บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของพญายอ

พญายอ เป็นพืชสมุนไพรอยู่ในวงศ์ ACANTHACEAE มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Clinacanthus nutans* (Burm. f.) Lindau ที่เป็นที่รู้จักกันดีและมีการนำมาใช้ตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน พญายอ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เสลดพังพอนตัวเมีย ผักมันไก่ ผักลิ้นเขียด (เชียงใหม่) พญาปล้องทอง พญาปล้องคำ (กลาง) ลิ้นมังกร โพะโซ่จาง (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) (ศูนย์สมุนไพรทักษิน, ม.ม.ป.) แหล่งที่พบพญายอนั้นพบมากในเขตประเทศอินโดจีน ในประเทศไทยพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขตจังหวัดขอนแก่น สกลนคร โดยเจริญเติบโตในป่าที่ระดับความสูง 180-350 เมตร จากระดับน้ำทะเล (สมพร, 2542) ลักษณะลำต้นเป็นไม้พุ่มรอเลื้อย สูง 1-3 เมตร ลำต้นตั้งตรงหรือทอดเลื้อย ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม ใบรูปหอก ใบกว้าง 1-3 เซนติเมตร ใบยาว 4-12 เซนติเมตร สีเขียวเข้ม เส้นใบด้านล่างนูนชัดเจนกว่าด้านบน ดอกออกเป็นกระจุกที่ปลายกิ่งและซอกใบ ก้านช่อดอกยาว 2-3.3 เซนติเมตร กลีบดอกสีแดงเข้ม ปลายแยกเป็น 2 ปาก ปากบนมี 2 แฉก ส่วนล่างงอขึ้นมี 2 แฉก กลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ รูปแถบยาว 8- 10 มิลลิเมตร มีสีเขียวติดกันเป็นหลอดยาว เกสรตัวผู้มี 2 อัน ยาว 1.5 – 1.6 เซนติเมตร อับเรณู มี 1 พู ยาว 3-4 มิลลิเมตร กว้าง 1-2 มิลลิเมตร แตกตามยาว ผิวเกลี้ยง ติดก้านชูเกสรตรงกลางด้านหลัง (วรรณรี, 2546)

2. การใช้ประโยชน์จากพญายอ

ในปัจจุบันมีการนำเอาพญายอมาใช้ประโยชน์ทางยาโดยทำเป็นเภสัชผลิตภัณฑ์มากขึ้น โดยพบว่าพญายอมีสรรพคุณรักษาอาการอักเสบเฉพาะที่ ถอนพิษแมลงสัตว์กัดต่อย รักษาโรคเริม งูสวัด เป็นต้น สารประกอบทางเคมีที่พบในใบของพญายอหลายชนิด ได้แก่ lupeol, beta-sitosterol, stigmasterol ส่วนในรากพบว่ามีสาร betulin, lupeol, beta- sitosterol, stigmasterol ซึ่งจากการศึกษาของ Yoosook et al ,1999 อ้างโดยชื่นฤดีและคณะ, 2535 ได้ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารสกัดจากใบพญายอ พบว่าสามารถทำลายเชื้อไวรัส Herpes Simplex Virus (HSV) และ Varicella Zoster Virus (anti-viral activity) ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคเริม และนอกจากนี้ ชื่นฤดี (2535) ได้ทดลองใช้ครีมพญายอ (5%) ในการรักษาผู้ป่วยโรคเริมบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ พบว่าให้ผลดีและไม่ทำให้เกิดอาการระคายเคือง สาธร (2547) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากพญายอต่อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคอหิวาห์ในสุกรพบว่าใบพญายอที่สกัดด้วยตัวทำลาย 5 ชนิดคือ น้ำ 50% ethanol, 100% ethanol,

Ethyl Acetate และ Butane สามารถต้านไวรัสอหิวาต์สุกรชนิดที่ก่อให้เกิดโรครุนแรงได้แตกต่างกัน ที่ความเข้มข้นของเชื้อ 103 TCID50 คือสารสกัดด้วยน้ำไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสอหิวาต์สุกรได้ แต่สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายที่เหลืออีก 4 ชนิด มีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสอหิวาต์สุกร นอกจากนี้ สุภาณี (2547) ได้ทดสอบสารสกัดจากพญายอในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยพบว่าสารสกัดพญายอที่สกัดด้วย 50% และ 95% ethanol มีฤทธิ์ฆ่าหนอนใยผัก *(Plutella xylostella)* หนอนกระทู้ผัก *(Spodoptera litura* F.) ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais Mots.*) และแมลงศัตรูทางการแพทย์ คือ ลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* L.) ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจากใบพญายอโดยใช้ ethanol มีศักยภาพที่จะพัฒนาไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ในปัจจุบันมีการนำเอาพญายอมาทำเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ครีมพญายอขององค์การเภสัชกรรมที่พัฒนามาจากสารสกัดของใบพญายอซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบด้านความปลอดภัยในการใช้และได้รับการยืนยันผลการรักษาโรคเริมด้วยครีมพญายอ และมีการผลิตออกจำหน่ายในระดับอุตสาหกรรมแล้ว พญายอโลชั่นใช้รักษาผิวหนังที่มีอาการอักเสบ และคันร่วมด้วย พญายอกลีเซอรีนช่วยรักษาแผลในปากที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ ยาหม่องพญายอเป็นต้น นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารทุติยภูมิ คือ beta-sitosterol แต่เป็นสารสกัดจากพืชอื่น นำมาพัฒนาเป็นยาแผนปัจจุบันหรืออาหารเสริมเพื่อรักษาระดับของ cholesterol ในร่างกาย และเป็นสารอาหารสำหรับอสุจิในถุงเก็บน้ำอสุจิ สาร beta-sitosterol นี้เป็นสารที่พบในพญายอด้วยเช่นเดียวกัน

ดังจะเห็นว่าในปัจจุบันความต้องการพญายอเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยาและผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีมากขึ้นอีกทั้งมีการปลูกพญายอในจำนวนจำกัดจึงทำให้เกิดปัญหาในด้านปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิตยาและผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกทั้งวัตถุดิบที่ได้ยังไม่มีความสม่ำเสมอทั้งปริมาณและองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งสายพันธุ์ วิธีการปลูกสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก การปฏิบัติการดูแลรักษา สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการคุณภาพและปริมาณของผลผลิตทั้งสิ้น (สมภพ, 2534) แสงก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลถึงการเจริญเติบโตและผลผลิตของพญายอโดย เฉพาะความเข้มแสง โดยจะเห็นว่าความเข้มแสงที่มีผลต่อกระบวนการสร้างอาหารของพืช ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงสูงหรือต่ำกว่าความต้องการจะมีผลทำให้พืชไม่เจริญเติบโตและถ้าได้รับความเข้มแสงสูงมากกว่าจุดอิ่มตัว light satulation point (LSP) อาจทำให้ใบไหม้หรือตายได้ ถ้าปริมาณความเข้มแสงต่ำพืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ต่ำ แต่พืชไม่สามารถลดอัตราการหายใจต่ำลงไปด้วยได้ ในสภาพการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการการหายใจเรียกว่า light compensation point (LCP) ถ้าพืชได้รับแสงต่ำกว่าจุดนี้พืชจะไม่เจริญเติบโตและตายในที่สุด ดังจะเห็นว่าความเข้มแสงสำคัญต่อการผลิตพืชเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นหากปลูกพญายอให้ได้รับระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมและ

สิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมาะสมก็จะสามารถเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งก็จะส่งผลให้สามารถผลิตพญายอได้ปริมาณและคุณภาพสูงสำหรับเป็นวัตถุดิบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยาต่อไปได้

3. การขยายพันธุ์พญายอ

3.1 การเตรียมต้นพันธุ์

พญายอนิยมขยายพันธุ์ด้วยวิธีปักชำกิ่งเพราะสะดวกและประหยัดต้นทุนในการผลิต โดยใช้กิ่งที่สมบูรณ์และแข็งแรงปราศจากโรคแมลง ไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป ตัดกิ่งพันธุ์ให้มีความยาว 6-8 นิ้วและมีตาบนกิ่งประมาณ 3 ตา ให้มีใบเหลืออยู่ที่ปลายยอด ประมาณ 1/3 ของกิ่งทาปูนแดงบริเวณรอยตัดของต้นตอ และกิ่งพันธุ์เพื่อป้องกันเชื้อรา ปักชำลงในถุงหรือกะบะที่มีวัสดุปักชำเป็นดินร่วนปนทราย จะช่วยให้อัตราการออกรากของกิ่งชำสูง คุณภาพรากดี และสะดวกในการขนย้ายไปปลูก โดยปักชำกิ่งลงในวัสดุปลูกประมาณ 3 นิ้ว เอียง 45-60 องศา รดน้ำให้ชุ่มและรักษาความชื้นให้พอเพียง โดยกิ่งชำไม่ควรถูกแดดโดยตรง กิ่งชำจะออกรากภายใน 20-30 วัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

3.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพญายอ

พญายอสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ระบายน้ำดี น้ำไม่ท่วมขัง ไม่ชอบลักษณะที่เป็นดินเหนียวจัดหรือดินลูกรังที่มีหินปน สภาพอากาศที่เหมาะสมคือเป็นพืชมีแหล่งกำเนิดในเขตร้อน สภาพอากาศที่เหมาะสมคือร้อนชื้นในสภาพธรรมชาติขึ้นภายใต้ร่มเงาต้นไม้ใหญ่หากเจริญเติบโตในสภาพกลางแจ้งแคดจัดใบจะมีสีเหลือง ใบเล็กและห่อตัว ในสภาพธรรมชาติจะทิ้งใบในฤดูแล้ง และจะเจริญเติบโตได้ดีในฤดูฝน (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.) พญายอจัดเป็นพืช shade species จะสังเคราะห์แสงได้ดีเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่มีความเข้มแสงต่ำแต่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ต่ำ เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่มีความเข้มแสงสูง ชอบร่มเงา ปลูกใต้ต้นไม้ใหญ่หรือปลูกเป็นพืชแซมได้ดี เช่น ชา กาแฟ ไม้จัดสวนในบ้าน เป็นต้น (Daubenmire, 1974)

3.3 การปลูกพญายอ

พญายอสามารถปลูกได้ทั้งในร่มเงาต้นไม้ใหญ่หรือกลางแจ้งก็ได้ การปลูกควรปลูกในฤดูฝน โดยการขุดหลุมกว้าง 10-15 เซนติเมตร ลึก 10 เซนติเมตร ระยะปลูก 80x80 เซนติเมตร ควรมีการรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก การเตรียมแปลงปลูกพญายอในสภาพแปลงใหญ่ควรมีการไถอย่างน้อย 2 ครั้ง ครั้งแรกเพื่อกำจัดวัชพืช และตากดินไว้อย่างน้อย 1-2 สัปดาห์ ซึ่งจะช่วยทำลายไข่ของแมลงและเชื้อโรคในดิน และไถครั้งที่สองเพื่อปรับหน้าดินให้ร่วนซุยพร้อมเก็บวัชพืชเศษหญ้าหรือกิ่งไม้ออกจากแปลง ขุดหลุม กว้างxยาวxลึก 10x10x10 เซนติเมตร ระหว่างหลุม 50x50

เซนติเมตร อัตราปลูก 40,000 ต้น/ไร่ ปุ๋ยคอกรองก้นหลุม อัตรา 125 กรัม/หลุมหลังจากนั้นย้ายกล้าที่ชำใส่ถุงเอาไว้ลงในหลุม กลบดินและกดดินที่โคนให้แน่นรดน้ำหลังปลูกทันที
(กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

3.4 การดูแลจัดการพญายอ (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

3.4.1 การให้น้ำ

การให้น้ำควรมีการให้น้ำทุกวันหลังปลูกในช่วงแรก ควรให้น้ำเวลาเช้าหรือเย็น หากปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่หากใช้สปริงเกอร์จะช่วยผ่อนแรงในการให้น้ำ

3.4.2 การใส่ปุ๋ย

การใช้ปุ๋ยเคมีควรใช้อย่างระมัดระวัง ใส่ปุ๋ยคอกเดือนละครั้งหรือหลังจากเก็บเกี่ยว โดยใช้สูตรปุ๋ย 15-15-15 ต้นละ 10 กรัม โดยอาจจะมีการใส่แกนหยอดโคนโรยให้ห่างต้น 10 เซนติเมตรจากนั้นพรวนดินกลบ หรือใช้วิธีโรยระหว่างแถวปลูก และควรห่างจากแถวปลูกประมาณ 10 เซนติเมตร หรืออาจใช้วิธีหว่านให้ทั่วทั้งแปลง และหลังจากใส่ปุ๋ยต้องรดน้ำตามทันที และอย่าให้ปุ๋ยค้างอยู่ที่ ใบ เพราะอาจจะทำให้ใบไหม้ได้

3.4.3 การจำกัดวัชพืช

การกำจัดวัชพืชควรใช้วิธีการถอน หรือวิธีอื่นๆ แต่ไม่ควรใช้ยาฆ่าหญ้าเพราะจะส่งผลกับสารสำคัญในพญายอ ลักษณะต้นของพญายอมีการเลื้อยและโน้มลง ทำให้ยุ่งยากในการใช้เครื่องมือจึงควรใช้เสียมหรือใช้มือถอนวัชพืชออกจากแปลง

3.4.4 การป้องการกำจัดโรคแมลง

การปลูกพญายอยังไม่พบว่ามีโรคและแมลงชนิดใดที่ทำความเสียหายร้ายแรงให้กับพญายอ เพียงแต่ทำความเสียหายให้แก่พญายอ ดังนี้ ไรแมงมุม (spider mite) จะดูดทำลายบริเวณใต้ใบ ทั้งใบอ่อนและใบแก่ ทำให้มีลักษณะสีซีดเหลือง หากพบระบาดไม่มากทำการกำจัดทิ้งจากแปลงปลูก เพลี้ยไฟ (thirps) จะดูดทำลายใบอ่อนและยอดอ่อนทำให้ใบอ่อนมีลักษณะหงิกขอบใบม้วนงอ ยอดใบที่แตกใหม่มีลักษณะใบหดลีบเล็ก ถ้าระบาดรุนแรงอาจจะทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโตเมื่อพบมีการระบาดไม่มาก ทำการกำจัดทิ้งจากแปลงปลูก ถ้าระบาดมากควรใช้สารสกัดจากสะเดาป้องกันกำจัด

3.5 การเก็บเกี่ยว

พญายอเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 6 เดือน การเก็บเกี่ยวพญายอให้ใช้วิธีการตัดต้นเหนือระดับผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วต้นตอเดิมยังงอกแตกแขนงเติบโตได้อีกและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไปได้เมื่อแขนงอายุ 3 เดือน

3.6 ดัชนีการเก็บเกี่ยว

ดัชนีการเก็บเกี่ยว(Harvest index) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักผลผลิตกับน้ำหนักของวัตถุแห้งทั้งหมด เรียกว่า ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest index HI) พืชที่มีศักยภาพให้ผลผลิตสูงเป็นพืชที่มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงด้วย

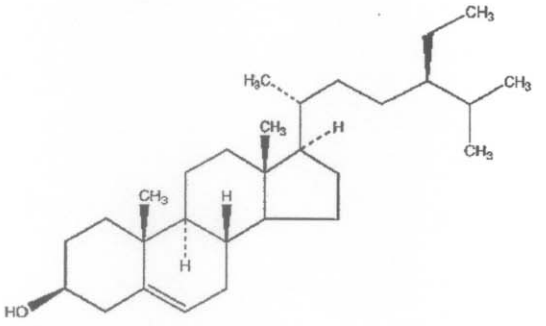
4. สารทุติยภูมิในพญายอ

พญายอเป็นสมุนไพรที่คนไทยนิยมนำมาใช้รักษาอาการอักเสบเฉพาะที่ ถอนพิษแมลงสัตว์กัดต่อย รักษาโรคเริม งูสวัด (สสม, 2537 อ้างโดยศูนย์สมุนไพรทักษิน, ม.ป.ป.) แสดงว่าในพญายอมีความหลายหลายของสารที่เป็นตัวออกฤทธิ์ จากการศึกษาของ Koichiro et al. (1998) อ้างโดยเฉลิมพล (2549) ได้ทำการแยกสาร glucosides ที่มี sulfer เป็นองค์ประกอบออกจากสารสกัด methanol ในส่วนลำต้นและใบ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้ 7 ชนิด ได้แก่ C-glycosyl flavons, vitexin, isovitexin, shafttoside, isomollupentin 7-O-β-glucopyranoside, orientin และ isoorientin และนอกจากนี้ มีการใช้เทคนิค column chromatography และ thin-layer chromatography สกัดโดยคลอโรฟอร์มจากใบพญายอ และศึกษาโครงสร้างของสารโดยใช้เทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR) พบว่า เป็นสารกลุ่มเดียวกับ chlorophyll ได้แก่ 13^2-hydroxy-(13^2-S)-phaeophytin b, purpurin 18 phytyl ester และ phaeophorbide a (Na Ayudthaya et al., 2001, อ้างโดยเฉลิมพล, 2549)

นอกจากนี้มีผู้ศึกษาสารสำคัญในส่วนต่างๆ ของพญายอพบว่า ในใบพญายอมีสารสำคัญประกอบด้วย lupeol, β-sitosterol, stigmasterol (Dampawan, 1976) ในรากพญายอมีสารสำคัญได้แก่ betulin, lupeol, β -sitosterol, stigmasterol (Lin, 1983) และในส่วนลำต้นมี lupeol เป็นองค์ประกอบ (Dampawan, 1977)

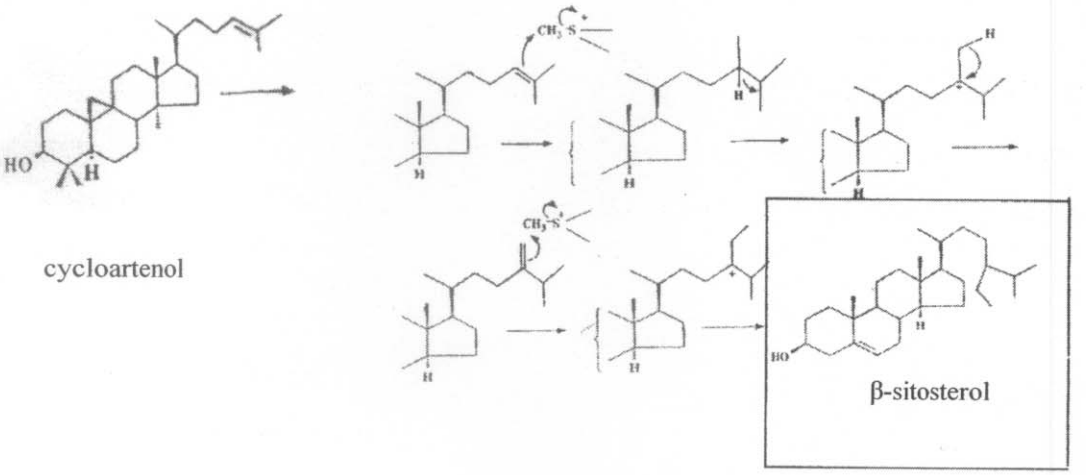
4.1 กระบวนการสร้าง β-sitosterol

β-sitosterol เป็นสาร phytosterol เช่นเดียวกับ campesterol และ stigmasterol ประกอบด้วยวงแหวน tetracylic cyclopentanoperhydrophennanthrene ring (ภาพที่ 1) ขบวนการสร้าง β-sitosterol ในพืชนั้นอาศัยสาร cycloartenol เป็นสารตั้งต้นโดยเกิดปฏิกิริยา Alkylation ของ side chain ในตำแหน่ง C-24 โดยได้รับหมู่ methyl มากจาก s-adenosyl methionine (ภาพที่ 2) ในพืชจะพบสารในกลุ่ม sterol บริเวณที่เป็น cell membrane (Seigler, 1995) และ plant sterol ในพืชหลายชนิด พบว่าทำหน้าที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช (Heftman, 1975 cited after Seigler, 1995)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของสาร β-sitosterol

ที่มา : ดัดแปลงจาก Seigler (1995)



ภาพที่ 2 กระบวนการสร้าง β-sitosterol ในพืช

ที่มา : ดัดแปลงจาก Seigler (1995)

คุณสมบัติของแสง

แสงมีคุณสมบัติเฉพาะ และมีทฤษฎีที่อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของแสงไว้ 2 ทฤษฎีดังนี้

1. the electromaganetic wave theory อธิบายว่าแสงมีลักษณะเป็นคลื่น และมีความยาวของคลื่นไม่เท่ากัน จำนวนคลื่นแสงที่เดินผ่านจุดใดจุดหนึ่งต่อหน่วยเวลาเรียกว่าความถี่ของคลื่น

2. the quantum theory อธิบายว่าแสงมีลักษณะเป็นอนุภาค แต่ละอนุภาคนั้นเรียกว่า โฟตอน (photon) ในแต่ละโฟตอนจะมีพลังงานเรียกว่า ควอนตัม (quantum) โฟตอนของคลื่นแสงมีขนาดต่างมีพลังงานไม่เท่ากัน พลังงานของโฟตอนเหล่านั้นจะมีความสัมพันธ์กับความยาวของคลื่นแสง กล่าวคือ โฟตอนจากคลื่นแสงยาวกว่าจะมีพลังงานน้อยกว่า ดังนั้นเราสามารถอธิบายพลังงานของควอนตัมได้ด้วยความยาวของคลื่นแสง โฟตอนจะมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง โฟตอนที่ได้จากคลื่นแสงที่สั้นกว่า 390 นาโนมิเตอร์ (nm) หรือยาวกว่า 760 nm ไม่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง เพราะว่าพืชไม่สามารถดูดรับไว้ได้ เนื่องจากมีพลังงานมากและน้อยเกินไปตามลำดับ

Solar Spectrum

แสงจากดวงอาทิตย์ ประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นแสงแตกต่างกัน และมีชื่อเรียกเฉพาะต่างกัน ปริมาณของแสงชนิดต่างๆ จะมีไม่เท่ากัน ประมาณร้อยละ 98 ของแสงทั้งหมดจะเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 250–3000 nm ซึ่งประกอบด้วย (ตารางที่1) แสงอุลตราไวโอเลตซึ่งมีความยาวคลื่น <400 nm ประมาณร้อยละ 1-9 แสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เรียกว่า light หรือ visible light เป็นแสงที่มีความยาวคลื่น 400-700 nm ประมาณร้อยละ 40-45 และแสง farred และ infarred มีความยาวคลื่น > 700 nm ประมาณร้อยละ 50 หรืออาจแบ่งกลุ่มชนิดของแสงออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แสงคลื่นสั้น (Short–wave radiation) เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 3000 nm และแสงคลื่นยาว ซึ่งเป็นแสงที่ให้พลังงานความร้อน (thermal radiation) เป็นแสงที่มีช่วงคลื่นแสง 3000 nm แสงเมื่อเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศของโลกจะมีพลังงานลดลง และส่วนประกอบต่างๆ ก็จะเปลี่ยนไปด้วย เนื่องจากถูกดูดซับไว้บางส่วนโดยบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่ ดังนั้น แสงที่พื้นโลกจึงมีค่าต่ำกว่าแสงที่วัดได้นอกชั้นบรรยากาศ มีค่าค่อนข้างคงที่เรียกว่า solar constant มีค่าความเข้มแสงประมาณ 2 cal/cm^2/min (1395 w/m^2 หรือ 1.94 Ln/min,) บรรยากาศของโลกซึ่งประกอบด้วยก๊าซต่างๆ ไอน้ำ และอนุภาคต่างๆ นอกจากจะดูดซับแสงบางส่วนไว้แล้ว ยังก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายแสง (scatering หรือ diffusion) เรียกแสงส่วนนี้ว่า sky radiation และเกิดการสะท้อนของแสง (reflection) ขึ้นอีกด้วย แสงเมื่อเกิดการฟุ้งกระจายและสะท้อนแล้ว ความยาวของคลื่นแสงจะเปลี่ยนไปทันที ก๊าซและไอน้ำมีคุณสมบัติในการดูดซับแสงต่างๆ (เฉลิมพล, 2535)

ตารางที่ 1 แสงชนิดต่างๆ ที่มีความยาวคลื่นต่างกัน

ความยาวคลื่น	ชนิดของแสง
0 – 0.1 nm	Gamma
0.1 – 10 nm	X-rays
10 – 400 nm	Ultra–violet
400 - 700 nm	Visible light
0.70 – 1000 um	Infra – red
1 mm – 100 m	Microwave and short – wave radio

nm = nanometer 1 nm = 1 millimicron

ที่มา : Woodward and Sheehy (1983)

เครื่องมือวัดแสง

อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดแสงนั้นมีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของ การวัดหรือผู้ใช้ว่ามีจุดประสงค์ที่จะวัดแสงประเภทใด สรุปได้ดังนี้

1) Radiometer เป็นเครื่องมือที่ใช้วัด total net radiation ส่วนประกอบของเครื่องมือนี้คือมี Polythene–covered thermopile เครื่องนี้สามารถรับแสงได้ทุกคลื่นแสงที่ส่องลงมา ส่วนเครื่องมือวัด net radiation จะมี thermopile 2 อัน (back to back) อันนี้รับแสงตกกระทบทั้งหมด อีกอันหนึ่งทำหน้าที่สะท้อนกลับจากพื้น

2) Solarimeter เป็นเครื่องมือที่ใช้วัด thermal radiation และ total radiation จะมีแผ่นกรองแสง (filtertered themopile) คลื่นสั้น

3) Solarimeter สำหรับวัด Short–wave radiation จะมีแผ่นกรองแสงคลื่นยาวออกไป solarimeter เป็นเครื่องชนิดที่ใช้สถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วๆ ไป แต่จะติดอุปกรณ์พิเศษที่สามารถวัดแสงเป็นรายวันได้ มีหน่วยวัดเป็น Wm^{-2}

4) Solarimeter สำหรับวัด Photosynthetically Active Radiation (PAR) จะมีแผ่นตัดแสงหรือกรองแสงที่มีความยาวของคลื่น ที่อยู่นอกเหนือ 400 – 700 nm ออกไป มีหน่วยวัดเป็น Wm^{-2} (ตารางที่ 2)

5) Quantum Flux เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มหรือจำนวน Photons (quantum) เฉพาะส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ของ Photons ดังกล่าว จะอยู่ในความยาวของคลื่นแสงระหว่าง 400–700 nm เครื่องมือประเภทนี้มีประโยชน์มากสำหรับใช้ศึกษาการสังเคราะห์แสงและการเจริญของพืช มีหน่วยวัดเป็น UE (Einstien)/m^2/sec. (ตารางที่ 2)

6) มีเครื่องมือหลายชนิดที่ใช้วัดความเข้มของแสง Light Intensity ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นแรงเทียน หรือ ลักซ์ (Lux) ในความเป็นจริงแล้วทั้งแรงเทียนและลักซ์ มิใช่เป็นความเข้มแสงที่แท้จริง แต่จะเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Illuminace มากกว่า

ตารางที่ 2 หน่วยวัดพลังงานแสงและความเข้มแสง

Term	Definition	Units
Radiation	Energy transferred though space in the form electromagnetic waves or quanta (strictly this should be called radiant energy)	Joule (J)
Radiation Flux	The amount of radiant energy received, emitted or transmitted or transmitted per unit time	Js^{-1} or watts (w)
Radiation Flux density	Radiation flux per unit area of a surface orientated at right angles to the source	$Jm^{-2} s^{-1}$ or Wm^{2}
Irradiance	Radiation flux density incident on unit area of a surface	$Jm^{-2} s^{-1}$ or Wm^{2}
Radiant emittance	Radiation flux emitted by unit area or a surface	$Jm^{-2} s^{-1}$ or Wm^{2}
An einstien	Avogadro's number of quanta (6.023×10^{23})	Einstein (E)
Intensity of radiation	Flux radiated per unit solid angle from a point source	Watts per steradian $(W)sr^{-1}$
Radiance	The intensity of radiant flux in a particular direction divided by the apparent area of source viewed in the relevant direction	$W m^{-2} sr^{-1}$
Photon	A quantum of light	
Quantum flux density	Number of quanta incident on unit area of a surface orientated at right angle to the source	$\mu Em^{-2} s^{-1}$
Quantum irradiance	Number of quanta incident on unit area of a surface	$\mu Em^{-2} s^{-1}$

ที่มา : เฉลิมพล (2535)

พลังงานแสงในหน่วยวัดต่างกัน สามารถคำนวณเทียบกันได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบหน่วยของพลังงานแสงต่างๆ

$\mu Em^{-2} s^{-1}$	W/ m^2	$cal/cm^2/min^1$
400–700 nm	400–700 nm	400–700 nm
3000	705.0	1.01
2500	587.5	0.84
2000	470.0	0.67
1500	352.5	0.51
1000	235.0	0.34
500	117.5	0.17

ที่มา : เฉลิมพล (2535)

5. อิทธิพลของความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชบางชนิด

ดังจะเห็นว่ามีการศึกษาถึงประโยชน์ของพญายอหลายด้าน แต่การศึกษาทางด้านเขตกรรมหรือสภาพแวดล้อม สำหรับการผลิตที่เหมาะสมซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญยังมีการศึกษาอยู่น้อยมาก จะพบแต่การศึกษาในพืชสมุนไพรกลุ่มอื่นๆ มากกว่า เช่น มีการศึกษาในขิง (ginger) โดยศึกษาผลของร่มเงาที่มีต่อการดูดแร่ธาตุอาหารและการสะสมน้ำหนักของขิง 6 ชนิด โดยทำการปลูกขิงภายใต้สภาพที่ให้ความเข้มแสงต่างกัน พบว่า ความเข้มแสงสูงจะยับยั้งขบวนการดูดแร่ธาตุอาหาร โดยตัวชี้วัดคืออัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (George, 1998 อ้างโดย ศิวพร, 2546) ส่วน Jayachandran et al. (1998) ได้ศึกษาการพรางแสงกับการปลูกขิงโดยใช้ใบมะพร้าวภายใต้สภาพการพรางแสง 0, 25, 45, 50 และ 55% พบว่า การพรางแสง 25% จะทำให้ขิงมีผลผลิตสูงกว่าสภาพที่ปลูกกลางแจ้งถึง 11- 27 % และการปลูกภายใต้สภาพการพรางแสง 50% จะให้ผลผลิตสูงที่สุด ส่วน Wang et al. (1998) ได้ศึกษาผลของการให้ร่มเงาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขิง โดยการลดความเข้มแสง 0, 20, 60, 80% พบว่าความสูงของต้นสูงที่สุดเมื่อลดความเข้มแสงลง 80% ส่วนจำนวนใบสูงที่สุดเมื่อลดความเข้มแสงลง 60% และพบว่าความหนาแน่นของปากใบมีค่ามากที่สุดเมื่อไม่พรางแสง แต่พบว่าการพรางแสงทำให้ผลผลิตลดลงจากไม่พรางแสง และการคลุมต้นด้วยฟางจะช่วยเพิ่มผลผลิตของขิง นอกจากขิงแล้วยังมีรายงานในพืชอื่นเช่น Ravindran and Kulandaivelu (1998) ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวาน (cardamom, *Elettaria*

cardamomum Moton) พันธุ์ PVI Malabar ที่ประเทศอินเดีย โดยทำการปลูกกระวานภายใต้ความเข้มแสง 3 ระดับคือ 1600, 720-980 และ 320-480 E/m^2/s พบว่าจำนวนหน่อต่อต้น ความยาวของหน่อ จำนวนใบต่อหน่อ จำนวนและความยาวก้านดอก/ช่อ ของกระวานมีค่าสูงสุดเมื่อได้รับแสงในระดับปานกลางคือ 720-980 E/m^2/s และพบว่าการเจริญเติบโตลดลง 40% และ ผลผลิตลดลงถึง 60% เมื่อได้รับแสงเต็มที่ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับแสงปานกลาง ส่วนกระวานที่ปลูกภายใต้สภาพความเข้มแสงต่ำ 320-480 E/m^2/s พบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตปานกลาง นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเกิดรอยไหม้ของต้นกล้ากระวาน โดยพบว่า จะพบรอยไหม้ที่เกิดกับต้นกล้าเมื่อได้รับแสงเต็มที่ (100 % of total sunlight) จากการศึกษาของ Chaves et al.(1997, อ้างโดยเฉลิมพล, 2549) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของสาร flavonoid ในส่วนของใบที่เก็บจากต้น *Cistus ladannifer* ที่เจริญเติบโตในแต่ละช่วงฤดูกาลพบว่าใบจะมีปริมาณสาร flavonoid ที่วัดได้สูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน สภาพแวดล้อมในช่วงฤดูร้อนนี้มีระดับความเข้มแสงสูง อุณหภูมิอากาศสูง และปริมาณน้ำฝนต่ำ และจากการศึกษาเพิ่มเติมโดยการปลูก *C. ladannifer* ในสภาพกลางแจ้งที่ได้รับแสงเต็มที่เปรียบเทียบสภาพที่มีการพรางแสงด้วยวัสดุกรองแสง UV และมีการควบคุมสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ให้เหมือนกัน ทำให้ทราบว่าการสร้างสาร flavonoid ใน *C. ladannifer* นั้นเป็นการตอบสนองต่อการได้รับแสง UV ในปริมาณที่สูง ซึ่งจะเห็นได้จากต้น *C. ladannifer* ที่ปลูกภายใต้สภาพที่มีการพรางด้วยวัสดุกรองแสง UV มีการสร้างสาร flavonoid ในปริมาณที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับต้นที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง นอกจากสภาพฤดูกาลจะมีผลกระทบต่อปริมาณการสร้างสาร flavonoid แล้ว ยังมีผลกระทบต่อชนิดของ flavonoid ที่พืชสร้างด้วย

6. เทคนิคการวิเคราะห์สารทุติภูมิ

เทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของปริมาณของสารทุติยภูมิในพืชสมุนไพร เทคนิคที่นิยมใช้คือ chromatography ซึ่งเป็นเทคนิคการแยกสารโดยอาศัย หลักการกระจายตัวของสารระหว่าง Phase 2 ชนิด คือ stationary phase และ mobile phase โดยสารจะเคลื่อนที่ไปบน stationary phase โดยการพาของ mobile phase อัตราการเคลื่อนที่ของสารไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับ interaction ดังกล่าวได้แก่ การดูดซึมที่ผิวของ Stationary phase (adsorption) หรืออยู่ในช่องว่างระหว่าง particle ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการละลายของสาร และการสร้าง heteropolar bonds กับ ion ของ stationary phase (วีณา, 2534) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เทคนิค HPLC แบบ reverse phase ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร β-sitosterol

6.1 เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารที่มีประสิทธิภาพในการแยกสารได้สูงโดยมีส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องดังนี้

6.1.1 ส่วนประกอบ HPLC

ส่วนประกอบหลักของเครื่อง HPLC

1) Mobile phase / Solvent หรือตัวทำละลายที่ใช้ในการชะหรือแยกตัวอย่างเป็นเฟสเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นของเหลว ทำหน้าที่ในการนำสารตัวอย่างและตัวทำละลายเข้าสู่ stationary phase (ในที่นี้คือ คอลัมน์) เพื่อให้เกิดกระบวนการแยกภายในคอลัมน์

2) Pump ทำหน้าที่ดึงตัวทำละลาย (mobile phase) เข้าสู่ระบบ HPLC

3) Injector / Autosampler ทำหน้าที่ในการฉีดสารตัวอย่างเข้าระบบ HPLC

4) Column หรือจะเรียกว่า stationary phase มีลักษณะเป็นของแข็งหรือเจลเป็นเฟสอยู่กับที่ ทำหน้าที่ให้เกิดกระบวนการแยกของสารที่สนใจ โดยกระบวนการแยกเกิดขึ้นระหว่าง mobile phase กับ stationary phase

5) Detector คือ ตัวตรวจวัดสัญญาณ ทำหน้าที่ในการตรวจวัดสัญญาณของสารที่สนใจที่ได้จากกระบวนการแยก

6.1.2 หลักการทำงาน

เครื่อง HPLC เป็นเครื่องมือใช้สำหรับแยกสารประกอบที่สนใจที่ผสมอยู่ในตัวอย่างโดยกระบวน การแยกสารประกอบที่สนใจจะเกิดขึ้นระหว่างเฟส 2 เฟส คือ เฟสอยู่กับที่ (column) กับเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) จะถูกแยกออกมาในเวลาที่ต่างกัน ซึ่งสารผสมที่อยู่ในตัวอย่างสามารถถูกแยกออกจากกันได้นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้ากันได้ดีของสารนั้นกับ mobile phase หรือ stationary phase สารประกอบตัวไหนที่ สามารถเข้ากันได้ดีกับ mobile phase สารนั้นก็จะถูกแยกออกมาก่อนส่วนสารที่เข้ากันได้ไม่ดีกับ mobile phase หรือเข้ากันได้ดีกับ stationary phase ก็จะถูกแยกออกมาทีหลัง โดยสารที่ถูกแยกออกมาได้นี้จะถูกตรวจวัดสัญญาณด้วยตัวตรวจวัด สัญญาณที่บันทึกได้จากตัวตรวจวัดจะมีลักษณะเป็นพีค (peak) ซึ่งจะเรียกว่า โครมาโตแกรม โดย HPLC สามารถทดสอบได้ทั้งเชิงคุณภาพ และทดสอบเชิงปริมาณ โดยการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน