มาตรฐานสมุนไพรไทย
Standard of Thai Herbal Medicine
เล่มที่ 2

ขมิ้นชัน

Curcuma longa L.

สถาบันวิจัยสมุนไพร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
ISBN 974-7549-26-3

มาตรฐานสมุนไพรไทย

Standard of Thai Herbal Medicine

ขมิ้นชัน

Curcuma longa L.

สถาบันวิจัยสมุนไพร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข
พ.ศ. 2544
ISBN 974-7549-26-3

มาตรฐานสมุนไพรไทย

มาตรฐานสมุนไพรไทย ขมิ้นชัน

Standard of Thai Herbal Medicine : *Curcuma longa* L.

ที่ปรึกษา	ศ. ดร. ภักดี โพธิสิริ	อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
	นพ. สถาพร วงษ์เจริญ	รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
	ภก. อัมพร คุณเอนก	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยสมุนไพร
	ภญ. สุภัทรา อิ่มเอิบ	ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยของอาหาร
	ภญ. ทวีผล เดชาติวงศ์ ณ อยุธยา	ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานและคุณภาพของสมุนไพร
	ภญ. มาลี บรรจบ	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและพัฒนาการผลิตยาจากสมุนไพร
คณะผู้นิพนธ์	ปราณี ชวลิตธำรง	อัญชลี จูฑะพุทธิ
	จารีย์ บันสิทธิ์	กัลยา อนุลักขณาปกรณ์
	ประนอม เดชวิศิษฏ์สกุล	ทรงพล ชีวะพัฒน์
	เย็นจิตร เตชะดำรงสิน	สุธิดา ไชยราช
Advisor	Professor Pakdee Pothisiri, Ph.D.	Director-General, Department of Medical Sciences
	Sathaporn Wongjaroen, M.D.	Deputy Director-General
	Amporn Kun-Anake	Director, Medicinal Plant Research Institute
	Supatra Im-Erb	Expert on Food Safety
	Thaweephol Dechatiwongse Na Ayudhya	Expert on Standardization and Quality Control of Herbal Medicine
	Malee Bunjob	Expert on Production of Herbal Products
Authors	Pranee Chavalittumrong	Anchalee Chuthaputti
	Jaree Bansiddhi	Kalaya Anulukanapakorn
	Pranom Dechwisissakul	Songpol Chevapat
	Yenchit Techadamrongsin	Suthida Chairaj

เจ้าของลิขสิทธิ์ สถาบันวิจัยสมุนไพร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข
โทร. 0-2589-9866

Copyright Medicinal Plant Research Institute
Department of Medical Sciences
Ministry of Public Health
Tel. 0-2589-9866

ISBN 974-7549-26-3

พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน 2544 จำนวน 11,000 เล่ม

First edition September 2001

ถ่ายภาพ กาญจนี หวังถิรอำนวย
วิเชียร วงศ์ศุภลักษณ์

Photographer Kanjanee Wangtiraumnauy
Wichien Wongsupalak

ออกแบบ สำนักพิมพ์บ้านสวนศิลป์

Printing Design Bansuansil

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ ร.ส.พ., กรุงเทพฯ

Printing by E.T.O. Press, Bangkok

คำนำ

สืบเนื่องจากการที่รัฐบาลและกระทรวงสาธารณสุขมีนโยบายส่งเสริมการนำสมุนไพรซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ภายในประเทศมาใช้ในการสาธารณสุขมูลฐาน รวมทั้งแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพต่าง ๆ ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น (value-added) ทั้งในรูปของอาหาร เครื่องดื่ม ยา และเครื่องสำอาง เพื่อสุขภาพของคนไทยและเพื่อการส่งออก รวมทั้งเป็นการช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจของประเทศอีกทางหนึ่งนั้น

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ในฐานะหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการวิจัยและพัฒนาและการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสาธารณสุข จึงได้เร่งรัดศึกษาวิจัยสมุนไพรในด้านต่าง ๆ อย่างครบวงจร เพื่อสนับสนุนการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง ได้มาตรฐาน และปลอดภัย งานวิจัยและพัฒนาสมุนไพรด้านหนึ่งที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ให้ความสำคัญอย่างมากคือ การจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานสมุนไพรของประเทศเพื่อใช้เป็นหลักในการควบคุมคุณภาพของสมุนไพร เพื่อช่วยยกระดับคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรที่ใช้กันอยู่เป็นประจำ รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่จะศึกษาประสิทธิผลและความปลอดภัยเพื่อพัฒนายาใหม่จากสมุนไพร ซึ่งนอกจากจะเป็นการส่งเสริมการคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศแล้ว ยังจะทำให้วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สุขภาพจากสมุนไพรของประเทศไทยได้มาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับของต่างประเทศด้วย

"ขมิ้นชัน" เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในทุกภาคของประเทศ และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพต่าง ๆ มากมาย ทั้งในรูปของยา ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และเครื่องสำอาง มีรายงานการวิจัยว่าขมิ้นชันมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายอย่าง เช่น ฤทธิ์ในการช่วยรักษาอาการอาหารไม่ย่อย ลดการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ลดการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น ทำให้สมุนไพรนี้ได้รับความสนใจจากชาวไทยและชาวต่างประเทศที่นิยมใช้สมุนไพรในการบำรุงรักษาสุขภาพอย่างมาก ด้วยเหตุที่ขมิ้นชันเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพทั้งเพื่อใช้ในประเทศและเพื่อการส่งออก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จึงได้จัดทำข้อกำหนดมาตรฐานของขมิ้นชันขึ้น

หนังสือ **"มาตรฐานสมุนไพรไทย ขมิ้นชัน"** เล่มนี้เป็นเล่มที่ 2 ในหนังสือชุด **"มาตรฐานสมุนไพรไทย"** ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จัดทำขึ้น ต่อจากหนังสือเล่มที่ 1 "มาตรฐานสมุนไพรไทย ฟ้าทะลายโจร" ซึ่งได้จัดทำขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2542 เนื้อหาของหนังสือนี้ประกอบด้วยส่วนของความรู้ทั่วไปและความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานและการควบคุมคุณภาพของสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อบุคลากรสาธารณสุข ผู้ประกอบการด้านสมุนไพร และผู้สนใจทั่วไป ในการพัฒนาคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จากขมิ้นชันของประเทศต่อไป

(ศาสตราจารย์ ดร. ภักดี โพธิศิริ)
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กันยายน 2544

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพสมุนไพร	5
● ความรู้เกี่ยวกับพืช	8
● ข้อกำหนดคุณภาพ	14
มาตรฐานสมุนไพรขมิ้นชัน	21
● ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขมิ้นชัน	23
ชื่อ	23
ลักษณะพืช	25
แหล่งกระจายพันธุ์และถิ่นที่อยู่	26
ส่วนที่ใช้เป็นยา	28
องค์ประกอบทางเคมี	28
การเตรียมวัตถุดิบ	29
การเพาะปลูก	29
การเก็บเกี่ยว	38
กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว	39
การบรรจุและการเก็บรักษา	40
● ข้อกำหนดคุณภาพสมุนไพรขมิ้นชัน	42
บทนิยาม	42
ลักษณะทั่วไปของสมุนไพร	42
เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท	42

เอกลักษณ์ทางเคมี 46
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม 50
ปริมาณความชื้น 50
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 51
ปริมาณเถ้ารวม 51
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด 52
ปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล 52
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ 53
ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ 53
การปนเปื้อนของสมุนไพร 55
การปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ 55
การปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง 56
การปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก 57
การปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี 58
- ข้อบ่งใช้ 58
- ความเป็นพิษ 58
- ข้อห้ามใช้ 59
- ข้อควรระวัง 59
- ขนาดที่ใช้ 59

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขมิ้นชันแห้ง 61
เอกสารอ้างอิง 73

บทนำ

ขมิ้นชัน เป็นสมุนไพรที่มีประวัติการใช้มาอย่างยาวนานจนถึงปัจจุบัน มีสรรพคุณเป็นที่ยอมรับจนเป็นสมุนไพรที่อยู่ในตำรายาของหลายประเทศในทวีปเอเชีย ทั้งเอเชียใต้ เช่น อินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเอเชียตะวันออก เช่น จีน ญี่ปุ่น เกาหลี รวมทั้งในยุโรป เช่น เยอรมัน[1] ขมิ้นชันใช้ประโยชน์ได้ทั้งเป็นอาหารในลักษณะของเครื่องเทศ ยา และเครื่องสำอาง แม้ว่าสรรพคุณทางยาของเหง้าขมิ้นชันอาจแตกต่างกันไปบ้างในแต่ละประเทศ แต่สรรพคุณอย่างหนึ่งที่คล้ายคลึงกันในเกือบทุกประเทศคือ ช่วยบรรเทาอาการอาหารไม่ย่อย[1] ซึ่งสรรพคุณนี้ได้ผ่านการศึกษาวิจัยเพื่อยืนยันประสิทธิผลโดยการทดลองทางคลินิกแล้วโดยคณะนักวิจัยของไทย[2] และจากรายงานผลการทดลองดังกล่าวองค์การอนามัยโลกจึงได้รับรองสรรพคุณในการช่วยบรรเทาอาการอาหารไม่ย่อยของขมิ้นชันในเอกสาร WHO monographs on selected medicinal plants-Volume I ปี ค.ศ. 1999[1] และคณะทำงานคัดเลือกรายการยาจากสมุนไพรบรรจุในบัญชียาหลักแห่งชาติ ในคณะอนุกรรมการพัฒนาบัญชียาหลักแห่งชาติ คณะกรรมการแห่งชาติด้านยาก็ได้คัดเลือกขมิ้นชันเข้าในบัญชียาหลักแห่งชาติเพื่อรักษาอาการแน่น จุกเสียดเนื่องจากอาหารไม่ย่อยเช่นกัน[3]

จากรายงานการศึกษาวิจัยทั้งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลองทั้งในและต่างประเทศ ผงขมิ้นชัน สารสีเหลืองที่เรียกว่าสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) หรือน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชัน (volatile oil) มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจหลายประการ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อราและแบคทีเรีย[4-8] ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด[9-10] ลดไขมันในเลือด[11-16] ขับน้ำดี[17-20] สมานแผล[21-22] ยับยั้งการเกิดพิษต่อตับ[23-25] ต้านอนุมูลอิสระ[26-33] ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารและรักษาอาการอาหารไม่ย่อย[34-44] ต้านการอักเสบทั้งชนิดเฉียบพลันและชนิดเรื้อรัง[32,45-53] ต้านการก่อกลายพันธุ์[54-56] ต้านมะเร็ง[57-68] ไล่และฆ่ายุง[69-70] เป็นต้น แต่เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลการทดลองทางคลินิกที่ดีในผู้ป่วยเพื่อยืนยันประสิทธิผลและขนาดใช้ที่เหมาะสมมาสนับสนุน จึงยังไม่มีการรับรองสรรพคุณเหล่านั้นในเชิงวิทยาศาสตร์

ในเหง้าขมิ้นชันมีสารสำคัญ 2 กลุ่ม ที่บ่งชี้คุณภาพของขมิ้นชัน ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย และสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์[1] รายงานการศึกษาในต่างประเทศระบุว่า ผงขมิ้นชันมีปริมาณน้ำมันหอมระเหย 3-7.2% และมีเคอร์คูมินอยด์ 3-5%[71] องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดให้ผงขมิ้นชันที่จะนำมาใช้เป็นยาต้องมีสารทั้งสองกลุ่มไม่ต่ำกว่า 4% และ 3% ตามลำดับ[1] จากรายงานการวิจัยเพื่อหาปริมาณน้ำมันหอมระเหยและเคอร์คูมินอยด์ของผงขมิ้นชันที่ผลิตในแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย พบว่าขมิ้นชันของไทยส่วนมากมีคุณภาพดีเพราะมีสารทั้งสองกลุ่มในปริมาณสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตำรามาตรฐานสมุนไพรขององค์การอนามัยโลก[72-74] ด้วยเหตุนี้ ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยจึงระบุให้ผงขมิ้นชันที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการ

ผลิตยา ต้องมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่ต่ำกว่า 6% และมีเคอร์คูมินอยด์ไม่ต่ำกว่า 5%[75] ดังนั้น แม้ว่าปัจจุบันอินเดียจะเป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกขมิ้นชันรายใหญ่ที่สุดในโลก[1] แต่จากการที่ขมิ้นชันส่วนมากในประเทศไทยมีคุณภาพทางเคมีที่เหนือกว่า หากเกษตรกรไทยสามารถผลิตวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี กล่าวคือ มีสารสำคัญในปริมาณสูง มีความชื้น สิ่งแปลกปลอม ปริมาณจุลินทรีย์ สารกำจัดศัตรูพืช หรือโลหะหนักปนเปื้อนไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดขมิ้นชันของประเทศไทยก็น่าจะมีโอกาสแข่งขันในตลาดโลกได้ด้วยราคาที่ใกล้เคียงกัน

เนื่องจากประสิทธิผลของยาจากสมุนไพรมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพรและกระบวนการผลิต ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของยาจึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะยาจากสมุนไพรซึ่งมักมีปัญหาเรื่องความไม่สม่ำเสมอของปริมาณสารสำคัญในวัตถุดิบที่นำมาเตรียมยา การจะได้ยาจากสมุนไพรที่มีคุณภาพดีนั้น ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์จากผู้เกี่ยวข้องหลายด้าน นับตั้งแต่เกษตรกรผู้เพาะปลูกสมุนไพรต้องทราบชนิดและพันธุ์ที่ถูกต้อง มีการดูแลเอาใจใส่ที่ดี ทราบส่วนของสมุนไพรที่ใช้เป็นยา อายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว รวมทั้งต้องทราบกรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว คือ การนำมาล้าง หั่น การตาก หรืออบให้แห้ง และวิธีการเก็บรักษาสมุนไพรที่ถูกต้อง หลังจากการทำงานตามขั้นตอนเหล่านี้อย่างถูกต้องแล้ว เมื่อจะนำไปเตรียมยาก็ยังจะต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ ในทางการแพทย์แผนโบราณ มักจะตรวจคุณภาพโดยการดูลักษณะภายนอก ดมกลิ่น ชิมรส หรือโดยวิธีการอื่น ๆ ตามประสบการณ์ของภูมิปัญญาพื้นบ้าน ส่วนการควบคุมคุณภาพของสมุนไพรในทางวิทยาศาสตร์จะทำโดยการตรวจวิเคราะห์ตาม "ข้อกำหนดมาตรฐานสมุนไพร" ที่จัดทำขึ้น

หนังสือ **"มาตรฐานสมุนไพรไทย ขมิ้นชัน"** ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จัดทำขึ้นนี้ มีเนื้อหาที่สำคัญ 3 ส่วน คือส่วนของ **"ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพสมุนไพร"**เพื่อให้ผู้อ่านที่ไม่คุ้นเคยกับงานด้านการควบคุมคุณภาพสมุนไพรได้ทราบว่าการกำหนดคุณภาพมาตรฐานสมุนไพรนั้นทำอย่างไร ข้อกำหนดแต่ละข้อมีความสำคัญอย่างไร ส่วนที่สองเป็นเรื่องของ **"มาตรฐานสมุนไพรขมิ้นชัน"** โดยเฉพาะ เพื่อให้เกษตรกรและผู้ผลิตวัตถุดิบขมิ้นชัน ได้ใช้เป็นแนวทางในการปลูก การเก็บเกี่ยว การทำความสะอาด การทำให้แห้ง การเก็บรักษาวัตถุดิบสมุนไพรเพื่อป้องกันความชื้นและเชื้อจุลินทรีย์ และเพื่อให้นักวิเคราะห์ในโรงงานผลิตยาจากสมุนไพร ได้ทราบวิธีวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบขมิ้นชันตามข้อกำหนดมาตรฐานสมุนไพรไทย อันเป็นการช่วยส่งเสริมการผลิตยาจากขมิ้นชันให้มีคุณภาพได้มาตรฐานอย่างครบวงจร ส่วนที่สามเป็นเรื่องของ **"มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของขมิ้นชันแห้ง"** ที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ซึ่งเป็นมาตรฐานของขมิ้นชันสำหรับผลิตเป็นเครื่องเทศ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพสมุนไพร

องค์การอนามัยโลกให้ความสำคัญเรื่องการควบคุมคุณภาพของสมุนไพรมาก จึงได้สนับสนุนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสมุนไพรจากหลายประเทศร่วมกันจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพของสมุนไพร เพื่อแนะนำให้ประเทศต่าง ๆ นำไปใช้เป็นแนวทางในการวางมาตรฐานเพื่อควบคุมคุณภาพของสมุนไพร การประมวลความรู้จากเอกสารด้านการควบคุมคุณภาพสมุนไพรขององค์การอนามัยโลกและตำรายาสมุนไพรต่าง ๆ [76-80] สรุปได้ว่าการจะนำสมุนไพร มาใช้เป็นยาให้มีประสิทธิผลในการรักษาที่ดี มีความปลอดภัยในการใช้และมีประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ควรต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับสมุนไพร ตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชสมุนไพร (General description of the plant)

1.1 ชื่อท้องถิ่น (Local name)

1.2 ชื่ออังกฤษ (English name)

1.3 ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)

1.4 ชื่อพ้อง (Scientific synonym)

1.5 ลักษณะทั่วไปของพืชสมุนไพร (Morphological description of the plant)

1.6 แหล่งกระจายพันธุ์ (Geographical distribution and local abundance)

1.7 ถิ่นที่อยู่ (Habitat)

1.8 ส่วนที่ใช้เป็นยา (Part used)

1.9 องค์ประกอบทางเคมี (Chemical constituents)

1.10 การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพร (Preparation of crude drug)

- การเพาะปลูก (Cultivation)
- การเก็บเกี่ยว (Harvesting)
- กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว (Post-harvest handling)
- การบรรจุและการเก็บรักษา (Packaging and storage)

2. ข้อกำหนดคุณภาพ (Quality specification)

2.1 บทนิยาม (Official definition)

2.2 ลักษณะจำเพาะของสมุนไพร (Description of crude drug)

2.3 การตรวจสอบเอกลักษณ์ (Identification)

2.3.1 เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท (Pharmacognostic characteristics)

- ลักษณะทางมหภาค (Macroscopical description)

- ลักษณะทางจุลภาค (Microscopical description)
  ลักษณะทางจุลกายวิภาค (Histologic characteristics)
  ลักษณะผงสมุนไพร (Description of powdered drug)

2.3.2 เอกลักษณ์ทางเคมี (Chemical characteristics)

- การตรวจสอบเบื้องต้น (Preliminary test)
- การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล (Confirmatory test)

2.4 สิ่งแปลกปลอม (Foreign matter)

2.5 ความชื้น (Moisture)

2.6 เถ้ารวม (Total ash)

2.7 เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid-insoluble ash)

2.8 สารสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extractives)

2.9 สารสำคัญ/สารออกฤทธิ์ (Main/active constituents)

2.10 การปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ (Microbial contamination)

2.11 การปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง (Pesticide residue contamination)

2.12 การปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก (Arsenic and heavy metal contamination)

2.13 การปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี (Radioactive contamination)

3. ข้อบ่งใช้ (Indication)

4. ความเป็นพิษ (Toxicity)

5. ข้อห้ามใช้ (Contraindication)

6. ข้อควรระวัง (Warning)

7. รูปแบบและขนาดที่ใช้ (Preparation used and dose)

หัวข้อต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น มีความหมายและความสำคัญ ต่อการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ ดังนี้

ความรู้เกี่ยวกับพืช

ชื่อ

สมุนไพรที่นำมาใช้ต้องระวังในเรื่องชื่อที่ถูกต้อง เพราะชื่อท้องถิ่นบางครั้งอาจทำให้สับสนได้ เนื่องจากสมุนไพรบางชนิดมีชื่อเรียกในท้องถิ่นหลายชื่อและอาจซ้ำซ้อนกัน หากใช้ผิดชนิดนอกจากจะไม่ได้สรรพคุณตามความต้องการแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดพิษได้ สมุนไพรที่นำมาใช้ต้องทราบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพราะมีความสำคัญมาก นอกจากจะช่วยให้ได้ใช้สมุนไพรที่ถูกชนิดแล้ว ยังใช้สืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

ลักษณะของพืช แหล่งกระจายพันธุ์ และถิ่นที่อยู่

ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้สามารถจัดหาวัตถุดิบสมุนไพรได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ช่วยในการวางแผนการปลูกทดแทนเพื่อให้มีวัตถุดิบสมุนไพรใช้อย่างเพียงพอและยั่งยืน

ส่วนที่ใช้เป็นยา

การใช้สมุนไพรต้องทราบให้แน่ชัดว่าจะนำส่วนใดของพืชมาใช้ เช่น ราก ใบ ดอก ผล หรือ เมล็ด เป็นต้น เพราะสารสำคัญในแต่ละส่วนของพืชอาจแตกต่างกัน หากใช้ผิดส่วนนอกจากจะไม่ได้สรรพคุณที่แท้จริงแล้วอาจก่อให้เกิดโทษได้อีกด้วย

องค์ประกอบทางเคมี [31]

สารเคมีในพืชมีหลายชนิดแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืช การทราบสารเคมีที่สำคัญจะช่วยให้สามารถนำสมุนไพรมาพัฒนาเป็นยาได้อย่างเหมาะสม กลุ่มสารเคมีสำคัญ ๆ ที่พบในพืชมีดังนี้

แอลคาลอยด์ (Alkaloid) เป็นสารที่มีรสขม มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มีคุณสมบัติเป็นด่าง และมักจะมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น อะโทรปีน (atropine) จากลำโพง สตริกนิน (strychnine) จากโกฐกะกลิ้งหรือแสลงใจ มอร์ฟีน (morphine) จากฝิ่น และควินิน (quinine) จากชิงโคนา เป็นต้น

กลัยโคไซด์ (Glycoside) เป็นสารประกอบที่มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำตาล (glycone) และส่วนที่ไม่เป็นน้ำตาล (aglycone) มีกลัยโคไซด์หลายชนิดที่มีประโยชน์ทางยา เช่น แอนทราควิโนนกลัยโคไซด์ (anthraquinone glycosides) จากชุมเห็ดเทศ มะขามแขก และ ยาดำ มีฤทธิ์เป็นยาระบาย

น้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) เป็นของเหลวที่มีกลิ่นจำเพาะ ส่วนมากจะมีกลิ่นหอม ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง ประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญประเภทเทอร์ปีนอยด์ (terpenoid) น้ำมันหอมระเหยมีหลายชนิดที่มีประโยชน์ เช่น น้ำมันกานพลู ใช้ขับลม ฆ่าเชื้อ และใช้เป็นยาชาเฉพาะที่ระงับอาการปวดฟัน น้ำมันสะระแหน่ ใช้เป็นยาขับลม บำบัดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และน้ำมันยูคาลิปตัส ใช้เป็นยาขับเสมหะ และฆ่าเชื้อ เป็นต้น

แทนนิน (Tannins) เป็นสารที่มีรสฝาด มีฤทธิ์เป็นยาฝาดสมาน บรรเทาอาการท้องร่วง พบในสีเสียด ฝรั่ง สมอไทย เป็นต้น

ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นสารที่มักจะมีสี เช่น คาร์ทามิน (carthamin) สีแดงจากดอกคำฝอย ลูทิโอลิน (luteolin) สีเหลืองจากดอกสายน้ำผึ้ง คริสซิน (chrysin) สีเหลืองอ่อนจากเปลือกต้นเพกา เป็นต้น สารฟลาโวนอยด์บางชนิดมีฤทธิ์ช่วยลดอาการเส้นโลหิตเปราะ เช่น รูติน (rutin) เคอร์ซีติน (quercetin) เป็นต้น

สเตอรอยด์ (Steroid) เป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างเช่นเดียวกับฮอร์โมนและยาต้านอักเสบ ด้วยเหตุนี้สารในกลุ่มนี้บางชนิดจึงนำมาเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาดังกล่าว เช่น ไดออสเจนิน (diosgenin) จากเอื้องหมายนา เป็นต้น

เทอร์ปีนอยด์ (Terpenoid) เป็นสารประกอบกลุ่มที่พบมากในพืช และเป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำมันหอมระเหย เช่น ลิโมนีน (limonene) ซิโทรเนลลอล (citronellol) เป็นต้น

ยางไม้ (Gums) เป็นของเหนียวที่พบในพืช มักไหลออกมาเมื่อพืชเป็นแผล บางชนิดนำมาใช้ในการเตรียมยาพวกอีมัลชั่น (emulsion) ในทางเภสัชกรรม เช่น กัมอะเคเซีย (gum acacia) และ กัมทรากาคานท์ (gum tragacanth)

สารอื่น ๆ เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน เอ็นไซม์ วิตามิน เรซิน (resin) และบาลซัม (balsam) เป็นต้น

การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพร (81-82)

การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพรมีความสำคัญมาก **เพราะแม้ว่าจะมีวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่ดีเพียงไร ก็จะไม่สามารถทำให้สมุนไพรมีคุณภาพดีได้ หากสารสำคัญได้ถูกทำลายไปเสียก่อนที่จะนำมาตรวจวิเคราะห์**

การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพรประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

- การเพาะปลูก
- การเก็บเกี่ยว
- กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว
- การบรรจุและการเก็บรักษา

ทุกขั้นตอนมีความสำคัญต่อคุณภาพของสมุนไพร การจัดเตรียมวัตถุดิบสมุนไพรเป็นงานที่มีวงกว้าง เกี่ยวข้องกับบุคคลหลายสาขาอาชีพ นับตั้งแต่ นักวิชาการด้านพืช เกษตรกร ผู้ค้าวัตถุดิบ ผู้ผลิตยาจากสมุนไพร บุคลากรสาธารณสุข และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่จะต้องช่วยกันทำให้ได้วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพดี และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค

- **การเพาะปลูก** คุณภาพของสมุนไพรขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณสารสำคัญ ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามชนิดพืช สภาพแวดล้อม เทคนิคการปลูกและการบำรุงรักษา วิธีการเพาะปลูกที่เหมาะสม

- **การเก็บเกี่ยว** ต้องทราบชนิด และส่วนที่ใช้ที่ถูกต้อง อายุของพืช ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว และวิธีเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวสมุนไพร ควรเลือกเก็บส่วนที่ต้องการใช้จากพืชที่เจริญเต็มที่ หรือสมบูรณ์เต็มที่มักใช้ระยะที่พืชออกดอกเป็นเกณฑ์ว่าพืชนั้นเจริญเติบโตเต็มที่

ข้อแนะนำในการเก็บเกี่ยวส่วนต่างๆ ของสมุนไพร

- **ต้น** พืชที่ใช้ทั้งต้น หรือส่วนเหนือดิน เช่น พืชล้มลุก ควรเก็บในระยะดอกเริ่มบาน และควรเก็บในตอนเช้า
- **ราก** ลำต้นใต้ดิน ควรเก็บในช่วงพืชพักการเจริญเติบโต หรือในช่วงฤดูหนาวจนถึงฤดูร้อน และควรทราบอายุที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด
- **ใบ** ควรเก็บในระยะใบเพสลาด และเก็บในตอนเช้า
- **เปลือกต้น** ควรเก็บระยะฤดูร้อน หรือต้นฤดูฝน และควรทราบอายุที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด
- **เนื้อไม้** ควรเก็บในช่วงปลายฤดูฝนจนถึงฤดูหนาว พืชบางชนิดสามารถเก็บเนื้อไม้ได้ตลอดปี
- **ดอก** ควรเก็บระยะก่อนดอกบานหรือเริ่มบาน และควรเก็บดอกในตอนเช้า มีพืชบางชนิดที่เก็บเมื่อดอกบานเต็มที่
- **ผล** ควรเก็บระยะโตเต็มที่
- **เมล็ด** ควรเก็บในระยะที่ผลแก่จัด

- **กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว** ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมคุณภาพของสมุนไพรที่ผ่านการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องมาแล้ว หากดำเนินการไม่ถูกต้องในขั้นตอนนี้ อาจทำให้สารสำคัญในสมุนไพรสลายตัว และวัตถุดิบมีคุณภาพต่ำลง กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยวมี 2 ขั้นตอน คือ

✦ *การทำความสะอาดและการเตรียมสมุนไพรก่อนทำให้แห้ง* หลังจากเก็บเกี่ยวสมุนไพรมาแล้ว แยกสิ่งอื่นที่ปะปนออก ล้างสมุนไพรด้วยน้ำให้สะอาด และตัด หั่น หรือฝานให้ได้ขนาดตามความเหมาะสม สมุนไพรบางชนิดอาจจำเป็นต้องอบ นึ่ง หรือต้มด้วย

✦ *การทำให้แห้ง* สมุนไพรที่มีความชื้นมากเกินไป นอกจากจะทำให้แบคทีเรียและเชื้อราเจริญได้ง่ายแล้ว ยังจะเร่งให้เกิดการสูญเสียสารสำคัญได้อีกด้วย จึงจำเป็นต้องทำให้สมุนไพรแห้งโดยกรรมวิธีที่เหมาะสม ดังนี้

การตาก อาจจะตากในร่มหรือตากแดด แล้วแต่ชนิดของสมุนไพร

การอบ ควรใช้ตู้อบที่มีพัดลมระบายอากาศด้วย ควรเลือกอุณหภูมิให้เหมาะกับส่วนของพืช โดยทั่วไปความร้อนที่เหมาะสมต่อส่วนของดอก ใบ และต้นพืชล้มลุก ประมาณ 35-45 องศาเซลเซียส เปลือกต้น เนื้อไม้ ราก และผลขนาดใหญ่ ประมาณ 40-60 องศาเซลเซียส

● **การบรรจุและการเก็บรักษา** เป็นการป้องกันการเสื่อมคุณภาพของสมุนไพร จากการทำลายของ แมลง แบคทีเรีย เชื้อรา และความชื้น การบรรจุและการเก็บรักษา โดยทั่วไปสมุนไพรปริมาณน้อย ๆ ควรเก็บในขวดแก้วสีชา หรือขวดแก้วมีฝาปิดสนิท ปิดฉลากระบุชื่อสมุนไพรและวันที่เตรียมวัตถุดิบ หากมีปริมาณมากควรเก็บในกระสอบหรือถุงพลาสติกที่สะอาดปิดปากถุงให้แน่น หรือแยกเก็บในภาชนะปิดที่มีขนาดเหมาะสมหลาย ๆ ใบจะดีกว่าการเก็บในภาชนะขนาดใหญ่จนเกินไปเพียงใบเดียว เพราะการเปิดปิดภาชนะหลาย ๆ ครั้ง สมุนไพรจะดูดความชื้นทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่ายเป็นการเร่งให้สมุนไพรเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ควรเก็บภาชนะที่บรรจุสมุนไพรไว้ในที่สะอาด เย็น ไม่ชื้น อากาศถ่ายเทได้ดี และนำออกตากแดด หรืออบทุก 2-3 เดือน โดยทั่วไปควรใช้สมุนไพรภายใน 1 ปีหรือแล้วแต่ชนิดของสมุนไพร

ข้อกำหนดคุณภาพ

บทนิยาม

การกำหนดมาตรฐานของสมุนไพรแต่ละชนิดเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันจึงมีการกำหนดให้มีบทนิยามไว้ด้วย ซึ่งในบทนิยามจะต้องมีการระบุส่วนที่ใช้เป็นยา ชื่อวิทยาศาสตร์ และหากทราบสารสำคัญ ต้องกำหนดปริมาณของสารสำคัญไว้ด้วย

ลักษณะจำเพาะของสมุนไพร

บางครั้งเราไม่สามารถหาสมุนไพรสดมาเตรียมให้แห้งเองได้จำเป็นต้องซื้อสมุนไพรแห้งจากท้องตลาด ซึ่งสมุนไพรแห้งบางชนิดอาจดูได้ยาก การไม่รู้จักรูปร่างลักษณะของสมุนไพรแห้งอาจจะซื้อสมุนไพรผิดชนิดได้ เพราะสมุนไพรไทยมีชื่อพ้องมาก และบางครั้งก็อาจมีการนำสมุนไพรอื่นมาปนปลอม หรือมีการทดแทนด้วยสมุนไพรอื่น การซื้อสมุนไพรแห้งจึงต้องระมัดระวังให้มาก ด้วยเหตุนี้ในข้อกำหนดมาตรฐานของสมุนไพรจึงมีการบรรยายลักษณะจำเพาะของสมุนไพรที่สามารถสังเกตได้ง่าย เช่น สี กลิ่น รส และรูปร่างลักษณะ เป็นต้น

การตรวจสอบเอกลักษณ์ (83-84)

การตรวจสอบเอกลักษณ์มี 2 วิธีคือ เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท และเอกลักษณ์ทางเคมี

เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท เป็นคุณลักษณะจำเพาะโดยละเอียดของสมุนไพร ตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบเอกลักษณ์แล้ว จะจัดเก็บไว้เป็นตัวอย่างอ้างอิง เพื่อประโยชน์ในการตรวจหาชื่อชนิดของสมุนไพร เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท มี 2 ลักษณะได้แก่

ลักษณะทางมหภาค คือลักษณะภายนอกอย่างละเอียด เช่น รูปร่าง ขนาด ลักษณะผิวนอก รอยหัก รอยย่น สีเนื้อในของสมุนไพร และลักษณะอื่น ๆ ที่เห็นด้วยตาเปล่าหรือใช้แว่นขยาย

ลักษณะทางจุลภาค คือลักษณะของเซลล์และเนื้อเยื่อที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มี 2 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะทางจุลกายวิภาค เป็นลักษณะการเรียงตัวของเนื้อเยื่อต่างๆ ลักษณะเซลล์และส่วนประกอบภายในเซลล์ การตรวจสอบทำได้โดยการตัดชิ้นส่วนของสมุนไพรให้บางมาก ๆ โดยอาจจะตัดตามขวางหรือตามยาว แล้วแต่ความเหมาะสมของชิ้นส่วนสมุนไพร

ลักษณะผงสมุนไพร การจัดทำมาตรฐานของสมุนไพรได้กำหนดให้มีการตรวจสอบลักษณะของผงยาด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อแสดงคุณลักษณะจำเพาะไว้ด้วย เพราะสมุนไพรบางชนิด เมื่อถูกบดเป็นผงแล้ว จะยังคงลักษณะของเซลล์ หรือส่วนประกอบภายในเซลล์ที่สามารถระบุได้ว่าเป็นสมุนไพรชนิดใด

เอกลักษณ์ทางเคมี พืชมีองค์ประกอบเคมีหลายชนิด การทราบกลุ่มของสารหรือชนิดของสารจะเป็นประโยชน์หลายประการ เช่น ประโยชน์ในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสมุนไพร การบริโภค การพาณิชย์ และบางครั้งยังใช้ประโยชน์ในการตรวจหาชื่อชนิดของสมุนไพร ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการกำหนดเอกลักษณ์ทางเคมีไว้ในมาตรฐานของสมุนไพรด้วย การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีที่นิยมใช้มี 2 วิธีคือ

การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการตรวจหากลุ่มของสารสำคัญโดยการทำให้เกิดสี การตกตะกอน หรือดูปฏิกิริยาอื่น ๆ ซึ่งจะมีประโยชน์ใช้เป็นแนวทางตรวจสอบองค์ประกอบเคมีโดยละเอียดต่อไป

การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล เป็นการตรวจหาองค์ประกอบ

ของกลุ่มสารสำคัญที่ตรวจพบในเบื้องต้น มีวิธีตรวจหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้คือวิธีโครมาโตกราฟี (chromatography) ซึ่งมีหลายชนิด เช่น โครมาโตกราฟีชนิดผิวบาง (thin-layer chromatography) ก๊าซโครมาโตกราฟี (gas chromatography) และ โครมาโตกราฟีชนิดของเหลวประสิทธิภาพสูง (high-performance liquid chromatography) เป็นต้น ควรเลือกให้เหมาะสมกับกลุ่มหรือชนิดของสารสำคัญที่จะตรวจ การตรวจโดยวิธีโครมาโตรกราฟีชนิดผิวบาง นิยมใช้มากในการกำหนดมาตรฐานของสมุนไพร เพราะสามารถบอกองค์ประกอบเคมี ได้ผลรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

สิ่งแปลกปลอม (76,77,85)

สิ่งแปลกปลอมหมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากส่วนที่ใช้เป็นยา

- สิ่งแปลกปลอมชนิดสารอินทรีย์ เช่น ชิ้นส่วนของพืชเดียวกันแต่ไม่ใช่ส่วนที่ระบุว่าใช้เป็นยาชิ้นส่วนของพืชอื่นที่ปะปนมาชิ้นส่วนของสัตว์ รวมไปถึงสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- สิ่งแปลกปลอมชนิดสารอนินทรีย์ เช่น กรวด หิน ดิน ทราย เป็นต้น

โดยทั่วไปสมุนไพรควรมีสิ่งแปลกปลอมไม่เกิน 2 %

ความชื้น (76,77)

โดยทั่วไปสมุนไพรควรมีความชื้นไม่เกิน 10% ยกเว้นสมุนไพรบางชนิดจะมีการกำหนดไว้ตามความเหมาะสม วิธีการตรวจหาปริมาณความชื้นในสมุนไพร ต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของสมุนไพร ที่ใช้อยู่มี 2 วิธี คือ

Gravimetric method เป็นวิธีหาปริมาณความชื้นในสมุนไพร

โดยการอบสมุนไพรให้แห้งสนิท แล้วตรวจหาน้ำหนักที่หายไป (loss on drying) วิธีนี้ทำได้ง่าย เหมาะสำหรับสมุนไพรที่ไม่มีองค์ประกอบอื่นๆ ที่ระเหยได้นอกจากน้ำ

Azeotropic distillation method เป็นวิธีหาปริมาณความชื้นในสมุนไพร โดยการวัดปริมาณของน้ำ (water content) ที่ได้จากการกลั่น วิธีนี้ทำได้ยากกว่าและมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีแรก เหมาะกับสมุนไพรที่มีองค์ประกอบอื่นที่ระเหยได้นอกเหนือจากน้ำ เช่น สมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหย

เถ้า [76,77]

การตรวจหาปริมาณเถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ของสมุนไพร ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ

เถ้ารวม เป็นปริมาณเถ้าที่เกิดจากเนื้อเยื่อของสมุนไพร (physiological ash) และอาจเกิดจากสิ่งเจือปนอื่น ๆ เช่น หิน ดิน ทราย หรือสารเจือปนอื่น (non-physiological ash) โดยทั่วไปปริมาณเถ้ารวมจะมีค่าระหว่าง 1%-20%

เถ้าที่ไม่ละลายในกรด เป็นการตรวจหาปริมาณสิ่งปนเปื้อน เช่น ดิน ทราย ที่ติดมากับสมุนไพร โดยทั่วไปปริมาณของเถ้าที่ไม่ละลายในกรดจะมีค่าระหว่าง 1%-10%

สารสกัดด้วยตัวทำละลาย [76,77]

การตรวจหาปริมาณของสารสกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ที่เหมาะสม เป็นการตรวจหาปริมาณของสารสำคัญเพื่อควบคุมคุณภาพของสมุนไพรวิธีหนึ่ง ใช้ในกรณีที่หาวิธีเฉพาะไม่ได้

สารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์

สมุนไพรใดที่ทราบชนิดสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ สามารถใช้วิธีเฉพาะเพื่อตรวจหาปริมาณของสารเหล่านั้นได้ ทำให้การประเมินคุณภาพของสมุนไพรด้วยวิธีนี้ มีประสิทธิภาพมากกว่าการตรวจหาปริมาณของสารสกัดด้วยตัวทำละลาย

การปนเปื้อนของสมุนไพร [77]

สมุนไพรที่ปราศจากสิ่งปนเปื้อน หรือมีปริมาณสิ่งปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย ก็จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายในระยะยาว การปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้สมุนไพรมีคุณภาพต่ำ ได้แก่

การปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ ประเทศไทยเป็นประเทศมีอากาศร้อนและชื้น จุลินทรีย์หลายชนิดเจริญได้ดี เพื่อความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร จึงต้องระมัดระวังในเรื่องการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ รวมทั้งสารพิษที่เกิดจากเชื้อราบางชนิด เช่น อะฟลาทอกซิน (aflatoxins) ประเทศต่าง ๆ จะกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจมีได้ในยาจากสมุนไพรไว้ ประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน ได้มีการกำหนดการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ในยาจากสมุนไพรไว้ในตำรายาของประเทศไทย (Thai Pharmacopoeia) [86] ในกรณีที่จำเป็นต้องฉายรังสีเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในสมุนไพรต้องทำโดยความระมัดระวังและควรอยู่ภายใต้การกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดโดยหน่วยงานของรัฐ

การปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาก ซึ่งอาจปนเปื้อนในสมุนไพรได้ หากใช้สมุนไพรที่ปนเปื้อนเป็นเวลานาน อาจเกิดการสะสมของสารพิษในร่างกายได้

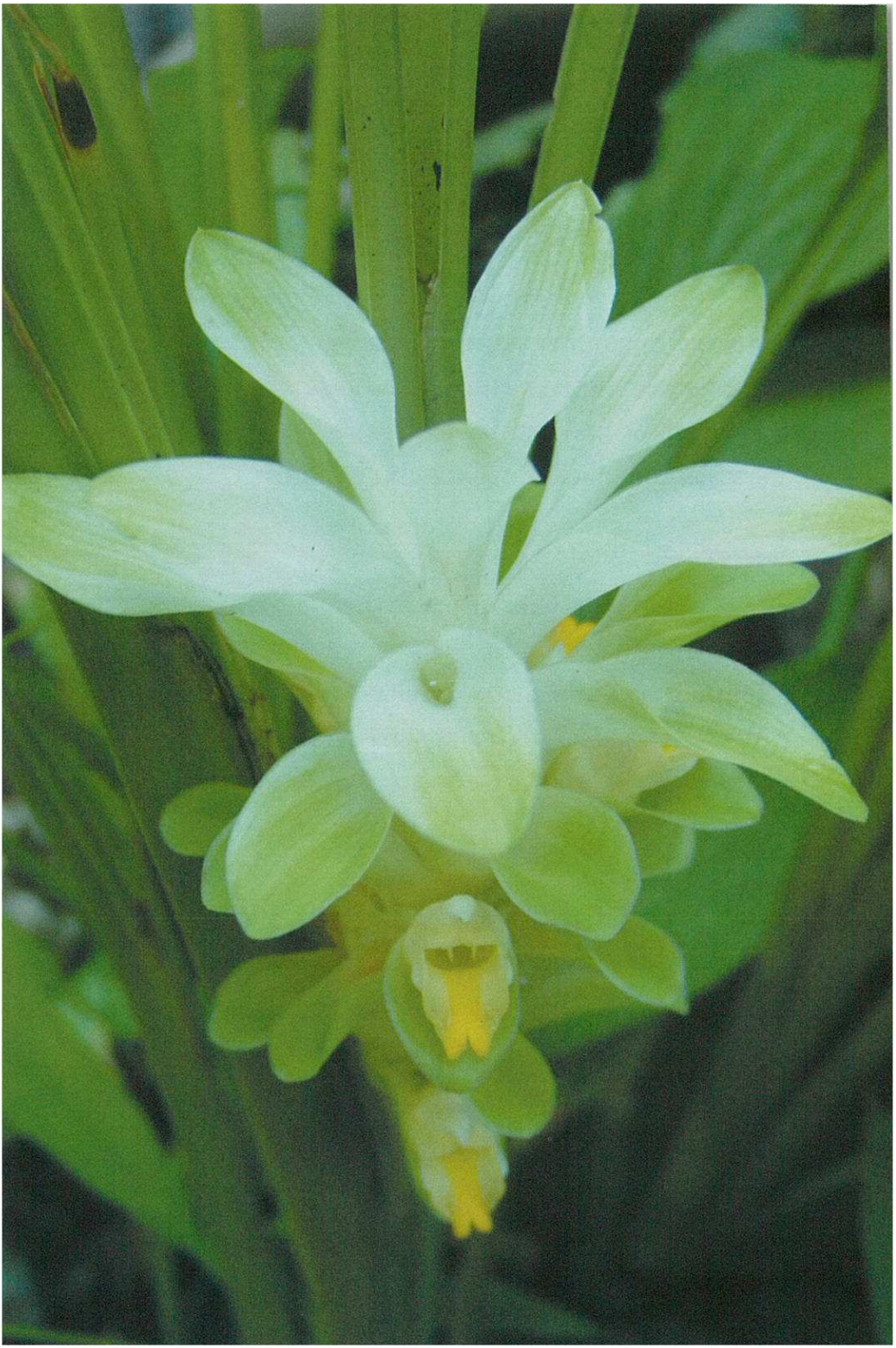
การปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก สมุนไพรอาจมีการปนเปื้อนด้วยสารหนู และโลหะหนักต่าง ๆ โดยเนื่องมาจากมลภาวะใน

สิ่งแวดล้อมใกล้เคียง เพื่อความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร องค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้มีการตรวจหาปริมาณของสารหนูและโลหะหนัก เช่น แคดเมียม ตะกั่ว ในการควบคุมคุณภาพของสมุนไพรด้วย

การปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี ปัจจุบันมีการนำสารกัมมันตรังสีมาใช้ประโยชน์หลายด้าน ในบางครั้งก็เกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ขึ้น ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ของโลก และอาจมีผลให้เกิดการปนเปื้อนในสมุนไพรในบางแหล่งได้ องค์การอนามัยโลกร่วมกับองค์การอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านนี้ได้จัดทำข้อแนะนำเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้

ข้อมูลอื่น ๆ

ข้อมูลอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการใช้สมุนไพร สมุนไพรแต่ละชนิดที่จะนำมาใช้เป็นยา ผู้บริโภคและผู้ผลิตควรให้ความสนใจในเรื่อง **ข้อบ่งใช้ ความเป็นพิษ ข้อห้ามใช้ ข้อควรระวัง รูปแบบและขนาดที่ใช้** เพื่อจะได้รับประโยชน์ที่แท้จริงจากสมุนไพร



มาตรฐานสมุนไพร

ขมิ้นชัน

Standard for *Curcuma longa* Rhizome

มาตรฐานสมุนไพร ขมิ้นชัน

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขมิ้นชัน

ชื่อ

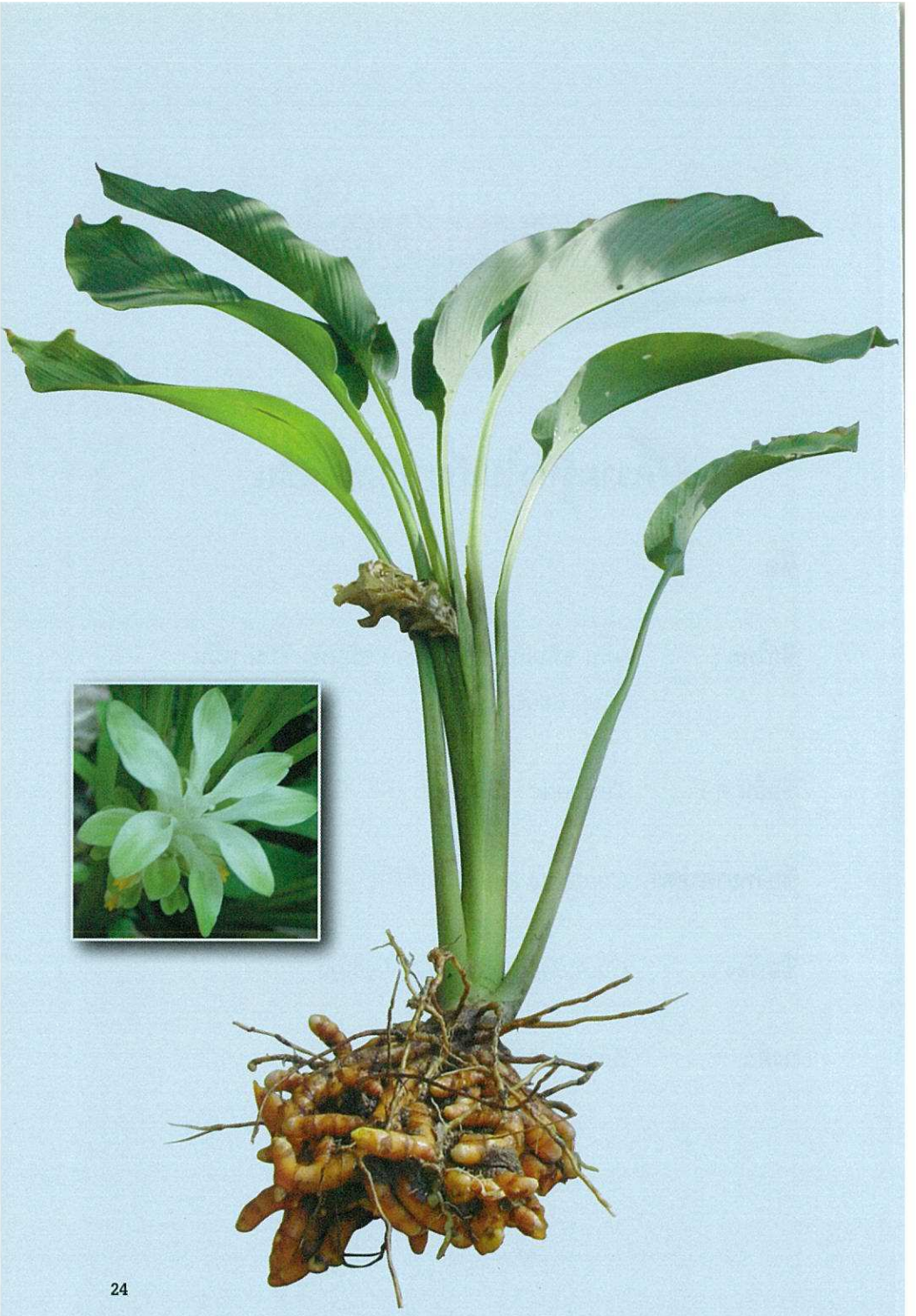
ชื่อไทย : ขมิ้น ขมิ้นแกง ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว ขี้มิ้น หมิ้น ตายอ สะยอ [87]

ชื่ออื่น ๆ : Turmeric [75,87]

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Curcuma longa* L. [87-89]

ชื่อพ้อง : *Curcuma domestica* Valeton [87-89]

วงศ์ : Zingiberaceae



ลักษณะพืช (75,89-92)

พืชล้มลุกอายุหลายปี ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า มีทั้งเหง้าหลักที่เจริญชูตั้ง รูปไข่ หรือรูปไข่แกมรี บางครั้งเรียกเหง้าหลักว่า หัว ด้านข้างของเหง้าหลักแตกแขนงในแนวระนาบ แต่ละแขนงมักแตกย่อยต่อไปได้อีก 1-2 ครั้ง เหง้าแขนงรูปคล้ายทรงกระบอก หรือ คล้ายนิ้วมือ ตรงหรือโค้งเล็กน้อย บางครั้งเรียกเหง้าแขนงว่า แง่ง เนื้อเหง้าสีส้ม และมีกลิ่นเฉพาะ ลำต้นเหนือดินเป็นลำต้นเทียมที่มีกาบใบเรียงซ้อนอัดแน่น สูงได้ถึง 1 เมตร หรือมากกว่า มีใบ 6-10 ใบต่อต้น ใบเดี่ยว ออกสลับถี่ กาบใบยาว 40-60 เซนติเมตร แผ่นใบรูปรีหรือรีแกมขอบขนาน กว้าง 10-20 เซนติเมตร ยาว 30-70 เซนติเมตร โคนใบสอบแคบหรือมน ปลายใบแหลมมาก ช่อดอกรูปทรงกระบอก กว้าง 5-9 เซนติเมตร ยาว 10-20 เซนติเมตร มีใบประดับจำนวนมาก รูปรีแกมขอบขนาน เรียงเวียนถี่รอบแกนช่อดอก ใบประดับที่อยู่บริเวณโคนช่อดอกมีสีเขียวอ่อนหรือสีขาวแกมเขียว ยาว 5-6 เซนติเมตร กว้าง 2-3 เซนติเมตร ขอบโคนใบประดับประกบติดกับใบประดับที่อยู่ใกล้เคียงและติดกับแกนช่อดอกเกิดเป็นซอกคล้ายกระเปาะ ใบประดับที่อยู่บริเวณปลายช่อดอกมีสีขาวแกมเขียวอ่อน ปลายใบประดับมีแถบสีเขียวอ่อนหรือแถบสีชมพูอ่อน โคนใบประดับไม่ประกบติดกันเป็นกระเปาะ ดอกออกในซอกกระเปาะใบประดับ 3-5 ดอกต่อซอก และทยอยบาน ดอกยาวประมาณ 5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงสีขาวใส ติดกันเป็นหลอดสั้น ปลายหยักไม่เท่ากัน กลีบดอกสีขาว โคนติดกันเป็นหลอดยาว ปลายผายและแยกเป็น 3 กลีบ เกสรตัวผู้ที่เป็นหมันแผ่เป็นกลีบขนาดใหญ่ 3 กลีบ กลีบกลางรูปไข่กลับ สีเหลืองอ่อนและมีแถบสีเหลืองเข้มบริเวณกลางกลีบ สองกลีบข้างรูปรีแกมขอบขนานสีเหลืองอ่อน เกสรตัวผู้ที่สมบูรณ์ มีก้านสั้น อับเรณูเล็กเรียวและมีจงอย โอบรอบก้านชูยอดเกสรตัวเมีย รังไข่ 3 ห้อง ผลกลมหรือรี แต่มักไม่ติดผล

แหล่งกระจายพันธุ์ และสภาพแวดล้อม (90-93)

ขมิ้นชัน มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไม่ปรากฏหลักฐานที่ชัดเจนเกี่ยวกับแหล่งธรรมชาติในสภาพพืชป่า มีข้อสันนิษฐานว่า ขมิ้นชันเป็นพืชปลูกที่เกิดจากกระบวนการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติและมีโครโมโซม 3 ชุด ซึ่งเป็นหมัน มีการสืบทอดพันธุ์กันต่อมาโดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์และปลูกขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ปัจจุบันมีเขตการกระจายพันธุ์ปลูกทั่วไปในภูมิภาคที่มีอากาศร้อนหรือร้อนชื้นทั่วโลก แหล่งที่ปลูกขมิ้นชันเป็นการค้าขนาดใหญ่ของโลกคืออินเดีย มีแหล่งอื่นบ้างแถบเอเชียตะวันออก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

พื้นที่ ขมิ้นชัน เติบโตดีในดินเกือบทุกชนิดที่มีอินทรีย์วัตถุอุดมสมบูรณ์ ร่วนซุย มีความชื้น และมีการระบายน้ำดี ไม่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขัง ความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อผลผลิต โดยทั่วไปเติบโตดีในดิน pH ระหว่าง 5-7 ในสภาพดินที่มีความเป็นด่างจัด ดินเหนียวหรือดินลูกรังจะไม่เหมาะต่อการเติบโตหรือพัฒนาการของเหง้า ขมิ้นชันสามารถปลูกได้ทั้งที่ราบหรือที่ลาดเอียง ตั้งแต่พื้นที่ระดับต่ำไปจนถึงพื้นที่ระดับสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มักปลูกกันมากในที่ระดับความสูง 450-900 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

อากาศ ขมิ้นชันขึ้นได้ดีในสภาพอากาศร้อนไปจนถึงอบอุ่นที่มีความชื้นและปริมาณน้ำพอเพียง

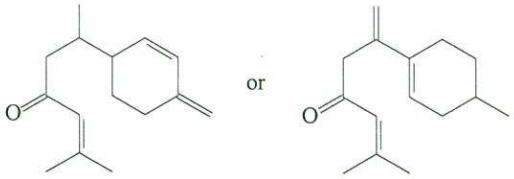
น้ำ โดยทั่วไปปลูกได้ดีในพื้นที่เขตน้ำฝน โดยเฉพาะบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝน 1,000 - 2,000 มิลลิเมตรต่อปี หรือที่มีปริมาณน้ำฝน 1,200 - 1,400 มิลลิเมตร ในเวลา 100 - 120 วัน ฉะนั้นถ้าปลูกในที่ที่มีปริมาณฝนน้อย ต้องใช้ระบบการให้น้ำหรือการชลประทานช่วย

แสงสว่าง ขมิ้นชันเติบโตดีทั้งในที่โล่งแจ้ง หรือมีแสงรำไร การปลูกในสภาพร่มผลผลิตจะลดลง ปลูกได้ทั้งแบบพืชเดี่ยว หรือ ปลูกแซมพืชไร่-พืชสวนอื่นๆ ถ้าปลูกแซมในสวนไม้ยืนต้น ต้องหลีกเลี่ยงที่ร่มจัดและบริเวณโคนไม้ใหญ่ เพราะจะทำให้การพัฒนาเหง้าไม่ดี

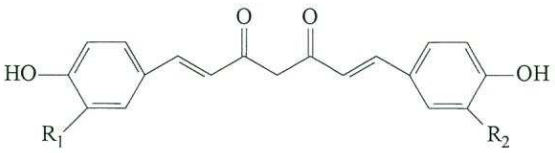
อุณหภูมิ โดยทั่วไปหน่องอกในช่วงอุณหภูมิ 30 -35 องศาเซลเซียส การพัฒนาเหง้าในช่วงอุณหภูมิ 20 - 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิช่วงพักตัว 18 - 20 องศาเซลเซียส

ฤดูปลูกที่เหมาะสม *คือ ฤดูฝน ควรเริ่มปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ประมาณเดือน พฤษภาคม - กรกฎาคม*

ฤดูเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม *คือ ฤดูหนาว เป็นช่วงพืชแก่และพักตัว เมื่อลำต้นเหนือดินเปลี่ยนสภาพเป็นสีเหลืองแห้งหรือน้ำตาลและเหี่ยวโทรมประมาณเดือน มกราคม - มีนาคม*



Turmerone



Curcumin : $R_1 = R_2 = OCH_3$
Desmethoxycurcumin : $R_1 = H, R_2 = OCH_3$
Bisdesmethoxycurcumin : $R_1 = R_2 = H$

รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญในเหง้าขมิ้นชัน

ส่วนที่ใช้เป็นยา

เหง้า

องค์ประกอบทางเคมี (Chemical constituents)

เหง้าขมิ้นชันประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) มีสีเหลืองอ่อน มีสารสำคัญหลักคือ เทอร์เมอโรน (turmerone) และซิงจิเบอรีน (zingiberene) นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มเซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) และโมโนเทอร์ปีน (monoterpenes) อื่น ๆ อีกหลายชนิด และสารสำคัญประเภทเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) เป็นสารสีเหลือง ประกอบด้วย เคอร์คูมิน (curcumin) เดสเมทอกซีเคอร์คูมิน (desmethoxycurcumin) และบิสเดสเมทอกซีเคอร์คูมิน (bisdesmethoxycurcumin)[1,75] (รูปที่ 1)

การเตรียมวัตถุดิบ

การเพาะปลูก

ปัจจุบันในประเทศไทย ยังไม่มีการปลูกผลิตขมิ้นชันในระบบเกษตรอุตสาหกรรม และยังไม่มีข้อมูลการศึกษาวิจัยที่สมบูรณ์พอเพียงสำหรับจัดทำมาตรฐานการผลิตทางการเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice : GAP) อย่างไรก็ตามความรู้ทั่วไปและข้อมูลวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกที่ควรทราบได้แก่

การขยายพันธุ์

- **วิธีการขยายพันธุ์** แบบไม่ใช้เพศ
- **ส่วนที่ใช้ขยายพันธุ์** คือ ลำต้นใต้ดินหรือเหง้า ใช้ได้ทั้งหัว และแง่ง โดยทั่วไปเหง้าขมิ้น ที่เจริญเติบโตเต็มที่จะมีจำนวนหัวต่อกอน้อยกว่าแง่ง และ หัวมีน้ำหนักรวมต่อกอน้อยกว่าแง่ง ประมาณ 2 - 10 เท่า[94,95] แต่หัวมีขนาดใหญ่กว่าแง่ง และมีปริมาณอาหารที่สะสมต่อชิ้นมากกว่าแง่ง โดยทั่วไปผลผลิตที่ได้จากการปลูกด้วยหัวย่อมมากกว่าการปลูกด้วยแง่ง[93] ยกเว้นการปลูกด้วยแง่งที่มีขนาดใหญ่[91,92] ผลการทดลองที่สถานีวิจัยปากช่องที่ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 30 เซนติเมตร โดยใช้หัวพันธุ์หนัก 15 - 20 กรัม/หัว ซึ่งใช้น้ำหนักหัวพันธุ์รวม 155 กิโลกรัม/ไร่ ได้ผลผลิต 3.3 ตัน/ไร่ เปรียบเทียบกับ การใช้แง่งพันธุ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เซนติเมตร ยาว 8 - 12 เซนติเมตร แง่งหนัก 15 - 30 กรัม/หัว ซึ่งใช้แง่งพันธุ์ 140 กิโลกรัม/ไร่ ได้ผลผลิต 2.8 ตัน/ไร่[96] และผลการปลูกด้วยหัวพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 50 กรัมขึ้นไป ให้ผลผลิตต่อกอไม่แตกต่างกัน ที่ปลูกในระยะห่างระหว่างต้น 30, 40 และ 50 เซนติเมตร แต่การปลูกด้วยหัวพันธุ์ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 45 กรัมให้ผลผลิตต่อกอน้อยลงเป็นลำดับเมื่อปลูกในระยะห่างระหว่างต้น

50, 40 และ 30 เซนติเมตร[97] การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง รวมถึง คุณภาพ, ขนาดและความอุดมสมบูรณ์ของเหง้าพันธุ์ด้วย

- **พันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์** ขมิ้นชันที่ดีในตลาดโลกมีมากกว่า 50 สายพันธุ์ ส่วนมากมาจากอินเดีย ซึ่งจำแนกสายพันธุ์โดยใช้คุณสมบัติต่าง ๆ ทางด้าน รูปร่าง ลักษณะ ขนาด สี กลิ่น และอายุเหง้าที่สมบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยว (maturity of rhizome) มีทั้งสายพันธุ์อายุพร้อมเก็บเกี่ยวสั้น 7 เดือน สายพันธุ์อายุพร้อมเก็บเกี่ยวยาว 9 เดือน และสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีมีปริมาณสารสำคัญสูง[93] เช่น สายพันธุ์ Suvarna-PCT-8 ของอินเดีย ให้ผลผลิตดี 40-43 ตัน/เฮกแตร์ (ประมาณ 6.4-6.8 ตัน/ไร่) และมีสารเคอร์คูมิน 8.7%[98] สำหรับประเทศไทยงานรวบรวมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ปลูกยังมีผู้ดำเนินการน้อยมาก ส่วนใหญ่ยังคงใช้พันธุ์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือจากแหล่งขายวัตถุดิบ ในปี พ.ศ. 2543 มีรายงานผลการรวบรวมพันธุ์ปลูกไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ชุมพร 10018801 ให้ผลผลิต 4.5 ตัน/ไร่ สายพันธุ์ชุมพร 27058701 มีสารเคอร์คูมิน 9.74% แต่ให้ผลผลิตประมาณ 3 ตัน/ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับสายพันธุ์อื่น ๆ ที่รวบรวมไว้ทั้ง 9 สายพันธุ์[99] อย่างไรก็ตามมีผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในขมิ้นชันที่เก็บจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย จำนวน 44 ตัวอย่าง ที่ไม่ได้ระบุสายพันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยว พบว่ามีความแปรผันสูงมากระหว่างภูมิภาคของประเทศ โดยพบปริมาณเคอร์คูมินอยด์ มีค่าแปรผันระหว่าง 4.72% - 22.57% และปริมาณน้ำมันหอมระเหยระหว่าง 6% -16% รวมทั้งพบว่ามีความแปรผันมากจากตัวอย่างที่เก็บจากแหล่งปลูกภายในจังหวัดเดียวกันด้วย[72,74]

การคัดเลือกพันธุ์มีข้อควรคำนึง ดังนี้

1) ควรเลือกพันธุ์ที่มีคุณภาพด้านปริมาณสารสำคัญที่ใช้ประโยชน์ตรงตามกำหนดมาตรฐานการผลิตยา หรือมาตรฐานตลาดการค้าของโลก สำหรับตามข้อกำหนดในตำรายาสมุนไพรของไทย[75] ระบุว่าต้องมีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ไม่ต่ำกว่า 5% และน้ำมันหอมระเหยไม่ต่ำกว่า 6%

2) ควรเลือกพันธุ์ที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ[93,99,100] ได้แก่

- เหง้าสมบูรณ์ มีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 7-9 เดือน หรือตั้งแต่ 7 เดือนขึ้นไป
- เหง้าที่ใช้ ทั้ง หัวหรือ แง่ง ควรมีตามากกว่า 2-5 ตาขึ้นไป
- เหง้าสมบูรณ์ มีความแกร่งไม่เล็กลีบ ปราศจากโรค แมลง สัตว์ศัตรูพืช

- **การเก็บรักษาเหง้าพันธุ์หรือเหง้าสด** โดยทั่วไปการเก็บเกี่ยวขมิ้นชันจะอยู่ในช่วงฤดูแล้ง ประมาณเดือนมกราคม ถึง มีนาคม และเริ่มปลูกใหม่ในช่วงต้นฤดูฝน จึงมีระยะทิ้งช่วงห่างประมาณ 2-3 เดือน ฉะนั้นผู้ปลูกควรจัดเตรียมเหง้าพันธุ์โดยคัดเลือกและเก็บรักษาไว้สำหรับใช้ปลูกในฤดูกาลต่อไป หรือเพื่อเก็บเหง้าสดไว้ใช้ประโยชน์อื่น การเก็บรักษาที่เหมาะสมจะช่วยลดหรือหลีกเลี่ยงความเสียหายของเหง้าพันธุ์ได้ โดยทั่วไปนิยมเก็บ 2 วิธี [84,92,93] ได้แก่

1) วางผึ่งไว้ในที่ร่ม สะอาด ปราศจากโรค แมลงและสัตว์ต่างๆ รบกวน มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ผิวสัมผัสหรือพื้นที่เก็บต้องแห้งปราศจากความชื้น

2) ฝังในทรายหยาบที่สะอาด เย็น และชื้น ในที่ร่ม กรณีที่อาจมีโรคและแมลงติดมากับเหง้าที่จะเก็บทำพันธุ์ควรแช่ท่อนพันธุ์ด้วย

สารป้องกันกำจัดแมลง หรือสารป้องกันกำจัดรา โดยระมัดระวังและต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากกำกับ ผึ่งท่อนพันธุ์ให้แห้งก่อนฝังทราย

- **การเตรียมเหง้าพันธุ์** จำนวนเหง้าพันธุ์ที่จะใช้ปลูกในแต่ละพื้นที่นั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อนพันธุ์ และการเลือกระยะปลูกที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ ซึ่งควรเตรียมให้มีจำนวนมากกว่าจำนวนที่จะปลูกจริง ถ้าท่อนพันธุ์มีขนาดเล็กประมาณ 10 กรัม/ชิ้น น้ำหนักโดยรวมของท่อนพันธุ์ที่ควรเตรียมประมาณ 100 กิโลกรัม/ไร่[96,101] ท่อนพันธุ์ที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กรัม/ชิ้น น้ำหนักโดยรวมของท่อนพันธุ์ที่ควรเตรียมประมาณ 300-400 กิโลกรัม/ไร่[84,91,92]

การเตรียมดิน

ขมิ้นชันขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดที่มีอินทรีย์วัตถุอุดมสมบูรณ์และร่วนซุย มีความชื้น และระบายน้ำดี ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง ในดินร่วนที่น้ำและอากาศซึมผ่านถ่ายเทได้สะดวก พืชจะเจริญเติบโตและพัฒนาเหง้าได้ดี จากการทดลองปลูกขมิ้นชันในสภาพดินเหนียวที่จังหวัดพิจิตร ผลผลิตที่ได้มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ 6%-10% เปรียบเทียบกับการปลูกขมิ้นชันในสภาพดินทรายที่จังหวัดตรัง ผลผลิตที่ได้มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ 8%-10% นอกจากนี้การเก็บเกี่ยวเหง้าที่ปลูกในดินร่วนจะสะดวกมากกว่าที่ปลูกในดินเหนียวจัด[102] ดังนั้นในการเตรียมดินปลูกขมิ้นชันจำเป็นต้องขุดหรือไถพรวนเพื่อให้ดินร่วนซุยขึ้น ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีวัชพืชมากและหน้าดินแข็ง ควรไถพรวนไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง คือ ไถดะเพื่อกำจัดวัชพืช และเปิดหน้าดินให้ร่วนซุย แล้วตากดินไว้ 1-2 สัปดาห์ เพื่อทำลายไข่แมลง เชื้อโรคในดิน และไถแปร เพื่อกลับหน้าดิน ทำให้ดินร่วนซุยและละเอียดขึ้น พร้อมกับเก็บตอไม้ เศษไม้ และวัชพืชออกจากแปลงให้หมด[84] ถ้าเป็นดินเหนียวจัดควรใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก อัตรา

1 ตัน/ไร่ เพื่อปรับปรุงสภาพดิน[101] การเตรียมดินควรไถพรวนก่อนต้นฤดูฝน ให้มีสภาพพร้อมปลูกในต้นฤดูฝน

การเตรียมแปลงปลูก มี 2 รูปแบบ[92] คือ

1) แปลงปลูกสภาพพื้นราบ เหมาะกับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี

2) แปลงปลูกสภาพยกสันร่อง หรือยกแปลงให้สูงจากระดับดินเดิม และมีร่องระบายน้ำ เหมาะกับสภาพพื้นที่ลุ่มหรือพื้นที่ราบต่ำ มีการระบายน้ำไม่ดี เมื่อปลูกพืชแล้วอาจมีน้ำท่วมขัง ทำให้พืชเสียหายได้ การยกสันร่อง ควรทำสันนูนสูง 20-30 เซนติเมตร กว้าง 45-50 เซนติเมตร[92] ในกรณียกแปลงปลูก ขนาดที่ง่ายต่อการดูแลรักษาควรกว้าง 100-150 เซนติเมตร สูง 15-20 เซนติเมตร ความยาวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและขนาดของพื้นที่ แปลงปลูกย่อยแต่ละแปลงควรเว้นช่องห่าง 30-50 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นทางเดินสำหรับการดูแลรักษา [84,93]

การปลูก

- **ฤดูปลูกและการเติบโต** ควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม เป็นต้นไป พืชจะได้มีช่วงระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาได้เต็มที่ตลอดฤดูฝน หน่อจะงอกประมาณ 2-4 สัปดาห์หลังปลูก[92] และดอกจะออกในเดือน กรกฎาคม- กันยายน[103] หรือพืชอายุปลูกได้ประมาณ 4-5 เดือน[92,97] ลำต้นเหนือดินจะโทรมยุบในช่วงฤดูแล้ง และลำต้นใต้ดินเข้าสู่ระยะพักตัวพร้อมเก็บเกี่ยว ประมาณเดือนธันวาคม เป็นต้นไป โดยไม่ได้โทรมยุบตามอายุปลูกของพืช อายุปลูกที่พร้อมเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลประมาณ 7-9 เดือน ดังนั้นการปลูกล่าช้าเกินไป นอกจากจะเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงดูแลรักษาแล้วพืชจะเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ และจะโทรมยุบเมื่อเข้าฤดูแล้ง ทำให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณน้อย[104] และมีคุณภาพต่ำกว่าขมิ้นชันที่ปลูกตามสภาพอายุเก็บเกี่ยวปกติ

- **วิธีปลูก**

- กำหนดระยะปลูก ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ และขนาดของเหง้าพันธุ์ โดยทั่วไปในการปลูกขมิ้นชันเป็นพืชหลักอย่างเดียวในสภาพพื้นราบใช้ระยะห่างระหว่างแถว 15-30 เซนติเมตร และใช้ระยะห่างระหว่างต้น 15-30 เซนติเมตร[84,91,93,105] สำหรับการปลูกในสภาพยกสันร่องใช้ระยะห่างระหว่างแถว 45-75 เซนติเมตร และใช้ระยะห่างระหว่างต้น 25-50 เซนติเมตร[93,95,99,101,106] ในการปลูกขมิ้นชันเป็นพืชแซมพืชไร่ หรือพืชสวนอื่นๆ ควรปลูกเป็นแถวแซมระหว่างแถวพืช โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร[105] ผลการปลูกขมิ้นชันที่อายุปลูก 5 เดือน ทั้งปลูกเดี่ยว และปลูกแซมระหว่างแถวข้าวโพดและแถวมันสำปะหลัง พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตต่อกอไม่แตกต่างกัน[105]

- ขุดหลุมปลูก กว้าง 1 หน้าจอบ ประมาณ 15 เซนติเมตร ลึก 10-15 เซนติเมตร

- ใส่ปุ๋ยคอก หรือ ปุ๋ยหมัก รองก้นหลุม ในอัตรา 1 กระป๋องนม (ประมาณ 250 กรัม) ต่อหลุม คลุกเคล้าให้เข้ากับดินก้นหลุม[84] หรือรองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 13-13-21 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่[96]

- นำหัวหรือแง่งพันธุ์ที่เตรียมไว้ลงปลูก แล้วกลบดินทับหนาประมาณ 5-10 เซนติเมตร ก่อนนำเหง้าพันธุ์ลงปลูกควรแช่ด้วยสารฆ่าแมลงและเชื้อรา เพื่อป้องกันโรคและแมลงที่อาจติดมากับท่อนพันธุ์

การดูแลรักษา

- **การคลุมแปลง**[84,93,101] หลังจากปลูกเหง้าพันธุ์แล้ว ควรใช้ฟางข้าวหรือใบหญ้าคาหรือวัสดุอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติเหมือนกันมาคลุมแปลงปลูก เพื่อลดการระเหยของน้ำในดิน และช่วยรักษาความชื้นในดิน

ซึ่งจะมีผลดีต่อการงอกของขมิ้นชัน เป็นการประหยัดการใช้น้ำและแรงงาน

- **การให้น้ำ**[84,92,96] หลังจากปลูกเหง้าพันธุ์แล้ว ควรรดน้ำให้ชุ่ม เพื่อรักษาความชื้นของดินให้เหมาะสมต่อการงอก และทำอย่างต่อเนื่องในระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะที่ต้นยังมีขนาดเล็ก ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ หรือให้น้ำเมื่อเห็นว่าดินแห้ง โดยเฉพาะเมื่อเกิดฝนทิ้งช่วง ปริมาณน้ำที่ให้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และความชื้นในอากาศ เมื่อพืชเริ่มโตการให้น้ำควรลดลงหรือให้ตามความเหมาะสม โดยทั่วไปในฤดูฝนที่มีฝนตกสม่ำเสมอไม่จำเป็นที่จะต้องให้น้ำเพิ่ม และควรระมัดระวังไม่ให้มีน้ำท่วมขังในแปลงปลูกนาน ๆ เพราะจะทำให้ต้นเน่าเสียหายได้ และหยุดการให้น้ำในระยะที่ต้นเริ่มมีใบสีเหลืองในฤดูแล้ง ซึ่งเป็นช่วงที่ขมิ้นชันเข้าสู่ระยะพักตัว หยุดหรือชะลอการเจริญเติบโต
- **การใส่ปุ๋ย** ในสภาพพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์พอเพียง ไม่จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพิ่มหลังการปลูก จากผลการปลูกขมิ้นชันที่สถานีวิจัยปากช่องในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ พบว่าขมิ้นชันอายุปลูกประมาณ 8 เดือน ที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ 7 สูตร และไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตไม่ต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ย N และ K ในอัตราต่าง ๆ จะช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชันสูงกว่าการปลูกที่ไม่ใส่ปุ๋ย[95] อย่างไรก็ตามในต่างประเทศมีการทดลองใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ช่วยเพิ่มผลผลิตขมิ้นชันได้[92,93,106] และปุ๋ยโปแตสเซียมมีผลต่อความสูงของต้น และขนาดของเหง้า[92] และกรณีที่ใส่ในอัตราที่เหมาะสมจะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณเคอร์คูมินด้วย[107] ดังนั้นในพื้นที่ที่ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่องและขาดการบำรุงดิน หรือดินขาดธาตุอาหาร ก็ควรใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม โดยพิจารณาใส่ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ ปุ๋ยสูตรทั่วไปที่ควรใช้[84,96] เช่น 15-15-15, 16-16-16 หรือ 13-13-21

ระยะเวลาใส่ปุ๋ย ใส่หลังการปลูก 1-2 ครั้ง ตามความเหมาะสม[84,91,93,96]

ครั้งที่ 1 เมื่ออายุปลูกประมาณ 1-2 เดือน หรือ ขมิ้นชันที่ปลูกมีการงอก 50 % ขึ้นไป ใส่ประมาณครึ่งช้อนแกง (ประมาณ 15 กรัม) ต่อต้น หรือ ประมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่

ครั้งที่ 2 เมื่ออายุปลูกประมาณ 2-4 เดือน ใส่ประมาณ 1 ช้อนแกง (ประมาณ 30 กรัม) ต่อต้น

วิธีใส่ปุ๋ย ควรใส่ห่างจากโคนต้น 8-15 เซนติเมตร โดยขุดหลุมฝัง หรือหว่านระหว่างแถวปลูก แล้วพรวนดินกลบ หลังใส่ปุ๋ยทุกครั้งต้องให้น้ำทันที[84]

- **การกำจัดวัชพืช** ควรเอาใจใส่ดูแลกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงแรกหลังต้นงอกและระยะที่ต้นยังเล็ก กรณีที่มีวัชพืชขึ้นมากควรใช้จอบดายหญ้า และพรวนดินเข้าโคนต้นไปพร้อมกัน บริเวณโคนต้นควรใช้มือถอนวัชพืชจะดีกว่าใช้จอบดายหญ้า เพราะอาจจะทำความเสียหายให้กับพืชที่เราปลูกได้
- **การพรวนดิน** ส่วนใหญ่แล้วจะพรวนดินและดายหญ้าไปพร้อมกัน หรือพรวนดินเมื่อหน้าดินแน่น ดูดซับน้ำได้ช้า การพรวนดินจะทำให้ดินร่วนซุย ดูดซึมซับน้ำและสารอาหารได้ดี ซึ่งจะช่วยให้ระบบรากพืชใช้น้ำและปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- **การป้องกันกำจัดโรคและแมลง**

โรคของขมิ้นชัน[84,91,93] ที่พบได้แก่

- โรคเหง้าและรากเน่า ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Pythium graminicolum* Subram. และ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz และ *Fusarium solani* และ *Fusarium* sp.

- โรคใบจุด จากเชื้อ *Colletotrichum capsic* (Syd.) Butl. & Bisby และ เชื้อ *Taphrina maculans* Butl.

โรคเหล่านี้มักมีสาเหตุร่วมมาจากการมีน้ำท่วมขัง หรือการให้น้ำมากเกินไป หรือเกิดจากการปลูกซ้ำที่เดิมหลาย ๆ ครั้ง ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรค

การป้องกันกำจัด โรคดังกล่าวเมื่อเกิดแล้วรักษายาก ในเบื้องต้นควรถอนและทำลาย และควรป้องกันก่อนปลูก โดยการหมุนเวียน แปลงปลูกและใช้เหง้าพันธุ์ที่ปราศจากโรค

แมลงศัตรูพืช [84,92,108] ที่พบได้แก่

- แมลงดูดกินน้ำเลี้ยง (scale insect หรือ sucking insect) เช่น เพลี้ยหอย ตัวเล็กมาก สีน้ำตาลแดง มักวางไข่ไว้ที่ผิวเปลือกเหง้า เห็นเป็นสะเก็ดสีขาว ดูดกินน้ำเลี้ยงทำความเสียหายแก่ต้นและเหง้า พบได้ทั้งในแปลงปลูกและในระยะหลังเก็บเกี่ยว

การป้องกันกำจัด ในเบื้องต้นควรทำลายทันที หากมีความจำเป็นที่จะต้องทำการกำจัดที่เหง้าพันธุ์ก่อนการปลูกควรใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่มีชื่อสามัญว่า มาลาไทออน หรือ คลอร์ไพริฟอส เป็นต้น การใช้ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากกำกับอย่างเคร่งครัด

- หนอนหรือแมลงกัดกินใบ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

การป้องกันกำจัด ในเบื้องต้นควรทำลาย หากมีการระบาดมากควรใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่มีชื่อสามัญว่า ไตรอะโซฟอส หรือ ไพรีทรอยด์ เป็นต้น การใช้ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากกำกับอย่างเคร่งครัด

การเก็บเกี่ยว

อายุเก็บเกี่ยว

ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตตามฤดูกาลโดยเริ่มต้นปลูกในต้นฤดูฝน มีการเจริญเติบโตตลอดฤดูฝน และเข้าสู่ระยะพักตัวในฤดูแล้ง ชีพจักรการเจริญเติบโตในหนึ่งฤดูปลูก ประมาณ 7-10 เดือน อายุปลูกจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวันที่เริ่มปลูกถึงวันที่เก็บเกี่ยว[92,93] อายุปลูกหรืออายุเก็บเกี่ยวมีผลต่อคุณภาพผลผลิต ผลการศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่ต่างกันในเหง้าขมิ้นชันที่มีอายุปลูกต่างกัน พบอายุปลูก 4 เดือน มีปริมาณสาร 4% อายุปลูก 6 เดือนมีปริมาณสาร 6.7% อายุปลูก 8 เดือน มีปริมาณสาร 12.7%[109] และผลการศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยในเหง้าขมิ้นชันที่มีอายุปลูกต่างกัน พบอายุปลูก 8-9 เดือน มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยประมาณ 9% ของน้ำหนักแห้ง[99] อย่างไรก็ตามในบางพื้นที่เหง้าอายุปลูก 5 เดือน มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ได้ถึง 10%[110] และในบางพื้นที่เหง้าอายุปลูก 6 เดือน มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์มากพอที่จะนำไปทำสารสกัดแอลกอฮอล์ พัฒนาเป็นครีมขมิ้นชัน 5% ที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบได้[111] พันธุ์ สภาพแวดล้อม และวิธีปฏิบัติในการปลูกที่ต่างกันย่อมมีผลต่อคุณภาพผลผลิตและการกำหนดอายุเก็บเกี่ยว[91] โดยทั่วไปขมิ้นชันที่ปลูกตามฤดูกาลควรเก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 7-9 เดือน[84,99] เพราะจะได้ผลผลิตดี เหง้ามีความสมบูรณ์เต็มที่ มีความแกร่งสามารถเก็บรักษาเหง้าสดไว้ในสภาพปกติได้นาน แต่ถ้าปล่อยทิ้งไว้หลังจากนั้นเป็นเวลานานแล้วอาจเกิดโรคเน่าและผลผลิตลดลง

วิธีการเก็บเกี่ยว

ช่วงฤดูแล้งเป็นระยะเก็บเกี่ยวเหง้าขมิ้นชัน โดยทั่วไปสภาพพื้นดินจะแห้งและแข็งมากกว่าปกติ พื้นที่ปลูกที่เป็นดินร่วนหรือดินร่วน

ปนทราย จะเก็บเกี่ยวเหง้าได้ง่ายกว่าพื้นที่เป็นดินเหนียวจัด ซึ่งขณะแห้งจะแข็งมาก ถ้าดินแข็งควรให้น้ำจนดินชื้นและปล่อยทิ้งไว้ให้ดินแห้งหมาดแล้วจึงทำการเก็บเกี่ยว โดยวิธีขุดหรือไถ แปลงปลูกขนาดเล็กควรใช้จอบขุด แปลงปลูกขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องมือทุ่นแรง เช่น รถแทรกเตอร์ติดพานไถอันเดียว และใช้แรงงานเดินตามเก็บ เหง้าที่เก็บเกี่ยวแล้วควรตัดส่วนต่าง ๆ ของต้นพืชที่ติดค้างออก เคาะเอาดินออก นำไปเขย่าหรือแกว่งในน้ำอีกครั้ง โดยใส่ภาชนะที่มีรูเล็ก ๆ และน้ำไหลผ่านได้สะดวก เช่น เข่ง หรือ ตะกร้า และควรคัดเลือกเหง้าพันธุ์ไว้สำหรับใช้ในฤดูกาลต่อไป[84,96]

ผลผลิต

ปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ[92,112] ทั้งด้านพันธุ์ สิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต วิธีการปฏิบัติทางการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปผลผลิตจากการปลูกแบบพืชหลักจะได้ประมาณ 2.5-4.5 ตันต่อไร่[84,92] จากการปลูกแซมพืชไร่อื่น ๆ จะได้ประมาณ 200-300 กิโลกรัมต่อไร่[105] และการปลูกแซมพืชยืนต้นในต่างประเทศผลผลิตได้ประมาณ 90-300 กิโลกรัมต่อไร่[113]

กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว[84,91-93]

การทำความสะอาด

คัดแยกหัวและแง่งออกจากกัน ตัดรากและส่วนต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการทิ้ง อาจใช้แปรงช่วยขัดผิว หรือตัดทิ้งส่วนที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้ทั่วถึง คัดเลือกส่วนที่สมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลง นำมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง

การเตรียมสมุนไพรก่อนทำให้แห้งและการทำแห้ง มี 2 รูปแบบ คือ

1) แบบชิ้น[84,93] โดยหั่นหัวหรือแง่งเป็นชิ้นบาง ๆ วางบนถาดหรือกระด้ง เกลี่ยให้บาง คลุมด้วยผ้าขาวบางเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและป้องกันการปลิวของสมุนไพร นำไปทำแห้งโดยการตากแดด หมั่นกลับบ่อย ๆ หรือ โดยการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สำหรับ 8 ชั่วโมงแรก แล้วลดอุณหภูมิลงเป็น 40-45 องศาเซลเซียส หมั่นกลับบ่อย ๆ อบจนแห้ง โดยทั่วไปขมิ้นชันสด 5-6 กิโลกรัมจะได้ขมิ้นชันแห้งประมาณ 1 กิโลกรัม

2) ทั้งแง่ง[92-94] วัตถุดิบเครื่องเทศในตลาดการค้าระหว่างประเทศโดยเฉพาะวัตถุดิบจากอินเดียนิยมซื้อขายมากในสภาพแง่งแห้ง โดยนำแง่งที่ทำความสะอาดแล้ว ต้มในน้ำเดือดนาน 1-2 ชั่วโมง หรือ ต้มในน้ำด่างอ่อน เช่น โซเดียมไบคาร์บอนเนต, โซเดียมคาร์บอเนต[98] เป็นต้น ระยะเวลาที่ใช้ต้มแตกต่างตามความเหมาะสม เช่น ต้มในน้ำด่างแคลเซียมออกไซด์ 1% นาน 3 ชั่วโมง ต้มในโปแตสเซียมคาร์บอเนต 2.5 % นาน 1 ชั่วโมง[94] เป็นต้น แล้วนำไปตากแดดจนแห้ง ประมาณ 6-8 วัน[92] หรือโดยใช้เครื่องเป่าลมร้อน 65-70 องศาเซลเซียส จนแห้ง[94] วิธีการต้มในน้ำด่างอ่อนจะช่วยเพิ่มสีแดงและลดสีเหลือง แง่งขมิ้นชันแห้งจากอินเดียมักผ่านกระบวนการขัดหลังจากทำแห้งแล้ว โดยขัดกับผิววัสดุที่หยาบหรือใส่ถุงที่มีหินสะอาดแล้วเขย่า หรือขัดโดยใช้เครื่องจักร[92,93,98]

อนึ่ง การทำแห้งโดยการตากแดดที่ใช้เวลานาน จะเปิดโอกาสให้มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้มาก และสีของขมิ้นชันแห้งจากการอบจะสวยกว่าการตากแดด

การบรรจุและการเก็บรักษา

ขมิ้นชันที่แห้งแล้วควรบรรจุในภาชนะที่สะอาด ปิดให้สนิท เก็บในที่แห้งและสะอาด[84,91] หากยังไม่ได้นำไปใช้ให้นำออกผึ่งในที่ร่มทุก

3-4 เดือน ไม่ควรเก็บวัตถุดิบขมิ้นชันไว้นาน เพราะจากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยจะลดลงประมาณ 25% เมื่อเก็บไว้นาน 2 ปี[110]

ปัจจุบันแนวโน้มผู้บริโภคในตลาดโลกนิยมบริโภคพืชอินทรีย์และผลิตภัณฑ์พืชอินทรีย์ ฉะนั้น ผู้ปลูกและผู้ผลิตวัตถุดิบขมิ้นชันที่มีพื้นที่แปลงปลูกที่เหมาะสมห่างไกลปัญหามลพิษ และไม่มีปัญหาด้านโรคและแมลงระบาดหรือรบกวน ควรพิจารณาดำเนินการตามหลักการผลิตพืชอินทรีย์ ซึ่งได้มีการจัดทำมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย และประกาศใช้เป็นการทั่วไปแล้ว[114] จะเป็นโอกาสเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ต่อไป

ข้อกำหนดคุณภาพสมุนไพรขมิ้นชัน

บทนิยาม

สมุนไพรขมิ้นชัน หมายถึงเหง้าที่ทำให้แห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* L. (C. *domestica* Valeton) วงศ์ Zingiberaceae มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่น้อยกว่าร้อยละ 6.0 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก และปริมาณเคอร์คูมินอยด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนัก

ลักษณะทั่วไปของสมุนไพร

สมุนไพรขมิ้นชันมีสีเหลืองถึงสีน้ำตาลเหลือง มีกลิ่นเฉพาะ และมีรสมันปนเผ็ด ขมเล็กน้อย

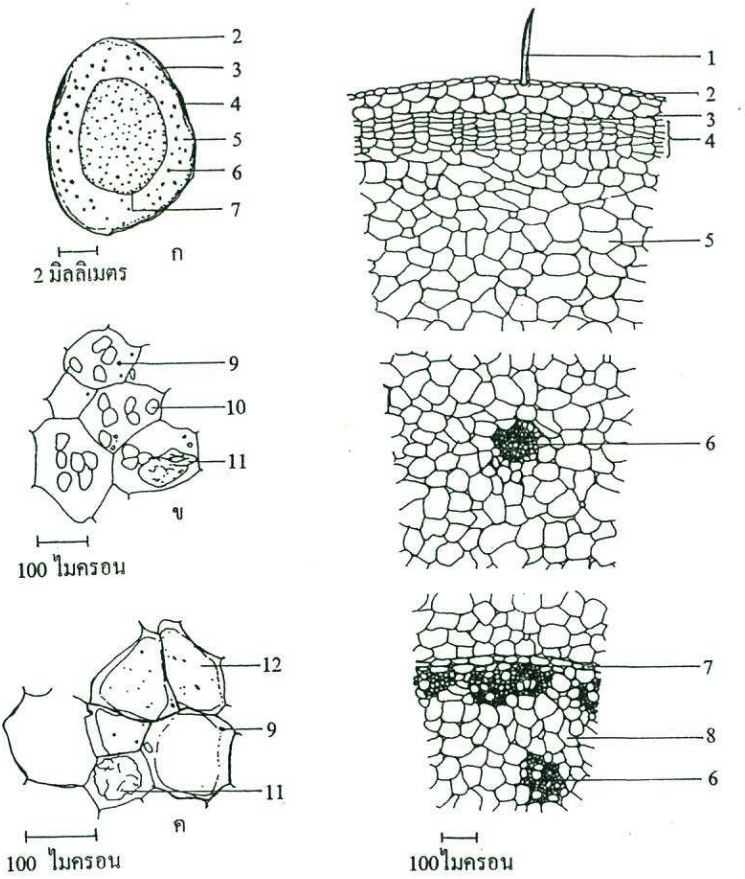
เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท (75,78,115)

ลักษณะทางมหภาค เหง้าขมิ้นชันมีรูปกลมรีเกือบเป็นรูปไข่ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ผิวนอกมีสีน้ำตาลปนเทา มีรอยเป็นวงรอบ ๆ และมีรอยแผลเป็นของรากที่หลุดออกไป แขนงของเหง้าเป็นรูปทรงกระบอก เรียวตรงปลายเล็กน้อย เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ผิวนอกของแขนงมีสีเหลืองถึงน้ำตาลเหลือง มีรอยเป็นวงรอบ ๆ เมื่อหั่นตามขวางจะเห็นเนื้อในสีเหลืองส้มถึงเหลือง เห็นวงของเอนโดเดอร์มีส (endodermis) ชัดเจน

ลักษณะทางจุลภาค

- ***ลักษณะทางจุลกายวิภาค*** เหง้าขมิ้นชันภาคตัดขวาง พบเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้ (รูปที่ 2)

1. เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัว



รูปที่ 2 จุลกายวิภาคของสมุนไพรขมิ้นชัน

ก. ไดอะแกรมของสมุนไพรภาคตัดขวาง
ข. พาเรงคิมาของเหง้าสด
ค. พาเรงคิมาของสมุนไพร
1. ขนแบบเซลล์เดียวปลายแหลม
2. เนื้อเยื่อชั้นผิว
3. เนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว
4. คอร์ก
5. พาเรงคิมาของคอร์เทกซ์
6. มัดท่อลำเลียง
7. เนื้อเยื่อชั้นในสุด
8. พาเรงคิมาของสตีล
9. หยดน้ำมัน
10. เม็ดแป้ง
11. สารสีเหลืองส้ม
12. ก้อนแป้งสีเหลือง

แถวเดียว รูปร่างเกือบเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนแบบเซลล์เดียวปลายแหลม (unicellular trichome) ยาวประมาณ 280 ไมครอน ในส่วนของเหง้าแก่จะพบเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว (hypodermis) 3-6 แถว อยู่บริเวณใต้เนื้อเยื่อชั้นผิว

2. คอร์ก (cork) ประกอบด้วยเซลล์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าประมาณ 4-6 แถว

3. คอร์เทกซ์ (cortex) ประกอบด้วยพาเรงคิมา (parenchyma) ผนังบาง มีกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) กระจัดกระจายภายในพาเรงคิมาพบเม็ดแป้ง (starch grain) จำนวนมาก บางเซลล์มีสารสีน้ำตาลปนส้ม เวสเซล (vessel) เป็นแบบไม่มีลิกนิน

4. เนื้อเยื่อชั้นในสุด (endodermis) เป็นเซลล์แถวเดียว เซลล์มีผนังบาง

5. สตีล (stele) ประกอบด้วยพาเรงคิมาเหมือนในคอร์เทกซ์ แต่มีมัดท่อลำเลียงมากกว่า โดยเฉพาะใต้แนวเนื้อเยื่อชั้นในสุด

- ***ลักษณะผงสมุนไพร*** เป็นผงสีส้ม มีกลิ่นเฉพาะ มีรสมันปนเผ็ดและขมเล็กน้อย ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบเนื้อเยื่อและเซลล์ชนิดต่าง ๆ มากน้อยตามลำดับดังนี้ (รูปที่ 3)

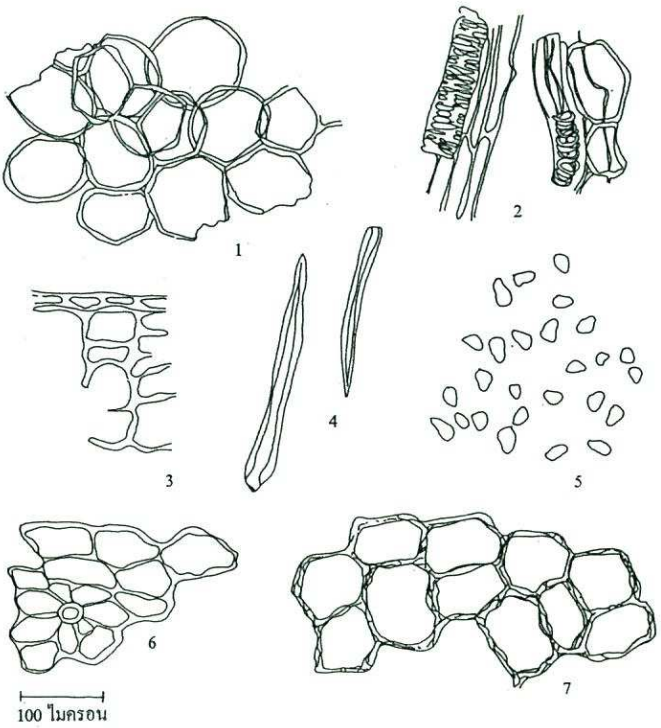
1. พาเรงคิมา รูปร่างค่อนข้างกลม

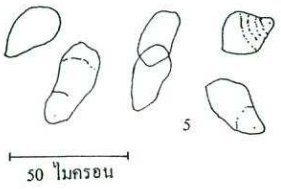
2. เม็ดแป้งจำนวนมากอยู่เดี่ยว รูปร่างกลมกึ่งรูปไข่ รูปรี และรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนใหญ่มีจงอยตรงปลาย มีลายตามขวางจาง ๆ บางอันมองไม่ชัด เม็ดแป้งมีขนาดยาว 9-40 ไมครอน กว้าง 7-20 ไมครอน

3. ส่วนของเวสเซลมีทั้งแบบขั้นบันได แบบเกลียวกึ่งวงแหวน และแบบร่างแห ไม่มีลิกนิน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30-45 ไมครอน

4. ส่วนของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านพื้นผิว

5. ส่วนของคอร์กด้านพื้นผิว
6. ขนชนิดเซลล์เดียวปลายแหลม
7. ส่วนของเนื้อเยื่อชั้นผิว และเนื้อเยื่อชั้นรองผิวด้านตัดตามขวาง





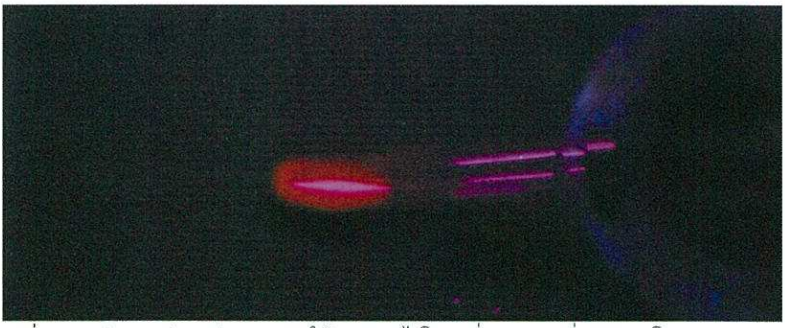
รูปที่ 3 ผงสมุนไพรขมิ้นชัน

1. พาเรงคิมา
2. เวสเซลแบบต่าง ๆ
3. เนื้อเยื่อชั้นผิวและเนื้อเยื่อชั้นรองผิวด้านตัดตามขวาง
4. ขนชนิดเซลล์เดียวปลายแหลม
5. เม็ดแป้ง
6. เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านพื้นผิว
7. คอร์กด้านพื้นผิว

เอกลักษณ์ทางเคมี

การตรวจสอบเบื้องต้น[75]

เขย่าผงยา 10 มิลลิกรัม ด้วยอะซิติคแอนไฮไดร์ 2 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 2-3 หยด เขย่าแล้วดูสีภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร จะให้สีแดงเลือดนกเรืองแสง (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การเรืองแสงสีแดงเลือดนก ภายใต้แสงอัตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร

การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล[75]

น้ำยาตัวอย่าง

เขย่าผงสมุนไพร 1 กรัมด้วยเมธานอล 3 มิลลิลิตร 3-5 นาที ในหลอดที่มีจุกปิด ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง กรอง

น้ำยามาตรฐาน

ละลายสารมาตรฐานเคอร์คูมินอยด์ (ประกอบด้วย curcumin, desmethoxycurcumin และ bisdesmethoxycurcumin) 1 มิลลิกรัมด้วยเมธานอล 1 มิลลิลิตร

อุปกรณ์และน้ำยาแยก

1. แผ่นกระจกฉาบสารดูดซับ (adsorbent) กระจกขนาด 5 x 20 เซนติเมตร ฉาบด้วยซิลิกาเจล จี หนา 0.25 มิลลิเมตร อบที่ 105 องศาเซลเซียสประมาณ 1 ชั่วโมง

2. น้ำยาแยก (developing solvent) ผสมเบนซีน คลอโรฟอร์ม และเอธานอล ในอัตราส่วน 49:49:2

3. ถังทำโครมาโตกราฟี (chromatographic tank) ใส่น้ำยาแยกลงในถังให้มีความสูงจากก้นถังประมาณ 1 เซนติเมตร ประมาณ 15 นาที เพื่อให้บรรยากาศในถังอิ่มตัวด้วยน้ำยาแยก

วิธีการ

ใช้หลอดรูเล็ก (capillary tube) นำน้ำยาตัวอย่าง และน้ำยามาตรฐาน ชนิดละ 5 ไมโครลิตร มาแต้มบนแผ่นกระจกฉาบสารดูดซับในแนวระดับเดียวกันให้ห่างจากขอบล่างของกระจกประมาณ 2 เซนติเมตร และให้มีระยะห่างระหว่างหยดน้ำยาแต่ละชนิดไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร ผึ่งให้แห้ง นำไปตั้งในถังทำโครมาโตกราฟฟีที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ให้น้ำยาแยกซึมขึ้นไปตามผิวที่ฉาบสูง 17 เซนติเมตร นำแผ่นกระจกออกจากถัง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปตรวจสอบดังนี้

1. ส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร

2. พ่นด้วยน้ำยา 10 % กรดฟอสโฟโมลิบดิกในเอธานอล นำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

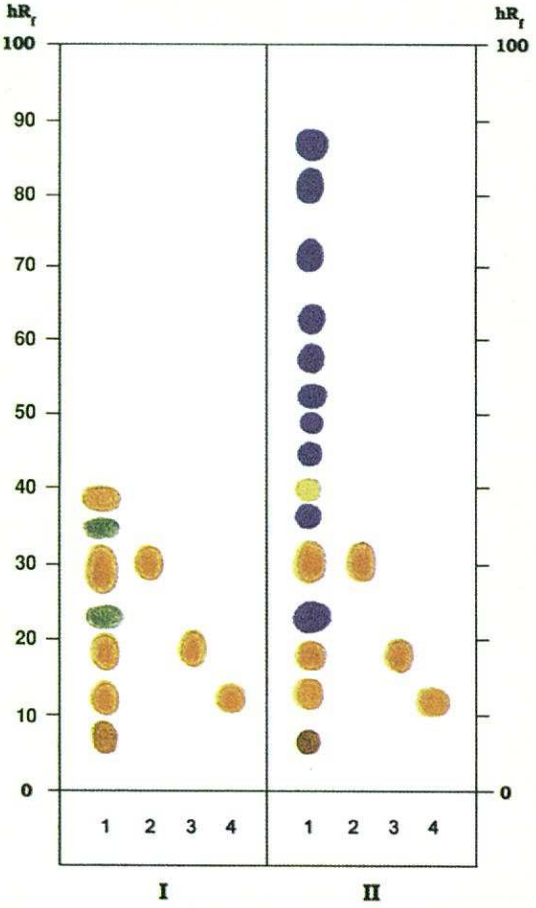
ผลการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ได้โครมาโตแกรม ดังรูปที่ 5 ตำแหน่งของจุดสีต่างๆ บนแผ่นกระจกฉาบสารดูดซับ จะแสดงด้วยค่า hRf (100Rf) โดยที่ Rf (retardation factor หรือ relative front) หมายถึง อัตราส่วนของระยะทางที่สารเคลื่อนที่ต่อระยะทางที่น้ำยาแยกเคลื่อนที่ ค่า hRf และผลการตรวจสอบทั้งสองวิธี แสดงในตารางที่ 1

รูปที่ 5 ลักษณะทางโครมาโตแกรม ชนิดผิวบางของน้ำยาตัวอย่างที่สกัดจากเหง้าขมิ้นชัน

I = เมื่อตรวจสอบด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร

II = เมื่อตรวจสอบด้วยน้ำยา 10% กรดฟอสโฟโมลิบดิกในเอธานอล



1 = น้ำยาตัวอย่าง

2 = น้ำยามาตรฐาน curcumin

3 = น้ำยาสารมาตรฐาน desmethoxycurcumin

4 = น้ำยาสารมาตรฐาน bisdesmethoxycurcumin

ตารางที่ 1 ค่า hRf และผลการตรวจสอบสารสำคัญชนิดต่าง ๆ ในน้ำยาตัวอย่างที่สกัดจากเหง้าขมิ้นชัน

จุดสี	ค่า hRf	การตรวจสอบ	
		UV366	10 % กรดฟอสโฟโมลิบดิก
1	5-8	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาล
Bisdesmethoxycurcumin	11-15	เหลืองอมน้ำตาล	ส้ม
Desmethoxycurcumin	17-20	เหลืองอมน้ำตาล	ส้มอมน้ำตาล
4	21-24	เขียวอมฟ้า	ฟ้า
Curcumin	28-34	เหลืองอมน้ำตาล	ส้มอมน้ำตาล
6	35-38	เขียวอมฟ้า	ฟ้า
7	39-42	เหลือง	เหลืองอ่อน
8	44-46	-	ฟ้า
9	48-51	-	ฟ้า
10	52-53	-	ฟ้า
11	57-60	-	ฟ้า
12	62-66	-	ฟ้า
13	71-74	-	ฟ้า
14	80-85	-	ฟ้า
15	87-90	-	ฟ้า

ปริมาณสิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่เกินร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก

สุ่มตัวอย่างตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำรายาของประเทศไทย จำนวน 100 กรัม นำมาเกลี่ยในภาชนะแบนราบ คัดแยกสิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่าหรือด้วยแว่นขยาย ชั่งน้ำหนักสิ่งแปลกปลอม คำนวณหาน้ำหนักร้อยละของสิ่งแปลกปลอมในตัวอย่าง

ปริมาณความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 10.0 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก

ใช้เครื่องมือ Azeotropic Distillation Apparatus ตามที่กำหนดไว้ในตำรายาของประเทศไทย

ใส่โทลูอีน 200 มิลลิลิตร และน้ำ 2 มิลลิลิตร ลงใน flask ที่แห้ง กลั่นประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องแล้วอ่านปริมาตรของน้ำอย่างละเอียดถึง 0.05 มิลลิลิตร นำผงสมุนไพร 50 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) บรรจุใน flask พร้อม boiling chips 2-3 ชิ้น ใช้ความร้อนต่ำประมาณ 15 นาที จนกระทั่งโทลูอีนเริ่มเดือด แล้วจึงปรับอัตราเร็วของการกลั่นให้ได้ 2 หยดต่อวินาที กลั่นด้วยอัตรานี้จนน้ำที่ถูกกลั่นเกือบหมด แล้วจึงเพิ่มความร้อน เร่งอัตราเร็วเป็น 4 หยดต่อวินาที กลั่นต่อเป็นเวลา 5 นาที ถอด heating mantle ออก แล้วปล่อยให้ receiving tube เย็น เคาะหยดน้ำที่ติดหลอดให้รวมกัน เมื่อน้ำและโทลูอีนแยกชั้นกันดีแล้ว อ่านปริมาตร ของน้ำที่ได้ คำนวณหาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในสมุนไพรโดยใช้สูตร $\frac{100\ (n' - n)}{p}$

เมื่อ p = น้ำหนักของผงสมุนไพร
n = ปริมาตรของน้ำที่กลั่นได้ครั้งแรก (ก่อนใส่ตัวอย่าง)
n′ = ปริมาตรของน้ำที่กลั่นได้ทั้งหมด

ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 6.0 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก

ใช้เครื่องมือกลั่นน้ำมันหอมระเหย ตามที่กำหนดไว้ในตำรายาของประเทศไทย

นำผงยา (ผ่านแร่งเบอร์ 180) 10 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) บรรจุในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน เติมน้ำลงใน graduated tube จนถึง standard line แล้วเติมไซลีน 2.0 มิลลิลิตร ต้มด้วยความร้อน 130-150 องศาเซลเซียส จนน้ำเริ่มเดือด ปรับความร้อนให้ได้อัตราเร็วในการกลั่น 2-3 มิลลิลิตร ต่อนาที เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ปิด heating mantle ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นลง (ประมาณ 30 นาที) ไขน้ำออกช้าๆ จนกระทั่งระดับของไซลีน และน้ำมันหอมระเหยที่ปนกันอยู่ลงไปอยู่ที่ preparation line ทิ้งไว้อีก 1 ชั่วโมง จนเย็น ไขน้ำออกช้าๆ จนระดับของไซลีนลงไปอยู่ที่ขีด 0 อ่านปริมาตรของสารละลายผสมของไซลีนและน้ำมันหอมระเหยเป็นมิลลิลิตร นำปริมาตรของไซลีน (เป็นมิลลิลิตร) ไปหักออกจากปริมาตรของสารละลายผสมของไซลีนและน้ำมันหอมระเหย คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากน้ำหนักของผงสมุนไพรที่ปราศจากความชื้น

ปริมาณเถ้ารวม

ต้องไม่เกินร้อยละ 8.0 โดยน้ำหนัก

เผาผงสมุนไพร 2-4 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในถ้วยกระเบื้อง (crucible) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนในเตาเผา (muffled furnace) โดยค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิไม่เกิน

450 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว (ปราศจากคาร์บอน) ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนัก หากเถ้ายังมีสีดำ ทิ้งถ้วยกระเบื้องไว้ให้เย็น เติมน้ำ 2 มิลลิลิตร นำไปทำให้แห้งบนอ่างอังไอน้ำ และเตาไฟฟ้า (hot plate) แล้วนำไปเผาจนได้น้ำหนักคงที่* ชั่งน้ำหนัก คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณเถ้ารวมจากน้ำหนักของผงสมุนไพรที่ใช้

ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

ต้องไม่เกินร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก

เติมกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 2 โมล่าร์ จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในถ้วยกระเบื้องที่มีเถ้ารวม ปิดด้วยฝากระจกนาฬิกา ต้มนาน 5 นาที กรองด้วยกระดาษกรองชนิดที่ปราศจากเถ้า ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน จนน้ำล้างตะกอนเป็นกลาง นำเถ้าที่กรองได้และกระดาษกรองใส่ลงในถ้วยกระเบื้องใบเดิม ทำให้แห้งบนเตาไฟฟ้า นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดจากผงสมุนไพรที่ใช้

ปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 10.0 โดยน้ำหนัก

หมักผงสมุนไพร 5 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ด้วยเอธานอล จำนวน 100 มิลลิลิตรในขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทนาน 24 ชั่วโมง โดย 6 ชั่วโมงแรกให้เขย่าขวดบ่อยๆ ตั้งทิ้งไว้อีก 18 ชั่วโมง กรองอย่างรวดเร็ว นำสารละลายที่กรองได้จำนวน 20 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยปากกว้างที่ทราบ

**น้ำหนักคงที่ (constant weight) หมายถึง น้ำหนักที่ได้จากการชั่งน้ำหนักติดต่อกัน 2 ครั้ง มีค่าต่างกันไม่เกิน 0.5 มิลิกรัม โดยการชั่งครั้งที่สองเพื่อหาความต่างของน้ำหนัก จะกระทำภายหลังจากการอบหรือเผาที่ใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีก 1 ชั่วโมง*

น้ำหนักแน่นอน ปล่อยให้ระเหยแห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณสารที่ได้จากผงสมุนไพรที่ใช้

ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 9.0 โดยน้ำหนัก

วิธีทำเช่นเดียวกับเมื่อใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลายแต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำที่อิ่มตัวด้วยคลอโรฟอร์ม (chloroform water)เป็นตัวทำละลายแทน

ปริมาณเคอร์คูมินอยด์

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนัก เมื่อคำนวณเป็นเคอร์คูมิน

สารละลายมาตรฐาน

ละลายสารมาตรฐานเคอร์คูมิน 2 มิลลิกรัม (ชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง) ด้วยเมธานอล ปรับปริมาตรให้เป็น 5.0 มิลลิลิตรใน volumetric flask

standard curve ของเคอร์คูมิน

แยกดูดสารละลายมาตรฐาน 20, 40, 50, 60 และ 80 ไมโครลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด เติมเมธานอลจนได้ปริมาตรครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำน้ำยาที่เตรียมได้ไปวัดการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้มา plot standard curve

สารละลายตัวอย่าง

นำผงสมุนไพร 300 มิลลิกรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน บรรจุใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติมเตทตราไฮโดรฟูแรนจนได้

ปริมาตรครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง โดยเขย่าบ่อยๆ

วิธีทำ

ดูดสารละลายใสของสารละลายตัวอย่างมา 1.0 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมเมธานอลจนได้ปริมาตรครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วดูดสารละลายที่ได้มา 1.0 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมเมธานอลจนได้ปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปวัดการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณเคอร์คูมินอยด์คำนวณเป็นเคอร์คูมินจากน้ำหนักผงสมุนไพรที่ปราศจากความชื้น โดยเทียบจาก standard curve ของเคอร์คูมิน

สรุปข้อกำหนดมาตรฐานของขมิ้นชัน[75]

รายการ	ไม่เกิน	ไม่น้อยกว่า
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม (% w/w)	2.0	
ปริมาณความชื้น (% v/w)	10.0	
ปริมาณเถ้ารวม (% w/w)	8.0	
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (% w/w)	1.0	
ปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล (% w/w)		10.0
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ (% w/w)		9.0
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (% v/w)		6.0
ปริมาณเคอร์คูมินอยด์คำนวณเป็นเคอร์คูมิน (% w/w)		5.0

การปนเปื้อนของสมุนไพร

การผลิตยาจากสมุนไพรผู้ผลิตต้องคำนึงถึงปัญหาในการปนเปื้อน ควรมีการตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ แต่เนื่องจากวิธีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนต่าง ๆ เป็นวิธีเฉพาะไม่สามารถกล่าวในรายละเอียดไว้ในหนังสือเล่มนี้ได้ทั้งหมด จึงขอกล่าวเฉพาะหลักการในการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนต่าง ๆ เท่านั้น

การปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์

ตำรามาตรฐานยาของประเทศไทย[86] ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจมีได้ ในยาเตรียมจากสมุนไพรสำหรับใช้เป็นยาภายใน ในตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร จะปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่เจริญในอากาศรวม (total aerobic microbial count) ไม่เกิน 5×10^5 และในปริมาณรวมนี้จะต้องมีปริมาณ yeasts และ moulds ไม่เกิน 5×10^3 ปริมาณ *Escherichia coli* ไม่เกิน 50 ปริมาณ Enterobacteria อื่น ๆ ไม่เกิน 5×10^3 ในตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร ต้องปราศจาก *Staphylococcus aureus* และในตัวอย่าง 10 กรัม หรือ 10 มิลลิลิตร ต้องปราศจาก *Clostridium* spp. และ *Salmonella* spp.

วิธีการตรวจหาการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้กันทั่วไป[79,85,116] มี 3 วิธี

- วิธีใช้จานเลี้ยงเชื้อ (Plate method)
- วิธีใช้หลอดทดลอง (Multiple-tube method)
- วิธีกรองผ่านเยื่อแผ่นบาง (Membrane-filtration method)

วิธีใช้จานเลี้ยงเชื้อ เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก และแม่นยำ เหมาะสำหรับตรวจวิเคราะห์ยาต่างๆ รวมทั้งสมุนไพรด้วย สามารถนำมาปรับใช้

กับสมุนไพรขมิ้นชันได้[117] ด้วยเหตุนี้ในหนังสือเล่มนี้จึงขอกล่าวเฉพาะขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีใช้จานเลี้ยงเชื้อ พอสังเขป ดังนี้

1. ผสมตัวอย่าง 10 กรัม กับ phosphate buffer ในอัตราส่วน 1:10 ให้เข้ากันดี
2. เจือจางน้ำยาตัวอย่างต่อไปด้วย phosphate buffer ให้ได้ dilution 1:100 และ 1:1,000 หรือเจือจางต่อไปตามความเหมาะสม
3. เตรียมจานเลี้ยงเชื้อโดยมี tryptic soy agar ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อจานละ 15-20 มิลลิลิตร
4. ดูดน้ำยาตัวอย่าง dilution ต่าง ๆ dilutionละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ dilution ละ 2 จาน หมุนจานเพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกันดีทิ้งไว้ให้แข็งแล้วนำไปอบเพาะในตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ในกรณีที่เชื้อไม่ขึ้น อบเพาะต่อจนได้เวลาโดยรวมครบ 5 วัน
5. นำจานเลี้ยงเชื้อมาตรวจดู และนับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเลี้ยงเชื้อที่มี dilution ที่เหมาะสม แล้วคำนวนหาปริมาณจุลินทรีย์รวมที่มีในตัวอย่าง 1 กรัม
6. เลือกโคโลนีที่แตกต่าง มาตรวจชนิดของเชื้อต่าง ๆ โดยวิธีเฉพาะให้ทราบว่ามีชนิดและปริมาณของเชื้อตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด หรือไม่

การปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง

สารพิษตกค้างที่ควรตรวจหาปริมาณการปนเปื้อนในสมุนไพรที่สำคัญมี 4 ประเภท ได้แก่

1. สารประกอบคลอรีน เช่น คลอร์เดน ดีดีที ดีลดริน เฮปตาคลอร์
2. สารประกอบฟอสเฟต เช่น พาราไธออน มาลาไธออน ไดเมท-โธเอท
3. สารคาร์บาเมท เช่น คาร์บาริล เมทโธมิล
4. สารไพรีทรอยด์ เช่น ไซเปอร์มีธริน เปอร์มีธริน

หลักการวิเคราะห์[77,118] โดยสังเขปมีดังนี้

1. สกัดสมุนไพรด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น อะซีโตน อะซีโตไนไตรล์ เมธานอล เป็นต้น
2. นำสารสกัดที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์ โดยผ่านลงใน column ของ florisil หรือ alumina หรือ charcoal-celite
3. ตรวจหาชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้าง โดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี หรือโครมาโตกราฟีชนิดของเหลวความดันสูง

ในกรณีที่ตรวจพบว่ามีการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในสมุนไพร องค์การอนามัยโลกมีข้อแนะนำเกี่ยวกับการพิจารณาความปลอดภัย ในการนำสมุนไพรที่มีการปนเปื้อนมาใช้[119]

การปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก

มีข้อแนะนำเกี่ยวกับปริมาณการปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนักในผลิตภัณฑ์สมุนไพร 1 กิโลกรัม จะมีการปนเปื้อนด้วยสารหนู แคดเมียม และตะกั่วได้ไม่เกิน 4, 0.3, และ 10 มิลลิกรัม[77,80,119] ตามลำดับ

หลักการวิเคราะห์[77,80] โดยสังเขปมีดังนี้

1. เตรียมตัวอย่าง โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วยไนตริก แอซิด

2. ตรวจหาปริมาณของสารหนูและโลหะหนัก โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry

การปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี

การตรวจวิเคราะห์หาการปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี จะต้องดำเนินการโดยหน่วยงานที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ และต้องใช้วิธีการตามคำแนะนำของ International Atomic Energy Agency (IAEA) สมุนไพรจากบางแหล่งอาจมีการปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีได้ องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสมุนไพร ที่สงสัยว่าจะมีการปนเปื้อน เพื่อความปลอดภัยในการนำมาใช้ [77,80]

ข้อบ่งใช้

ช่วยบรรเทาอาการอาหารไม่ย่อย (dyspeptic conditions) อาการแน่น จุกเสียด[1-3]

ความเป็นพิษ

การศึกษาพิษเฉียบพลันของเหง้าขมิ้นชันในหนูถีบจักรนั้น พบว่าหนูที่ได้รับผงขมิ้นชันทางปากในขนาด 10 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (ก./กก.) ไม่แสดงอาการพิษใด ๆ และเมื่อให้สารสกัดของเหง้าขมิ้นชันด้วย 50 % แอลกอฮอล์ โดยวิธีป้อนทางปาก ฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และทางช่องท้องในขนาด 15 ก./กก. พบว่า ไม่ทำให้เกิดอาการพิษเฉียบพลันและหนูถีบจักรไม่ตาย ดังนั้น ขนาดของสารสกัดที่ทำให้หนูตายครึ่งหนึ่ง (LD_{50}) เมื่อให้โดยวิธีดังกล่าวจึงมีค่ามากกว่า 15 ก./กก.[120]

การศึกษาพิษเรื้อรังของขมิ้นชันในหนูขาวพันธุ์วิสตาร์ที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมได้รับน้ำ และกลุ่มทดลองได้รับผงขมิ้นชันทางปากในขนาด 0.03, 2.5 และ 5.0 ก./กก./วัน ซึ่งเทียบเท่ากับ 1, 83 และ 166 เท่าของขนาดที่ใช้ในคนคือ 1.5 กรัม/น้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม/วัน เป็นเวลานาน 6 เดือน พบว่า หนูเพศผู้ที่ได้ขมิ้นชันขนาด 2.5 และ 5.0 ก./กก./วัน มีน้ำหนักตัวและการกินอาหารน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงนี้ในเพศเมียที่ได้รับยาขนาดเท่ากัน ขมิ้นชันในขนาดต่าง ๆ ที่ให้แก่หนูขาว ไม่ทำให้เกิดอาการพิษใด ๆ รวมทั้งไม่มีผลต่อค่าทางโลหิตวิทยาหรือค่าเคมีคลินิก และไม่ทำให้เกิดพยาธิสภาพต่ออวัยวะภายในของหนูขาวทั้งสองเพศ[120]

ข้อห้ามใช้

ห้ามใช้ในผู้ป่วยที่มีการอุดตันของท่อน้ำดี หรือผู้ที่แพ้ขมิ้นชัน (hypersensitivity)[1]

ข้อควรระวัง

ผู้ป่วยที่เป็นนิ่วในถุงน้ำดี สตรีมีครรภ์ หรือสตรีที่ให้นมบุตร หากจะใช้ขมิ้นชันต้องอยู่ในความดูแลของแพทย์[1] นอกจากนี้ต้องระวังการใช้ในเด็กเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลด้านประสิทธิผลและความปลอดภัย[1]

ขนาดที่ใช้

รับประทานผงขมิ้นชันในขนาด 1.5-4 กรัมต่อวัน โดยแบ่งให้วันละ 3-4 ครั้ง หลังอาหาร และก่อนนอน[1-3]

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขมิ้นชันแห้ง

มอก. 890-2532[121]

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิดและระบบที่มี คุณลักษณะที่ต้องการ สารปนเปื้อน สุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมาย และฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน และ การทดสอบขมิ้นชันแห้ง

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 ขมิ้นชัน หมายถึง ลำต้นใต้ดินหรือที่เรียกว่าเหง้า ของพืชที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *เคอร์คูมา ลองกา* ลินเนียส *(Curcuma longa* Linnaeus) วงศ์ซิงกิเบราซีอี (Zingiberaceae)

2.2 ขมิ้นชันแห้ง หมายถึง ขมิ้นชันที่นำมาต้มหรือนึ่งไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือแช่ในน้ำเดือดเพื่อกันงอก แล้วทำให้แห้ง อาจขัดผิวหรือไม่ก็ได้ มีลักษณะเป็นก้อนหรือเป็นผง

2.3 สิ่งแปลกปลอม หมายถึง สิ่งที่ไม่ใช่ส่วนประกอบตามธรรมชาติของขมิ้นชัน เช่น กรวด หิน ดิน ทราย เส้นขน แมลง ชิ้นส่วนของแมลง

3. ชนิดและแบบ

3.1 ขมิ้นชันแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะปรากฏ คือ

3.1.1 ชนิดก้อนแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

3.1.1.1 เหง้า (whole rhizome)

3.1.1.2 หัว (bulb or primary rhizome)

3.1.1.3 แง่ง (finger or secondary rhizome)

3.1.2 ชนิดผง

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 คุณลักษณะโดยทั่วไป

4.1.1 ชนิดก้อน

4.1.1.1 มีลักษณะแห้ง แข็ง มีกลิ่นเฉพาะตัว ปราศจากกลิ่นอับหรือกลิ่นแปลกปลอม เมื่อหักแล้วเนื้อสีภายในต้องมีสีเหลืองจนถึงสีส้มปนน้ำตาล การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.1.1.2 สิ่งแปลกปลอม จะมีรวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 2.0 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

4.1.1.3 ชิ้นบกพร่องที่ยอมให้มีได้ ได้แก่ ภายในกลวง เสียไหม้ หรือตำหนิอื่นๆ จะมีรวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 5.0 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

4.1.1.4 ในกรณีที่เป็นแบบแง่ง จะมีส่วนหัวที่ปนได้ไม่เกินร้อยละ 5.0 และจะมีชิ้นที่หักที่มีความยาวน้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ได้ไม่เกินร้อยละ 7.0 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

4.1.2 ชนิดผง

4.1.2.1 มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีสีเหลืองจนถึงสีส้มปน สีน้ำตาล มีกลิ่นเฉพาะตัวและปราศจากกลิ่นอับ หรือกลิ่นแปลกปลอม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.1.2.2 ปริมาณที่ผ่านแร่ง 500 ไมโครเมตร ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98.0

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2

4.1.2.3 ปราศจากสิ่งแปลกปลอม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 44.124[122]

4.1.2.4 เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ต้องไม่พบเห็นเม็ดแป้งอื่นนอกจากเม็ดแป้งของขมิ้นชันซึ่งเป็นเม็ดแบนยาว หรือรูปไข่ หรือรูปรี และมักมีจะงอย ส่วนใหญ่อยู่เดี่ยวๆ มีขนาดกว้าง x ยาว อยู่ในช่วง

7 ถึง 13 ไมโครเมตร x 10 ถึง 16 ไมโครเมตร

15 ถึง 20 ไมโครเมตร x 23 ถึง 28 ไมโครเมตร*

19 ถึง 28 ไมโครเมตร x 39 ถึง 45 ไมโครเมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 30.028 ถึงข้อ 30.032[123]

หมายเหตุ * เป็นขนาดที่พบมากที่สุด

4.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมี
ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมี
(ข้อ 4.2)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีทดสอบตาม
		ชนิดก้อน	ชนิดผง	
1	ความชื้น ร้อยละ ไม่เกิน	12.0	10.0	มอก.297*
2	เถ้า ร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่ปราศจากความชื้นไม่เกิน	-	-	มอก.297*
3	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด ร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่ปราศจากความชื้น ไม่เกิน	-	1.0	มอก.297*
4	น้ำมันระเหยง่าย ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตัวอย่างที่ปราศจากความชื้น 100 กรัมไม่น้อยกว่า	4.0	3.5	มอก.297*
5	เคอร์คูมินอยด์รวม (คำนวณเป็นเคอร์คูมิน) ร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่ปราศจากความชื้น ไม่น้อยกว่า	4.0	4.0	ASTA** วิธีที่ 18.0
6	โครเมียม	ต้องไม่พบ	ต้องไม่พบ	ข้อที่ 10.3

หมายเหตุ

* มอก. 297 หมายถึง มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พริกไทย มาตรฐานเลขที่ มอก. 297

** ASTA หมายถึง American Spice Trade Association

5. สารปนเปื้อน

5.1 สารหนู ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 25.005 ถึงข้อ 25.007[124] ข้อ 25.048 และข้อ 25.049[125]

5.2 ตะกั่ว ไม่เกิน 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 25.114 ถึงข้อ 25.118[126]

6. สุขลักษณะ

6.1 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในขมิ้นชันแห้งชนิดผง ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

6.1.1 มีโซฟิลิกแอโรบิกแบคทีเรีย (mesophilic aerobic bacteria) ไม่เกิน 10^6 โคโลนีในตัวอย่าง 1 กรัม
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.015[127]

6.1.2 *เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli)* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม Micro- organism in foods by F. S. Thatcher and D. S. Clark Vol. 1, 2 nd edition, 1982

6.1.3 รา ไม่เกิน 100 โคโลนีในตัวอย่าง 1 กรัม
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 46.011[128]

7. การบรรจุ

7.1 ให้บรรจุขมิ้นชันแห้งชนิดก้อน ในภาชนะที่สะอาด

7.2 ให้บรรจุขมิ้นชันแห้งชนิดผงในภาชนะที่แห้ง สะอาด ปิดได้สนิทกันความชื้นและเก็บรักษากลิ่นไว้ได้ ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุมีดังในภาคผนวก ก.

7.3 น้ำหนักสุทธิของขมิ้นชันแห้งในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ภาชนะบรรจุขมิ้นชันแห้งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์

(2) ชนิดและแบบ

(3) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

(4) เดือน ปีที่ทำ หรือเดือนปีที่หมดอายุ

(5) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้บรรจุ หรือชื่อผู้จัดจำหน่ายพร้อมสถานที่ตั้ง

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมแล้ว

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ขมิ้นชันแห้งชนิดก้อนแบบเดียวกัน ทำในปีเดียวกัน หรือขมิ้นชันแห้งชนิดผงที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

9.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบคุณลักษณะโดยทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

9.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2 นำตัวอย่างทั้งหมดไปตรวจสอบเครื่องหมายฉลากและการบรรจุ แล้วใช้เครื่องมือที่เหมาะสมชักตัวอย่างจากตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุละเท่า ๆ กัน นำมารวมกันให้ได้น้ำหนักรวม 1,000 กรัมสำหรับชนิดก้อน หรือ 400 กรัม สำหรับชนิดผง แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งใช้ทดสอบคุณลักษณะโดยทั่วไป อีกส่วนเก็บไว้เป็นหลักฐาน

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่าง สำหรับการทดสอบคุณลักษณะโดยทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
(ข้อ 9.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	3	0
151 ถึง 3,200	13	1
3,201 ถึง 35,000	20	2

9.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 7. และข้อ 8. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะถือว่าขมิ้นชันแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี และสารปนเปื้อน

9.2.2.1 ในกรณีที่เป็นขมิ้นชันแห้งชนิดก้อน ให้นำตัวอย่างที่เหลือจากข้อ 9.2.1.1 มาภาชนะบรรจุละเท่าๆ กัน แล้วนำมารวมกันให้ได้น้ำหนักรวม 500 กรัม นำไปบดให้ละเอียดจนผ่านแร่ง 1 มิลลิเมตร ผสมให้เข้ากันแบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งใช้ทดสอบ อีกส่วนเก็บไว้เป็นหลักฐาน

ในกรณีที่เป็นขมิ้นชันแห้งชนิดผง ให้นำตัวอย่างที่เหลือ จากข้อ 9.2.1.1 มาภาชนะบรรจุละเท่าๆ กัน

ผสมรวมให้ได้น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 500 กรัม ในกรณีที่ตัวอย่างยังไม่พอให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าหรือมากขึ้นโดยลำดับ จนได้น้ำหนักรวมกันไม่น้อยกว่า 500 กรัม แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งใช้ทดสอบ อีกส่วนเก็บไว้เป็นหลักฐาน

9.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.2 และ ข้อ 5 จึงจะถือว่าขมิ้นชันแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ในขมิ้นชันแห้งชนิดผง

9.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ แล้วชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุในปริมาณเท่าๆกัน ให้ได้น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 100 กรัม

9.2.3.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6 จึงจะถือว่าขมิ้นชันแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างขมิ้นชันแห้งชนิดก้อนต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 และข้อ 9.2.2.2 ทุกข้อ และตัวอย่างขมิ้นชันแห้งชนิดผงต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 ข้อ 9.2.2.2 และข้อ 9.2.3.2 ทุกข้อจึงจะถือว่าขมิ้นชันแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมนี้

10. การทดสอบ

10.1 สิ่งแปลกปลอม ชิ้นบกพร่องที่ยอมให้มีได้ ส่วนหัวที่ปนในแบบแง่ง

และชิ้นหัก

10.1.1 วิธีทดสอบ

ชั่งตัวอย่างประมาณ 500 กรัม ให้ทราบน้ำหนักแน่นอนถึง 0.1 กรัม แยกสิ่งแปลกปลอมและสิ่งบกพร่องใส่ลงในภาชนะที่เหมาะสม สะอาด แห้งและทราบน้ำหนักแล้ว นำไปชั่งน้ำหนักให้ละเอียดถึง 0.01 กรัม แล้วนำไปคำนวณ ในกรณีที่เป็นแบบแง่งให้แยกส่วนหัวและชิ้นหักแยกใส่ลงในภาชนะที่เหมาะสม สะอาด แห้ง และทราบน้ำหนักแล้ว นำไปชั่งให้ละเอียดถึง 0.01 กรัม แล้วนำไปคำนวณ

10.1.2 วิธีคำนวณ

$$C = \frac{M_2 - M_0}{M_1} \times 100$$

เมื่อ C คือ สิ่งแปลกปลอม หรือชิ้นบกพร่อง หรือส่วนหัวหรือชิ้นหัก เป็นร้อยละ

M_0 คือ น้ำหนักภาชนะบรรจุ เป็นกรัม

M_1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

M_2 คือ น้ำหนักภาชนะบรรจุและสิ่งแปลกปลอม หรือน้ำหนักภาชนะบรรจุและชิ้นบกพร่อง หรือน้ำหนักภาชนะบรรจุและส่วนหัว หรือน้ำหนักภาชนะบรรจุและชิ้นหัก (แล้วแต่กรณี) เป็นกรัม

10.2 ปริมาณที่ผ่านแร่ง

10.2.1 เครื่องมือ

10.2.1.1 แร่ง 500 ไมโครเมตร

10.2.1.2 เครื่องเขย่า ที่มีอัตราเร็ว 1000 รอบต่อนาที

10.2.2 วิธีทดสอบ

ชั่งตัวอย่างประมาณ 100 กรัม ให้ได้น้ำหนักแน่นอนถึง 0.1 กรัม ใส่ลงในแร่งที่วางบนเครื่องเขย่า เขย่านาน 15 นาที ชั่งตัวอย่างส่วนที่ผ่านแร่ง

10.3 โครเมียม

10.3.1 สารละลาย

10.3.1.1 สารละลายกรดซัลฟิวริก 1+7

10.3.1.2 สารละลายไดฟีนิลคาร์บาไซด์ (diphenyl carbazide solution) 2 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรในเอทานอลร้อยละ 2 โดยปริมาตร

10.3.2 วิธีทดสอบ

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม เผาจนเป็นเถ้าขาวตามวิธีที่กำหนดใน มอก.297 ละลายเถ้าด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 4-5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วถ่ายลงในหลอดทดสอบเติมสารละลายไดฟีนิลคาร์บาไซด์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายต้องไม่เปลี่ยนเป็นสีม่วงแสดงว่าไม่มีโครเมียม

ภาคผนวก ก.
ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุ

(ข้อ 7.2)

ภาชนะที่ใช้บรรจุควรมีสมบัติในการเก็บรักษากลิ่นและกันความชื้นได้ หรือมีความชื้นผ่านได้น้อยที่สุด โดยทำจากวัสดุ เช่น

(1) โลหะ หรือแก้ว

(2) อะลูมิเนียมเปลว (aluminium foil) ดีบุกเปลว (tin foil)

(3) กระดาษเคลือบไข

(4) พลาสติก เช่น โพลิไวนิลิดีน (polyvinylidine chloride) ไนลอน โพลิเอสเตอร์

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. 1999. Rhizoma Curcumae Longae. In: WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. I. Malta. p. 115-124.
2. Thamlikitkul V, Bunyapraphatsara N, Dechatiwongse T et al. 1989. Randomized double blind study of *Curcuma domestica* Val. for dyspepsia. *J Med Assoc Thai* 72 (11) : 613-620.
3. คณะกรรมแห่งชาติด้านยา. 2543. บัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (บัญชียาจากสมุนไพร). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 3, 16-23.
4. Ramprasad C and Sirsi M. 1956. Indian medicinal plants: *Curcuma longa: in vitro* antibacterial activity of curcumin and the essential oil. *J Sci Industr Res* 15C : 239-241.
5. Banerjee A and Nigam SS. 1978. Antimicrobial efficacy of the essential oil of *Curcuma longa*. *Ind J Med Res* 68 : 860-866.
6. Lutomski J, Kedia B and Debska W. 1974. Wirkung des Aethanolextraktes und aktiver Substanzen aus *Curcuma longa* auf Bakterien und Pilzen. *Planta Med* 26 : 9-19.
7. Vaijayanthimaler J, Anandi C, Udhaya V et al. 2000. Anticandidal activity of certain south Indian medicinal plants. *Phytotherapy Res* 14 : 207-209.
8. Jayaprakasha GK, Kegi PS, Anandharamakrishnan C et al. 2001. Chemical composition of turmeric oil- a byproduct from turmeric oleoresin industry and its activity against different fungi. *Z Naturforsch [C]* 56(1-2) : 40-44.
9. Srivastava KC. 1989. Extract from two frequently consumed spices curcumin *(Cuminum cyminum)* and turmeric *(Curcuma longa)* inhibit platelet aggregation and alter eicosanoid biosynthesis in human blood platelet. *Prostaglandins Leukotrienes Essent Fatty* Acids 37(1) : 57-64.
10. Shah BH, Nawaz Z, Pertani SA et al. 1999. Inhibitory effect of curcumin, a food spice from turmeric, on platelet-activating factor and arachidonic acid-mediated platelet aggregation through inhibition of thromboxane formation and Ca^{2+} signalling. *Biochem Pharmacol* 58 : 1167-1172.
11. Pachauri SP and Mukherjee SK. 1970. Effect of *Curcuma longa* (Haridra) and *Curcuma amanda* (Amragandhi) on the cholesterol level in experimental hypercholesterolemia of rabbits. *J Res Ind Med* 5(1) : 27-31.
12. Rao SD, Sekhara NC, Satyanarayana MN et al. 1970. Effect of curcumin on serum and liver cholesterol levels in rat *J Nutrition* 100 : 1307-1315.
13. Babu PS and Srinivasante K. 1997. Hypolipidemic action of curcumin, the active principle of turmeric *(Curcuma longa)* in streptozotocin induced diabetic rats. *Mol Cell Biochem* 166(1-2) : 169-175.
14. Dixit VP, Jain P and Joshi SC. 1988. Hypolipidemic effects of *Curcuma longa* L. and *Nardostachys jatamansi* DC. in triton-induced hyperlipidemic rats. *Ind J Physiol Pharmacol* 32(4) : 299-304.
15. Ramirez-Tortasa MC, Mesa MD, Aguilera MC et al. 1999. Oral administration of turmeric extract inhibit LDL oxidation and has hypocholesterolemic effects in rabbit with experimental atherosclerosis. *Atherosclerosis* 147(2) : 371-378.
16. Raha RA, Elda-Surhaida ESA and Jamaludin JM. 2001. Lowering of lipid composition in aorta of guinea pigs by *Curcuma domestica*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 1 : 6.

17. Ozaki Y and Liang OB. 1988. Cholagogic action of the essential oil obtained from *Curcuma zanthorrhiza* Roxb. *Shokugaku Zasshi* 42 : 257-263.
18. Ammon HPT and Wahl MA. 1991. Pharmacology of *Curcuma longa*. *Planta Med* 57(1) : 1-7.
19. Niederau C and Gopfert E. 1999. The effect of chelidonium and turmeric root extract on upper abdominal pain due to function disorders of the biliary system. Results from a placebo-controlled double-blind study. *Med Klin* 94(8) : 425-430.
20. Rasyid A and Lelo A. 1999. The effect of curcumin and placebo on human gall bladder function: an ultrasound study. *Aliment Pharmacol Ther* 13(2) : 245-249.
21. Sidhu GS, Singh AK, Thaloor D et al. 1998. Enhancement of wound healing by curcumin in animals. *Wound Repair Regen* 6(2) : 167-177.
22. Sidhu GS, Mani H, Gaddipati JP et al. 1999. Curcumin enhance would healing in streptozotocin induced diabetic rats and genetically diabetic mice. *Wound Repair Regen* 7(5) : 362-374.
23. Kiso Y, Suzuki Y, Watanabe N et al. 1983. Antihepatotoxic principle of *Curcuma longa* rhizomes. *Planta Med* 49(3) : 185-187.
24. Hikino H. 1985. Antihepatotoxic activity of crude drugs. *Yakugaku Zasshi* 105 (2) : 109-118.
25. Deshpande UR, Gadre SG, Raste AS et al. 1998. Protective effect of turmeric *(Curcuma longa)* extract on carbon tetrachloride-induced liver damage in rats. *Ind J Exp Biol* 36(6) : 573-577.
26. Sharm OP. 1976. Antioxidant activity of curcumin and related compounds. *Biochem Pharmacol* 25 : 1811-1812.
27. Shalink VK and Srinivas L. 1992. Lipid peroxide-induced DNA damage; protection by turmeric *(Curcuma longa). Molec Cellular Biochem Biophys* 292 : 627-633.
28. Ruby AJ, KuttanG, Dinesh BK et al. 1995. Anti-tumor and antioxidant activity of natural curcuminoids. *Cancer Lett* 94 : 79-83.
29. Selvam R, Subramanian M, Gayathri R et al. 1995. The anti-oxidant activity of turmeric *(Curcuma longa). J Ethnopharmacol* 47(2) : 59-67.
30. Bonte F, Noel-Hudson MS, Wepierre J et al. 1997. Protective effect of curcuminoids on epidermal skin cells under free oxygen radical stress [Letter]. *Planta Med* 63(3) : 265-266.
31. Piper JT, Singhal SS, Salameh MS et al. 1998. Mechanism of anti-carcinogenic properties of curcumin: the effect of curcumin on glutathione linked detoxification enzymes in liver. *Int J Biochem Cell Biol* 30(4) : 445-456.
32. Ramsewak RS, De Witt DL and Nair MG. 2000. Cytotoxicity, antioxidant and anti-inflammatory activities of curcumins of curcumin I-III from *Curcuma longa*. *Phytomedicine* 7(4) : 303-308.
33. Watanabe S and Fukui T. 2000. Suppressive effect of curcumin on trichloroethylene-induced oxidative stress. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 46(5) : 230-234.
34. Sinha M, Mukherjee BP, Mukherjee B et al. 1975. Study of the mechanism of action of curcumin: an antiulcer agent. *Ind J Pharmacol* 7 : 98-99.
35. Bhavani Shankar TN and Murthy VS. 1979. Effect of turmeric *(Curcuma longa)* fractions on the growth of some intestinal and pathogenic bacteria *in vitro*. *Ind J Exptl Biol* 17(12) : 1363-1366.
36. Muderji B, Zaidi SH and Singh GB. 1981. Spices and gastric function. Part I: Effect of *Curcuma longa* on the gastric secretion in rabbits. *J Sci Indt Res* 20 : 25-28.
37. ฉวีวรรณ พฤกษ์สุนันท์, บรรจบ อินทรสุขศรี, มานิต ลิโทชวลิต และคณะ. 2529. ผลของขมิ้นชันต่อการเปลี่ยนแปลงเยื่อบุผนังกระเพาะอาหารและลำไส้ดุโอดีนัม ในผู้ป่วยแผลเปื่อยเปปติค รายงานเบื้องต้นในผู้ป่วย 10 ราย. *วารสารมาลัยวิทยา* 8 (3) : 139-151.

38. Sakai K, Miyazaki Y and Yamane T. 1989. Effect of extracts of Zingiberaceae herbs on gastric secretion in rabbit. *Chem Pharm Bull* 37 : 215-217.
39. Permpipat U, Kiatying-Ansulee N, Anulukanapakorn K et al. 1990. Pharmacological study of *Curcuma longa*. In: Proceeding of the Symposium of the Department of Medical Sciences. Bangkok, Thailand, Dec. 3-4.
40. Rafatullah S, Tariq M, Al-Yahya MA et al. 1990. Evaluation of turmeric *(Curcuma longa)* for gastric and duodenal anti-ulcer activity in rats. *J Ethnopharmacol* 29 : 25-34.
41. Masuda T, Jitoe A, Isobe J et al. 1993. Antioxidative and anti-inflammatory curcumin-related phenolic from rhizomes of *Curcuma domestica*. *Phytochemistry* 32 : 1557-1560.
42. อุไรวรรณ เพิ่มพิพัฒน์, อัญชลี จูฑะพุทธิ และ นิยดา เกียรติยิ่งอังศุลี. 2539. ฤทธิ์ของขมิ้นชันในการต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหารหนูขาว. *ไทยเภสัชสาร* 20 (1) : 27-38.
43. Prucksunand C, Kiatying-Angsulee N, Sawasdimongkol K et al. 1997. Preventive action of turmeric against HCl-induced gastric necrosis in rat : to verify the mode of action of previous clinical study. *Thai J Pharm Sci* 21 (1) : 43-48.
44. Prucksunand C, Indrasukhsri B, Leethochawalit M et al. 2001. Phase II clinical trial on effect of the long turmeric *(Curcuma longa* Linn.) on healing of peptic ulcer. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 32 (1) : 208-215.
45. Arora RB, Basu N, Kapoor V et al. 1971. Anti-inflammatory studies on *Curcuma longa* (turmeric). *Ind J Med Res* 59 : 1289-1295.
46. Chandra D and Gupta SS. 1972. Anti-inflammatory and antiarthritic activity of volatile oil of *Curcuma longa*. *Ind J Med Res* 60 : 138-142.
47. Ghatak N and Basu N. 1972. Sodium curcuminate as effective anti-inflammatory agent. *Ind J Exptl Biol* 10 : 236.
48. Yegnanarayan R, Saraf AP and Balwani JH. 1976. Comparison of anti-inflammatory activity of various extracts of *Curcuma longa* (Linn.). *Ind J Med Res* 64 : 601-608.
49. Mukhopadhayay A, Basu N, Ghatak N et al. 1982. Anti-inflammatory and irritant activities of curcumin analogs in rats. *Agent and Actions* 12 : 508-515.
50. Rao TS, Basu N and Siddiqui HH. 1982. Anti-inflammatory activity of curcumin analogs. *Ind J Med Res* 75 : 574-578.
51. Chuthaputti A and Permpipat U. 1994. Anti-inflammatory activity of *Curcuma longa* Linn. rhizomes. *Bull Dept Med Sci* 36(4) : 197-209.
52. Srimal RC and Dhawan BN. 1985. In: Arora BA, ed. Development of Unani drugs from herbal sources and the role of elements in their mechanism. New Delhi, Hamdard National Foundation Monograph,
53. Ammon HPT, Anazodo MI, Safayhi H et al. 1992. Curcumin: A potent inhibitor of Leukotriene B4 formation in rat peritoneal polymorphonuclear neutrophils (PMNL). *Planta Med* 58 : 226.
54. Nakabhushan M, Amonkar AJ and Bhide SV. 1987. *In vitro* antimutagenicity of curcumin against environmental mutagens. *Fd Chem Toxic* 25(7) : 545-547.
55. Polasa K, Sesikaran B, Krishna TP et al. 1991. Turmeric *(Curcuma longa)*-induced reduction in urinary mutagens. *Fd Chem Toxic* 29(10) : 699-706.
56. Soni KB, Lahiri M, Chackradeo P et al. 1997. Protective effect of food additives on aflatoxin-induced mutagenicity and hepatocarcinogenicity. *Cancer Lett* 115(2) : 129-133.
57. Polasa K, Raghuram TC, Krishna TP et al. 1992. Effect of turmeric on urinary mutation in smokers. *Mutagenesis* 7(2) : 107-109.
58. Haung MT, Lon YR, Ma W et al. 1994. Inhibitory effects of dietary curcumin on forestomach, duodenal, and colon carcinogenesis in mice. *Cancer Res* 54(22) : 5841-5847.

59. Subramanian M, Sreejayan M, Rao N et al. 1994. Diminution of singlet oxygen-induced DNA damage by curcumin and related antioxidants. *Mutat Res* 311(2) : 249-255.
60. Commandeur JNM and Vermeulen NPE. 1996. Cytotoxicity and cytoprotective activities of natural compounds: the case of curcumin. *Xenobiotica* 26 : 667-680.
61. Jiang MC, Yang-Yen HF, Yen JY et al. 1996. Curcumin induces apoptosis in immortalized NIH3t3 and malignant cancer cell lines. *Nutr Cancer* 26 : 111-120.
62. Limtrakul P, Lipigornoson S, Namwong O et al. 1997. Inhibitory effect of dietary curcumin on skin carcinogenesis in mice. *Cancer Lett* 116 : 197-203.
63. Mehta K, Pantazis P, McQueen T et al. 1997. Antiproliferative effect of curcumin (diferuloylmethane) against human breast tumor cell lines. *Anticancer Drugs* 8(5) : 470-481.
64. Kawamori T, Lubet R, Steele VE et al. 1999. Chemopreventive effect of curcumin, a naturally occurring anti-inflammatory agent, during the promotion/progression stages of colon cancer. *Cancer Res* 59(3) : 597-601.
65. Khar A, Ali AM, Pardhasaradhi BV et al. 1999. Anti-tumor activity of curcumin is mediated through the induction of apoptosis in AK-5 tumor cells. *FEB Lett* 445(1) :165-168.
66. Bielak-Zmijewska A, Koronkiewicz M, Skierski J et al. 2000. Effect of curcumin on the apoptosis of rodent and human non-proliferating and proliferating lymphoid cells. *Nutr Cancer* 38(1) : 131-138.
67. Collett GP, Robson CN, Mathers JC et al. 2001. Curcumin modifies Apc(min) apoptosis resistance and inhibits 2-amino-1-phenyl-6-phenylimidazo[4,5-6]pyridine (PhIP) induced tumor formation in Apc(min) mice. *Carcinogenesis* 22(5) : 821-828.
68. Limtrakul P, Anuchapreeda S, Lipigornoson S et al. 2001. Inhibition of carcinogen induced c-Ha-ras and c-fos proto-oncogenes expression by dietary curcumin. *BMC Cancer* 1 : 1
69. Roth GN, Chandra A and Nair MG. 1998. Novel bioactivities of *Curcuma longa* constituents. *J Nat Prod* 61(4) : 542-545.
70. Tawatsin A, Wratten SD, Scott RD et al. 2001. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *J Vector Ecology* 26(1) : 76-82.
71. Blumenthal M, Goldberg A and Brinckmann J, eds. 2000. Herbal Medicine. Expanded Commission E Monographs. Integrative Medicine Communications, Newton. p. 379-384.
72. Chavalittunrong P and Dechatiwongse T. 1988. Quality evaluation of Turmeric. *Th J Pharm Sci* 13(3) : 317-327.
73. Supinya T, De-Eknamkul W and Ruangrungsi N. 1992. Simultaneous determination of individual curcuminoids in turmeric by TLC-Densitometric Method. *Thai J Pharm Sci* 16(3) : 251-259.
74. สมภพ ประธานธุรารักษ์, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, พร้อมจิต ศรลัมพ์ และคณะ. 2543. คุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย. ใน: รายงานการสัมมนาเรื่อง แนวทางการพัฒนาสมุนไพรของประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. บริษัท เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 122-126.
75. Thai Herbal Pharmacopoeia. 1995. Vol. 1. Khamin Chan. Prachachon Co., Ltd., Bangkok. p. 38-44.
76. Lou ZC. 1980. General Control Methods for Vegetable Drugs. WHO/Pharm/80.502. World Health Organization. Geneva.
77. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. 1992. WHO/Pharm/92.559/ rev.1. World Health organization. Geneva.
78. Standard of ASEAN Herbal Medicine. 1993. Vol.1. Aksara Buana Printing, Jakarta.

79. Thai Pharmacopoeia. 1987. Vol. 1. Pt. 1. The War Veterans Organization Press, Bangkok. p. 438, 476-488.
80. Thai Herbal Pharmacopoeia. 1995. Vol. 1. Prachachon Co., Ltd., Bangkok.
81. ทวีผล เดชาติวงศ์ ณ อยุธยา. 2536. การควบคุมคุณภาพของสมุนไพร. ใน : เอกสารการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการควบคุมคุณภาพสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. นนทบุรี. หน้า 45-53.
82. Techadamrongsin Y, Dechatiwongse Na Ayudhya T and Punyarajun S. 1999. Harvesting, Post-harvesting Handling and Storaging of Crude Drug. Department of Medical Sciences. Nonthaburi. Thailand.
83. วีณา จิรัจฉริยากูล บรรณาธิการ. 2534. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. Text and Journal Corporation Co., Ltd., กรุงเทพฯ. หน้า 1-72.
84. กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2533. คู่มือสมุนไพรเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน. Text and Journal Corporation Co., Ltd., กรุงเทพฯ
85. British Pharmacopoeia. 1998. Vol. 2.2. The Stationery Office of the British Pharmacopoeia Commission, London. p. A181, A243-252.
86. Thai Pharmacopoeia. 1997. Vol. 2. Pt. 1 P.A. Living Co., Ltd., Bangkok. p. 2064-2065.
87. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันทน์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544) พิมพ์ครั้งที่ 2 บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 160.
88. Burtt BL. 1977. The Nomenclature of Turmeric and other Ceylon Zingiberaceae. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 35(2) : 209-213.
89. Burtt BL and Smith RM. 1983. Zingiberaceae. A Revised Handbook to the Flora of Ceylon. Vol. 4. A.A. Balkema, Rotterdam. p. 499 - 501.
90. Purseglove JW. 1978. Tropical Crops. Vol. 1-2 (combined). Longman Group Ltd., London. p. 522-528.
91. Purseglove JW, Brown EG, Green Cl et al. 1981. Spices. Vol. 2. Longman Group Ltd., London. p. 532-551.
92. de Guzman CC and Siemonsme JS, eds. 1999. Spices. Plant Resources of South-East Asia. No. 13. Backhuys Publishers, Leiden. p. 111-116.
93. Atal CK and Kapur BM. 1989. Cultivation and Utilization of Aromatic Plants. Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi. p. 208-214.
94. สายสนม ประดิษฐดวง และ วราภา มหากาญจนกุล. 2536. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวสมุนไพรและแปรรูปเครื่องเทศ. การสัมมนาผลการดำเนินงานโครงการวิจัย KIP ประจำปี 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 63-64.
95. องอาจ หาญชาญลิศ, ฉลองชัย แบบประเสริฐ และยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2537. ผลของปุ๋ยไนโตรเจน และโปแตสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชัน. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 1-11.
96. องอาจ หาญชาญลิศ, ฉลองชัย แบบประเสริฐ และยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2539. การศึกษาต้นทุนและผลผลิตสดของขมิ้นชัน. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 1-8.
97. องอาจ หาญชาญลิศ และฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2536. ผลของขนาดหัวพันธุ์และระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชัน. การสัมมนาผลการดำเนินงานโครงการวิจัย KIP ประจำปี 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 49-52.
98. นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2544. ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ดียุค 2001 ควรเป็นอย่างไร. การสัมมนาเรื่องแนวทางการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์ วันที่ 25 กันยายน 2544. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. หน้า B1-B14.

99. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. ผลงานวิชาการประจำปี 2543. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 241-244.
100. ประมวล ชูสกุล. 2541. ความรู้พื้นบ้านในการปลูกและการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรตระกูลขิงของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. หน้า 32-34.
101. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. การปลูกขมิ้นชัน. http://www.doae.go.th/library/thml/veget-all.html. Accessed August 30, 2001.
102. ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2536. การปลูกและการเก็บเกี่ยวพืชสมุนไพร. การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การควบคุมคุณภาพสมุนไพร. วันที่ 8-11 มิถุนายน 2536. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. นนทบุรี. หน้า 35-44.
103. อรพินท์ เทพเสน. 2543. การระบุและจัดหมวดหมู่พืชสกุลขมิ้น โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เรณูวิทยา และเซลล์วิทยา. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 1-30.
104. วรวิทย์ ยิ่งสวัสดิ์ และบัวบาง ยะอูป. 2536. การวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. การสัมมนาผลการดำเนินงานโครงการวิจัย KIP ประจำปี 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 56-57.
105. ราเชนทร์ ถิรพร, ธีรวัฒน์ กษิรวัฒน์, อำนวย โยธาศิริ และคณะ. 2536. การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตขมิ้นชันในระบบการปลูกพืช. การสัมมนาผลการดำเนินโครงการวิจัย KIP ประจำปี 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 53-55.
106. Li L and Qin S. 1996. Effect of organic fertilizer and mineral fertilizer on the tuber yield of *Curcuma longa* L. *Chung Kuo Chung Tsa Chih* 21(11) : 651-652.
107. Mohan Babu N and Muthusrami S. 1984. Influence of potassium on the quality of turmeric *(Curcuma longa* L.) . *South Indian Hortic* 32(6) : 343-346.
108. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2543. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2543. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 38-86.
109. พนิดา อติเวทิน. 2542. อิทธิพลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และอายุเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมินในขมิ้นชัน *(Curcuma longa* L.) มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. หน้า 1-77.
110. Chavalittumrong P and Jirawattanapong W. 1992. Variation of active constituents of *Curcuma domestics* rhizomes at different ages. *Thai J Pharm Sci* 16(2) : 165-174.
111. นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, วราภรณ์ จรรยาประเสริฐ, มาลิน จุลศิริ และคณะ. 2543. การพัฒนาครีมขมิ้นชันเพื่อใช้รักษาโรคผิวหนังในผู้ป่วยเอดส์. การสัมมนาแนวทางการพัฒนาสมุนไพรของประเทศไทย. วันที่ 13-14 กันยายน 2543. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. หน้า 273-381.
112. Li L. Qin S, Song H et al. 1996. *Curcuma longa* L. tuber yield simulation model and its application under combined agronomic measures for good-quality, high-yield and obvious economic results. *Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih* 21(9) : 527-529.
113. Grewal SS, Singh K and Juneja ML. 1995. Conservation and production potential of an agro-forestry system integrating grey gum *(Eucalyptus tercticornis),* white popinac *(Leucaena latisiliqua)* and turmeric *(Curcuma longa). Ind J Agri Sci* 65(3) : 191-195.
114. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป. เล่ม 118 ตอนพิเศษ 36 ง. วันที่ 18 เมษายน 2544 หน้า 4-10.
115. ประนอม เดชวิศิษฏ์สกุล และ ภัสสรา เงินดี. 2531. การศึกษาทางเภสัชเวทของเหง้าขมิ้นชัน. *วารสารกรมวิทย* พ 30(4) : 267-274.

116. The United States of Pharmacopoeia. Rev. 23. The National Formulary. Ed. 18. 1995. The United States Pharmacopoeial Convention Inc., Rockville, MD. p. 1478-1483.
117. วุฒิศักดิ์ คณาวุฒิ. 2536. การควบคุมยาแผนโบราณ. ใน: เอกสารการสัมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การควบคุมคุณภาพสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. นนทบุรี. หน้า 143-155.
118. กอบทอง ธูปหอม, บุญไพ สังวรานนท์, กนกพร อธิสุข และคณะ. 2536. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและพีซีบีในอาหาร พ.ศ. 2531-2533. *วารสารวิทยาศาสตร์* 35(1) : 1-12.
119. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. 1998. World Health Organization. Geneva. p. 47-63.
120. Sittisomwong N, Leelasangaluk V, Chivapat S et al. 1990. Acute and subchronic toxicity of tumeric. *Bull Dept Med Sci* 32(8) : 101-111.
121. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขมิ้นชันแห้ง. มอก. 890-2532 ประกาศใน พระราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 159 วันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2532. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, กรุงเทพฯ. หน้า 1-15.
122. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Light filth in Spices and Condiments. Floatation Method. First Action. AOAC 44.124. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 913.
123. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Adulterants in Spices. Micro scopic Examination Method. Procedure. AOAC 30.028-30.032. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 566.
124. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Arsenic, Cadmium, Lead, Selenium and Zinc in Food. Multielement Methods. First Action. AOAC 25.005-25.007. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 445.
125. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Arsenic in Food. Silver Diethyldithiocarbamate Methods. Final Action. AOAC 25.048-25.049. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 451-452.
126. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Lead in Food. Atomic Absorption Spectrophotometric Methods. Final Action. AOAC 25.114-25.118. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 464.
127. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Frozen, Chilled, Precooked, or Prepared Foods. Microbiological Methods. First Action. AOAC 46.015. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 942-943.
128. Association of Official Analytical Chemists, Inc. 1984. Technics for Eggs and Egg Products. Microbiological Methods. Final Action. AOAC 46.011. In: Official Methods of Analysis. 14th Ed. The William Byrd Press, Inc., Richmond, Virginia. p. 941.

คำสั่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ที่ 453/2544

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำหนังสือขมิ้นชันในโครงการรางวัลสมุนไพรไทยคุณภาพ

ตามที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้อนุมัติโครงการรางวัลสมุนไพรไทยคุณภาพ เพื่อสนองนโยบายส่งเสริมการส่งออกของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยโครงการดังกล่าวจะจัดทำหนังสือขมิ้นชัน เพื่อเผยแพร่ให้ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกร โรงพยาบาล โรงงาน รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทั่วประเทศนั้น

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ขอแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำหนังสือขมิ้นชันในโครงการสมุนไพรไทยคุณภาพ จำนวน 15 คน ดังนี้

1.	นายอัมพร	คุณเอนก	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2.	นางสุภัทรา	อิมเอิบ	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3.	นางสาวทวีผล	เดชาติวงศ์ ณ อยุธยา	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
4.	นางมาลี	บรรจบ	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
5.	นางปราณี	ชวลิตธำรง	ประธานคณะทำงาน
6.	นางประนอม	เดชวิศิษฏ์สกุล	คณะทำงาน
7.	นางจารีย์	บันสิทธิ์	คณะทำงาน
8.	นางเย็นจิตร	เตชะดำรงสิน	คณะทำงาน
9.	นางสาวอัญชลี	จูฑะพุทธิ	คณะทำงาน
10.	นายทรงพล	ชีวะพัฒน์	คณะทำงาน
11.	นางสาวสุธิดา	ไชยราช	คณะทำงาน
12.	นางยุพาภรณ์	สุทธิกุล	คณะทำงาน
13.	นางสาวกัลยา	อนุลักขณาปกรณ์	คณะทำงานและเลขานุการ
14.	นางสาววีรนุช	ไชยบุญเรือง	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
15.	นางสาวจุรีรัตน์	นันตา	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

โดยมีหน้าที่ ดังต่อไปนี้

1. จัดทำหนังสือขมิ้นชัน
2. ปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2544

(นายสถาพร วงษ์เจริญ)
รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

มาตรฐานสมุนไพรไทย

Standard of Thai Herbal Medicine

ขมิ้นชัน

Curcuma longa L.