บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์

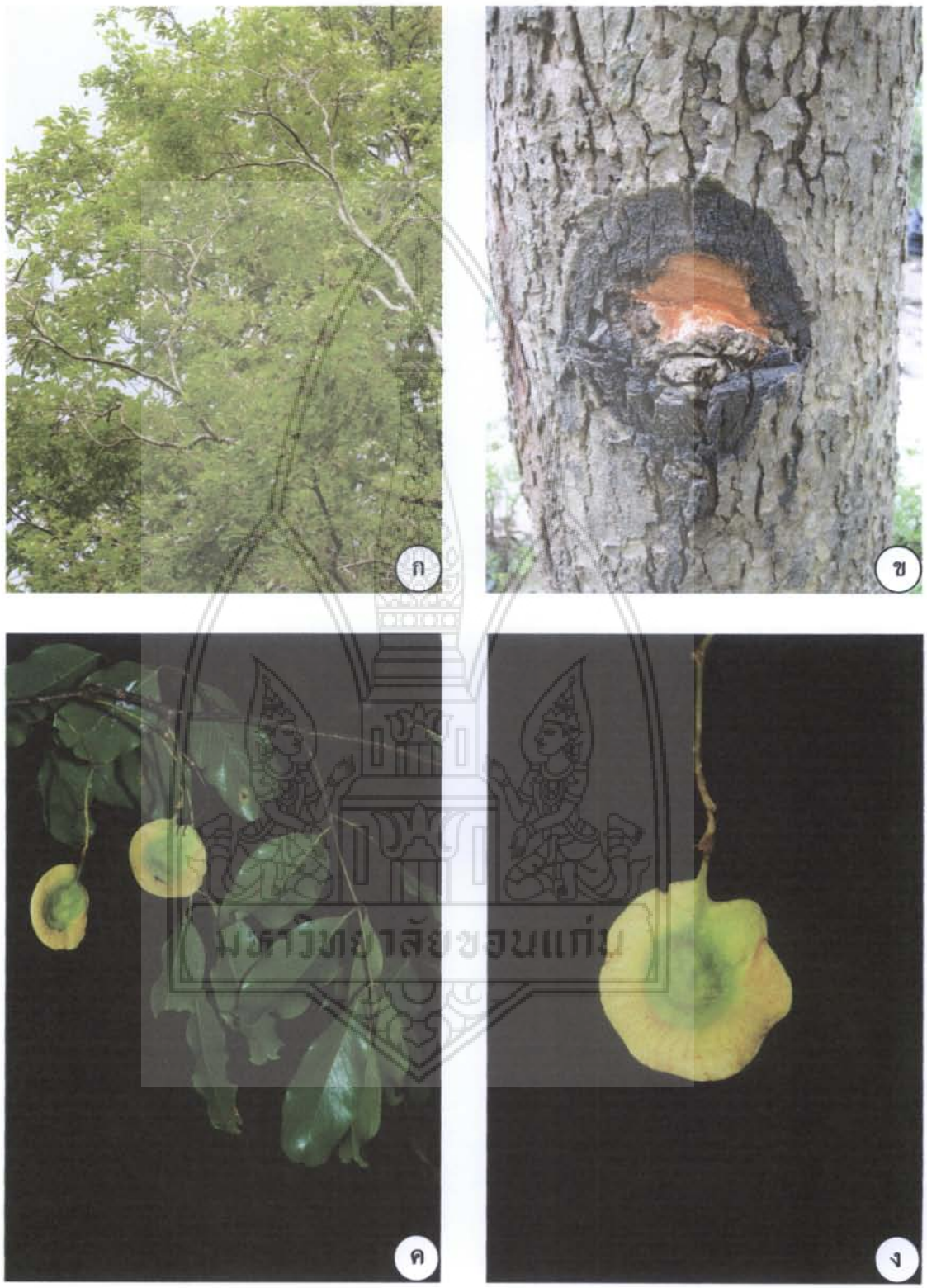
1.1 จันทน์แดง

จันทน์แดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pterocarpus santalinus* L.f. ชื่อละตินคือ Lignum Santali Rubri มีชื่อพ้องว่า *Santalum rubrum*. อยู่ในวงศ์ Fabaceae (Leguminosae) วงศ์ย่อย Caesalpinioideae มีชื่ออื่นๆ เช่น รักตจันทน์, รัตจันทน์, chandam, chandan, raktachandana, red sanders, red sandalwood, saunders wood, red saunders, red santal, rubywood[13,15-17]

จันทน์แดงเป็นไม้ต้น สูงประมาณ 11 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นประมาณ 1.5 เมตร เปลือกต้นมีสีน้ำตาลดำ แตกเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีแผลจะมียางสีแดงเข้มไหลออกมา ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก มีใบย่อย 3-7 ใบ ใบกว้าง 3.5-6.5 เซนติเมตร ยาว 6.5-11.5 เซนติเมตร ไม่มีหูใบ ก้านใบมีขนนุ่ม รูปไข่กว้างหรือเกือบกลม โคนใบมน ปลายใบโค้งกว้างถึงหยักลึก ขอบใบเรียบ แผ่นใบเหนียวคล้ายแผ่นหนัง ผิวใบด้านบนเกลี้ยงเป็นมัน ด้านล่างมีขนสีซีดเล็กน้อย ช่อดอก แบบช่อกระจะโปร่ง สีเหลืองออกที่ปลายกิ่งหรือตามซอกใบ ก้านช่อดอกและก้านดอกย่อยมีขนนุ่ม ดอกย่อยสมมาตรด้านข้างดอกสมบูรณ์เพศ มีใบประดับเล็กมาก ร่วงง่าย กลีบเลี้ยงเป็นรูปหลอดแกมระฆังหงาย ปลายจักเป็นฟันทู่สั้นๆ 5 ซี่ มีขนสั้น กลีบดอกมี 5 กลีบ เกือบเท่ากัน โคนกลีบเรียวคล้ายก้านกลีบ ซ้อนเหลื่อมกัน ขอบกลีบเป็นคลื่น กลีบกลางแคบโค้งลง กลีบคู่ข้างแยกกัน กลีบคู่ล่างติดกับด้านหน้าและโค้งขึ้น เกสรเพศผู้มี 10 อัน ก้านเกสรเพศผู้เชื่อมติดกันสองกลุ่ม กลุ่มละ 5 อัน อับเรณูขนาดเล็ก รังไข่เหนือวงกลีบ รังไข่มีขนาดเล็ก มีก้าน มีขนปกคลุม ภายในมี 1 ช่อง มีออวุล 2 เมล็ด พลาเซนตาแนวเดียว ผลค่อนข้างกลมแบน ขอบมีปีกโดยรอบ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.7-4.5 เซนติเมตร ผลแก่ไม่แตก ก้านมีขนนุ่ม เมล็ด มี 2 เมล็ด สีน้ำตาลแดงเกลี้ยง[15-17]

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์

ต้นจันทน์แดงเป็นพืชถิ่นเดียวของประเทศอินเดีย พบขึ้นในเฉพาะบางพื้นที่ของแคว้นอันตรประเทศ โดยเฉพาะในเขตคัดดาพาห์และบริเวณใกล้เคียงเมืองมัทราสและไมเซอร์ บริเวณเชิงเขาที่มีลักษณะเป็นหินและมีสภาพภูมิประเทศแห้งแล้ง สูงจากระดับน้ำทะเล 150-900 เมตร ปัจจุบันเป็นพืชปลูกในหลายประเทศ เช่น ประเทศศรีลังกา ฟิลิปปินส์ รวมทั้งประเทศอินเดีย[13,15-18]



ภาพที่ 1 ต้นจันทน์แดง *Pterocarpus santalinus* L.f.
ก. ต้น ข. เปลือกต้น ค. กิ่งและช่อผล ง. ผล

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพที่ 2 ภาพวาดลายเส้นต้นจันทน์แดง *Pterocarpus santalinus* L.f.
ก. กิ่งและช่อดอก ข. ดอก ค. กลีบดอก ง. ดอก แสดงรังไข่และเกสรเพศผู้ จ. ผล ฉ. ผลและเมล็ดผ่าตามยาว

องค์ประกอบทางเคมี

แก่นจันทน์แดงมีองค์ประกอบทางเคมีหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ได้แก่ ไอโซฟลาโวน (isoflavones) สามารถแยกสารกลุ่มใหม่ได้ คือ 4′,5-dihydroxy-7-*O*-methyl isoflavone 3′-*O*-β-D-(3″ *E*-cinnamoyl) glucoside และกลุ่ม 6-hydroxy, 7, 2′, 4′, 5′-tetramethoxyisoflavone[19,20] กลุ่มกลัยโคไซด์ที่แยกได้คือ 6 hydroxy 5 methyl 3′, 4′, 5′ trimethoxy aurone 4-*O*-α-L-rhamnopyranoside และ 6, 4′ dihydroxy aurone 4-*O*-rutinoside เป็นสารที่แยกได้จากการสกัดแก่นจันทน์แดงด้วยเอธานอล[21] นอกจากนี้ยังพบว่า สารสีแดง (red pigment) ของจันทน์แดง เกิดจากสารอนุพันธ์ของเบนโซแซนทีโนน (benzoxanthenone) ที่สำคัญ ได้แก่ แซนทาลินเอ (santalin A) และ แซนทาลินบี (santalin B) และมีน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil) เล็กน้อย ซึ่งมีสารซีดรัล (cedral), เทอโรคาร์พอล (pterocarpol), ไอโซเทอโรคาร์โพโลน (isoterocarpolone), ไอโซเทอโรคาร์โพน (isoterocarpone), เทอโรคาร์ปทริออล (pterocarptriol), เทอโรคาร์ปไดโอโลน (pterocarpdiolone), สารกลุ่มไทรเทอร์พีน (triterpenes) และสารกลุ่มสเตอรอล (sterols) เช่น เทอโรคาร์แพน (pterocarpans)[15,16,18,22,23]

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของแก่นจันทน์แดง พบว่า สารสกัดเมธานอลของแก่นจันทน์แดงมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียชนิด *Helicobacter pylori* ในกระเพาะอาหาร[24,25] และการวิจัยทางพรีคลินิกพบว่า มีสาร 2 ชนิดที่แยกได้จากลิกแนน (lignans) ประกอบด้วยสารแซวินิน (savinin) และ คาโคซิดริน (calocedrin) ซึ่งพบว่าสารแซวินินมีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์เนื้องอก[26] นอกจากนี้สารสกัดของแก่นจันทน์แดงด้วยเอธานอล 90% มีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง กล่อมประสาทกันชัก[15,23]

สรรพคุณทางยา

แก่นจันทน์แดงในตำรายาไทยมีรสขมเย็น ฝาดเล็กน้อย ใช้แก้พิษไข้ ทั้งภายในและภายนอก บำรุงหัวใจ แก้พิษฝีที่มีอาการอักเสบ อาการปวดบวม ตำราอายุรเวทของอินเดียพบว่า จันทน์แดงมีสรรพคุณแก้ไข้ แก้ไข้ป่า กระตุ้นกำหนัด รสฝาดสมาน เป็นยาขมเจริญอาหาร ขับเหงื่อ ขับพยาธิ มีรายงานว่าสารสกัดจันทน์แดงมีฤทธิ์ลดอาการเกร็งที่ลำไส้เล็กของสัตว์ทดลอง ในประเทศอินเดียมีการใช้ในรูปแบบของสารสกัดสำหรับฤทธิ์ฝาดสมาน เป็นยาขมเจริญอาหารใช้บำบัดโรคบิดเรื้อรัง ในรูปแบบของยาผงสำหรับรักษาโรคริดสีดวงทวารหนัก โรคเกี่ยวกับน้ำดี โรคผิวหนังและใช้เป็นยาขับเหงื่อ มีการใช้ในรูปแบบครีมทาเพื่อรักษาผิวหนังที่โดนความร้อน เช่น น้ำร้อนลวก นอกจากนั้น ยังใช้สำหรับอาการอักเสบที่ผิวหนัง อาการบวมที่แขน ขา ใช้เป็นยาป้ายตา ลดอาการเจ็บตา และแก้ปวดหัว แก่นจันทน์แดงเคยใช้เป็นสารแต่งสีในยาเตรียมต่างๆ หลายชนิด ในตำรายาพื้นบ้านของประเทศเยอรมนี กล่าวถึง จันทน์แดงมีสรรพคุณแก้โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ขับปัสสาวะและท้องร่วง และเคยใช้แต่งสีขนแกะ[15,16]

แก่นจันทน์แดงเป็นสมุนไพรที่หายาก มีราคาแพงและต้องนำเข้าจากประเทศอินเดีย แพทย์แผนไทยจึงได้นำแก่นจันทน์ผา [*Dracaena cochinchinensis* (Lour.) S.C. Chen] มาใช้แทน จนเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปว่าแก่นจันท์ผา คือ จันทน์แดง [*Pterocarpus santalinus* L.f.] จันทน์แดงถูกนำมาใช้ในตำราแพทย์และเภสัชกรรมแผนไทยตั้งแต่สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น จนถึงปัจจุบัน[13,15,16] ในบัญชียาจากสมุนไพร พ.ศ. 2549 มีจันทน์แดงเป็นส่วนประกอบของตำรับยา ได้แก่ ยาหอมเทพจิตร ยาหอมนวโกฐ ยาเขียวหอม ยาจันทน์ลีลา[4] และตำรับยาสามัญประจำบ้าน มีจันทน์แดงเป็นส่วนประกอบในตำรับยาที่สำคัญ เช่น ยาประสะจันทน์แดง ที่มีน้ำหนักของจันทน์แดงเท่ากับน้ำหนักสมุนไพรอื่น ๆ รวมทั้งตำรับ[11]

ตำรับจันทน์ลีลา ประกอบด้วยเครื่องยาสมุนไพร โกฐสอ โกฐเขมา โกฐจุฬาลัมพา แก่นจันทน์ขาวหรือจันทน์ชะมด แก่นจันทน์แดง ลูกกระดอม บอระเพ็ด รากปลาไหลเผือก หนักสิ่งละ 4 ส่วน พิมเสน หนัก 1 ส่วน สรรพคุณของตำรับจันทน์ลีลา บรรเทาอาการไข้ตัวร้อน ไข้เปลี่ยนฤดู[4,12]

ตำรับประสะจันทน์แดง ประกอบด้วยเครื่องยาสมุนไพร รากเหมือนคน รากมะปรางหวาน รากมะนาว เปราะหอม โกฐหัวบัว จันทน์เทศ ฝางเสน หนักสิ่งละ 4 ส่วน เกสรบัวหลวง ดอกบุนนาค ดอกสารภี ดอกมะลิ หนักสิ่งละ 1 ส่วน จันทน์แดง 32 ส่วน สรรพคุณของตำรับประสะจันทน์แดง แก้ไข้ตัวร้อน กระหายน้ำ ละลายน้ำสุก หรือน้ำดอกมะลิ[11,12]

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.2 จันทน์ขาว

จันทน์ขาวเป็นแก่นแห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Santalum album* L. ชื่อละตินคือ Lignum Santali Albi อยู่ในวงศ์ Santalaceae มีชื่อพ้อง *Sandalum album* Rumph., *S. ovata* R. Br., *S. ovatum* Miq., *S. myrtifolium* Roxb., *Sirium myrtifolium* L. ชื่ออื่นๆ เช่น แก่นจันทน์, แก่นจันทน์เทศ, จันทน์เทศ, จันทน์หิมาลัย,[15] ไม้หอมอินเดีย,[27] sandal wood, sweet chandan, white sandalwood และ sandalwood[15,16]

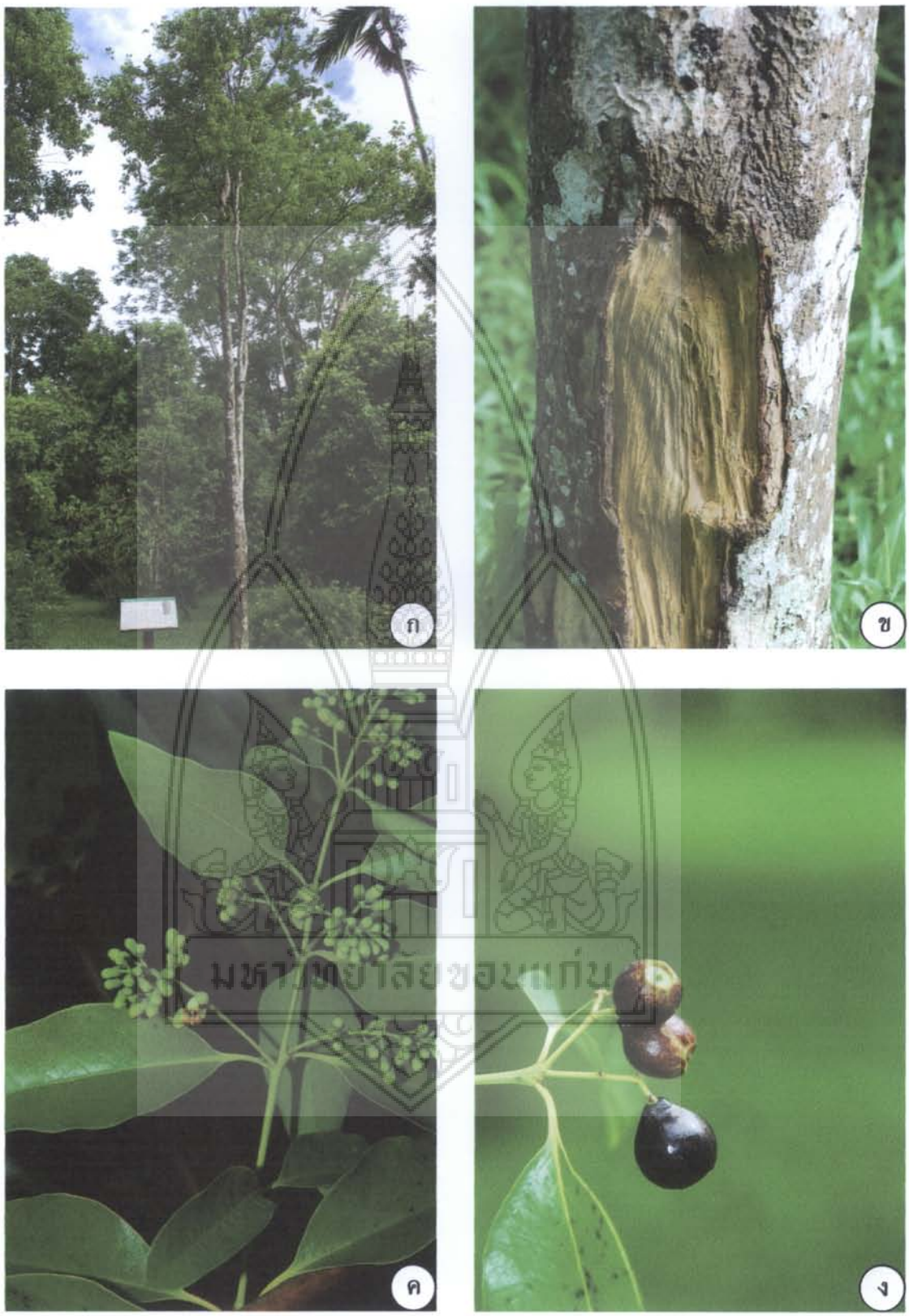
จันทน์ขาวเป็นไม้ต้น กึ่งเบียน สูง 6-18 เมตร ลำต้นอ่อนมีผิวเกลี้ยง มีเหลี่ยมเมื่อแก่รูปคล้ายทรงกระบอก เปลือกขรุขระ แตกเป็นร่องตามแนวนอน ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามหรือเกือบตรงข้าม รูปรีหรือรูปไข่ กว้าง 2.2-3.1 เซนติเมตร ยาว 5-7 เซนติเมตร ปลายแหลมหรือเรียวแหลมเล็กน้อย โคนมนหรือสอบเรียว ขอบหยักเป็นคลื่น แผ่นใบคล้ายแผ่นหนังเปราะ แขนงเส้นใบนูนขึ้นทั้ง 2 ด้าน เส้นใบย่อยมักไม่โค้งจรดกัน ก้านใบเรียว กว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร ยาว 8-9 มิลลิเมตร ช่อดอก แบบช่อกระจะแยกแขนง ออกตามลำต้นหรือกิ่งอ่อน มักพบตามปลายกิ่งหรือซอกใบ ก้านช่อดอกเรียว บิดไปมา ผิวก้านเป็นร่องตามยาว กว้างประมาณ 0.6 มิลลิเมตร ยาว 1-1.3 เซนติเมตร ดอกมี 9-15 ดอก ดอกตูมรูปลูกข่างเมื่อบานสีขาวนวลและเปลี่ยนเป็นสีแดงและสีม่วง มีกลิ่นหอม ก้านดอกเรียว กว้างประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ยาว 1-1.5 มิลลิเมตร ฐานดอกกว้างประมาณ 2 มิลลิเมตร ยาว 1-1.5 มิลลิเมตร กลีบรวม 4-5 กลีบ รูปสามเหลี่ยมแคบกว้าง 1-1.5 มิลลิเมตร ยาว 3-3.5 มิลลิเมตร โค้งพับลง เกสรเพศผู้มีจำนวนเท่ากลีบรวมและเรียงตรงข้ามกับกลีบรวม ก้านชูอับเรณูกว้างประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร โคนก้านป่องเล็กน้อยมีอับเรณูติดอยู่ด้านหลัง ก้านเกสรเพศเมียเป็นเหลี่ยม ฐานดอกรูปถ้วย กว้างประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ยอดเกสรเพศเมียมี 3 พู ยาวถึงประมาณ 1 มิลลิเมตร รังไข่กึ่งใต้วงกลีบ ผล รูปกลมหรือเกือบกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 มิลลิเมตร ผิวเกลี้ยง เมล็ด มี 1 เมล็ด รูปกลมหรือรูปไข่กลับ มีเนื้อ[15,16,27]

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์

จันทน์ขาวเป็นพืชพื้นเมืองของเกาะชวาถึงเกาะติมอร์ พบขึ้นตามป่าโปร่งและป่าดิบแล้ง ปลูกมากทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย มีปลูกบ้างในประเทศไทย[15,16,27]

องค์ประกอบทางเคมี

แก่นจันทน์ขาว มีน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil) เป็นองค์ประกอบร้อยละ 3-5 ซึ่งประกอบด้วย แอลฟา-แซนทาลอล (α-santalol), บีตา-แซนทาลอล (β-santalol)[18,22,28] นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่ม เซสควิเทอร์พีน (sesquiterpene) ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons), แซนทีน (santene), แอลฟา-แซนทีน (α-santalene), บีตา-แซนทาลีน (β-santalene), แซนทีโนน (santenone) และ ไบซาโบลีน (bisabolane) เป็นต้น[18,22,29,30]



ภาพที่ 3 ต้นจันทน์ขาว *Santalum album* L.
ก. ต้น ข.ลำต้น ค. ช่อดอก ง. ผลสุก

ภาพที่ 4 ภาพวาดลายเส้นต้นจันทน์ขาว *Santalum album* L.
ก. กิ่งและช่อดอก ข. ดอกตูม ค. ดอกบาน ง. ดอกตัดตามยาว
จ. ผล

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

สารสกัดของแก่นจันทน์ขาวมีสารกลุ่มเซสควิเทอร์พีน (sesquiterpene) มีฤทธิ์ต้านเนื้องอกบนผิวหนังหนู[31] ฤทธิ์ต้านออกซิแดนซ์[32] และสารกลุ่มนี้สามารถแยกได้สารชนิดใหม่อีก 6 ชนิด ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียชนิด *Helicobacter pylori*[33] น้ำมันจันทน์ขาวมีฤทธิ์ฝาดสมาน ฆ่าเชื้อในทางเดินหายใจ ทางเดินปัสสาวะ ขับปัสสาวะ ละลายเสมหะ ขับเสมหะ และต้านเชื้อรา และมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง[15,22]

สรรพคุณทางยา

จันทน์ขาว รสเผ็ดหวาน มีสรรพคุณบำรุงประสาท บำรุงเนื้อหนังให้สดชื่น แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ตับปอด และดีพิการ แก้เหงื่อตกหนัก ขับพยาธิ[15,16] ตำรับยาในบัญชียาจากสมุนไพร พ.ศ. 2549 มีจันทน์ขาวประกอบในตำรับยาหอมเทพจิตร ยาจันทน์ลีลา[4] และตำรับยาสามัญประจำบ้านมีจันทน์ขาวเป็นส่วนประกอบในตำรับยาหอมทิพยโอสถ[11]

ตำรับยาหอมเทพจิตร ประกอบด้วยเครื่องยาสมุนไพร ลูกจันทน์ ดอกจันทน์ ลูกกระวาน กานพลู จันทน์แดง จันทน์ขาวหรือจันทน์ชะมด กฤษณา กระลำพัก ขอนดอก ชะลูด อบเชย เปราะหอม แฝกหอม หนักสิ่งละ 2 ส่วน ผิวมะกรูด ผิวมะงั่ว ผิวมะนาว ผิวส้มตรังกานูหรือผิวส้มจุก ผิวส้มจีน ผิวส้มโอ ผิวส้มเขียวหวาน หนักสิ่งละ 4 ส่วน ผิวส้มซ่า หนัก 28 ส่วน ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี เกสรบัวหลวง ดอกบัวขม ดอกบัวเผื่อน หนักสิ่งละ 4 ส่วน ชะมดเช็ด การบูร หนักสิ่งละ 1 ส่วน โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา โกฐกระดูก โกฐก้านพร้าว โกฐพุงปลา โกฐชฎามังสี หนักสิ่งละ 4 ส่วน เทียนดำ เทียนแดง เทียนขาว เทียนข้าวเปลือก เทียนตาตั๊กแตน เทียนยาวพาณี เทียนสัตตบุษย์ เทียนเกล็ดหอย เทียนตากบ หนักสิ่งละ 4 ส่วน พิมเสนหนัก 4 ส่วน การบูรหนัก 1 ส่วน ดอกมะลิ หนัก 184 ส่วน สรรพคุณตำรับยาหอมเทพจิตร แก้ลมกองละเอียด ได้แก่ อาการหน้ามืด ตาลาย สวิงสวาย (อาการที่รู้สึกใจหวิว วิงเวียน คลื่นไส้ ตาพร่าจะเป็นลม) ใจสั่น และบำรุงดวงจิตให้ชุ่มชื่น (ทำให้สุขใจ สบายใจ อารมณ์แจ่มใส คลายเครียด)[4,11]

ตำรับยาหอมทิพโอสถ ประกอบด้วยเครื่องยาสมุนไพร ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี ดอกมะลิ เกสรบัวหลวง ดอกกระดังงา ดอกบัวจงกลนี หัวแห้วไทย กระจับ ฝาง จันทน์ขาว จันทร์เทศ กฤษณา ชะลูด อบเชย สมุลแว้ง สนเทศ ว่านน้ำ กระชาย เปราะหอม ดอกคำไทย ชะเอมเทศ สุรามฤต ข่าต้น ลูกจันทน์ หนักสิ่งละ 4 ส่วน โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา โกฐกระดูก โกฐก้านพร้าว โกฐพุงปลา โกฐชฎามังสี หนักสิ่งละ 2 ส่วน เทียนดำ เทียนแดง เทียนขาว เทียนข้าวเปลือก เทียนตาตั๊กแตน เทียนเยาวพาณี เทียนสัตตบุษย์ เทียนเกล็ดหอย เทียนตากบ การบูร หนักสิ่งละ 1 ส่วน ชะมดเช็ด พิมเสน หนักสิ่งละ 2 ส่วน สรรพคุณตำรับยาหอมทิพโอสถ แก้ลมวิงเวียน ละลายน้ำดอกไม้ หรือน้ำสุก[4,11]

ปัจจุบันจันทน์ขาวที่มีขายในท้องตลาดอาจได้จากพืชสกุลเดียวกันแต่ต่างชนิดกัน เช่น *Santalum acuminatum* (R. Br.) A. DC., *S. lanceolatum* R. Br., *S. obtusifolium* R. Br.

พืชเหล่านี้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจในประเทศออสเตรเลีย และจันทน์ขาวที่มีขายในท้องตลาดยังอาจเป็นกระพี้ของต้นจันทนา (*Tarenna hoaensis* Pit. วงศ์ Rubiaceae) เนื้อไม้ของต้นจัน (*Diospyros decandra* Lour. วงศ์ Ebenaceae) ทั้งนี้ยังไม่มีรายงานว่ากระพี้ของต้นจันทนาและเนื้อไม้ของต้นจันมีสรรพคุณเช่นเดียวกับจันทน์ขาว นอกจากนี้ "จันทน์เทศ" ซึ่งเป็นชื่ออื่นของจันทน์ขาว อาจหมายถึงพืชที่มีอยู่ในวงศ์ Myristicaceae พืชนี้เป็นพืชปลูก แพทย์แผนไทยใช้ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (aril) เรียก "ดอกจันทน์ (mace)" และใช้ส่วนเมล็ด เรียก "ลูกจันทน์ (mutmeg)"[15,16]

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.3 จันทน์ผา

จันทน์ผาเป็นเครื่องยาที่ได้จากแก่นของต้นจันทน์ผาที่มีเชื้อราลงจนทำให้แก่นมีสีแดงและมีกลิ่นหอม ซึ่งเรียกว่า ลักจั่น มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dracaena cochinchinensis* (Lour.) S. C. Chen ชื่อละตินคือ Lignum Dracaenae ในวงศ์ Dracaenaceae มีชื่อพ้องว่า *Aletris cochinchinensis* Lour., *Dracaena loureiroi* Gagnep., *Pleomele cochinchinensis* (Lour.) Merr. และชื่ออื่นๆ ลักจั่น, ลักกะจั่น, ลักจันทน์, ลักกะจันทน์ และ false red sandalwood[15,16,34]

จันทน์ผาเป็นไม้พุ่ม สูงประมาณ 5-15 เมตร ลำต้นตั้งตรง แข็ง ไม่แตกกิ่งหรือแตกกิ่งน้อย ความยาวปล้องสั้นกว่าความกว้างของต้นมาก เปลือกเกลี้ยงสีขาวแกมสีเทา เมื่ออายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแกมสีเทา ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับถี่เป็นกระจุกตามปลายยอดหรือปลายกิ่งรูปดาบ กว้าง 2-5 เซนติเมตร ยาว 0.3-1 เมตร ปลายแหลม โคนหุ้มต้น ขอบเรียบ ผิวเกลี้ยง แผ่นใบคล้ายแผ่นหนัง เส้นใบแบบขนาน ออกจากโคนใบ ช่อดอก แบบช่อกระจะแยกแขนง ค่อนข้างโปร่ง ออกตามปลายกิ่งโค้งห้อยลง ยาวมากกว่า 40 เซนติเมตร แกนกลางช่อมีปุ่มเล็กหรือมีขนสั้นนุ่ม ดอก ออกเป็นกระจุก กระจุกละ 2-7 ดอก ดอกย่อยมีขนาดเล็ก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ก้านดอกยาว 3-4 มิลลิเมตร สีขาวคล้ายน้ำนม บริเวณกลางดอกเป็นจุดสีแดงสด ดอกบานเต็มที่กว้างประมาณ 8 มิลลิเมตร กลีบรวมโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาว 1.5-2 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็น 6 แฉก แต่ละแฉกยาว 3-6 มิลลิเมตร เกสรเพศผู้มี 6 อัน ติดบนกลีบรวม ก้านชูอับเรณูแบน กว้าง 0.5-0.7 มิลลิเมตร สีน้ำตาลแกมสีแดง อับเรณูติดตรงกลาง ผลเป็นแบบผลมีเนื้อ มีหนึ่งถึงหลายเมล็ด รูปเกือบกลม เมื่ออ่อนสีเขียว สุกสีแดง เมล็ด มี 1-3 เมล็ด[15,16,34]

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์

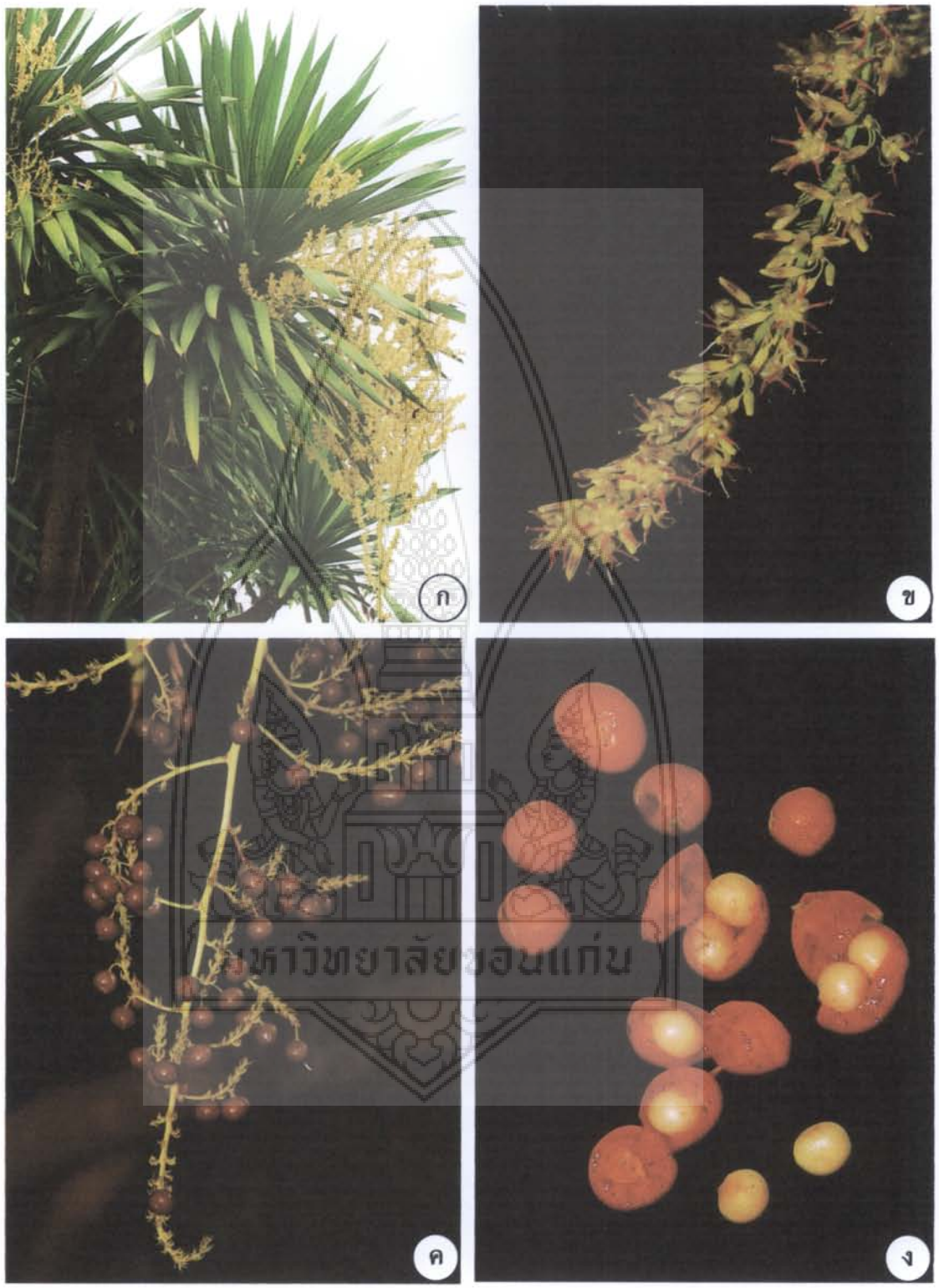
ต้นจันทน์ผาพบตามป่าดิบแล้งบริเวณหน้าผาบนเขาหินปูนหรือหินลูกรัง ตั้งแต่ระดับน้ำทะเล 50-900 เมตร ปัจจุบันปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไป[15,16]

องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid), รีโทร-ไดไฮโดรชลาโคน (retrodihydrochalcones), โฮโมไอโซฟลาโวน (homoisoflavones) และสติลบีน (stilbenoids), ลอเรอิรินเอ (loureirin A), ลอเรอิรินบี (loureirin B), ลอเรอิรินซี (loureirin C) และ ลอเรอิรินดี (loureirin D)[35-37]

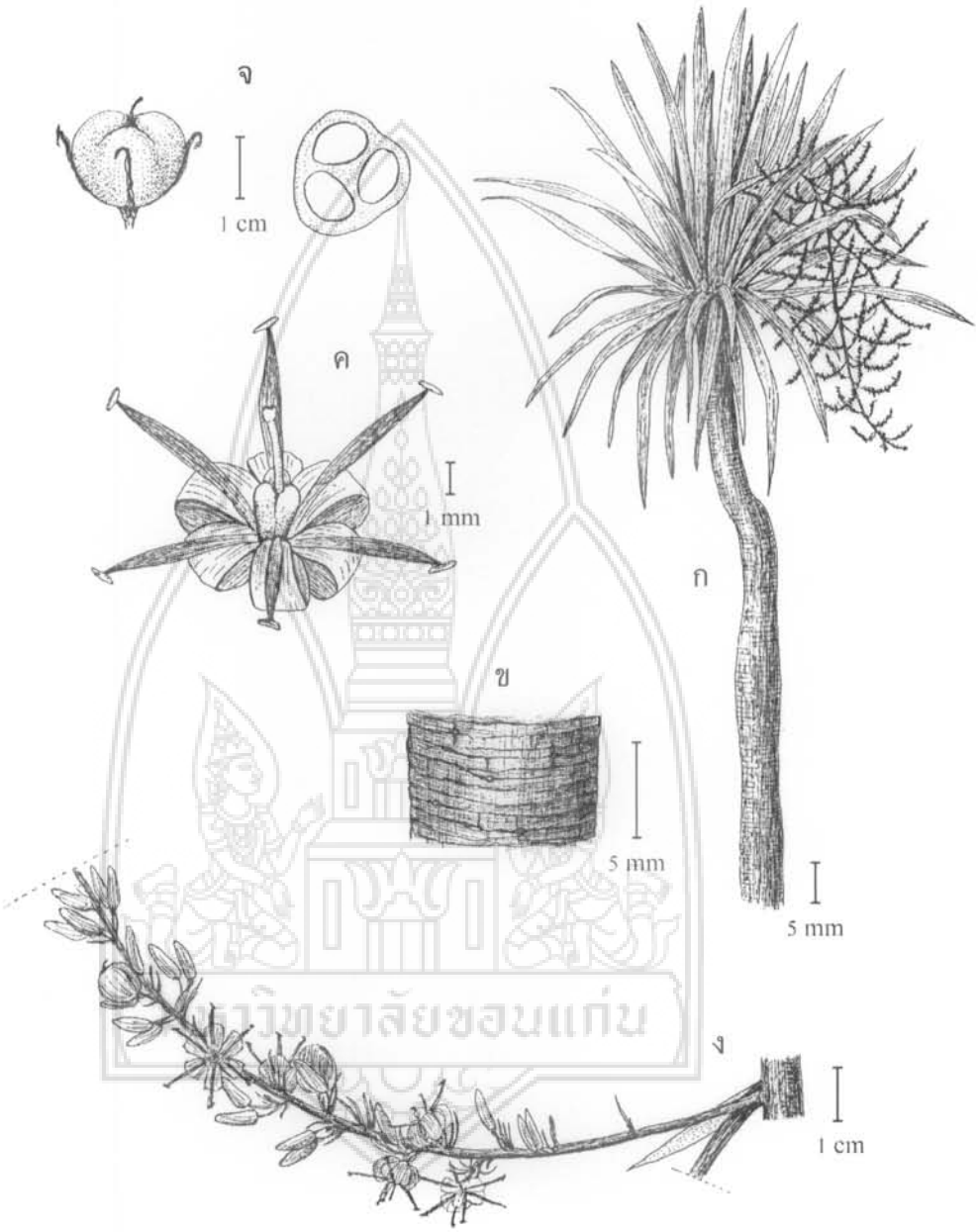
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) และสติลบีน (stilbenoids) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ cyclooxygenase 1 และ 2 เป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดไข้ สารสกัดจากแก่นต้นจันทน์ผาสามารถลดอาการปวด บวมและลดไข้ได้[36,37] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาฤทธิ์ลดไข้และแก้ปวดใน



ภาพที่ 5 ต้นจันทน์ผา *Dracaena cochinchinensis* (Lour.) S. C. Chen
ก. ลำต้นและช่อดอก ข. ดอก ค. ช่อผล ง. ผลสุกและเมล็ด

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 6 ภาพวาดลายเส้นต้นจันทน์ผา *Dracaena cochinchinensis* (Lour.) S. C. Chen
ก. ต้น ข. ผิวลำต้น ค. ดอก ง. ช่อดอก จ. ผล

หนูทดลอง[38] นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจากแก่นต้นจันทน์ผามีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ต้านการอักเสบ[13] และมีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนอีกด้วย[35]

สรรพคุณทางยา

แพทย์แผนไทยใช้แก่นต้นจันทน์ผาหรือลักจั่นแทนแก่นจันทน์แดง [*Pterocarpus Santalinus* L.f.] ตั้งแต่สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้นมาจนถึงปัจจุบัน จนเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปว่าจันทน์แดงในตำราแพทย์และเภสัชกรรมแผนไทยคือ ต้นจันทน์ผาหรือลักจั่น โดยนำมาใช้แก้พิษไข้ทั้งภายในและภายนอก บำรุงหัวใจ แก้พิษฝีที่มีอาการอักเสบ อาการปวดบวม[13,15,16]

2. เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท (Pharmacognostic characteristics)

เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท เป็นคุณลักษณะจำเพาะโดยละเอียดของสมุนไพร เอกลักษณ์ทางเภสัชเวท มี 2 ลักษณะ[14,39] คือ

2.1 ลักษณะทางมหภาค (Macroscopical description)

ลักษณะทางมหภาค คือ ลักษณะภายนอกของสมุนไพร ได้แก่ รูป สี กลิ่น รส ขนาด ลักษณะภายนอกของพื้นผิว ลักษณะรอยตัด รอยหัก รอยย่น เป็นต้น วิธีการตรวจสอบลักษณะภายนอก เช่น ขนาดของเครื่องยา ใช้วิธีการวัดความยาว ความกว้าง และความหนา การตรวจสอบลักษณะภายนอกของพื้นผิวสมุนไพร ลักษณะรอยตัด รอยหัก รอยย่น ตรวจสอบด้วยตาเปล่าหรือใช้แว่นขยาย การจับหรือสัมผัสสมุนไพรว่าแข็งหรือนุ่ม หักงอได้ง่ายหรือยาก ถ้าหักได้รอยหักเป็นเช่นไร การตรวจสอบกลิ่นโดยใช้นิ้วขยี้แล้วดมกลิ่น การตรวจสอบรสชาติโดยการชิมสมุนไพร[3,14,39-41]

2.2 ลักษณะทางจุลภาค (Microscopical description)

จากหลักฐานทางการแพทย์แผนไทย (folkloric medicine) พบว่า พืชแทบทุกชนิดสามารถใช้เป็นยาได้[42] ส่วนที่นำมาใช้เป็นยา เช่น ใบ ดอก ผล ราก เหง้า แก่น ลำต้น เปลือก และเมล็ด การนำมาใช้เป็นยามักนิยมใช้สมุนไพรแห้ง มีบางส่วนที่ใช้สมุนไพรสด เช่น ใบว่านหางจระเข้ ใบเสลดพังพอน การจำแนก (identified) สมุนไพรสดนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่าสมุนไพรแห้ง เนื่องจากสมุนไพรแห้งถูกแปรสภาพให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก หรือบดเป็นผงทำให้การจำแนกชนิดสมุนไพรด้วยตาเปล่ายากขึ้น เพราะลักษณะภายนอก รวมทั้งสี กลิ่น ขนาด มีความคล้ายคลึงกัน จึงมีความจำเป็นต้องนำมาพิสูจน์เอกลักษณ์[43,44] ด้วยการศึกษาลักษณะทางจุลภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์[10,14,39]

2.2.1 ลักษณะทางจุลกายวิภาค (Histological characteristics)

ลักษณะทางจุลกายวิภาค เป็นการศึกษาลักษณะทางมิญชวิทยา (histology) โดยการตัดสมุนไพรเป็นชิ้นบางๆ ตามด้านขวาง (transverse section) และด้านยาว (longitudinal section) เพื่อศึกษาลักษณะการเรียงตัวของเนื้อเยื่อพืช ลักษณะเซลล์และส่วนประกอบภายในเซลล์ โดยจัดทำเป็นสไลด์ถาวรซึ่งประยุกต์ใช้เทคนิคพาราฟิน (paraffin

technique methods) ขั้นตอนในการศึกษาลักษณะทางจุลกายวิภาค เตรียมชิ้นตัวอย่างแล้วนำมาฆ่าและคงสภาพเนื้อเยื่อด้วยการแช่ในน้ำยา FAA จากนั้นดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยแอลกอฮอล์ฝังยึดตัวอย่างและตัดตัวอย่างเนื้อเยื่อด้วยเครื่องไมโครโตม ติดตัวอย่างบนสไลด์ เมื่อสไลด์แห้งแล้วจึงนำมาย้อมสี การย้อมสีใช้วิธีการย้อมสีด้วยซาฟรานิน (safranin) และสีฟาสกรีน (fast green) และเมาท์ด้วยแคนาดาบาลซัม (canada balsam) ปล่อยให้แห้ง ทำความสะอาดแผ่นสไลด์แล้วเก็บไว้ในกล่องเก็บสไลด์[44-49]

2.2.2 **ลักษณะผงสมุนไพร (Description of powdered drug)**

ลักษณะของผงสมุนไพร เป็นส่วนหนึ่งในการจัดทำมาตรฐานของสมุนไพร กำหนดให้ตรวจสอบลักษณะผงสมุนไพรด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อแสดงคุณลักษณะจำเพาะของสมุนไพร เพราะสมุนไพรบางชนิดเมื่อถูกบดเป็นผงแล้ว ผงสมุนไพรยังคงลักษณะการยึดติดกับเซลล์หรือส่วนประกอบภายในเซลล์ที่สามารถระบุได้ว่าเป็นสมุนไพรชนิดใด[43] ขั้นตอนการศึกษาลักษณะผงสมุนไพร โดยบดตัวอย่างสมุนไพรแห้ง (crude drugs) ให้ละเอียด ร่อนผงยาผ่านตะแกรงร่อนขนาด 60-80 mesh ทำความสะอาดผงยา โดยการต้มหรือแช่ผงยาใน chloral hydrate เพื่อให้เห็นรูปร่างของเซลล์ได้อย่างชัดเจน นำผงยาวางบนสไลด์ที่ทาด้วยกาว โดยมี floating media นิยมหยดฟอร์มาลีน 3 เปอร์เซ็นต์เพื่อเกลี่ยผงยาให้กระจายสม่ำเสมอ ปล่อยให้แห้งบนเครื่องอุ่นสไลด์ เมื่อสไลด์แห้งแล้วจึงนำมาย้อมสี การย้อมสีใช้วิธีการย้อมสีด้วยซาฟรานิน (safranin) และสีฟาสกรีน (fast green) และเมาท์ด้วยแคนาดาบาลซัม (canada balsam) ปล่อยให้แห้ง ทำความสะอาดแผ่นสไลด์แล้วเก็บไว้ในกล่องเก็บสไลด์[42,50,51]

3. เอกลักษณ์ทางเคมี (Chemical characteristics)

การตรวจเอกลักษณ์ทางเคมีในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย มี 2 วิธี[10,39,40] คือ

3.1 การตรวจสอบเบื้องต้น (Preliminary test)

การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นวิธีการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างสารประกอบในยาสมุนไพรกับสารเคมีที่เติมลงไป ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจจะทำให้เกิดตะกอนหรือสี[39,40] นิยมใช้วิธีของ Farnsworth[52] ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบที่ทำง่าย รวดเร็ว และใช้เครื่องมือน้อย องค์ประกอบทางเคมีที่นิยมนำมาตรวจสอบได้แก่ [5,52-54]

3.1.1 แอลคาลอยด์ (Alkaloids) เป็นกลุ่มสารที่พบมากในพืชชั้นสูง เป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ คุณสมบัติทั่วไปของแอลคาลอยด์ คือ เป็นสารที่มีรส ขม มีฤทธิ์เป็นด่าง ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvents)[5,55]

การตรวจสอบสารกลุ่มแอลคาลอยด์ อาศัยหลักการเกิดตะกอน การขุ่น หรือเกิดสีกับน้ำยาทดสอบบางชนิด กลไกในการเกิดปฏิกิริยาของแอลคาลอยด์และน้ำยาทดสอบแอลคาลอยด์ขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมีของน้ำยาดังกล่าว ซึ่งสามารถแบ่งกลไกได้ดังนี้ คือ

1 น้ำยาทดสอบกรดซึ่งมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (oxygen-containig acids) จะทำปฏิกิริยากับแอลคาลอยด์ได้เกลือซึ่งตกตะกอน ได้แก่ กรดซิลิโคทังสติก (silicotungstic acid) กรดฟอสโฟโมลิบดิก (phosphomolybdic acid) กรดฟอสโฟทังสติก (phosphotungstic acid) เป็นต้น

2 น้ำยาทดสอบที่ทำปฏิกิริยากับแอลคาลอยด์ได้ตะกอนสารประกอบเชิงซ้อนอย่างหลวม ๆ (loose complex compounds) ได้แก่ น้ำยาแวกเนอร์ (wagner's reagent) ให้ตะกอนสีน้ำตาลกับแอลคาลอยด์

3 น้ำยาทดสอบที่เป็นเกลือโลหะหนักจะเกิดผลิตผลรวม (addition products) กับไนโตรเจนของแอลคาลอยด์ ได้แก่ น้ำยาเมเยอร์ (mayer's reagent) ให้ตะกอนสีขาวกับแอลคาลอยด์ทุกชนิด น้ำยามาร์เม (marme's reagent) ให้ตะกอนสีขาวและสีเหลือง น้ำยาดราเจนดรอร์ฟ (dragendorff's reagent) ให้ตะกอนสีส้มจนถึงแดง

4 น้ำยาทดสอบที่ให้เกลือที่ไม่ละลายน้ำจากปฏิกิริยาของกรดอินทรีย์ (organic acid) ของน้ำยาทดสอบและแอลคาลอยด์ที่เป็นด่าง ได้แก่ น้ำยาฮาเกอร์ (hager's reagent) ทดสอบกับแอลคาลอยด์ให้ตะกอนสีเหลือง[5,52-54]

3.1.2 แอนทราควิโนนกลัยโคไซด์ (Anthraquinones glycosides) หรือ **แอนทราควิโนน** เป็นสารประกอบจำพวก quinones ที่พบในธรรมชาติโดยเฉพาะพืชชั้นสูงมักอยู่ในรูปกลัยโคไซด์ คุณสมบัติทางเคมีของแอนทราควิโนนมีฤทธิ์เป็นยาระบาย เช่น เซนโนไซด์บี (sennoside-B) จากใบและฝักของต้นมะขามแขก หรือบาบาโลอีน (barbaloin) จากใบว่านหางจระเข้ เป็นองค์ประกอบของยาดำ ใช้เป็นยาถ่าย[2,5,52,53]

การตรวจสอบสารกลุ่มแอนทราควิโนน นิยมทดสอบด้วยปฏิกิริยาบรอนเทรเกอร์ (Borntrager reaction) ซึ่งอาศัยหลักการย่อย (hydrolyse) กลัยโคไซด์ออกเป็นอะไกลโคนโดยใช้ด่างเจือจาง เนื่องจากกลัยโคไซด์ของแอนทราควิโนนหลายชนิดจะคงตัวอยู่ในกรด พร้อมกับเติมน้ำยาไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) เพื่อออกซิไดส์ (oxidised) อนุพันธ์แอนทราซีน (anthracene derivatives) อื่น ๆ ให้เปลี่ยนมาอยู่ในรูปแอนทราควิโนนให้หมด เนื่องจากในธรรมชาติอาจอยู่ในรูปของโครงสร้างแอนทราควิโนนหรือโครงสร้างแอนทราซีนที่ถูกรีดิวซ์ เมื่อย่อยด้วยด่างจะได้เกลือโพแทสเซียมหรือโซเดียม ทำให้ละลายน้ำได้เพื่อให้การตรวจสอบชัดเจนขึ้น จึงทำให้เป็นกรดเพื่อเปลี่ยนเกลือเป็นแอนทราควิโนนรูปอิสระ (free anthraquinone) ซึ่งละลายได้ในสารละลายอินทรีย์ เช่น เบนซีน (benzene) อีเธอร์ (ether) คลอโรฟอร์ม (chloroform) เป็นต้น จากนั้นนำมาหยดด้วยด่างจะได้สีแดง หากพบสีแดงในชั้นด่างแสดงว่ามีสารกลุ่มแอนทราควิโนนเป็นส่วนประกอบ[3,5,54]

3.1.3 คาร์ดิแอคกลัยโคไซด์ (Cardiac glycosides) เป็นสารที่มีโครงสร้างพื้นฐาน 3 ส่วน คือ โครงสร้างส่วนสเตียรอยด์นิวเคลียส (steroid nucleus) โครงสร้างส่วนวงแหวนแลคโตนไม่อิ่มตัว (unsaturated lactone ring moiety) ซึ่งเป็นวงแหวนห้าเหลี่ยม

หรือหกเหลี่ยมที่ตำแหน่ง C-17 โครงสร้างส่วนของน้ำตาลดีออกซี (deoxy sugar) ที่ตำแหน่ง C-3 คาร์ดิแอคกลัยโคไซด์มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น ดิจิอกซิน (digitoxin) เป็นคาร์ดิแอคกลัยโคไซด์ที่ได้จาก *Digitalis purpurea* L. เป็นสารที่ออกฤทธิ์แรงและมีพิษสูง ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ หรือดิจอกซิน (digoxin) จากใบของพืชสกุลดิจิทาลิส ใช้รักษาอาการโรคหัวใจที่มีการเต้นผิดปกติของหัวใจ[5,53]

การตรวจสอบสารคาร์ดิแอคกลัยโคไซด์ อาศัยหลักการตรวจสอบจากโครงสร้างของคาร์ดิแอคกลัยโคไซด์ทั้ง 3 โครงสร้าง ดังนี้

1 โครงสร้างส่วนสเตียรอยด์นิวเคลียส (steroid nucleus) ใช้การตรวจสอบลีเบอร์แมนเบอร์ชารด์ (Libebermann-Burchard's) ประกอบด้วย แอซีติกแอน-ไฮไดรด์ (acetic anhydride) และกรดซัลฟิวริก (sulphuric acid) หากพบสารเตียรอยด์เป็นองค์ประกอบจะมีสีน้ำเงิน สีเขียว หรือสีม่วง สเตียรอยด์บางชนิดอาจให้สีเหลือง

2 โครงสร้างส่วนของวงแหวนแลคโตนไม่อิ่มตัว (unsaturated lactone ring moiety) ใช้การตรวจสอบโดยน้ำยาที่มีกลุ่มไนโตร (nitro group) ที่สามารถทำปฏิกิริยากับส่วนเมทิลีน (methylene) ของแลคโตนไม่อิ่มตัว (unsaturated lactone) ทำให้เกิดสีต่างๆ น้ำยาที่นิยมใช้ทดสอบคือ น้ำยาเคดเด (kedde reagent) จะให้ผลมีสีม่วง ม่วงชมพู หรือสีน้ำเงิน หรือน้ำยาเรย์มอนด์ (raymond reagent) จะให้สีน้ำเงิน

3 โครงสร้างส่วนของน้ำตาลดีออกซี (deoxy sugar) มักตรวจสอบด้วยวิธีเคลเลอร์-คิเลียนิ (Keller-Killiani's) ประกอบด้วย เฟอริกคลอไรด์ (ferric chloride) กรดซัลฟิวริก (suphuric acid) และกรดแอซีติก (glacial acetic acid) สีที่เกิดขึ้นจะมีสีม่วงที่รอยต่อระหว่างสารสกัดและกรดซัลฟิวริก เมื่อสารสกัดสัมผัสกับกรดเข้มข้นจะทำให้เกิดสีน้ำตาลซึ่งจะไปบังสีม่วงของคาร์ดิแอคกลัยโคไซด์ ทำให้มองเห็นสีที่เกิดขึ้นเป็นสีม่วงแดงหรือสีน้ำตาลบริเวณรอยต่อ[5,52,54]

3.1.4 ไซยาโนจินิกกลัยโคไซด์ (Cyanogenic glycosides) เป็นกลัยโคไซด์ที่พบในพืชตามธรรมชาติ กลัยโคไซด์ที่มีอยู่ในพืชจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ที่มีอยู่ในพืชเองให้กรดไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid หรือ HCN) หรือไซยาไนด์ (cyanide หรือ CN) เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เมื่อกินเข้าไปในปริมาณมากๆ เนื่องจากพิษของ HCN หรือ CN ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะไปทำลายเอนไซม์ cytochrome oxidase และเอนไซม์ในเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้เนื้อเยื่อใช้ออกซิเจนจากเลือดที่มาเลี้ยงไม่ได้ ทำให้การหายใจหยุดชะงักเนื่องจากขาดออกซิเจนในเลือด ทำให้ระบบหายใจล้มเหลวและเสียชีวิตได้ ดังนั้นก่อนนำพืชที่มีไซยาโนจินิกกลัยโคไซด์มาใช้ควรผ่านความร้อนหรือทำให้สุกเสียก่อน โดยการต้ม เผาหรือดอง เพื่อทำลายเอนไซม์ในพืชเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด HCN[5]

การตรวจสอบสารกลุ่มไซยาโนจินิกกลัยโคไซด์ ใช้หลักการที่ว่าไซยาโนจินิกกลัยโคไซด์ในพืชเมื่อถูกบดขยี้ให้เซลล์แตก จะเกิดการย่อยสลายจากเอนไซม์ทำให้เกิด

HCN การทดสอบ HCN โดยใช้กระดาษพิคเรท (picrate paper test) นำพืชสดมาบดให้มีขนาดเล็ก นิยมใช้พืชสดเพราะมีปริมาณของกลัยโคไซด์มาก หากเก็บไว้นานจะทำให้ปริมาณกลัยโคไซด์ลดลง บดตัวอย่างพืชใส่ในหลอดทดลอง นำกระดาษกรองชิ้นเล็กๆ ชุบด้วยน้ำยากรดพิคริก-โซเดียมคาร์บอเนต (picric acid-sodium carbonate) จนแห้งแล้วมาแขวน หย่อนลงในหลอดทดลอง โดยให้ปลายกระดาษกรองลอยอยู่เหนือเนื้อเยื่อพืชตัวอย่างและต้องปิดฝาให้แน่นเพื่อไม่ให้กรดไฮโดรไซยานิกระเหยออกไป หากมีกรดไฮโดรไซยานิกเกิดขึ้นจะสังเกตเห็นกระดาษพิคเรทเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเข้มไปเป็นสีน้ำตาลแดง ซึ่งเป็นสีของสารประกอบโซเดียมไอโซเพอ-พิวเรต (sodium isopurpurate) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของโซเดียมพิคริกกับกรดไฮโดรไซยานิก[5,52,53]

3.1.5 ฟลาโวนอยด์กลัยโคไซด์ (Flavonoids glycosides) หรือเรียกว่า **ฟลาโวนอยด์** เป็นสารมีสี (pigments) ที่พบในพืชชั้นสูง สารที่อยู่ในรูปของอะไกลโคนมักพบในเนื้อไม้ ไกลโคนพบในดอก ผล และใบ ทำให้พืชมีสีสันสวยงาม ฟลาโวนอยด์มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานคือ C_6-C_3-C_6 ชนิดของฟลาโวนอยด์ แบ่งได้หลายชนิด เช่น ฟลาโวน (flavones), ไอโซฟลาโวนส์ (isoflavones), ฟลาโวนอล (flavonols), ฟลาวาโนนส์ (flavavones), แอนโธไซ-ยานินส์ (anthocyanins), คาทีชินส์ (catechins), ชานโคน (chalcones), ออโรน (aurones) เป็นต้น ฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียจากสารลูทีโอลิน (luteolin) จากต้นหมอน้อย ฤทธิ์ช่วยลดอาการเส้นโลหิตเปราะ จากรูติน (rutin) เป็นต้น[5,53,55]

การตรวจสอบสารฟลาโวนอยด์ ใช้หลักการที่ฟลาโวนอยด์มีนิวเคลียสเป็น 2-ฟีนิลเบนโซไพโรน (2-phenylbenzopyrone nucleus) กล่าวคือ มีวงแหวนไพแรน (pyran ring) เชื่อมติดกับวงแหวนเบนซีน (benzene ring) ทำให้ได้สารประกอบฟลาโวนอยด์ชนิดต่างๆ จากหลักการนี้จึงใช้วิธีตรวจสอบที่ใช้กันมาก คือ ปฏิกิริยาไซยานิดิน (cyaniding reaction) เป็นปฏิกิริยารีดักชันที่ใช้ตรวจหา 2-ฟีนิลเบนโซไพโรน โดยใส่ลวดแมกนีเซียม (magnesium) ลงในสารสกัด นำมาต้มและหยดกรดเกลือเข้มข้น (conc. hydrochloric acid) ลงไป ฟลาโวนอยด์ที่มี 2-ฟีนิลเบนโซไพโรน เช่น สารกลุ่มฟลาโวน (flavones) ให้สีส้มไปถึงสีแดง, ฟลาโวนอล (flavonols) ให้สีแดงถึงสีแดงเข้ม, ฟลาวาโนน (flavavones) ให้สีแดงเข้มถึงสีแดงอมม่วง[5,52]

3.1.6 คูมารินกลัยโคไซด์ (Coumarin glycosides) หรือ **คูมาริน** เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเบนโซแอลฟาไพโรน (benzo - α - pyrone) จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบแลคโตน (lactones) คูมารินพบในรูปของไกลโคนและอะไกลโคน คูมารินที่นำมาใช้ทำยามักอยู่ในรูปของอะไกลโคน ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารประกอบคูมารินจะขึ้นอยู่กับอะไกลโคนเป็นหลัก เช่น ฤทธิ์ขยายหลอดเลือดจาก 4-ฟีนิลคูมาริน (4-phenylcoumarin) จากดอกสารภี[5]

การตรวจสอบสารกลุ่มคูมาริน ใช้หลักการที่คูมารินเป็นสารประกอบเบนโซแอลฟาไพโรนเป็นส่วนประกอบ ความร้อนทำให้คูมารินระเหยออกจากผงยาหรือสารสกัดแล้วดักจับไอด้วยกระดาษกรองชุบด่าง จากนั้นนำไปส่องด้วยแสงอัตราไวโอเลต สารคูมารินจะเรืองแสงสีเขียวเหลือง แต่วิธีการนี้ตรวจได้เฉพาะคูมารินและแลคโตนที่ระเหยได้ง่ายเท่านั้น กระบวนการเกิดการเรืองแสงมีขั้นตอนดังนี้ คือ ด่างที่ใช้จะทำให้วงแหวนแลคโตน (lactone ring) เปิดออกได้เป็นเกลือของด่างและกรดไฮดรอกซีซิสซินนามิก (O-hydroxy-*cis*-cinnamic acid) ในรูปของซิส (cis-form) เมื่อถูกแสงอัตราไวโอเลตจะเปลี่ยนเป็นรูปทรานส์ (trans-form) ซึ่งเรืองแสงได้[52,54]

3.1.7 ซาโปนินกลัยโคไซด์ (Saponins glycosides) **หรือ ซาโปนิน** เป็นสารกลุ่มใหญ่ที่มีโครงสร้างทางเคมีแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามชนิดของอะไกลโคน (aglycone) คือ สเตียรอยดอลซาโปจีนิน (steroidal sapogenin) และไทรเทอร์พีนอยด์ซาโปจีนิน (triterpenoid sapogenin) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสเตียรอยดอลซาโปจีนิน เช่น ไดออสซิน (dioscin) จากเมล็ดลูกซัดเมื่อถูกไฮโดรไลซิสจะให้ไดออสจีนิน ใช้เป็นสารกึ่งกลางในขบวนการสังเคราะห์ยาคุมกำเนิดและผลิตฮอร์โมนเพศ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาไทรเทอร์พีนอยด์ซาโปจีนิน เช่น กลีเซอไรซิน จากรากชะเอมเทศ มีฤทธิ์ลดการอักเสบและต้านไวรัส เป็นต้น[5,53]

การตรวจสอบสารกลุ่มซาโปนิน โดยใช้หลักเกณฑ์ต่อไปนี้คือ

1 ซาโปนินกลัยโคไซด์สามารถทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เนื่องจาก สามารถทำปฏิกิริยากับกลุ่มไอออนิกของผนังเม็ดเลือดแดงและจับกับโมเลกุลของไขมัน ทำให้ผนังเม็ดเลือดแดงถูกทำลาย

2 เมื่อเขย่าซาโปนินในน้ำ จะทำให้เกิดฟองรูปหกเหลี่ยมเรียงซ้อนกันเป็นรังผึ้ง (honey comb froth) คงตัวอยู่ประมาณ 30 นาที ในการตรวจสอบฟองควรระวังฟองที่เกิดจากโปรตีนและกรดที่มีอยู่ในพืช วิธีแก้ไขฟองที่เกิดจากโปรตีนโดยวิธีการต้มและฟองที่เกิดจากกรดที่มีอยู่ในพืชโดยเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต

3 การตรวจสอบด้วยวิธีลีเบอร์แมนเบอร์ชาร์ด เพื่อตรวจสอบสเตียรอยด์ชนิดไม่อิ่มตัว สเตียรอยดอลซาโปจีนินจะให้สีน้ำเงินหรือสีเขียวและไทรเทอร์พีนอยด์ซาโปจีนินจะให้สีแดง สีชมพู หรือสีม่วงแดง[5,52,53]

3.1.8 แทนนิน (Tannins) สารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอลิค (polyphenolic compounds) มีโมเลกุลใหญ่โครงสร้างซับซ้อน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) สารกลุ่มนี้มีลักษณะเป็น amorphous สีเหลืองน้ำตาล ละลายในน้ำร้อนได้เป็น colloidal dispersions มีรสฝาด เช่น gallic acid เป็นต้น และคอนเดนซ์แซดแทนนิน (condensed tannins) หรือเคทิชินแทนนิน (catechin tannins) หรือ โฟบาแทนนิน (phobatannins) ในขบวนการชีวสังเคราะห์ของแทนนินกลุ่มนี้เป็นสารที่ไม่ถูกย่อย แต่เมื่อถูกกรดหรือเอนไซม์จะสลายให้สารสีแดงซึ่งไม่ละลายน้ำ ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของแทนนิน มีรสฝาด ใช้

เป็นยาสมาน ยาแก้ท้องเสีย มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย สมุนไพรที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบ เช่น เปลือกมังคุด เปลือกทับทิม เป็นต้น[2,5,53]

การตรวจสอบแทนนิน ใช้หลักการที่สารกลุ่มแทนนินจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนตกตะกอนออกจากน้ำ อาจเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบโดยการเติมเกลือแกง (sodium chloride) ลงไป ทดสอบโดยใช้การทดสอบเจลลาตินซอลส์บล๊อค (gelatin-salt block test) และน้ำยาเจลลาตินซอลส์ (gelatin-salt reagent) จากนั้นใช้เฟอริกคลอไรด์ (ferric chloride) ทดสอบพวกไฮโดรไลเซเบอแทนนินจะให้สีน้ำเงินดำ และคอนเดนซ์แทนนินให้สีน้ำเงินเขียวหรือเขียวดำ[5,52,54]

3.2 การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล (Confirmatory test)

การตรวจสอบเพื่อยืนยันผลของกลุ่มสารสำคัญ นิยมใช้วิธีโครมาโทกราฟี (chromatography) มีหลายวิธี เช่น โครมาโทกราฟีชนิดผิวบางหรือรงคเลขผิวบาง (Thin-layer chromatography) ก๊าซโครมาโทกราฟี (Gas chromatography) และโครมาโทกราฟีชนิดของเหลวประสิทธิภาพสูง (High-performance liquid chromatography) เป็นต้น[14,39] การตรวจสอบเพื่อยืนยันผลในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรนิยมใช้วิธีโครมาโทกราฟีชนิดผิวบาง เป็นวิธีที่ทำง่าย สะดวก รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากและให้ผลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ สามารถประยุกต์ใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเครื่องยาได้ [3,56,57]

โครมาโทกราฟีชนิดผิวบางหรือรงคเลขผิวบาง (Thin-layer chromatography) เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบแต่ละชนิดในสารตัวอย่าง โดยอาศัยกลไกในการแยกแบบ partition และ adsorption ของ 2 วัฏภาค คือ วัฏภาคคงที่ (stationary phase) ที่นิยมใช้ ได้แก่ ซิลิกาเจล (silica gel) อะลูมินา หรือ เซลลูโลส ใช้เคลือบบนวัสดุที่เป็นแผ่นระนาบ ได้แก่ แก้ว อะลูมิเนียม หรือแผ่นพลาสติก และวัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) มีบทบาทในการนำพาสารให้เคลื่อนที่ไปบนแผ่นรงคเลขผิวบาง เป็นสารผสมของตัวทำละลายที่เหมาะสม ตัวอย่างของวัฏภาคเคลื่อนที่นิยมใช้คือ เฮกเซน (hexane), โทลูอีน (toluene), ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane), เมธานอล (methanol) เป็นต้น

การจุดตัวอย่างบนแผ่นรงคเลขผิวบาง ควรใช้ความสูงของแผ่นประมาณ 10-15 เซนติเมตร ห่างจากขอบล่าง 2 เซนติเมตร ห่างกันแต่ละจุด 1.5 เซนติเมตร

การตรวจสอบรงคเลขผิวบาง ด้วยวิธีการดูด้วยตาเปล่าและตรวจสอบภายใต้แสงอัตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่นสั้น 254 นาโนเมตร และคลื่นยาว 366 นาโนเมตร และตรวจสอบทางเคมีด้วยน้ำยาพ่น ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่างแต่ละชนิดที่อยู่บนแผ่นแล้วก่อให้เกิดสี หรือการดูดกลืนแสงให้มีการเรืองแสง การเลือกน้ำยาพ่นขึ้นอยู่กับกลุ่มสารตัวอย่าง เช่น สารดราเจนดอร์ฟ (dragendorff) จะให้สีส้มกับสารกลุ่มแอลคาลอยด์ สารอะนิซอลดีไฮด์-กรดซัลฟูริก(anisaldehyde/H_2SO_4) จะให้สีม่วง ม่วงน้ำเงินและสีเขียวกับสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์

(terpenoids) เป็นต้น การรายงานผลข้อมูล จากค่า Rf ซึ่งเป็นค่าของระยะทางของแถบสารที่เคลื่อนที่ไปหารด้วยระยะทางของวัฏภาคเคลื่อนที่ไป[3,5,10,14,57]

4. เอกลักษณ์ทางเคมี-ฟิสิกส์

เอกลักษณ์ทางเคมี-ฟิสิกส์ เป็นการตรวจสอบคุณภาพสมุนไพร ที่อาจปลอมปนมาจากดิน หิน ทราย และสารตกค้างจากการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง[9,10,40] ซึ่งประกอบด้วย

4.1 ปริมาณสิ่งแปลกปลอม

คุณภาพสมุนไพรที่ดีควรปราศจาก เชื้อรา แมลง ดิน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ที่ตรวจพบ สิ่งแปลกปลอมในสมุนไพรอาจแบ่งได้เป็น

- สิ่งแปลกปลอมชนิดสารอินทรีย์ (Foreign elements) หมายถึง ชิ้นส่วนอื่นๆ ของพืช นอกเหนือจากการระบุส่วน เช่น ระบุให้ใช้ส่วนของใบ ถ้าพบว่ามีรากปลอมปนมา ถือว่ารากเป็นสิ่งปลอมปนในเครื่องยาสมุนไพรนั้น

- สิ่งแปลกปลอมชนิดสารอนินทรีย์ (Foreign matter) เป็นสิ่งแปลกปลอมที่มิได้มาจากพืชที่เป็นแหล่งกำเนิด อาจจะเป็นการปลอมปนด้วยสมุนไพรชนิดอื่นๆ ที่ด้อยคุณภาพกว่าหรือเป็นอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของสัตว์ เช่น ขาหรือปีกแมลงสาบ และในบางครั้งมีการปลอมปนจาก ดิน ทราย โคลน ก้อนหิน เป็นต้น[3,9,10,40,41]

4.2 ปริมาณเถ้า

ปริมาณเถ้า (Ash) เป็นวิธีการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของยาสมุนไพรว่ามีสารเจือปนหรือมีการปลอมปนจากสารอื่นๆ เถ้าเกิดจากเนื้อเยื่อของสมุนไพร (physiological ash) ซึ่งเป็นเถ้าที่มาจากพืชโดยตรง และเถ้าอีกประเภทหนึ่งซึ่งเรียกว่า non-physiological ash เป็นเถ้าที่ได้จากสารอื่นๆ ที่มิใช่พืช เช่น ดิน ทราย เป็นต้น ปริมาณเถ้าแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ ปริมาณเถ้ารวม (total ash), ปริมาณเถ้าไม่ละลายในกรด (acid-insoluble ash), ปริมาณเถ้าซัลเฟต (sulfated ash) และปริมาณเถ้าที่ละลายในน้ำ (water-soluble ash) ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยนิยมใช้วิธีการหาปริมาณเถ้ารวมและปริมาณเถ้าไม่ละลายในกรด

ปริมาณเถ้ารวม (Total ash) เป็นเถ้าที่ได้จากการเผาตัวยาที่อุณหภูมิสูง (450-800 องศาเซลเซียส) ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยกำหนดให้เผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส การหาปริมาณเถ้าวิธีนี้เหมาะกับตัวยาและสมุนไพรที่มีสารอนินทรีย์ชนิด non-volatile สำหรับการทดสอบนี้ กล่าวกันว่าในปัจจุบัน มีปริมาณเถ้ารวมที่พบในพืชเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกพืช

ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid-insoluble ash) เป็นเถ้าที่ได้จากการต้มปริมาณเถ้ารวมกับกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง จากนั้นกรองแล้วล้างตะกอนที่เหลือและนำไปเผาจนได้เถ้าที่มีน้ำหนักคงที่ วิธีการทดสอบนี้เป็นการตรวจสาร non-volatile ที่ปนเปื้อนมากับตัวยา

เช่น ดิน ทราย สิ่งเหล่านี้มักจะปนมากับรากหรือเหง้า แต่อาจจะพบว่ามีผสมมากับใบไม้ได้เช่นกัน ถ้าการเก็บพืชสมุนไพรนั้นไม่เหมาะสม[9,10]

4.3 ปริมาณความชื้น

การควบคุมปริมาณความชื้นในตัวยาสมุนไพร มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากความชื้นที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อรา จุลินทรีย์ และเกิดการสลายตัวของยาได้ง่าย โดยทั่วไปสมุนไพรไม่ควรมีความชื้นเกินร้อยละ 10 วิธีตรวจหาปริมาณความชื้นของสมุนไพร ต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของสมุนไพร ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย มี 2 วิธี คือ

4.3.1 Loss on drying เป็นการควบคุมปริมาณความชื้นและสารระเหยอื่นๆ ที่ระเหยได้ ณ อุณหภูมิที่ระบุ โดยอุณหภูมิที่ใช้ส่วนใหญ่เท่ากับ 100-105 องศาเซลเซียส จึงเหมาะกับสมุนไพรที่ไม่มีน้ำมันระเหยง่าย ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย กำหนดน้ำหนักของยาสมุนไพรเท่ากับ 2-5 กรัม

4.3.2 Azeotropic distillation เป็นการควบคุมปริมาณความชื้นที่เหมาะกับสมุนไพรที่มีน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil) เป็นส่วนประกอบ เช่น ดีปลี ผิวมะกรูด เหง้าขมิ้นชัน เนื่องจากน้ำมันระเหยง่ายจะระเหยออกมาพร้อมกับน้ำ ทำให้หาปริมาณน้ำที่แท้จริงไม่ได้ หลักการของ Azeotropic distillation คือ น้ำในตัวยาจะถูกกลั่นออกมาพร้อมกับตัวทำละลายที่ใช้ ได้แก่ โทลูอีน ซึ่งทำให้โทลูอีนอิ่มตัวด้วยน้ำก่อน เพื่อมิให้โทลูอีนดูดซึมน้ำไว้กับตัวเองทำให้ปริมาณน้ำที่วัดได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ในการกลั่นโทลูอีนจะเป็นตัวดึงน้ำพร้อมกับน้ำมันระเหยง่ายออกมา หลังจากที่กลั่นของเหลวใน receiving tube แล้ว เมื่อทิ้งไว้จนเย็นลง ชั้นของน้ำและโทลูอีนจะแยกออกจากกัน โดยวิธีนี้น้ำมันระเหยง่ายหรือสารระเหยอื่นๆ ที่กลั่นออกมาจะละลายอยู่ในชั้นของโทลูอีนนั่นเอง ทำให้ทราบปริมาณน้ำในตัวยาได้ [9,10,39,40]

4.4 ปริมาณสารสกัดด้วยตัวทำละลาย

เป็นการหาปริมาณสารสกัดที่ได้จากสมุนไพร เมื่อใช้ตัวทำละลายต่างกัน การเลือกใช้ตัวทำละลายจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารสำคัญและส่วนประกอบอื่นๆ ในตัวยาว่าละลายได้มากน้อยเพียงใดในตัวทำละลายนั้น เช่น

4.4.1 การสกัดสารด้วยแอลกอฮอล์ (Alcohol soluble extractive) นิยมใช้เอธานอล (ethanol) ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ดี สามารถละลายสารที่มีขั้วสูงและขั้วปานกลางได้ดี สารสำคัญส่วนใหญ่ที่มีในพืชมักจะละลายในแอลกอฮอล์ ตัวอย่างเช่น สารที่มีโครงสร้างกลุ่มคีโตน (ketone), แอลกอฮอล์ (alcohol), ผลึก (calcium oxalate), แอลคาลอยด์ (alkaloid) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

4.4.2 การสกัดสารด้วยน้ำ (Water soluble extractive) สารที่ละลายได้ในน้ำส่วนใหญ่เป็นสารที่มีขั้วมาก ได้แก่ น้ำตาล (glucose) สารเพคติน (pectin) สารเมือก (mucilage) และสารกลุ่มกลัยโคไซด์ (เช่น ซาโปนิน แทนนิน และแอนทราควิโนนกลัยโคไซด์)

4.4.3 การสกัดด้วยเฮกเซน (Hexane soluble extractive) สารที่ละลายได้ในเฮกเซนมักเป็นสารที่ไม่มีขั้ว หรือขั้วน้อย ได้แก่ น้ำมันระเหยง่าย และยางใสหอม (balsam) เป็นต้น การสกัดสารด้วยเฮกเซน ใช้วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยเครื่อง soxhlet apparatus นาน 20 ชั่วโมง ระเหยสารสกัดให้แห้ง แล้วทิ้งไว้ในภาชนะทำแห้ง (dessicator) ที่ใส่สารดูดความชื้น ได้แก่ ซิลิกา

4.4.4 การสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม (Chloroform soluble extractive) สารที่ละลายได้ในคลอโรฟอร์มเป็นสารที่มีขั้วปานกลาง ได้แก่ กลุ่มเทอร์ปีน (terpenes) สารจำพวก O-glycoside บางชนิด เซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) เป็นต้น วิธีการสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ใช้วิธีเดียวกับการสกัดด้วยเฮกเซน

วิธีการหาปริมาณสารสกัดด้วยตัวทำละลาย ใช้วิธีให้ความร้อน (hot extraction) และการแช่ยุ่ย (cold maceration) ขึ้นอยู่กับลักษณะของยาสมุนไพรแต่ละชนิด ในตำรายาของประเทศไทยใช้วิธีการสกัดสารด้วยแอลกอฮอล์ และการสกัดสารด้วยน้ำ ใช้วิธีการแช่ยุ่ย ในขณะที่วิธีการสกัดด้วยเฮกเซน และการสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ใช้วิธีสกัดแบบต่อเนื่อง[3,9,10]

4.5 ปริมาณน้ำมันระเหยง่าย

ปริมาณน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil content) เป็นส่วนประกอบสำคัญที่พบได้ในพืชหลายชนิด เช่น เหง้าขมิ้นชัน ผิวมะกรูด ดีปลี น้ำมันระเหยง่ายจะถูกหลั่งออกมาจากเซลล์น้ำมัน ท่อส่งน้ำมัน คุณสมบัติระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะของน้ำมันระเหยง่าย จะมีกลิ่นเฉพาะตัว ส่วนประกอบในน้ำมันระเหยง่ายจะเป็นส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิด ได้แก่ เทอร์ปีน (terpenes), เซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) และพวกคีโตน (ketones) หรือ แอลกอฮอล์ (alcohols) ในทางยาใช้ประโยชน์เป็นสารแต่งกลิ่นรส และช่วยขับลม (carminative)[9,14]

มหาวิทยาลัยขอนแก่น