วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพ: กรณีศึกษาขมิ้นชัน

รองศาสตราจารย์ ดร. สมภพ ประธานธุรารักษ์
ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

การนำสมุนไพรมาใช้ในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปผงยาสมุนไพร หรือใช้ในรูปแบบสารสกัด มีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีในสมุนไพรที่นำมาใช้ดังกล่าวจะประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ สารสกัด รวมถึงผลิตภัณฑ์สมุนไพรจึงมีความซับซ้อนมากกว่าการควบคุมคุณภาพยาหรือผลิตภัณฑ์จากเคมีสังเคราะห์ ซึ่งกระบวนการการควบคุมคุณภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตที่จะทำให้มั่นใจได้ว่าวัตถุดิบสมุนไพรที่ได้มีคุณภาพตามมาตรฐานและมีคุณภาพคงที่ในทุกรุ่นการผลิต ซึ่งจะส่งผลถึงประสิทธิผลและความปลอดภัยของการใช้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรนั้น [1-2] บทความนี้กล่าวถึงแนวทางการได้มาซึ่งวัตถุดิบสมุนไพร การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพร โดยใช้ขมิ้นชันเป็นตัวอย่างในการนำเสนอ อันจะเป็นประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรมสมุนไพรในภาพรวมต่อไป

ขมิ้นชัน (Turmeric, *Curcuma longa* L.) เป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี มีเหง้าใต้ดิน เนื้อในเหง้าสีเหลืองส้ม มีกลิ่นเฉพาะตัว ตำรายาไทยใช้เหง้าสดฝนกับน้ำทารักษาโรคผิวหนังผื่นคัน หรือกินรักษาอาการท้องอืดเฟ้อ[3] สารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา มี 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เป็นสารให้สีคือ curcuminoids พบประมาณ 5% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่ง 50-60% ของ curcuminoids ที่พบเป็น curcumin, monodesmethoxycurcumin และ bisdesmethoxycurcumin สารสำคัญอีกกลุ่มคือ น้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสารประกอบ monoterpenoids และ sesquiterpenoids เช่น turmerone[4] ตามข้อกำหนดของ ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia I) [5] กำหนดให้วัตถุดิบขมิ้นชันสำหรับผลิตยาต้องมีปริมาณ curcuminoids ไม่ต่ำกว่า 5% และน้ำมันหอมระเหยไม่ต่ำกว่า 6%

การทดลองทางคลินิกแบบ randomized double-blind multicenter study เพื่อพิสูจน์ประสิทธิผลของขมิ้นชันในการรักษาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ (dyspepsia) ในผู้ป่วยจำนวน 106 คน พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับขมิ้นชันครั้งละ 500 มิลลิกรัม (มีปริมาณ curcuminoids = 9.6% และ น้ำมันหอมระเหย = 8%) วันละ 4 ครั้ง เป็นเวลา 7 วัน มีอาการดีขึ้นหรืออาการท้องอืดท้องเฟ้อหายไปใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับยา flatulence และดีกว่ากลุ่มที่ได้รับยาหลอกอย่างมีนัยสำคัญ[6]

มีรายงานเบื้องต้นในผู้ป่วยโรคแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก จำนวน 10 ราย ที่ได้รับขมิ้นชันครั้งละ 500 มิลลิกรัม วันละ 4 ครั้ง ติดต่อกันในเวลา 4-12 สัปดาห์ พบว่าขมิ้นชันทำให้แผลใน

กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กหายได้ดีพอสมควร[7] อย่างไรก็ตามรายงานผลการทดลองทางคลินิกแบบ randomized controlled study เพื่อศึกษาการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (Gastric Ulcer) เปรียบเทียบกับยาลดกรดชนิดน้ำในผู้ป่วย 50 คน พบว่าในกลุ่มที่ได้รับขมิ้นชัน ขนาด 250 มิลลิกรัม 4 ครั้งต่อวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีอัตราแผลหายสนิท 71% ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับยาลดกรดมีอัตราแผลหายสนิทถึง 94%[8]

กลไกการออกฤทธิ์ของขมิ้นชันเกี่ยวกับฤทธิ์ลดการหลั่งสารคัดหลั่งในกระเพาะอาหาร[9] เพิ่มการหลั่งสารเมือกในกระเพาะอาหาร[10] ป้องกันเยื่อบุทางเดินอาหารจากยา NSAIDS กรด หรือเมทานอล[11-12] นอกจากนี้ยังพบว่าผงขมิ้นชัน, curcumin, หรือน้ำมันหอมระเหยสามารถเพิ่มการหลั่งน้ำดี และ curcumin มีคุณสมบัติป้องกันการเกิด cholesterol gall stones ในหนูทดลอง[13]

ในด้านความเป็นพิษมีรายงานว่า ผงขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันด้วยแอลกอฮอล์ หรือ curcumin ไม่แสดงความเป็นพิษเฉียบพลัน และความเป็นพิษระยะยาวทั้งใน หนูขาว หนูตะเภา หมา และ ลิง[14-16] เมื่อให้ curcumin 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวหนูขาว (ประมาณ 100 เท่าของขนาดรักษา) โดยการกิน เป็นเวลา 6 วัน พบว่าทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหาร[17] อัตราการก่อแผลในทางเดินอาหารของ curcumin เป็น 0.33 เท่าของ phenylbutazone[18] การได้รับขมิ้นชันในปริมาณสูง (50 เท่าของปริมาณที่มนุษย์บริโภคปกติ) ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อตับในสัตว์ทดลอง[19] ในผู้ป่วยที่มีการอุดตันในท่อน้ำดี เช่น มีนิ่ว ควรปรึกษาแพทย์ก่อนใช้ขมิ้นชัน[20]

จากหลักฐานการวิจัยจะเห็นว่า ขมิ้นชันมีประสิทธิผลในการรักษาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ (dyspepsia)[6] ขมิ้นชันจัดเป็นสมุนไพรที่มีความปลอดภัยสูง[14-16] เป็นสมุนไพร 1 ใน 8 ชนิดที่อยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ ประเภทยาจากสมุนไพรที่มีการพัฒนา[21] ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขมุ่งเน้นให้มีการใช้ยาจากสมุนไพรเพื่อลดการนำเข้ายาจากต่างประเทศ จึงมีความจำเป็นที่ต้องผลิตวัตถุดิบขมิ้นชันให้มีคุณภาพสม่ำเสมอและมีปริมาณแน่นอนสำหรับอุตสาหกรรมยาสมุนไพรชนิดนี้ ซึ่งนอกจากสามารถลดการนำเข้ายาแล้ว ยังช่วยเพิ่มอาชีพให้เกษตรกรในประเทศด้วย

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพ

การที่สมุนไพรแต่ละชนิดประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด แนวทางที่จะทำให้ได้วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพ ต้องวางแนวทางปฏิบัติมาตรฐานสำหรับการผลิตวัตถุดิบสมุนไพรเพื่อผลิตวัตถุดิบสมุนไพรให้ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐาน ซึ่งจะมีการควบคุมคุณภาพตลอดกระบวนการผลิตตามแนวทางปฏิบัติมาตรฐานสำหรับควบคุมคุณภาพ โดยทุกขั้นตอนมีสำคัญต่อการได้มาซึ่งวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพตามมาตรฐานและมีความคงที่ในทุกรุ่นการผลิต [2]

การจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานวัตถุดิบสมุนไพร มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดคุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพร โดยมุ่งเน้นคุณลักษณะที่ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพการรักษาและความปลอดภัย เพื่อให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในคุณภาพที่สม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพร ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้จัดทำแนวทางการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพร [22] โดยให้อ้างอิงมาตรฐานข้อกำหนดวัตถุดิบสมุนไพรที่มีอยู่ในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศ หรือตำรายาอื่น ๆ ที่คณะอนุกรรมการพิจารณาทะเบียนตำรับยาแผนโบราณเห็นชอบ ส่วนวัตถุดิบสมุนไพรที่ไม่ปรากฏใน

ตำรายา ให้ใช้ข้อกำหนดที่จัดทำโดยผู้ผลิตวัตถุดิบหรือผู้ผลิตยาสำเร็จรูปนั้นเอง ซึ่งมีการวิจัยและพัฒนามาแล้ว

ข้อกำหนดของวัตถุดิบสมุนไพรตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้ ชื่อหลักของสมุนไพร ชื่อพฤกษศาสตร์และชื่อพ้อง ชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาไทย คำจำกัดความ (Definition) ของสมุนไพร การบรรยายรูปร่างลักษณะ (Description) ถ้ามีการทำให้แห้งให้ระบุวิธีการทำให้แห้ง การพิสูจน์เอกลักษณ์ (Identification) การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญออกฤทธิ์ การตรวจสอบปริมาณน้ำหอมระเหย (Volatile Oils) รวมทั้งการตรวจสอบสารเฉพาะกลุ่ม ได้แก่ การตรวจสอบดัชนีการเกิดฟอง (Foaming Index) การตรวจปริมาณแทนนิน (Tannins) การตรวจสอบดัชนีพองตัว (Swelling Index) การตรวจสอบน้ำหนักที่หายไปเมื่อทำให้แห้ง (Loss on Drying) การตรวจสอบปริมาณน้ำ (Water Content) การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม (Foreign Matter) การตรวจสอบปริมาณเถ้า (Ash Value) การตรวจสอบสารตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืช (Pesticide Residues) การตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (Microbial Contamination) การตรวจสอบการปนเปื้อนสาร Aflatoxin จากเชื้อรา การตรวจสอบโลหะหนัก (Heavy Metal) การตรวจสอบสารตกค้างกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Residues) การตรวจสอบปริมาณสารสกัด (Extractive Matter) การตรวจสอบตัวทำละลายตกค้าง (Residual Solvent) (ในกรณีที่มีการสกัด) การตรวจสอบขนาดของผงยาสมุนไพร (particle Size) รวมถึงสภาพการเก็บรักษา (Storage Conditions) [4, 23] ทั้งนี้ควรต้องคำนึงถึงประเด็นหลักที่สำคัญต่อไปนี้

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพต้องมีการระบุชนิดตามหลักการทางพฤกษศาสตร์

วัตถุดิบสมุนไพรที่จะนำมาใช้ในการผลิตยาจากสมุนไพรมีทั้งที่เก็บมาจากป่าธรรมชาติ และมาจากการปลูก จึงต้องได้รับการระบุชนิดที่ถูกต้องตามหลักการทางอนุกรมวิธานพืช โดยระบุชื่อชนิด (species) ที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (herbarium specimen) เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับเทียบเคียงในการผลิตครั้งต่อๆไป การนำความรู้ทางพฤกษศาสตร์เข้ามาช่วยในขั้นตอนต่างๆของการผลิตวัตถุดิบสมุนไพร เช่นการตรวจสอบการปนปลอมและปนเปื้อนของพืชอื่นที่ไม่ต้องการได้ [24]

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพต้องมีสารออกฤทธิ์ปริมาณสูงและมีความสม่ำเสมอ

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพดีเพื่อการผลิตยาสมุนไพร จะต้องคำนึงถึงปริมาณสารที่มีฤทธิ์ทางยาเป็นหลัก โดยจะต้องมีปริมาณสูงตามเกณฑ์มาตรฐานและมีความสม่ำเสมอในทุก ๆ รุ่นการผลิตของวัตถุดิบที่นำมาผลิตยา เช่น ขมิ้นชันสำหรับการผลิตยาที่ดี จะต้องมีปริมาณเคอคูมินอยด์ไม่ต่ำกว่า 5 % และน้ำมันหอมระเหยไม่ต่ำกว่า 6 % [5] ในด้านแหล่งที่มาของสมุนไพร มีรายงานพบความไม่สม่ำเสมอขององค์ประกอบทางเคมีทั้งในด้านของคุณภาพและปริมาณในสมุนไพรที่เก็บจากป่าธรรมชาติ [25] นอกจากนี้การเก็บสมุนไพรจากป่าเป็นการทำลายธรรมชาติและสมดุลของระบบนิเวศน์ของป่า ซึ่งเป็นอันตรายต่อการสูญพันธุ์ของพืชสมุนไพรชนิดที่หายาก แม้แต่สมุนไพรที่ได้จากการปลูกแต่มาจากต่างแหล่งก็มีคุณภาพที่แตกต่างกันเช่น วัตถุดิบขมิ้นชันที่มาจากแหล่งปลูกในจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทย

มีปริมาณสารสำคัญที่แตกต่างกัน [26] นอกจากนี้สายพันธุ์ของสมุนไพรก็มีผลต่อคุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพร ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีสมุนไพรเพียงไม่กี่ชนิดที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ [27] สายพันธุ์บางครั้งเราสามารถจำแนกได้ด้วยลักษณะภายนอก เช่น ขนาดหรือรูปร่างของใบ ดอก หรือผล บางครั้งพบว่าพืชชนิดเดียวกันจากต่างแหล่งมีลักษณะสัณฐานวิทยาเหมือนกันแต่มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ตัวอย่างเช่น ฟ้าทะลายโจร ที่ถูกเก็บเมล็ดพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย เมื่อนำมาปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน และเก็บเกี่ยวเมื่อดอกบานพบว่ามีสารสำคัญ andrographolide ในใบฟ้าทะลายโจรจากประเทศไทย 28 แหล่ง อยู่ระหว่าง 1.24 ถึง 3.35 % [28]

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพต้องไม่มีการปนด้วยพืชชนิดอื่น

บางครั้งวัตถุดิบสมุนไพรที่มาจากป่า โดยผู้เก็บสมุนไพรที่ไม่ชำนาญ หรือขาดความระมัดระวังก็อาจมีพืชชนิดอื่นปนมาโดยไม่ได้ตั้งใจ บางครั้งพืชที่ปนเปื้อนมาเป็นพืชพิษก็อาจทำให้เกิดอาการพิษในผู้ใช้สมุนไพรได้ [29] เช่นมีรายงานการเกิดความเป็นพิษจาก *Digitalis lanata* ในผู้ที่บริโภคเทียนเกล็ดหอย (*Plantago ovata*) [30] ซึ่งเป็นยาระบายชนิดเพิ่มกาก ซึ่งมี *Digitalis lanata* ขึ้นปนมาในแปลงปลูกและถูกเก็บเกี่ยวปนเปื้อนมาในวัตถุดิบเทียนเกล็ดหอย แต่หากเป็นความตั้งใจของผู้เก็บหรือผู้ขายวัตถุดิบสมุนไพรโดยปนปลอมด้วยส่วนอื่นของพืชนั้นที่ไม่ได้ใช้เป็นยา เช่นส่วนที่ใช้ประโยชน์เป็นใบแต่เอากิ่งหรือก้านปนมา [31] หรือใช้พืชชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่าเติมเข้ามาเพื่อให้ได้ปริมาณมากขึ้น [29]

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพต้องไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และ Toxin จากเชื้อจุลินทรีย์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในยาสมุนไพรอาจก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ได้ วัตถุดิบเป็นสิ่งแรกที่ถูกเพ่งเล็งว่าเป็นสาเหตุหลักของการมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในยาสมุนไพร นอกจากนี้อาจเกิดจากขบวนการผลิตที่ไม่สะอาดเพียงพอ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อให้เกิดผลเสียได้ดังนี้

- เกิดการติดเชื้อที่ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ในมนุษย์ เช่น *Salmonella* จากรายงานวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ยาแผนโบราณในช่วงปี พ.ศ. 2539-2541 พบว่ายาแผนโบราณที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ผิดมาตรฐานร้อยละ 7.3 ในขณะที่ยาไม่มีทะเบียนที่เก็บจากท้องตลาดมีการปนเปื้อนร้อยละ 29.4 [32] ในขณะที่ชาสมุนไพรที่เก็บตัวอย่างในช่วงปี พ.ศ. 2542 มีตัวอย่างไม่เข้ามาตรฐานร้อยละ 73.1 ในจำนวนนี้พบ Coliforms เกินมาตรฐานร้อยละ 65.4 รา ร้อยละ 48.0 *E. coli* ร้อยละ 11.5 และยีสต์ร้อยละ 1.9 [33]

องค์การอนามัยโลก (WHO) [23] ได้กำหนดชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่อนุญาตให้มีได้ในวัตถุดิบสมุนไพรประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดชนิดจุลินทรีย์และปริมาณที่อนุญาตให้มีได้ในวัตถุดิบสมุนไพรขององค์การอนามัยโลก[23]

ชนิดเชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณ (ต่อกรัม)	
วัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยวที่เก็บเกี่ยวโดยวิธีการที่สะอาด		
Escherichia coli	ไม่เกิน	10^4
Mold propagules	ไม่เกิน	10^5
วัตถุดิบสำหรับทำชาสมุนไพร (ที่ผ่านการ pretreated เช่นล้างด้วยน้ำร้อน) หรือวัตถุดิบสำหรับยาภายนอก		
Aerobic bacteria	ไม่เกิน	10^7
Yeasts และ moulds	ไม่เกิน	10^4
E. coli	ไม่เกิน	10^2
Enterobacteria อื่นๆ	ไม่เกิน	10^4
Salmonellae	ไม่พบ	
วัตถุดิบสำหรับยาที่ใช้รับประทาน		
Aerobic bacteria	ไม่เกิน	10^5
Yeasts และ moulds	ไม่เกิน	10^3
E. coli	ไม่เกิน	10
Enterobacteria อื่นๆ	ไม่เกิน	10^3
Salmonellae	ไม่พบ	

- จุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างเอนไซม์ซึ่งเปลี่ยนสารบางชนิดในพืชให้เกิดเป็นสารพิษได้ เช่น Sweet clover (*Melilotus officinalis*) มีสาร coumarin และอนุพันธ์หลายชนิดซึ่งราบางชนิดสามารถเปลี่ยน *o*–coumaric acid เป็น coumarin ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือด ทำให้เลือดไหลไม่หยุด [29]

- สารพิษจากเชื้อราได้แก่ aflatoxins ซึ่งผลิตโดยเชื้อราสกุล *Aspergillus* ส่วนใหญ่เป็น *Aspergillus flavus* ซึ่งเจริญดีในที่ความชื้นสูง (80-85%) และอุณหภูมิเฉลี่ย 25-37°C จึงพบมากในเขตร้อนรวมทั้งประเทศไทย [29, 34] aflatoxins เป็นสารก่อกลาย (mutagen) ถ้าให้ aflatoxins ปริมาณต่ำเป็นเวลานานทำให้เกิดมะเร็งตับในสัตว์ทดลอง [29] มีรายงานจากประเทศอินเดียว่ามีผู้เสียชีวิตเนื่องจากตับอักเสบ (fatal hepatitis) เนื่องจากรับประทานข้าวโพดที่ติดเชื้อ *A. flavus* จำนวนมาก ประมาณว่าได้รับ aflatoxins 2-6 มิลลิกรัมต่อวัน (30-90 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม) [35] สารนี้ทนความร้อนถึง 260 °C การหุงต้มธรรมดาไม่สามารถทำลายพิษนี้ได้ [34] การตรวจสอบ aflatoxins ในตัวอย่างสมุนไพร 49 ตัวอย่างในประเทศญี่ปุ่น [36] และ 13 ตัวอย่างในประเทศเยอรมันนี [37] ไม่พบ aflatoxins เลย แต่การตรวจสอบตัวอย่างสมุนไพรในประเทศอินเดียพบ aflatoxins 86.7 % [38] ในประเทศไทยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้สุ่มตัวอย่างสมุนไพร 60 ชนิด พบว่ามี aflatoxin B_1 2 % [21] จากรายงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นภาพของความหลากหลายของคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรในแต่ละประเทศ ปัจจัยสำคัญน่าจะมาจากลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นที่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อรา อีกประการหนึ่งคือสมุนไพรไม่แห้งสนิท และการเก็บที่ไม่เหมาะสม [29] องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ตรวจ aflatoxins ที่อาจพบได้ในวัตถุดิบสมุนไพรจำนวน 4 ชนิด คือ aflatoxin B_1, B_2, G_1, และ G_2 โดยใช้เทคนิค TLC ซึ่งตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลกไม่อนุญาตให้มีเลย [23]

- สารพิษจากแบคทีเรียได้แก่ endotoxins ผลิตจากแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *E. coli* ซึ่ง endotoxins เมื่อเข้าสู่ร่างกายโดยการฉีดจะทำให้เกิด pyrogen effect คือ อาการหนาวสั่น จึงควรระวังสำหรับยาเตรียมสมุนไพรในรูปแบบยาฉีด [29]

วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพต้องไม่มีการปนเปื้อนของยาปราบศัตรูพืช

ยาปราบศัตรูพืช (pesticides) มีหลายประเภท เช่น ยาฆ่าแมลง (insecticides) ยาฆ่ารา (fungicides) หรือ ยาฆ่าหญ้า (herbicides) ซึ่งการปนเปื้อนนี้อาจมาจากการใช้ยาเหล่านี้ในช่วงของการปลูกพืช หรือ การรมด้วย fumigants ระหว่างการเก็บ[29] สำหรับข้อกำหนดชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่ยอมให้มีได้ในสมุนไพร แสดงในตารางที่ 2 และรายละเอียดวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชใช้วิธีก๊าซโครมาโตกราฟี ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (ฉบับเพิ่มเติม พ.ศ. 2547)

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืชที่ยอมให้มีได้ [22]

สารกำจัดศัตรูพืช	ข้อกำหนด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
Alachlor	0.02
Aldrin and Dieldrin (sum of)	0.05
Azinphos-methyl	1.0
Bromopropylate	3.0
Chlordane (sum fo cis, trans-and Oxychlordane)	0.05
Chlorfenvinphos	0.5
Chlorpyrifos	0.2
Chlorpyrifos-methyl	0.1
Cypermethrin (and isomers)	1.0
DDT (sum of p,p-DDT, o,p-DDT, p,p-DDE and p,p-TDE)	1.0
Deltamethrin	0.5
Diazinon	0.5
Dichorvos	1.0
Dithiocarbamates (as CS_2)	2.0
Endosulfan (sum of isomers and Endosulfan sulfate)	3.0
Endrin	0.05
Ethion	2.0
Fenitrothion	1.5
Fonofos	0.05
Heptachlor (sum of Heptachlor and Heptachlorepoxide)	0.05
Hexachlorobenzene	0.1
Hexachlorocyclohexane isomers (other than γ)	0.3
Lindane (γ-Hexachlorocyclohexane)	0.6
Malathion	0.1
Methidathion	0.2
Parathion	0.5
Parathion-methyl	0.2
Permethrin	1.0
Phosalone	0.1
Piperonyl butoxide	3.0
Pirimiphos-methyl	4.0
Pyrethrins (sum of)	3.0
Quintozene (sum of quintozene, pentachloroanaline and methyl pentachlorophenyl sulfide)	1.0

ที่มา : ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย ฉบับเพิ่มเติม พ.ศ. 2547

การปนเปื้อนของสารหนูและโลหะหนัก

เนื่องจากมลภาวะของสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษมากขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรม และการจราจร รวมถึงการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีองค์ประกอบของสารหนูและโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว, ปรอท, และแคดเมียม ซึ่งเป็นพิษต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ระบบประสาท ทางเดินอาหาร และการทำงานของตับและไต โดยปริมาณของสารเหล่านี้ที่ร่างกายทนได้ต่อน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ (Provisional tolerable weekly intake: PTWI) แสดงในตารางที่ 3 [29]

ตารางที่ 3: ปริมาณสารหนูและโลหะหนักที่มนุษย์ทนได้ต่อน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ [29]

สาร	PTWI* (ไมโครกรัม/กิโลกรัม/สัปดาห์)
Lead	50
Cadmium	7
Mercury	5
Arsenic (inorganic)	15

* Provisional tolerable weekly intake

องค์การอนามัยโลก และตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia) อนุญาตให้วัตถุดิบสมุนไพรมีการปนเปื้อนของตะกั่วได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม, แคดเมียมไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม, และสารหนูไม่เกิน 4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม [5, 23]

แนวปฏิบัติสำหรับการผลิตวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพ

จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพดีนั้นนอกจากจะต้องมีสารออกฤทธิ์ปริมาณสูงและสม่ำเสมอแล้ว ยังจะต้องไม่ปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ aflatoxins ยาปราบศัตรูพืช สารหนู และโลหะหนัก ซึ่งการที่จะได้มาซึ่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพ จะต้องมีพันธุ์สมุนไพรที่ดี วิธีการขยายพันธุ์ การเขตกรรม อายุและวิธีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การจะได้มาซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องทำการวิจัยในพืชสมุนไพรเฉพาะอย่างไป เพื่อกำหนดวิธีมาตรฐานสำหรับผลิตวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพแต่ละชนิด ซึ่งเกษตรกรจะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด โดยองค์การอนามัยโลกได้เสนอแนวทางวิธีการทำการเกษตรและการเก็บที่ดี (Good Agricultural and Collection Practices; GACP) สำหรับพืชสมุนไพร [39] ซึ่งมุ่งเน้นการทำการเกษตรที่รักษาสภาวะแวดล้อม การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม รวมถึงการเก็บสมุนไพรจากป่าธรรมชาติเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่สะอาดและมีคุณภาพสำหรับผลิตยาสมุนไพร โดยในส่วนของแนวทางวิธีการทำการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพรควรคำนึงถึง

1. การเลือกชนิดพืชที่นำมาใช้ในการเพาะปลูกเพื่อผลิตวัตถุดิบ โดยเลือกชนิด (species) หรือพันธุ์ (varieties) ที่แนะนำในเภสัชตำรับ และควรมีการระบุชนิดอย่างถูกต้องตามหลักอนุกรมวิธานพืช รวมทั้งมีการเก็บตัวอย่างพืช (voucher specimen) เพื่อส่งไปทำการระบุชนิดและเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืช ในกรณีที่เป็นการขึ้นทะเบียนครั้งแรก

2. เมล็ดพันธุ์ หรือส่วนที่ใช้ขยายพันธุ์อื่นๆ ควรได้รับการระบุข้อมูลแหล่งที่มา และประวัติการปรับปรุงพันธุ์ และส่วนขยายพันธุ์ควรมีคุณภาพที่ดี ปราศจากโรคและแมลง

3. การเพาะปลูก ควรมีการเตรียมแปลงปลูกปรับสภาพพื้นดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด การปลูกควรกำหนดระยะปลูกให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดเพื่อให้มีการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด การให้ปุ๋ยควรให้เมื่อจำเป็นเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน โดยเฉพาะพืชสมุนไพรการใส่ปุ๋ยจะมีผลต่อปริมาณสารสำคัญและคุณภาพของสมุนไพร ดังนั้นควรศึกษาข้อมูลการใส่ปุ๋ยของพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสมเนื่องจากหากใส่ปุ๋ยที่เร่งการเจริญเติบโตเร็วเกินไป ปริมาณการสร้างสารอาจน้อยลง จำเป็นต้องใส่ให้สัมพันธ์กันทั้งในด้านผลผลิตและคุณภาพ การให้น้ำที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จะใช้ต่อเมื่อจำเป็นเท่านั้นโดยใช้ในระดับต่ำสุดที่แนะนำ และปฏิบัติตามวิธีการใช้อย่างถูกต้อง

4. การเก็บเกี่ยว ควรเก็บเกี่ยวในช่วงอายุที่เหมาะสม เมื่อมีสารออกฤทธิ์สูงสุดตามที่แนะนำในเภสัชตำรับหรือเอกสารอ้างอิงอื่น โดยต้องคำนึงถึงปริมาณสารสำคัญมากกว่าน้ำหนักพืช ในระหว่างเก็บเกี่ยวต้องระวังการปนเปื้อนของวัชพืชหรือพืชพิษอื่น ดิน หรือทราย และควรเก็บเกี่ยวในขณะที่ไม่มีฝนตก หรือหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรมีการเคลื่อนย้ายมาทำความสะอาดและอบแห้งอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์การเก็บเกี่ยวควรอยู่ในสภาพที่สะอาดและเก็บในสภาพที่ดีป้องกันจากแมลง นก และหนู เพื่อลดการปนเปื้อนต่างๆ

5. บุคคลากร ควรมีความรู้เกี่ยวกับพืชสมุนไพรที่ปลูก ทั้งชนิดพันธุ์ การเจริญเติบโต การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา บุคลากรทั้งหมดต้องมีสุขภาพดี ซึ่งต้องได้รับการฝึกอบรมทั้งด้านเทคนิคและการรักษาความสะอาด

สำหรับแนวทางการเก็บสมุนไพรที่ดี ในที่นี้หมายถึงการเก็บสมุนไพรจากป่าธรรมชาติ ควรคำนึงถึง การขออนุญาตเก็บสมุนไพรในเบื้องต้นถ้ามีความจำเป็น ควรมีการศึกษาวิจัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสมุนไพรและส่วนที่ต้องการเก็บ แหล่งที่พบ ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บที่มีสารสำคัญสูงสุด ซึ่งผู้เก็บสมุนไพรจะต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับสมุนไพรและส่วนที่ต้องการใช้เป็นอย่างดี ทั้งนี้การเก็บสมุนไพรต้องมีการควบคุมให้เป็นการเก็บสมุนไพรอย่างยั่งยืน ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม แหล่งพันธุ์ และคำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชนและสังคมด้วย นอกจากนี้ต้องมีการเก็บตัวอย่างพืช (voucher specimen) เพื่อส่งไปทำการระบุชนิดและเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชด้วย

สำหรับกระบวนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บพืชแล้วควรทำความสะอาด โดยการเลือกเก็บส่วนที่แห้ง เน่าเสีย เศษดิน หินที่ปนมา อาจจะล้างหรือไม่ก็ได้ ขึ้นกับการปนเปื้อนและความสะอาดของวัตถุดิบสมุนไพร จากนั้นจะถูกนำไปทำให้แห้งทันที วัตถุดิบที่ชื้นอาจเกิดราขึ้นได้ ดังนั้นสถานที่และเครื่องมือสำหรับอบแห้งควรอยู่ใกล้แหล่งปลูกพืชสมุนไพร วิธีการและช่วงเวลาของการทำให้แห้งอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อปริมาณสารสำคัญในวัตถุดิบสมุนไพร จึงต้องมีการควบคุมให้เหมาะสมขึ้นกับชนิดของสมุนไพร การทำให้แห้งมีหลายวิธีเช่น การตากแดดที่ไม่ควรถูกแดดโดยตรง การตากลมในโรงขนาดใหญ่ การอบโดยใช้ความร้อน อาจทำเป็นตู้อบหรือโรงอบขนาดใหญ่ขึ้นกับปริมาณวัตถุดิบ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ว่าทนความร้อนได้หรือไม่ หลักทั่วไปสำหรับการอบสมุนไพรที่เป็นไม้ล้มลุก ส่วนใบ หรือดอกของพืช อุณหภูมิไม่ควรเกิน 40 °C และส่วนเปลือกและรากไม่ควรเกิน 65 °C ถ้าสารสำคัญในวัตถุดิบนั้นต้องมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เกิดขึ้น เช่น ฝักวานิลา การทำให้แห้งต้องอบให้แห้งช้า ๆ ด้วยอุณหภูมิไม่สูงมาก ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้

เอนไซม์เสียสภาพไป นอกจากนี้สมุนไพรบางชนิดมีน้ำมันหอมระเหย เช่นใบกะเพรา อุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรเกิน 30 °C เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำมันหอมระเหย โดยทั่วไปวัตถุดิบสมุนไพรจะให้มีความชื้นเหลือไม่เกิน 12-13 % เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราในช่วงขณะเก็บรอการผลิต ในพืชสมุนไพรที่มีข้อมูลการวิจัยที่มากพอจะมีการกำหนดอุณหภูมิที่ควรใช้ไว้ในในเภสัชตำรับต่าง ๆ [40-41]

การเก็บรักษาผลผลิตและการบรรจุต้องทำในโรงเรือนที่สะอาดถูกสุขอนามัย ถ้าจำเป็นต้องเก็บรักษาไว้ ควรเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ หรือในที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก สะอาด ปลอดภัยจากการรบกวนของแมลงและสัตว์ต่าง ๆ เนื่องจากวัตถุดิบสมุนไพรส่วนใหญ่ต้องผ่านกระบวนการการทำให้แห้งและรอการนำไปจำหน่ายหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร ซึ่งหากการเก็บรักษาไม่ดีอาจทำให้เกิดเชื้อราได้หรือมีสิ่งปฏิกูลจากแมลงปนเปื้อน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของสมุนไพร การเก็บวัตถุดิบพืชสมุนไพรควรเก็บในภาชนะปิดภายใต้สภาวะอากาศแห้ง เช่น ถุงพลาสติกที่มีการปิดที่มิดชิด การเก็บในภาชนะ เช่น ถัง ไม้ ถุงกระดาษวัตถุดิบจะดูดความชื้นเข้ามาได้ประมาณ 10-12 % หรือมากกว่า ควรมีการป้องกันตรวจสอบแมลงที่อาจจะเกิดในห้องเก็บ

หากมีการขนส่งควรทำอย่างระมัดระวัง เพื่อไม่ให้ผลผลิตช้ำหรือเสียหาย เช่น ฝักมะขามแขก หากเกิดการกระแทกอาจทำให้เสียหายได้ อุณหภูมิระหว่างการขนส่งต้องไม่ร้อนเกินไป หรือมีการซ้อนทับจนทำให้คุณภาพผลผลิตเสียหายได้

ประเด็นสำคัญในกระบวนการ GACP คือการประกันคุณภาพในทุกขั้นตอนและการบันทึกข้อมูล ควรมีการบันทึกข้อมูลการปฏิบัติในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ เพื่อสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบวิธีการผลิตอันจะนำมาสู่ผลผลิตวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพต่อไป [39]

การพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

ในส่วนนี้ขอนำเสนอตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีชีวภาพมาใช้พัฒนาคุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันเพื่อใช้ผลิตยาสมุนไพร จากโครงการพัฒนาการเกษตรเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยาสมุนไพรและการส่งออก [42] ที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพชนิดหนึ่งของไทย โดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช ได้แก่ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถขยายพันธุ์พืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในหลอดทดลองได้ [43]

การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันจากแหล่งปลูกในประเทศไทย

การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันจำนวน 27 ตัวอย่าง จากแหล่งปลูกใน 12 จังหวัดของประเทศไทย โดยวิเคราะห์ปริมาณเคอคูมินอยด์และปริมาณน้ำมันหอมระเหยตามวิธีของตำรายาสมุนไพรประเทศไทย เล่ม 1 พบว่า ปริมาณเคอคูมินอยด์ในขมิ้นชันที่ทำการวิเคราะห์ทั้ง 27 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.001) โดยปริมาณเคอคูมินอยด์มีความแปรผันระหว่าง 4.72 $\pm$ 0.04 % ถึง 22.57 $\pm$ 0.14 % สำหรับปริมาณน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันจากแหล่งต่าง ๆ มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.011) โดยมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยระหว่าง 6 ถึง 13 %[26]

การเจริญเติบโตและคุณภาพของขมิ้นชันที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ เมื่อนำมาปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน

การศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพขมิ้นชันที่รวบรวมจากแหล่งพันธุ์ (Accession) ต่าง ๆ เมื่อนำปลูกในสภาพแปลงปลูกเดียวกันเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ พบว่า ความสูง จำนวนใบรวมต่อกอ จำนวนต้นเทียมต่อกอ ผลผลิตเหง้าสด ผลผลิตเหง้าแห้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแหล่งพันธุ์ โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตเหง้าสดและเหง้าแห้งอยู่ระหว่าง 45.33-116.38 และ 5.14-17.24 กรัม/ต้น สำหรับปริมาณเคอคูมินอยด์ในเหง้าขมิ้นชันจากต่างแหล่งพันธุ์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.26-8.02 % ส่วนปริมาณน้ำมันหอมระเหยในเหง้าขมิ้นชันจากแหล่งพันธุ์ต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย 6.18-7.70 % จากแปลงเปรียบเทียบแหล่งพันธุ์นี้สามารถคัดขมิ้นชันรายต้นที่มีเคอคูมินอยด์สูงถึง 9.72 % และน้ำมันหอมระเหย 9 % เพื่อใช้เป็นต้นพันธุ์สำหรับขยายพันธุ์ต่อไป[44]

การขยายพันธุ์ขมิ้นชันโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ในส่วนของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้นชัน สามารถกำหนดวิธีการใหม่สำหรับการขยายพันธุ์ขมิ้นชันโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 ใช้ตายอดที่มีอายุ 1-3 เดือน เป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น แต่ละตายอดผ่าแบ่งตามยาวเป็น 4 ชิ้นส่วน ความยาว 0.5 ซม. เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม Thidiazuron (TDZ) 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ก่อนย้ายไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นเวลา 8 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยงจนครบ 12 สัปดาห์ อัตราการสร้างยอดเป็น 18.22$\pm$0.62 ยอดต่อชิ้นส่วน ยอดใหม่มีการสร้างรากได้เอง พืชต้นใหม่สามารถนำออกปลูกลงดินในสภาพโรงเรือนได้ และเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแปลงปลูก[45] ปริมาณเคอคูมินอยด์ของขมิ้นชันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากต้นแม่เดียวกันมีความแปรปรวนต่ำ วิธีที่ 2 เลี้ยงชิ้นส่วนตายอดในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ 16.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนย้ายเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีอัตราการสร้างยอดใหม่เป็น 14.50$\pm$1.33 ยอดต่อชิ้นส่วน ภายใน 9 สัปดาห์ ยอดใหม่มีการสร้างรากได้เอง และต้นใหม่ที่สมบูรณ์สามารถนำออกปลูกลงดินภายใต้สภาพของโรงเรือนได้[46] ทั้ง 2 วิธีนี้สามารถใช้สำหรับการขยายพันธุ์ขมิ้นชันจำนวนมากสำหรับเป็นกล้าพันธุ์ในการผลิตวัตถุดิบผลิตยาสมุนไพร

การศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพทางเคมีของขมิ้นชันจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เพื่อทดสอบกล้าพันธุ์ขมิ้นชันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้ขยายพันธุ์ขมิ้นชันด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจาก 1 ตายอด จำนวน 5,000 ต้น นำออกปลูกลงแปลงใน 5 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่

เชียงราย กระบี่ สุราษฎร์ธานี และสระแก้ว โดยสภาพแปลงปลูกที่ต่างกันมีอิทธิพลต่อผลผลิตแง่งแขนง เคอคูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือนให้ผลผลิตที่มีปริมาณเคอคูมินอยด์และน้ำมันหอมระเหยผ่านเกณฑ์ของตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย เล่ม 1 [5] ในแหล่งปลูกเชียงใหม่ กระบี่ และสระแก้ว สำหรับแหล่งปลูกเชียงรายผ่านเกณฑ์เฉพาะปริมาณเคอคูมินอยด์และน้ำมันหอมระเหยในแง่งแขนง ขมิ้นชันที่ปลูกที่แหล่งปลูกเชียงใหม่ให้ปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด จากการทดลองพบว่าสภาพดินที่เหมาะสำหรับการปลูกขมิ้นชันเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สภาพเป็นกรดเล็กน้อย (6.5) มีธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุปานกลาง[44]

สรุป

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านเกษตรกรรมโดยเฉพาะพืชอาหาร มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นศูนย์กลางการผลิตวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพได้ ยิ่งไปกว่านั้นประเทศไทยยังได้เปรียบประเทศอื่นในด้านที่เรามีทรัพยากรสมุนไพรและภูมิปัญญาดั้งเดิมที่เป็นรากฐานสำคัญ ซึ่งต้องมีการสนับสนุนในการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งเป็นอาหาร ยา และผลิตภัณฑ์อื่นๆ การที่จะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีคุณภาพต้องเริ่มจากวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพ ที่มาจากกระบวนการผลิตวัตถุดิบสมุนไพรที่ดี และผ่านกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ รวมทั้งผ่านกระบวนการควบคุมคุณภาพทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีประสิทธิผลในการรักษาและความปลอดภัยในแต่ละรุ่นการผลิตคงที่ นำมาซึ่งความเชื่อมั่นในการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรทรัพยากรชีวภาพของประเทศอย่างยั่งยืนตลอดไป

เอกสารอ้างอิง

1. Tyler VE. Phytomedicines: Back to the future. J Nat Prod 1999;62:1589-92.
2. Zeng JG, Tan ML, Peng X, Luo Q. Standardization and quality control of herbal extracts and products. In: Liu WJH, ed. Traditional herbal medicine research methods. Hoboken: John Wiley & Sons; 2011:377-427.
3. พร้อมจิต ศรลัมพ์, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, สมภพ ประธานธุรารักษ์, บรรณาธิการ. สารานุกรมสมุนไพรเล่ม 1: สมุนไพรสวนสิรีรุกขชาติ. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊พ; 2543.
4. World Health Organization. WHO Monographs on selected medicinal plants. vol. 1. Geneva; 1999.
5. Thai Ministry of Public Health. Thai Herbal Pharmacopoeia. Bangkok: Prachachon; 1995.
6. Thamlikitkul V, Bunyapraphatsara N, Dechatiwongse T, et al. Randomized double blind study of *Curcuma domestica* Val. for dyspepsia. J Med Assoc Thai 1989;72:613-20.
7. ฉวีวรรณ พฤกษ์สุนันท์, บรรจบ อินทรสุขศรี, มานิต ลีโทชวลิต, นันทพร นิลวิเศษ, อมรินทร์ ปรีชาวุฒิ, สุวัฒน์ วิมลวัฒนาภัณฑ์. ผลของขมิ้นชันต่อการเปลี่ยนแปลงเยื่อบุผนังกระเพาะ

อาหารและลำไส้เล็กดูโอดีนัม ในผู้ป่วยแผลเปื่อยเปปติค รายงานเบื้องต้นในผู้ป่วย 10 ราย. วารสารเภสัชวิทยา 2529;8:139-51.

8. Kositchaiwat C, Kositchaiwat S, Havanondha J. *Curcuma longa* Linn. in the treatment of gastric ulcer comparison to liquid antacid: a controlled clinical trial. J Med Assoc Thai 1993;76:601-5.
9. Sakai K, Miyazaki Y, Yamane T, Saitoh Y, Ikawa C, Nishihata T. Effect of extracts of Zingiberaceae herbs on gastric secretion in rabbits. Chem Pharm Bull 1989;37:215-7.
10. Muderji B, Zaidi SH, Singh GB. Spices and gastric function. Part I. Effect of *Curcuma longa* on the gastric secretion in rabbits. J Sci Ind Res 1981;20:25-8.
11. Masuda T, Jitoe A, Isobe J, Nakatani N, Yonemori S. Anti-oxidative and anti-inflammatory curcumin-related phenolics from rhizome of *Curcuma domestica*. Phytochemistry 1993;32:1557-60.
12. Rafatullah S, Tariq M, Al-Yahya MA, Mossa JS, Ageel AM. Evaluation of turmeric (*Curcuma longa*) for gastric and duodenal antiulcer activity in rats. J Ethnopharmacol 1990;29:25-34.
13. Srimal RC. Turmeric: a brief review of medicinal properties. Fitoterapia 1997;68:483-93.
14. Wahlstrom B, Blennow G. A study on the fate of curcumin in the rat. Acta Pharmacol Toxicol (Copenh) 1978;43:86-92.
15. Shankar T, Shantha N, Ramesh H, Murthy I, Murthy V. Toxicity studies on turmeric (*Curcuma longa*): Acute toxicity studies in rats, guinea pigs and monkeys. Indian J Exp Biol 1980;18:73-5.
16. Sambaiah K, Ratankumar S, Kamanna V, Satyanarayana M, Rao M. Influence of turmeric and curcumin on growth, blood constituents and serum enzymes in rats. J Food Sci Technol 1982;19:187-90.
17. Prasad DN, Gupta B, Srivastana RK, Satyavati GV. Studies on ulcerogenic activity of curcumin. Indian J Physiol Pharmacol 1976;20:92-3.
18. Srimal RC, Dhawan BN. Development of Unani drugs from herbal sources and the role of elements in their mechanism of action. In: Arora BB, ed. Hamdard National Foundation Monograph. New Delhi; 1985.
19. Despande SS, Lalitha VS, Ingle AD, Raste AS, Gadre SG, Maru GB. Subchronic oral toxicity of turmeric and ethanolic turmeric extract in female mice and rats. Toxicology Letters 1998;95:183-93.
20. Blumenthal M, Busse WR, Goldberg A, et al., eds. The complete German commission E monographs. Austin: American Botanical Council; 1998.

21. คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา. บัญชียาจากสมุนไพร พ.ศ. 2549. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2549.
22. ทัศนีย์ โชคเจริญรัตน์, สุวรรณา เหลืองชลธาร. แนวทางการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพร นนทบุรี: กองควบคุมยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา; 2548.
23. World Health Organization. Quality control methods for medicinal plant materials. Geneva; 1998.
24. Balick MJ. Good Botanical Practices. In: Eskinazi D, Blumenthal M, Farnsworth N, Riggins CW, eds. Botanical Medicine: Efficacy, Quality Assurance, and Regulation. Larchmont: Mary Ann Liebert; 1999:121-5.
25. Rode J, Culk CM, Wagner T. *Acorus calamus* L. in Slovenia. Beitraege zur Zuechtungsforschung 1996;2:88-91.
26. สมภพ ประธานธุรารักษ์, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, พร้อมจิต ศรลัมพ์, นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. คุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย. การสัมมนาแนวทางการพัฒนาสมุนไพรของประเทศไทย 2543:122-6.
27. Tyler VE. Medicinal plant research: 1953-1987. Planta Med 1988;54:95-100.
28. Prathanturarug S, Soonthornchareonnon N, Chuakul W, Saralamp P. Variation in growth and diterpene lactones among field-cultivated *Andrographis paniculata*. J Nat Med 2007;61:159-63.
29. De Smet PAGM. Toxicological outlook on the quality assurance of herbal remedies. In: De Smet PAGM, Keller K, Haensel R, Chandler RF, eds. Adverse effects of herbal drugs. Berlin: Springer-Verlag; 1992:1-72.
30. Slifman NR, Obermeyer WR, Aloi BK, et al. Contamination of botanical dietary supplements by *Digitalis lanata*. N Engl J Med 1998;339:806-11.
31. เสาวภา พรสิริพงษ์, วิชิต เปานิล. การพัฒนาการผลิตสมุนไพรเพื่อเป็นยาในประเทศ สถานภาพ ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา; 2541.
32. อรุณณี จันทกิจ, วิลาวัลย์ สุนทรารักษ์, วุฒิศักดิ์ คณาวุฒิ. การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในยาแผนโบราณ. สารตำรายา 2541;6:88-95.
33. กรรณิกา จิตติยศรา, สุวรรณี ธีรภาพธรรมกุล, ลดาพรรณ แสงคล้าย, ทัศนีย์ จุฬามรกต. การสำรวจคุณภาพความปลอดภัยของเครื่องดื่มชาสมุนไพร. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2543;42:345-53.
34. เรณู โกยสุโข, ปิยะ จิวะจินดา, ศรีสิทธิ์ การุณยะวนิช. อะฟลาทอกซินในสมุนไพรและยาแผนโบราณ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2527;26:1-14.
35. Krishnamachari KAVR, Bhat RV, Nagarajan V, Tilak TBG. Hepatitis due to aflatoxicosis. Lancet 1975;1:1061-3.

36. Hitokoto H, Morozumi S, Wauke T, Sakai S, Kurata H. Fungal contamination and mycotoxin detection of powdered herbal drugs. Appl Environ Microbiol 1978;36:252-6.
37. Leimbeck R. Teedrogen-Wie steht es mit der mikrobiologischen Qualitaet? Dtsch Apoth Ztg 1987;127:1221-6.
38. Roy AK, Sinha KK, Chourasia HK. Aflatoxins contamination of some common drug plants. Appl Environ Microbiol 1988;54:842-3.
39. World Health Organization. WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. Geneva; 2003.
40. Hornok L. Cultivation and processing of medicinal plants. Chichester: John Wiley & Sons; 1992.
41. Evans WC. Trease and Evans' Pharmacognosy. . Edinburgh: WB Saunders; 2002.
42. พร้อมจิต ศรลัมพ์, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, สมภพ ประธานธุรารักษ์, นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, อาทร ริ้วไพบูลย์, ณรงค์ สมพงษ์. รายงานการวิจัยโครงการพัฒนาการเกษตรเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยาสมุนไพรและการส่งออก. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ; 2546.
43. George EF, Hall MA, De Klerk G, eds. Plant propagation by tissue culture. volume 1: background Dordrecht: Springer; 2008.
44. Prathanturarug S, Soonthornchareonnon N, Chuakul W, Saralamp P. Field selection and micropropagation of *Curcuma longa* L. In: International Congress on Natural Products Research; 2004 July 31-August 4, 2004; Phoenix, Arizona USA; 2004. p. 244.
45. Prathanturarug S, Soonthornchareonnon N, Chuakul W, Phaidee Y, Saralamp P. High-frequency shoot multiplication in *Curcuma longa* L. using thidiazuron. Plant Cell Rep 2003;21:1054-9.
46. Prathanturarug S, Soonthornchareonnon N, Chuakul W, Phaidee Y, Saralamp P. Rapid micropropagation of *Curcuma longa* L. using bud explants pre-cultured in thidiazuron-supplemented liquid medium. Plant Cell Tissue Organ Cult 2005;80:347-51.