

มาตรฐานสมุนไพรไทย
Standard of Thai Herbal Medicine

เล่มที่
1

ฟ้าทะลายโจร

Andrographis paniculata (Burm. f.) Nees



สถาบันวิจัยสมุนไพร

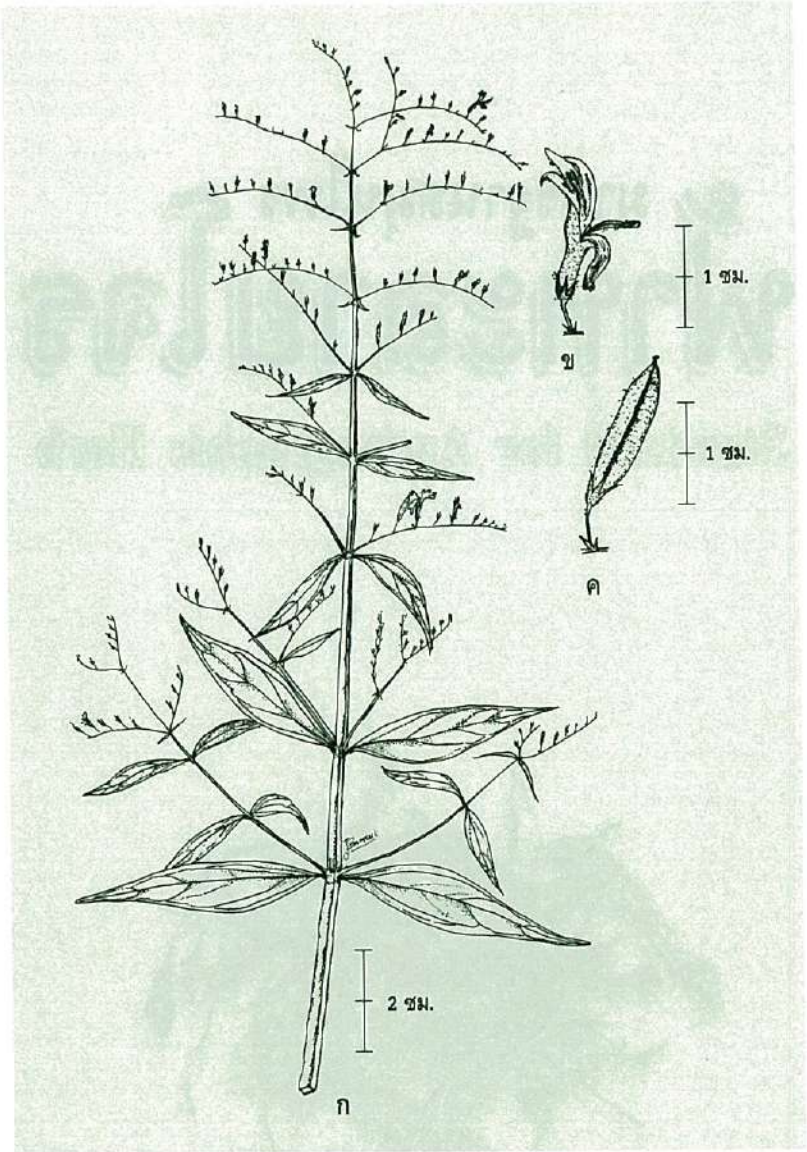
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ISBN 974-293-042-2



๒ มาตรฐานสมุนไพร
ฟ้าทะลายโจร
Standard for *Andrographis* Herb





รูปที่ 1 ฟ้าทะลายโจร

ก. กิ่ง ข. ดอก ค. ผล



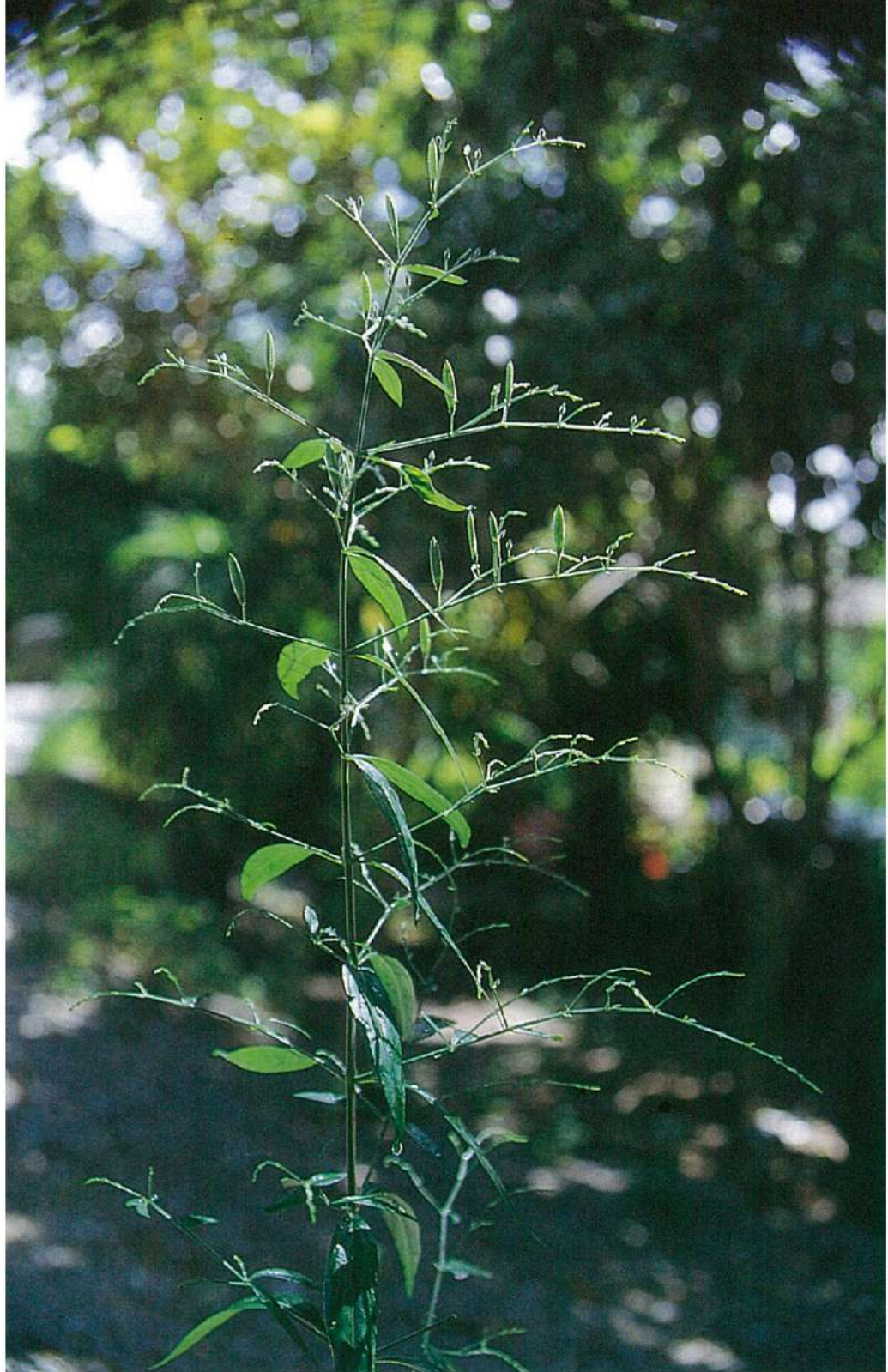
มาตรฐานสมุนไพร ฟ้าทะลายโจร



ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฟ้าทะลายโจร

ชื่อ

ชื่อไทย:	ฟ้าทะลายโจร ฟ้าทะลาย น้ำลายพังพอน หญ้าก้านจู ^(18,20)
ชื่ออื่น ๆ:	ขวนซินเหลียน ขวงซิมไน ⁽²¹⁾ The Creat, Kalmegh, Kirayat ⁽²²⁾
ชื่อวิทยาศาสตร์:	<i>Andrographis paniculata</i> (Burm. f.) Nees ^(23,24)
ชื่อพ้อง:	<i>Justicia paniculata</i> Burm. f. ⁽²⁵⁾
วงศ์:	Acanthaceae





ลักษณะพืช

พืชล้มลุก สูง 30-100 เซนติเมตร ลำต้นมักเป็นสี่เหลี่ยม ใบเดี่ยว ออกตรงข้าม และมักสลับตั้งฉากกับคู่ถัดไป ก้านใบยาว 3-10 มิลลิเมตร แผ่นใบรูปไข่หรือรี กว้าง 1-4 เซนติเมตร ยาว 2-12 เซนติเมตร โคนใบแหลม ปลายใบแหลมมาก ขอบใบหยักตื้นหรือเรียบ ใบใกล้ปลายยอดมักจะมีขนาดเล็กลง ผิวด้านบนสีเข้มกว่าด้านใต้ใบ เส้นใบมีข้างละ 5-7 เส้น ช่อดอกออกที่ยอดหรือที่ง่ามใบใกล้ยอด ช่อโปร่งยาว 5-30 เซนติเมตร ดอกสีขาวแกมม่วง มีขน กลีบเลี้ยงโคนติดกัน ปลายแยกเป็น 5 กลีบ ยาว 3-4 มิลลิเมตร ปลายเรียวแหลม มีขน กลีบดอกส่วนล่างติดกันเป็นหลอด ยาว 5-7 มิลลิเมตร ส่วนบนแยกเป็นรูปปากเปิด ด้านนอกมีขน ด้านในเกลี้ยง กลีบปากบนยาว 5-7 มิลลิเมตร ปลายหยักเว้าแหลม 3 แฉก สีขาว มีแต้มสีม่วงเข้ม กลีบปากล่างยาวไล่เลี่ยกัน ปลายหยักแหลม 2 แฉก สีขาว เกสรตัวผู้ 2 อัน ติดที่บริเวณปากหลอดกลีบดอก ก้านชูอับเรณูยาว 6-8 มิลลิเมตร มีขน อับเรณูสีม่วงเข้ม มี 2 ห้อง รังไข่อยู่เหนือวงกลีบดอก ก้านชูยอดเกสรตัวเมียยาวโค้งแนบชิดกับก้านชูอับเรณู ยอดเกสรตัวเมียเรียวแหลม ผลหรือฝัก รูปขอบขนาน ค่อนข้างแบน กว้าง 2-4 มิลลิเมตร ยาว 1-2 เซนติเมตร ปลายและโคนแหลม เมื่อแก่ผลแตกสองซีก มีเมล็ด 8-14 เมล็ด ขนาดเล็ก สีน้ำตาลแดง รูปคล้ายสี่เหลี่ยม ผิวขรุขระ (รูปที่ 1)

แหล่งกระจายพันธุ์และถิ่นที่อยู่

ฟ้าทะลายโจรมีเขตการกระจายพันธุ์ และเขตการเพาะปลูกได้ดีในภูมิภาคที่มีอากาศร้อน หรือร้อนชื้น สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาลและขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด ทั้งในที่โล่งแจ้งหรือมีแสงรำไร แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุยที่มีการระบายน้ำดี และมีการให้น้ำพอเพียง^(14,19,26)

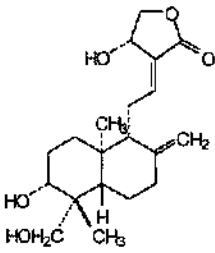


ส่วนที่ใช้เป็นยา

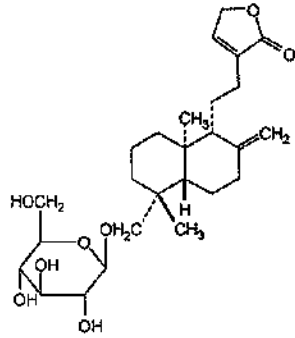
ส่วนเหนือดิน

องค์ประกอบเคมี (Chemical constituents)

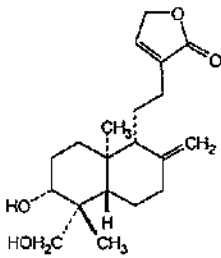
ส่วนเหนือดิน ประกอบด้วยสารสำคัญประเภทแลคโตนที่มีฤทธิ์ลดไข้ (antipyretic) และฤทธิ์ต้านอักเสบ (anti-inflammation) หลายชนิด เรียงลำดับความแรงของสารจากน้อยไปหามาก ดังนี้ แอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide) นีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (neoandrographolide) ดีออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxyandrographolide) และ ดีออกซีไดดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxy-didehydroandrographolide)⁽²⁹⁻³⁰⁾ (รูปที่ 2) นอกจากนี้ฤทธิ์ดังกล่าวแล้ว ดีออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงด้วย⁽³¹⁾ นอกจากนี้ยังพบสารประเภทแลคโตนอื่นๆ ในปริมาณน้อย ได้แก่ ดีออกซีออกซิแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxy-oxo-andrographolide) ไดดีออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (dideoxy-andrographolide)⁽³²⁾ ดีออกซีเมธอกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxy-methoxy-andrographolide) แอนโดรกราฟีไซด์ (andrographiside) และ ดีออกซีแอนโดรกราฟีไซด์ (deoxyandrographiside)⁽³³⁾ และสารประเภทฟลาโวน (flavone) เช่น โอโรกซิลิน (oroxylin) โวกอนิน (wogonin) และ แอนโดรกราฟีดีน เอ (andrographidine A)⁽³⁴⁾ (รูปที่ 3) เป็นต้น



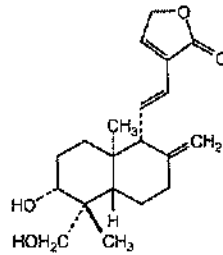
Andrographolide



Neoandrographolide

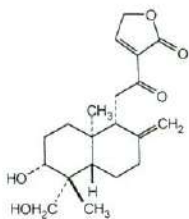


Deoxyandrographolide

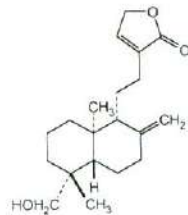


Deoxy-didehydroandrographolide

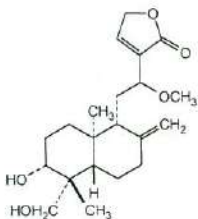
รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างของสารออกฤทธิ์ในส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร



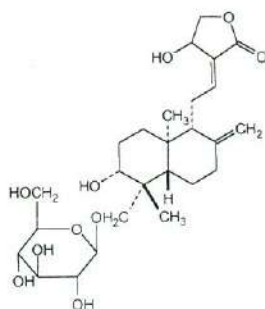
Deoxy-oxo-andrographolide



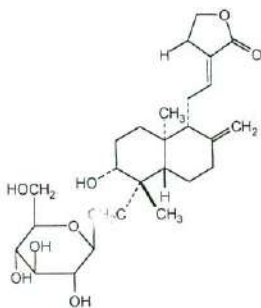
Dideoxy-andrographolide



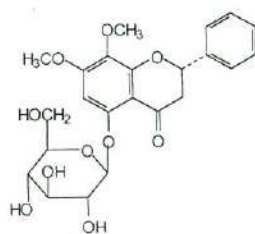
Deoxy-methoxy-andrographolide



Andrographiside



Deoxyandrographiside



Andrographidine A

รูปที่ 3 สูตรโครงสร้างของสารสำคัญอื่น ๆ ที่พบในส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร



การเตรียมเมล็ดอุติบ

การเพาะปลูก

การขยายพันธุ์

โดยใช้เมล็ดซึ่งควรคัดเลือกจาก
ฝักแก่จัดเมล็ดมีสีน้ำตาลแดง
ลักษณะสมบูรณ์ ปราศจากโรค
และแมลงทำลาย เมล็ดพันธุ์ 1
ช้อนโต๊ะ (6.5-7 กรัม) จะมี
เมล็ด ประมาณ 7,000 เมล็ด โดย
ทั่วไปเมล็ดพันธุ์ที่ดีควรมีความงอก
ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85^(14,26)



การตรวจสอบความงอก

เป็นการทดสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดซึ่งจะช่วยให้สามารถเตรียมเมล็ด
พันธุ์ได้เพียงพอกับพื้นที่ปลูก ทำได้โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 100 เมล็ดต่อครั้ง
(ควรทำ 3-4 ครั้ง) วางเรียงบนกระดาษซับหรือกระดาษกรองที่พรมน้ำให้
ชื้นภายในภาชนะแก้วพื้นเรียบ ที่มีฝาครอบ (petri dish) หรือวางใน
กระบะเพาะเมล็ดหรือวัสดุอื่นที่คล้ายคลึงกันรองพื้นด้วยทรายและรดน้ำให้ชุ่ม
ปิดหรือครอบด้วยวัสดุที่เหมาะสม เพื่อรักษาความชื้น เริ่มตรวจนับหาอัตรา
การงอกของเมล็ดหลังเพาะเมล็ดได้ 3 วัน⁽¹⁴⁾

การแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดฟ้าทะลายโจรมีเปลือกหุ้ม
หนาและแข็งเป็นอุปสรรคต่อการงอก และมีสภาพภายในเมล็ดบางประการ
ที่ทำให้เมล็ดมีการพักตัว ควรทำการกระตุ้นความงอกหรือแก้การพักตัวก่อน
เพาะเมล็ด หรือก่อนการปลูก ซึ่งทำได้หลายวิธี



● เมล็ดฟ้าทะลายโจรที่เก็บใหม่หรือมีอายุการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องนานน้อยกว่า 2 เดือน เมล็ดพันธุ์ยังมีสภาพการพักตัวต่ำ ควรแก่การพักตัว^(14,35) ดังนี้

วิธีที่ 1 แช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง⁽³⁵⁾

วิธีที่ 2 อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง⁽³⁵⁾

วิธีที่ 3 แช่ในน้ำร้อน นานประมาณ 5-7 นาที แล้วนำขึ้นมาผึ่งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง⁽¹⁴⁾

● เมล็ดฟ้าทะลายโจรที่มีอายุการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องนานประมาณ 1 ปี จะมีสภาพการพักตัวสูง ควรแก่การพักตัว⁽³⁵⁾ ดังนี้

วิธีที่ 1 เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน

วิธีที่ 2 เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน

แล้วอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

แต่จะได้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่า 2 วิธีแรก

การเตรียมดิน โดยขุดหรือไถพรวนเพื่อให้ดินร่วนซุย และเป็นการกำจัดวัชพืช ถ้าพื้นที่ปลูกมีวัชพืชไม่มากและดินร่วนซุยดี การไถพรวนครั้งเดียวก็เพียงพอ แต่ถ้าพื้นที่ปลูกมีวัชพืชมากและหน้าดินแข็ง ควรไถพรวน 2 ครั้ง คือ ไถตะ เพื่อกำจัดวัชพืช และเปิดหน้าดินให้ดินร่วนซุย แล้วตากดินไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อทำลายไข่แมลงและเชื้อโรคในดิน และ ไถแปร เพื่อกลับหน้าดินทำให้ดินร่วนซุยและละเอียดมากยิ่งขึ้น พร้อมกับเก็บตอไม้ เศษไม้ และวัชพืชออกจากแปลงปลูกให้หมด⁽¹⁴⁾

การเตรียมแปลงปลูก ถ้าปลูกในฤดูฝนและพื้นที่ปลูกเป็นที่ลุ่ม ควรขุดยกร่องแปลงเพื่อป้องกันน้ำท่วมขังเป็นเวลานานๆ ซึ่งจะทำให้พืชเน่าและตายได้ แต่ถ้าพื้นที่เป็นที่สูงมีการระบายน้ำดี การขุดยกร่องแปลงก็ไม่มี ความจำเป็น ขนาดของแปลงปลูก ถ้าขุดยกร่องแปลงควรขุดยกแปลงสูง



ประมาณ 15-20 เซนติเมตร ความกว้างของแปลงควรอยู่ในระหว่าง 1-2 เมตร เพราะถ้าขนาดของแปลงใหญ่เกินไปจะมีปัญหาในด้านการดูแลรักษา ส่วนความยาวของแปลงขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและขนาดของพื้นที่ปลูก และต้องเว้นช่องว่างระหว่างแปลงประมาณ 1 เมตร เพื่อใช้เป็นทางเดินสำหรับการดูแลรักษา^(14,26)

วิธีการปลูก มีหลายวิธี⁽²⁶⁾ ดังนี้

- **การปลูกแบบหว่าน** ควรหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วและสม่ำเสมอ ถ้าหว่านบางเกินไป จะทำให้พืชเจริญเติบโตแข่งกับวัชพืชไม่ได้ และถ้าหว่านหนาเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองเมล็ด โดยทั่วไปการปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหาวัชพืชไม่รุนแรงจะใช้เมล็ดประมาณ 100-400 เมล็ดต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ผสมเมล็ดพันธุ์เข้ากับทรายหยาบด้วยอัตราส่วน 1 ต่อ 1 หรือ 1 ต่อ 2 เพื่อช่วยให้หว่านเมล็ดได้ง่ายและสะดวก ควรแบ่งพื้นที่หว่านเป็นแปลงย่อยเพื่อช่วยให้มีความสม่ำเสมอเหมือนกันทั้งแปลง การปลูกด้วยวิธีนี้ถ้าปลูกจำนวนมากๆ และมีแรงงานน้อย จะพบปัญหาในการกำจัดวัชพืช เพราะไม่สามารถนำเครื่องมือ เครื่องหุ่นแรงเข้าไปใช้ได้ ใช้มือถอนได้อย่างเดียว อีกทั้งตำแหน่งที่พืชขึ้นไม่แน่นอน และมีการเจริญเติบโตช้าในช่วง 1-2 เดือนแรก ลักษณะต้นกล้าจะคล้ายวัชพืชบางชนิด ทำให้การกำจัดวัชพืชเป็นไปด้วยความลำบาก

- **การปลูกแบบโรยเมล็ดเป็นแถว** ขุดร่องดินๆ เป็นแถวยาว แล้วโรยเมล็ดและเกลี่ยดินกลบบางๆ และควรมีระยะปลูกระหว่างแถวประมาณ 40 เซนติเมตร โดยทั่วไปใช้เมล็ดประมาณ 50-100 เมล็ดต่อความยาว 1 เมตร การปลูกด้วยวิธีนี้ กำจัดวัชพืชได้ง่ายและสะดวกขึ้น เนื่องจากมีระยะแถวปลูกที่แน่นอน สามารถนำเครื่องมือทางการเกษตร เช่น จอบ เสียม มาใช้พรวนดินและดายหญ้าได้อย่างคล่องตัว



● **การปลูกแบบหยอดหลุม** เตรียมหลุมปลูกลึกประมาณ 2-5 เซนติเมตร ให้เป็นแนว โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 20-30 เซนติเมตร และระหว่างแถว 40 เซนติเมตร แล้วหยอดเมล็ดหลุมละ 5-10 เมล็ด เกลี่ยดินกลบบางๆ การปลูกวิธีนี้จะประหยัดเมล็ดพันธุ์ แต่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับการกำจัดวัชพืชขณะที่ต้นยังเล็ก เพราะมีพื้นที่ว่างระหว่างระยะปลูก และตำแหน่งกิ่งอกของเมล็ดฟ้าทะลายโจรอยู่ห่างกัน วิธีนี้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกที่ไม่มีปัญหาวัชพืชรบกวน

● **การปลูกโดยใช้กล้า** มีหลายขั้นตอน ได้แก่

■ **เพาะกล้า** เตรียมแปลงเพาะโดยใช้จอบขุดยกเป็นแปลงกว้าง 1 เมตร สูงประมาณ 15-20 เซนติเมตร ความยาวและจำนวนแปลงขึ้นอยู่กับจำนวนเมล็ดที่เพาะและความสะดวกในการปฏิบัติงาน พร้อมกับย่อยดินให้ละเอียดและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก) รองพื้น $\frac{1}{2}$ - 1 กิโลกรัม ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ผสม คลุกเคล้าให้เข้ากับดินแล้วเปลี่ยนแปลงให้เรี่ยนำเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมไว้หว่านลงในแปลงเพาะ การปฏิบัติเช่นเดียวกับการปลูกแบบหว่านเมล็ด

■ **เตรียมหลุมปลูก** โดยขุดหลุมกว้างประมาณ 1 หน้าจอบ (15 เซนติเมตร) ลึกประมาณ 8-12 เซนติเมตร เป็นแถว ให้มีระยะปลูกระหว่างต้น 20-30 เซนติเมตร และระหว่างแถว 40 เซนติเมตร^(26,36) ถ้าดินไม่ดีควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์รองกันหลุมประมาณ 125 กรัมต่อหลุม แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน

■ **ย้ายกล้าปลูก** เมื่อก้ามมีอายุประมาณ 45-60 วัน หรือเมื่อก้ามมีใบประมาณ 10-14 ใบ ก่อนย้ายกล้าต้องรดน้ำแปลงเพาะให้ชุ่ม แล้วจึงใช้จอบขุดหรือเสียมแซะกล้าไปปลูกในหลุมที่เตรียมไว้ 1 ต้นต่อหลุม กลบดินและกดดินที่โคนต้นให้แน่น หลังปลูกแล้วต้องรดน้ำทันที





วิธีนี้เหมาะกับแปลงปลูกที่มีปัญหาวัชพืชรุนแรง หรือกรณี
ที่ไม่เมล็ดพันธุ์มีราคาแพงหรือมีจำกัด แต่จะให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าการปลูกโดย
3 วิธีแรก

การดูแลรักษา^(14,26)

- **การปลูกซ่อม** หลังจากปลูกแล้วประมาณ 7-15 วัน ถ้าพบว่าต้นกล้าที่ปลูกตายหรือเมล็ดไม่งอก ควรปลูกซ่อมทันทีเพื่อให้พืชเจริญเติบโตทันกัน

- **การถอนแยก** หลังจากปลูกแล้วประมาณ 30-45 วัน ถ้าพบว่าต้นกล้าที่ขึ้นหนาแน่นเกินไป ควรทำการถอนแยกไปปลูกในแปลงอื่นๆ เพื่อให้ต้นกล้าที่ขึ้นสมบูรณ์เต็มที่ ไม่แย่งอาหารกัน

- **การคลุมแปลง** ถ้าพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง ลมพัดแรง แดดจัด ฝนตกชุก ควรคลุมแปลงปลูก หรือแปลงเพาะด้วยฟางข้าวหรือใบหญ้าแห้ง โดยคลุมบางๆ เพื่อช่วยพรางแสง ลดการชะล้างของน้ำ และช่วยควบคุมความชื้นในดินไม่ให้น้ำระเหยเร็ว

- **การให้น้ำ** หลังจากปลูกพืชทุกครั้งต้องให้น้ำพืชทันที ซึ่งจะช่วยให้ต้นกล้าไม่เฉาและตายง่าย ในระยะ 1-2 เดือนแรกหลังจากปลูก ถ้าแดดจัดควรให้น้ำวันละ 2 ครั้ง เช้า เย็น ถ้าแดดไม่จัดควรให้น้ำวันละครั้ง และหลังจากอายุ 2 เดือนไปแล้วอาจจะให้น้ำวันเว้นวันก็ได้หรือตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และสภาพอากาศ ถ้าพืชขาดน้ำเป็นระยะเวลาหลายวันจะทำให้พืชเหี่ยวเฉา แคระแกรน ออกดอกเร็ว และทำให้พืชไม่สามารถตั้งรกรากอาหารจำเป็นบางชนิดจากดินขึ้นมาใช้ได้ ทำให้เกิดโรคใบสีม่วง

- **การใส่ปุ๋ย** ควรใส่ปุ๋ยเมื่อดินขาดความอุดม โดยทั่วไปควรแบ่งใส่ปุ๋ยเป็นระยะ ๆ ดังนี้



- ใส่รองกันหลุมหรือรองพื้นแปลง ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก รองกันหลุม ประมาณ 125 กรัมต่อหลุม หรือใส่รองพื้น ประมาณ $\frac{1}{2}$ - 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

- ใส่หลังปลูกอายุประมาณ 2 เดือน ถ้าใส่ปุ๋ยเคมี เช่น สูตร 16-20-0, 15-15-15, 30-20-10 ประมาณ 15 กรัมต่อต้น หรือ 100 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ถ้าใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ใส่ประมาณ 125 กรัมต่อต้น หรือ 300-400 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

- ใส่หลังปลูกอายุประมาณ 3 - 3 $\frac{1}{2}$ เดือน ถ้าใช้ปุ๋ยเคมี เช่น สูตร 15-15-15, 30-20-10 ใส่ประมาณ 30 กรัมต่อต้น หรือ 150-200 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ถ้าใช้ปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 125 กรัมต่อต้น หรือ 300-500 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

วิธีใส่ปุ๋ย มีหลายวิธีแล้วแต่ความสะดวกและวิธีการปลูกพืช ได้แก่

- **แบบหว่าน** ต้องหว่านปุ๋ยให้กระจายทั่วและสม่ำเสมอ หลังจากหว่านปุ๋ยแล้วต้องรดน้ำทันที อย่าให้ปุ๋ยค้างอยู่ที่ใบเพราะจะทำให้ใบไหม้และต้นพืชตายได้ ซึ่งเหมาะกับแปลงเพาะกล้าและปลูกแบบหว่าน

- **แบบโรยหรือหว่านเป็นแถว** ตามแนวนานระหว่างแถวปลูก ห่างจากแถวปลูกประมาณ 10-15 เซนติเมตร โดยขุดเป็นร่อง ใส่ปุ๋ยพรวนดินกลบ หรือโรยปุ๋ยก่อนแล้วพรวนดินกลบ ซึ่งเหมาะกับการปลูกแบบโรยเป็นแถว

- **แบบหยอดโคน** ใส่ปุ๋ยห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร โดยขุดหลุมฝังกลบหรือโรยรอบๆ โคนต้น แล้วพรวนดินกลบก็ได้ ซึ่งเหมาะกับการปลูกแบบมีระยะปลูก

- **การกำจัดวัชพืช** ในแปลงปลูกแบบหว่านและแปลงเพาะเมล็ด กำจัดโดยการถอน ส่วนในแปลงปลูกแบบโรยเป็นแถว แบบหยอดหลุม



และแบบปลูกด้วยต้นกล้า ซึ่งมีระยะปลูก การกำจัดวัชพืชจะทำได้สะดวกขึ้น โดยใช้การถอนหรือใช้เครื่องมือช่วย และควรทำการพรวนดินเข้าโคนต้นไปพร้อมกัน

● **การพรวนดิน** ส่วนใหญ่แล้วจะพรวนดินและดายหญ้าไปพร้อมๆ กัน หรือพรวนดินเมื่อเห็นหน้าดินแน่น ดูดซึมน้ำได้ช้า การพรวนดินทำให้ดินร่วนซุย ดูดซึมน้ำและปุ๋ยได้ดี ซึ่งจะช่วยให้ระบบรากพืชใช้น้ำและปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

● **การป้องกันกำจัดโรคและแมลง** ปัจจุบันการปลูกฟ้าทะลายโจร ยังไม่พบว่ามึโรคและแมลงชนิดใดทำความเสียหายอย่างรุนแรง เพียงแต่ทำความเสียหายบ้างเล็กน้อยเท่านั้น ได้แก่

โรคโคนเน่าและรากเน่า^(๑๗) ดินที่เป็นโรคจะมีอาการเหี่ยวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับจนแห้งตายในที่สุด จะพบบริเวณรากและโคนต้นเน่า รากขาดได้ง่าย และบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม จากการแยกเชื้อสาเหตุของโรคพบเชื้อรา *Fusarium* sp. การป้องกันและกำจัด ในเบื้องต้นควรถอนและทำลาย

โรคแอนแทรคโนส^(๑๘) จะพบอาการที่ตรงกลางใบหรือปลายใบ อาการที่พบบนใบจะเกิดกระจายทั่วไป เนื้อใบแห้งตายเป็นสีฟางข้าว ขอบแผลสีเข้ม จากการแยกเชื้อสาเหตุของโรคพบเชื้อ *Colletotrichum* sp. การป้องกันและกำจัดในเบื้องต้นควรถอนและทำลาย

มด^(๑๙) ทำความเสียหายโดยกัดกินต้นอ่อนในขณะที่เริ่มออก การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่มีชื่อสามัญว่า คาร์บาริล ผสมน้ำรดในระยะที่เริ่มเพาะ หรือเริ่มปลูก การใช้ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากกำกับ

ไร^(๒๐) ลักษณะตัวสีขาวใสและเล็กมาก แต่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ทำความเสียหายโดยดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใต้ใบอ่อนซึ่งจะเป็น



สาเหตุทำให้เกิดอาการใบหงิกงอได้ การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง⁽³⁸⁾ ที่มีชื่อสามัญว่า กำมะถัน อมิตราซ (Amitroz) เป็นต้น การใช้ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากกำกับ

การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร ให้มีปริมาณสารสำคัญประเภทแลคโตนรวมสูง ควรเก็บเกี่ยวในช่วงที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ คือช่วงที่พืชออกดอกนับตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงดอกบาน 50%^(15,20,36) ซึ่งพืชจะมีอายุประมาณ 110-150 วัน^(14,20) การออกดอกนี้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม^(20,36) วิธีเก็บเกี่ยวใช้กรรไกรตัดหรือเกี่ยวเกี่ยวทั้งต้นให้เหลือตอสูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพื่อเลี้ยงต้นต่อให้เจริญเติบโตให้ผลผลิตในรอบต่อไป

กรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยว

การทำความสะอาด และการเตรียมสมุนไพรก่อนทำให้แห้ง
นำฟ้าทะลายโจรที่เก็บจากต้นที่เจริญเต็มที่ระยะเริ่มออกดอกจนถึงดอกบาน 50% มาล้างน้ำให้สะอาด ตัดหรือหั่นให้มีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาเปลี่ยนภาชนะที่สะอาด เช่น กระด้งหรือถาด

การทำให้แห้ง โดยการตาก ควรคลุมภาชนะด้วยผ้าขาวบาง เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและกันการปลิวของสมุนไพร ตากจนแห้งสนิท หรือโดยการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสใน 8 ชั่วโมงแรก ต่อไปใช้อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส อบจนแห้งสนิท⁽¹⁴⁾

การบรรจุและการเก็บรักษา

เก็บใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงหรือมัดให้แน่นถ้ามีปริมาณน้อย เก็บในขวดแห้งที่สะอาด ปิดฝาให้สนิท และเก็บในที่สะอาด ไม่ควรเก็บวัตถุดิบไว้ใช้นาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารสำคัญจะลดลงประมาณ 25 % เมื่อเก็บไว้นาน 1 ปี⁽¹⁵⁾



ข้อกำหนดคุณภาพสมุนไพรฟ้าทะลายโจร

บทนิยาม⁽⁸⁾

สมุนไพรฟ้าทะลายโจร หมายถึงส่วนเหนือดินที่ทำให้แห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees วงศ์ Acanthaceae มีปริมาณแลคโตนรวมคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6.0 โดยน้ำหนัก

ลักษณะทั่วไปของสมุนไพร

สมุนไพรฟ้าทะลายโจรมีสีเขียวดำ มีกลิ่นอ่อน และมีรสขมมาก

เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท^(8,10)

ลักษณะทางมหภาค ใบมีลักษณะปลายแหลมทั้งปลายใบและโคนใบ กรอบ แตกหักง่าย ลำต้นมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ดอกมีขนาดเล็ก ผลมีรูปร่างคล้ายกระสวย

ลักษณะทางจุลภาค

ลักษณะทางจุลกายวิภาค เนื่องจากสมุนไพรฟ้าทะลายโจรส่วนใหญ่เป็นส่วนของใบและลำต้น การศึกษาทางจุลกายวิภาคจึงจัดทำเฉพาะส่วนของใบและส่วนของลำต้น ลักษณะทางจุลกายวิภาคของใบและลำต้น ภาคตัดขวาง (transectional view) และภาคพื้นผิว (surface view) ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์ เป็นดังนี้

ใบ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหรือเซลล์ชั้นต่างๆ เรียงตามลำดับ ดังนี้ (รูปที่ 4)

1. **ชั้นผิวบน** (upper epidermis) ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวแถวเดียว ด้านนอกปกคลุมด้วยผิวเคลือบคิวติน (cutin) ลักษณะ



เซลล์ภาคพื้นผิว เซลล์ผิวบน (upper epidermal cell) มีผนังทึบเล็กน้อย พบลิโทไซสต์ (lithocyst) ซึ่งเป็นเซลล์ขนาดใหญ่ ภายในมีผลึกซิลิโกลิท (cystolith) พบขนต่อม (glandular trichome) ขนแบบหลายเซลล์ (multicellular trichome) พบน้อย ไม่พบปากใบ (stoma)

2. ชั้นคอลเลจคิมา (collenchyma) ประกอบด้วย เซลล์ผนังหนา พบเฉพาะบริเวณที่เป็นเส้นใบ อยู่ถัดจากชั้นผิวบนและชั้นผิวล่างเข้าไปด้านใน ด้านผิวบนมีจำนวนเซลล์ 1 ถึง 4 แถว ด้านผิวล่างมีจำนวนเซลล์ 1 ถึง 2 แถว

3. ชั้นเซลล์รั้ว (palisade) ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างยาว พบเฉพาะบริเวณที่เป็นแผ่นใบ (lamina) อยู่ถัดจากชั้นผิวบน การเรียงตัวของเซลล์เป็นแถวเดี่ยวเรียงตัวตามแนวขนานของเซลล์ ภายในเซลล์ มีคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้พืชมีสีเขียว

4. ชั้นพาราเควคิมา (parenchyma) ประกอบด้วยเซลล์ผนังบาง ขนาดใหญ่ รูปร่างค่อนข้างกลม ภายในมีเม็ดคลอโรพลาสต์ บริเวณที่เป็นเส้นใบอยู่ถัดจากชั้นคอลเลจคิมาเข้าไปด้านในเซลล์มีจำนวนมาก การเรียงตัวของเซลล์หนาแน่น มีช่องว่างระหว่างเซลล์น้อย บริเวณที่เป็นแผ่นใบอยู่ถัดจากชั้นเซลล์รั้ว การเรียงตัวของเซลล์เป็นแบบหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มักเรียกเซลล์บริเวณนี้ว่า เซลล์ฟองน้ำ (spongy cell)

5. มัดท่อลำเลียง (vascular bundle) ประกอบด้วย เนื้อเยื่อจำพวกไซเล็ม (xylem) และโฟลเอ็ม (phloem) บริเวณที่เป็นเส้นใบอยู่ด้านในสุดของเซลล์ชั้นต่างๆ โดยที่ไซเล็มอยู่ด้านผิวบน และโฟลเอ็ม อยู่ด้านผิวล่าง เซลล์ท่อน้ำ (vessel) พบแบบเป็นเกลียว (spiral) แบบขั้นบันได (scalariform) แบบร่างแห (reticulate) และแบบเป็นรู (pitted) บริเวณที่เป็นแผ่นใบพบมัดท่อลำเลียงแทรกอยู่ในชั้นเซลล์ฟองน้ำ เซลล์ท่อน้ำ มีขนาดเล็ก พบแบบเป็นเกลียว และแบบขั้นบันได



6. **ชั้นผิวหนังล่าง** (lower epidermis) ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวแถวเดียว ด้านนอกปกคลุมด้วยผิวเคลือบคิวติน เช่นเดียวกับชั้นผิวหนังลักษณะเซลล์ภาคพื้นผิว เซลล์ผิวหนังล่าง (lower epidermal cell) มีผนังหยาบมาก (wavy-walled) พบปากใบเป็นจำนวนมาก ปากใบเป็นแบบไดอะไซติก (diacytic) พบลิโทซิสต์ และขนต่อม ส่วนขนแบบหลายเซลล์พบน้อย

ลำต้น ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหรือเซลล์ชั้นต่างๆ เรียงตามลำดับดังนี้ (รูปที่ 5)

1. **ชั้นเซลล์ผิว** (epidermis) ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวแถวเดียว ด้านนอกปกคลุมด้วยผิวเคลือบคิวติน พบปากใบแบบไดอะไซติก ลิโทซิสต์ ขนต่อม ส่วนขนแบบหลายเซลล์พบน้อย

2. **ชั้นคอลเลงคิมา** อยู่ถัดจากชั้นเซลล์ผิว เซลล์มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มย่อยๆ กระจายรอบต้น และพบเป็นจำนวนมากตรงมุมทงสี่ของลำต้น

3. **ชั้นพาเรงคิมา** อยู่ถัดจากชั้นคอลเลงคิมา ประกอบด้วยเซลล์ 2 ถึง 6 แถว เซลล์แถวอื่นๆ เป็นเซลล์ค่อนข้างยาว ภายในมีคลอโรพลาสต์

4. **ชั้นเอนโดเดอร์มิส** (endodermis) ประกอบด้วยเซลล์ผนังหนาเรียงตัวแถวเดียว พบเซลล์เส้นใย (fiber) อยู่เดี่ยวๆ หรืออยู่ติดกัน 2 เซลล์ แทรกอยู่ในเอนโดเดอร์มิส

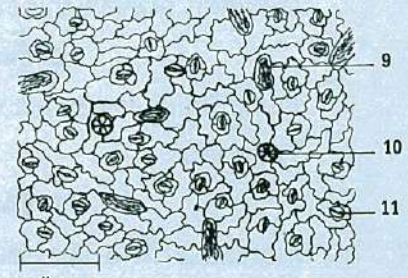
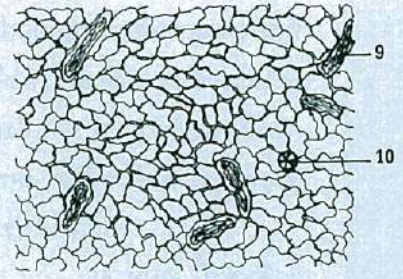
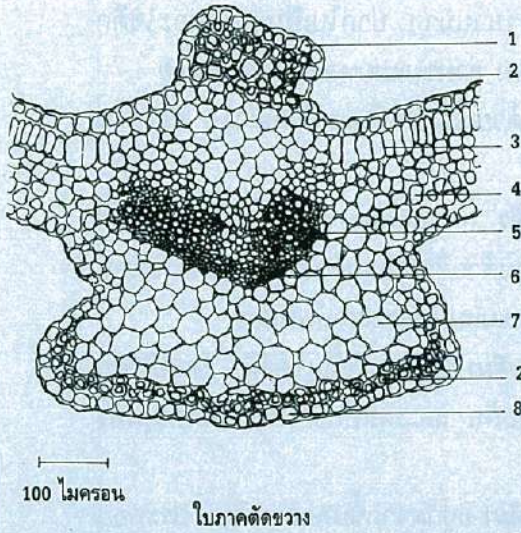
5. **ชั้นโฟลเอ็ม** ประกอบด้วยเซลล์ผนังบาง มีหลายแถว

6. **ชั้นไซเล็ม** ประกอบด้วยเซลล์ผนังหนา มีลิกนิน (lignin) เซลล์ท่อน้ำมีขนาดใหญ่ พบแบบเป็นเกลียว แบบขั้นบันได แบบร่างแห และแบบเป็นรู พบเซลล์เส้นใย

7. **ชั้นไส้ไม้** (pith) อยู่ชั้นในสุดของลำต้น เซลล์มีผนังบาง และมีขนาดใหญ่มาก

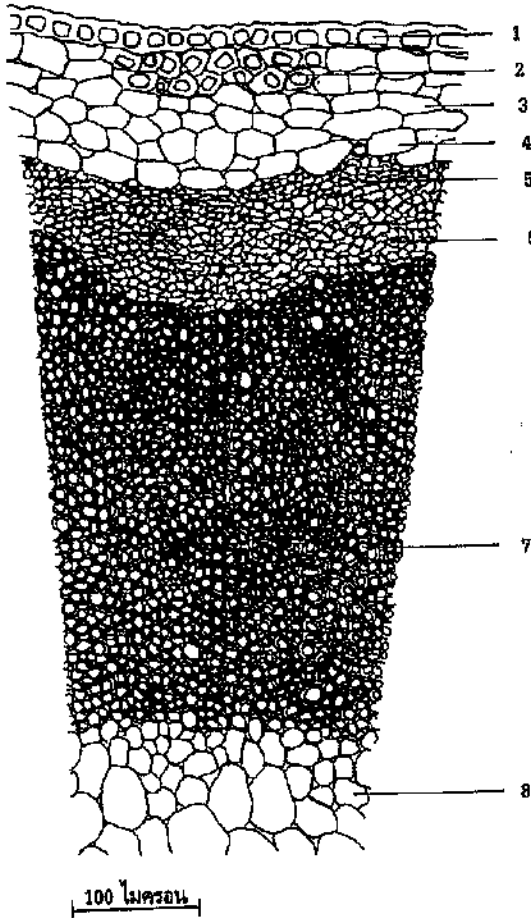


ใบฟ้าทะลายโจร (Andropogon squarrosus) (Lam.) Gaertn.



รูปที่ 4 จุลกายวิภาคของใบฟ้าทะลายโจร

- 1. เซลล์ผิวบน
- 2. คอลเลงคิมา
- 3. เซลล์ริ้ว
- 4. เซลล์ฟองน้ำ
- 5. ไส้เล็ม
- 6. โพลเอ็ม
- 7. พาเรงคิมา
- 8. เซลล์ผิวล่าง
- 9. ลิโทซีสต์
- 10. ขนต่อม
- 11. ปากใบ



รูปที่ 5 จุลกายวิภาคของลำต้นฟ้าทะลายโจร

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. เซลล์ผิว | 5. เซลล์เส้นใย |
| 2. คอลเลงคิมา | 6. โพลเอ็่ม |
| 3. พาเรงคิมา | 7. ไชล์ลิม |
| 4. เอนโดเดอร์มิส | 8. เซลล์ใส่ไม้ |



ลักษณะผสมสมุนไพร เป็นผลสีเขียวเข้ม มีกลิ่นเฉพาะ รสขมมาก ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบเซลล์และเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ มากน้อยตามลำดับดังนี้ (รูปที่ 6)

1. **ชั้นส่วนของใบภาคพื้นผิว** พบทั้งด้านผิวบนและด้านผิวล่าง อาจจะพบส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือพบทั้งหมดเช่น ด้านผิวบนพบลิโทซีสต์ ขนต่อม ด้านผิวใบล่างพบปากใบ ลิโทซีสต์ ขนต่อม

2. **ชั้นส่วนของใบภาคตัดขวาง** อาจจะพบส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือพบทั้งหมดเช่น เซลล์ผิวบน เซลล์รั้ว เซลล์ฟองน้ำ มัดท่อลำเลียง เซลล์ผิวล่าง

3. **ชั้นส่วนของเซลล์ท่อน้ำและเซลล์เส้นใย** พบเซลล์ท่อน้ำแบบต่างๆ เช่นแบบเป็นเกลียว แบบขั้นบันได แบบร่างแห และแบบเป็นรู

4. **ชั้นส่วนของลำต้นภาคพื้นผิว** อาจจะพบส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือพบทั้งหมดเช่น ปากใบ ลิโทซีสต์ ขนต่อม เป็นต้น

5. **ชั้นส่วนของเซลล์เส้นใย**

6. **ขนต่อม**

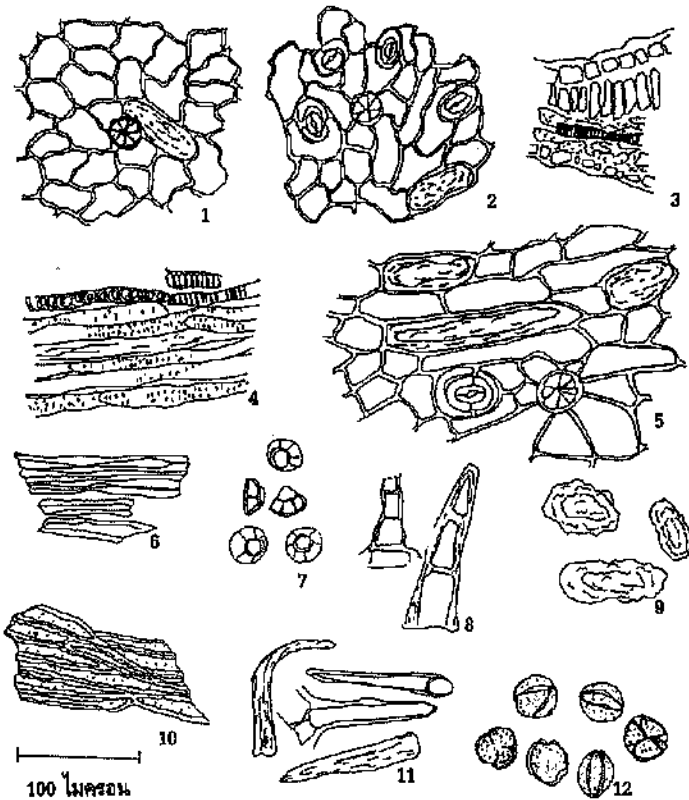
7. **ขนแบบหลายเซลล์ของใบและลำต้น**

8. **ผลึกซิสโทลิท**

9. **เซลล์เส้นใยสเกลอริคของผนังผล**

10. **ขนแบบเซลล์เดี่ยวของกลีบดอก**

11. **ละอองเรณู**



รูปที่ 6 ผงสมุนไพรส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. ใบภาคพื้นผิวด้านบน ประกอบด้วย เซลล์ผิวบน ลิโชนีสต์ ขนต่อม | 5. ลำต้นภาคพื้นผิว |
| 2. ใบภาคพื้นผิวด้านล่าง ประกอบด้วย เซลล์ผิวล่าง ปากใบ ลิโชนีสต์ ขนต่อม | 6. เซลล์เส้นใย |
| 3. แผ่นใบภาคตัดขวาง | 7. ขนต่อม |
| 4. เซลล์ท่อน้ำแบบเป็นเกลียว แบบชั้นบันได แบบร่างแห | 8. ขนแบบหลายเซลล์ |
| | 9. ผลึกชิทโทลิต |
| | 10. เซลล์เส้นใยสเกลลิตของผนังผล |
| | 11. ขนแบบเซลล์เดี่ยว |
| | 12. ละอองเรณู |



เอกลักษณ์ทางเคมี

การตรวจสอบเบื้องต้น^(10,15)

ต้มผงสมุนไพร 1 กรัม ด้วยเอทานอล 20 มิลลิลิตร บนเครื่องอังไอน้ำ (water-bath) กรอง นำสารละลายที่กรองได้มาเติมผงถ่าน 0.3 กรัม คนให้ทั่ว กรอง แล้วนำน้ำยาตัวอย่างไปทดสอบดังนี้

1. หยด Kedde reagent ซึ่งเป็นสารละลายผสมของน้ำยา Kedde A (3.5 ไดไนโตรเบนโซอิก แอซิด 2% ในเมทานอล) และน้ำยา Kedde B (โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 5.7% ในเมทานอล) ในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 2-3 หยด ลงในน้ำยาตัวอย่างที่เตรียมไว้จำนวน 1 มิลลิลิตร น้ำยาจะเป็นสีม่วงแดง

2. หยดสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 6.5% ในเอทานอล จำนวนหลายๆ หยดลงในน้ำยาตัวอย่างที่เตรียมไว้จำนวน 1 มิลลิลิตร น้ำยาจะเป็นสีแดง เมื่อดังทิ้งไว้จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง



การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล^(10.15)

น้ำยาด้อย่าง

ต้มผงสมุนไพร 1 กรัมด้วยเอทานอล 20 มิลลิลิตร บนเครื่องอังไอน้ำ กรอง นำสารละลายที่กรองได้มาเติมผงถ่าน 0.3 กรัม คนให้ทั่ว กรองระเหยสารละลายที่กรองได้จนแห้ง โดยใช้เครื่องระเหยระบบสุญญากาศ ส่วนที่เหลือจากการระเหย (residue) นำมาละลายด้วย 80% เอทานอล จำนวน 1 มิลลิลิตร

น้ำยามาตรฐาน

แยกละลายสารมาตรฐานแต่ละชนิดในเอทานอล 1 มิลลิลิตร โดยใช้ แอนโดรกราไฟไลต์ 2 มิลลิกรัม นีโอแอนโดรกราไฟไลต์ 2 มิลลิกรัม และติไฮโดรแอนโดรกราไฟไลต์ 4 มิลลิกรัม

อุปกรณ์และน้ำยาแยก

- แผ่นกระดาษดูดซับสาร (adsorbent)
กระดาษขนาด 5 X 20 เซนติเมตร ฉาบด้วยซิลิกาเจล จี เอฟ (silica gel GF₂₅₄) หนา 0.25 มิลลิเมตร อบที่ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง
- น้ำยาแยก (developing solvent)
ผสมคลอโรฟอร์มกับแอมโซลูท เอทานอล ในอัตราส่วน 17:3
- ถังทำโครมาโตกราฟี (chromatographic tank)
ใส่น้ำยาแยกลงในถังให้มีความสูงจากก้นถังประมาณ 1 เซนติเมตร ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนใช้ เพื่อให้บรรยากาศในถังอิ่มตัวด้วยน้ำยาแยก



วิธีการ

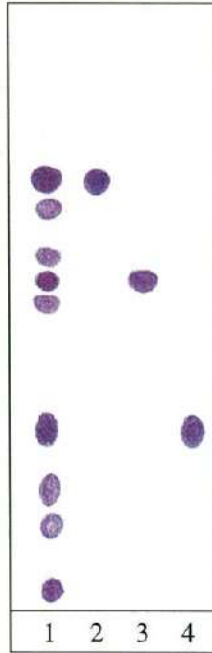
ใช้หลอดรูเล็ก (capillary tube) นำน้ำยาตัวอย่างและน้ำยามาตรฐานชนิดละ 5 ไมโครลิตร มาแต้มบนแผ่นกระดาษสารดูดซับในแนวระดับเดียวกันให้ห่างจากขอบล่างของกระดาษประมาณ 2 เซนติเมตร และให้มีระยะห่างระหว่างหยดน้ำยาแต่ละชนิดไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร ผึ่งให้แห้ง นำไปตั้งในถังทำโครมาโตกราฟฟีที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้น้ำยาแยกชั้นขึ้นไปตามผิวที่ฉาบสูง 15 เซนติเมตร นำแผ่นกระดาษออกจากถัง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปตรวจสอบดังนี้

1. ส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร
2. ฟ้นด้วยน้ำยา Kedde A แล้วฟ้นทับด้วยน้ำยา Kedde B

จนกระทั่งเห็นสีชัดเจน

ผลการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบวิธีที่ 2 ได้โครมาโตแกรมดังรูปที่ 7 ตำแหน่งของจุดสีต่างๆ บนแผ่นกระดาษสารดูดซับ จะแสดงด้วยค่า R_f (100 R_f) โดยที่ R_f (retardation factor หรือ relative front) หมายถึง อัตราส่วนของระยะทางที่สารเคลื่อนที่ต่อระยะทางที่น้ำยาแยกเคลื่อนที่ ค่า R_f และผลการตรวจสอบแลคโตนชนิดต่างๆ ทั้งสองวิธี แสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 7 ลักษณะทางโครมาโตแกรมชนิดผิวบางของน้ำยาดัวย่างที่สกัดจากส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร ตรวจสอบด้วยน้ำยา Kedde A และ Kedde B

- 1 = น้ำยาดัวย่าง
- 2 = น้ำยามาตรฐาน ดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ hRf เฉลี่ย 70
- 3 = น้ำยามาตรฐาน แอนโดรกราโฟไลด์ hRf เฉลี่ย 54
- 4 = น้ำยามาตรฐาน นิโอแอนโดรกราโฟไลด์ hRf เฉลี่ย 30



ตารางที่ 1 ค่า hRf และผลการตรวจสอบแลคโตนชนิดต่าง ๆ ในน้ำยาดัวอย่าง ที่สกัดจากส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร⁽¹⁰⁾

แลคโตน	ค่า hRf	การตรวจสอบ	
		UV ₂₅₄	Kedde A/Kedde B
แลคโตนชนิดที่ 1	1-5	-	ม่วงเข้ม
แลคโตนชนิดที่ 2	11-15	ทึบแสง	ม่วง
แลคโตนชนิดที่ 3	18-22	ทึบแสง	ม่วง
นีโอแอนโดรกราโฟไลด์	28-32	-	ม่วงเข้ม
แลคโตนชนิดที่ 5	49-51	-	ม่วง
แอนโดรกราโฟไลด์	52-56	ทึบแสง	ม่วงเข้ม
แลคโตนชนิดที่ 7	57-59	ทึบแสง	ม่วง
แลคโตนชนิดที่ 8	66-68	-	ม่วง
ติไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์	69-71	ทึบแสง	ม่วงเข้ม

ปริมาณสิ่งแปลกปลอม^(6,7,16)

ต้องไม่เกินร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก

สุ่มตัวอย่างตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำราฯของประเทศไทย⁽⁹⁾ จำนวน 100 กรัม นำมาเกลี่ยในภาชนะแบนราบ คัดแยกสิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่า หรือด้วยแว่นขยาย ซึ่งน้ำหนักสิ่งแปลกปลอม คำนวณหาน้ำหนักร้อยละ ของสิ่งแปลกปลอมในตัวอย่าง

ปริมาณความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 11.0 โดยน้ำหนัก⁽¹⁰⁾

นำผงสมุนไพร 5 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ซึ่งอย่าง ละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) บรรจุในขวดชั่ง (weighing bottle) ที่ทราบ น้ำหนักแน่นอน เกลี่ยผงสมุนไพรให้เรียบ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศา



เซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ * คำนวณค่าร้อยละของน้ำหนักที่หายไปจากผงสมุนไพรที่ใช้ (น้ำหนักที่หายไปคือปริมาณความชื้นของสมุนไพร)

ปริมาณเถ้ารวม⁽¹⁵⁾

ไม่กำหนด

โดยทั่วไปพืชที่ใช้หลายส่วนปนกัน ปริมาณเถ้าในแต่ละตัวอย่าง มักจะมีความแตกต่างกันมาก การกำหนดมาตรฐานจะนิยมกำหนดเฉพาะปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดเพียงอย่างเดียว ฟ้าทะลายโจรก็เช่นเดียวกัน เพราะจากผลการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณเถ้ามีความแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เพราะส่วนที่ใช้เป็นส่วนเหนือดิน ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นลำต้น ใบ ดอก และผล ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไปในแต่ละตัวอย่าง

ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

ต้องไม่เกินร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก⁽¹⁰⁾

เผาผงสมุนไพร 2-4 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนในถ้วยกระเบื้อง (crucible) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนที่อุณหภูมิไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว (ปราศจากคาร์บอน) นำเถ้าทั้งหมดมาต้มกับกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 2 โมลาร์ จำนวน 25 มิลลิลิตร นาน 5 นาที กรองด้วยกระดาษกรองชนิดที่ปราศจากเถ้า ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน จนน้ำล้างตะกอนเป็นกลาง นำเถ้าที่กรองได้และกระดาษกรองใส่ลงในถ้วยกระเบื้องใบเดิม ทำให้แห้งบนเตาไฟฟ้า (hot plate) นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดจากผงสมุนไพรที่ใช้

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



ปริมาณสารสกัดด้วย 85 % เอทานอล

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 13.0 โดยน้ำหนัก⁽¹⁰⁾

หมักผสมสมุนไพร 5 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ด้วย 85% เอทานอล จำนวน 100 มิลลิลิตรในขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทนาน 24 ชั่วโมง โดย 6 ชั่วโมงแรกให้เขย่าขวดบ่อยๆ ตั้งทิ้งไว้อีก 18 ชั่วโมง กรองอย่างรวดเร็ว นำสารละลายที่กรองได้จำนวน 20 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยปากกว้างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ปล่อยให้ระเหยแห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณสารที่ได้จากผงสมุนไพรที่ใช้

ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 18.0 โดยน้ำหนัก⁽¹⁰⁾

วิธีทำเช่นเดียวกับเมื่อใช้ 85% เอทานอล เป็นตัวทำละลาย แต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำที่อิ่มตัวด้วยคลอโรฟอร์ม (chloroform water) เป็นตัวทำละลายแทน

ปริมาณแลคโตนรวม

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 6.0 โดยน้ำหนัก^(10,15)

นำผงสมุนไพรที่ผ่านแรงเบอร์ 80 จำนวน 1 กรัม (ซึ่งอย่างละเอียดทดสอบ 4 ตำแหน่ง) ใส่ขวดแก้วกันกลมขนาด 100 มิลลิลิตร สกัดด้วย 85% เอทานอล 50 มิลลิลิตร โดยวิธีฟลักซ์ (reflux) บนเครื่องอังไอน้ำเดือด (boiling water-bath) นาน 2 ชั่วโมง กรอง ล้างกาก (marc) ด้วย 85% เอทานอลปริมาตรเหมาะสม จนกระทั่งน้ำล้างกากไม่มีสี รวมสารละลายที่กรองได้และน้ำล้างกากเข้าด้วยกัน เติมสารละลายเบสิกเลดอะซีเตท* 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 15 นาที กรอง ล้างตะกอนด้วยเอทานอลปริมาตรพอเหมาะ จนกระทั่งน้ำล้างตะกอนไม่มีสีเขียว รวมสารละลายที่กรองได้และน้ำล้าง



ตะกอนเข้าด้วยกัน ค่อยๆ เติมสารละลายโซเดียมซัลเฟตความเข้มข้น 25% 1 มิลลิลิตร โดยเติมทีละหยดและเขย่าขวดทุกครั้งที่ได้เติม ตั้งทิ้งไว้อีก 1 ชั่วโมง เติมผงถ่าน 0.5 กรัม นำไปรีฟลักซ์บนเครื่อง



อังไอน้ำ นาน 10 นาที กรองผ่าน Buchner funnel ซึ่งบรรจุผงถ่านที่เกลี่ยเป็นชั้นเรียบไว้ 0.5 กรัม ล้างด้วยเอทานอลที่ร้อน รวมสารละลายที่กรองได้และน้ำล้างตะกอนเข้าด้วยกัน เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เติมสารละลายฟีนอลฟทาลิน 2-3 หยด ทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ 5.0 มิลลิลิตร นำไปรีฟลักซ์ บนเครื่องอังไอน้ำ นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็น นำไปไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.05 โมลาร์ ทำ blank test

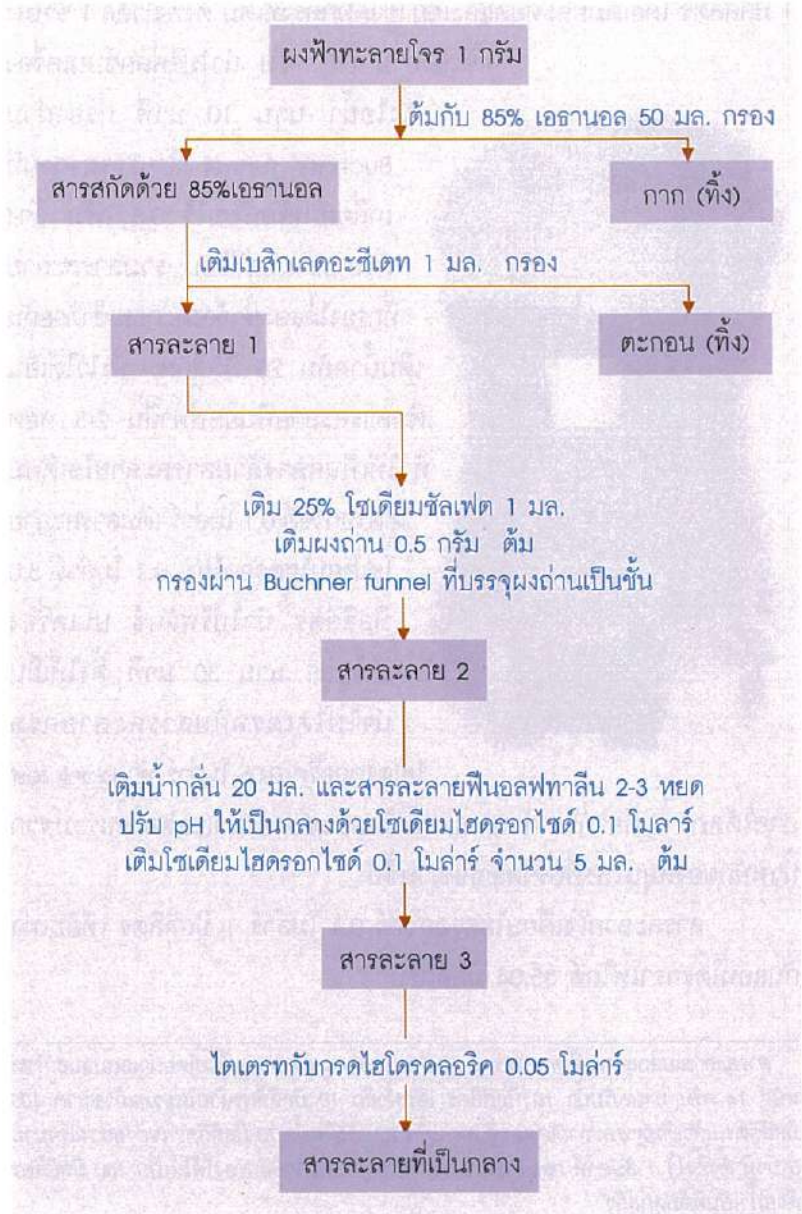
ภายใต้สภาวะเดียวกัน คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณแลคโตนรวมจากน้ำหนักของสมุนไพรที่ปราศจากความชื้น

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ 1 มิลลิลิตร เทียบเท่ากับแอนโดรกราโฟไลด์ 35.04 มิลลิกรัม

* สารละลายเบสิกเลดอะซิเตท (basic lead acetate solution) เตรียมโดยนำเลดมอนอกไซด์หนัก 14 กรัม มาบดกับน้ำ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำอีก 10 มิลลิลิตรถ่ายใส่ขวดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายเลดอะซิเตทหนัก 22 กรัมในน้ำ 70 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงนาน 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ กรอง ปริมาณของสารละลายที่กรองได้ให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำเย็นที่ต้มสุกแล้ว



แผนภูมิแสดงการตรวจปริมาณแลคโตนรวมของส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร





สรุปข้อกำหนดมาตรฐานของส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร⁽¹⁰⁾

รายการ	ไม่เกินร้อยละ	ไม่น้อยกว่าร้อยละ
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม	2.0	
ปริมาณความชื้น	11.0	
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด	2.0	
ปริมาณสารสกัดด้วย 85 % เอธานอล		13.0
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ		18.0
ปริมาณแลคโตนรวมคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์		6.0

การปนเปื้อนของสมุนไพร

การผลิตยาจากสมุนไพร ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงปัญหาในการปนเปื้อน ควรมีการตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ แต่เนื่องจากวิธีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนต่างๆ เป็นวิธีเฉพาะไม่สามารถกล่าวในรายละเอียดไว้ในหนังสือเล่มนี้ได้ทั้งหมด จึงขอกกล่าวเฉพาะหลักการในการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนต่างๆ เท่านั้น

การปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์

ตำรายาของประเทศไทย⁽¹⁷⁾ ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจมีได้ในยาเตรียมจากสมุนไพรสำหรับใช้เป็นยาภายใน 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 อื่นๆ 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.*



วิธีการตรวจหาการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้กันทั่วไปมี 3 วิธี^(9,16,39)

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

● **วิธีใช้จานเลี้ยงเชื้อ** เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก และแม่นยำ เหมาะสำหรับตรวจวิเคราะห์ยาต่างๆ รวมทั้งสมุนไพรรด้วย สามารถนำมาปรับใช้กับสมุนไพรรฟ้าทะเลลายใจได้⁽⁴⁰⁾ ด้วยเหตุนี้ในหนังสือเล่มนี้จึงขอกล่าวเฉพาะขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีใช้จานเลี้ยงเชื้อ พอสังเขป ดังนี้

1. ผลมตัวอย่าง 10 กรัม กับ phosphate buffer ในอัตราส่วน 1:10 ให้เข้ากันดี

2. เจือจางน้ำยาดตัวอย่างต่อไปด้วย phosphate buffer ให้ได้ dilution 1:100 และ 1:1,000 หรือเจือจางต่อไปตามความเหมาะสม

3. เตรียมจานเลี้ยงเชื้อโดยมี tryptic soy agar ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ จานละ 15-20 มิลลิลิตร

4. ให้นำยาดตัวอย่าง dilution ต่างๆ dilution ละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ dilution ละ 2 จาน หมุนจานเพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกันดี ทิ้งไว้ให้แข็งแล้วนำไปอบเพาะในตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ในกรณีที่เชื้อไม่ขึ้น อบเพาะต่อจนได้เวลาโดยรวมครบ 5 วัน

5. นำจานเลี้ยงเชื้อมาตรวจดู และนับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเลี้ยงเชื้อที่มี dilution ที่เหมาะสม แล้วคำนวณหาปริมาณจุลินทรีย์รวมที่มีในตัวอย่าง 1 กรัม

6. เลือกโคโลนีที่แตกต่าง มาตรวจชนิดของเชื้อต่างๆ โดยวิธีเฉพาะ ให้ทราบว่า มีชนิดและปริมาณของเชื้อตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดหรือไม่



การปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง

สารพิษตกค้างที่ควรตรวจหาปริมาณการปนเปื้อนในสมุนไพรที่สำคัญ มี 4 ประเภท ได้แก่

1. สารประกอบคลอรีน เช่น คลอร์เดน ดีดีที ดีลดีริน เฮปตาคลอร์
2. สารประกอบฟอสเฟต เช่น พาราไดออน มาลาไดออน ไดเมทิลเอท
3. สารคาร์บาเมต เช่น คาร์บาริล เมทโธมิล
4. สารไพรีทรอยด์ เช่น ไซเปอร์มีธริน เฟอร์มีธริน

หลักการวิเคราะห์^(7A1) โดยสังเขปมีดังนี้

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

ในกรณีที่ตรวจพบว่ามีสารปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในสมุนไพร องค์การอนามัยโลกมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพิจารณาความปลอดภัย ในการนำสมุนไพรที่มีการปนเปื้อนมาใช้⁽⁴²⁾

การปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก

มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปริมาณการปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก ในผลิตภัณฑ์สมุนไพร 1 กิโลกรัม จะมีการปนเปื้อนด้วยสารหนู แคดเมียม และตะกั่วได้ไม่เกิน 4, 0.3, และ 10 มิลลิกรัม^(7,10,42) ตามลำดับ

หลักการวิเคราะห์^(7A2) โดยสังเขปมีดังนี้

1. เตรียมตัวอย่าง โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วยไนตริกแอซิด
2. ตรวจหาปริมาณของสารหนูและโลหะหนัก โดยวิธี Atomic

absorption spectrophotometry



จากผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนต่าง ๆ มักจะพบว่ามีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ในปริมาณเกินมาตรฐานกำหนด⁽⁴³⁾ ผู้เตรียมสมุนไพรควรต้องระมัดระวังในเรื่องความสะอาดให้มาก

การปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี

การตรวจวิเคราะห์หาการปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีจะต้องดำเนินการโดยหน่วยงานที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ และต้องใช้วิธีการตามคำแนะนำของ International Atomic Energy Agency (IAEA) สมุนไพรจากบางแหล่งอาจมีการปนเปื้อนด้วยสารกัมตรังสี องค์การอนามัยโลกจึงได้แนะนำให้ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ที่สงสัยว่าจะมีการปนเปื้อน เพื่อความปลอดภัยในการนำมาใช้^(7,42)





ข้อบ่งใช้

แก้ไข้ เจ็บคอ (pharyngotonsillitis)⁽⁶⁾ แก้ท้องเสีย⁽⁴⁾



ความเป็นพิษ

จากการศึกษาพิษเฉียบพลัน⁽⁴⁴⁾ ของสารสกัดด้วย 50% เอทานอลของฟ้าทะลายโจรในหนูถีบจักร พบว่าเมื่อให้สารสกัดทางปากในขนาดสูงสุด 15 กรัมต่อน้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม ไม่ปรากฏอาการพิษและไม่มีหนูตาย

ส่วนการศึกษาพิษกึ่งเรื้อรังของผงฟ้าทะลายโจร⁽⁴⁴⁾ ในหนูขาวทั้งสองเพศนาน 6 เดือน โดยกรอกผงยาขนาด 0.12, 1.2 และ 2.4 กรัมต่อน้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม ซึ่งเทียบเท่ากับ 1, 10 และ 20 เท่าของขนาดที่ใช้รักษาในคน (6 กรัมต่อวัน) พบว่าหนูทุกกลุ่มมีการเจริญเติบโตปกติ ไม่พบความผิดปกติทางโลหิตวิทยา หรือชีวเคมีของเลือด รวมทั้งลักษณะภายนอกหรือน้ำหนักของอวัยวะภายใน จุลพยาธิสภาพของอวัยวะภายในบางอวัยวะ ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของผงยาที่ให้ จึงไม่อาจกล่าวได้ว่ามีสาเหตุเนื่องจากความเป็นพิษของผงยา

ผลการศึกษาดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในขนาดที่ใช้รักษาในคน มีความปลอดภัยสูง



ข้อห้ามใช้

ประสิทธิผลในการบรรเทาอาการไข้เจ็บคอของฟ้าทะลายโจร น่าจะเกิดจากฤทธิ์ลดไข้และฤทธิ์ต้านการอักเสบมากกว่าฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เนื่องจากไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่แน่ชัดว่าฟ้าทะลายโจรหรือสารสำคัญ



มาตรฐานสมุนไพรไทย

ในฟ้าทะลายโจร สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเจ็บคอได้⁽⁴⁵⁻⁴⁸⁾ ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยได้รับอันตรายที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus* group A ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงตามมา เช่น ไข้รูห์มาติก โรคหัวใจรูห์มาติก และไตอักเสบ จึงมีข้อห้ามใช้ฟ้าทะลายโจรสำหรับแก้มเจ็บคอในกรณีต่าง ๆ ต่อไปนี้⁽⁴⁸⁾

1. ในผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บคอเนื่องจากติดเชื้อ *Streptococcus* group A
2. ในผู้ป่วยที่มีประวัติเป็นโรคไตอักเสบเนื่องจากเคยติดเชื้อนี้
3. ในผู้ป่วยที่มีประวัติเป็นโรคหัวใจรูห์มาติก
4. ในผู้ป่วยที่อาการเจ็บคอเนื่องจากการติดเชื้อแบคทีเรียและมีอาการรุนแรง เช่น มีตุ่มหนองในคอ มีไข้สูง หนาวสั่น



ข้อควรระวัง

ในผู้ป่วยบางราย ฟ้าทะลายโจรอาจทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องเดิน ปวดเอว หรือเวียนศีรษะ หากมีอาการดังกล่าวควรหยุดใช้ฟ้าทะลายโจร และเปลี่ยนไปใช้ยาอื่นแทน⁽⁴⁹⁾

หากใช้ฟ้าทะลายโจรติดต่อกัน 3 วัน แล้วไม่หาย หรือมีอาการรุนแรงขึ้นระหว่างใช้ยา ควรหยุดใช้และไปพบแพทย์



ขนาดที่ใช้

รับประทานผงฟ้าทะลายโจรในรูปของแคปซูลหรือลูกกลอน ขนาด 6-9 กรัมต่อวัน โดยแบ่งให้วันละ 4 ครั้ง หลังอาหารและก่อนนอน⁽²⁾



ภาคผนวก



การศึกษาปริมาณแลคโตนรวมในส่วนต่าง ๆ ของฟ้าทะลายโจร ในระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน

ในระยะที่เริ่มนำฟ้าทะลายโจรมาใช้เป็นยาในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ทดลองปลูกฟ้าทะลายโจร และเก็บเกี่ยวส่วนต่าง ๆ ในระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน และศึกษาปริมาณแลคโตนรวม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณแลคโตนรวมในส่วนต่าง ๆ ของฟ้าทะลายโจร ในระยะเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน⁽¹⁵⁾

ตัวอย่าง	ระยะเก็บเกี่ยว	ปริมาณแลคโตนรวม (%)		
		ส่วนเหนือดิน	ใบ	ลำต้น
1	ก่อนออกดอก	6.09	6.80	2.28
	ออกดอก	7.31	9.81	2.06
	ติดผลอ่อน	5.29	6.79	3.93
	ติดผลแก่	4.80	6.44	4.67
2	ก่อนออกดอก	7.05	9.54	3.02
	ออกดอก	9.79	12.52	5.81
	ติดผลอ่อน	6.72	7.25	6.25
	ติดผลแก่	5.54	6.63	6.89



จากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแลคโตนรวม ซึ่งเป็นสารสำคัญในสมุนไพรชนิดนี้ พบว่าปริมาณแลคโตนรวม มีความสัมพันธ์กับส่วนที่ใช้ และระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว ดังนี้

- ปริมาณแลคโตนรวมพบสูงสุดในส่วนของใบ และพบต่ำสุดในส่วนของลำต้น
- ส่วนของลำต้น ปริมาณแลคโตนรวมพบสูงสุดในช่วงที่ติดผลแก่
- ส่วนของใบ หรือลำต้นเหนือดิน ปริมาณแลคโตนรวมพบสูงสุดในช่วงออกดอก (นับตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงดอกบาน 50%) และพบต่ำสุดในช่วงที่ติดผลแก่

แม้ว่าผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่า ส่วนใบมีปริมาณแลคโตนรวมสูงกว่าส่วนเหนือดินก็ตาม แต่ในการผลิตวัตถุดิบในชั้นอุตสาหกรรม หากใช้แต่เฉพาะส่วนของใบ จะได้ปริมาณวัตถุดิบน้อยกว่าใช้ส่วนของลำต้นด้วย ประกอบกับส่วนของลำต้นก็พบว่ามีสารสำคัญเช่นเดียวกัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถใช้สมุนไพรได้อย่างคุ้มค่า ไม่สูญเสียทรัพยากรของชาติ ตำรามาตรฐานยาสมุนไพร จึงได้แนะนำให้ใช้ส่วนเหนือดินเป็นยา^(8,10)



การศึกษาความคงสภาพของสมุนไพร

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ศึกษาปริมาณแลคโตนรวมในส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร ในระยะเวลาเก็บรักษาที่ต่างกัน เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารสำคัญ ในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่เก็บไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งจะทำให้ทราบความคงสภาพของสมุนไพร

จากผลการตรวจวิเคราะห์ดังตารางที่ 3 พบว่าปริมาณแลคโตนรวมในส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจร จะลดลงประมาณ 25% เมื่อเก็บสมุนไพรไว้



นาน 1 ปี ดังนั้นเพื่อให้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรมีประสิทธิผลในการรักษาดี จึงไม่ควรเก็บสมุนไพรไว้นานเกินไป

ตารางที่ 3 ปริมาณแลคโตนรวมในส่วนของดินฟ้าทะลายโจร ในระยะเวลาเก็บรักษาที่ต่างกัน⁽¹⁹⁾

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณแลคโตนรวม (%)	ปริมาณแลคโตนรวม ที่ลดลง (%)
1	0	9.25	0.00
	3	9.13	1.30
	6	8.56	7.46
	9	7.99	13.62
	12	7.09	23.35
2	0	3.85	0.00
	3	3.58	7.01
	6	3.33	13.50
	9	3.18	17.40
	12	2.92	24.16
3	0	6.20	0.00
	3	6.03	2.74
	6	5.02	19.03
	9	4.18	32.58
	12	4.11	33.70
4	0	7.68	0.00
	3	7.32	4.69
	6	7.08	7.81
	9	6.78	11.72
	12	5.63	26.69
5	0	6.86	0.00
	3	6.44	6.12
	6	6.12	10.79
	9	5.78	15.74
	12	5.04	26.53

เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. 2529. ฟ้าทะลาย. ใน : ก้าวไปกับสมุนไพร. เล่มที่ 1. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. โรงพิมพ์บางกมล, กรุงเทพฯ. หน้า 171-178.

2. The Pharmacopoeia Commission of the Ministry of Public Health of PRC. 1988. Herba Andrographitis. in : Guoshi TU, ed. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (Eng. Ed.). Lie Yung & Young Creation, Hong Kong. p. 61-62.

3. Research Reviews. 1997. Andrographis vs the Common Cold. *The Journal of the American Botanical Council and the Herb Research Foundation*. 40 : 18.

4. บัญจรงค์ ชันังกุล และชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. 2528. การศึกษาทางคลินิกของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในคนไข้โรคอุจจาระร่วงและโรคบิดแบคทีเรีย. *รามาศิบัติเวชสาร*. 8 (2) : 57-61.

5. Thamlikitkul V, Dechatiwongse T, Theerapong S et al. 1991. Efficacy of *Andrographis paniculata* Nees for Pharyngotonsillitis in Adults. *J Med Assoc Thai*. 74 (10) : 433-442.

6. Lou ZC. 1980. General Control Methods for Vegetable Drugs. WHO/Pharm/80.502. World Health Organization. Geneva.

7. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. 1992. WHO/Pharm/92.559/rev.1. World Health Organization. Geneva.

8. Standard of ASEAN Herbal Medicine. 1993. Vol. 1. Aksara Buana Printing, Jakarta.



9. Thai Pharmacopoeia. 1987. Vol. 1. Pt. 1. The War Veterans Organization Press, Bangkok. p. 438, 476-488.

10. Thai Herbal Pharmacopoeia, 1995. Vol. 1. Prachachon Co., Ltd., Bangkok.

11. ทวีผล เดชาติวงศ์ ณ ออยุธยา. 2536. การควบคุมคุณภาพของสมุนไพร. ใน : เอกสารการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการควบคุมคุณภาพสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. นนทบุรี. หน้า 45-53.

12. Techadamrongsin Y, Dechatiwongse Na Ayudhya T and Punyarajun S. 1999. Harvesting, Post-harvesting Handling and Storing of Crude Drug. Department of Medical Sciences. Nonthaburi. Thailand.

13. วิณา จิรัจฉรียากุล บรรณาธิการ. 2534. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ, Text and Journal Corporation Co., Ltd., กรุงเทพฯ. หน้า 1-72.

14. กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร. 2531. ฟ้าทะลายโจร. ใน : คู่มือสมุนไพรเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. Text and Journal Corporation Co., Ltd., กรุงเทพฯ.

15. Dechatiwongse Na Ayudhya T, Techadamrongsin Y and Jirawatanapong W. 1993. *Andragraphis paniculata*. in : Chemical Specification of Thai Herbal Drugs. Vol. 1. Department of Medical Sciences. Nonthaburi. Thailand. p. 24-41.

16. British Pharmacopoeia, 1998. Vol. 2.2. The Stationery Office of the British Pharmacopoeia Commission, London. p. A181, A243-252.

17. Thai Pharmacopoeia. 1997. Vol. 2. Pt. 1. P.A. Living Co., Ltd., Bangkok. p. 2064-2065



18. เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์ - ชื่อพื้นเมือง). พันธุ์พืชบลิขิง, กรุงเทพฯ. หน้า 22.
19. สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2541. สมุนไพรพื้นบ้าน (ฉบับรวม). รุ่งเรืองศาสนการพิมพ์, กรุงเทพฯ. หน้า 99.
20. คณิต สุวรรณบริรักษ์ และชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. 2534. น้ำลายพังพอน ฟ้าทะลายใจ. วารสารสมาคมสมุนไพรแห่งประเทศไทย. 7 (1) : 3-9.
21. Huang KC. 1993. The Pharmacology of Chinese Herbs. CRC Press, Boca Raton, Florida. p. 293-294.
22. Manjunath BL, ed. 1948. The Wealth of India. A Dictionary of Indian Raw Materials and Industrial Products. Vol. 1. Council of Scientific & Industrial Research, New Delhi. p. 77.
23. Backer CA and Bakhuizen van den Brink RC. 1965. Flora of Java. Vol. 2. N.V.P. Noordhoff-Groningen, The Netherlands. p. 574.
24. Hansen B. 1985. Notes on *Andrographis* and *Gymnostachyum* (Acanthaceae). *Nordic Journal of Botany*. 5 : 353-356.
25. Hooker JD. 1885. Flora of British India. Vol. 4. L. Reeve & Co., Ltd., Kent. p. 501.
26. ขาดรี ขาญประเสริฐ และดร.นุ เพ็ชรพลาย. 2531. การปลูกสมุนไพรฟ้าทะลายใจเพื่อใช้เป็นยา. ว. กรมวิทย์. พ. 30 (4) : 325-320.
27. Gorter K. 1911. The bitter constituent of *Andrographis paniculata* Nees. *Rec. Trav. Chim.* 30 : 151-160.
28. Kleipool RJC. 1952. Constituents of *Andrographis paniculata*. *Nature*. 169 : 33-34.



29. Chan WR, Taylor DR, Willis CR et al. 1971. The structure and stereochemistry of neoandrographolide, a diterpene glucoside from *Andrographis paniculata*. *Tetrahedron*, 27 : 5081-5091.

30. Deng WL, Nie RJ and Liu JY. 1982. Comparison of pharmacological effect of four andrographolides. *Chin. Pharm. Bull.* 17 : 195-198.

31. หน่วยข้อมูลสมุนไพร 2534. ฟ้าทะลายโจร. ใน : ข้อมูลสมุนไพร. ปีที่ 8. ฉบับที่ 2. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 14.

32. Balmain A and Connolly JD. 1973. Minor diterpenoid constituents of *Andrographis paniculata* Nees. *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1* : 1247-1251.

33. Fijita T, Fujitani R, Takeda Y et al. 1984. On the diterpenoids of *Andrographis paniculata* X-ray crystallographic analysis of andrographolide and structure determination of new minor diterpenoids. *Chem. Pharm. Bull.* 32 : 2117-2125.

34. Zhu PY, Liu GQ. 1984. Separation and Identification of flavonoids in *Andrographis paniculata* Nees Leaves. *Chin. Trad. Herb Drugs*, 15 : 375-376.

35. ยูพากรณ์ เลิศลัทธากิจ, สุเทวี สุขปรากฏ และยิ่งยง ไพลูขุ ศานติวัฒนา. 2535. วิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ฟ้าทะลายโจร. ใน : รายงานผลการดำเนินงานโครงการศึกษาค้นคว้าด้านการเกษตรเกี่ยวกับสมุนไพร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 155-165.

36. หัตถยา พรมโต, ชัยฤกษ์ สงวนทรัพย์ากร, ยิ่งยง ไพลูขุ ศานติวัฒนา และคณะ. 2540. อิทธิพลของวันปลูกและระยะปลูกต่อคุณภาพและการให้ผลผลิตของฟ้าทะลายโจร. *วารสารสมุนไพร*. 4 (1) : 31-40.



37. วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล และอดิศักดิ์ บัณฑิตยาพันธ์. 2535. โรคของพืชสมุนไพร. ใน : รายงานผลการดำเนินงานโครงการศึกษาค้นคว้าด้านการเกษตรเกี่ยวกับสมุนไพร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 84-93.
38. กองกัญและสัตววิทยา. 2541. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2541. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 124.
39. The United States Pharmacopeia. Rev. 23. The National Formulary. Ed. 18. 1995. The United States Pharmacopeial Convention Inc., Rockville, MD. p. 1478-1483.
40. วุฒิสักดิ์ คณาวุฒิ. 2536. การควบคุมคุณภาพยาแผนโบราณ. ใน : เอกสารการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่องการควบคุมคุณภาพสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. นนทบุรี. หน้า 143-155.
41. กอบทอง รูปหอม, บุญไพ สังวรานนท์, กนกพร อธิสุข และคณะ. 2536. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและพืชพิษในอาหาร พ.ศ. 2531-2533. ว. กรมวิทย์. พ. 35 (1) : 1-12.
42. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. 1998. World Health Organization. Geneva. p. 47-63.
43. Dechatiwongse Na Ayudhya T, Jewvachdamrongkul Y, Chavallitumrong P et al. 1988. Quality Evaluation of Vegetable Drugs. Department of Medical Sciences. Bangkok. p. 61-65.
44. นาถฤดี สิทธิสมวงศ์, เจษฎา เพ็งชะตา, ทรงพล ชีวะพัฒน์ และคณะ. 2532. พิษเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรังของฟ้าทะลายโจร. ไทยเภสัชสาร. 14 (2) : 109-118.
45. วิษณุ ธรรมลิขิตกุล และสุรณี พงกษชาติวุฒิจ. 2533. การศึกษาฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร. สารศิริราช. 42 (8) : 431-434.



46. ชิตารัตน์ ปลื้มใจ. 2535. ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของฟ้าทะลายโจร. *ว. กรมวิทย์. พ. 34 (1) : 9-15.*
47. จริยา สินเดิมสุข. 2536. ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดบริสุทธิ์จากสมุนไพรฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata*) ต่อเชื้อโรคท้องร่วงที่พบมากในไทย. *วารสารกรมการแพทย์. 18 (8) : 394-400.*
48. Leelarasamee A, Trakulsomboon S and Sittisomwong N. 1990. Undetectable anti-bacterial activity of *Andrographis paniculata* (Burm.) Wall. ex Nees. *J Med Assoc Thai. 73(6) : 299-304.*
49. สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน. 2533. ฟ้าทะลายโจร. ใน : สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐานสำหรับบุคลากรสาธารณสุข. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. หน้า 112-113.



มาตรฐานสมุนไพรไทย
Standard of Thai Herbal Medicine

ฟ้าทะลายโจร

Andrographis paniculata (Burm. f.) Nees