



สภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้งไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb.) ด้วยถังอบแห้ง An Optimal Condition for Drying of Plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) Using Drying Tank

ไกรศรี ศรีทัพไทย^{1*} นภาพน พิพัฒน์ไพบูลย์² วารุณี ตะวังทัน¹ และ บุหลัน จรลี¹
Srithupthai, K.^{1*} Pipatpaiboon, N.² Tawaungthan, W.¹ and Joralee, B.¹

¹ สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

¹ Bachelor of Thai Traditional Medicine, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus

² สาขาวิชาเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

² Bachelor of Mechanical field, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus

* Corresponding author: Kraisi03@gmail.com

Received 03 January 2018; Revised 12 March 2018; Accepted 4 April 2018

บทคัดย่อ

การศึกษาพัฒนาารูปแบบในการอบแห้งไพล จากปัญหาในการลดความชื้นโดยการตากไพลโดยใช้แดด 6-7 วัน ซึ่งใช้เวลานานและพื้นที่ตากไม่เพียงพอ ทำให้คุณภาพของไพลแห้งไม่ได้คุณภาพ การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างถังอบแห้ง โดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านไม้ จึงได้ทำการออกแบบสร้างถังอบแห้ง โดยมีส่วนประกอบ 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนห้องเผาไหม้ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นถ่านไม้ และส่วนของภาตวางสมุนไพรสำหรับอบแห้ง พบว่า การใช้ถ่านไม้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 1 กิโลกรัม ส่งผลให้น้ำหนักไพลสดจาก 1000 กรัม เมื่ออบแห้งเหลือน้ำหนัก 130 กรัม ใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง 30 นาที จะได้ไพลแห้งที่มีสีใกล้เคียงกับไพลก่อนอบมากที่สุด

คำสำคัญ: ถังอบ, ไพล, สภาวะที่เหมาะสม

Abstract

Study on the drying methods of plai, due to the problem of drying of plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) by sunlight for 6-7 days, which takes a long time and the area is not enough. The quality of dried plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) was not quality. The purpose of this study was to design a drying tank. The heat generated by the burning of charcoal. The part of fuelwood and the tray for storage of plai was designed for drying tank. The result found that the use of fuelwood at 1 kg gave the dried weigh of plai at 130 g from initial fresh weight of 1000 g. After drying for 4 hours 30 minutes, the color of dried plai was same with fresh plai.

Keywords: Drying tank, plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.), optimum condition

บทนำ

ไพล มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า “*Zingiber cassumunar* Roxb.” เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง ที่มีการวิจัยสรรพคุณทางยา และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอย่างหลากหลาย กระบวนการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปไพลนั้นคือ การอบแห้ง เนื่องจากไพลเป็นพืชสมุนไพรที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งกรรมวิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้งและ

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของสมุนไพร ดังนั้นเพื่อรักษาคุณภาพไพลหลังการอบแห้งให้ใกล้เคียงกับไพลสดมากที่สุด จึงต้องอบแห้งไพลที่อุณหภูมิต่ำ การหั่นเป็นวิธีการเตรียมสมุนไพรก่อนการอบแห้งอีกรูปแบบหนึ่ง สำหรับสมุนไพรประเภทเกี๋ยงหรือเหง้านั้นควรหั่นโดยมีความหนาประมาณ 0.50 -1.00 เซนติเมตร ไม่ควรหั่นหนา

เพราะจะทำให้แห้งยากและขึ้นราได้ง่ายหรือขึ้นบางเกินไปเมื่ออบแห้งจะทำให้คุณภาพยาลดลง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดแผนแม่บทแห่งชาติ ว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย (พ.ศ.2560–2564) ไปสู่การดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม จึงมีนโยบายให้การสนับสนุน การดำเนินงานตามโครงการพัฒนาเมืองสมุนไพร ใน 4 จังหวัดในแต่ละภูมิภาคของประเทศ ประกอบด้วย จังหวัดปราจีนบุรี เชียงราย สุราษฎร์ธานี และสกลนคร โดยมีการดำเนินการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพร การนาสมุนไพรผลิตภัณฑ์เด่น (OTOP) ประจาพื้นที่ การนาสมุนไพรมาใช้ในระบบบริการสุขภาพทดแทนยาแผนปัจจุบันที่ใช้ในชีวิตประจำวันและส่งเสริมการวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัย สำหรับจังหวัดสกลนคร เป็นจังหวัดที่มีการดำเนินการจัดการด้านสมุนไพร ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยมีการปลูกสมุนไพรอินทรีย์ปลอดสารเคมี การแปรรูปที่ได้มาตรฐาน และการจัดจำหน่ายอย่างเป็นระบบ “สกลนคร มหาเวชนครแห่งพุทธเวศ บนฐานรากประชารัฐ” (กรมการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก, 2559) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศต้องประสบปัญหาในหลายด้าน เช่น ปัญหาในด้านต้นทุนการผลิตที่สูง ผลผลิตที่ไม่ได้รับความเสียหายจากสภาพดินฟ้าอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย ปัญหาในการเตรียมสมุนไพรก่อนการนำมาแปรรูป เนื่องจากในการเตรียมสมุนไพรต้องอาศัยแสงอาทิตย์จากธรรมชาติเป็นหลักในการลดความชื้นออกจากสมุนไพรจนแห้งก่อนการแปรรูป สาเหตุของปัญหาเกิดจากฝนตกในช่วงฤดูฝนหรือกรณีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอที่เป็นสาเหตุทำให้สมุนไพรที่เตรียมไว้ขึ้นรา จากความชื้นในอากาศ ปัญหาจากระยะเวลาในการตากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดใช้เวลานาน ไม่สามารถควบคุมความชื้น

และอุณหภูมิได้ ทำให้คุณภาพของสมุนไพรลดลงและผลผลิตแต่ละครั้งมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

จากปัญหาและความต้องการสินค้าด้านสมุนไพรที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับมาตรฐานทางด้านสินค้าอุปโภคบริโภคซึ่งเป็นข้อจำกัดทางการค้า ดังนั้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสมุนไพร ทั้งในด้านการพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตและการรักษาสรรพคุณทางยาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาวิธีการเตรียมสมุนไพรก่อนการนำมาแปรรูปโดยศึกษาการออกแบบสร้างถังอบแห้ง โดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านไม้ และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้งโพลให้คุณภาพผลผลิตที่ดีสำหรับถังอบแห้งต้นแบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของเกษตรกรกลุ่มย่อยที่ต้องการแปรรูปสมุนไพรเพื่อการจำหน่าย

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบและสร้างถังอบแห้ง

ทำจากถังเหล็กขนาดความจุ 200 ลิตร ความกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 58 เซนติเมตร ความสูง 130 เซนติเมตร ยึดติดกับขาตั้งพื้นถังอบแห้งวางแนวตั้ง ผนังถังอบหนา 2 มิลลิเมตร ด้านในยึดราวเหล็กรอบถังเป็นชั้นวางถาดยาว 35 เซนติเมตร ห่างจากผนัง 4 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น ราวเหล็กยึดผนังเหล็กยาว 60 เซนติเมตร ห่างจากผนัง 10 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น พื้นด้านล่างถังเจาะเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ด้านข้าง เจาะเป็นฝาเปิดปิดกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร (Figure 1) ภายในตัวถังอบแห้งทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (Type k) 3 ตำแหน่ง คือ ด้านบนถาด ล่างถาดและห้องเผาไหม้ (Figure 2)

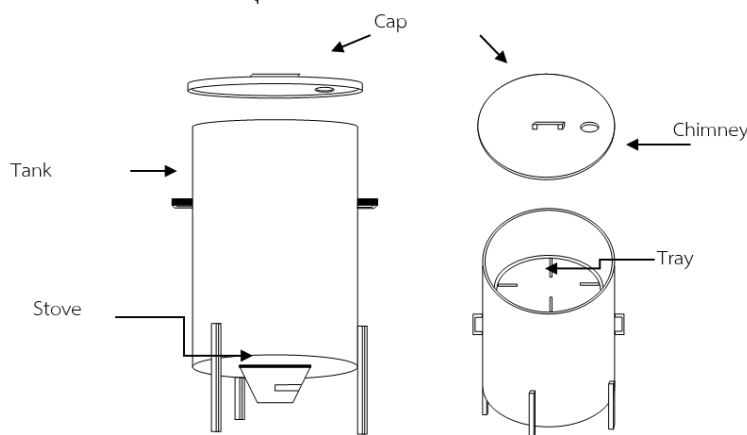


Figure 1 Drying tank

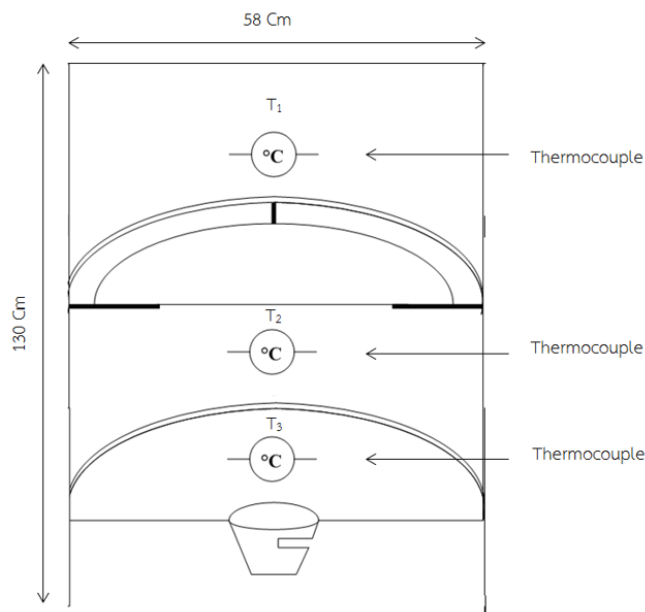


Figure 2 Thermocouple Installation

การทดสอบการอบแห้งไฟลด้วยถังอบแห้ง

ศึกษาและเก็บข้อมูล ได้แก่ น้ำหนักไฟล ความชื้นของไฟล อุณหภูมิในการอบแห้งไฟล ระยะเวลาในการอบแห้งไฟล และคุณภาพของไฟลหลังการอบแห้ง ซึ่งได้ดำเนินการทดลองอบแห้งไฟลจำนวน 3 ครั้ง มีอุปกรณ์ในการทดสอบ ได้แก่ ถังอบแห้ง เตาถ่าน ตาชั่ง นาฬิกา โทเมอร์คัปเปิล (Type K) เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ เป็นต้น

1. วิธีการอบแห้งไฟลด้วยถังอบแห้ง

ใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของถ่านไม้ โดยการทดลองเก็บข้อมูลต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักไฟล อุณหภูมิในการอบแห้งไฟล ระยะเวลาในการอบแห้งไฟล และคุณภาพของไฟลหลังการอบแห้ง เป็นต้น มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมอุปกรณ์และเตรียมวัตถุดิบไฟล
- 2) ชั่งไฟลสดจำนวน 1 กิโลกรัม หั่นเป็นแว่นๆ

ความหนา 1 เซนติเมตร นำไฟลสดที่หั่นแล้วใส่ถาดกระจายไฟลสดให้ทั่วทั้งถาดและนำไปวางในถังอบแห้ง

3) จุดเปลวไฟเตาถ่านที่บรรจุถ่านไม้เชื้อเพลิงจำนวน 1 กิโลกรัมให้ติดก่อนนำไปวางในถังอบแห้ง ปิดฝาถังอบแห้ง

4) เริ่มบันทึกอุณหภูมิในแต่ละจุดของการทดลอง ณ ถังอบแห้ง การบันทึกอุณหภูมิจะบันทึกทุกๆ 10 นาที และจะชั่งตัวอย่างไฟล โดยชั่งน้ำหนักทุกๆ 1 ชั่วโมง พร้อมบันทึกน้ำหนัก โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง

2. การวิเคราะห์ผลการทดสอบถังอบแห้ง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบด้วยสมการดังนี้

LOD คือ คำนวณน้ำหนักที่หายไปเมื่ออบแห้งเป็นการหาปริมาณของสารระเหยได้จากตัวอย่างที่หายไป เมื่อทำการอบหรือดูดออกตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด

$$\% \text{LOD} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักสดเริ่มต้น}}$$

ผลการทดลอง

ถังอบแห้งที่เหมาะสมในการอบแห้งสมุนไพร ได้ออกแบบและสร้างถังอบแห้ง รูปทรงกระบอก ทำจาก เหล็กขนาดความจุ 200 ลิตร ความกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 58 เซนติเมตร ความสูง 130 เซนติเมตร ยึดติดกับขาตั้งพื้นวางแนวตั้ง ผังถังอบหนา 2 มิลลิเมตร ด้านในยี่ดราวดเหล็กรอบถังเป็นชั้นวางถาดยาว 35 เซนติเมตร ห่างจากผนัง 4 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น ราวเหล็กยึดแผ่นเหล็กยาว 60 เซนติเมตร ห่างจากผนัง 10 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น พื้นด้านล่างถังเจาะเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ด้านข้างเจาะเป็นฝาเปิดปิด กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร (Figure 3) การเติมถ่านสำหรับทำให้เกิดความร้อนในการอบแห้งจะเติมด้านข้างแล้วปิดฝา ซึ่งหลักการเผาไหม้ภายในถังด้วยความร้อนจากถ่านที่เผาไหม้ในเตาที่อยู่ด้านล่างสุดจะค่อยๆ ลอยขึ้นด้านบนโดยจะผ่านแผ่นเหล็กที่กั้นไว้สำหรับเก็บความร้อนจากเตาด้านล่าง และลดการสัมผัสความร้อนโดยตรงของถาดสมุนไพรด้านบนสุด ทำให้ความร้อนที่สัมผัสสมุนไพรไม่แรงมาก เหมาะแก่การอบแห้งเพื่อให้ได้สีใกล้เคียงกับสมุนไพรก่อนอบแห้ง โดยการทดสอบการอบแห้งไฟลด้วยความร้อน ใช้น้ำหนักถ่านเฉลี่ย 1 กิโลกรัม น้ำหนักไฟล

เริ่มต้นเฉลี่ยร้อยละ 100 น้ำหนักตัวอย่างไหลสุดท้าย เฉลี่ยร้อยละ 13 ในขณะที่อุณหภูมิในถังอบด้านบนอุณหภูมิเฉลี่ย 40.80 องศาเซลเซียส ด้านล่างถังอบอุณหภูมิเฉลี่ย 62.20 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการเผาไหม้ทั้งหมด เฉลี่ย 4.30 ชั่วโมง



Figure 3 Drying tank

Table 1 Drying Test

List	Time			Average
	1	2	3	
Charcoal Weight (kg)	1	1	1	1
Initial sample weight (percent)	100	100	100	100
Final sample weight (percent)	13	13	13	13
Temperature in a baking tank (Celsius)				
On the tray	40	40	42	40.8
Bottom tray	61	67	59	62.2
Combustion chamber	51	49	48	49.23
Total burning time (hours)	4.3	4.3	4.3	4.3

ผลทดสอบการอบแห้งไพลด้วยความร้อนจากถ่านไม้ รวมระยะทั้งหมด 4 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้น้ำหนักตัวอย่างพบว่า น้ำหนักตัวอย่างไพลหนักเริ่มต้นที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ด้วยไพลลดลงเหลือร้อยละ 13 (Table 1) อุณหภูมิในถังอบห้องเผาไหม้ เฉลี่ยที่ 49.23 องศาเซลเซียส

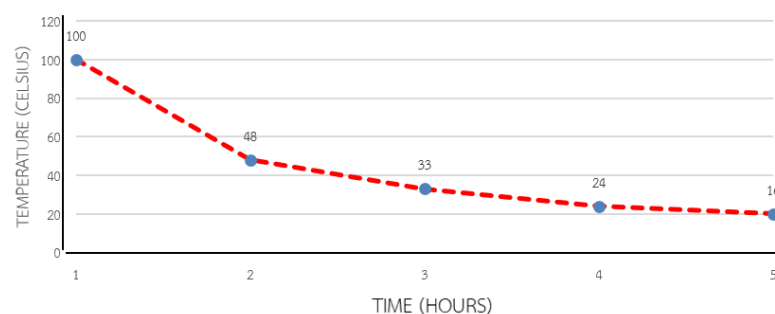


Figure 4 Weight lost every one hour

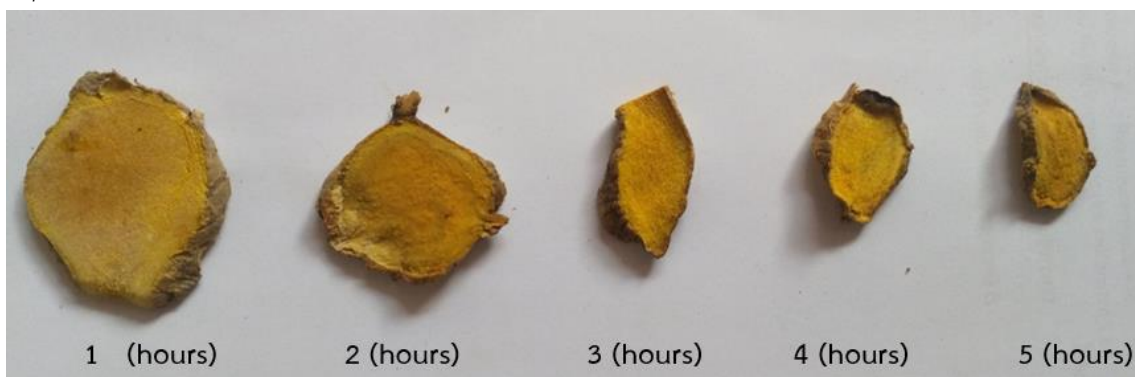


Figure 5 The color changes every 1 hour

วิจารณ์

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้งไพลหั่น ด้วยถังอบแห้ง พบว่า สามารถอบไพลจนมีความชื้นสุดท้าย 13 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานแห้ง ด้วยการหั่นเป็นแว่น ๆหนา 0.50-1.00 เซนติเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องเผาไหม้ 49.23 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าได้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบสมุนไพร ทำให้ไพลมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ดี ซึ่งประกอบด้วย สี กลิ่น สารสำคัญ และความชื้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทวรัตน์ ทิพย์วิมล และ สมยศ เชื้ออักษร (2552) ได้รายงานผลการวิจัยเรื่อง ความชื้นสมดุลและจุลศาสตร์การอบอบแห้งของไพล เพื่อศึกษาหาค่าความชื้นสมดุลและจุลศาสตร์การอบแห้งของไพล ความชื้นสมดุลของไพลหาค่าโดยวิธีสถิติที่อุณหภูมิ 35 40 และ 50 องศาเซลเซียส ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 0.06 ถึง 0.85 ส่วนการอบแห้งแบบชั้นบาง ทำการทดลองอบแห้งไพลด้วยเครื่องอบแห้งระบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิการอบแห้ง 40 และ 50 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอากาศ $0.621 \text{ m}^3/\text{s}$ พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไพลที่เหมาะสมอยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภวรรณ ฐิระวณิชกุล และคณะ (2556) ศึกษาการอบแห้งใบเตยและตะไคร้เพื่อผลิตเป็นชาสมุนไพรด้วยแหล่งพลังงานความร้อนหลายรูปแบบ โดยปัจจัยของอุณหภูมิอบแห้งและเงื่อนไขการอบแห้งที่มีต่อจุลพลศาสตร์ของการอบแห้ง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรใบเตยและตะไคร้แห้งซึ่งได้โดยใช้อุณหภูมิอบแห้งในช่วง 40 - 60 องศาเซลเซียส ที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

การกำหนดปริมาณความชื้นที่อนุญาตให้มีได้ ในสมุนไพร โดยทั่วไปกำหนดให้มีปริมาณน้ำหรือความชื้นไม่เกิน 10-15 เปอร์เซ็นต์ หากมีปริมาณมากกว่าที่กำหนด สมุนไพรอาจเกิดการเปลี่ยนแปลง ทางกายภาพ ทางเคมี และได้วัตถุดิบสมุนไพรที่ตรงตามความต้องการ ตามมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practice) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดุลย์ หลักชัยและคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาอิทธิพล

ของอุณหภูมิและขนาดความหนาของสมุนไพร สรุปได้ว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิที่ไม่สูงและความหนาของผลิตภัณฑ์น้อยจะมีผล ต่อความสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ และสีของผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี กว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิที่สูงและความหนาของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิอบแห้ง 40 องศาเซลเซียส ไพลหั่นความหนา 0.25 เซนติเมตร และคุณภาพสีหลังการอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีที่สุด มีระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 28 ชั่วโมง

สรุป

การออกแบบถังอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากถ่านไม้ ทำจากถังเหล็กขนาดความจุ 200 ลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 58 เซนติเมตร สูง 130 เซนติเมตร ยึดติดกับขาตั้งพื้นวางแนวตั้ง ด้านในยึดราวเหล็กรอบถังเป็นชั้นวางถาดยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น ราวเหล็กยึดแผ่นเหล็กยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 1 ชั้น พื้นด้านล่างถังเจาะเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ด้านข้างเจาะเป็นฝาเปิดปิด ความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร การทดสอบการอบแห้งไพลด้วยถังอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของถ่านไม้ นำไพลหั่นวางอยู่บนถาด พบว่า ถ่านไม้จำนวน 1 กิโลกรัม ทำให้อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณด้านล่างและด้านบนของถาดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ ด้านล่างถาดและบนถาดจะลดลงอย่างต่อเนื่องภายในระยะเวลาประมาณ 1.30 ชั่วโมง ถ่านไม้เกือบจะเป็นถ่านแล้วเติมถ่านไม้เพิ่ม 1 กิโลกรัม อุณหภูมิก็จะสูงขึ้นและลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นเดิม จนกว่าไพลหั่นจะแห้งและมีความชื้นเหลือน้อยที่สุด โดยใช้เวลาประมาณ 4.30 ชั่วโมง จะได้ไพลหั่นที่มีสีใกล้เคียงกับไพลก่อนอบมากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักศึกษา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเภสัชกรรม สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย และ ห้องปฏิบัติการเครื่องกล สาขาวิชาเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ในการทำวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก. 2559. โครงการเมืองสมุนไพร (Herbal City).ใน *การประชุมมอบนโยบายแผนแม่บทแห่งชาติ ว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 และพิธีเปิดพัฒนาเมืองสมุนไพร (Herbal City)*. นนทบุรี: กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก.
- เทวรัตน์ ทิพย์วิมล และ สมยศ เชื้ออักษร. 2552. ความขึ้นสมดุและจลศาสตร์การอบอบแห้งของไพล. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 1-3 เมษายน 2552 ณ สุรสมมนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2549. การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพรก่อนการแปรรูป. ปทุมธานี: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภวรรณ ฐิระวณิชกุล, จุฑารัตน์ ทะสระระ, จุไรรัตน์ สุริยงค์, ปิยาภรณ์ ปานกาเนต, และยุทธนา ฐิระวณิชกุล. 2556. การอบแห้งใบเตยและตะไคร้เพื่อผลิตเป็นชาขงสมุนไพรด้วย แหล่งพลังงานความร้อนหลายรูปแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรีปทุมธานี.
- อดุลย์ หลักชัย, วีระ พ้าเฟื่องวิทยากุลและพฤษ์ สกลช่างสังจะทัย. 2551. อิทธิพลของอุณหภูมิและความหนาต่อการอบแห้งไพลแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 39 (3), 335-338.