บทความวิจัย

ผลของเวลาและอุณหภูมิในการนึ่งฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผงขมิ้นชัน
Effects of Steam Sterilization Time and Temperature on Quality of Turmeric Powder

ทวีภรณ์ คีรีคช[1] ธวัชชัย ศรีสุวรรณ[1] รอกีเยาะ ตาเละ[2]
โรสนานี เหมตระกูลวงศ์[2] สาปีน๊ะ เจ๊ะสะอิ[2] และ สนั่น ศุภธีรสกุล[3*]
Thaweeporn Keereekoch[1], Thawatchai Srisuwan[1], Rokeeyoh Taleh[2],
Rosenanee Hemtrakoonwong[2], Sapeenah Chesa-E[2] and Sanan Subhadhirasakul[3*]

บทคัดย่อ

ศึกษาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อเตรียมผงขมิ้นชัน โดยแบ่งเหง้าขมิ้นชันสด เป็น 3 กลุ่ม 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 , 10 ,5 นาที กลุ่มที่ 2 นึ่งฆ่าเชื้อ 15 นาที ที่อุณหภูมิ 115, 110, 105 องศาเซลเซียส และกลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม (ไม่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ) พบว่าที่อุณหภูมิ 121 และ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยโดยไม่พบจุลินทรีย์ ส่วนอีก 5 ชุดการทดลองไม่ผ่านเกณฑ์ เมื่อพิจารณาปริมาณสารสำคัญ พบว่าที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์มากกว่าที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีปริมาณเกินเกณฑ์เพียง 0.67 และ 1.06 % v/w ตามลำดับ ดังนั้นที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสม แต่ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่า จึงเป็นอีกวิธีที่สามารถใช้เตรียมผงขมิ้นชันที่ได้คุณภาพ

คำสำคัญ : ผงขมิ้นชัน การนึ่งฆ่าเชื้อ คุณภาพ เวลา อุณหภูมิ

[1] คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
[2] นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
[3] รศ., คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
[*] Corresponding Author: โทรศัพท์ 074-282700 อีเมล์ sanan.s@psu.ac.th

Thaksin.J., Vol.17 (1) January-June 2014

Abstract

The effects of steam sterilization time and temperature on quality of turmeric powder (*Curcuma longa* L.) were studied. Fresh turmeric rhizome divided into 3 groups of 7 treatments. The first group were steam sterilization at 121°C for 15, 10 and 5 minutes. The second group were steam sterilization at 115°C, 110°C and 105°C for 15 minutes. The third group was the control group which not exposed to steam sterilization. The results showed that steam sterilization of turmeric at 121°C for 15 minutes and 115°C for 15 minutes had no microbial contamination and passed the standards of Thai Herbal Pharmacopoeia. The other five conditions were not qualified. Steam sterilization at 121°C for 15 minutes had significantly ($p<0.05$) higher curcuminoid content than 115°C for 15 minutes. It was found that volatile oil content was no statistical different between these two groups. Both passed higher than standards 0.67% and 1.06% v/w respectively. It is appropriate to use steam sterilization for turmeric at 121°C for 15 minutes. But steam sterilization at 115°C for 15 minutes had more volatile oil variation from benchmark. It may be another method to prepare quality turmeric powdered.

Keywords: *Curcuma longa* L., Turmeric Powder, Steam Sterilization, Quality, Time, Temperature

บทนำ

ขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากขมิ้นชันมีสรรพคุณที่เป็นประโยชน์มากมาย เช่น มีฤทธิ์ในการช่วยรักษาอาการแน่นจุกเสียด ลดการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ต้านแบคทีเรีย และลดการอักเสบ เป็นต้น โดยขมิ้นชันแคปซูลได้รับการยอมรับว่าเป็นยาที่ปลอดภัยและมีผลการรักษาอาการแน่นจุกเสียดได้ดี จนได้รับการบรรจุในบัญชียาหลักแห่งชาติ [1] แต่จากการที่สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมการแพทย์ได้ตรวจวิเคราะห์วัตถุดิบและขมิ้นชันแคปซูลจากโรงพยาบาลภูมิภาคทั่วประเทศในช่วงปี 2550 พบว่า คุณภาพทางเคมี-กายภาพ และปริมาณสารสำคัญของวัตถุดิบและขมิ้นชันแคปซูลส่วนใหญ่ไม่ได้มาตรฐาน [2] โดยเฉพาะการมีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐานในขมิ้นชันแคปซูล

Chusri *et al.* [3] พัฒนาวิธีการเตรียมผงขมิ้นชันให้มีคุณภาพเป็นไปตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพร (Thai Herbal Pharmacopoeia: THP) โดยใช้วิธีต่าง ๆ เป็นเวลา 15 นาทีได้แก่ การแช่ในเอทานอล 70% การต้มเดือด การต้มด้วยน้ำส้มสายชูกลั่น 5% การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว การนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และกลุ่มที่ไม่ผ่านกระบวนการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ พบว่า การนึ่งฆ่าเชื้อเป็นวิธีการเตรียมผงขมิ้นชันที่ดีที่สุด และมีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาสภาวะอื่นๆ ในการนึ่งฆ่าเชื้อขมิ้นชันที่สามารถทำให้ปลอดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และคงไว้ซึ่งปริมาณสารสำคัญที่มากที่สุดในการเตรียมผงขมิ้นชัน จึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่องนี้ เพื่อให้ได้แนวทางอื่นๆ ในการพัฒนาการผลิตยาขมิ้นชันแคปซูลให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมผงขมิ้นชัน

ใช้ตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันสดอายุ 10 เดือน โดยเก็บตัวอย่างเมื่อเดือนมิถุนายน 2555 จากแหล่งปลูกเดียวกันในจังหวัดพังงา นำตัวอย่างมาล้างน้ำทำความสะอาด ตัดราก และสะเด็ดน้ำให้แห้ง จากนั้นแบ่งตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันเป็น 3

กลุ่ม 7 ชุดการทดลอง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ศึกษาผลของเวลาในการนึ่งฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผงขมิ้นชัน นำตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้เวลาในการนึ่งฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน 3 ชุดการทดลอง คือ 15, 10 และ 5 นาที ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 ศึกษาผลของอุณหภูมิในการนึ่งฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผงขมิ้นชัน นำตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 15 นาที โดยใช้อุณหภูมิในการนึ่งฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน 3 ชุดการทดลอง คือ 115, 110 และ 105 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม คือ ตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันที่ไม่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

จากนั้นนำขมิ้นชันที่ได้ในแต่ละชุดการทดลอง มาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ประมาณ 1-2 มิลลิเมตรด้วยเครื่องตัดหั่นสมุนไพร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดเป็นผงให้ละเอียดด้วยเครื่องบดยาสมุนไพร นำไปร่อนผ่านแร่งเบอร์ 40 เก็บผงขมิ้นชันที่ได้ในภาชนะที่สะอาด เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพของผงขมิ้นชันในการทดลองต่อไป ขั้นตอนการเตรียมผงขมิ้นชันทำในห้องที่สะอาด ใช้หลอดยูวีเพื่อฆ่าเชื้อโรค และใช้เอทานอล 70% เช็ดฆ่าเชื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ก่อนใช้งานทุกครั้ง

2. การตรวจสอบคุณภาพของผงขมิ้นชัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย [4, 5] ทุกทดลองทำ 3 ซ้ำ คำนวณหาค่าเฉลี่ย ดังนี้

2.1 การตรวจหาปริมาณสิ่งแปลกปลอม (Determination of foreign matter)

สุ่มตรวจผงขมิ้นชันแต่ละชุดการทดลองจำนวน 100 กรัม นำมาเกลี่ยในภาชนะแบนราบ ตรวจหาและคัดแยกสิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยายกำลังขยาย 6 เท่า ชั่งน้ำหนักสิ่งแปลกปลอม และคำนวณร้อยละของสิ่งแปลกปลอมในผงขมิ้นชัน

2.2 การตรวจปริมาณความชื้น (Determination of water content)

ใช้วิธี Azeotropic Distillation โดยเติมโทลูอีน 200 มิลลิลิตร และน้ำ 2 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลม นำไปกลั่นด้วย dean-stark apparatus อ่านปริมาตรของน้ำที่ได้ (n) จากนั้นชั่งผงขมิ้นชัน 50 กรัม บรรจุในขวดก้นกลมพร้อม boiling chips 2-3 ชิ้น แล้วนำไปกลั่น เมื่อโทลูอีนเริ่มเดือดให้ปรับอัตราเร็วของการกลั่นเป็น 2 หยดต่อวินาที กลั่นจนน้ำถูกกลั่นเกือบหมด แล้วจึงปรับอัตราเร็วเป็น 4 หยดต่อวินาที เมื่อเกิดการกลั่นสมบูรณ์แล้ว ให้ล้าง condenser ด้วยโทลูอีนกลั่นต่ออีก 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและรอให้น้ำและโทลูอีนแยกชั้นออกจากกัน อ่านปริมาตรของน้ำ (n') แล้วคำนวณร้อยละปริมาณความชื้นในผงขมิ้นชัน

2.3 การตรวจปริมาณน้ำมันหอมระเหย (Determination of volatile oil)

ชั่งผงขมิ้นชัน 10 กรัม บรรจุในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ให้เข้ากัน นำไปกลั่นด้วย clevenger apparatus เติมน้ำลงใน graduate tube จนถึง standard line แล้วเติมไซลีน 2 มิลลิลิตร กลั่นที่อุณหภูมิ 130-150 องศาเซลเซียส ปรับอัตราเร็วในการกลั่น 2-3 มิลลิลิตรต่อนาที เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ปิดเครื่องทำความร้อน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ไขให้น้ำใน graduated tube ไหลออกช้าๆ จนกระทั่งระดับของสารละลายผสมไซลีนและน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ preparation line ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ปรับระดับของของผสมไซลีนและน้ำมันหอมระเหยมาอยู่ที่ระดับศูนย์อ่านปริมาตร นำค่าปริมาตรที่อ่านได้ลบด้วยปริมาตรของไซลีนแล้วคำนวณร้อยละปริมาณน้ำมันหอมระเหยในผงขมิ้นชัน

2.4 การตรวจปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล (Determination of ethanol-soluble extractive)

ชั่งผงขมิ้นชัน 5 กรัม บรรจุใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมเอทานอล 95% 100 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยางให้แน่น เขย่าสม่ำเสมอ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และตั้งทิ้งไว้อีก 18 ชั่วโมง จากนั้นกรองอย่างรวดเร็ว นำสารละลายที่กรองได้จำนวน 20 มิลลิลิตร

ใส่ในชามระเหย (evaporating dish) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไประเหยแห้งบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณร้อยละของปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลในผงขมิ้นชัน

2.5 การตรวจปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ (Determination of water-soluble extractive)
วิธีทำเช่นเดียวกับข้อ 2.4 แต่ใช้น้ำที่อิ่มตัวด้วยคลอโรฟอร์ม (chloroform water) เป็นตัวทำละลาย คำนวณร้อยละของปริมาณสารสกัดด้วยน้ำในผงขมิ้นชัน

2.6 การตรวจปริมาณเคอร์คูมินอยด์ (Determination of curcuminoid content)
เตรียมกราฟมาตรฐานของเคอร์คูมิน โดยชั่งสารมาตรฐานเคอร์คูมิน 2 มิลลิกรัม ละลายด้วยเมทานอลและปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตรเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นดูดสารละลายมาตรฐานเคอร์คูมินด้วยไมโครปิเปตปริมาตร 20, 40, 50, 60 และ 80 ไมโครลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลจนครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงยูวี

เตรียมตัวอย่าง โดยชั่งผงขมิ้นชัน 300 มิลลิกรัม บรรจุในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร เติม tettrahydrofuran จนได้ปริมาตรครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง โดยเขย่าอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายส่วนใส 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลจนครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ดูดสารละลายที่ได้ 1 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลจนครบ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณปริมาณเคอร์คูมินอยด์ โดยการเทียบกับกราฟมาตรฐานของเคอร์คูมิน

2.7. การตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ [5]

เตรียมสารละลายขมิ้นชัน ชั่งผงขมิ้นชัน 10 กรัม ละลายใน Soybean-casein digest broth ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ใช้เป็น stock solution 1:10 จากนั้นทำ serial dilution โดยเจือจางต่อเป็น $1:10^2$ และ $1:10^3$ ตามลำดับ

2.7.1. การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total aerobic microbial count) ด้วยวิธี Pour plate ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่จานเพาะเชื้อ เททับด้วย Plate count agar (PDA) จานละ 10 -15 มิลลิลิตร หมุนจานเพาะเชื้อเบา ๆ เพื่อผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แข็งประมาณ 15 นาที บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มี 30-300 โคโลนี และรายงานผลเป็น CFU/g

2.7.2. การตรวจหายีสต์และรา (Total combined yeasts and moulds count) ด้วยวิธี Pour plate ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่จานเพาะเชื้อ เททับด้วย Sabouraud dextrose agar (SDA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5-7 วัน ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มี 30-300 โคโลนี และรายงานผลเป็น CFU/g

2.7.3. การตรวจหา Bile-tolerant Gram-negative bacteria ด้วยวิธี Pour plate ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่จานเพาะเชื้อ เททับด้วย MacConkey agar (MCA) บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มี 30-300 โคโลนี และรายงานผลเป็น CFU/g

2.7.4. การตรวจหาแบคทีเรียกลุ่ม *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติม Tryptic soy both (TSB) ให้ครบ 100 มิลลิลิตร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นถ่ายเชื้อจาก TSB ไปเพาะใน MCA บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตดูโคโลนีที่เจริญบนอาหาร ถ้ามีโคโลนีสีชมพู ใช้ loop เขี่ยเชื้อ 3–5 โคโลนี นำไปสตรีค (streak) บนอาหาร Eosine methylene blue (EMB) หากมีโคโลนีสี green metallic sheen แสดงว่ามีเชื้อ

Escherichia coli ถ่ายเชื้อจาก TSB ไปเพาะใน Cetrimide agar บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตดูโคโลนีที่เจริญบนอาหาร หากมีลักษณะสีเหลืองเขียวถึงน้ำเงิน แสดงว่ามีเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ถ่ายเชื้อจาก TSB ไปเพาะใน Bismuth sulfite agar และ Salmonella-Shigella agar (ss agar) บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตดูโคโลนีที่เจริญบนอาหาร หากมีลักษณะสีดำ metallic sheen แสดงว่า มีเชื้อ *Salmonella* spp. ถ่ายเชื้อจาก TSB ไปเพาะใน Mannitol-salt agar (MSA) บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตดูโคโลนีที่เจริญ หากมีลักษณะสีเหลือง ใช้ loop เขี่ยเชื้อ 3–5 โคโลนี ลง Coagulase test หากมีลักษณะเป็นลิ่ม แสดงว่ามีเชื้อ *Staphylococcus aureus*

2.7.5. การตรวจหา *Clostridium* spp. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมลงใน Cooked meat medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อไปเพาะใน Tryptose sulfite cycloserin agar บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน เป็นเวลา 2-3 วัน สังเกตดูโคโลนีที่เจริญบนอาหาร หากมีลักษณะสีดำอยู่ตรงกลางโคโลนี แสดงว่ามีเชื้อ *Clostridium* spp.

2.8. คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมผงขมิ้นชัน จากนั้นวิเคราะห์ spot ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ด้วยวิธีโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (TLC) และวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโตกราฟีแมสสเปกโทรเมตรี (GC-MS) เพื่อยืนยันคุณภาพของผงขมิ้นชันที่เตรียมจากสภาวะดังกล่าว

2.8.1. วิเคราะห์ spot ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ด้วยวิธี TLC เตรียมสารละลายมาตรฐานของ เคอร์คูมิน โดยชั่งสารมาตรฐานเคอร์คูมิน 1 มิลลิกรัม ละลายด้วยเมทานอลปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเตรียมตัวอย่าง โดยชั่งผงขมิ้นชัน 0.1 กรัม บรรจุใน flask ขนาด 10 มิลลิลิตร สกัดด้วยเมทานอล (1 มิลลิลิตร) ที่อุณหภูมิห้อง เขย่าสม่ำเสมอเป็นเวลา 30 นาที และกรอง จากนั้น spot สารละลายที่กรองได้ และสารละลายมาตรฐานของเคอร์คูมินบนแผ่น TLC ($Si\text{-}60GF_{254}$) ใช้คลอโรฟอร์ม: เบนซีน: เอทานอล (47.5: 47.5: 5) เป็นระบบนำพาสาร โดยให้เคลื่อนที่ประมาณ 6.8 เซนติเมตร และตรวจสอบการแยกของ spot ภายใต้แสง UV (254 nm)

2.8.2.วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันด้วยเทคนิค GC-MS (Trace GC Ultra/ISQMS, Thermo Scientific Inc., USA) สภาวะ GC ที่ใช้ทดสอบ ประกอบด้วย คอลัมน์ชนิด TR-5MS (30 m x 0.25 µm x. 0.25 mm) โหมดการฉีดแบบ split มี split ratio 250:1 ปริมาตรที่ฉีด 1 ไมโครลิตร ก๊าซตัวพา คือ ฮีเลียม อัตราการไหล 1.0 มิลลิเมตร/นาที อุณหภูมิของส่วนฉีดสาร 220 องศาเซลเซียส โปรแกรมอุณหภูมิเริ่มต้น 40 องศาเซลเซียส คงไว้ 5 นาที เพิ่มอุณหภูมิในอัตรา 4 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนเป็น 280 องศาเซลเซียส คงไว้ 20 นาที สภาวะของแมสสเปกโทรเมตรี mass ionization เป็น electron impact 70 eV อุณหภูมิ ion source 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ transfer line 250 องศาเซลเซียส ช่วงมวลในการวิเคราะห์ 35-500 am

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของผงขมิ้นชันทั้ง 7 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่า การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที และ อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เพราะไม่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ต่าง ๆ ตามข้อกำหนดในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย ส่วนอีก 5 ชุดการทดลองไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากตรวจพบเชื้อ S. aureus แม้ว่าที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 15 นาที อุณหภูมิ 105 องศา เซลเซียส 15 นาที และกลุ่มควบคุมจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งปริมาณยีสต์และเชื้อราต่ำกว่าเกณฑ์ มาตรฐานก็ตาม

ดังนั้นการหาสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งฆ่าเชื้อขมิ้นชัน จึงจำเป็นต้องพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณสารสำคัญของผงขมิ้นชันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที และอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที กับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 1 การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในผงขมิ้นชันที่เตรียมโดยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อเหง้าขมิ้นชันที่สภาวะต่าง ๆ

การวิเคราะห์	ข้อกำหนดตาม THP Vol.3,2009 [5]	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2			กลุ่มที่ 3
		121°C 15 นาที	121°C 10 นาที	121°C 5 นาที	115°C 15 นาที	110°C 15น าที	105°C 15นาที	control
Bile-tolerant gram-negative bacteria	≤ 10^3 CFU /g or ml	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total aerobic microbial count	≤ 2×10^5 CFU /g or ml	ND	ND	ND	ND	2.50×10^2	4.50×10^3	5.0×10^2
Total combined yeasts and moulds	≤ 2×10^4 CFU /g or ml	ND	ND	ND	ND	1.42×10^3	1.35×10^3	1.1×10^2
Clostridium spp.	ND in 1 g or ml	ND	ND	ND	ND	ND	D	D
Escherichia coli	ND in 1 g or ml	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pseudomonas aeruginosa	ND in 1 g or ml	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Salmonella spp.	ND in 10 g or ml	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Staphylococcus aureus	ND in 1 g or ml	ND	D	D	ND	D	D	D

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected) D = ตรวจพบ (Detected)

การตรวจหาปริมาณสิ่งแปลกปลอมของผงขมิ้นชันทั้ง 7 ชุดการทดลอง ไม่พบปริมาณสิ่งแปลกปลอมและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดให้มีปริมาณสิ่งแปลกปลอมต้องไม่เกิน 2.0% โดยน้ำหนัก) เนื่องจากมีการล้างทำความสะอาดขมิ้นชัน คัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก และเตรียมผงขมิ้นชันในห้องที่สะอาด ติดหลอดยูวีเพื่อฆ่าเชื้อโรค ใช้เอทานอล 70% เช็ดฆ่าเชื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ก่อนใช้งานทุกครั้ง

ตารางที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของผงขมิ้นชันที่เตรียมโดยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อเหง้าขมิ้นชันด้วยวิธีต่าง ๆ

รายการ	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2			กลุ่มที่ 3
	121°C 15 นาที	121°C 10 นาที	121°C 5 นาที	115°C 15 นาที	110°C 15 นาที	105°C 15 นาที	control
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม [1]	0	0	0	0	0	0	0
ปริมาณความชื้น[2]	7.57 ± 0.75^{ab}	7.53 ± 0.50^{ab}	7.05 ± 0.67^{a}	8.93 ± 0.31^{c}	8.77 ± 0.74^{c}	8.33 ± 0.25^{bc}	6.73 ± 0.29^{a}
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย[3]	6.67 ± 0.29^{a}	7.00 ± 0.20^{a}	6.86 ± 0.12^{a}	7.06 ± 0.31^{ab}	7.13 ± 0.31^{ab}	7.50 ± 0.30^{bc}	7.86 ± 0.23^{c}
ปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล[4]	14.52 ± 0.54^{a}	16.21 ± 0.61^{b}	16.63 ± 0.24^{b}	18.13 ± 0.22^{c}	20.58 ± 0.18^{d}	17.80 ± 0.41^{c}	16.71 ± 0.23^{b}
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ[5]	15.56 ± 0.24^{c}	14.30 ± 0.16^{b}	14.12 ± 0.04^{b}	14.46 ± 0.11^{b}	12.64 ± 0.12^{a}	12.87 ± 0.93^{a}	12.94 ± 0.27^{a}
ปริมาณเคอร์คูมินอยด์[6]	13.87 ± 0.65^{cd}	14.31 ± 0.37^{d}	10.64 ± 0.65^{a}	11.72 ± 0.75^{ab}	12.15 ± 0.99^{b}	10.86 ± 0.37^{a}	12.80 ± 0.37^{bc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรเหมือนกัน (a-d) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)
เกณฑ์มาตรฐาน [1] =ไม่เกิน 2% w/w [2] =ไม่เกิน 10% v/w [3] =ไม่น้อยกว่า 6% v/w [4] =ไม่น้อยกว่า 10% w/w
[5] =ไม่น้อยกว่า 9% w/w [6] =ไม่น้อยกว่า 5% w/w

การตรวจหาปริมาณความชื้นในผงขมิ้นชันที่เตรียมด้วยวิธีต่าง ๆ (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 7 ชุดการทดลองมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 6.73-8.93 % v/w ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดให้มีปริมาณความชื้นต้องไม่เกิน 10.0%โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) แสดงให้เห็นว่าการอบขมิ้นชันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ไม่ทำให้ปริมาณความชื้นของผงขมิ้นชันเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยพบว่าทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม แต่กลุ่มที่ 2 มีปริมาณความชื้นสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) เนื่องจากการผลิตและเก็บตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มควบคุมเป็นช่วงเวลากลางวันเหมือนกัน สอดคล้องกับการรายงานของ Singh [6] พบว่าการใช้อุณหภูมิที่ 50-60 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่แห้งเป็นอุณหภูมิและสภาวะที่ดีที่สุดต่อคุณภาพของผงขมิ้นชัน แต่การผลิตและเก็บตัวอย่างของกลุ่มที่ 2 เป็นช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากความชื้นขึ้นอยู่กับไอน้ำในอากาศและความจุไอน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้ความชื้นเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิลดลงทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น [7] ซึ่งช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิลดลงกว่าตอนกลางวัน อากาศมีความชื้นสูง น้ำจะระเหยได้น้อยลง [8] ส่งผลให้กลุ่มที่ 2 มีปริมาณความชื้นที่สูงกว่า แต่ยังผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

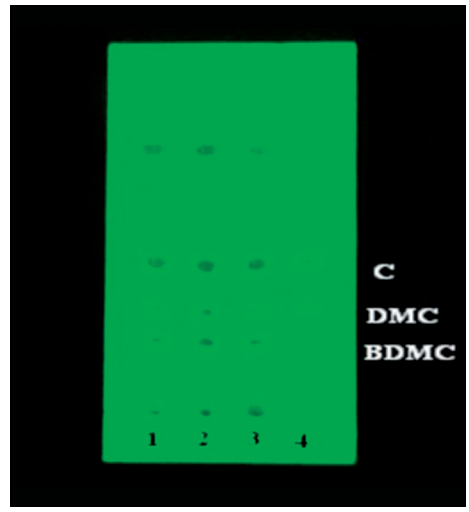
การตรวจหาปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 7 ชุดการทดลองมีปริมาณน้ำหอมระเหยอยู่ในช่วง 6.67-7.86% v/w ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดให้มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยต้องไม่น้อยกว่า 6.0%โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) ภาพรวมพบว่า ผงขมิ้นชันในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีปริมาณน้ำหอมระเหยน้อยกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ หากพิจารณาปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที และอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที พบว่า เกินเกณฑ์มาตรฐานเพียง 0.67 และ 1.06 % v/w ตามลำดับ แม้ว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเกินเกณฑ์มาตรฐานมากกว่า แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้อุณหภูมิสูงในการนึ่งฆ่าเชื้อจะทำให้มีการสูญเสียปริมาณน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chusri *et al.* [3] พบว่าการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดย Chusri *et al.* ศึกษาเฉพาะหัวแม่ขมิ้นชันซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่ใช้ทั้งหัวแม่และแง่งขมิ้นชันปนกัน [10]

การตรวจปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 7 ชุดการทดลองมีปริมาณสารสกัดอยู่ในช่วง 14.52-20.58 % w/w ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดให้มีปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลต้องไม่น้อยกว่า 10.0% โดยน้ำหนัก) เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) โดยที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มควบคุม และอุณหภูมิ 121องศาเซลเซียส 15 นาที ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างจากงานวิจัยของ Chusri *et al*. [3] ที่พบว่าอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลมากที่สุด สันนิษฐานว่าการใช้ความร้อนที่เหมาะสมในช่วงอุณหภูมิ 115-121 องศาเซลเซียส อาจทำให้สารบางชนิดในขมิ้นชันสามารถละลายในเอทานอลได้มากขึ้น

การตรวจปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 7 ชุดการทดลองมีปริมาณสารสกัดอยู่ในช่วง 12.94-15.56 % w/w ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดให้มีปริมาณสารสกัดด้วยน้ำต้องไม่น้อยกว่า 9.0% โดยน้ำหนัก) เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่า กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) โดยที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณสารสกัดด้วยน้ำมากที่สุด รองลงมา คือ ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ การใช้อุณหภูมิมากกว่า 60 องศาเซลเซียส ทำให้แป้งเกิด gelatinized ดังนั้นการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ 121 องศาเซลเซียส จะทำให้แป้งที่เป็นส่วนประกอบในเหง้าขมิ้นชันเกิด gelatinized ทำให้โครงสร้างของแป้งเปลี่ยนแปลงไป [9] เมื่อตรวจหาปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ อาจทำให้โครงสร้างดังกล่าวละลายออกมาในน้ำได้มาก

การตรวจหาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader (ตารางที่ 2) พบว่า มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์อยู่ในช่วง 10.64-14.31 % w/w ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดให้มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ต้องไม่น้อยกว่า 5.0% โดยน้ำหนัก เมื่อคำนวณเป็นเคอร์คูมิน) เมื่อทำการวิเคราะห์ พบว่า กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) โดยที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์มากกว่าที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) ขณะที่ทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าว (อุณหภูมิ 121 และ115 องศาเซลเซียส 15 นาที) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Chusri *et al*. [3] ที่ใช้เฉพาะหัวแม่ขมิ้นชันพบว่ามีปริมาณเคอร์คูมินอยด์มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Subhadhirasakul [10] ได้รายงานว่าปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในผงขมิ้นชันที่มาจากส่วนของหัวแม่มีปริมาณมากกว่าผงขมิ้นชันที่มาจากส่วนของแง่ง ดังนั้นหากพิจารณาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ซึ่งมีปริมาณ เคอร์คูมินอยด์มากที่สุด ดังนั้นอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งฆ่าเชื้อขมิ้นชัน เพื่อให้การเตรียมผงขมิ้นชันมีคุณภาพเป็นไปตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย

จากการศึกษาข้างต้น พบว่า การเตรียมผงขมิ้นชันโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด และรองลงมา คือ การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที ดังนั้นจึงวิเคราะห์ spot ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ด้วยวิธี TLC และวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันด้วยเทคนิค GC-MS ของทั้ง 2 ชุดการทดลอง โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เพื่อยืนยันคุณภาพของผงขมิ้นชันที่เตรียมจากสภาวะดังกล่าว



ภาพที่ 1 TLC chromatogram ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ในสารสกัดขมิ้นชันที่เตรียมจากสภาวะต่าง ๆ (1-3) และสารมาตรฐานเคอร์คูมิน (4) สารดูดซับ (stationary phase): Si-60GF_{254} ระบบนำพาสาร (solvent system): $CHCl_3$: C_6H_6: MeOH (47.5: 47.5: 5) ตรวจสอบภายใต้แสง UV 254

1 = สารสกัดจากขมิ้นชันนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

2 = สารสกัดจากขมิ้นชันนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที

3 = กลุ่มควบคุม C = Curcumin DMC = Demethoxycurcumin และ BDMC = Bisdemethoxycurcumin

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ spot ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ด้วยวิธี TLC

ระบบนำพาสาร	อัตราส่วน	ค่า R_f		
		C	DMC	BDMC
คลอโรฟอร์ม: เบนซีน: เมทานอล	47.5: 47.5: 5.	0.43	0.29	0.20
คลอโรฟอร์ม: เบนซีน: เอทานอล [11]	45: 45: 10	0.40	0.35	0.25

ตารางที่ 4 องค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)				
	121°C 15 นาที	115°C 15 นาที	control	Asghari *et al.*[11]	Leela *et al.*[12]
ρ-Cymene	0.37	0.91	1.14	0.40	3.00
1,8-Cineole	0.54	0.23	1.36	0.40	2.40
ar-Curcumene	1.90	2.08	2.18	0.80	6.30
Zingiberene	1.98	2.16	1.82	1.50	tr
β-Sesquiphellandrene	3.30	3.48	3.24	1.30	2.60
β-Turmerone	28.34	28.64	32.49	-	10.60
ar-Tumerone	30.64	29.48	25.79	68.90	31.10
α-Tumerone	19.26	18.29	18.47	20.90	10.00

หมายเหตุ - = ไม่รายงาน tr = ตรวจพบน้อยมาก

การวิเคราะห์ spot ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ด้วยวิธี TLC ในสารสกัดขมิ้นชัน (ภาพที่ 1) พบว่า การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 และ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที มี spot ของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ 3 ชนิด คือ Curcumin (C), Demethoxycurcumin (DMC) และ Bisdemethoxycurcumin (BDMC) ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม เมื่อคำนวณค่า Rf พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Asghari [11] (ตารางที่ 3) การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันด้วยเทคนิค GC-MS (ตารางที่ 4) พบว่า ภาพรวมทั้ง 3 ชุดการทดลองมีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยเหมือนกัน ได้แก่ ρ-Cymene, 1,8- Cineole, ar-Curcumene, Zingiberene, β -Sesquiphellandrene, β -Turmerone, ar-Tumerone และ α-Tumerone โดยองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันทั้ง 3 ชุดการทดลองเป็นสารกลุ่ม sesquiterpenes 3 ชนิด คือ ar-Tumerone, β-Turmerone, และ α-Tumerone ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า [11-13] ดังนั้นคุณภาพของผงขมิ้นชันที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 และ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที จึงไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

Thaksin.J., Vol.17 (1) January-June 2014

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที และที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนดในตารางมาตรฐานยาสมุนไพรไทย (ตารางที่ 1) และเมื่อพิจารณาปริมาณสารสำคัญ (ตารางที่ 2) พบว่าการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์มากที่สุด โดยมีปริมาณมากกว่าเมื่อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และพบว่าทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเกินเกณฑ์มาตรฐานเพียง 0.67 และ 1.06 % v/w ตามลำดับ ดังนั้นการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งฆ่าเชื้อขมิ้นชัน แต่การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส 15 นาที อาจเป็นอีกวิธีที่สามารถใช้เตรียมผงขมิ้นชันที่มีคุณภาพได้เช่นกัน จึงควรทำการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ รวมทั้งความคงตัวของปริมาณสารสำคัญในผงขมิ้นชันระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มเติม และในอนาคตควรมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งฆ่าเชื้อสมุนไพรอื่น ๆ ที่ใช้เหง้าเป็นยา เช่น ไพล กระทือ ขิง เป็นต้น เพื่อให้การเตรียมผงสมุนไพรดังกล่าวให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนวิจัย คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา. (2549). **บัญชียาจากสมุนไพร พ.ศ. 2549 ตามประกาศคณะกรรมการแห่งชาติด้านยา(ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2549 เรื่องบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2547** (ฉบับที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

[2] ธิดารัตน์ บุญรอด, อภิรักษ์ ศักดิ์เพ็ชร และ ภูริทัต รัตนศิริ. (2551). คุณภาพของวัตถุดิบและยาขมิ้นชันและฟ้าทะลายโจรที่ใช้ในภูมิภาค. **วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 6** (1), 32-41.

[3] Chusri, C., Subhadhirasakul, S., Tahyoh, N., Billateh, C., Chaowuttikul, C., Chorachoo, J. and Voravuthi kunchai, S.P. (2012). Effect of Different Decontamination Methods on Microbiological Aspects, Bioactive Constituents and Antibacterial Activity of Turmeric (Curcuma longa Linn.) Powder. **European Journal of Medicinal Plants,** 2 (4), 276-289.

[4]. Thai Herbal Pharmacopoeia. (1998). T**hai Herbal Pharmacopoeia; Khamin Chan.** Thai Pharmacopoeia Section, Bureau of Drug and Narcotic, Department of Medical Sciences, Prachachon Co Ltd., Ministry Of Public Health, Bangkok, Thailand.

[5] Thai Herbal Pharmacopoeia. (2009). **Thai Herbal Pharmacopoeia; Microbial Limit Tests.** Thai Pharmacopoeia Section, Bureau of Drug and Narcotic, Department of Medical Sciences, Prachachon Co Ltd., Ministry of Public Health, Bangkok, Thailand.

[6] Singh, G., Arora, S., and Kumar, S. (2009). Effect of Mechanical Drying Air Conditions on Quality of Turmeric Powder. **J Food Sci Technol,** 3 (47), 347–350.

[7] Lutgens, F.R. and Tarbuck, E.J. (1979). The Atmosphere : an Introduction to Meteorology. New Jersey : 70.

[8] สวนิต โกมลจินดา. (2003). **การศึกษาอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และปริมาณน้ำฝน ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย สำหรับการประยุกต์เพื่อการศึกษาภูมิอากาศในอดีต** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยมหิดล).

[9] Liu, H., Yu, Long., Dean, K., Simon, G., Petinakis, E. and Chen, L. (2009). Starch Gelatinization under Pressure Studied by High Pressure DSC. **Journal Devoted to Scientific and Technological Aspects of Industrially Relevant Polysaccharides,** 3 (75), 395-400.

[10] Subhadhirasakul, S., Wangvarodom, S. and Ovatlarnporn, C. (2007). The Content of Active Constituents of Stored Sliced and Powdered Preparations of Turmeric Rhizomes and Zedoary (Bulb and Finger) Rhizomes.**Songklanakarin J. Sci. Technol, 29**, 1527-1536.

[11] Asghari, G., Mostajeran, A. and Shebli, M. (2009). Curcuminoid and Essential Oil Components of Turmeric at Different Stages of Growth Cultivated in Iran. **Research in Pharmaceutical Sciences, 4** (1), 55-61.

[12] Leela, N.K., Tava, A., Shafi, P.M., John, S.P. and Chempakam, B. (2002). Chemical Composition of Essential Oils of Turmeric (Curcuma longa L.). **Acta Pharm., 52,** 137-141.

[13] Manzan, A.C.C.M., Toniolo, F.S., Bredow, E. and Povh, N.P. (2003). Extraction of Essential Oil and Pigments from Curcuma longa [L.] by Steam Distillation and Extraction with Volatile Solvents. **J. Agric. Food Chem., 51,** 6802-6807.