

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ฉะนั้น ในแต่ละฤดูกาลจะมีผลผลิตทางการเกษตร ออกมามากมาย บางชนิดสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่จำเป็นต้องผ่านการแปรรูป เช่น ข้าว ถั่ว ชนิดต่างๆ เป็นต้น แต่ยังมีผลผลิตทางการเกษตรบางชนิด เช่น ผักและผลไม้ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถ เก็บไว้ได้นานโดยไม่มีการแปรรูป เนื่องจากผักผลไม้มีปริมาณความชื้นอยู่สูงมาก ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้น ในการเก็บรักษาจำเป็นต้องแปรรูปโดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ เราสามารถเก็บรักษาผักและผลไม้ไว้ได้นาน และเพื่อการบริโภคในฤดูกาลที่ขาดแคลน

การเก็บรักษาผักและผลไม้ สิ่งที่เราต้องคำนึงถึง ได้แก่

1. คุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการเก็บรักษา
2. เวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา
3. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

ดังนั้น จึงเกิดกระบวนการและวิธีการในการเก็บรักษาผลไม้ เช่น การดองเปรี้ยว การเชื่อม การทำผลไม้กระป๋อง การกวน การทำไวน์ การทำแยม การอบแห้ง เป็นต้น

การอบแห้งอาหาร หมายถึง การกำจัดความชื้นออกจากอาหาร ดังนั้น วิธีการอบแห้ง อาหารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการในการกำจัดความชื้น โดยทำลายคุณภาพของผลิตภัณฑ์ น้อยที่สุด การที่เราจะออกแบบกระบวนการอบแห้ง จึงจำเป็นต้องทราบหลักพื้นฐานของ กระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการอบแห้ง

ในอดีตการผลิตผลไม้อบแห้งใช้วิธีตากแดดบนลาน ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนและ เป็นการถนอมอาหารไว้ใช้ตลอดปี แต่วิธีตากแดดได้กระทำกันลดลงเนื่องจากราคาที่ดินที่มี แนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ประกอบกับการขาดแคลนแรงงาน ทำให้ต้นทุนการตากลานสูงขึ้น และไม่สามารถใช้ลานตากได้เมื่อเวลาฝนตก มีปัญหาความชื้นสูงไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของผลไม้ที่อบแห้ง และที่สำคัญไม่สามารถควบคุมเวลาในการอบแห้ง ได้ จึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องอบแห้ง เพื่อทำแห้งผลไม้ต่างๆ มากขึ้น

ต่อมามีการพัฒนาแบบการอบแห้ง โดยวิธีการอบแห้งผลไม้ที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ การใช้ความร้อนเพื่อกำจัดความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยที่ตัวเครื่องอบอาจมีลักษณะเป็นแบบ ตู้อุโมงค์ หรือใช้สายพานอบแห้ง จนความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงถึงระดับหนึ่งแล้วจึงค่อยใช้ วิธีการอบในถัง นอกจากการอบแห้งด้วยลมร้อนแล้วยังอาจใช้วิธีการอบแห้งแบบอื่นๆ เช่น การ

อบแห้งแบบแช่แข็ง การอบแห้งแบบไมโครเวฟ และการลดความชื้นโดยออสโมซิส ซึ่งเทคนิคการอบแห้งผลไม้แบบต่างๆ คือ

1. การอบแห้งแบบตู้ เป็นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยลมร้อนภายในตู้ ซึ่งมีภาคบรรจุผลิตภัณฑ์อยู่ วิธีการอบแห้งแบบนี้เป็นแบบพื้นฐาน มีที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุณหภูมิลมร้อนที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับการอบแห้งผลไม้ประมาณ 60-70°C ถ้าใช้สูงกว่านี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มซึ่งไม่สวย ผิวอาจเหี่ยวยุบมาก เวลาที่ใช้อบแห้งอาจจะหลายสิบชั่วโมง

2. การอบแห้งแบบอุโมงค์ เป็นวิธีการอบแห้งที่คล้ายกับการอบแห้งแบบตู้ แต่ตัวตู้มีความยาวมาก ทำให้ดูเหมือนอุโมงค์ ดังนั้นจึงมักเรียกว่าอุโมงค์อบแห้ง ภายในอุโมงค์จะมีรถเข็นจำนวนหลายคันบรรจุภาคซึ่งมีผลิตภัณฑ์วางอยู่ ทุก ๆ ช่วงเวลาหนึ่งจะมีการนำเอารถเข็นที่ผลิตภัณฑ์แห้งดีแล้วออกจากอุโมงค์ และพร้อมกันนั้นก็มีการบรรจุรถเข็น ซึ่งมีผลิตภัณฑ์เปียกเข้าไปในอุโมงค์ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อนและรถเข็นอาจจะเป็นแบบไหลตามกัน หรือไหลสวนทางกัน

3. การอบแห้งแบบสายพาน โดยการอบแห้งผลิตภัณฑ์บนเครื่องขนถ่ายวัสดุแบบสายพาน ซึ่งตัวสายพานมีรูให้อากาศไหลผ่านได้ ส่วนมากมักจะอบให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงจนถึงระดับหนึ่ง ก่อนที่จะนำไปอบแห้งในถังอบแห้งต่อไป

4. การอบแห้งแบบแช่แข็ง เป็นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งมาแล้ว ภายในสภาวะสุญญากาศ ทำให้น้ำแข็งระเหิดกลายเป็นไอ ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งมีโครงสร้างที่ดี คือมีโครงสร้างเปิดเป็นรูพรุน ซึ่งเป็นผลให้สามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ดี และรวดเร็ว มีกลิ่นดี เนื่องจากผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งมีความชื้นต่ำ ดังนั้น จึงต้องบรรจุหีบห่อภายในห้องที่มีความชื้นต่ำเพื่อป้องกันการดูดความชื้นกลับ และอาจต้องใส่สารดูดซับความชื้นภายในถุงบรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้งด้วย แม้ว่าการอบแห้งแบบแช่แข็งจะได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีเลิศ แต่การลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก็ค่อนข้างสูงมากด้วย ดังนั้น จึงยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่กว้างขวาง แต่ก็ใช้ในงานที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงจริงๆ

5. การอบแห้งแบบไมโครเวฟ เป็นการอบแห้งโดยใช้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสมซึ่งสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในตัวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำให้แห้ง โดยคลื่นดังกล่าวจะถูกดูดกลืนโดยน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การระเหยของน้ำจึงเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก การอบแห้งโดยวิธีนี้ยังไม่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เพราะต้องลงทุนและเสียค่าใช้จ่ายสูง

6. การลดความชื้นโดยออสโมซิส เป็นการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซิส ซึ่งทำได้โดยนำผลิตภัณฑ์ใส่ลงในน้ำเชื่อม เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์และน้ำเชื่อม

แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเกิดการแพร่ของน้ำจากผลิตภัณฑ์สู่น้ำเชื่อมซึ่งเข้มข้นกว่า เราอาจลดความชื้นได้ครึ่งหนึ่งของความชื้นเริ่มต้น จากนั้นจึงนำไปอบแห้งตามปกติต่อไป

จากชนิดของเครื่องอบแห้งที่กล่าวมานี้ จะพบว่า การอบแห้งแบบตู้ แบบอุโมงค์ และแบบสายพาน เป็นการอบแห้งที่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่สูงมาก แต่การอบแห้งแบบนี้จะใช้พลังงานความร้อนถ่ายเทไปสู่อากาศเพื่อใช้ในการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งแหล่งที่ให้พลังงานความร้อนนี้จะได้มาจาก พลังงานแสงอาทิตย์ ไฟฟ้า(ใช้ขดลวดความร้อน) หรือได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ เป็นต้น แต่แหล่งพลังงานเหล่านี้มีข้อดี ข้อเสีย ดังนี้ คือ

#### 1. พลังงานแสงอาทิตย์

- ข้อดี
- การลงทุนไม่สูง
  - ไม่เกิดมลภาวะแก่บรรยากาศ
  - อุณหภูมิในการอบแห้งไม่สูงมาก
- ข้อเสีย
- เป็นพลังงานที่ต้องพึ่งพาธรรมชาติ จึงมักเกิดปัญหาในฤดูฝน
  - การควบคุมอุณหภูมิในการอบให้คงที่ทำได้ยาก

#### 2. พลังงานจากการเผาไหม้

- ข้อดี
- สามารถนำวัสดุเหลือใช้มาเป็นเชื้อเพลิงได้
  - การลงทุนไม่สูง
- ข้อเสีย
- ก่อให้เกิดมลภาวะแก่บรรยากาศ
  - ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นควันไฟ

#### 3. พลังงานจากไฟฟ้า

- ข้อดี
- สะดวกแก่การใช้งาน
  - ควบคุมอุณหภูมิในการอบแห้งได้
- ข้อเสีย
- เนื่องจากใช้ไฟฟ้า ดังนั้นต้องเสียค่าพลังงานไฟฟ้าด้วย

จากข้อดีและข้อเสียของแหล่งพลังงานความร้อนต่าง ๆ นี้ จะพบว่า ถ้าใช้พลังงานความร้อนจากเครื่องทำความร้อนจะสะดวกที่สุดในการผลิตเครื่องอบแห้ง แต่ต้องลดปริมาณการใช้ความร้อนจากเครื่องทำความร้อน เพื่อเป็นการลดจำนวนค่าไฟฟ้า ดังนั้น ถ้าระบบที่ใช้ในการอบแห้งนี้ มีอากาศที่มีความชื้นลดต่ำลง จะทำให้ลดจำนวนค่าไฟฟ้าของเครื่องทำความร้อนลงได้ ซึ่งการที่จะทำให้อากาศมีความชื้นลดต่ำลงนั้นสามารถทำได้โดยการทำให้ความชื้น (น้ำ) ในอากาศเกิดการกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ ดังนั้น จึงได้มีแนวความคิดในการผลิตเครื่องอบแห้งที่ใช้ระบบความชื้นต่ำขึ้น โดยทำการติดตั้งระบบทำความเย็นขึ้นในเครื่องอบแห้ง ซึ่งในประเทศ

ออสเตรเลียเรียกระบบนี้ว่า Heat Pump Dryer ซึ่งมีระบบการทำงานเหมือนกับเครื่องทำความเย็นที่มีเครื่องทำระเหยไว้ดูดซับความร้อน ทำให้อากาศเย็นลงจนมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ทำให้ความชื้น (ไอน้ำ) ในอากาศเกิดการกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ จากนั้นอากาศจะผ่านไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่อากาศ

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊ม คือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง แต่ถ้าหากใช้งานในระยะยาวก็จะให้ผลที่คุ้มค่า จึงเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบเครื่องอบชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ซึ่งเป็นการอบแห้งผลไม้ที่อุณหภูมิของอากาศประมาณ  $60-70^{\circ}\text{C}$  เพราะหากอุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน เช่น สีคล้ำ ผิวเหี่ยวยุบมาก ซึ่งสภาวะของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งของระบบนี้ มีความชื้นในลมร้อนต่ำ กล่าวคือ เป็นลมที่ร้อนและแห้ง จึงไม่จำเป็นต้องอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมากนัก อุณหภูมิลมร้อนสูงเป็นสาเหตุที่ทำให้สีและผิวไม่ได้คุณภาพ ตามความต้องการของตลาด ข้อดีอีกประการหนึ่งสำหรับการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อน คือ สามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้อีกด้วย

ในวิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และความเร็วลมของอากาศ ที่มีผลต่อคุณภาพของการอบแห้ง และหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้ง เมื่อทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย กับการอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศ และความเร็วลมของอากาศที่มีผลต่อการอบแห้งและหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้ง เมื่ออบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย กับการอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว

2. สรุปความแตกต่างระหว่างการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย กับการอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว โดยการอบแห้งแต่ละแบบกระทำในภาวะที่ดีที่สุด

3. เพื่อวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย กับการอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การทำวิจัยอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ชนิดของผลไม้ที่ใช้ในการอบแห้งคือ สับปะรดแช่อิ่ม
2. เครื่องอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ทำการทดลองมี

ขนาด 8.5 ตันความเย็น

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นเกณฑ์สำหรับพิจารณาออกแบบตู้อบที่เหมาะสม
2. ทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย ที่อุณหภูมิของอากาศต่างๆ
3. ทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย ที่ความเร็วลมของอากาศต่างๆ
4. ทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย ที่ระยะเวลาต่างๆ
5. ทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว ที่อุณหภูมิของอากาศต่างๆ

6. ทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว ที่ความเร็วลมของอากาศต่างๆ
7. ทำการทดลองอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว ที่ระยะเวลาต่างๆ
8. เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้อบแห้ง และความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ระหว่างการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย กับ การอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว
9. คำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณภูมิ ความเร็วลมของอากาศ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย
2. ทราบถึงคุณภูมิ ความเร็วลมของอากาศ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว
3. ทราบความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ และความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ ระหว่างการอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้เครื่องทำความร้อนด้วย กับ การอบแห้งชนิดใช้เครื่องทำความร้อนอย่างเดียว
4. เป็นแนวทางสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตผลไม้อบแห้ง ในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการอบแห้งที่เหมาะสม
5. มหาวิทยาลัยสามารถร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและบริษัทผู้สร้างเครื่อง เพื่อเป็นแหล่งศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์อบแห้งผลไม้ด้วยเครื่องอบแห้งชนิดใช้ฮีตปั๊มร่วมกับท่อแลกเปลี่ยนความร้อน และช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาคอุตสาหกรรมกับมหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย