

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



245568

การประยุกต์การอบแห้งมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ
ร่วมกับเครื่องอบลมร้อน

ชูพงศ์ เหมนพัฒน์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
(เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
กรกฎาคม 2554

๖๐๐ 252 061

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



245568

การประยุกต์การอบแห้งมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ
ร่วมกับเครื่องอบลมร้อน



ชูพงศ์ เมฆพัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
กรกฎาคม 2554

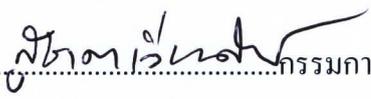
การประยุกต์การอบแห้งมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ
ร่วมกับเครื่องอบลมร้อน

ชูพงศ์ เมฆพัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาพืชไร่

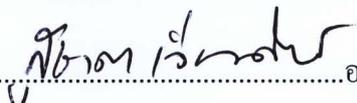
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.......... ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพพร บุญปลอด

.......... กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา เวียรศิลป์

.......... กรรมการ
ดร. แสงทิวา สุริยงค์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.......... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา เวียรศิลป์

.......... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. แสงทิวา สุริยงค์

26 กรกฎาคม 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพพร บุญปลอด ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา เวียรศิลป์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. แสงทิวา สุริยงค์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา เวียรศิลป์ และ อาจารย์ ฌัฐศักดิ์ กฤตติกาเมษ ที่กรุณาให้โอกาสให้ความรู้คำแนะนำและแนวทางในการศึกษาวิจัย ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และสถาบันเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนเงินทุนและเครื่องมือในการทำวิจัย บริษัทเชียงใหม่เบเวอเรจ ที่อนุเคราะห์เมล็ดข้าวมอลท์ และ Department of Crop Sciences, Agricultural Engineering Institute, George-August University Goettingen, Germany ที่สนับสนุนเครื่อง Radio Frequency System Unit

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ฌัฐศักดิ์ กฤตติกาเมษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ ดร.แสงทิวา สุริยงค์ ที่คอยช่วยเหลือ คำแนะนำ และเป็นกำลังใจในระหว่างการทำวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ Mr. Karl Eichhorn ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ผล

ขอขอบคุณ คุณอคุศย์ ใจอินผล เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคุณนุชจิรา กาจุม เจ้าหน้าที่สถานปฏิบัติการควบคุมคุณภาพมอลท์ บริษัทเชียงใหม่เบเวอเรจ จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในระหว่างการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย น้องชายที่เห็นถึงความสำคัญของการศึกษา และมอบโอกาสที่ดีในชีวิตพร้อมทั้งสนับสนุนทุนการศึกษาตลอดจนเป็นกำลังใจมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ชูพงศ์ เมฆพัฒน์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การประยุกต์การอบแห้งมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่น
ความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อน

ผู้เขียน

นายชูพงศ์ เมฆพัฒน์

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) พืชไร่

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. สุชาดา เวียรศิลป์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ดร. แสงทิวา สุริยงค์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

245568

การอบแห้งมอลต์ด้วยความร้อนแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ การหาช่วงเวลาและอัตราการอบลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนหรือคลื่นความถี่วิทยุเพียงอย่างเดียว แล้วประยุกต์ใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อน ผลการทดลองพบว่าการอบลดความชื้นมอลต์ที่มีความชื้นเริ่มต้น 44% ด้วยเครื่องอบลมร้อนซึ่งเป็นอุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 10 ชม. ปริมาณความชื้น ลดลงเหลือ 28.9% จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิการอบเป็น 60 70 80 และ 85 °C โดยแต่ละอุณหภูมิ นาน 3 ชม. ปริมาณความชื้นลดลงเหลือ 23, 13.78, 6 และ 4.4% ตามลำดับ แล้วสุดท้ายจึงลดอุณหภูมิเป็น 50°C นาน 1 ชม. ซึ่งมอลต์ที่อบได้มีความชื้น 4.78% รวมเวลาในการลดความชื้นทั้งหมดเป็นเวลา 24 ชม. โดยในช่วง 1-10 มอลต์มีอัตราการลดความชื้นเท่ากับ 1.51 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และเมื่ออบแห้งนาน 17 ชั่วโมง มอลต์มีความชื้น 10% และพบว่าอัตราการลดความชื้นเท่ากับ 2.54 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง เมื่ออบต่อจนถึง 24 ชั่วโมงพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าว มอลต์มีอัตราการลดความชื้นลดลงเท่ากับ 0.33 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง จนความชื้นอยู่ที่ 4.78% โดยมอลต์ที่ได้มีค่าความเข้มของสีมอลต์เท่ากับ 5.63 European Brewing Convention (EBC) และมีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเท่ากับ 64.73 MJ/kg water ส่วนการลดความชื้นด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27.12 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) อุณหภูมิ 65, 75 และ 85°C พบว่า ช่วงเวลาในการลดความชื้นของมอลต์จาก 44% เป็น 5% ไม่แตกต่างกัน (น้อยกว่า 3 ชั่วโมง) และมีอัตราการลดความชื้นเท่ากับ 19.79, 23.95 และ 21.42 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง โดยมอลต์ที่ได้มีค่าความเข้มของสีมอลต์เท่ากับ 4.29, 3.93 และ 3.93 EBC และมีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเท่ากับ 2.25, 2.20 และ 3.54 MJ/kg water ตามลำดับ ส่วนการลดความชื้นมอลต์โดยการประยุกต์ใช้เครื่องอบลมร้อนร่วมกับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ โดยลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อน ให้มีความชื้น 30%, 20% และ 10% จากนั้นลดความชื้นต่อด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ อุณหภูมิ 65, 75 และ

245568

85°C พบว่า การใช้เครื่องอบลมร้อนลดความชื้นมอลต์ จาก 44% ถึง 30%, 20% และ 10% ใช้เวลาในการลดความชื้นมอลต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และช่วงเวลาในการลดความชื้นด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุแต่ละอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน แต่ความชื้นเริ่มต้นในการลดความชื้นต่อด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุมีผลทำให้ช่วงเวลารลดความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการอบมอลต์ความชื้น 10% ใช้เวลาในการลดความชื้นเฉลี่ยนานที่สุด (17 ชั่วโมง 24 นาที) การลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนจากความชื้น 44% เป็น 30% แล้วต่อด้วยลดความชื้นมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุอุณหภูมิ 65°C จากความชื้น 30% ถึง 5% ใช้เวลาในการลดความชื้นมอลต์เท่ากับ 2 ชั่วโมง 36 นาที รวมระยะเวลาที่ใช้ลดความชื้นมอลต์ด้วยวิธีการประยุกต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนและความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ อุณหภูมิ 65°C ใช้เวลา 11 ชั่วโมง 36 นาที ซึ่งเป็นวิธีการลดความชื้น โดยการประยุกต์ที่ใช้เวลาและค่าพลังงานต่อหน่วยผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 54.16 MJ/kg water และมอลต์ที่ได้มีค่าความเข้มของสีมอลต์เท่ากับ 3.3 EBC หรือยังคงมีสีเป็น pale malt เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนจากความชื้น 44% จนมีความชื้น 5% ที่ใช้เวลามากกว่า 2.1 เท่า และมีค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในการลดความชื้นที่มากกว่า ดังนั้นในช่วงท้ายของขบวนการอบแห้งมอลต์ซึ่งการลดความชื้นปกติด้วยเครื่องอบลมร้อนมีอัตราการลดความชื้นต่ำ การประยุกต์ใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อช่วยให้สามารถเป็นแนวทางการประหยัดเวลาและพลังงานและช่วยลดต้นทุนการผลิตมอลต์ของผู้ประกอบการได้

Thesis Title Application of Radio Frequency Heat Treatment with Hot-air Oven in Malt Kilning Process

Author Mr. Chupong Mekkaphat

Degree Master of Science (Agriculture) Agronomy

Thesis Advisory Committee

Assoc. Dr. Suchada Vearsilp Advisor

Dr. Sangtiwa Suriyong Co- advisor

Abstract

245568

The experiment of malt kilning process was divided in three heating methods. The period of time and drying rate were determined from only hot-air oven or radio frequency heat treatment as well as application of radio frequency (RF) heat treatment with hot-air oven also done. The result found that conventional malt kilning with hot-air oven at temperature of 50°C for 10 hours reduce initial moisture content (mc) from 44% down to 28.9%, then increased temperature to 60, 70, 80 and 85°C which each temperature was 3 hr and moisture content decreased at 23, 13.78, 6, 4.4 %, respectively, and finalized by decrease temperature down to 50°C for 1 hr. The moisture content of malt product was 4.78% and the total of time was 24 hours. During the 1st to 10th of oven drying moisture of malt reduce continuously which the rate of drying was 1.51 percent/hour. When dried for 17 hours the malt contained 10% mc and the drying rate was 2.54 percent/hour. After drying for 24 hours, the mc decreased from 10% to 4.78% with the rate of drying of 0.33 percent/hour. The product malt showed the wort color equal to 5.63 European Brewing Convention (EBC) and Specific Energy Consumption (SEC) 64.73 MJ/kg water. Kilning with the heat from radio frequency 27.12 MHz with the temperatures of 65, 75 and 85°C showed no significant difference between period of time which spent in drying the malt moisture content from 44% to 5% mc (less than 3 hr). and the drying rate were of 19.79, 23.95 and 21.42 percent/hour. The wort color of the malt were 4.29, 3.93 and 3.93 EBC and the SEC were 2.25, 2.20 and 3.54 MJ/kg water, respectively. Kilning malt by applying the combined hot-air oven with RF heat treatments were designed by applying hot-air oven to the green malt until they reached their moisture to the level of 30%, 20% and 10%, then followed by RF heat treatments with three levels of temperature of 65, 75 and 85°C. The result showed that the use of a hot air

245568

drying malt from 44% to 30%. 20% and 10% in malt drying were significantly difference. The result also showed that the period of drying time was not different between drying RF temperatures. The initial moisture content (when dried by hot air oven) before continued to RF heat treatment affected period of total drying time which 10%mc showed the longest time (17 hr 26 min). The drying malt from 44% to 30% by hot air dryers has a drying rate at 1.53 percent/hour. Then followed by RF heat drying, the moisture content of malt decreased from 30% to 5% within 2 hr 36 minutes with a drying rate of 10.15 percent/hour. Total time for drying malt by application of a hot air dryer and the heat from radio frequency at temperature of 65°C was 11 hr 36 minutes which was a way to reduce the moisture by spending the minimum amount of time and the SEC was 54.16 MJ/kg water and the intensity of the malt is equal to 3.4 EBC so called pale malt. When compared the time to drying malt with a hot-air method, reduced moisture from 44% to 5%, it was found that the method spent more 2.1 time and getting more SEC to reduce moisture content. Therefore, at the end of malt kilning process which hot air drying typically have lower rate of drying, the application of heat from radio frequency is an alternative method to save time and energy and reduce the cost of malt production.

สารบัญ

| | หน้า |
|--------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญตาราง | ฌ |
| สารบัญภาพ | ญ |
| สารบัญตารางภาคผนวก | ฎ |
| สารบัญภาพภาคผนวก | ฏ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร | 3 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 21 |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง | 27 |
| บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง | 41 |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง | 46 |
| เอกสารอ้างอิง | 47 |
| ภาคผนวก | 57 |
| ประวัติผู้เขียน | 63 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 1 การใช้หมอลต์ชนิดที่แตกต่าง เพื่อเบียร์ที่หลากหลาย | 7 |
| 2 ระยะเวลาในการลดความชื้นหมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot-air oven) และความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ (RF) (27.12 MHz) ที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน | 34 |
| 3 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการลดความชื้นหมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนร่วมกับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ | 36 |
| 4 ค่าความเข้มของสีหมอลต์จากการลดความชื้นหมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot-air oven) และความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ อุณหภูมิ 3 ระดับ | 37 |
| 5 การเปรียบเทียบค่าความเข้มของสีหมอลต์จากการลดความชื้นหมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนร่วมกับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ | 38 |
| 6 ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในการลดความชื้นหมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot-air oven) และความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ อุณหภูมิ 3 ระดับ | 39 |
| 7 การเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในการลดความชื้นหมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนร่วมกับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ | 41 |

สารบัญภาพ

| ภาพ | หน้า |
|-----|------|
| 1 | 14 |
| 2 | 16 |
| 3 | 17 |
| 4 | 26 |
| 5 | 26 |
| 6 | 28 |
| 7 | 29 |
| 8 | 31 |
| 9 | 32 |
| 10 | 33 |

สารบัญตารางภาคผนวก

| ตารางภาคผนวก | หน้า |
|---|------|
| 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบระยะเวลาในการลดความชื้นมอลต์โดยประยุกต์การลดความชื้นมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อน | 58 |
| 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบค่าความเข้มสีของมอลต์ในการลดความชื้นมอลต์โดยประยุกต์การลดความชื้นมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อน | 58 |
| 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในการลดความชื้นมอลต์โดยประยุกต์การลดความชื้นมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อน | 59 |

สารบัญภาพภาคผนวก

| ภาพภาคผนวก | หน้า |
|--|------|
| 1 เครื่อง Radiofrequency | 60 |
| 2 ภายในที่ใส่วัตถุเครื่อง Radiofrequency | 60 |
| 3 เครื่องบดตัวอย่าง | 61 |
| 4 เครื่อง Mashing bath (ยี่ห้อ Lochner, Germany) | 61 |
| 5 แผงควบคุมเครื่อง Mashing bath | 62 |