Agricultural Sci. J. 47 : 3 (Suppl.) : 425-428 (2016) ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 425-428 (2559)

การศึกษาการอบแห้งกากพลูคาวโดยใช้ปั๊มความร้อน

A Study of a *Houttuynia cordata* Thunb. Sludge Drying Using Heat Pump

นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร[1]
Narubet Nusaipetch[1]

Abstract

This research aimed to study a drying of *Houttuynia cordata* Thunb. sludge, Sludge from fermentation, Heat pump technique was chosen for the drying process as it is a closed system and ensures the clean of the process. Tests were carried out on *Houttuynia cordata* Thunb. sludge at temperatures of 40, 45, 50 and 55 ^{O}C and wind speed of 1.03 metres per second. The initial moisture content was in the range of 74-79 percent wet basis. Tests on 10-kg samples showed optimum temperature was 45^{o} C which provided, good colours and good smell. The drying process took 12 hours to achieve 5.0 percent(wet basis). The average cost was 32.40 baht per 10 kg batch of petals and the return on the cost of the dryer can be achieved after 25 batches. coefficient of performance (COP) of heat pump was 3.91

Keywords: Drying, Houttuynia cordata Thunb, Heat Pump

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งกากผักพลูคาว ที่เหลือจากการนำน้ำหมักไปใช้ประโยชน์แล้ว ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกเทคนิคการอบแห้งแบบปั๊มความร้อนซึ่งเป็นการอบแห้งในระบบปิดที่มีความสะอาด จากการทดสอบที่อุณหภูมิ 40 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย 1.03 เมตรต่อวินาที โดยใช้วัตถุดิบเป็นกากพลูคาวที่เหลือจากการหมัก ที่มีความชื้นเริ่มแรกอยู่ในช่วงระหว่าง 74-79 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทำการอบทดสอบครั้งละ 10 กิโลกรัม พบว่า ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ให้ผลในการอบแห้งที่เหมาะสม เนื่องจากให้สีและกลิ่นที่ดีที่สุด ใช้เวลาในการอบแห้งโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมง โดยความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เมื่อคิดต้นทุนในการอบแต่ละครั้งเฉลี่ยที่ 32.40 บาท สามารถคืนทุนได้ภายใน 25 ครั้ง โดยปั๊มความร้อนมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ย 3.91

คำสำคัญ : อบแห้ง, พลูคาว, ปั๊มความร้อน

คำนำ

ผักพลูคาวหรือผักคาวตอง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Houttuynia cordata* Thunb. เป็นพืชพื้นบ้านที่ปลูกกันโดยทั่วไป โดยเฉพาะในแถบภาคเหนือของประเทศไทย นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารเป็นประเภทเครื่องเคียง มีรสชาติฝาดอมเปรี้ยว และมีกลิ่นคาวจึงเป็นที่มาของคำว่าพลูคาว พลูคาวเป็นพืชล้มลุก ใบเดี่ยว เช่นเดียวกับพลู(สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2546) นอกจากนี้พลูคาวยังเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมหมักเพื่อนำน้ำมาดื่มเป็นเครื่องดื่มในรูปแบบของน้ำหมักหรือไวน์ จากการนิยมบริโภคในรูปแบบดังกล่าว ทำให้มีการผลิตในปริมาณมากในระดับชุมชนและอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จึงมีกากที่เหลือจากการหมักจำนวนมากทิ้งไปโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ใดๆ ในระยะหลังได้มีผู้ประกอบการบางรายเล็งเห็นว่าในกากที่ทิ้งไปอาจมีสารที่เป็นประโยชน์เหลืออยู่ จึงนำไปอบแห้ง เพื่อที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส(นักสิทธิ์, 2554) สมุนไพรพลูคาวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกเทคนิคการอบแห้งโดยวิธีปั๊มความร้อนซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการอบแห้งพืชสมุนไพร(ศิวะ และคณะ, 2548) อีกทั้งเป็นการรักษาสีและกลิ่นของสมุนไพรได้ดี(เรวัฒ, 2551)

[1] สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230
[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, North-Chiang Mai University, Hangdong, Chiang Mai 50230

อุปกรณ์และวิธีการ

โดยเครื่องอบแห้งที่ได้ออกแบบสร้างขึ้น(Figure 1) ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ใช้สารความเย็น R-134a เป็นสารทำงาน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มีการควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ

Figure 1 Heat Pump Dryer

Figure 2 *Houttuynia cordata* Thunb. Sludge

ตู้อบแห้งมีขนาด กว้างxยาวxสูง = 130 x 50 x 200 เซนติเมตร สามารถบรรจุถาดสำหรับการอบแห้งขนาด 32 x 32 เซนติเมตร ได้ 6 ชั้น โดยมีพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว 2 ตัว เป็นตัวเป่าลมร้อนไปยังวัตถุดิบเพื่อไล่ความชื้น

Figure 3 Product by *Houttuynia cordata* Thunb. Sludge Drying

ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบที่ปัจจัยต่างๆ ได้แบ่งช่วงอุณหภูมิในการทดสอบออกเป็น 4 ระดับ คือ อุณหภูมิ 40 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเร็วลมเฉลี่ย 1.03 เมตรต่อวินาที ตลอดการทดสอบ เนื่องจากเป็นความเร็วลมที่มีความเหมาะสมจากการทดสอบเบื้องต้น เป็นความเร็วลมที่ไม่มากจนเกินไป อัตราการลดลงของความชื้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และไม่มีการฟุ้งกระจายของวัตถุดิบ และใช้อัตราการไหลผ่านของลมผ่านเครื่องทำระเหยที่ 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดการทดสอบ เนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงที่อัตราการทำระเหยค่อนข้างดี ซึ่งสอดกับงานวิจัยของ Somchart(1998) และลดภาระการทำงานของเครื่องอัดได้อีกด้วย โดยแต่ละตัวอย่างทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ในการทดสอบแต่ละซ้ำได้ใช้วัตถุดิบครั้งละ 10 กิโลกรัม และรักษาความชื้นเริ่มแรกให้อยู่ในค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน โดยการนำไปผึ่งลมก่อนทำการทดสอบ เพื่อความแม่นยำในการทดสอบ

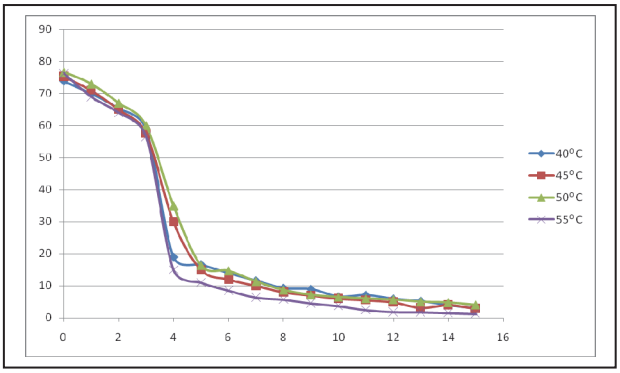

Figure 4 Result of a Houttuynia cordata Thunb Sludge Drying Using Heat Pump

จากผลการทดสอบพบว่า ในช่วงเริ่มต้นของการทำงานของเครื่องฯ จนถึง 3 ชั่วโมงแรก ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นจนถึงชั่วโมงที่ 5 ความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว และจะค่อยๆลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งถึงช่วงความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

สัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปั๊มความร้อน, COP_{HP}

จากแผนภูมิความดันและเอนทาลปีของสารทำความเย็น 134a ได้ค่าต่าง ๆ ของเอนทาลปีที่ทำการตรวจวัด โดยที่ h_1 หมายถึง ค่าเอนทาลปีที่ทางเข้าของคอมเพรสเซอร์, h_2 หมายถึง ค่าเอลทาลปีที่ทางเข้าของคอนเดนเซอร์, h_3 หมายถึง ค่าเอนทาลปีที่ทางออกของคอนเดนเซอร์ และ h_4 หมายถึง ค่าเอนทาลปีที่ทางเข้าของอีวาปอเรเตอร์ โดยได้ค่าต่างๆ ดังนี้

h_1 = 407.90 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

h_2 = 443.25 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

h_3 = 305.20 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

h_4 = 305.20 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

ก. ความสามารถในการทำความร้อนต่อมวลของสารทำความเย็น

$q_c = h_2 - h_3$

q_c = 443.25 - 305.20

q_c = 138.05 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

ข.พลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอทางอุดมคติ

$q_w = h_2 - h_1$

q_w = 443.25 - 407.90

q_w = 35.35 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

โดยที่ q_w = พลังงานที่ป้อนให้แก่เครื่องอัดไอ และ q_c= ความสามารถในการทำความร้อนต่อมวลของสารทำความเย็น

$$COP_{HP} = \frac{q_c}{q_w}$$

$$COP_{HP} = \frac{138.05}{35.35}$$

$$COP_{HP} = 3.91$$

จุดคุ้มทุน

- ต้นทุนราคาเครื่องอบ 30,000 บาท วัตถุดิบ ไม่มีค่าใช้จ่ายเนื่องจากเป็นของเสียในกระบวนการผลิต
- ค่าไฟฟ้าในการอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท เวลาที่ใช้ในการอบ 12 ชั่วโมง
- กำลังมอเตอร์ 700 วัตต์ (จากการตรวจวัด), พัดลม 50 วัตต์ 4 ตัว เท่ากับ 200 วัตต์
- รวมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (700+200) วัตต์ X 12 ชั่วโมง เท่ากับ 10.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- ค่าไฟฟ้าในการอบแต่ละครั้ง 10.8 x 3 บาท เท่ากับ 32.4 บาท
- ราคาขาย 2,500 บาท ต่อกิโลกรัม ในการอบแต่ละครั้งจะได้ 0.5 กิโลกรัม จึงคิดเป็นเงินเท่ากับ 1,250 บาท

ดังนั้นการอบแต่ละครั้งจึงคิดเป็นผลกำไร = 1,250 - 32.4 = 1217.60 บาท

เมื่อคิดเป็นจำนวนครั้งในการอบ = 30000/1217.60 = 24.63 ครั้ง หรือประมาณ 25 ครั้ง จึงคืนทุน

สรุปผล

การอบแห้งกากพลูคาวที่เหลือจากการหมัก ด้วยวิธีอบแห้งแบบปั๊มความร้อน พบว่าที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย 1.03 เมตรต่อวินาที ที่มีความชื้นเริ่มแรกของวัตถุดิบอยู่ในช่วงระหว่าง 74-79 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ให้ผลในการอบแห้งเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก ให้สีและกลิ่นที่ต้องการ และเมื่อนำไปบดเพื่อบรรจุภัณฑ์ในขั้นตอนถัดไป สามารถทำได้สะดวกกว่าที่ช่วงอุณภูมิอื่นๆ ใช้เวลาในการอบแห้งโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมง โดยความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 5 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เมื่อคิดต้นทุนค่าไฟฟ้าในการอบแต่ละครั้งเฉลี่ยที่ 32.40 บาท และเมื่อคิดต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมดสามารถคืนทุนได้ภายในการอบ 25 ครั้ง อย่างไรก็ตามในการคิดจุดคืนทุนนี้ไม่ได้รวมค่าแรงงานเข้าไปด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัท เฮอร์บอร์คิวชั่น จำกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัย และมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบสร้างเครื่องฯ

เอกสารอ้างอิง

นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่. 2554. ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรพลูคาว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42(1 พิเศษ) : 556-558

เรวัฒ คำวัน. 2551. การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนแบบสองขั้นตอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ, วศิน เรื่องกำเนิด, อารีย์ อัจฉริยวิริยะ และ ยุวนารี นามสงวน. 2548. การประเมินสมรรถนะการอบแห้งสมุนไพรโดยใช้เครื่อง

สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2546. ผักคาวตอง. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี. 19 น.

อบแห้งแบบปั๊มความร้อน. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 19-21 ตุลาคม 2548. จังหวัดภูเก็ต

Somchart Soponronnarit. 1998. Fruit drying using heat pump. RERIC International Energy Journal 20(1): 39-53.