



การอบแห้งผักตบชวาโดยใช้ระบบปั๊มความร้อน**Water Hyacinth Drying by Heat Pump**

อัญชณา อู่ประกุล*

Unchana Auprakul

จรรย์ คนแรง**

Jarun Khonrang

ไพโรจน์ ดวงนคร***

Pairoj Duangnakhorn

บทคัดย่อ

งานวิจัยดื่อบผักตบชวาคด้วยลมร้อน นีมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการไล่ความชื้นจากผักตบชวา ดื่อบด้วยลมร้อนนี้สามารถทำการกำจัดความชื้นออกจากผักตบชวาแทนการตากแดดซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการกำจัดความชื้นนาน ดังนั้นการใช้ดื่อบลมร้อนสามารถลดระยะเวลาในการกำจัดความชื้นลง และให้สามารถทำการอบแห้งได้ในทุกช่วงสภาวะอากาศ ชุดลมร้อนในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่างขนาด 9000 บีทียู/ชั่วโมง และสารทำงานที่ใช้ในระบบเป็น R-22 โดยในวิจัยจะทำการศึกษอุณหภูมิ 3 ช่วงอุณหภูมิ คือ 40°C, 50°C และ 60°C และเวลาที่ศึกษาในการอบที่ 4, 5 และ 6 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าทั้งอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่อการอัตราการอบแห้ง โดยสภาวะที่เหมาะสมในการอบไล่ความชื้นของผักตบชวา พบว่าอุณหภูมิ 50°C และเวลาที่ใช้ในการอบอยู่ที่ 4 ชั่วโมง ได้ผักตบชวาไม่แห้งกรอบเกินไป เมื่อเทียบกับการตากแห้งแบบธรรมชาติแล้วจะต้องใช้เวลาในการตากแห้งอยู่ที่ 3-4 วัน ทำให้ลดเวลาในการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตสินค้าจักสานได้

คำสำคัญ : ผักตบชวา / ปั๊มความร้อน**ABSTRACT**

The investigations of water hyacinth heat pump dryer are drying temperature and time influences, and energy consumption of drying. This dryer can eliminate moisture from water hyacinth instead of sun exposure drying which use a long time of moisture elimination. In addition to it can reduce drying time of moisture elimination and works in any condition. The device of heat pump system is the 9000 BTU of split type of air condition. The working fluid of this system is R-22. The investigation of temperature are 40°C, 50°C and 60°C and the investigation time are 4, 5 and 6 hour. The result found that both temperature and time are effect to rate of drying. The appropriate condition is at 50°C of drying temperature and 4 hours of drying time. Water hyacinth after processed is not too dry or crispy. The drying time of this dyer is 4 hours while sun exposure drying is use at 3-4 days. So, this dryer can reduce time of material preparation for woven products making.

Keywords : Water Hyacinth / Heat Pump

*อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

**อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

***อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผักตบชวาจัดเป็นพืชน้ำประเภทใบเลี้ยงเดี่ยวลอยน้ำเจริญเติบโตงอกงามโดยไม่ต้องอาศัยรากยึดเกาะเกิดขึ้นง่ายและแพร่พันธุ์ได้เร็วไปตามแหล่งน้ำทั่วไป ทำให้เกิดมลภาวะทางธรรมชาติเป็นปัญหาต่อระบบชลประทาน การประมง และการคมนาคมทางน้ำเป็นอย่างมาก ทำให้ภาครัฐและเอกชนคิดหาวิธีที่จะกำจัดให้เหลือน้อยลง แต่ผักตบชวาก็เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว

การช่วยลดปริมาณและเพิ่มมูลค่าผักตบชวา สามารถทำได้โดยนำผักตบชวามาทำผลิตภัณฑ์จากผักตบชวาในการหัตถกรรมจักสานผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น กระเป๋า กล่องใส่ของ ตะกร้า โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน โดยก่อนที่จะนำผักตบชวาไปทำการจักสานต้องไปผ่านกระบวนการตากแห้งและรมควันกำมะถัน การตากแดดให้แห้งจะใช้เวลาประมาณ 3-4 วันและหากได้รับความชื้นก็จะส่งผลทำให้เกิดเชื้อรากับผลิตภัณฑ์

ดังนั้นการกำจัดความชื้นจากผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการสำคัญในการช่วยไม่ให้ผลิตภัณฑ์มีความเสียหาย โดยกระบวนการกำจัดความชื้นสามารถทำได้โดยการใช้กระบวนการอบแห้ง ซึ่งการอบแห้ง (Drying) เป็นกระบวนการกำจัดความชื้น หรือน้ำในผลิตภัณฑ์ ให้ลดลงในค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งอาหารหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากัน การกำจัดความชื้นในผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการ และเครื่องอบแห้ง ของผู้ออกแบบ กระบวนการอบแห้งเพื่อลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของกระบวนการอบแห้งคงที่ เช่น มีอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมคงที่ จากงานวิจัยที่ผ่านมา มนุญ วงศ์ภูคำ และคนอื่นๆ (2554) ได้ทำการศึกษาเครื่องอบแห้งและรมควันกำมะถันผักตบชวาขนาดเล็ก ผลการวิจัยพบว่าผักตบชวามีสีชาไม่สม่ำเสมอ ต่อมาจรัญ คนแรง และคนอื่นๆ (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาตู้อบแห้งและการรมควันกำมะถันผักตบชวา สำหรับชุมชน ชุมชนบ้านสาง ตำบลบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาโดยใช้ PLC เป็นตัวควบคุมการทำงานในการอบ แต่เนื่องจากเตามีขนาดใหญ่และใช้ฮีตเตอร์เป็นตัวให้ความร้อนทั้งในการอบแห้งและรมควันกำมะถัน ทำให้การอบมีการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก ดังนั้นเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบแห้งจึงทำการพัฒนาใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า ปั๊มความร้อน หรือฮีทปั๊ม (heat pump)

ปั๊มความร้อน หรือฮีทปั๊ม (heat pump) เป็นเทคโนโลยีการทำให้แห้งที่สามารถทำการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำได้ นอกจากนั้นยังมีประสิทธิภาพในการอบแห้งสูงกว่าการอบแห้งด้วยวิธีอื่นๆ Tnomas, K. & Zhongjie, H.A. (1979) ในระบบของปั๊มความร้อนมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับระบบปรับอากาศ (Lee Miles, 1993) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ระบบทำความเย็นหรือฮีตปั๊ม ซึ่งประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศ (compressor), เครื่องควบแน่น (condenser), วาล์วลดความดัน (expansion valve), และเครื่องระเหย (evaporator) และส่วนของห้องอบแห้ง (Tnomas, K. & Zhongjie, H.A., (2014), Wei Juan and others (2013))

จากหลักการทำงานของปั๊มความร้อนคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำตู้อบแห้งโดยใช้ระบบลมร้อนสำหรับกระบวนการไล่ความชื้นของผักตบชวา เพื่อหาสภาวะในการอบแห้งที่เหมาะสม ทั้งยังช่วยลดระยะเวลาการอบแห้งผักตบชวา ทำให้ลดกระบวนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการจักสานได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งผักตบชวา
2. เพื่อศึกษาพลังงานที่ใช้ในกระบวนการไล่ความชื้นจากผักตบชวาโดยตู้อบระบบปั๊มความร้อน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยอุณหภูมิที่ทดสอบอยู่ที่ 40 °C, 50 °C และ 60 °C และเวลาที่ใช้ทดสอบอยู่ที่ 4, 5 และ 6 ชั่วโมง
2. นำหนักผักตบชวาที่ใช้ในการทดลองอบแห้งอยู่ที่ 7 กิโลกรัม ทุกสภาวะการทดลอง
3. ทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่จุดต่างๆ และบันทึกค่าทุกๆ 1 ชั่วโมง จนสิ้นสุดการทดลอง
4. ทำการจดบันทึกกำลังไฟฟ้าทุกๆ 1 ชั่วโมงไปจนสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาปริมาณการใช้พลังงาน
5. ผักตบชวาที่อบตามสภาวะที่กำหนดไว้จะถูกนำมาชั่งน้ำหนักหลังอบเพื่อทำการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่หายไป หรือความชื้นมาตรฐานแห้ง M_d (dry basis) โดยจะทำการคำนวณโดยใช้สมการที่ 1 และอัตราการอบแห้งโดยใช้สมการที่ 2

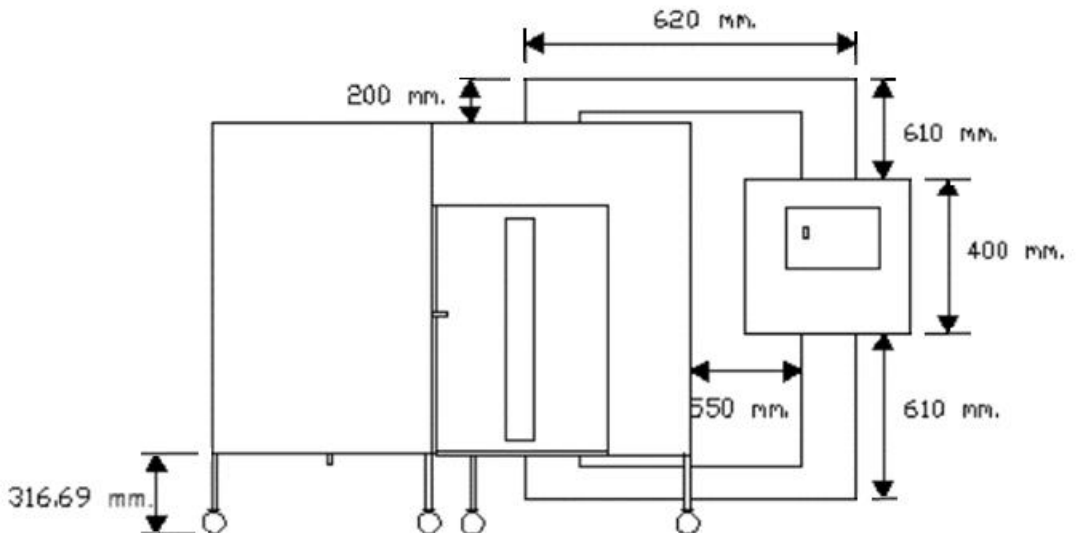
ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Tanu, T., (2006))

$$(M_d) = \left[\frac{(w - d)}{w} \right] \times 100 \tag{1}$$

เมื่อ w = น้ำหนักสดของวัตถุดิบ (kg)
 d = น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบ (kg)
 M_d = ความชื้นมาตรฐานแห้ง

อัตราการอบแห้ง (วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, (2538)) = ความชื้นสัมพัทธ์ / 100 (2)

1. วิเคราะห์/สรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของตู้อบผักตบชวด้วยระบบเป่าความร้อน

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ตู้อบผักตบชวาด้วยลมร้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการไล่ความชื้นจากผักตบชวา ซึ่งสามารถทำการกำจัดความชื้นออกจากผักตบชวาแทนการตากแดดซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการกำจัดความชื้นนาน มีวิธีการทดลอง โดยทำการอบแห้งเพื่อให้ทราบอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการกำจัดความชื้นที่เหมาะสม และทำการวัดความเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้น, และน้ำหนักโดยมีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์, อัตราการอบแห้ง, ปริมาณการใช้พลังงาน และสมรรถนะของฮีทปั๊ม

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)	น้ำหนักก่อนอบ (กก.)	น้ำหนักหลังอบ (กก.)	ความชื้นสัมพัทธ์* (%)	ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)	อัตราการอบแห้ง (%)	ปริมาณการใช้พลังงาน (kW·hr)	สมรรถนะของ heat pump (COP)
40	4	7	4.1	71.4	41.42	0.71	3	5.26
	5	7	3.5	68.3	50	0.68	5	5.26
	6	7	2.9	67.8	58.57	0.67	6	5.26
50	4	7	1.52	58.4	78.28	0.58	3	4.88
	5	7	1.39	58.1	80.14	0.58	5	4.88
	6	7	1.29	46.1	81.57	0.46	6	4.88
60	4	7	0.82	46.2	75.42	0.46	3	4.51
	5	7	0.75	41.5	88.28	0.41	5	4.51
	6	7	0.70	40.8	90	0.40	6	4.51

หมายเหตุ *ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากเครื่องมือวัด

จากตารางที่ 1 พบว่าที่เวลาในการอบแห้งเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการอบแห้งลดลง น้ำหนักของวัตถุดิบหลังอบก็มีน้ำหนักลดลง นั่นคือการกำจัดความชื้นสามารถทำได้ แต่เมื่อพิจารณาค่า COP (COP คือค่าที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ใช้ในการดูดความร้อนของฮีทปั๊ม กับพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์) พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่า COP ต่ำลงนั่นคือประสิทธิภาพของฮีทปั๊มลดลง สำหรับการใช้พลังงานพบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้งมากขึ้น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก็มากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

อิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่อการอบแห้งผักตบชวา จากผลการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะเห็นว่าปริมาณความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์มากขึ้น และที่เวลาเพิ่มขึ้นก็ทำให้ปริมาณความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์มากขึ้นด้วยเช่นกัน จากผลการทดลองอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบอยู่ที่ 50°C และเวลาที่เหมาะสมอยู่ที่ 4 ชั่วโมง

จากการศึกษาพลังงานที่ใช้ในกระบวนการไล่ความชื้นจากผักตบชวาโดยระบบปั๊มความร้อนนี้พบว่าที่สภาวะการทดลองของอุณหภูมิ และเวลาที่มากขึ้นทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในการอบเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองพบว่าสภาวะการอบที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานต่ำอยู่ที่ 4 ชั่วโมง

ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบไล่ความชื้นของผักตบชวา พบว่าอุณหภูมิ 50°C และเวลาที่ใช้ในการอบอยู่ที่ 4 ชั่วโมง ซึ่งผักตบชวาที่ได้ไม่แห้งกรอบเกินไป เมื่อเทียบกับการตากแห้งแบบธรรมชาติแล้วจะต้องใช้เวลาในการตากแห้งอยู่ที่ 3-4 วัน ทำให้ลดเวลาในการเตรียมวัตถุดิบลงการผลิตสินค้าจักสานได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการอบแห้งผักตบชวาโดยใช้ตู้อบระบบบีบความร้อนพบว่า มีความเหมาะสมในการกำจัดความชื้นจากผักตบชวา เนื่องจากสามารถลดระยะเวลาในการกำจัดความชื้นจาก 3-4 วัน เป็น 4 ชั่วโมง ทำให้ลดเวลาในการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการสานเป็นผลิตภัณฑ์จักสานได้ โดยสภาวะที่เหมาะสมอยู่ที่อุณหภูมิ 50°C และเวลาที่ใช้ในการอบอยู่ที่ 4 ชั่วโมง ซึ่งผักตบชวาที่ได้ไม่แห้งกรอบเกินไป

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ คนแรง และอัญชมา อุประกุล .(2556). การพัฒนาตู้อบแห้งและการรมควันก้ามะถันผักตบชวา สำหรับชุมชน ชุมชนบ้านสาบ ตำบลบ้านสาบ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต**, 1(3), 233-242.
- มนูญ วงศ์ภูคำ และคณะ. (2554). การศึกษาเครื่องอบแห้งและรมควันก้ามะถันผักตบชวา. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- วิวัฒน์ ตันทะพานิชกุล. (2538). **อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Thomas K., & Zhongjie H. A. (2014). Review on Opportunities for the Development of Heat Pump Drying Systems in South Africa. **South African Journal of Science**, 110, 1-9.
- Lee Miles. (1993). **Heat Pump Theory and Service**. (1 St Ed.). USA : Delmar Publishers Inc.
- Wei Juan, Zhang Chong, Zhang Zhentao & Yang Luwei. (2013). Performance Analysis of Heat Pump Dryer to Dry Mushroom. **Advance Journal of Food Science and Technology**, 5(2), 164-168.
- Tanu T. (2006). **Thermal performance enhancement of heat pump dryer for mango leather drying by reduction of air temperature before entering evaporator**. Master thesis, Energy Engineering Chiangmai University.

