

จากที่เคยทดสอบและทำกับข้าวพองจนได้ผลที่สามารถนำไปใช้จริงได้ จึงได้ทดลองกับลูกเดือย เวลาที่ใช้อบประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งผลที่ได้หลังทอดทดสอบการพองตัวได้ผลเหมือนกับลูกเดือยที่ทำแห้งด้วยการตากแดด เทคโนโลยีไมโครเวฟจึงสามารถนำมาใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกเดือยทอดกรอบได้ด้วย



รูปที่ 8 ลูกเดือยที่อบด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ



การอบรมทำลูกเต๋อยกรอบ โดยใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟเข้าช่วยในการทำแห้ง



#### วัตถุดิบ

- 1) ลูกเต๋อย
- 2) น้ำสะอาด
- 3) น้ำมัน
- 4) เครื่องปรุงรส

#### อุปกรณ์

- 1) หม้อสำหรับต้ม
- 2) กระทะทองเหลืองสำหรับทอด
- 3) กะละมัง
- 4) กระชอนสำหรับตัก
- 5) กล่องบรรจุภัณฑ์



### ขั้นตอนการทำ

- 1) นำลูกเดี๋ยยที่ซื้อมาล้างทำความสะอาด แล้วแช่ลูกเดี๋ยยในน้ำสะอาดประมาณ 4-8 ชั่วโมง

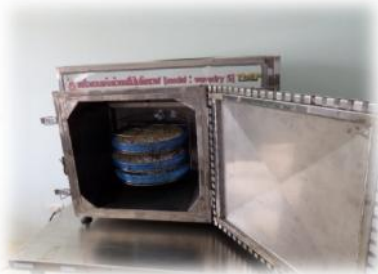


- 2) นำลูกเดี๋ยยที่แช่น้ำมาต้มจนสุก พยายามดูไม่ให้ลูกเดี๋ยยเปื่อย ระหว่างต้มอาจจะคนเบาๆ เป็นระยะ





- 3) นำลูกเต๋วยไปอบแห้งด้วยไมโครเวฟโดยใช้กำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมจนแห้ง



- 4) นำลูกเต๋อยมาทอดในกระทะทองเหลือง



- 5) ปรงรสแบบต่างๆ และบรรจุกล่องพร้อมจำหน่าย





### ขอขอบคุณ

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการจัดอบรม

ขอขอบคุณปัญญาจิต กาละวิก ที่ให้ข้อมูลและร่วมถ่ายทอดเทคโนโลยี

ขอขอบคุณนักวิจัยและทีมงานทุกท่าน

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่สนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้