

สภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตแคปซูลขิง

Suitable Drying Conditions for Ginger Capsule Production

วิภาวี เสาทิน (Wipawee Saohin)**

อารี วังมณีรัตน์ (Aree Wangmaneerat)*

ศุภร สองสีดา (Subhorn Songseeda)^b

ปริมดา เนตรสง่า (Parinada Netsanga)^b

* คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^b ขณะทำวิจัยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 5 คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งขิง ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันระเหย (volatile oil) คุณสมบัติในการไหลและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผงขิง 2) ศึกษาคุณภาพแคปซูลขิงที่ผลิตจากผงขิงที่ผ่านสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม

การทดลองนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือ การเลือกอุณหภูมิในการอบแห้งที่ทำให้ปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือมากที่สุด โดยอบขิงที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °ซ จนได้ความชื้นน้อยกว่า 10 %v/w แล้วตรวจปริมาณน้ำมันระเหย พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ ทำให้มีปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือสูงสุด (1.80 %v/w) จากนั้นจึงเลือกอุณหภูมิ 60 °ซ ไปทำการทดลองต่อในส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาเพื่อเลือกความชื้นในการอบแห้งผงขิงที่ 60 °ซ แล้วให้ปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือสูงสุด โดยอบผงขิงที่อุณหภูมิดังกล่าวจนได้ความชื้น 3 ช่วง (3-5, 6-8 และ 9-10 %v/w) แล้วตรวจวัดปริมาณน้ำมันระเหยและคุณสมบัติในการไหลของผงยา พบว่าผงขิงความชื้น 6-8 %v/w มีปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือมากที่สุด (1.75 %v/w) และมีคุณสมบัติในการไหลดีกว่าผงขิงที่มีความชื้นช่วงอื่น แคปซูลผงขิงดังกล่าวมีการแตกตัวและมีความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงขิงผ่านเกณฑ์มาตรฐานตาม The United States Pharmacopoeia (USP) 27 แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของ Thai Herbal Pharmacopoeia (THP) 2000

โดยสรุปการอบผงขิงที่ 60 °ซ จนได้ความชื้นในช่วง 6-8 %v/w จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือมากที่สุดและทำให้ได้ผงยาที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการนำไปบรรจุแคปซูลอย่างไรก็ตามจำเป็นต้องนำแคปซูลที่ผลิตไปผ่านกระบวนการทำลายเชื้อที่เหมาะสมต่อไป

* ผู้เขียนที่สามารถติดต่อได้ : โทรศัพท์ 045-353670 โทรสาร 045-288384

Corresponding author : Tel: +66 45 353670, Fax: +66 45 288384 E-mail: saohin@hotmail.com, wipawee.s@ubu.ac.th

Abstract

The objective of this work was to study the effects of drying temperature and moisture content on volatile oil content, flowability and microbial contamination of Ginger powder for capsule preparation. The quality of Ginger capsules was consequently investigated. The experiment was divided into 2 parts. The purpose of part I was to select the drying temperature that provided the highest amount of remaining volatile oil. Fresh ground Ginger was dried at 40, 50 and 60°C and the moisture content was less than 10 %v/w. The amount of volatile oil was consequently determined. The results showed that drying Ginger at 60°C gave the highest quantity of the remaining volatile oil (1.80 %v/w). The purpose of part II was to select the range of moisture content after drying which give the highest amount of volatile oil. Raw material was dried at 60°C until it reached 3 ranges of moisture content (3-5, 6-8 and 9-10 %v/w). The results indicated that dried Ginger powder with the moisture content of 6-7 %v/w contained the highest amount of volatile oil (1.75 %v/w) and possessed fair flowability. Disintegration time and weight variation of Ginger capsules produced from this Ginger powder were within The United States Pharmacopoeia 27 limits. However, the capsules did not pass Thai Herbal Pharmacopoeia 2000 limits for microbial contamination.

It could be concluded that drying Ginger powder at the temperature of 60°C until the moisture content reached 6-7 %v/w may provide the highest volatile oil content and gave suitable powder properties for capsule filling. The capsules produced by this condition needs further process for microbial decontamination.

บทนำ

ในประเทศไทยมีการใช้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรมาตั้งแต่สมัยโบราณและในปัจจุบันก็เป็นทางเลือกในการรักษาโรคที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายเพราะยาส่วนมากมีราคาสูงและลดการพึ่งพายาจากต่างประเทศ กระทรวงสาธารณสุขมีนโยบายส่งเสริมการใช้ยาจากสมุนไพรภายในประเทศเพื่อทดแทนการใช้ยาแผนปัจจุบัน รวมทั้งพยายามที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ส่งเสริมสุขภาพเพื่อการส่งออกสร้างรายได้ให้กับประเทศด้วย มีการเพิ่มเติมนโยบายจากสมุนไพรเข้าไว้ในรายการบัญชียาหลักแห่งชาติ เพื่อสนับสนุนให้มีการใช้ยาจากสมุนไพรทดแทนยาแผนปัจจุบันในสถานบริการสาธารณสุขของภาครัฐ

อย่างจริงจัง (วินิต อัสวากิจวีรี 2543; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน 2542)

จิง (Ginger) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Roscoe เป็นสมุนไพรที่หาง่าย ราคาถูก และมีการนำมาใช้แพร่หลายทั้งเป็นอาหาร อาหารเสริม และเป็นยา เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพหลายด้านและมีความปลอดภัยในการรักษาอาการเจ็บป่วยที่ไม่รุนแรง เช่น มีฤทธิ์ขับลมจากน้ำมันระเหย (volatile oil) และฤทธิ์ป้องกันอาการคลื่นไส้อาเจียนจากสารชื่อ gingerol ข้อมูลของจิงด้านต่างๆ รวมทั้งการควบคุมคุณภาพมีอยู่ใน WHO monographs on selected medicinal plants (World Health Organization 1999) และ Thai Pharmacopoeia (TP)

1993 (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health 1993) รูปแบบยาเตรียมที่แพร่หลายที่สุดของจีน คือ แคปซูลบรรจุผงจีนแห้ง เนื่องจากเตรียมได้ง่ายกว่ารูปแบบอื่นและการเตรียมรูปแบบนี้ยังช่วยกลบรสเผ็ดร้อนและกลิ่นฉุนของจีนได้ ซึ่งขั้นตอนการผลิตแคปซูลจึงประกอบด้วยการนำจีนสดมาทำความสะอาด บดหรือสับ อบแห้ง แร้ง และบรรจุแคปซูลแคปซูลซึ่งที่ผลิตด้วยวิธีนี้ผู้ผลิตคาดหวังสรรพคุณด้านการขับลมจากน้ำมันระเหยในจีน

เนื่องจากยาจากสมุนไพรมีส่วนประกอบตามธรรมชาติที่อยู่ในรูปของสารผสมที่มีองค์ประกอบแตกต่างกันไปขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน เช่น สิ่งแวดล้อม สายพันธุ์ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว เป็นต้น นอกจากนี้ องค์ประกอบในพืชที่ออกฤทธิ์ในการรักษา ส่วนมากยังไม่ทราบชัดเจน การควบคุมคุณภาพยาจากสมุนไพรจึงเป็นเรื่องที่ลำบากมาก ดังนั้นสิ่งที่ผู้ผลิตสามารถทำได้เบื้องต้น คือ การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้ดีที่สุดและการควบคุมกระบวนการผลิตยาให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตยา (Good Manufacturing Practices) การควบคุมคุณภาพแคปซูลจีน นอกจากการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบจีนสดแล้ว กระบวนการผลิตโดยเฉพาะการอบแห้งจีนยังเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารสำคัญ คือ น้ำมันระเหย คุณสมบัติเกี่ยวกับการไหลและความชื้นของผงจีน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในยาด้วย ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดส่งผลต่อคุณภาพและความคงสภาพของแคปซูลซึ่งที่ผลิต

ถึงแม้ว่ารัฐบาลมีการสนับสนุนให้มีการผลิตและใช้ยาจากสมุนไพร โดยเฉพาะรูปแบบแคปซูลเป็นอย่างมาก ทั้งในหน่วยงานของราชการและระดับชุมชนทั่วประเทศ แต่ยังคงขาดข้อมูลรายละเอียดของสถานะที่เหมาะสมในการผลิตแคปซูลสมุนไพรแต่ละประเภท ส่วนใหญ่มักแนะนำกว้างๆ ว่าสมุนไพรที่เป็นรากให้อบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 65°C

(สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา 2543) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นในการอบจีนต่อปริมาณสารสำคัญ คือ น้ำมันระเหย คุณสมบัติเกี่ยวกับการไหลและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผงจีน 2) ตรวจสอบคุณภาพแคปซูลจีนที่ผลิตจากผงจีนในสถานะที่คัดเลือกในด้านลักษณะภายนอก การแตกตัว และความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงยา

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบต่อปริมาณสารสำคัญของจีน

นำจีนสด (เก็บจากแหล่งผลิต 2 แหล่งในจังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545) มาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วบดสับด้วยเครื่องสับสมุนไพร (เหยี่ยวเฮง) จนมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร นำจีนส่วนที่บดแล้วมาอบที่อุณหภูมิ 40°C , 50°C และ 60°C ในตู้อบ Termaaks รุ่น Ts 8265 จนมีความชื้นไม่เกิน $10\% \text{v/w}$ แล้วนำมาบดย่อยขนาดผ่านร่อนเบอร์ 60 จากนั้นทดสอบหาปริมาณสารสำคัญโดยการกลั่นหาน้ำมันระเหย

ตอนที่ 2 ศึกษาผลของความชื้นต่อคุณภาพของแคปซูลจีน

1) นำจีนสดมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วบดสับด้วยเครื่องสับสมุนไพร (เหยี่ยวเฮง) จนมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร นำส่วนที่บดแล้วมาอบที่อุณหภูมิจะให้สารสำคัญได้มากที่สุดตามผลวิเคราะห์ตอนที่ 1 จนกระทั่งได้ความชื้นที่แตกต่างกัน 3 ช่วง แล้วนำผงจีนทั้ง 3 ส่วนนี้มาบดย่อยขนาดผ่านร่อนเบอร์ 60 จากนั้นทดสอบหาปริมาณน้ำมันระเหย คุณสมบัติการไหลและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน

2) เตรียมแคปซูลจีนจากผงจีนที่มีความชื้นต่างกัน โดยบรรจุแคปซูลเบอร์ 0 แล้วตรวจสอบการแตกตัว

(เครื่องทดสอบการแตกตัวของแคปซูล Erweka รุ่น ZT 52) และความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงยา การตรวจหาความชื้นในผงจึง ตอนที่ 1 ใช้เครื่อง Moisture Balance (Metler รุ่น LJ 16) ส่วนตอนที่ 2 ใช้ Karl Fisher Titrator (Metler รุ่น DL35) การตรวจหาปริมาณน้ำมันระเหย ทำโดยการกลั่นตามวิธีของ THP 2000 Appendix 7.3H Determination of volatile oil

การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผงจึง ทำตามวิธีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (อรุณณี จันทกจิ 2541) โดยตรวจหา

1) ปริมาณเชื้อทั้งหมด (Total viable count), ปริมาณ Enterobacteria และปริมาณยีสต์และรา

2) ตรวจหาเชื้อกำหนดห้าม 4 ชนิด ได้แก่ *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium* spp. ผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานตาม THP 2000 Appendix 10.5 เรื่อง Limits for microbial contamination

การทดสอบคุณสมบัติในการไหลของผงจึง ทำโดย ทา Tapped density, Bulk density, %Compressibility

ตาราง 1 ปริมาณน้ำมันระเหยในผงจึงหลังการอบที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °ซ จนมีความชื้นไม่เกิน 10 %v/w

อุณหภูมิที่ใช้ออบ (°ซ)	เวลาที่ใช้ออบ (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำมันระเหย (%v/w): mean (SD), n=6	
		แหล่งวัตถุดิบที่ 1	แหล่งวัตถุดิบที่ 2
40	18	1.80 (0.0894)	1.65 (0.0548)
50	14	1.78 (0.0753)	1.65 (0.0548)
60	12.5	1.80 (0.0633)	1.63 (0.0517)

เนื่องจากปริมาณน้ำมันระเหยหลังการอบทุกอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันจึงเลือกอุณหภูมิที่ใช้เวลาในการอบต่ำที่สุดคือ 60 °ซ เพื่อนำไปใช้ออบจึงในการทดลองส่วนที่ 2 การอบจึงที่ 60 °ซ จนมีความชื้นที่ 6-8 และ 9-10 %v/w ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันระเหยค่อนข้างสูง ดังแสดงในตารางที่ 2 ผงจึง

และ Angle of repose จากนั้นพิจารณาค่าที่ได้เพื่อประเมินค่าความสามารถในการไหลของผงยา (Flowability) (สุทิน ศิริไพวัฒน์ และฤดี เสาวคนธ์ 2525) การแตกตัว (Disintegration) และความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงยา (Uniformity of weight or weight variation) ทำตามวิธีที่ระบุใน USP 27 (2004)

ผลการทดลอง

การทดลองส่วนที่ 1 เป็นการหาปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือจากการอบจึง ณ อุณหภูมิต่างกัน คือ 40, 50 และ 60 °ซ จนมีความชื้นไม่เกิน 10 %v/w พบว่าที่อุณหภูมิ 60 °ซ ใช้เวลาในการอบสั้นที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิ 50 °ซ และ 40 °ซ ปริมาณน้ำมันระเหยของจึงที่ผ่านการอบในทั้ง 3 อุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.071$) ในตัวอย่างเดียวกันหรือวัตถุดิบที่มาจากแหล่งปลูกเดียวกัน แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในตัวอย่างจึงที่มาจากต่างพื้นที่กัน รายละเอียดดังแสดงในตาราง 1

ที่มีความชื้น 2 ช่วงข้างต้นถูกนำไปทดสอบคุณสมบัติการไหลและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ผงจึงที่มีความชื้นต่างกัน 2 ค่า คือ 6-8 และ 9-10 %v/w หลังการอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ มีค่า % compressibility ค่อนข้างต่างกัน คือ ที่ความชื้น 6-8 มีค่า % compressibility อยู่ในช่วง 18-21 แต่

ที่ความชื้น 9-10 มีค่า % compressibility อยู่ในช่วง 23-35 อย่างไรก็ตามผงขิงทั้งสองช่วงความชื้นมีค่า angle of repose ค่อนข้างสูง คือ 45-46°ซ ผงขิงทั้งสองช่วงความชื้นยังไม่ผ่านเกณฑ์ด้านจุลินทรีย์คือ มีปริมาณเชื้อทั้งหมดเกิน 5.0×10^5 CFU/g มีปริมาณยีสต์และรา เกิน 5.0×10^3 CFU/g รวมทั้ง

ตรวจพบเชื้อกำหนดห้ามด้วยเมื่อนำผงขิงทั้งสองช่วงความชื้นไปบรรจุแคปซูลและตรวจสอบคุณภาพว่าได้แคปซูลที่มีลักษณะภายนอกเรียบร้อย ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเปลือกแคปซูล มีการแตกตัวและความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงยาผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ USP 27

ตาราง 2 ปริมาณน้ำมันระเหยในผงขิงที่มีความชื้นต่างกันหลังการอบที่อุณหภูมิ 60°ซ

ระยะเวลาในการอบ (ชั่วโมง)	ช่วงความชื้น (%v/w)	ปริมาณ น้ำมันระเหย (%v/w):mean (SD), n=6	
		แหล่งวัตถุดิบที่ 1	แหล่งวัตถุดิบที่ 2
24	3 – 5	0.62 (0.0753)	0.72 (0.0981)
18	6 – 8	1.50 (0.0632)	1.75 (0.0837)
12.5	9 – 10	1.48 (0.0983)	1.72 (0.0753)

ตาราง 3 คุณสมบัติการไหลของผงขิงที่มีความชื้นต่างกันหลังการอบที่อุณหภูมิ 60°ซ

ตัวอย่าง	ช่วงความชื้น (%v/w)	% Compressibility: mean (SD), n=3	Angle of repose mean (SD), n=3	คุณสมบัติการไหลของผงขิง
1	6-8	19.20 (3.2656)	46.00 (1.000)	ปานกลาง
	9-10	26.41 (2.1631)	46.00 (1.000)	ไม่ดี
2	6-8	19.44 (1.5756)	45.67 (1.1547)	ปานกลาง
	9-10	24.98 (2.8094)	46.00 (1.000)	ไม่ดี

หมายเหตุ :

¹ เกณฑ์มาตรฐานของปริมาณเชื้อ คือ เชื้อทั้งหมดไม่เกิน 5.0×10^5 CFU/g, ยีสต์และรา และ Enterobacteria ไม่เกิน 5.0×10^3 CFU/g, E.coli ไม่เกิน 5.0 CFU/g

² เกณฑ์มาตรฐานเกี่ยวกับชนิดของเชื้อ คือ ต้องตรวจ ไม่พบ S.aureus ใน 1 g และตรวจไม่พบ Salmonella spp.และ Clostridium spp. ใน 10 g

+ หมายถึง ตรวจพบเชื้อกำหนดห้ามและมีปริมาณเกินมาตรฐาน

F หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบทางจุลินทรีย์ ทุกเงื่อนไขของ THP 2000

ตาราง 4 เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผงขิงที่มีความชื้นต่างกันหลังการอบที่อุณหภูมิ 60°ซ ก่อนการบรรจุแคปซูล

ความชื้น (%v/w)	ปริมาณเชื้อ ¹ : CFU/g (mean, SD), n = 3			เชื้อกำหนดห้าม ²				สรุป
	เชื้อ ทั้งหมด	ยีสต์และ รา	Enterobacteria	<i>E.coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Clostridium</i> spp.	
6-8	6.00x10 ² (2.00)	1.23x10 ² (1.52)	1-10	+	+	+	+	F
9-10	4.49x10 ⁵ (3.05)	1.11x10 ⁵ (3.05)	1-10	+	+	+	-	F

ตาราง 5 คุณภาพแคปซูลขิงที่ผลิตจากผงขิงอบที่ 60°ซ และมีความชื้น 6-8 และ 9-10 %V/W

ช่วงความชื้น (%v/w)	การแตกตัว	ความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงยา
9-10	P	P
6-8	P	P

หมายเหตุ :

P หมายถึง ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ของ USP 27 คือ

- แคปซูลต้องแตกตัวหมดภายในเวลา 30 นาทีเมื่อทดสอบตามสภาวะที่กำหนด ถ้ามี 1 หรือ 2 แคปซูลแตกกระจายตัวไม่สมบูรณ์ ให้ทำซ้ำอีก 12 แคปซูล ต้องมีไม่น้อยกว่า 12 ใน 18 แคปซูลกระจายตัวอย่างสมบูรณ์
- แคปซูลแต่ละแคปต้องมียาน้ำหนักผงยาอยู่ในช่วงน้ำหนักเฉลี่ยคูณด้วยร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ หรือต้องมีน้ำหนักยาไม่เกิน 2 แคปซูล อยู่นอกช่วงน้ำหนักเฉลี่ยคูณด้วยร้อยละของค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานสัมพัทธ์ และต้องไม่มีแคปซูลใดเลยมีน้ำหนักผงยาอยู่นอกช่วงน้ำหนักเฉลี่ยคูณด้วยร้อยละ 2 ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ค่ามาตรฐานของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ขึ้นกับน้ำหนักเฉลี่ยของผงยา

วิจารณ์และสรุปผล

เมื่อนำขิงที่ผ่านการอบจนมีความชื้นไม่เกิน 10 %v/w ณ อุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ มาตรวจหาปริมาณน้ำมันระเหย พบว่าการใช้อุณหภูมิสูงที่สุดคือ 60°ซ ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันระเหยคงเหลือหลังการอบมากที่สุด สอดคล้องกับคำแนะนำกับคู่มือผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจชุมชน(สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา 2543) ที่แนะนำให้ว่า

ให้อบรากสมุนไพรที่อุณหภูมิไม่เกิน 65°ซ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าน้ำมันระเหยคงเหลือจากการกลั่นผงขิงที่อบทั้งสามอุณหภูมิ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวอย่างที่มาจากแหล่งเดียวกัน แต่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถ้าเป็นวัตถุดิบต่างแหล่ง ดังนั้นปัจจัยเรื่องการเลือกแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพก็มีผลสำคัญต่อปริมาณสารสำคัญด้วย จะเห็นว่าปริมาณน้ำมันระเหยที่ตรวจพบในการทดลองนี้ยังไม่ผ่านเกณฑ์ของ WHO ที่

ระบุว่าวัตถุดิบควรมีน้ำมันจิงอย่างน้อย 2 %v/w ส่วน TP 1996 ยังไม่ระบุปริมาณที่ควรมีไว้

การเลือกใช้อุณหภูมิ 60 °ซ ในการทดลอง ตอนที่ 2 เพื่อหาความชื้นที่เหมาะสมนั้น เนื่องจาก อุณหภูมิที่สูงนี้ทำให้ใช้เวลาในการอบสั้นที่สุด คือ 12.5 ชั่วโมง น่าจะส่งผลต่อคุณสมบัติของสารสำคัญ น้อยกว่าและประหยัดเวลาในการผลิตด้วย เมื่ออบผงจิง ที่อุณหภูมิดังกล่าวจนได้ผงจิงที่มีความชื้นต่างๆ กัน 3 ช่วง แล้วมาตรวจสอบ พบว่าผงจิงที่มีความชื้น 6-8 %v/w และ 9-10 %v/w เท่านั้นที่มีปริมาณน้ำมัน ระเหยมากและใกล้เคียงกัน รวมทั้งมากกว่าผงจิง ความชื้น 3-5 %v/w เกือบ 2 เท่า (ตาราง 2) ผงจิง ทั้งสองกลุ่มมีค่า angle of repose ค่อนข้างสูงใกล้เคียงกัน คือ 45-46° แสดงถึงการยึดเกาะกันมากของ ผงจิง ส่วนคุณสมบัติในการดกอัด (%compressibility) นั้น ผงจิงที่มีความชื้น 6-8 %v/w มีคุณสมบัติปานกลาง (19.20-19.44) ในขณะที่ผงจิงที่มีความชื้น 9-10 %v/w มีคุณสมบัติต่ำ (% 24.98-26.41) โดยทั่วไปผงยาที่มีคุณสมบัติในการไหล (flowability) ที่ดี เหมาะแก่การนำไปผลิตยาเม็ดหรือแคปซูลควรมีค่า angle of repose ต่ำกว่า 40° และมี %compressibility ต่ำๆ (สุทิน ศิริไพวัฒน์ และฤดี เสาวคนธ์ 2525) จากผล การทดลองนี้ ผงจิงที่มีความชื้น 6-8 %v/w น่าจะมี คุณสมบัติการไหลที่ดีกว่าผงจิงช่วงความชื้นอื่น เมื่อ มีคุณสมบัติการไหลที่ดี ก็จะทำให้ผงจิงถูกบรรจุใน แคปซูลได้อย่างสม่ำเสมอ ได้น้ำหนักของแต่ละแคปซูล ค่อนข้างคงที่

ถึงแม้ว่าผงจิงทั้งสองช่วงความชื้นจะสามารถ นำไปผลิตแคปซูลที่มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์เรื่องการ แตกตัวและความสม่ำเสมอของน้ำหนักผงยา แต่ใน การทดลองพบว่าผงจิงที่มีความชื้นสูง คือ 9-10 %v/w ทำให้การบดผ่านแรงเบอร์ 60 มีผงจิงติดและอุด

ตันรุนแรงเร็ว ดังนั้นความชื้น 9-10 %v/w นี้จึงอาจ จะไม่เหมาะสมในการใช้ผลิตผงจิงแคปซูลในระดับ ขนาดอุตสาหกรรมเพราะจะมีผลต่อการสูญเสียผง จิงไปในปริมาณมาก

สำหรับการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนใน ผงจิงที่มีความชื้นในช่วง 6-8 และ 9 -10 %v/w ก่อน นำไปบรรจุแคปซูล พบว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ของ THP 2000 ทั้งสองช่วงความชื้น การที่มีเชื้อปนเปื้อนอาจ มีสาเหตุจากเชื้อที่ปนมากับวัตถุดิบอยู่เดิมและจาก ขั้นตอนการผลิตที่ไม่ได้ใช้เทคนิคปลอดเชื้อ รวมทั้ง อุณหภูมิในการอบที่ต่ำและใช้เวลาสั้น ทำให้ไม่ สามารถทำลายเชื้อที่ปนมาได้ทั้งหมด โดยทั่วไปการ ทำลายเชื้อที่ปนเปื้อนในแคปซูลสมุนไพร นิยมใช้ การอบรังสีแกมมาภายหลังบรรจุในภาชนะบรรจุ สุดท้ายแล้ว

โดยสรุปจากผลการศึกษานี้ ควรอบจิงสดที่ บดสับแล้วที่อุณหภูมิ 60 °ซ จนกระทั่งได้ผงจิงมี ความชื้น 6-8 %v/w จึงจะได้ปริมาณสารสำคัญ คือ น้ำมันระเหยสูงที่สุด และได้ผงจิงที่มีคุณสมบัติ เหมาะสมต่อการนำไปบรรจุแคปซูลที่มีคุณภาพ อย่างไรก็ตามการที่จะให้ได้แคปซูลที่มีคุณภาพผู้ผลิต ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่จะเกี่ยวข้องด้วยเช่น การเลือก วัตถุดิบจากแหล่งที่ดี ระยะเวลาการผึ่งจิงสดทั้ง ก่อนและหลังการปอก จำนวนรอบของการสับบดจิง ก่อนนำไปอบ ความหนาบางและขนาดของจิงบน ชั้นอบ และที่สำคัญ คือ ต้องมีกระบวนการทำลาย เชื้อที่ปนเปื้อนในแคปซูลอย่างมีประสิทธิภาพก่อน นำไปจำหน่าย นอกจากนี้จึงมีคุณสมบัติทางยาจาก สารสำคัญอื่นที่ไม่ใช่น้ำมันระเหยซึ่งมีข้อบ่งใช้ช่วย ขับลมเป็นหลัก หากต้องการศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ในการผลิตจิงเพื่อข้อบ่งใช้อื่น ควรเลือกตรวจ สอบหาปริมาณสารสำคัญที่ตรงกับข้อบ่งใช้นั้นๆด้วย

เอกสารอ้างอิง

- วนิด อัสวกิจวีรี. (2543). การส่งเสริมและสร้างความเชื่อมั่นในการใช้ผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพร. *วารสารอาหารและยา*, 2.
- สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน กระทรวงสาธารณสุข. (2542). *สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2543). *คู่มือผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจชุมชน*.
- สุทิน สิริไพรัตน์ และ ฤดี เสาวคนธ์ (บรรณาธิการ). (2525). *เภสัชอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อรุณณี จันทกิจ. (2541). *การตรวจหาปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในยา*. กรุงเทพฯ: กองวิเคราะห์ยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Thailand. (2000). Appendix 7.3H Determination of volatile oil, Appendix 10.5 Limits for microbial contamination. In: *Thai Herbal Pharmacopoeia Volume II*. 2000. Bangkok: Prachachon.
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Thailand. (1993). *Thai Pharmacopoeia Volume I Part 2*. 1993. Bangkok : Prachachon. pp. 982.
- The United States Pharmacopoeia Convention Inc. (2004). A2302, 2396 In: *The United States Pharmacopoeia 27 (NF XXII)*. Rockville: The United States Pharmacopoeia Convention Inc.
- World Health Organization. (1999). *WHO monographs on selected medicinal plants. Volume I*. Malta: WHO Graphics. pp. 280.