อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด





รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ปีที่ 4

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. เสวียน เปรมประสิทธิ์ และคณะ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 22 เม.ย. 2556
เลขทะเบียน i.6238427
เลขเรียกหนังสือ ว QK 981 ส9345 2556

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มกราคม 2556

สัญญาเลขที่ R-2553B037

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ปีที่ 4

คณะผู้วิจัย

สังกัด	ชื่อ-สกุล		ตำแหน่ง
1.ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร	รศ.ดร. เสวียน	เปรมประสิทธิ์	หัวหน้าโครงการ
2.ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ผศ.ดร. ดวงพร	เปรมจิต	ผู้ร่วมโครงการ
3.ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	รศ. ปรียานันท์	แสนโภชน์	ผู้ร่วมโครงการ
4.สำนักวิชาเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา	ดร. กิตติ ดร. สันธิวัฒน์ ดร. วิพรพรรณ์ อ. วีระชัย ดร. สุภัค ดร. วาสนา ดร. บุญร่วม	สัจจาวัฒนา พิทักษ์พล เนื่องเม็ก ตีรอรุณศิริ มหัทธนพรรค ณ ฝั่น คิดค้า	ผู้ร่วมโครงการ
5.สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา	ผศ.ดร. นิรมล อ. สิริวัฒน์	รังสยาธร บุญชัยศรี	ผู้ร่วมโครงการ
6.สำนักวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา	ดร.สุขทัย	พงศ์พัฒนศิริ	ผู้ร่วมโครงการ

สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายและโครงสร้างของสังคมพืชป่าเต็งรังในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ปีที่ 4ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้ที่เป็นไม้ยืนต้นในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง สามารถเก็บตัวอย่างไม้ยืนต้นได้ 75 ชนิด โดยไม้ที่เป็นไม้เด่นคือ ไม้เต็ง ไม้รัง และไม้เหียง

การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริอันเนื่องมาจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติในการเป็นพืชให้สีย้อม ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ระหว่างเดือน ธันวาคม 2552-ธันวาคม 2553 โดยใช้วิธีการ point centered quarter method พบพันธุ์พืชทั้งหมด 13 วงศ์ 16 สกุล รวมทั้งสิ้น 18 ชนิด สาบเสือ (*Eupatorium odoratum* Linn.) มีความถี่ที่พบสูงสุด 45.89% คราม (*Indigofera tinctoria* L.) พบความถี่ 7.25% รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth.) พบความถี่ 4.67% ประดู่ป่า (*Terocarpus macrocarpus* Kurz.) พบความถี่ 1.4% กระบก (*Irvingia malayana* Oliv Ex A.) พบความถี่ 1.29% เพกา (*Oroylum indicum* (L.) Kurz.) พบความถี่ 0.58% มะกอกป่า (*Spondias pinnata* Kurz.) พบความถี่ 0.55% และดอกดินแดง (*Aeginetia indica* Roxb.) พบความถี่ต่ำที่สุด 0.48%

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยาทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 4 แหล่งน้ำ ได้แก่อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2553 ผลการศึกษาพบว่าอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 ส่วนบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 5 เมื่อจำแนกแหล่งน้ำโดยใช้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเป็นตัวแบ่ง พบว่าอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic) ส่วนบ่อน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic) ซึ่งควรมีการเฝ้าระวังหรือมาตรการในการฟื้นฟูและลดผลกระทบด้านมลพิษในแหล่งน้ำ

โดยเฉพาะบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่เพื่อให้เป็นแหล่งน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำต่อไป

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้ โดยทำการสำรวจชนิดเห็ดที่มีการดำรงชีวิตเป็นเอคโตไมคอร์ไรซา ในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ผลการสำรวจและเก็บตัวอย่างดอกเห็ดในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา พบเห็ด 14 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 11 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 3 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 ชนิด จากนั้นเก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่องดูการเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแดงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 65.63% เมื่อนำเชื้อเห็ดไปเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์พบว่าเห็ดตับเต่าสามารถเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ได้ จึงทำไปปลูกในต้นกล้าไม้ยืนต้น พบว่าต้นกล้าที่ปลูกด้วยเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญได้ดีกว่าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นไม้ต่อไป

การทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอ (cDNA library) ของกระเจียว(ซับจีนัสยูเคอคูมา) จากการสำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา โดยเก็บรวบรวมและนำมาทำการสกัดอาร์เอ็นเอ หลังจากนั้นทำการสังเคราะห์ First strand cDNA แล้วนำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) นำชิ้นส่วน cDNA มาเชื่อมต่อเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ pTZ57R/T แล้วส่งถ่ายเข้าสู่เซลล์ผู้รับคือ *Escherichia coli* สายพันธุ์ DH5-α บนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-Amplicillin/X-gal agar plate และทำการตรวจสอบแบคทีเรียที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) โดยการแยกพลาสมิดโดยวิธี Alkaline (Maniatis *et al*, 1982) ทำการตรวจสอบพลาสมิดโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะได้แก่ *Eco*RI และ *Pst*I โดยการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Agarose Gel Electrophoresis ปรากฏว่ามีแบคทีเรียที่ได้รับการส่งถ่ายยีนจำนวน 48 โคลนที่ได้รับการส่งถ่ายยีน หลังจากการสุ่มหาลำดับเบสจำนวน 3 โคลนพบว่า มีจำนวน 1 โคลนที่มี cDNA ที่เข้ารหัสเกี่ยวกับยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทธีลีนในดอกไม้ส่วนอีก 2 โคลนเป็นลำดับที่ไม่เหมือนยีนใดใน ฐานข้อมูล Genbank (National Center for Biotechnology Information)

จากการศึกษาความแตกต่างของพืชในกลุ่มปทุมมาและกระเจียว (*Curcuma* spp.) จากตัวอย่าง 4 ชนิดที่สำรวจพบในมหาวิทยาลัยพะเยา โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี (Random Amplified Polymorphic DNA ;RAPD) โดยใช้ไพร์เมอร์แบบสุ่มจำนวน 50 ไพร์เมอร์ และมีไพเมอร์ที่ทำให้เกิด PCR

product 20 ชนิดได้แก่ OPN-02, OPN-03, OPN-09, OPN-12, OPO-14, OPP-11, OPH-15, OPH-17, OPH-19, OPR-15, OPR-20, OPW-O9, OPX-13, OPAU-08, OPM-02, OPAQ-05, OPM-19, OPM-14, OPK-13 และOPU-01 โดยตัวอย่างของพืชจะถูกสกัดจีโนมิคดีเอ็นเอ (Genomic DNA) ด้วยวิธี Doyle and Doyle,1990 และนำไปเพิ่มปริมาณโดยใช้ไพร์เมอร์แต่ละชนิดในเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่ (PCR analysis) (Mallis *et al,* 1984) ผลการวิเคราะห์รูปแบบลายพิมพ์โดยวิธีอาร์อาร์เอพีดีพบว่าไพร์เมอร์OPH-15และ OPH-17 ที่สามารถแสดงแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างระหว่างปทุมมาและกระเจียวได้ โดยไพร์เมอร์ OPH-15 ทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอ4 แถบ ในพืชปทุมมาและ 7 แถบในพืชกระเจียว ในขณะที่ไพร์เมอร์ OPH-17 ทำให้เกิดแถบตัวอย่างในพืชปทุมมา 9 แถบและ 4 แถบในพืชกระเจียว อย่างไรก็ตามพบว่าไพร์เมอร์ชนิดอื่นๆ มีลายพิมพ์จากการทำพีซีอาร์ (PCR product) ที่มีรูปแบบเดียวกันระหว่างพืชปทุมมาและกระเจียว โดยไม่สามารถแสดงแตกต่างกันระหว่างพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวได้

ในการศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อ ทอสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของลิกแนนจากสารสกัดเมทานอลของไม้ยืนต้นที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาในระหว่างเดือนมกราคม 2552 เก็บตัวอย่างพืชได้ทั้งหมด 80 ตัวอย่างจัดอยู่ใน 32 วงศ์ เมื่อนำมาคัดกรองด้วยเทคนิค Thin layer chromatography (TLC) โดยใช้ silica gal 60 F_{254} aluminiun sheet และใช้ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (10:1) เป็นเฟสเคลื่อนที่ พบว่ามี band ที่มีค่า R_f เท่ากับสารมาตรฐาน podophyllotoxin ในพืชตัวอย่างเพียง 15 วงศ์ ได้แก่ Araliaceae, Asclepiadaceae, Bignoniaceae, celastraceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Labiatae,Leguminosae-Caesalpinoideae,Leguminosae-Papiliodeae, Myraceae, Ochnaceae, Opiliaceae, Rubiaceae, และ Strychnaceae จากการคัดกรองด้วย TLC พบลิกแนนในวงศ์ Leguminsae-Papilionoideae มากที่สุด

จากการนำชิ้นส่วนตาเหง้าของพืชสกุลกระเจียว (*Curcuma ecomata* Craib.) มาทำ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้สูตรอาหารพื้นฐาน MS และ สูตรอาหารพื้นฐาน MS ที่เติมฮอร์โมนส์ BA ความเข้มข้น 20 µM จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการชักนำให้เกิดเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์ โดยให้จำนวนหน่อต่อต้นเฉลี่ย 4.06 หน่อต่อต้น ความสูงของต้นเฉลี่ย 3.97 เซนติเมตร และความสมบูรณ์ของต้นอ่อน มีค่าเฉลี่ย 3.83 หน่อต่อต้น

การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบ อัตโนมัติโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ พื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยาการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบการให้

น้ำและปุ๋ยใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคต่อการเจริญเติบโตของผักกูด พบว่าการให้น้ำโดยเซรามิคทรงกลมมีปริมาณเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 341.18 มิลลิลิตร/วัน รองลงมาคือ การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน และการให้น้ำแบบปกติ มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 381.61 และ 1000 มิลลิลิตร/วัน ตามลำดับ ดังนั้นการให้น้ำแบบปกติมีการใช้น้ำสิ้นเปลืองถึง 3 เท่า เมื่อเปรียบกับการให้น้ำแบบเซรามิค ส่วนการเจริญเติบโตของพืชด้านความยาวใบ ปริมาณผลผลิต ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจน ของพืชที่มีการให้น้ำแบบใช้เซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตมากกว่า และระยะเวลาในการออกยอดกับจำนวนยอดที่เกิดใหม่ ของพืชที่มีการให้น้ำแบบใช้เซรามิคทรงกลมมีการเจริญเติบโตดีกว่าชุดการทดลองอื่น แต่เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของเซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวนมีความใกล้เคียงกันจึงถือได้ว่าการใช้น้ำแบบเซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพการเจริญที่ดีกว่า และการทดลองที่ให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตร แก่พืชโดยให้น้ำทุกแบบข้างต้น พบว่าที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร ร่วมกับการให้น้ำใต้ผิวดินจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุด สรุปคือการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและการให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร มีความเหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของผักกูดในการทดลองนี้

โครงการขยายพันธุ์ไม้ป่าสู่ชุมชนในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาพระราชดำริมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ทำการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าในพื้นที่รอบๆมหาวิทยาลัยพะเยา (มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา) จากนั้นนำเมล็ดมาแช่ในสารเคมีชนิดต่างๆเพื่อเพิ่มอัตราการงอก โดยนำเมล็ดสะเดาทำการแช่ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมะเม่าสายทำการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิค 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เมล็ดมะแคว่น ทำการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท 1 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมะข่วงทำการแช่ในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิน 0.05 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดหว้าทำการแช่สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก จากนั้นนำต้นกล้ามาแจกจ่ายให้กับนักเรียน นิสิต บุคลากร และเกษตรกรผู้สนใจ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา มะกอกโอลีฟเป็นพืชที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงสนพระทัยและมีพระราชดำริให้มีการศึกษา วิจัยในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ของประเทศไทยและการให้ผลผลิตน้ำมันมะกอกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การแปรรูปมะกอก เครื่องสำอางค์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยคอก และสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟพันธุ์ Abequina ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตร พบว่า การให้ปุ๋ยสูตร ยูเรีย

(46-0-0) +ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) + สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตราส่วน 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 3) สามารทำให้ต้นมะกอกโอลีฟ มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ค่าความสูงต้นสูงที่สุด เท่ากับ 90.46 เซนติเมตร และยังพบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 2.33 เปอร์เซ็นต์ และ 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับชุดควบคุมที่ไม่มีการให้ปุ๋ย ส่วนการให้ปุ๋ยสูตร ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) +สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตราส่วน 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 2) พบว่าสามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น ได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยให้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.42 เซนติเมตร และ 10.51 กิ่ง ตามลำดับ และยังพบปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุอาหารในดินที่ตกค้างในแปลงทดลองหลังสิ้นสุดการทดลอง มีการตรวจสอบพบไนโตรเจน เท่ากับ 3.5 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม เท่ากับ 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอินทรียวัตุในดินเท่ากับ 4.6 กรัมต่อกิโลกรัม

การทดลองปลูกขยายพันธุ์พืชบางชนิด ที่สำรวจพบในพื้นที่ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อ.เมือง จ.พะเยาการขยายพืชพันธุ์ไม้บางชนิดเช่นพืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ เป็นต้น ที่มีการสำรวจ พบในพื้นที่โครงการฯ โดยการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์พืชต่างๆ จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ มะเกี๋ยง และหว้า ผลการศึกษาพบว่าสารละลายโพแทสเซียมไนเตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดลูกหว้ามีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีความเร็วในการงอก และค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 0.23 และ 44.67 ตามลำดับ และสารละลายโพแทสเซียมไนตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และวิตามินบี 1 ที่ระดับความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมะเกี๋ยงมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากันคือ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 0.22, 0.19 และ0.18 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 40, 52.67 และ 47.67 วัน ตามลำดับ จากนั้นนำต้นกล้ามาเพาะและจดบันทึกข้อมูล การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์พบว่าทั้งต้นกล้าหว้าและต้นกล้ามะเกี๋ยงมีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบที่ใกล้เคียงกัน โดยมีความสูง 22.7-26.3 เซนติเมตร มีความกว้างทรงพุ่ม 17.3-21.2 เซนติเมตร และมีจำนวนใบ 16 ใบ ซึ่งเป็นระยะที่สามารถนำไปแจกจ่ายเพื่อนำไปปลูกขยายพันธุ์ต่อไป

การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่าการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูก พบว่าใบพลวงมีการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด สภาพการให้น้ำซึมผ่านได้เร็วที่สุดคือ ไมยราบ หนาแน่นสูงที่สุดคือ ใบพลวง ปริมาณอินทรียวัตถุในใบรังมีปริมาณสูงสุดคือ 61.42 % การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกหลังพืชผักกูดพบว่าในวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุดคือ 1.717 cm ความแข็งของวัสดุปลูกในสูตร 5 มีความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.23 kg/cm^2 การเจริญของผักกูด ในสูตร 5 มีความสูงมากที่สุด คือ 21.68 cmและวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนต้นมากที่สุด คือ 2 ต้น การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกหลังพืชผักดีงูหว้าพบว่าในวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุดคือ 1.870 cm ความแข็งของวัสดุปลูกในสูตร 2 มีความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.26 kg/cm^2 การเจริญของผักดีงูหว้า ในสูตร 1 มีขนาดใบสมบรูณ์ที่สุด คือ ใบมีความกว้าง 8.74 cm และความยาวของใบ 19.66 cm และวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนการเพิ่มมากที่สุด คือ 4 ใบ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	
	ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1-1
	วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย	1-6
	ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย	1-6
	แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน	1-7
	พื้นที่ศึกษาวิจัย	1-8
2	**ผลการดำเนินงานตามกิจกรรมหลัก**	
	กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช	2-1
	กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมรวบรวมพันธุกรรมพืช	2-1
	กิจกรรมที่ 3 ปลูกรักษาพันธุกรรมพืช	2-1
	กิจกรรมที่ 4 อนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช	2-2
	กิจกรรมที่ 5 ศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช	2-4
	กิจกรรมที่ 6 วางแผนพัฒนาพันธุ์พืช	2-5
3	**การศึกษาความหลากหลายและโครงสร้างของสังคมพืชป่าเต็งรังในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยาอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา**	
	ที่มาและความสำคัญ	3-1
	วัตถุประสงค์	3-2
	ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3-2
	ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย	3-3
	ผลการวิจัย	3-10
	เอกสารอ้างอิง	3-74

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา**	
	ที่มาและความสำคัญ	4-1
	วัตถุประสงค์	4-1
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	4-2
	ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	4-2
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4-4
	วิธีการดำเนินงานวิจัย	4-7
	ผลการวิจัย	4-13
	สรุปผลการศึกษา	4-61
	เอกสารอ้างอิง	4-62
5	**การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**	
	ที่มาและความสำคัญ	5-1
	วัตถุประสงค์	5-2
	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	5-3
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5-15
	วิธีการวิจัย	5-17
	ผลการศึกษา	5-20
	สรุปผลการศึกษา	5-38
	เอกสารอ้างอิง	5-39
6	**ความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้**	
	ที่มาและความสำคัญ	6-1
	วัตถุประสงค์	6-1
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6-1

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
6	ความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้(ต่อ)	
	วิธีการดำเนินการวิจัย	6-7
	ผลการทดลอง	6-10
	วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	6-14
	เอกสารอ้างอิง	6-16
7	การทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว	
	ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	7-1
	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	7-3
	ขอบเขตของการวิจัย	7-3
	สถานที่ทำการวิจัย ทดลองหรือเก็บข้อมูล ระยะเวลาทำการวิจัย	7-3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7-3
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7-3
	อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	7-7
	ผลการศึกษา	7-20
	สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย	7-33
	เอกสารอ้างอิง	7-35
8	การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวโดยเทคนิคอาร์เอพีดี	
	ที่มาและความสำคัญ	8-1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8-2
	ขอบเขตของการวิจัย	8-2
	สถานที่ทำการวิจัย ทดลองหรือเก็บข้อมูล ระยะเวลาทำการวิจัย	8-2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8-2
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8-2

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
8	การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว โดยเทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)	
	อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	8-20
	ผลการวิจัย	8-27
	สรุปผลการวิจัย	8-30
	เอกสารอ้างอิง	8-32
9	การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากพืชการคัดกรองสารยับยั้งการเจริญเติบจุลินทรีย์ของสารลิกแนนที่สกัดจากพืชในเขตบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา	
	ความเป็นมาของปัญหา	9-1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9-3
	ขอบเขตของการวิจัย	9-3
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9-5
	ผลการวิจัย	9-48
	บทสรุป	9-101
	เอกสารอ้างอิง	9-114
10	การเพิ่มจำนวนต้นของพืชสกุลกระเจียว ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	
	ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	10-1
	ทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการตรวจเอกสาร	10-4
	วิธีการศึกษาวิจัย	10-6
	ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	10-9
	เอกสารอ้างอิง	10-19
11	การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา	
	ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	11-1
	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	11-2

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
11	**การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา (ต่อ)**	
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	11-2
	ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย	11-3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11-3
	ทบทวนเอกสาร	11-3
	วิธีการศึกษาวิจัย	11-27
	ผลการศึกษาวิจัย	11-35
	สรุปผลการศึกษาวิจัย	11-51
	เอกสารอ้างอิง	11-55
12	**โครงการขยายพันธุ์ไม้ป่าสู่ชุมชนในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**	
	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	12-1
	วัตถุประสงค์	12-2
	ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12-2
	ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย	12-6
	ผลการวิจัย	12-7
	สรุปและอภิปรายผล	12-16
	เอกสารอ้างอิง	12-17
13	**การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**	
	ที่มาและความสำคัญ	13-1
	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	13-2
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	13-2
	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	13-2

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
13	**การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา (ต่อ)**	
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13-2
	วิธีการทดลอง	13-16
	ผลการทดลอง	13-19
	วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	13-28
	เอกสารอ้างอิง	13-30
14	**การทดลองปลูกขยายพันธุ์พืชบางชนิด ที่สำรวจพบในพื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อ.เมือง จ.พะเยา**	
	ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย	14-1
	วัตถุประสงค์	14-2
	ทบทวนวรรณกรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14-2
	ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย	14-5
	สรุปและอภิปรายผลการศึกษาวิจัย	1-12
	เอกสารอ้างอิง	14-14
15	**การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่า**	
	ความเป็นมาของแผนงานวิจัย	15-1
	วัตถุประสงค์โครงการวิจัย	15-1
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	15-1
	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	15-2
	การทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15-3
	วิธีดำเนินการวิจัย	15-21
	ผลการศึกษาวิจัย	15-25
	สรุปผลการวิจัย	15-14
	เอกสารอ้างอิง	15-43

สารบัญตาราง

บทที่			หน้า
3	**การศึกษาความหลากหลายและโครงสร้างของสังคมพืชป่าเต็งรังใน มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาอำเภอเมืองจังหวัดพะเยา**		
ตารางที่	1	พันธุ์ไม้ที่สำรวจพบในป่าเต็งรังบริเวณป่ามหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ในปี 2551-2553	3-4
4	**การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา**		
ตารางที่	1	พืชที่ให้สีย้อมโทนสีกลุ่มต่าง ๆ	4-5
ตารางที่	2	ชนิด และจำนวนพันธุ์พืชที่คาดว่าให้สีย้อม ที่สำรวจพบบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา ทั้ง 80 จุด	4-18
ตารางที่	3	แสดงข้อมูลพันธุ์พืชให้สีย้อม ที่สำรวจพบบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา ทั้ง 80 จุด	4-30
5	**การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**		
ตารางที่	1	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ หน่วยการวัด และเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำ	5-19
6	**ความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้**		
ตารางที่	1	ชนิดเห็ดที่พบในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา	6-10
ตารางที่	2	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาในรากพืช	6-12
ตารางที่	**3**	**การเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า**	**6-13**

สารบัญตาราง(ต่อ)

บทที่			หน้า
	10	**การเพิ่มจำนวนต้นของพืชสกุลกระเจียว ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**	
ตารางที่	1	แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของกระเจียวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารที่ไม่เติมฮอร์โมน (อายุ 8 สัปดาห์)	10-11
ตารางที่	2	แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของ กระเจียวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารที่เติม 10 μM BA (อายุ 8 สัปดาห์)	10-12
ตารางที่	3	แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของ กระเจียวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารที่เติม 20 μM BA (อายุ 8 สัปดาห์)	10-13
ตารางที่	4	แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของกระเจียวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารที่เติม 30 μM BA (อายุ 8 สัปดาห์)	10-14
ตารางที่	5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนหน่อ ในอาหารสูตรต่างๆ	10-15
ตารางที่	6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว (ซม.)ในอาหารสูตรต่างๆ	10-15
ตารางที่	7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสมบูรณ์ของต้น และราก ในอาหารสูตรต่างๆ	10-16
ตารางที่	8	ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ จำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ของกระเจียวขาว ในสภาพปลอดเชื้อ (อายุ 8 สัปดาห์)	10-16
	11	**การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**	
ตารางที่	1	**คุณสมบัติการไหลของน้ำที่ระดับความสูงต่างๆ**	11-35
ตารางที่	2	**ปริมาณการให้น้ำแก่พืช (เฉลี่ย 40 วัน)**	11-37
ตารางที่	3	**ปริมาณการคายระเหย การระเหยจากผิวดิน และการคายน้ำของพืช**	11-39

บทที่			หน้า
	13	**การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟในพื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**	
ตารางที่	1	ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในมูลสัตว์	13-12
ตารางที่	2	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟสายพันธุ์ arbequinaที่ปลูกทดสอบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงปีที่ 2	13-12
ตารางที่	3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของต้นมะกอกโอลีฟ	13-21
ตารางที่	4	ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบมะกอกโอลีฟ	13-25
	14	**การทดลองปลูกขยายพันธุ์พืชบางชนิด ที่สำรวจพบในพื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อ.เมือง จ.พะเยา**	
ตารางที่	1	ผลของสารเคมีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอก และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก ของเมล็ดลูกหว้า	14-8
ตารางที่	2	ผลของสารเคมีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอก และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก ของเมล็ดมะเกี๋ยง	14-9
	15	**การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่า**	
ตารางที่	1	อิทธิพลของอินทรียวัตถุต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืช	15-16
ตารางที่	2	คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของวัสดุปลูก	15-27
ตารางที่	3	คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก	15-28

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
5	**การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในพื้นที่ปกป้องพันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**		
ภาพที่	16	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ(µg/l)ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553	5-33
6	**ความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้**		
ภาพที่	1	การเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดในรากพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์	6-8
ภาพที่	2	ขั้นตอนการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าให้แก่พืชอาศัย	6-9
ภาพที่	3	ลักษณะเห็ดที่สำรวจพบ	6-11
ภาพที่	4	ภาพแสดงลักษณะการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่ากับพืชอาศัย	6-13
7	**การทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว**		
ภาพที่	1	แสดงการบดตัวอย่างกระเจียวโดยใช้ไนโตรเจนเหลว	7-12
ภาพที่	2	ลักษณะอาร์เอ็นเอทั้งหมดที่สกัดได้จากพืชตัวอย่าง	7-20
ภาพที่	3	ลักษณะแถบดีเอ็นเอทั้งหมดที่ผ่านกระบวนการพีซีอาร์	7-21
ภาพที่	4	แสดงดีเอ็นพาหะ pTZ57R/T vector ที่ใช้ในปฏิกิริยาการเชื่อม (ligation)	7-22
ภาพที่	5	แสดงลักษณะโคโลนีฟ้า-ขาวจากการส่งถ่ายดีเอ็นเอ	7-23
ภาพที่	6	ลักษณะแถบดีเอ็นเอของพลาสมิดดีเอ็นเอ จากการสกัดพลาสมิดช่องที่ M คือ λ/*Pst*I marker	7-24
ภาพที่	**7**	**ลักษณะแถบดีเอ็นเอของพลาสมิดดีเอ็นเอ ที่ตรวจสอบโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ**	7-24

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
8	**การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว โดยเทคนิคอาร์เอพีดี**		
ภาพที่	1	ลักษณะดีเอ็นเอที่สกัดได้จากปทุมมาและกระเจียว ลูกศรแสดงแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏหลังจากตรวจสอบด้วยUV transilluminator	8-27
ภาพที่	2	ลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจียวโดยใช้ primerOPH-15	8-28
ภาพที่	3	ลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจียวโดยใช้ primer OPH-17	8-28
ภาพที่	4	แสดงลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจียวโดยใช้ primer OPX-13	8-29
ภาพที่	5	แสดงลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจียวโดยใช้ primer OPAU-08	8-30
ภาพที่	11	ปริมาณไนเตรท(mg/l)ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553	5-28
9	**การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากพืชการคัดกรองสารยับยั้งการเจริญเติบจุลินทรีย์ของสารลิกแนนที่สกัดจากพืชในเขตบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา**		
ภาพที่	1	แสดงการสังเคราะห์ลิกแนน	9-6
ภาพที่	2	แสดงโครงสร้างแกนหลัก C6C3	9-7
ภาพที่	3	แสดงสูตรโครงสร้างพื้นฐานของลิกแนนDibenzylbutanelignans	9-7
ภาพที่	4	แสดงสูตรโครงสร้างพื้นฐานของลิกแนนAryltetralinlignans	9-7

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
9	**การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากพืชการคัดกรองสารยับยั้งการเจริญเติบจุลินทรีย์ของสารลิกแนนที่สกัดจากพืชในเขตบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา**		
ภาพที่	5	แสดงสูตรโครงสร้างพื้นฐานของลิกแนนDibenzocyclooctanelignans	9-8
ภาพที่	6	แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนนSecoisolariciresinol	9-10
ภาพที่	7	แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนนMartairesinol	9-10
ภาพที่	8	แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนนLarisiresinol	9-10
ภาพที่	9	แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนนHydroxymartairesinol	9-11
ภาพที่	10	แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนนPinoresinol	9-11
ภาพที่	11	แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนนPodophyllotoxin	9-11
ภาพที่	12	แสดงเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา	9-32
ภาพที่	13	แสดงเขตพื้นที่ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ใช้ในการวิจัย	9-32
ภาพที่	14	แสดงลักษณะการเก็บตัวอย่างไม้ยืนต้น	9-33
ภาพที่	15	แสดงตัวอย่างพืชหลังจากการเตรียมให้เป็นผง	9-33
ภาพที่	16	แสดงการสกัดหยาบเมทานอลของตัวอย่างไม้ยืนต้น	9-35
ภาพที่	17	แสดงสถานะของสารสกัดหยาบเมทานอล	9-36
ภาพที่	18	แสดงสีของสารสกัดหยาบเมทานอล	9-36
ภาพที่	19	แสดงลักษณะการ spot สารลงบนแผ่น TLC	9-37
ภาพที่	20	แสดง TLC Chromatogram of methanol extracts and podophyllotoxin	9-38
ภาพที่	21	แสดงเส้นใยเชื้อราที่เจริญอาหาร PDA	9-39
ภาพที่	22	แสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราด้วยวิธี Agar disc diffusion	9-39
ภาพที่	23	แสดง inhibition zone ที่เกิดจากฤทธิ์ต้านเชื้อราของดิสก์ทดสอบ	9-40

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
9	**การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากพืชการคัดกรองสารยับยั้งการเจริญเติบ จุลินทรีย์ของสารลิกแนนที่สกัดจากพืชในเขตบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย นเรศวรพะเยา**		
ภาพที่	24	แสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วยวิธี Agardisc diffusion	9-42
ภาพที่	25	แสดง inhibition zone ที่เกิดจากฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของดิสก์ทดสอบ	9-43
ภาพที่	26	แสดงการ fractionation สารสกัดหยาบเมทานอลของไม้ยืนต้นที่คัดกรองได้บนแผ่น PLC	9-44
ภาพที่	27	แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยวิธี Thin layer chromatography	9-46
ภาพที่	28	แสดงจำนวนตัวอย่างสารสกัดที่แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ระดับต่างๆ	9-75
ภาพที่	29	แสดงต้นดาวราย การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย	9-76
ภาพที่	30	แสดงต้นเพกา การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา	9-77
ภาพที่	31	แสดงต้นมะห้า การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า	9-78
ภาพที่	32	แสดงต้นปี้พง การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบ เมทานอลเปลือกปี้พง	9-79
ภาพที่	33	แสดงต้นตีนนก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบตีนนก	9-80
ภาพที่	34	แสดงต้นแสลงใจ การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกแสลงใจ	9-81
ภาพที่	35	แสดงต้นยอป่า การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบยอป่า	9-82

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
9	**การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากพืชการคัดกรองสารยับยั้งการเจริญเติบ จุลินทรีย์ของสารลิกแนนที่สกัดจากพืชในเขตบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย นเรศวรพะเยา**		
ภาพที่	36	แสดงต้นสลีนก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย จากสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งสลีนก	9-83
ภาพที่	37	แสดงต้นสักขี้ไก่ การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้าน แบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่	9-84
ภาพที่	38	แสดงต้นสัก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสัก	9-85
ภาพที่	39	แสดงต้นเพกา การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเพกา	9-86
ภาพที่	40	แสดงต้นทองหลางป่า การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TCL และฤทธิ์ต้าน แบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบทองหลางป่า	9-87
ภาพที่	41	แสดงต้นสลีนก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสลีนก	9-88
ภาพที่	42	แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Xanthomonasoryzaepv.oryzaeจาก fraction สาร สกัดหยาบเมทานอลใบเพกา	9-94
ภาพที่	43	แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Xanthomonasoryzaepv. oryzaeจาก fraction **สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย**	9-95
ภาพที่	44	**แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย** Xanthomonasoryzaepv. oryzaeจาก fraction **สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่**	9-95

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
10	**การเพิ่มจำนวนต้นของพืชสกุลกระเจียว ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**		
ภาพที่	1	*Curcuma ecomata*Craib.	10-3
ภาพที่	2	ต้นอ่อนเลี้ยงในอาหารสูตร MS + BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ อายุ 8 สัปดาห์	10-17
ภาพที่	3	ต้นอ่อนเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 20 μM BA อายุ 8 สัปดาห์	10-18
11	**การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**		
ภาพที่	1	ลักษณะโครงสร้างของเฟิร์น	11-17
ภาพที่	2	ต้นผักกูด A) ขนาดใหญ่ B) ขนาดกลาง C) ขนาดเล็ก	11-24
ภาพที่	3	เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน	11-24
ภาพที่	4	โรงเรือนเพาะปลูก	11-25
ภาพที่	5	ดินสำหรับปลูก A) ดินภายในมหาวิทยาลัยพะเยา B) ดินปลูก C) ดินผสมที่ใช้ในการปลูก	11-25
ภาพที่	6	ภาพจำลองตัวอย่างการทดลอง	11-28
ภาพที่	7	การปลูกพืชโดยใช้เซรามิครูพรุน	11-29
ภาพที่	8	การปลูกพืชแบบธรรมดา	30
ภาพที่	9	การทดสอบอัตราการไหลของน้ำ	31
ภาพที่	10	วัดการยุบตัวของหน้าดิน	11-32
ภาพที่	11	การวัดความแข็งของหน้าดิน	11-33
ภาพที่	12	การย่อยตัวอย่าง A) ก่อนย่อย B) ย่อยตัวอย่าง C) หลังย่อย	11-34
ภาพที่	13	การกลั่นไนโตรเจน A) ชุดอุปกรณ์การกลั่น B) สารละลายสีม่วงแดง C) สารละลายสีเขียว	11-35
ภาพที่	14	กราฟแสดงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูก	11-36
ภาพที่	15	กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศของโรงเรือนเพาะปลูก	11-36
ภาพที่	16	กราฟแสดงระดับความชื้นของดินในกระถาง	11-38

สารบัญภาพ(ต่อ)

บทที่			หน้า
11	**การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**		
ภาพที่	18	กราฟแสดงประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช	11-40
ภาพที่	19	กราฟแสดงประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช	11-41
ภาพที่	20	กราฟแสดงการยุบตัวของหน้าดิน	11-42
ภาพที่	21	กราฟแสดงค่าความแข็งของหน้าดินก่อนและหลังการทดลอง	11-43
ภาพที่	22	กราฟแสดงความยาวใบของต้นผักกูด A) ให้น้ำแบบปกติ B) ให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลม	11-44
ภาพที่	23	กราฟแสดงจำนวนยอดของผักกูด	11-45
ภาพที่	24	กราฟแสดงระยะเวลาในการออกยอด	11-46
ภาพที่	25	กราฟแสดงปริมาณผลผลิต	11-47
ภาพที่	26	กราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์	11-48
ภาพที่	27	กราฟแสดงปริมาณไนโตรเจนในพืชก่อนปลูก และหลังปลูก	11-49
13	**การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**		
ภาพที่	1	มะกอกโอลีฟ(Olive, *Oleaeuropaea* L.)	6-4
ภาพที่	2	ดอกของมะกอกโอลีฟ(Olive, *O. europaea* L.	6-6
ภาพที่	3	สายพันธุ์arbequina	6-8
ภาพที่	4	ผังแปลงทดลองตามการวางแผนการทดลองแบบ (RCBD).	6-17
ภาพที่	5	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟสายพันธุ์ arbequinaที่ปลูกทดสอบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงปีที่ 2	6-20
ภาพที่	6	ความสูงของต้นมะกอกโอลีฟหลังการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ	6-22
ภาพที่	7	เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นมะกอกโอลีฟหลังการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ	6-22
ภาพที่	8	จำนวนกิ่งต่อต้นของต้นมะกอกโอลีฟหลังการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ	6-23

บทที่			หน้า
13	**การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา**		6-23
ภาพที่	9	การเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟที่มีการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีต่าง ๆ	6-23
ภาพที่	10	แปลงปลูกมะกอกโอลีฟพันธุ์ abequinaอายุ 2 ปี ณ มหาวิทยาลัยพะเยา	624
ภาพที่	11	ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ในใบมะกอกโอลีฟ	6-26
ภาพที่	12	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในใบมะกอกโอลีฟ	6-26
ภาพที่	13	ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในใบมะกอกโอลีฟ	6-27
14	**การทดลองปลูกขยายพันธุ์พืชบางชนิด ที่สำรวจพบในพื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อ.เมือง จ.พะเยา**		
ภาพที่	1	ลักษณะของต้นหว้า ผลหว้าดิบ ผลหว้าสุก และเมล็ดหว้า	14-6
ภาพที่	2	ลักษณะของผลมะเกี๋ยงดิบ ผลมะเกี๋ยงสุก และเมล็ดมะเกี๋ยง	14-7
ภาพที่	3	ลักษณะต้นกล้าหว้า	14-10
ภาพที่	4	ลักษณะต้นกล้ามะเกี๋ยง	14-11
ภาพที่	5	การเจริญเติบโตของต้นกล้าหว้าเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์	14-11
ภาพที่.	6	การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเกี๋ยงเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์	14-12
15	**การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่า**		
ภาพที่	1	องค์ประกอบของดินที่เหมาะแก่การปลูกพืช (%โดยปริมาตร)	15-15
ภาพที่	2	แสดงค่าการยุบตัวที่ระยะเวลาต่างๆของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ	15-28
ภาพที่	3	แสดงค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติหลังปลูกผักกูด	15-29
ภาพที่	4	แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติที่ระยะเวลาต่างๆ	15-30
ภาพที่	5	แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติหลังปลูกผักกูด	15-30
ภาพที่	6	แสดงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ	15-31

บทที่ หน้า

15 การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่า

ภาพที่ 7 แสดงค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ 15-31

ภาพที่ 8 แสดงปริมาณอินทรียวัตถุก่อนและหลังการปลูกพืชผักกูด 15-32

ภาพที่ 9 แสดงความสูงของผักกูดที่ระยะเวลาต่างๆ ในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ 15-32

ภาพที่ 10 แสดงความสูงของผักกูดหลังการศึกษาในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ 15-33

ภาพที่ 11 แสดงจำนวนต้นของผักกูดหลังปลูกในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ 15-34

ภาพที่ 12 แสดงค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกในระยะเวลาต่างๆ 15-34

ภาพที่ 13 แสดงค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชดีงูหว้า 15-35

ภาพที่ 14 แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชดีงูหว้าในระยะเวลาต่างๆ 15-35

ภาพที่ 15 แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชดีงูหว้า 15-36

ภาพที่ 16 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ 15-37

ภาพที่ 17 แสดงค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกจากกันกระถางของวัสดุปลูกวัสดุปลูก 15-37

ภาพที่ 18 แสดงปริมาณอินทรียวัตถุก่อนและหลังการปลูกพืชดีงูหว้า 15-38

ภาพที่ 19 แสดงค่าความยาวของใบพืชที่ระยะเวลาต่างๆ 15-39

ภาพที่ 20 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพืชที่ระยะเวลาต่างๆ 15-39

ภาพที่ 21 แสดงการเจริญของพืชดีงูหว้าในวัสดุปลูกแต่ละสูตร 15-40

ภาพที่ 22 แสดงจำนวนต้นของผักดีงูหว้าหลังปลูกในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ 15-40

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตั้งอยู่ที่บริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยที่ดินจำนวน 5,727 ไร่ ซึ่งเป็นที่ดินสาธารณะประโยชน์ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทย จำนวน 1,147 ไร่ และที่ป่าสงวนแห่งชาติ มีสภาพป่าเป็นป่าเต็งรังที่มีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง ภายใต้การกำกับดูแลของกรมป่าไม้ จำนวน 4,580 ไร่ ซึ่งขณะนี้ได้รับอนุญาตให้มหาวิทยาลัยใช้ประโยชน์เรียบร้อยแล้ว ในอดีตตำบลแม่กาพื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อมหาวิทยาลัยมีการเปิดเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2542 ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งทำให้ความสัมพันธ์ของคนกับป่าไม้เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามพื้นที่ส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ยังคงมีสภาพเป็นป่าอยู่ โดยส่วนใหญ่จะเป็นป่าผลัดใบ ได้แก่ ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ แต่ในระยะยาวสภาพผืนป่าดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพของการเติบโตของชุมชนโดยรอบ ซึ่งมีผลทำให้ป่าที่เหลืออยู่มีความเสื่อมโทรมหรือลดจำนวนลง ดังนั้นเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของป่าไม้ควรมีการศึกษาถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและควรมีการวางแผนการจัดการ การอนุรักษ์ป่าไม้ให้คงอยู่ต่อไป

หน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ

การดำเนินโครงการอนุรักษ์พันธ์พืช ณ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีการประสานการดำเนินงานกับจังหวัดและหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อร่วมกันพิจารณาวางแผนดำเนินงาน มหาวิทยาลัยนเรศวรจังหวัดพิษณุโลก รับผิดชอบในการอนุรักษ์พรรณพืช เพื่อดำเนินการเป็นธนาคารพืชพรรณ และทำการขึ้นทะเบียนรหัสต้นพืชที่มีอยู่เดิมและหายากใกล้สูญพันธ์ไปปลูกรักษาพันธุกรรมและที่สำคัญทำการศึกษาพืชพรรณและความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) เพื่อสร้างฐานองค์ความรู้ทางวิทยาการที่จะนำไปสู่การอนุรักษ์และพัฒนา จัดทำศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช โดยเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างศูนย์ข้อมูลพรรณพฤกษชาติ หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชกับศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช สวนจิตรดา โดยให้ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุกรรมพืชของหน่วยงานต่างๆ สื่อถึงกันในระบบเดียวกัน

กิจกรรมที่มหาวิทยาลัยนเรศวรร่วมสนองพระราชดำริ

มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้สนองพระราชดำริโดยดำเนินการในกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ กิจกรรมปกป้องพันธุกรรมพืช ประกอบด้วย การสำรวจกำหนดขอบเขตพื้นที่ปกปัก หาพิกัดและจัดทำ

แผนผัง ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ศึกษาด้านชีววิทยา นิเวศวิทยาและสัณฐานพืช จัดเก็บข้อมูลในศูนย์ข้อมูล ป้องกันและดูรักษาพื้นที่ปกปักรักษาพื้นที่ป่า ทั้งนี้เพื่ออนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่แห่งนี้ให้เป็นห้องปฏิบัติการธรรมชาติวิทยา สำหรับใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับพืชพรรณและสภาพทางนิเวศวิทยาป่าไม้ กิจกรรมการปลูกรักษาพันธุ์พืช ประกอบด้วย การปลูกรักษาต้นพืชมีชีวิตในลักษณะป่าพันธุกรรมพืช การสำรวจสภาพพื้นที่และสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ขยายพันธุ์พืชโดยการสร้างเรือนเพาะชำกล้าไม้ เพื่อฟื้นฟูพื้นที่โดยการปลูกพืชพรรณไม้เพิ่มเติมและคัดเลือกสายพันธุ์พืชเพื่อนำขยายผลในการเพาะปลูกในพื้นที่ใกล้เคียงต่อไป กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช ประกอบไปด้วยการสำรวจเก็บรวบรวมและปลูกรักษาไว้ มาศึกษาประเมินในสถานภาพธรรมชาติและแปลงทดลองทางด้านสัณฐานวิทยา สรีระวิทยา การปลูกเลี้ยง และการศึกษาประเมินในห้องปฏิบัติการโดยศึกษาด้านโภชนาการ องค์ประกอบ รงควัตถุ กลิ่น การใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาคุณสมบัติและคุณภาพในแต่ละสายต้น ทั้งนี้เพื่ออนุรักษ์ให้เกิดความยั่งยืนในการพัฒนาและใช้ประโยชน์ให้เกิดผลในทางเศรษฐกิจแก่ชุมชน นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมอื่นๆ อีก เช่น กิจกรรมศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช กิจกรรมสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและกิจกรรมอื่นๆ เพื่อสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เช่น การศึกษารวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่น การจัดทำเอกสารเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ การจัดอบรม เจ้าหน้าที่และเกษตรกร การสำรวจและทำแผนที่ชุดดิน การวิเคราะห์ดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตลอดจนการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ซึ่งปีที่ผ่านมา คณะนักวิจัยได้ร่วมปรึกษาหารือเพื่อระดมความคิดเห็นของนักวิจัยในการจัดทำแผนวิจัยให้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมหลักที่กำหนดไว้ และเพื่อเป็นการพัฒนาการศึกษาวิจัยให้ก้าวเข้าสู่ความเป็นเลิศ นำไปสู่การเกิดศูนย์กลางของการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ทั้งนี้จากการประชุมในวันที่ 15 กันยายน 2550 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ซึ่งมีผู้เข้าร่วมประชุม 14 คน ในที่ประชุม ดร.ปิยรัษฎ์ เจริญทรัพย์ รองหัวหน้าสำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ฝ่ายวิชาการ ได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช

เป็นกิจกรรมที่มีแนวปฏิบัติ ให้มีการปกปักพื้นที่ป่าธรรมชาติให้มีการกระจายทั่วประเทศ โดยให้ประชาชนร่วมกันปกปักรักษา จากนั้นให้มีการสำรวจขึ้นทะเบียน ทำรหัสประจำต้น ทำการศึกษาด้านชีววิทยา สนับสนุนให้มีอาสาสมัครระดับหมู่บ้านในการปกปักรักษาป่า ซึ่งหากรักษาป่าดั้งเดิมไว้ได้ก็จะรักษาป่าพันธุกรรมดั้งเดิมไว้ด้วยเช่นกัน และสามารถจะทำการศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้เมื่อมีความพร้อม

2. กิจกรรมสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช

เป็นกิจกรรม ที่ดำเนินการสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมในพื้นที่ที่กำลังจะเปลี่ยนแปลงหรือสูญสิ้นไปจากการพัฒนา เช่น การทำอ่างเก็บน้ำ ทำถนน การพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรกรรม หรือ การทำโรงงานอุตสาหกรรม การทำบ้านจัดสรร ฯลฯ ซึ่งพันธุกรรมในพื้นที่เหล่านั้นจะสูญสิ้นหรือเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงต้องมีการส่งเจ้าหน้าที่อาสาสมัครออกสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืชในรูปเมล็ด กิ่ง ต้นด้วย แม้พื้นที่นั้นจะอยู่นอกพื้นที่ความรับผิดชอบ ของพื้นที่สำรวจ

3. กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช

เป็นกิจกรรมต่อเนื่องจากกิจกรรมการสำรวจ เก็บรวบรวมโดยการนำพันธุกรรมไปเพาะปลูกในพื้นที่ที่ปลอดภัย หรือในพื้นที่ศูนย์วิจัยและสถานีทดลอง

4. กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช

เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการประเมินพันธุกรรมพืชที่สำรวจเก็บรวบรวมมา และปลูกรักษาไว้โดยการศึกษาประเมินในสภาพธรรมชาติ แปลงทดลอง ในด้านสัณฐานวิทยา ชีววิทยา สรีรวิทยา การปลูกเลี้ยง การเขตกรรม สำหรับในห้องปฏิบัติการมีการศึกษาด้านโภชนาการ องค์ประกอบ รงควัตถุ กลิ่น การใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่นการศึกษาด้านชีวโมเลกุล และการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อศึกษาคุณสมบัติคุณภาพในแต่สะสายพันธุ์ โดยความร่วมมือจากคณาจารย์ นักวิจัยของมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย ศูนย์วิจัยและสถานีทดลองต่างๆ

5. กิจกรรมศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช

เป็นการดำเนินงานของศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืชที่สวนจิตรลดา โดยการบันทึกข้อมูลจากการสำรวจเก็บรวบรวม ศึกษาวิจัย การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งงานจัดทำฐานข้อมูลพรรณไม้แห้ง โดยทำการบันทึกในคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลพันธุกรรมพืชของประเทศ

6. กิจกรรมวางแผนพัฒนาพันธุ์พืช

เป็นกิจกรรมที่นำข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืชที่ได้จากการศึกษาวิจัย การสำรวจเก็บรวบรวม การปลูกรักษาพันธุกรรมพืช โดยการนำพันธุ์พืชมาให้ผู้เชี่ยวชาญศึกษาวิจัย และการวางแผนพัฒนาพันธุ์พืชเพื่อให้มีพันธุ์พืชตามความต้องการในอนาคต โดยเป็นการวางแผนระยะยาวว่าจะมีพันธุ์พืชลักษณะต่างๆ ตามความต้องการในแต่ละช่วงเวลา เป็นการพัฒนาจากการคาดการล่วงหน้า ซึ่งเมื่อได้แผนพัฒนาพันธุ์พืชแต่ละชนิดแล้ว จะนำทูลเกล้าฯถวายสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารีเพื่อทรงมีพระราชวินิจฉัย และพระราชทาน ให้กับหน่วยงานที่มีการพัฒนา ปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไป เช่น กรมวิชาการเกษตร ศูนย์บริการการพัฒนา ขยายพันธุ์ไม้ดอก เป็นต้น

7. กิจกรรมสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

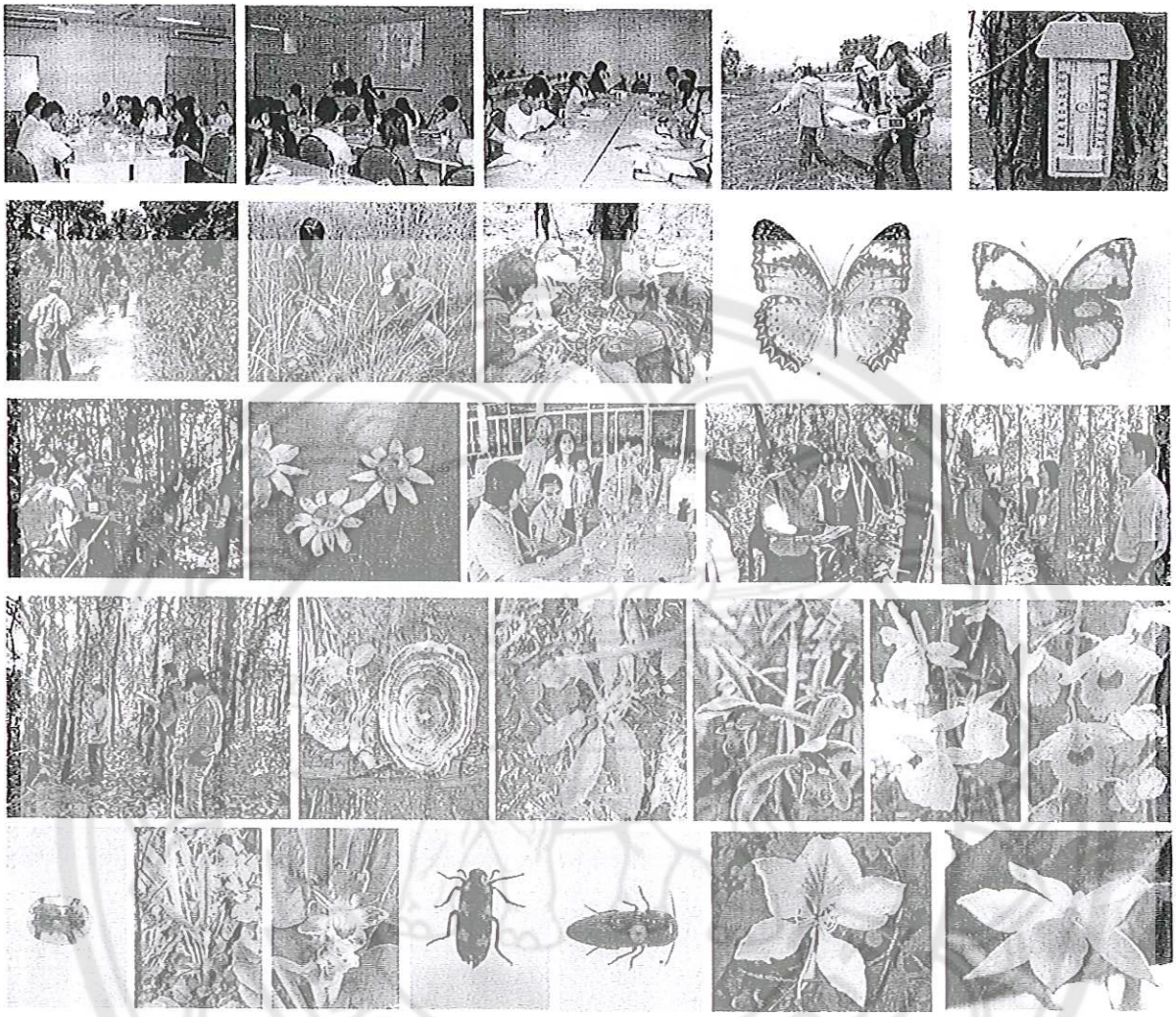
เป็นกิจกรรมที่ปลูกจิตสำนึกให้เยาวชนบุคคลทั่วไป ให้เข้าใจถึงความสำคัญและประโยชน์ของพันธุกรรมพืช ให้รู้จักหวงแหนรู้จักการนำไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ซึ่งมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการ การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรของประเทศ ซึ่งพระราชทานพระราชดำริ ให้ดำเนินการกับเยาวชน โดยการฝึกอบรมให้เห็นประโยชน์ ความงดงาม เกิดความปิติที่จะทำการอนุรักษ์ แทนที่จะสอนให้อนุรักษ์แล้วเกิดความเครียด โดยการใช้ "สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน" เป็นสื่อ

8. กิจกรรมพิเศษสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เยาวชนและบุคคลภายนอกได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติในสาขาต่างๆ ตามความถนัดและสนใจ โดยมีคณาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาให้คำปรึกษาและแนวทางการศึกษา จัดตั้งเป็นชมรมนักพฤกษศาสตร์ อพ.สธ. และชมรมนักชีววิทยา อพ.สธ. ซึ่งจะเป็นผู้นำในการถ่ายทอดความรู้และสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรของประเทศ ให้แก่เยาวชนต่อไป

จากการสำรวจความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในปีแรก พบว่า ในสังคมพืชป่าเต็งรังมีพันธุ์ไม้ จำนวน 106 ชนิด 41 วงศ์, พบเฟิร์น 17 ชนิด 8 วงศ์, พบแมลง 9 อันดับ, พบสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช 40 ชนิด 5 ดิวิชั่น, พืชสมุนไพร พบ 26 วงศ์ 40 สกุล, ไม้วงศ์ขิง 15 ชนิด 5 วงศ์, กล้วยไม้ป่า 12 ชนิด, เห็ด 37 ชนิด 10 อันดับ นอกจากนี้มีการทำวิจัยการประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชไม้ป่าบางชนิด ได้แก่ เมล็ดสะเดา มะข่วง มะแคว่น และมะเม่า โดยศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอก การทำลายการพักตัวของเมล็ด โดยวิธีการต่างๆ ได้แก่วิธีกล เช่น การขัดด้วยทราย การขัดด้วยกระดาษทราย และการใช้สารเคมี จากการศึกษาพบว่าการใช้สารเคมี สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดได้ดีกว่าการใช้วิธีกล

สำหรับการดำเนินการสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืชในพื้นที่ อพ.สธ. มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ปีที่ 2 พบว่า ในสังคมพืชป่าเต็งรัง มีพันธุ์ไม้อย่างน้อย 79 ชนิด 35 วงศ์, พืชมีเนื้อไม้ 58 ชนิด 19 วงศ์ 35 สกุล, พบแมลง 59 ตัวอย่าง จำแนกได้เป็น 10 วงศ์, พบพรรณไม้น้ำ จำนวน 22 ชนิด, พบพันธุ์ผักป่าและผักพื้นบ้านทั้งหมด 29 ชนิด จำแนกเป็น 24 วงศ์ 29 สกุล, พบพรรณพืชวงศ์ขิงทั้งหมด จำนวน 5 สกุล 13 ชนิด และการศึกษาอัตราการงอก การทำลายการพักตัว การประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าบางชนิดที่ใช้เป็นอาหาร ได้แก่ สะเรียม (สะเดา) มะเม่า มะข่วง และมะแคว่น พบว่า การใช้สารเคมีชนิดต่างๆ สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดได้



ภาพที่ 1 กิจกรรมในการดำเนินโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (พ.ศ. 2549-2551)

ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา เป็นไปอย่างต่อเนื่องและมุ่งสู่ความเป็นเลิศ มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงได้เชิญคณะนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช รวมถึงนักวิจัยรุ่นใหม่ นิสิต นักศึกษา เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาการศึกษาวิจัยให้ก้าวเข้าสู่ความเป็นเลิศ นำไปสู่การเกิดศูนย์กลางของการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนต่อไป

2. วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

(1) จัดทำหอพรรณไม้เพื่อการอนุรักษ์พันธุ์ไม้หายากใกล้สูญพันธุ์ และพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ ในเขตภาคเหนือตอนบน ให้คงอยู่ในป่าธรรมชาติต่อไป

(2) จัดทำฐานข้อมูลพันธุ์ไม้ในเขตภาคเหนือตอนบนให้ได้มาตรฐานและเกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อรวบรวมฐานองค์ความรู้ และนำไปสู่การพัฒนาสภาพป่าไม้ให้คงความอุดมสมบูรณ์ต่อไป

(3) เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

(4) เพื่อเป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยด้านพืชป่า พืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชพื้นเมือง พืชที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ในเขตภาคเหนือตอนบน

(5) เพื่อผลิตนิสิตระดับปริญญาเอก ปริญญาโท ในการศึกษาการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในการจัดการทางด้านทรัพยากรป่า

(6) เพื่อเป็นห้องปฏิบัติการทางธรรมชาติในการเรียนรู้ด้านการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสำหรับนิสิตปริญญาตรีและเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ทางธรรมชาติเกี่ยวกับพืชพรรณในเขตภาคเหนือตอนบน

(7) เพื่อปลูกสร้างจิตสำนึกให้เด็กและเยาวชน รวมทั้งผู้ที่สนใจทั่วไป เข้ามามีบทบาทในการร่วมกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้คงความอุดมสมบูรณ์ต่อไป

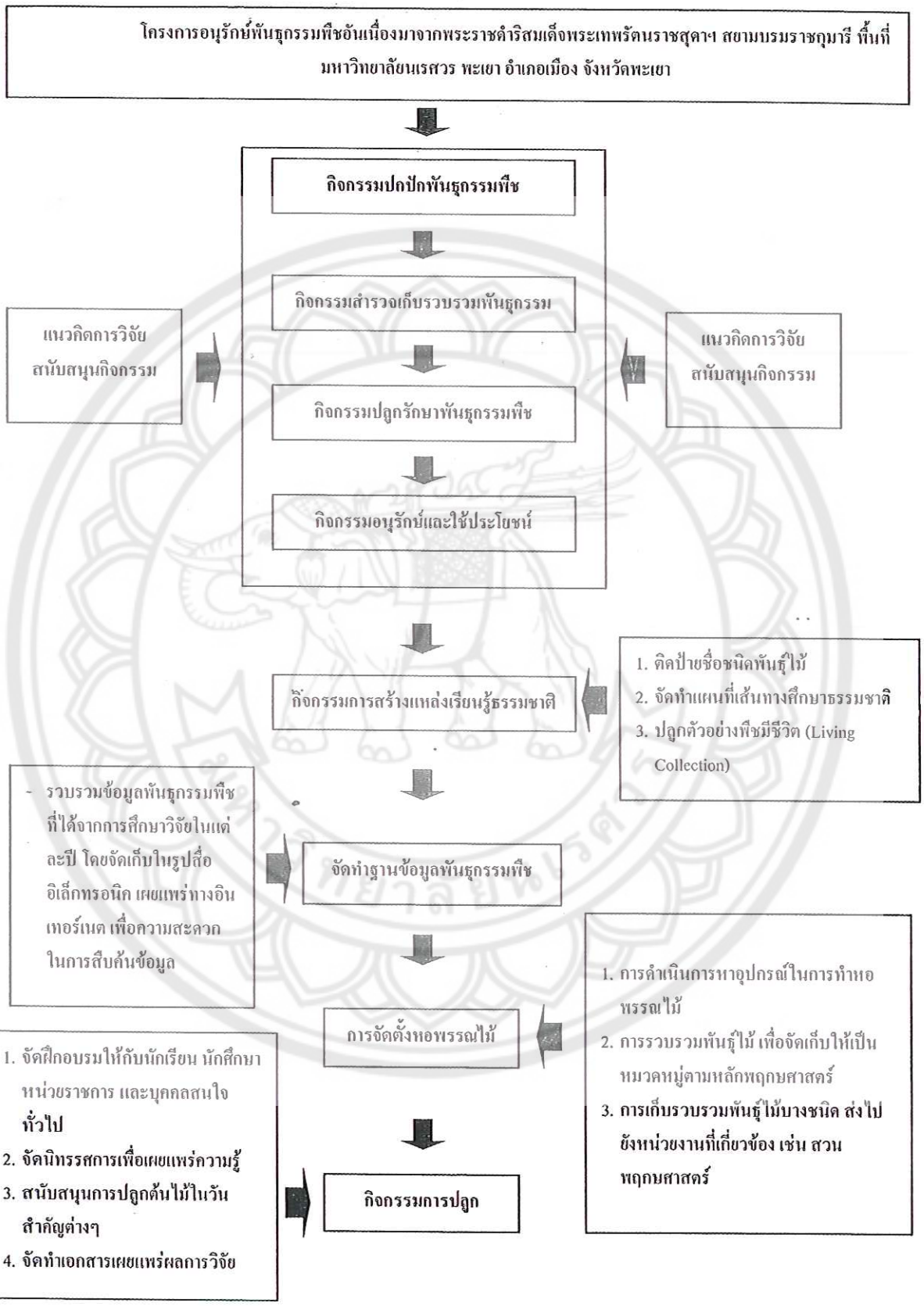
(8) เพื่อพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

(9) เพื่อการพัฒนาศักยภาพการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชของนักเรียน นักศึกษา หน่วยราชการและบุคคลสนใจทั่วไป

3. ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของแผนงานวิจัย

กรอบแนวทางการดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ในระยะ 5 ปีที่สี่ (ตุลาคม พ.ศ. 2549 – กันยายน พ.ศ. 2554) โดยยึดพระราชดำริและแนวทางในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่พระราชทานไว้เป็นหลัก ซึ่งมีการดำเนินงานในพื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยมีกรอบแนวทางการดำเนินงานตามกิจกรรมหลัก อันได้แก่ (1) กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช (2) กิจกรรมสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช (3) กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช (4) กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช (5) กิจกรรมศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช (7) กิจกรรมสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

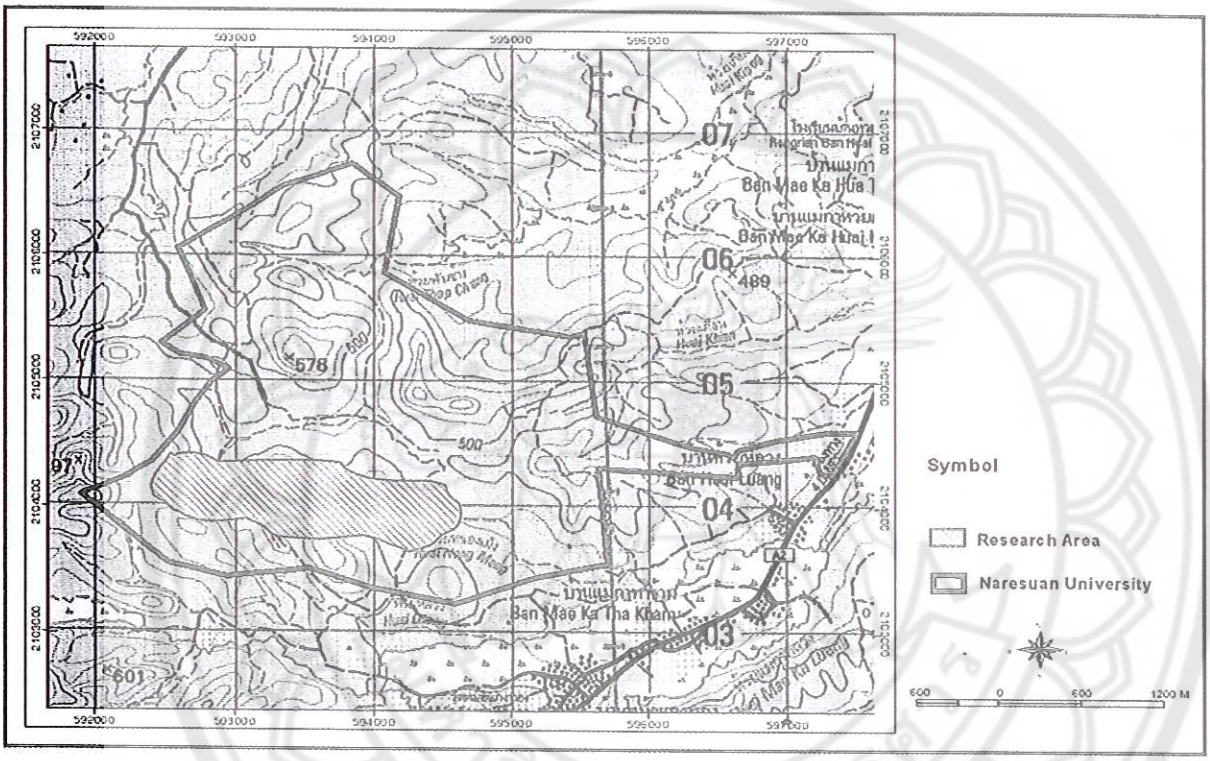
4. แผนการบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน



ผังแสดงแผนงานวิจัยตลอดการวิจัย (2550-2554)

5.พื้นที่ศึกษาวิจัย

พื้นที่ศึกษาวิจัยตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา บริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยที่ดินประมาณ 5 พันไร่ พื้นที่โดยรอบมีลักษณะเป็นเนินเขา มีความสูงเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเล ระหว่าง 450-700 เมตร เป็นพื้นที่ป่าประมาณ 50% ของพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยาทั้งหมด พื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาวิจัยมาตราส่วน 1: 50,000 บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา (ระวาง 4947 II)

บทที่ 2

ผลการดำเนินงานตามกิจกรรมหลัก

การดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ในปีงบประมาณ 2553 ได้ดำเนินการตามกิจกรรมหลัก อันได้แก่ กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช กิจกรรมสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ และกิจกรรมฐานข้อมูลพันธุกรรมพืช โดยสามารถสรุปผลการดำเนินงานตามกิจกรรมหลัก ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช

ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้ที่เป็นไม้ยืนต้นในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง สามารถเก็บตัวอย่างไม้ยืนต้นได้ 75 ชนิด โดยไม้ที่เป็นไม้เด่นคือ ไม้เต็ง ไม้รัง และไม้เหียง

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมรวบรวมพันธุกรรมพืช

การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติในการเป็นพืชให้สีย้อม ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ระหว่างเดือน ธันวาคม 2552-ธันวาคม 2553 โดยใช้วิธีการ point centered quarter method พบพันธุ์พืชทั้งหมด 13 วงศ์ 16 สกุล รวมทั้งสิ้น 18 ชนิด สาบเสือ (*Eupatorium odoratum* Linn.) มีความถี่ที่พบสูงสุด 45.89% คราม (*Indigofera tinctoria* L.) พบความถี่ 7.25% รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth.) พบความถี่ 4.67% ประดู่ป่า (*Terocarpus macrocarpus* Kurz.) พบความถี่ 1.4% กระบก (*Irvingia malayana* Oliv Ex A.) พบความถี่ 1.29% เพกา (*Oroylum indicum* (L.) Kurz.) พบความถี่ 0.58% มะกอกป่า (*Spondias pinnata* Kurz.) พบความถี่ 0.55% และดอกดินแดง (*Aeginetia indica* Roxb.) พบความถี่ต่ำที่สุด 0.48%

กิจกรรมที่3ปลูกรักษาพันธุกรรมพืช

จากการนำชิ้นส่วนตาเหง้าของพืชสกุลกระเจียว (*Curcuma ecomata* Craib.) มาทำ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้สูตรอาหารพื้นฐาน MS และ สูตรอาหารพื้นฐาน MS ที่เติมฮอร์โมนส์ BA ความเข้มข้น 20 µM จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการชักนำให้เกิดเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์ โดยให้จำนวนหน่อต่อต้นเฉลี่ย 4.06 หน่อต่อต้น ความสูงของต้นเฉลี่ย 3.97 เซนติเมตร และความสมบูรณ์ของต้นอ่อน มีค่าเฉลี่ย 3.83 หน่อต่อต้น

จากการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าที่เป็นพืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ ที่สำรวจพบในพื้นที่รอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา จำนวน 5 ชนิดคือ สะเดา มะแคว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า โดยทำการเก็บเมล็ดพันธุ์ ทำการคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ จากนั้นนำมาเพิ่มอัตราการงอกโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆ โดยนำเมล็ดสะเดาทำการแช่ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมะเม่าสายทำการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิค 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เมล็ดมะแคว่น ทำการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท 1 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมะข่วงทำการแช่ในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิน 0.05 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดหว้าทำการแช่สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก จากนั้นนำต้นกล้ามาแจกจ่ายให้กับนักเรียน นิสิต บุคลากร และเกษตรกรผู้สนใจ นำมาเพาะพันธุ์ และทำการแจกจ่ายให้กับนักเรียน นักศึกษา เกษตรกร ผู้ที่สนใจ พบว่ามีนักเรียน และเกษตรกรที่สนใจในการทำต้นกล้าไปทำการเพาะปลูกจำนวนมาก

กิจกรรมที่ 4 อนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช

ทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 4 แหล่งน้ำ ได้แก่อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2553 ผลการศึกษาพบว่าอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 ส่วนบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 5 เมื่อจำแนกแหล่งน้ำโดยใช้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเป็นตัวแบ่ง พบว่าอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic) ส่วนบ่อน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic) ซึ่งควรมีการเฝ้าระวังหรือมาตรการในการฟื้นฟูและลดผลกระทบด้านมลพิษในแหล่งน้ำโดยเฉพาะบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่เพื่อให้เป็นแหล่งน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำต่อไป

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้ โดยทำการสำรวจชนิดเห็ดที่มีการดำรงชีวิตเป็นเอคโตไมคอร์ไรซา ในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ผลการสำรวจและเก็บตัวอย่างดอกเห็ดในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา พบเห็ด 14 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 11 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 3 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 ชนิด จากนั้นเก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่องดูการเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแดงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 65.63% เมื่อนำเชื้อเห็ดไปเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์พบว่าเห็ดตับเต่าสามารถเลี้ยง

ในอาหารสังเคราะห์ได้ จึงทำไปปลูกในต้นกล้าไม้ยืนต้น พบว่าต้นกล้าที่ปลูกด้วยเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญได้ดีกว่าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นไม้ต่อไป

ในการศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อ ทอสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของลิกแนนจากสารสกัดเมทานอลของไม้ยืนต้นที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาในระหว่างเดือนมกราคม 2552 เก็บตัวอย่างพืชได้ทั้งหมด 80 ตัวอย่างจัดอยู่ใน 32 วงศ์ เมื่อนำมาคัดกรองด้วยเทคนิค Thin layer chromatography (TLC) โดยใช้ silica gal 60 F_{254} aluminiun sheet และใช้ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (10:1) เป็นเฟสเคลื่อนที่ พบว่ามี band ที่มีค่า R_f เท่ากับสารมาตรฐาน podophyllotoxin ในพืชตัวอย่างเพียง 15 วงศ์ ได้แก่ Araliaceae, Asclepiadaceae, Bignoniaceae, celastraceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Labiatae,Leguminosae-Caesalpinoideae,Leguminosae-Papiliodeae, Myraceae, Ochnaceae, Opiliaceae, Rubiaceae, และ Strychnaceae จากการคัดกรองด้วย TLC พบลิกแนนในวงศ์ Leguminsae-Papilionoideae มากที่สุด นำสารสกัดเมาทานอล 60 ชนิดที่มี band ที่มีค่า R_f เท่ากับสารมาตรฐาน podophyllotoxin มาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราและฤทธิ์ต้านเชื้อราและฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Agar disc diffusion ฤทธิ์ต้านเชื้อราทำการทดสอบกับเชื้อ Bipolaris oryzae, Rhizoctonia solaniและpyricularia oryzaeในจำนวนสารสกัดหยาบที่นำมาทดสอบพบว่าไม่มีสารหยาบจากพืชชนิดใดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ ฤทธิ์ต้านแบคทรีเรียทำการทดสอบกับเชื้อแบคทรีเรีย 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเชื้อแบคทรีเรียเปรียบเทียบ Staphylloçoccus aureus, Bacillus subtilis และ Escherichia coli และกลุ่มเชื้อแบคทรีเรียสาเหตุโรคข้าว ;Xanthomonas oryae pv. Oryzae และ Xanthomonas oryzae pv. Oryzcola คัดเลือกสารสกัดเมทานอล ที่มีฤทธิ์ต้านทานแบคทรีเรียสาเหตุโรคข้าวได้ดี มาทำการ แยก Fraction ด้วยวิธี Preparative layer chromatography (PLC) โดยใช้ silica gel 60 F_{254} glass plate และใช้ คลอโรฟอมร์ : เมทานอล (10:1) เป็นเฟสเคลื่อนที่ นำ fraction ที่ได้ทำการทดสอบหาค่า MIC ของสาร fraction ต่อเชื้อแบคทรีเรียสาเหตุโรคข้าว พบว่าสารสกัด fraction จากสารสกัดใบเพกา ที่มีค่า R_f เทียบเคียงได้กับ podophyllotoxin มีฤทธิ์ต้านแบคทรีเรีย Xanthomonas oryzae pv. Oryzcola ได้ดีที่สุด โดยค่าMIC ของสารสกัด fraction แต่ละชนิด เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลิลิตร

การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำและปุ๋ยใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคต่อการเจริญเติบโตของผักกูด พบว่าการให้น้ำโดยเซรามิคทรงกลมมีปริมาณเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 341.18 มิลลิลิตร/วัน รองลงมาคือ การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน และการให้น้ำแบบปกติ มีปริมาณ

น้ำเฉลี่ย 381.61 และ 1000 มิลลิลิตร/วัน ตามลำดับ ดังนั้นการให้น้ำแบบปกติมีการใช้น้ำสิ้นเปลืองถึง 3 เท่า เมื่อเปรียบกับการให้น้ำแบบเซรามิค ส่วนการเจริญเติบโตของพืชด้านความยาวใบ ปริมาณผลผลิต ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจน ของพืชที่มีการให้น้ำแบบใช้เซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตมากกว่า และระยะเวลาในการออกยอดกับจำนวนยอดที่เกิดใหม่ ของพืชที่มีการให้น้ำแบบใช้เซรามิคทรงกลมมีการเจริญเติบโตดีกว่าชุดการทดลองอื่น แต่เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของเซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวนมีความใกล้เคียงกันจึงถือได้ว่าการใช้น้ำแบบเซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพการเจริญที่ดีกว่า และการทดลองที่ให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตร แก่พืชโดยให้น้ำทุกแบบข้างต้น พบว่าที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร ร่วมกับการให้น้ำใต้ผิวดินจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุด สรุปคือการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซร่ามิคทรงวงแหวนและการให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร มีความเหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของผักกูดในการทดลองนี้

กิจกรรมที่ 5 ศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช

การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกชนิดของไพรเมอร์ที่สามารถทำให้เกิดลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว โดยได้เริ่มต้นจาการนำตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวที่เก็บรวบรวมได้ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยามาทำการสกัดดีเอ็นเอ (DNA Extraction) โดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle & Doyle (1990) เมื่อนำไปตรวจสอบด้วย 0.8% agarose gel ผลที่ได้ปรากฏแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวมีคุณภาพที่ดี สามารถนำไปเป็นต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ จากนั้นจึงได้นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลลำดับเบสของตัวอย่างพืชที่สำรวจในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาได้จึง ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ที่ไม่จำเพาะเจาะจง (arbitrary primer) ซึ่งในการทดลองได้ใช้ไพรเมอร์ในกลุ่ม operon theory มีขนาดสั้นๆ 10 นิวคลีโอไทด์ โดยใช้ไพร์เมอร์แบบสุ่มจำนวน 50 ไพร์เมอร์ และมีไพเมอร์ที่ทำให้เกิด PCR product 20 ชนิด หลังจากนั้นแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (Agarose Eletrophoresis) และตรวจสอบโดยการย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ จากผลการทดลองพบว่าไพรเมอร์ที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างปทุมมาและกระเจียว คือ OPH-15 และ OPH-17 จัดกลุ่มตัวอย่างการทดลองได้เป็นสองกลุ่มตามความคล้ายกันของลายพิมพ์ดีเอ็นนั่นคือ ตัวอย่างดอกในกลุ่มประทุมมาในเขตมหาวิทยาลัยพะเยามีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่คล้ายกับกลุ่มกระเจียว ส่วน primer ชนิดอื่นไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ แต่งานวิจัยดังกล่าวมีความจำกัดด้านสารเคมีที่ใช้ในการทดลองจึงทำให้ทำซ้ำได้น้อยครั้ง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อหา primer ที่จำเพาะเจาะจงมากขึ้นหรือการสุ่ม primer ให้มากขึ้นเพื่อใช้ข้อมูลไปประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการบ่งชี้พืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวต่อไป อย่างไรก็ตาม

จากงานวิจัยนี้ได้นำสภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวไปทำการต่อยอดงานวิจัยและทำการเผยแพร่ทางวิชาการเอกสารแนบท้าย

<u>กิจกรรมที่ 6 วางแผนพัฒนาพันธุ์พืช</u>

ในการวิจัยนี้มีได้หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอ เช่น การสกัดอาร์เอ็นเอจากปทุมมา การทำซีดีเอ็นเอ และการส่งถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรีย เพื่อเก็บรวบรวมยีนต่าง ๆ จากปทุมมาโดยการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอ (cDNA library) ของกระเจียว(ซับจีนัสยูเคอคูมา) จากการสำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา โดยเก็บรวบรวมและนำมาทำการสกัดอาร์เอ็นเอ หลังจากนั้นทำการสังเคราะห์ First strand cDNA แล้วนำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) จากนั้นนำมาเชื่อมต่อเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ pTZ57R/T แล้วส่งถ่ายเข้าสู่เซลล์ผู้รับคือ *E.coli* สายพันธุ์ DH5-α บนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-Amplicillin/X-gal agar plate จากนั้นทำการตรวจสอบแบคทีเรียที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) โดยการแยกพลาสมิดโดยวิธี Alkaline (Maniatis *et al*, 1982) จากนั้นทำการตรวจสอบพลาสมิดโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะได้แก่ *Eco*RI และ *Pst*I จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Agarose Gel Electrophoresis ปรากฏว่ามีแบคทีเรียที่ได้รับการส่งถ่ายยีนจำนวน 48 โคลน ที่ได้รับการส่งถ่ายยีน หลังจากการสุ่มหาลำดับเบสจำนวน 3 โคลนพบว่า มีจำนวน 1 โคลนที่มี cDNA ที่เข้ารหัสเกี่ยวกับยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทธีลีนในดอกไม้ โดยพบว่ามีความเหมือนกับยีนที่เข้ารหัส ACS (ACC SYNTHASE) ; 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase ในพืชกลุ่ม *Arabidopsis thaliana* ซึ่งยีนดังกล่าวเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการสร้างฮอร์โมนในพืชคือฮอร์โมนในกลุ่มเอทธีลีน ส่วนอีก 2 โคลนเป็นลำดับที่ไม่เหมือนยีนใดใน ฐานข้อมูล Genbank (National Center for Biotechnology Information) ซึ่งงานวิจัยต่อไปจะนำชิ้นส่วนของซีดีเอ็นเอที่เก็บในแบคทีเรียไปหาลำดับเบสต่อไป แต่ทั้งนี้เนื่องจากงบประมาณมีจำกัดจึงทำได้น้อยโคลนอย่างไรก็ตามจากงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลของยีนที่หาลำดับเบสได้นี้ไปต่อยอดโดยการโคลนยีนจากพืชกลุ่มปทุมมาแล้วนำไปทำการต่อยอดงานวิจัย

มะกอกโอลีฟเป็นพืชที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงสนพระทัยและมีพระราชดำริให้มีการศึกษา วิจัยในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ของประเทศไทยและการให้ผลผลิตน้ำมันมะกอกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การแปรรูปมะกอก เครื่องสำอางค์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยคอก และสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟพันธุ์ Abequina ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตร พบว่า การให้ปุ๋ยสูตร ยูเรีย (46-0-0) +ร็อคฟอตเฟต (0-3-0) + สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตราส่วน 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 3) สามารทำให้ต้นมะกอกโอลีฟ มีการเจริญเติบโตที่

ดีและให้ค่าความสูงต้นสูงที่สุด เท่ากับ 90.46 เซนติเมตร และยังพบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 2.33 เปอร์เซ็นต์ และ 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับชุดควบคุมที่ไม่มีการให้ปุ๋ย ส่วนการให้ปุ๋ยสูตร ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) +สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตราส่วน 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 2) พบว่าสามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น ได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยให้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.42 เซนติเมตร และ 10.51 กิ่ง ตามลำดับ และยังพบปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุอาหารในดินที่ตกค้างในแปลงทดลองหลังสิ้นสุดการทดลอง มีการตรวจสอบพบไนโตรเจน เท่ากับ 3.5 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัส เท่ากับ 2.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม เท่ากับ 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอินทรียวัตุในดิน เท่ากับ 4.6 กรัมต่อกิโลกรัม

การใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มการงอกของเมล็ดหว้า พบว่า สารละลายโพแทสเซียมไนเตรท ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มอัตราการงอก และดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดลูกหว้าได้ดีที่สุด เนื่องจากสาระลายโพแทสเซียมไนเตรทเป็นสารละลายที่มีคุณสมบัติในด้านส่งเสริมการงอก จึงทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกที่ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับ 96.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.23 ตามลำดับ รองลงมาคือ สารละลายจิบเบอเรลลิ 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับ 86.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.23 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 76.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.17 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 55 วัน และ 49 วัน ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 53.33 วัน จะเห็นได้ว่าจากการทดลองนี้ ผลของการแช่เมล็ดในสารเคมี มีแนวโน้มในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดลูกหว้าได้ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้แช่สารเคมีหรือชุดควบคุม สำหรับการใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มการงอกของเมล็ดมะเกี๋ยง พบว่า สารละลายโพแทสเซียมไนเตรท ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดแอสคอร์บิก ที่ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และวิตามินบี1 ที่ระดับความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดมะเกี๋ยงได้ดีที่สุด เนื่องจากเนื่องจากสาระลายโพแทสเซียมไนเตรทเป็นสารละลายที่มีคุณสมบัติในด้านส่งเสริมการงอก จึงทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกที่ดี สารละลายกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มน้ำ และอากาศ ซึมผ่านได้ง่าย ช่วยในการกระตุ้นการงอกของเมล็ด วิตามินบี 1 เป็นฮอร์โมนช่วยในการเร่งรากทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากันทั้งหมดคือ 83.33 เปอร์เซ็นต์ และดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 0.22, 0.19 และ 0.18 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 83.33 เปอร์เซ็นต์ และ 0.53 ตามลำดับ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูก พบว่าใบพลวงมีการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด สภาพการให้น้ำซึมผ่านได้เร็วที่สุดคือ ไมยราบ หนาแน่นสูงที่สุดคือ ใบพลวง ปริมาณอินทรียวัตถุในใบรังมีปริมาณสูงสุดคือ 61.42 % การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกหลังพืชผักกูดพบว่าในวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุดคือ 1.717 cm ความแข็งของวัสดุปลูกในสูตร 5 มีความแข็งน้อยที่สุดคือ 0.23 kg/cm^2 การเจริญของผักกูด ในสูตร 5 มีความสูงมากที่สุด คือ 21.68 cmและวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนต้นมากที่สุด คือ 2 ต้น การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกหลังพืชผักดีงูหว้าพบว่าในวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุดคือ 1.870 cm ความแข็งของวัสดุปลูกในสูตร 2 มีความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.26 kg/cm^2 การเจริญของผักดีงูหว้า ในสูตร 1มีขนาดใบสมบรูณ์ที่สุด คือ ใบมีความกว้าง 8.74 cm และความยาวของใบ 19.66 cm และวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนการเพิ่มมากที่สุด คือ 4 ใบ

บทที่ 3
การศึกษาความหลากหลายและโครงสร้างของสังคมพืชป่าเต็งรังในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ที่มาและความสำคัญ

ป่าเต็งรังเป็นป่าที่พบมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากข้อมูลของกรมป่าไม้ (2535) พบว่าในปี 2525 พบป่าเต็งรัง เหลืออยู่ 31.25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าทั้งหมด ในภาคเหนือมีมากที่สุด ถึง 39.11 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าทั้งหมด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบ 53.38 เปอร์เซ็นต์ ในภาคกลางและภาคตะวันตกพบ 2.92 เปอร์เซ็นต์และภาคตะวันออกพบ 3.16 เปอร์เซ็นต์ และได้มีการแผ้วถางทำลายป่าชนิดนี้มาก ในปัจจุบันเหลือป่าชนิดนี้อยู่เพียง 8.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ (Kaosa-ard, 1994) ป่าชนิดนี้เป็นป่าที่ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น เป็นแหล่งอาหาร ได้แก่ ผักหวาน เห็ดเผาะ เห็ดแดง สัตว์ป่า เป็นต้น พันธุ์ไม้ในป่าเป็นไม้เนื้อแข็งที่นิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยและใช้สอย เช่นไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง และไม้พลวง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ทำฟืนและถ่าน รวมทั้งเครื่องมือทางการเกษตร และพันธุ์ไม้บางชนิดก็ใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เช่น ต้นสมอไทย มะขาม จ่วงเครือ เป็นต้น ป่าเต็งรังพบขึ้นกระจายทั่วไปในพื้นที่ราบต่ำ ที่ราบสูงและภูเขาสูงชัน ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 150 ถึง 1,300 เมตร (Bunyavejchewin, 1983) การแผ้วถางป่าเต็งรังเพื่อใช้เพาะปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย เป็นต้น ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากดินในป่าเต็งรังเป็นดินทรายหรือดินลูกรังที่มีโครงสร้างดินไม่ดี จึงเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ป่าเต็งรังแต่ละแห่งอาจมีองค์ประกอบของสังคมพืชแตกต่างกันโดยเฉพาะพันธุ์ไม้เด่น เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง และไม้พลวง ป่าไม้ในจังหวัดพะเยาเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ ไม้สัก มะค่าโมง ตะเคียน ยางแดง ประดู่ ก่อ ตะแบก เต็ง รัง เหียง พลวง เก็ดดำ เก็ดแดง ยมหอม เสลา กระบก เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าพื้นที่ป่าดังกล่าวมีการแผ้วถางทำลาย ทำให้เกิดความไม่สมดุลทางนิเวศวิทยา พันธุ์ไม้ที่ขึ้นในป่าเต็งรังเป็นพืชที่ช่วยรักษาสภาพของระบบนิเวศในพื้นที่ที่แห้งแล้ง พื้นที่ดังกล่าวนี้ถ้าหากไม่มีพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังขึ้นอยู่ พื้นที่ก็จะว่างเปล่าเพราะพืชพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ มักจะไม่สามารถขึ้นอยู่ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าเต็งรังจะเป็นประโยชน์ในการจัดการลุ่มน้ำให้มีประโยชน์มากยิ่งขึ้นและยังสามารถนำไปเป็นแบบแผนในการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเต็งรังที่เสื่อมโทรมไปแล้วได้ดีอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อรวบรวมพรรณไม้และจัดหมวดหมู่พรรณไม้ที่สำรวจพบในปีที่ 1-2 โดยนำมาจัดแสดงในหอพรรณไม้ของมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา (ปีที่ 4)

ทบทวนวรรณกรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สังคมพืช (Plant community) หมายถึงกลุ่มของประชากรพืชที่ขึ้นอยู่ร่วมกันในสภาพสิ่งแวดล้อมหนึ่งและต่างก็มีปฏิกิริยาต่อกันและกันเกิดเป็นระบบของสังคมพืชที่แตกต่างจากบริเวณอื่นมีองค์ประกอบ โครงสร้างและสิ่งแวดล้อมเฉพาะ (Whittaker, 1975 อ้างโดย Kimmins, 1987) สังคมพืชสามารถอธิบายได้เป็นหลายลักษณะ ได้แก่ โครงสร้าง รูปแบบการเจริญเติบโตการกระจายตามพื้นที่ องค์ประกอบชนิดพืช ระยะของการทดแทน มวลชีวภาพและกิจกรรมเชิงหน้าที่ (Kummins, 1987) Baker (1950) ได้จำแนกต้นไม้ในสังคมพืชในป่าออกเป็น ไม้เรือนยอดเด่น (Dominant trees) ไม้เรือนยอดที่ถูกข่ม (Suppressed trees)

สังคมพืชป่าไม้นั้นแม้ว่าจะเป็นป่าไม้ชนิดเดียวกันก็ตาม พบว่า มีความผันแปรเกี่ยวกับโครงสร้างและชนิดของพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบเป็นอย่างมาก เช่น ป่าดิบชื้นในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกและภาคใต้มีชนิดของไม้เด่นและพืชที่เป็นองค์ประกอบในสังคมพืชป่าชนิดเดียวกันมีความเกียวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง การขึ้นอยู่ของพืชป่า ณ บริเวณหนึ่งเกี่ยวข้องกับ niche ซึ่งหมายถึงผลรวมของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่เหมาะสมสำหรับพืชป่าชนิดนั้น (Crawley, 1986)

สังคมพืชป่าเต็งรังมักเกิดขึ้นในสภาพที่มีความแห้งแล้ง พันธุ์ไม้ในป่าชนิดนี้มีความทนต่อความแห้งแล้งและจะทิ้งใบหมดในฤดูแล้ง แล้วจึงมีใบใหม่เมื่อเริ่มฤดูฝน สังคมพืชป่าเต็งรังจะมีไม้เด่นแตกต่างกัน เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง และไม้พลวง เป็นต้น มีต้นไม้รองหลายชนิด เช่น เหียง กราดประดู่ พะยอม ก่อแพะ รัก (Sukwong, 1974)

Ogawa *et al.*, (1961) ได้สำรวจและจำแนกสังคมพืชป่าเต็งรังในประเทศไทยออกเป็น 3 แบบ คือ (1) สังคมไม้เต็ง – ไม้รัง ซึ่งเป็นป่าที่มีความแห้งแล้งที่สุด มักพบในสภาพพื้นที่ที่ความลาดชันสูง ผิวดินมีหินโผล่มาก เป็นหินทราย หินแกรนิต-หินไนส์หรือหินบะซอลล์ ดินเป็นดินลูกรังที่มีปริมาณกรวดและทรายมาก มีพืชปกคลุมผิวดินมาก เช่น ปรง (Cycas Siamensis) พุทรา (Zizyphus sp.) และติ้ว (Cratoxylum sp.) สังคมพืชไม้เต็งและไม้รังเด่นจะเป็นตัวชี้ว่าพื้นที่มีความแห้งแล้งมาก (2) สังคมไม้เหียง – ไม้พลวง พบในพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่มาก มีสภาพภูมิอากาศชื้นกว่าไม้เต็ง-รัง ปกติจะพบไม้พลวงมาก ดินลึก ชนิดเนื้อดิน sandy loam และ (3) สังคมพืชป่าเต็งรังผสม ประกอบด้วย ไม้พลวง

ไม้เหียง ไม้เต็งและไม้รังผสมกัน โดยไม่มีพันธุ์ไม้ชนิดใดเป็นไม้เด่น พบในสภาพภูมิอากาศที่มีความชุ่มชื้นปานกลาง (mesic) ที่มีเนื้อดินเป็นแบบ sandy clay loam

Kutintara (1975) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของสังคมพืชป่าเต็งรังกับสภาพสิ่งแวดล้อมที่อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาถึงความลาดชัน ความสูงจากน้ำทะเล ปริมาณก้อนหินเนื้อดิน โพแทสเซียมและฟอสฟอรัสของดินและได้แบ่งสังคมพืชป่าเต็งรังออกเป็น 6 แบบคือ (1) สังคมพืชไม้เต็ง –ไม้รังเด่น มีดินตื้นและมีหิน มีความลาดชันสูง ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลต่ำจะพบไม้รังมากกว่าไม้เต็ง (2) สังคมพืชไม้พลวง–ไม้เต็งเด่น พบที่ความสูงจากน้ำทะเลต่ำดินมีธาตุโพแทสเซียมสูง ไม่พบดินลูกรัง (3) สังคมพืชไม้พลวง-ไม้เหียงเด่น (4) สังคมพืชไม้พลวง – ไม้สนเด่น พบที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลมาก ดินมีธาตุโพแทสเซียมสูง ดินสูงมีความลาดชันปานกลาง บางครั้งก็พบดินลูกรัง ลักษณะเนื้อดินที่ผิวดินเป็น sandy clay loam (5) สังคมไม้เหียง-ไม้เต็งเด่น พบที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลมาก ดินมีธาตุโพแทสเซียมต่ำ (6) สังคมพืชไม้เหียง–ไม้สนเด่น พบที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลมาก มีโครงสร้างและส่วนประกอบของชนิดพืชจะเหมือนกับสังคมพืชไม้เหียง-ไม้เต็งรังเด่น แต่มีความหนาแน่นของไม้สนมากกว่า

Khemnark *et al.*, (1972) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของดินในป่าเต็งรังที่บริเวณดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และได้แบ่งป่าเต็งรังออกเป็น 2 กลุ่มคือ (1) ป่าเต็งรังที่แห้งแล้งมาก ที่มีดินตื้น มีหินมากและเป็นดินลูกรัง (2) ป่าเต็งรังผสมไม้สน ซึ่งพบในบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 700 เมตร มีลักษณะดินคล้ายกันแต่มีความชื้นสูงกว่า

ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย

การรวบรวมพรรณไม้เพื่อจัดทำเป็นหอพรรณไม้

1. ทำการเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง ที่สำรวจพบในสังคมพืชป่าเต็งรังของปีที่ 1 และ 2 (ตาราง 1) เพื่อนำมาจัดจำแนกให้เป็นหมวดหมู่ และนำมาแสดงในหอพรรณไม้ของมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา





ตารางที่ 1 พันธุ์ไม้ที่สำรวจพบในป่าเต็งรังบริเวณป่ามหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ในปี 2551-2553

	name	habit	Scientific Name Full	Genus	Family
1	กระโดน	T	Careya sphaerica Roxb.	Careya	Lecythidaceae
2	กระบก	T	Irvingia malayana Oliv. Ex A.W.Benn.	Ivingia	Irvingiaceae
3	ก่อแดง	T	Quercus kingiana Craib	Quercus	Fagaceae
4	ก่อตี	T	Castanopsis purpurea Barnett	Castanopsis	Fagaceae
5	ก่อแพะ	T	Quercus kerrii Craib	Quercus	Fagaceae
6	ก่อหยุม	T	Castanopsis argyrophylla King ex Hook.f.	Castanopsis	Fagaceae
7	ก่อหัวหมู	T	Lithocarpus sootepensis (Craib) A.Camus	Lithocarpus	Fagaceae
8	ก่อแอบ	T	Quercus semiserrata Roxb.	Quercus	Fagaceae
9	กะถินป่า	T	Acacia harmandiana (Pierre) Gagnep	Acacia	Leguminosae-Mimosoideae
10	กำจี้มอด	T	Albizia odoratissima (L.f.) Benth.	Albizia	Leguminosae-Mimosoideae
11	กำจีหลวง	T	Albizia chinensis (Osbeck) Merr.	Albizia	Leguminosae-Mimosoideae
12	กาสามปีก	T	Vitex peduncularis Wall. ex Schauer	Vitex	Labiatae
13	กุ๊ก	T	Lannea coromandelica (Houtt.) Merr.	Lannea	Anacardiaceae
14	เก็ดดำ	T	Dalbergia cultrata Graham ex Benth.	Dalbergia	Leguminosae-Papilionoideae
15	เก็ดแดง	T	Dalbergia dongnaiensis Pierre	Dalbergia	Leguminosae-Papilionoideae
16	ขมิ้นเครือ	C	Arcangelisia flava (L.) Merr.	Arcangelisia	Menispermaceae
17	ขี้เหล็กป่า	T	Senna garrettiana (craib) Irwin & Berneby	Senna	Leguminosae-Caesalpinioideae
18	ขี้อ้าย	T	Walsura robusta Roxb.	Walsura	Meliaceae
19	แข้งกวาง	ST	Wendlandia tinctoria (Roxb.) DC.	Wendlandia	Rubiaceae

	name	habit	Scientific Name Full	Genus	Family
20	ค่าหด	T	Engelhardtia spicata Blume var. colebrookeana (Lindl ex. Wall) Kuntze	Engelhardtia	Juglandaceae
21	คำมอกน้อย	S/ST	Gardenia obtusifolia Roxb. ex Kurz	Gardenia	Rubiaceae
22	คำมอกหลวง	S/ST	Gardenia coronaria Buch.-Ham.	Gardenia	Rubiaceae
23	คูน	T	Cassia fistula L.	Cassia	Leguminosae-Papilionoideae
24	เค็ด	S/ST	Catunaregam tomentosa (Blume ex DC.) Tirveng.	Catunaregam	Rubiaceae
25	เครือปี้	C	Dalbergia velutina Benth.	Dalbergia	Leguminosae-Papilionoideae
26	เครือพันขวา	SC	Millettia extensa Benth.	Millettia	Leguminosae-Papilionoideae
27	เครือพันซ้าย	C	Spatholobus parviflorus (DC.)Kuntze	Spatholobus	Leguminosae-Papilionoideae
28	เครือมะเมื่อย	C	Gnetum montanum Markgr.	Gnetum	Gnetaceae
29	เครือไหล	C	Millettia pachycarpa Benth.	Millettia	Leguminosae-Papilionoideae
30	เครือออน	C	Combretum punctatum Blume	Combretum	Combretaceae
31	เคาะ	ST	Tristaniopsis burmanica (Griff.) Peter G.Wilson & J.T. Waterh. var. rufescens (Hance) J.Parn. & Nic Lughadha	Tristaniopsis	Myrtaceae
32	แคทราย	T	Stereospermum colais (Buch.-Ham. ex Dillwyn) Mabb.	Stereospermum	Bignoniaceae
33	ชิงชัน	T	Dalbergia oliveri Gamble	Dalbergia	Leguminosae-Papilionoideae
34	ดาวราย	ST	Craibiodendron stellatum (Pierre) W.W.Sm	Craibiodendron	Ericaceae

	name	habit	Scientific Name Full	Genus	Family
35	แดง	T	Xylia xylocarpa (Roxb.) Taub.	Xylia	Leguminosae-Mimosoideae
36	ตะขบป่า	S	Flacourtia indica (Burrn.f) Merr.	Flacourtia	Flacourtiaceae
37	ตะคร้อ	T	Schleichera oleosa (Lour.) Oken.	Schleichera	Sapindaceae
38	ตะแบกเปลือกบาง	T	Lagerstroemia duperreana Pierre ex Gagnep.	Lagerstroemia	Combretaceae
39	ตะแบกเลือด	T	Terminalia mucronata Craib & Hutch.	Terminalia	Combretaceae
40	ตะแบกใหญ่	T	Lagerstroemia calyculata Kurz	Lagerstroemia	Lythraceae
41	ตับเต่า	T	Diospyros ehretioides Wall. ex. G.Don	Diospyros	Ebenaceae
42	ตานเหลือง	S/ST	Ochna intergerrima (Lour.) Merr.	Ochna	Ochnaceae
43	ติ้ว	T	Cratoxylum formosum (Jack) Dyer subsp. pruniflorum (Kurz) Gogel	Cratoxylum	Guttiferae
44	ตีนนก	T	Vitex pinnata	Vitex	Labiatae
45	ตุ้มกว้าว	T	Mitragyna rotundifolia (Roxb.) Kuntze	Mitragyna	Rubiaceae
46	เต็ง	T	Shorea obtusa Wall. ex Blume	Shorea	Dipterocarpaceae
47	เถาเอนอ่อน	C	Cryptolesis buchanani Roem&Schult.	Cryptolesis	Aslepiadaceae
48	ประดู่	T	Pterocarpus macrocarpus Kurz	Pterocarpus	Leguminosae-Papilionoideae
49	ปอขี้แฮด	T	Goniothalamus laoticus (Finet & Gagnep.) Ban	Goniothalamus	Annonaceae
50	ปอยาบ	T	Colona flagrocarpa Craib var. siamica Craib	Colona	Tiliaceae
51	ปี้พง	T	Dalbergia cana Graham Ex Kurz	Dalbergia	Leguminosae-Papilionoideae
52	เปาหนาม	ST	Bridelia retusa (L.) A.Juss.	Bridelia	Euphorbiaceae

	name	habit	Scientific Name Full	Genus	Family
53	ผักขี้มด	S	Glochidion hirsutum (Roxb.) Voigt	Glichidion	Euphorbiaceae
54	ผักหวานป่า	S/ST	Melientha suavis Pierre	Melientha	Opiliaceae
55	พฤกษ์	T	Albizia lebbek (L.) Benth.	Albizia	Leguminosae-Mimosoideae
56	พลวง	T	Dipterocarpus tuberculatus Roxb.	Dipterocarpus	Dipterocarpaceae
57	เพกา	ST	Oroxylum indicum (L.) Kurz	Oroxylum	Bignoniaceae
58	มะกอก	T	Spondias pinnata (L.f.) Kurz	Spondias	Anacardiaceae
59	มะเกิ้ม	T	Canarium subulatum Guillaumin	Canarium	Burseraceae
60	มะขามป้อม	T	Phyllanthus emblica L.	Phyllanthus	Euphorbiaceae
61	มะควัด	ST	Zizyphus rugosa Lam.	Zizyphus	Rhamnaceae
62	มะคังแดง	S/ST	Dioecrescis erythroclada (Kurz) Tirveng.	Dioecrescis	Rubiaceae
63	มะเดื่อ	ST	Ficus sp.	Ficus	Moraceae
64	มะแตกเครือ	C	Celastrus paniculata Willd:	Celastrus	Celastraceae
65	มะแฟน	T	Protium serratum Engl.	Protium	Burseraceae
66	มะม่วงหัวแมงวัน	T	Buchanania lanzan Spreng.	Buchanania	Anacardiaceae
67	มะเม่าไข่ปลา	S/ST	Antidesma ghaesembilla Gaertn.	Antidesma	Stilaginaceae
68	มะเม่าสร้อย	S/ST	Antidesma sp.	Antidesma	Stilaginaceae
69	มะเม่าสาย	S/ST	Antidesma acidum Retz.	Antidesma	Euphorbiaceae
70	มะสัง	S/ST	Feroniella lucida (Scheff.) Swingle	Feroniella	Rutaceae
71	มะห้า	ST	Syzygium albiflorum (Duthie & Kurz) Bahadur & R.C. Guar	Syzygium	Myrtaceae
72	โมกมัน	T	Wrightia arborea (Dennst.) Mabb.	Wrightia	Apocynaceae
73	โมกหลวง	T	Holarrhena pubescens Wall. ex G.Don	Holarrhena	Apocynaceae

	name	habit	Scientific Name Full	Genus	Family
74	ยมหิน	T	Chukrasia tabularis A. Juss.	Chukrasia	Meliaceae
75	ยอป่า	ST	Morinda coreia Ham.	Morinda	Rubiaceae
76	ยางโอน	T	Polyalthia viridis Craib	Polyalthia	Annonaceae
77	รกฟ้า	T	Terminalia alata Heyne ex Roth	Terminalia	Combretaceae
78	รักขน	T	Semecarpus anacardium L.f.	Semecarpus	Anacardiaceae
79	รักใหญ่	T	Gluta usitata (Wall.) Ding Hou	Gluta	Anacardiaceae
80	รัง	T	Shorea siamensis Miq.	Shorea	Dipterocarpaceae
81	ละมุดสีดา	T	MadHuca esculenta H.R. Fletcher	MadHuca	Sapotaceae
82	ส้มปี้	ST	Vaccinium sprengelii (G.Don) Sleumer	Vaccinium	Ericaceae
83	สมอไทย	T	Terminalia chebula Retz. var. chebula	Terminalia	Combretaceae
84	สลีนก	T	Balakata baccata (roxb.) Esser	Balakata	Euphorbiaceae
85	ส้าน	T	Dillenia obovata (Blume) Hoogland	Dillenia	Dilleniaceae
86	ส้านใหญ่	T	Dillenia pentagyna Roxb.	Dillenia	Dilleniaceae
87	เสลาใบเล็ก	T	Lagerstroemia villosa Wall. Ex Kurz	Lagerstroemia	Lagerstroemia
88	แสลงใจ	ST	Strychnos nux-vomica L.	Strychnos	Strychnaceae
89	หว้า	T	Syzygium cumini (L.) Skeels	Syzygium	Myrtaceae
90	หาด	T	Artocarpus gomezianus Wall. ex Trecul	Artocarpus	Moraceae
91	เหมือดหลวง	ST	Aporusa villosa (Wall. ex Lindl.) Baill.	Aporosa	Euphorbiaceae
92	เหมือดหอม	ST	Symplocos recemosa Roxb.	Symplocos	Symplocaceae
93	เหียง	T	Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. & ex Miq.	Dipterocarpus	Dipterocarpaceae
94	อ้อยช้าง	ST	Heteropanax fragrans (Roxb. ex DC.) Seem.	Heteropanax	Araliaceae
95	อินทนิลบก	T	Lagerstroemia macrocarpa Wall.	Lagerstroemia	Lythraceae

	name	habit	Scientific Name Full	Genus	Family
96	อุโลก	T	Hymenodictyon orixense (Roxb.) Mabb.	Hymenodicty on	Rubiaceae
97	กรวย	T	Drypetes sp.	Drypetes sp.	Euphorbiaceae
98	ซ้อ	T	Gmelina arborea Roxb.	Gmelina	Labiatae
99	สีฟัน	ScanS	Harrisonia perforata (Blanco) Merr.	Harrisonia	Simaroubaceae

ผลการวิจัย

ทำการเก็บรวบรวมพรรณไม้และทำการจัดคู่มือพรรณไม้เต็งรังที่สำรวจพบในมหาวิทยาลัยพะเยา โดยนำบางตัวอย่างที่พบมาแสดง ดังนี้

1. **กระโดน** *Careya sphaerica* Roxb. วงศ์ : Lecythidaceae

ชื่อสามัญ : Tummy-wood, Patana oak

ชื่อพื้นเมือง : กะนอน ขุย แซงจิแหน่ ปุย ปุยกระโดน ปุยขาว พุย ผ้าฮาด แส่เจ๊อะบะ หูกวาง



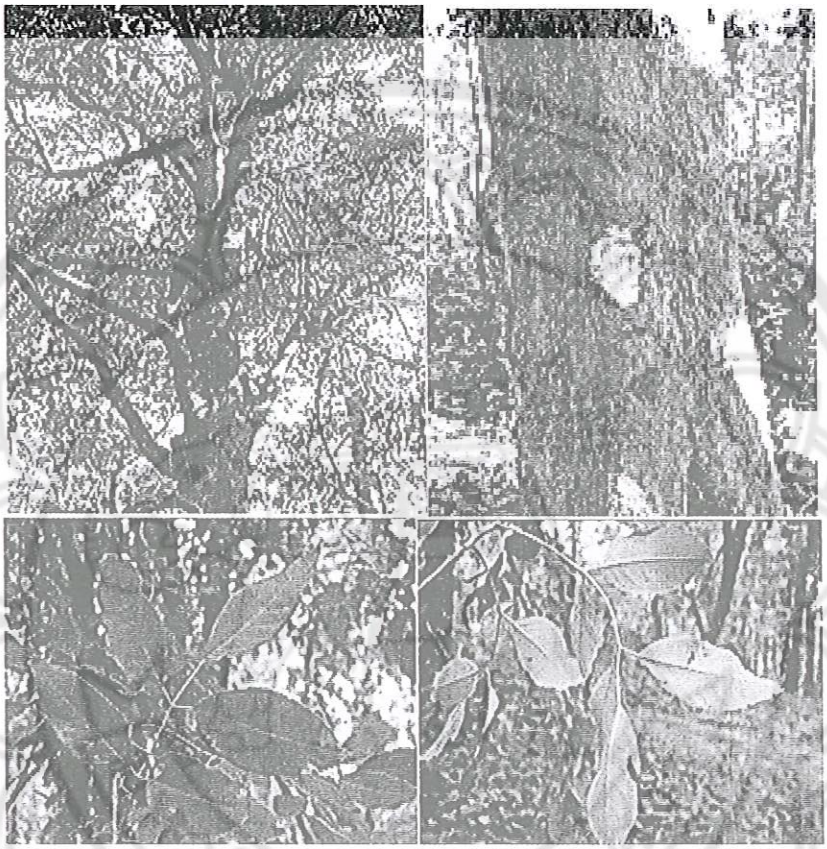


- **ต้น** ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 6-10 เมตร ผลัดใบ เรือนยอดเป็นพุ่มกลมแน่นทึบ โดยมากลำต้นมักเตี้ย กิ่งก้านสาขามาก เปลือกหนาแตกล่อนเป็นแผ่นๆ ปกติเปลือกสีเทา
- **ใบ** ใบเดี่ยว ออกเรียงเวียนกันตามปลายกิ่ง รูปไข่กลับ กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ปลายใบมน โคนใบสอบ แผ่นใบบางและเหนียว ขอบใบหยักเล็กน้อย เส้นแขนงใบข้างละ 9-15 เส้น ก้านใบยาว 0.3-2.5 เซนติเมตร ใบแก่ก่อนร่วงสีแสด
- **ดอก** สีขาว มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ออกเดี่ยวๆหรือเป็นกระจุกๆละ 2-3 ดอก กลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบ สีขาวหลุดร่วงง่าย เกสรเพศผู้จำนวนมาก สีแดงปลายขาว เรียงเป็นชั้นๆ โคนเชื่อมติดกัน มีดอกพร้อมใบอ่อน ดอกบานเต็มที่กว้าง 6-8 เซนติเมตร
- **ผล** ผลสดแบบมีเนื้อหลายเมล็ด ทรงกลม อวบน้ำ ขนาด 5-7 เซนติเมตร เมล็ดจำนวนมาก มีเยื่อหุ้ม
- **ระยะออกดอก-ผล** ดอก ธ.ค.-ก.พ./ ผล มี.ค.-พ.ค.
- **นิเวศวิทยา** ป่าเบญจพรรณชื้น ป่าแดงและป่าหญ้า
- **ประโยชน์** เปลือกทำเชือก ใบรักษาแผล ดอกเป็นยาบำรุงภายหลังการคลอดบุตร ใบอ่อนรับประทานได้

2. **กระบก** *Irvingia malayana* Oliv. Ex A.W.Benn. วงศ์ : IRVINGIACEAE

ชื่อสามัญ : Barking Deer's Mango

ชื่อพื้นเมือง : กระบก กะบก จะบก ตระบก (ภาคกลาง), จำเมาะ (เขมร), ซะอัง (ตราด), บก หมากบก (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ), มะมื่น มื่น (ภาคเหนือ), มะลื่น หมักลื่น (สุโขทัย, นครราชสีมา), หลักกาย (ส่วย-สุรินทร์)

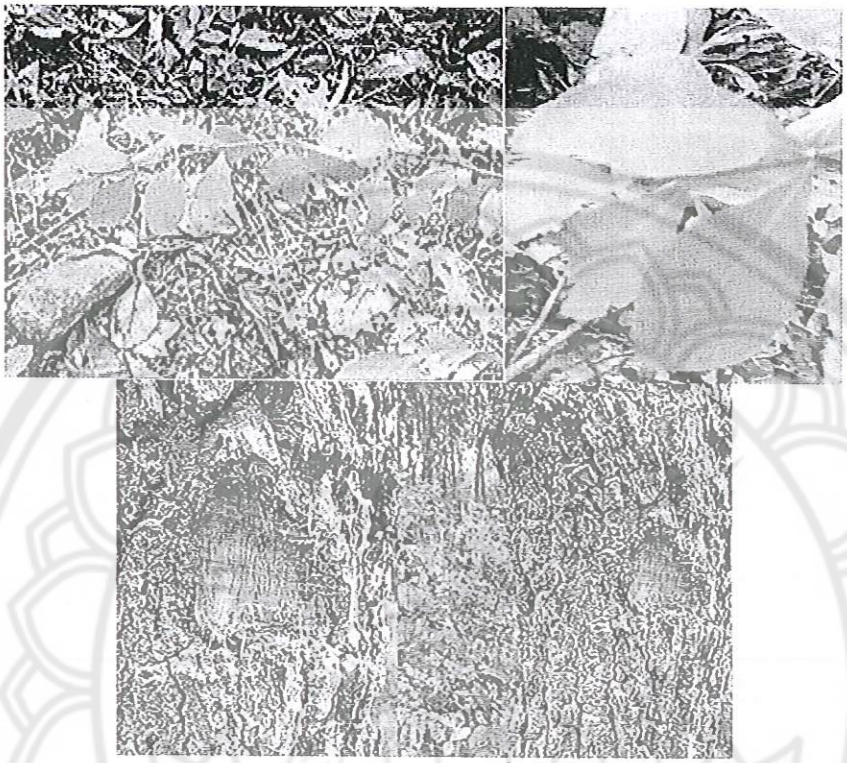


- ต้น ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูง 10-30 เมตร ลำต้นเปลา โคนต้นมักเป็นพอน
- ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่ รูปรี หรือรูปรีแกมรูปขอบขนานจนถึงรูปใบหอก ปลายสอบเรียวเป็นติ่งมน โคนมน แหลม หรือเว้าเล็กน้อย ขอบเรียบ มีหูใบที่มีลักษณะพิเศษคือ ม้วนหุ้มยอด เรียวแหลม โค้งเล็กน้อยเป็นรูปดาบ
- **ดอก** ช่อดอกออกตามง่ามใบ และปลายกิ่ง สีขาวอมเขียวอ่อน กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 10 อัน
- **ผล** รูปกลมรีหรือค่อนข้างเป็นรูปไข่ แบนเล็กน้อย คล้ายผลมะม่วงขนาดเล็ก ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีเหลือง มีเนื้อหุ้มเหมือนมะม่วง **เมล็ดแข็ง** เนื้อในเมล็ดสีขาว มีน้ำมัน
- **ประโยชน์** ใช้ทำฟืน ถ่าน ซึ่งให้ความร้อนสูง ทำเครื่องมือกสิกรรม และสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใน

5. **ก่อแพะ** *Quercus kerrii* Craib วงศ์ : FAGACEAE

ชื่อสามัญ : Box oak

ชื่อพื้นเมือง : ก่อแพะ ก่อตาหมูน้อย ก่อตาควาย ก่อดำ (เหนือ) เต็งตลับ (ราชบุรี)

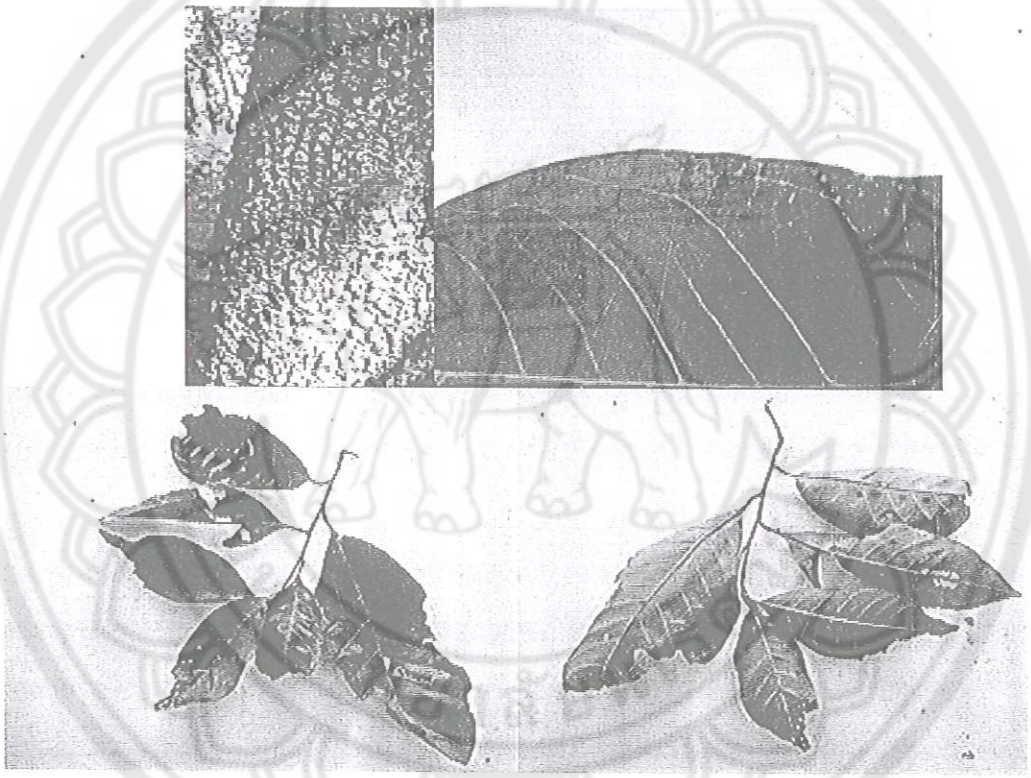


- **ต้น** ไม้ต้นผลัดใบขนาดกลาง ความสูง 10-18 เมตร เปลือกนอกสีเทาเงิน แตกเป็นรอยไถ (fissured bark) หรือแตกแบบสี่เหลี่ยม (cracked bark) เปลือกแข็งมาก เปลือกในสีน้ำตาลแดงหรือสีเลือดหมู หนา
- **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงตัวแบบเวียนสลับ (alternate) ใบรูปขอบขนานแกมรูปรี (elliptical oblong) ใบกว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ยาว 10-17 เซนติเมตร ฐานใบแหลมหรือทู่ ปลายใบแหลม ขอบใบจักฟันเลื่อย (serrate) ใบอ่อนทั้งหลังใบและท้องใบ มีเยื่อบางๆสีน้ำตาลปกคลุม ใบอ่อนที่แตกใหม่จะมีสีน้ำตาลอมม่วง ใบแก่เกลี้ยง ผลัดใบเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม
- **ดอก** เป็นช่อดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น (dioecious) ช่อดอกเพศผู้เป็นแบบหางกระรอก (catkin, ament) ช่อดอกห้อยลง แตกตามง่ามใบหรือปลายกิ่ง สีเหลือง ดอกเพศเมียเป็นช่อดอกแบบเชิงลด (spike) ไม่มีก้าน ดอกย่อยช่อละ 3-4 ดอก สีน้ำตาลอมเขียว ตั้งตรง ดอกเพศเมียประกอบด้วยวงกลีบรวม (perianth) รูปตลับแบนๆ ไม่มีกลีบดอก
- **ผล** ผลแบบเปลือกแข็งเมล็ดเดียว แบบ nut (เมื่อติดกับฐานรองรูปถ้วยเรียกว่า acorn) ผลกลมแบนเป็นรูปตลับ เปลือกผลเจริญมาจากส่วนของกาบรองดอก จะหุ้มผลครึ่งหนึ่งของผล

เป็นรูปถ้วยแบนๆ เรียกว่า cupule มีขนสีน้ำตาลปกคลุม 1cupule มี 1 ผล แต่ละช่อผลจะมี 3-4 ผล

- **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ผลแก่ช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม
- **นิเวศวิทยา** พบทั่วไปในป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา
- **ประโยชน์** ที่อยู่อาศัย,เครื่องจักสานและเครื่องใช้สอย

6. ก่อหยุม *Castanopsis argyrophylla* King ex Hook.f. วงศ์ : FAGACEAE
ชื่อพื้นเมือง : ก่อตี่ ก่อหัววอก



- ต้น ไม้ต้นไม่ผลัดใบ สูง 7-15 เซนติเมตร
- ใบ ใบเดี่ยวเรียงสลับ รูปขอบขนานถึงรูปขอบขนานแกมรี กว้าง 4-7 เซนติเมตร ยาว 9-15 เซนติเมตร
- **ดอก** ดอก แยกเพศขนาดเล็ก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งหรือซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ตั้งขึ้น แตกแขนงมาก ยาวได้ถึง 12 เซนติเมตร แกนช่อดอกมีขน ดอกติดเป็นกลุ่ม มีขน กลีบรวม 6 กลีบ เกสรเพศผู้ 12 อัน ช่อดอกเพศเมียคล้ายเพศผู้ แต่มักเป็นช่อเดี่ยว
- **ผล** ค่อนข้างกลม กว้างและยาวได้ถึง 2.5 เซนติเมตร มีกาบหุ้มผลเป็นหนาม เมื่อแก่เป็นสีดำ ปลายหนามเป็นสีเหลือง

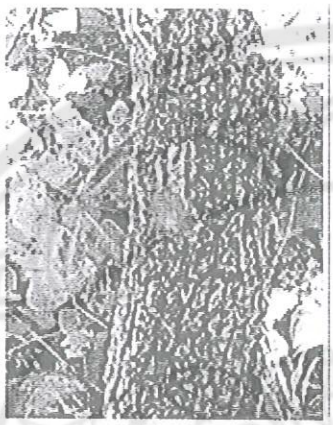
❖ **ระยะออกดอก-ผล** ติดผลเดือนพฤศจิกายน

❖ **นิเวศวิทยา** ป่าดิบแล้ง ที่ระดับความสูง 800-1,000 เมตร

❖ **ประโยชน์** ผล คั่วรับประทานได้

7. **ก่อหัวหมู** *Lithocarpus sootepensis* (Craib) A.Camus วงศ์ : FAGACEAE

ชื่อพื้นเมือง : ก่อหัวหมู ก่อเลือด ก่อแดง ก่อแงะ สือเคระเตา(ม้ง)




❖ **ต้น** ไม้ไม่ผลัดใบสูงถึง 13 เมตร เปลือกต้นเกลี่ยงสีเทาอ่อน

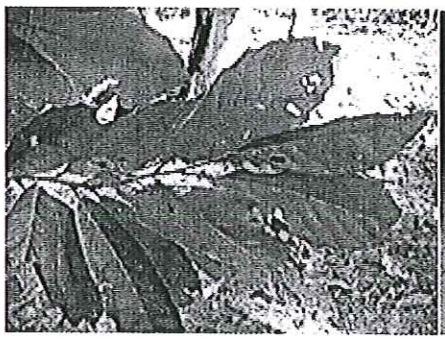
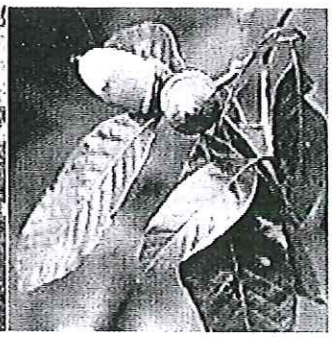
❖ **ใบ** 9-15 x 4-8 เซนติเมตร ขอบใบเรียบ ใบแก่ด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านล่างมีขนคล้ายผงเล็กๆ เส้นใบข้าง 9-12 คู่ก้านใบ 1-1.7 เซนติเมตร กิ่งก้านเรียวเล็กสีน้ำตาลเข้ม มีรูอากาศสีอ่อนกว่า

❖ **ผล** เป็นกลุ่มหนาแน่น ช่อยาวถึง 30 เซนติเมตร แต่ละผลมีก้านชัดเจน ก้านผล 06-1 เซนติเมตร บางครั้ง 2-3 ผล มีก้านร่วมกันกาบหุ้มผล 0.4-0.7x1.6 คลุม 1/4 ของนัท กาบเป็นเกล็ดรูปสามเหลี่ยมเรียงเป็นวงไม่ชัดเจน นัท 1.5-2.7 เซนติเมตร รูปไข่กว้างหรือกลมแป้นปลายแหลมผลอ่อนมีขนสีขาว ภายหลังจะเกลี้ยงสีน้ำตาลอมเทารอยแผลเล็กกลมโค้งเว้า

❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้ ใช้สร้างบ้าน(ม้ง)

8. ก่อแอบ *Quercus semiserrata* Roxb. วงศ์ : FAGACEAE

ชื่อพื้นเมือง : ก่อเซียก ก่อหิน ก่อกระดุม ก่อแอบ ตองขน

❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ สูง 20-30 เมตร เปลือกค่อนข้างเรียบ สีเทาดำ

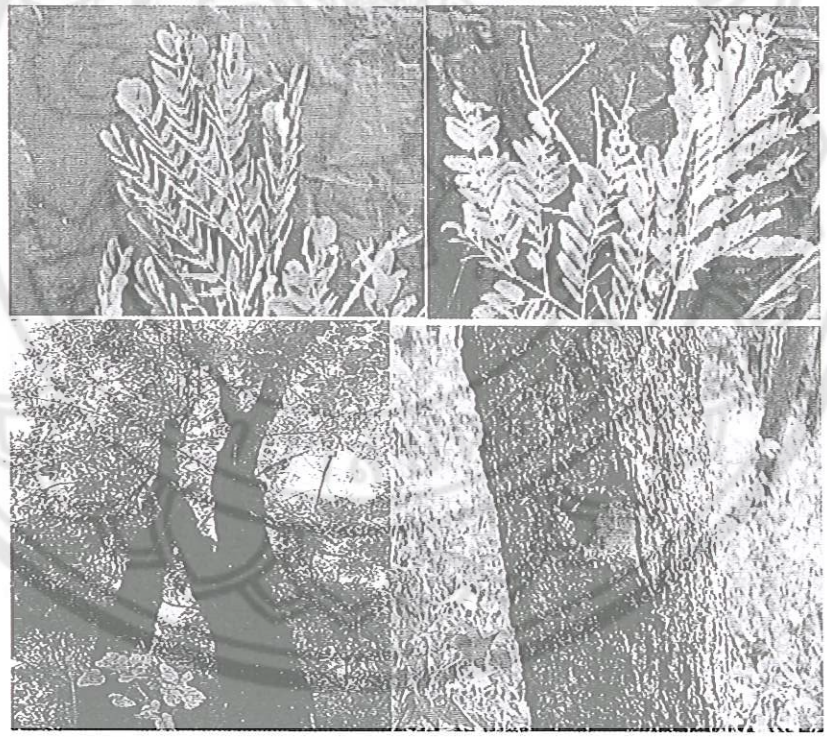
❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ รูปไข่หรือรูปรี โคนใบเบี้ยว ขอบใบจักตื้น แผ่นใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านล่างสีจางกว่า มีขนประปราย

❖ **ดอก** ดอกเล็กมาก แยกเพศ ช่อดอกเพศผู้แบบช่อหางกระรอก ห้อยลงสู่พื้น ช่อดอกเพศเมียตั้งขึ้น

❖ **ผล** ผลรูปไข่แกมรูปรี มีขนนุ่มประปราย ติดอยู่บนจานรองผลรูปถ้วย ประมาณ 1 ใน 4 ของความยาวผล ผิวด้านนอกของจานรองเป็นเกล็ด เรียง 5-8 ชั้น มีขนนุ่มทั่วไป

❖ **ระยะออกดอก-ผล** มกราคม-มีนาคม

9. **ก้ามขี้มอด** *Albizia odoratissima* (L.f.) Benth. วงศ์ : Leguminosae-Mimosoideae
ชื่อพื้นเมือง : กางแดง คางแดง จันทน์ มะขามป่า



❖ **ต้น** ไม้ต้น สูง 10-15 เมตร ปลายยอดและกิ่งอ่อนมีรอยแผล ระบายอากาศ

❖ **ใบ** เป็นใบประกอบแบบขนนกสองชั้น ยาว 20-30 เซนติเมตร ใบย่อย 10-16 คู่ รูปขอบขนานแกมเบี้ยว กว้าง 0.6-1.2 เซนติเมตร ยาว 1.1-3.5 เซนติเมตร

❖ **ดอก** สีขาว ออกเป็นช่อตามกิ่ง ยาว 10-20 เซนติเมตร ช่อดอกย่อยประกอบด้วยดอกย่อยหลายดอก รวมกันเป็นกลุ่ม กลีบรองดอกรูปหลอดปลายเป็นซี่เล็ก กลีบดอกรูปกรวย ยาว 6.5-

9 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็นแฉก เกสรผู้จำนวนมาก

❖ **ผล** เป็นฝักแบนรูป ขอบขนาน กว้าง 2.5-3 เซนติเมตร ยาว 17-20 เซนติเมตร เมื่อแก่มีสีน้ำตาลเข้ม และแตกด้านข้าง เมล็ด รูปรีกว้าง

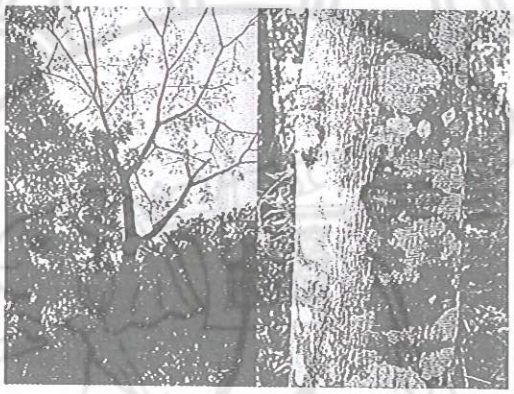
❖ **ระยะออกดอก-ผล** มีนาคม-พฤษภาคม

❖ **นิเวศวิทยา** ขึ้นตามป่าดิบเขาและป่าผลัดใบ ที่ระดับ ความสูงถึง 1,000 เมตร

❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้ใช้สร้างบ้าน หรือทำเฟอร์นิเจอร์

10.**ก้างหลวง** *Albizia chinensis* (Osbeck) Merr. วงศ์ : Leguminosae-Mimosoideae

ชื่อพื้นเมือง : ค้างฮุง (ขอนแก่น), บือ บือเก๊าะ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน), กางหลวง สารคำ (ภาคเหนือ), สารเงิน (เชียงใหม่)



❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ แตกกิ่งต่ำ เรือนยอดแผ่กว้างคล้ายรูปร่ม

❖ **ใบ** ประกอบแบบขนนกสองชั้นเรียงสลับ หูใบเป็นแผ่น ร่วงง่าย ใบย่อย 20-35 คู่ รูปขอบขนาน เรียงตรงข้าม

❖ **ดอก** ช่อดอกออกตามปลายกิ่ง แตกแขนง โคนก้านช่อมีหูใบเป็นแผ่นติดอยู่ ช่อดอกประกอบด้วยช่อกลมหลายช่อ แต่ละช่อมีดอกเล็กๆ ที่ไม่มีก้านจำนวน 10-20 ดอก อัดกันแน่น สีขาว

❖ **ผล** สีน้ำตาลอ่อน ฝักแบน รูปขอบขนานคล้ายฝักกระถิน ปลายฝักแหลมเป็นติ่ง ผนังหนา สีน้ำตาลอมเขียว ฝักแก่ไม่แตก มีหลายเมล็ด เมล็ดรูปรีแบน เรียงเป็นแถวเดี่ยวตามยาวของฝัก

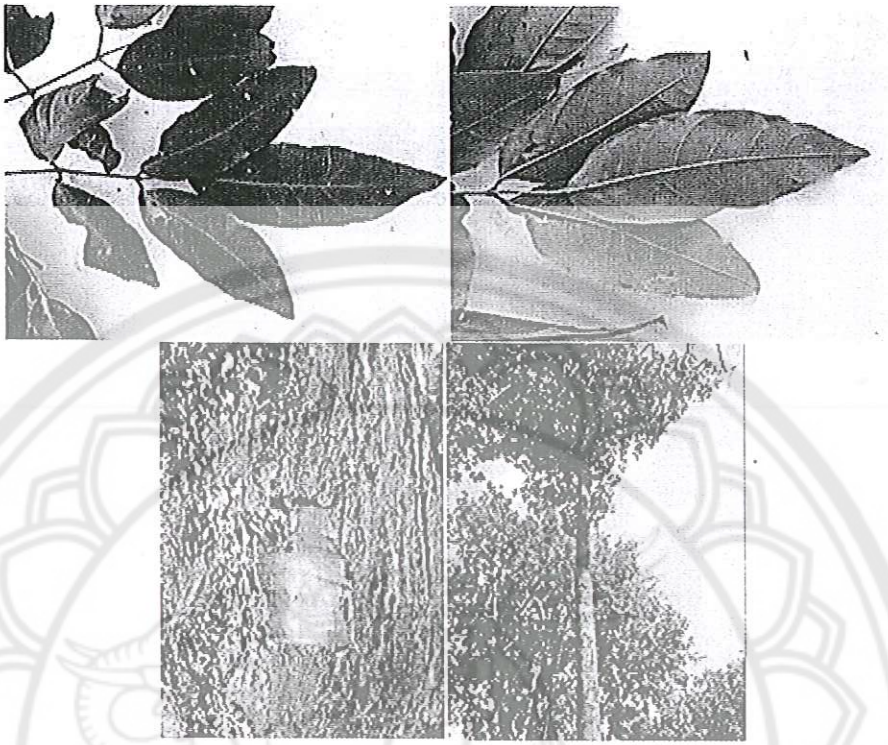
❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกและติดผลช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม

❖ **นิเวศวิทยา** พบตามป่ากึ่งดงดิบและป่าผลัดใบ ที่ระดับความสูงถึง 1,800 เมตร

❖ **ประโยชน์** เป็นไม้โตเร็ว นิยมนำมาปลูกเป็นพืชเบิกนำ ช่วยคืนสภาพป่าได้รวดเร็ว นิยมปลูกเป็นไม้ให้ร่มในสวนชาและสวนกาแฟ

11.**กาสามปีก** *Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer วงศ์ : VERBENACEAE

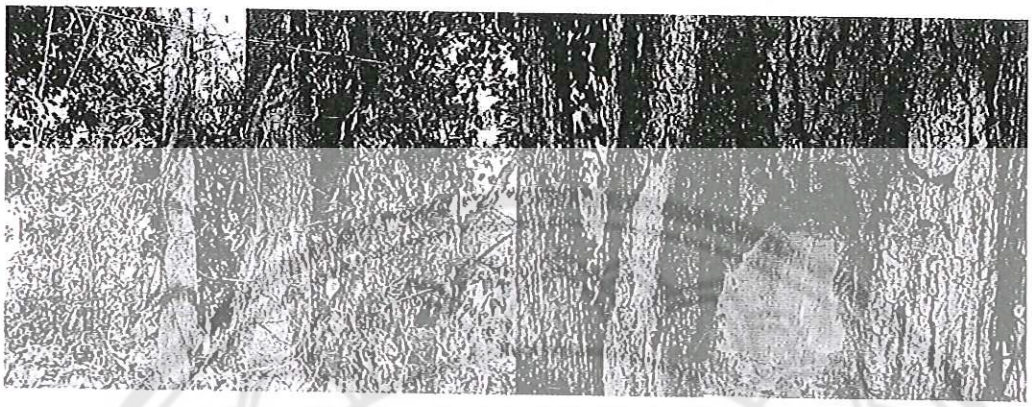
ชื่อพื้นเมือง : กาจับหลัก ตีนนกผู้ มะยางห้าชั้น (ภาคเหนือ), กาสามซีก ตีนกา (ภาคกลาง), ตีนนก สมอตีนเป็ด สมอหวอง (ภาคตะวันออก)



- ❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 30 เมตร เปลือกสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม หรือดำ กิ่งอ่อนเป็นสี่เหลี่ยม
- ❖ **ใบ** ใบประกอบแบบนิ้วมือ เรียงตรงข้าม มีใบย่อย 3 ใบ ด้านบนเรียบ หรือเป็นร่องตื้น มีขอบเป็นสันชัดเจน ผิวเรียบ หรือมีขนประปราย ใบย่อยรูปขอบขนานถึงรูปรี หรือรูปคล้ายใบหอก ปลาย และโคนเรียวแหลม ขอบเรียบ แผ่นใบหนา ใบย่อยขนาดไม่เท่ากัน
- ❖ **ดอก** ช่อดอกออกตามง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง เป็นช่อเดี่ยวๆ หรือเป็นคู่ แตกแขนงเป็นคู่ตรงข้าม หรือเกือบตรงข้ามกัน แต่ละแขนงแตกแขนงย่อย เป็นคู่ๆ อีก 1-3 คู่ ปลายสุดของกิ่งเป็นช่อกระจุก มีใบประดับติดเป็นคู่ตรงจุดที่แตกกิ่ง ร่วงง่าย ดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีใบประดับย่อยขนาดเล็ก 1 คู่ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ โคนติดกันเป็นรูปกรวย ปลายเป็นแฉกสามเหลี่ยมเล็กๆ 5 แฉก แฉกกลางด้านล่างมักใหญ่กว่าแฉกอื่นๆ เกสรเพศผู้ 4 อัน สั้น 2 อัน ยาว 2 อัน รังไข่มี 3-4 ช่อง
- ❖ **ผล** ผลกลม มีเนื้อหุ้มเมล็ดบางๆ เมื่อสุกสีแดง เมล็ดแข็งมาก
- ❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้ใช้ในงานก่อสร้างต่างๆ และใช้ในงานแกะสลักได้ดี ในปากีสถานใช้ใบอ่อนกินเป็นผัก และกินผลสุกด้วย ส่วนในอินเดียใช้น้ำต้มจากใบ และเปลือกเป็นยาลดไข้

12.กุ๊ก *Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr. วงศ์ : ANACARDIACEAE

ชื่อพื้นเมือง : กอกกั๊น กุ๊ก, อ้อยช้าง ช้าเกาะ, ช้างโน้ม ซาเกะ ตะคร้ำ ปีเซียง, เส่โทกี แม่หยู่ ว้าย เส่งลู้ได้ หวีด

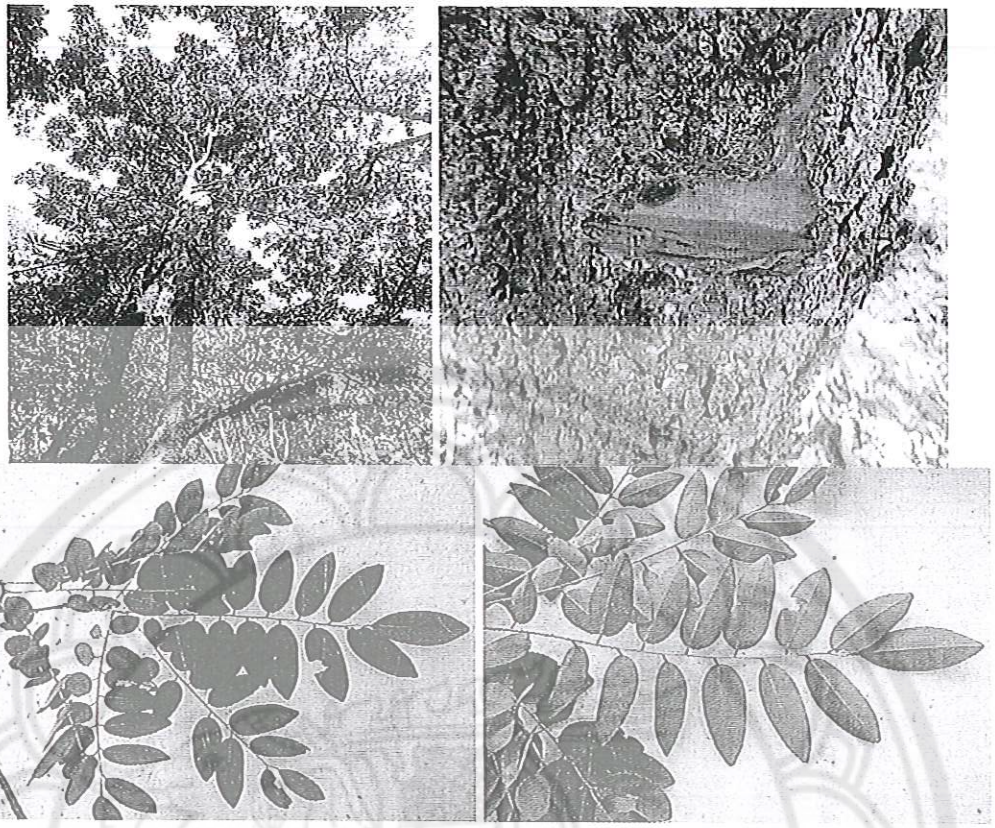


- ต้น ไม้ต้นขนาดกลาง สูงถึง 15 เมตร เรือนยอดโปร่ง เปลือกนอกสีน้ำตาลปนเทา ผิวเรียบหรือมีรอยย่น เปลือกในสีชมพูเป็นเส้นใย
- ใบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ ปลายใบคี่ ใบย่อย 7–15 ใบ เรียงตรงกันข้าม ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม แผ่นใบขนนุ่มปกคลุมทั้งสองด้าน ใบอ่อนสีน้ำตาลแดง
- ดอก ดอกออกเป็นช่อกระจะ กลีบดอกสีเหลืองอ่อน ออกตามง่ามใบตอนปลายกิ่ง
- ผล ผลเมล็ดแข็ง สุกสีเหลือง มีเนื้อเยื่อบางๆ หุ้มเมล็ดแข็งสีเหลืองอ่อน
- **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกเดือนมกราคม – มีนาคม ผลแก่เดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน
- **นิเวศวิทยา** ป่าเต็งรัง
- **ประโยชน์** **ส่วนที่ใช้เป็นอาหาร** ใบอ่อน ยอดอ่อน ลวก ต้ม รับประทานกับน้ำพริก เปลือกรากรับประทานสด **รส** ยอดอ่อน รสจืด มัน เปลือกราก รสหวาน ฝาดเล็กน้อย

13.เก็ดดำ *Dalbergia cultrata* Graham ex Benth. วงศ์ : Leguminosae-Papilionoideae

ชื่อสามัญ : Burma Black Wood

ชื่อพื้นเมือง : กระพี้ กระพี้เขาควาย เกิดเขาควาย เกิดแดง เกิดดำ กำพี้, ชิงชัน กำพี้เขาควาย, แดงดง จักจั่น, เวียด มะขามป่า เส่งพลิแดละ อีเม็งในมน



- **ต้น** เป็นไม้ต้นผลัดใบ สูง 10–25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มทรงสูงถึงค่อนข้างกลม เปลือกสีน้ำตาลเทา เรียบหรือแตกเป็นสะเก็ด กิ่งอ่อนและยอดอ่อนมีขนปกคลุม
- **ใบ** เป็นใบประกอบรูปขนนก ก้านใบรวมแกนช่อใบยาว 10–15 เซนติเมตร มีใบย่อย 7–11 ใบ เรียงสลับ แผ่นใบย่อยรูปขอบขนานแกมรูปไข่กลับ กว้าง 1.5–2 เซนติเมตร ยาว 2.5–4.5 เซนติเมตร ปลายมนบางครั้งหยักเว้า โคนสอบเข้าเป็นรูปลิ่มหรือมนกลมเล็กน้อย ใบแก่เกลี้ยงหรือเกือบเกลี้ยง
- **ดอก** ดอก สีขาว ออกพร้อมกับผลิใบใหม่ เป็นช่อแยกแขนงสั้นๆ ตามง่ามใบใกล้ยอด
- **ผล** ผล เป็นฝัก รูปขอบขนาน ปลายและโคนฝักมน กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาว 5–10 เซนติเมตร ส่วนใหญ่มีเพียง 1 เมล็ด แต่บางครั้งพบถึง 4 เมล็ด
- **ระยะออกดอก-ผล** **ออกดอก** เดือนมีนาคม – เมษายน ผลแก่เดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม
- **นิเวศวิทยา** ป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้ง
- **ประโยชน์** เนื้อไม้ละเอียด สีน้ำตาลอ่อน แก่นสีน้ำตาล มีเส้นสีเข้ม เสี้ยนตรง แข็งและเหนียว ทนทานมาก เลื่อยไสกบตกแต่งได้ยาก แต่ขัดมันได้ดี ใช้ทำเครื่องเรือน เครื่องใช้ เครื่องกลึง เครื่องแกะสลัก ด้ามเครื่องมือต่างๆ พานท้ายปืน ได้สวยงาม ทนทาน และมีราคาแพง

14.เก็ดแดง *Dalbergia oliveri* Gamble วงศ์ : Leguminosae-Papilionoideae

ชื่อพื้นเมือง : ประดู่ชิงชัน , ดู่สะแดน , เก็ดแดง , อีเม็ง , พยุงแกลบ , กะซิก , กะซิบ , หมากพลูตั๊กแตน



❖ **ต้น** ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูงถึง 25 เมตร เปลือกหนา สีน้ำตาลเทา กะเทาะล่อน เป็นแผ่นขนาดเล็ก เปลือกในสีเหลือก ยอดและใบอ่อนออกสีแดง เกลี้ยงหรือมีขนเพียงเบาบาง

❖ **ใบ** เป็นช่อ มีใบประกอบย่อย 11 – 17 ใบ สูง มีลักษณะยาวรี รูปขอบขนานแกมรูปหอก ฐานใบมนกลม ปลายใบมนทู่และหยักเว้าเล็กน้อย ทางด้านท้องใบจะมีสีจางกว่าหลังใบ

❖ **ดอก** สีขาวอมม่วง ออกเป็นช่อดอกเชิง ประกอบตามปลายกิ่ง ดอกจะเกิดพร้อมกับการผลิใบใหม่ เกสรผู้แยกออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 5 อัน ฝัก มีลักษณะเป็นกระเปาะกลมหรือแกมรีเล็กน้อย นูนเห็นได้ชัด ส่วนมากมีเมล็ดเดียว มีลักษณะคล้ายรูปไตสีน้ำตาล

❖ **ประโยชน์** **เนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง มีเส้นแทรกสีดำเนื้อละเอียดปานกลาง แข็งและเหนียวมาก เลื่อยผ่าตกแต่งยาก แต่ขัดขักเงาได้ดีมาก ใช้ทำเครื่องเรือน ด้ามเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ได้ สวยงานและทนทาน**

15. ขมิ้นเครือ *Arcangelisia flava* (L.) Merr. วงศ์ : MENISPERMACEAE

ชื่อพื้นเมือง : ขมิ้นฤาษี ฮับ

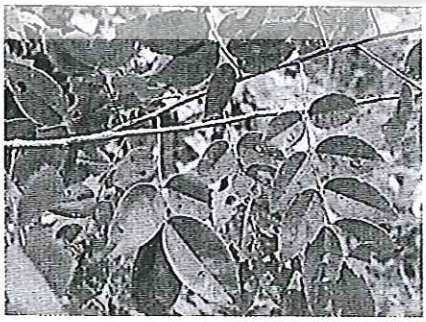


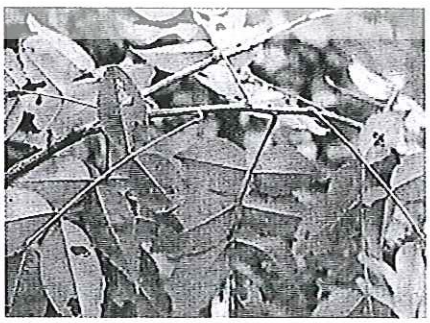
- ต้น ไม้เถาเนื้อแข็งขนาดใหญ่ ใช้โคนก้านใบที่โค้งงอคล้ายตะขอเกาะเหนี่ยวไปได้ไกล เนื้อไม้สีเหลือง
- ใบ ใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ รูปหัวใจหรือรูปไข่กว้าง ปลายใบเรียวแหลม มีเส้นโคนใบที่ยาวชัดเจน 3 เส้น ก้านใบยาวเรียว
- ดอก ดอกแยกเพศ ขนาดเล็ก สีขาวแกมเหลือง ออกบนช่อแตกแขนงสั้นๆ ตามเถา
- ผล ผลสด กลม เมื่อสุกสีเหลือง มีเมล็ดใหญ่แข็ง 1 อัน
- **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกเดือน มีนาคม - เมษายน ติดผลเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน
- **นิเวศวิทยา** ขึ้นตามชายป่าดิบแล้งและป่าดิบชื้น
- **ประโยชน์** **เนื้อไม้** ยาบำรุงธาตุ บำรุงโลหิต ขับประจำเดือน แก้ท้องเสีย **รากและลำต้น** มีสาร berberine เป็นยาขมเจริญอาหาร รักษามาลาเรีย แก้ไข้ และรักษาอหิวาต์

16.**ขี้เหล็กป่า** (แสมสาร) *Senna garrettiana* (craib) Irwin & Berneby

วงศ์ : Leguminosae-Caesalpinioideae

ชื่อพื้นเมือง : ขี้เหล็กโคก ขี้เหล็กแพะ ขี้เหล็กสาร กะลาบัด กะบัด ไงซาน กราบัด ขี้เหล็กป่า





❖ **ต้น** ไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่

❖ **ใบ** ใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ ใบย่อยรูปใบหอก หรือรูปไข่กว้าง ใบโตแหลม คล้ายใบมะยมแต่ใบโตกว่า ใบหนาสีเขียวเป็นมัน

❖ **ดอก** ดอกช่อ ออกที่ปลายกิ่ง กลีบดอกสีเหลือง

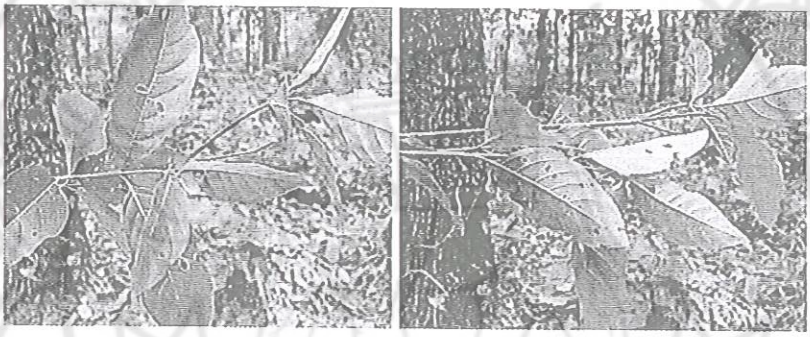
❖ **ผล** ผลเป็นฝักแบน เป็นมัน ลักษณะคล้ายขี้เหล็ก

❖ **นิเวศวิทยา** ขึ้นตามป่าเต็งรังหรือป่าโคก

❖ **ประโยชน์** แก่น เป็นยาระบาย ถ่ายเสมหะ ถ่ายกษัย ทำให้เส้นหย่อน ถ่ายโลหิตสตรี โดยมากใช้คู่กับแสมทะเล

17.**แข้งกวาง** *Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC. วงศ์ : Rubiaceae

ชื่อพื้นเมือง : ระแง(ขมุ), ไฮ่ดือเหี้ย(ปะหล่อง), ลำกวง,ไม้เสี้ยนแดง(ลั้วะ)



❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดเล็ก สูง 4-8 ม. ใบ

❖ **ใบ** เป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้ามเป็นคู่ หรือ 3 ใบ รูปรีแกมรูปใบหอก กว้าง 2-4.5 เซนติเมตร ยาว 3.5-9 เซนติเมตร โคนใบสอบ ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเกลี้ยง ก้านใบยาว 0.8-1.2 เซนติเมตร มีหูใบรูปสามเหลี่ยม

❖ **ดอก** สีขาว ขนาดเล็ก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง ช่อรวมยาว 3.5-8 เซนติเมตร ดอกขนาด 2-2.5 มิลลิเมตร เป็นหลอดปลายแยกเป็น 5 กลีบ ม้วนออกด้านนอก ขนาดกว้าง 0.8 มิลลิเมตร ยาว 1 มิลลิเมตร เกสรผู้ 5 อัน

❖ **ผล** รูปทรงกลม ขนาด 1-1.2 มิลลิเมตร ผิวเกลี้ยงเมื่อแห้งแตกเป็นสองซีก

❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกและผลระหว่างเดือนธันวาคม-มีนาคม

❖ **นิเวศวิทยา** ตามป่าเบญจพรรณชื้นทั่วไป

❖ **ประโยชน์** ยอดอ่อน ใบ และดอก รับประทานสดหรือลวกจิ้มน้ำพริก(ปะหล่อง)เนื้อไม้ ใช้สร้างบ้าน(ลั้วะ) ลำต้น ใช้เผาเป็นถ่าน (ติดไฟได้ดีมาก)(ขมุ) กิ่งและลำต้น เอาไปเผาไฟจะได้ยางสีดำ เอามาทาบกับเหล็ก จนได้น้ำยางหนามากขึ้น เอามาทาฟัน ทำให้ฟันดำ คนสมัยก่อนใช้กันมาก(ปะหล่อง)

ว QK
981
ส๑๒๒
2556

สำนักหอสมุด
2 2 เม.ย. 2556
i.6238427

18.ค่าหด *Engelhardtia spicata* Blume var. colebrookeana (Lindl ex. Wall) Kuntze

วงศ์ : JUGLANDACEAE

ชื่อพื้นเมือง : ค่าหด(คนเมือง) เก็ดลิ้น ข่าหด ลบลีบ.

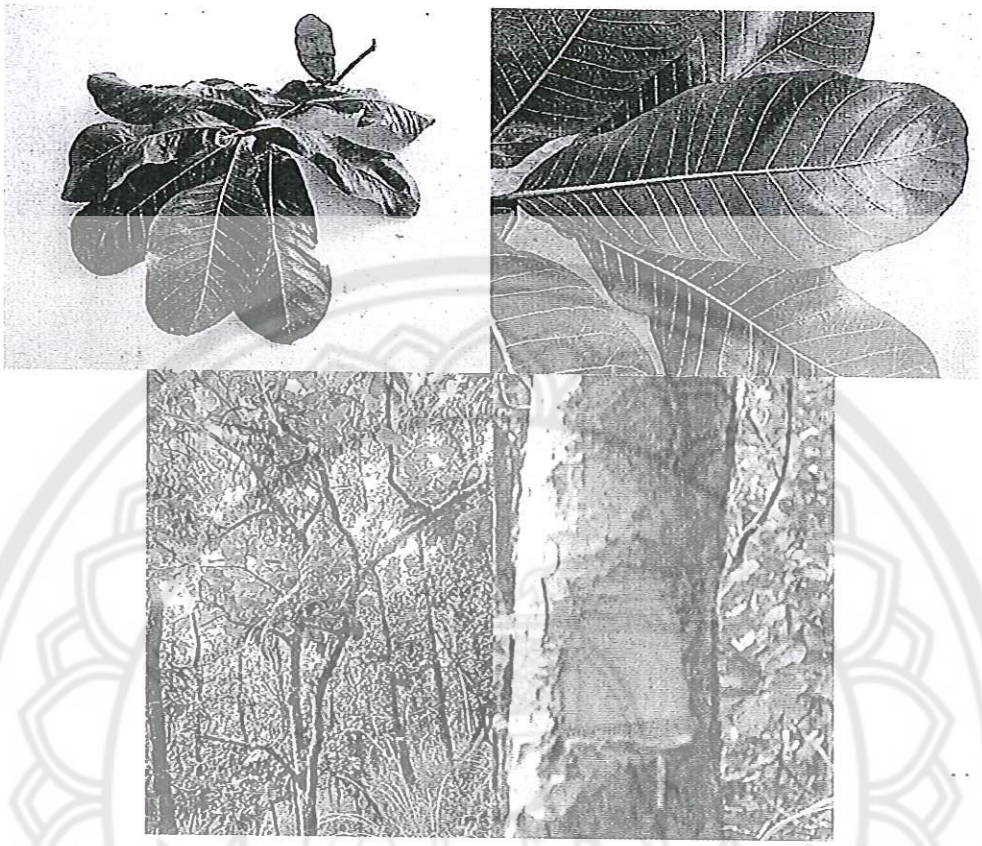


- **ต้น** ไม้ต้นผลัดใบ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลม กิ่งอ่อนมีรอยแผลใบเห็นได้ชัด ลำต้นมักคดงอ เปลือกหนาสีเทา แตกเป็นร่องลึก
- **ใบ** ใบเป็นใบประกอบ ช่อใบเรียงเวียนสลับกัน ช่อหนึ่ง ๆ มีใบย่อย 1-6 คู่ ใบอ่อนมีขนสาก ส่วนใบแก่เกลี้ยง ขอบใบเรียบ จะทิ้งใบหมดก่อนเมื่อออกดอก
- **ดอก** ดอก ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่แยกช่อกัน ดอกเพศผู้รวมกันอยู่เป็นช่อสั้น ๆ แบบหางกระรอก ส่วนดอกเพศเมียอยู่รวมกันเป็นช่อยาวห้อยย้อยลง แต่ละดอกมีกาบบาง ๆ รูปสามเหลี่ยมสีเหลืองอ่อนรองรับ และกาบนี้จะเจริญเป็นกาบของผลต่อไป
- **ผล** ผล กลมแข็ง โตไม่เกิน 1 เซนติเมตร มรขนแข็ง ๆ สั้น ๆ คลุมแน่น มีแฉกกาบเป็นรูปสามงามบาง ๆ ติดอยู่ ง่ามกลางจะยาวที่สุดประมาณ 4 เซนติเมตร
- **นิเวศวิทยา** พบขึ้นตามป่าดิบเขา และป่าเบญจพรรณทั่วไปตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ยกเว้น ภาคใต้ ตั้งแต่ระดับ 500-1500 เมตร
- **ประโยชน์** เปลือกต้น รักษาอาการปวดฟัน หรือให้หญิงหลังคลอด บุตรต้มอาบช่วยให้มดลูกหดตัวเร็วและต้มอาบ เพื่อรักษา ตุ่มคันในเด็ก, เปลือกต้นไปผิงไปอุ่นๆ แล้วนำมาทาแผล **ช่วยสมานแผลอักเสบ(คนเมือง) เป็นไม้เบิกนำที่ทนต่อความแห้งแล้งและไฟป่า เนื้อไม้ทำสิงปลูกสร้างต่าง ๆ ได้ดี**

19.คำมอกน้อย Gardenia obtusifolia Roxb. ex Kurz วงศ์ : Rubiaceae

ชื่อพื้นเมือง : กระมอบ Kramop (Ratchaburi); กระบอก Krabok (Sukhothai); ไข่เน่า Khai nao (Kanchanaburi); คมขวาน Khom khwan, พญาผ่าด้าม Phaya pha dam, พุดนา Phut

na (Central); คำมอกน้อย Kham mok noi (Chiang Mai); ฝรั่งโคก Farang khok (Prachin Buri); มอก Mok (Nakhon Ratchasima); สีดาโคก Sida khok (Nong Khai



- **ต้น** ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ผลัดใบ สูง 2-8 เมตร ยอดอ่อนมีขันเหนียว
- **ใบ** ใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก รูปไข่กลับหรือ รูปไข่กลับแกมรูปขอบขนาน กว้าง 2.5-5 เซนติเมตรยาว4.5-10 เซนติเมตรปลายมนหรือกลมโคนรูปลิ่มขอบเรียบแผ่นใบหนาคล้ายแผ่นหนัง ใบอ่อนมีขนประปราย ใบแก่ผิวหยาบและเกลี้ยงทั้งสองด้าน เส้นแขนงใบข้างละ 10-15 เส้น ก้านใบสั้นมากหรือไม่มีก้านใบ หูใบระหว่างก้านใบเชื่อมติดกับโคนก้าน ใบร่วงง่าย
- **ดอก** ดอกเดี่ยว ออกที่ปลายกิ่ง ดอกคำมอกน้อยมีกลิ่นหอม ก้านดอกสั้นกลีบเลี้ยงโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดรูประฆัง มีขนประปราย ปลายแยกเป็น 5 แฉกสั้นมาก กลีบดอกสีขาวเปลี่ยนเป็นดอกสีเหลือง โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดปลายแยกเป็น 5 แฉก รูปขอบขนานแกมรูปใบหอกกลับปลายมน เกสรเพศผู้ 5 อัน ติดอยู่บริเวณคอหลอดกลีบดอก ไม่โผล่พ้นปากหลอด อับเรณูรูปขอบขนาน รังไข่อยู่ใต้วงกลีบมีขน มี 1 ช่อง มีออวุลจำนวนมาก ก้านเกสรเพศเมียหนา ยอดเกสรเพศเมียเป็น 2 แฉก รูปกระบองโผล่พ้นหลอดกลีบดอก จานฐานดอกรูปวงแหวน
- **ผล** ผลสด รูปกลมหรือเกือบกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8-2.5 เซนติเมตรผิวมีปุ่มหูดกับช่องอากาศ ปลายผลมีกลีบเลี้ยงติดทนเห็นเป็นหลอดและแฉกชัดเจน เมล็ดเล็กจำนวนมาก

❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอก ระหว่าง เดือน มกราคม-มีนาคม และเป็นผล ระหว่าง เดือน มีนาคม- สิงหาคม

❖ **นิเวศวิทยา** พบในป่าเต็งรัง ความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-300 เมตร

❖ **ประโยชน์** ทรงพุ่มขนาดเล็ก ดอกหอม ปลูกเป็นไม้ประดับได้ เนื้อไม้ใช้ทำด้ามเครื่องมือทางการเกษตร เครื่องแกะสลักและทำเสาเข็ม ต้นยาว 1 คืบ ย่างไฟให้เหลืองต้มน้ำดื่มจนรสจืด ทำให้เจริญอาหาร

20.คำมอกหลวง *Gardenia coronaria* Buch.-Ham. วงศ์ : Rubiaceae

ชื่อพื้นเมือง : ไข่เน่า (นครพนม) คำมอกช้าง (เหนือ); ผ่าด้าม ยางมอกใหญ่ (นครราชสีมา); แสลงหอมไก๋ หอมไก๋ (ลำปาง)



❖ ต้น ไม้ต้นขนาดกลาง สูง 7-15 เมตร มีน้ำยางเหลือง กิ่งอ่อนมีขนปกคลุม ผลัดใบช่วงสั้นๆ เวลาออกดอก

❖ **ใบ** ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีขอบขนานหรือแกมรูปไข่กลับ กว้าง 12-18 เซนติเมตร ยาว 22-30 เซนติเมตร ปลายใบแหลมหรือมน โคนใบมน ขอบใบเรียบ มีหูใบเป็นปลอกที่บริเวณรอบกิ่ง หลุดร่วงง่ายเห็นรอยแผลชัดเจน

❖ **ดอก** ดอกเดี่ยวสีเหลืองสด เปลี่ยนเป็นสีซีดหรือขาวนวลเมื่อร่วง ออกที่ซอกใบ มีกลิ่นหอม ขนาดผ่าศูนย์กลาง 5.5-7 เซนติเมตร

❖ **ผล** ผลเป็นผลสด รูปรีหรือรูปขอบขนาน ขนาดกว้าง 1.8-2.5 เซนติเมตร ยาว 2.2-4 เซนติเมตร

❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม ออกผลช่วงเดือนมีนาคมถึงสิงหาคม

❖ **นิเวศวิทยา** พบตามป่าเต็งรัง ที่ความสูง 200-400 เมตร

❖ **ประโยชน์** เมล็ดต้มเคี่ยวกับน้ำ เป็นยาสระผมฆ่าเหา ต้นเหมาะที่จะปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับเพื่อให้ร่มเงา ดอกสวยมีสีสัน กลิ่นหอมมาก ออกดอกพร้อมกันทั้งต้น และบานนาน 2-3 วัน

21.**คูน** *Cassia fistula* L. วงศ์ : Leguminosae-Papilionoideae

ชื่อสามัญ : Golden Shower, Indian Laburmum, Drumstick, Pudding-pipe หรือ Pudding-stick, Pudding Casia, Pudding Fistula

ชื่อพื้นเมือง : ราชพฤกษ์ Ratcha phruek, ชัยพฤกษ์ Chaiya phruek (Central); กุเพยะ Ku-phe-ya (Karen-Kanchanaburi); คูน Khun (Central, Northern); ปือยู Pue-yu, ปูโย Pu-yo, เปอโซ Poe-so, แมะหล่าหยู่ Mae-la-yiu (Karen-Mae Hong Son); ลมแล้ง Lom laeng (Northern



❖ **ต้น** ต้น ไม้ยืนต้น สูง 5-15 เมตร

❖ **ใบ** ใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ ใบย่อยรูปไข่หรือรูปวงรี กว้าง 4-8 เมตร ยาว 7-12 เมตร

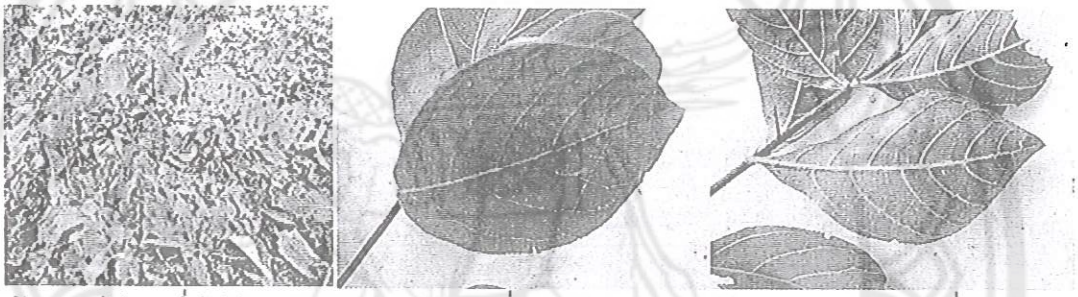
❖ **ดอก** ดอก ออกเป็นช่อ ที่ปลายกิ่ง ห้อยเป็นโคม ระย้า กลีบดอกสีเหลือง

❖ **ผล** ผล เป็นฝักกลม สีน้ำตาลเข้ม หรือดำ เปลือกแข็ง ผิวเรียบ ภายในผนังกั้นเป็นห้อง แต่ละห้องมี 1 เมล็ด หุ้มด้วยเนื้อสีดำเหนียว

❖ ประโยชน์ ราชพฤกษ์เป็นไม้มงคลในการก่อสร้างบ้านเรือนหนึ่งในเก้าชนิด เป็นดอกไม้ประจำชาติไทย

22.เค็ด *Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng. วงศ์ : Rubiaceae

ชื่อพื้นเมือง : กะแทง เคล็ด เคล็ดทุ่ง แท้ง หนามเค็ด หนามแท่ง



❖ ต้น ไม้พุ่มกึ่งไม้ต้นขนาดเล็กลำต้นและกิ่งก้านทรงกระบอกลำต้นจะบิดงอแตกกิ่งเกือบจะขนานกับพื้นตามกิ่งก้านของต้นมีหนามแหลมยาว 3-6 เซนติเมตรออกเป็นคู่ๆตรงกันข้ามกัน

❖ ใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่กว้างหรือรูปไข่แกมวงรี ท้องใบสีอ่อนกว่าและมีขน หูใบอยู่ระหว่างก้านใบ

❖ ดอก ดอกเดี่ยว ออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาว กลิ่นหอม

❖ ผล ผลรูปทรงกลมผิวสีน้ำตาลเหลืองมีขนนุ่มหนาแน่น

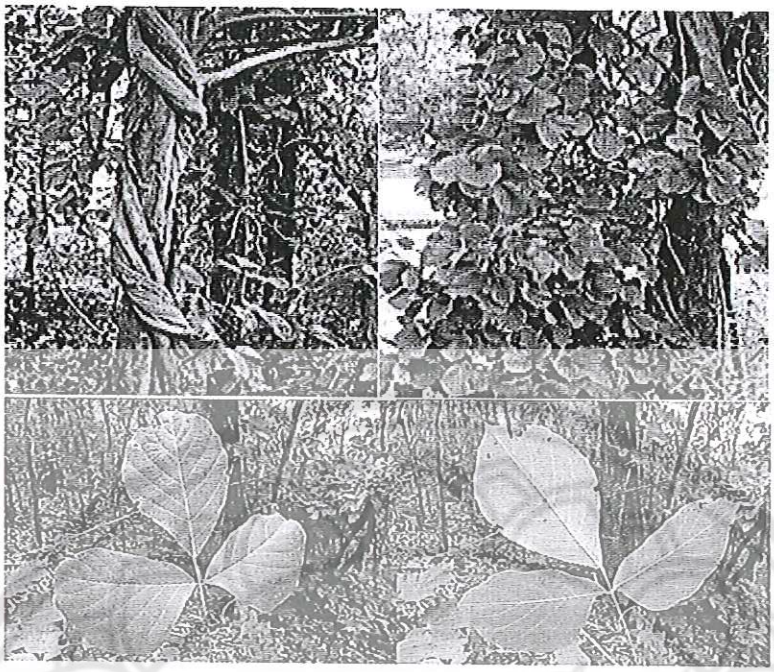
❖ ระยะออกดอก-ผล ออกดอกและติดผลช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

❖ นิเวศวิทยา พบในบริเวณพื้นที่เปิดหรือทุ่งหญ้าที่ระดับความสูงถึง 500 เมตร

❖ ประโยชน์ ผลแก่นำมาทุบพอแหลกใช้ซักผ้า ทำความสะอาดร่างกาย และสระผมได้ นอกจากนี้น้ำจากการแช่ผลหนามแท่งยังใช้เบื่อปลาได้ด้วย คนอีสานนิยมนำกิ่งมาทำสาก (ไม้ตีพริก) เชื่อว่าช่วยดูดสารพิษจากอาหารได้ ในทางสมุนไพร ทั้งต้น ปรุงเป็นยารักษาโรคเบาหวาน แก้โรคมะเร็งต่างๆเช่น มะเร็งในตับ มะเร็งในกระดูก แก้วัณโรค

23.เครือพันซ้าย *Spatholobus parviflorus* (DC.)Kuntze

วงศ์ : Leguminosae-Papilionoideae ชื่อพื้นเมือง : จานเครือ กวางผู้, ขรัวเถาผู้, ตาลานเครือ , เครือเขาคู้, ถู่กุ๊โพ๊, เถาทองเลื้อยและเถาพันซ้าย



❖ **ต้น** ไม้เลื้อยเนื้อแข็ง ลำต้นกลม มักขดเป็นวง มีขนสีเทา

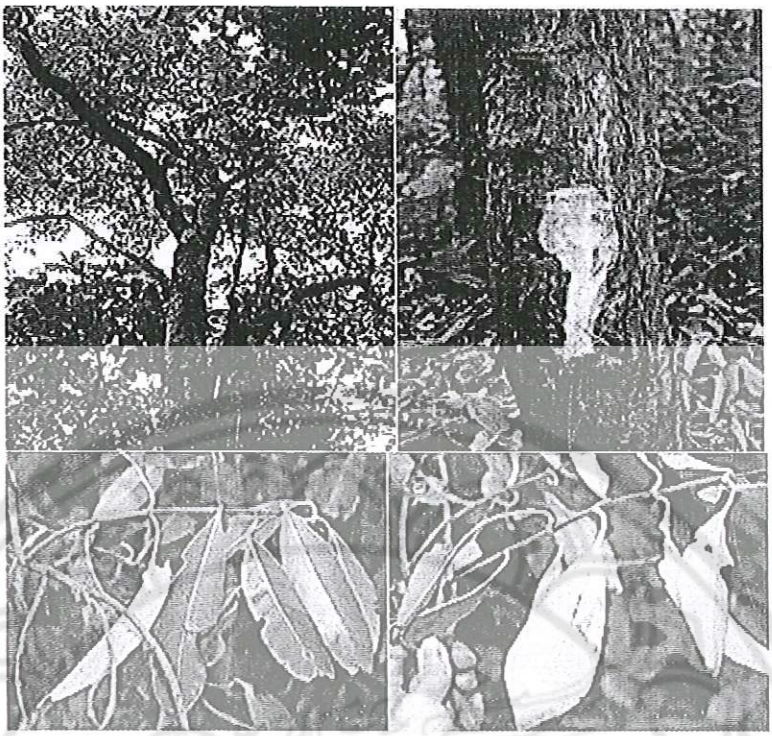
❖ **ใบ** ใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว เรียงเวียน มี 3 ใบย่อย ใบย่อยปลายรูปไข่กลับ ยาว 8-20 เซนติเมตร กว้าง 5-14 เซนติเมตร ปลายมนมีติ่งแหลม ฐานกลม ขอบเรียบ ใบย่อยคู่ล่างรูปไข่กลับ หรือรูปไข่กลับแกมรูปรี ยาว 7-15 เซนติเมตร กว้าง 3-9 เซนติเมตร ปลายมน ฐานเบี้ยว ขอบเรียบ หลังใบมีขนสีน้ำตาล ท้องใบมีขนนุ่มสีเทา

❖ **ดอก** ดอกแบบช่อแยกแขนง ยาว 10-25 เซนติเมตร ออกที่ซอกใบ ใบประดับรูปไข่แกมขอบขนาน กลีบเลี้ยงมี 4 กลีบ กลีบดอกมีสีชมพูแกมขาว เกสรเพศผู้ 10 อันเชื่อมกันเป็นสองกลุ่ม เกสรเพศเมีย มีรังไข่ที่มีขนสีน้ำตาลหนาแน่น

❖ **ผล** ผลเป็นฝัก แบน คล้ายปีก รูปแถบแกมขอบขนาน ยาว 8-10 เซนติเมตร กว้าง 2.5-4 เซนติเมตร เมล็ด มี 1 เมล็ด รูปไข่

❖ **ประโยชน์** เถาใช้ปรุงเข้ายา ขับปัสสาวะ ขับเสมหะ ทำให้เส้นเอ็นหย่อน ใบสดใช้ขยี้กับปูนทาพอกเป็นยารักษาแผลสด คนอีสานนำใบอ่อนมาห่อขนม หรือใช้ประโยชน์แทนใบตองกล้วย

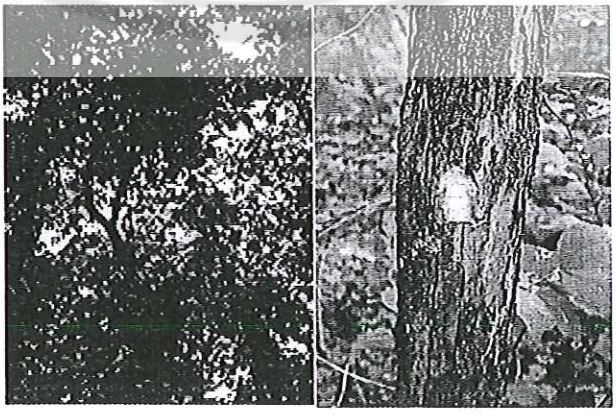
24.เคาะ *Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Peter G.Wilson & J.T. Waterh. var. rufescens (Hance) J.Parn. & Nic Lughadha. **วงศ์** : Myrtaceae

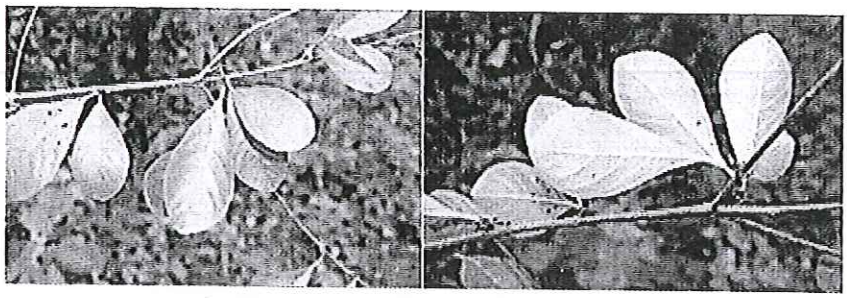


- **ต้น** ต้นสูง 5-7 เมตร
- **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงเวียน รูปรีกว้างหรือรูปไข่ ยาว 6-9 เซนติเมตร กว้าง 3-4 เซนติเมตร โคนใบสอบเรียว ปลายใบแหลม เป็นติ่งหนามสั้น ขอบใบเรียบ ผิวของใบอ่อนที่ด้านล่างมีขนหนาแน่น
- **ดอก** ดอกออกเป็นช่อกระจุกเชิงประกอบ ยาว 2-3 เซนติเมตร ที่ซอกใบ กลีบเลี้ยง มี 3 กลีบ เชื่อมกันเป็นรูปกรวย แฉกกลีบรูปไข่หรือรูปหอกกลับ กลีบดอก มี 5 กลีบ แยกกัน สีขาวครีม
- **ผล** ผลแบบแคปซูล มีกลีบเลี้ยงติดทน สีน้ำตาล
- **ประโยชน์** ใช้เป็นพืชสมุนไพร

25.**ดาวราย** *Craibiodendron stellatum* (Pierre) W.W.Sm วงศ์ : Ericaceae

ชื่อพื้นเมือง : มะยมภู ตาฉี่เคย ติลี่อากอ





❖ **ต้น** ไม้ขนาดเล็ก สูงได้ถึง 6 เมตร เปลือกแตกเป็นร่องละเอียดตามยาว ยอดอ่อนสีส้มแดง

❖ **ใบ** เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปขอบขนานหรือรูปไข่กลับ ขนาดกว้าง 2-4 เซนติเมตร ยาว 4-8 เซนติเมตร โคนและปลายใบมน ขอบใบเรียบ มักมีติ่งที่ปลายใบ เส้นใบด้านล่างนูนชัดเจน

❖ **ดอก** ดอก สีขาว ออกเป็นช่อ ดอกย่อยรูประฆัง ยาว 3 มิลลิเมตร กลีบรองดอกเป็นรูปถ้วย ปลายแยกเป็น 5 แฉก กลีบดอก 5 กลีบ โคนเชื่อมกัน 2ใน 3 ปลายแยกเป็น 5 แฉกรูปสามเหลี่ยม เกสรผู้ 10 อัน สีน้ำตาลเข้ม ก้านเกสรเป็นแผ่นยาว ส่วนบนพับงอ

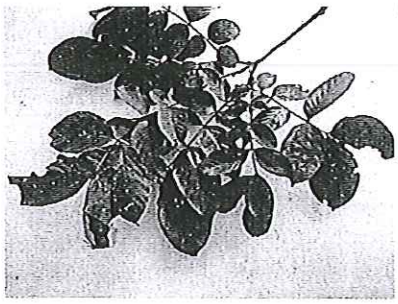
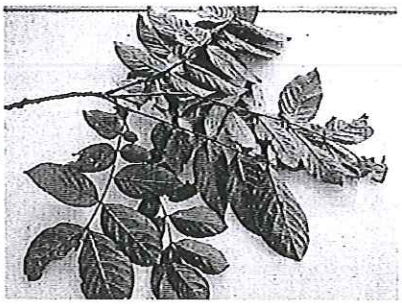
❖ **ผล** กลม มี 5 พู เมื่อแก่แตก เมล็ดมีปีกสีน้ำตาล

26.**แดง** *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. วงศ์ : Leguminosae-Mimosoideae

ชื่อสามัญ : Iron Wood

ชื่อพื้นเมือง : กร้อม (ชาวบน-นครราชศรีมา), ไคว (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน), คว้าย (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่, กาญจนบุรี), ไคว เพร่ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน), จะลาน จาลาน (เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน), แดง (ทั่วไป), ตะกร้อม (ชอง-จันทบุรี), ปราน (ส่วย-สุรินทร์) ไปรน์ (ศรีษะเกษ), ผ้าน (ละว้า-เชียงใหม่), เพ้ย (กะเหรี่ยง-ตาก), สะกรอม (เขมร-จันทบุรี)



❖ ต้น เป็นไม้ยืนต้น สูง 15–30 เมตร กิ่งก้านและยอดอ่อนมีขนละเอียดสีเหลือง

❖ ใบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกสองชั้นเรียงสลับ ประกอบด้วย 2 ช่อ ใบแตกออกเป็น 2 ง่าม ใบย่อย 4–5 คู่รูปไข่หรือรูปไข่แกมขอบขนาน

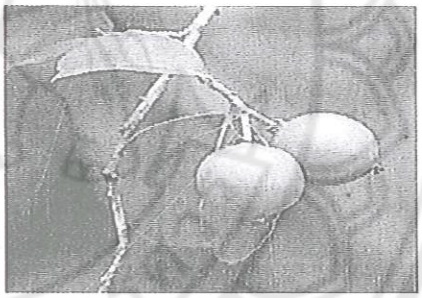
❖ ดอก ออกดอกเป็นช่อทรงกลมคล้ายดอกกระถิน ที่ปลายกิ่งและซอกใบ กลีบดอกสีขาว

❖ ผล เป็นฝักรูปไต แบน แข็ง

❖ **นิเวศวิทยา** เป็นไม้หลักของป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งทั่วๆ ไป

27.ตะขบป่า *Flacourtia indica* (Burrn.f) Merr.

วงศ์ : Flacourtiaceae

❖ ต้น ไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 2-15 เมตร มีหนามยาวตามลำต้นและกิ่งซึ่งหนามเหล่านี้จะร่วงไปเมื่อต้นโตเต็มที่

❖ ใบ ใบเดี่ยวรูปไข่ ปลายใบแหลม ผิวใบเรียบ

❖ ดอก ออกเป็นช่อสั้น ๆ มีดอกย่อย 4-6 ดอก มีกลุ่มขนนุ่มสั้น ๆ ปกคลุม ออกดอกบริเวณง่ามใบและบริเวณปลายกิ่ง ยาว 3-10 เซนติเมตร ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียจะแยกกันอยู่คนละต้น ดอกมีขนาดเล็ก ดอกเพศผู้มีก้านดอกยาว 4-7 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงมี 4-6 กลีบ โคนติดกัน ปลายแยก

❖ **ผล** ผลทรงกลมขนาดเท่าปลายนิ้วมือ ผลสุกสีน้ำตาลเข้ม

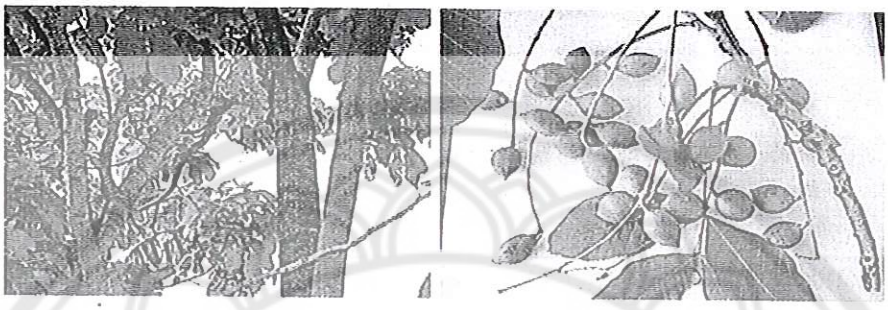
❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอก ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน

❖ **นิเวศวิทยา** พบขึ้นตามป่าที่ราบ หรือป่าทุ่งนาทั่วไป

❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้ ขับพยาธิไส้เดือน แก้ตานขโมย แก้ประดงผื่นคัน ราก ขับพยาธิไส้เดือน แก้ตานขโมย บำรุงน้ำนม

28.**ตะคร้อ** *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken. **วงศ์** : Sapindaceae

ชื่อพื้นเมือง : มะโจ๊ก เคาะ ค้อ ตะคร้อไข่ คอส้ม



❖ **ต้น** ไม้ต้นผลัดใบ สูงถึง 25 เมตรผลัดใบ เรือนยอดทรงรูปไข่ทึบ แตกกิ่งลำต้นสั้นมักเป็นปุ่มปมและ พูพอน เปลือกสีน้ำตาลเทา

❖ **ใบ** เป็นใบประกอบแบบ ขนนก มีใบย่อย 2-4 คู่ ใบย่อยคู่บนขนาดใหญ่กว่าคู่ล่าง รูปไข่หรือ แกมรี ปลายใบเรียวแหลม โคนใบไม่สมมาตรถึงทู่

❖ **ดอก** สีเขียวอ่อน หรือแกมเหลือง ออกเป็นช่อห้อยลงจากปลายกิ่งหรือซอกใบ ยาวถึง 20 เซนติเมตร ดอกย่อยขนาดเล็ก กลีบรองดอกรูปไข่ถึงรูป สามเหลี่ยม มี 4-6 กลีบ ไม่มีกลีบดอก เกสรผู้ 5-9 อัน ยาวพ้นกลีบดอก

❖ **ผล** รูปทรงกลมหรือรูปไข่ กว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร สีเขียวสดแล้วเปลี่ยน เป็นสีน้ำตาล ปลายผลเป็นติ่งแหลม มี 1-2 เมล็ด

❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกช่วงเดือน มกราคม-เมษายน ติดผลช่วงเดือนมีนาคม-กรกฎาคม

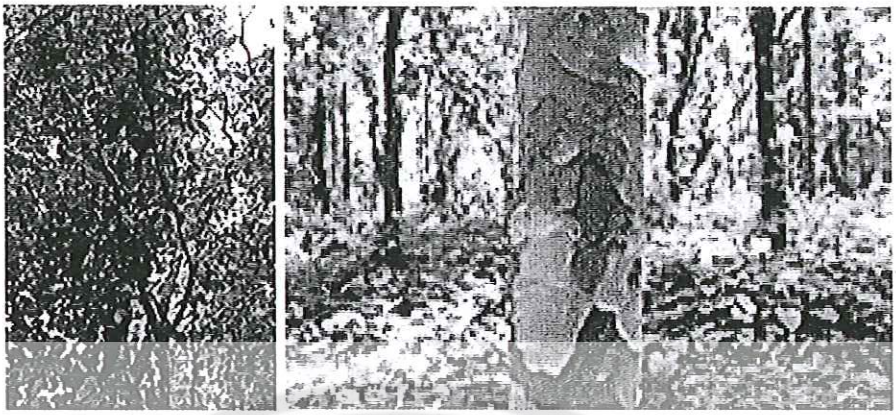
❖ **นิเวศวิทยา** ตามป่าผลัดใบหรือป่า ผลัดใบผสม ที่ระดับความสูงถึง 1,200 เมตร

❖ **ประโยชน์** ไม้ทำเสาเรือน ด้ามเครื่องมือ เปลือกแก้ท้องร่วง น้ำมันเมล็ดแก้ผมร่วง ผลสุขมีรสเปรี้ยวอมหวาน,ทำผลิตภัณฑ์ล้างจาน ล้างห้องน้ำ,ผลทำอาหารหวานได้หลายชนิด เช่น แยม,ตะคร้อแก้ว,ลูกกวาดตะคร้อ,น้ำตะคร้อ,ไวน์

29.**ตะแบกเปลือกบาง** *Lagerstroemia duperreana* Pierre ex Gagnep.

วงศ์ : Combretaceae

ชื่อพื้นเมือง : เปลือย เปลือยล้าน เปือยขาว เปือยดง



❖ **ต้น** ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูงถึง 35 เมตร เปลือกล่อนเป็นแผ่นคล้ายเปลือกตะแบกเลือดแต่เปลือกจะบางกว่า

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามรูปวงรีแกมขอบขนานหรือรูปวงรีกว้าง กว้าง 5 – 8 เซนติเมตร ยาว 8 – 15 เซนติเมตร เนื้อใบคล้ายกระดาษ ใบอ่อนมีขนทั้งสองด้าน

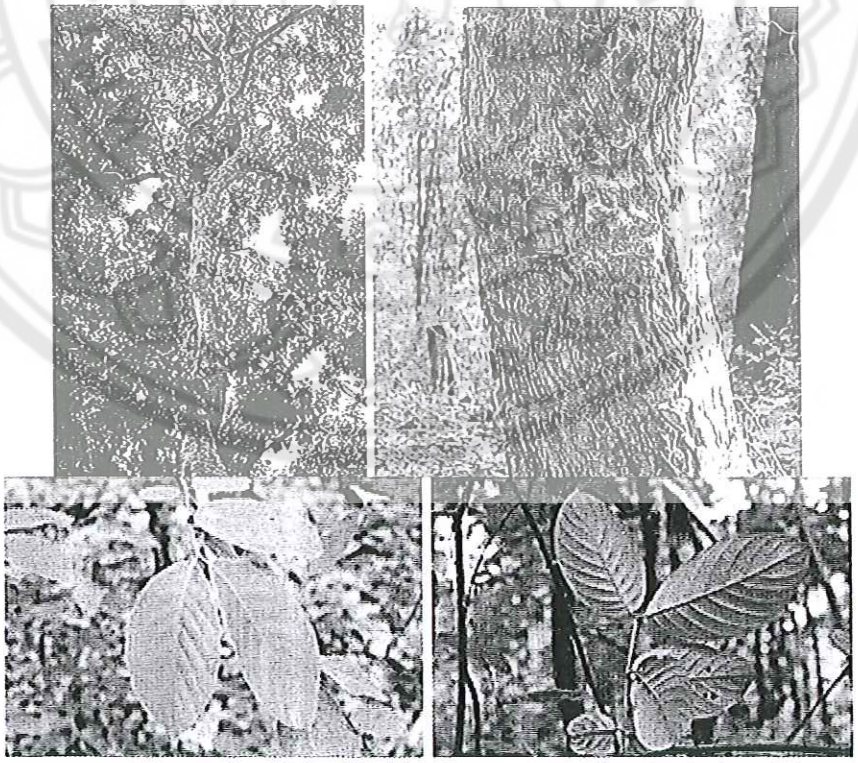
❖ **ดอก** ดอกช่อกระจะเชิงลด ออกที่ซอกใบ ห้อยลง ไม่มี กลีบดอก กลีบเลี้ยงสีเหลืองแกมน้ำตาล

❖ **ผล** ผลแห้งสีน้ำตาล แข็ง มีปีกหนา 2 ปีก ไม่แตก มีเมล็ดเดียว

❖ **ประโยชน์** ใช้ในการก่อสร้างและทำอุปกรณ์การเกษตร

30.**ตะแบกเลือด** *Terminalia mucronata* Craib & Hutch. วงศ์ : Combretaceae

ชื่อพื้นเมือง : เปื๋อยปั๋ง มะเกลือเลือด มะกาเถื่อน



❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดใหญ่สูงถึง 35 เมตร ลำต้นเปลาตรง ส่วนโคนต้นขรุขระเป็นสะเก็ด ส่วนบนเรียบเป็นหลุมตื้นๆ

❖ **ใบ** ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงข้ามกัน รูปมน ปลายใบแหลม ฐานใบมน ใบอ่อนมีขนทั้งสองด้าน เส้นแขนงใบด้านล่างชัดเจน ก้านใบยาว 1-2 เซนติเมตร มีต่อมอยู่ 1 คู่ที่โคนก้านใบ

❖ **ดอก** ดอก ออกเป็นช่อเดี่ยวๆสีค่อนข้างเหลือง ยาว 9-15 เซนติเมตร ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ขนาด 4-5 เซนติเมตร กลีบรองกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วยปลายแยกเป็น 5 แฉก ปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาล

❖ **ผล** ผล เป็นผลแห้ง มีครีบ 2 ครีบ ลักษณะแบนแผ่กว้างเป็นแผ่น ตัวผลเป็นรูปร่างมน มีขนสีน้ำตาล สั้นนุ่มแน่น ขนาดผลรวมทั้งครีบยาว 3-4 เซนติเมตร กว้าง 2.5-3 เซนติเมตร มีเมล็ดเดียว

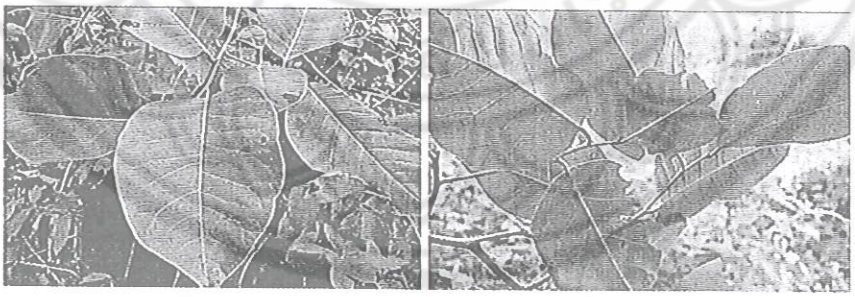
❖ **ระยะออกดอก-ผล** ช่วงเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ แตกใบอ่อนพร้อมช่อดอกในเดือนเมษายน-พฤษภาคม

❖ **นิเวศวิทยา** กระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตร้อน พบขึ้นในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง จนถึงที่ระดับความสูง 700 เมตร

❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้แข็งมาก สีน้ำตาลเข้ม ขัดชักเงาได้ยากใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน ที่ต้องการความแข็งแรง อาทิ คานและไม้กระดาน

31.**ตับเต่า** *Diospyros ehretioides* Wall. ex. G.Don วงศ์ : Ebenaceae

ชื่อพื้นเมือง: มะไฟผี, มะโกป่า, ชิ้นกวาง, เรื้อนกวาง, ลิ้นกวาง, ตับเต่าหลวง, มะพลับดง, มะมัง, เฮื้อนกวาง, แฮดกวาง, มาเมี้ยง, กากะเลา, ตับเต่าใหญ่



❖ **ต้น** ไม้ต้น ผลัดใบ สูงได้ถึง 15 เมตร

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่ถึงรูปวงรี ผิวใบด้านล่างมีขน

❖ **ดอก** ดอกแยกเพศ อยู่คนละต้น ดอกตัวผู้เป็นดอกช่อ ดอกตัวเมียเป็นดอกเดี่ยว กลีบดอกสีขาว รูปคนโท ด้านนอกมีขน ด้านในเรียบ

❖ **ผล** ผลสด รูปไข่ ไม่แตก มีกลีบเลี้ยงติดอยู่

❖ **นิเวศวิทยา** ขึ้นตามป่าเต็งรังหรือป่าเบญจพรรณแล้งทั่วไป ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 100-450 เมตร

❖ **ประโยชน์** มักใช้ร่วมกับตับเต่าน้อย เรียกว่าตับเต่าทั้งสอง แก่นและราก ต้มหรือฝนกิน เป็นยาแก้ไข้ แก้พิษทั้งปวง ผล ตำผสมน้ำ ใช้เบื่อปลา แก่นและราก ต้มหรือฝนกิน เป็นยาแก้ไข้ แก้พิษทั้งปวง

32.**ตานเหลือง** *Ochna intergerrima* (Lour.) Merr. วงศ์ : Ochnaceae

ชื่อสามัญ : Ochna wallichii Planch

ชื่อพื้นเมือง : ช้างน้าว กระแจะ (ระนอง);กำลังช้างสาร (ภาคกลาง);ขมิ้นพระต้น (ชลบุรี);ควุ (กระเหรี่ยง ? นครสวรรค์);แง่ง (บุรีรัมย์);ช้างโน้ม (ตราด);ช้างโหม (ระยอง);ตาชีบ้าง (กระเหรี่ยง ?เชียงใหม่);ตาลนกกรด (นครราชสีมา);ตาลเหลือง (ภาคเหนือ);ฝิ่น (ราชบุรี);โว้โร้ (กระเหรี่ยง, กระแจะ กำลังช้างสาร ขมิ้นพระต้น ช้างโน้ม ช้างโหม ตานเหลือง ตานนกกรด, ตาลเหลือง , ตาลเหลือง Tan lueang (Northern); กระแจะ Kra chae (Ranong); กำลังช้างสาร Kamlang chang san (Central); ขมิ้นพระต้น Kha min phra ton (Chanthaburi); วุ Khwu (Karen-Nakhon Sawan); แง่ง Ngaeng (Buri Ram); ช้างน้าว Chang nao, ตานนกกรด Tan nok krot (Nakhon Ratc



❖ **ต้น** ตาลเหลืองเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก เปลือกต้นสีน้ำตาล แตกเป็นร่อง ผิวเปลือกเป็นขุย

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว ออกเรียงตรงข้ามเป็นคู่ ตั้งฉากกัน รูปหอกและขอบขนาน ออกเป็นกระจุกที่ปลายยอด ใบกว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 8-15 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนมน ขอบจักซี่ฟัน ผิวใบเรียบมัน สีเขียวอ่อน

❖ **ดอก** ออกเป็นช่อสั้นตามกิ่ง กลีบดอก 5 กลีบ สีเหลือง ปลายกลีบมน ส่วนโคนเรียวเล็ก เมื่อบานเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 เซนติเมตร

❖ ผล ผลกลม เมื่อสุกสีดำ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ติดอยู่บนฐานรองดอกสีแดง เกสรตัวผู้รวมกันเป็นกระจุกกลางดอก

❖ ระยะออกดอก-ผล ออกดอกเดือนมกราคม-พฤษภาคม

❖ นิเวศวิทยา S/STมีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ขึ้นกระจายตามป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้งทั่วไป ตั้งแต่ระดับความสูง 300-1,200 ม.

❖ ประโยชน์ ลำต้น ตากแห้งผสมกับ เปลือกลำต้นนางพญาเสือโคร่ง ลำ ต้นฮ่อสะพายควาย ม้ากระทืบโรง จะค่าน มะตันขอ ข้าว หลามดง หัวยาข้าวเย็น แก่นฝาง ไม้มะดูก และโด่ไม่รู้ล้ม ต้มน้ำดื่มเป็นยาบำรุงกำลัง แก้อาการปวดเมื่อย(คนเมือง)

33.**ติ้ว** *Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer subsp. pruniflorum (Kurz) Gogel

วงศ์ : Guttiferae

ชื่อพื้นเมือง : ติ้วแดง, ติ้วยาง, ติ้วเลือด, ติ้วเหลือง, ติ้วหิน



❖ ต้น ไม้ต้น สูง 8-15 เมตร มีน้ำยางเหลือง

❖ ใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีแกมไข่กลับ หรือรูปขอบขนาน ผิวใบมีขนละเอียดทั้งสองด้าน

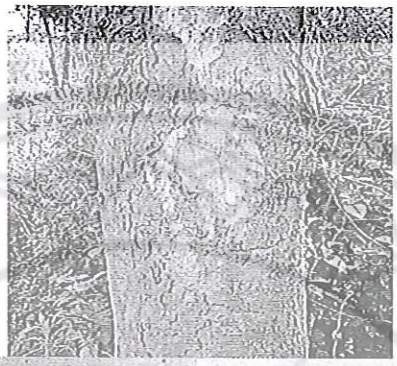
❖ **ดอก** ดอกช่อ ออกเป็นกระจุกตามกิ่งเหนือรอยแผลใบ กลีบดอกสีชมพูอ่อน

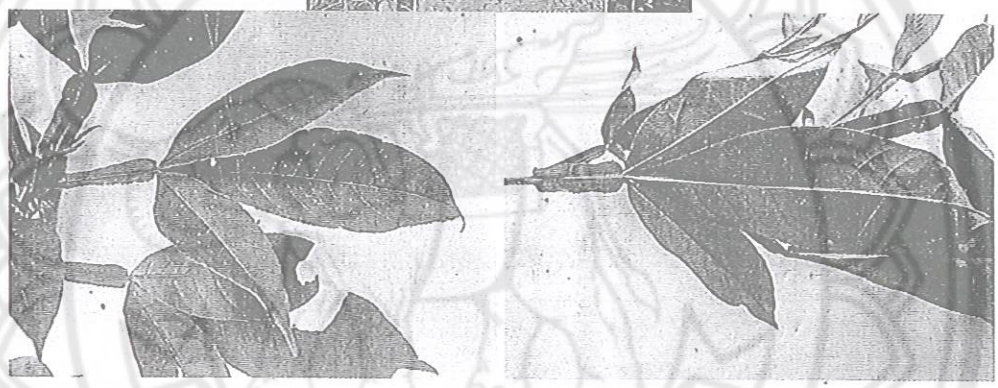
❖ **ผล** ผลแห้ง แตกได้ รูปไข่แกมกระสวย

❖ **ประโยชน์** **ตำรายาไทยใช้ ราก** ขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะขัด โดยผสมรวมกับหัวแห้วหมู รากปลาไหลเผือก ต้มน้ำดื่ม วันละ 3 ครั้ง

34.**ตีนนก** *Vitex pinnata* วงศ์ : Labiatae

ชื่อพื้นเมือง : กาสามปีก กะพุน ตะพรุน กานน สมอกานน ไข่เน่า โคนสมอ ตะพุน ตะพุนทอง ตะพุ่ม สะพุนทอง นน สมอตีนเป็ด สมอตีนนก นนเด็น เน่า สมอตีนนก สมอบ่วง สมอป่า สมอหิน สวองหิน ลือแม





❖ **ต้น** ไม้ต้น สูง 5-10 เมตร เปลือกต้นสีน้ำตาลปนเทา แตกเป็นสะเก็ดยาว กิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมสี่มุม มีขนสั้นปกคลุม

❖ **ใบ** ประกอบแบบฝ่ามือ ใบย่อย 3-5 ใบ ออกจากจุดเดียวกัน เรียงแบบตรงข้ามและตั้งฉาก ใบย่อยรูปใบหอกถึงรูปไข่แกมใบหอก กว้าง 4-6 เซนติเมตร ยาว 10-13 เซนติเมตร ใบย่อยตรงกลางมักมีขนาดใหญ่ที่สุด ปลายใบแหลม ฐานใบสอบแหลม ขอบใบเรียบ ยอดอ่อนมีขนคล้ายกำมะหยี่ ผิวใบด้านบนเรียบ ด้านล่างมีขนสั้นๆ หนาแน่น ขนนุ่ม ก้านใบแผ่เป็นปีก ก้านใบย่อยสั้นมาก

❖ **ดอก** ช่อแบบช่อแยกแขนงออกที่ซอกใบและปลายกิ่ง ยาว 7-20 เซนติเมตร ดอกย่อยจำนวนมาก กลีบดอก 5 กลีบ กลีบบนมี 4 กลีบ กลีบล่างมี 1 กลีบ สีน้ำเงินหรือสีม่วงอ่อน โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอดรูปถ้วย ปลายแยกเป็นสองปาก เกสรเพศผู้มี 4 อัน ติดกับหลอดกลีบดอก สั้น 2 อัน ยาว 2 อัน เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่เหนือวงกลีบ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นหลอดรูปถ้วย ปลายแยกเป็นติ่งรูปสามเหลี่ยม มีขนสั้น ไม่มีก้านดอก

❖ **ผล** ผลเดี่ยว สด รูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร มีเมล็ดเดียว

แข็ง มีกลีบเลี้ยงติดคงทน ผลแก่สีม่วงเข้มถึงสีดำ

- **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกุมภาพันธ์
- **นิเวศวิทยา** ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง
- **ประโยชน์** เปลือกต้น - แก้ปวด เคล็ด แก้ปวดท้อง ใบ - แก้บัสสาวะเป็นโลหิต รักษาแผล ผลสุก – แก้กษัย

35.**ตุ้มกว้าว** *Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze วงศ์ : Rubiaceae

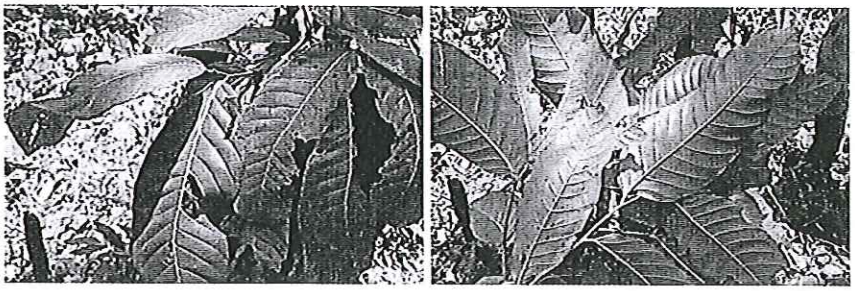
ชื่อพื้นเมือง :กระทุ่มเนิน (ราชบุรี), แก่นเหลือง (ภาคเหนือ), กระท่อมหมู กระทุ่มหมู ท่อมหมู (สุราษฎร์ธานี), กว้าวตุ้ม ตุ้มกว้าว (ภาคเหนือ, ภาคใต้), ทุ่มขี้หมู (ภาคใต้), กระท่อมขี้หมู



- **ต้น** ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูง 10-25 เมตร
- **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปรี รูปไข่กว้าง หรือค่อนข้างกลม ปลายมนหรือแหลม โคนมนหรือเว้า ขอบเรียบ
- **ดอก** ช่อดอกแบบช่อกระจุกแน่น จำนวนมาก ออกตามปลายกิ่ง มีใบประดับแซมอยู่บนช่อร่วงง่าย ดอกเล็ก สีนวล
- **ผล** ผลแห้งแตก ยาว 3-6 มิลลิเมตร
- **ประโยชน์** ส่วนต่างๆ ของ *M. rotundifolia* ประกอบด้วยแอลคาลอยด์หลายชนิด จากการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในสัตว์ทดลองพบว่า แอลคาลอยด์ isorhynchophylline สกัดกั้นการส่งกระแสประสาทที่กล้ามเนื้อ และแอลคาลอยด์ rhynchophylline ออกฤทธิ์เป็นยาแก้ไข้ ลดความดันโลหิต และทำให้ปลายประสาทพาราซิมพาเทติกชา

36.**เต็ง** Shorea obtusa Wall. ex Blume วงศ์ : Dipterocarpaceae

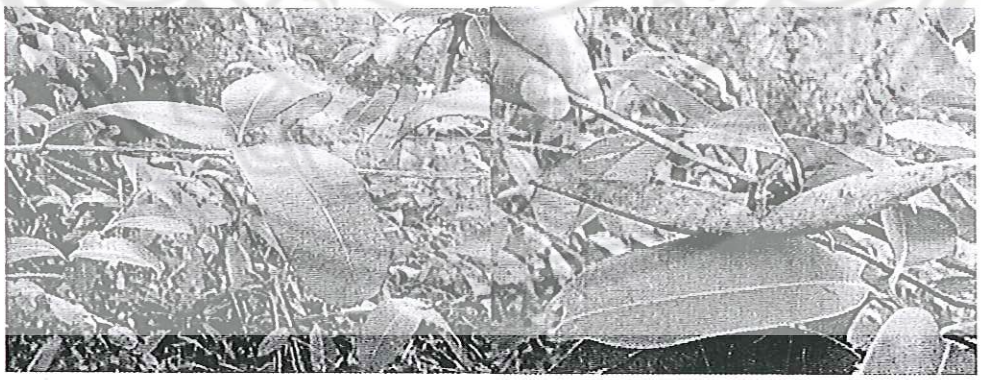
พื้นเมือง : แงะ เอื้อ ซันตก เต็งขาว เน่าใน

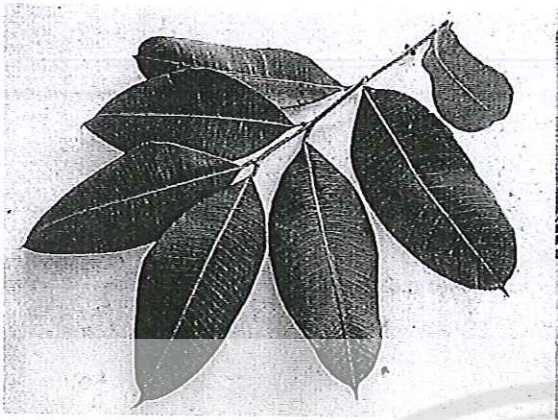
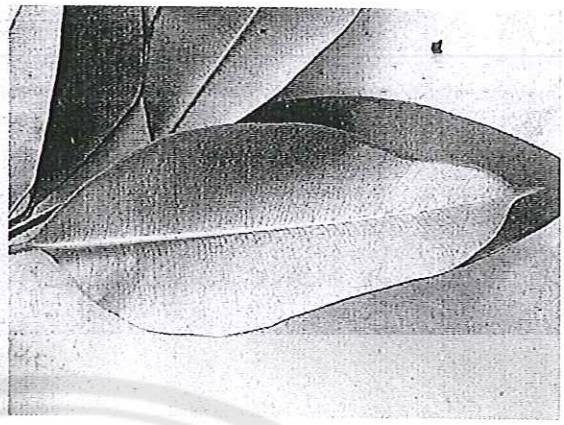


- **ต้น** ไม้ต้น สูง 10-20 เมตร
- **ใบ** ใบ เป็นใบเดี่ยว รูปขอบขนาน กว้าง 2.5-7 เซนติเมตร ยาว 4-16 เซนติเมตร โคนและปลายมน ขอบใบบิดเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบยาว 1-1.5 เซนติเมตร
- **ดอก** สีขาว มีกลิ่นหอมออกเป็นช่อ กลีบรองดอก 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ รูปใบหอก กว้าง 3-5 มิลลิเมตร ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ปากกลีบบิด เกสรผู้ขนาดเล็ก จำนวนมาก
- **ผล** รูปไข่ ขนาด 6-8 มิลลิเมตร มีปีกสั้น 2 ปีก ยาว 3-4.5 เซนติเมตร ปีกยาว 3 ปีก รูปหอกกลับ กว้าง 0.7-1 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร
- **ระยะออกดอก-ผล** ระหว่างเดือนมีนาคม-มิถุนายน
- **นิเวศวิทยา** พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณป่าเต็งรัง
- **ประโยชน์** เนื้อไม้สีน้ำตาลแก่ แข็งแรงและทนทาน ใช้ทำหมอนรองรางรถไฟ เสาคานที่ต้องรับน้ำหนักมาก

37.เถาเอนอ่อน *Cryptolesis buchanani* Roem&Schult. วงศ์ : Aslepiadaceae

ชื่อพื้นเมือง : กวน, เครือเถาเอ็น, ตีนเป็ดเครือ, เมื่อย, หญ้าลิเลน, หมอนตีนเป็ด



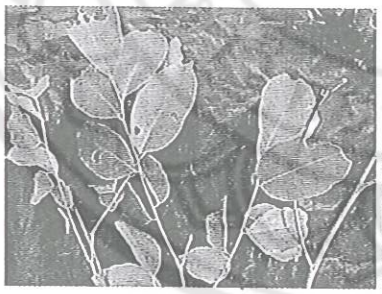
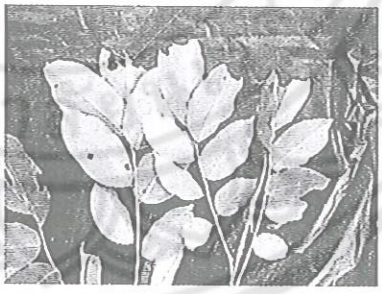



- ต้น ไม้เถาเนื้อแข็ง เลื้อยพัน มีน้ำยางขาว
- ใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่หรือรูปไข่กลับ
- ดอก ดอกช่อ ออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีเหลืองอ่อน
- ผล ผลแห้ง แตกได้ รูปไข่แกมใบหอก เมล็ดสีน้ำตาลมีขนสีขาว
- ระยะออกดอก-ผล ระหว่างเดือน พฤศจิกายน - เดือนกุมภาพันธ์
- ประโยชน์ ตำรายาไทยใช้ ใบและเถา กินบำรุงเส้นเอ็น แก้ปวดเมื่อย

38.ประดู่ *Pterocarpus macrocarpus* Kurz. วงศ์ : Leguminosae-Papilionoideae

ชื่อสามัญ : Padauk

ชื่อพื้นเมือง : Burmese Rosewood, ประดู่, ดู่บ้าน, สะโน (ภาคใต้)

- ต้น ประดู่เป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ มีลำต้นสูงประมาณ 25 เมตร
- ใบ ใบจะออกรวมกันเป็นช่อ ลักษณะของใบเป็นรูปมนรี ปลายใบแหลม ถ้าขึ้นในที่แล้งจะผลัดใบก่อนออกดอก
- ดอก ดอกออกเป็นช่อมีสีเหลืองสดลักษณะคล้ายดอกถั่ว โคนกลีบเลี้ยงกลีบดอกติดกันเป็นกรวยโค้งเล็กน้อย กลีบดอกมี 5 กลีบ มีขนาดดอกเล็ก ขณะดอกย่อยบานมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาร 0.5-1 เซนติเมตร ดอกบานไม่พร้อมกัน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ดอกที่ใกล้โรยจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล

❖ **ประโยชน์** ผล เป็นรูปโล่ มีครีบเป็นแผ่นกลม ตรงกลางนูน

39.ปอยาบ *Colona flagrocarpa* Craib var. siamica Craib วงศ์ : Tiliaceae

ชื่อพื้นเมือง : ปอย่าม ปอย่าน ยาบช้าง ยาบสามหาง ยาบหูช้าง



❖ **ต้น** ไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูง 10 เมตร ผลัดใบ เรือนยอดโปร่ง ลำต้นเปลาตรง เปลือกนอกสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา เรียบและบางเปลือกในสีชมพูมีเส้นสีขาวแทรกอยู่

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว ออกตรงข้าม ในระนาบเดียวกัน รูปใบแบบขอบขนาน ปลายแยกเป็น 3 แฉก ฐานไม่สมมาตร ขอบใบหยักซี่เป็นคู่ ๆ มีขนรูปดาวห่าง ๆ ปกคลุมทั้ง 2 ด้าน เส้นใบจากฐาน 5 เส้น ก้านใบ 0.5-1.5 เซนติเมตร หูใบติดโคนก้านใบหลุดร่วงเร็ว ขนาดใบกว้าง 15-25 เซนติเมตร 8-15 เซนติเมตร

❖ **ดอก** ออกเป็นช่อกระจะสั้น ๆ ช่อยาว 3-15 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงลายแดงเหลือง 6 กลีบรูปรี ๆ กลีบดอกสั้นกว่ากลีบเลี้ยงสีส้มเหลืองเข้มกว่า ทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีขนสั้นคลุม ขนเหนียวหนาแน่นเช่นเดียวกับรังไข่ เกสรตัวผู้เกสรตัวเมียรวมกันเป็นกระจุกกลางดอก ดอกบานเต็มที่ 1-1.5 เซนติเมตร

❖ **ผล** ผลมี 4 ปีก (น้อยที่จะมี 3) ปีกกว้างมากกว่า 1/2 ของส่วนกลางผล สีแดงเมื่อสุก ผลไม่แตก/ปลิวตามลมด้วยระบบปีก

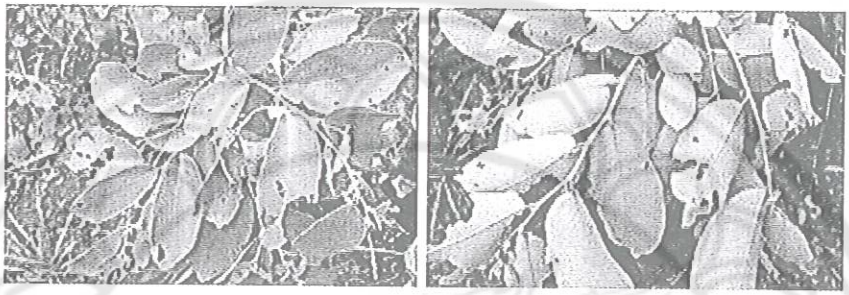
❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอก และติดผลเดือน มกราคม-กรกฎาคม

❖ **นิเวศวิทยา** พบตามป่าผลัดใบทั่วไป ที่ระดับความสูง 100-1,000 เมตร

❖ **ประโยชน์** เปลือก ให้เส้นใย ใช้ทำเชือก

40.เปาหนาม *Bridelia retusa* (L.) A.Juss. วงศ์ : Euphorbiaceae

ชื่อพื้นเมือง : รังโทน เปาหนาม ฮังหนาม



❖ **ต้น** ไม้ต้น สูงได้ถึง 10 เมตร ลำต้นค่อนข้างมีหนาม

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปรี กว้าง 3-11 เซนติเมตร ยาว 6-25 เซนติเมตร โคนใบกลมมน ปลายใบมนหรือแหลม ขอบใบเรียบหรือหยักมนตื้นๆ หลังใบเกลี้ยง ท้องใบมีขนสั้น

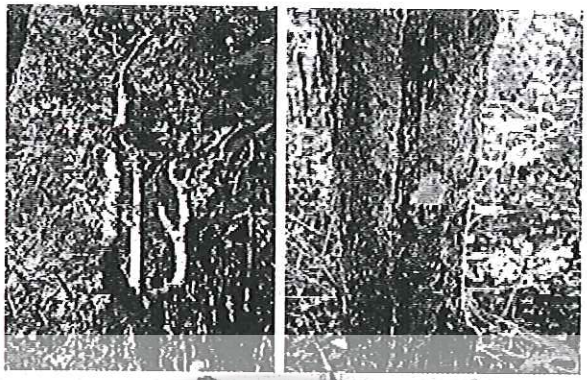
❖ **ดอก** ออกเป็นช่อกระจุกตามกิ่งที่ไม่มีใบ สีเขียวอมเหลืองถึงน้ำตาล กลีบเลี้ยง 5 กลีบ รูปสามเหลี่ยมยาว 1.7-2 มิลลิเมตร กลีบดอก 5 กลีบ โคนเป็นรูปช้อน ปลายกลม เกสรเพศผู้ 5 อันยอดเกสรเพศเมียจักเป็น 2 แฉก

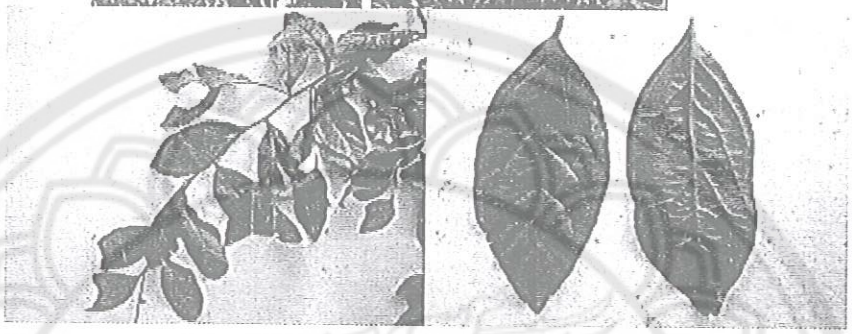
❖ **ผล** - ค่อนข้างกลม สีดำหรือน้ำเงินอมดำ ยาว5-8 มิลลิเมตร เมล็ด ค่อนข้างกลม สีน้ำตาลแดง ยาว 4-5 มิลลิเมตร

❖ **นิเวศวิทยา** พบทุกภาค ตามป่าผลัดใบ และป่าดิบแล้ง ที่ระดับความสูง 50-600 เมตร

❖ **ประโยชน์** เปลือกต้น ให้ยางสีแดง ผสมกับน้ำมันงา ทาถูแก้ปวดข้อน้ำต้มเปลือก เป็นยาฝาดสมาน กินเพื่อสลายนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ ผล รับ

41.ผักหวานป่า Melientha suavis Pierre วงศ์ : Opiliaceae

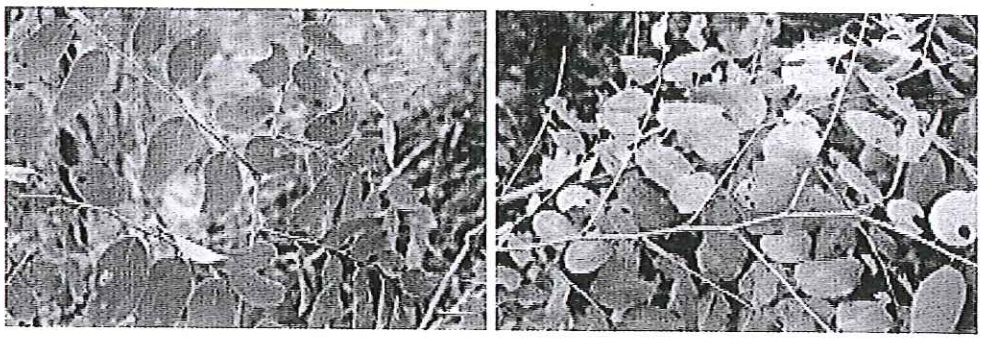




- ต้น เป็นไม้พุ่มยืนต้น สูง 5-10 เมตร อายุหลายปีกิ่งและลำต้นมีใบประดับขนาดเล็ก ลำต้นมีสีน้ำตาลอ่อน ผิวขรุขระ
- ใบ เป็นใบเดี่ยวสีเขียวเข้มหนา ใบรูปร่างเป็นรูปไข่หรือรูปรี ขอบใบเรียบปลายเรียวแหลมหรือป้านกลมและมนรีรอยเว้าแหลมตื้นๆ หรือมีลักษณะเป็นติ่งเล็กๆ ยื่นออกไป ฐานใบเป็นรูปลิ่มใบยาว 6-12 เซนติเมตร กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ก้านใบยาว 1-3 มิลลิเมตร
- ดอก เป็นกลุ่มมีดอกสีเขียวออกตรงซอกใบ กิ่งและที่ลำต้นมีใบประดับขนาดเล็ก
- ผล ออกเป็นพวงลักษณะกลมรีสีเหลืองอมน้ำตาล ผลกว้างประมาณ 1.5-1.7 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.3-3 เซนติเมตร
- นิเวศวิทยา S/STชอบขึ้นในดินดานตามภูเขาไม่ชอบน้ำแฉะ ป่าเชิงเขาหรือป่าโปร่งและดินร่วนปนทราย ดินปนหิน ชอบที่โล่งแจ้งทนแล้งได้ดี

42.พฤกษ์ *Albizia lebbek* (L.) Benth วงศ์ : Leguminosae-Mimosoideae

ชื่อพื้นเมือง : ก้ามปู ชุงรุ้ง พฤกษ์ (ภาคกลาง), กะซึก (พิจิตร), กาแซ กาไพ แกร๊ะ (สุราษฎร์ธานี), ก้านฮุ้ง (ชัยภูมิ), กรีด (กระบี่), คะโก (ภาคกลาง), จเร (เขมร-ปราจีนบุรี), จ๊าขาม (ภาคเหนือ), จามจุรี ซึก (กรุงเทพฯ), ตุ๊ด ถ่อนนา (เลย), ทิตา (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี), พญากะบุก (อรัญประเทศ), มะขามโคก มะรุมป่า (นครราชสีมา), ซุ้งรุ้ง มะรุมป่า (นครราชสีมา), กระพี้เขาควาย (เพชรบุรี)



- **ต้น** เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 20–30 เมตร ผลัดใบ เปลือกนอกขรุขระ สีเทาแก่ แตกเป็นร่องยาว เปลือกในสีแดงเลือดนก กระพี้สีขาว แยกจากแก่น กิ่งอ่อนเกลี้ยงหรือมีขนละเอียดประปราย
- **ใบ** ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก แกนช่อใบยาว บนแก่นช่อมีช่อแขนงด้านข้าง ใบรูปรีปลายใบมน โคนใบกลมหรือเบี้ยว หลังใบเกลี้ยง ท้องใบมีขนละเอียด
- **ดอก** ดอกสีขาวเป็นช่อกลมตามง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง กลิ่นหอม
- **ผล** ผลเป็นฝักรูปบรรทัด แบนและบาง สีเทาอมเหลือง หรือสีฟางข้าว ผิวเกลี้ยงเป็นมัน เมล็ดรูปไข่
- **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน
- **นิเวศวิทยา** ขึ้นได้ดีในพื้นที่เสื่อมโทรม เป็นไม้เบิกนำที่ดี พบขึ้นอยู่ตามป่าเบญจพรรณทั่วทุกภาคของไทย
- **ประโยชน์** ยอดอ่อนและช่อดอกอ่อนรับประทานได้ มีรสมัน เนื้อไม้แข็ง ลายไม้สวย ใช้ทำสิ่งปลูกสร้าง เครื่องมือทาง การเกษตร เปลือกให้น้ำฝาดใช้ฟอกหนัง เปลือกมีรสฝาดใช้รักษาแผลในปาก ลำคอ เหงือก เมล็ดรักษาโรคผิวหนัง ใบใช้ดับพิษร้อนทำให้เย็น

43.**พลวง** *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. วงศ์ : Dipterocarpaceae

ชื่อพื้นเมือง : ตะทอเหมาะ(กะเหรี่ยงแดง), ไฮ่ไม้ดึง(ปะหล่อง) ยางพลวง, พลวง (กลาง); กุง (อุบลราชธานี, อุดรธานี, ปราจีนบุรี); เกาะสะแต้ว, สะเติ่ง (ละว้า – เชียงใหม่); คลง (เขมร – บุรีรัมย์); คลอง (เขมร); ควง (พิษณุโลก, สุโขทัย)



❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 20-30 เมตร ทิ้งใบช่วงสั้นๆ ในฤดูร้อน ลำต้นเปลาตรง กิ่งอ่อนมีรอยแผลใบเห็นชัด กิ่งแตกแขนงมักคดงอ

❖ **ใบ** ใบรูปไข่ ขนาดใหญ่ กว้าง 12-30 เซนติเมตร ยาว 14-36 เซนติเมตร เนื้อหนา เกลี้ยงหรือมีขนกระจายห่างๆ โคนหยักเว้าเป็นรูปหัวใจ ปลายสอบ ใบอ่อนสีน้ำตาลแกมแดง กาบหุ้มยอดอ่อนมีขนสั้นๆ สีเทา

❖ **ดอก** ดอกสีม่วงแดงถึงชมพู ออกเป็นช่อเดี่ยวๆ ตามง่ามใบและปลายกิ่ง ดอกย่อยมีขนาด 3-4 เซนติเมตร กลีบรองดอกโคนเชื่อมกันเป็นรูปถ้วย มีสันตามยาวตื้นๆ กลีบดอก 5 กลีบ เรียงเวียนคล้ายกังหัน

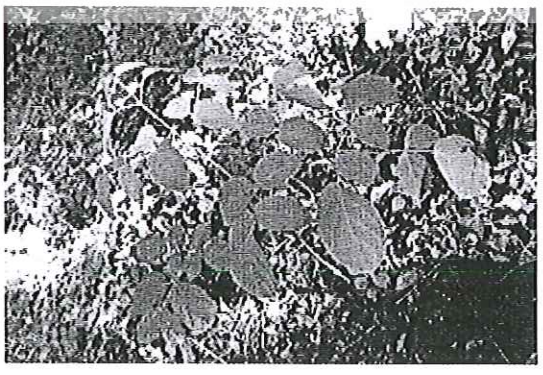
❖ **ผล** ผลรูปกรวย ส่วนโคนรูปกระสวยมี 5 สัน มีปีก 2 ปี ขนาดกว้าง 2.5-3.5 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร มีเส้นปีกตามยาว 3 เส้น

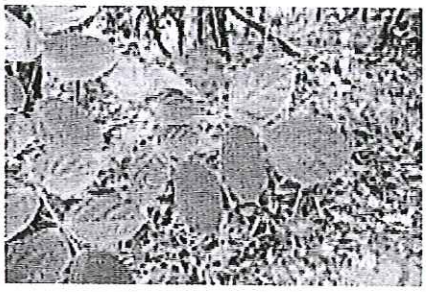
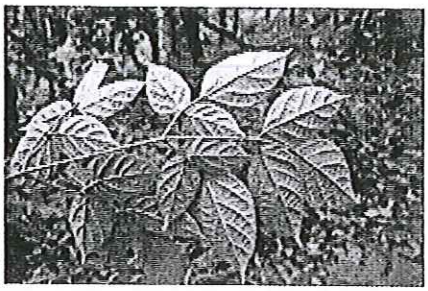
❖ **ประโยชน์** ไม้ใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ทางภาคเหนือนิยมใช้ใบแก่ มุงหลังคา และทำฝากระท่อม และใช้รองผลสตรอเบอรี่ไม่ให้ติดดิน เน่าเสีย หรือผิวไม่สวย

44.**เพกา** *Oroxylum indicum* (L.) Kurz วงศ์ : Bignoniaceae

ชื่อสามัญ : Broken Bones Tree

ชื่อพื้นเมือง : ดอก๊ะ ด๊อก๊ะ ดุแก (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน),มิลิดไม้ มะลิ้นไม้ (เหนือ) ลิ้นฟ้า



❖ **ต้น** ไม้ยืนต้นขนาดกลางสูง 5-12 เมตร เนื้ออ่อน แตกกิ่งก้านน้อย

❖ **ใบ** เป็นใบประกอบแบบขนนกสามชั้น ขนาดใหญ่เรียวตรงข้ามแน่นบริเวณปลายกิ่ง ใบย่อยรูปไข่หรือรูปไข่แกมวงรี กว้าง 4-5 เซนติเมตร ยาว 6-12 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ดอกออกเป็นช่อที่ปลายยอดเป็นกลุ่ม

❖ **ดอก** ก้านช่อดอกยาว ตั้งดอกย่อยมีขนาดใหญ่ ขนาดผ่าศูนย์กลาง 6-9 เซนติเมตร กลีบดอกสีเหลืองนวลหรือแกมเขียว ส่วนโคนกลีบมีสีม่วงแดง หนา ย่น ดอกจะบานกลางคืน หรือรุ่งเช้า

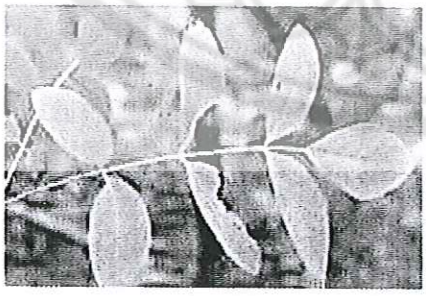
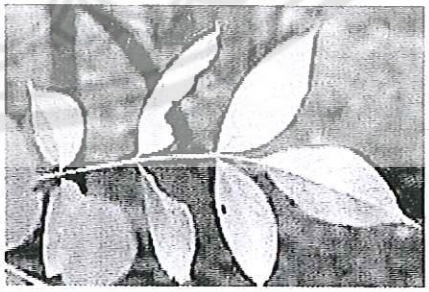
❖ **ผล** เป็นฝัก รูปดาบแบน ขนาดใหญ่ กว้าง 8-12 เซนติเมตร ยาว 40-60 เซนติเมตร สีน้ำตาล เมื่อแก่จะแตกตามยาว ภายในมีเมล็ดแบน สีขาวมีปีกบาง

❖ **ประโยชน์** ผลอ่อนใช้เป็นอาหารได้ ตำรายาไทย ใช้ราก เป็นยาบำรุงธาตุ แก้ท้องร่วง เมล็ดเป็นยาระบาย ยาจีนใช้เมล็ดเป็นยาแก้ไอขับเสมหะ

45.**มะกอก** Spondias pinnata (L.f.) Kurz วงศ์ : Anacardiaceae

ชื่อสามัญ : Hog plum

พื้นเมือง : มะกอก (นครราชสีมา, ทั่วไป); กราไพ้ย, ไพ้ย (กะเหรี่ยง – กาญจนบุรี); กอกกุก, กุก (เชียงราย); กอกเขา (นครศรีธรรมราช); กอกหมอง (เงี้ยว – ภาคเหนือ); ไพแซ (กะเหรี่ยง – เชียงใหม่)

❖ **ต้น** ไม้ต้น สูง 15-30 เมตร เปลือกต้นเรียบ สีเทา

❖ **ใบ** ใบ ประกอบแบบขนนกปลายคี่ ใบย่อย 4-6 คู่ ขอบขนานหรือรูปใบหอก กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 7-12 เซนติเมตร

❖ **ดอก** ดอก สีขาวออกเป็นช่อตามซอกใบหรือปลายกิ่ง กลีบเลี้ยงและกลีบดอก 5 กลีบ เกสรตัวผู้ 10 อัน

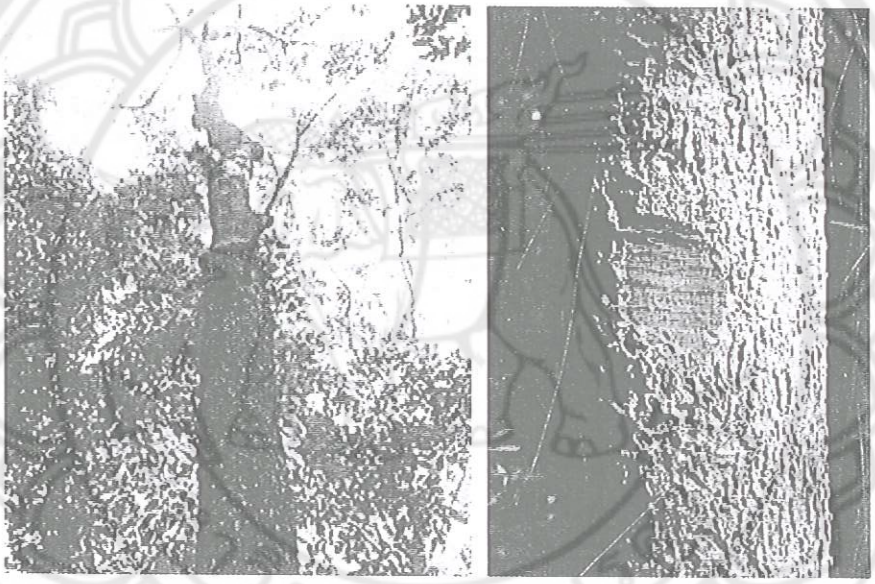
❖ **ผล** เมล็ดเดียว แข็ง รูปไข่ กว้าง 2.5-3.5 เซนติเมตร

❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้ ทำแบบก่อสร้าง ผลแก่ รับประทานได้และเป็นอาหารสัตว์

46.มะเกิ้ม *Canarium subulatum* Guillaumin วงศ์ : Burseraceae

ชื่อสามัญ : มะกอกเกลื้อน

ชื่อพื้นเมือง : มะเหลี่ยม(นครราชสีมา); กอกกัน (ภาคเฉียงเหนือ); ซาลัก (เขมร); มะกอกเกลื้อน (ราชบุรี); มะกอกเลือด(ภาคใต้); มะเกิ้ม (ภาคเหนือ); มะเลื่อม จันทบรี, พิษณุโลก มักเหลี่ยม (จันทบุรี); โมกเลื่อม (ปราจีนบุรี)



❖ **ต้น** ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูง 25-30 เมตร ลำต้นเปลาตรง เปลือกสีน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ด

❖ **ใบ** ใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ เรียงเวียนสลับ ใบย่อยออกตรงข้ามเป็นคู่ รูปไข่ถึงรูปรี ปลายเรียวแหลม โคนเบี้ยว รูปหัวใจหรือมน ขอบจักเป็นฟันเลื่อยตื้นๆ ถึงเกือบเรียบ ผิวเกลี้ยงทั้งสองด้าน ปลายเส้นแขนงใบย่อยโค้งจรดกันเกือบถึงขอบใบ

❖ **ดอก** ดอก เล็กสีขาว แยกเพศ ออกเป็นช่อแตกแขนงสั้นๆ ตามง่ามใบ

❖ **ผล** ผลรูปรี ผิวเกลี้ยง เมื่อสุกสีดำปนน้ำเงิน มี 1 เมล็ด

❖ **ประโยชน์** ทำเป็นหีบลังของไม้ขีดไม้จิ่มฟัน เปลือก ลำต้น ต้มน้ำอาบ บำรุงร่างกายให้มีกำลัง แข็งแรง ตำรายาไทยใช้ ผล แก้ไอ ขับเสมหะ

47.มะขามป้อม *Phyllanthus emblica* L. วงศ์ : Euphorbiaceae

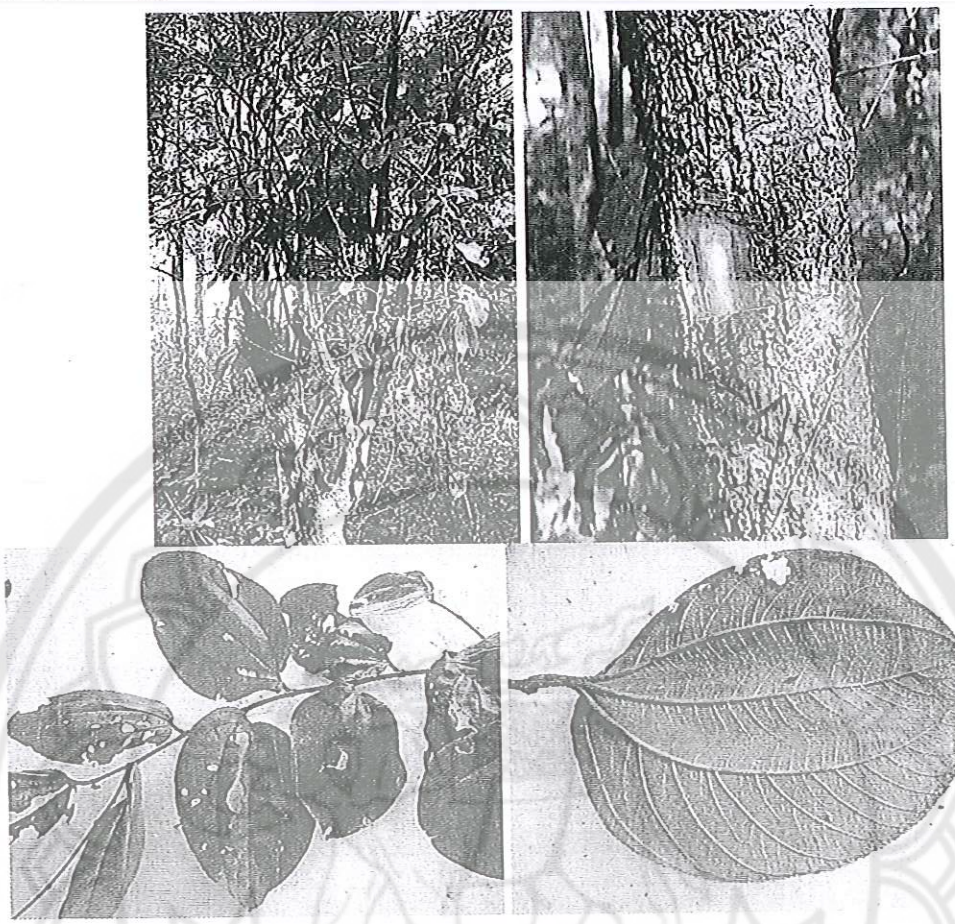
ชื่อพื้นเมือง : กันโตด (เขมร - กาญจนบุรี) กำทวด (ราชบุรี) มะขามป้อม (ทั่วไป) มั่งลู่, สันยา

ส่า (กะเหรี่ยง - แม่ฮ่องสอน)



- **ต้น** ไม้ต้น สูง 4-12 เมตร
- **ใบ** ใบ เดี่ยว เรียงชิดกันเป็นระนาบดูคล้ายใบประกอบ รูปขอบขนานกว้าง 2.5-5 มิลลิเมตร ยาว 8-12 มิลลิเมตร
- **ดอก** ดอก สีขาวหรือสีครีม ขนาดเล็กแยกเพศอยู่ร่วมต้น ออกตามง่ามใบ 3-5 ดอก กลีบเลี้ยง 6 กลีบ ไม่มีกลีบดอก
- **ผล** ผลกลมขนาด 1.2-2 เซนติเมตร เมล็ดมี 6 เมล็ด
- **ประโยชน์** ราก ใช้เป็นยาลดไข้ ดอก ใช้เข้ายาระบาย ผล รับประทานได้ เป็นยาฝาดสมาน ลดไข้และบำรุงหัวใจ

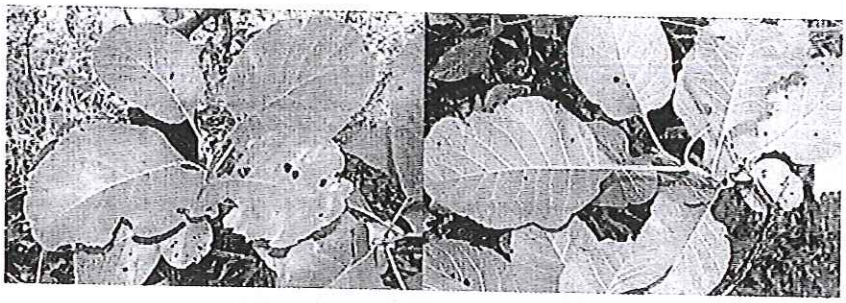
48.มะควัด *Zizyphus rugosa* Lam. วงศ์ : Rhamnaceae



- ต้น ไม้พุ่มผลัดใบหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูงถึง 6 เมตร แตกกิ่งระเกะระกะมีหนามโค้ง
- ใบ ใบอยู่ในระนาบ ขอบใบมักมีซี่หยัก กิ่งก้านอ่อนและใต้ใบแก่มีขนสีน้ำตาลส้มปกคลุมหนาแน่น เส้นใบ 3-5 เส้น
- ดอก ดอกสีเหลืองอ่อนหรือออกเขียว ดอกเป็นช่อแตกแขนงมีก้านร่วมชัดเจน
- ผล ผลสีเหลืองหรือส้มอ่อน กลมหรือคล้ายลูกข่าง มีขนสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น มีเนื้อบางๆ เมล็ดแข็ง

49.มะคังแดง *Dioecrescis erythroclada* (Kurz) Tirveng. วงศ์ : Rubiaceae

ชื่อพื้นเมือง : จงก่าขาว ตะลุมพุกแดง (กาญจนบุรี) ; จิ้งก่าขาว ชันยอด (ราชบุรี); ตุมกาแดง (กลาง) มะคัง (เชียงใหม่) มะคังป่า (กลาง เหนือ) ; มุยแดง ลุมพุกแดง (นครราชสีมา) โรคแดง



❖ **ต้น** ไม้ต้น สูง 6-12 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านสีน้ำตาลแดง โคนต้นมีหนามโดยรอบ

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีหรือรูปไข่กลับ กว้าง 8-15 เซนติเมตร ยาว 15-22 เซนติเมตร ผิวใบมีขนทั้งสองด้าน หูใบอยู่ระหว่างก้านใบ

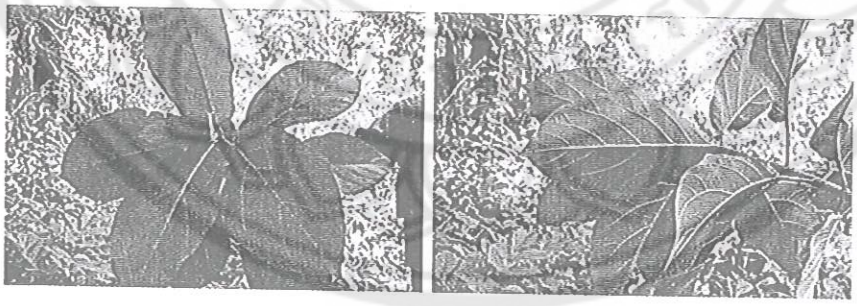
❖ **ดอก** ช่อขนาดเล็กออกเป็นช่อสั้น ที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ดอกย่อยสีเขียวอ่อน กลีบดอกมี 5 กลีบ โคนกลีบดอกติดกัน กลีบดอกรูปกลม เกสรตัวผู้เป็นเส้นติดกับกลีบดอกวางสับหว่างกลีบดอก

❖ **ผล** ผลสดรูปกระสวย มีสันนูนจำนวน 5-6 สัน ผิวเรียบ ปลายผลมีกลีบเลี้ยงติดอยู่ เกิดตามป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

❖ **ประโยชน์** ใช้ต้น ต้มน้ำดื่ม แก้เลือดลมเดินไม่สะดวก ผสมกับหัวยาข้าวเย็น ต้มน้ำดื่ม แก้ไตพิการ(โรคเกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ มีปัสสาวะขุ่นข้น เหลืองหรือแดง มักมีอาการแน่นท้อง กินอาหารไม่ได้) แก้ปวดท้อง เปลือกต้น ตำพอกแผลสด ห้ามเลือด

50.**มะเดื่อ** *Ficus* sp. วงศ์ : Moraceae

ชื่อพื้นเมือง : มะเดื่อ



❖ **ต้น** ไม้ต้นสูง 20 เมตร ลำต้นเหนือดินตั้งตรงได้เอง ผิวลำต้นแตกเป็นเส้น สีน้ำตาล เห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน กิ่งอ่อนสีเขียวในน้ำตาล

❖ **ใบ** ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่สีเขียวเข้ม ขนาด 4 – 10 x 8 – 18 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบมน ผิวใบด้านบนและด้านล่างเรียบ ขอบใบเป็นหยัก

❖ **ดอก** ดอกออกเป็นช่ออยู่ในผล มีดอกจำนวนมากอยู่รวมกันในผลเดียว ขนาดของดอกมี

ขนาดเล็ก

❖ **ผล** ผล สดอยู่รวมกันเป็นผลกลุ่ม ขนาดของผลประมาณ 1 นิ้ว สีเขียว ผลแก่สีน้ำตาลถึงสีดำ

❖ **ประโยชน์** เปลือกต้น แก้ท้องร่วง ชะล้างบาดแผล สมานแผล แก้ประดง ผื่นคัน แก้ไข้ ท้องเสียราก แก้ไข้ กระทุ้งพิษไข้ และแก้ท้องร่วงผล แก้ท้องร่วง และสมานแผล ผลสุก เป็นยาระบาย

51.มะแตกเครือ *Celastrus paniculata* Willd. วงศ์ : Celastraceae

ชื่อพื้นเมือง : กระทงลาย กระทุงลาย โชด (ภาคกลาง), นางแตก (นครราชสีมา), มะแตก มะแตกเครือ มักแตก (ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)



❖ ต้น ไม้เถารอเลื้อย เนื้อแข็ง

❖ ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปวงรีหรือวงรีแกมขอบขนาน กว้าง 2.5 – 4 เซนติเมตร ยาว 6 – 8 เซนติเมตร

❖ **ดอก** ดอกช่อ ออกที่ปลายกิ่งและซอกใบ กลีบดอกสีเขียว

❖ **ผล** ผลแห้ง แตกได้ รูปทรงกลมหรือรูปไข่ เมล็ดมีเยื่อสีน้ำตาลแดง

❖ **ประโยชน์** น้ำมันจากเมล็ดใช้ตามไฟหรือเคลือบกระดาษกันน้ำซึม เปลือก ใบ ผล และเมล็ดใช้ทำยาได้

52.มะแฟน *Protium serratum* Engl.

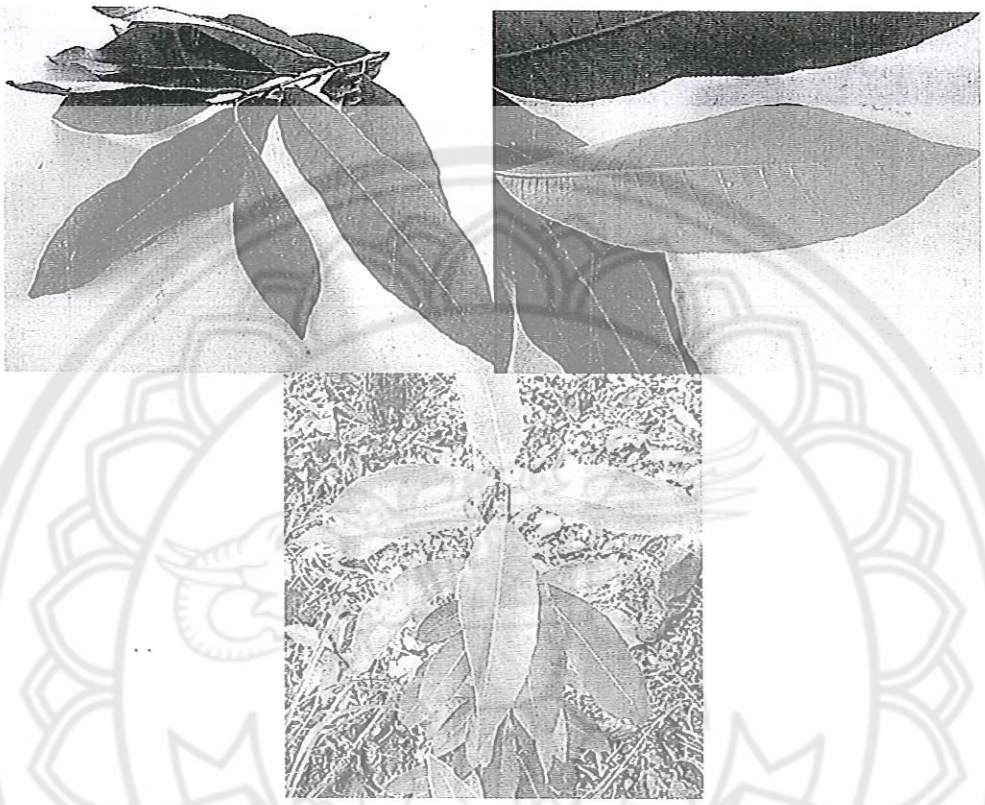
ชื่อพื้นเมือง : ค้อลิง ปี ผี พีแซ แฟนส้ม ส้มแป้น



- **ต้น** เป็นไม้ต้นขนาดกลางถึงใหญ่ ผลัดใบ สูง 10-25 เมตร ลำต้นค่อนข้างเปลาตรง เปลือกสีน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ดโต ๆ เรือนยอดค่อนข้างทึบ
- **ใบ** เป็นช่อแบบขนนก ช่อใบติดเรียงสลับ แต่ละแขนงจะมีใบย่อย 3-11 ใบ ติดตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ ยกเว้นใบยอดช่อจะเป็นใบเดี่ยว
- **ดอก** ในแต่ละช่อจะมีทั้งดอกสมบูรณ์เพศ และดอกแยกเพศ โคนกลีบรองกลีบดอกติดกันเป็นรูปถ้วยตื้น ๆ ปลายแยกเป็นแฉกเล็ก ๆ 5 แฉก กลีบดอก มี 5 กลีบ มีขนด้านนอก เกสรผู้มี 10 อัน
- **ผล** ค่อนข้างกลม เป็นปุ่มปม 2-4 พู วัดผ่าศูนย์กลางได้ 1-2 เซนติเมตร ผลสุกสีน้ำตาลดำ
- **ประโยชน์** **เนื้อไม้เหนียว เลื่อยผ่าไสกบตกแต่งง่าย ใช้ทำเสา กระดานพื้น ฝา ฝ้า เพดาน ทำเครื่องเรือน เครื่องใช้ทางการเกษตร วงกบ ประตูหน้าต่าง ผลสุกมีรสเปรี้ยวอมหวาน**

53.มะม่วงหัวแมงวัน *Buchanania lanzan* Spreng. วงศ์ : Anacardiaceae

ชื่อพื้นเมือง : มะม่วงหัวแมงวัน (นครราชสีมา ,ราชบุรี); มะม่วงแมงวัน (ลำปาง); รักหมู (ภาคใต้); หัวแมงวัน (สโขทัย); ฮักผ้,ฮักหมู (ภาคเหนือ)



- ❖ ต้น ไม้ต้นขนาดเล็ก สูงได้ถึง 5 เมตร ใบเดี่ยวเรียงสลับ รูปขอบขนานแกมรูปรี ถึงรูปไข่กลับ กว้าง 6-12 เซนติเมตร ยาว 10-25 เซนติเมตร
- ❖ ใบ ปลายใบแหลมหรือมน โคนใบสอบ
- ❖ ดอก ดอกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนง ออกที่ปลายหรือซอกใบใกล้ปลายยอด กลีบเลี้ยง 5 กลีบ
- ❖ ผล ผลสด ทรงเกลือบกลม เมื่อสุกเป็นสีม่วงช้ำ มีเมล็ดเดียว
- ❖ ประโยชน์ ผลสุกรับประทานได้ เปลือกต้นต้มน้ำดื่มแก้อักเสบจากพืชพิษ เมล็ดสกัดน้ำมันทำเคมีภัณฑ์และยาแก้โรคผิวหนัง ยางและรากเป็นยาแก้ท้องร่วง เนื้อไม้ใช้ทำลังใส่ของและเครื่องตกแต่งบ้าน

54.มะเม่าไข่ปลา *Antidesma ghaesembilla* Gaertn. วงศ์ : Stilaginaceae

พื้นเมือง : ขะเม่าผา, มะเม่าข้าวเบา, มังเม่า, เม่าทุ่ง



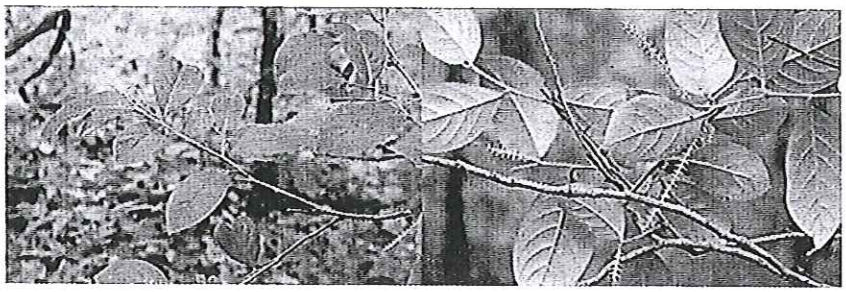
- ต้น ไม้พุ่ม หรือไม้ต้นขนาดเล็ก ลำต้นตั้งตรง กิ่งอ่อนและยอดอ่อนมีขน
- ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่ถึงรูปวงรี ผิวด้านบนเกลี้ยงหรือมีขนประปราย ด้านล่างมีขนสั้นๆ
- ดอก ดอกช่อ ออกที่ซอกใบและปลายกิ่ง ดอกย่อยจำนวนมาก สีเขียว ขนาดเล็ก
- ผล ผลสด รูปทรงกลมเบี้ยว เมื่อสุกสีแดงคล้ำถึงดำ มีเมล็ดเดียว
- ประโยชน์ **ใบและผล** ต้มน้ำอาบ แก้อาการโลหิตจาง ซีด เลือดไหลเวียนไม่ดี

55.**มะเม่าสาย** *Antidesma acidum* Retz. วงศ์ : Euphorbiaceae

ชื่อสามัญ : มะเม่าสาย

ชื่อพื้นเมือง : เม่าสาย' (นครราชสีมา); มักเม่า (ลำปาง); เม่า (ภาคเหนือ);
เม่าตาควาย' (เชียงราย); เม่าสร้อย (เลย)





❖ **ต้น** ไม้ยืนต้น หรือไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงได้ถึง 20 เมตร

❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงสลับ ในระนาบเดียวกัน แผ่นใบกว้างรูปไข่ถึงรูปรี กว้าง 3.5-4.5 เซนติเมตร ยาว 5-7 เซนติเมตร ปลายมนกลมหรือเป็นติ่งแหลมเล็กน้อย

❖ **ดอก** ดอกออกเป็นช่อแบบช่อเชิงลด ตามซอกใบใกล้ยอดและปลายกิ่ง ยาว 1-2 เซนติเมตร แยกเพศอยู่ต่างต้น ดอกมีขนาดเล็กมาก มีดอกย่อยจำนวนมาก สีเขียว ขนาดเล็ก

❖ **ผล** เป็นช่อ ช่อผลยาว 4-7 เซนติเมตร ค่อนข้างกลมหรือรี ขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ผิวมีขน ผนังชั้นในแข็ง ผลอ่อนสีขาว ผลสุกมีสีแดงคล้ำถึงดำ

❖ **ประโยชน์** ใบอ่อนและผลดิบใช้ปรุงอาหารให้มีรสเปรี้ยว ผลสุกมีรสเปรี้ยวรับประทานได้

56.**มะสัง** *Feroniella lucida* (Scheff.) Swingle วงศ์ : Rutaceae

ชื่อพื้นเมือง : หมากกะสัง (กลาง) กะสัง (ใต้) หมากสัง



❖ **ต้น** ไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 5-10 เมตร แผ่กิ่งก้านจำนวนมาก ตั้งฉากกับลำต้น ออกเป็นทรงพุ่ม

❖ **ใบ** ใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว หรือสองชั้น ออกเวียนเป็นเกลียวตามกิ่ง ใบอ่อนออกเป็นคู่ตรงข้ามกัน ตรงปลายมีใบยอดเพียงใบเดียว ใบกลมรี

❖ **ดอก** ดอกออกเป็นช่อแยกแขนงที่ซอกใบ คล้ายดอกกระถิน เป็นปุยๆ มีสีขาว กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมี 5-6 กลีบ

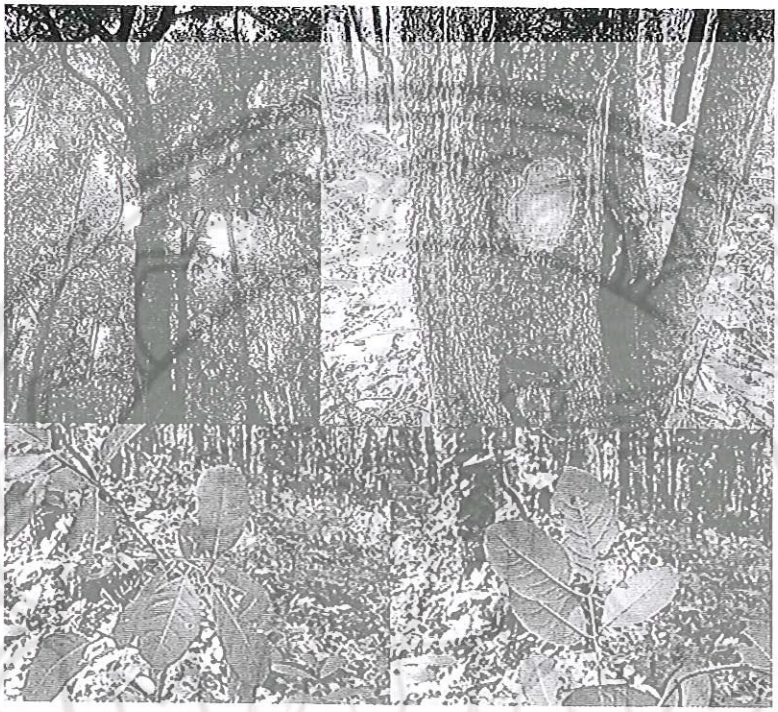
❖ **ผล** สีเขียวคล้ายผลมะนาว รูปกลม มีขนาดประมาณ 2.5 นิ้ว เมื่อแก่จัดสีน้ำตาล เปลือกแข็งและหนามาก

❖ **ประโยชน์** ทำเป็นไม้แคระประดับ ยอดอ่อนรับประทานเป็นผักกับลาบ ซุปหน่อไม้ ผลปรุงน้ำพริกหรือใส่แกง ผลรับประทานได้ มีรสเปรี้ยว

57.มะห้า *Syzygium albiflorum* (Duthie & Kurz) Bahadur & R.C. Guar

วงศ์ : Myrtaceae FAGACEAE

ชื่อพื้นเมือง : ห้า, มะห้า, หว้า, ห้าขี้แพะ



❖ ต้น ไม้สูง 3 – 4 เมตร

❖ ใบ ใบเรียบ เปลือกบางเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ สูง 15 - 25 เมตร ไม่ผลัดใบ ใบ เป็นใบเดี่ยว

❖ ดอก ดอก สีขาว ขนาดเล็ก ออกเป็นช่อตามซอกใบ

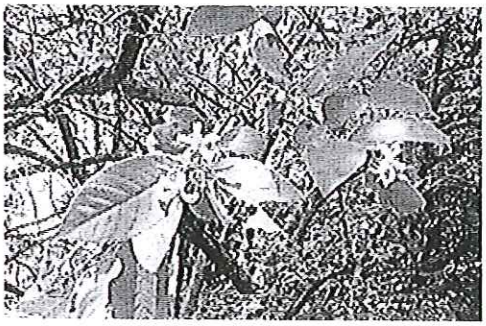
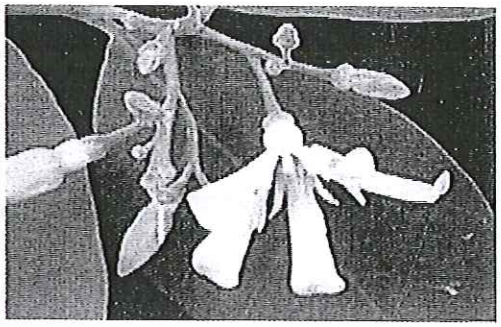
❖ ผล ผลอ่อนสีเขียวผิวเรียบเป็นมัน ผลแก่สีแดงและเปลี่ยน เป็นสีม่วงเกือบดำเมื่อสุก

❖ ประโยชน์ เปลือกต้น ต้มน้ำดื่มแก้บิดอมแก้ปากเปื่อย เนื้อไม้ ใช้ทำสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในร่ม ผลดิบ แก้ท้องเสียผลสุก รับประทานได้ ใช้ทำเครื่องดื่ม มีรสเปรี้ยวอมฝาด สามารถนำไปทำน้ำผลไม้ ไวน์เป็นเครื่องดื่มที่ให้สีม่วงกินแก้ท้องร่วงและบิด เมล็ด มีสารช่วยลดน้ำตาลในเลือด แก้ท้องเสีย

58.โมกมัน *Wrightia arborea* (Dennst.) Mabb. วงศ์ : Apocynaceae

ชื่อสามัญ : Ivory, Darabela, Karingi, Lanete

ชื่อพื้นเมือง :แนแก มักมัน มูกน้อย มูกมัน โมกน้อย เสทือ

- ต้น ไม้ต้น สูง 10-20 เมตร
- ใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปรี ท้องใบมีขนนุ่ม กว้าง 1-6.5 เซนติเมตร ยาว 2.5-14 เซนติเมตร
- ดอก ดอก สีขาว กลีบเลี้ยง รูปถ้วย ยาว 1-2 มิลลิเมตร ผิวด้านนอกมีขน กลีบดอกเป็นหลอด ยาว 2-5 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็นกลีบ 5 กลีบ รูปขอบขนานยาว 7-14 มิลลิเมตร มีขนนุ่มทั้งสองด้าน เกสรเพศผู้ติดที่หลอดกลีบดอก รังไข่ยาว 1-2 มิลลิเมตร
- ผล ผลแห้งแตก กว้าง 0.6-1.8 เซนติเมตร ยาว 10-20 เซนติเมตร เมล็ดมีขนโดยรอบ
- ประโยชน์ เป็นพืชสมุนไพรมีสรรพคุณ แก้ดีพิการ ขับน้ำเหลือง รักษาโรคไต ทำธาตุให้ปกติ

59.โมกหลวง *Holarrhena pubescens* Wall. ex G.Don วงศ์ : Apocynaceae

พื้นเมือง : ซอที, พอแก, ส่าตี (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน); พุด (กาญจนบุรี); พุทธรักษา (เพชรบุรี); มูกมันน้อย, มูกมันหลวง, มูกหลวง, โมกเขา, โมกทุ่ง, โมกหลวง (ภาคเหนือ); โมกใหญ่ (ภาคกลาง); ยางพูด (เลย); หนามเนื้อ (เงี้ยว-ภาคเหนือ)




- ต้น ไม้พุ่มหรือไม้ต้น สูงถึง 15 เมตร. มียางขาว
- ใบ ใบเดี่ยว รูปรี กว้าง 2.4-11.5 เซนติเมตร ยาว 4.5-27 เซนติเมตรดอก ออกเป็นช่อแบบกระจุกที่ซอกใบ ยาว 3.8-9 เซนติเมตร
- ดอก กลีบดอก สีขาวโคนเชื่อมเป็นหลอด ยาว 8-14 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็นแฉก รูปไข่

กลับถึงรูปรี กว้าง 4-7 มิลลิเมตร ยาว 9-21 มิลลิเมตร ปลายมน

- **ผล** ผล แบบแห้งแตกห้อยลง ยาว 18-43 เซนติเมตร
- **ประโยชน์** ใบ และลำต้น เป็นยาแก้ไข้ แก้ปวดท้อง ท้องอืด ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย แก้โรคบิด ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกิน เพราะอาจจะทำให้นอนไม่หลับ และท้องปั่นป่วน

60.**ยมหิน** *Chukrasia tabularis* A. Juss. วงศ์ : Meliaceae

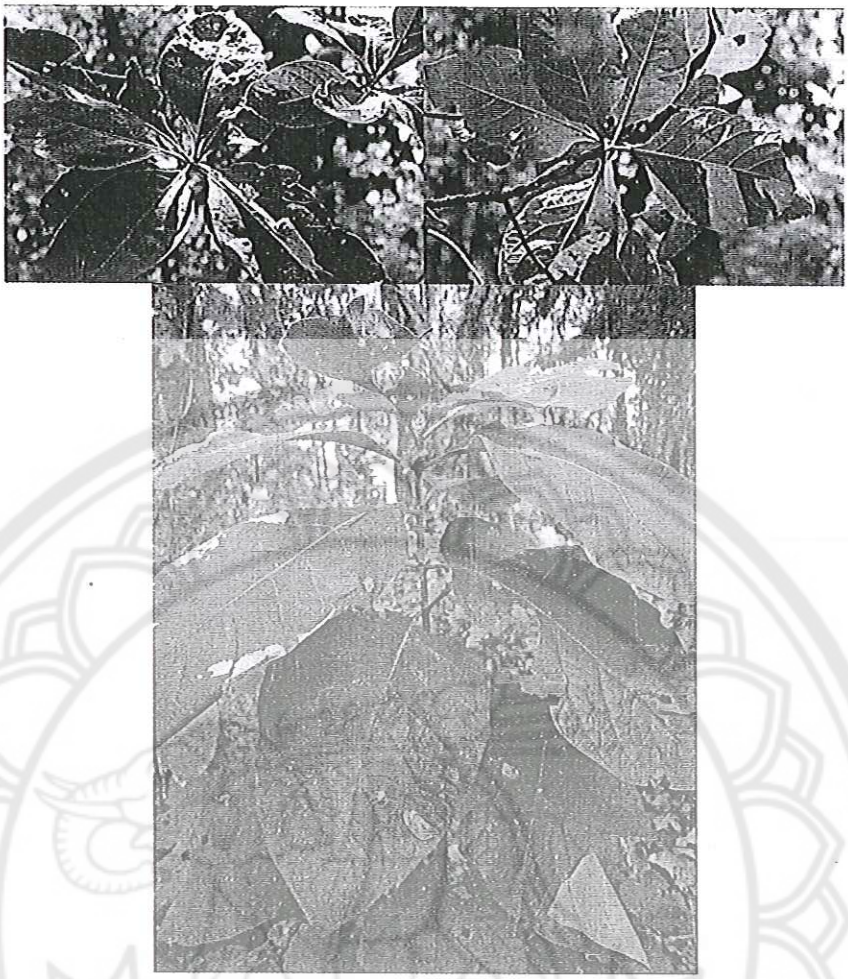
ชื่อพื้นเมือง : โค้โย่ง (กะเหรี่ยง เชียงใหม่) ช้ากะเดา (ภาคใต้) ยมขาว (ภาคเหนือ) มะเฟืองช้าง สะเดาช้าง สะเดาหิน (ภาคกลาง) ริ้วบาง รี (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน) เสียดค่าง (สุราษฎร์ธานี)



- ต้น ไม้ต้นผลัดใบ สูง 15-25 เมตร
- ใบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ก้านใบยาว 30-60 เซนติเมตร ใบย่อยมี 11-21 ใบ.รูปหอกแกมขอบขนาน กว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 5-13 เซนติเมตร โคนใบมน ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ
- ดอก ดอก สีเหลือง ออกเป็นช่อที่ปลาย ยอด กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ รูปถ้วย กลีบดอก 4-5 กลีบ เกสรเพศผู้ 8-10 อัน เชื่อมติดกันเป็นหลอด
- ผล เป็นผลแห้ง รูปไข่ ขนาด 3-5 เซนติเมตร เมื่อสุกสีดำ
- ประโยชน์ เนื้อไม้ใช้ทำเครื่องเรือนในร่มได้ดี มีลายไม้สวยงาม

61.**ยอป่า** *Morinda coreia* Ham.

ชื่อพื้นเมือง : ยอป่า(ไทย,อีสาน,ใต้) สลักป่า, สลักหลวง (พายัพ) อุ้มลูกดูหนัง (สระบุรี) กะมูดู (มลายู)



- ต้น ไม้ต้น สูงได้ถึง 15 เมตร
- ใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรี หูใบอยู่ระหว่างก้านใบ
- ดอก ดอกช่อ ออกเป็นก้อนทรงกลมที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาว
- ผล ผลเป็นผลรวม รูปค่อนข้างกลม
- ประโยชน์ เปลือกราก เนื้อไม้ และใบ ของยอป่าใช้ทำเป็นสีย้อมผ้าให้เป็นสีแดง

81.ยางโอน *Polyalthia viridis* Craib วงศ์ : Annonaceae

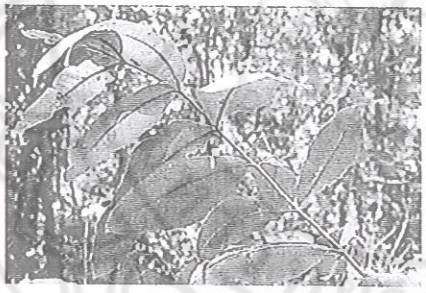
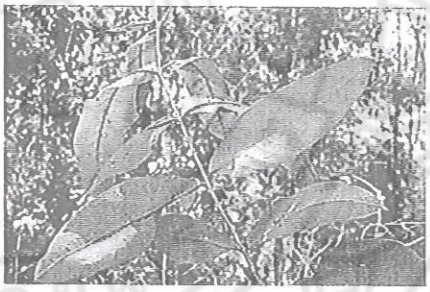
ชื่อพื้นเมือง : ขะมอบ (จันทบุรี) ขี้ซาก อีโด่ (เลย) ขี้แฮด (แม่ฮ่องสอน) ตองห่ออ้อย ยางพาย (เชียงใหม่) ตองเหลือง (ลำปาง เพชรบูรณ์) ยางดง (ราชบุรี) ยางโดน (ขอนแก่น อุตรดิตถ์ แพร่) ยางอึ่ง (พิษณุโลก สุโขทัย) สามเต้า (ลำปาง)




- **ต้น** เป็นไม้ต้นขนาดกลาง ไม่ผลัดใบ สูง 10-15 เมตร ลำต้นเปลาตรง เปลือกสีเทาปนน้ำตาล
- **ใบ** ใบ เป็นชนิดใบเดี่ยว ติดเรียงสลับ ทรงใบรูปขอบขนาน เนื้อใบค่อนข้างหนาและเกลี้ยงทั้งสองด้าน เส้นใบขนานกันชัดเจน
- **ดอก** ดอก โตสีเขียวอ่อน ออกเป็นกระจุก กลีบรองกลีบดอกมี 3 กลีบ แต่ละกลีบมนมีขนนุ่ม กลีบดอกรูปขอบขนานแคบมี 6 กลีบ เรียงเป็น 2 วง ยาว 6-10 เซนติเมตร ผล กลมรี ๆ
- **ผล** ผลเมื่อแก่จะออกสีเหลือง แต่ละผลมีเมล็ดเดียว
- **ประโยชน์** เนื้อไม้สีขาวปนเหลืองอ่อน นิยมใช้ทำสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ภายในร่ม

82.**รกฟ้า** Terminalia alata Heyne ex Roth. วงศ์ : Combretaceae

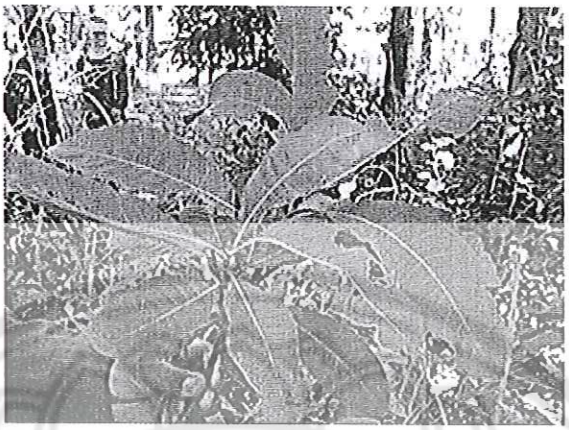
ชื่อพื้นเมือง : กอง คลี้ จะลีก ชะลีก เชือก เซียก ฮกฟ้า

- **ต้น** เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูง 20-30 เมตร เปลือกนอกสีเทาถึงเทาปนดำแตกเป็นร่องลึก และเป็นสะเก็ดทั่วไป
- **ใบ** เป็นใบเดี่ยว ติดตรงข้ามหรือเยื้องกันเล็กน้อย ทรงใบรูปขอบขนาน
- **ดอก** ออกเป็นช่อขนาดเล็ก ดอกย่อยสีขาวหรือขาวอมเหลือง เป็นดอกสมบูรณ์เพศผ่าศูนย์กลางประมาณ 4-5 มิลลิเมตร กลีบรองกลีบดอก โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย
- **ผล** ผลรูปรี ๆ มีครีบ ตามความยาว 5 ครีบ ผลรวมทั้งครีบกว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร ผิวเกลี้ยง
- **ประโยชน์** ไม้เนื้อแข็งขัดชักเงาได้ดี ใช้ทำพื้น คาน เฟอร์นิเจอร์ ด้ามเครื่องมือ โดยเฉพาะที่ใช้ในน้ำเปลือกให้น้ำฝาดสำหรับฟอกหนัง

83.รักขน Semecarpus anacardium L.f. วงศ์ : Anacardiaceae

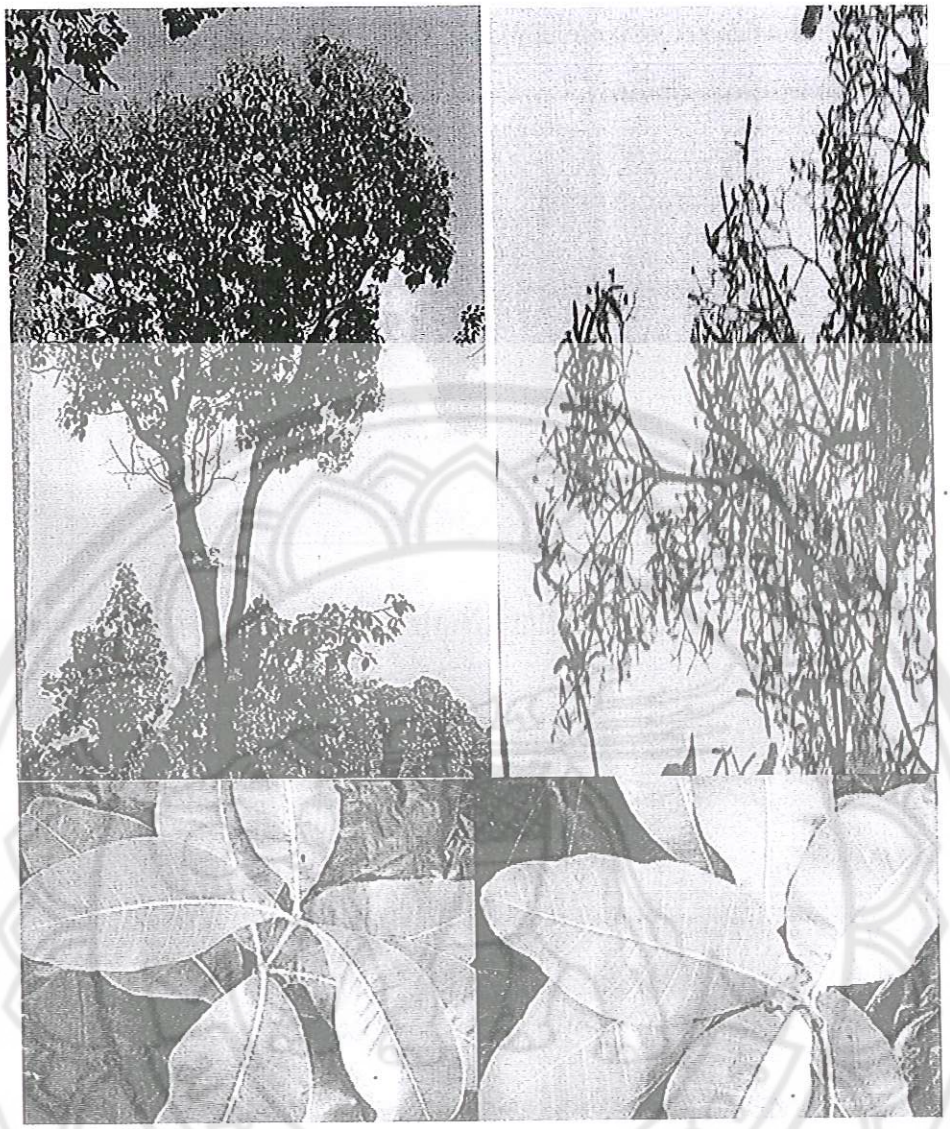
ชื่อพื้นเมือง : รักน้ำ รักขี้หมู



- **ต้น** เป็นไม้ยืนต้น เนื้อแข็ง มีกลิ่น เปลือกเมื่อตัดตามขวางจะมีแถบจางของเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเป็นคลื่น
- **ใบ** ใบเดี่ยวหรือใบประกอบ ติดเวียนสลับ ใบเรียบ เส้นใบออกจากเส้นกลางทั้งสองข้างใบแบบขนนก มีน้ำยางใสๆ เมื่อถูกอากาศจะกลายเป็นสีดำ หรือน้ำตาล ไม่มีหูใบ
- **ดอก** ดอกออกเป็นช่อแตกแขนงที่ปลายยอด ดอกมีขนาดเล็ก มีกลีบเลี้ยง กลีบดอกและเกสรตัวผู้อย่างละ 5 แยกจากกัน
- **ผล** ผลมีฐานผลบวม เป็นเนื้อ
- **นิเวศวิทยา** พบทั่วๆ ไปในป่าของเขตร้อน
- **ประโยชน์** ส่วนฐานที่รองรับผล (hypocarp) มีมีส้ม กินได้แต่มีรสฝาด ผลมีรสขม ฝาด เมื่อสุกมีสีน้ำตาลแก่ถ้าทิ้งให้ถูกกับอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ในอินเดียใช้ผลของต้นรักขนต่างน้ำหมึก ซึ่ง ตรงกับชื่ออังกฤษ Marking-Nut Tree

84.รักใหญ่ *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou. วงศ์ : Anacardiaceae

ชื่อพื้นเมือง :ฮัก รัก ฮักหลวง รักเทศ ซู ซู้ น้ำเกลี้ยง มะเรียะ



❖ ต้น เป็นไม้ยืนต้น เนื้อแข็ง มีกลิ่น เปลือกเมื่อตัดตามขวางจะมีแถบจางของเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเป็นคลื่น

❖ ใบ ใบเดี่ยวหรือใบประกอบ ติดเวียนสลับ ใบเรียบ ใบแบบขนนก มีน้ำยางใสๆ เมื่อถูกอากาศจะกลายเป็นสีดำ หรือน้ำตาล ไม่มีหูใบ

❖ ดอก ดอก ออกเป็นช่อแตกแขนงที่ปลายยอด ดอกมีขนาดเล็ก มีกลีบเลี้ยง กลีบดอกและเกสรตัวผู้อย่างละ 5 แยกจากกัน

❖ **ผล** ผลมีฐานผลบวม เป็นเนื้อ

❖ **นิเวศวิทยา** ในประเทศไทยพบที่จังหวัดอุทัยธานี กำแพงเพชร ชัยภูมิ หนองบัวลำภู ป่าเบญจพรรณแล้งและป่าดิบเขา ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 300-1,000 เมตร

❖ **ประโยชน์ เนื้อไม้แปรรูป** เนื้อไม้สีแดงเข้ม มีริ้วสีแก่แทรก เป็นมันเลื่อมแต่เสี้ยนสน เนื้อค่อนข้างละเอียดเหนียว แข็งแรง ทนทาน ไสกบตบแต่งยาก ชักเงาได้ดี ใช้ทำบัวประกบ

ฝาเครื่องเรือน เครื่องกลึง เครื่องมือเกษตรกรรม เสา หนไม้อัดกระสวย และรางปืน รากใช้เป็นยาพอกแก้พยาธิไส้ ต้นเป็นยาถ่ายอย่างแรง กัดเนื้อสด แก้โรคผิวหนัง แก้ริดสีดวง แก้โรคคัน แก่นต้นเป็นยาถ่ายอย่างแรง กัดทำลาย เปลือกต้นบำรุงกำลัง แก้กามโรค แก้บิด ยางเป็นยาถ่ายอย่างแรง แก้พยาธิ แก้มะเร็ง ขับพยาธิ แก้โรคผิวหนัง แก้ปวดฟัน แก้ริดสีดวง แก้โรคคัน แก้ผื่นคัน เป็นเม็ดตามตัว และกัดเนื้อสด ยางไม้ (รัก) ใช้ทาไม้ เครื่องเขิน เพื่อลงลอดลาย ทากระดาษกันน้ำซึมการลงพื้นหรือทาสิ่งต่างๆ เรียกว่า ลงรัก เช่น รองพื้นแล้วปิดด้วยทองคำเปลว เรียกว่าลงรักปิดทอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ทำงานฝีมือที่เรียกว่า เครื่องเขิน และทาผ้า หรือเครื่องจักสานกันน้ำซึมได้ด้วย

85.รัง *Shorea siamensis* Miq. วงศ์ : Dipterocarpaceae

ชื่อพื้นเมือง : เรียง เรียงพนม เปา เปาดอกแดง ฮัง



❖ ต้น ผลัดใบ สูง 15 - 20 เมตร

❖ ใบ ใบเดี่ยวเรียงสลับ แผ่นใบ รูปไข่ กว้าง..7-12 เซนติเมตร. ยาว.10-20 เซนติเมตร ปลายใบมนโคนใบหยักเว้า

❖ ดอก สีเหลือง กลิ่นหอมอ่อน ออกรวมกันเป็นช่อ

❖ ผล แหลมรูปกระสวย มีปีกยาว 3 ปีก ปีกสั้น 2 ปีก

❖ ระยะออกดอก-ผล มีนาคม - เมษายน

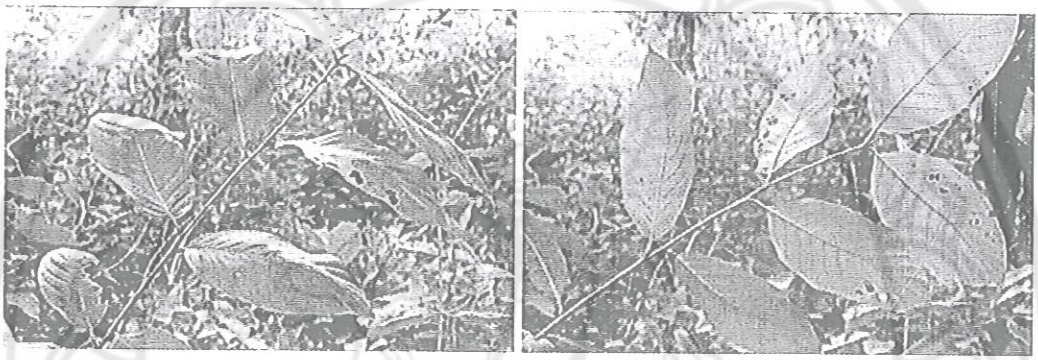
❖ **นิเวศวิทยา** ขึ้นในป่าเบญจพรรณแล้งและป่าแดงทั่วไปปะปนกับไม้เต็ง อยู่ในพื้นที่ สูงจากระดับน้ำทะเล 500 - 1,000 เมตร มีความ ทนทานต่อความแห้งแล้ง ทนไฟได้ดีมา

❖ **ประโยชน์** เนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง ใช้ก่อสร้างส่วนที่ต้องการความแข็งแรง และทำเครื่องมือการเกษตร

86.**สมอไทย** *Terminalia chebula* Retz. var. chebula วงศ์ : Combretaceae

ชื่อสามัญ : Chebulic Myrobalan

ชื่อพื้นเมือง : สมอดิน Samo din; สมอไทย Samo thai, ม่าแน่ Ma-nae (Karen-Chiang Mai); หมากแน่ะ Mak-nae (Karen-Mae Hong Son), สมออัพยา



❖ **ต้น** ไม้ยืนต้น สูง 20-35 เมตร เปลือกต้นขรุขระ

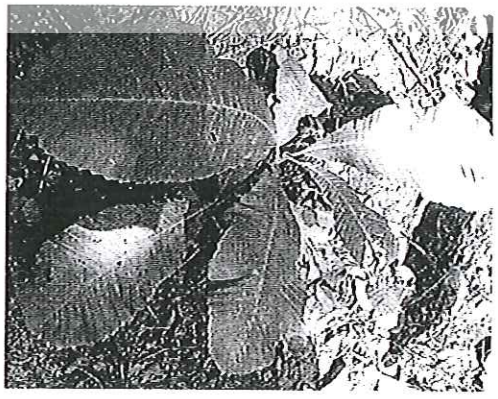
❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามหรือเกือบตรงข้าม รูปวงรี กว้าง 6-10 เซนติเมตร ยาว 8-15 เซนติเมตร

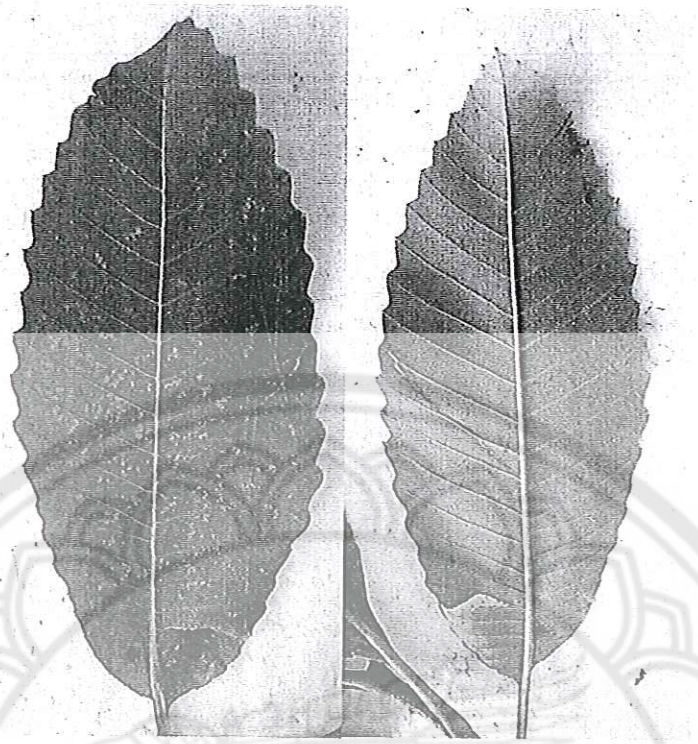
❖ **ดอก** ดอกช่อ ออกที่ซอกใบหรือปลายยอด เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบสีเหลือง

❖ **ผล** ผลเป็นผลสด รูปวงรี มีสัน 5 สัน

87.**ส้าน** *Dillenia obovata* (Blume) Hoogland วงศ์ : Dilleniaceae

ชื่อพื้นเมือง : ส้าน





- ❖ **ต้น** เป็นไม้ต้น ผลัดใบ สูง 10 - 20 เมตร
- ❖ **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงเรียนสลับ รูปไข่
- ❖ **ดอก** ดอกช่อ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ สีเขียว กลีบดอก 5 กลีบ รูปไข่กลับ สีเหลือง
- ❖ **ผล** รูปกลมแป้น เมื่อสุกสีส้ม
- ❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกเดือนกุมภาพันธุ์ - เมษายน
- ❖ **นิเวศวิทยา** ภูมิภาคมาเลเซีย ขึ้นตามป่าเบญจพรรณทั่วไป

88. **ส้านใหญ่** *Dillenia pentagyna* Roxb. วงศ์ : Dilleniaceae

ชื่อพื้นเมือง : มะส้านแข็ง ส้านนกเปล้า ส้านหิ่ง ส้านนา ส้านน้อย, ส้านช้าง, ส้านช้าง Saan chaang (Central) ; แพ่ง Phaeng (Nakhon Phanom, Loei), มะส้านแข็ง Ma saan khaeng, ส้านนกเปล้า Saan nok plao, ส้านแว้ Saan wae (Northern), ส้านนา Saan naa (Northern, Central)

- ❖ **ต้น** ไม้ต้นผลัดใบ สูงได้ถึง 25 เมตร
- ❖ **ใบ** ใบ เดี่ยว เรียงเวียนรอบกิ่ง รูปไข่กลับ กว้าง 10-20 เซนติเมตร ยาว 20-50 เซนติเมตร เส้นใบขนานชัดเจน หลังใบเกลี้ยง ท้องใบมีขนสากประปราย ขอบใบหยักตื้นๆ
- ❖ **ดอก** ดอก สีเหลือง มีกลิ่นหอม ออกเป็นกระจุก 2-10 ดอกตามกิ่ง ดอกบานเต็มที่ กว้าง 2.5-3 เซนติเมตร กลีบรองดอก 5 กลีบ รูปไข่ กลีบนอก 2 กลีบ มีขนาดใหญ่กว่าอีก 3 กลีบด้านใน กลีบดอก 5 กลีบ รูปไข่กลับ หลุดร่วงง่าย เกสรผู้สีเหลือง จำนวนมากและแบ่งเป็น 2 ชั้น วง

ใน มีขนาดใหญ่กว่า และปลายโค้งออก

❖ **ผล** รูปค่อนข้างกลม ขนาด 1.5-2 เซนติเมตร แก่จัดออกสีเหลืองหรือสีส้ม

❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม

❖ **นิเวศวิทยา** อินเดียถึงเอเชียตะวันออก เฉียงใต้ พบตามป่าผลัดใบ และป่าดิบแล้ง ที่ระดับความสูง 700-900 เมตร

❖ **ประโยชน์** ใช้ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป และทำเรือ บางทีก็ใช้ทำเครื่องเรือน

89.แสลงใจ *Strychnos nux-vomica* L. วงศ์ : Strychnaceae

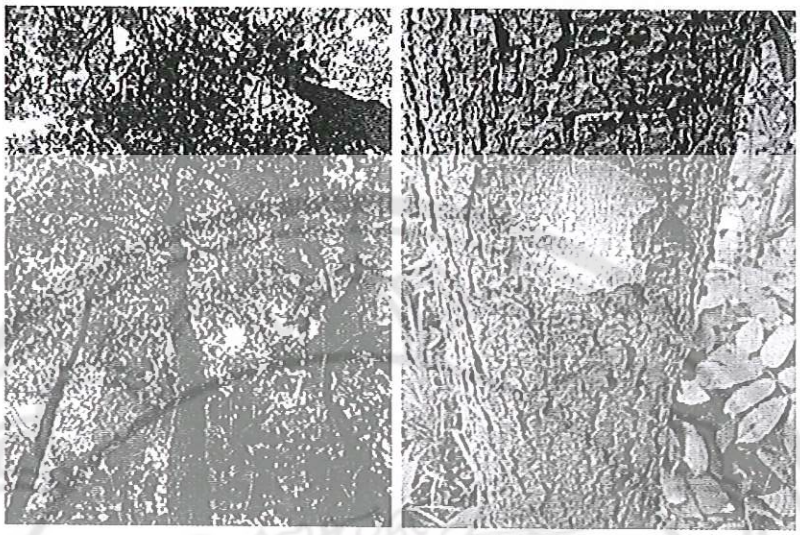


❖ **ต้น** ไม้ยืนต้น สูงถึง 25 เมตร

❖ **ใบ** ใบ 5-18 x 4-12 เซนติเมตร เส้นใบหลัก 3 เส้น ผิวใบเกลี้ยง ก้า

90.หาด *Artocarpus gomezianus* Wall. ex Trecul วงศ์ : Moraceae

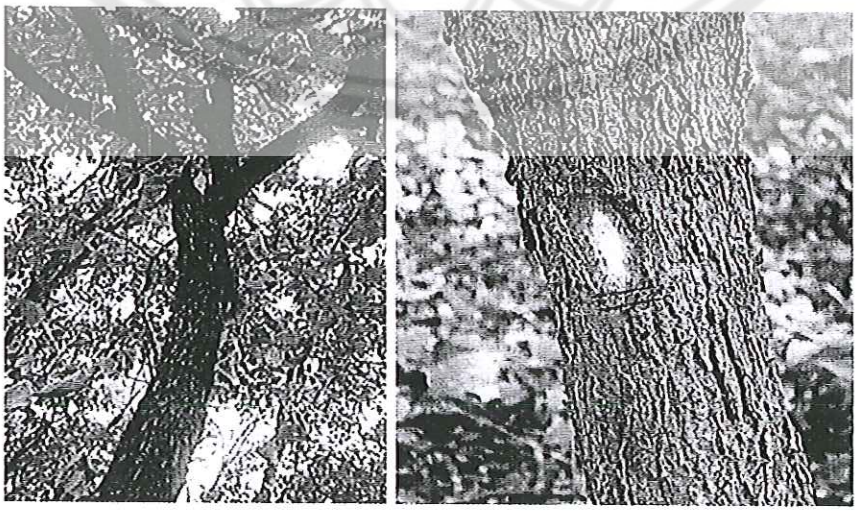
ชื่อพื้นเมือง : ตะปัง, ตะปัง Ta pang, ตำปัง Tam-pang (Malay-Peninsular); หาดหนุน hat nun (Northern); อีโป้ I po (Trang)

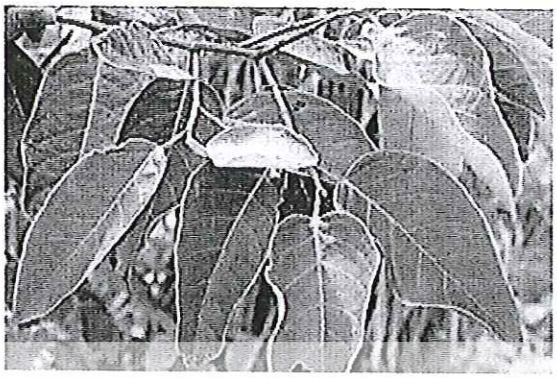


- ต้น เป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 30 เมตร
- ใบ ใบเดี่ยวเรียงสลับ
- ดอก ดอกมีขนาดเล็ก สีขาวอมเหลือง ดอกช่อ
- ผล ผลสีน้ำตาล เป็นผลรวม สีเหลือง ผิวขรุขระ มีขนนุ่ม
- ประโยชน์ เปลือก ใช้เปลือกสด นำมาต้มเอน้ำกินเป็นยาแก้ไข้หรือยาขับพยาธิ แก่น เป็นยาช่วยขับพยาธิตัวตืด และไส้เดือน แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้โรคกระษัย แก้เบื่ออาหาร แก้กระหายน้ำ แก้ฝีในท้อง แก้ปวด แก้ลม ขับโลหิต แก้เคือง และแก้ปัสสาวะกระปริดกระปรอย

91.เหมือดหลวง *Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill. วงศ์ : Euphorbiaceae

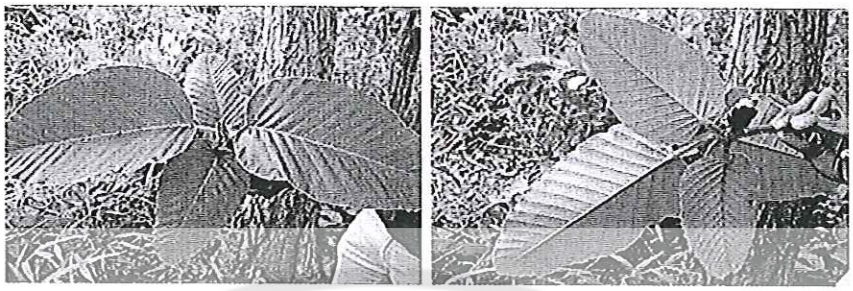
ชื่อพื้นเมือง : โลด, เหมือดตบ, เหมือด, เหมือดโลด






- **ใบ** ใบ รูปขอบขนาน, ขอบขนานป้อม ๆ , จนถึงรูปรีแกมรูปไข่กลับ, กว้าง 6 – 10 เซนติเมตร ยาว 10 – 16 เซนติเมตร ปลายใบทู่หรือเป็นติ่งทู่ ๆ ; ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย; โคนใบมนหรือแหลม; เนื้อใบค่อนข้างหนา, ด้านบนเกลี้ยงหรือมีขนประปราย, ตามเส้นกลางใบและเส้นแขนงใบมีขน, ด้านล่างมีขนสีน้ำตาลแกมเหลือง; ก้านใบยาว 1. 2 – 2.2 เซนติเมตร, มีขนสีน้ำตาลแกมเหลือง
- **ดอก** ดอก ออกเป็นช่อตามง่ามใบ, ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน. ดอกเพศผู้เล็กออกชิดกันเป็นแท่ง, ยาว 2 – 4 เซนติเมตร จำนวนหลายช่ออยู่ด้วยกัน, มีใบประดับรูปไข่ป้อม, ปลายแหลม, ด้านนอกและขอบมีขน; กลีบรองกลีบดอกเชื่อมติดกัน, ปลายแยกเป็น 3 – 6 กลีบ, ไม่มีกลีบดอก; เกสรผู้มี 2 อัน, อับเรณูแตกตามยาว. ดอกเพศเมีย ออกเป็นช่อเช่นเดียวกับดอกเพศผู้, แต่สั้นกว่ามาก, ส่วนใหญ่จะออกเป็นแท่งเดี่ยว ๆ ; รังไข่มีขนสีน้ำตาลแกมเหลือง, ภายในมี 1 ช่อง, มีไข่อ่อน 2 หน่วย, ท่อรังไข่แยกเป็น 2 แฉก
- **ผล** ผล รูปไข่, ปลายมีติ่งแหลม, มีขนสีน้ำตาลแกมเหลืองหนาแน่น, สีส้ม, กว้างประมาณ 7 มิลลิเมตร, ยาว 10 มิลลิเมตร, มี 1 เมล็ด, อีก 1 เมล็ดฝ่อ
- **ประโยชน์** เนื้อหุ้มเมล็ดของผลสุก รับประทานได้(กะเหรี่ยงแดง)ผล รับประทานได้(กะเหรี่ยง) เนื้อไม้ ใช้ทำด้ามค้อน(คนเมือง) เนื้อไม้ ใช้สร้างบ้านหรือที่พักอาศัยถาวร(กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน) เนื้อไม้ ใช้ทำสากครกตำข้าว (ลั้วะ) เนื้อไม้ ใช้ทำที่คนข้าว ที่นึ่งข้าว เพราะเชื่อว่าเนื้อไม้เป็นยา แก้พิษ(คนเมือง) ลำต้น ใช้ทำฟืน(ขมุ,คนเมือง,กะเหรี่ยงแดง)

92.**เหียง** *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. & ex Miq. วงศ์ : Dipterocarpaceae



❖ ต้น ไม้พุ่ม หรือไม้ต้นขนาดใหญ่ เป็นไม้เนื้อแข็ง ไม่มีหูใบ

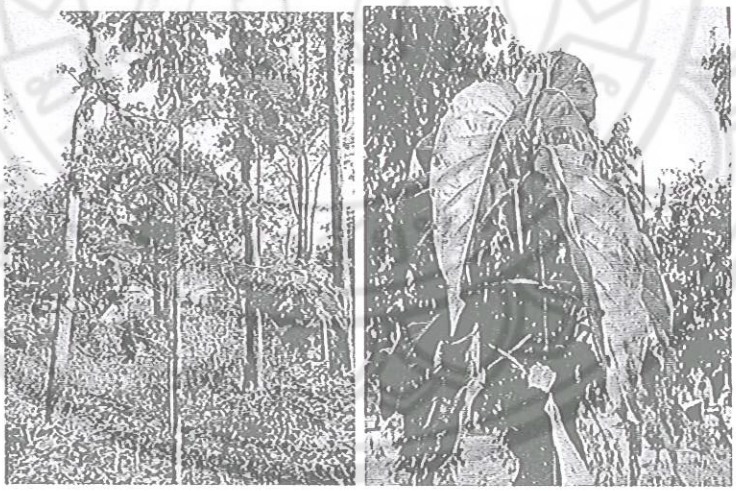
❖ ใบ ใบเดี่ยว เส้นใบออกจาก สองข้างของเส้นกลางใบแบบขนนก

❖ ดอก ดอกสมบูรณ์เพศ สมมาตรตามรัศมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกเชื่อมติดกัน ส่วนมากมักที่โคน เกสรเพศผู้มีจำนวนมากเชื่อมติดกันเป็นท่อ รังไข่ติดใต้วงกลีบ ไข่อ่อนมี 2-4 หน่วยในแต่ละช่องของรังไข่

❖ ผล โดยติดห้อยแขวน *ผล* มีเนื้อเมล็ดแข็ง มี 2-5 ช่อง

93.**อุโลก** *Hymenodictyon orixense* (Roxb.) Mabb. วงศ์ : Rubiaceae

ชื่อพื้นเมือง : ส้มกบ, อุโลก (นครราชสีมา, ภาคเหนือ) ลาดา (ตรัง), ลุ, ส้มลุ



❖ **ต้น** เป็นไม่ยืนต้นขนาดกลาง สูงถึง 12 เมตร ผลัดใบ เปลือกต้นหนาสีเทาปนน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ด เปลือกในสีแดง

❖ **ใบ** ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามสลับตั้งฉากเป็นกระจุกที่ปลายกิ่ง รูปไข่ หรือรูปโล่ ปลายใบแหลม โคนใบมน ขอบใบเรียบ ผิวใบนุ่ม

❖ **ดอก** ดอกเป็นช่อแยกแขนงออกที่ปลายกิ่ง ดอกย่อยขนาดเล็กกลีบดอกสีขาวหรือเหลืองอ่อน

❖ **ผล** ผลรูปรี ผลแห้งสีน้ำตาลแดง เมล็ดมีปีกเป็นครีบบางๆ ที่ปลายเมล็ด

❖ **ระยะออกดอก-ผล** ออกดอกเดือนตุลาคม – ธันวาคม ออกผลเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์

❖ **ประโยชน์** ใบอ่อน ยอดอ่อน รับประทานเป็นผักสด นำไปปรุงรสอาหารจำพวกแกงส้ม ต้มยำห่อหมก

94. สีฟัน (คนทา) *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr. วงศ์ : Simaroubaceae

ชื่อพื้นเมือง : คนทา กระลันทา;ขี้ตำตา (เชียงใหม่);จี้หนาม;จี้;มีชี (กระเหรี่ยง ? แม่ฮ่องสอน).;สีเตาะ;สีฟัน;สีฟันคนทา (ภาคกลาง);สีฟันควาย;หนามจี้ (ภาคเหนือ), กะลันทา คนทา จี้ จี้หนาม สีเตาะ, คนทา, คนทา Khonthaa, กะลันทา Kalanthaa, สีฟัน Seefan, สีฟันคนตาย Seefan khontaai, สีฟันคนทา Seefan khonthaa (Central), จี้ Chee, จี้หนาม Chee naam, สีเตาะ Seetoh, หนามจี้ Naam chee (Northern), มีชี Mee-chee (Karen-Mae Hong Son)



❖ ต้น เป็นไม้พุ่มรอเลื้อย สูง 3-6 เมตร ลำต้นเป็นปุ่มปม ที่ปลายมีหนามแหลม สั้น เปลือกลำต้นเรียบ สีน้ำตาล ส่วนที่อ่อนมีสีแดง

❖ ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก เรียงตัวแบบสลับ มีใบย่อย 7-21 ใบ รูปใบรีหรือไข่กลับ กว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 2-3 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ขอบใบบริเวณโคนหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวใบเรียบ ใบอ่อนมีสีแดง และใบที่โคนก้านใบมีขนาดเล็กกว่าที่ปลายก้านใบ

❖ **ดอก** แบบช่อกระจะ ออกตามซอกใบ มีกลีบเลี้ยง สีเขียวแกมน้ำเงิน 5 กลีบแยกกัน กลีบดอกสีแดง มี 4-5 กลีบ รูปขอบขนาน แยกจากกัน เกสรตัวผู้มี 10 อัน ผล: เป็นผลสด ทรงกลม หัวและท้ายป้าน เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร มีเมล็ด 1 เมล็ดค่อนข้างกลม, ไม้พุ่มกึ่ง

เลื้อย ลำต้นมีหนามแข็ง ใบ เป็นใบประกอบแบบแขนง เรียงสลับ ก้านและแกนใบแผ่ขยายออกเป็นปีกแคบๆ ใบย่อยมี 1-15 ใบ รูปรีหรือรูปไข่ กว้าง 1-1.5 เซนติเมตร ยาว 2-2.5 เซนติเมตร ขอบใบหยักห่างๆ ดอกด้านนอกสีแดงแกมม่วง ด้านในสีนวล ออกเป็นช่อ ดอกย่อยขนาด 5-8 มิลลิเมตร ภายในมีแป้นดอก กลีบรองดอกและกลีบดอกมีอย่างละ 4-5 กลีบ รูปขอบขนาน

- **ผล** เป็นผลสด ค่อนข้างกลม ผิวนอกคล้ายแผ่นหนัง ภายในมีเมล็ดแข็งขนาด 1-2 เซนติเมตร
- **นิเวศวิทยา** ขึ้นกระจายตั้งแต่จีนตอนใต้ ลงไปถึงมาเลเซีย พบตามที่โล่งในป่าผลัดใบ ป่าละเมาะและป่าเขาหินปูน ที่ความสูงใกล้ระดับน้ำทะเล จนถึง 900 ม

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. (2535). สถิติป่าไม้ของประเทศไทย ปี 2535. สำนักงานสารนิเทศ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 94.

ไซมอน การ์ดเนอร์ พินดา สิทธิสุนทร และวิไลวรรณ อนุสารสุนทร. 2000. ต้นไม้เมืองเหนือ. โครงการจัดพิมพ์คบไฟ บริษัทอมรินทร์บุ๊คเซนเตอร์ จำกัด. กรุงเทพฯ. 545 หน้า.

Brady, N.Y.,(1974).The Nature and Properties of Soil. 8thedition,MacMillan Publishing Co.,Inc., 639p.

Bunyavejchewin, S.(1983). Canopy structure of the Dry Dipterocarp Forest of Thailand. Thai Forest Bull. (Botany) NO.16,p:-68.

Crawley, M.J.(1986). Plant Ecology. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 470p.

Kaosa-ard, A. (1994). Forest Biodiversity in Thailand. Apaper presented to International Symposium on Measuring and Monitoring Biodiversity in Tropical and Temperate Forest. Chiang Mai, Thailand. August 28-September 2m, 1994, 7p.

Khemmark, C., S. Wacharakitti, S. Aksornkoae, and T.Kaewlaiad. (1972). Forest production and soil fertility at Niknim Doi Chiangdao, Chiangmai Province. For.Res. Bull. No.22.Faculty of Forestry, Kasetsart Univ.Thailand.44p.

Kimnins ., J.P. (1987). Forest Ecology. Macmillan Publishing Company, New York, 531p.

Kutintars ,U. (1975). Struture of the dry dipterocarp forest. Ph.D. dissertation.Colo.State Univ., Fort Collins.242p.

Ogawa, H., K Yoda, and T. Kira.(1961). A preliminary survey on the vegetation of Thailand.Nat. Life Southeast Asia.1:20-158.

Sukwong, S. (1974). Deciduous Forest ecosystem in Thailand. A paper Presented at the Unesco Seminar on Deciduous Forest Ecosystem. November 25-30, 1974. Saskaerat Experiment
Station.Nakhon Ratchasima, Thailand.16p.

บทที่ 4
การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่สุดสำหรับโลกเราทั้งในปัจจุบันและอนาคต ไม่มีทรัพยากรใดที่มีค่าและมีความสำคัญต่อความอยู่รอดและสวัสดิภาพของมนุษย์เกินไปกว่าทรัพยากรชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ หรือแม้กระทั้งแต่จุลินทรีย์เล็ก ๆ ที่ตาเปล่ามองไม่เห็นทรัพยากรเหล่านี้มีความสำคัญในฐานะที่เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมการผลิตอาหารและยารักษาโรค (รวีวรรณ และอัจฉลา, 2540) สีของพืชนั้นถือว่ามีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์มาช้านาน ซึ่งมนุษย์เรามีความต้องการใช้สีของพืชมาตกแต่งสิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเราไม่ว่าจะเป็นเสื้อผ้า เครื่องนุงห่ม อาหาร และ อื่นๆ ล้วนทำมาจากส่วนต่างๆของพืชทั้งนั้น ปัจจุบันพืชที่ให้สีแทบจะไม่มีคนรู้จักเนื่องจากมีการใช้สีที่ได้จากการสังเคราะห์ ได้จากสารเคมีนำมาผลิตเป็นสี จึงทำให้ผู้คนส่วนมากเริ่มไม่รู้จักสีที่ได้จากธรรมชาติ แต่ก่อนนั้นการใช้สีธรรมชาติที่ได้จากพืชจะมีการใช้ในการย้อมสีผ้า ใส่ลงไปในอาหาร ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่อยู่ร่วมกันกับธรรมชาติ อย่างเช่น สีเขียวที่ได้จากเตยหอม เป็นสีสำหรับประกอบอาหาร ทับทิม เปลือกและผลใช้ย้อมผ้าให้สีเขียว สีน้ำตาลที่ได้จากโกงกางใบเล็ก ใช้เป็นสีย้อม สีแดงที่ได้จากกระเจี๊ยบแดงใช้เป็นสีผสมอาหาร จากครั่งใช้เป็นสีใช้งาน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยพะเยา ตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่ล้อมรอบไปด้วย พื้นที่ป่าที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช โดยจะมีทั้งป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพ จึงนับเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสมสำหรับการศึกษาและสำรวจพันธุ์พืชให้สีย้อม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งจะทำการรวบรวมข้อมูลทางด้านพฤกษศาสตร์ ศึกษาทางอนุกรมวิธานของพืช วิเคราะห์ชนิด การเรียกชื่อท้องถิ่น ชื่อวิทยาศาสตร์ การบรรยายลักษณะบันทึกภาพและข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ต่างๆ นอกจากนี้จะนำข้อมูลและตัวอย่างพืชที่ได้ จัดทำสวนพฤกษศาสตร์ขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาหาความรู้ เกี่ยวกับพืชให้สีย้อมที่มีอยู่ในบริเวณพื้นที่ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

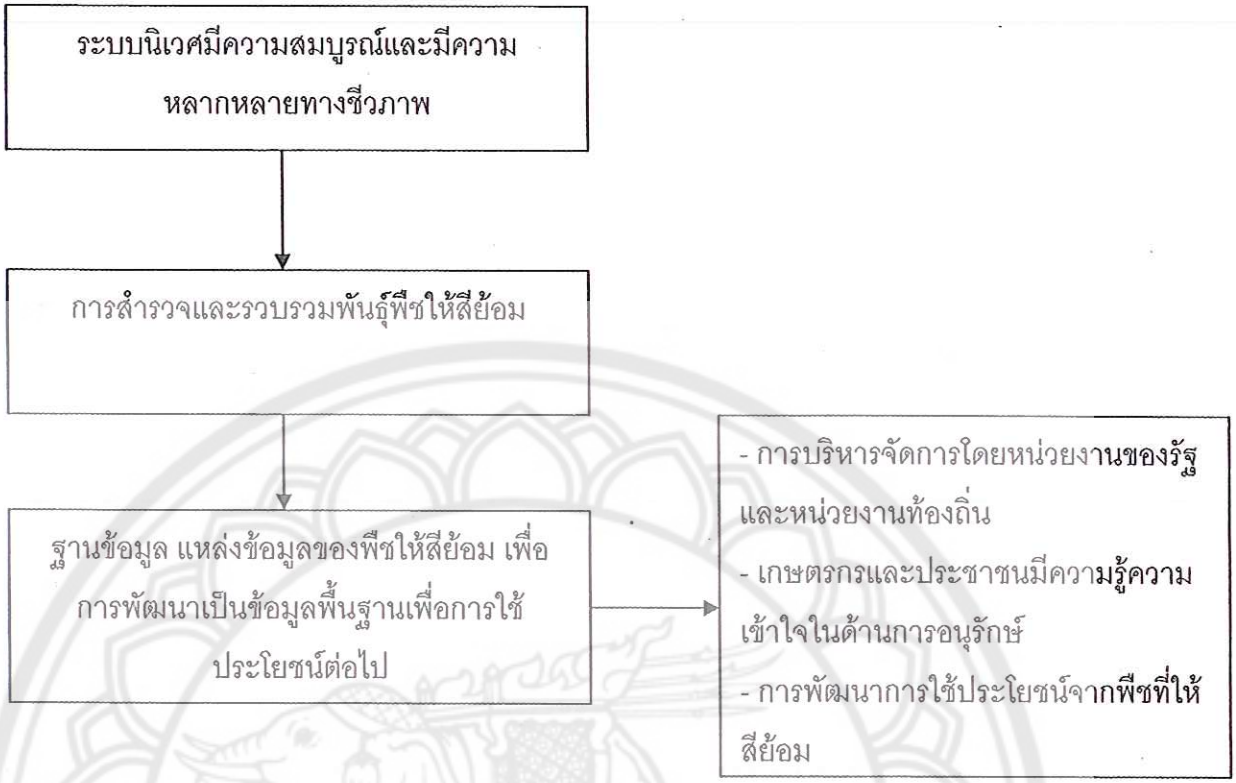
1. เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อมบริเวณพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา
2. เพื่อศึกษาและบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ตรวจสอบชนิด และจัดหมวดหมู่ให้เป็นระบบตามหลักอนุกรมวิธาน
3. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลพันธุ์พืชให้สีย้อมที่พบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ดำเนินการสำรวจข้อมูลและรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อมที่มีอยู่ในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ศึกษาและบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ตรวจสอบชื่อชนิด และจัดหมวดหมู่ให้เป็นระบบตามหลักอนุกรมวิธาน นำพืชที่ได้จากการสำรวจที่สามารถปลูกหรือขยายพันธุ์ได้มาเก็บรวบรวมในโรงเรือน ติดป้ายชื่อและคำบรรยายลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพรรณไม้ พอสังเขป รวมทั้งการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังมีการจัดทำฐานข้อมูล เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลการศึกษาค้นคว้าของนิสิตและบุคคลที่สนใจในเรื่องของพืชให้สีย้อมต่อไป

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

พืชเป็นทรัพยากรที่มีค่าอย่างหนึ่งของประเทศไทย ในอดีตพืชสมุนไพรมีบทบาทเป็นอย่างมากในการดำรงชีวิต การใช้สมุนไพรเป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน ที่เป็นมรดกสืบต่อกันมาหลายร้อยปี มีการลองผิดลองถูกในการรักษาโรค ได้จากการบอกเล่าหรือจดบันทึกเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยประชาชนยังมีความศรัทธาต่อการรักษาด้วยสมุนไพร จึงได้มีการสืบทอดภูมิปัญญาที่ทรงคุณค่านี้เรื่อยมา (เชิดชัย, 2544) ในปัจจุบันเริ่มมีการศึกษาความสำคัญและการนำมาใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรมากขึ้นทั้งในเรื่องของคุณสมบัติและสารออกฤทธิ์ที่สามารถนำมาผลิตยารักษาโรคด้วยการผลิตแบบการแพทย์สมัยใหม่ เช่น เปล้าน้อย หนวดแมว ฟ้าทะลายโจรหญ้า ขิง ขมิ้น (ประเวศ, 2546) หรือการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น โล่ติ๊น สะเดา สาบเสือ ตะไคร้หอม และในพืชที่มีการนำไปใช้ประโยชน์อาจมีส่วนของพืชที่ให้สีย้อมอีกด้วย เช่น ฝาง ฮ่อม เป็นต้น ในประเทศไทยเองยังขาดการศึกษาข้อมูลของพืชให้สีย้อมและพืชที่มีคุณสมบัติในการให้สีย้อมผ้า โดยความรู้เรื่องพืชให้สีย้อมนี้มักได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ของบรรพบุรุษ ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดได้ ดังนั้นหากต้องการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอย่างถูกต้องจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลของพืชให้สีย้อมเพื่อเป็นความรู้อีกประการหนึ่งด้วย ซึ่งจากการศึกษาการให้สีย้อมของพืชอาจนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมสีย้อมผ้า โดยหวังว่าการวิจัยนี้จะช่วยสร้างความตระหนักและเห็นถึงคุณค่าความสำคัญพืชให้สีย้อม และพืชที่มีคุณสมบัติในการให้สีย้อมผ้า รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรที่มีในประเทศแก่เยาวชนให้เข้ามามีบทบาทและส่วนร่วมในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศชาติต่อไป และมีความภาคภูมิใจว่าประเทศไทยเรามีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพเป็นทรัพย์ของแผ่นดิน



<u>นิยามศัพท์</u>

พืชให้สีย้อม (Dye plant) หมายถึง พืชที่มีคุณสมบัติให้สีเพื่อทำสีย้อม เช่น มะเกลือ ขมิ้น อัญชัน เป็นต้น สีย้อม (Dye) สีย้อมจะเป็นเกลือของสารประกอบ Organic และ Inorganic ที่มีประจุรวมเป็นบวก (Basic dye) หรือ ลบ (Acidic dye) เช่น สี Methylene-blue chloride, Congo red, และ Crystal violet chloride เป็นต้น สีเหล่านี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับเกลือทั่ว ๆ ไป คือ จะเกิดการแตกตัวเมื่อทำให้เป็นสารละลาย และได้สารที่เป็นอิออนบวกและอิออนลบ เฉพาะส่วนของอิออน ที่ได้จากสารอินทรีย์ เท่านั้นที่เป็นตัวให้สี (เทคนิคทางโรคพืช, ม.ป.ป.)

พืชสมุนไพร(Herb) หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยาหาง่าย ปลูกขยายพันธุ์ได้ไม่ยาก และส่วนหนึ่งใช้เป็นอาหารด้วย (รุ่งระวี, 2544)

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) หมายถึงการมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่ร่วมกัน ณ สถานที่หนึ่งหรือระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง ทั้งนี้เราสามารถจัดแบ่งความหลากหลายทางชีวภาพได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity) ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของพันธุกรรม(genetic diversity) ความหลากหลายของระบบนิเวศ(ecolosystem diversity) ความหลากหลาย

ทั้ง 3 ลักษณะ มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนในสภาพแวดล้อม และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตบนโลก (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

การอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (Plants genetic conservation) หมายถึง การเก็บรวบรวม และปลูกแสดงทั้งสมุนไพรที่ใช้ในชีวิตประจำวัน สมุนไพรหายากและใกล้สูญพันธุ์ รวมถึงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในหลอดทดลอง (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2549)

<u>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

พืชเป็นปัจจัยสำคัญของชีวิตมนุษย์ เป็นแหล่งสารอินทรีย์ที่หลากหลาย และเป็นทรัพยากรที่มีอยู่มากมายหลากหลายชนิดในโลก และนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง พืชส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหาร ทั้งผัก ผลไม้ และธัญพืช นอกจากนี้ยังมีพืชที่เป็นเครื่องเทศ และสมุนไพร คือ นำมาเป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย แต่ก็ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่คน และสัตว์เนื่องมาจากได้รับสารประกอบที่มีอยู่ในพืชนั้น ๆ (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548) ในทศวรรษที่ผ่านมารัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนการวิจัยเพื่อนำพืชมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการร่วมมือศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบต่อเนื่องในหลายสาขา ไม่ว่าจะเป็นด้านระบบข้อมูลและบุคลากร เภสัชเวท เภสัชวิทยา พฤกษเคมี พฤกษศาสตร์และการเกษตร การควบคุมคุณภาพ การทดลองทางคลินิก และการตลาด เป็นต้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การพัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านพฤกษศาสตร์และการเกษตร ซึ่งควรศึกษาลักษณะของการให้สีย้อมด้วย ซึ่งคนไทยก็มีภูมิปัญญาการทำสีผสมอาหารและสีย้อมผ้าจากพืชมากมาย ตัวอย่างสีผสมอาหารจากพืช เช่น กลีบเลี้ยงกระเจี๊ยบให้สีแดง ดอกแก่คำฝอยให้สีเหลือง เมล็ดคำแสดให้สีส้ม ใบเตยสดให้สีเขียว แก่นไม้ฝางให้สีชมพูเข้ม ดอกอัญชันสดให้สีม่วง ตัวอย่างสีย้อมผ้าจากพืช เช่น แก่นขนุนให้สีเหลือง เปลือกต้นสมอให้สีดำ เปลือกต้นนุ่นให้สีชมพู เป็นต้น (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี, 2551)

โทนสีย้อมธรรมชาติที่ได้ทำการศึกษาและรวบรวมโดยนักวิจัยกลุ่มต่าง ๆ นั้นมีสีโทนสีหลักอยู่ 6 กลุ่มดังต่อไปนี้

ตารางที่1 พืชที่ให้สีย้อมโทนสีกลุ่มต่าง ๆ

สี	พืชที่ให้สีย้อม
1. กลุ่มสีเขียว	ใบหญ้าหวาน ใบติ้วขนหรือติ้วแดง ใบสาบเสือ ใบขี้เหล็กฝรั่ง ใบขี้เหล็กบ้าน ใบมะลิ ใบจามจุรี ใบฟ้าทะลายโจน ใบสมอป่า แก่นขนุน เปลือกต้นเพกา ใบแค ใบสับปะรดอ่อน ใบตะขบไทย ใบเลี่ยน เปลือกต้น/ผลสมอพิเภก ใบหูกวางแก่ เปลือกผลทับทิม ใบแคขาว เปลือกไม้ตีนนก เปลือกต้นกระบก ใบฝรั่ง ใบถั่วแปบ ใบชาทอง ใบเตย ใบกระถิน
2. กลุ่มสีน้ำตาล	ใบสะเดา กาบมะพร้าวแห้ง เปลือกมังคุด เปลือกต้นเพกา(มะริดไม้) ผลมะเกลือดิบ เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้น/ใบยูคาลิปตัส ใบ/เปลือกต้นหูกวาง เปลือกต้นโกงกาง เปลือกต้นสนทะเล แก่น/รากขนุน เปลือกต้นคาง เปลือกต้นเคี่ยม เปลือกต้นติ้วขน เปลือกต้นนนทรี เปลือกต้นประสัก เปลือกต้นโปรงขาว เปลือกต้นพะยอม เปลือกต้น/ใบมะขามป้อม เปลือกต้นมะหาด เนื้อไม้สีเสียด เปลือกต้นแสมดำ เปลือกต้นอ้อยช้าง เปลือกต้นนมแมว ลูกตะโกนา ลูกหมาก ลูกมะพลับ เปลือกไม้สะแก ใบต้นสัก รากย่อม เปลือกต้นก้าแดง เปลือกต้นป่วย หัวเคาะ เปลือกต้นคูณ เปลือกต้นประดู่ เปลือกต้นสมอ
3. กลุ่มสีเทาและสีดำ	เปลือกต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นสมอ(แก่) ใบหูกวางสด ใบสาบเสือ ใบสะเดา เปลือกผลมะพร้าว เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้นกระโดน เปลือกต้นตะแบก เปลือก/เนื้อมะกอก ผลคนฑา ผลมะเกิ้ม ผลมะเกลือ ใบมะยมป่า ลูกสมอหิน เปลือกต้น/ผลสมอไทยลูกสีพับ ลูกกระจาย ผลตับเต่าต้น ใบปูเจ้า ใบหมากนะ
4. กลุ่มสีแดง	เปลือกต้นสมอ รากยอป่า เปลือกรากยอบ้าน ด่างไม้เหมือด ผลคำแสด ราก/เมล็ดคำป่า ดอกคำฝอย เนื้อไม้แฉลบแดง ใบเทียนกิ่ง แก่นฝาง เนื้อหุ้มเมล็ดพุดซ้อน เปลือกฝาดแดง เนื้อไม้มะกล่ำต้น ดอกยมหอม เปลือกต้นสะเดา ใบสักอ่อน และตัวครั่ง(แมลง) เปลือกต้นแสนคำ เปลือกต้นตะเคียนหนู เปลือกต้นมะนมวัว แก่นไม้ตีนนก เปลือกต้นงิ้วดอกแดง เปลือกต้นประดู่แดง เปลือกต้นก่อ เมล็ดคำเงาะ เมล็ดคำแสด เปลือกต้นฮ่อม เปลือกไม้กระทงลาย ใบสับประรด
5. กลุ่มสีเหลือง	หัวขมิ้นชัน แก่นต้นขี้เหล็ก แก่นต้นก้านเหลือง แก่นต้นหม่อนใบเสนียด แก่นต้นสุพรรณิการ์ รากเล็บรอก ยางรง ใบยูคาลิปตัส ราก/เปลือก/เนื้อไม้/ใบยอบ้าน เปลือกผลมังคุด เปลือกต้นมะพูด เปลือกผลดิบมะตูม ใบมะขามไทย ยางมะดะขี้หนอน หลอดดอกกรรณิการ์ เปลือกต้นก่อ แก่นต้นแกแล ดอกทองกวาว เปลือกต้นมะม่วง เปลือกต้นสกีย เปลือกต้นมะนอด เปลือกต้นจินก รากยอป่า แก่นไม้/เปลือกต้นขนุน เปลือกต้นรกฟ้า
6. กลุ่มสีน้ำเงิน	ราก/ใบต้นคราม ใบย่อม ใบเม็ก เปลือกต้นลูกหว้า(มะห้า) เปลือกต้นหว่า

(วนิดา และคณะ, 2531; พูลทรัพย์ และคณะ, 2542; สุรีย์ และคณะ, 2543; อนันต์เสวก และคณะ, 2543; Moeyes, 1993; Cannon, J. and Cannon, M., 1994)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยชาติ (2540) ศึกษาและรวบรวมตัวอย่าง พรรณไม้ดอกให้สีย้อม เส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย สำรวจพบและเก็บตัวอย่างพืชให้สีได้จำนวน 142 ชนิด พืชให้สีที่สำรวจพบมีทุกลักษณะนิสัย ส่วนใหญ่เป็นไม้ต้นส่วนที่ให้สีส่วนมากได้จากส่วนของเปลือก ใบและผลตามลำดับ สีที่ได้ส่วนใหญ่เป็นพวกสีน้ำตาล สีเหลืองและสีแดง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการนำพืชให้สีมาใช้จำนวนชนิดมากที่สุดคือ 67 ชนิด และ 1 ชนิดย่อย รองลงมาได้แก่ ภาคเหนือจำนวน 55 ชนิด และ 2 ชนิดย่อย พืชให้สีที่มีการนำมาใช้ทุกภาคจำนวน 13 ชนิด ได้จัดทำคำบรรยายลักษณะโดยละเอียดของชนิดและข้อมูลพื้นฐานการนำมาใช้ทำสีย้อมของพืชให้สีแต่ละชนิด การกระจายพันธุ์ ลักษณะทางนิเวศวิทยาระยะเวลาการออกดอกและผล และภาพสีประกอบ ตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บทั้งในรูปตัวอย่างแป้งและดองเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์พืช ศ.กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รวีวรรณ และอัจฉลา (2549) การศึกษาทาง พฤกษศาสตร์พื้นบ้านถึง องค์ความรู้ดั้งเดิมเกี่ยวกับพืชให้สีของชาวกะเหรี่ยงก่อนหน้านี้ พบว่า ความรู้ที่มีการสืบทอดกันมาแต่โบราณนั้น บางกรณียังขาดความชัดเจนอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติ อีกทั้งองค์ความรู้และทรัพยากรพืชให้สีก็กำลังเสื่อมหายไป ด้วยเหตุผลว่า องค์ความรู้และทรัพยากรพืชเหล่านี้ขาดการสืบทอดและไม่ได้ถูกใช้งานอย่างต่อ เนื่อง กล่าวคือ ไม่สอดคล้องกับความต้องการทางเศรษฐกิจของชุมชนในปัจจุบันนั่นเอง วัตถุประสงค์ของโครงการได้แก่ 1) ศึกษาทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพและความคงทนของสีย้อมจากพืชซึ่งรวบรวมจากงาน วิจัยครั้งก่อน 2) นำความรู้ดั้งเดิมที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปพัฒนาต่อยอดสร้างกิจกรรมการผลิต เป็นอาชีพเสริมนอกภาคเกษตรให้กลุ่มสตรีกะเหรี่ยง 3) ส่งเสริมบทบาทของชุมชนในการจัดการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ ทรัพยากรชีวภาพของท้องถิ่น ในลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบชาวบ้าน สตรีชาวกะเหรี่ยง 15 คน) มี ส่วนร่วม โดยมุ่งสร้างกระบวนการให้ทรัพยากรบุคคลในชุมชนมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้พร้อมกับคณะนักวิจัยอย่างเต็มที่ รวมทั้งการสนับสนุนการดำเนินงานด้วยการประสานความร่วมมือกับทรัพยากรบุคคลและหน่วยงานชำนาญการจากภายนอก โครงการนี้นับเป็นกิจกรรมนำร่องในการตรวจสอบและพัฒนาองค์ความรู้ท้องถิ่น เพื่อการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและการจัดการ ทรัพยากรชีวภาพของชุมชน และคาดหวังว่างานวิจัยนี้จะส่งผลถึงการพัฒนาองค์ความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ ชาวบ้าน การพัฒนาทรัพยากรบุคคลในท้องถิ่น รวมทั้งแนวทางจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชนด้วย

วรดลต์ (2544) การคัดเลือกวงศ์ไม้เพื่อจัดสร้างสวนพฤกษศาสตร์ภาคใต้ (ทุ่งค่าย) จังหวัดตรังโดยข้อมูลทางนิเวศวิทยาจากข้อมูลการวางแปลงสำรวจขนาด 10 x 10 ตารางเมตร จำนวน 100 แปลง แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด จากนั้นทำการเปรียบเทียบกับ

ความหลากหลายในระดับสกุล และชนิด พบว่า เมื่อพิจารณาวงศ์ที่ควรดำเนินการรวบรวมในลำดับต้นๆ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาอนุกรมวิธานควรพิจารณาเลือกวงศ์ไม้ที่มีจำนวนสกุลหลากหลายกว่ามารวบรวมเป็น 5 อันดับวงศ์กลุ่มแรกที่ควรจะรวบรวมไว้ คือ วงศ์ไม้ยางนา (Dipterocarpaceae) วงศ์เปล้า(Euphorbiaceae) วงศ์กาแฟ(Rubiaceae) วงศ์พะวา(Guttiferae) และวงศ์ขนุน(Moraceae) เพราะช่วยให้ประหยัดทั้งงบประมาณ และเวลาในการรวบรวมมากที่สุด

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่าในเขตมหาวิทยาลัย พะเยา เป็นพื้นที่ป่าที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช โดยจะมีทั้งป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพ และยังไม่มีการสำรวจและพืชให้สีย้อม จึงนับเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาและสำรวจพันธุ์พืชให้สีย้อม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งจะทำการรวบรวมข้อมูลทางด้านพฤกษศาสตร์ ศึกษาทางอนุกรมวิธานของพืช วิเคราะห์ชนิด การเรียกชื่อท้องถิ่น ชื่อวิทยาศาสตร์ การบรรยายลักษณะบันทึกภาพและข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ต่างๆ นอกจากนี้จะนำข้อมูลและตัวอย่างพืชที่ได้ จัดทำสวนพฤกษศาสตร์ขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาหาความรู้ เกี่ยวกับพืชให้สีย้อมที่มีอยู่ในบริเวณพื้นที่ของมหาวิทยาลัย พะเยา

<u>วิธีดำเนินการวิจัย</u>

1) ศึกษาเอกสาร

ทำการศึกษาตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาที่ให้สีย้อมในประเทศไทย

2) กำหนดพื้นที่ที่จะทำการศึกษาวิจัย

โดยเลือกพื้นที่ป่าบริเวณมหาวิทยาลัย พะเยา ที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง

3) สำรวจข้อมูลพืชที่ให้สีย้อมในภาคสนาม

- สำรวจข้อมูลชนิดของพืชที่ให้สีย้อม โดยศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ
- เก็บตัวอย่างพืชให้สีย้อมที่พบในพื้นที่ป่าบริเวณมหาวิทยาลัย พะเยา
- ทำการบันทึกภาพตัวอย่างพืช
- บันทึกข้อมูลลักษณะถิ่นที่อยู่ ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของพืชโดยละเอียดพร้อมติดหมายเลขตัวอย่าง
- จัดเตรียมและเก็บตัวอย่างตามแบบมาตรฐาน เพื่อนำมาศึกษาลักษณะและตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

4) ศึกษาพันธุ์พืชที่ให้สีย้อมในห้องปฏิบัติการ

โดยศึกษาข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ ตรวจสอบชนิดได้โดยใช้รูปวิธานจำแนก วงศ์ สกุล และชนิด จากหนังสือ "พรรณพฤกษชาติของประเทศไทย(Flora of Thailand)" ซึ่งได้ตีพิมพ์เผยแพร่ไปแล้วสำหรับพืชพวกเฟิร์นและกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น พืชเมล็ดเปลือยและไม้ดอกบางวงศ์ สำหรับไม้ดอกวงศ์ที่ยังจัดทำไม่เสร็จ จำเป็นต้องใช้ รูปวิธานจากหนังสือ พรรณพฤกษชาติของประเทศเพื่อนบ้านเพื่อตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชนั้นไปก่อน และจัดทำคำบรรยายลักษณะโดยสังเขป ตรวจสอบความถูกต้องของชื่อวิทยาศาสตร์ โดยนำตัวอย่างพันธุ์ไม้ที่เก็บได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างพืชในพิพิธภัณฑ์พืช ของสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จ. เชียงใหม่ จำแนกชนิดและจัดหมวดหมู่ตามชื่อวงศ์ของพืช

5) ศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ด้านการให้สีย้อมของพืช

โดยศึกษาพืชแต่ละชนิดในชุมชนต่างๆ โดยศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (erbarium specimen) ตัวอย่างดอง และตัวอย่างสดในรูปที่มีชีวิต โดยทำการเก็บรวบรวมพรรณพืชให้สีย้อมไว้ในโรงเรือนพร้อมทั้งชื่อสามัญ ชื่อท้องถิ่น และจัดทำคำบรรยายลักษณะโดยสังเขป

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สำรวจข้อมูลพืชให้สีย้อมในภาคสนาม พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

วิธีการสำรวจข้อมูลพืชโดยใช้วิธีการแบบ point centered quarter method ซึ่งเป็น 1 ใน 4 วิธีการในกลุ่ม distance methods ประกอบไปด้วย (1) point centered quarter method, (2) random pairs method, (3) nearest neighbor method และ (4)closed individual method วิธีการ point centered quarter method นับว่าเป็นวิธีการที่เป็นที่ยอมรับในหมู่นักนิเวศวิทยาสาขาพืช นอกจากการเลือกจุดสุ่มและการหาต้นไม้ตัวอย่างมีวิธีการที่ไม่ยุ่งยากมากนัก แต่ให้ข้อมูลที่มีคุณค่าต่อจุดมาก จะเริ่มต้นโดยทำการสุ่มเลือกจุดบนพื้นดินในป่าที่ต้องการทำการศึกษาขึ้น เมื่อได้จุดสุ่มเลือกบนพื้นดินแล้วสร้างเส้นแนวตัดกันเป็นมุมฉากเพื่อแบ่งพื้นที่รอบจุดออกเป็น 4 quadrants ทำการวัดระยะ และบันทึกชนิดพันธุ์ไม้ที่สำรวจพบในทุก quadrants อุปกรณ์ และขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1.1 อุปกรณ์

1. เข็มทิศแบบมือถือ
2. เทปวัดระยะทาง
3. เชือกวัดเส้นแนว ยาว 20 เมตร
4. ตารางบันทึกข้อมูล
5. เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก หรือ GPS
6. กล้องถ่ายภาพ
7. แผนที่บริเวณป่ามหาวิทยาลัย พะเยา มาตราส่วน 1: 50,000



ภาพที่ 1 แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศแสดงพื้นที่เป้าหมายการสำรวจพันธุ์พืชให้ลีย้อม บริเวณมหาวิทยาลัย พะเยา

(ที่มา: http://pointme.pointasia.com/N_Home.aspx?kw=มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา)

1.2 ขั้นตอนดำเนินการ

1. กำหนดเส้นทางการศึกษาจากพื้นที่ป่าที่คัดเลือกไว้
2. สุ่มเลือกจุดตามเส้นทางทุกๆ ระยะ 20 เมตร จนครบ 80 จุด
3. รวบรวมข้อมูลด้านระยะทางบันทึกชื่อพันธุ์พืช
4. ติดสัญลักษณ์ (Tag) และบันทึกภาพพันธุ์พืช
5. ทำบัญชีรายชื่อพันธุ์พืชในป่าจากข้อมูลที่สำรวจพบ
6. จัดทำฐานข้อมูลด้านความถี่ของชนิดพันธุ์พืชที่สำรวจ

(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537)

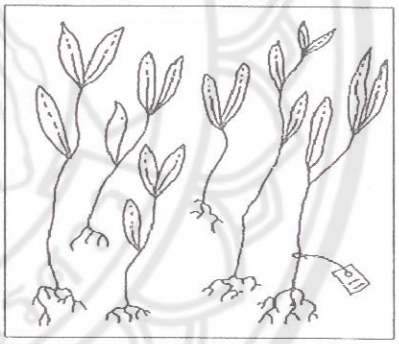
วิธีเก็บตัวอย่างพืช

1) ถ่ายรูปตัวอย่างพืชทั้งส่วนใบ ดอก และผล

2) เก็บตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์ มีทั้งใบ ดอก หรือผลติดกับใบขนาดยาว ประมาณ 1 ฟุต ควบเก็บใบ ดอก ผล และเนื้อไม้มาจากต้นเดียวกัน อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อพื้นเมือง และวัน เดือน ปี ที่เก็บ ในกระดาษแข็งขนาดเล็กผูกติดกับตัวอย่าง



ภาพที่ 2 การเก็บตัวอย่างที่สมบูรณ์ มีทั้งใบดอก ผลติดกับใบ



ภาพที่ 3 การเก็บตัวอย่างพืชล้มลุก เช่นหญ้าและพืช ขนาดเล็ก ให้เก็บทั้งต้นและราก

(ที่มา: ก่องกานดา, 2541)

3) จดบันทึกรายละเอียด เช่นความสูงของบริเวณที่พันธุ์ไม้เจริญ ชนิดของพันธุ์ไม้ เช่น ไม้ยืนต้น ไม้พุ่มหรือไม้ล้มลุก ความสูงของต้น สีของดอก

2. ศึกษาพันธุ์พืชให้สีย้อมในห้องปฏิบัติการ

ศึกษาข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ ตรวจสอบชนิดได้โดยใช้รูปวิธานจำแนก วงศ์ สกุล และชนิด จากหนังสือ "พรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand)" ซึ่งได้ตีพิมพ์เผยแพร่ไปแล้วและจัดทำคำบรรยายลักษณะโดยสังเขปตรวจสอบความถูกต้องของชื่อวิทยาศาสตร์ โดยนำ

ตัวอย่างพันธุ์ไม้ที่เก็บได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างพืชในพิพิธภัณฑ์พืช ของสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จ.เชียงใหม่ และของหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ จำแนกชนิดและจัดหมวดหมู่ตามชื่อวงศ์ ของพืชสมุนไพร การตรวจสอบความถูกต้องในการใช้รูปวิธานโดยการเปรียบเทียบสามารทำได้โดยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1) เปรียบเทียบกับตัวอย่างพืชที่มีชื่อถูกต้องแล้วในหอพรรณไม้
2) เปรียบเทียบกับตัวอย่างสดที่มีชื่อถูกต้องแล้วในสวนพฤกษศาสตร์
3) เปรียบเทียบกับภาพที่มีชื่อที่ถูกต้องแล้ว
4) เปรียบเทียบกับรายละเอียดของพืชนั้นๆ ในหนังสือพรรณพฤกษชาติต่างๆ

3. ศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ด้านการให้สีย้อมของพืช

โดยศึกษาข้อมูลพืชแต่ละชนิดในชุมชนต่างๆ โดยศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ จัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง(Herbarium specimen) ตัวอย่างดอง และตัวอย่างสดในรูปที่มีชีวิต โดยทำการเก็บรวบรวมพรรณพืชพิษและพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมศัตรูพืชไว้ในโรงเรือน พร้อมทั้งชื่อสามัญ ชื่อท้องถิ่น และจัดทำคำบรรยายลักษณะโดยสังเขป

อุปกรณ์และวิธีการอัดพรรณไม้

1) อุปกรณ์

1.1) แผงอัดพรรณไม้ ขนาด 12 นิ้ว x 18 นิ้ว

1.2) กระดาษอัดพรรณไม้ ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ อัดพรรณไม้ในแผงเพื่อดูดซึมความชื้นจากพรรณไม้ และกระดาษลูกฟูกช่วยระบายความชื้น

1.3) กรรไกรตัดกิ่ง

1.4) พลั่วมือ

1.5) ถุงพลาสติก สำหรับใส่พรรณไม้ ป้องกันพรรณไม้เหี่ยวแห้ง

1.6) ดินสอดำอย่างดี

1.7) สมุดบันทึก

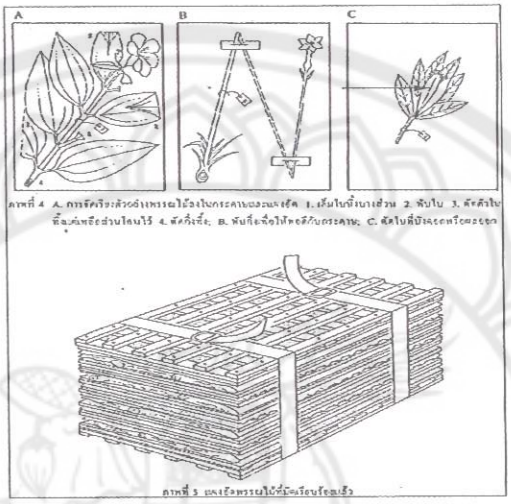
2) วิธีการอัดพรรณไม้

2.1) เลือกตัวอย่างที่จะนำมาอัดควรสมบูรณ์ไม่เป็นโรค หรือมีแมลงทำลาย มีส่วนสำคัญโดยเฉพาะ ดอก หรือผลที่ติดอยู่ด้วย

2.2) ตัดแต่งกิ่ง ก้านใบ และช่อดอกที่หนาแน่นเกินไปออก จัดเรียงบนกระดาษหนังสือพิมพ์ซึ่งจะต้องมีกระดาษลูกฟูกรองพื้น 1 แผ่น แผ่กิ่ง ก้านไม่ให้ทับซ้อนกันมากเกินไป จัดให้มีใบคว่ำบ้าง หงายบ้าง ปะปนกัน ถ้าเป็นดอกที่มีกลีบดอกอ่อนบาง เวลาอัดแห้งให้ใช้กระดาษ

ไขรองดอกไว้ทั้งด้านบนและด้านล่าง วางทับด้านบนด้วยกระดาษลูกฟูกแล้วทำซ้ำๆ กันจนได้ความหนาพอสมควร ปิดด้วยแผงอัดแล้วมัดให้แน่น

2.3) นำไปตากแดด ถ้าหากแดดจัด 3-4 วัน ตัวอย่างก็จะแห้งสนิท จะมีการเปลี่ยนกระดาษรองตัวอย่างและกระดาษลูกฟูกเอากระดาษที่ชื้นออก ช่วยให้แห้งเร็วขึ้น สีของตัวอย่างแห้งที่ใช้วิธีนี้จะคล้ายกับสีธรรมชาติ



ภาพที่ 4 แผงพรรณไม้ที่มัดเรียบร้อยแล้ว (ที่มา: ก่องกานดา, 2541)

2.4) ตัวอย่างพืชอวบน้ำหรือผลสด นำไปดองในน้ำยาดอง เช่น เอธิลอัลกอฮอล์ 70% หรือ สารละลายที่มีส่วนผสมของน้ำ 35 มิลลิลิตร กรดกลาเชียลาซิติก 5 มิลลิลิตร ฟอร์มาลีน 10 มิลลิลิตร และเอธิลอัลกอฮอล์ 95 % มิลลิลิตร (ก่องกานดา, 2541)

4. จัดทำระบบฐานข้อมูลผลการสำรวจพืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา โดยการใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS)

ผลการศึกษา

การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชพืชที่ให้สีย้อมบริเวณ พื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อมบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา ทำการบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ จากนั้นตรวจสอบชนิดและจัดหมวดหมู่ให้เป็นระบบตามหลักอนุกรมวิธาน และจัดทำฐานข้อมูลพันธุ์พืชให้สีย้อม ที่พบในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ใช้วิธีการสำรวจโดยวิธีแบบ point centered quarter method โดยดำเนินการสำรวจรวบรวมพันธุ์พืชรวมทั้งสิ้นจำนวน 80 จุด ตามแผนที่ มาตราส่วน 1: 25,000 (ภาพ 5) และ

ภาพถ่ายทางอากาศ (ภาพ 6) ผลจากการสำรวจพบชนิดและจำนวนพันธุ์พืชให้สีย้อม ตามพิกัดจุดสำรวจทั้ง 80 จุด รายละเอียดดังตาราง 2 จากการศึกษาข้อมูลของชนิดพันธุ์พืชทั้งหมดที่สำรวจพบปรากฏผลการศึกษา ดังนี้

จากการศึกษาข้อมูลของชนิดพันธุ์พืชทั้งหมดที่สำรวจพบปรากฏผลการศึกษา ดังนี้

1. พันธุ์พืชคาดว่าให้สีย้อมที่สำรวจพบในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา โดยการแนะนำและบ่งชี้จากปราชญ์ชาวบ้านในพื้นที่เป็นผู้นำทางสำรวจ พบว่าพันธุ์พืชให้สีย้อม ที่สำรวจพบมีทั้งหมดจำนวน 13 วงศ์ 15 สกุล รวม 18 ชนิด คือ

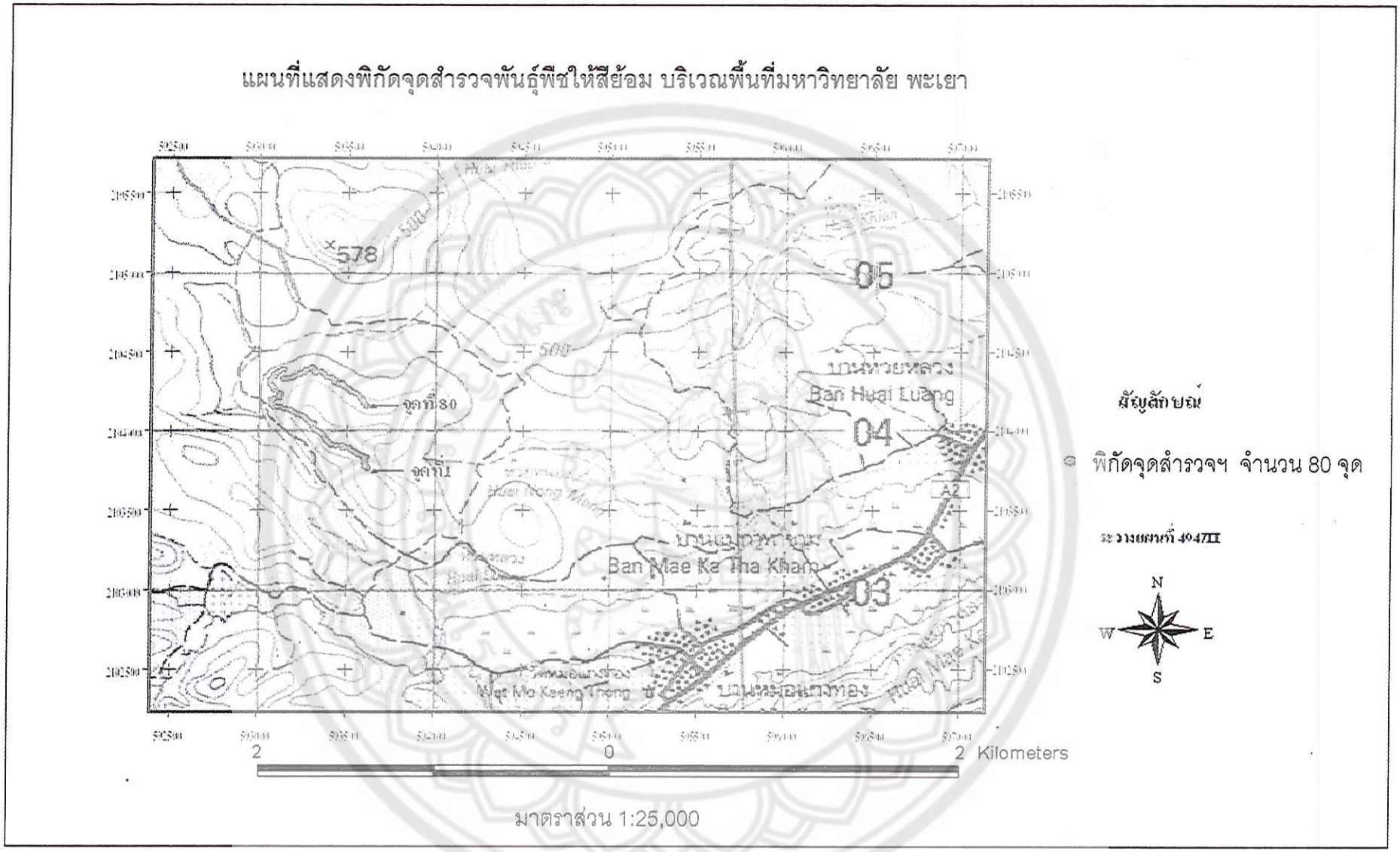
1. วงศ์ BIGNONIACEAE ชนิดที่พบคือ เพกา (*Oroylum indicum* (L.) Kurz.) จำนวนที่พบ16 ต้น
2. วงศ์ COMPOSITAE ชนิดที่พบคือ สาบเสือ (*Eupatorium odoratum* Linn.) จำนวนที่พบ 1,248 ต้น
3. วงศ์ LEGUMINOSAE ชนิดที่พบคือ ประดู่ป่า (*Terocarpus macrocarpus* Kurz.) จำนวนต้นที่พบ 38 ต้น
4. วงศ์ LEGUMINOSEAE ชนิดที่พบคือ คราม (*Indigofera tinctoria* L.) จำนวนต้นที่พบ 197 ต้น
5. วงศ์ OROBANCHACEAE ชนิดที่พบคือ ดอกดินแดง (*Aeginetia indica* Roxb.) จำนวนต้นที่พบ 13 ต้น
6. วงศ์ SIMAROUBACEAE ชนิดที่พบคือ กระบก (*Irvingia malayana* Oliv Ex A.) จำนวนต้นที่พบ 35 ต้น
7. วงศ์ COMBRETACEAE ชนิดที่พบคือ รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth.) จำนวนต้นที่พบ 127 ต้น
8. วงศ์ ANACARDIACEAE ชนิดที่พบคือ มะกอกป่า (*Spondias pinnata* Kurz.) จำนวนที่ต้นพบ 15 ต้น
9. วงศ์ DIPTEROCARPACEAE ชนิดที่พบคือ รัง (*Shorea siamensis* Miq.)จำนวนที่ต้นพบ 25 ต้น
10. วงศ์ DIPTEROCARPACEAE ชนิดที่พบคือ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) จำนวนที่ต้นพบ 92 ต้น
11. วงศ์ ACANTHACEAE ชนิดที่พบคือ อังกาบ (*Barleria cristata* L.) จำนวนที่ต้นพบ 28 ต้น
12. วงศ์ DIPTEROCARPACEAE ชนิดที่พบคือ ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm.ex Miq.) จำนวนที่ต้นพบ 434 ต้น

13. วงศ์ PAPILIONACEAE ชนิดที่พบคือ หนาดคำ (*Desmodium* oblongum Wall. ex Benth.) จำนวนที่ต้นพบ 71 ต้น
14. วงศ์ ZINGIBERACEAE ชนิดที่พบคือ เอื้องหมายนา (*Costus speciosus* Smith.) จำนวนที่พบ 67 ต้น
15. วงศ์ ANACARDIACEAE ชนิดที่พบคือ รักใหญ่ (*Gluta usitta* (Wall.) Ding Hou.) จำนวนที่พบ 90 ต้น และรักน้อย (*Gluta obovata* Craib.) จำนวนที่พบ 212 ต้น
16. วงศ์ LOGANIACEAE ชนิดที่พบคือ แสลงใจ (*Strychnos nux-vomica* L.) จำนวนที่พบ 10 ต้น
17. วงศ์ STERMONACEAE ชนิดที่พบคือ หนอนตายหยาก (*Stemona tuberose* Lour.) จำนวนที่พบ 1 ต้น

พันธุ์พืชให้สีย้อมที่สำรวจพบมีความถี่สูงสุด คือ สาบเสือ 45.89% รองลงมาคือ รักใหญ่ 15.96% และพันธุ์พืชให้สีย้อมที่พบมีความถี่น้อยที่สุดคือ หนอนตายหยาก 0.036% (รายละเอียดตามตาราง 2)

2. และจากการนำข้อมูลพันธุ์พืชที่คาดว่าเป็นพืชให้สีย้อมไปสืบค้นเอกสาร พบว่า มีพันธุ์พืชที่เป็นพืชให้สีย้อมปรากฏในเอกสาร มีจำนวนทั้งหมด 7 วงศ์ 8 สกุล รวมทั้งสิ้น 8 ชนิด ดังนี้

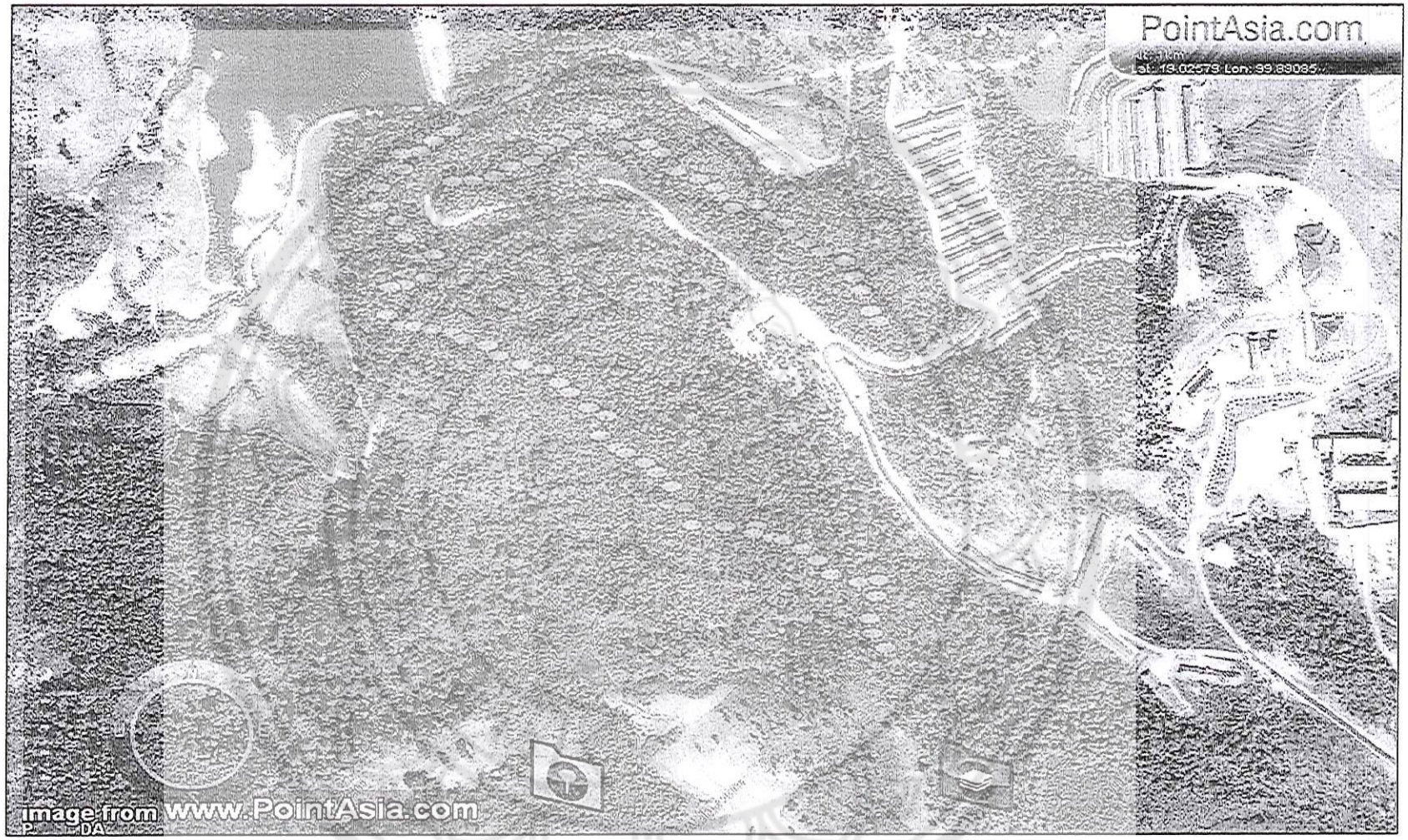
1. วงศ์ BIGNONIACEAE ชนิดที่พบคือ เพกา (*Oroylum indicum* (L.) Kurz)
2. วงศ์ COMPOSITAE ชนิดที่พบคือ สาบเสือ (*Eupatorium odoratum* Linn.)
3. วงศ์ LEGUMINOSAE ชนิดที่พบคือ ประดู่ป่า (*Terocarpus macrocarpus* Kur)
4. วงศ์ LEGUMINOSEAE ชนิดที่พบคือ คราม (*Indigofera tinctoria* L.)
5. วงศ์ OROBANCHACEAE ชนิดที่พบคือ ดอกดินแดง (*Aeginetia indica* Roxb.)
6. วงศ์ SIMAROUBACEAE ชนิดที่พบคือ กระบก (*Irvingia malayana* Oliv Ex A.)
7. วงศ์ COMBRETACEAE ชนิดที่พบคือ รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex R.)
8. วงศ์ ANACARDIACEAE ชนิดที่พบคือ มะกอกป่า (*Spondias pinnata* Kurz.)



มาตราส่วน 1:25,000

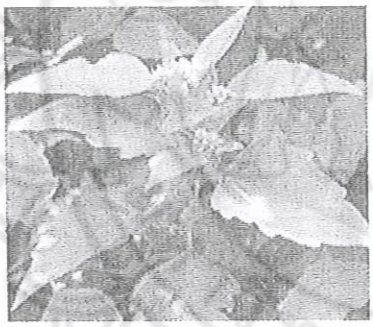
ภาพที่ 5 แผนที่มาตราส่วน 1 : 25,000 แสดงพื้นที่ดำเนินการสำรวจพันธุ์พืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่ มหาวิทยาลัย พะเยา

(ที่มา: http://pointme.pointasia.com/N_Home.aspx?kw=มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา)

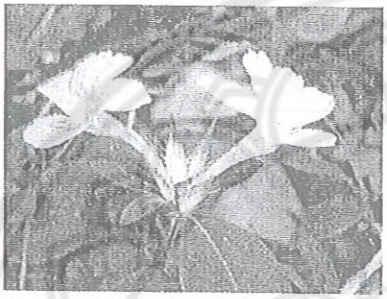


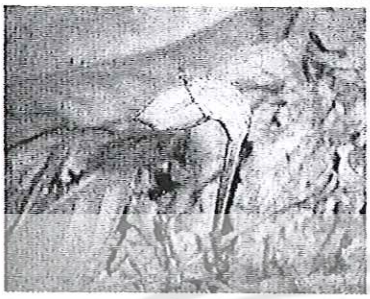
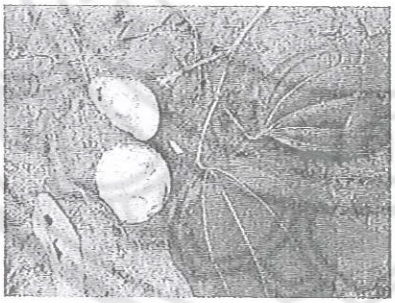
ภาพที่ 6 แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ แสดงพื้นที่ดำเนินการสำรวจพันธุ์พืชให้สีย้อม บริเวณพื้นที่ มหาวิทยาลัย พะเยา (ที่มา: http://pointme.pointasia.com/N_Home.aspx?kw=มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา)

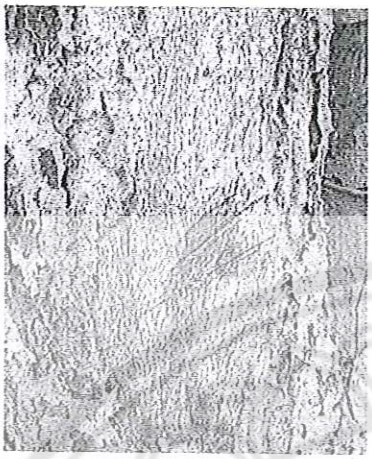
ตารางที่ 2 ชนิด และจำนวนพันธุ์พืชที่คาดว่าให้สีย้อม ที่สำรวจพบบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา ทั้ง 80 จุด

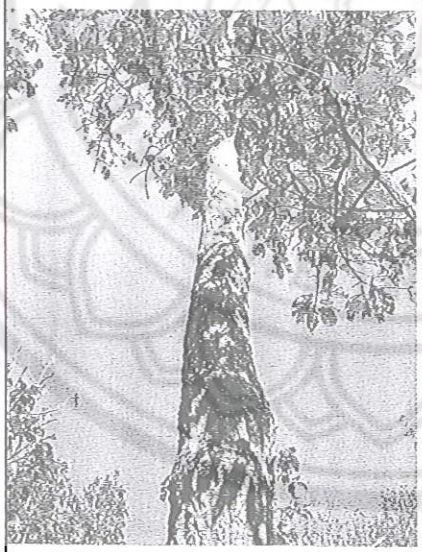
ลำดับที่	รูป	ชื่อ	พิกัด		จำนวน
			แกน X	แกน Y	
1		สาปเสือ	Q0593285	2104045	37
			Q0593253	2104079	34
			Q0593222	2104079	25
			Q0593203	2104097	16
			Q0593184	2104139	56
			Q0593205	2104172	22
			Q0593226	2104230	13
			Q0593195	2104270	14
			Q0593300	2104057	17
			Q0593244	2104096	23
			Q0593211	2104097	21
			Q0593193	2104115	16
			Q0593243	2104157	33
			Q0593182	2104192	8
			Q0593186	2104240	54
			Q0593235	2104245	24
			Q0593240	2104179	12
			Q0593224	2104179	17
			Q0593228	2104180	35
			Q0593239	2104183	44
			Q0595313	2104821	6
			Q0595334	2104780	8
			Q0595447	2104829	9
			Q0595629	2104891	32
			Q0595836	2105057	10
			Q0596027	2105153	11
			Q0596119	2105189	15
			Q0596087	2105181	4
			Q0596161	2105125	6
			Q0595377	2104777	23
			Q0595648	2104945	8

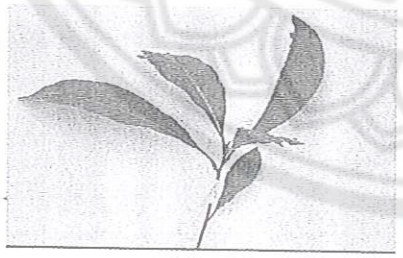
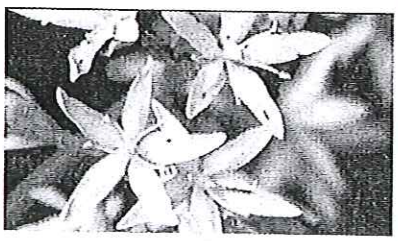
			Q0595423	2104797	9
			Q0595723	2104955	11
			Q0595597	2104926	23
			Q0595768	2105040	11
			Q0595889	2105081	6
			Q0595462	2104835	8
			Q0595489	2104855	9
			Q0595977	2105118	12
			Q0595539	2104867	10
			Q0593370	2105524	12
			Q0593346	2105413	25
			Q0593525	2105193	12
			Q0593426	2105239	22
			Q0593585	2105234	7
			Q0592635	2105237	32
			Q0593663	2105284	10
			Q0593391	2105499	15
			Q0593388	2105372	12
			Q0593441	2105332	5
			Q0593435	2105191	9
			Q0593473	2105182	10
			Q0593506	2105181	6
			Q0593949	2105217	7
			Q0593614	2105235	4
			Q0593386	2105461	8
			Q0593372	2105386	7
			Q0593422	2105280	9
			Q0594929	2103648	23
			Q0594882	2103650	25
			Q0594857	2103645	13
			Q0594836	2103646	15
			Q0594822	2103631	20
			Q0594769	2103612	21
			Q0594752	2103588	9
			Q0594733	2103570	18

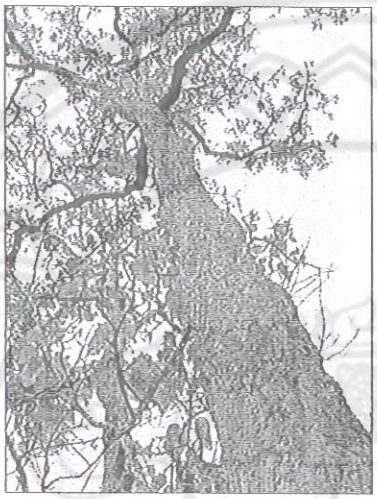
			Q0594692	2103540	15
			Q0594668	2103483	23
			Q0594665	2103445	10
			Q0594661	2103421	21
			Q0594630	2103382	27
			Q0594599	2103373	9
			Q0594498	2103446	8
			Q0594497	2103469	27
2		อังกาบ	Q0593391	2105499	3
			Q0593346	2105413	2
			Q0593388	2105372	10
			Q0592635	2105237	3
			Q0594971	2103749	7
			Q0594495	2103495	3
3		ลักใหญ่	Q0593186	2104240	3
			Q0593235	2104245	5
			Q0593240	2104179	2
			Q0593224	2104179	3
			Q0595334	2104780	4
			Q0595447	2104829	7
			Q0595629	2104891	2
			Q0595836	2105057	8
			Q0596027	2105153	7
			Q0596119	2105189	9
			Q0596087	2105181	2
			Q0596161	2105125	1
			Q0595377	2104777	3
			Q0593391	2105499	5
			Q0593346	2105413	4
			Q0593525	2105193	2
			Q594665	2103445	7
			Q594661	2103421	6
			Q594630	2103382	3
			Q594599	2103373	2
			Q594498	2103446	1
			Q594497	2103469	3

			Q594495	2103495	1
4		ข้าวก่ำป่า	Q0593386	2105461	13
5		หนาดคำ	Q0593372 Q0593388 Q0593441 Q0593422 Q0593473 Q0593506 Q0593525 Q0593949 Q0593635	2105386 2105372 2105332 2105280 2105182 2105181 2105193 2105217 2105237	11 6 16 12 4 7 6 8 1
6		แสลงใจ	Q0594971 Q0594955 Q0594971 Q0594676 Q0595377 Q0595648 Q0596087	2103749 2103716 2103647 2103526 2104777 2104945 2105181	3 1 1 1 2 1 1

7		ประดู่ป่า	Q0593222	2105246	3
			Q0593203	2105193	2
			Q0593184	2104079	5
			Q0595313	2104097	7
			Q0595334	2104139	1
			Q0595447	2104821	5
			Q0595629	2104780	2
			Q0595836	2104829	4
			Q0596027	2104891	2
			Q0596119	2105057	3
			Q0593469	2105153	2
			Q0593494	2105189	2
8		คราม	Q0595423	2104797	15
			Q0596027	2105153	7
			Q0595648	2104945	10
			Q0595723	2104955	3
			Q0593222	2104079	12
			Q0593205	2104172	4
			Q0593300	2104057	5
			Q0593244	2104096	8
			Q0593211	2104097	9
			Q0593182	2104192	7
			Q0593235	2104245	11
			Q0595313	2104821	2
			Q0593663	2105284	5
			Q0593391	2105499	3
			Q0593388	2105372	14
			Q0593441	2105332	15
			Q0593435	2105191	6
			Q0593473	2105182	7
			Q0593506	2105181	12
			Q0593949	2105217	11
			Q0594661	2103421	9

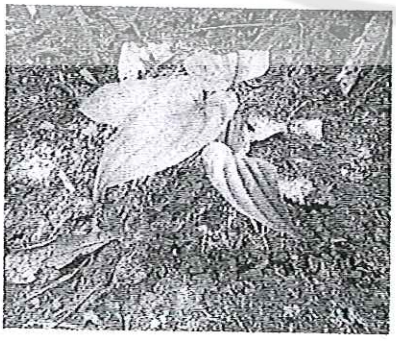
			Q0594630	2103382	8
			Q0594599	2103373	2
			Q0594498	2103446	5
			Q0594497	2103469	7
9	 	ยางเหียง	Q0593285	2104045	25
			Q0593253	2104079	24
			Q0593222	2104079	27
			Q0593205	2104172	17
			Q0593300	2104057	8
			Q0593244	2104096	5
			Q0593211	2104097	15
			Q0593182	2104192	26
			Q0593235	2104245	20
			Q0595313	2104821	12
			Q0595334	2104780	2
			Q0595447	2104829	4
			Q0595629	2104891	21
			Q0595836	2105057	10
			Q0596027	2105153	9
			Q0596119	2105189	8
			Q0596087	2105181	7
			Q0596161	2105125	5
			Q0595377	2104777	12
			Q0595648	2104945	5
			Q0593585	2105234	6
			Q0592635	2105237	7
			Q0593663	2105284	4
			Q0593391	2105499	9
			Q0593388	2105372	12
			Q0593441	2105332	3
			Q0593435	2105191	6
			Q0593473	2105182	10
			Q0593506	2105181	13
			Q0593949	2105217	4
			Q0593614	2105235	5

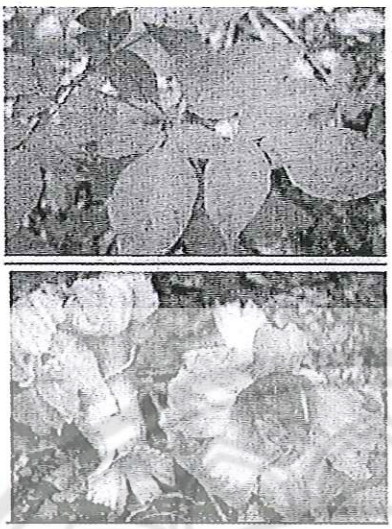
			Q0593386	2105461	8
			Q0593372	2105386	2
			Q0594955	2103716	9
			Q0594676	2103526	7
			Q0594929	2103648	5
			Q0594882	2103650	4
			Q0594857	2103645	7
			Q0594836	2103646	8
			Q0594822	2103631	10
			Q0594769	2103612	3
			Q0594752	2103588	5
			Q0593372	2105386	7
			Q0593422	2105280	6
			Q0593469	2105246	8
			Q0593494	2105193	4
10	  	รักน้อย	Q0593285	2104045	10
			Q0593253	2104079	13
			Q0593222	2104079	11
			Q0593203	2104097	7
			Q0593184	2104139	6
			Q0593205	2104172	5
			Q0593226	2104230	8
			Q0593195	2104270	9
			Q0593300	2104057	13
			Q0593244	2104096	4
			Q0593211	2104097	22
			Q0593193	2104115	1
			Q0593243	2104157	2
			Q0593182	2104192	5
			Q0593186	2104240	21
			Q0593235	2104245	16
			Q0593240	2104179	13
			Q0593224	2104179	25
			Q0593228	2104180	7

			Q0593239	2104183	14
11		เต็ง	Q0593205	2104172	5
			Q0593226	2104230	3
			Q0593195	2104270	1
			Q0593300	2104057	1
			Q0593244	2104096	1
			Q0593243	2104157	2
			Q0593182	2104192	2
			Q0593186	2104240	2
			Q0593235	2104245	7
			Q0593240	2104179	3
			Q0593224	2104179	3
			Q0593228	2104180	1
			Q0593239	2104183	3
			Q0595313	2104821	5
			Q0595334	2104780	4
			Q0595447	2104829	7
			Q0595629	2104891	8
			Q0595836	2105057	9
			Q0593391	2105499	2
			Q0593388	2105372	4
			Q0593441	2105332	8
			Q0593435	2105191	6
			Q0593473	2105182	5
12		รกฟ้า	Q0593285	2104045	3
			Q0593253	2104079	5
			Q0593222	2104079	2
			Q0593203	2104097	8
			Q0593184	2104139	6
			Q0593205	2104172	3
			Q0593226	2104230	2
			Q0593195	2104270	1
			Q0593300	2104057	2
			Q0593244	2104096	5
			Q0593211	2104097	2

			Q0593193	2104115	10
			Q0593243	2104157	9
			Q0593182	2104192	8
			Q0593186	2104240	3
			Q0593235	2104245	2
			Q0593240	2104179	12
			Q0593224	2104179	9
			Q0593228	2104180	4
			Q0593239	2104183	4
			Q0595334	2104780	7
			Q0595447	2104829	3
			Q0595629	2104891	6
			Q0595836	2105057	1
			Q0596027	2105153	2
			Q0596087	2105181	3
			Q0596161	2105125	5
13		ตะบก	Q0593205	2104172	2
			Q0593226	2104230	1
			Q0593195	2104270	4
			Q0593300	2104057	2
			Q0593193	2104115	1
			Q0593243	2104157	1
			Q0593182	2104192	5
			Q0593186	2104240	5
			Q0593235	2104245	6
			Q0593240	2104179	4
			Q0593224	2104179	4

14		มะกอกป่า	Q0593222	2104079	2
			Q0593203	2104097	1
			Q0593226	2104230	3
			Q0593195	2104270	1
			Q0593300	2104057	1
			Q0593244	2104096	4
			Q0593211	2104097	3
15		รัง	Q0593253	2104079	1
			Q0593203	2104097	2
			Q0593184	2104139	4
			Q0593205	2104172	1
			Q0593195	2104270	1
			Q0593300	2104057	2
			Q0593244	2104096	3
			Q0593211	2104097	1
			Q0593193	2104115	2
			Q0593240	2104179	3
			Q0593224	2104179	2
			Q0593228	2104180	3

16	 	เอี้ยงหมายนา	Q0593285	2104045	2
			Q0593253	2104079	3
			Q0593222	2104079	1
			Q0593203	2104097	6
			Q0593184	2104139	2
			Q0593205	2104172	5
			Q0593226	2104230	6
			Q0593195	2104270	7
			Q0593300	2104057	5
			Q0593244	2104096	2
			Q0593211	2104097	1
			Q0593193	2104115	1
			Q0593243	2104157	1
			Q0593391	2105499	4
			Q0593388	2105372	2
			Q0593473	2105182	1
			Q0593506	2105181	2
			Q0593949	2105217	4
			Q0593585	2105234	2
			Q0593614	2105235	2
			Q0593635	2105237	1
			Q0594971	2103749	2
			Q0595462	2104835	1
			Q0595489	2104855	1
			Q0595977	2105118	1
			Q0596161	2105125	2
17		หนอนตายหยาก	Q0593240	2104179	1

18		เพกา	Q0593226	2104230	1
			Q0593195	2104270	2
			Q0593300	2104057	1
			Q0593244	2104096	1
			Q0595836	2105057	2
			Q0596027	2105153	3
			Q0596087	2105181	2
			Q0593426	2105239	1
			Q0594497	2103469	3

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลพันธุ์พืชให้สีย้อม ที่สำรวจพบบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา ทั้ง 80 จุด

ลำดับที่	ชื่อสามัญ (Common name)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name)	วงศ์ (Family)	รูปชีวิต (Growth form)	ส่วนที่ให้สี	สีที่ให้	การใช้ประโยชน์	จำนวนที่สำรวจพบ (ต้น)	ความถี่ (%)
1	เพกา	*Oroylum indicum* (L.) Kurz.	BIGNONIACEAE	Tree	เปลือกลำต้น	สีเขียวตองอ่อน, สีเขียวขี้ม้า	ใช้เป็นสีย้อมผ้า	16	0.58
2	สาบเสือ	*Eupatorium odoratum* Linn.	COMPOSITAE	Herb	ใบ	สีเขียว, สีเทา, สีดำ	ใช้เป็นสีย้อมผ้า และใช้เป็นยารักษาแผลในทางการแพทย์	1248	45.89
3	ประดู่ป่า	*Terocarpus macrocarpus* Kurz..	LEGUMINOSAE	Tree	เปลือกลำต้น, เนื้อไม้, แก่นไม้	สีแดงคล้ำ, สีน้ำตาล, สีม่วง	ใช้เป็นสีย้อมผ้า	38	1.4
4	คราม	*Indigofera tinctoria* L.	LEGUMINOSAE	Tree	ใบ, ลำต้น	สีน้ำเงิน หรือกรมท่า	ใช้ย้อมผ้า ทำครามและย้อมเสื้อหม้อฮ่อม	197	7.25
5	ดอกดินแดง	*Aeginetia indica* Roxb.	OROBANCHACEAE	parasitic plant	ดอกสด	สีน้ำเงินเข้ม, สีดำ	ใช้เป็นสีแต่งอาหาร	13	0.48
6	กระบก	*Irvingia malayana* Oliv Ex A.	SIMAROUBACEAE	Tree	เปลือกและเนื้อของผล, เปลือกลำต้น	สีดำ, สีเขียว	ใช้เป็นสีย้อมผ้า, น้ำมันที่ได้จากเนื้อในเมล็ดใช้ทำอาหาร สบู่ และเทียนไข	35	1.29
7	รกฟ้า	*Terminalia alata* Heyne ex Roth.	COMBRETACEAE	Tree	เปลือกลำต้น เนื้อในฝักแก่	สีน้ำตาล, สีเทา, สีดำ, สีเหลือง	เปลือกให้น้ำฝาดสำหรับฟอกหนัง, ใช้เป็นสีย้อมผ้า	127	4.67
8	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* Kurz.	ANACARDIACEAE	Tree	เปลือกหรือเนื้อ	สีเทาหรือ สีดำ	ผลใช้ประกอบอาหาร แก้ท้องเสีย ใช้เป็นสีย้อม	15	0.55

ข้อมูลพันธุ์พืชที่คาดว่าให้สีย้อมที่สำรวจพบบริเวณพื้นที่ มหาวิทยาลัย พะเยา

เพกา

ชื่อสามัญ (Common Name) : เพกา

ชื่อวิทยาศาสตร์(Scientific Name) : *Oroylum indicum* (L.) Kurz.

ชื่อวงศ์ (Family) : BIGNONIACEAE

ชื่ออื่น (Other) : มะลิดไม้ มะลิ้นไม้ ลิดไม้(เหนือ) ลิ้นฟ้า(เลย) หมากลิ้นก้าง หมากลิ้นช้าง(ฉาน-เหนือ) กาโด้โด้ง(กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) ดอก๊ะ ด๊อกก๊ะ ดุแก(กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) เบโก(มาเล-นราธิวาส)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

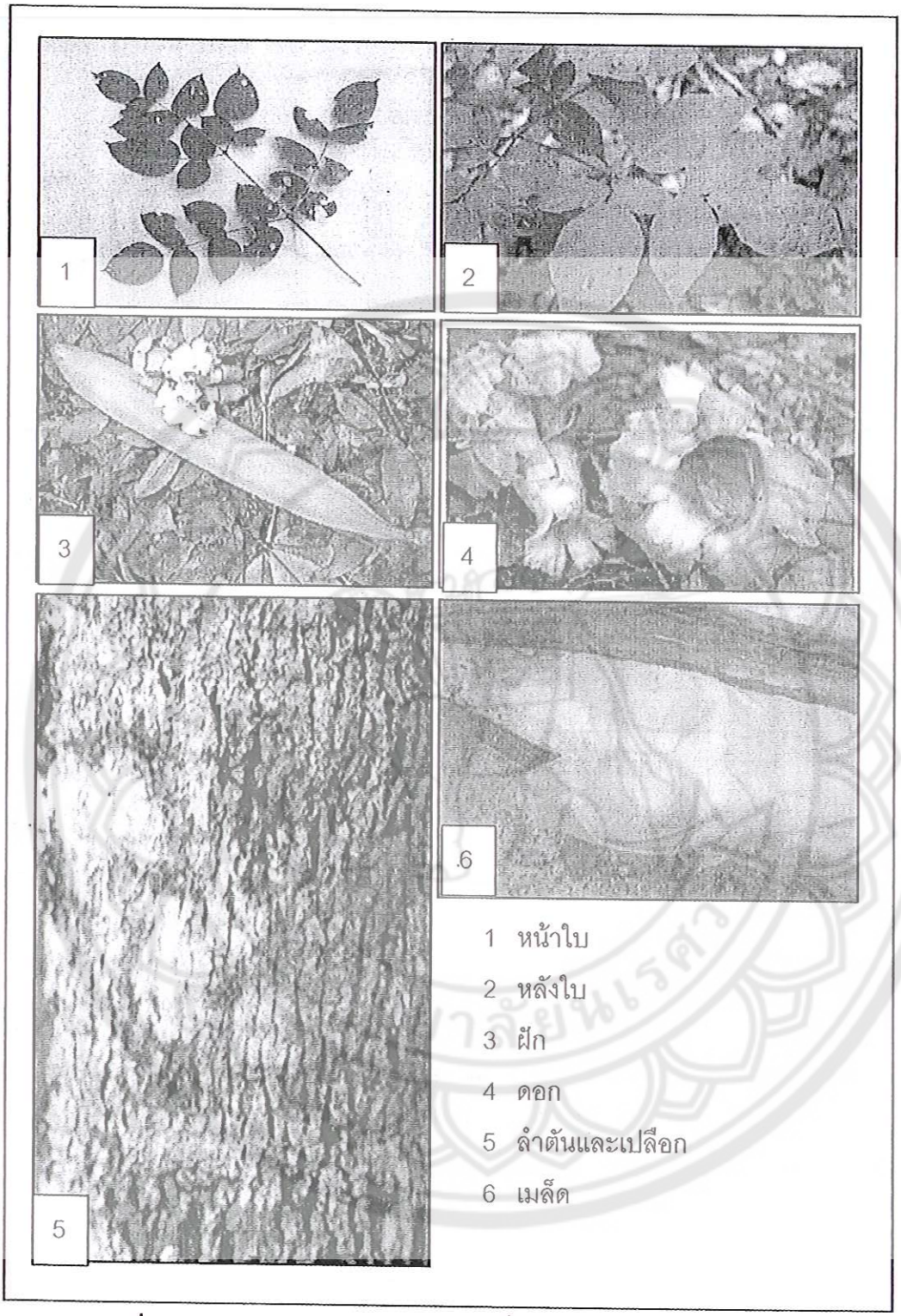
ไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูง 3-12 เมตร แตกกิ่งก้านน้อย จึงดูสูงชะลูดเปลือกเรียบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก 3 ชั้น ขนาดใหญ่ ยาว 30-200 เซนติเมตร เรียงตรงข้ามรวมกันถี่ๆอยู่บริเวณปลายกิ่ง ใบย่อย 5 ใบ รูปไข่ปลายแหลม หรือรูปไข่แกมวงรี กว้าง 4-8 เซนติเมตร ยาว 6-12 เซนติเมตร ปลายก้านมีใบเดียว(oddpinnately compound leave) ดอกออกที่ปลายยอด เป็นช่อ แบบช่อกระจะ ในช่วงต้นฤดูฝน ก้านช่อดอกยาว แทงสูงเหนือยอดใบ 2-3 ฟุต ก้านดอกมีขนสีน้ำตาลไหม้ ดอกย่อยมีขนาดใหญ่ ลักษณะกลมยาวคล้ายหลอด แต่ส่วนบนแยกเป็นกลีบๆ อย่างชัดเจน กลีบดอกหนาย่น สีนวลแกมเขียว โคนกลีบเป็นหลอดสีม่วงแดง เริ่มทยอยบานช่วงใกล้ค่ำไปตลอดกลางคืน ผลเป็นฝักแบนขนาดใหญ่ รูปดาบ ปลายฝักแหลม ตรงกลางขอบมีรอยโป่งเล็กน้อย คล้ายฝักหางนกยูงฝรั่ง มักออกห้อยระย้าอยู่เหนือเรือนยอด เมื่อฝักแก่ รอบข้างของฝักจะปริแตกเมล็ด ลักษณะแบนสีน้ำตาลอ่อน ทั้งสองด้านมีเยื่อบางใส สีขาวโปร่งแสงคล้ายปีก ช่วยให้ล่องลอยไปตามกระแสลมได้ไกล เกิดการแพร่พันธุ์ไปทั่วทุกบริเวณโดยรอบ (วิชิต, ม.ป.ป.)

การนำมาใช้ประโยชน์

นอกจากประโยชน์ทางสมุนไพรยาไทยใช้รากเป็นยาบำรุงธาตุ แก้ท้องร่วง เมล็ดเป็นยาระบาย ยาจีนใช้เมล็ดเป็นยาแก้ไอขับเสมหะแก้ไอขับเสมหะแล้ว เปลือกของต้นเพกายังให้สีเขียวตองอ่อน ใช้ในการย้อมผ้าอีกด้วย

ส่วนที่ให้สี : เปลือก

สีที่ให้ : สีเขียวตองอ่อน, เขียวขี้ม้า



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของ "เพกา" (2 - 6 ที่มา: วิชิต, ม.ป.ป.)

สาปเสือ

ชื่อสามัญ (Common Name) : สาปเสือ (Broomrape)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Eupatorium odoratum* Linn.

ชื่อวงศ์ (Family) : COMPOSITAE

ชื่ออื่น (Other) : ในแต่ละท้องถิ่นจะมีชื่อเรียกซึ่งอาจจะไม่เหมือนกันในแต่ละแห่ง เช่นข้าผักคราด ไช้ปูกอ ซิโพกวย เซโพกวย บ่อโส่บ้านร้าง เบญจมาศ ผักคราด ผักคราดบ้านร้าว ฝรั่งรุกที่ ฝรั่งเหาะ พาทั้ง เพาะจีแคมนทน มุ้งกระต่าย ยี่สุ่นเถื่อนรำเคย เส้โพกวย หญ้าค่าพั้ง หญ้าดงร้าง หญ้าดอกขาวหญ้าฝรั่งเศส หญ้าพระศิริไอยสววค์ หญ้าเมืองวาย หญ้าเมืองฮ้าง หญ้าลืมเมือง หญ้าเลาฮ้าง หญ้าเหม็นหนองเส้นเปรง หมาหลง หญ้าเสือหมอบ ฝรั่งเหาะ ฝรั่งรุกที่ หญ้าครกขาว หญ้าเมืองงาย

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เป็นพืชปีเดียวตาย ต้นสูง 1-3 เมตร ก้านมีริ้วรอย ปกคลุมด้วยขน ก้านและใบเอามาขยี้จะมีกลิ่นแรง ใบออกตรงข้ามกัน ลักษณะค่อนมาทางรูปสามเหลี่ยม ตัวใบยาว 3-10 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ฐานใบกว้างใหญ่ หรือกลมๆ ขอบใบมีรอยหยักคล้ายฟันขนาดใหญ่ มีขนปกคลุมทั้ง 2 ด้าน ด้านท้องใบมีขนหนาแน่นกว่าหลังใบ ดอกออกเป็นช่อลักษณะเป็นกระจุกคล้ายร่มดอกสีขาวออกม่วง มีดอกย่อยวงนอกเป็นเส้นสีขาวออกมา 1 วง ส่วนกลางของช่อดอกเป็นดอกย่อยที่มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน กลีบดอกมีลักษณะเป็นหลอด ส่วนปลายแยกออกเป็น 5 กลีบ ผลมีขนาดเล็ก มีห้าเหลี่ยม ส่วนปลายมีขนช่วยพยุงให้ลอยไปตกได้ไกลๆ ออกดอกในฤดูหนาว มักพบตามที่รกร้างทั่วไป ชอบขึ้นตามที่มีแสงแดดมากๆ ตามทุ่งกว้าง ริมถนน (สุขพัฒน์ และคณะ, ม.ป.ป.)

การนำมาใช้ประโยชน์

ต้นเป็นยาแก้ ปวดท้อง ท้องขึ้น ท้องเฟ้อ แก้บวม ดูดหนอง แล้วนอกจากนี้ ใบสาบเสือยังมีฤทธิ์ พิชิตปลวกได้อีกด้วยคับ

ใบ ของสาบเสือมีสารสำคัญคือ กระอะนิสิก และฟลาโวนอยด์ หลายชนิด เช่น ไอโซซากูรานิติน และโอโดราติน นอกจากนี้ยังมีสารพวกน้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบไปด้วยสารยูพาทอล คูมาริน โดยสารสำคัญเหล่านี้จะไปออกฤทธิ์ที่ผนังเส้นเลือดทำให้เส้นเลือดหดตัว และนอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ไปกระตุ้นสารที่ทำให้เลือดแข็งตัวได้เร็วขึ้น ทำให้สามารถห้ามเลือดได้ใช้เป็นยารักษาแผล

สด สมานแผล ถอนพิษแก้อักเสบ แก้พิษน้ำเหลือง แก้ตาฟาง แก้ตาแฉะ แก้ริดสีดวงทวารหนัก รักษาแผลเปื่อยเป็นสารกำจัดหนอนกระทู้ผัก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจั๊กจั่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (มนัส, ประมวน และกมลวรรณ, 2546; ร้านสมุนไพรออนไลน์, 2552)

ดอก สาบเสือ เป็นยาแก้ร้อนใน กระหายน้ำ ชูกำลัง แก้อ่อนเพลีย บำรุงหัวใจ แก้ไข้

ส่วนที่ให้สี : ใบ

สีที่ให้ : สีเขียว สีเทา สีดำ



1 ใบและต้น 2 ใบและดอก

ภาพที่ 8 ส่วนประกอบของ "สาบเสือ" (2 ที่มา: ร้านสมุนไพรออนไลน์, 2552)

ประดู่ป่า

ชื่อสามัญ (Common Name) : ประดู่ป่า (Bermese Ebony)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Terocarpus macrocarpus* Kurz.

ชื่อวงศ์ (Family) : LEGUMINOSAE

ชื่ออื่น (Other) : จิต๊อก ดู่ ประดู่เสน

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ สูงถึง 30 เมตรผลัดใบเรือนยอดรูปกรวยหรือรูปไข่ เปลือกนอกหนา สีน้ำตาลอมเทาแตกหยาบๆเป็นร่องลึก

ใบ: ประกอบขนนกเรียงสลับ 4-10ใบ แผ่นใบเป็นรูปคล้ายๆไข่

ดอก: ดอกสีเหลือง มีกลิ่นหอม ออกเป็นช่อยาว 10-20 เซนติเมตรตามง่ามใบ ดอก ออก มี.ค-พ.ค

ผล: รูปโล่แบนบางตรงกลางนูน ผลออก มิ.ย-ส.ค

การนำมาใช้ประโยชน์

ใบพอกบาดแผล แก้ผลผื่นคัน เปลือกต้นแก้ท้องเสียและใช้น้ำฝาดสีน้ำตาลใช้ย้อมผ้า ปุ่มประดู่มีลวดลายสวยงาม ราคาแพง

ส่วนที่ให้สี : เปลือก เนื้อไม้ แก่นไม้ประดู่

สีที่ให้ : สีแดงคล้ำ สีน้ำตาล สีม่วง

(ที่มา: หนังสือ100 ปีหม่อนไหม สายใยแผ่นดิน กรมวิชาการเกษตร, 2547)



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของ "ประดู่ป่า"

คราม

ชื่อสามัญ (Common Name) : คราม (Indigo)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Indigofera tinctoria* L.

ชื่อวงศ์ (Family) : LEGUMINOSAE

ชื่ออื่น (Other) : คราม(ไทย), คาม(เหนือ, อีสาน), ครามย้อม(กรุงเทพฯ)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เป็นไม้เนื้ออ่อนกึ่งเลื้อยพักอาศัยการพาดเกาะตามสิ่งที่อยู่ใกล้เพื่อทอดลำต้น มีการแตกกิ่งก้านสาขาไม่มากนัก ใบ เป็นใบประกอบขนาดเล็ก กว้าง 0.5-1 เซนติเมตร ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ดอก มีขนาดเล็กคล้ายดอกถั่ว สีเขียวอ่อนอมครีม เริ่มบานมีสีแดงหรือชมพู ฝักลักษณะคล้ายฝักถั่วแต่เล็กกว่า ขนาดความยาวของฝัก 5-8 เซนติเมตร เมล็ดสีครีมอมเหลือง ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

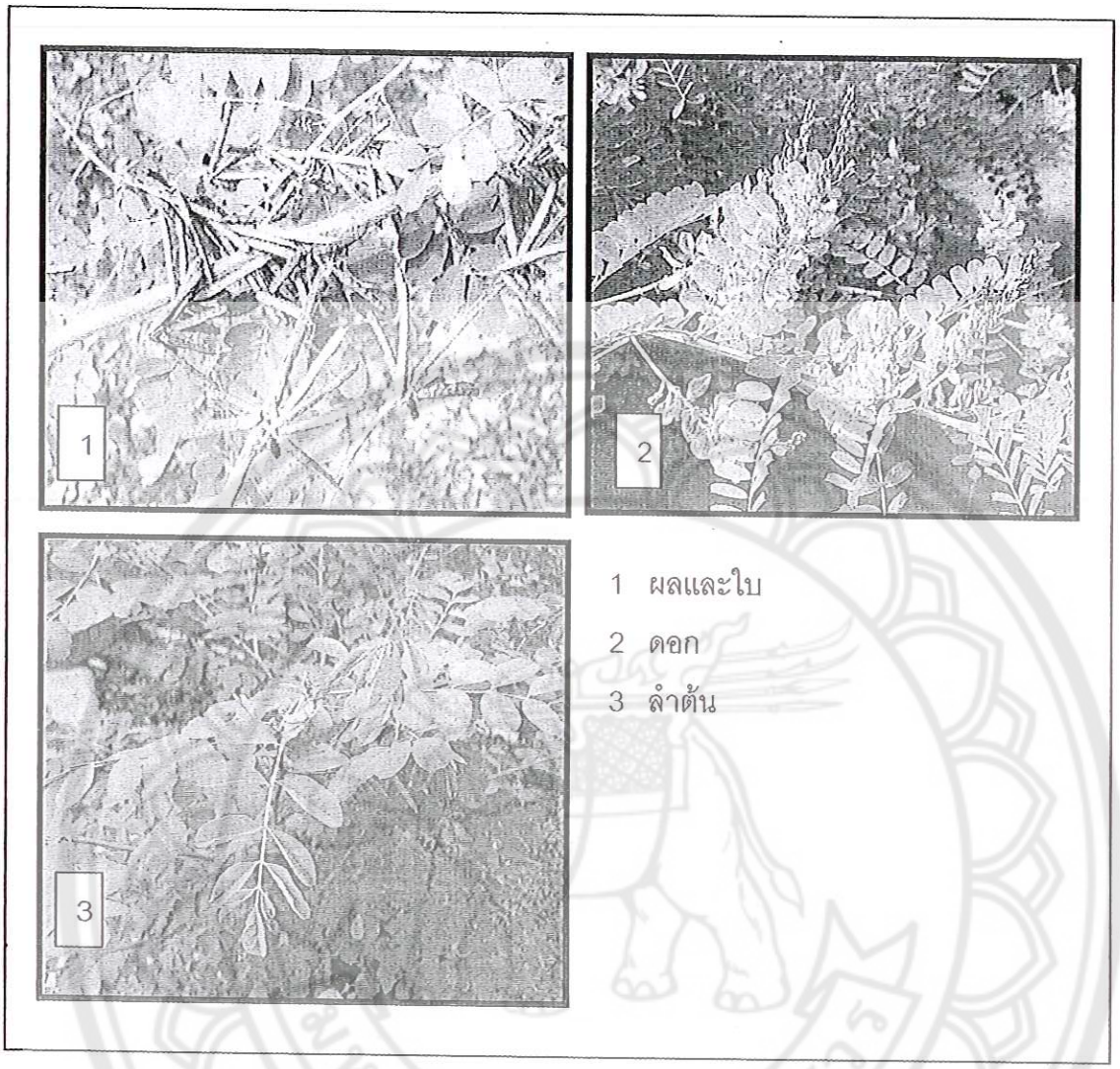
การนำมาใช้ประโยชน์

ใช้ใบและส่วนของลำต้นนำมาทุบและหมักในน้ำประมาณ 5-7 วัน จะได้สีน้ำเงินหรือกรมท่า ใช้ย้อมผ้า ทำครามและย้อมเสื้อหม้อฮ่อม

ส่วนที่ให้สี : ใบ ลำต้น

สีที่ให้ : สีนำเงิน หรือกรมท่า

(ที่มา: หนังสือ100 ปีหม่อนไหม สายใยแผ่นดิน กรมวิชาการเกษตร, 2547)



ภาพที่ 10 ส่วนประกอบของ “คราม”

ดอกดินแดง

ชื่อสามัญ (Common Name) : ดอกดินแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Aeginetia indica* Roxb.

ชื่อวงศ์ (Family) : OROBANCHACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : ดอกดินแดง(ตราด) สบแล้ง(สงขลา) หญ้าดอกขอ(เลย) ปากจะเข้ (เหนือ) ซอซวย(กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) ข้าวกล่ำป่า(พะเยา)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

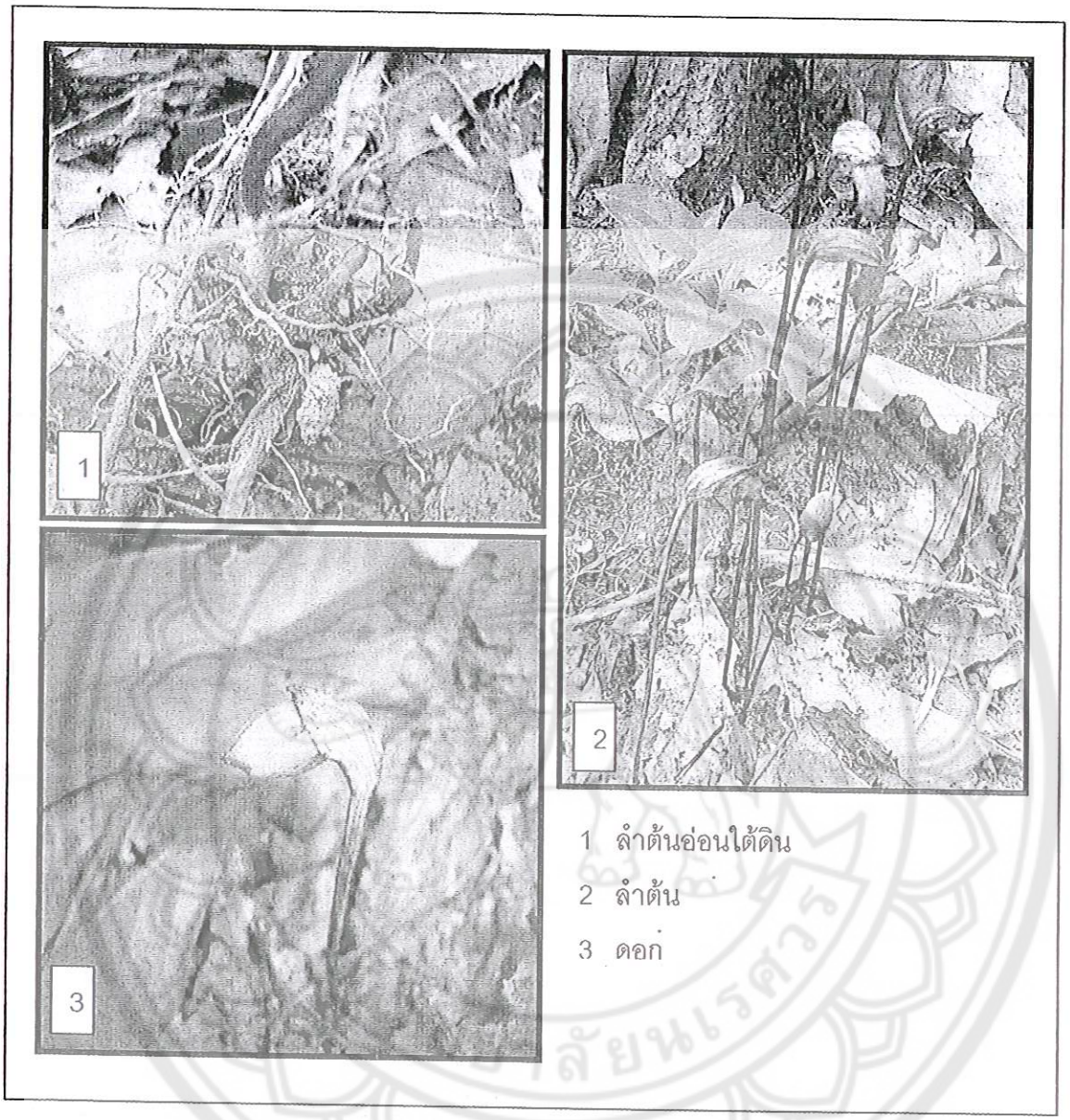
เป็นพืชเบียน อาศัยอยู่บนรากไม้บางชนิด เช่นรากไผ่ ลำต้นเป็นเหง้าใต้ดินขนาดเล็ก ใบเป็นแผ่นเล็กๆ อยู่ใต้ดิน ดอก เดี่ยว ก้านช่อดอกยาวเล็ก งอกออกมาจากเหง้าใต้ดิน เหง้าละ 1-2 ดอก ตัวดอกเมื่อตูมเป็นรูปทรงแหลม สีชมพูม่วง โค้งลง เกสรเพศผู้ติดอยู่ที่โคนหลอด เกสรเพศเมียเหลือง อวบน้ำ เมล็ดสีขาวขนาดเล็กจำนวนมาก

การนำมาใช้ประโยชน์

ใช้เป็นเป็นสีแต่งอาหาร ประกอบอาหาร ดอก ก้านดอก ใช้นึ่งเป็นผักจิ้ม ดอกสดใช้แต่งสีอาหาร สีเป็นพวก aucubin ใช้ทำขนมดอกดิน สีของขนมที่ได้มีสีน้ำเงินเข้มเกือบดำ หรือแต่งสีหน้าข้าวเหนียว ให้ได้สีม่วงดำเรียกว่า หม่าข้าว ทางยา ทั้งต้นและดอกทำยาชงแก้เบาหวาน

ส่วนที่ให้สี : ดอกสด

สีที่ให้ : สีน้ำเงินเข้ม สีดำ



ภาพที่ 11 ส่วนประกอบของ “ดอกดินแดง”

กระบก

ชื่อสามัญ (Common Name) : กระบก (Kayu)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Irvingia malayana* Oliv Ex A.

ชื่อวงศ์ (Family) : SIMAROUBACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : กระบก ตระบก จะบก มะมื่น มื่น(เหนือ) จำเมาะ(เขมร) หมากบก บก(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) มะลื่น หมักลื่น(สุโขทัย, นครราชสีมา)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ต้น กระบกเป็นไม้ต้น สูง 10–30 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มทรงสูง.ถึงค่อนข้างกลม ลำต้นเปลาตรง โคนต้นมักเป็นพูพอน เปลือกสีเทาแกมน้ำตาล ถึงน้ำตาลแดง ค่อนข้างเรียบ หรือแตกเป็นสะเก็ด

ใบ ใบ เดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปรี หรือรูปรีแกมรูปขอบขนาน กว้าง 3 – 7 เซนติเมตร ยาว 5 – 10 เซนติเมตร ปลายใบแหลมเป็นติ่ง โคนใบแหลม หรือมนกลม ผิวใบเกลี้ยง เส้นแขนงใบ 8 –10 คู่ ก้านใบยาว 0.8 – 1.5 เซนติเมตร หูใบเรียวแหลมโค้งรูปดาบม้วนหุ้มยอดอ่อน ยาว 1.5 – 3 เซนติเมตร

ดอก ดอกเล็ก สีขาวนวล ออกเป็นช่อตามง่ามใบและปลายกิ่งยาว 5 – 15 เซนติเมตร

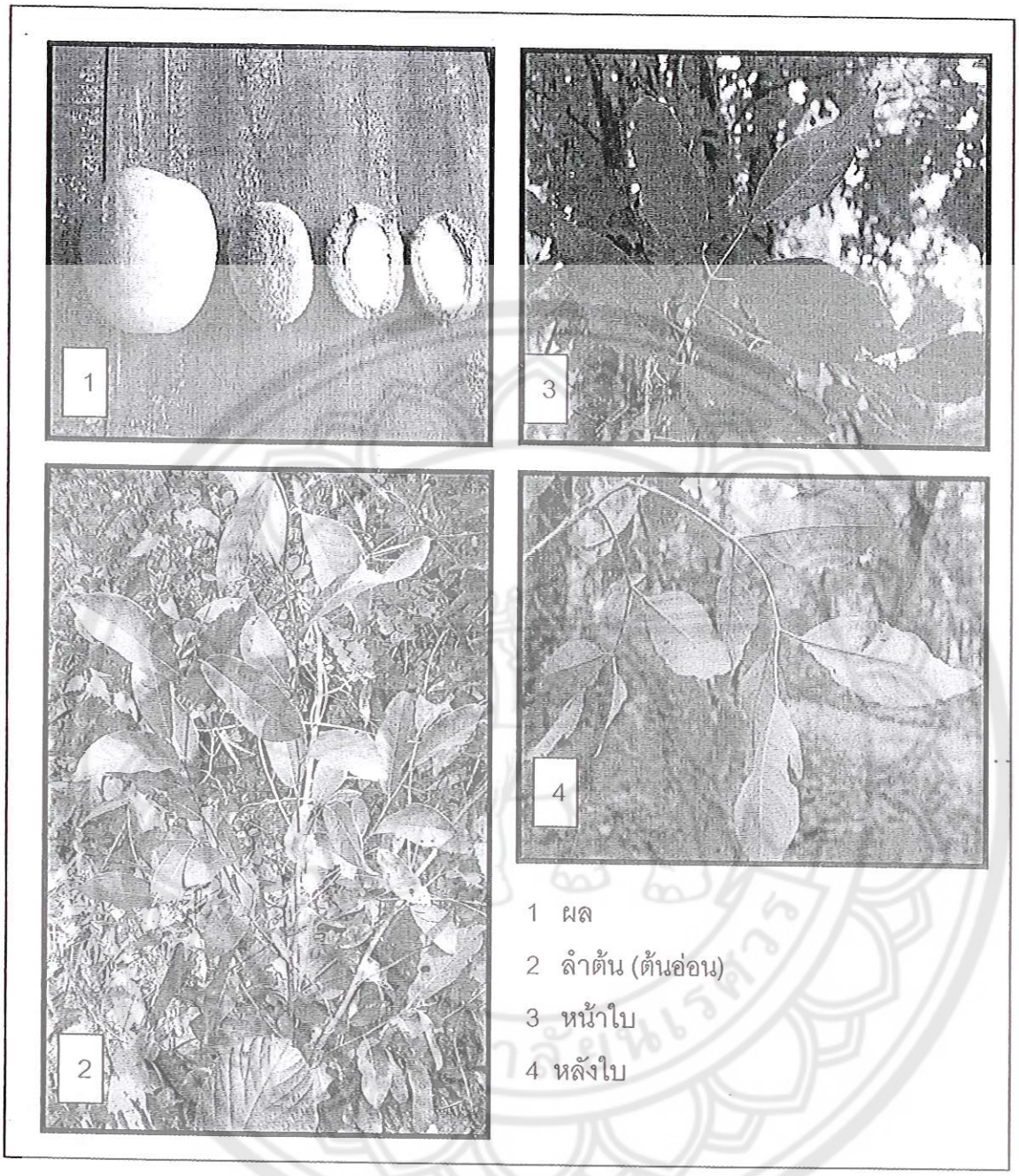
ผล รูปกลม หรือรูปไข่คล้ายผลมะม่วงขนาดเล็ก กว้าง 2 – 3 เซนติเมตร ยาว 3.5 – 5 เซนติเมตร แก่สุกสีเหลือง มี 1 เมล็ด

การนำมาใช้ประโยชน์

เนื้อไม้แข็งและหนัก ใช้ทำฟืน ถ่าน ให้ความร้อนสูง ทำเครื่องมือกสิกรรมและสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในร่ม เนื้อในเมล็ด รสมัน กินได้ น้ำมันที่ได้จากเนื้อในเมล็ดใช้ทำอาหาร สบู่และเทียนไข

ส่วนที่ให้สี : เปลือกของผลและเนื้อ, เปลือกไม้

สีที่ให้ : สีดำ สีเขียว



ภาพที่ 12 ส่วนประกอบของ "กระบก"

รกฟ้า

ชื่อสามัญ (Common Name) : รกฟ้า (T. tomentosa W. & A.)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Terminalia alata* Heyne ex Roth.

ชื่อวงศ์ (Family) : COMBRETACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : ในภาษาบาลีเรียกว่า "ต้นอัชชุนะ" มีชื่อพื้นเมืองที่เรียกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่นของไทย คือ กอง คลี้ จะลึก ชะลึก เซือก เซียก ฮกฟ้า เป็นต้น

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูง 20 - 30 เมตร เปลือกนอกสีเทาถึงเทาปนดำ แตกเป็นร่องลึกและเป็นสะเก็ดทั่วไป ใบเป็นใบเดี่ยว ติดตรงข้ามหรือเยื้องกันเล็กน้อย ทรงใบรูปขอบขนาน หรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ใบอ่อนมีขนสีน้ำตาลทั้ง 2 ด้านใบแก่ขนหลุดร่วงหมด ด้านหลังใบจะมีต่อมคล้ายหูดหนึ่งหรือสองต่อม ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นบ้างเล็กน้อย

ดอกออกเป็นช่อขนาดเล็ก ดอกช่อ panicle เกิดที่ปลายกิ่ง ดอกย่อยสีขาวหรือขาวอมเหลือง เป็นดอกสมบูรณ์เพศผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 - 5 มม.ตร กลีบรองกลีบดอก โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย มีขนทั้งสองด้าน ไม่มีกลีบดอก เกสรผู้ 10 อันแยกกัน ผลรูปรีๆ มีครีบตามยาว ผล 5 ครีบ ผลรวมทั้งครีบ กว้าง 2.5 - 5 เซนติเมตร ยาว 4 - 6 เซนติเมตร ผิวเกลี้ยง

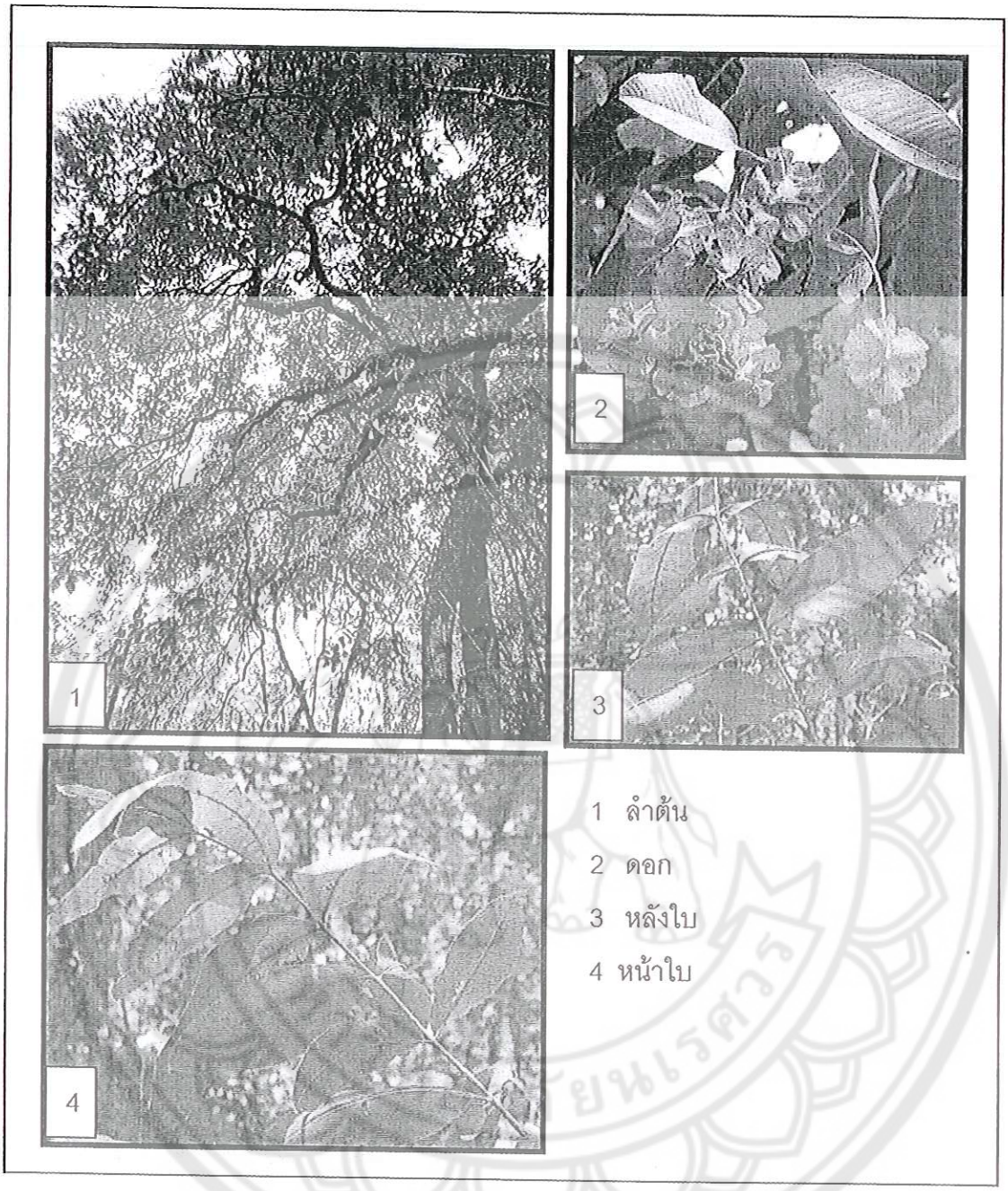
รกฟ้าขาวพบทั่วไปในป่าผลัดใบ และป่าเต็งรัง ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100 - 1,000 เมตร ทิ้งใบในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ผลัดใบใหม่ในเดือนมิถุนายน พร้อมตาดอก

การนำมาใช้ประโยชน์

ไม้รกฟ้าเป็นไม้เนื้อแข็งและมีลายละเอียดมาก ขัดชักเงาได้ดี ใช้ทำพื้น คาน เฟอร์นิเจอร์ ด้ามเครื่องมือ นิยมใช้ในงานตกแต่งสมัยใหม่ในโรงแรม ร้านอาหาร และสปาต่างๆ โดยเฉพาะเปลือกให้น้ำฝาดสำหรับฟอกหนัง

ส่วนที่ให้สี : เปลือกลำต้น

สีที่ให้ : สีน้ำตาล สีเทา สีดำ สีเหลือง



ภาพที่ 13 ส่วนประกอบของ “รกฟ้า”

มะกอกป่า

ชื่อสามัญ (Common Name) : มะกอกป่า (Hog Plum)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Spondias pinnata* Kurz.

ชื่อวงศ์ (Family) : ANACARDIACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : กอกกัก มะกัก หมักกัก กอกกุก กูก กอกหมอง กอกเขา กอก มะกอดง ไพแซ หมากกอก มะกอกฝรั่ง กะไพ้ย ไพ้ย

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ต้นไม้ เป็นไม้ต้น ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบสูง 10 - 40 เมตร ลำต้นเปลาตรง โคนเป็นพูพอนต่ำๆ เรือนยอด เป็นพุ่มกลมโปร่ง ๆ กิ่งอ่อนเกลี้ยงและมีรอยแผลใบปรากฏอยู่ เปลือกนอก สีเทา หนา มีต่อมระบายอากาศมาก เปลือกใน มีทางสีชมพูสลับขาว เรียบ

ใบ เป็นช่อชั้นเดียวแบบขนนก ยาวถึง 30 เซนติเมตร ทอดเรียงสลับเวียนกัน แต่ละช่อมีใบย่อยเป็นคู่ ๆ อยู่ตรงข้ามหรือเยื้องกันเล็กน้อย 4 - 6 คู่ ใบย่อยรูปขอบขนานหรือมนขนาด 3 - 4 x 7 - 12 เซนติเมตร โคนเบี้ยว ปลายหยักคอดเป็นติ่งยาว ๆ เนื้อใบบิดเป็นคลื่นเล็กน้อย เนื้อค่อนข้างหนาเนียน เกลี้ยง ขอบเรียบ เส้นแขนงใบหลายคู่ ออกเยื้อง ๆ กัน ปลายเส้น แขนงใบจรดขอบใบ ปลายช่อใบเป็นใบแบบปลายคี่ ใบอ่อน สีน้ำตาลอมแดงเรื่อ ๆ ใบแก่ สีเขียวเข้ม ก่อนร่วงสีเหลืองสด จึงเห็นสีที่เปลี่ยนไปในป่า โดดเด่นไม่น้อย

ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นช่อตามง่ามใบหรือเหนือรอยแผลใบตอนปลายกิ่ง ตามก้านดอกและก้านช่อดอกเกลี้ยง กลีบรองกลีบดอกและกลีบดอกมีอย่างละ 5 กลีบ ดอกสีขาว ขนาดเล็ก เกสรผู้ มี 10 อัน รังไข่ รูปป้อม ๆ ผิวเกลี้ยง ภายในแบ่งเป็น 5 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 1 หน่วย หลอดท่อรังไข่มี 5 หลอด

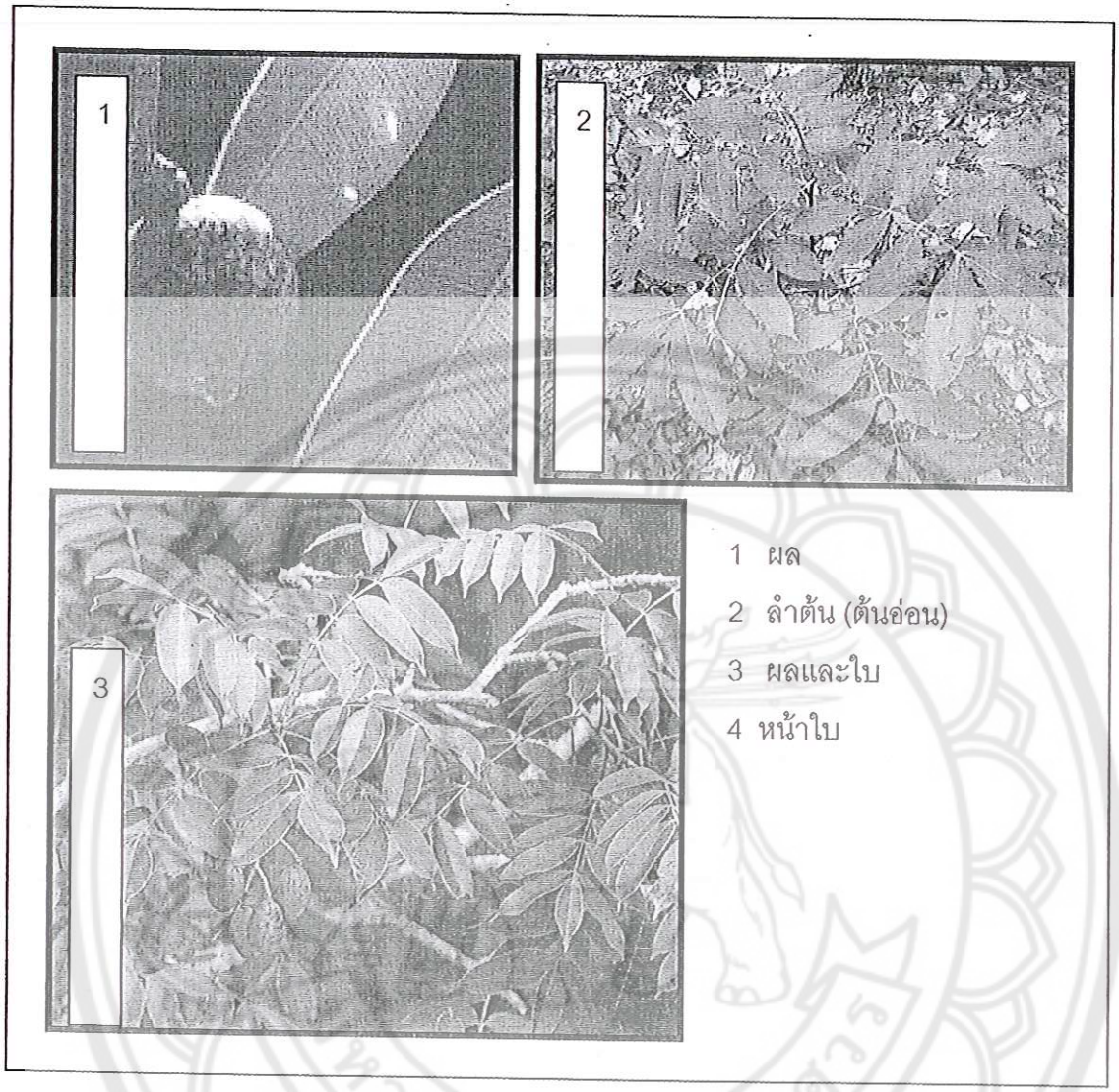
ผล ผลสด รูปไข่ ขนาด 2.5 - 3.5 x 3.5 - 4.5 เซนติเมตร เนื้อหุ้มเมล็ดมีรสเปรี้ยว เมล็ดใหญ่แข็งมาก มีเมล็ดเดียว ผิวเป็นเสี้ยน ขรุขระ ผลแก่ออกสีเขียวอ่อนหรือเหลือง การขยายพันธุ์ นิยมใช้เมล็ด และการตอนกิ่ง เพราะว่ามีขนาดใหญ่

การนำมาใช้ประโยชน์

ยอดอ่อน ใบอ่อน รสเปรี้ยวอมหวานเล็กน้อย แก้โรคธาตุพิการ แก้บิด ผลสุก รสเปรี้ยวเย็น หวานฝาด ทำให้ชุ่มคอแก้กระหายน้ำ แก้เลือดออกตามไรฟัน ผลใช้รับประทานหรือใช้ประกอบอาหาร เปลือกและเนื้อสามารถใช้ทำสีย้อมได้

ส่วนที่ให้สี : เปลือกหรือเนื้อ

สีที่ให้ : สีนำเงินเข้ม สีดำ



ภาพที่ 14 ส่วนประกอบของ "มะกอกป่า"

รัง

ชื่อสามัญ (Common Name) : รัง (Burmese sal, Ingyin)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Shorea siamensis* Miq.

ชื่อวงศ์ (Family) : DIPTEROCARPACEAE

ชื่ออื่นๆ (Other) : เปา เปาดอกแดง (ภาคเหนือ) รัง (ภาคกลาง) เรียง เรียงพนม(เขมร-สุรินทร์) ลักป้าว(ละว้า-เชียงใหม่) แลบอง เหล้ท้อ เหล่บอง(กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน, ฮัง (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

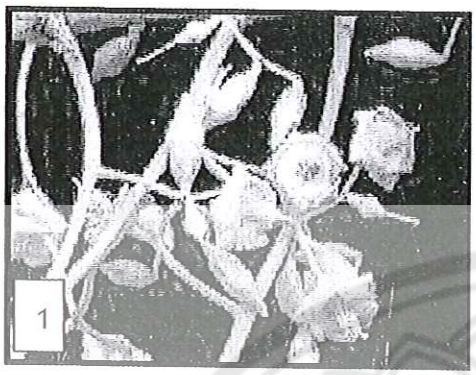
เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบสูง 15–20 เมตร เปลือกต้นสีเทาแตกเป็นร่องตามความยาวลำต้น ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ แผ่นใบรูปไข่ ปลายใบมน โคนใบหยักเว้า ดอกสีเหลืองออกเป็นช่อ กลิ่นหอมอ่อน ออกดอกเดือนมีนาคม-เมษายน ผลรูปกระสวย มีปีกยาว 3 ปีก ปีกสั้น 2 ปีก

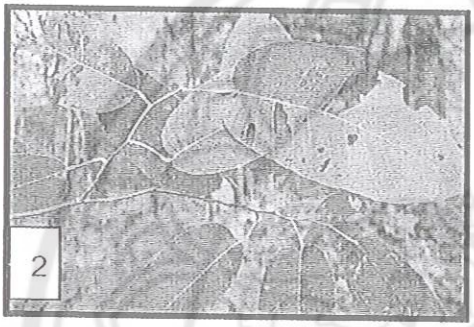
การนำมาใช้ประโยชน์

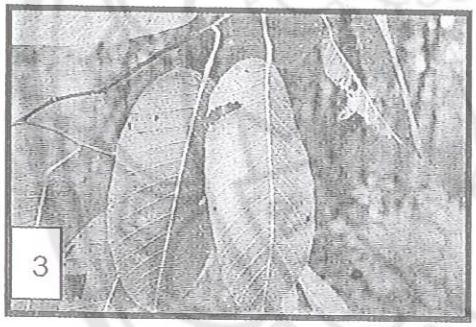
ประโยชน์หลักของต้นรังที่คนไทยรู้จักแพร่หลายตั้งแต่โบราณกาลจนถึงปัจจุบันคือ นำเนื้อไม้มาใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน เพราะถือว่า เนื้อไม้รังมีความแข็งแรงทนทานเป็นอันดับหนึ่งคู่กับไม้เต็ง เหมาะสำหรับ ใช้ในการก่อสร้างที่ต้องการความแข็งแรงทนทานมากเป็นพิเศษ เช่น ทำเสาเรือน รอด ตง คาน และพื้นชานเรือนที่อยู่กลางแจ้ง ซึ่งตากแดดตากฝนอยู่เสมอ ความแข็งแรงทนทานของไม้รังมีชื่อเสียงมาแต่อดีต

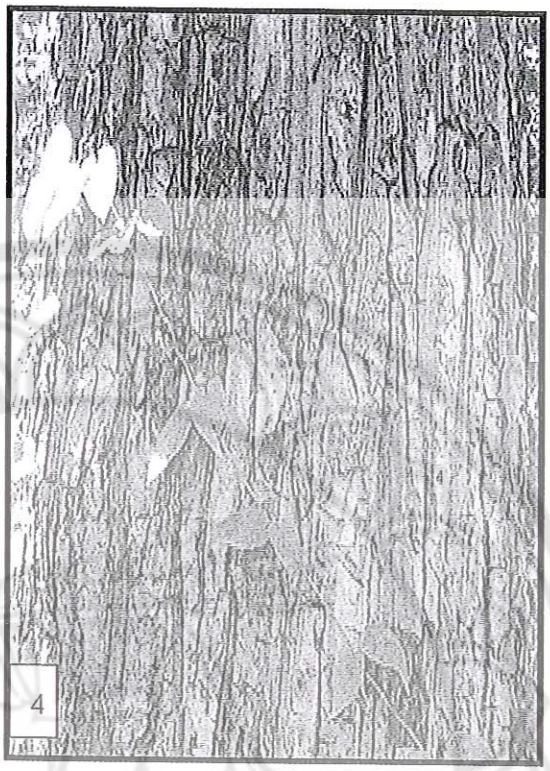
ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -









1 ดอก

2 หน้าใบ

3 หลังใบ

4 ลำต้น และลักษณะเปลือก

ภาพที่ 15 ส่วนประกอบของ "รัง"

เต็ง

ชื่อสามัญ (Common Name) : รัง (Siamese Sal, Thitya)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Shorea obtusa* Wall. ex Blume.

ชื่อวงศ์ (Family) : DIPTEROCARPACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : กะเจ็ก พะเจ็ก(เขมรพระตะบอง) แงะ(ภาคตะวันตกเฉียงเหนือ) จิก (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เจื้อ (ละว้าเชียงใหม่) ประจั๊ด(เขมรบุรีรัมย์) ประเจี๊ด(เขมรสุรินทร์) ล่าไน้ เหล่ไน้(กะเหรี่ยง) แลเน่ย(กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน) อองเลี่ยง(กะเหรี่ยงกาญจนบุรี) ซันตก(ตราด) เน่าใน (แม่ฮ่องสอน)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ต้นไม้ เป็นไม้ต้น ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 10 - 20 เมตร ผลัดใบหมดต้น ลำต้นเปลาตรง มีขนาดใหญ่ เส้น รอบวงมากกว่า 250 เซนติเมตร แต่ที่พบในป่าเต็งรังปัจจุบันส่วนใหญ่คดงอ ไม้สวยงามอาจหลงเหลืออยู่บ้างเป็นบางแห่ง เปลือกนอก สีน้ำตาลปนเทา แตกเป็นร่อง และเป็นสะเก็ดหนา มักตกชันสีเหลืองขุ่น เกาะเป็นก้อนตามรอยแตกของเปลือก เปลือกใน สีน้ำตาลแดง เรือนยอด เป็นพุ่มกว้าง โปร่ง ไม่ค่อยเป็นระเบียบนัก

ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปขอบขนาน หรือรูปไข่กลับ ขนาด 4 - 7 x 10 - 16 เซนติเมตร โคนและปลายมน เนื้อใบหนา เป็นมันใบอ่อน มีขนประปราย เนื้อใบอ่อนสีน้ำตาลแดง ใบแก่เกลี้ยงเป็นมัน ก่อนหลุดร่วงเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองเส้นแขนงใน มี 12 - 15 คู่ ปลายเส้นส่วนมากจรดขอบใบ เส้นใบย่อยแบบขั้นบันไดเห็นชัดทางด้านท้องใบ ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย

ดอก เล็ก ออกรวมกันเป็นช่อตามปลายกิ่ง ก้านช่อดอกมีขนนุ่ม ขอบโคนกลีบรองกลีบดอกเกยซ้อนกันแต่ไม่ติดเป็นเนื้อเดียวกัน กลีบดอกและกลีบรองกลีบดอกมีอย่างละ 5 กลีบ เวียนกันตามเข้มนาฬิกาเป็นรูปกังหัน ก้านดอกสั้นมาก ดอก สีขาว เกสรผู้ มี 20 - 25 อัน รังไข่ รูปรี ๆ ภายในแบ่งเป็น 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 2 หน่วย

ผล รูปไข่เล็ก ๆ ซ่อนตัวอยู่ในกระพุ้งโคนปีกผล ซึ่งมีปีกยาว 3 ปีก ปีกสั้น 2 ปีก ปีกยาวรูปขอบขนานแกมไข่กลับ ยาวประมาณ 6 เซนติเมตร มีเส้นตามยาวปีก 9 เส้น ผลอ่อน สีเขียว ผลแก่ สีน้ำตาลแดง

ระยะเวลาในการออกดอกและเป็นผล ออกดอกระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคมก่อนออกดอกจะผลัดใบหมดต้น และจะผลิใบใหม่พร้อม ๆ กับช่อดอก เป็นผลระหว่างเดือน เมษายน-มิถุนายน

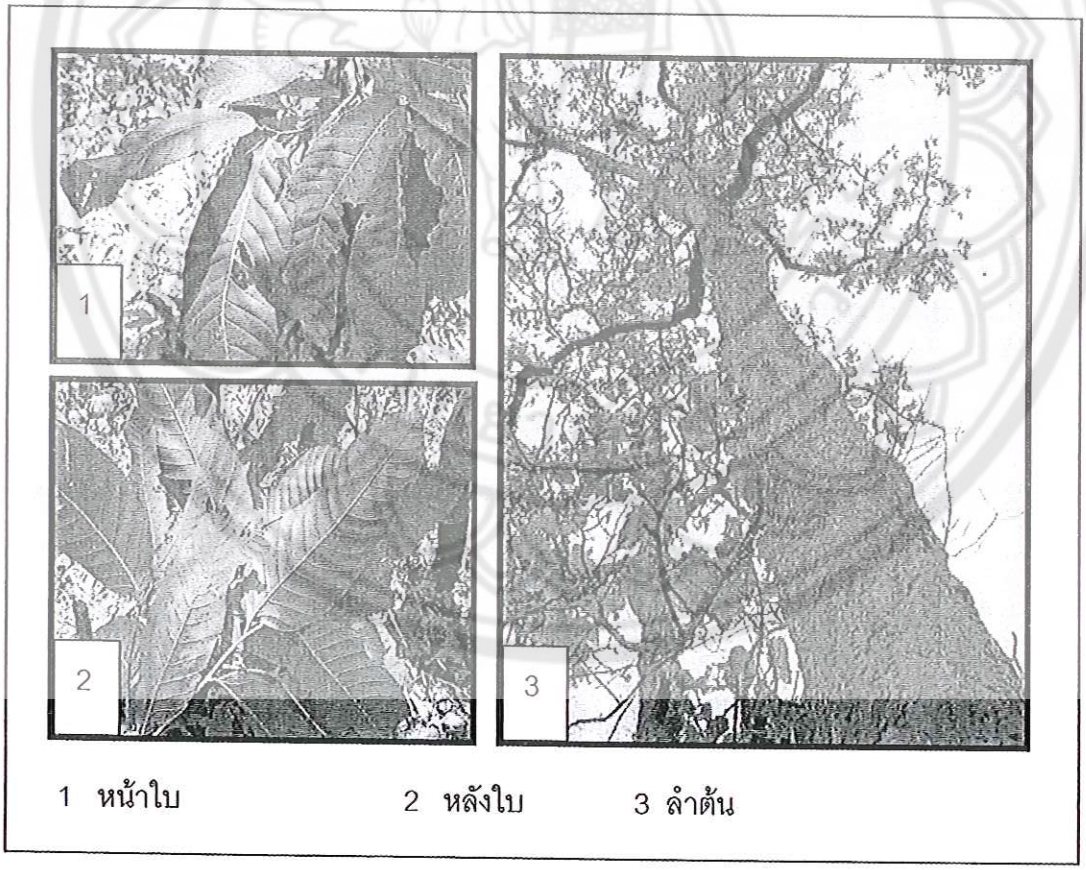
การนำมาใช้ประโยชน์

ด้านเนื้อไม้แปรรูป ใช้ทำหมอรองรางรถไฟ เสาขื่อ แวง กระดานพื้น ฝา เครื่องมือกสิกรรม ทำเรือใบโครงเรือเดินทะเล ครก สาก กระเดื่อง ด้ามเครื่องมือ ทำหูก ด้านหอก เสาค้ำรางแร่ เสาและหลักเต็นท์ ตลอดจน การก่อสร้างต่าง ๆที่ต้องการความแข็งแรงและทนทาน ชัน ใช้ผสมน้ำมันทาไม้ และยาแนวเรือ ด้านการทำฟืนให้ความร้อน 4,960 แคลลอรี่/กรัม

ด้านสมุนไพร ส่วนที่ใช้เป็นสมุนไพรและมีสรรพคุณคือ ไม้และเปลือก ให้น้ำฝาดชนิด Pyrogallol ใช้เป็นยาสมานแผล ห้ามโลหิต เปลือก ใช้ฝนกับน้ำปูนใส เป็นยาสมานแผลเรื้อรังและแผลพุพอง ราก แก้ท้องร่วง แก้บิด เป็นยาห้ามโลหิต ยาสมานท้อง เปลือกต้น ยาสมานท้อง สมานแผลเรื้อรัง สามนแผลพุพอง แก่น แก้กระษัย แก้เลือดลมยาง แก้บิด ปิดธาตุ แก้ฝีในท้อง สมานบาดแผล แก้น้ำเหลืองเสีย ใบ รักษาบางแผลแผลพุพองของเด็ก

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -



1 หน้าใบ 2 หลังใบ 3 ลำต้น

ภาพที่ 16 ส่วนประกอบของ "เต็ง"

อังกาบ

ชื่อสามัญ (Common Name) : อังกาบ (Philippine violet)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Barleria cristata* L.

ชื่อวงศ์ (Family) : ACANTHACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : ก้านชั่ง คันชั่ง อังกาบเมือง ลืมเผ่าใหญ่ ทองระอา อังกาบ กานพลู

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เป็นไม้ดอกล้มลุก ลำต้นและกิ่งก้านมีขน

ใบ (Foliage) : ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ใบรูปรีถึงรูปรีแกมรูปขอบขนาน กว้าง 1-4 เซนติเมตร ยาว 3-12 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ขอบใบเรียบ แผ่นใบสีเขียวเข้ม

ดอก (Flower) : สีขาว ม่วง หรือม่วงแถบขาว ออกเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อแบบช่อเชิงลดตามซอกใบ ใกล้ปลายกิ่ง ช่อละ 2-3 ดอก กลีบเลี้ยงสีเขียวสั้น ใบประดับสีขาวปนเขียว รูปเรียว ยาวปลายแหลม ขอบเป็นหนาม โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด ปลายแยกอยู่ชิดกันด้านบน 4 แฉก รูปไข่ อยู่ด้านล่าง 1 แฉก รูปเกือบกลม ดอกบานเต็มที่กว้างประมาณ 3 เซนติเมตร

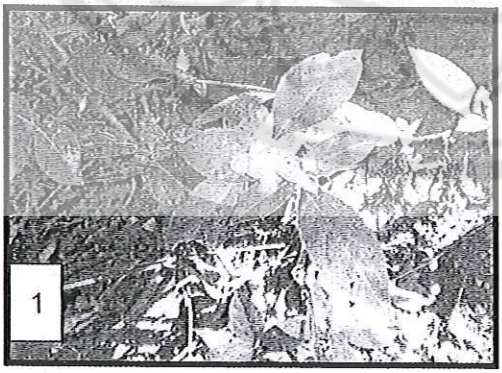
ผล (Fruit) : ผลแห้งแตก รูปรียาว

การนำมาใช้ประโยชน์

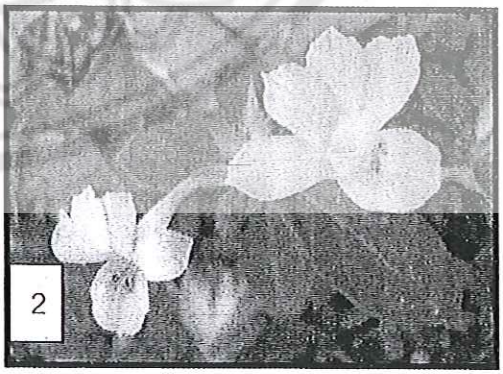
ดอกสวย ปลูกเป็นกลุ่มประดับสวนหย่อม ทำเป็นรั้ว ริมทางเดิน ริมน้ำตก ลำธาร ริมทะเล ไม่ทนน้ำท่วมขัง รากมีสรรพคุณเป็นยาขับปัสสาวะและฟอกโลหิต

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -



1 ดอก



2 ลำต้น ใบ ดอก

ภาพที่ 17 ส่วนประกอบของ "อังกาบ"

ยางเหียง

ชื่อสามัญ (Common Name) : เหียง (Philippine violet)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm.ex Miq.

ชื่อวงศ์ (Family) : DIPTEROCARPACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : กุง (มลายู-ภาคใต้) เกาะสะเตียง(ละว้า-เชียงใหม่) (ภาคตะวันออก) ตาด(พิษณุโลก, จันทบุรี) ยางเหียง (ราชบุรี, จันทบุรี) สะแบง(อุตรดิตถ์, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เหียง(ทั่วไป) เหียงพลวง เหียง (ประจวบคีรีขันธ์) ตะแบง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ต้น ไม้ต้นขนาดเล็ก-กลาง สูง 8-20 เมตร ผลัดใบ ลำต้นเปลาตรง เปลือกหนาสีน้ำตาลอมเทา แตกเป็นสะเก็ดหนาๆ และเป็นร่องลึกไปตามยาวของลำต้น กิ่งอ่อนมีขนแน่น และมีรอยแผลใบเห็นชัด เรือนยอด เป็นพุ่มกลม ค่อนข้างทึบ

ใบ เดี่ยว เรียงเวียนสลับ ใบรูปไข่กว้าง 10-20 เซนติเมตร ยาว 13-25 เซนติเมตร โคนใบมนหรือหยักเว้าตื้นๆ ปลายใบมน เนื้อใบหนา มีขนสีน้ำตาลคลุมแน่นทั้งสองด้าน แผ่นใบจีบเป็นร่องรางน้ำระหว่างเส้นแขนงใบ ขอบใบเป็นคลื่น ก้านใบยาว 3-5 เซนติเมตร มีขนสีน้ำตาลคลุมใบตอนปลายกิ่ง โคนกลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย ปลายแยก 5 แฉก กลีบดอกมี 5 กลีบ ปลายกลีบบิดเวียนตามเข็มนาฬิกาเหมือนกังหัน

ดอก ออกเป็นช่อ ตามตุ่ม สี ชมพู ออกดอก พ.ย.-เมตรค.

ผล รูปทรงกลม แข็งและเกลี้ยง ประมาณ 3 เซนติเมตร เมื่อแก่เกลี้ยงเป็นมัน มีปีกยาว 2 ปีก ยาวประมาณ 13 เซนติเมตร เส้นปีกตามยาวมี 3 เส้น ปีกสั้น 3 ปีก เป็นติ่งสั้น ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ผลแก่ ธ.ค.-มี.ค.

แหล่งที่พบ พบทั่วไปในป่าเบญจพรรณแล้ง ป่าแดง ป่าเต็งรัง ป่าสนเขา ป่าชายหาด ทั่วประเทศไทย

การนำมาใช้ประโยชน์

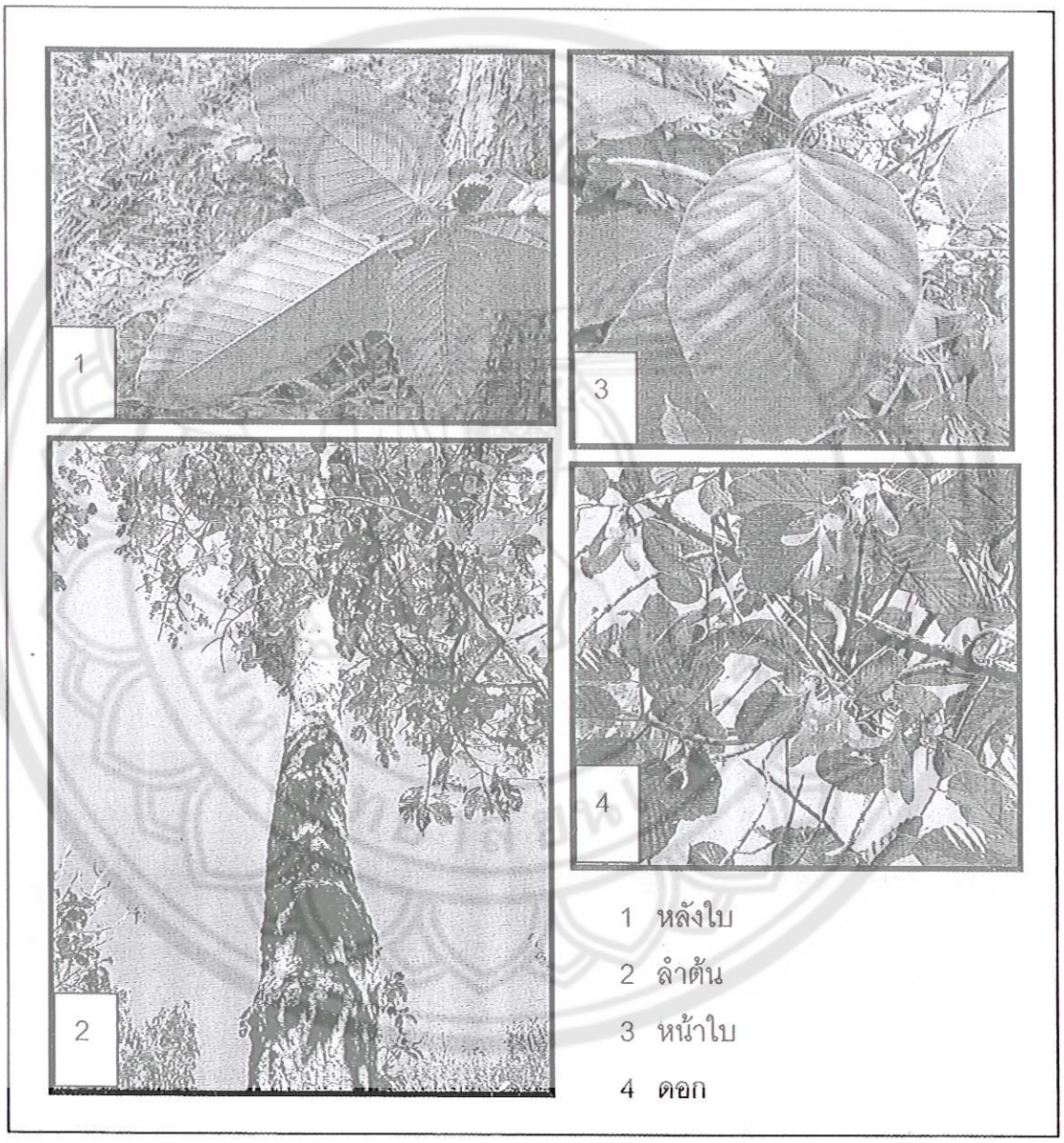
การใช้ประโยชน์ทางด้านเนื้อไม้ เนื้อไม้ สีแดงอ่อนถึงน้ำตาลปนแดง เสี้ยนค่อนข้างตรง เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็ง เลื่อยผ่าไสกบตบแต่งง่าย ใช้ทำสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ภายในร่ม เช่น เครื่องบน รอด ตง คาน พื้น ฝา ทำเครื่องมือทางการเกษตร กังหันน้ำ กระเบื้องไม้ปูพื้น

การใช้ประโยชน์ทางด้านสมุนไพร น้ำมันใช้ทาแผลภายนอกเช่นเดียวกับพลวง

การใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นๆ น้ำมันและชันใช้ทาไม้ ยาเรือหรือยาเครื่องจักรสาน ทำไต้ ใบ เอามาเย็บเป็นตับ สำหรับมุงหลังคาและฝาบ้านได้เหมือนใบพลวง

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -



ภาพที่ 18 ส่วนประกอบของ "ยางเหียง"

หนาดคำ

ชื่อสามัญ (Common Name) : หนาดคำ

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Desmodium oblongum* Wall. ex Benth

ชื่อวงศ์ (Family) : PAPILIONACEAE

ชื่ออื่น ๆ (Other) : ลำขางแล (ลั้วะ)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ใบ -

ดอก -

ผล -

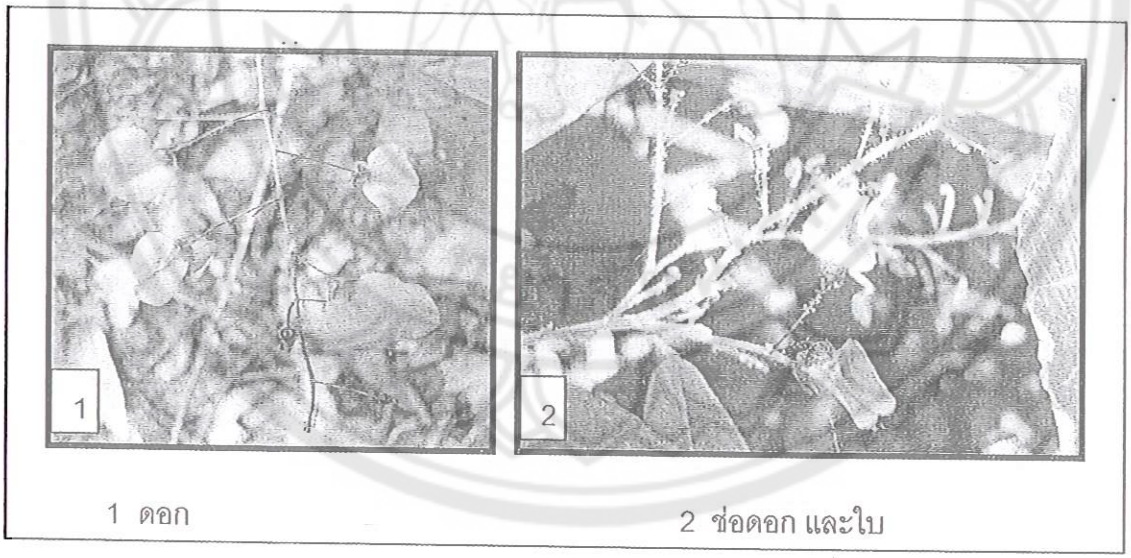
การนำมาใช้ประโยชน์

สรรพคุณ / การใช้ประโยชน์ - ราก ต้มน้ำดื่มแก้อาการร้อนใน ร่วมกับพืชอื่นๆ(ลั้วะ)

(ที่มา: เต็ม, 2544)

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -



1 ดอก 2 ช่อดอก และใบ

ภาพที่ 19 ส่วนประกอบของ "หนาดคำ"

เอื้องหมายนา

ชื่อสามัญ (Common Name) : เอื้องหมายนา

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Costus speciosus* Smith.

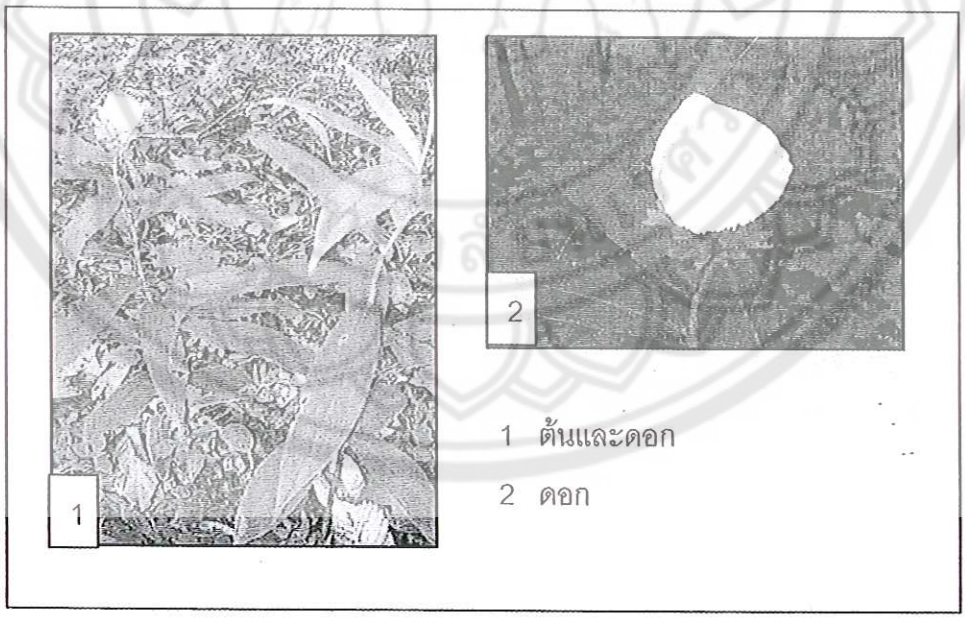
ชื่อวงศ์ (Family) : ZINGIBERACEAE

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เป็นพืชมีหัวใต้ดิน ลำต้นแข็งกลมอวบน้ำสูงประมาณ 1.5 – 2.5 เมตรใบเป็นใบเดี่ยวเกาะติดบนกิ่งแบบเวียน ใบรูปรียาว ปลายใบเรียวแหลมโคนมน และมีกาบหุ้มรอบลำต้น ผิวใบด้านบนเรียบ ด้านใต้มีขนขนาดเล็กสีขาวอ่อนนุ่ม ดอกออกเป็นช่อที่ปลายยอด ดอกย่อยสีขาว กลีบดอกติดกันเป็นหลอด ขอบกลีบย่นเป็นคลื่น กลีบประดับสีแดง ผลกลมรีรูปกระสวย ส่วนปลายมีกลีบประดับติดอยู่เมล็ดรูปเหลี่ยม สีดำเป็นมันเงา

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -

การนำมาใช้ประโยชน์ : นิยมตัดประดับแจกันทั้งต้นที่มีช่อดอกเนื่องจากทั้งต้นและกาบประดับสวยงามแปลกตา นอกจากนี้ยังปลูกเป็นไม้ประดับ ในมาเลเซีย อินเดีย และฟิลิปปินส์ใช้หน่ออ่อนใส่แกง เป็นผัก เหง้ามีสารชื่อ diosgenin ใช้สังเคราะห์สเตอรอยด์ฮอร์โมน น้ำคั้นเป็นยาระบาย รับประทานกับพลู แก้ไอ ใบแก้ไข้



ภาพที่ 20 ส่วนประกอบของ "เอื้องหมายนา" (ที่มา: วุฒิชัย, 2552)

รักใหญ่

ชื่อสามัญ (Common Name) : รักใหญ่

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou

ชื่อวงศ์ (Family) : ANACARDIACEAE

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : ไม้ยืนต้น กึ่งผลัดใบหรือผลัดใบระยะสั้นๆ สูงถึง 20 เมตร เปลือกต้นสีเทาเข้ม มีรอยแตก หลุดลอกออกเป็นชิ้นเหลี่ยมบางๆ เปลือกชั้นในสีชมพูอ่อน ใบเดี่ยว 15-30 x 7-12 เซนติเมตร เป็นกลุ่มใกล้ปลายกิ่งใบขอบขนานหรือรูปไข่กลับ ใบอ่อนมีขนหนาแน่น ใบแก่สีเขียวเข้ม มีไขปกคลุม ด้านล่างมีขนเล็กๆ บนเส้นใบ เส้นใบข้าง 16-30 คู่ แยกแขนงที่ขอบใบ มีเส้นใบย่อยสานเป็นร่างแห ก้านใบ 1.2-2.5 เซนติเมตร มีสันหรือปีกแคบๆ ด้านบน ดอกเริ่มจากสีขาวเปลี่ยนเป็นสีชมพูแล้วแดงสด ดอกออกเป็นกลุ่มช่อหนาแน่นในซอกใบบนๆ ช่อยาวถึง 30 เซนติเมตร ก้านดอกยาว 1-1.5 เซนติเมตร ก้านดอก กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีขนหนาแน่นปกคลุม กลีบเลี้ยง 0.3 เซนติเมตร ปลายแยก 5 แฉก คลุมดอกตูม และหลุดร่วงเมื่อดอกบาน กลีบดอก 5-6 กลีบ แผ่กว้าง ปลายแคบแหลมมีขน เกสรตัวผู้ > 20 อัน อยู่รวมกันแน่นบนฐานรองดอกที่ขยายใหญ่ รังไข่มีก้านชู ก้านเกสรตัวเมีย 1 อันติดด้านข้างของรังไข่ ผลกลมขนาด 0.8-1.2 เซนติเมตร ผลมีก้านที่มีปีกสีแดงอมม่วง 5-6 ปีก(กลีบดอกเจริญตามผล) ปีก 5-10 เซนติเมตร มีเส้นปีกชัดเจน (ไชมอน, พินดา และวิไลวรรณ, 2543)

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -

การนำมาใช้ประโยชน์ : ด้านเนื้อไม้แปรรูป เนื้อไม้สีแดงเข้ม มีริ้วสีแก่แทรก เป็นมันเลื่อมแต่เสี้ยนสน เนื้อค่อนข้างละเอียดเหนียว แข็งแรง ทนทาน ไสกบตบแต่งยาก ชักเงาได้ดี ใช้ทำบัวประกบฝาเครื่องเรือน เครื่องกลึง เครื่องมือเกษตรกรรม เสา หนไม้อัดกระสวย และรางปืน ยางไม้ (รัก) ใช้ทาไม้ เครื่องเขิน เพื่อลงลอดลาย ทากระดาษและผ้ากันน้ำซึม

ราก ใช้เป็นยาพอก แก้พยาธิไส้ แก้ไอ ขับพยาธิ แก้โรคผิวหนัง แก้ริดสีดวง แก้โรคคัน เป็นยาถ่ายอย่างแรง กัดเนื้อสด อุดฟันที่เป็นรู แก้ปวด รักษาโรคตับ

ต้น เป็นยาถ่ายอย่างแรง กัดเนื้อสด แก้โรคผิวหนัง แก้ริดสีดวง แก้โรคคัน

แก่นต้น เป็นยาถ่ายอย่างแรง กัดทำลาย

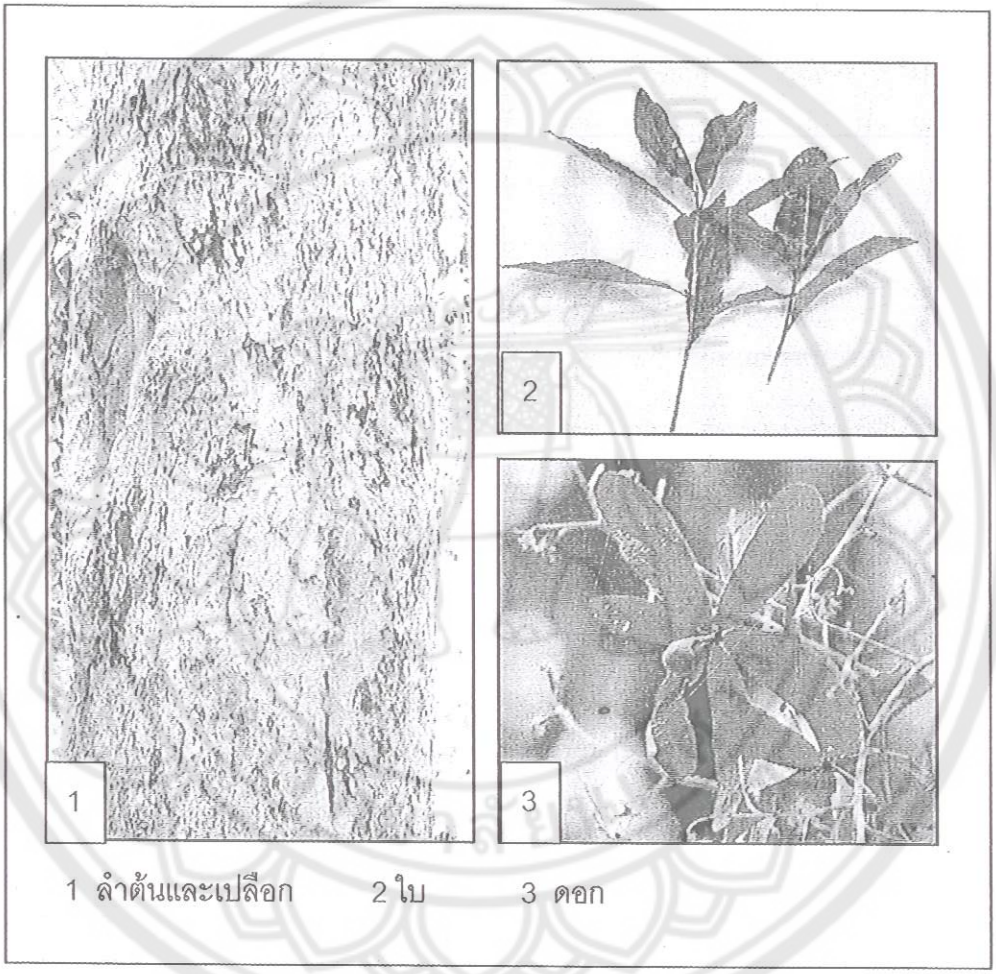
เปลือกต้น บำรุงกำลัง แก้กามโรค แก้บิด แก้ท้องร่วง ทำให้อาเจียน ขับเหงื่อ แก้ปวดข้อ เรื้อรัง แก้ไข้เรื้อรัง

เปลือกราก แก้โรคผิวหนัง แก้พยาธิลำไส้ แก้โรคท้องมาน แก้โรคไอ อุดฟันที่เป็นรูแก้ปวด

ใบ แก้ส้นเท้าแตก

เมล็ด แก้ปากคอเปื่อย แก้โรคฟัน แก้คุดทะราด แก้ริดสีดวง แก้ไส้เลื่อนในกระเพาะปัสสาวะ แก้ปวดไส้เลื่อนช่วยย่อยอาหาร

ยาง เป็นยาถ่ายอย่างแรง แก้พยาธิ แก้มะเร็ง ขับพยาธิ แก้โรคผิวหนัง แก้ปวดฟัน แก้ริดสีดวง แก้โรคคัน แก้ผื่นคัน เป็นเม็ดตามตัว



1 ลำต้นและเปลือก 2 ใบ 3 ดอก

ภาพที่ 21 ส่วนประกอบของ "รักใหญ่" (ที่มา: องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ , 2551)

รักน้อย

ชื่อสามัญ (Common Name) : รักน้อย

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Gluta obovata* Craib.

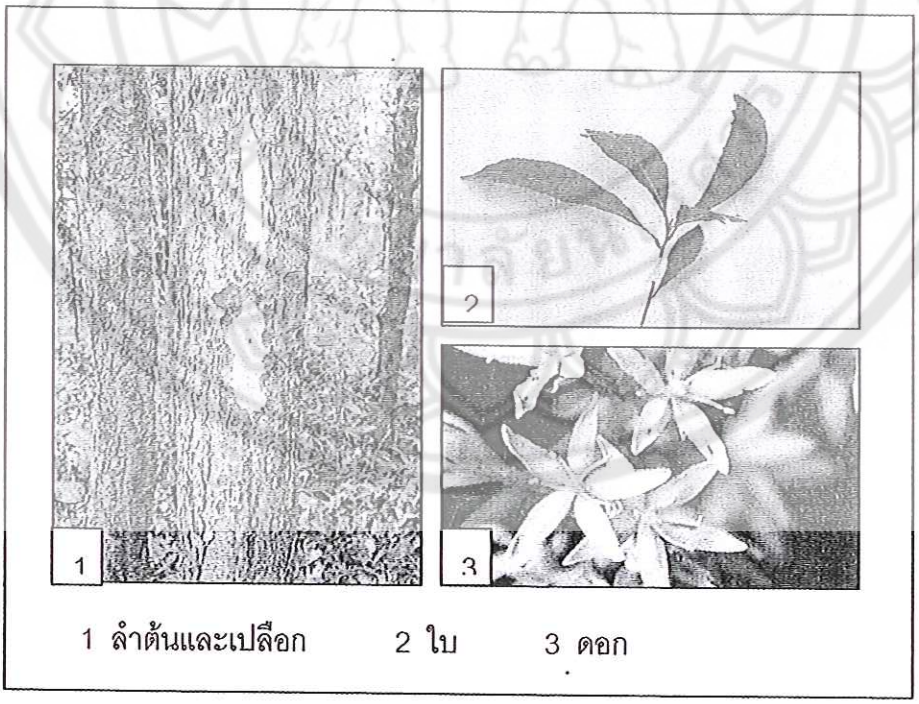
ชื่อวงศ์ (Family) : ANACARDIACEAE

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : ไม้กึ่งผลัดใบ สูงถึง 17 เมตร เปลือกต้นสีน้ำตาลออกแดงหรือออกเทามีรอยแตกตื้นๆ เปลือกชั้นในขาวหรือชมพูอ่อน ใบเดี่ยว 10 - 25 x 4-10 เซนติเมตร สีเขียวเข้ม มีเส้นใบสีอ่อน ผิวเรียบเกลี้ยง เส้นใบข้าง 13 - 18 คู่ เส้นใบย่อยเป็นร่างแห ก้านใบ 1.5 - 5 เซนติเมตร มักจะมีสันปีกแคบๆ ที่ตอนบน ดอก 0.9 - 1.1 เซนติเมตร สีขาว ช่อดอกออกเป็นกลุ่มซอก ใบบนๆ ยาวถึง 24 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงไม่มีพู แต่แยกออกด้านหนึ่ง หลุดร่วงเร็ว กลีบดอก 5 กลีบ บานออกปลายกลีบแหลม เกสรตัวผู้แยกอยู่บน ฐานรองดอกที่ขยายใหญ่ ก้านเกสรตัวเมียติดอยู่ด้านข้างของรังไข่ ผล 2.5 - 3 เซนติเมตร ผลเกลี้ยงกลม ยังคงมีกลีบดอกติดผลและมีก้านสั้นๆ (2 เมตรเมตร) คั่น (ไซมอน, พินดา และวิไลวรรณ, 2543)

ส่วนที่ให้สี : -

สีที่ให้ : -

การนำมาใช้ประโยชน์ : ใช้ประโยชน์ลักษณะเดียวกันกับ ต้นรักใหญ่



1 ลำต้นและเปลือก 2 ใบ 3 ดอก

ภาพที่ 22 ส่วนประกอบของ "รักน้อย" (ที่มา: องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์, 2551)

แสลงใจ

ชื่อสามัญ (Common Name) : แสลงใจ

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Strychno nux-vomica* L.

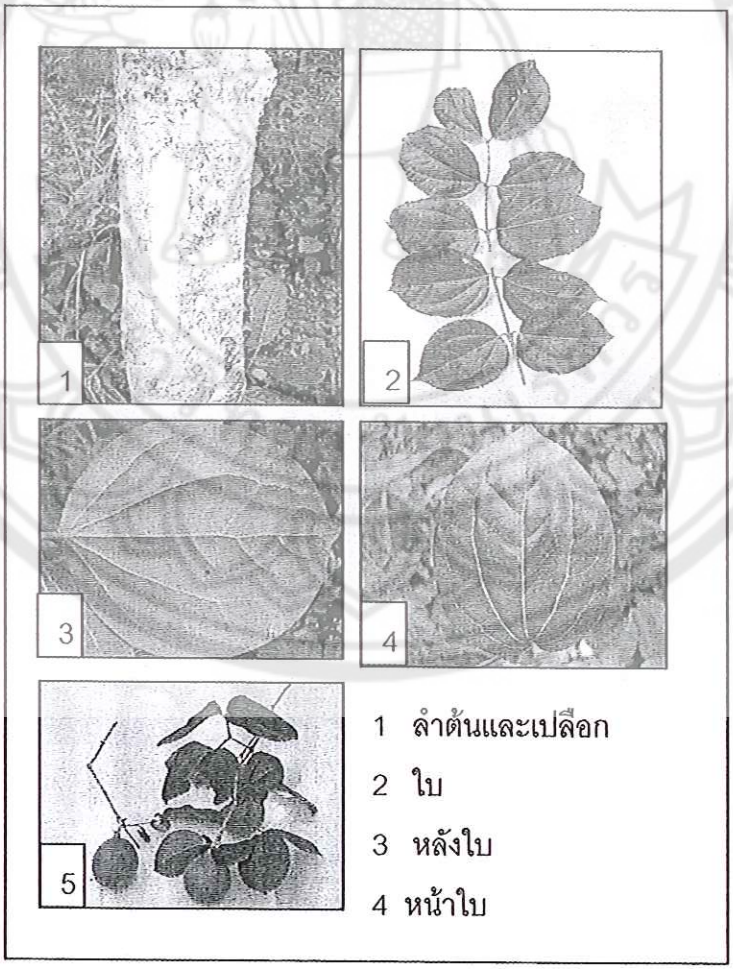
ชื่อวงศ์ (Family) : LOGANIACEAE

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : ไม้ยืนต้น สูงถึง 25 เมตร เรือนยอดเรียวเล็กกว่า ใบ 5-18 x 4-12 เซนติเมตร เส้นใบหลัก 3 เส้น ผิวใบเกลี้ยง ก้านดอกมีขนหนาแน่น และมีกาบเล็กๆ ชั้นกลีบเลี้ยง0.5-15 มิลลิเมตร ผล 2.5-4.5 เซนติเมตร เมล็ดรูปคล้ายจาน 1-4 เมล็ดหนา <7 มิลลิเมตร (ไซมอน, พินดา และวิไลวรรณ, 2543)

ส่วนที่เป็นพิษ : ผล เมล็ดสุก

สารพิษ : Strychnine, Brucine และStrychnochrysine

การนำมาใช้ประโยชน์ : ผลใช้เป็นสารฆ่าแมลงวันทอง และ หนอนกระทู้ผัก (ผุสดี และ พันธิตร์, 2546)



ภาพที่ 23 ส่วนประกอบของ "แสลงใจ"

หนอนตายหยาก

ชื่อสามัญ (Common Name) : หนอนตายหยาก

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) : *Stemona tuberose* Lour.

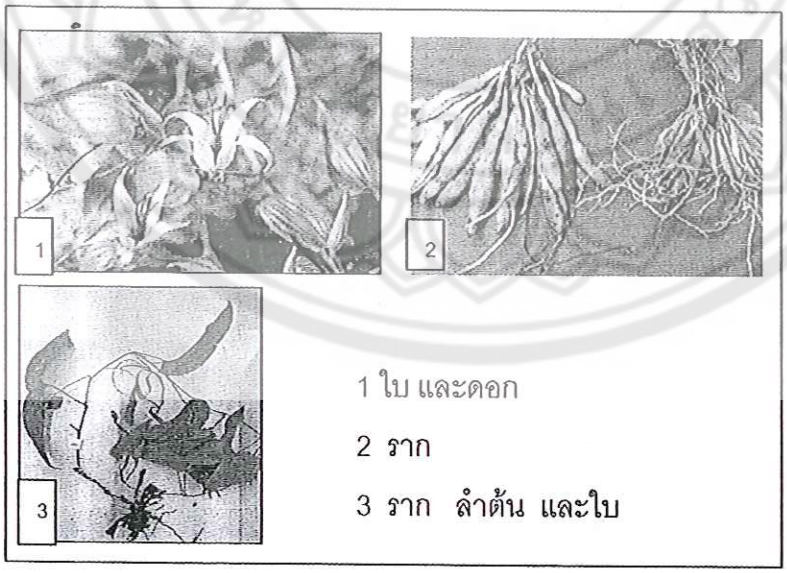
ชื่อวงศ์ (Family) : STEMONACEAE

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา : เป็นไม้เลื้อยยาวได้ถึง 4 เมตร รากเป็นรูปกระสวย ออกเป็นกระจุกคล้ายกระชาย สีเหลืองหรือดำ ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม บริเวณปลายยอดมักเรียงสลับ ใบอ่อนสีม่วงแดง เมื่อเริ่มแก่มากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง และสีเขียวเข้มตามลำดับ รูปไข่หรือไข่กว้าง โคนใบรูปหัวใจ ปลายใบเรียวแหลม มีเส้นแขนงใบเรียงออกจากจุดโคนใบ เรียงไปหาปลายใบ ผิวใบด้านบนมีเส้นแขนงใบเรียงเป็นร่อง ผิวใบด้านล่างเห็นเป็นสันนูนเด่น ดอกช่อคล้ายช่อกระจะออกที่ซอกใบ ดอกย่อย 2-6 ดอก ก้านดอกยาว กลีบดอกยาว กลีบรวมมี 4 กลีบ เรียงเป็น 2 วงๆละ 2 กลีบ กลีบนอกสีเขียวหรือเขียวแกมเหลือง มีแถบสีม่วง ปลายสีเขียว ด้านในสีม่วงหรือน้ำตาลแดง มีแถบสีแดงเข้ม เกสรตัวผู้สีม่วง ผลแตกได้ รูปกระสวย สีเขียวห้อยลง มีเมล็ด 10-20 เมล็ด สีน้ำตาล ที่ขั้วมีเยื่อสีขาวรูปคล้ายนิ้วมือ

ส่วนที่เป็นพิษ : ราก

สารพิษ : stemofoline และ 16,17-didehydro-16(E)-stemofoline

การนำมาใช้ประโยชน์ : รากใช้เป็นสารฆ่าแมลงวันทอง และหนอนกระทู้ผัก (ปิยะ, จิรพันธ์ และอนันต์, 2549; มณฑา และคณะ, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 24 ส่วนประกอบของ "หนอนตายหยาก" (1-2 ที่มา: มณฑา และ คณ ม.ป.ป.)

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติให้สีย้อม บริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา สามารถสรุปผลได้ คือ จำนวนพันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติให้สีย้อมบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา ที่สำรวจพบมี จำนวน 7 วงศ์ 8 สกุล รวมทั้งสิ้น 8 ชนิด คือ

1. ต้นเพกา (*Oroylum indicum* (L.) Kurz.) มีคุณสมบัติให้สีเขียวตองอ่อน และเขียวขี้ม้า โดยใช้ เปลือกของลำต้นเป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
2. ต้นสาบเสือ (*Eupatorium odoratum* Linn.) มีคุณสมบัติให้สีเขียว สีเทา และสีดำ โดยใช้ ใบเป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
3. ต้นประดู่ป่า (*Terocarpus macrocarpus* Kurz.) มีคุณสมบัติให้สีแดงคล้ำ สีน้ำตาล และสีม่วง โดยใช้ เปลือกลำต้น เนื้อไม้ และแก่นไม้ เป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
4. ต้นคราม (*Indigofera tinctoria* L.) มีคุณสมบัติให้สีน้ำเงิน หรือกรมท่า โดยใช้ ลำต้น และใบ เป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
5. ต้นดอกดิน (*Aeginetia indica* Roxb.) มีคุณสมบัติให้สีน้ำเงินเข้ม, สีดำ โดยใช้ ดอกสด เป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
6. ต้นกระบก (*Irvingia malayana* Oliv Ex A.) มีคุณสมบัติให้สีดำ, สีเขียว โดยใช้เปลือกและเนื้อของผล กับเปลือกลำต้นเป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
7. ต้นรกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth.) มีคุณสมบัติให้สีน้ำตาล สีเทา สีดำ และสีเหลือง โดยใช้เปลือกลำต้น และเนื้อในฝักแก่ เป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี
8. ต้นมะกอกป่า (*Spondias pinnata* Kurz.) มีคุณสมบัติให้สีเทาหรือสีดำ โดยใช้เปลือกหรือเนื้อ เป็นส่วนที่สกัดเพื่อให้ได้สี

ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นการพัฒนาองค์ความรู้อย่างต่อเนื่องจากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ และเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นจึงควรนำพันธุ์พืชให้สีย้อมไปสกัดหาสารที่มีคุณสมบัติให้สีย้อมที่ถูกต้องตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). **ความหลากหลายทางชีวภาพ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2554, จากhttp://www.environnet.in.th/evdb/info/bio/bio.html

ก่องกานดา ชยามฤต. (2541). **คู่มือจำแนกพรรณไม้** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ หอพรรณไม้กรมป่าไม้.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. 2549. **แผนแม่บท "โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี.** สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2554, จาก http://www.rspa.org/masterplant4/pdf/rspa_plant_part_1.pdf.

เชิดชัย เจียรวนนท์. 2544. **สมุนไพรในป่าฝน.** กรุงเทพฯ: ไทยรายวัน.

ไซมอน การ์ดเนอร์, พินดา สิทธิสุนทร และวิไลวรรณ อนุสารสุนทร. 2543. **ต้นไม้เมืองเหนือ** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โครงการจัดพิมพ์คบไฟ

เต็ม สมิตินันทน์, 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

เทคนิคทางโรคพืช ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เข้าถึงได้จาก http://web.agri.cmu.ac.th/ppath/course/360301/lesson4_stain.htm

ประเวศ วสี. 2546. **สมุนไพรชาวบ้าน.** กรุงเทพฯ: ประพันธ์สาสน์ จำกัด.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, จิรพันธ์ ศรีทองกุล และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. 2549. **ไม้เลื้อยในป่าสะแกราช** (พิมพ์ครั้งที่ 1). สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ปทุมธานี : พิมพ์พินิจ.

ปิยชาติ ไตรสารศรี. 2540. **การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชให้สีย้อมเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย.** สถาบันไทยศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เข้าถึงได้จาก http://www.rd.ac.th/thai- tai2/Sample 4.php ?id= 1024

ผุสดี สายชนะพันธ์ และ พันธิตร์ มะลิสุวรรณ. 2546. **สมุนไพรกำจัดแมลงและศัตรูพืช.** กรุงเทพฯ: ยูทิไลซ์.

พูลทรัพย์ สวนเมือง ตุลาพันธุ์, วารุณี พูลศิลป์ และสุชาดา บุญฐู. 2542. **การย้อมสีไหมด้วยวัสดุธรรมชาติในภาคอีสานของไทย.** สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. กรุงเทพมหานคร.

มนัส เตชาเสถียร, ประมวน มาประกอบ และกมลวรรณ จันทร์สม. 2546. **พันธุ์ไม้ "ป่าพื้นบ้านอาหารชุมชน"**. น่าน : โครงการป่ารักน้ำ รักษ์แผ่นดิน ฝ่ายสนาม กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2537. **คู่มือศึกษานิเวศวิทยาป่าไม้**. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์.

มณฑา วงศ์มณีโรจน์, สุรัตน์ จิริจินดา, ศิริวรรณ บุรีคำ และรงรอง หอมหวล. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). หนอนตายหยาก : พืชที่เรียกเหมือนกันแต่เป็นพืชต่างชนิดกัน.ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. สืบค้นเมื่อ วันที่ 26 สิงหาคม 2551, สืบค้นได้จาก http://clgc.rdi.ku.ac.th/article/tissue/stemona/nam.html.

รวีวรรณ ศรีทอง และอัจฉลา รุ่งวงษ์. 2540. **ความรู้ดั้งเดิมของกระเหรี่ยงเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรณ์ธรรมชาติ**. โครงการพัฒนาระบบนิเวศเกษตรและอนุรักษ์พรรณพืช อำเภอ ด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล. 2544. **สมุนไพรยาไทยที่ควรรู้**. กรุงเทพฯ: ศักดิ์โสภาการพิมพ์.

วนิดา สุบรรณเสณี, สมควร ศวิตชาต และประเชิญ สร้อยทองคำ, 2531. **สีธรรมชาติจากพืชและสัตว์ในประเทศไทย**. ฝ่ายวิจัยป่า กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

วิชิต สุวรรณปรีชา. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). **เพกา : พืชสมุนไพรร่วมยาง ผักพื้นบ้านสารพัดประโยชน์**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 14 ตุลาคม 2553, จาก http://rubber.co.th/knowledge0003.pdf.

วุฒิชัย โสมวิภาค. 2552. **การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชพิษและพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมศัตรูพืชบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร** พะเยา.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา.

วรดลต์ แจ่มจำรูญ. 2544. **การคัดเลือกวงศ์ไม้เพื่อจัดสร้างสวนพฤกษศาสตร์ภาคใต้ (ทุ่งค่าย) โดยข้อมูล**. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้. กรมป่าไม้ .จังหวัดตรัง.

สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548. **คู่มือฐานข้อมูลพืชพิษ** (พิมพ์ครั้งที่2). กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ: ศาสนา.

สวนพฤกษศาสตร์ภาคใต้(ทุ่งค่าย). 2542. **การดำเนินงานสร้างสวนพฤกษศาสตร์ภาคใต้ (ทุ่งค่าย) ในปีงบประมาณ** 2542. รายงานสรุปผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ

พ.ศ. 2542. สวนพฤกษศาสตร์ภาคใต้ (ทุ่งค่าย), จังหวัดตรัง. เข้าถึงได้จาก http://www.geocities.com/ thungkhai/ Tpaper/ select_fam.htm

สุรีย์ ฟูตระกูล และคณะ. 2543. **การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน.** รายงาน ฉบับสมบูรณ์ ชุดโครงการสีย้อม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สุขพัฒน์ โสรัจจกิจ, จินดา ช้างเนียม, มยุรี ท้าวศรีชัย, จงกลณี ภักดีเจริญ, เชลาศักดิ์ ฤกษ์วัลย์, กู้เกียรติ ตั้งพระเกียรติคุณ และคณะ. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). **ฐานข้อมูลพรรณไม้ในสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 มกราคม 2554, สืบค้นได้จาก http://www.lks.ac.th/Plant/group.html.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2551. **พืชให้สี.** เข้าถึงได้จาก http://www.rspg.thaigov.net/plants_data/use/color1.htm

หนังสือ100 ปีหม่อนไหม สายใยแผ่นดิน กรมวิชาการเกษตร, 2547

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ. 2543. **คู่มือย้อมสีธรรมชาติฉบับชาวบ้าน สีเขียว สีน้ำตาล และสีดำ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. (2551). **ฐานข้อมูลพรรณไม้.** ศูนย์ข้อมูลพืช สำนักวิชาการ-วิจัยองค์การสวนพฤกษศาสตร์. สืบค้นเมื่อ วันที่ 24 เมษายน 2554, จาก www.qsbg.org/Database/BOTANIC_Book%20full%20option/Search_page Asp.

Moeyes, M.1993 Natural Dyeing in Thailand. 4th ed. Bangkok : White Lotus Co. Ltd.

Cannon, J. and Cannon, M. 1994 Dye Plants and dyeing. 1st London. The Herbert Press Ltd.

บทที่ 5
การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มหาวิทยาลัยนเรศวรได้ตระหนักถึงความสำคัญของการกระจายโอกาส และการสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา โดยพิจารณาแล้วเห็นว่า การจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษายังไม่เอื้อต่อการขยับฐานะทางสังคม ผู้มีฐานะดียังคงได้เปรียบทางสังคม มีโอกาสในการศึกษามากกว่าในขณะที่ผู้ที่อยู่ห่างไกลยังด้อยโอกาสที่จะเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา ประกอบกับมหาวิทยาลัยได้พิจารณาร่วมกับผู้ว่าราชการจังหวัดและสมาชิกผู้แทนราษฎรจังหวัดพะเยา รวมทั้งผู้แทนองค์การต่าง ๆ จากทั้งภาครัฐและเอกชนเห็นว่า จังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดที่มีปัญหาด้านเศรษฐกิจ ประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่ำสุดในเขตภาคเหนือและระดับการศึกษาของประชากรโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ ปัญหาสังคมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องยากที่จะทำการแก้ไข ปัญหาช่องว่างทางเศรษฐกิจ และสังคมดังกล่าวสามารถแก้ไขได้แบบยั่งยืนด้วยการใช้กลไกทางการศึกษาพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ การที่จะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสังคม โดยการให้การศึกษาระดับสูงแก่ประชากรในจังหวัดพะเยา โดยเฉพาะการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวรจึงได้จัดทำโครงการกระจายโอกาสทางการศึกษาสู่จังหวัดพะเยาขึ้น การจัดทำโครงการดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของทบวงมหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนให้มหาวิทยาลัยขยายเขตการศึกษาออกไปสู่ภูมิภาค ทบวงมหาวิทยาลัยจึงได้พิจารณานำเสนอคณะรัฐมนตรีพิจารณาให้ความเห็นชอบในคราวประชุมเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2538 และต่อมาคณะรัฐมนตรีในคราวประชุมเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2539 ได้มีมติให้ใช้ชื่อว่า วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา

สำหรับสถานที่ตั้งถาวร มหาวิทยาลัยนเรศวรได้ร่วมกับจังหวัดพะเยาจัดหาสถานที่ตั้งและแผนการหาที่ตั้งและแผนการก่อสร้างอาคารสถานที่ให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนการสอน ณ บริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยที่ดินจำนวน 5,727 ไร่ ซึ่งเป็นที่ดินสาธารณะประโยชน์ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทย จำนวน 1,147 ไร่ และที่ป่าสงวนแห่งชาติ ภายใต้การกำกับดูแลของกรมป่าไม้ จำนวน 4,580 ไร่ ซึ่งขณะนี้ ได้รับอนุญาตให้มหาวิทยาลัยใช้ประโยชน์เรียบร้อยแล้ว สำหรับการพัฒนาพื้นที่ จังหวัดพะเยาได้มอบเงินจำนวน 2,000,000 บาท เป็นค่าทำถนนชั่วคราวความยาวประมาณ 3 กิโลเมตร เข้าพื้นที่ขณะเดียวกัน มหาวิทยาลัยก็ได้รับงบประมาณดำเนินการก่อสร้างอาคาร

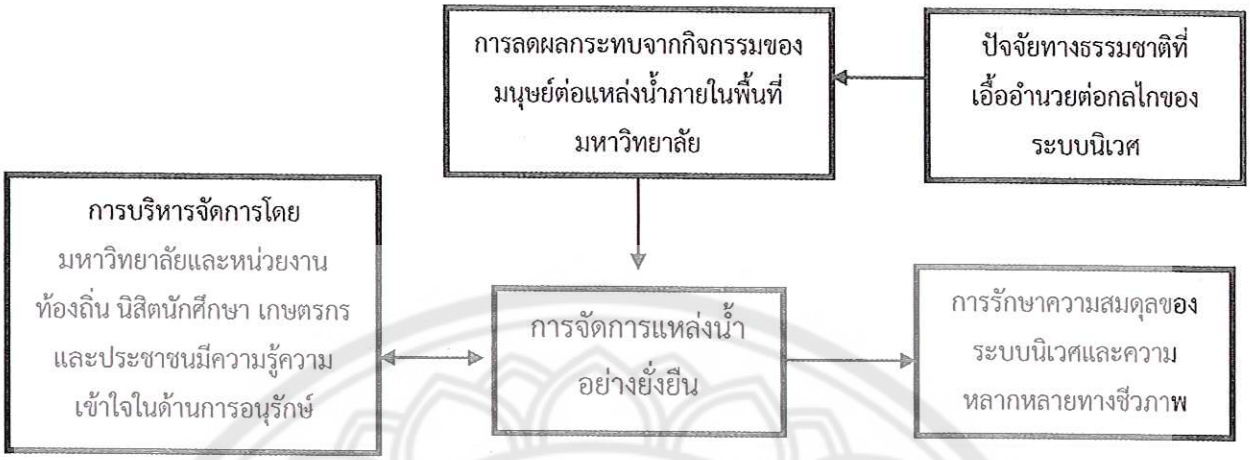
สถานที่ประกอบด้วย อาคารเรียนรวม พื้นที่ประมาณ 20,000 ตร.ม. อาคารบริหาร และบริการ พื้นที่ประมาณ 8,150 ตร.ม. การติดตั้งระบบไฟฟ้าเข้าไปภายในบริเวณอาคารของหาวิทยาลัย การก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ ก่อสร้างถนนลาดยาง ความยาว 4 กิโลเมตร กว้าง 8 เมตร การก่อสร้างโรงกรองน้ำประปา ปัจจุบันการก่อสร้างอาคารสถานที่ดังกล่าวได้แล้วเสร็จ และได้ทำการเปิดสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2542 จนถึงปัจจุบัน หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาทั้งทางด้านวิชาการและด้านกายภาพ โดยในด้านกายภาพนั้นได้มีการก่อสร้างอาคารรวมถึงสถานที่สนับสนุนกิจกรรมของมหาวิทยาลัย เช่นหอพัก สนามกีฬา โรงงานปฏิบัติการ เพิ่มเติมอีกจำนวนหนึ่ง ทำให้สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการปกป้องทรัพยากรชีวภาพซึ่งมีความหลากหลายในพื้นที่มหาวิทยาลัย จึงได้จัดทำโครงการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ซึ่งผลของโครงการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อวางแผนในการปกป้องทรัพยากรชีวภาพโดยเฉพาะในระบบนิเวศแหล่งน้ำเพื่ออนุรักษ์พันธุกรรมพืชตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี และสามารถเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัย ทำให้นิสิตและประชาชนทั่วไปมีความตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยและและผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งการสร้างความตระหนักและการรับรู้ในเรื่องดังกล่าวจะเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยต่อไป

<u>วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชอันเนื่องมากพระราชดำริมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา
2. เพื่อประเมินคุณภาพน้ำบางประการที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ภายในแหล่งน้ำ

กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity) กล่าวคือ มีความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากลายในชนิดพันธุ์และความหลากหลายในระบบนิเวศน์ ซึ่งพรรณพืชที่ศึกษาพบไม่ต่ำกว่า 12,000 ชนิด โดยรวมถึงเห็ดรา 3,000 กว่าชนิด เฟิร์น 633 ชนิด และกล้วยไม้มากว่า 1,000 ชนิด พบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น

จากข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ จาก 171.02 ล้านไร่ หรือร้อยละ 53.3 ของพื้นที่ประเทศ ในปี พ.ศ. 2504 ลดลงเหลือ 97.88 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 30.5 ของพื้นที่ประเทศ ในปี พ.ศ. 2525 ลดลงเหลือ 81 ล้านไร่ หรือร้อยละ 25.3 ของพื้นที่ประเทศ ในปี 2541 ส่วนพื้นที่ป่าชายเลนลดลงจาก 2.3 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2504 เหลือเพียง 1.1 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2534 สภาพพื้นที่ป่าไม้ลดลงรวดเร็ว ส่งผลทำให้พรรณพืชหลากหลายชนิดที่ยังไม่ได้ศึกษาและบางชนิดที่ยังไม่สำรวจพบ สูญพันธุ์ไป พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีสายพระเนตรกว้างและยาวไกล ทรงเห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช โดยทรงเริ่มดำเนินงานพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 เป็นต้นมา โดยมีพระราชดำริให้ดำเนินการสำรวจรวบรวมปลูกดูแลรักษาพรรณพืชต่างๆ ที่หายากและกำลังจะหมดไป ต่อมาในปี พ.ศ.

2535 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงสานพระราชปณิธานต่อโดยได้มีการจัดตั้งโครงการและดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา การดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ในระยะที่ผ่านมาถึงปัจจุบันมีหน่วยงานต่างๆ ร่วมสนองพระราชดำริเพิ่มมากขึ้น โดยระยะแรกพื้นที่เป้าหมายของโครงการ คือ พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ กองทัพเรือ เช่น หมู่เกาะแสมสาร สัตหีบ ชลบุรี เกาะในความรับผิดชอบกองทัพเรือที่โครงการฯ,พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ กองการเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานทหารพัฒนา หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา เขาวังเขมร อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี, พื้นที่สร้างป่าตามแนวพระราชดำริฯ และป่าพันธุกรรมพืชทับลาน ครบุรี, พื้นที่หนองระเวียง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา, พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ สวนเปิดป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี, พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ โคกภูตากา อำเภอเวียง จังหวัดขอนแก่น และพื้นที่เขื่อนใหญ่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 13 เขื่อนทั่วประเทศ เนื้อที่รวม 30,850 ไร่ อันได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนท่าทุ่งนา เขื่อนวชิราลงกรณ์ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนบางลาง เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนน้ำพุง เขื่อนห้วยกุ่ม และ โรงไฟฟ้าลำตะคอง แต่ต่อมาได้มีการดำเนินการทำให้พื้นที่และกิจกรรมดำเนินงานของโครงการกระจายออกไปในภูมิภาคต่างๆ และมีการดำเนินงานที่หลากหลาย เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริและสอดคล้องกับสถานการณ์ต่างๆ ในปัจจุบัน โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ จะร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่นจังหวัด กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา กรมวิชาการเกษตร สถาบันการศึกษาต่างๆ ฯลฯ และกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการดำเนินงานสำรวจ พร้อมทั้งวางแผนปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องวิธีการและขั้นตอนการดำเนินงานและการบริหารจัดการโดยแต่ละหน่วยงานเป็นผู้รับผิดชอบและเป็นแกนกลางดำเนินงานในพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.) เป็นผู้สนับสนุนด้านวิชาการอีกทั้งยังมีกิจกรรมภายใต้โครงการ อันได้แก่ กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช กิจกรรมสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช กิจกรรมศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช กิจกรรมวางแผนพัฒนาพันธุ์พืช กิจกรรมสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และกิจกรรมพิเศษสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เป็นต้น ส่วนด้านการพัฒนาพื้นที่เฉพาะนั้น จะมีการดำเนินงานอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและทรัพยากรในพื้นที่ต่าง ๆ แต่ละพื้นที่เพื่อให้มีประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางการดำเนินงานและวางแผนงานหลักเป็นการเฉพาะในแต่ละพื้นที่กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช

เป้าหมายที่สำคัญเพื่อที่จะปกปักพื้นที่ป่าธรรมชาติ นอกเขตพื้นที่รับผิดชอบของกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้แก่ ป่าในสถาบันการศึกษา ป่าในศูนย์วิจัยและสถานีทดลองป่า ซึ่งเมื่อรักษาป่าธรรมชาติไว้ก็จะรักษาพันธุกรรมดั้งเดิมในแต่ละพื้นที่ โดยมีเป้าหมายสนับสนุนให้สถาบันการศึกษาในระดับต่างๆ จัดทำโครงการปกปักป่าของสถาบัน ทำการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ภายในสถาบัน (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ, 2544)

สิ่งแวดล้อมและปัญหาสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต แบ่งออกเป็น 3 แขนงใหญ่ แขนงแรกเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต (geosphere) แขนงที่สองเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทั้งหมด (biosphere) แขนงสุดท้ายเกี่ยวกับประเพณี การเมือง เศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งสะท้อนให้เห็นธรรมชาติของมนุษย์ในด้านความคิด ทัศนคติ และความเชื่อ มลพิษหรือมลภาวะ หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ ทั้งในดิน น้ำ หรืออากาศ ซึ่งทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน อีกทั้งมีสิ่งมีชีวิตที่มนุษย์ไม่พึงประสงค์ ไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีผลโดยตรงหรือโดยอ้อม (กิจจา, 2547)

ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นสถานการณ์ของสภาพแวดล้อมที่ไม่น่าพึงพอใจ เปลี่ยนแปลงไปจนอาจเกิดอันตรายได้ สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมไปทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ เช่น แหล่งน้ำ ป่าไม้ แร่ธาตุ เป็นต้น ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปแบ่งได้ คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมธรรมชาติเสื่อมโทรมและขาดแคลน (Depletion) เนื่องจากถูกนำมาใช้ในการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยการขาดการวางแผน การจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีอย่างต่อเนื่องและจริงจัง ทรัพยากรธรรมชาติบางชนิดใช้แล้วหมดสิ้นไป (Nonrenewable resources) ไม่สามารถทดแทนได้ หรือต้องใช้เวลานานในการทดแทน ตัวอย่าง เช่น ทรัพยากรป่าไม้ของไทย ปัจจุบันเหลือไม่ถึง 20% ของพื้นที่ประเทศ เป็นผลมาจากการใช้ทรัพยากรอย่างขาดประสิทธิภาพและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เกิดการชะล้างหน้าดินสูง ลดความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน เพิ่มตะกอนดินในแม่น้ำลำคลองให้สูงขึ้น ฝนไม่ตกตามฤดูกาล โอกาสอุทกภัยมีสูงขึ้น ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ (Pollution) สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ หมายถึง สภาวะแวดล้อมของระบบนิเวศน์ที่มีการปนเปื้อนของมลสารหรือมลพิษจนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต มนุษย์ พืช สัตว์ หรืออาจจะเป็นภาวะของสิ่งแวดล้อมที่ผิดไปจากธรรมชาติ เช่น อาจมีองค์ประกอบบางอย่างที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป เมื่อทรัพยากรธรรมชาติถูกบริโภคสูงขึ้นทุกวัน

ย่อมเป็นปฏิภาคโดยตรงกับการขับถ่ายของเสีย มีของเสียที่ขับถ่ายออกมาสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น การใช้เทคโนโลยีที่ไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทำให้ทรัพยากรประเภทใช้ไม่หมด (Renewable resources) เช่น น้ำ อากาศ เกิดมลภาวะที่เป็นพิษขึ้น ปัญหาทางสังคม (Social Problem) สภาพสังคมนับว่าเป็นสิ่งแวดล้อมประเภทหนึ่งเกิดขึ้นโดยมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น การเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว รวมถึงการอพยพเข้าสู่เมืองใหญ่ทำให้ประชากรแออัดมากขึ้น ตัวเมืองขยายไม่ทัน สาธารณูปโภคและส่วนประกอบต่างๆ ของการดำรงชีวิตไม่สามารถรองรับกับความต้องการของประชากรได้ เกิดปัญหาสังคมต่างๆ ปัญหาคนว่างงาน การเสื่อมโทรมคุณภาพชีวิต สภาพการเป็นอยู่ ฯลฯ โดยส่วนมากปัญหาสิ่งแวดล้อมล้วนแล้วแต่มนุษย์เป็นผู้ก่อให้เกิดขึ้น ดังนั้นการป้องกันและแก้ไขควรจะเริ่มต้นที่มนุษย์ เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจและสร้างความสำนึกร่วมกันในการแก้ไขปัญหาและร่วมกันดำเนินการ (สุธีลา และคณะ, 2544)

การเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำที่เกิดมลพิษ หมายถึง แหล่งน้ำที่เสื่อมคุณภาพหรือน้ำมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมตามธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากมีสารต่างๆ ปะปนอยู่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำเสียนั้นประกอบด้วยสิ่งสำคัญดังนี้ Total Solids คือ ปริมาณของแข็งหรือสารทั้งหมดที่อยู่ในน้ำ วิเคราะห์ได้จากปริมาณสารที่ได้จากการระเหย (evaporation) ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ส่วนของแข็งที่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (glass - fiber) ขนาด 1.2 ไมโครเมตรได้ เรียกว่า filterable solids ส่วนของแข็งที่ค้างอยู่บนกระดาษกรอง เรียกว่าของแข็งที่กรองไม่ได้ หรือของแข็งแขวนลอย (nonfilterable solids หรือ suspended solids) อุณหภูมิ (temperature) ทั่วไปแล้ว น้ำเสียมักมีอุณหภูมิสูงกว่าบรรยากาศ โดยอุณหภูมิของน้ำเสียนั้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ ได้แก่ ผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ภายในแหล่งน้ำ ผลต่อปฏิกิริยาเคมีต่างๆ การเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดีมักเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ในน้ำ จะเกิดอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณออกซิแจนในน้ำถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็ว มีผลต่อการละลายออกซิเจนในน้ำ ถ้าหากน้ำมีอุณหภูมิสูงการละลายของก๊าซในน้ำก็น้อย มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (กิจจา, 2547 ; ณรงค์, 2525)

การที่น้ำในแหล่งน้ำเกิดภาวะมลพิษ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม สาเหตุใหญ่เนื่องจากมนุษย์ระบายน้ำโสโครกจากแหล่งอาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำจนเกินกำลังความสามารถที่แหล่งน้ำจะพอกตัวเองให้สะอาดตามธรรมชาติได้ (Selt Purification) น้ำจึงเกิดการเน่าเสีย สิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณสิ่งเจือปน

ต่างๆ เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้คุณสมบัติน้ำตามธรรมชาติเปลี่ยนไป หรือคุณภาพน้ำเสื่อมลง (ทวีวงศ์, 2541 ; ณรงค์, 2525)

สิ่งปฏิกูลที่ทำให้เกิดมลพิษ อาจแบ่งได้ 2 ชนิด คือ สารมีพิษ ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ (Organic matter) หรือสารอนินทรีย์ (Inorganic matter) ซึ่งสารอินทรีย์เป็นสารที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และอนุพันธ์ของคาร์บอนไฮโดรเจน และมักมีธาตุออกซิเจนและธาตุอื่นประกอบด้วย ส่วนใหญ่ได้มาจากพืชและสัตว์ และยังเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนในน้ำเสีย เช่น ไซยาไนด์ กรด ด่าง ปรอท ตะกั่ว โลหะหนักอื่นๆ ส่วนสารอนินทรีย์นั้น ส่วนมากมีแหล่งกำเนิดมาจากบ้านเรือน อุตสาหกรรม หรือเกษตรกรรม บางชนิดหากมีปริมาณไม่มากนักอาจเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก ทองแดง สังกะสี แต่ถ้ามีปริมาณมากอาจเป็นโทษ ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen) มาจากปุ๋ย ในกระบวนการเกษตรกรรม ฟอสฟอรัส (Phosphorus)มาจากปุ๋ย ในกระบวนการเกษตรกรรม และมีบางส่วนมาจากผงซักฟอก กำมะถัน (Sulfer) เช่น ยาฆ่าแมลง เป็นต้นสารเหล่านี้เป็นอันตรายต่อ พืช สัตว์น้ำ และต่อผู้ใช้น้ำ ถ้าหากมีมากจะทำให้สัตว์น้ำตาย หรือมีปริมาณลดน้อยลง และอีกชนิดหนึ่งคือสารที่ไม่มีพิษแต่ย่อยสลายได้ เช่น สารอนินทรีย์ สารเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวตามธรรมชาติ โดยแบคทีเรียซึ่งใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารแบคทีเรีย (Aerobic bacteria) จะย่อยอาหารโดยใช้ออกซิเจนละลายในน้ำเป็นตัวสันดาปกับอาหารที่กินเข้าไป ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำลดลง ออกซิเจนละลายในน้ำน้อย น้ำที่สะอาดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีออกซิเจนละลายอยู่ราว 7.0 mg/l ดังนั้นเมื่อมีสารอินทรีย์ในน้ำมาก แบคทีเรีย (Aerobic bacteria) ก็ใช้ออกซิเจนมากขึ้น และเมื่อออกซิเจนละลายในน้ำไป แบคทีเรียอีกพวกหนึ่งคือ Anerobic bacteria และ Facultative aerobic bacteria ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจนละลายในน้ำ แต่จะใช้ออกซิเจนจากสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ เช่น เกลือไนเตรท (Nitrate) เกลือซัลเฟต (Sulfate) ในการสันดาปอาหาร ขบวนการย่อยนี้ทำให้เกิดก๊าซมีเธน (Methane) ในสภาวะไร้อากาศซัลเฟตจะถูกเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์แล้วรวมตัวกับไฮโดรเจน กลายเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulphide) ซึ่งจะมีกลิ่นเหม็น และมีลักษณะของน้ำเป็นสีดำสกปรก (กิจจา, 2547 ; ณรงค์, 2525)

ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจืด ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการทำลายป่าเพื่อการเกษตร เป็นเหตุให้ขาดพื้นที่ดูดซับและทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินลงสู่แหล่งน้ำ เป็นผลให้เกิดแหล่งน้ำขุ่นและตื้นเขิน เกิดภาวะน้ำท่วมเฉียบพลัน และเกิดความขาดแคลนน้ำในหน้าแล้ง อีกส่วนหนึ่งจะเป็นผลมาจากการใช้สารเคมีในการเกษตรและอุตสาหกรรม ตลอดจนการขยายตัวของของเมืองและชุมชนต่างๆ ซึ่งได้ถ่ายทิ้งของเสียลงสู่แม่น้ำจำนวนมาก ทำให้ในปัจจุบันแหล่งน้ำต่างๆ เสื่อมคุณภาพลงทุกที สัตว์น้ำที่เคยมี

อยู่อย่างสมบูรณ์จึงหายไป ความเดือดร้อนจากน้ำบีบรัดตัวมนุษย์มากขึ้น ขณะนี้จะหาแหล่งน้ำจืดเพื่อนำไปทำประปาก็หายากขึ้นทุกทีไม่เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น เป็นปฏิภาคส่วนกลับกัน ประชากรเพิ่มขึ้นความต้องการที่จะใช้น้ำดื่มน้ำใช้ก็เพิ่มมากขึ้น แต่แหล่งน้ำจืดกลับลดน้อยลง (สุธีลา และคณะ, 2544)

การศึกษาคุณภาพน้ำ

กรมควบคุมมลพิษ (2546) รายงานว่าการศึกษาคุณภาพน้ำเป็นการศึกษาถึงสถานภาพของแหล่งน้ำว่ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนั้น ทั่วไปจะแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical parameters) คือ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปร อันเกิดจากลักษณะกายภาพที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ในทางตรงหรือทางอ้อม เช่น สี (color), ความขุ่น (turbidity), อุณหภูมิ (temperature), ความนำไฟฟ้า (conductivity), ปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids) ฯลฯ เป็นต้น

2.คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical parameter) คือ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรอันเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ความเป็นกรด (acidity), ความเป็นด่าง (alkalinity), ความกระด้าง (hardness), ปริมาณออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free carbondioxide), ไนโตรเจน (nitrogen), ฟอสฟอรัส (phosphorus), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide), ความเค็ม (salinity), โลหะหนัก (heavy metals), สารพิษ (pesticides) ฯลฯ

3. คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ (Biological parameter) คือ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำอันมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและอ้อม เช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (plankton), แบคทีเรีย (bacteria), พืชน้ำ (aquatic macrophytes), เชื้อโรค (pathogens) ฯลฯ

พารามิเตอร์ที่ต้องตรวจสอบในภาคสนาม หรือตรวจสอบทันทีพร้อมกับการเก็บตัวอย่างน้ำ

1. **ความโปร่งแสง** เป็นหน่วยที่บอกถึงความขุ่นของน้ำ ซึ่งความขุ่นหมายถึงการที่สารแขวนลอยอยู่ในน้ำและเป็นอุปสรรคต่อการส่งผ่านของแสงลงไปในน้ำ สารแขวนลอยในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมักเกิดจากตะกอนดินหรือแพลงก์ตอน และความโปร่งแสงสามารถวัดได้จากระยะความลึกของน้ำที่สามารถมองเห็นวัตถุ โดยใช้แผ่น secchi disc หย่อนลงไปถึงระดับความลึกที่ไม่สามารถมองเห็นแผ่นวัตถุได้ ความโปร่งแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร แต่หากมีความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากเกินไป (วิรัช, 2544)

2. **สี** (color) สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสิ่งที่อยู่ในน้ำ ทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต สีของน้ำอาจบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อม และสารแขวนลอย ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ หรืออาจใช้ในการประเมินกำลังผลิตอย่างประมาณได้ สีของน้ำจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ **สีปรากฏ** (apparent color) หมายถึง สีของน้ำที่ปรากฏให้เห็นแก่สายตาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสง จากสารแขวนลอยในน้ำ พื้นท้องน้ำหรือจากท้องฟ้า **สีจริง** (true color) หมายถึง สีของน้ำที่เกิดจากสารละลายชนิดต่าง ๆ อาจเป็นสารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ ซึ่งจะทำให้เกิดสีของน้ำต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะตัวของสารเหล่านี้

แหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปจะมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล อาจเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม ชนิด ปริมาณ และความเข้มข้นของสารละลายหรือสารแขวนลอย ตลอดจนคุณภาพของแสงด้วย สีของน้ำจึงเปลี่ยนไปตามชนิดของสารที่มีอยู่ในน้ำ เช่น ถ้ามีหินปูนมากจะมีสีเขียว กำมะถันมากจะมีสีเขียวอมเหลือง เหล็กออกไซด์ปะปนมากจะมีสีแดง เป็นต้น ในบางครั้งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ ก็ทำให้สีน้ำเปลี่ยนไปเช่นกัน เป็นต้นว่า ไดอะตอมทำให้น้ำมีสีเหลืองหรือน้ำตาล สาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินทำให้น้ำสีเขียวเข้ม แพลงก์ตอนสัตว์ทำให้น้ำมีสีแดง และฮิวมัสทำให้น้ำมีสีน้ำตาลอมเหลือง (วิรัช, 2544)

3. **อุณหภูมิ** (temperature) อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพล ทั้งโดยทางตรงและโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ปกติอุณหภูมิของน้ำธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำในประเทศไทย อุณหภูมิของน้ำในธรรมชาติจะผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 23 ถึง 32 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง 28 ถึง 30 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำธรรมชาติจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

อุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตาม อุณหภูมิของน้ำ และสภาพแวดล้อม ที่อยู่อาศัย แต่ก็จะต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม ปลาจะสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงจำกัด เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นกิจกรรมต่าง ๆ อัตราของกิจกรรมจะแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับขบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกายและสภาพแวดล้อม (วิรัช, 2544)

4. **ความขุ่น** (turbidity) ความขุ่นของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำที่สกัดกั้นหรือดูดซับปริมาณแสงที่ส่องผ่านไว้ได้ ความขุ่นของน้ำแสดงถึงความสามารถของสารแขวนลอยในน้ำ ที่จะขัดขวางสะท้อนแสงและดูดซับแสงเอาไว้ แหล่งน้ำใดที่มีความขุ่นสูงย่อมแสดงว่ามีการส่องผ่านของแสงน้อย ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ สิ่งที่ทำให้น้ำขุ่น อันได้แก่ อินทรีย์และอนินทรีย์สารในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ โดยปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย เช่น อนุภาคของดิน ทราย แพลงก์ตอน แบคทีเรีย เป็นต้น หน่วยของความขุ่นมีหน่วยเป็น เอ็นทียู (NTU, Nephelometric Turbidity Units) โดยปรกติแล้วน้ำไม่ควรมีความขุ่นเกิน 100 NTU เพราะจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์และพืชน้ำ อาทิเช่น บดบังแสงสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ นอกจากนี้จะมีผลต่อระบบการผลิตประปาที่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีในการกำจัดตะกอนของน้ำ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

5. ปริมาณออกซิเจน (Dissolved oxygen) หรือ DO เป็นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีความสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด เพราะต้องถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน ขบวนการต่างๆ ที่ต้องใช้ออกซิเจนเรียกว่า Aerobic process การละลายออกซิเจนนั้นจะขึ้นอยู่กับความกดของบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำและปริมาณเกลือแร่ที่อยู่ในน้ำ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีผลมาจากปฏิกิริยาทางชีวภาพและทางเคมีที่เกิดขึ้น ซึ่งออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะบ่งชี้ให้ทราบว่าแหล่งน้ำนั้นสามารถรองรับสารอินทรีย์ได้มากน้อยเพียงใด โดยไม่เกิดผลกระทบทางลบขึ้นในแหล่งน้ำ ก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจืดจะมาจากบรรยากาศ หรือมาจากผลผลิตสุดท้ายของกระบนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย นอกจากนี้ออกซิเจนยังถูกใช้โดยกระบวนการหายใจ และปฏิกิริยาของสารอนินทรีย์ (ทินกร, 2548) หน่วยที่ใช้เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่เหมาะแก่การดำรงชีวิต ควรมีค่า DO ไม่ต่ำกว่า 5 mg/l แหล่งน้ำโดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำบางแห่งอาจตรวจวัดค่า DO ได้สูงเกินกว่า 10 mg/l ในเวลากลางวัน แสดงให้เห็นว่ามีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติของสาหร่ายในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

6. **ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ** (Conductivity) ได้แก่ ค่าที่แสดงถึงความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำทางไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของปริมาณเกลือหรือสารละลายอนินทรีย์ต่างๆในน้ำ หน่วยวัดของค่าการนำไฟฟ้า คือ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (µS/cm) ค่าการนำไฟฟ้าส่วนใหญ่จะแปรผันโดยตรงกับความเค็มของน้ำ ดังนั้น การนำไฟฟ้าของน้ำจะมีผลโดยตรงต่อการใช้ประโยชน์ด้านการอุปโภคบริโภคและการเพาะปลูก แหล่งน้ำปกติจะมีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 150 - 300 µS/cm แหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าเกินกว่า 1000 µS/cm อาจไม่เหมาะสำหรับการผลิตประปา เพราะจะเริ่มมีรสเค็มหรือมีการปนเปื้อนของสารละลาย ขณะที่ แหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าเกินกว่า 2000 µS/cm จะไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้เพื่อการชลประทาน เพราะจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 องศาเซลเซียส ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง 2 % ค่าการนำไฟฟ้า 1,500 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร ค่าที่เหมาะสมของค่าการนำไฟฟ้าในแหล่งน้ำคือ 150 - 300 µS/cm (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

7. **ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำ** (pH) ได้แก่ ค่าบ่งชี้ระดับความเป็นกรดหรือด่างของแหล่งน้ำ ซึ่งมีความต่ำสุด 0 หน่วย และมีค่าสูงสุด 14 หน่วย แหล่งน้ำที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 จะถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นกรด แหล่งน้ำที่มีค่า pH สูงกว่า 7 จะถือว่ามีสภาพเป็นด่างการเกิดพิษของแอมโมเนียจะสูง pH ของน้ำแต่ละแห่งจะแตกต่างกัน โดยน้ำธรรมชาติจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 - 9.0 แต่ช่วงที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำมักมีค่า 6.5 - 9.0 (ทินกร, 2548 อ้างตาม ประเทือง, 2534) แหล่งน้ำที่ดีควรมีค่า pH ใกล้เคียง 7 ซึ่งไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน อาทิ การอุปโภคบริโภค การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ การเกษตรและอุตสาหกรรม ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินของประเทศอนุโลมให้ค่า pH ควรอยู่ในช่วง 5 - 9 แหล่งน้ำที่ค่า pH ไม่ได้มาตรฐานอาจเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และเป็นอุปสรรคต่อการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

8. **ค่าความเค็มของน้ำ** (Salinity) ได้แก่ ค่าแสดงระดับความเค็มของแหล่งน้ำซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับค่าการนำไฟฟ้า ความเค็มมีหน่วยเป็นพีพีที (ppt, part per thousand, หรือส่วนในพันส่วน) น้ำที่มีความเค็มมากย่อมไม่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์เพื่อการประปา การเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปกติแหล่งน้ำจะเริ่มมีรสเค็มที่ระดับความเค็มประมาณ 0.5 ppt ซึ่งเริ่มไม่เหมาะจะนำมาใช้เพื่อการประปา ขณะที่ความเค็มประมาณ 1 ppt ไม่เหมาะจะนำมาใช้เพื่อการชลประทาน นอกจากนี้ ค่าความเค็มมีค่าเกินกว่า 7 ppt จะไม่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงและการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืด สำหรับน้ำจืด ความเค็ม

อยู่ระหว่าง 0-0.5 ส่วนในพันส่วน น้ำกร่อย 0.5-30 ส่วนในพันส่วนและน้ำเค็ม มากกว่า 30 ส่วนในพันส่วนขึ้นไป (25 - 32 ppt) (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

พารามิเตอร์ที่ตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ

1.ค่าความกระด้าง (Hardness) ความกระด้างของน้ำ โดยปกติจะเกิดจากปริมาณของเกลือ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายในน้ำ รวมไปถึงโลหะหนักบางชนิดที่มีประจุบวก ค่าความกระด้างโดยตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำมักจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่างและความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ความกระด้างของน้ำช่วยลดมลพิษของสารพิษหลายชนิด เช่น พวกโลหะหนักต่างๆ ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม เป็นตัวช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำ ค่าความกระด้างที่เหมาะสมในแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ 75 - 150 mg/l (ทินกร, 2548 อ้างตาม ประเทือง, 2534)

2. **ค่าความเป็นด่าง** (Alkalinity) ความเข้มข้นของด่าง ส่วนใหญ่เป็นอิออนของคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ เป็นส่วนใหญ่ ค่าความเป็นด่างตามธรรมชาติไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ ค่าความเป็นด่างจะมีผลเกี่ยวเนื่องกับคุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ค่าความเป็นกรด ค่าความกระด้าง เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของค่าความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลง pH เร็วเกินไป ซึ่งค่าความเป็นด่างของแหล่งน้ำธรรมชาติที่พบได้ทั่วไปนั้นจะพบอยู่ในช่วง 10 - 200 mg/l ค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ 50 - 300 mg/l (ทินกร, 2548 อ้างตาม ประเทือง, 2534)

3. **คาร์บอนไดออกไซด์** (Carbondioxide) คาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลผลิตสุดท้ายของการย่อยสลายขอกลไกของแบคทีเรียและกระบวนการหายใจของพืช มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี อยู่ในรูป คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต ช่วยให้ pH ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว คาร์บอนไดออกไซด์จะละลายลงสู่แหล่งน้ำได้ดี ซึ่งอาจจะเป็นแหล่งที่มาจากธรรมชาติหรือมลพิษของกรดที่มีผลต่อไบคาร์บอเนต (ทินกร, 2548)

4. ค่าแอมโมเนีย (NH_3) แอมโมเนียจะพบได้ 2 แบบ แอมโมเนียอิออนซึ่งแตกตัวง่ายส่วนใหญ่จะพบในสภาพน้ำเป็นกรด กับก๊าซแอมโมเนียซึ่งไม่มีการแตกตัว มักจะพบในสภาพน้ำเป็นด่าง แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำจะอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัว NH_3 ส่วนแอมโมเนียที่แตกตัว NH^+_4 จะไม่เป็นพิษ

ต่อสัตว์น้ำ แอมโมเนียที่ไม่แตกตัวสามารถละลายได้ดีในไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ การให้อาหารที่มีโปรตีนสูง เศษอาหารที่เหลือ ของเสียที่มีอยู่จะทำให้ปริมาณของแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ทำให้เหงือกถูกทำลายไนไตรท ไนเตรท สารประกอบไนโตรเจนในแหล่งน้ำ ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในการเลี้ยงสัตว์น้ำที่เหมาะสมและในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่ควรมีปริมาณของแอมโมเนียเกินกว่า 0.5 mg/l (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

5. ค่าไนเตรต (Nitrate, NO_3^- - N) ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรต ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของเสียหรือน้ำทิ้งที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน เช่นเดียวกับค่าแอมโมเนีย - ไนโตรเจน หรือการชะล้างปุ๋ยหน้าดินในพื้นที่เกษตรกรรม โดยทั่วไปปริมาณไนเตรต - ไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปมาจากแอมโมเนีย - ไนโตรเจนในแหล่งน้ำ โดยแบคทีเรียกลุ่ม autotrophic nitrifying ซึ่งแหล่งน้ำที่มีความสกปรกสูง และมีการปนเปื้อนอย่างสม่ำเสมอ มักตรวจพบไนเตรต - ไนโตรเจนในปริมาณสูง แหล่งน้ำที่ตรวจพบไนเตรต - ไนโตรเจนสูง ย่อมแสดงว่ามีการปนเปื้อนจากของเสียหรือสิ่งสกปรกจากชุมชน หรือมีการชะล้างหน้าดินในพื้นที่เกษตรกรรมในปริมาณสูง ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อการนำน้ำมาใช้ในการบริโภคหรือการผลิตประปา ทำให้เกิดโรคระบบโลหิต ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินไม่ควรมีค่าไนเตรต - ไนโตรเจนเกินกว่า 5 mg/l นอกจากนี้ ไนเตรต - ไนโตรเจน ที่มากเกินปกติอาจก่อให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มประชากรของพืชน้ำอย่างรวดเร็วผิดปกติ เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช (algae bloom) หรือผักตบชวา เป็นต้น เนื่องจากไนเตรตเป็นปุ๋ยหรือสารอาหารสำคัญของพืชน้ำ ซึ่งพืชน้ำเหล่านี้จะกลายเป็นอุปสรรคต่อการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำ การใช้น้ำเพื่อผลิตประปาและการคมนาคม เป็นต้น(กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

6. ค่าไนไตรท์ (Nitrite, NO_2^- - N) ไนไตรท์เกิดจากการเปลี่ยนรูปทางเคมีของสารประกอบไนโตรเจน โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม คีโมออโต้โทรป (Chemoautotroph) ที่สามารถดึงออกซิเจนออกจากสารประกอบไนโตรเจน (ไนเตรท) มาใช้เพื่อการดำรงชีวิต ในกรณีที่ขาดออกซิเจนหรือออกซิเจนไม่เพียงพอ จนทำให้เกิดการสะสมของไนไตรท์ การสะสมของของเสีย เช่น ของเสียจากสัตว์น้ำ เศษอาหารเหลือ เนื่องจากการให้อาหารมากเกินไป หรือเศษแพลงก์ตอน เหล่านี้ เป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจน ที่ทำให้เกิดไนไตรท์ภายในแหล่งน้ำ (ทินกร, 2548) แหล่งน้ำส่วนใหญ่จะพบปริมาณของไนไตรท์ไม่มากนัก โดยจะพบปริมาณของไนไตรท์ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1 mg/l ในแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

7. **ฟอสฟอรัส** (Phosphorus) มีความสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชน้ำ อยู่ในรูปออโธฟอสเฟต สำหรับ Oligotrophic lake ค่าออโธฟอสเฟตน้อยกว่า 0.1 mg/l และ Eutrophic lake มากกว่า 0.1 mg/l ถ้ามีมากกว่า 0.6 mg/l น้ำมีปัญหาด้านมลภาวะ มาตรฐานกำหนดไว้ไม่ควรเกิน 0.1 mg/l (ทินกร, 2548 อ้างตาม ประเทือง, 2534)

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP) ได้แก่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำในรูปแบบต่างๆ ฟอสฟอรัสเป็นอาหารสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ แหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากเกินปกติอาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำ รวมทั้งสาหร่าย แพลงค์ตอนพืช หรือผักตบชวา ได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปปริมาณฟอสฟอรัสที่จะก่อปัญหาต่อแหล่งน้ำ จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนเสมอ โดยฟอสฟอรัสจะเป็นปัจจัยหลัก และจะมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยรอง และแหล่งน้ำที่มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด อยู่ระหว่าง 0.05 - 1 mg/l หรือมากกว่า มีโอกาสเกิดปัญหา algae bloom ได้ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับสภาวะทางกายภาพที่เหมาะสม ได้แก่ อุณหภูมิ กระแสน้ำ เป็นต้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินปกติในแหล่งน้ำส่วนใหญ่จะปนเปื้อนมาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากชุมชน การชะล้างหน้าดินที่มีการสะสมของปุ๋ยหรือการระบายน้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น แหล่งน้ำเสื่อมโทรมมักมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเกินกว่า 0.6 mg/l ขึ้นไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

8. ตะกอนสารแขวนลอยทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำ (Total Suspended Solid; TSS) ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (Suspended Solids, SS) ได้แก่ ตะกอนสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ ที่แขวนลอยในน้ำ สารอินทรีย์ ได้แก่ สิ่งขับถ่าย เศษอาหาร สาหร่าย ฟองสบู่ หรือแพลงก์ตอน เป็นต้น ส่วนสารอนินทรีย์ ได้แก่ ดิน หรือ ตะกอนอื่นๆ ที่ไม่ย่อยสลาย สารแขวนลอยในแหล่งน้ำอาจเกิดจากการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม หรือกิจกรรมด้านการเกษตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) หรืออาจมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากการชะล้างหน้าดินในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะทำให้ดินตะกอนจากพื้นดินไหลลงสู่แหล่งน้ำ และอาจเกิดจากการพังทลายของดินภายในบริเวณใกล้ๆ แหล่งน้ำ ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดิน ภูมิอากาศด้วย (Troeh *et al.*, 2004)

ปริมาณสารแขวนลอยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงที่ดีควรมีค่าสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25 - 80 mg/l แต่ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 80 - 400 mg/lจะให้ผลผลิตลดลง ถ้ามีค่ามากกว่า 400 mg/l มักจะใช้เลี้ยงปลาไม่ได้ผล นอกจากนี้แหล่งน้ำที่เหมาะจะนำมาใช้สำหรับการผลิตประปาโดยตรงควรมีค่าสารแขวนลอยไม่น้อยกว่า 25 mg/l ตะกอนแขวนลอยเป็น

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการบดบังพลังงานแสงที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำ หลักการวิเคราะห์ใช้วิธีการวัดน้ำหนักตะกอนสารแขวนลอยที่อบแห้ง ซึ่งได้จากการกรองน้ำตัวอย่างในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ น้ำควรมีตะกอนแขวนลอยไม่เกิน 25 mg/l (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

9. **ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์หรือบีโอดี** (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ได้แก่ ค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีมากย่อมแสดงว่ามีความสกปรกมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือปฏิกูลส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในแหล่งน้ำลดลง และอาจเกิดความเน่าเสียได้ (Xinglong and Boyd, 2004) โดยทั่วไปแหล่งน้ำผิวดินที่อนุรักษ์ไว้สำหรับการดำรงชีวิตสัตว์น้ำ และการผลิตประปาขั้นพื้นฐานไม่ควรมีค่าบีโอดีเกินกว่า 1.5 mg/l ถ้าจะอนุรักษ์ไว้เพื่อกิจกรรมด้านการเกษตรไม่ควรมีค่าบีโอดีเกิน 2.0 mg/l ส่วนแหล่งน้ำที่จะอนุรักษ์ไว้ใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมด้านอุตสาหกรรมไม่ควรมีค่าบีโอดีเกินกว่า 4.0 mg/l (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

เฉลิมชัย และคณะ (2548) ได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนบริเวณอ่าวศรีราชา พบว่าส่วนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความเค็ม ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ดังนั้นเมื่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้คลอโรฟิลล์สูงขึ้นอีกด้วย

จิรยุทธ์ และคณะ (2545) ได้มีการศึกษาความขุ่น (Turbidity) และปริมาณตะกอนแขวนลอย (Suspended Solid) ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 2 แบบ คือ แหล่งน้ำที่มีการไหลอยู่ตลอดเวลาและแหล่งน้ำที่ไม่มีการไหลเวียนของน้ำหรือหยุดนิ่ง พบว่ามีความสัมพันธ์กัน โดยในแหล่งธรรมชาติที่มีการไหลเวียนของน้ำอยู่ตลอดเวลานั้นจะมีค่าความขุ่น(Turbidity) และปริมาณตะกอนแขวนลอย (Suspended Solid) อยู่สูงกว่าแหล่งน้ำนิ่ง แต่เมื่อนำน้ำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์โดยหาปริมาณของแข็งที่อยู่ในรูปสารละลาย (Dissolved Solid) จะพบว่า แหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่นิ่งจะมีปริมาณที่สูงกว่าน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา

พงศ์เชฏฐ์ (2548) ได้มีการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล พบว่า ความขุ่นส่วนใหญ่เกิดจากแพลงก์ตอนพืช น้ำมีค่าความเป็นด่างและความกระด้างต่ำ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วงกว้าง เนื่องจากมีปริมาณแพลงก์ตอนที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละ

ช่วงเวลาโดยเฉพาะในบริเวณที่ตื้นริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำทั้งสองฝั่งที่อยู่ไม่ไกลจากลำน้ำหลักทั้งสองสายที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งในช่วงหลังจากน้ำเริ่มหลากในฤดูฝนน้ำจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง เนื่องจากมีการชะล้างสารอินทรีย์และสารอาหารของพืชลงสู่อ่างเก็บน้ำจึงทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น และพบว่าน้ำที่อยู่บริเวณที่ตื้นริมฝั่งของอ่างเก็บน้ำมีค่าบีโอดีสูงกว่าบริเวณอื่น จึงชี้ให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่มีอยู่มากในน้ำ ส่วนค่าแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟตส่วนใหญ่มีค่าต่ำ เนื่องจากมีการใช้โดยแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ จึงทำให้ทราบว่าในช่วงหลังจากน้ำเริ่มหลากในฤดูฝนนั้นเกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่น ทำให้แพลงก์ตอนพืชเกิดการเจริญเติบโตเร็วและเพิ่มจำนวนมากเกินไป จนทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงในช่วงกลางวัน และอาจทำให้เกิดการขาดออกซิเจนในน้ำช่วงกลางคืนได้ อีกทั้งเมื่อแพลงก์ตอนพืชตายลงจะทำให้เกิดการเน่าเสียของแพลงก์ตอนพืชในน้ำทำให้ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดลงมากจนอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำ

สันธิวัฒน์ (2550) ศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำบริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยาซึ่งเป็นพื้นที่หน้ามหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา และเป็นชุมชนที่มีการขยายตัวอย่างมากในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่าคุณภาพน้ำยังมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำแต่ค่าการนำไฟฟ้าและค่าบีโอดีในช่วงฤดูแล้งและต้นฤดูฝนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนของแหล่งน้ำ

สันธิวัฒน์ และคณะ (2550) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการบริเวณลำน้ำปิงในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ตั้งแต่บริเวณใต้เขื่อนภูมิพลจนถึงเหนือเขื่อนแม่ปิงตอนล่าง จำนวน 5 สถานี โดยเก็บข้อมูล 3 ครั้ง ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม 2550 ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำมีค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย ตามลำดับดังนี้ อุณหภูมิ 26.70, 25.28, 25.82 องศาเซลเซียส ความโปร่งแสง 338, 30, 90.8 ซม. ความขุ่น 2.18, 0.10, 0.79 NTU ปริมาณของแข็งแขวนลอย 8.75, 0.25, 2.78 มิลลิกรัมต่อลิตร การนำไฟฟ้า 184.0, 176.0, 179.8 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 3.62, 1.21, 2.18 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 2.75, 0.70, 1.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่าง 7.49, 5.61, 6.50 ความเป็นด่าง 119, 91, 101.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง 84.0, 61.0, 72.2 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 1.35, 0.09, 0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรท 0.49, 0.01, 0.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ออร์โธฟอสเฟต 0.85, 0.12, 0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 3.40, 1.00, 1.89 ไมโครกรัมต่อลิตร จากการศึกษานี้พบว่าคุณภาพน้ำในลำน้ำสามารถ

นำมาใช้เพื่ออุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรมและการอนุรักษ์พันธุ์พืชได้

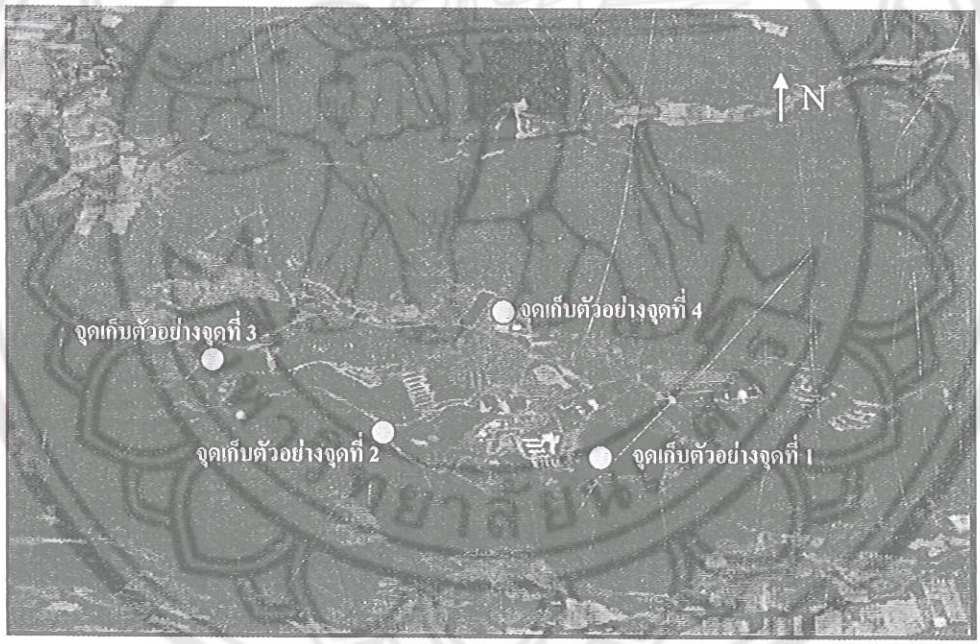
วิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากอ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำที่สำคัญในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา โดยเก็บบริเวณกลางแหล่งน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร โดยทำการเก็บตัวอย่าง 4 จุด คือ

- จุดที่ 1 อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1
- จุดที่ 2 แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัย
- จุดที่ 3 อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2
- จุดที่ 4 อ่างเก็บน้ำด้านหน้าหอพักนิสิตเวียงพะเยา



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง 4 แห่งบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา จุด 1 อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 จุด 2 แหล่งผลิตน้ำประปา จุด 3 อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 จุด 4 อ่างเก็บน้ำหน้าหอพักนิสิตเวียงพะเยา

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ทุก 1 เดือน จากแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา 5 แหล่งน้ำ (ภาพที่ 1) โดยเก็บที่ระดับผิวน้ำลึก 30 เซนติเมตร ให้เต็มขวด ปิดฝา เก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยการแช่ในถังน้ำแข็ง นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ก๊าซที่ละลายในน้ำเก็บตัวอย่างด้วยขวด BOD ที่ความลึก 30 เซนติเมตร วิเคราะห์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง ในการเก็บตัวอย่างจะทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ ตามพารามิเตอร์ในตารางที่ 1

ตาราง 1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ หน่วยการวัด และเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำ

Parameter	Unit	Equipments / Methods
Sampling Station	UTM	GPS (Garmin Map 76s)
Weather Condition	-	Observation
Air Temperature	^{o}C	Thermometer
Water Depth	m	Secchi disc
Water Transparency	m	Secchi disc
Water Temperature	^{o}C	Multi Probes Water Analyzer (YSI 556 mps)
Turbidity	NTU	Turbidity Meter (WTW)
Dissolved Oxygen	mg/l	Iodometric Method - Azide Modification (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Biochemical Oxygen Demand	mg/l	Iodometric Method - Azide Modification (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Free CO_2	mg/l	Titration Method (APHA, AWWA, WEF, 1995)
pH	-	Multi Probes Water Analyzer (YSI 556 mps)
Electro Conductivity	□S/cm	Multi Probes Water Analyzer (YSI 556 mps)
Total Dissolved Solid	mg/l	Multi Probes Water Analyzer (YSI 556 mps)
Total Suspended Solid	mg/l	Dried at 103-105 ^{o}C (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Alkalinity	mg/l as $CaCO_3$	Titration Method (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Hardness	mg/l as $CaCO_3$	Titration Method (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Nitrate- Nitrogen	mg/l	Colorimetric Method (Hach DR2800)
Ammonia- Nitrogen	mg/l	Colorimetric Method (Hach DR2800)
Total Phosphorus	mg/l	Persulfate Oxidation, Ascorbic Acid Method (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Phosphate-Phosphorus	mg/l	Colorimetric Method (Hach DR2800)
Chlorophyll a	mg/l	Spectrophotometric Method – Acetone Extraction (APHA, AWWA, WEF, 1995)
Coliform Bacteria	MPN/100 ml	APHA, AWWA, WEF, 1995

ทำการประเมินคุณภาพน้ำจากพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ DO BOD Conductivity และปริมาณสารอาหาร 3 ชนิดได้แก่ ไนเตรท- ไนโตรเจน แอมโมเนีย- ไนโตรเจน และ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และคลอโรฟิลล์ เอ มาประเมินชั้นคุณภาพน้ำ และประเมินคุณภาพน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่ไม่ใช่น้ำทะเล โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ

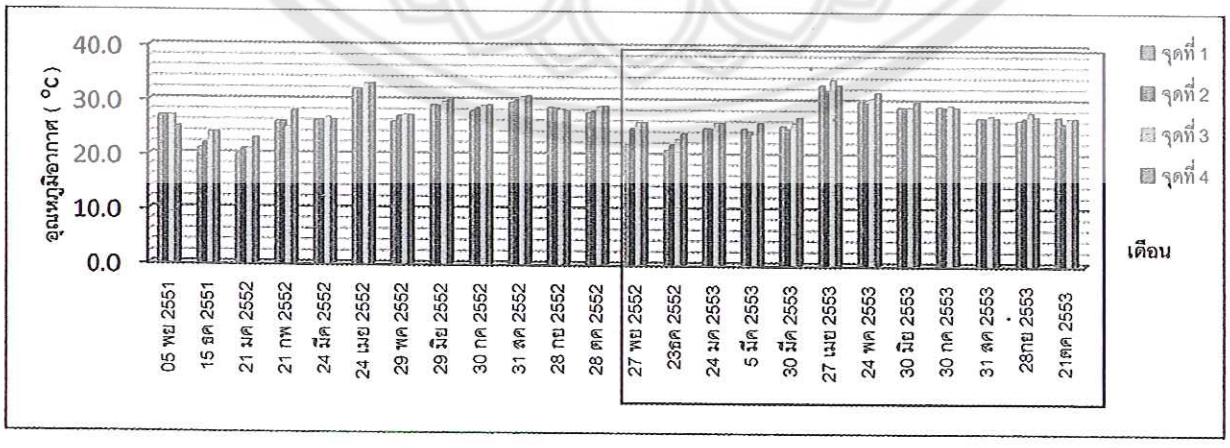
ผลการศึกษา

การศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552 – ตุลาคม 2553 โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ได้มีการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 จนถึงเดือนตุลาคม 2552 ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. **สภาพอากาศทั่วไปของวันเก็บตัวอย่าง**

สภาพอากาศทั่วไปตั้งแต่เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำเดือนพฤศจิกายน 2551 อากาศหนาวเย็นตลอดทั้งเดือนจนถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ มีฝนตกเล็กน้อยในเดือนพฤศจิกายนส่วนเดือนที่มีอากาศเย็นที่สุดคือเดือนมกราคม และอากาศร้อนจัดช่วงเดือนเมษายนมีอุณหภูมิสูงที่สุด โดยมีสภาพอากาศแต่ละจุดดังต่อไปนี้

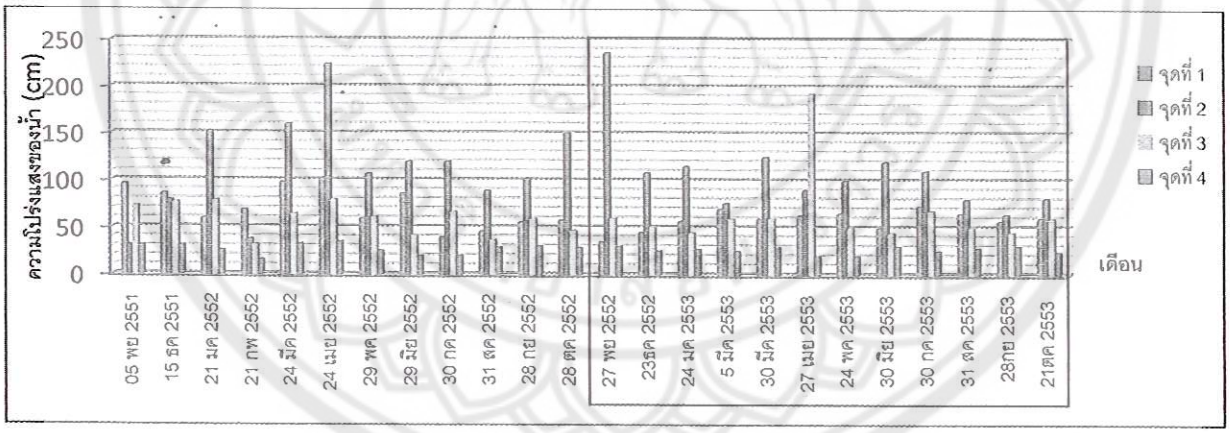
จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 สภาพอากาศทั่วไปในช่วงที่ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงตุลาคม 2553 มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 28.4 องศาเซลเซียสและช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือ เดือนเมษายนทั้งสองปีมีอุณหภูมิ 32-33 องศาเซลเซียสตามลำดับ เดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือ เดือนมกราคมปี 2552 อุณหภูมิ 20.0 องศาเซลเซียส จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 อุณหภูมิสูงสุดคือเดือนเมษายนปี 2552 อุณหภูมิ 32.0 องศาเซลเซียส และเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือเดือนมกราคมปี 2552 อุณหภูมิ 21.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 28.0 องศาเซลเซียส จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อุณหภูมิสูงสุดคือเดือนเมษายนปี 2552 อุณหภูมิ 33.0 องศาเซลเซียส และเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือเดือนมกราคมปี 2552 อุณหภูมิ 21.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 28.9 องศาเซลเซียส จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 อุณหภูมิสูงสุดคือเดือนเมษายนปี 2552 อุณหภูมิ 33.0 องศาเซลเซียส และเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือเดือนมกราคมปี 2552 อุณหภูมิ 23.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 29.00 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2 อุณหภูมิอากาศ (°c)ในช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2. คุณภาพน้ำบางประการที่ทำการศึกษา

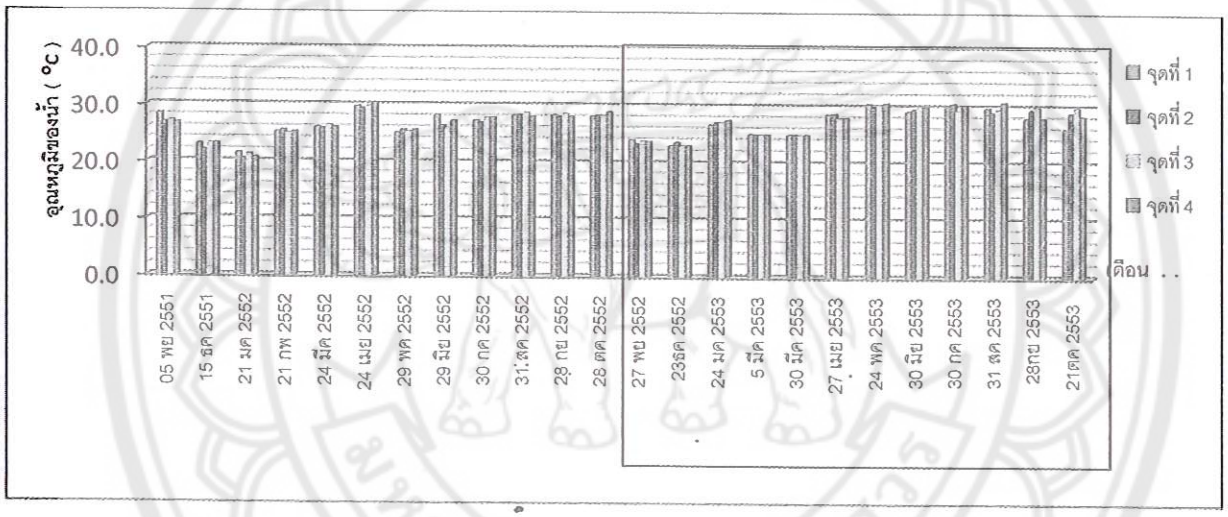
2.1 ความโปร่งแสง (Transparency) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง ตุลาคม 2553 ค่าความโปร่งแสงของจุดที่ 2 ประปามหาวิทยาลัย มีค่าความโปร่งแสงสูงที่สุดคือ 236 เซนติเมตร และค่าความโปร่งแสงของจุดที่ 4 คือบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตมีค่าต่ำสุดคือ 16 เซนติเมตร แต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 35-102 เซนติเมตร ช่วงที่มีค่าสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 106 เซนติเมตร และเดือนพฤศจิกายนปี 2552 มีค่าต่ำสุดคือ 35 เซนติเมตร ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย 51.46 เซนติเมตร จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 31-236 เซนติเมตร ช่วงที่มีค่าสูงสุด คือ เดือนพฤศจิกายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 236 เซนติเมตร และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด คือ 31 เซนติเมตร ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย 111.54 เซนติเมตร จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 32-193 เซนติเมตร ช่วงที่มีค่าสูงสุดคือ เดือนเมษายนปี 2553 มีค่าสูงถึง 193 เซนติเมตร และเดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 32 เซนติเมตร ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย 62.85 เซนติเมตร จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 16-35 เซนติเมตร ช่วงที่มีค่าสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 35 เซนติเมตร และเดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 16 เซนติเมตร ค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย 25.52 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 ความโปร่งแสงของน้ำ (cm) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.2 ค่าอุณหภูมิน้ำ พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าอุณหภูมิน้ำของแต่ละจุดจะอยู่ในช่วงกว้างจึงมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่าค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 21.4 - 31.5 องศาเซลเซียส ช่วงที่มีอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 31.5 องศาเซลเซียส และเดือนมกราคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 21.4 องศา

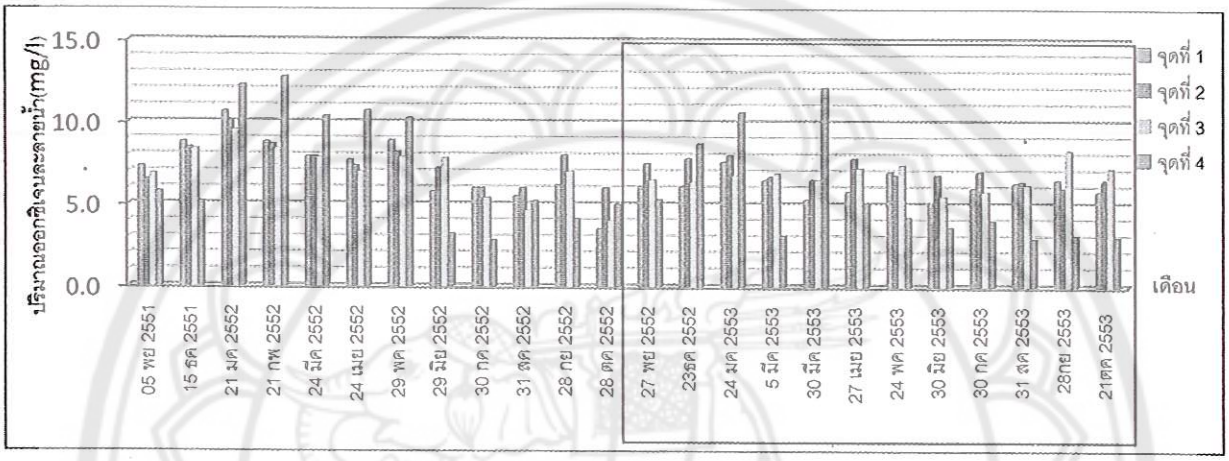
เซลเซียส ค่าอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 26.9 องศาเซลเซียส จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่าค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 20.5 - 30.6 องศาเซลเซียส ช่วงที่มีอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ เดือนกรกฎาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 30.60องศาเซลเซียส และเดือนมกราคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 20.5 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 27.05องศาเซลเซียส จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่าค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 21.3 - 30.40องศาเซลเซียส ช่วงที่มีอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 30.40 องศาเซลเซียส และเดือนมกราคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 21.3 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 27.2 องศาเซลเซียส จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่าค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 20.7 - 30.8 องศาเซลเซียส ช่วงที่มีอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ เดือนสิงหาคมปี 255 มีค่าสูงถึง 30.0 องศาเซลเซียส และเดือนมกราคมปี 255 มีค่าต่ำสุด คือ 20.7 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 27.1 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4 อุณหภูมิน้ำ (°c) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.3 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของของจุดที่ 4 มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วงกว้างที่สุด คือ 2.9 - 12.7 mg/l และค่าเฉลี่ยนของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะอยู่ในช่วง 6.0 - 7.5 mg/l ซึ่งเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันเล็กโดยแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 3.5 - 10.6 mg/l ช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 10.6 mg/l และเดือนตุลาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 3.5 mg/l ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 6.7 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 6.0 - 10.1 mg/l ช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 10.1 mg/l และเดือนตุลาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 6.0 mg/l ค่าปริมาณออกซิเจนที่

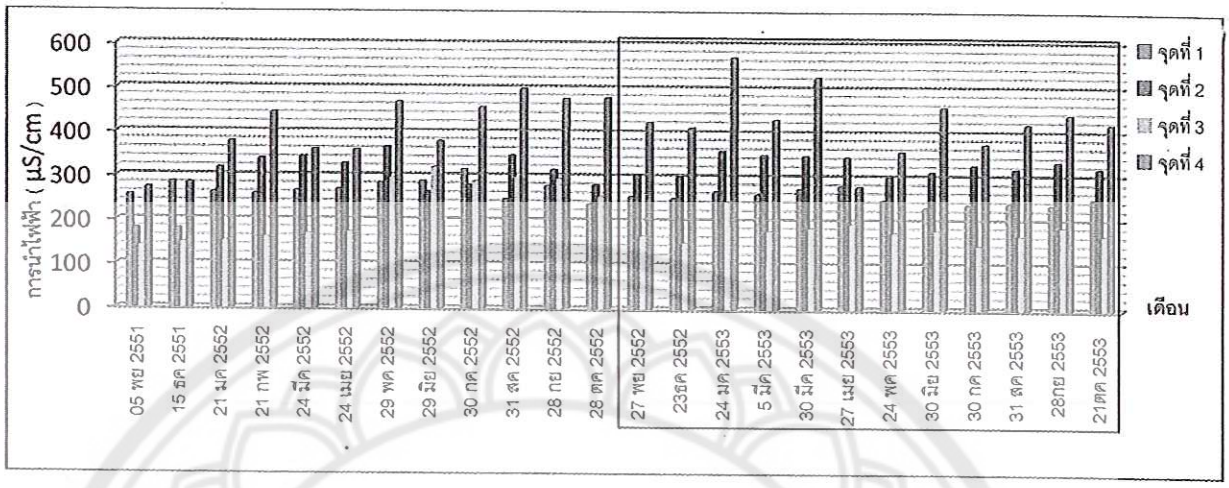
ละลายในน้ำเฉลี่ย 7.25 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 4.0 - 9.5 mg/l ช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 9.55 mg/l และเดือนตุลาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 4.0 mg/l ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 6.8 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 2.9-12.7 mg/l ช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่าสูงถึง 12.7 mg/l และเดือนสิงหาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด คือ 2.9 mg/l ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 6.3 mg/l



ภาพที่ 5 ปริมาณออกซิเจน (mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

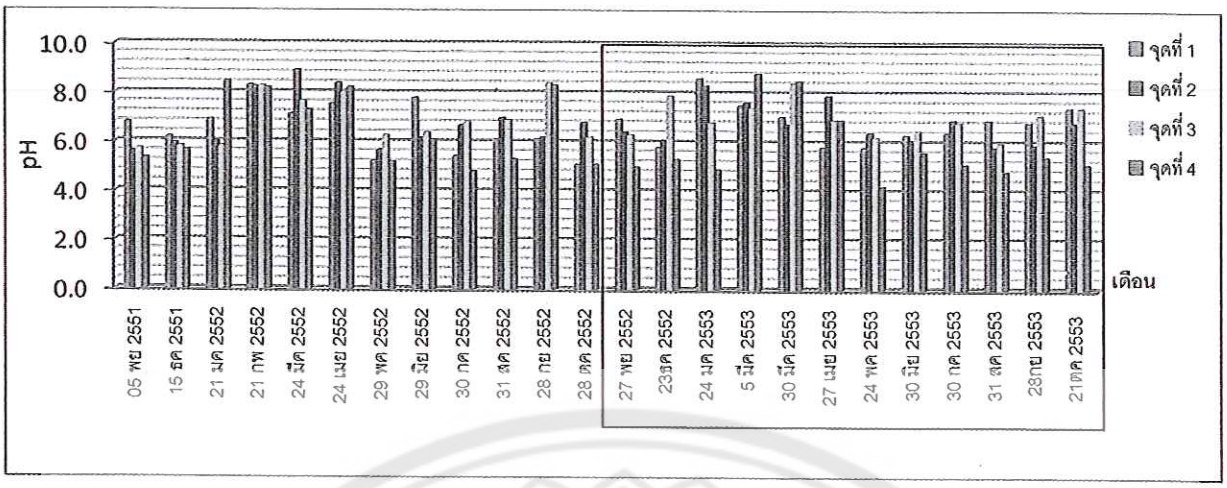
2.4 **ค่าการนำไฟฟ้า** (conductivity) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าการนำไฟฟ้าของจุดที่ 4 คือ บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตมีค่าสูงที่สุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาโดยมีค่า 570 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร(µS/cm) แต่จุดที่มีค่าน้อยที่สุดคือจุดที่ 3 คือ บ่อพักน้ำแห่งที่ 2 มีค่า 140 µS/cm ซึ่งแหล่งน้ำทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 231-315 µS/cm ช่วงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ เดือนกรกฎาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 315 µS/cm และเดือนมิถุนายนปี 2553 มีค่าต่ำสุด 231 µS/cm โดยค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 261.541 µS/cm จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 365-179 µS/cm ช่วงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 365 µS/cm และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 179 µS/cm โดยค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 310.75 µS/cm จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 140-320 µS/cm ช่วงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ เดือนมิถุนายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 320 µS/cm และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 140 µS/cm โดยค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 201.291 µS/cm จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 272-570 µS/cm ช่วงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี

2553 มีค่าสูงถึง 570 µS/cm และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 272 µS/cm โดยค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 414.458 µS/cm



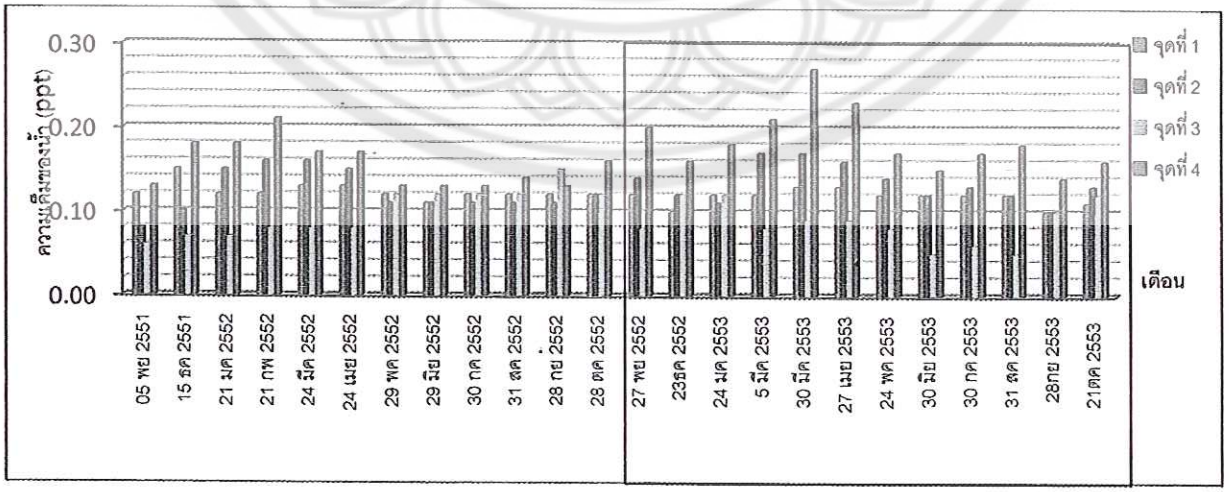
ภาพที่ 6 ปริมาณการนำไฟฟ้า (µS/cm)ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต่างกันมากแต่จะมีจุดที่ 4 คือ บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงกว้างที่สุด คือ 4.20-8.80 ส่วนแหล่งน้ำอีกสามแหล่งมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.1-8.6 ช่วงที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 8.6 และเดือนตุลาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 5.1โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 6.66 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.59-8.92 ช่วงที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุด คือ เดือนมีนาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 8.92 และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 5.59โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 6.77 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.73-8.40 ช่วงที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุด คือ เดือนกันยายนปี 2552 และมีนาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 8.40 และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 5.73โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 6.92 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 4.20-8.80 ช่วงที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุด คือ มีนาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 8.80 และเดือนพฤษภาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 4.20โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 6.14



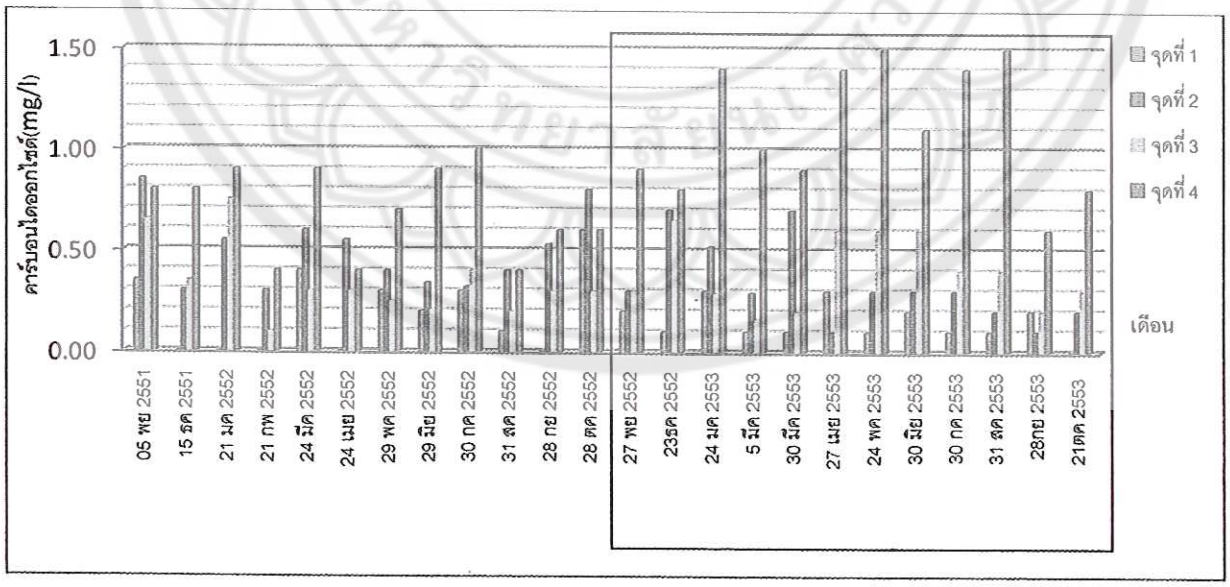
ภาพที่ 7 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.6 **ค่าความเค็ม** (Salinity) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าความเค็มของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะมีค่าไม่ต่างกันเพราะเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีลักษณะภูมิประเทศใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 0.06-0.15 ppt จะเห็นได้จากการสรุปเป็นแต่ละแหล่งน้ำโดยการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.10-0.15 ppt ช่วงที่มีค่าความเค็มสูงสุด คือ เดือนธันวาคมปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.15 ppt และเดือนธันวาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.10 pptโดยมีค่าความเค็มเฉลี่ย 0.12 ppt จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.08-0.17 ppt ช่วงที่มีค่าความเค็มสูงสุด คือ เดือนมีนาคม ปี 2553 มีค่าสูงถึง 0.17 ppt และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 0.08 pptโดยมีค่าความเค็มเฉลี่ย 0.12 ppt จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.06-0.15 ppt ช่วงที่มีค่าความเค็มสูงสุด คือ เดือนกันยายนปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.15 ppt และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 0.06 pptโดยมีค่าความเค็มเฉลี่ย 0.09 ppt จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.13-0.21 ppt ช่วงที่มีค่าความเค็มสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่า 0.21 ppt และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 0.13 pptโดยมีค่าความเค็มเฉลี่ย 0.17 ppt



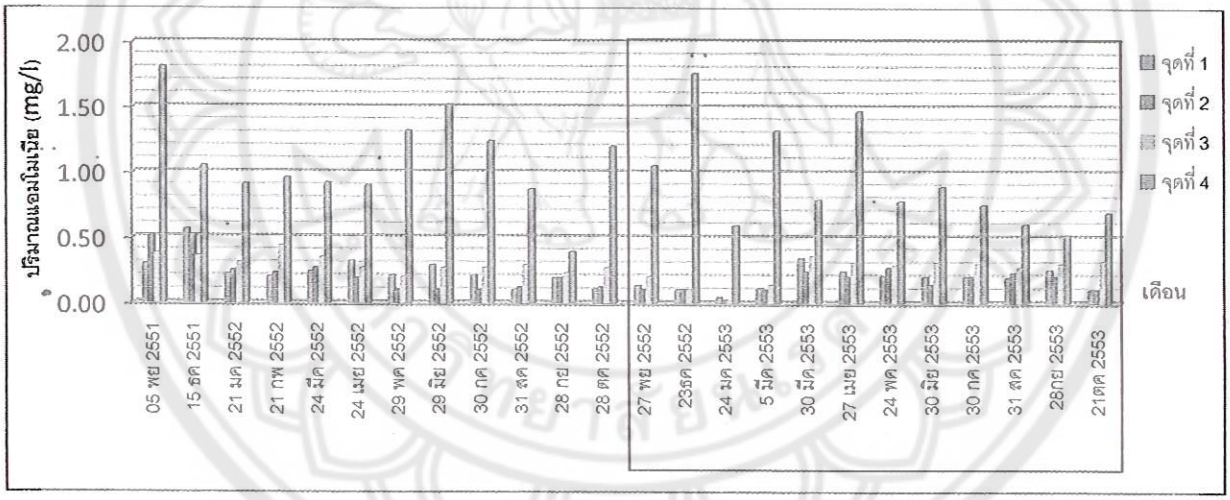
ภาพที่ 8 ค่าความเค็ม (ppt) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.7 **ค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ** (Free CO_2) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระของแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันโดยค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระเฉลี่ยของบ่อน้ำหน้าหอพักมีค่าสูงที่สุดคือ 0.90 mg/l จึงทำให้ บ่อน้ำหน้าหอพักมีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระสูงที่สุด 1.50 mg/l และค่าต่ำสุดจะเป็นประปามหาวิทยาลัยกับแหล่งน้ำที่ 3 อ่าเก็บน้ำที่ 2 นั้นเองมีรายละเอียดคือ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระอยู่ระหว่าง 0.00-0.40 mg/l ช่วงที่มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระสูงสุด คือ เดือนมีนาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.40 mg/l และเดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.00 mg/l โดยมีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระเฉลี่ย 0.16 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระอยู่ระหว่าง 0.10-0.85 mg/l ช่วงที่มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระสูงสุด คือ เดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.85 mg/l และเดือนกันยายนปี 2553 มีค่าต่ำสุด 0.10 mg/l โดยมีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระเฉลี่ย 0.41 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระอยู่ระหว่าง 0.10-0.75 mg/l ช่วงที่มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.75 mg/l และเดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.10 mg/l โดยมีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระเฉลี่ย 0.36 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระอยู่ระหว่าง 0.40-1.50 mg/l ช่วงที่มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระสูงสุด คือ เดือนสิงหาคมปี 2553 มีค่า 1.50 mg/l และเดือนสิงหาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.40 mg/l โดยมีค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระเฉลี่ย 0.90 mg/l



ภาพที่ 9 ค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

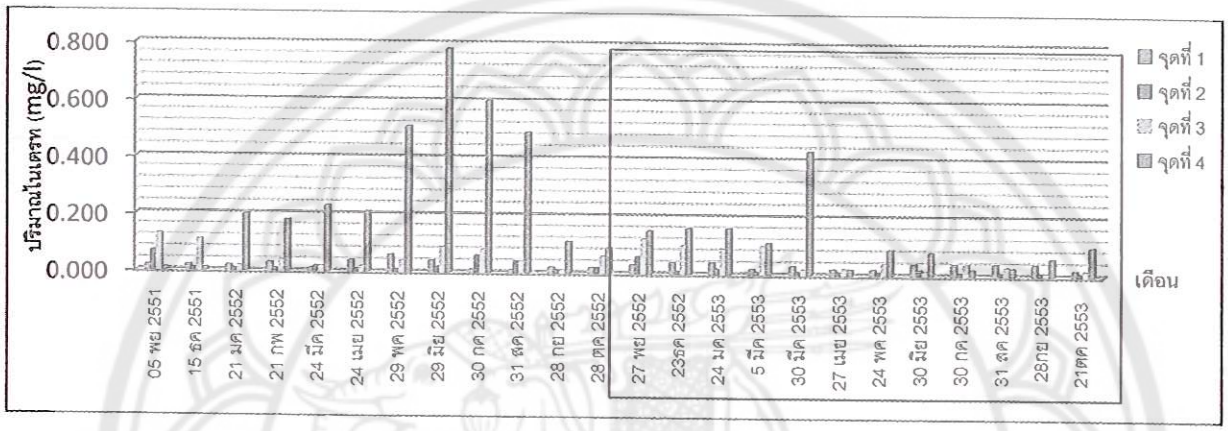
2.8 **ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน** (NH_3-N) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าแอมโมเนียของแต่ละจุดที่ 4 มีค่าสูงสุดและสูงเกินมาตรฐานมีค่า 1.76 mg/l ส่วนแหล่งน้ำอีก 3 แหล่งมีค่าไม่ต่างกันมีรายละเอียดดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.10-0.56 mg/l ช่วงที่มีค่าแอมโมเนียสูงสุด คือ เดือนธันวาคมปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.56 mg/l และเดือนตุลาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 0.10 mg/l โดยมีค่าแอมโมเนียเฉลี่ย 0.21 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.10-0.52 mg/l ช่วงที่มีค่าแอมโมเนียสูงสุด คือ เดือนธันวาคมปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.52 mg/l และเดือนกรกฎาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.10 mg/l โดยมีค่าแอมโมเนียเฉลี่ย 0.19 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.10-0.44 mg/l ช่วงที่มีค่าแอมโมเนียสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่า 0.44 mg/l และเดือนธันวาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.10 mg/l โดยมีค่าแอมโมเนียเฉลี่ย 0.27 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.52-1.76 mg/l ช่วงที่มีค่าแอมโมเนียสูงสุด คือ เดือนธันวาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 1.76 mg/l และเดือนกันยายนปี 2553 มีค่าต่ำสุด 0.52 mg/l โดยมีค่าแอมโมเนียเฉลี่ย 1.01 mg/l



ภาพที่ 10 ค่าแอมโมเนีย (mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

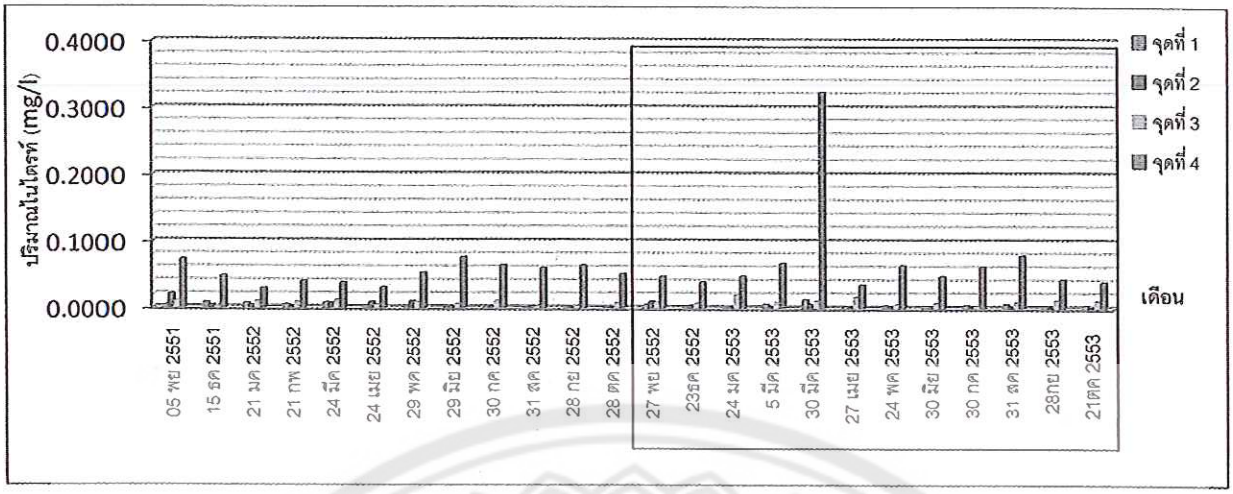
2.9 **ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน** (NO^-_3-N) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าไนเตรทของแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยจะพบว่าไม่แตกต่างกันจุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ จุดเก็บน้ำที่ 1 อ่างหลวงมีค่า 0.028 mg/l ซึ่งมากที่สุดและมีรายละเอียดสรุปดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.01-0.06 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรทสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.06 mg/l และเดือนมีนาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.01 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.028 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.01-0.07 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรท

สูงสุด คือ เดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.07 mg/l และเดือนมกราคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.01 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.02 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.01-0.13 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรทสูงสุด คือ เดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าสูงถึง 0.13 mg/l และเดือนกันยายนปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.01 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.05 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.01-0.78 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรทสูงสุด คือ เดือนมิถุนายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.78 mg/l และเดือนธันวาคมปี 2551 มีค่าต่ำสุด 0.01 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.20 mg/l



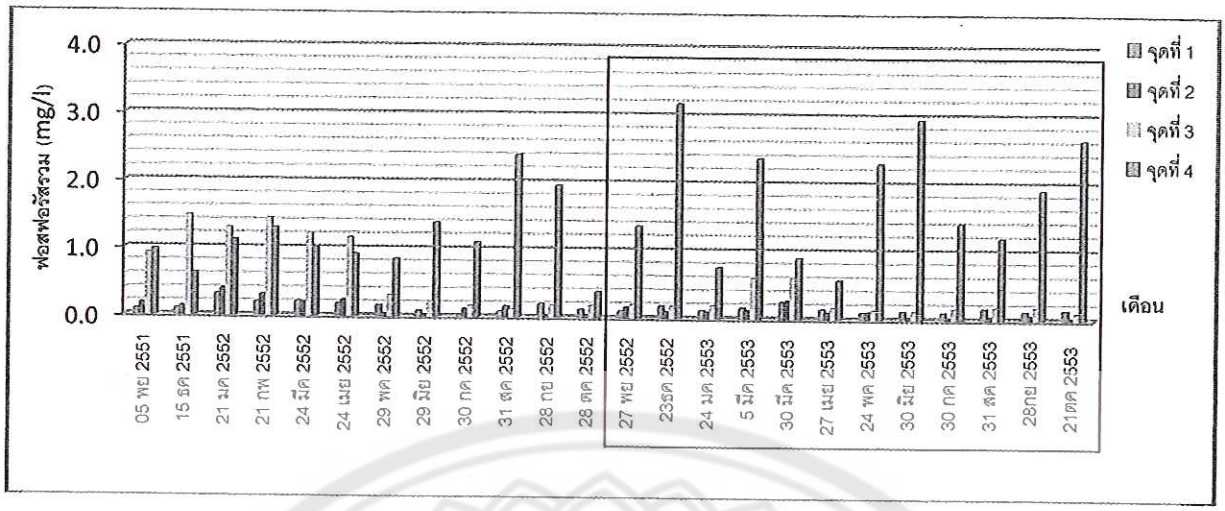
ภาพที่ 11 ปริมาณไนเตรท (mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.10 ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน (NO_2^--N) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าไนไตรท์ของแหล่งน้ำที่ 4 (บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่) มีค่าสุดที่สุด 0.0323 mg/l และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันส่วนค่าต่ำสุดคือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.001-0.013 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรทสูงสุด คือ เดือนมีนาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 0.013 mg/l และเดือนสิงหาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.001 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.004 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.001-0.021 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรทสูงสุด คือ เดือนกันยายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.021 mg/l และเดือนพฤศจิกายนปี 2551 มีค่าต่ำสุด 0.001 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.004 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.002-0.02 mg/l ช่วงที่มีค่า ไนเตรทสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 0.021 mg/l และเดือนสิงหาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.001 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.008 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าไนเตรทอยู่ระหว่าง 0.029-0.323 mg/l ช่วงที่มีค่าไนเตรทสูงสุด คือ เดือนมีนาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 0.0323 mg/l และเดือนมกราคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.029 mg/l โดยมีค่าไนเตรทเฉลี่ย 0.063 mg/l



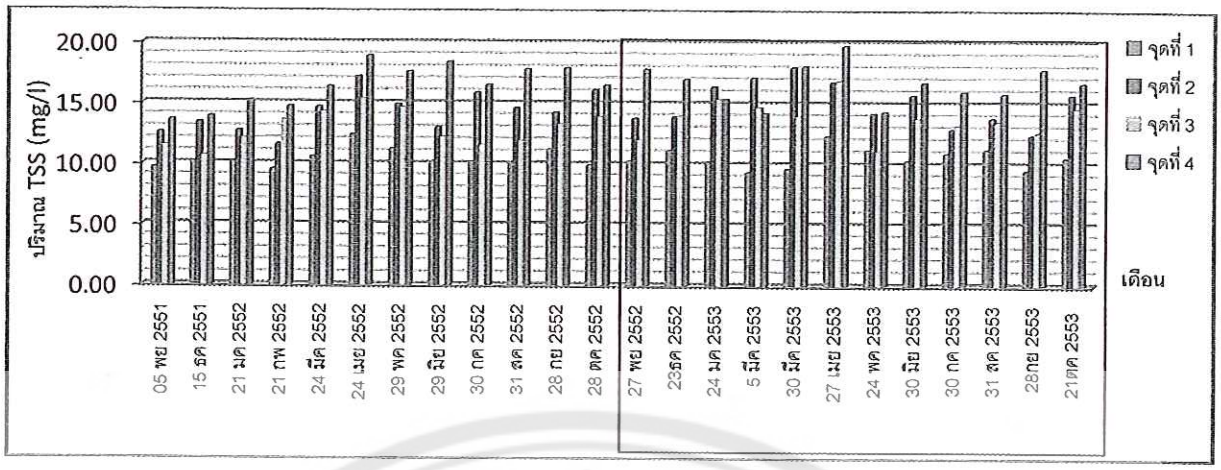
ภาพที่ 12 ปริมาณไนไตรท์ (mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.11 **ค่าฟอสฟอรัสรวม** (Total Phosphorus ;TP; PO_4^{3-} P) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงตุลาคม 2553 ค่าฟอสฟอรัสรวมจุดที่มีค่ามากที่สุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อ่างเก็บน้ำแหล่งที่ 2 มีค่า 5.40 mg/l และแหล่งน้ำที่มีค่าต่ำที่สุดคือแหล่งน้ำที่ 1 และ 2 มีค่า 0.01 mg/l มีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสรวมอยู่ระหว่าง 0.01-0.15 mg/l ช่วงที่มีค่าฟอสฟอรัสรวมสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.15 mg/l และเดือนกรกฎาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.01 mg/l โดยมีค่าฟอสฟอรัสรวมเฉลี่ย 0.063 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสรวมอยู่ระหว่าง 0.01-0.16 mg/l ช่วงที่มีค่าฟอสฟอรัสรวมสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ปี 2552 มีค่าสูงถึง 0.16 mg/l และเดือนกันยายนปี 2552 มีค่าต่ำสุด 0.01 mg/l โดยมีค่าฟอสฟอรัสรวมเฉลี่ย 0.053 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสรวมอยู่ระหว่าง 0.05-5.40 mg/l ช่วงที่มีค่าฟอสฟอรัสรวมสูงสุด คือ เดือนมีนาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 5.40 mg/l และเดือนตุลาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 0.05 mg/l โดยมีค่าฟอสฟอรัสรวมเฉลี่ย 0.444 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสรวมอยู่ระหว่าง 0.16-5.10 mg/l ช่วงที่มีค่าฟอสฟอรัสรวมสูงสุด คือ เดือนมีนาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 5.10 mg/l และเดือนเมษายนปี 2553 มีค่าต่ำสุด 0.16 mg/l โดยมีค่าฟอสฟอรัสรวมเฉลี่ย 0.964 mg/l



ภาพที่ 13 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม(mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

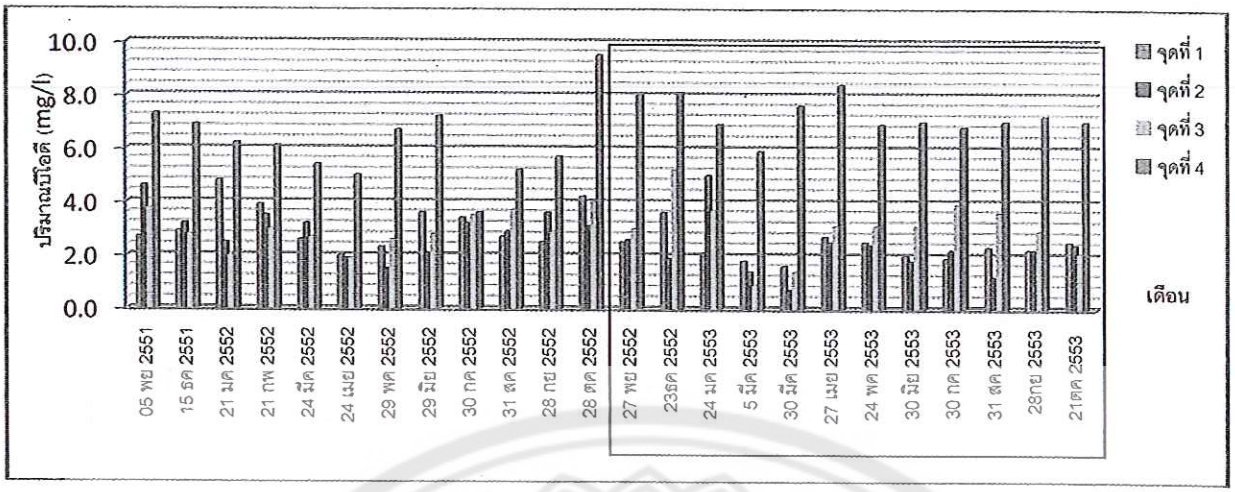
2.12 **ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำ** (Total Suspended Solids ;TSS) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551ถึงตุลาคม 2553 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำของจุดที่ 4 (บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่) มีค่าสูงสุด 19.79 mg/l และจุดที่มีค่าต่ำสุดคือจุดที่ 1 (อ่างหลวง) ค่า 9.34 mg/l มีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำอยู่ระหว่าง 9.34-12.39 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 12.39 mg/l และเดือนมีนาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 9.34 mg/l โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำเฉลี่ย 10.48 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำอยู่ระหว่าง 12.4-17.2 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 17.2 mg/l และเดือนกันยายนปี 2553 มีค่าต่ำสุด 12.4 mg/l โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำเฉลี่ย 14.64 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำอยู่ระหว่าง 11.1-16.9 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2553 มีค่าสูงถึง 16.9 mg/l และเดือนพฤษภาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 11.1 mg/l โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำเฉลี่ย 13.36 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำอยู่ระหว่าง 14.21-19.79 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2553 มีค่าสูงถึง 19.79 mg/l และเดือนกุมภาพันธ์ปี 2553 มีค่าต่ำสุด 14.21 mg/l โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำเฉลี่ย 16.54 mg/l



ภาพที่ 14 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แขวนลอยในน้ำ (mg/l) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

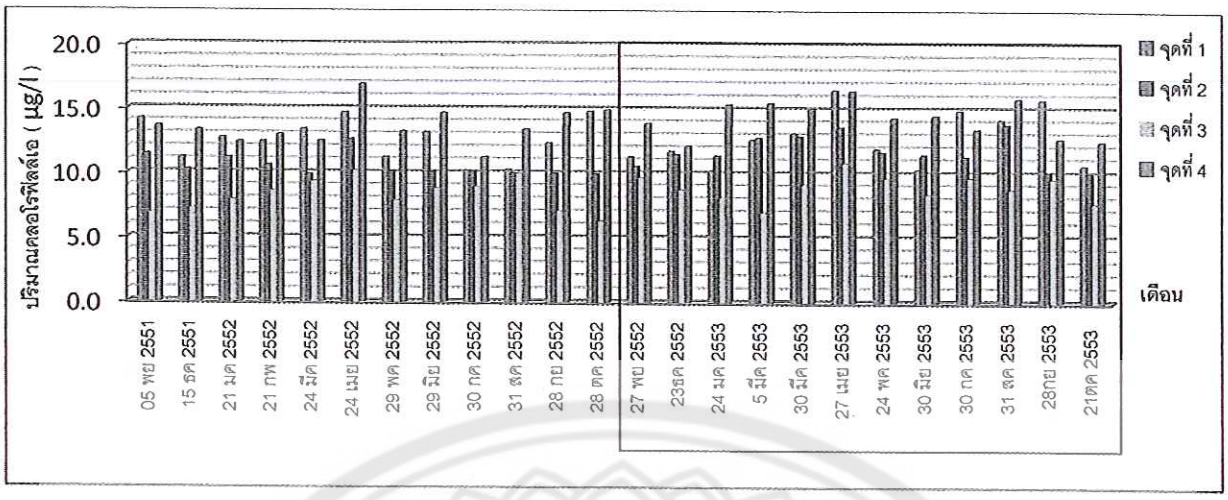
2.13 **ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ** (Biocheical Oxygen Demand ; BOD) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าปริมาณบีโอดีของจุดที่ 4

(บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่) มีค่าสูงสุด 8.40 mg/l และจุดที่มีค่าต่ำสุดคือ จุดที่ 2 ประปามหาวิทยาลัย 1.20 mg/l โดยรายละเอียดแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าปริมาณบีโอดีอยู่ระหว่าง 1.60-4.80 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณบีโอดีในน้ำสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 4.80 mg/l และเดือนมีนาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 1.60 mg/l โดยมีบีโอดีเฉลี่ย 2.72 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 1.20-5.00 mg/l ช่วงที่มีค่าบีโอดีในน้ำสูงสุด คือ เดือนมกราคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 5.00 mg/l และเดือนสิงหาคมปี 2553 มีค่าต่ำสุด 1.20 mg/l โดยมีบีโอดีในน้ำเฉลี่ย 2.56 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีบีโอดีในน้ำอยู่ระหว่าง 0.9-5.20 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณบีโอดีสูงสุด คือ เดือนธันวาคมปี 2552 มีค่าสูงถึง 5.20 mg/l และเดือนกุมภาพันธ์ปี 2553 มีค่าต่ำสุด 0.90 mg/l โดยมีค่าปริมาณบีโอดีเฉลี่ย 2.98 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าปริมาณบีโอดีอยู่ระหว่าง 5.00-8.40 mg/l ช่วงที่มีค่าปริมาณบีโอดีสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2553 มีค่าสูงถึง 8.40 mg/l และเดือนเมษายนปี 2552 มีค่าต่ำสุด 5.00 mg/l โดยมีค่าปริมาณบีโอดีเฉลี่ย 6.73 mg/l



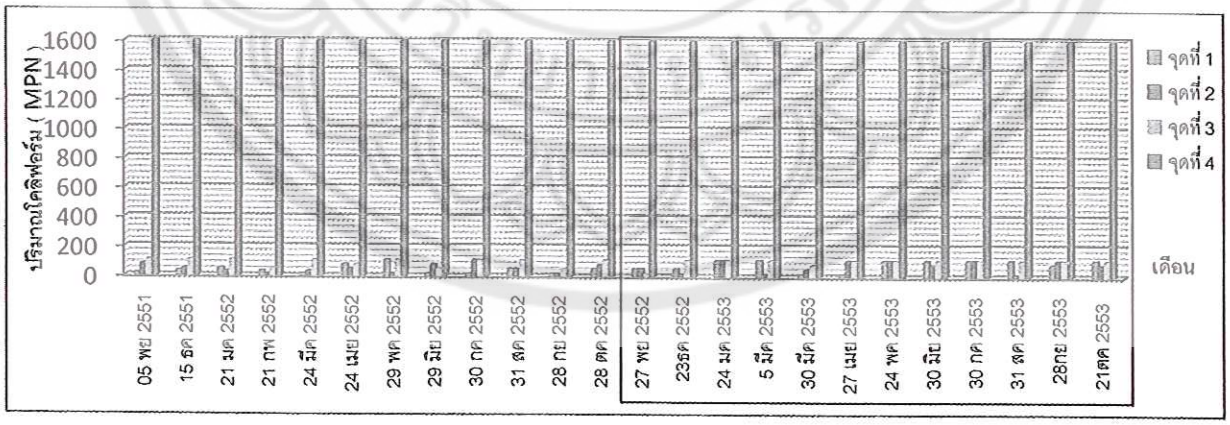
ภาพที่ 15 ปริมาณบีโอดีในน้ำ (mg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.14 **ค่าคลอโรฟิลล์เอ** (Chlorophyll a) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553 ค่าคลอโรฟิลล์เอ ของจุดที่4 (บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่) มีค่าสูงสุด 16.89 µg/l และจุดที่มีค่าต่ำสุดคือ จุดที่ 3 อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่า 6.31 µg/l โดยรายละเอียด แต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าคลอโรฟิลล์เอ อยู่ระหว่าง 10.14-14.90 µg/l ช่วงที่มีค่าคลอโรฟิลล์เอ สูงสุด คือ เดือนกรกฎาคมปี 2553 มีค่าสูงถึง 14.90 µg/l และเดือนกรกฎาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 10.14 µg/l โดยมีค่าคลอโรฟิลล์เอ เฉลี่ย 12.63 µg/lจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าคลอโรฟิลล์เอ อยู่ระหว่าง 9.87-13.59 µg/l ช่วงที่มีค่าคลอโรฟิลล์เอ สูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2553 มีค่าสูงถึง 13.59 µg/l และเดือนมีนาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 9.87 µg/l โดยมีค่าคลอโรฟิลล์เอ เฉลี่ย 11.11 µg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าคลอโรฟิลล์เอ อยู่ระหว่าง 6.31-10.84 µg/l ช่วงที่มีค่าคลอโรฟิลล์เอ สูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2553 มีค่าสูงถึง 10.84 µg/l และเดือนตุลาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 6.31 µg/l โดยมีค่าคลอโรฟิลล์เอ เฉลี่ย 8.59 µg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าคลอโรฟิลล์เอ อยู่ระหว่าง 11.21-16.89 µg/l ช่วงที่มีค่าคลอโรฟิลล์เอสูงสุด คือ เดือนเมษายนปี 2552 มีค่าสูงถึง 16.89 µg/l และเดือนกรกฎาคมปี 2552 มีค่าต่ำสุด 11.21 µg/l โดยมีค่าคลอโรฟิลล์เอ เฉลี่ย 13.96 µg/l



ภาพที่ 16 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (µg/l) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

2.15 **แบคทีเรียโคลิฟอร์ม** (Coliform Bacteria ;MPN) พบว่าในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง ตุลาคม 2553 แบคทีเรียโคลิฟอร์มของจุดที่ 4 (บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่) มีค่าสูงสุดโดยเฉลี่ยมากกว่า 1600 MPN และจุดที่มีค่าต่ำสุดคือ จุดที่ 1 และ 3 คือ 13 MPN โดยรายละเอียดแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 พบว่ามีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่ระหว่าง 13-110 MPN โดยมีแบคทีเรียโคลิฟอร์มเฉลี่ย 61 MPN จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 พบว่ามีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่ระหว่าง 13-110 MPN โดยมีแบคทีเรียโคลิฟอร์มเฉลี่ย 61 MPN จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 พบว่ามีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่ระหว่าง 17-110 mg/l โดยมีแบคทีเรียโคลิฟอร์มเฉลี่ย 95.91 MPN จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 พบว่ามีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มเฉลี่ยมากกว่า 1600 MPN



ภาพที่ 17 ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (MPN) ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 – ตุลาคม 2553

อภิปรายผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำของมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 4 แหล่งน้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ 1 คือ อ่างเก็บน้ำที่ 1 (อ่างหลวง) แหล่งน้ำที่ 2 คือ แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัย แหล่งน้ำที่ 3 คือ อ่างเก็บน้ำที่ 2 และแหล่งน้ำที่ 4 คือ บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 24 เดือน ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2551 ถึง เดือน ตุลาคม 2553 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ค่าความโปร่งแสงของอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 51.46 เซนติเมตร แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 111.54 เซนติเมตร อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 62.85 เซนติเมตร และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 25.52 เซนติเมตร จากการศึกษาพบว่า แหล่งน้ำที่ 1 และ 3 มีค่าเฉลี่ยของความโปร่งแสงไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทั้งแหล่งน้ำที่ 1 และแหล่งน้ำที่ 3 เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ระบบนิเวศน์จึงไม่ต่างกันมาก ซึ่งต่างจากแหล่งน้ำอีก 2 แห่งที่เหลือ เป็นแห่งน้ำที่มีขนาดใกล้เคียงกัน แต่มีค่าต่างกันมากเนื่องจากแหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัยที่มีค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงสูงกว่าเพราะมีการเก็บกักน้ำไว้สำหรับกระบวนการผลิตน้ำประปา จึงทำให้สารแขวนลอยในน้ำเกิดการตกตะกอนน้ำจึงมีความโปร่งแสงสูง ส่วนบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ที่มีค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงต่ำ เนื่องจากได้รับน้ำทิ้งจากน้ำบริเวณใกล้หอพักที่มีนิสิตอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นและร้านค้าใช้อุปโภคบริโภคซึ่งทำให้ คุณภาพน้ำจึงมีความเสื่อมโทรมและมีการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชทำให้น้ำมีความขุ่นเพิ่มขึ้น ซึ่งความโปร่งแสงช่วงที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร เพราะหากต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำนั้นมีความขุ่นมากเกินไปหรือปริมาณแพลงก์ตอนมาก แต่ถ้าเกิน 60 เซนติเมตรแสดงว่าแหล่งน้ำนั้น ใสเกินไปหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนน้อยเกินไป (วิรัช, 2544)

ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 6.71 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 7.25 มิลลิกรัมต่อลิตร อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 6.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 6.38 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าไม่แตกต่างกัน ระดับความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต การขยายพันธุ์และการอนุรักษ์สัตว์น้ำค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำควร ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) อย่างไรก็ตามที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่างกันไม่ได้หมายความว่าคุณภาพน้ำดี เพราะว่ายังมีค่าต่ำสุดที่ควรทราบ เช่น บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่า ออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดที่ 2.90 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนั้นในบางช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างพบว่าบ่อพักน้ำบริเวณหน้าหอพักนิสิตใหม่จะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่สูงมาก ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในน้ำในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ว่าในแหล่งน้ำดังกล่าวจะต้องมีปริมาณออกซิเจนที่ต่ำมากในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ

ค่าแอมโมเนียของอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 0.19 มิลลิกรัมต่อลิตร อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียของบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่มีค่าสูงที่สุดแสดงว่ามีค่าคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมที่สุด เพราะค่าแอมโมเนียตามมาตรฐานแล้วไม่ควรเกินกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) และสาเหตุที่บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่มีค่าสูงเนื่องจากการปล่อยน้ำเสียบางส่วนจากกิจกรรมของหอพักใหม่ลงมายังบ่อพักน้ำด้านหน้าหอพัก

ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์หรือปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ของอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.72 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 2.56 มิลลิกรัมต่อลิตร อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 2.98 มิลลิกรัมต่อลิตร และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 6.73 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่สูงมากซึ่งเป็นผลทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรม โดยทั่วไปแหล่งน้ำผิวดินที่อนุรักษ์ไว้สำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่าไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าจะอนุรักษ์ไว้เพื่อกิจกรรมด้านการเกษตรไม่ควรมีค่าเกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนแหล่นน้ำที่อนุรักษ์ไว้เพื่อกิจกรรมด้านอุตสาหกรรมไม่ควรมีค่าเกินกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของ อ่างเก็บน้ำที่ 1 (อ่างหลวง) มีค่าเฉลี่ย 6.66 แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 6.77 อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 6.92 และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 6.14 จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งในน้ำผิวดินธรรมชาติจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 4.0 – 9.0 แต่ช่วงที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ คือ 6.5 – 9.0 (ทินกร, 2548) ทั้ง 4 จุดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและไม่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำ

ค่าความเค็มของ อ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.12 ppt แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 0.12 ppt อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.09 ppt และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 0.17 ppt จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าความเค็มของอ่างเก็บน้ำที่ 1 กับแหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ อ่างเก็บน้ำที่ 1 แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ ส่วนบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ อ่างเก็บน้ำที่ 1 แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย อ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 ตามลำดับ ตาม (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ค่าความเค็มมีค่าเกินกว่า 7 ppt จะไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง และการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืด ส่วนน้ำกร่อยจะอยู่ระหว่าง 0 -5 ppt และน้ำเค็มอยู่ระหว่าง 25-33 ppt

ปริมาณไนเตรทของน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.028 mg/l แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 0.02 mg/l อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.05 mg/l และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 0.20 mg/l จากการศึกษาพบว่าค่าไนเตรทของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และแหล่งผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าไนเตรทเฉลี่ยต่ำสุด

ไนไตรท์ของอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.004 mg/l แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 0.004 mg/l อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.008 mg/l และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 0.063 mg/l จากการศึกษาพบว่าค่าไนไตรท์เฉลี่ยของบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่มีค่าสูงสุด แหล่งน้ำส่วนใหญ่จะพบไนไตรท์ไม่มากนัก โดยจะพบปริมาณของไนไตรท์ ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1 mg/l ในแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ค่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมของอ่างเก็บน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.063 mg/l แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตประปามหาวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ย 0.053 mg/l อ่างเก็บน้ำที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.444 mg/l และบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ มีค่าเฉลี่ย 0.964 mg/l จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่มีค่า สูงสุด และอ่างเก็บน้ำจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด บ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่มีค่าเฉลี่ยเกินเกณฑ์ที่กำหนด ปริมาณฟอสฟอรัสที่มีในน้ำที่เสื่อมโทรมจะมีค่าเกินกว่า 0.6 mg/l ขึ้นไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.3±5.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 15-28 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) คิดเป็นร้อยละ 44.5 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.79±1.6 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการ

ดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) ร้อยละ 93.8 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทั้งหมดเท่ากับ 12.8±8.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) ร้อยละ 99.3 ค่าความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร ค่าเฉลี่ยความสกปรกในรูปอินทรีย์สารเท่ากับ 3.68±2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร อยู่ในเกณฑ์เหาะสมตามคุณภาพน้ำผิวดิน แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2537) ร้อยละ 62.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 7.65±3.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) ร้อยละ 94.6 ความโปร่งแสง ค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงเท่ากับ 117±90 เซนติเมตร ค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) ร้อยละ 28.4 ปริมาณไนเตรท ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรทเท่ากับ 2.77±2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณไนเตรทที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ร้อยละ 97.3 ปริมาณแอมโมเนียรวม ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียรวมเท่ากับ 0.786±1 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ร้อยละ 73.2

ปริมาณไนไตรท์ ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนไตรท์เท่ากับ 0.185±0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) ร้อยละ 96.6 ปริมาณไนโตรเจนละลายน้ำทั้งหมด ค่าปริมาณไนโตเจนละลายน้ำทั้งหมดที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเท่ากับร้อยละ87.6 ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำทั้งหมด ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 2.46±3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำทั้งหมดที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำของกรมประมง (2528) ร้อยละ 64.0 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ เท่ากับ 10±5.8 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตกับผู้ผลิตขั้นต้น 100 % ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ค่าเฉลี่ยของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 3.34±4.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ร้อยละ 94.4 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ค่าเฉลี่ยของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับ 944±1300 MPN ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ร้อยละ 70.6

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยาพบว่าตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ การเพิ่มจำนวนของนิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัยพะเยาในช่วงเปิดภาคเรียนใหม่ของแต่ละปีการศึกษา จะพบว่าคุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมลงมาก ประกอบกับมีนิสิตอยู่แล้วในช่วงที่เรียนภาคฤดูร้อนช่วงเดือน เมษายน – ตุลาคมของทุกปี แต่ที่คุณภาพน้ำเดือนเมษายนมีความเสื่อมโทรมที่สุดเพราะว่าเป็นฤดูร้อนปริมาณน้ำในแหล่งน้ำลดลงทำให้สารประกอบต่างๆที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมเข้มข้นขึ้นแล้วจึงค่อยๆ ลดลงเมื่อผ่านเข้าปลายกรกฎาคม เพราะว่าเริ่มมีปริมาณฝนตกลงมากจึงทำให้สารประกอบที่เข้มข้นได้ถูกเจือจางลงโดยน้ำฝน สิ่งที่แหล่งน้ำได้รับโดยตรงจากนิสิตที่พักหอในมหาวิทยาลัยพะเยา คือ น้ำจากการอุปโภคบริโภคซึ่งจะสืบเนื่องให้ค่าพารามิเตอร์ดังนี้เปลี่ยนแปลงไป เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) ปริมาณออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free carbondioxide) ไนโตรเจน (nitrogen) ฟอสฟอรัส (phosphorus) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide) ความเค็ม (salinity) ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand) เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ตำแหน่งที่ตั้ง และการเพิ่มจำนวนของนิสิตและบุคคลากรจึงมีผลโดยตรงและมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำเป็นอันดับต้นๆ นอกจากนั้นฤดูกาลก็เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในภาพรวมแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยที่ทำการศึกษายังมีคุณภาพน้ำที่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำนอกจากอ่างเก็บน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่ซึ่งมีแนวโน้มได้รับการปนเปื้อนจากสารมลพิษที่มาจากน้ำทิ้งมากกว่าบริเวณอื่นทำให้มีค่าคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรม คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ส่วนบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน เมื่อจำแนกแหล่งน้ำโดยใช้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเป็นตัวแบ่ง พบว่าอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และอ่างเก็บน้ำแห่งที่ 2 เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic) ส่วนบ่อน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic) ซึ่งควรมีการเฝ้าระวังหรือมาตรการในการฟื้นฟูและลดผลกระทบด้านมลพิษในแหล่งน้ำโดยเฉพาะบ่อพักน้ำหน้าหอพักนิสิตใหม่เพื่อให้เป็นแหล่งน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ.

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2528. มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ.

กิจจา จิตรภิรมย์. 2547. การตรวจสอบติดตามคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนโดยใช้ดัชนีร่วม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 136 น.

จิรยุทธ์ วีระยุทธวัฒนา, เดชศักดิ์ ธิเสนา และวิทิตพงศ์ ขุนพิลึก. 2545. การศึกษาค่าความขุ่นและ ตะกอนแขวนลอยในแหล่งน้ำธรรมชาติ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://dc.thailis.or.th:8000/dcms /nu// 01360/title.pdf. (วันที่ 15 กรกฎาคม 2550).

เฉลิมชัย อยู่สำราญ, อรรถวุฒิ กันทะวงศ์ และสาโรจน์ เริ่มดำริห์. 2548. ความสำพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและแพลงตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.lib.ku.ac.th/ KUCONF/KC4404059pdf. (วันที่ 12 กรกฎาคม 2550).

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. มลพิษสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

ทวีวงศ์ ศรีบุรี. 2541. EIA การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ที่มายด์ พับลิสชิ่ง. กรุงเทพฯ. 274 น.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์.กรุงเทพฯ.

พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล. 2548. คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำหนองไหล. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.lib.ku.ac.th/ hth/KUCONF/KC44039pdf. (วันที่ 12 กรกฎาคม 2550).

วิรัช จิ๋วแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์. 2544. มลพิษสิ่งแวดล้อม. บริษัทรวมสาส์น (1997) จำกัด. กรุงเทพ. 465 หน้า.

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล รัฐภูมิ พรหมณะ ศุภลักษณ์ ฤทธิแผลง และภาวิณี ทุ่งเย็น. 2550. คุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) สำนักพระราชวัง.

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล. 2550 คุณภาพน้ำบางประการในแหล่ง ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. วารสารเกษตรนเรศวร. 10(2): 17 – 30.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ. 2544. การดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา.

Troeh, F.R., Hobby, J.A. and R.L. Danahue.2004. Soil and Water Conservation for Productivity And

Environmental Protection. 4th. Pear Educatish, New Jersey. 665 pp.

Xinglong J. and Boyd C.E.. 2004. Measurement of 5 – Day Biochemical Oxygen Demand without Sample dilution or bacterial and nutrient enhancement. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www. Sciencedirect. ac. th (วันที่ 12 กรกฎาคม 2550).

บทที่ 6
ความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดเอคโตไมคอไรซ่าและพืชอาศัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูป่าไม้

ที่มาและความสำคัญ

เห็ด (Mushroom) จัดเป็นรา (Fungi) ขนาดใหญ่ชนิดหนึ่ง ไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ดังนั้นเห็ดจึงมีการดำรงชีวิตที่ต่างกับเพื่อการหาอาหารในการดำรงชีวิตคือ อาศัยอยู่กับอินทรียวัตถุ อาศัยกับพืชและแมลง และอาศัยอยู่กับรากพืช เห็ดมีประโยชน์มากมาย นำมาปรุงเป็นอาหาร มีรสชาติอร่อย และเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน กรดอะมิโนอีก 9 ชนิด ที่มีอยู่อย่างครบถ้วนมากกว่าเนื้อสัตว์หรือเมล็ดธัญพืช และที่สำคัญคือโปรตีนที่ได้จากเห็ดนั้นไม่ทำให้อ้วน นอกจากนี้เห็ดบางชนิดใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคได้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดไปแล้วหลายชนิด เช่น เห็ดหอม เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดหูหนู แต่ก็มีเห็ดอีกหลายชนิดที่มีราคาแพง และน่าจะพัฒนาให้มีการเพาะเลี้ยงเป็นอาชีพต่อไป เช่น เห็ดโคน หรือ เห็ดปลวก เป็นต้น นอกจากนี้เห็ดบางชนิดที่อาศัยอยู่กับรากพืชที่เรียกว่า ไมคอร์ไรซ่ายังมีประโยชน์กับต้นไม้มากมายเช่น ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวและปริมาณของรากพืช ช่วยเพิ่มรากความสามารถในการดูดซับน้ำและแร่ธาตุอาหารให้แก่ต้นไม้ เช่น ฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และธาตุอื่น ๆ ช่วยเสริมสร้างระบบนิเวศน์ป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ทำให้ป่ามีความสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเห็ดในกลุ่มนี้มีความสำคัญและสามารถนำไปใช้ในการฟื้นฟูป่าไม้และเพาะปลูกพืชบางชนิดได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซ่าและพืชอาศัย ในเขตพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา เพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือกชนิดเห็ดราไมคอร์ไรซ่าที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำไปขยายพันธุ์ เพิ่มความเจริญเติบโตและความแข็งแรงให้แก่กล้าไม้ก่อนนำไปปลูกสร้างสวนป่าในแหล่งเสื่อมโทรมต่อไป

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาพืชอาศัยที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซ่า

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดไม่ใช่พืช แต่ที่จริงแล้วเป็นเชื้อราประเภทหนึ่ง มีอยู่ทุกตารางนิ้วในป่า ปกติจะมองไม่เห็น เพราะมีขนาดเล็ก แต่เมื่อเข้าฤดูฝนผืนป่ามีความชุ่มชื้นและมีสารอาหารเพียงพอ มักจะมีดอกเห็ดเกิดขึ้น รูปร่าง สีสัน และขนาดของดอกเห็ด จะแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ ลักษณะที่คุ้นตากันดีจะ

เป็นรูปร่มหรือหมวก ภายใต้หมวกนี้เป็นที่เก็บสปอร์นับล้านตัว มีขนาดเล็กกว่าฝุ่นผง และเป็นสิ่งที่เห็ดราใช้ขยายพันธุ์ โดยอาศัยลมพัดพาไปยังที่อื่นๆ โดยเฉพาะบนใบไม้หรือกิ่งไม้แห้งในป่า เนื่องจากเห็ดราไม่มีคลอโรฟิลล์สำหรับสังเคราะห์แสงสร้างอาหารให้ตนเองได้เหมือนพืช จึงต้องกินสิ่งอื่นเป็นอาหาร โดยแผ่เส้นใยยาวๆ ซอกซนไปตามซากใบไม้ กิ่งไม้ ฯลฯ แล้วปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยสลายซากให้เป็นธาตุอาหารแล้วดูดกินเข้าไป เห็ดราจึงมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายซากชีวิตในป่าให้ผุพังลงไปอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ นำสารอินทรีย์เหล่านั้นมาหมุนเวียนใช้ใหม่ (อุราภรณ์, ม.ป.ป.)

เห็ด (Mushrooms) เป็นพืชชั้นต่ำจำพวกเห็ดรา (Fungi) ซึ่งมีการเจริญเติบโตเป็นเส้นใย เมื่อถึงระยะที่จะสร้างเซลสืบพันธุ์จึงจะรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนและมีรูปร่างเป็นดอกเห็ด ดอกเห็ดจะมีรูปร่างสวยงามแตกต่างกันไป ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของเชื้อเห็ดรา เช่น ชนิดธรรมดามีรูปร่างเหมือนร่มบางชนิดเป็นรูปครึ่งวงกลม กระดุม ไมโครโฟน ปะการัง แก้วแชมเปญ รังนก ไข่ปู ฟองน้ำ เป็นต้น ส่วนขนาดของเห็ดนั้นมีตั้งแต่ขนาดเล็กเท่าหัวไม้ขีดไฟไปจนถึง ขนาดใหญ่เท่าลูกฟุตบอลสีดอกเห็ดมีทั้งสีที่สวยสะดุดตาและสีที่กลมกลืนไปกับสภาพแวดล้อม เช่น สีแดง สีเหลือง สีส้ม สีชมพู สีขาว สีดำ สีน้ำตาล สีฟ้า สีเขียว เป็นต้น เห็ดบางชนิดกินได้บางชนิดมีพิษกินไม่ได้ บางชนิดมีกลิ่นหอมชวนกิน บางชนิดมีกลิ่นเหม็นเวียนศีรษะ ชนิดที่มีพิษมากถ้าเราเก็บมากินอาจถึงตายได้ เพราะพิษของเห็ดจะเข้าไปในระบบเลือดแล้วกระจายไปทั่วร่างกาย มันจะไม่ตกค้างในกระเพาะเหมือนเห็ดมีพิษชนิดที่ทำให้มึนเมาและอาเจียนซึ่งชนิดหลังนี้เรามีวิธีการแก้ไขโดยทำให้อาเจียนโดยเร็วจึงไม่ถึงกับเสียชีวิต

ฟันไจเป็นพืชสีเขียวจึงทำปฏิกิริยาแสงสังเคราะห์ไม่ได้อาหารของฟันไจจัดเป็นสารอินทรีย์อาจจะมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้ ฟันไจใดเติบโตในสิ่งมีชีวิตเราเรียกปรสิต (parasite) ฟันไจใดเจริญเติบโตบนสิ่งไม่มีชีวิตหรือสิ่งที่ตายแล้วเรียกว่า saprobe ฟันไจบางพวกขึ้นได้ทั้งบนสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เช่นเห็ดบางชนิดขึ้นกินต้นไม้เป็นๆ ต้นไม้ตายก็ยังกินต้นไม้ผุต่อไปได้ เรียกว่าเป็น facultative parasite ฟันไจเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เดียว หรือหลายเซลล์แล้วแต่ชนิดของมันพวกที่มีหลายเซลล์นั้นเซลล์จะต่อกันเป็นเส้นใยเรียกเส้นใยนี้ว่า hypha เส้นใยเหล่านี้จะมีผนังกั้นแบ่งเป็นช่องๆ หรือเป็นเส้นใยยาวตลอดไปก็แล้วแต่ชนิดและลำดับวิวัฒนาการของฟันไจชนิดนั้นๆ เส้นใยนี้ถ้าอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นขยุ้มเรียกว่า mycelium ฟันไจที่ยิ่งมีวิวัฒนาการสูงเส้นใยก็จะแข็งแรงและมีผนังกั้นหนาแน่นบางทีก็มีข้อยึดช่วยตรึงระหว่างเซลล์ (clamp connection) ด้วย ผนังกั้นในเส้นใยเรียก septum มีช่องหรือรูเล็กๆ ตรงกลางให้สารในเส้นใยไหลผ่านไปมาได้ตามความต้องการ (อนงค์, 2542)

การแบ่งเซลล์ในเส้นใยโดยมากมีการแบ่งที่ปลายของเส้นใย แต่บางครั้งก็มีการแบ่งเซลล์แถวกลางๆ เส้นใยได้บ้างเหมือนกัน เมื่อฟันไจเจริญเติบโตมีเส้นใยมากขึ้น บางส่วนจะรวมตัวกันไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างได้ ส่วนมากก็จะเปลี่ยนไปเพื่อการสืบพันธุ์ การขยายพันธ์ การกระจายพันธุ์ การแพร่พันธุ์ที่สำคัญของฟันไจใช้วิธีสร้างสปอร์แล้วปล่อยให้สปอร์ฟุ้ง ปลิวไปในอากาศสปอร์ที่เกิดขึ้นอาจเป็น

asexual spore คือเกิดขึ้นโดยไม่มีความเกี่ยวพันทางเพศเลยก็ได้เช่น ที่เรียก conidia oidia sporangiospore เป็นต้น กับอีกพวกหนึ่งเป็นสปอร์ที่เกิดขึ้นหลังจากมีการผสมพันธุ์เรียก sexual spore เช่น สปอร์ที่พบในดอกเห็ดทั่วไป เป็นต้น การแบ่งของพวกฟันไจเป็นหมู่ใหญ่นั้น เราก็อาศัยความแตกต่างทางการสืบพันธุ์เป็นหลัก แบ่งออกได้เป็น 4 ชั้น คือ

1. phycomycetes เป็นฟันไจขั้นต่ำหรือขั้นปฐมภูมิ เส้นใยไม่มีผนังกั้นต่อกันยาวออกไป โดยมีนิวเคลียสอยู่เป็นระยะ ส่วนมากต้องการความชื้น หลายชนิดเติบโตอยู่ในน้ำเกาะกินซากพืชซากสัตว์ที่จมอยู่ในน้ำ พวกที่อยู่บนบกรู้จักกันดีคือราข้าวสุกหรือราขนมปัง หรือราที่ขึ้นอยู่ในข้าวหมากเป็นฟันไจที่สร้างสปอร์ในถุงหรือ sporangium เรียกสปอร์ชนิดเช่น zygote มีการผสมพันธ์ทางเพศแล้วสร้าง zygospores ออกไปเจริญเป็นฟันไจกลุ่มใหม่ หรือโคโลนีใหม่ต่อไป

2. ascomycetes มีวิวัฒนาการสูงกว่า เส้นใยแข็งแรงขึ้น มีผนังกั้นเป็นระยะ การสร้าง asexual spore สามารถสร้างขึ้นได้โดยไม่มีอะไรปกคลุม เรียกสปอร์พวกนี้ว่า conidia สำหรับการผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นในที่ห่อหุ้ม โดยเส้นใยมาพันอัดตัวกันเข้า แล้วสร้างถุงเล็กๆ ขึ้นภายใน เมื่อเซลล์เพศรวมกันแล้วก็จะแบ่งแบบ ไมโอซิส ออกเป็น 4 หรือ 8 เซลล์ แต่ละเซลล์จะทำหน้าที่เป็นสปอร์ เช่นราเขียว ราดำเป็นต้น ฟันไจชั้นนี้เช่น เห็ดอานม้า เป็นต้น

3. basidiomycetes ถือกันว่ามีวิวัฒนาการสูงสุด เส้นใยมีผนังกั้น พบข้อยึดระหว่างเซลล์ของเส้นใยมากกว่าฟันไจในชั้นอื่นๆ มีการสร้าง asexual spore น้อยมากโดยทั่วไปจะแพร่พันธุ์ด้วย sexual spore ทั้งนั้น กิจกรรมทางเพศมักเกิดในอวัยวะที่เส้นใยอัดตัวขึ้นเป็นดอกเห็ด เส้นใยบางเส้นเปลี่ยนรูปไปคล้ายกระบอง bacidium เซลล์เพศจะรวมตัวกันใน bacidium แล้วแบ่งตัวแบบไมโอซิส เป็น 2 หรือ 4 เซลล์ ต่อมาเซลล์เหล่านี้จะเคลื่อนตัวพันหลุดออกไปอยู่นอก bacidium ทำหน้าที่เป็นสปอร์ ฟันไจชั้นนี้เช่น ราชั้นสูงและเห็ดต่างๆ โดยทั่วไป

4. deuteromycetes เป็นฟันไจที่ยังไม่พบการสืบเพศ ปกติเส้นใยมีผนังกั้น แพร่พันธุ์โดยสร้าง conidia บางตัวหลังจากที่ศึกษาไปนานๆ พบระยะสืบพันธุ์ทางเพศแล้วก็ย้ายไปอยู่ในชั้นอื่น เช่น จัดกลับไปเป็น ascomycetes หรือ basidiomycetes แทนคำเรียกสำหรับฟันไจในกลุ่มนี้บางทีเรียกว่า fungi imperfecti หรือ imperfect fungi ไม่มีที่เกี่ยวข้องกับเห็ด หรือเป็นเห็ดเลย ส่วนมากจะเป็นโรคของพืช มีบางชนิดที่เป็นพวก pseudoyeast (ปัญญา, 2538)

การจำแนกเห็ด (ปัญญา, 2538).

การจำแนกทางพืชสวน

1. ตามความสามารถในการรับประทาน แบ่งออกเป็น

1.1 เห็ดรับประทานได้ (edible mushroom) ได้แก่ เห็ดที่เพาะเลี้ยงเป็นการค้า เช่น เห็ดฟาง เห็ดสกุลนางรม เห็ดหอม และเห็ดป่าบางชนิดที่ไม่มีสารพิษ เช่น เห็ดเผาะ เห็ดหล่มเห็ดลม เห็ดโคน

1.2 เห็ดรับประทานไม่ได้หรือเห็ดพิษ (toadstools หรือ poisonous mushroom) ได้แก่ เห็ดพิษชนิดต่างๆ เช่น เห็ดระโงกหิน เห็ดกระโดงตีนต่ำ เป็นต้น

2. ตามสภาพธรรมชาติที่ขึ้นอยู่ เป็นการแบ่งโดยอาศัยความสามารถในการใช้อาหารหรือตามวัสดุที่ใช้เพาะ แบ่งเป็น

2.1 เห็ดที่เจริญได้ดีบนส่วนของพืช หรือพืชสด (parasitic fungi) เช่น ท่อนไม้ขี้เลื่อย ได้แก่ เห็ดสกุลนางรม เห็ดหูหนู เห็ดหูหนูขาว เห็ดหอม เห็ดหลินจือ

2.2 เห็ดที่เจริญได้ดีบนวัสดุเพาะที่ผ่านการหมักเพียงบางส่วน (saprophytic fungi) ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดถั่ว เห็ด Stropharia เป็นต้น

2.3 เห็ดที่เจริญได้ดีบนวัสดุเพาะที่ต้องผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ เจริญได้ดีบนปุ๋ยหมัก (saprophytic fungi) เช่น เห็ดแชมปิญอง เป็นต้น

2.4 เห็ดที่เจริญ อยู่ร่วมกับรากไม้บางชนิดในลักษณะที่เป็น มัยคอร์ไรซา (symbiotic fungi) ได้แก่ เห็ดตับเต่า เห็ดมอเรล เห็ด matsutake เห็ดทรัฟเฟิลเป็นต้น

2.5 เห็ดที่ขึ้นอยู่บนรังปลวก (symbiotic fungi) ได้แก่ เห็ดโคน เป็นต้น

3. ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโต

3.1 เห็ดที่ชอบอุณหภูมิสูง เป็นเห็ดเขตร้อน (tropical mushrooms) ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดหูหนู เห็ดนางลมเป็นต้น

3.2 เห็ดที่ชอบอุณหภูมิต่ำ เป็นเห็ดเขตหนาว (temperate mushrooms) ได้แก่ เห็ดแชมปิญอง เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เป็นต้น

4. ตามการใช้ประโยชน์

4.1 ใช้เป็นอาหารประเภทพืชผัก ได้แก่ เห็ดที่รับประทานได้ทั่วไป

4.2 ใช้เป็นยารักษาโรคหรือสมุนไพร ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดหูหนูขาว เห็ดหลินจือ เห็ดเข็มทอง เป็นต้น

4.3 ใช้สำหรับปรุงอาหาร หรือเป็นเครื่องเทศ เช่น เห็ดหอม

4.4 ใช้เป็นเห็ดประดับ เช่น เห็ดในสกุลเห็ดหลินจือ ได้แก่ *Ganoderma neojaponicum*

ไมคอร์ไรซ่า

ความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา พืช สัตว์และจุลินทรีย์ต่างๆ ได้วิวัฒนาการมาหลายทิศทางด้วยกัน คือ เชื้อราบางชนิดดำรงชีวิตอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว เรียกว่า Saprophytes บางชนิดอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่ เราเรียกว่า Parasites บางชนิดดำรงชีวิตกับสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว แต่เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมจึงต้องพัฒนาตัวเองไปอาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่ เราเรียกว่า Facultative Parasites บางชนิดดำรงชีวิตอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่เมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นตายลง ก็เปลี่ยนกลับไปอาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว เราเรียกว่า Facultative Saprophytes เชื้อราส่วนใหญ่พวกนี้มักเป็นเชื้อราที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคพืช (Plant diseases) เช่น โรคเน่าคอดิน (Damping off diseases) โรครากเน่า (Root rots) โรคใบ (Leaf diseases) โรคโคนเน่า (Butt rots) โรคไส้เน่า (Heart rots) โรคราสนิม (Rusts) และโรคราข้าวแป้ง (Powdery Mildews) เป็นต้น เชื้อราบางชนิดมีนิสัยชอบดำรงชีวิตอยู่กับพืชแบบอาศัยซึ่งกันและกัน เอื้อประโยชน์ถ้อยทีถ้อยอาศัยกัน และไม่สร้างพิษภัยต่อสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยร่วมอยู่ เราเรียกกระบวนการนี้ว่า การสมชีพกัน (Mutualistic symbiosis) บางชนิดอาศัยอยู่ในเซลล์พืช (Endophytes) บางชนิดอาศัยอยู่ภายนอกเซลล์พืช (Ectophytes) และเชื้อราอาศัยอยู่ร่วมกับระบบรากพืชและต้นไม้ป่า แต่ไม่ทำให้เกิดโรค (Diseases) เขาจึงเรียกความสัมพันธ์นี้ว่าไมคอร์ไรซ่า (Mycorrhiza)

ไมคอร์ไรซ่า คือความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา (Fungi) กับระบบรากอาหาร (Feeder roots) ของพืชชั้นสูง (Higher plants) การอาศัยอยู่ร่วมกันนี้เป็นการอาศัยแบบเอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน (Symbiotic relationships) ไม่เป็นพิษ และภัยแก่กันและกัน ต้นไม้ได้รับน้ำและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ส่วนเชื้อราก็จะได้รับสารอาหารที่ต้นไม้ขับถ่ายออกมาทางระบบราก เช่น พวกน้ำตาล (Sugars) แป้ง (Carbohydrates) โปรตีน (Proteins) และวิตามิน (Vitamins) ต่าง ๆ ซึ่งเป็นของเสียที่ถูกขับถ่ายออกมาทางระบบรากของต้นไม้ (Hawksworth *et al.*, 1995, Hawkins, *et al.*, 2000) ในสภาพพื้นที่ค่อนข้างเลว พืชหรือต้นไม้ที่มีไมคอร์ไรซ่า จะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีไมคอร์ไรซ่า เพราะเส้นใยของเชื้อราที่อาศัยอยู่กับรากพืชเหล่านั้น จะชอนไชไปในดินเพื่อหาอาหารและน้ำที่พืชขาดแคลนได้ไกลขึ้นและมีปริมาณมากขึ้น โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและต้นไม้ ซึ่งช่วยให้มีการออกดอกออกผล และเจริญงอกงามได้ดี ตลอดจนช่วยผลิตสารที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ดีอีกด้วย ต้นไม้ที่มีราไมคอร์ไรซ่า จะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่ไม่สมบูรณ์ หรือมีปัญหา เช่น ดินเค็ม ดินผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว หรือดินในที่สูง เป็นต้น พืชหรือต้นไม้ที่เพาะด้วยเชื้อราไมคอร์ไรซ่าที่เหมาะสมแล้วในลักษณะเป็นต้นกล้า เมื่อนำไปย้ายปลูกลงในพื้นที่ซึ่งมีความแห้งแล้งจัด อุณหภูมิสูง ความชื้นวิกฤต ดินเค็ม ดินเป็นกรดจัด หรือดินที่มีความเป็นกรด-ด่าง วิกฤต จะมีความทนทานต่อโรคได้ดี และที่สำคัญอย่างยิ่งคือพืชชั้นสูงเกือบทุกชนิดจะมี

ความสัมพันธ์กับเชื้อราไมคอร์ไรซ่าในธรรมชาติไมคอร์ไรซ่า (Mycorrhiza) จึงเป็นความสัมพันธ์ที่น่าศึกษายิ่งระหว่างรากของพืชชั้นสูงกับเชื้อราไมคอร์ไรซ่า และการอาศัยอยู่ร่วมกันนี้เป็นการอาศัยสัมพันธ์แบบเอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน ระหว่างรากหาอาหารหรือรากแขนงของพืชกับเส้นใยของเชื้อราที่บริเวณส่วนปลายของระบบราก นอกจากนี้ราไมคอร์ไรซายังช่วยป้องกันรากพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคด้วย สปอร์ของราไมคอร์ไรซาจะมีอยู่ทั่ว ๆ ไปในดิน (soil borne fungi) (Marks and Kozlowski, 1973

ประโยชน์ของเห็ดราไมคอร์ไรซ่า

1. ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวและปริมาณของรากพืชและต้นไม้
2. ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานให้แก่ระบบรากของต้นไม้
3. ช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำและแร่ธาตุอาหารให้แก่ต้นไม้ เช่น ฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) โปรแตสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และธาตุอื่นๆ ซึ่งธาตุเหล่านี้เชื้อราจะดูดซับไว้และสะสมในราก และซึมซับขึ้นส่วนต่างๆของต้นไม้ ช่วยในการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืช
4. ช่วยย่อยสลายและดูดซับธาตุอาหารจากหินแร่ในดินที่สลายตัวยาก และพวกอินทรีย์สารต่างๆ ที่ยังสลายตัวไม่หมด ให้พืชสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้
5. ช่วยเพิ่มอายุให้แก่ระบบรากของพืชและต้นไม้
6. ช่วยป้องกันโรคที่จะเกิดกับระบบรากของพืชและต้นไม้
7. ช่วยให้ต้นไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพพื้นที่ที่แห้งแล้ง ทนทานต่อความเป็นพิษของดิน และทนทานต่อความเป็นกรด-ด่างของดินช่วยปรับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้
8. ช่วยเพิ่มพูนความเจริญเติบโตของต้นไม้ 1-7 เท่าจากอัตราปกติ
9. ดอกเห็ดไมคอร์ไรซ่าสามารถใช้เป็นอาหารรับประทานได้ แม้ว่าบางชนิดจะมีพิษบ้างแต่เป็นส่วนน้อย บางชนิดใช้เป็นเห็ดสมุนไพร
10. ช่วยให้มีการย่อยสลายของซากพืชและแร่ธาตุที่ไม่เป็นประโยชน์ให้กลับกลายเป็นธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อต้นไม้
11. ช่วยเสริมสร้างระบบนิเวศป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ทำให้ป่ามีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น
12. ระดับ pH ที่เชื้อ Mycorrhiza เจริญได้ดีคือ pH 5.5-6.5 และอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25 –30 องศาเซลเซียส

การจำแนกประเภทของเห็ดราไมคอร์ไรซ่า

เห็ดราไมคอร์ไรซ่าสามารถแบ่งประเภทออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภทคือ

1. เอนโดไมคอร์ไรซ่า (Endomycorrhiza) คือ เห็ดราไมคอร์ไรซ่าที่อาศัยอยู่ภายในเซลล์ผิวของรากพืชหรือต้นไม้เชื้อราชนิดนี้ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าแต่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

2. เอคโตไมคอร์ไรซ่า (Ectomycorrhiza) เป็นไมคอร์ไรซาที่มีเส้นใยของราเจริญสานตัวกันเป็นแผ่น (fungal sheath) หรือเป็นเยื่อหุ้ม (mantle) อยู่รอบ ๆ ราก เส้นใยบางส่วนบริเวณนี้จะเจริญเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ชั้น epidermis กับเซลล์ชั้น cortex แล้วเส้นใยจะเจริญสานกันเป็นตาข่ายอยู่รอบ cortical cell เรียกว่า Hartig net (Warcup, 1980) เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซามีมากกว่า 5,000 ชนิด และเจริญร่วมกับพืชหลายชนิดในเขตภูมิอากาศต่าง ๆ ทั่วโลก ส่วนใหญ่ราเอคโตไมคอร์ไรซาเป็นราชั้นสูง จัดจำแนกอยู่ในกลุ่ม Basidiomycetes, Gasteromycetes, Ascomycetes และ Phycomycetes (Jong and Birmingham, 1992; Harley and Smith, 1983)

พวกเห็ดราที่อยู่ในกลุ่ม Basidiomycota จะสร้างดอกเห็ด (Mushrooms) ขนาดใหญ่ มีทั้งที่กินได้ (Edible) ชนิดที่กินไม่ได้ (Non-edible) ชนิดที่มีพิษ (Poisonous) และเห็ดสมุนไพร (Medicinal) เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีมากกว่า 5,000 ชนิด พืชหรือต้นไม้ที่สัมพันธ์กับรากลุ่มนี้มีไม่น้อยกว่า 2,000 ชนิด หรือประมาณ 10 – 20% ของพืชชั้นสูง ที่สำคัญได้แก่ไม้ในวงศ์สนเขา (Pinaceae) วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ไม้ยูคาลิปตัส (Myrtaceae) วงศ์ไม้มะค่าโมง (Caesalpinaceae) วงศ์ไม้ก่อ (Fagaceae) วงศ์ไม้กำลังเสือโคร่ง (Betulaceae) วงศ์ไม้สนทะเล (Casuarinaceae) และวงศ์ไม้ถั่ว (Leguminosae) การมีชีวิตอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อรากับระบบรากของต้นไม้มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของต้นไม้ ทำให้ระบบนิเวศป่าไม้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในป่าธรรมชาติ (Natural forests) และในสวนป่า (Plantations) จะมีเห็ดราไมคอร์ไรซ่ากลุ่มนี้กระจายพันธุ์อยู่ทั่วไป เช่น ป่าไม้สน (Pine forests) ป่าดิบชื้น (Tropical rain forests) ป่าเต็งรัง (Mixed decideous drydipterocarp) ป่ายาง (Dipterocarp forests) ป่าดิบเขา (Semievergreen forests) ป่าเบญจพรรณ (Mixed decideous forests) สวนป่าไม้สนเขา (Pine plantations) สวนป่าไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus plantations*) และสวนป่าไม้วงศ์ไม้ยาง (*Dipterocarp platations*) เป็นต้น (Chalermopongse, 1992)

<u>วิธีการดำเนินการวิจัย</u>

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่ามหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา โดยทำการเดินสำรวจพื้นที่ประมาณ 10 ×10 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างเห็ด เดือนละครั้งในช่วงฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือน

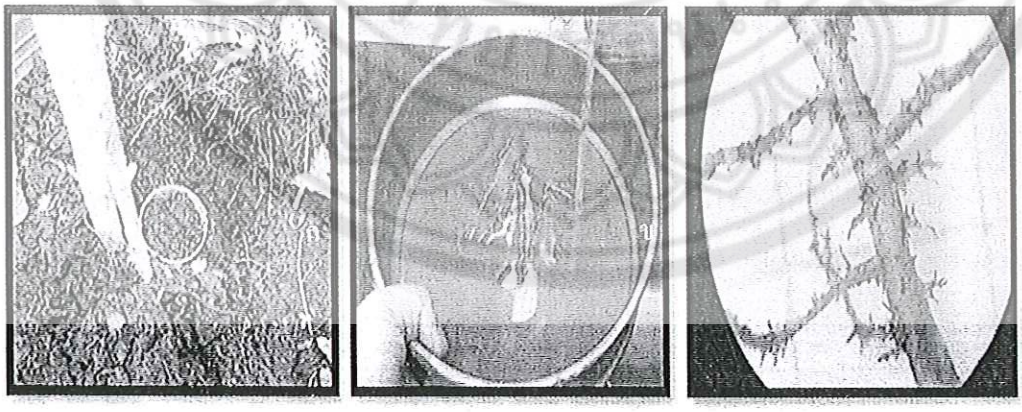
พฤษภาคม - เดือนกรกฎาคม 2553 ทำการเก็บตัวอย่างเห็ดที่พบพร้อมถ่ายรูป และเก็บตัวอย่างเห็ดที่ได้นำมาบรรจุถุงกระดาษสำหรับเก็บเห็ดนำมายังห้องปฏิบัติการ จากนั้นศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยบันทึกลักษณะทั่วไปที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น โครงสร้าง สี และชนิดของเห็ดที่เก็บมาได้ แล้วนำมาถ่ายรูป แล้วนำตัวอย่างเห็ดมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เมื่อเห็ดดอกเห็ดแห้งสนิทแล้วให้นำดอกเห็ดมาบรรจุใส่ถุงกระดาษที่ปราศจากความชื้น เก็บตัวอย่างเห็ดไว้ศึกษาต่อไป

2. การแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์

ผ่าครึ่งดอกเห็ด โดยนำมีดผ่าตัดที่ลนไฟแล้วตัดเฉพาะเนื้อเยื่อดอกเห็ดที่อยู่ภายในให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็กๆ มาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน และสังเกตการเจริญของเส้นใย เมื่อมีเส้นใยเจริญออกมาทำการ sub culture เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ และเก็บเชื้อใส่ slant ทำเป็น stock culture เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3. การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างพืชอาศัยและเชื้อราเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซ่า

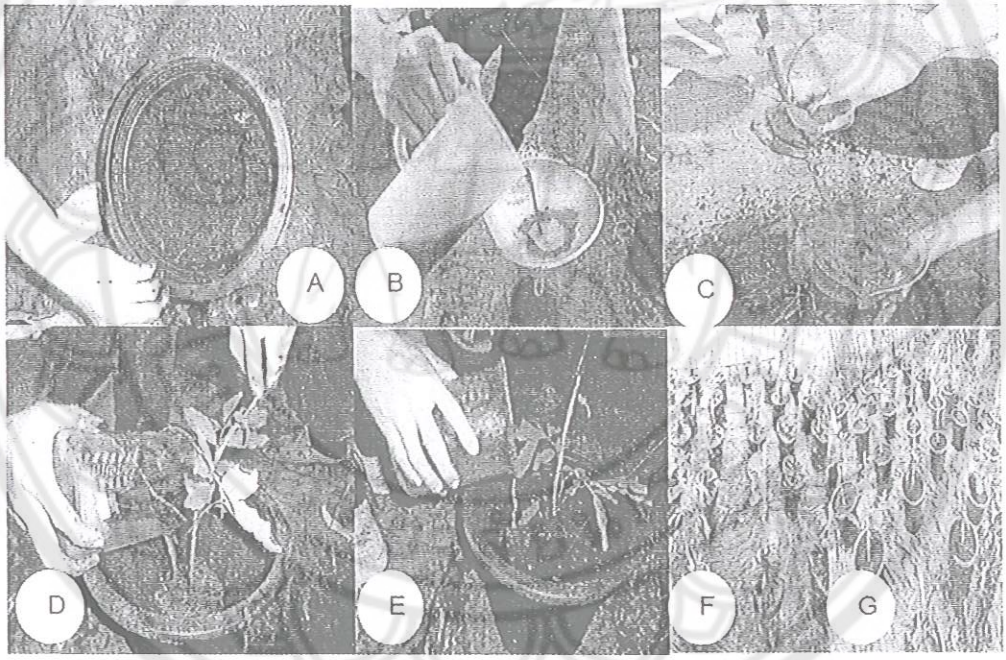
ทำการศึกษาโครงสร้างของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่อาศัยอยู่ในราพืชโดยการเก็บตัวอย่างดินและรากพืชบริเวณที่มีเห็ดขึ้น โดยใช้คอดินตอกบริเวณใกล้โคนต้นพืชอาศัยลึกประมาณ 5 เซนติเมตร นำดินที่มีรากพืชอาศัยเก็บใส่ในถุงพลาสติกแล้วใช้ยางรัดมัดไว้เพื่อไม่ให้ดินแห้ง จากนั้นล้างดินออกจากรากพืชอาศัยผ่านตะแกรงร่อนด้วยน้ำเปล่าให้เหลือแต่รากพืช จากนั้นนำรากที่สะอาดไปวางในจานที่รองด้วยกระดาษกรองพรมน้ำพอชื้น แล้วนำรากพืชไปตรวจหาการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดในรากพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดในรากพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ก = ใช้คอดินตอกดินบริเวณใกล้ลำต้นพืชอาศัย ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร, ข = ล้างดินออกจากรากผ่านตะแกรงร่อนด้วยน้ำเปล่า จนให้เหลือแต่รากพืช, ค = รากที่มีเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซ่าอาศัยอยู่)

4. การศึกษาพืชอาศัยของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยการปลูกเชื้อราลงในพืช

ปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าให้แก่พืชอาศัย วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ใช้ 2 กรรมวิธี คือ ปลูกเชื้อและไม่ปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าให้พืชอาศัย 10 ชนิด แต่ละกรรมวิธีทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น (กระถางละ 1 ต้น) โดยการนำดินมิเดียใส่ในกระถางปลูก และขุดหลุมเพื่อทำการใส่เชื้อเห็ดตับเต่า จากนั้นนำมานำเชื้อเห็ดตับเต่าที่เลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่างผสมกับน้ำขย้ำให้เส้นใยหลุดจากเมล็ดข้าวฟ่างแล้วกรองเอาเมล็ดข้าวฟ่างออกให้เหลือแต่น้ำ จากนั้นนำรากพืชอาศัยจุ่มลงในน้ำที่มีเส้นใยเชื้อเห็ดตับเต่ากลบดินปลูกแล้วเอาน้ำที่มีเส้นใยรดซ้ำอีกครั้ง (ปริมาณเชื้อเห็ดตับเต่า 60 กรัม/ 1 ต้น) (ภาพที่ 2) รดน้ำในปริมาณที่เหมาะสมทุกๆ 2 วัน วัดการเจริญเติบโตทุกๆ 7 วัน นาน 4 เดือน จากนั้นนำรากมาศึกษาการเข้าอาศัยในพืชตรวจดูด mycorrhizal tip และ mantle sheath ภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าให้แก่พืชอาศัย (A = พรวนดินและขุดหลุมเพื่อทำการใส่เชื้อ, B = กรองเอาแต่น้ำที่มีเส้นใยเห็ดอยู่60 กรัม/ต้น, C = จุ่มรากลงในน้ำทีมีเส้นใยเห็ดอยู่, D = นำเชื้อเห็ดราดบริเวณรากพืช, E = กลบดินนำเชื้อเห็ดราดซ้ำอีกทีบริเวณโคนต้น, F = กรรมวิธีที่ใส่เชื้อ, G = กรรมวิธีที่ไม่ใส่เชื้อ)

ผลการทดลอง

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่า มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา พบเห็ด 14 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 11 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 3 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 ชนิด (ตารางที่ 1, ภาพที่ 3)

ตารางที่ 1 ชนิดเห็ดที่พบในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชนิด	ประเภทของเห็ด
Agaricaceae	*Chlorophyllum molybdites* (Meyer ex Fr.) Mass	เห็ดหัวกรวดครีบเขียว, เห็ดกระโดงตีนต่ำ	Mycorrihiza	รับประทานไม่ได้
Astraeaceae	*Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan	เห็ดเผาะ	Mycorrihiza	รับประทานได้
Auriculariaceae	*Auricularia auricular*	เห็ดหูหนู, เห็ดหูลัวะ	saprobe	รับประทานได้
Boletaceae	*Boletus colossus* Heim	เห็ดตับเต่า, เห็ดห้า, เห็ดผึ้ง	Mycorrihiza	รับประทานได้
Lentinaceae	*Lentinus polychrous* Lev.	เห็ดลม, เห็ดบด	saprobe	รับประทานได้
Pluteaceae	*Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary	เห็ดไข่ขาว	Mycorrihiza	รับประทานได้
Pluteaceae	*Amanita* sp.	เห็ดไข่	Mycorrihiza	เห็ดพิษ
Pluteaceae	*Amanita vaginata*	เห็ดไข่ห่าน	Mycorrihiza	รับประทานได้
Pluteaceae	*Amanita verna*	เห็ดไข่ตายซาก	Mycorrihiza	เห็ดพิษ
Russulaceae	*Russula alboareolata* Hongo	เห็ดน้ำแป้ง	Mycorrihiza	รับประทานได้
Russulaceae	*Lactarius dliciosus*	เห็ดขิง	Mycorrihiza	รับประทานได้
Russulaceae	*Russula emetica*	เห็ดแดงน้ำหมาก, เห็ดก่อ	Mycorrihiza	รับประทานได้
Russulaceae	*Russula rosacea Pers.* Ex. S.F. Gray	เห็ดแดง, เห็ดแดงกุหลาบ	Mycorrihiza	รับประทานได้
Tricholomataceae	*Termitomyces clypeatus*	เห็ดโคน	symbiosis	รับประทานได้



ภาพที่ 3 ลักษณะเห็ดที่สำรวจพบ

การเข้าอาศัยของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

เก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่องดูการเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแดงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 65.63% ไม่แตกต่างกันกับเห็ดน้ำแป้งมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาเท่ากับ 50.83 แต่แตกต่างกันกับเห็ดตับเต่า เห็ดแดงกุหลาบ และเห็ดขิง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

ชื่อเห็ด	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาในรากพืช
เห็ดตับเต่า	23.89b
เห็ดแดงกุหลาบ	16.52b
เห็ดน้ำแป้ง	50.83ab
เห็ดแดงน้ำหมาก	65.63a
เห็ดขิง	26.08b

การเข้าอาศัยของเชื้อราเห็ดตับเต่าในรากของพืชอาศัย

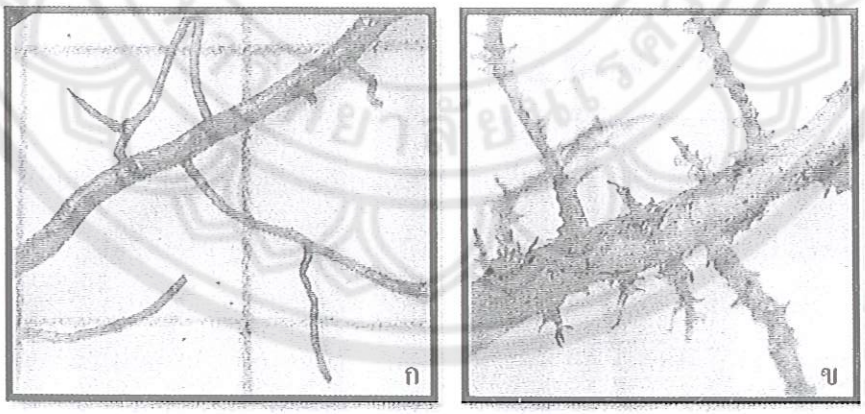
จากการศึกษาการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า ในรากของพืชของพืชอาศัยคือไม้ผลทั้ง 10 ชนิด ได้แก่ ฝรั่ง ขนุน มังคุด มะไฟ มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย กระท้อน ชมพู่ และมะขาม พบว่าในรากพืชมีการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่ามากที่สุดที่ 51 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เชื้อเห็ดตับเต่าเข้าอาศัยที่รากของต้นไม้ผลมากที่สุด 5 ชนิดเมื่อเทียบระหว่างใส่เชื้อ และไม่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่า ได้แก่ ฝรั่งที่มีการเข้าอาศัยของเชื้อ 26.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ชมพู ขนุน มังคุด และมะม่วง ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 4)

ตารางที่ 3 การเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า

ชนิดไม้ผล	การเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า(%)	
	ใส่เชื้อ	ไม่ใส่เชื้อ
1. ฝรั่ง	26.7^{a}	19.7^{b}
2. ขนุน	13^{ns}	0^{ns}
3. มังคุด	4^{ns}	0^{ns}
4. มะไฟ	0^{ns}	0^{ns}
5. มะม่วง	4^{ns}	0^{ns}
6. ลิ้นจี่	51^{b}	54^{a}
7. ลำไย	23.7^{b}	46.3^{a}
8.กระท้อน	7.3^{b}	22^{a}
9. ชมพู่	17^{a}	12.7^{b}
10. มะขาม	6.3^{b}	10^{a}

หมายเหตุ a มีความแตกต่างทางสถิติมาก

*ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติตามวิธีการวิเคราะห์แบบ One Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 ภาพแสดงลักษณะการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่ากับพืชอาศัย (ก = รากที่ไม่มีการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า, ข = รากที่มีการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่า)

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่า มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา พบเห็ด14 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 11 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 3 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 ชนิด และยังพบว่าเห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซาจะขึ้นได้ดีร่วมกับต้นเต็ง โดยเฉพาะเห็ดแดง ซึ่งสอดคล้องกับอนิวรรต (2542) สำรวจชนิด ของเห็ดรา ไมคอร์ไรซา ที่น่าจะมีศักยภาพเป็นเอคโตไมคอร์ไรซา ได้แก่ เห็ดราในวงศ์ Russulaceae: เห็ดไคลหลังเขียว, เห็ดน้ำแป้ง, เห็ดไคลหลังขาว, เห็ดน้ำหมาก และ เห็ดหาดวงศ์ Boletaceae: เห็ดน้ำผึ้ง, วงศ์ Cortinariaceae: เห็ดขี้เถ้า และวงศ์ Sclerodermataceae: เห็ดเผาะ แต่จำนวนเห็ดที่สำรวจพบมีจำนวนที่น้อยกว่าการสำรวจเห็ดของ (อ้อยอนงค์ และคณะ, 2549) ในพื้นที่ป่าบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ที่สำรวจพบเห็ดทั้งหมด 37 ชนิด ทั้งนี้อาจาเนื่องมาจากสภาพอากาศที่แปรปรวน และมีฝนตกน้อยทำให้ความหลากหลายของเห็ดลดลง

เก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่องดูการเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแดงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 65.63% รองลงมาคือ เห็ดน้ำแป้ง เห็ดตับเต่า เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดเผาะ และเห็ดขิง

การเข้าอาศัยของเห็ดตับเต่ากับพืชอาศัย พบว่าเมื่อเทียบระหว่างชนิดไม้ผลมีการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดตับเต่ากับลิ้นจี่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 51 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่า ในขณะที่เชื้อเห็ดตับเต่าเข้าอาศัยที่รากของต้นไม้ผลมากที่สุด 5 ชนิดเมื่อเทียบระหว่างใส่เชื้อ และไม่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่า ได้แก่ ฝรั่ง มีค่าเท่ากับ 26.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ชมพู่ ขนุน มังคุด และมะม่วง ตามลำดับ

จากการศึกษาผลของเชื้อเห็ดตับเต่าต่อการเจริญเติบโต ไม้ผล 10 ชนิด พบว่าไม้ผลที่ได้รับเชื้อมีอัตราเจริญเติบโตและพัฒนาการทางด้านจำนวนกิ่งแขนง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง จำนวนใบที่เกิดขึ้นใหม่ ขนาดของความสูงได้ดีกว่าไม้ผลที่ไม่ได้รับเชื้อเห็ดตับเต่า ซึ่งสอดคล้องกับ ธีรวัฒน์ (2533) ที่ทำการทดลองการปลูกราเอคโตไมคอร์ไรซา *P. Tinctorius* ให้กับกล้าไม้สนสามใบ และสนคาริเบีย พบว่าการเจริญเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากมวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง ปริมาณการดูดซับ ธาตุฟอสฟอรัสในส่วน ของใบ ลำต้น และรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกรรมวิธี โดยที่กรรมวิธีที่ใส่ดินที่มีเชื้อให้ผลดีที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่สปอร์ กรรมวิธีที่ใส่เส้นใย และกรรมวิธีที่ไม่ได้ปลูกเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซาตามลำดับ แต่การเจริญเติบโตทางด้านต่างๆในงานทดลองนี้ยังไม่เกิดความแตกต่างกันมากนักเนื่องจากการวัดผลการเจริญเติบโตระยะเวลาที่สั้นจึงยังไม่

เห็นความแตกต่างกันมากนัก ซึ่งเห็ดตับเต่าจะมีผลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตพืชอาศัยจะต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาของเชื้อเห็ดตับเต่า 1 ปี ขึ้นไป

สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่า มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา พบเห็ด 14 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 11 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 3 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 ชนิดได้แก่ เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula rosacea Pers.* Ex. S.F. Gray) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim) เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus* Imai.) เห็ดไข่ขาว (*Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata* Hongo) เห็ดขิง (*Lactarius d liciosus*) จากนั้นเก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่องดูการเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแดงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 65.63% เมื่อนำเชื้อเห็ดไปเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์พบว่าเห็ดตับเต่าสามารถเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ได้ จึงทำไปปลูกในต้นกล้าไม้ยืนต้น พบว่าต้นกล้าที่ปลูกด้วยเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญได้ดีกว่าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นไม้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กิตติมา รามัญวงษ์. 2541. ความหลากหลายของเชื้อราเวสสิคูลาร์ – อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซ่าของสัก และผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าสัก. สำนักหอสมุด ม.เกษตรศาสตร์ (วพ D397T4 ก314)

ธีระวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2533. เทคนิคการเพาะเชื้อราเอ็คโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้สนเขาเขตร้อนในเรือนเพาะชำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. (พิมพ์ครั้งที่2). สำนักพิมพ์รั้วเขียว กรุงเทพฯ.33-35 น.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2542. เห็ดในเมืองไทย เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. (พิมพ์ครั้งที่ 1).ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ.1 น.

อนิวรรต เฉลิมพงศ์. 2542. การสำรวจเอคโตไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศป่าดิบแล้ง. กองบำรุง, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.29 หน้า

อุราภรณ์ สอาดสุด. 2542. เห็ดป่า - พื้นเมืองบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย. เห็ดไทย สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.

Chalermopongse, A. 1992 biodiversity of ectomycorrhizal fungi in the dipterocarp forests of Thailand. Proc. Of Tsukuba-workshop. BIO-REFOR : Biotechnology Assisted Reforestation Project, Tsukuba Science City , BIO REFOR/IUFRO/SPDC, Japan , p. 143-153.

Harley JL & Smith SE. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London.

Hawkins, H.J., Johansen, A., George, E. 2000. Uptake and transportof organic and inorganic nitrogen by arbuscular mycorrhizal fungi. Plant Soil 226, 275–285.

Hawksworth DL, Kirk PM, Sutton BC, Pegler DN., 1995 Dictionary of the fungi. 8th ed. Wallingford: CAB International. 616 p

Jong, S.C. and J.M. Birmingham 1992 Medicinal Benefits of the Mushroom Ganoderma : In " Advances in Applied Microbiology" Vol.37 , pp. 101-134 Academic Press.

Marks, G.C. and T.T.Kozlowski 1973. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology Academic Press, N.Y , USA .

Warcup JH. 1980. Ectomycorrhizal associations of Australian indigenous plants. *New Phytologist* 85: 531-535.

บทที่ 7
การทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

พืชสกุลปทุมมาถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมพืชสวนโดยนิยมนำมาเป็นไม้ประดับและตกแต่งสถานที่ในประเทศไทยนิยมนำมาใช้เป็นไม้กระถางค่อนข้างมาก และเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญเนื่องจากดอกและใบที่มีความสวยงาม (Pubuwpern, 1992)

ในการเก็บรักษาพันธุ์ปทุมมาตลอดจนการปรับปรุงพันธุ์ในวิธีการดั้งเดิมนั้นจะต้องใช้เวลานานและแรงงานมาก อีกทั้งยังต้องใช้พื้นที่ในการทดลองจำนวนมาก ปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้เทคนิคทางด้านพันธุวิศวกรรมซึ่งมีข้อได้เปรียบมากกว่าวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบดั้งเดิมคือสามารถส่งถ่ายยีนที่ต้องการให้กับพืชแต่ละชนิดได้โดยตรงในระดับพันธุกรรมโดยไม่ต้องกังวลถึงข้อจำกัดของสภาพที่เข้ากันไม่ได้ (incompatibility) จากการผสมข้ามชนิด (species) ต่างสกุล (genus) หรือต่างวงศ์ (family) นอกจากนั้นยังเลือกใส่เฉพาะยีนที่ต้องการโดยตรง ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการปรับปรุงคุณภาพของพืชให้ดีขึ้น แต่ทั้งนี้ในการเก็บรักษาพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ในเทคนิคพันธุวิศวกรรมนั้นต้องอาศัยการแยกยีนแล้วศึกษาการแสดงออกของยีนก่อน ซึ่งหากสามารถเก็บรวบรวมยีนในรูปแบบของห้องสมุดดีเอ็นเอแล้ว จะเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการเก็บรักษาพันธุกรรมและการปรับปรุงพันธุ์ (สุรินทร์, 2543)

ปัจจุบันเทคโนโลยี พันธุวิศวกรรมได้พัฒนาและนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากคุณสมบัติที่โดดเด่นเช่น สามารถคัดเลือกและถ่ายทอดยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกัน โดยการคัดเลือกยีนที่สนใจหรือต้องการออกมาได้ หลังจากนั้นเพิ่มจำนวนโดยวิธีการที่เรียกว่าโคลนยีน แล้วจึงใส่กลับเข้าไปในสิ่งมีชีวิตที่ต้องการ ซึ่งที่ยีนนั้นจะทำหน้าที่ได้ตามปกติ นอกเหนือจากนี้แล้ว ยีนที่แยกออกมาได้อาจถูกดัดแปลง โดยทำให้มีการกลายพันธุ์ในตำแหน่งที่เฉพาะเจาะจง แล้วจึงใส่กลับเข้าไปในสิ่งมีชีวิตที่ต้องการ (สุรินทร์,2543)

การโคลนยีนหมายถึงการแยกยีนใดยีนหนึ่งที่สนใจ มาเพิ่มปริมาณให้ได้มากเท่าที่ต้องการเพื่อใช้ในการศึกษา เช่น ศึกษาการควบคุมการแสดงออก หน้าที่และความสำคัญของยีนนั้นในเซลล์อาจจะถ่าย

ผากยีนดังกล่าวลงในสิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อผลิตสารหรือให้แสดงลักษณะบางประการ เมื่อเตรียมดีเอ็นเอจากสิ่งมีชีวิตจาก mRNA แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูป cDNA จากนั้นนำดีเอ็นเอดังกล่าวมาเชื่อมต่อกับเวคเตอร์ก่อนโดยพิจารณาเลือกเวคเตอร์ตามความเหมาะสม เมื่อนำ cDNA หรือชิ้นดีเอ็นเอจากจีโนมทั้งหมดมาต่อกับเวคเตอร์ แล้วจึงนำมาถ่ายฝากลงในเซลล์ผู้รับ ในที่นี้คือ E.coli ก็จะได้ประชากรของเซลล์หรือประชากรของดีเอ็นเอพาหะที่มีชิ้นดีเอ็นเอต่างๆอยู่ เรียกว่า DNA library หรือ DNA library หรือgene bank (Weaver and Hedrick, 1991)

ดีเอ็นเอที่แยกได้จากเซลล์ทั้งหมด เมื่อนำมาต่อกับเวคเตอร์และถ่ายฝากลงในเซลล์ผู้รับ ก็จะได้ประชากรของเซลล์หรือของฝาจที่มีชิ้นดีเอ็นเอมาได้ทั้งหมดเรียกว่า genomic library ส่วนดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ขึ้นจาก mRNA เมื่อนำมาต่อกับเวคเตอร์และถ่ายฝากลงสู่เซลล์แล้ว จะได้ cDNA library ซึ่งเป็นตัวแทนของยีนที่มีการแสดงออกในอวัยวะหนึ่งในช่วงเวลาการเจริญเติบโต ขณะที่นามาแยกสกัดอาร์เอ็นเอนั้น ดังนั้น cDNA library จะไม่ครอบคลุมชิ้นส่วนดีเอ็นเอทั้งหมดในจีโนม เป็นเพียงตัวแทนของยีนบางยีนที่มีการแสดงออกเท่านั้น ทำให้ขนาดของ cDNA library เล็กกว่าของ genomic library ยีนบางยีนมีการควบคุมการแสดงออกโดยระยะการเจริญ เติบโต(temporally control) และการแสดงออกยังจำกัดอยู่เฉพาะเนื้อเยื่อหรืออวัยวะหนึ่ง ๆ เท่านั้น (spatially control) ดังนั้นถ้าต้องการโคลนยีนที่มีคุณสมบัติแบบนี้ จะต้องแยกอาร์ดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อและ ระยะที่ถูกต้อง(Watson et al.,1987)

ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อจะแยกและเก็บสะสมยีนที่หลากหลายของปทุมมาแล้วยังเก็บรวบรวมไว้ในรูปของห้องสมุดดีเอ็นเอ เพื่อนำยีนดังกล่าวไปศึกษาการแสดงออกและหน้าที่ของยีนอันเป็นประโยชน์และเก็บรักษาอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และอาจเป็นประโยชน์ในการใช้ปรับปรุงพันธุ์ โดยเทคนิคในทางพันธุวิศวกรรมต่อไปในอนาคต

คณะผู้วิจัยจึงได้เสนอโครงการนี้ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีทางด้านชีวโมเลกุลในการเก็บรักษายีนของปทุมมาในรูปแบบของห้องสมุดซีดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นการต่อยอดจากโครงการการสำรวจและสกัดดีเอ็นเอพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวในงบประมาณปี 2551 ในโครงการชุดของอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยโครงการวิจัยนี้จะนำยีนที่ได้จากการรวบรวมในห้องสมุดซีดีเอ็นเอไปศึกษาต่อในด้านการแสดงออกและหน้าที่ของยีนต่าง ๆ ต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ยิ่งในการเป็น

ฐานข้อมูลทางด้านพันธุ์กรรมพืช และอาจนำไปใช้ในด้านการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและการปรับปรุงพันธุ์พืชในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอเช่น การสกัดอาร์เอ็นเอจากปทุมมา การทำซีดีเอ็นเอ และการส่งถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรีย
2. เก็บรวบรวมยีนต่าง ๆ จากปทุมมาโดยการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอ

ขอบเขตของการวิจัย

นำตัวอย่างของพืชปทุมมาที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่ มหาวิทยาลัยพะเยา มาทำสกัดอาร์เอ็นเอแล้วนำมาเป็นต้นแบบในการทำซีดีเอ็นเอ โดยเทคนิค PCR แล้วนำไปเก็บในรูปแบบห้องสมุดซีดีเอ็นเอเพื่อนำไปศึกษาการแสดงออกและหน้าที่ของยีนต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ต่อไป

สถานที่ทำการวิจัย ทดลองหรือเก็บข้อมูล ระยะเวลาทำการวิจัย

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เก็บรวมรวมยีนต่างๆ ของกระเจียวสกุลย่อย Eucurcuma
2. ทราบลำดับเบสของยีนที่เก็บสะสมได้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปทุมมา (Curcuma alismatifolia Gagnep.) เป็นไม้ล้มลุกที่มีอายุหลายปีมีหัวประเภท rhizome อยู่ใต้ดิน (Chittenden and Synge, 1981) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ขิง (Zingiberaceae) สกุลขมิ้น (Curcuma) ซึ่งพืชในสกุลนี้มีอยู่ไม่น้อยกว่า 65 ชนิด (species) พบกระจายพันธุ์ตั้งแต่ทวีปออสเตรเลียประเทศอินโดนีเซีย เรื่อยมาจนถึงทวีปแอฟริกา โดยพบว่า มีประมาณ 30 ชนิด มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย (Ardiyani,1999) ซึ่งท้องถิ่นที่พบนั้น อาจอยู่บริเวณทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือทางตอนใต้ของประเทศ โดยอาจพบใน ทุ่งหญ้า ป่าละเมาะ หรือป่าชื้นก็ได้

พืชในวงศ์ขิงนี้เป็นที่รู้จักของคนไทยมานานและถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆมากมาย โดยใช้ในการประกอบอาหาร ซึ่งใช้ช่อดอกอ่อนมาต้มหรือแกง ใช้เป็นเครื่องเทศ เครื่อง สำอาง แต่งสีอาหาร สมุนไพรอบตัว รักษาผื่นคัน ขับลม รักษาโรคกระเพาะอาหาร ท้องร่วง แก้หวัด สมานแผล และโรคมะเร็งบางชนิด เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ชื่อcurcuminจึงนำมาใช้เป็นยาสมุนไพร สำหรับสตรี เช่นว่านชัก

มดลูก (อรทัย, 2539) ใช้ในการต้านแบคทีเรีย ยีสต์ และราเพราะมีสารออกฤทธิ์ทางเภสัชกรรม แต่ในปัจจุบันพืชสกุลปทุมมาเป็นพืชที่มีความสำคัญมากในธุรกิจประเภทไม้ดอกไม้ประดับ อันเนื่องมาจากปทุมมามีความหลากหลายในรูปร่างและสีสันของดอกจึงกลายเป็นพืชที่นิยมใช้เป็นไม้กระถาง ไม้ตัดดอกและไม้ประดับในแปลงทั้งในและต่างประเทศ ทำให้ได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งออกหัวพันธุ์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จะเห็นได้ว่าจากปี 2536 มีการส่งออกหัวพันธุ์ปทุมมาปริมาณ 131,290 หัวเป็นมูลค่า 2,471,360 บาท และเพิ่มขึ้นในปี 2539 ปริมาณหัวพันธุ์ส่งออกเป็น 1,308,534 หัว มูลค่า 1,769,111 บาท (Holland, 1999) ปทุมมาจัดเป็นไม้ดอกชนิดใหม่ที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตเชิงพาณิชย์ มีการส่งออกผลผลิตในรูป หัวพันธุ์สู่ตลาดญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ โปรตุเกส อิสราเอล โดยมีมูลค่าส่งออกเป็นอันดับสองรองจากกล้วยไม้ ปัจจุบันได้เริ่มมีการขยายตลาดส่งออกไปยังอีกหลายประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา แอฟริกาใต้ จีน ไต้หวัน ความต้องการหัวพันธุ์ปทุมมาจึงมีเพิ่มทุกปี จากปริมาณการส่งออก 3 แสนหัวในปี 2536 เพิ่มขึ้นเป็น 2 ล้านหัวในปี 2542 และ 2.3 ล้านหัวในปี 2543 ทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศหลักในการผลิตและส่งออกพืชสกุลปทุมมาจนได้ชื่อของปทุมมาว่าเป็น Siam Tulip ของ South East Asia

พืชในสกุลนี้มีลำต้นเทียม (pseudostem) ซึ่งเกิดจากการอัดตัวกันของกาบใบลำต้นเทียมนี้เกิดจากตาข้างของเหง้า ใบเป็นใบเดี่ยวอาจรูปหอกหรือรูปไข่ โดยอาจเห็นเส้นใบได้ชัดเจนในชนิดที่ใบเป็นคลื่น รากเป็นฝอยโดยมีรากจำนวนหนึ่งสะสมอาหารใกล้ปลายรากทำ ให้รากบวมเป็นตุ้มขนาดใหญ่สีขาวซึ่งบางคนเรียก milk stalk การออกดอกนั้นช่อดอกอาจเกิดโดยตรงจากเหง้าก่อนที่ลำ ต้นเทียมจะงอกขึ้นมา บางชนิดมีดอกและลำ ต้นเทียมงอกขึ้นมาพร้อม ๆ กัน และบางชนิดเกิดดอกที่ปลายยอดของลำต้นเทียม การออกดอกทั้ง 3 แบบ พบในพืชกลุ่มกระเจียว ส่วนพืชกลุ่มปทุมมาจะมีการออกดอกแบบหลังเท่านั้น ช่อดอกของพืชสกุลนี้เป็นแบบช่อแน่น (compact spike) ประกอบด้วยกลีบของใบประดับ (bract) จะเวียนซ้อนกันเกิดเป็นช่อทรงกระบอก โดยอาจเวียนแบบตามหรือทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ ทั้งนี้โคนใบประดับจะเชื่อมกันเกิดเป็นถ้วยขึ้น ใบประดับอาจมีสีเขียวทั้งช่อหรืออาจมีสีเขียวเฉพาะส่วนล่างของช่อและมีสีอื่นในส่วนบนของช่อ หรืออาจมีสีอื่นทั้งช่อ ต่างกันไปตามชนิด และพันธุ์ สำหรับใบประดับส่วนบนของช่อนั้น มักจะยาวกว่าใบประดับส่วนล่างเล็กน้อย และไม่มีดอกจริงที่ซอกใบประดับเหมือนกับใบประดับส่วนล่างของช่อ ใบประดับส่วนบนนี้จึงถูกเรียกชื่อว่า coma bract หรือใบประดับชนิด coma.

ดอกจริงของพืชสกุลขมิ้นเป็นดอกที่ไม่มีก้านดอกมีกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ โดยกลีบดอก 1 กลีบเปลี่ยนรูปเป็นปาก โคนกลีบดอก และกลีบเลี้ยงเชื่อมกันเป็นรูปกรวย หรือรูปหลอด โดยอาจมีกลีบรองดอกด้วย ในบางชนิดดอกเป็นดอกสมบูรณ์ มีเรณูซึ่งมีลักษณะคล้ายแป้งอยู่ในอับเรณูดันที่แตกตามยาว อับเรณูติดอยู่ที่ปลายก้านชูเกสรตัวผู้เล็กน้อย รังไข่ของดอกไม้สกุลนี้อยู่ใต้กลีบเลี้ยง ดอกของพืชสกุลขมิ้นจะอยู่ในซอกของใบประดับส่วนล่างของช่อดอก ซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วย โดยแต่ละใบประดับจะรองรับช่อดอกย่อย ๆ สั้น ๆ ซึ่งมีดอก 2 - 7 ดอก ดอกในช่อย่อยเดียวกันจะบานห่างกัน 4 - 6 วัน ทั้งนี้ดอก

ในใบประดับบริเวณโคนช่อจะบานก่อนดอกในใบประดับบริเวณปลายช่อ จำนวนดอกที่บานในแต่ละช่ออาจมีเพียงดอกเดียวหรือมีหลายดอกต่อวันก็ได้อนึ่งในกรณีที่ต้นไม่ได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมดอกอาจฝ่อไปตั้งแต่ยังมีขนาดเล็ก จนดูเหมือนว่าดอกมีแต่ใบประดับชนิด coma เพียงชนิดเดียว

ดอกจะเริ่มบานราว 6 นาฬิกา หรือช่วงที่ต้นพืชได้รับแสงแดดในตอนเช้า และพร้อมที่จะรับการถ่ายละอองเกสรในเวลา 8 - 10 นาฬิกา เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ดอกบานในช่วงบ่ายและพร้อมที่จะรับการถ่ายละอองเกสรในเวลาราว 16 นาฬิกา ปกติดอกในแต่ละซอกของใบประดับจะพัฒนาเป็นผลที่สมบูรณ์ได้เพียง 2 ผล เนื่องจากผลที่สมบูรณ์จะมีขนาดใหญ่เกือบเต็มถ้วยซึ่งเกิดจากการเชื่อมกันของใบประดับทำ ให้ผลสามารถเบียดกันอยู่ได้เพียง 2 ผล ผลมีทรงกลมขนาดต่างกันขึ้นกับชนิดและความสมบูรณ์ผลมี 3 ช่อง ภายในมีเมล็ดรูปร่างและขนาดคล้ายเมล็ดองุ่น ด้านปลายแหลมของเมล็ดมีเยื่อบางสีขาวมีลักษณะเป็นแฉกหลายแฉกติดอยู่ เมล็ดมักมีการพักตัวเหมือนกับการพักตัวของเหง้า

สำหรับไม้ดอกกลุ่มปทุมมา ได้แก่ ปทุมมา (patumma) ทั้ง 2 ชนิดคือ *Curcuma alismatifolia* และ *C. sparganifolia* บัวลาย บัวขาว และเทพรำลึกนั้นมีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงสีขาว แต่ปากมีสีม่วงน้ำเงินซึ่งเป็นข้อแตกต่างอย่างเด่นชัดกับไม้ดอกกลุ่มกระเจียว อันได้แก่กระเจียวส้ม กระเจียวชมพู กระเจียวโคม และกระเจียวชมพูช่อยาว เนื่องจากไม้ดอกกลุ่มกระเจียวมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีขาวหรือเหลือง โดยปากมีสีขาวหรือสีเหลือง นอกจากนี้ดอกของกลุ่มกระเจียวยังบานไม่ผึ่งผาย กลีบดอกและกลีบเลี้ยงค่อนข้างกว้าง จึงทำ ให้ดอกบานมีลักษณะคล้ายถ้วย ส่วนดอกของกลุ่มปทุมมานั้นบานผึ่งผาย กลีบดอกและกลีบเลี้ยงแคบ ดอกจึงบานได้เต็มที่ ดังนั้นลักษณะการบานของดอกและสีของปากจึงเป็นสิ่งที่ใช้แยกไม้ดอก 2 กลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี

ในกรณีของปทุมมาซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันมากนั้น *C. alismatifolia* มีสันนูนหรือครีบสีเหลือง 1 คู่ ตามความยาวของปาก ซึ่ง *C. sparganitolia* ไม่มี ลักษณะของปทุมมาโดยทั่วไปคือ ก้านช่อดอกยาวกว่าความสูงของทรงพุ่ม ใบประดับด้านล่างจำนวน 7 - 10 ใบ มีสีเขียว โดยอาจมีสีชมพูแต้มบริเวณด้านข้างเล็กน้อย ดอกจริงมีในซอกของใบประดับส่วนล่างของช่อเท่านั้น ใบประดับชนิด coma ซึ่งมีจำนวน 6 - 15 กลีบ มีสีขาว ชมพู ม่วงแดง หรือ ม่วงน้ำเงิน ปลายใบประดับชนิด coma มักมีสีเขียว และอาจจะปลายโค้งเข้าสู่แกนก้านช่อหรือปลายโค้งออก อนึ่ง *C. alismatifolia* ซึ่งปทุมมาที่นิยมปลูกกันนั้นได้ถูกนำ ไปตั้งชื่อว่า *C. sharome* ในบางประเทศนัยว่าเพื่ออำพรางแหล่งกำ เหนิดบัวลาย บัวขาว และเทพรำลึก เป็นพืชขนาดเล็ก มีพุ่มสูงราว 30 - 40 เซนติเมตร ช่อดอกยาว ใกล้เคียงกับความสูงของทรงพุ่ม บัวลายมีใบประดับที่มีสีทั้งช่อ โดยกลีบมีสีชมพูและมีลายสีน้ำตาลเป็นแถบตาแนวยาว บัวขาวมีใบประดับชนิด coma สีขาวล้วนเรียงกันแน่นบริเวณปลายช่อ ขณะที่ใบประดับมีสีเขียวล้วน ส่วนเทพรำลึกมีใบประดับสีเขียวโดยอาจมีแต้มสีชมพูถึงแดงด้านข้างและใบประดับชนิด coma ของเทพรำลึกมีสีขาวโดยมีแต้มสีเขียวที่ปลายกลีบ ทั้งนี้ใบประดับของบัวลายและเทพรำ ลึกมักเรียงเป็นแถวชัดเจน 5 - 6 แถว ขณะที่ใบประดับของปทุมมาและบัวขาวเรียงวนไม่เป็นแถวชัดเจนสำหรับไม้ดอกกลุ่มกระเจียวนั้นใบประดับมีสีทั้ง

ช่อ โดยใบประดับของกระเจียวส้มนั้นมีสีส้มแดงโดยโคนกลีบอาจมีสีขาวหรือสีเหลืองออมเขียวหรืออาจมีสีเดียว กันทั้งกลีบก็ได้ ใบประดับของกระเจียวชมพูและกระเจียวชมพูช่อยาว รวมทั้งชมพูอมม่วง ทั้งนี้กระเจียวชมพูช่อยาวเป็นกระเจียวที่มีพุ่มช่อยาวได้ถึง 60 เซนติเมตร ส่วนใบประดับของกระเจียวโคนซึ่งเป็นกระเจียวที่มีพุ่มช่อขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางราว 13 เซนติเมตร นั้นมีสีแดงเลือดนก ก้านช่อดอกของไม้ดอกกลุ่มกระเจียวเหล่านี้จะสั้นจนทำให้ช่อดอกอยู่ในทรงพุ่มเห็นได้ไม่เด่นชัดจากระยะไกลเมื่อปลูกเป็นแปลง

ไม้ดอกกลุ่มปทุมมามีความเด่นอยู่ที่สีของใบประดับรูปทรงพุ่มของใบประดับชนิด coma และช่อดอกที่ตั้งเหนือทรงพุ่มตลาดให้ความสนใจกับพันธุ์พืชในกลุ่มนี้ซึ่งมีสีของใบประดับชนิด coma ที่สะอาดสดใสเช่น สีขาวสะอาดของบัวขาวและเทพรำลึกสีชมพูของปทุมมาและบัวลาย ทรงพุ่มของใบประดับชนิด coma ของพืชในกลุ่มนี้ขึ้นกับจำนวนและความกว้างของใบประดับ ชนิด coma กล่าวคือ พันธุ์ที่มีทรงพุ่มของในประดับชนิด coma ที่ดี จะต้องมีในประดับชนิด coma จำนวนมากและกลีบเหล่านั้นต้องกว้าง ช่อดอกที่มีก้านยาว แข็ง และมีขนาดไม่ใหญ่มาก เป็นสิ่งที่พึงปรารถนาของผู้ใช้ การคัดเลือกพันธุ์พืชในกลุ่มปทุมมาจึงต้องพิจารณาลักษณะทั้งสามเป็นหลัก

ในการวิเคราะห์จีโนมพืชในเบื้องต้น คือการศึกษาจำนวนรูปร่างของโครโมโซมหรือเป็นการศึกษาจำนวนชุดโครโมโซมพืช โดยการย้อมสีแล้วตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ในปัจจุบันเทคนิคทางอณูชีววิทยามีการพัฒนามากขึ้นมีการประยุกต์ใช้หลายด้าน (Jeffreys et al., 1985) โดยมีการนำเอาดีเอ็นเอใช้เป็นเครื่องหมาย (DNA marker) ทำให้การวิเคราะห์จีโนมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว สามารถศึกษาได้ทั้งส่วนที่เป็นยีนและส่วนที่ไม่ใช่ยีน และเนื่องจากปริมาณดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตหนึ่งมีลักษณะทางพันธุ์กรรมเหมือนกัน จึงสามารถศึกษาได้โดยไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม ไม่ขึ้นกับระยะของการเจริญเติบโตและอวัยวะใด เครื่องหมายดีเอ็นเอแรกที่นำมาใช้คือ อาร์แอฟแอลพี โดยมีการทำแผนที่อาร์เอฟแอลพีแล้วในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เมื่อมีการพัฒนาวิธีเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยพีซีอาร์ (PCR polymerase chain reaction) ซึ่งทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า ทำให้เกิดเทคนิคใหม่ ๆ ขึ้นมามากมายเช่น อาร์เอพีดี(RAPD, Rndom amplified polymorphic DNA), เอเอฟแอลพี (AFLP, Amplified fragmentlength polymorphism) การวิเคราะห์เครื่องหมายดีเอ็นเอ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเครื่องหมายทางโมเลกุล (molecular marker) นอกจากจะใช้เพื่อประโยชน์ในการศึกษาการเรียงตัวของดีเอ็นเอส่วนต่างๆ แล้ว ยังสามารถตรวจสอบความหลากหลาย (polymorphism) ของพันธุ์ ตลอดจนศึกษาในระดับความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการได้อีกด้วย (Welsh and McClelland , 1990)

การทำห้องสมุดดีเอ็นเอเป็นการสร้างห้องสมุด หรือ sets ของ cloned DNA ใน vectors ที่เก็บไว้ทั้งหมดในเซลล์ผู้รับ(host cells) เพื่อใช้ตรวจหาและศึกษา genes ภายหลัง แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. Genomic DNA library: ห้องสมุด cloned DNA ของ 1 genome ซึ่งคือ genes ทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตใด ๆ เช่น human genome library ซึ่งเป็นแหล่งรวมของชิ้น DNA จากสิ่งมีชีวิตที่ต่ออยู่กับ Vector

โดยที่แต่ละชิ้นแยกกันอย่างอิสระ หรือแยกเป็น Clone ต่างๆ โดย DNA ทั้งหมดที่แยกได้จากเซลล์ซึ่งมีขนาดใหญ่ ก่อนนำมาต่อกับ Vector จึงต้องตัดให้มีขนาดเล็กลงด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (Restriction enzyme) แล้วจึงนำไปถ่ายฝากให้กับเซลล์ผู้รับ

2. cDNA library : ห้องสมุด cloned cDNA ของ structural gene ใด ๆ DNA ที่สังเคราะห์ขึ้นจาก mRNA เมื่อนำ cDNA มาต่อกับ vector แล้วถ่ายฝากลงสู่เซลล์ ---> cDNA library ซึ่งเป็นตัวแทนของยีนต่างๆ ที่มีการแสดงออกในอวัยวะหนึ่งในช่วงเวลาการเจริญเติบโตขณะนั้น (จึงไม่ครอบคลุมชิ้น DNA ทั้งหมดใน genome เป็นเพียงตัวแทนของยีนบางยีนที่มีการแสดงออกเท่านั้น ดังนั้นขนาดของ cDNA library จึงเล็กกว่า genomic DNA library)

3. Chromosome-specific DNA library : ห้องสมุด cloned DNA ของ 1 chromosome

ในปัจจุบันมีการเก็บรวบรวมยีนในรูปแบบของห้องสมุดซีดีเอ็นเอ จนสามารถเก็บรูปแบบของดีเอ็นเอสมบูรณ์ได้ตามความเหมาะสม อาทิ ข้าว (Benli et al.,2002) Agrostis palustris Huds (Daolin ,2006) Agrostis stolonifera (Eric, 2006) เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างเชื้อ
   - 1.1 เชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* สายพันธุ์ DH5-α
   - 1.2 พลาสมิด pTZ57R/T vector
2. วัสดุและอุปกรณ์
   - 2.1 ช้อนตักสาร
   - 2.2 ตัวอย่างปทุมมาบดละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว
   - 2.3 แท่นวางหลอดสำหรับลอยน้ำ
   - 2.4 อุปกรณ์รันเจล
   - 2.5 กระดาษทิชชู่
   - 2.6 กล่องโฟมใส่น้ำแข็ง
   - 2.7 ขวดน้ำกลั่น
   - 2.8 ถุงพลาสติก
   - 2.9 ยางรัด
   - 2.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์
   - 2.11 ไม้จิ้มฟัน

2.12 สำลี

2.13 Aluminium foil

2.14 Auto pipette ขนาด 0.1 µl, 2-20 µl, 20-200 µl, 100-1000 µl

2.15 Beaker ขนาด 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml

2.16 Centrifuge tube ขนาด 50 ml

2.17 Cuvette quartz

2.18 Duran ขนาด 50 ml, 100ml, 250 ml, 500ml

2.19 Erlenmeyer flask

2.20 Loop

2.21 Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 ml

2.22 PCR tube ขนาด 0.2 ml

2.23 Paraffin film

2.24 Petri dish

2.25 Pipette ขนาด 5 ml, 10 ml

2.26 Pipette Tip ขนาด 0.1-10 µl, 20-200 µl, 100-1000 µl

2.27 Plate

2.28 Rack

2.29 Spreader

2.30 Stirring rod

2.31 Volummetric flask

3. **เครื่องมือ**

3.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง

3.2 เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงควบคุมอุณหภูมิ

3.3 เครื่องปรับความร้อน

3.4 เครื่องเขย่า

3.5 เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ (water bath)

3.6 **เครื่องเครื่องชั่งสาร 2 ตำแหน่ง**

3.7 **เครื่องเครื่องชั่งสาร 4 ตำแหน่ง**

3.8 **ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ 37°c**

3.9 **ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ -20°c**

3.10 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ 4°c

3.11 ตู้ดูดควัน

3.12 Autoclave

3.13 DNA electrophoresis

3.14 Gel Documentation

3.15 Microwave

3.16 pH meter

3.17 PX2 Thermal Cycler (PCR machine)

3.18 spin down

3.19 vortex

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ

4.1 Lubia-Bertani Agar (LB) + Ampicillin medium

4.2 Lubia-Bertani Broth (LB) + Ampicillin medium

4.3 Lubia-Bertani Broth medium

4.4 Lubia-Bertani Agar (LB) + Ampicillin + X-gal + IPTG medium

5. สารเคมี

5.1 ไนโตรเจนเหลว

5.2 TRIZOL® Reagent

5.3 Chloroform

5.4 Isopropyl alcohol

5.5 70% ethanol

5.6 DEPC treated water

5.7 RNA template (0.1-0.5 µg)

5.8 Oligo(dT)18primer (0.5 µg/µl)

5.9 RiboLock™RNase

5.10 dNTPs mix

5.11 5X Reaction buffer

5.12 RevertAid™Reverse Transcriptase

5.13 Random Hexamer Primer

5.14 10X buffer H

5.15 1st cDNA template

5.16 dNTPs mix

5.17 Taq DNA Polymerase

5.18 Deionize water

5.19 5x buffer ligase

5.20 PCR Product template

5.21 pTZ57R/T vector

5.22 T4 ligase enzyme

5.23 10%glycerol

5.24 50%glycerol

5.25 20 µg/ml 5-Bromo-4-Cholro-3-Indolyl-β-D-galactosidase (X-gal)

5.26 100µg/ml IPTG

5.27 100µg/ml RNase

5.28 10mM EDTA

5.29 50mM Tris-HCl

5.30 200mM NaOH

5.31 1% SDS

5.32 3M Potassium Acetate

5.33 10 mg/ml Ethidium bromide

5.34 Agarose powder

5.35 1X TBE buffer

5.36 6X loading dry

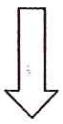
5.37 10X buffer

5.38 *Eco*RI 15 Unit

5.39 *Pst*I 15 Unit

แผนผังการดำเนินงานวิจัย

การเตรียมอาร์เอ็นเอ (total RNA) โดยการเตรียมตัวอย่างพืชทดลองเพื่อการสกัดอาร์เอ็นเอ



การสังเคราะห์ First Strand cDNA



เพิ่มปริมาณยีนโดยเทคนิค PCR



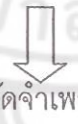
ปฏิกิริยาการเชื่อม (Ligation) กับดีเอ็นเอพาหะ (vector) ซึ่งดีเอ็นเอพาหะที่ใช้คือ pTZ57R/T



การส่งถ่ายชิ้นส่วน cDNA เข้าสู่เซลล์ผู้รับ (host cells) ซึ่งใช้แบคทีเรีย *E.coli* สายพันธุ์ DH5-α โดยวิธี electrophoration



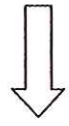
การตรวจสอบแบคทีเรียที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม (Recombinant DNA) โดยการแยก พลาสมิดโดยวิธี Alkaline (Maniatis *et al.*, 1982)



การตรวจสอบพลาสมิดโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ซึ่งใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะคือ *Eco*RI และ *Pst*I



การวิเคราะห์โดย Agarose Gel Electrophoresis



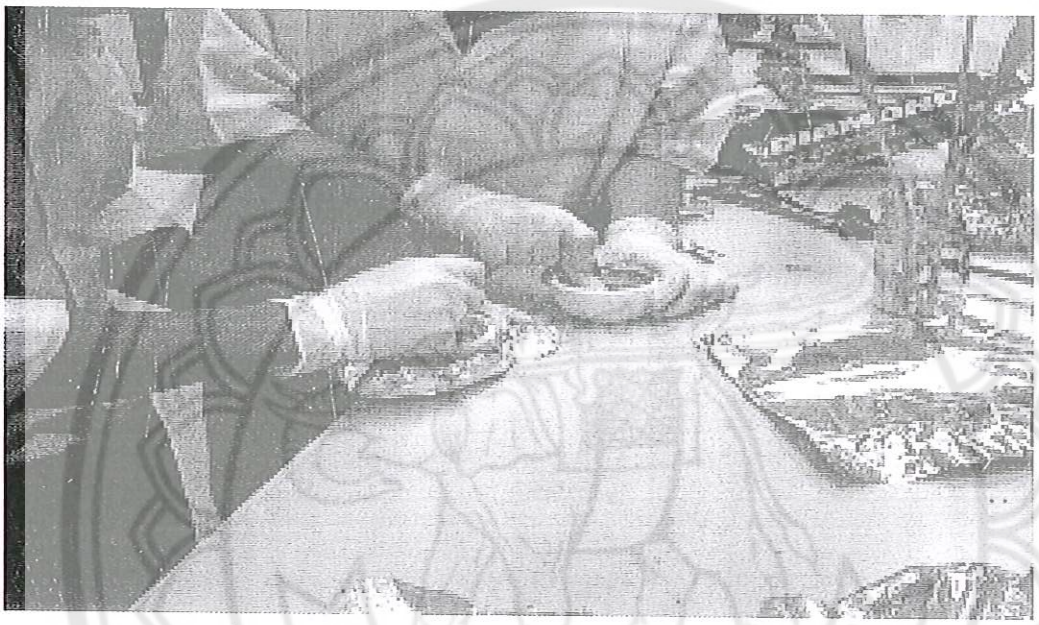
เก็บรักษาแบคทีเรียที่ได้รับการส่งถ่ายดีเอ็นเอไว้ที่ -20°C และทำการ subculture ทุกเดือน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมอาร์เอ็นเอ (total RNA)

1.1 การเตรียมตัวอย่างพืชทดลอง

นำใบประดับของกระเจียวที่ได้จากการสำรวจบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยาและพื้นที่โดยรอบมาบดให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว จากนั้นเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อนำไปใช้ในการสกัดอาร์เอ็นเอ (total RNA) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงการบดตัวอย่างกระเจียวโดยใช้ไนโตรเจนเหลว

1.2 การสกัดอาร์เอ็นเอ

1.2.1 นำตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 50-100 mg ใส่ใน microcentrifuge tube ที่มี TRIZOL® Reagent ปริมาตร 1 ml พลิกหลอดกลับไปมาเบาๆ

1.2.2 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงดูดเอาเฉพาะส่วนใสด้านบน (aqueous phase) ใส่หลอดใหม่

1.2.3 เติม chloroform ปริมาตร 0.2 ml พลิกหลอดกลับไปมาเบาๆ 5 นาที แล้วนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงดูดเอาเฉพาะส่วนใสด้านบน (aqueous phase) ใส่หลอดใหม่ (ทำซ้ำ 2 รอบ)

1.2.4 เติม 0.7เท่า Isopropyl alcohol พลิกหลอดกลับไปมาเบาๆ

1.2.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C ทิ้งไว้ 1 คืน

1.2.6 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C

1.2.7 เทส่วนใสด้านบนทิ้งเหลือเฉพาะส่วนของตะกอน หลังจากนั้นล้างตะกอนโดยเติม 70% ethanol ปริมาตร 0.2 ml

1.2.8 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C

1.2.9 เททิ้ง นำตะกอนอาร์เอ็นเอมาทำให้แห้งโดยวิธี air dry ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1-2 ชั่วโมง

1.2.10 ละลายตะกอนอาร์เอ็นเอด้วย DEPC treated water ปริมาตร 20µl ผสมให้เข้ากันเบาๆ

1.2.11 ตรวจสอบอาร์เอ็นเอทั้งหมดด้วย 1.4% agarose/Ethidium bromide electrophoresis

2. การสังเคราะห์ First Strand cDNA

โดยใช้ RevertAid™First Strand cDNA Synthesis Kit, Fermentus®

	Volume
RNA template (0.1-0.5 µg)	1 µl
Oligo(dT)18primer (0.5 µg/µl)	1 µl
DEPC treated water	10.5 µl
RiboLock™RNase	0.5 µl
dNTPs mix	2 µl
5X Reaction buffer	4 µl
RevertAid™Reverse Transcriptase	1 µl
Total	20 µl

ขั้นตอน

2.1 เตรียมสารละลายลงใน micricentrifuge ขนาด 0.2 ml ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีตาราง ผสมให้เข้ากันเบาๆ ในสภาวะเย็นตลอดเวลา

2.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 60 นาที โดยใช้ PCR matchine

2.3 หยุดปฏิกิริยาที่ 70°C เป็นเวลา 10 นาที

2.4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (template)

3. ปฏิกิริยา PCR

	Volume
Random Hexamer Primer	1 µl
Oligo(dT)18primer (0.5 µg/µl)	1 µl
10X buffer H	5 µl
1st cDNA template	3 µl
dNTPs mix	0.5 µl
Taq DNA Polymerase	0.5 µl
Deionize water	39 µl
Total	50 µl

สภาวะ (condition) ในเทคนิค PCR

อุณหภูมิ	94°C	94°C	45°C	72°C	72°C
ระยะเวลา	1 min	1 min	1min	1 min	10min
จำนวนรอบ	1 cycle	30 cycles			1 cycle

ขั้นตอน

3.1 เตรียมสารละลายลงใน micricentrifuge ขนาด 0.2 ml ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีตาราง ผสมให้เข้ากันเบาๆ ในสภาวะเย็นตลอดเวลา

3.2 นำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้ PCR matchine ซึ่งใช้สภาวะตามตาราง

3.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (template)

4. ปฏิกิริยาการเชื่อม (ligation)

	Volume
5x buffer ligase	4 µl
PCR Product template	10 µl
pTZ57R/T vector	1 µl
T4 ligase enzyme	1 µl
Deionize water	4 µl
total	20 µl

5. การส่งถ่ายชิ้นส่วน cDNA

5.1 การส่งถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรีย (transformation)

โดยวิธี electrophoration

ขั้นตอน

5.1.1 ทำการเอาสารละลายเกลือออกจาก ligate solution (สารละลายที่ได้จากการเชื่อมต่อ (ligation)) เรียกขั้นตอนนี้ว่า "Desalt" โดยหยด ligate solution ลงบนกระดาษด้านมัน นำไปลอยบน deionize water เป็นเวลา 30 นาที

5.1.2 ดูดใส่ใน micricentrifuge ขนาด 0.2 ml หลอดใหม่

5.1.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C

5.1.4 เติม 100 µl competent cell กับ 20 µl ligate solution ลงใน cuvete สำหรับการส่งถ่ายดีเอ็นเอโดยวิธี electrophoration

5.1.5 ใช้ 2500 V, 15 µF, 335R

5.1.6 หลังจากนั้นดูดใสใน tube ที่อาหาร Luria Broth (LB) ปริมาตร 1 ml นำไปเขย่าที่ 37°C นาน 1 ชั่วโมง

5.1.7 นำมากระจายบนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-Amplicillin/X-gal/IPTG agar plate โดยวิธีการ spread plate นำไปบ่มที่ 37°C นาน 1 คืน

5.1.8 หากแบคทีเรียได้รับดีเอ็นเอสายผสม (Recombinant DNA) จะปรากฏโคโลนีสีขาว

5.2 การเตรียมเซลล์ผู้รับที่พร้อมต่อการส่งถ่ายชิ้นส่วน cDNA (competant cell)

5.2.1 เตรียมเชื้อแบคทีเรีย E.*coli* สายพันธุ์ DH5-α ปริมาตร 0.7 ml โดยเลี้ยงในอาหาร Luria Broth (LB) ปริมาตร 10 ml จากนั้นเขย่าที่ 37°C นาน 12 ชั่วโมง

5.2.2 เติมเซลล์แบคทีเรียที่เลี้ยง 12 ชั่วโมง ทั้งหมดลงในอาหาร Luria Broth (LB) ปริมาตร 250 ml จากนั้นเขย่าที่ 37°C นาน 3-4 ชั่วโมง

5.2.3 นำมาแช่ในน้ำแข็ง (on ice) เป็นเวลา 15 นาที โดยอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองต้องแช่เย็นตลอดเวลา

5.2.4 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 4800 rpm นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C จนอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 250 ml หมด

5.2.5 เทส่วนใสด้านบนทิ้งเหลือเฉพาะส่วนของตะกอน หลังจากนั้นเติม 10%glycerol ปริมาตร 30 ml ละลายตะกอนเบาๆ หลังจากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 4800 rpm นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C เททิ้ง ทำซ้ำ 3 รอบ

5.2.6 เติม 50%glycerol ปริมาตร 0.5 ml ผสมให้เข้ากันเบาๆ

5.2.7 ดูดใส่ microcentrifuge tube หลอดละ 0.1 ml จนหมด

5.2.8 เก็บรักษาที่ -80°C เพื่อใช้ในการส่งถ่ายชิ้นส่วน cDNA

5.2.9 หากแบคทีเรียได้รับดีเอ็นเอสายผสม (Recombinant DNA) จะปรากฏโคโลนีสีขาว

6. การตรวจสอบแบคทีเรียที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA)

6.1 การแยกพลาสมิดโดยวิธี Alkaline (Maniatis *et al.*, 1982)

6.1.1 เลือกโคโลนีสีขาวจากแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-Amplicillin/X-gal/IPTG agar plate โดยนำมาเลี้ยงใน LB-Amplicillin both ปริมาตร 3 mlเขย่าที่ 37°C นาน 12 – 16 ชั่วโมง

6.1.2 นำเชื้อ 1.5 ml ใส่ลงใน microcentrifuge tube นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

6.1.3 เทส่วนใสด้านบนทิ้งเหลือเฉพาะส่วนของตะกอน เติม solution I ปริมาตร 300 µl นำไป vortex ให้เข้ากัน จากนั้นเติม solution II ปริมาตร 300 µl พลิกหลอดกลับไปมาแล้วเติม 100µg/ml RNase ปริมาตร 1 µl นำไปบ่มที่ 37°C นาน 1 ชั่วโมง และ

เติม solution III ปริมาตร 300 µl เขย่าให้เข้ากันเบาๆ จะเห็นตะกอนสีขาวเกิดขึ้น แช่ต่อในน้ำแข็งอีก 30 นาที

6.1.4 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อแยกตะกอนทิ้ง ดูดส่วนใสด้านบนใส่หลอดใหม่

6.1.5 เติม 0.7เท่าIsopropyl alcohol หรือ 1เท่าAbsolute ethanol

6.1.6 ผสมให้เข้ากันเบาๆ เก็บรักษาที่ -20°C เป็นเวลา 1 คืน

6.1.7 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C เทส่วนใสด้านบนทิ้งเหลือเฉพาะส่วนของตะกอน ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 70%ethanol ปริมาตร 200 µl

6.1.8 นำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12000 rpm นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C เทส่วนใสด้านบนทิ้งเหลือเฉพาะส่วนของตะกอน

6.1.9 นำตะกอนพลาสมิดทำให้แห้งโดยวิธี air dry ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1-2 ชั่วโมง

6.1.10 ละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer หรือ Deionize water ปริมาตร 20 µl ละลายตะกอนเบาๆ

6.1.11 ตรวจสอบพลาสมิดโดยทำการ agarose gel electrophoresis

6.2 การตรวจสอบพลาสมิดโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ

	Volume (µ)
10X bufferH	3
DNA sample	20
EcoRI 15 Unit	1
PstI 15 Unit	1
Deionize water	5
total	30

ขั้นตอน

6.2.1 เตรียมสารละลายลงใน micricentrifuge ขนาด 0.2 ml ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีตาราง ผสมให้เข้ากันเบาๆ ในสภาวะเย็นตลอดเวลา

6.2.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6.2.3 ตรวจสอบการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะโดยทำ agarose gel electrophoresis โดยเปรียบเทียบกับแถบดีเอ็นเอมาตรฐาน (molecular Marker)

6.3 การวิเคราะห์โดย Agarose Gel Electrophoresis

6.3.1 เตรียม agarose ความเข้มข้น 0.8% หรือ 1% โดยชั่ง agarose ผสมลงใน 1X TBE buffer จากนั้นนำไปต้มให้ละลายจนหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเจลอุ่นประมาณ 60°

6.3.2 ทำความสะอาดถาดเจลและหวีเสียบ (comb) ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำถาดเจลประกอบเข้ากับบล็อก

6.3.3 วางหวีเสียบลงที่ปลายด้านหนึ่งของถาดเจล เพื่อให้เกิดช่องเล็กๆ สำหรับหยอดตัวอย่างดีเอ็นเอที่สนใจ

6.3.4 เท agarose ลงบนถาดที่เตรียมไว้โดยให้มีความหนาประมาณ 3-5 mm ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ตั้งทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัว

6.3.5 นำถาด agarose gel ออกจากบล็อก จากนั้นวางถาดลงในอ่าง electrophoresis โดยให้ด้านที่มีหวีเสียบอยู่ทางขั้วลบ แล้วเท 1X TBE buffer ลงในอ่างให้ท่วมแผ่น agarose gel โดยให้ระดับ 1X TBE buffer อยู่เหนือผิวเจลประมาณ 1-3 mm ดึงหวีเสียบออก

6.3.6 ผสม 6X loding dry เข้ากับตัวอย่างดีเอ็นเอที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายแล้วค่อยๆหยอดลงในช่องที่เกิดจากหวีเสียบ

6.3.7 ปิดฝาอ่าง electrophoresis แล้วต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสไฟฟ้าวิ่งจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ใช้ความต่างศักย์ 80 โวลล์ นาน 60 – 100 นาที หรือเมื่อแถบสีด้านล่างของ 6X loding dry เคลื่อนที่ไปอยู่อีกปลายด้านหนึ่งของเจล โดยห่างจากด้านล่างของถาดประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า

6.3.8 ทำการย้อมดีเอ็นเอโดยนำแผ่น agarose gel ไปแช่ใน Ethidium bromide นาน 10 นาที จากนั้นย้ายไปแช่น้ำสะอาดอีก 5 นาที เพื่อล้าง Ethidium bromide ส่วนเกินออก นำแผ่น agarose gel ไปตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้เครื่อง UV transilluminator พร้อมบันทึกภาพ

7. **เก็บรักษาแบคทีเรียที่ได้รับการส่งถ่ายดีเอ็นเอไว้ที่ -80°C และทำการ subculture ทุกเดือน**

โดยเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB/Amp plates เพื่อทำการศึกษาลำดับเบสและการแสดงออกของยีนโดยวิธี RT-PCR ซึ่งการศึกษาการแสดงออกของยีนในส่วนต่างๆ ของกระเจียวนั้นจะใช้ยีนแต่ละชนิดที่รวบรวมได้เป็นตัวติดตามต่อไป

8. การตรวจสอบลำดับเบสของซีดีเอ็นเอ

8.1 เตรียมพลาสมิดให้มีความเข้มข้นประมาณ 300 ng/µl

8.2 การวิเคราะห์โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ (Restriction Endonuclease Analysis) โดยเตรียมส่วนผสมดังต่อไปนี้ ใน Eppendorf Tube

10X Buffer 2 µl

5 units/µl EcoRI 0.5 µl

5 units/µl HindIII 0.5 µl

Plasmid DNA 2 µl

Deionized water up to 20 µl

8.3 ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ถึง 1 คืน

8.4 ตรวจสอบขนาดของแถบดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Agarose Gel Electrophoresis

8.5 การหาลำดับเบส (DNA Sequencing)

นำชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (DNA Fragment) ที่คัดเลือกได้ไปหาลำดับเบส โดยบริษัท First BASE Laboratories Sdn Bhd, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

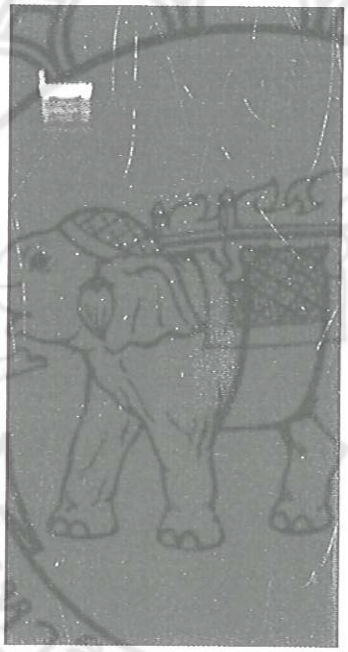
8.6 การเปรียบเทียบลำดับเบส (Alignment)

นำลำดับเบสที่ได้จากการ Sequencing มาเปรียบเทียบกับลำดับเบสของชิ้นส่วนดีเอ็นเอหรือยีนในฐานข้อมูล Genbank (National Center for Biotechnology Information)(http://www.ncbi.nlm.nih.gov)

ผลการศึกษา

1. **การเตรียมตัวอย่างอาร์เอ็นเอ** (RNA preparation)

นำตัวอย่างพืชที่สำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา มาทำการบดให้ละเอียดโดยใช้ไนโตรเจนเหลว จากนั้นเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อนำไปใช้ในการสกัดอาร์เอ็นเอ (total RNA) หลังจากนำตัวอย่างพืชตระกูลกระเจียวที่สำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา มาทำการสกัดอาร์เอ็นเอจากนั้นนำไปตรวจสอบอาร์เอ็นเอทั้งหมดโดยเทคนิค 1.8 %agarose gel electrophoresis ผลที่ได้ปรากฏว่ามีแถบอาร์เอ็นเอปรากฏดังภาพที่ 2

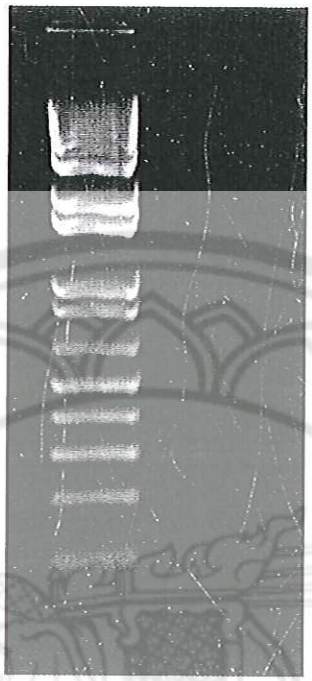


ภาพที่ 2 ลักษณะอาร์เอ็นเอทั้งหมดที่สกัดได้จากพืชตัวอย่าง

2. การสังเคราะห์ First Strand cDNA

หลังจากเตรียมอาร์เอ็นเอของตัวอย่างพืช จากนั้นจึงทำการสังเคราะห์ Complementary DNA หรือ cDNA ซึ่งใช้ RevertAid™First Strand cDNA Synthesis Kit, Fermentus® เป็นการสังเคราะห์ดีเอ็นเอขึ้นโดยใช้เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) เป็นต้นแบบโดยอาศัยเอนไซม์ reverse transcriptase และ DNA polymerase และอาศัยการทำพีซีอาร์ (Polymerase chain reaction; PCR) เพื่อเพิ่มปริมาณซีดีเอ็นเอโดยใช้ Random Hexamer Primer ซึ่งเป็นไพรเมอร์แบบสุ่ม หากไพรเมอร์แบบสุ่มมีลำดับเบสคู่สมกับดีเอ็นเอแม่แบบก็จะสามารถจับกันได้ทำให้สามารถเพิ่มชิ้นส่วนดีเอ็นเอได้ เนื่องจากไพร์เมอร์เป็นแบบสุ่มจึงทำให้ได้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน จากนั้นแยก

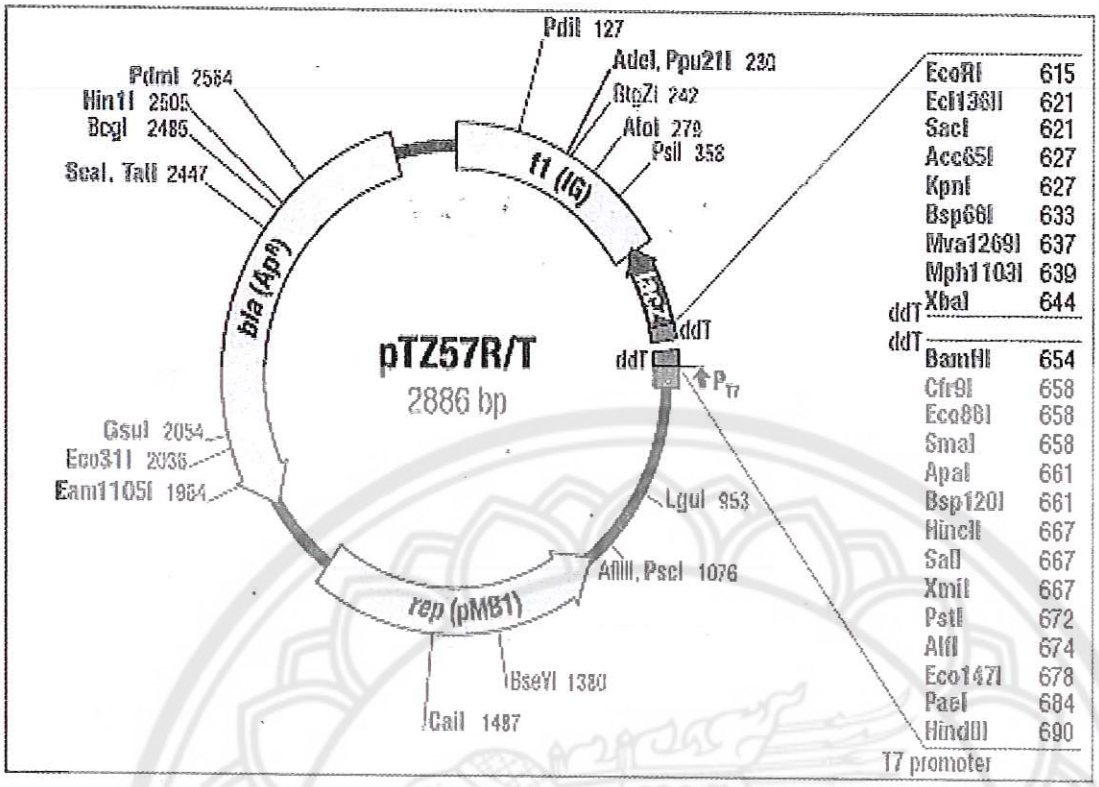
ขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสและตรวจสอบโดยการย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ พบว่าได้แถบดีเอ็นเอที่มีหลายขนาด ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะแถบดีเอ็นเอทั้งหมดที่ผ่านกระบวนการพีซีอาร์

3. ปฏิกิริยาการเชื่อม (ligation)

เมื่อทำการเชื่อมดีเอ็นเอเป้าหมายที่ได้จากปฏิกิริยาพีซีอาร์เข้ากับดีเอ็นเอพาหะ ซึ่งดีเอนเอพาหะที่ใช้คือ พลาสมิด pTZ57R/T vector ขนาด 2,886 bp (ภาพที่ 4) หลังจากนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 14°C เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง โดยใช้ PCR matchine ในปฏิกิริยาการเชื่อมจะอาศัยเอนไซม์ T4 ligase เพื่อเชื่อมดีเอ็นเอเป้าหมายเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ เรียกว่า ดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA)



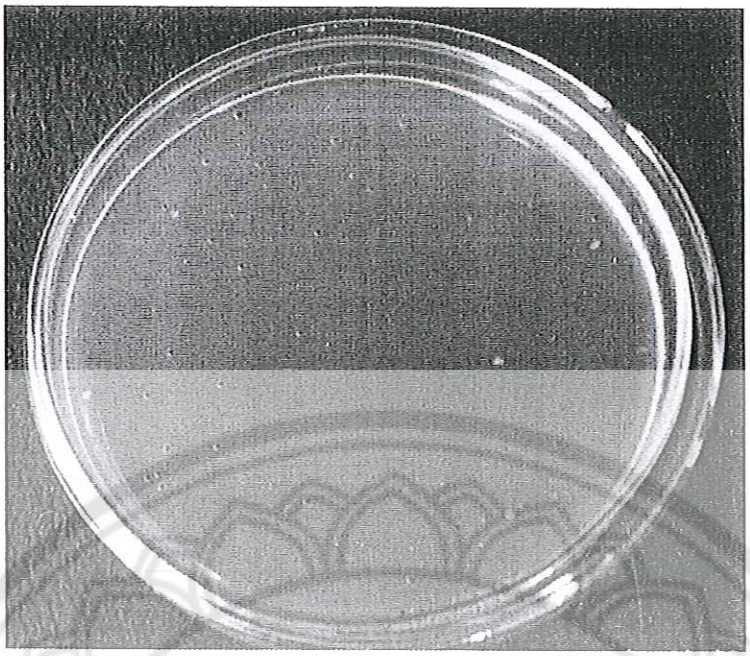
ภาพที่ 4 แสดงดีเอ็นพาหะ pTZ57R/T vector ที่ใช้ในปฏิกิริยาการเชื่อม (ligation)

4. การส่งถ่ายชิ้นส่วน cDNA

นำดีเอ็นเอสายผสมที่ได้มาทำการส่งถ่ายเข้าสู่แบคทีเรีย (transformation) โดยวิธี electrophoration ใช้ 2500 V, 15 μF, 335R ซึ่งใช้แบคทีเรีย *E.coli* สายพันธุ์ DH5-α เป็นเซลล์ผู้รับเพื่อเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอสายผสม จากการส่งถ่ายพบว่าแบคทีเรียสามารถรับดีเอ็นเอที่ส่งถ่ายในสภาวะดังกล่าวได้โดยสามารถเจริญเติบโตในอาหารที่มีสารปฏิชีวนะผสมจึงเก็บรักษาแบคทีเรียในกลีเซอรอล 20% เพื่อใช้ในการสกัดพลาสมิดต่อไป

5. การตรวจสอบแบคทีเรียที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA)

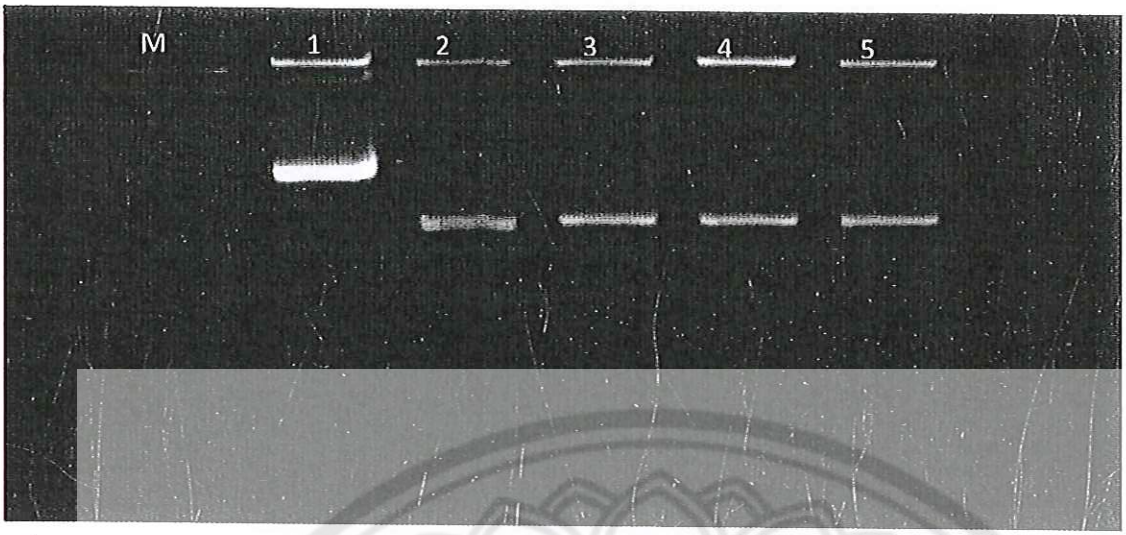
เนื่องจากพลาสมิดที่ใช้คือ pTZ57R/T vector ซึ่งเป็นพลาสมิดที่มีบริเวณ lac Z ซึ่งสามารถใช้คัดเลือกโคโลนีฟ้า-ขาว (white-blue selection) เนื่องจากในสภาวะปกติ lac Z จะเปลี่ยนสารตั้งต้น x-gal ให้เป็นสีฟ้า แต่หากมีชิ้นส่วนดีเอ็นเอแทรกอยู่จะรบกวนบริเวณ lac Z ทำให้ไม่สามารถเปลี่ยน x-gal ให้เป็นสีฟ้า จึงทำให้ได้โคโลนีสีขาว ดังนั้นหากแบคทีเรียได้รับดีเอ็นเอสายผสม (Recombinant DNA) จะปรากฏโคโลนีสีขาว ดังภาพที่ 5 โดยจากการวิจัยได้โคโลยีสีขาวจากการทดลองจำนวนทั้งสิ้น 48 โคลน



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะโคโลนีฟ้า-ขาวจากการส่งถ่ายดีเอ็นเอ

6. **การแยกพลาสมิดโดยวิธี** Alkaline (Maniatis *et al*., 1982)

ทำการคัดเลือกโคโลนีสีขาวจากแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-Amplicillin/X-gal/IPTG agar plate เนื่องจากเป็นโคโลนีที่คาดว่าได้รับการส่งถ่ายดีเอ็นเอสายผสมจากนั้นสกัดแยกพลาสมิดโดยวิธี Alkaline (Maniatis et al., 1982) แล้วตรวจสอบพลาสมิดดีเอ็นเอด้วยวิธีอะกาโรสอิเล็กโทรโฟรีซิสและตรวจสอบโดยการย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ พบว่า เมื่อสกัดพลาสมิดของโคโลนีสีขาวจะได้พลาสมิด โดยมีขนาดของแถบพลาสมิดดีเอ็นเอ 2 ถึง 3 ขนาด ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 6

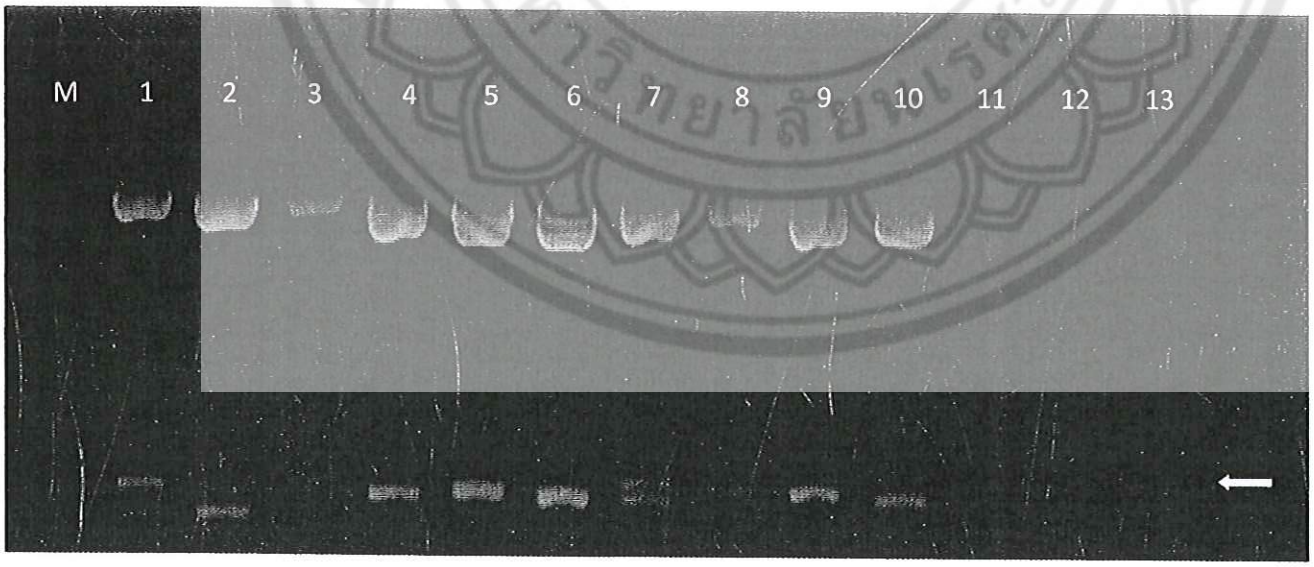


ภาพที่ 6 ลักษณะแถบดีเอ็นเอของพลาสมิดดีเอ็นเอ จากการสกัดพลาสมิด ช่องที่ M คือ λ/ *Pst*I marker,

ช่องที่ 1-5 พลาสมิดที่สกัดมาจาก แบคทีเรียโคโลนีสีขาว

7. การวิเคราะห์โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ (Restriction Endonuclease Analysis)

จากการคัดเลือกเป็นโคโลนีที่คาดว่าได้รับการส่งถ่ายดีเอ็นเอสายผสมจากนั้นสกัดตรวจพลาสมิดดังกล่าว โดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะได้แก่ *Eco*RI และ *Pst*I จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Agarose Gel Electrophoresis ปรากฏว่ามีแบคทีเรียที่ได้รับการส่งถ่ายยีนจำนวน 48 โคลนที่ได้รับการส่งถ่ายยีนดังจะปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 kb (ขนาดของพลาสมิดดีเอ็นเอ pTZ57R/T vector และชิ้นส่วนของ cDNA ที่ถูกเชื่อมต่อกับพลาสมิด ดังกล่าว ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันไปดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ลักษณะแถบดีเอ็นเอของพลาสมิดดีเอ็นเอ ที่ตรวจสอบโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะได้แก่ *Eco*RI และ *Pst*I ช่องที่ M คือ DNA marker, ช่องที่ 1-13 พลาสมิดที่สกัดมาจากแบคทีเรียโคโลนีสีขาว, ลูกศรแสดงชิ้นส่วน cDNA ที่ถูกเชื่อมต่อกับพลาสมิด

8. การตรวจสอบลำดับเบสของซีดีเอ็นเอ

นำชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (DNA Fragment) ที่คัดเลือกได้ไปหาลำดับเบส โดยบริษัท First BASE Laboratories Sdn Bhd, Selangor Darul Ehsan, Malaysia จากนั้นทำการเปรียบเทียบลำดับเบส (Alignment) โดยนำลำดับเบสที่ได้จากการ Sequencing มาเปรียบเทียบกับลำดับเบสของชิ้นส่วนดีเอ็นเอหรือยีนในฐานข้อมูล Genbank (National Center for Biotechnology Information)(http://www.ncbi.nlm.nih.gov) หลังจากการสุ่มหาลำดับเบสจำนวน 3 โคลนพบว่า มีจำนวน 1 โคลนที่มี cDNA ที่เข้ารหัสเกี่ยวกับยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทธีลีนในดอกไม้ส่วนอีก 2 โคลนเป็นลำดับที่ไม่เหมือนยีนใดใน ฐานข้อมูล Genbank (National Center for Biotechnology Information) รายละเอียดของชิ้นส่วนดีเอ็นเอในโคลนที่เหมือนกับยีนหรือโปรตีนที่มีในฐานข้อมูลมีดังต่อไปนี้

ลำดับเบสที่ 1

CCA TCA CCG ACC GCG ACA CGC TGG CCA TGC TCG CCA CCT
TCG CCA CCG CGT CCA CCT CGT CTG CGA CGA GAT CTA CGC
GGG GTC GGT GTT CGC CAC GCC GGA GTA CGT GAG CAT CGC
CGA GGT CAT CGA GCG CGA CGT GCC GTG GTG CAA CAG GGA
CCT GCT GAT CCA CGT CGT GAC AGC CTC TCT AAG GAC TTC
GGC CTC CCC CGG CTT CCG CGT CGG CAT CAT CTA CTC GTA
CAA CGA CGC C

สามารถแปลรหัสเป็นลำดับกรดอะมิโอ ได้ดังนี้

HRVHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGI IYSYNDA

เมื่อนำลำดับกรดอะมิโนไปเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนโปรตีนในฐานข้อมูลของ Genbank พบว่ามีความเหมือนกับโปรตีน ACS1 (ACC SYNTHASE); 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

BLASTO Search Results:

Significant ortholog group hits:

Ortholog group	Taxa:	Genes:	[T]1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, and related proteins	Weighted score: 12.7	NCBI_KOG link
KOG0256	3	15			

At3g61510	*Arabidopsis thaliana*	ACS1 (ACC SYNTHASE 1); 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase	GenBank Link	76	2e-14
At4g11280	*Arabidopsis thaliana*	ACS6 (1-AMINOCYCLOPROPANE-1-CARBOXYLIC ACID (ACC) SYNTHASE 6)	GenBank Link	71	5e-13
At1g01480	*Arabidopsis thaliana*	ACS2	GenBank Link	66	2e-11
At4g26200	*Arabidopsis thaliana*	ACS7; 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase	GenBank Link	63	1e-10
At4g37770	*Arabidopsis thaliana*	ACS8	GenBank Link	58	4e-09
At4g08040	*Arabidopsis thaliana*	ACS11; 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase/ catalytic/ transferase, transferring nitrogenous groups	GenBank Link	56	1e-08
At2g22810	*Arabidopsis thaliana*	ACS4 (1-AMINOCYCLOPROPANE-1-CARBOXYLATE SYNTHASE 4); 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase	GenBank Link	54	7e-08
At3g49700	*Arabidopsis thaliana*	ETO3 (ETHYLENE OVERPRODUCING 3); 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase/ catalytic/ transferase, transferring nitrogenous groups	GenBank Link	50	1e-06
At5g51690	*Arabidopsis thaliana*	ACC synthase; 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase	GenBank Link	49	2e-06
At5g65800	*Arabidopsis thaliana*	ACS5 (ACC SYNTHASE 5); 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase	GenBank Link	48	5e-06

>At3g61510

Length = 488

Score = 75.9 bits (185), Expect = 2e-14

Identities = 35/65 (53%), Positives = 51/65 (78%), Gaps = 2/65 (3%)

Query: 2 RVHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGII 61

++HLVCDEIYA +VFA P ++S+AE+I+ ++ + NRD LIH+V + + PGFRVG++

Sbjct: 228 QIHLVCDEIYAATVFAEPGFISVAEIIQ-EMYYVNRD-LIHIVYSLSKDMGLPGFRVGVV 285

Query: 62 YSYND 66

YSYND

Sbjct: 286 YSYND 290

>At4g11280

Length = 495

Score = 70.9 bits (172), Expect = 5e-13

Identities = 34/64 (53%), Positives = 46/64 (71%), Gaps = 2/64 (3%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGIIY 62

+HL+ DEIYA + F E++S+AEVIE ++ CNRD LIH+V + + PG RVGI+Y

Sbjct: 236 IHLIADEIYAATTFGQSEFISVAEVIE-EIEDCNRD-LIHIVYSLSKDMGLPGLRVGIVY 293

Query: 63 SYND 66

SYND

Sbjct: 294 SYND 297

>At1g01480

Length = 496

Score = 65.9 bits (159), Expect = 2e-11

Identities = 34/66 (51%), Positives = 48/66 (72%), Gaps = 2/66 (3%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVI-ERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGII 61

+HLV DEIYA +VFA ++VS+AEV+ + D+ N D LIH+V + + PGFRVGI+

Sbjct: 233 IHLVVDEIYAATVFAGGDFVSVAEVVNDVDISEVNVD-LIHIVYSLSKDMGLPGFRVGIV 291

Query: 62 YSYNDA 67

YS+ND+

Sbjct: 292 YSFNDS 297

>At4g26200

Length = 447

Score = 62.8 bits (151), Expect = 1e-10

Identities = 33/66 (50%), Positives = 43/66 (65%), Gaps = 5/66 (7%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIER--DVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGI 60

+HLV DEIY+GSVF E+ S+AE++E DV R +H+V + + PGFRVG

Sbjct: 240 IHLVSDEIYSGSVFHASEFTSVAEIVENIDDVSVKER---VHIVYSLSKDLGLPGFRVGT 296

Query: 61 IYSYND 66

IYSYND

Sbjct: 297 IYSYND 302

>At4g37770

Length = 469

Score = 58.2 bits (139), Expect = 4e-09

Identities = 28/67 (41%), Positives = 45/67 (67%), Gaps = 3/67 (4%)

Query: 2 RVHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLL--IHVVTASLRTSASPGFRVG 59

++HL+ DEIY+G+VF P ++S+ EV+ +D N D+ +H+V + + PGFRVG

Sbjct: 224 KIHLISDEIYSGTVFTNPGFISVMEVL-KDRKLENTDVFDRVHIVYSLSKDLGLPGFRVG 282

Query: 60 IIYSYND 66

+IYS +D

Sbjct: 283 VIYSNDD 289

>At4g08040

Length = 460

Score = 56.2 bits (134), Expect = 1e-08

Identities = 29/65 (44%), Positives = 42/65 (64%), Gaps = 2/65 (3%)

Query: 2 RVHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGII 61

++H+V DEIY+G+VF +PE+ S+ EV + D IHVV + + PGFRVG+I

Sbjct: 222 KIHMVSDEIYSGTVFDSPEFTSVLEVAKDKN--MGLDGKIHVVYSLSKDLGLPGFRVGLI

279

Query: 62 YSYND 66

YS N+

Sbjct: 280 YSNNE 284

>At2g22810

Length = 474

Score = 53.9 bits (128), Expect = 7e-08

Identities = 27/63 (42%), Positives = 43/63 (68%), Gaps = 3/63 (4%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLL--IHVVTASLRTSASPGFRVGI 60

+HLV DEIY+G+VF + E++S+ E+++ + N D+L +H+V + + PGFRVG

Sbjct: 226 IHLVSDEIYSGTVFNSSEFISVMEILKNN-QLENTDVLNRVHIVCSLSKDLGLPGFRVGA

284

Query: 61 IYS 63

IYS

Sbjct: 285 IYS 287

>At3g49700

Length = 470

Score = 49.7 bits (117), Expect = 1e-06

Identities = 23/65 (35%), Positives = 42/65 (64%), Gaps = 1/65 (1%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVI-ERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGII 61

+HL+ DEIY+G+VF ++VS+ +V+ ++++ +H+V + + PGFRVG I

Sbjct: 225 IHLISDEIYSGTVFGFEQFVSVMDVLKDKNLENSEVSKRVHIVYSLSKDLGLPGFRVGAI

284

Query: 62 YSYND 66

YS ++

Sbjct: 285 YSNDE 289

>At5g51690

Length = 488

Score = 49.3 bits (116), Expect = 2e-06

Identities = 23/64 (35%), Positives = 40/64 (62%), Gaps = 3/64 (4%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVIERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGIIY 62

+H++ DEI+AGSV+ E+VS+AE+ R +H++ + + PGFR G+IY

Sbjct: 284 IHVISDEIFAGSVYGDKEFVSMAEIAGSGEFDKTR---VHIIYGLSKDLSIPGFRAGVIY 340

Query: 63 SYND 66

S+++

Sbjct: 341 SFHE 344

>At5g65800

Length = 470

Score = 47.8 bits (112), Expect = 5e-06

Identities = 22/65 (33%), Positives = 41/65 (63%), Gaps = 1/65 (1%)

Query: 3 VHLVCDEIYAGSVFATPEYVSIAEVI-ERDVPWCNRDLLIHVVTASLRTSASPGFRVGII 61

+HL+ DEIY+G++F +++S+ +V+ ++ + +HVV + + PGFRVG I

Sbjct: 225 IHLISDEIYSGTMFGFEQFISVMDVLKDKKLEDTEVSKRVHVVYSLSKDLGLPGFRVGAI 284

Query: 62 YSYND 66

YS ++

Sbjct: 285 YSNDE 289

Database: /var/www/html/BlastO/kyva

Posted date: Dec 19, 2006 12:14 PM

Number of letters in database: 47,500,486

Number of sequences in database: 112,920

Lambda K H

0.324 0.138 0.431

Gapped

Lambda K H

0.267 0.0410 0.140

Matrix: BLOSUM62

Gap Penalties: Existence: 11, Extension: 1

Number of Sequences: 112920

Number of Hits to DB: 6,128,237

Number of extensions: 184326

Number of successful extensions: 418

Number of sequences better than 1.0e-03: 10

Number of HSP's gapped: 408

Number of HSP's successfully gapped: 10

Length of query: 67

Length of database: 47,500,486

Length adjustment: 40

Effective length of query: 27

Effective length of database: 42,983,686

Effective search space: 1160559522

Effective search space used: 1160559522

Neighboring words threshold: 11

Window for multiple hits: 40

X1: 15 (7.0 bits)

X2: 38 (14.6 bits)

X3: 64 (24.7 bits)

S1: 40 (21.6 bits)

S2: 93 (40.4 bits)

ลำดับเบสที่ 2

GATTGGGCTTCCTGGGTTCAGCGTGGGGGTTCACAGTGGCGCGACTGTGTGGTGCTATCGG
CCGCATTTAACCCAGGAAGAGCTGGATGAGTTTGGGGTGACCTGCGTGTTTACCGACTGGCA
GCAATTCATCCCGCTGTTCAAACAGGCGCAAGATTAACGCCGTTATTCCTCCACCCATTCCCA
ACGCAAGGGCTGGCCGAAATCATCCAGGATGACGCGCTTGCGTGGTCGCGGCCTGCGCTG
GCTTTTGTGAAGTGGAAGTTGAGGCTTACGGCGCGCTTCTATGGCAGCGACAACCTCCGGGA
CCGGCGTACGGTCTTCTGCACCCTGGCCATCAAAGATGCTGACCAAGGGGCCGTGGGCGTT
CTCGCGACCACTGACGCCACGCGGCACCTCTTTTACGGCGCCGCCATGACCGAGAAACTCG
CTAACCTGTTGATTGAGTTCATCGCGCAATTGACGCTTGGTTTTGATCGGTTTCATGGTGCTGA
TCAGGTATCTCTTTCATCAGATATCTTTCTCGTCAGATCCCCACCGAAAACCAGGGAGTCCAAT
CACTAGT

เมื่อแปลรหัสเป็นลำดับกรดอะมิโนแล้วพบว่าไม่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกับชิ้นส่วนโปรตีนใดในฐานข้อมูลของ Genbank

ลำดับเบสที่ 3

GATTCCTGGGTTTGGGTGGGCTGCCACCACTAATTTACCTAATTTATGGAGAGAAGGAAAAGG
AAGTCCTGTATCTCCTCCAGGGAAGGGTTCCTGAATGCACTAAATAACTCAACAATCTCTAACC
AAATCCCCCTTTTTCATCACTTTCTTTCATTATGATTGCCCCGCCCCAACCCATTCTTCTCTGGTT
ACCTCTATCTACC
CCCGAGTCAACAAGCCCTGCCTGATTACGCAGCAGCAGTTTCTCCTGGAGAGTATATGCCCTT
CCCTACCAGAGTGGCTGTGCTCTGTGGACCAACGGCATTTGTGCCGTGGCTGGTGTTTCCAC
CATTCCAGTGGGTTGGCTGCAGAGTTATCCTTTGTGGGTGGGAGAGAGCACCAGGCCTCAGG
AATCTCCCTGCTGGTCCCAGCCTCCATCTCCTCCTCCCCGACTCGAAACCCGGGGAGGCCAA
TCACTAGT

เมื่อแปลรหัสเป็นลำดับกรดอะมิโนแล้วพบว่าไม่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกับชิ้นส่วนโปรตีนใดในฐานข้อมูลของ Genbank

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีได้หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอ เช่น การสกัดอาร์เอ็นเอจากปทุมมา การทำซีดีเอ็นเอ และการส่งถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรีย เพื่อเก็บรวบรวมยีนต่าง ๆ จากปทุมมาโดยการทำห้องสมุดซีดีเอ็นเอ (cDNA library) ของกระเจียว(ซับจีนัสยูเคอคูมา) จากการสำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา โดยเก็บรวบรวมและนำมาทำการสกัดอาร์เอ็นเอ หลังจากนั้นทำการสังเคราะห์ First strand cDNA แล้วนำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) จากนั้นนำมาเชื่อมต่อเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ pTZ57R/T แล้วส่งถ่ายเข้าสู่เซลล์ผู้รับคือ *E.coli* สายพันธุ์ DH5-α บนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-Amplicillin/X-gal agar plate จากนั้นทำการตรวจสอบแบคทีเรียที่ได้รับดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) โดยการแยกพลาสมิดโดยวิธี Alkaline (Maniatis *et al*, 1982) จากนั้นทำการตรวจสอบพลาสมิดโดยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะได้แก่ *Eco*RI และ *Pst*I จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Agarose Gel Electrophoresis ปรากฏว่ามีแบคทีเรียที่ได้รับการส่งถ่ายยีนจำนวน 48 โคลน ที่ได้รับการส่งถ่ายยีน หลังจากการสุ่มหาลำดับเบสจำนวน 3 โคลนพบว่า มีจำนวน 1 โคลนที่มี cDNA ที่เข้ารหัสเกี่ยวกับยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทธีลีนในดอกไม้ โดยพบว่ามีความเหมือนกับยีนที่เข้ารหัส ACS (ACC SYNTHASE) ; 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase ในพืชกลุ่ม *Arabidopsis*

thaliana ซึ่งยีนดังกล่าวเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการสร้างฮอร์โมนในพืชคือฮอร์โมนในกลุ่มเอทธีลีน ส่วนอีก 2 โคลนเป็นลำดับที่ไม่เหมือนยีนใดใน ฐานข้อมูล Genbank (National Center for Biotechnology Information) ซึ่งงานวิจัยต่อไปจะนำชิ้นส่วนของซีดีเอ็นเอที่เก็บในแบคทีเรียไปหาลำดับเบสต่อไป แต่ทั้งนี้เนื่องจากงบประมาณมีจำกัดจึงทำได้น้อยโคลน อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลของยีนที่หาลำดับเบสได้นี้ไปต่อยอดโดยการโคลนยีนจากพืชกลุ่มปทุมมาแล้วนำไปทำการต่อยอดงานวิจัยและทำการเผยแพร่ทางวิชาการเอกสารแนบท้าย

เอกสารอ้างอิง

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

อรทัย เอื้อตระกูล. 2539. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกหัวพันธุ์ Curcuma sp. ปี 2536-2539. เอกสารประกอบ คำบรรยายการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง" ผลกระทบของโรคหัวเน่าของปทุมมาต่อการผลิตและการส่ง ออก" วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2539 ณ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1.กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ.22 น.

Ardiyani, M. 1999. The genus Curcuma L. (Zingiberaceae). tumeric and its allies. Available : http : // www. icmb. ed. ac. uk / curcuma. html.

Benli C., Shahina B. Maqbool, Ravihdra K. Hajela, David Green, Joseph M. Vargas Jr, Donald Warkentin, Robab Sabzikar and Mariam B. 2002. Cloning of a chitiase-like cDNA (hs2), its transfer to creeping bentgrass (Agrostis palustris Huds.) and development of brown patch (Rhizoctonia solani) disease resistant transgenic lines. Plant Science 163(2): 183-193.

Daolin F., Paul C. St. and Amand Yanmei X. 2006. Characterization of T-DNA integration in creeping bentgrass. Plant Science. 170(2): 225-237.

Eric J. B. 2006. Engineered Crops:Transgenes Go Wild. Current Biology. 16(15):583-584.

Holland K.P.1999. Consumer Info. Available : http : // www. kpholland.nl [2004, June 9].

Jeffreys A.J., Wilson V. and Thein S.L. 1985. Individual specific fingerprints of human DNA. Nature 316 : 76-79.

Maniatis T., Fritsch E.F. and Sambrook J. 1982. Molecular Cloning : A Laboratory Manual. Cold Spring Haebor Laboratory, New York. pp. 545.

Pubuwpern, J. 1992. The growth and development of Curcuma. M Sc Thesis, Chiang Mai University, pp 82.

Watson, M. and Helentjaris, T. 1987. Application of restriction fragment length polymorphism (RFLP) technology to maize breeding. In Wilkinson. D. (ed) Proceeding of the forty second annual corn and sorghum esearch conference. American seed trade association 42:48-75.

Weaver, R.F. and Hedrick, P.W. 1991. Basic genetics. Wm. C.Brown publishers. U.S.A.

Welsh J. and McClelland M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucl. Acids Res. 18:7213-7218.

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Lubia-Bertani (LB) medium 1 L

ปริมาตร 1 ลิตร

ส่วนประกอบ :		
	Tryptone	10 g
	Yest extract	5 g
	NaCl	5 g
	Autoclaved distilled water	1000 ml

วิธีการเตรียม

ชั่ง Tryptone 10 g, Yest extract 5 g, NaCl 5 g เติม Autoclaved distilled water 1000 ml ละลายจนหมด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที รอให้อาหารเย็น เก็บรักษาไว้ที่ 4°C

2. Lubia-Bertani (LB) medium with agar 1 L

ส่วนประกอบ :		
	Tryptone	10 g
	Yest extract	5 g
	NaCl	5 g
	Agar	15 g
	Autoclaved distilled water	1000 ml

วิธีการเตรียม

ชั่ง Tryptone 10 g, Yest extract 5 g, NaCl 5 g, Agar 15 g เติม Autoclaved distilled water 1000 ml ละลายอาหารด้วยความร้อนจนละลายหมด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที รอให้อาหารเย็น เก็บรักษาไว้ที่ 4°C

3. LB freezing medium ปริมาตร 100 ml

ส่วนประกอบ :		
	Luria Broth	85 ml
	Glycerol	15 ml

วิธีการเตรียม

ดูดอาหาร Luria Broth 85 ml ผสมกับ Glycerol 15 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที รอให้อาหารเย็น เก็บรักษาไว้ที่ 4°C

4. LB/Ampicillin plates 1 L

เตรียมอาหาร LB+agar และทาการนึ่งฆ่าเชื้อ แช่ในอ่างน้ำอุณหภูมิ 60°C หรือรอให้อุ่นจนสัมผัสได้ จากนั้นเติม Ampicillin (50 mg/ml stock) หรือ Carbenicillin (50 mg/ml stock) จานวน 1 ml ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้าย 50 mg/L เทอาหารเหลวลงบนจานปลอดเชื้อใน Larminar flow hood ปล่อยให้อาหารแข็งตัวซึ่งใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที เก็บจานอาหารที่อุณหภูมิ 4°C จนกระทั่งใช้

การเตรียมสารเคมี

1. **การเตรียมเจล**

   - การเตรียม 0.8% agarose gel

     ละลาย agrose powder 0.4 g ใน TBE buffer ปริมาตร 50 ml ใส่ลงใน flask ขนาด 100 ml นำไปอุ่นให้ละลายจนหมด จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเจลอุ่นประมาณ 60°C จากนั้นเทลงบนชุดประกอบเจลและใส่หวีเสียบ (comb) จากนั้นรอให้เจลแข็งตัว ประมาณ 10-15 นาที

2. การเตรียม 5X TBE buffer

   ส่วนประกอบ :

Tris-base	54 g
Boric acid	27.5 g
EDTA	4.65 g
Autoclaved distilled water	1000 ml

   ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

3. การเตรียม TE buffer

   ส่วนประกอบ :

Tris-base	40 mM
EDTA	2 mM

   นำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 8.0 ด้วย glacial acetic acid นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

4. การเตรียม Gel loading buffer (6X)

   ส่วนประกอบ :

Bromophenol blue	0.5%
Xylene cyanol	0.25%
Glycerol	30%

   ผสมให้เข้ากัน แล้วเก็บรักษาในตู้เย็น 4 °C

5. **การเตรียม 10% Ethidium bromide (10 mg/ml)**

   เติม Ethidium bromide 10 µl ลงในน้ำกลั่น 100 ml ผสมให้เข้ากัน ห่อภาชนะบรรจุด้วยอะลูมินัมฟอยล์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์โดย Agarose gel electrophoresis

1. เตรียม agarose ความเข้มข้น 0.8% หรือ 1% โดยชั่ง agarose ผสมลงใน 1X TBE buffer จากนั้นนำไปต้มให้ละลายจนหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเจลอุ่นประมาณ 60°C
2. ทำความสะอาดถาดเจลและหวีเสียบ (comb) ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำถาดเจลประกอบเข้ากับบล็อก
3. วางหวีเสียบลงที่ปลายด้านหนึ่งของถาดเจล เพื่อให้เกิดช่องเล็กๆ สำหรับหยอดตัวอย่างดีเอ็นเอที่สนใจ
4. เท agarose ลงบนถาดที่เตรียมไว้โดยให้มีความหนาประมาณ 3-5 mm ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ตั้งทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัว
5. นำถาด agarose gel ออกจากบล็อก จากนั้นวางถาดลงในอ่าง electrophoresis โดยให้ด้านที่มีหวีเสียบอยู่ทางขั้วลบ แล้วเท 1X TBE buffer ลงในอ่างให้ท่วมแผ่น agarose gel โดยให้ระดับ 1X TBE buffer อยู่เหนือผิวเจลประมาณ 1-3 mm ดึงหวีเสียบออก
6. ผสม 6X loding dry เข้ากับตัวอย่างดีเอ็นเอที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายแล้วค่อยๆหยอดลงในช่องที่เกิดจากหวีเสียบ
7. ปิดฝาอ่าง electrophoresis แล้วต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสไฟฟ้าวิ่งจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ใช้ความต่างศักย์ 80 โวลล์ นาน 60 – 100 นาที หรือเมื่อแถบสีด้านล่างของ 6X loding dry เคลื่อนที่ไปอยู่อีกปลายด้านหนึ่งของเจล โดยห่างจากด้านล่างของถาดประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
8. ทำการย้อมดีเอ็นเอโดยนำแผ่น agarose gel ไปแช่ใน Ethidium bromide นาน 10 นาที จากนั้นย้ายไปแช่น้ำสะอาดอีก 5 นาที เพื่อล้าง Ethidium bromide ส่วนเกินออก นำแผ่น agarose gel ไปตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้เครื่อง UV transilluminator พร้อมบันทึกภาพ

ภาคผนวก ง

การตั้งค่าโปรแกรมเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม

1. วิธีตั้งค่าเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม

1. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่องสำรองไฟ
2. กดปุ่มเปิดเครื่องทางด้านหลัง เปิดทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที เพื่อรอให้เครื่องพร้อมทำงาน
3. หน้าจอปรากฏเมนูต่างๆ เพื่อเข้าสู่การตั้งโปรแกรม
4. กดปุ่ม Prog เพื่อต้องการตั้งโปรแกรมใหม่ กด enter
5. เลือก Edit กด enter
6. เลื่อนไปทางขวา เลือก New กด enter
7. เลือก New program
8. เลือก E เพื่อตั้งชื่อไฟล์ กด enter
9. พิมพ์ชื่อ กด enter
10. หน้าจอจะแสดงขึ้น เพื่อให้ใส่ condition
11. ใส่ condition ที่ต้องการ
12. กด save
13. กด run
14. กดเลือก E ที่ทำการตั้งชื่อและโปรแกรมไว้ กด enter
15. กด active กด enter รอจนไฟสีเขียวขึ้น

2. สภาวะ (condition) ในเทคนิค RAPD

อุณหภูมิ	94°C	94°C 45°C 72°C	72°C
ระยะเวลา	1 min	1 min 1min 1 min	10min
จำนวนรอบ	1 cycle	30 cycles	1 cycle

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อคัดเลือกชนิดของไพรเมอร์ที่สามารถทำให้เกิดลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอของดอกไม้กลุ่มประทุมมาในเขตมหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

สถานที่ทำการวิจัย ทดลองหรือเก็บข้อมูล ระยะเวลาทำการวิจัย

โครงการจัดตั้งศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะที่ทำการวิจัย : 1 ปี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของดอกไม้กลุ่มประทุมมาที่สำรวจพบในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา
2. เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูลทางพันธุกรรมและเก็บเป็นตัวอย่างเพื่อตรวจสอบโดยเป็นข้อมูลพื้นฐานการหาและจำแนกชนิดของปทุมมาต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว

พืชในวงศ์ขิง (*Zingiberaceae*) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2537) เป็นที่รู้จักของชาวไทยกันมานาน ส่วนใหญ่ถูกนำ มาใช้เป็น ผักเครื่องเทศ สีย้อม และสมุนไพร พืชสกุลขมิ้น (Curcuma) เป็นพืชวงศ์ขิงสกุลหนึ่งที่เกี่ยว ข้องกับชีวิตประจำ วันของชาวไทยเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งขมิ้นซึ่งถูกนำ มาใช้ เป็นเครื่องเทศ และสีย้อมผ้า

กระเจียวก็เป็นพืชสกุลขมิ้นที่ชาวชนบทของไทยในภาคเหนือและ ตะวันออกเฉียงเหนือได้นำ มาบริโภคโดยใช้ดอกมารับประทานกับน้ำพริก และกระเจียวส้มหรือกระเจียวแดงก็เป็นไม้ดอกที่ผู้เดินทางผ่านถ้ำขุนตาลได้พบเห็นว่ามีชาวบ้านนำมาจำหน่ายในช่วงฤดูฝน อย่างไรก็ตามพืชพื้นเมืองสกุลนี้ของไทยเริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้นในฐานะไม้ดอกเมืองร้อน ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดโลก โดยไม้ดอกสกลุนี้ซึ่งกำลัง ได้รับ

DNA Marker: Lambda *Pst*I

Lambda DNA/PstI Marker, 24



bp	ng/0.5 µg	%
11501*	118.6	23.7
5077	52.3	10.5
4749	49.0	9.8
4507	46.5	9.3
2838	29.3	5.9
2556*	26.3	5.3
2459	25.3	5.1
2443	25.2	5.0
2140	22.1	4.4
1986	20.5	4.1
1700	17.5	3.5
1159	11.9	2.4
1093	11.3	2.3
805	8.3	1.7
514	5.3	1.1
468	4.8	1.0
448	4.6	0.9
339	3.5	0.7
264	2.7	0.5
247	2.5	0.5

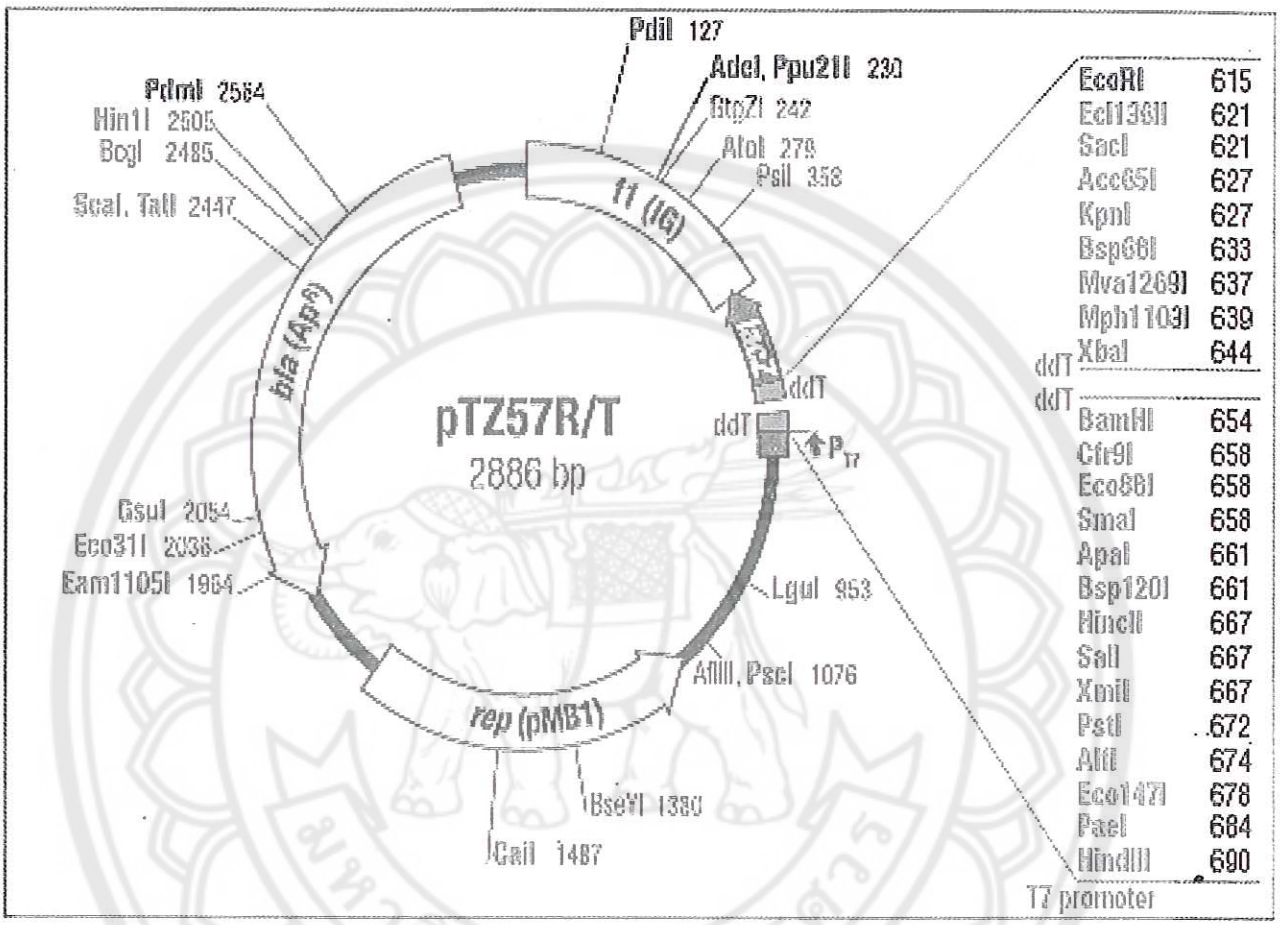
0.5 µg/lane, 8 cm length gel,
1X TAE, 7 V/cm, 1 h

Range

29 fragments (in bp): 11501*, 5077, 4749, 4507, 2838, 2556*, 2459, 2443, 2140, 1986, 1700, 1159, 1093, 805, 514, 468, 448, 339, 264, 247, *216, 211, 200, 164, 150, 94, 87, 72, 15 (oblique fragments comprise 2.3%).*

ภาคผนวก ฉ

pTZ57R/T vector map



บทที่ 8
การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว โดยเทคนิคอาร์เอพีดี

ที่มาและความสำคัญ

ปทุมมาลักษณะทั่วไปเป็นไม้หัวล้มลุกมีลำต้นใต้ดินแบบเหง้าอยู่ในสกุลขมิ้น (Curcuma) ประเทศไทยมีราว 30 ชนิด กระจายอยู่ทั่วประเทศ แบ่งเป็น 2 สกุลย่อยคือ *Eucurcuma* เช่นกระเจียวและ *Paracurcuma* เช่นปทุมมา การจำแนกพืชสกุลขมิ้นนั้นปัจจุบันมีการศึกษาด้านอนุกรมวิธานน้อยมาก การกล่าวถึงไม้ดอกสกุลนี้ หลายชนิดจึงไม่สามารถระบุชื่อวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ถูกสร้างขึ้นนั้นมีได้หลายรูปแบบขึ้นกับปัจจัยหลายชนิด รวมทั้งเครื่องมือและเทคนิคที่ใช้ก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดรูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้ การนำลายพิมพ์ไปใช้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งว่าจะใช้เพื่อการตรวจสอบหรือเพื่อเก็บเป็นข้อมูลเท่านั้น ถ้าเพื่อการตรวจสอบการปลอมปนของสมุนไพร ความละเอียดของลายพิมพ์ดีเอ็นเอต้องสูง ต้องมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ตัวอย่างหรือสมุนไพรเองก็เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ต้องพิจารณา ว่ามีข้อมูลของสมุนไพรชนิดนั้นๆ มาก่อนหรือไม่ แล้วจึงเริ่มทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากข้อมูลที่มีอยู่ เช่นเริ่มจากลายพิมพ์ RAPD ก่อน ต่อไปอาจขยายผลทำลายพิมพ์ที่มีความละเอียดมากขึ้น เช่น การหาลำดับเบสในที่สุด

ปทุมมาเป็นไม้ดอกไม้ประดับเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับสองรองจากกล้วยไม้ ในปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พืชที่มีลักษณะที่ต้องการ การจัดจำแนกพันธุ์ที่ถูกต้องจึงจำเป็นอย่างยิ่ง การทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบหรือเพื่อเก็บเป็นข้อมูลทางพันธุกรรมของพืช ในงานวิจัยจึงมีเป้าหมายในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและสำรวจปทุมมา เพื่อการตรวจหาความแตกต่างทางด้านสายพันธุ์ และใช้ในการตรวจสอบโดยเป็นข้อมูลพื้นฐานการหาและจำแนกชนิดของปทุมมาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อคัดเลือกชนิดของไพรเมอร์ที่สามารถทำให้เกิดลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอของดอกไม้กลุ่มประทุมมาในเขตมหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

สถานที่ทำการวิจัย ทดลองหรือเก็บข้อมูล ระยะเวลาทำการวิจัย

โครงการจัดตั้งศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะที่ทำการวิจัย : 1 ปี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของดอกไม้กลุ่มประทุมมาที่สำรวจพบในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา
2. เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูลทางพันธุกรรมและเก็บเป็นตัวอย่างเพื่อตรวจสอบโดยเป็นข้อมูลพื้นฐานการหาและจำแนกชนิดของปทุมมาต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว

พืชในวงศ์ขิง (*Zingiberaceae*) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2537) เป็นที่รู้จักของชาวไทยกันมานาน ส่วนใหญ่ถูกนำ มาใช้เป็น ผักเครื่องเทศ สีย้อม และสมุนไพร พืชสกุลขมิ้น (Curcuma) เป็นพืชวงศ์ขิงสกุลหนึ่งที่เกี่ยว ข้องกับชีวิตประจำ วันของชาวไทยเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งขมิ้นซึ่งถูกนำ มาใช้ เป็นเครื่องเทศ และสีย้อมผ้า

กระเจียวก็เป็นพืชสกุลขมิ้นที่ชาวชนบทของไทยในภาคเหนือและ ตะวันออกเฉียงเหนือได้นำ มาบริโภคโดยใช้ดอกมารับประทานกับน้ำพริก และกระเจียวส้มหรือกระเจียวแดงก็เป็นไม้ดอกที่ผู้เดินทางผ่านถ้ำขุนตาลได้พบเห็นว่ามีชาวบ้านนำมาจำหน่ายในช่วงฤดูฝน อย่างไรก็ตามพืชพื้นเมืองสกุลนี้ของไทยเริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้นในฐานะไม้ดอกเมืองร้อน ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดโลก โดยไม้ดอกสกลุนี้ซึ่งกำลัง ได้รับ

ความสนใจก็คือกลุ่มปทุมมาและ กระเจียวบุคคลแรกที่ทำให้ไม้ดอกสกุลขมิ้นได้รับความสนใจในหมู่ผู้ปลูกเลี้ยงไม้ดอกคือผู้ช่วยศาสตราจารย์พิศิษฐ์ วรอุไร ซึ่งได้ใช้อัจฉริยภาพของนักวิชาการด้านไม้ดอกนำ พืชสกุลขมิ้นชนิดหนึ่งซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยขึ้นไปปลูกในพื้นที่วิจัยของโครงการหลวงเมื่อราว พ.ศ. 2519 โดยท่านได้ตั้งชื่อพืชต้นนี้ว่า "ปทุมมาท่าน้อง" ซึ่งภายหลังได้เรียกสั้นๆ เพียง "ปทุมมา" ปทุมมาถูกขยายพันธุ์และส่งขายยังต่างประเทศ ทำ ให้พืชสกุลขมิ้นชนิดอื่นถูกนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นไม้ดอก ซึ่งปัจจุบันไม้ดอกสกุลขมิ้นทั้งกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวของไทยกำลังเป็นที่สนใจของผู้ใช้ไม้ดอกในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปทุมมาซึ่งสามารถใช้เป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถาง และไม้ประดับแปลงได้ดีขณะที่ กระเจียวชมพูและกระเจียวส้มถูกใช้เป็นไม้ตัดดอกและไม้ประดับสวนได้ ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวของไทยเพิ่งเป็นที่รู้จักของตลาดโลกไม่มากนัก ข้อมูลการส่งออกอย่างไม่เป็นทางการ ระบุว่าประเทศไทยส่งออกหัวไม้ดอกประเภทนี้ผ่านทางท่าอากาศกรุงเทพฯ และท่าอากาศยานเชียงใหม่ในปี 2535 รวม 346,152 หัว ราคาส่งออก หัวละ 0.38 - 15 บาท และใน 5 เดือนแรกของปี 2536 ราว 476,152 หัว ราคาส่งออกหัวละ 2 - 18 บาท ต่อปี ในปี 2536 นี้ได้มีการส่งออกผ่านท่าเรือกรุงเทพ 9.38 ตัน มูลค่า 5.8 ล้านบาทด้วย ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงขณะที่ราคามีแนวโน้มที่สูงขึ้นด้วย อนึ่งราคาส่ง ออกซึ่งอยู่ในช่วงค่อนข้างกว้างนี้ น่าจะเป็นผลจากการผู้ส่งออกส่วนใหญ่ไม่พร้อมจะแจ้งราคาที่แท้จริงเนื่องจากระบบภาษีศุลกากร การที่ราคาหัวของไม้ดอกประเภทนี้ในตลาดโลกสูงขึ้นแม้มีปริมาณการส่งออกสูงขึ้นด้วย แสดงว่าตลาดมีความนิยมต่อไม้ดอกประเภทนี้มากจึงทำ ให้การผลิตหัวจากประเทศไทยต่ำกว่าความต้องการสำหรับเรื่องนี้คุณเรียวโกะ อิศรางกูร ณ อยุธยา ผู้เชี่ยวชาญการตลาดของพืชกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวประมาณว่าความต้องการของตลาดโลกในช่วงก่อน พ.ศ. 2540 นั้น ควรจะอยู่ในระดับ 2 ล้านหัวต่อปี สำหรับเกษตรกรปลูกพืชกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวเพื่อจำหน่ายหัวนั้นสามารถสร้างรายได้ก่อนหักค่าใช้จ่ายแก่เกษตรกรในระดับ 1-2 แสนบาท ต่อไร่ต่อปี ซึ่งนับว่าสูงมากสำหรับพืชที่ไม่ต้องการการปฏิบัติดูแลมากนัก แหล่งผลิตหัวพืชกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว ที่สำคัญในปัจจุบันคือ จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย ทั้งนี้การปลูกในแหล่งอื่นก็สามารถผลิตหัวได้ เช่นจังหวัดพิจิตร นครปฐมและระยอง เป็นต้น

ปทุมมาและกระเจียว เป็นไม้หัวล้มลุกอายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินแบบเหง้าอยู่ในสกุลขมิ้น (Curcuma) ของวงศ์ขิง (*Zingiberaceae*) พืชในสกุลนี้มีอยู่ไม่น้อยกว่า 70 ชนิด โดยมีอยู่ในประเทศไทยราว 30 ชนิดกระจายพันธุ์อยู่ทั่วประเทศ พืชสกุลนี้แบ่งเป็น 2 สกุลย่อย คือ *Eucurcuma* ซึ่งมีกระเจียวเป็นตัวแทนที่รู้จักกันดีในด้านไม้ดอก จึงเรียกเป็นกลุ่มกระเจียว และ *Paracurcuma* ซึ่งมีปทุมมาเป็นตัวแทนที่รู้จักกันดีในด้านไม้ดอก จึงเรียกเป็นกลุ่มปทุมมา การจำแนกพืชสกุลขมิ้นนั้นปัจจุบันมีการศึกษาด้านอนุกรมวิธานน้อยมาก การกล่าวถึงไม้ดอกสกุลนี้ หลายชนิดจึงไม่สามารถระบุชื่อวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ของเชียงใหม่นั้น ถูกคัดเลือกโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์พิศิษฐ์ วรอุไร ปทุมมาพันธุ์นี้ไม่ได้รับการตั้งชื่อพันธุ์จากผู้คัดเลือกแต่อย่างใดแต่ถูกเรียกกันติดปากว่า พันธุ์เชียงใหม่ โดยผู้ส่งออกบางรายได้ตั้งชื่อพันธุ์ปทุมมาพันธุ์นี้เป็นภาษาอังกฤษว่า พันธุ์ Chiang Mai Paradise ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่ มีใบประดับชนิดcoma เป็นสีชมพูกลีบบัว โดยมีสีเขียวแต้มที่ปลายกลีบบัวใบประดับชนิด coma กว้างและมีจำนวนมากทรงพุ่มของใบประดับชนิด coma มีลักษณะคล้ายดอกบัวตูม ใบประดับมีสีเขียวเข้ม โดยอาจมีสีชมพูแต้มอยู่บริเวณด้านข้าง หรือแก้มทั้งสองของแต่ละใบประดับส่วนล่างของช่อ นอกจากปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าแล้ว ได้มีผู้คัดพันธุ์ปทุมมาพันธุ์อื่นจากการกลายพันธุ์ของพันธุ์เชียงใหม่และจากธรรมชาติไว้อีกหลายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้กำลังถูกขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณให้มีจำนวนเพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ปทุมมาพันธุ์ใหม่นี้มีลักษณะต่างๆ เช่น บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีขาว บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงแดง บางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงน้ำเงิน และบางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีชมพูแต่ไม่มีแต้มสีเขียวที่ปลายกลีบสำหรับพันธุ์ของบัวลาย บัวขาว และเทพรำลึกนั้นปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์การค้าแต่อย่างใด ผู้ปลูกจึงคัดพันธุ์จากธรรมชาติ และกำ ลังเร่งขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ทั้งนี้การคัดเลือกพันธุ์บัวลายซึ่งมีสีของใบประดับใกล้เคียงกัน ความยาวก้านช่อและช่อดอกและอัตราการแตกกอ จึงเป็นลักษณะที่สำคัญ ส่วนบัวขาวพันธุ์ดีนั้นควรมีก้านช่อยาว และมีใบประดับชนิด coma ที่กว้างจำนวนมาก และเรียงซ้อนกันแน่น ส่วนเทพรำลึกซึ่งมีการคัดเลือกไว้นั้น มีสีเขียวที่ใบประดับน้อยมาก และมีสีชมพูแต้มที่ด้านข้างของใบประดับส่วนล่างจากธรรมชาติไว้อีกหลายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้กำ ลังถูกขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณให้มีจำนวนเพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ปทุมมาพันธุ์ใหม่นี้มีลักษณะต่าง ๆ เช่น บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีขาว บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงแดง บางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงน้ำเงินและบางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีชมพูแต่ไม่มีแต้มสีเขียวที่ปลายกลีบ สำหรับพันธุ์ของบัวลาย บัวขาว และเทพรำ ลึกนั้นปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์การค้าแต่อย่างใด ผู้ปลูกจึงคัดพันธุ์จากธรรมชาติ และกำ ลังเร่งขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ทั้งนี้การคัดเลือกพันธุ์บัวลายซึ่งมีสีของใบประดับใกล้เคียงกัน ความยาวก้านช่อและช่อดอกและอัตราการแตกกอ จึงเป็นลักษณะที่สำคัญ ส่วนบัวขาวพันธุ์ดีนั้นควรมีก้านช่อยาว และมีใบประดับชนิด comaที่กว้างจำนวนมาก และเรียงซ้อนกันแน่น ส่วนเทพรำ ลึกซึ่งมีการคัดเลือกไว้นั้น มีสีเขียวที่ใบประดับน้อยมาก และมีสีชมพูแต้มที่ด้านข้างของใบประดับส่วนล่าง ส่วนไม้ดอกกลุ่มกระเจียวซึ่งมีความสวยงามอยู่ที่ใบประดับซึ่งมีสีสดใส และเป็นมัน และทรงพุ่มของช่อดอก อย่างไรก็ตามพันธุ์ที่ก้านช่อยาวจะเป็นที่ต้องการของตลาด กระเจียวทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมีศักยภาพในการส่งออก คือ กระเจียวส้มหรือฉัตรทอง กระเจียวชมพูหรือฉัตรเงิน กระเจียวโคมและกระเจียวชมพูช่อยาวนั้นปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์การค้าของไทย ทั้งนี้เคยมีการคัดพันธุ์กระเจียวที่มีลักษณะดีแต่ได้ขายกระเจียวส้มพันธุ์นั้นให้กับบริษัทไม้ดอกในยุโรปไปแล้ว ปัจจุบันการคัดพันธุ์ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกระเจียวกำลังดำเนินงานโดยผู้ปลูกเลี้ยงรายใหญ่ ผู้ส่งออก ตลอดจนหน่วยงานรัฐ เช่นมหาวิทยาลัยและกรมวิชาการเกษตร

พืชในสกุลนี้มีลำต้นเทียม (pseudostem) ซึ่งเกิดจากการอัดตัวกันของกาบใบลำต้นเทียมนี้เกิดจากตาข้างของเหง้า ใบเป็นใบเดี่ยวอาจรูปหอกหรือรูปไข่ โดยอาจเห็นเส้นใบได้ชัดเจนในชนิดที่ใบเป็นคลื่น รากเป็นฝอยโดยมีรากจำนวนหนึ่งสะสมอาหารใกล้ปลายรากทำ ให้รากบวมเป็นตุ้มขนาดใหญ่สีขาวซึ่งบางคนเรียก milk stalk การออกดอกนั้นช่อดอกอาจเกิดโดยตรงจากเหง้าก่อนที่ลำ ต้นเทียมจะงอกขึ้นมา บางชนิดมีดอกและลำ ต้นเทียมงอกขึ้นมาพร้อม ๆ กัน และบางชนิดเกิดดอกที่ปลายยอดของลำต้นเทียม การออกดอกทั้ง 3 แบบ พบในพืชกลุ่มกระเจียว ส่วนพืชกลุ่มปทุมมาจะมีการออกดอกแบบหลังเท่านั้น ช่อดอกของพืชสกุลนี้เป็นแบบช่อแน่น (compact spike) ประกอบด้วยกลีบของใบประดับ (bract) จะเวียนซ้อนกันเกิดเป็นช่อทรงกระบอก โดยอาจเวียนแบบตามหรือทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ ทั้งนี้โคนใบประดับจะเชื่อมกันเกิดเป็นถ้วยขึ้น ใบประดับอาจมีสีเขียวทั้งช่อหรืออาจมีสีเขียวเฉพาะส่วนล่างของช่อและมีสีอื่นในส่วนบนของช่อ หรืออาจมีสีอื่นทั้งช่อ ต่างกันไปตามชนิด และพันธุ์ สำหรับใบประดับส่วนบนของช่อนั้น มักจะยาวกว่าใบประดับส่วนล่างเล็กน้อย และไม่มีดอกจริงที่ซอกใบประดับเหมือนกับใบประดับส่วนล่างของช่อ ใบประดับส่วนบนนี้จึงถูกเรียกชื่อว่า coma bract หรือใบประดับชนิด coma

ดอกจริงของพืชสกุลขมิ้นเป็นดอกที่ไม่มีก้านดอกมีกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ โดยกลีบดอก 1 กลีบเปลี่ยนรูปเป็นปาก โคนกลีบดอก และกลีบเลี้ยงเชื่อมกันเป็นรูปกรวย หรือรูปหลอด โดยอาจมีกลีบรองดอกด้วย ในบางชนิดดอกเป็นดอกสมบูรณ์ มีเรณูซึ่งมีลักษณะคล้ายแป้งอยู่ในอับเรณูดันที่แตกตามยาว อับเรณูติดอยู่ที่ปลายก้านชูเกสรตัวผู้เล็กน้อย รังไข่ของดอกไม้สกุลนี้อยู่ใต้กลีบเลี้ยง ดอกของพืชสกุลขมิ้นจะอยู่ในซอกของใบประดับส่วนล่างของช่อดอก ซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วย โดยแต่ละใบประดับจะรองรับช่อดอกย่อย ๆ สั้น ๆ ซึ่งมีดอก 2 - 7 ดอก ดอกในช่อย่อยเดียวกันจะบานห่างกัน 4 - 6 วัน ทั้งนี้ดอกในใบประดับบริเวณโคนช่อจะบานก่อนดอกในใบประดับบริเวณปลายช่อ จำนวนดอกที่บานในแต่ละช่ออาจมีเพียงดอกเดียวหรือมีหลายดอกต่อวันก็ได้อนึ่งในกรณีที่ต้นไม่ได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมดอกอาจฝ่อไปตั้งแต่ยังมีขนาดเล็ก จนดูเหมือนว่าดอกมีแต่ใบประดับชนิด coma เพียงชนิดเดียว

ดอกจะเริ่มบานราว 6 นาฬิกา หรือช่วงที่ต้นพืชได้รับแสงแดดในตอนเช้า และพร้อมที่จะรับการถ่ายละอองเกสรในเวลา 8 - 10 นาฬิกา เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ดอกบานในช่วงบ่ายและพร้อมที่จะรับการถ่ายละอองเกสรในเวลาราว 16 นาฬิกา ปกติดอกในแต่ละซอกของใบประดับจะพัฒนาเป็นผลที่สมบูรณ์ได้เพียง 2 ผล เนื่องจากผลที่สมบูรณ์จะมีขนาดใหญ่เกือบเต็มถ้วยซึ่งเกิดจากการเชื่อมกันของใบประดับทำ ให้ผลสามารถเบียดกันอยู่ได้เพียง 2 ผล ผลมีทรงกลมขนาดต่างกันขึ้นกับชนิดและความสมบูรณ์ผลมี 3 ช่อง ภายในมีเมล็ดรูปร่างและขนาดคล้ายเมล็ดองุ่น ด้านปลายแหลมของเมล็ดมีเยื่อบางสีขาวมีลักษณะเป็นแฉกหลายแฉกติดอยู่ เมล็ดมักมีการพักตัวเหมือนกับการพักตัวของเหง้า

สำหรับไม้ดอกกลุ่มปทุมมา ได้แก่ ปทุมมา (patumma) ทั้ง 2 ชนิดคือ *Curcuma alismatifolia* และ *C. sparganifolia* บัวลาย บัวขาว และเทพรำลึกนั้นมีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงสีขาว แต่ปากมีสีม่วงน้ำเงินซึ่งเป็นข้อแตกต่างอย่างเด่นชัดกับไม้ดอกกลุ่มกระเจียว อันได้แก่กระเจียวส้ม กระเจียวชมพู กระเจียว

โคม และกระเจียวชมพูช่อยาว เนื่องจากไม้ดอกกลุ่มกระเจียวมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีขาวหรือเหลือง โดยปากมีสีขาวหรือสีเหลือง นอกจากนี้ดอกของกลุ่มกระเจียวยังบานไม่ผึ่งผาย กลีบดอกและกลีบเลี้ยงค่อนข้างกว้าง จึงทำ ให้ดอกบานมีลักษณะคล้ายถ้วย ส่วนดอกของกลุ่มปทุมมานั้นบานผึ่งผาย กลีบดอกและกลีบเลี้ยงแคบ ดอกจึงบานได้เต็มที่ ดังนั้นลักษณะการบานของดอกและสีของปากจึงเป็นสิ่งที่ใช้แยกไม้ดอก 2 กลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี ในกรณีของปทุมมาซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันมากนั้น *C. alismatifolia* มีสันนูนหรือครีบสีเหลือง 1 คู่ ตามความยาวของปาก ซึ่ง *C. sparganitolia* ไม่มี ลักษณะของปทุมมาโดยทั่วไปคือ ก้านช่อดอกยาวกว่าความสูงของทรงพุ่ม ใบประดับด้านล่างจำนวน 7 - 10 ใบ มีสีเขียว โดยอาจมีสีชมพูแต้มบริเวณด้านข้างเล็กน้อย ดอกจริงมีในซอกของใบประดับส่วนล่างของช่อเท่านั้น ใบประดับชนิด coma ซึ่งมีจำนวน 6 - 15 กลีบ มีสีขาว ชมพู ม่วงแดง หรือ ม่วงน้ำเงิน ปลายใบประดับชนิด coma มักมีสีเขียว และอาจจะปลายโค้งเข้าสู่แกนก้านช่อหรือปลายโค้งออก อนึ่ง *C. alismatifolia* ซึ่งปทุมมาที่นิยมปลูกกันนั้นได้ถูกนำ ไปตั้งชื่อว่า *C. sharome* ในบางประเทศนัยว่าเพื่ออำพรางแหล่งกำ เหนิดบัวลาย บัวขาว และเทพรำลึก เป็นพืชขนาดเล็ก มีพุ่มสูงราว 30 - 40 เซนติเมตร ช่อดอกยาว ใกล้เคียงกับความสูงของทรงพุ่ม บัวลายมีใบประดับที่มีสีทั้งช่อ โดยกลีบมีสีชมพูและมีลายสีน้ำตาลเป็นแถบตาแนวยาว บัวขาวมีใบประดับชนิด coma สีขาวล้วนเรียงกันแน่นบริเวณปลายช่อ ขณะที่ใบประดับมีสีเขียวล้วน ส่วนเทพรำลึกมีใบประดับสีเขียวโดยอาจมีแต้มสีชมพูถึงแดงด้านข้างและใบประดับชนิด coma ของเทพรำลึกมีสีขาวโดยมีแต้มสีเขียวที่ปลายกลีบ ทั้งนี้ใบประดับของบัวลายและเทพรำ ลึกมักเรียงเป็นแถวชัดเจน 5 - 6 แถว ขณะที่ใบประดับของปทุมมาและบัวขาวเรียงวนไม่เป็นแถวชัดเจนสำหรับไม้ดอกกลุ่มกระเจียวนั้นใบประดับมีสีทั้งช่อ โดยใบประดับของกระเจียวส้มนั้นมีสีส้มแดงโดยโคนกลีบอาจมีสีขาวหรือสีเหลืองออมเขียวหรืออาจมีสีเดียว กันทั้งกลีบก็ได้ ใบประดับของกระเจียวชมพูและกระเจียวชมพูช่อยาว รวมทั้งชมพูอมม่วง ทั้งนี้กระเจียวชมพูช่อยาวเป็นกระเจียวที่มีพุ่มช่อยาวได้ถึง 60 เซนติเมตร ส่วนใบประดับของกระเจียวโคนซึ่งเป็นกระเจียวที่มีพุ่มช่อขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางราว 13 เซนติเมตร นั้นมีสีแดงเลือดนก ก้านช่อดอกของไม้ดอกกลุ่มกระเจียวเหล่านี้จะสั้นจนทำให้ช่อดอกอยู่ในทรงพุ่มเห็นได้ไม่เด่นชัดจากระยะไกลเมื่อปลูกเป็นแปลง

ไม้ดอกกลุ่มปทุมมามีความเด่นอยู่ที่สีของใบประดับรูปทรงพุ่มของใบประดับชนิด coma และช่อดอกที่ตั้งเหนือทรงพุ่มตลาดให้ความสนใจกับพันธุ์พืชในกลุ่มนี้ซึ่งมีสีของใบประดับชนิด coma ที่สะอาดสดใสเช่น สีขาวสะอาดของบัวขาวและเทพรำลึกสีชมพูของปทุมมาและบัวลาย ทรงพุ่มของใบประดับชนิด coma ของพืชในกลุ่มนี้ขึ้นกับจำนวนและความกว้างของใบประดับ ชนิด coma กล่าวคือ พันธุ์ที่มีทรงพุ่มของในประดับชนิด coma ที่ดี จะต้องมีในประดับชนิด coma จำนวนมากและกลีบเหล่านั้นต้องกว้าง ช่อดอกที่มีก้านยาว แข็ง และมีขนาดไม่ใหญ่มาก เป็นสิ่งที่พึงปรารถนาของผู้ใช้ การคัดเลือกพันธุ์พืชในกลุ่มปทุมมาจึงต้องพิจารณาลักษณะทั้งสามเป็นหลัก

ปทุมมาหรือบัวสวรรค์ ซึ่งปลูกกันมากในจังหวัดเชียงใหม่ จนหลายคนคิดว่า เป็นพืชพื้นเมือง

ของเชียงใหม่นั้น ถูกคัดเลือกโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์พิศิษฐ์ วรอุไร ปทุมมาพันธุ์นี้ไม่ได้รับการตั้งชื่อพันธุ์จากผู้คัดเลือกแต่อย่างใดแต่ถูกเรียกกันติดปากว่า พันธุ์เชียงใหม่ โดยผู้ส่งออกบางรายได้ตั้งชื่อพันธุ์ปทุมมาพันธุ์นี้เป็นภาษาอังกฤษว่า พันธุ์ Chiang Mai Paradise ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่ มีใบประดับชนิดcoma เป็นสีชมพูกลีบบัว โดยมีสีเขียวแต้มที่ปลายกลีบบัวใบประดับชนิด coma กว้างและมีจำนวนมากทรงพุ่มของใบประดับชนิด coma มีลักษณะคล้ายดอกบัวตูม ใบประดับมีสีเขียวเข้ม โดยอาจมีสีชมพูแต้มอยู่บริเวณด้านข้าง หรือแก้มทั้งสองของแต่ละใบประดับส่วนล่างของช่อ นอกจากปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าแล้ว ได้มีผู้คัดพันธุ์ปทุมมาพันธุ์อื่นจากการกลายพันธุ์ของพันธุ์เชียงใหม่และจากธรรมชาติไว้อีกหลายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้กำลังถูกขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณให้มีจำนวนเพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ปทุมมาพันธุ์ใหม่นี้มีลักษณะต่างๆ เช่น บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีขาว บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงแดง บางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงน้ำเงิน และบางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีชมพูแต่ไม่มีแต้มสีเขียวที่ปลายกลีบสำหรับพันธุ์ของบัวลาย บัวขาว และเทพรำลึกนั้นปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์การค้าแต่อย่างใด ผู้ปลูกจึงคัดพันธุ์จากธรรมชาติ และกำ ลังเร่งขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ทั้งนี้การคัดเลือกพันธุ์บัวลายซึ่งมีสีของใบประดับใกล้เคียงกัน ความยาวก้านช่อและช่อดอกและอัตราการแตกกอ จึงเป็นลักษณะที่สำคัญ ส่วนบัวขาวพันธุ์ดีนั้นควรมีก้านช่อยาว และมีใบประดับชนิด coma ที่กว้างจำนวนมาก และเรียงซ้อนกันแน่น ส่วนเทพรำลึกซึ่งมีการคัดเลือกไว้นั้น มีสีเขียวที่ใบประดับน้อยมาก และมีสีชมพูแต้มที่ด้านข้างของใบประดับส่วนล่างจากธรรมชาติไว้อีกหลายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้กำ ลังถูกขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณให้มีจำนวนเพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ปทุมมาพันธุ์ใหม่นี้มีลักษณะต่าง ๆ เช่น บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีขาว บางพันธุ์ใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงแดง บางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีม่วงน้ำเงินและบางพันธุ์มีใบประดับชนิด coma เป็นสีชมพูแต่ไม่มีแต้มสีเขียวที่ปลายกลีบ สำหรับพันธุ์ของบัวลาย บัวขาว และเทพรำ ลึกนั้นปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์การค้าแต่อย่างใด ผู้ปลูกจึงคัดพันธุ์จากธรรมชาติ และกำ ลังเร่งขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ทั้งนี้การคัดเลือกพันธุ์บัวลายซึ่งมีสีของใบประดับใกล้เคียงกัน ความยาวก้านช่อและช่อดอกและอัตราการแตกกอ จึงเป็นลักษณะที่สำคัญ ส่วนบัวขาวพันธุ์ดีนั้นควรมีก้านช่อยาว และมีใบประดับชนิด comaที่กว้างจำนวนมาก และเรียงซ้อนกันแน่น ส่วนเทพรำ ลึกซึ่งมีการคัดเลือกไว้นั้น มีสีเขียวที่ใบประดับน้อยมาก และมีสีชมพูแต้มที่ด้านข้างของใบประดับส่วนล่าง ส่วนไม้ดอกกลุ่มกระเจียวซึ่งมีความสวยงามอยู่ที่ใบประดับซึ่งมีสีสดใส และเป็นมัน และทรงพุ่มของช่อดอก อย่างไรก็ตามพันธุ์ที่ก้านช่อยาวจะเป็นที่ต้องการของตลาด กระเจียวทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมีศักยภาพในการส่งออก คือ กระเจียวส้มหรือฉัตรทอง กระเจียวชมพูหรือฉัตรเงิน กระเจียวโคมและกระเจียวชมพูช่อยาวนั้นปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์การค้าของไทย ทั้งนี้เคยมีการคัดพันธุ์กระเจียวที่มีลักษณะดีแต่ได้ขายกระเจียวส้มพันธุ์นั้นให้กับบริษัทไม้ดอกในยุโรปไปแล้ว ปัจจุบันการคัดพันธุ์ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกระเจียวกำลังดำเนินงานโดยผู้ปลูกเลี้ยงรายใหญ่ ผู้ส่งออก ตลอดจนหน่วยงานรัฐ เช่นมหาวิทยาลัยและกรมวิชาการเกษตร

การเพาะเมล็ด

การผสมพันธุ์ไม้กอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว ทั้ง 7 ชนิดในบทความนี้จะกระทำได้ในช่วงเช้าของวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง ทั้งนี้เพราะดอกจะอยู่ในสภาพที่พร้อมกับการ ถ่ายละอองเกสรในช่วง 8-10 นาฬิกา และการที่เรณูของพืชสกุลนี้มีความเป็นหมันในระดับปาน กลางค่อนข้างต่ำ สภาพอากาศที่แห้งจะทำ ให้เรณูเสียชีวิตหมดไปก่อนที่จะเกิดการปฏิสนธิขึ้นการสร้างความหลากหลายจากการผสมพันธุ์ แล้วนำ เมล็ดมาเพาะนั้น ส่วนใหญ่จะใช้วิธีผสมข้าม ซึ่งจะต้องกำ จัดเรณูออกก่อนการถ่ายละอองเกสร โดยใช้วัสดุปลายแหลมจำ พวก ปากคีบ เข็มเขี่ย หรือไม้จิ้มฟันปลายแหลม ขูดเรณูออกด้านบนสู่ด้านล่างของอับเรณู การขูดดับกล่าวจะไม่ทำ ให้อับเรณูกระดกขึ้นจนเรณูสัมผัสกับยอดเกสรตัวเมีย เพราะปกติอับเรณูจะกระดกขึ้นได้ตามกลไกลธรรมชาติที่ช่วยในการถ่ายละอองเกสร การถ่ายละอองเกสรสามารถกระทำ ได้ง่ายเพียงแต่นำ เรณูซึ่งมีลักษณะคล้ายแป้งไปป้ายบนยอดเกสรตัวเมีย เมื่อถ่ายละอองเกสรแล้วควรตัดใบประดับที่รองดอกนั้นออก เพื่อป้องกันการเกิดน้ำขัง ซึ่งอาจทำให้ผลเน่าและเพื่อสะดวกในการกัดดอกตูมที่เหลือของช่อย่อยเดียวกัน นอกจากนี้ยังต้องงแขวนป้ายระบุคู่ผสมและวันผสมได้ด้วย หากเกิดการปฏิสนธิขึ้นผลสีเขียวจะเจริญเติบโตขึ้นจากบริเวณใต้กลีบเลี้ยง เมื่อผลแก่จะมีสีเขียวอ่อนลง และเปลือกบางใสขึ้นจนพอจะเห็นสีดำ ของเมล็ดภายในควรเก็บเมล็ดแก่ไว้ก่อนที่ผลจะแตกจนเมล็ดหลุดร่วง เนื่องจากพืชสกุลนี้มีการพักตัวจึงควรนำ เมล็ดมาเพาะในฤดูปลูกถัดไป โดยการเก็บเมล็ดไว้ในที่ร่มการเพาะเมล็ดควรเพาะในกระบะทรายผสมขี้เถ้าแกลบ (อัตราส่วน 1:1) โดยให้เมล็ดจมอยู่ใต้ผิววัสดุปลูกราว 0.5 - 1 เซนติเมตร การรดน้ำต้องกระทำ อย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้เมล็ดกระเด็นเมล็ดจะทยอยงอกตามระดับของการพักตัวที่เหลืออยู่ เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 3 - 4 ใบจึงค่อย ๆ แยกต้นกล้าไปปลูกในดินผสมด้วยระยะปลูก 10 x 10 เซนติเมตร จนออกดอกเพื่อคัดเลือกต่อไป

การแยกเหง้า

ปกติผู้ปลูกเลี้ยงไม้ดอกสกุลนี้ นิยมขยายพันธุ์ด้วยวิธีแยกเหง้าซึ่งจะได้ต้นที่มีลักษณะ เหมือนเดิม การขุดหัวของไม้ดอกสกุลนี้เมื่อสิ้นฤดูปลูกจะพบว่าแต่ละกอจะมีเหง้าหลาย เหง้าเชื่อมติดกัน จึงควรแยกเหง้าเหล่านั้นออกจากกันก่อนที่จะนำ เหง้าไปผึ่งและเก็บรักษา เพราะแผลจะไม่ถูกเชื้อโรคเข้าทำ ลาย วิธีแยกเหง้าจะเพิ่มปริมาณได้ในอัตราเท่าไรจึง ขึ้นกับขนาดของกอ หากผู้ปลูกมีจำนวนเหง้าไม่เพียงพอ อาจนำ เหง้าที่มีอยู่มาผ่านแบ่งตามความยาวเป็น 2 ชิ้น แต่ละชิ้นมีตาซึ่งอยู่ในสภาพดี ติดอยู่ไม่น้อยกว่า 1 ตา ซึ่งเมื่อผ่าเหง้าแบ่งแล้วจะต้องจุ่มชิ้นส่วนของเหง้าในสารละลายของยาป้องกันเชื้อรา เช่น แคปแทน ในอัตราที่ใช้ฉีดพ่นต้นไม้แล้วนำ ชิ้นส่วนดังกล่าวไปผึ่งให้แห้งในที่ร่มก่อนปลูก วิธีนี้จะทำ ให้เพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ได้อีกเท่าตัว แต่ การผ่าเหง้านี้จะต้องดูแลต้นไม้มากกว่าปกติด้วยเพราะต้นที่เกิดขึ้นนั้นได้อาหารสะสมเพียงครึ่งของเหง้าปกติและมีโอกาสติดเชื้อได้ง่าย

การแยกชิ้นส่วนขนาดจิ๋ว

การเพิ่มปริมาณพืชพันธุ์ใหม่ เพื่อให้ได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็วนั้น จำ เป็นต้องใช้ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเข้าช่วย สำ หรับการขยายพันธุ์ด้วยชิ้นส่วนขนาดจิ๋วของไม้ดอก สกุลนี้ สามารถกระทำ ได้โดยนำ ช่อดอกอ่อนมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige และ Skoog (1962) ที่ดัดแปลงโดยเติม AB เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีนี้จะทำ ให้ได้ต้นเพิ่มเป็น 3 เท่า ทุก ๆ สัปดาห์ ซึ่งจะทำ ให้ 1 ต้นเพิ่มเป็น 6,500 ต้น ใน 1 ปี หรือ 500,000 ต้นใน 18 เดือน ต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีนี้จะมีขนาดใกล้เคียงกับต้นกล้าได้จากการเพาะเมล็ดจึงต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่งราว 2 ปีที่จะผลิตดอกหรือหัวขายได้

การดูแลรักษาปทุมมาและกระเจียว

ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว เป็นไม้หัวที่มีการพักตัวในช่วงวันสั้น โดยไม้ดอกเหล่านี้จะเริ่มพักตัวหลังวันที่ 22 กันยายนของทุกปี และจะสามารถปลูกใหม่ในฤดูถัดไปหลังวันที่ 22 มีนาคม ปกติผู้ปลูกเลี้ยงไม้ดอกทั้งสองกลุ่มนี้ มักจะเริ่มปลูกราวกลางเดือนเมษายนถึงต้นเดือนมิถุนายน ขึ้นกับความสามารถในการจัดหาน้ำมารดแหลงของผู้ปลูกเลี้ยงแต่ละรายการเตรียมแปลงปลูกเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งในการผลิตไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว แปลงปลูกควรขึ้นแปลงให้มีขนาดหน้าแปลงกว้าง 1.2 - 1.4 เมตร และเว้นทางเดินไว้กว้าง 0.5 เมตร จากนั้นจึงนำ ปุ๋ยหมักซึ่งได้จากการหมักพืช ขยะหรือกากน้ำตาล โดยไม่มีมูลสัตว์หรือปุ๋ยคอกเจือปนมาผสมกับดินในแปลงปลูกในอัตรา 3 - 6 ตันต่อไร่ ทั้งนี้ไม่ควรใช้มูลสัตว์หรือปุ๋ยคอก เพราะจะทำ ให้ดินเป็นกรด เหมาะกับการเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย โรคเน่า และไม่สามารถใช้เป็นปริมาณมากเพื่อปรับโครงสร้างดินได้ หากไม่สามารถหาปุ๋ยหมักได้ อาจใช้เปลือกถั่วมาใช้แทนได้แต่ต้องระวังเชื้อราที่อาจติดมากับเปลือกถั่วลิสง กรณีที่จำ เป็นต้องใช้ปุ๋ยคอกหรือมูลสัตว์เพื่อบำรุงดินจะต้องโรยปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินด้วย อนึ่งกรณีที่ใช้พื้นที่ซึ่งเคยมีปัญหาเรื่องโรคเน่าจากแบคทีเรียมาก่อนก็ต้องใช้ปูนขาวปรับสภาพดินเช่นกัน เนื่องจากเชื้อโรคนี้ชอบสภาพดินกรดระยะปลูกที่เหมาะสมในการปลูกไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวชนิดที่ใช้ตัดดอก คือ 30 x 30 -50 เซนติเมตร การปลูกอาจใส่ปุ๋ยสูตร 15 - 15 -15 หรือ 16 - 16 -16 รองก้นหลุมเป็นปุ๋ยรองพื้นหรือไม่ก็ได้ถ้าใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก แต่หากใช้เปลือกถั่วลิสงบำรุงดินนั้นจำ เป็นต้องใช้ปุ๋ยรองพื้น การใช้ปุ๋ยรองพื้นนั้นจะต้องใช้ประมาณ 0.5 -1 ช้อนโต๊ะต่อหลุม การปลูกจะให้เหง้าอยู่ลึกกว่าผิวแปลงราว 5 เซนติเมตร โดยแต่ละหลุมจะใช้เหง้าซึ่งยังมีตุ้มรากไม่น้อยกว่า 3 ตุ้ม เพียง 1 เหง้าต่อหลุม ซึ่งควรวางเหง้าให้อยู่ในแนวนอน โดยหันตุ้มรากไปทางทิศตะวันออกหรือทิศเหนือ เนื่องจากจะทำ ให้หน่อที่เกิดทีหลัง ที่เกิดจากตาด้านโคนเหง้า จะอยู่ในทิศตะวันออกหรือทิศเหนือของหน่อแรก ซึ่งจะไม่ถูกโคนหน่อแรกบังแดด อนึ่งถ้าเหง้ามีคุณภาพต่ำกว่านี้จะต้องใช้ 2 เหง้าต่อหลุม โดยทั่วไปจะใช้เหง้าราว 200 - 300 กิโลกรัมต่อไร่ ขึ้นกับขนาดของเหง้าและระยะปลูก เมื่อปลูกแล้วควรจะคลุมแปลงเพื่อป้องกันการสูญเสียความเสียความชื้นจากดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปลูกในช่วงฤดูฝน วัสดุที่เหมาะต่อการคลุมดินคือฟางข้าวและแกลบ การคลุมดินควรใช้วัสดุ

คลุมดินให้หนาพอเพื่อให้แสงมีโอกาสสัมผัสดินน้อยที่สุด และต้องคลุมดินให้ถึงด้านข้างของแปลงด้วย โดยปกติต้นจะเจริญขึ้นมาให้เห็นหลังจากปลูกได้ 7 - 30 วัน ขึ้นกับความสมบูรณ์ของเหง้าและความสมบูรณ์ของการพักตัว และหลังจากปลูกแล้ว 35 - 120 วัน ต้นจึงจะออกดอกให้ตัดขายได้

การดูแลรักษา

- การให้น้ำ

ระบบการให้น้ำกับแปลงปลูกไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวนั้น อาจใช้ระบบให้น้ำตามร่องหรือใช้ระบบสปริงเกอร์ กับแปลงปลูกขนาดใหญ่ ส่วนแปลงขนาดเล็กอาจใช้สายยางรดน้ำก็ได้ ทั้งนี้การให้น้ำควรกระทำ ในตอนเช้าราว 8 นาฬิกา เพียงวันละครั้ง ยกเว้นวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำที่ให้นั้นจะต้องเพียงพอให้ดินในระดับรากชื้นถึงช่วงบ่าย ซึ่งเป็นสภาพใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ

- การพรางแสง

ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ได้รับแสง 75 – 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในธรรมชาติพืชกลุ่มนี้จะขึ้นแซมอยู่ในดงหญ้า ซึ่งอาจเตี้ยกว่าหรือสูงเท่ากัน โดยพื้นที่ซึ่งพืชกลุ่มนี้ขึ้นนั้น เป็นพื้นที่โล่งของป่าละเมาะหรือป่าโปร่ง

สำหรับไม้ดอกกลุ่มกระเจียวซึ่งมีถิ่นกำ เนินในป่าค่อนข้างทึบและชื้น จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ได้รับแสง 30 -50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการพรางแสงจึงเป็นสิ่งจำ เป็น นอกจากระดับแสงแล้วความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในระดับทรงพุ่มก็เป็นสิ่งสำ คัญต่อการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มนี้ด้วย

- การให้ปุ๋ย

ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว ควรได้รับปุ๋ยทุกเดือนๆ ละครั้ง โดยช่วงก่อนฤดูฝนควรใช้ปุ๋ยสูตรที่มีไนโตรเจนหรือตัวหน้าสูง เช่น สูตร 21-7-14, 15-0-0 หรือใช้สูตรเสมอ เช่นสูตร 16-16-16 เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของลำ ต้นและใบ ส่วนช่วงฤดูฝนนั้น ควรใช้ปุ๋ยสูตรที่มีฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมสูง หรือตัวกลางและตัวท้ายสูง เช่น สูตร 8-16-24 หรือ 14-14-21 หรือ 13-13-21 หรือ 9-24-24 เนื่องจากพืชได้ธาตุไนโตรเจนจากน้ำฝนแล้ว การใช้ปุ๋ยที่มีโปรแตสเซียมสูง จะช่วยให้มีการสะสมอาหารไว้ในเหง้าและตุ้มรากมากขึ้น ทำ ให้เหง้ามีขนาดใหญ่และสมบูรณ์ซึ่งจะให้ดอกที่มีคุณภาพสูง การใช้ปุ๋ยเคมีนั้นจะใช้ราว 0.5 - 1 ช้อนกาแฟ (ช้อนปาด) โดยรอบกอ โดยอาจพรวนดินให้เล็กน้อย อนึ่งการใช้ปุ๋ยสูตรเสมอในช่วงฤดูฝนนั้น หากพบว่ามีอาการโคนเน่าเกิดขึ้นกับหน่อใหม่บ้างก็ควรนำ ปุ๋ยหมักราว 1 ถ้วยกาแฟมาโรยรอบกอเพื่อปรับสภาพดินไม่ให้เหมาะต่อการเติบโตของเชื้อ เพราะการใช้ปุ๋ยเคมีปริมาณมากอย่างต่อเนื่องทำ ให้สภาพเป็นกรด

การตัดดอกปทุมมาและกระเจียว

การเลือกดอก ซึ่งมีระยะการพัฒนาที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการตัดดอกช่อที่เหมาะจะตัดดอกได้ดีนั้น ควรมีดอกจริงบานแล้วราว 3 - 5 ดอก โดยการตัดดอกนั้นอาจใช้กรรไกรตัดบริเวณที่ก้าน

ช่อดอกโผล่พ้นลำ ต้นเทียม หรืออาจใช้วิธีกระตุกช่อดอกขึ้นมา คล้ายการตัดดอกเยอบีร่าก็ได้ แต่ต้องระวังไม่ให้เป็นการถอนต้นขึ้นมา การตัดดอกควรกระทำให้ตอนเช้า และเมื่อตัดดอกแล้วต้องรีบนำ ก้านช่อดอกไปแช่โคนในน้ำสะอาดทันที เนื่องจากช่อดอกของพืชสกุลนี้ไวต่อสภาพการขาดน้ำเป็นอย่างมากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวปทุมมาและกระเจียวการใช้สารละลายเพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกแกดิโอลัสกับช่อดอกของปทุมมาในช่วงรอการบรรจะหีบห่อ, ระหว่างการบรรจุหีบห่อและช่วงการปักแจกัน พบว่า การใช้น้ำประปาให้ผลใกล้เคียงกับการใช้สารละลายเพื่อยืดอายุการปักแจกัน เมื่อใช้ในช่วงรอการบรรจุหีบห่อและช่วยระหว่างการบรรจุหีบห่อในการขนส่งจากเชียงใหม่ - กรุงเทพฯ และพบว่าการใช้สารละลาย เพื่อยืดอายุปักแจกันของดอกแกลดิโอลัสในระหว่างการปักแจกันนั้น ทำ ให้ช่อดอกปทุมมาหมดอายุการปักแจกันเร็วกว่า การใช้น้ำดิไอออไนซ์ การใช้สารละลายเพื่อยืดอายุการปักแจกันจึงต้องการงานวิจัยเพิ่มเติมอีก

สำหรับการบรรจุหีบห่อนั้น ควรมัดก้านช่อดอก 10 ก้านรวมกัน แล้วนำ สำลีชุบน้ำประปาห่อปลายก้านแล้วสวมโคนก้านด้วยถุงพลาสติกรัดหนังยางให้แน่น ไม่ให้น้ำไหลออกจากถุงพลาสติกได้ นำ ช่อดอกไปผึ่งลมให้ใบประดับแห้งก่อนนำ ช่อดอกไปบรรจุลงกล่อง เพื่อป้องกันไม่ให้ใบประดับเน่า เพราะปกติใบประดับมักเปียกชื้นอยู่เสมอ หากบริเวณโคนใบประดับยังมีความชื้นเหลืออยู่จะทำ ให้ใบประดับเน่าเพราะปกติใบประดับมักเปียกชื้นอยู่เสมอ หากบริเวณโคนใบประดับยังมีความชื้นเหลืออยู่จะทำ ให้ใบประดับเกิดเป็นจุดเน่าขนาดเท่าหัวเข็มหมุด ภายหลังการขนส่งจากเชียงใหม่มากรุงเทพฯ ดังนั้นขั้นตอนการผึ่งช่อดอกจึงเป็นขั้นตอนที่สำ คัญที่สุดในการเตรียมบรรจุหีบห่อ การบรรจุลงกล่องนั้นควรเรียงซ้อนเพียง 2 - 3 ชั้น หากดอกซ้อนทับกันมากชั้นกว่านี้จะทำ ให้ใบประดับแบนเสียรูปได้ นอกจากนี้ควรใช้กล่องซึ่งมีรูประบายอากาศด้านหัวและท้ายกล่อง เพื่อลดโอกาสที่ดอกจะเน่า เพราะเชื้อโรคเน่ามักจะติดมากับช่อดอกจากแปลงปลูก

การตัดดอกและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวอย่างถูกต้องนั้น จะทำ ให้ช่อดอกซึ่งผลิตที่เชียงใหม่มีอายุการใช้งานในกรุงเทพฯ นานราว 15 วัน และมีผู้กล่าวอ้างว่าอาจนำ ไปใช้งานในญี่ปุ่นได้นาน ไม่ต่ำกว่า 10 วัน ซึ่งเป็นอายุการปักแจกันที่ตลาดยอมรับ

การผลิตดอกปทุมมาและกระเจียวนอกฤดู

ความต้องการของดอกไม้ในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูดอกของไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวนั้นมีค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นช่วงฤดูที่มีดอกไม้หลายชนิดในตลาด ขณะที่ช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงที่ตลาดต้องการดอกไม้จำนวนมากนั้น การผลิตดอกไม้ไม่สามารถสนองได้ ดังนั้น การผลิตดอกไม้นอกฤดูจึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรสนใจกระทำกันมาก

ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว เป็นพืชวันยาวจะพักตัวในช่วงที่วันสั้น โดยจะได้รับสัญญาณให้พักตัวหลังจากวันที่ 23 กันยายน การผลิตดอกของไม้ดอกทั้ง 2 กลุ่มนี้ในช่วงฤดูหนาว จึงต้องมีการปฏิบัติพิเศษ โดยการคั่นช่วงกลางคืนนั้นควรกระทำ ในช่วง 24.00 - 3.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้

ไฟฟ้าน้อย การติดตั้งหลอดห่างกัน 1.5 เมตร ซึ่งการเปิดไฟเพื่อคั่นช่วงกลางคืนต้องเริ่มกระทำ ราววันที่ 31 สิงหาคมโดยไม่ช้ากว่าวันที่ 15 กันยายน การปฏิบัตินี้ได้ผลดีในแปลงรวมพันธุ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การผลิตไม้ดอกทั้ง 2 กลุ่มนี้นอกฤดู จำ เป็นต้องมีการดูแลด้านปุ๋ยและสภาพดินเป็นพิเศษด้วย

กล่าวคือให้ปุ๋ยสูตรเสมอหลังฤดูฝน และใช้ปุ๋ยหมักใส่เสริมเพื่อทำ ให้ดินไม่อยู่ในสภาพที่ติดเชื้อโรคเน่าจะแพร่ระบาดได้ง่าย ถ้าเป็นการผลิตนอกฤดูโดยการยืดฤดูปลูก อย่างไรก็ตามการผลิตดอกนอกฤดูก็อาจกระทำ โดยปลูกในช่วงฤดูฝนซึ่งฝนทิ้งช่วงนานพอจะขึ้นแปลงได้ การผลิตนอกฤดูโดยปลูกช้านี้จะทำให้การสะสมโรคในแปลงเกิดขึ้นน้อยกว่าการผลิตแบบยืดฤดูปลูก

การเก็บเหง้าปทุมมาและกระเจียว

เมื่อสิ้นฤดูปลูก ไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียวจะพักตัวโดยใบและลำ ต้นเทียมจะค่อยแห้งลง และยุบหายไปเหลือแต่เหง้าพร้อมตุ้มรากฝังอยู่ใต้ดิน ในช่วงที่เริ่มการพักตัวนี้ควรลดการให้น้ำลงเพื่อเร่งให้พืชพักตัวเร็วขึ้น การเก็บเหง้านั้นจะต้องรีบขุดขณะที่รากของลำ ต้นเทียมยังไม่แห้งมากนัก เพื่อจะได้สะดวกในการสังเกตตำแหน่งของต้นขณะขุดเพราะการขุดนั้นต้องระวังมิให้เกิดแผลขึ้นกับเหง้าหรือตุ้มราก อย่างไรก็ตามเกษตรกรบางรายอาจทิ้งเหง้าที่พักตัวไว้ในดินราว 2 เดือน ก่อนจะขุดเหง้าขึ้นก็ได้ หากมั่นใจว่าจะไม่มีฝนตกขณะที่เหง้าซึ่งกำ ลังพักตัวยังอยู่ใต้ดิน เหง้าที่ปลูกในดินร่วนซุยจะมีรากยาว ตุ้มรากอยู่ค่อนข้างห่างเหง้า รากจึงมักหักหรือขาดง่ายเมื่อพยายามขุดเหง้า แต่การขุดขึ้นจากดินร่วนซุยจะทำ ได้ง่าย ส่วนเหง้าที่ปลูกในดินเหนียวจะมีรากค่อนข้างสั้น ตุ้มรากอยู่ชิดเหง้า รากจึงหักหรือขาดยากเหมาะในการเก็บและขนส่ง แต่การขุดเหง้าจากดินเหนียวจะต้องพิถีพิถันพอสมควร การขุดเหง้าขึ้นจากดินทั้งสองประเภทจึงต้องการการปฏิบัติที่ต่างกัน

เมื่อได้เหง้าขึ้นจากดินแล้ว ต้องนำ ไปล้างน้ำให้สะอาด เพื่อป้องกันไม่ให้มีเชื้อโรคสะสมอยู่บนเหง้า หลังจากล้างเหง้าแล้วต้องนำ ไปผึ่งบนตะแกรมในที่ร่มจนผิวเหง้าแห้ง จากนั้นจึงนำ เหง้าซึ่งไม่มีความชื้นที่ผิวมาแยกออกจากันก่อนเก็บรวบรวมในถุงหรือกระสอบตาข่ายเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศ เก็บถุงหรือกระสอบนี้ในที่ร่มจนถึงฤดูปลูกถัดไป

ศัตรูและการป้องกัน

วัชพืชเป็นศัตรูที่พบและเป็นปัญหามากในแปลงปลูก เกษตรกรต้องสิ้นเปลืองแรงงานในการถอนกำ จัดวัชพืชเป็นอย่างมาก ซึ่งจัดเป็นต้นทุนการผลิตส่วนหนึ่งที่ค่อนข้างสูง การใช้ยากำ จัดวัชพืชชนิดยาคุมกำเนิดหญ้า ซึ่งทำลายเมล็ดวัชพืชได้หรือการใช้ยากำ จัดวัชพืชใบกว้างน่าจะถูกลองนำ มาใช้เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในท้องที่ซึ่งมีค่าจ้างแรงงานสูงหรือหาแรงงานยากโรครากเน่าเป็นศัตรูที่ทำลายต้นและดอกของไม้ดอกกลุ่มปทุมมาและกลุ่มกระเจียว โรคนี้จะทำ ให้เหง้า, โคนเน่า และทำ ให้ใบประดับและ

ใบเป็นจุดเน่า เชื้อสาเหตุของโรคนี้มี 2 ชนิด คือ เชื้อรา Rhizoctomiaและเชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas เชื้อรานั้นเจริญได้ดีในสภาพดินเป็นด่าง แต่ป้องกันกำ จัดได้โดยการฉีดพ่นยากำ จัดเชื้อราเช่น เทอร์รา คลอร์ซูเปอร์เอ็กซ์ หรือรอฟรอล (Rovral) ขณะที่เชื้อแบคทีเรียสาเหตุของโรคนั้นเจริญได้ดีในสภาพดินที่เป็นกรด ซึ่งเป็นสภาพดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง และป้องกันกำ จัดด้วยสารเคมีได้ยาก การป้องกันที่ดีที่สุดโดยทำ ให้ดินเป็นด่างอย่างอ่อนด้วยการใช้ปุ๋ยหมักหรือปูนขาว ดังนั้นจึงควรจัดการให้สภาพแปลงปลูกไม่เหมาะต่อการแพร่ระบาดของเชื้อแบคทีเรีย โดยยอมให้เชื้อราเจริญได้แต่ควบคุมเชื้อราด้วยสารเคมี แทน ไรแดง หนอนม้วนใบ และตั๊กแตน เป็นแมลงที่พบในแปลงปลูกอยู่บ้าง การใช้ยากำ จัดแมลงจึงอาจต้องการทำ บ้างเป็นครั้งคราว นอกจากแมลงเหล่านี้แล้วยังอาจพบการทำ ลายของหอยทากด้วย อนึ่ง ปัญหาเรื่องแมลงนี้เป็นปัญหาที่ไม่รุนแรงเท่ากับปัญหาเรื่องโรค

ปทุมมา เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีลำต้นสะสมอาหารอยู่ใต้ดินแบบเหง้า มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ดอกในช่วงฤดูฝนราวเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน จากนั้นจะทิ้งใบจนหมดแล้วพักตัวอยู่ในดินตลอดช่วงฤดูหนาวราวเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อถึงฤดูฝนก็จะเจริญเติบโตออกดอกอีกครั้ง ดอกปทุมมามีรูปทรงสง่าและมีสีสันสวยงาม เป็นที่ประทับใจแก่ผู้ที่ได้พบเห็น จนได้รับการส่งเสริมให้เป็นไม้ตัดดอกและเก็บหัวพันธุ์เพื่อส่งไปขายยังต่างประเทศ เป็นที่ประทับใจและชื่นชอบของชาวต่างประเทศจนได้สมญาว่า สยามทิวลิป (Siam Tulip)

ปทุมมา จัดเป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับขิงและข่า อยู่ในสกุล Curcuma มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศอินโดจีน พม่า และไทย สำหรับในประเทศไทยจะพบเห็นปทุมมาได้แทบทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความหลากหลายของสายพันธุ์มากที่สุด ไม้ในสกุลนี้แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

กลุ่มปทุมมา พบได้ทั่วไปในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามเขตชายแดนไทย-ลาว และตามเขตชายแดนไทย-เขมร ส่วนใหญ่มักพบอยู่ตามทุ่งหญ้าที่โล่งแจ้งบริเวณชายป่าเบญจพรรณหรือบริเวณชั้นล่างของป่าเต็งรัง ลักษณะช่อดอกในกลุ่มปทุมมาจะแทงช่อดอกออกมาจากส่วนกลางของลำต้นเทียม ก้านช่อดอกยาวตรง ดอกจริงมีสีม่วงหรือสีม่วงอ่อน ไม้ในกลุ่มนี้มีหลายชนิดที่สามารถนำมาผลิตเป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถาง และไม้ประดับแปลง เช่น ปทุมมา บัวสวรรค์ บัวลายปราจีน บัวลายลาว เทพรำลึก ทับทิมสยาม ช่อมรกต และปทุมรัตน์ เป็นต้น

กลุ่มกระเจียว กลุ่มนี้มีอยู่หลายชนิดพบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ชนิดที่พบขึ้นในที่โล่งแจ้งมักจะมีลักษณะใบหนา มีขนมาก ส่วนพวกที่พบขึ้นในป่าชื้นมักจะมีลักษณะใบบาง ลักษณะของช่อดอกจะ

เป็นทรงกระบอก อาจแทงช่อดอกขึ้นมาจากเหง้าโดยตรงหรือออกจากทางด้านข้างของลำต้นเทียม ดอกจริงมีสีขาวหรือเหลือง หลายชนิดในกลุ่มนี้สามารถผลิตเป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถางได้เช่นกัน ที่สำคัญได้แก่ บัวชั้น กระเจียวส้ม พลอยไพลิน พลอยทักษิณ และพลอยชมพู เป็นต้น

ปทุมมาจะพักตัวในช่วงปลายเดือนกันยายนและพร้อมที่จะเติบโตได้ใหม่ในช่วงปลายเดือนมีนาคม การปลูกควรปลูกในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน โดยจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีอินทรีวัตถุสูง ระบายน้ำได้ดี การปลูกในแปลงต้องใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยคอกประมาณ 3-6 ตันต่อไร่ หน้าแปลงกว้าง 1.2-1.5 เมตร ตากดินนาน ประมาณ 10-14 วัน โดยใช้พลาสติกใสคลุมแปลงให้มิดชิดไม่ให้อากาศถ่ายเทได้ เพื่อให้มีความร้อนสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส และโรยปูนขาวก่อนเตรียมแปลงเพื่อลดโอกาสของการเกิดโรค กรณีปลูกลงในถุงหรือในกระถาง วัสดุที่ใช้ปลูกควรมีส่วนผสมของทราย ขุยมะพร้าวและขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน 2:1:2 สำหรับการปลูกลงแปลงระยะในการปลูกควรอยู่ที่ประมาณ 30 X 30 เซนติเมตร ใช้ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 หรือ 16-16-16 ประมาณ 1 ช้อนชารองก้นหลุมก่อนปลูก การปลูกที่จะทำให้เกิดการแตกกอดีที่สุด คือวางหัวพันธุ์ในแนวนอนเพื่อให้ตาข้างบนเหง้ามีโอกาสเจริญเติบโตเป็นหน่อได้ หลังจากปลูกแล้วให้ใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 หรือ 16-16-16 เดือนละครั้งในอัตรา 1 ช้อนชาต่อต้น และในเดือนที่ 3-5 ให้ใส่ปุ๋ยสูตร 9-24-24 เดือนละครั้งในอัตรา 1 ช้อนชาต่อต้นเช่นกัน สำหรับการรดน้ำควรรดวันละครั้งในช่วงเช้า ยกเว้นวันที่มีฝนตก และการรดน้ำแต่ละครั้งต้องให้เพียงพอที่จะทำให้ดินชื้นตลอดทั้งวัน หลังจากที่ปทุมมาเจริญเติบโตเต็มที่และให้ดอกในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนแล้วจะเริ่มพักตัวในช่วงปลายเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม การเก็บหัวพันธุ์จะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม การเก็บเกี่ยวควรทำเมื่อต้นปทุมมาแห้งเต็มที่และยุบตัวลง โดยสังเกตจากใบจะมีสีเหลืองและแห้ง ควรงดการให้น้ำและให้ดินแห้งก่อนการขุดอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อเร่งให้มีการสะสมอาหารอย่างเต็มที่ ถ้าเก็บขณะที่ต้นยังไม่แก่เต็มที่ ใบยังตั้งตรงและดินยังมีความชื้นอยู่จะทำให้หัวพันธุ์ที่ขุดได้เหี่ยวเร็วเก็บรักษาได้ไม่นานและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ

ปทุมมาเป็นดอกไม้ไทยที่คนไทยน้อยคนนักจะรู้จัก ขณะที่ชาวต่างชาติกลับชื่นชมอย่างมาก และปัจจุบันเกษตรกรไทยได้พัฒนาดอกไม้ชนิดนี้ จนกลายเป็นดอกไม้ส่งออกไปต่างประเทศเป็นอันดับ 2 รองจากกล้วยไม้ ปทุมมา เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีลำต้นสะสมอาหารอยู่ใต้ดินแบบเหง้า มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ดอกในช่วงฤดูฝนราวเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน จากนั้นจะทิ้งใบจนหมดแล้วพักตัวอยู่

ในดินตลอดช่วงฤดูหนาวราวเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อถึงฤดูฝนก็จะเจริญเติบโตออกดอกอีกครั้ง

ดอกปทุมมามีรูปทรงสง่าและมีสีสันสวยงาม เป็นที่ประทับใจแก่ผู้ที่ได้พบเห็น จนได้รับการส่งเสริมให้เป็นไม้ตัดดอกและเก็บหัวพันธุ์เพื่อส่งไปขายยังต่างประเทศ เป็นที่ประทับใจและชื่นชอบของชาวต่างประเทศจนได้สมญาว่า "สยามทิวลิป" (Siam Tulip)

ปทุมมา (*Curcuma* spp.) เป็นไม้ดอกเมืองร้อน ที่มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 15-30 ล้านบาทต่อปี โดยประเทศไทยส่งออกปทุมมาในรูปของหัวพันธุ์ไปยังต่างประเทศ ซึ่งชาวต่างประเทศโดยเฉพาะเนเธอร์แลนด์จะรู้จักปทุมมาเป็นอย่างดี

สถานการณ์การผลิต

พื้นที่ปลูกปทุมมาเพื่อผลิตหัวพันธุ์เพื่อการส่งออก มีพื้นที่ประมาณ 400 ไร่ ซึ่งสามารถผลิตหัวพันธุ์เพื่อการส่งออก ไปต่างประเทศ ปีละไม่ต่ำกว่า 2 ล้านหัวต่อปี แหล่งปลูกอยู่ในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน หัวพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้า ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่พิงค์ มีทั้งสีชมพูอ่อน และสีชมพูเข้ม

ช่วงเวลาการผลิตหัวพันธุ์เกษตรกรจะเริ่มเตรียมพื้นที่เดือน มี.ค. ปลูกเดือน เม.ย.- พ.ค. ออกดอกเดือน ก.ค.- ส.ค. หลังจากนั้น ต้นจะเหี่ยวหัวจะพักตัวเดือน พ.ย.- ธ.ค. เริ่มขุดหัวพันธุ์ ในช่วงเดือน ธ.ค.- ก.พ. เริ่มส่งออกส่งหัวพันธุ์ตั้งแต่เดือน ม.ค.- มี.ค. ซึ่งต่างประเทศจะนำ หัวพันธุ์ปทุมมาปลูก เพื่อผลิตเป็นไม้กระถางให้ออกดอกเดือน พ.ค. ซึ่งเป็นช่วงที่ตรงกับวันแม่ ในต่างประเทศ

การผลิตหัวพันธุ์ในปัจจุบันยังเป็นการผลิตในระบบลูกไร่ของผู้ส่งออกและผู้ส่งออกบางราย จะมีแหล่งผลิตเป็นของตนเอง แต่ละปีเกษตรกรที่ผลิตเอง จะส่งให้กับผู้ส่งออก ต้นทุนการผลิตปทุมมา ต่อไร่ประมาณ 40,320 บาท ผลผลิตจำนวน 723 กิโลกรัม รายได้ประมาณ 57,208 บาท กำไรประมาณ 16,888 บาท

สถานการณ์การตลาด

พ.ศ. 2536 เริ่มมีการส่งออกหัวพันธุ์ไปต่างประเทศ พ.ศ. 2540 ประเทศเนเธอร์แลนด์ ระงับการนำเข้าหัวพันธุ์จากประเทศไทย เนื่องจากปัญหา การระบาดของโรคหัวเน่า ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ทำให้ประเทศไทย ต้องมีมาตรการเข้มงวดในการควบคุมโรค โดยกำหนดมาตรการให้คำแนะนำ วิธีปฏิบัติในแปลงปลูก เพื่อป้องกันการเกิดโรค และมาตรการทางด้านการกักกันพืช ก่อนส่งหัวพันธุ์ออกไปที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ ต้องผ่านการตรวจรับรองหัวพันธุ์ ปลอดโรคด้วยวิธี ELISA และ DIBA

ราคาหัวพันธุ์ที่เกษตรกรขายให้กับบริษัทผู้ส่งออกประมาณหัวละ 3-5 บาท ในขณะที่ผู้ส่งออกจะขายให้กับต่างประเทศในราคา F.O.B ประมาณหัวละ 8-10 บาท

ผลผลิตปทุมมาส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตหัวพันธุ์ เพื่อส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งมีข้อดีสำหรับการส่งหัวพันธุ์ไปต่างประเทศ ในแง่การจัดการหัวพันธุ์ง่ายกว่าการจัดการดอก เก็บรักษาได้นาน ไม่เน่าเสียหายเหมือนดอกสด สามารถขนส่งไปทางเรือได้ในปริมาณมาก

ปริมาณหัวปทุมมาที่ส่งออกปี 2546 จำนวน 2.2 ล้านหัว มูลค่า 16.2 ล้านบาท โดยส่งออกไปเยอรมัน อเมริกา ญี่ปุ่น โปรตุเกส เนเธอร์แลนด์ อิตาลี ออสเตรเลีย

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA Fingerprinting)

การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA Fingerprinting) (สุชาดา สุขหร่อง, 2548) ได้กลายมาเป็นที่รู้จักและรับรู้ต่อสาธารณชนมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการนำมาใช้ในการตรวจเอกลักษณ์บุคคล เช่น การตรวจพิสูจน์ศพกรณีเหตุการณ์คลื่นยักษ์สึนามิใน 6 จังหวัดภาคใต้ และการตรวจความเป็นพ่อแม่-ลูก ในคดีความต่างๆ เป็นต้น

การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ถูกพัฒนาและใช้เป็นครั้งแรกโดย Alec Jeffreys ในปีค.ศ. 1985 เป็นวิธีการที่ใช้เพื่อบ่งบอกลักษณะจำเพาะของแต่ละบุคคลหรือสิ่งมีชีวิตด้วยดีเอ็นเอโดยพบว่าลายพิมพ์ดีเอ็นเอนี้ มีลักษณะคล้ายบาร์โค้ด ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล โอกาสที่ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของคนจะซ้ำกันมีน้อยมากๆ เท่ากับ 1 ใน 9340 ล้าน ซึ่งสูงกว่าจำนวนประชากรในโลกนี้ จึงอาจกล่าวได้ว่าไม่มีโอกาสที่บุคคลจะมีดีเอ็นเอซ้ำกันเลย และดีเอ็นเอที่ปรากฏในลายพิมพ์นั้นมีการถ่ายทอดตามกฎเมนเดลจึงสามารถใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่กับลูกได้ด้วยปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้แก่ พืช สัตว์ และจุลชีพ อย่างกว้างขวาง

การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ส่วนใหญ่มุ่งศึกษาตรงส่วนของดีเอ็นเอที่มีลักษณะเป็นชุดที่มีจำนวนซ้ำสูงมาก และแต่ละชุดซ้ำมีการเรียงต่อกันในทิศทางเดียวกันตลอด (tandemly repeated DNA sequence) เช่น

- Minisatellite DNA เป็นดีเอ็นเอที่มีหลายชุดซ้ำ ขนาดของแต่ละชุดยาวประมาณ 15 - 100 คู่เบส จำนวนชุดซ้ำที่พบมีความแตกต่างกันมาก เรียกว่า Variable Number of Tandem Repeat (VNTR) ซึ่งความแตกต่างนี้เองที่นำมาใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิต

- Microsatellite DNA เป็นดีเอ็นเอที่มีหลายชุดซ้ำ ขนาดของแต่ละชุดสั้นมากเพียง 1-4 คู่เบส จำนวนชุดซ้ำพบมากถึง 0.2- 0.5 เปอร์เซ็นต์ของดีเอ็นเอจีโนม มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า Simple Sequence Repeat, SSR) ส่วนใหญ่ใช้ในการศึกษาแผนที่จีโนมและการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ขั้นตอนในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยทั่วไปเริ่มจากการสกัดดีเอ็นเอ (genomic DNA) ให้บริสุทธิ์ นำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) แล้วแยกขนาดด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส

นำไปตรวจสอบชิ้นดีเอ็นเอด้วยวิธี hybridization กับ probe สามารถตรวจสอบชิ้นดีเอ็นเอได้จากหลายตำแหน่ง (multi-locus) พร้อมกัน หรือทำการตรวจสอบโดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction, PCR) ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากหลายตำแหน่งพร้อมกันเช่นกัน ได้เป็นลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่จำเพาะกับแต่ละบุคคล /สิ่งมีชีวิต ปัจจุบันเทคนิคด้าน molecular biology ถูกพัฒนาขึ้นหลายแบบ บางกรณีมีการใช้หลายเทคนิคผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือ และแม่นยำ ในที่นี้จะกล่าวถึงเทคนิคที่นิยมใช้ ได้แก่

วิธีอาร์เอฟแอลพี (Restriction Fragment Length Polymorphism; RFLP) สำหรับพืช มีจีโนม 3 แหล่ง คือ คลอโรพลาสต์ ไมโตคอนเดรีย และนิวเคลียส (ในสัตว์ไม่มีคลอโรพลาสต์) เนื่องจากดีเอ็นเอในคลอโรพลาสต์ของพืชต่างๆ มีความคล้ายคลึงกัน และมีขนาดไม่ใหญ่นัก (ประมาณ 130-160 กิโลเบส) เมื่อนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ได้แถบดีเอ็นเอประมาณ 30-40 ชิ้น สามารถนำมาแยกด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสและย้อมด้วยเอธิเดียม-โบร์ไมด์ จะสามารถตรวจสอบขนาดและจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นได้

หากต้องการศึกษาดีเอ็นเอในนิวเคลียสของพืชจะมีความยากและซับซ้อนกว่า เนื่องจากจีโนมมีขนาดใหญ่และซับซ้อนกว่า เมื่อนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ จะได้แถบดีเอ็นเอจำนวน (หลัก) แสนชิ้น เมื่อนำมาแยกด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสและย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ จะเห็นเป็นแถบต่อเนื่อง (smear band) คือไม่สามารถแยกแถบดีเอ็นเอได้ ดังนั้นการตรวจสอบจำเป็นต้องจำเพาะลงไปที่ยีนหรือตำแหน่งเฉพาะบนโครโมโซม ซึ่งทำได้โดยใช้วิธี hybridize ชิ้นส่วนดีเอ็นเอนั้นด้วย probe (คือ ดีเอ็นเอที่ผ่านการโคลนหรือทำให้บริสุทธิ์) แล้วถ่ายดีเอ็นเอจากแผ่นเจลลงสู่ membrane filter แล้วจึง hybridize แผ่น membrane filter กับ probe เพื่อหาตำแหน่งของแถบดีเอ็นเอที่มีเบสเป็นคู่สมกับ probe เรียกวิธีนี้ว่า southern blotting

อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าการศึกษาดีเอ็นเอในนิวเคลียสโดยวิธี southern hybridization ค่อนข้างยุ่งยาก จึงมีการนำเทคนิคพีซีอาร์มาใช้เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้ไพรเมอร์จำเพาะ 2 ชนิด แล้วนำดีเอ็นเอที่ได้ไปแยกด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสและย้อมด้วยเอธิเดียม-โบร์ไมด์ สามารถตรวจสอบขนาดและจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม หากเป็นความแตกต่างของเบสภายในขนาดของชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จะเท่ากัน (หรือไม่เห็นความแตกต่างนั่นเอง)

ในกรณีนี้จำเป็นต้องทำการตรวจสอบต่อ เช่น นำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะก่อนนำไปแยกด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส เรียกเทคนิคนี้ว่า PCR-RFLP

โดยทั่วไป เมื่อต้องการตรวจสอบพืชต่างสายพันธุ์หรือต่างชนิดกัน โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน จะได้ขนาดและจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน (เรียกว่าเกิด Polymorphism) ในทางปฏิบัติอาจใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะหลายชนิด แล้ววิเคราะห์ผลโดยรวม สามารถวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มพืชที่ศึกษาได้

วิธีเอเอฟแอลพี (Amplified Fragment Length Polymorphism; AFLP) เป็นวิธีการตรวจสอบชิ้นดีเอ็นเอที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะโดยการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคพีซีอาร์ จึงเป็นการผสมระหว่างวิธีอาร์เอฟแอลพีและเทคนิคพีซีอาร์เข้าด้วยกัน การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอหลังตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ทำได้โดยการเชื่อมต่อ adapter เข้าที่ปลายของชิ้นดีเอ็นเอต่อจากตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ โดย adapter เป็นดีเอ็นเอสายคู่ชิ้นสั้นๆ ที่มีปลายด้านหนึ่งเป็นปลายเหนียวเหมือนกับปลายโมเลกุลของดีเอ็นเอที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะที่เลือกใช้ จึงสามารถเชื่อมต่อกับชิ้นดีเอ็นเอที่ตัดไว้ได้โดยใช้ปลายเหนียว (sticky end ligation) และจะทำหน้าที่เป็นตำแหน่งที่จับของไพรเมอร์ในการทำพีซีอาร์ เมื่อใช้ไพรเมอร์ที่มีลำดับเบสตรงกับส่วนของ adapter รวมกับส่วนของเบสที่ตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ก็จะสามารถเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอโดยเทคนิคพีซีอาร์ได้ แต่จำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จะมีปริมาณมากจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (smear band) ดังนั้นในการสังเคราะห์ไพรเมอร์ จึงต้องเพิ่มเบสคัดเลือกเข้าที่ปลาย 3' ต่อจากเบสที่ตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ เพื่อให้เลือกจับกับชิ้นดีเอ็นเอที่มีลำดับเบสส่วนที่อยู่ต่อจากบริเวณตัดจำเพาะสอดคล้องกับเบสที่เพิ่มเข้าไปเท่านั้น ดังนั้นจะสามารถกำหนดจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่เหมาะสมได้จากจำนวนเบสที่เพิ่มเข้าไป จำนวนแถบที่เหมาะสม คือ 50-100 แถบ แล้วนำไปแยกโดยอิเล็กโทรโฟรีซิสใน polyacrylamide gel การตรวจสอบแถบดีเอ็นเอทำได้โดยติดฉลากด้วย probe หรือย้อมเจลด้วย silver nitrate

RAPD (Rapid Amplified Polymorphic DNA) วิธีนี้ใช้ปริมาณดีเอ็นเอน้อย และไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลทางพันธุกรรมมาก่อน ไพร์เมอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลีเมอเรสนั้นจะเป็นชนิดที่มีขนาดสั้นประมาณ 10 นิวคลีโอไทด์ เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่ม (random amplification)8 จากนั้นจึงแยกชิ้นส่วนของดีเอ็นเอโดยใช้กระแสไฟฟ้า (electrophoresis) ผ่านอะกาโรสเจล (agarose gel) ชิ้นส่วนของดีเอ็นเอจะปรากฏเป็นแถบ ศึกษาตำแหน่งและจำนวนแถบเพื่อดูความแตกต่างในพืชแต่ละชนิดได้ ข้อควรระวังของ RAPD คือ แถบดีเอ็นเอที่ถูกเพิ่มปริมาณขึ้นจากปฏิกิริยาลูกโซ่พอลีเมอเรส (PCR product bands) ที่เกิดขึ้นดูเหมือนมีขนาดเท่ากันแต่ความจริงแล้ว ถึงแม้ขนาดเท่ากันจริงแต่เป็นชิ้นดีเอ็นเอคนละชนิดกันเลย ทำให้แปลผลคลาดเคลื่อนได้ วิธีแก้ปัญหาคือเพิ่มจำนวนไพร์เมอร์ให้มากขึ้นเพื่อยืนยันผลการทดลอง หรือบางครั้ง PCR products ที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยมากจนแถบดีเอ็นเอไม่ปรากฏให้เห็นหรือเห็นได้ลางๆ ทำให้ผู้ทดลองคิดว่าไม่มี PCR products เกิดขึ้น แก้ปัญหาโดยการปรับเปลี่ยนสภาพหรือความเข้มข้นของสารต่างๆในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลีเมอเรส

วิธีอาร์เอพีดี (Random Amplified Polymorphic DNA; RAPD) เป็นวิธีวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์แบบหนึ่ง โดยที่ไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับลำดับเบสของดีเอ็นเอเป้าหมาย ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ที่ไม่จำเพาะเจาะจง (arbitrary primer) และมีขนาดสั้นๆ 10 - 20 นิวคลีโอไทด์ จึงเป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่ม แล้วแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิ

เล็กโทรโฟรีซิสและตรวจสอบโดยการย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ ในทางปฏิบัติต้องทดลองใช้ไพรเมอร์หลายๆ ชนิด เพื่อดูว่าไพรเมอร์ใดสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ แถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการที่ไพรเมอร์เข้าไปเกาะกับดีเอ็นเอ 2 บริเวณที่อยู่ไม่ไกลกันมาก โดยเกาะกับดีเอ็นเอคนละสายในทิศทางเข้าหากัน (5' --> 3') จะสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณดังกล่าวได้ แต่ถ้าไพรเมอร์เกาะกับดีเอ็นเอสายเดียวกันในทิศทางเดียวกัน หรือเกาะกับดีเอ็นเอคนละสายแต่ทิศทางแยกจากกัน จะไม่สามารถเพิ่มปริมาณได้

ข้อดีของวิธีอาร์เอพีดี คือ ง่าย รวดเร็ว และไม่จำเป็นต้องรู้ข้อมูลลำดับเบส

ข้อเสีย คือ เมื่อทำซ้ำมักให้ผลที่ไม่เหมือนเดิม

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ถูกสร้างขึ้นนั้นมีได้หลายรูปแบบขึ้นกับปัจจัยหลายชนิด รวมทั้งเครื่องมือและเทคนิคที่ใช้ก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดรูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้ การนำลายพิมพ์ไปใช้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งว่าจะใช้เพื่อการตรวจสอบหรือเพื่อเก็บเป็นข้อมูลเท่านั้น ถ้าเพื่อการตรวจสอบการปลอมปนของสมุนไพร ความละเอียดของลายพิมพ์ดีเอ็นเอต้องสูง ต้องมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ตัวอย่างหรือสมุนไพรเองก็เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ต้องพิจารณา ว่ามีข้อมูลของสมุนไพรชนิดนั้นๆ มาก่อนหรือไม่ แล้วจึงเริ่มทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากข้อมูลที่มีอยู่ เช่นเริ่มจากลายพิมพ์ RAPD ก่อน ต่อไปอาจขยายผลทำลายพิมพ์ที่มีความละเอียดมากขึ้น เช่น การหาลำดับเบสในที่สุด

DNA Fingerprinting (พัชรีย์ วิชยานุวัติ) เป็นวิธีที่ใช้หลักการของ sequence polymorphism ซึ่งเกิดขึ้นในยีนของคนเช่นกัน สำหรับ genomic DNA sequences ที่นิยมใช้ใน DNA fingerprinting นี้โดยทั่วไปจะเป็นบริเวณที่ประกอบด้วยลำดับเบสซ้ำๆกัน (เป็นลำดับเบสสั้นๆ แต่ซ้ำกันเป็นพันๆครั้ง) ซึ่งจะพบได้บ่อยใน higher eukaryotes genome และจำนวนครั้งที่ซ้ำกันนั้นจะไม่เท่ากันในแต่ละคน (ยกเว้นสำหรับใน identical twin) ถ้าเลือก probe ที่เหมาะสม pattern ของ band ที่ได้ในการทดลองจะแตกต่างกันในแต่ละคน

ในทางนิติเวชวิทยา หลักฐานที่จะนำมาทำการตรวจสอบจะมีจำนวนน้อยมาก อาจจะไม่พอสำหรับการตรวจสอบด้วยกรรมวิธีดังกล่าว แต่เนื่องจากปัจจุบันนี้เรามีเทคนิค PCR ทำให้เราสามารถที่จะทำการทดสอบจากหลักฐานที่น้อยมาก เช่น จากเส้นผม หรือคราบเลือด ที่อยู่ในสถานที่ก่อคดีอาชญากรรมได้

ข้อได้เปรียบของการใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการตรวจสอบพันธุ์พืช

1. สามารถทำซ้ำได้ง่าย ให้ผลแม่นยำ

2. สามารถทำได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจหาเอนไซม์หรือโปรตีนซึ่งต้องมีการแสดงออกของยีน จึงต้องเลือกชนิดของเนื้อเยื่อและระยะเวลาที่เหมาะสมในการศึกษา ตัวอย่างเช่น โปรตีนบางชนิดพบในส่วนดอก หรือผล จึงทำได้ในระยะที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่เท่านั้น

3. ใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย กรณีการปรับปรุงพันธุ์พืช จะสามารถคัดเลือกพันธุ์ได้ตั้งแต่ระยะต้นอ่อน โดยไม่จำเป็นต้องปลูกและรอให้ต้นโตเสียก่อน

4. เนื่องจากปริมาณดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีเท่ากันในทุกเซลล์ จึงสามารถใช้ส่วนใดของพืชในการศึกษาก็ได้ เช่น ดอก ใบ เมล็ด และเหง้า เป็นต้น

5. สามารถคัดเลือกลักษณะที่ต้องการ (trait) ได้ เช่น การต้านทานต่อแมลง โดยที่ไม่ต้องทำการปลูกพืชให้โตแล้วรอสังเกตผลในแปลงทดลอง ช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

6. ช่วยในการคัดเลือกสายพันธุ์ เนื่องจากไม่มีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ส่วนของพืชที่ใช้ตรวจ หรือพื้นที่การเพาะปลูก มาเกี่ยวข้อง

7. ใช้ตรวจสอบพืชว่าเป็นพันธุ์พื้นเมือง หรือ พันธุ์ที่ได้รับการคุ้มครองสิทธิบัตร หรือตรวจสอบระหว่างพันธุ์แท้กับพันธุ์ลูกผสม

8. เทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ค่าใช้จ่ายถูกลงและทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ประโยชน์ของการใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอกับพืชสมุนไพร

1. ตรวจสอบชนิดของสมุนไพร (identification) เนื่องจากสมุนไพรที่มีจำหน่ายอยู่ในรูปผงหรือสารสกัด ยากในการตรวจสอบด้วยวิธีตรวจ morphology ว่าเป็นสมุนไพรอะไร มีการปลอมปนมาหรือไม่ การตรวจสอบโดยใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอสามารถบอกได้ว่ามีการปลอมปนหรือไม่

2. การพัฒนาสายพันธุ์ ช่วยให้การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการ (trait) ทำได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น การพัฒนาสายพันธุ์ทำได้เร็วขึ้นและประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งนี้ควรมีการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการร่วมกับการวิเคราะห์สารสำคัญทางเคมี

3. การคุ้มครองสิทธิสำหรับสายพันธุ์ปรับปรุง หรือปกป้องสิทธิสำหรับพันธุ์พื้นเมือง โดยการทำ DNA library ของพันธุ์พืชสมุนไพรเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงหรือเปรียบเทียบ

4. ช่วยในการจัดหมวดหมู่พืช (taxonomy) โดยเฉพาะกรณีที่วิธีการแบบดั้งเดิมไม่สามารถตัดสินได้ การใช้ลายพิมพ์พันธุกรรมเข้ามาช่วย จะทำให้การจัดหมวดหมู่พืชถูกต้องยิ่งขึ้น

5. การตรวจสอบสายพันธุ์ก่อนเพาะปลูก (crop assurance) โดยเฉพาะสมุนไพรทางการค้าจำเป็นต้องมีสายพันธุ์ที่ดี มีปริมาณสารสำคัญสูง และมีคุณภาพสม่ำเสมอ ดังนั้นการตรวจสอบว่าเป็นสายพันธุ์ที่ถูกต้องก่อนนำไปปลูก จะช่วยลดความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น

6. การตรวจสอบจุลชีพที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่ปนเปื้อน ซึ่งสามารถทำได้ตั้งแต่ระยะแรกๆ ของการปลูก ทำให้ป้องกันหรือกำจัดโรคได้ทันการ

ข้อดีของลายพิมพ์ดีเอ็นเอมีหลายอย่าง ได้แก่

1. มีความถูกต้องแม่นยำสูงในการพิสูจน์เอกลักษณ์พืช เช่น ใช้ตรวจสอบสมุนไพรในรูปผงว่าเป็นสมุนไพรอะไร มีสมุนไพรชนิดอื่นปนปลอมมาหรือไม่

2. สามารถทำได้กับส่วนต่างๆของพืช ที่อายุต่างๆกัน หรือแม้ในสภาวะแวดล้อมต่างๆกันเพราะอายุและสภาวะแวดล้อมไม่มีผลกระทบต่อดีเอ็นเอ

3. ใช้ตัวอย่างในปริมาณน้อย ดีเอ็นเอที่สกัดได้ในปริมาณน้อยก็เพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์ได้

4. ใช้ช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืช เช่น สามารถตรวจหาลักษณะที่ต้องการ (trait) บางอย่างโดยที่ไม่ต้องรอปลูกให้โต เช่น ตรวจการต้านทานโรค ต้านทานแมลง

5. ใช้แก้ปัญหาในการจัดหมวดหมู่พืช (taxonomy) โดยใช้ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของดีเอ็นเอเป็นหลัก

6. ใช้เป็นข้อมูลในการจดสิทธิบัตรรับรองพันธุ์พืช ลายพิมพ์ดีเอ็นเอจะใช้อ้างอิงในการเปรียบเทียบว่าพันธุ์พืชที่จดสิทธิบัตรเป็นพันธุ์ที่พัฒนาใหม่จริง

ส่วนข้อด้อยของลายพิมพ์ดีเอ็นเอนั้น คงจะเป็นเรื่องของค่าใช้จ่าย ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง ลงทุนในครั้งแรกสูง แต่เมื่อคำนึงถึงข้อเด่นต่างๆดังกล่าวมาแล้ว ก็จะเห็นว่าการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอเก็บไว้เป็นข้อมูลนั้นเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับปลูกตัวอย่างปทุมมา

1.1 ดิน

1.2 ถุงเพาะปลูก

1.3 ช้อนพรวน

1.4 ตุ้มเหงาปทุมมา

2. อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีสำหรับสกัดดีเอ็นเอ (DNA extraction)

เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 ช้อนตักสาร

2.2 เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ (water bath)

2.3 ตู้ดูดควัน

2.4 ตัวอย่างปทุมมาบดละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว

2.5 แท่นวางหลอดสำหรับลอยน้ำ

2.6 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ 37°c

2.7 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ -20°c

2.8 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ 4°c

2.9 เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง

2.10 เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงควบคุมอุณหภูมิ

2.11 เครื่องปรับความร้อน

2.12 เครื่อง spin down

2.13 เครื่อง vortex

2.14 Microwave

2.15 PX2 Thermal Cycler (PCR machine)

2.16 pH meter

2.17 Autoclave

2.18 เครื่องเครื่องชั่งสาร 2 ตำแหน่ง

2.19 เครื่องเครื่องชั่งสาร 4 ตำแหน่ง

2.20 เครื่องรันเจล

2.21 อุปกรณ์รันเจล

2.22 กระดาษทิชชู่

2.23 กล่องโฟมใส่น้ำแข็ง

2.24 ขวดน้ำกลั่น

2.25 ถุงพลาสติก

2.26 ยางรัด

2.27 Aluminium foil

2.28 Auto pipette ขนาด 0.1 µl, 2-20 µl, 20-200 µl, 100-1000 µl

2.29 Beaker ขนาด 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml

2.30 Duran ขนาด 50 ml, 100ml, 250 ml, 500ml

2.31 Erlenmeyer flask

2.32 Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 ml

2.33 PCR tube ขนาด 0.2 ml

2.34 Paraffin film

2.35 Pipette Tip ขนาด 0.1-10 µl, 20-200 µl, 100-1000 µl

2.36 Rack

2.37 Volummetric flask

สารเคมีที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ

2.38 0.7M NaCl

2.39 10mM EDTA pH=8.0

2.40 50mM TrisHCl pH=8.0

2.41 4% CTAB

2.42 1.5% PVPP

2.43 20mM β-mercaptoethanol

2.44 RNAse

2.45 Dionize water

สารเคมีที่ใช้ในปฏิกิริยา PCR

2.46 Operon theory Primer

2.47 Oligo(dT)18primer (0.5 µg/µl)

2.48 10X buffer H

2.49 DNA template

2.50 dNTPs mix

2.51 Taq DNA Polymerase

2.52 Deionize water

สารเคมีที่ใช้ในเทคนิค Agarose Gel Electrophoresis

2.53 Agarose powder

2.54 Autoclaved distilled water

2.55 6X loading dry

2.56 TBE buffer

2.57 Ethidium bromide (10 mg/ml)

แผนผังการดำเนินงานวิจัย

เตรียมตัวอย่างใบประดับตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว โดยบดให้ละเอียดตัวอย่างในไนโตรเจนเหลว

⇩

สกัดดีเอ็นเอพืชโดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle & Doyle (1990)

⇩

ตรวจสอบแถบดีเอ็นเอโดยเทคนิค Agarose Gel Electrophoresis

⇩

วิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอพีดี (Random Amplified Polymorphic DNA; RAPD) โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 20 ไพรเมอร์

⇩

ตรวจสอบแถบดีเอ็นเอโดยเทคนิค Agarose Gel Electrophoresis

⇩

ตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้เครื่อง UV transilluminator พร้อมบันทึกภาพ

วิธีการดำเนินการ

1. **การเตรียมตัวอย่างดีเอ็นเอ (DNA preparation) วิธีการสกัดดีเอ็นเอพืชโดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle & Doyle (1990)**

   1.1 นำใบประดับของตัวอย่างพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวที่สำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาที่บดละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลวประมาณ 0.1 กรัม ใส่ใน Eppendorf Tube ขนาด 1.5 ml ที่มี Extraction buffer (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 700 ml ผสมกันโดยใช้ Vortex Mixer

   1.2 นำไป Incubate ใน Water bath ที่อุณหภูมิ 65°C นาน 1 ชั่วโมง พลิกทุกๆ 10 นาที

   1.3 เติม Phenol saturated ปริมาตร 700 ml ผสมให้เข้ากันโดยพลิกหลอดไปมา จากนั้นนำไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดเอาส่วนใสด้านบน (Supernatant) ใส่ Eppendorf Tube ใหม่

   1.4 เติม Chloroform : Isoamyl Alcohol (24:1) ปริมาตร 700 ml ผสมให้เข้ากันโดยพลิกหลอดไปมา จากนั้นนำไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 12000 rpm เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดเอาส่วนใสด้านบน (Supernatant) ใส่ Eppendorf Tube ใหม่

   1.5 เติม Isopropanol 0.7 เท่า ผสมให้เข้ากันเบาๆ นำไปแช่ตู้เย็น -20°C ทิ้งไว้ 1 คืน

   1.6 นำไปปั่นตกตะกอนดีเอนเอที่ความเร็ว 12,000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ที่ 4°C จากนั้นเท Supernatant ทิ้ง ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 70% Ethanol ปั่นตกตะกอนดีเอ็นเออีกครั้ง จากนั้นผึ่งตะกอน (Air dry) ดีเอ็นเอไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

   1.7 ละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย Deionized Water หรือ TE Buffer ปริมาตร 20 µl เขย่าเบาๆจนตะกอนละลายหมด

   1.8 ทำการตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Agarose Gel Electrophoresis หรือวัดปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 260nm

2. **วิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอพีดี** (Random Amplified Polymorphic DNA; RAPD) โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 20 ไพรเมอร์ (ภาคผนวก ข)

	Volume
Operon theory Primer	1 µl
10X buffer H	5 µl
DNA template	3 µl
MgCl2	0.5 µl
dNTPs mix	0.5 µl
Taq DNA Polymerase	0.5 µl
ddH_2O	39.5 µl
Total	50 µl

ขั้นตอน

1.1 เตรียมสารละลายลงใน micricentrifuge ขนาด 0.2 ml ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีตาราง ผสมให้เข้ากันเบาๆ ในสภาวะเย็นตลอดเวลา

1.2 นำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้ PCR matchine ซึ่งใช้สภาวะตามตาราง

1.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (template)

สภาวะที่ใช้ในเทคนิคอาร์เอพีดี

3. **ทำการตรวจความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิค** Agarose Gel Electrophoresis

อุณหภูมิ	94°C	94°C	45°C	72°C	72°C
ระยะเวลา	1 min	1 min	1min	1 min	10min
จำนวนรอบ	1 cycle	30 cycles			1 cycle

3.1 เตรียม Agarose ความเข้มข้น 0.8% หรือ 1% โดยชั่ง Agarose ผสมลงใน 1X TBE buffer จากนั้นนำไปต้มให้ละลายจนหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเจลอุ่นประมาณ 60°

3.2 ทำความสะอาดถาดเจลและหวีเสียบ (comb) ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำถาดเจลประกอบเข้ากับบล็อก

3.3 วางหวีเสียบลงที่ปลายด้านหนึ่งของถาดเจล เพื่อให้เกิดช่องเล็กๆ สำหรับหยอดตัวอย่างดีเอ็นเอที่สนใจ

3.4 เท Agarose ลงบนถาดที่เตรียมไว้โดยให้มีความหนาประมาณ 3-5 mm ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ตั้งทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัว

3.5 นำถาด agarose gel ออกจากบล็อก จากนั้นวางถาดลงในอ่าง electrophoresis โดยให้ด้านที่มีหวีเสียบอยู่ทางขั้วลบ แล้วเท 1X TBE buffer ลงในอ่างให้ท่วมแผ่น Agarose gel โดยให้ระดับ 1X TBE buffer อยู่เหนือผิวเจลประมาณ 1-3 mm ดึงหวีเสียบออก

3.6 ผสม 6X loading dry เข้ากับตัวอย่างดีเอ็นเอที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายแล้วค่อยๆหยอดลงในช่องที่เกิดจากหวีเสียบ

3.7 ปิดฝาอ่าง electrophoresis แล้วต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสไฟฟ้าวิ่งจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ใช้ความต่างศักย์ 80 โวลล์ นาน 60 – 100 นาที หรือเมื่อแถบสีด้านล่างของ 6X loading dry เคลื่อนที่ไปอยู่อีกปลายด้านหนึ่งของเจล โดยห่างจากด้านล่างของถาดประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า

3.8 ทำการย้อมดีเอ็นเอโดยนำแผ่น Agarose gel ไปแช่ใน Ethidium bromide นาน 10 นาที จากนั้นย้ายไปแช่น้ำสะอาดอีก 5 นาที เพื่อล้าง Ethidium bromide ส่วนเกินออก

3.9 นำแผ่น Agarose gel ไปตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้เครื่อง UV transilluminator พร้อมบันทึกภาพ

ผลและวิจารณ์

1. **การเตรียมตัวอย่างดีเอ็นเอ (DNA preparation) วิธีการสกัดดีเอ็นเอพืชโดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle & Doyle (1990)**

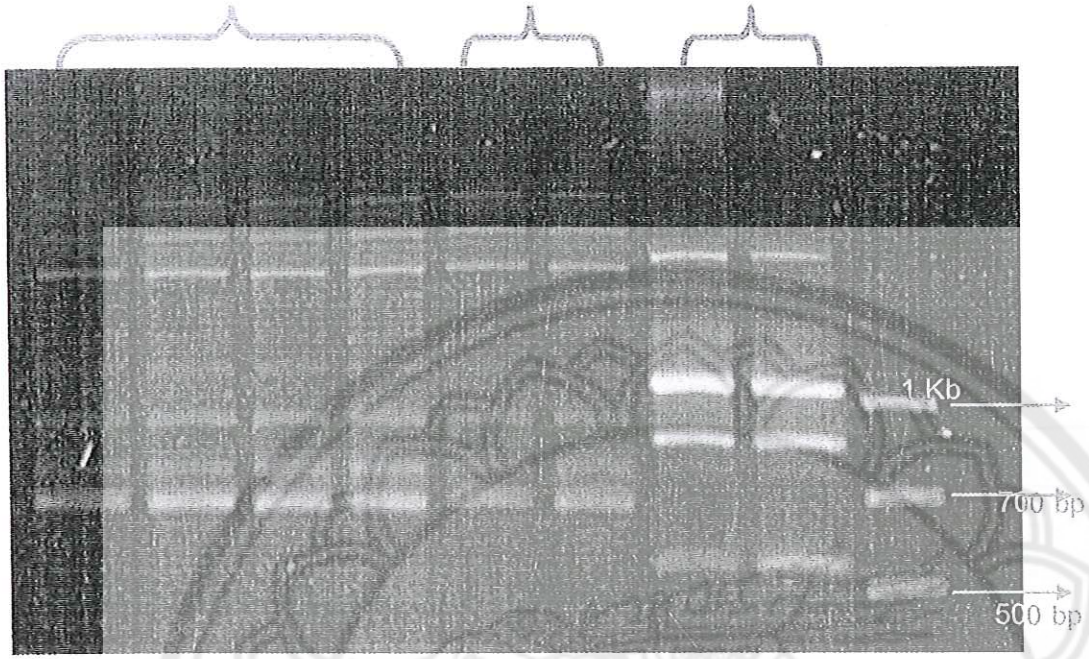
   หลังจากนำตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวที่สำรวจพบในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยามาทำการสกัดดีเอ็นเอโดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle & Doyle (1990) ผลที่ได้ปรากฏว่ามีแถบดีเอ็นเอปรากฏดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะดีเอ็นเอที่สกัดได้จากปทุมมาและกระเจียว ลูกศรแสดงแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏหลังจากตรวจสอบด้วย UV transilluminator

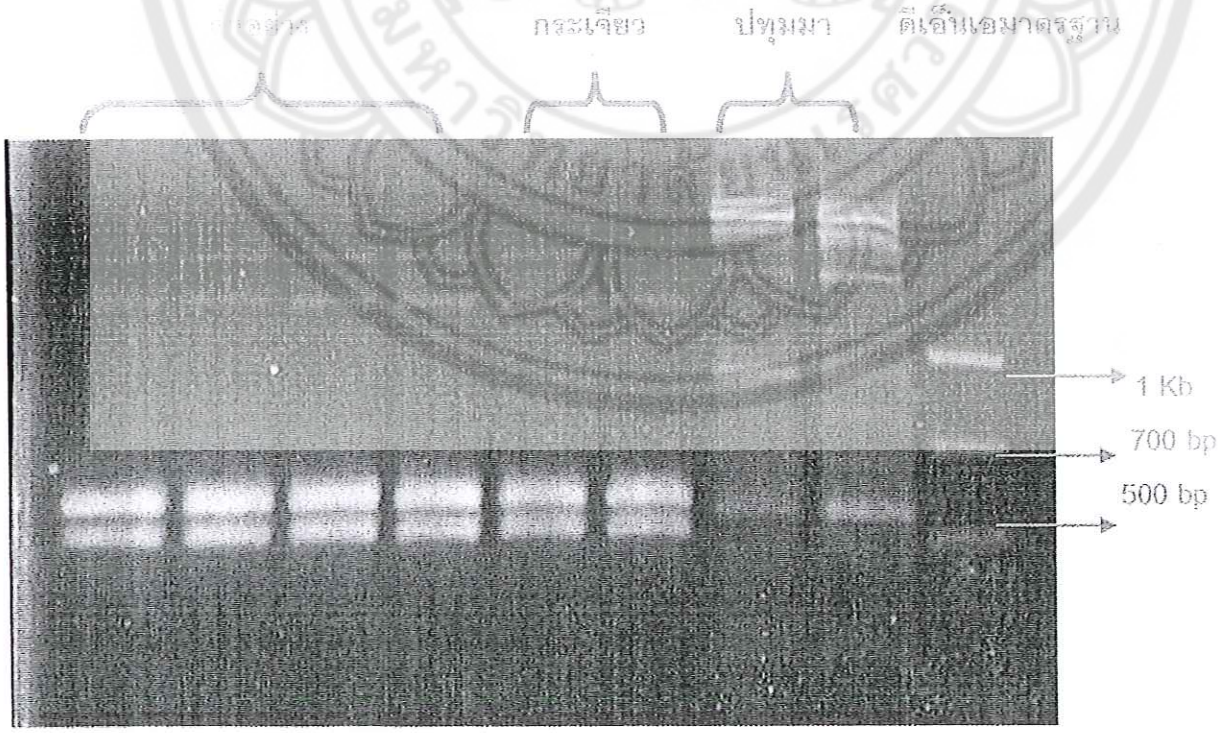
2. วิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอพีดี (Random Amplified Polymorphic DNA; RAPD) โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 20 ไพรเมอร์

เมื่อพบแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและเจียว หลังจากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคพีซีอาร์แบบหนึ่ง โดยที่ไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับลำดับเบสของดีเอ็นเอเป้าหมาย ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ที่ไม่จำเพาะเจาะจง (arbitrary primer) และมีขนาดสั้นๆ 10 - 20 นิวคลีโอไทด์ จึงเป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่ม แล้วแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสและตรวจสอบโดยการย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ โดยในทางปฏิบัติต้องทดลองใช้ไพรเมอร์หลายๆ ชนิด เพื่อดูว่าไพรเมอร์ใดสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ แถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการที่ไพรเมอร์เข้าไปเกาะกับดีเอ็นเอ 2 บริเวณที่อยู่ไม่ไกลกันมาก โดยเกาะกับดีเอ็นเอคนละสายในทิศทางเข้าหากัน (5' --> 3') จะสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณดังกล่าวได้ แต่ถ้าไพรเมอร์เกาะกับดีเอ็นเอสายเดียวกันในทิศทางเดียวกัน หรือเกาะกับดีเอ็นเอคนละสายแต่ทิศทางแยกจากกัน จะไม่สามารถเพิ่มปริมาณได้



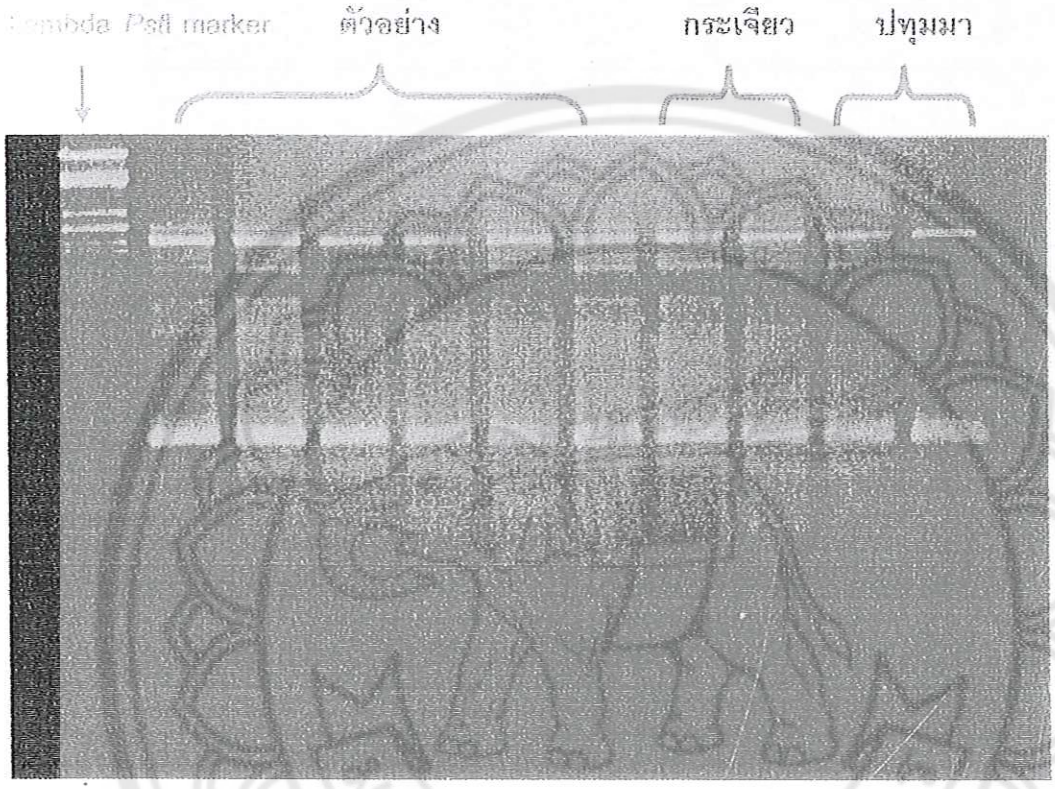
ภาพที่ 2 ลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจี๊ยวโดยใช้ primer OPH-15

หลังจากทดสอบโดยใช้ primer OPH-15 พบว่าสามารถบอกความแตกต่างของลักษณะแถบดีเอ็นเอระหว่างพืชสกุลย่อยปทุมมาและพืชสกุลย่อยกระเจี๊ยวได้ ซึ่งทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอ 7 แถบ ในพืชปทุมมาและ 4 แถบในพืชกระเจี๊ยว ดังแสดงในภาพที่ 2



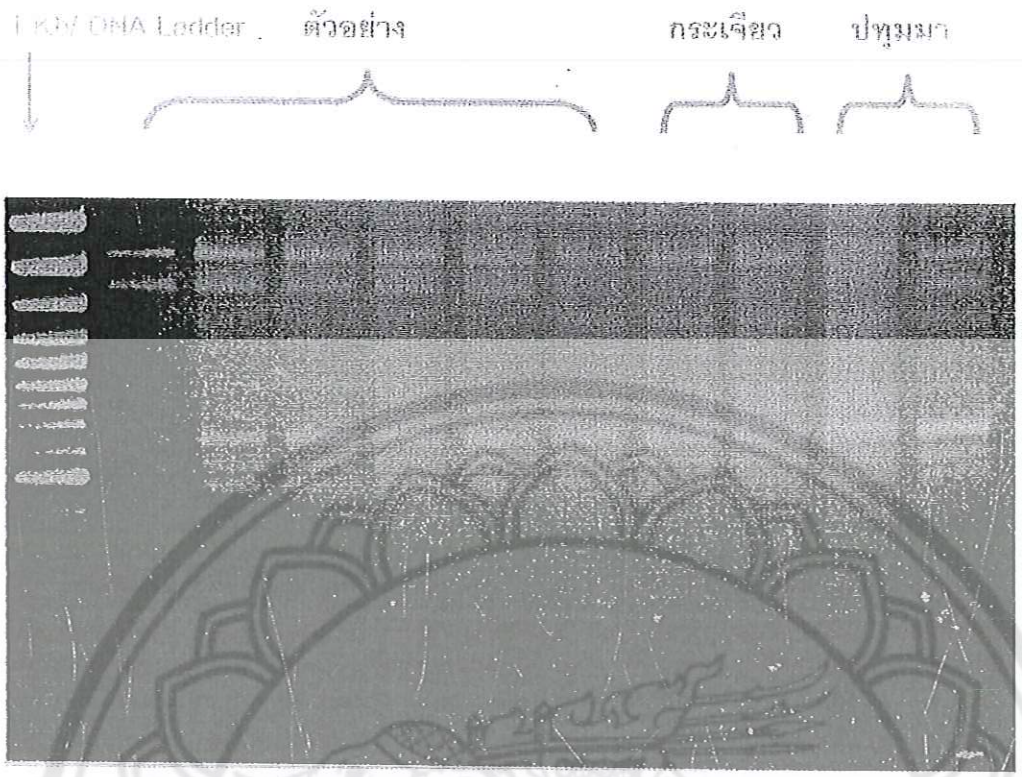
ภาพที่ 3 ลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจี๊ยวโดยใช้ primer OPH-17

หลังจากทดสอบโดยใช้ primer OPH-17 พบว่าสามารถบอกความแตกต่างของลักษณะแถบดีเอ็นเอระหว่างพืชสกุลย่อยปทุมมาและพืชสกุลย่อยกระเจียวได้ ซึ่งทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอ 9 แถบ ในพืชปทุมมา และ 4 แถบในพืชกระเจียว ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจียวโดยใช้ primer OPX-13

หลังจากทดสอบโดยใช้ primer OPX-13 พบว่าไม่สามารถบอกความแตกต่างของลักษณะแถบดีเอ็นเอระหว่างปทุมมาและกระเจียวได้โดยทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอ เหมือนกันจำนวน 8 แถบดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปทุมมาและกระเจียวโดยใช้ primer OPAU-08

ส่วนไพรเมอร์ OPAU-08 ทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอจำนวน 6 แถบในพืชกลุ่มกระเจียวและในพืชกลุ่มปทุมมา โดยไม่สามารถบอกความแตกต่างของลักษณะแถบดีเอ็นเอระหว่างปทุมมาและกระเจียวได้ดังแสดงในภาพที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกชนิดของไพรเมอร์ที่สามารถทำให้เกิดลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียว โดยได้เริ่มต้นจากการนำตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวที่เก็บรวบรวมได้ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยามาทำการสกัดดีเอ็นเอ (DNA Extraction) โดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle & Doyle (1990) เมื่อนำไปตรวจสอบด้วย 0.8% agarose gel ผลที่ได้ปรากฏแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวมีคุณภาพที่ดี สามารถนำไปเป็นต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ จากนั้นจึงได้นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลลำดับเบสของตัวอย่างพืชที่สำรวจในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาได้จึง ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วย

เทคนิคพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ที่ไม่จำเพาะเจาะจง (arbitrary primer) ซึ่งในการทดลองได้ใช้ไพรเมอร์ในกลุ่ม operon theory มีขนาดสั้นๆ 10 นิวคลีโอไทด์ โดยใช้ไพร์เมอร์แบบสุ่มจำนวน 50 ไพร์เมอร์ และมีไพเมอร์ที่ทำให้เกิด PCR product 20 ชนิด ได้แก่ OPN-02, OPN-03, OPN-09, OPN-12, OPO-14, OPP-11, OPH-15, OPH-17, OPH-19, OPR-15, OPR-20, OPW-O9, OPX-13, OPAU-08, OPM-02, OPAQ-05, OPM-19, OPM-14, OPK-13 และOPU-01 หลังจากนั้นแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (Agarose Eletrophoresis) และตรวจสอบโดยการย้อมด้วยเอธิเดียมโบร์ไมด์ จากผลการทดลองพบว่าไพรเมอร์ที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างปทุมมาและกระเจียว คือ OPH-15 และ OPH-17 จัดกลุ่มตัวอย่างการทดลองได้เป็นสองกลุ่มตามความคล้ายกันของลายพิมพ์ดีเอ็นนั่นคือ ตัวอย่างดอกในกลุ่มประทุมมาในเขตมหาวิทยาลัยพะเยามีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่คล้ายกับกลุ่มกระเจียว ส่วน primer ชนิดอื่นไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ แต่งานวิจัยดังกล่าวมีความจำกัดด้านสารเคมีที่ใช้ในการทดลองจึงทำให้ทำซ้ำได้น้อยครั้ง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อหา primer ที่จำเพาะเจาะจงมากขึ้นหรือการสุ่ม primer ให้มากขึ้นเพื่อใช้ข้อมูลไปประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการบ่งชี้พืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวต่อไป อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยนี้ได้นำสภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวไปทำการต่อยอดงานวิจัยและทำการเผยแพร่ทางวิชาการเอกสารแนบท้าย

เอกสารอ้างอิง

เทคโนโลยีพันธุกรรม. บทที่ 7 พันธุกรรม มรดกทางชีวภาพ สืบค้นจาก www.rmuti.ac.th/user/thanyaphak/contacts/Heredity/chapter7.1.pdf

พัชรีย์ วิชยานุวัติ. เทคนิคทางอณูชีววิทยา. 514-541

วีระพงศ์ ลุลิตานนท์ และ นิภาภรณ์ แสนคุณท้าว. (2008). พื้นฐานเทคนิค Polymerase Chain Reaction. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศราวุฒิ เทียมศร. (2553). การโคลนยีน *Suilysin* ที่มีการติด Histidine tag ที่ N-terminal ด้วยเทคนิค PCR 2 ขั้นตอนและโคลนเข้าสู่ Plant expression vector. การศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง วท.บ., สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ, มหาวิทยาลัยพะเยา ,พะเยา.

สมชาย สุคนธสิงห์, โอพาร พิทักษ์, ภาวนา อัศวะประภา, ทวีพงศ์ สุวรรณโร, เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ, อภิชาติ สุวรรณ. การปลูกปทุมมาและกระเจียว. เอกสารคำแนะนำกรมส่งเสริมการเกษตร 2537

สุชาดา สุขหร่อง. ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ: หลักฐานทางพันธุกรรมในการพิสูจน์เอกลักษณ์สมุนไพร. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2548; 19(1):75-84

สืบค้นข้อมูลจาก https://sites.google.com/site/biology61054/phanthu-sastr-laea-thekhnoloyi-thang-dna/kar-prayukt-chi-thekhnoloyi-khxng-dna

Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15

Polymerase chain reaction. Online. (Available): http://en.wikipedia.org/wiki/PCR (Retrieved 25/07/07)

Polymerase Chain Reaction - Xeroxing DNA (1992). Online. (Available): http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/PCR_Xeroxing_DNA.html (Retrieved 25/07/07)

Robert H. Tamarin. 2002. Principles of Genetics 7th. The McGraw-Hill Companies, United State of Amarica. 684 p

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

1. DNA Extraction Buffer

ลำดับที่	สารเคมี
1.	0.7 M NaCl
2.	10mM EDTA pH = 8.0
3.	50mM Tris-HCl pH = 8.0
4.	4% CTAB
5.	1.5% PVPP
6.	20mM β-mercaptoethanol
7.	100µg/ml RNase
8.	Deionized Water

2. การเตรียมเจล

การเตรียม 0.8% agarose gel

ละลาย agrose powder 0.4 g ใน TBE buffer ปริมาตร 50 ml ใส่ลงใน flask ขนาด 100 ml นำไปอุ่นให้ละลายจนหมด จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเจลอุ่นประมาณ 60°C จากนั้นเทลงบนชุดประกอบเจลและใส่หวีเสียบ (comb) จากนั้นรอให้เจลแข็งตัวประมาณ 10-15 นาที

3. การเตรียม 5X TBE buffer

ส่วนประกอบ :

Tris-base	54 g
Boric acid	27.5 g
EDTA	4.65 g
Autoclaved distilled water	1000 ml

ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4. การเตรียม TE buffer

ส่วนประกอบ :

Tris-base	40 mM
EDTA	2 mM

นำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 8.0 ด้วย glacial acetic acid นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

5. **การเตรียม Gel loading buffer (6X)**

ส่วนประกอบ : Bromophenol blue 0.5%

Xylene cyanol 0.25%

Glycerol 30%

ผสมให้เข้ากัน แล้วเก็บรักษาในตู้เย็น 4 °C

6. การเตรียม 10% Ethidium bromide (10 mg/ml)

เติม Ethidium bromide 10 µl ลงในน้ำกลั่น 100 ml ผสมให้เข้ากัน ห่อภาชนะบรรจุด้วยอะลูมินัมฟอยล์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ข้อควรระวัง Ethidium bromide เป็นสารก่อมะเร็งที่มีพลังงานมาก และมีความเป็นพิษปานกลาง ควรสวมถุงมือเมื่อทำงานที่เกี่ยวข้องกับสารชนิดนี้ เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย

ภาคผนวก ข

รายชื่อของไพรเมอร์และลำดับเบส

ชื่อ primer	ลำดับเบส
1.OPN-02	ACCAGGGGCA
2.OPN-03	GGTACTCCCC
3.OPN-09	TGCCGGCTTG
4.OPN-12	CACAGACACC
5.OPO-14	AGCATGGCTC
6.OPP-11	AACGCGTCGG
7.OPH-15	AATGGCGCAG
8.OPH-17	CACTCTCCTC
9.OPH-19	CTGACCAGCC
10.OPR-15	GGACAACGAG
11.OPR-20	ACGGCAAGGA
12.OPW-O9	GTGACCGAGT
13.OPX-13	ACGGGAGCAA
14.OPAU-08	CACCGATCCA
15.OPM-02	ACCAACGCCTC
16.OPAQ-05	ACGGAGCTGA
17.OPM-19	CCTTCAGGCA
18.OPM-14	AGGGTCGTTC
19.OPK-13	GGTTGTACCC
20.OPU-01	ACGGACGTCA

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์โดย Agarose gel electrophoresis

1. เตรียม agarose ความเข้มข้น 0.8% หรือ 1% โดยชั่ง agarose ผสมลงใน 1X TBE buffer จากนั้นนำไปต้มให้ละลายจนหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเจลอุ่นประมาณ 60°C
2. ทำความสะอาดถาดเจลและหวีเสียบ (comb) ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำถาดเจลประกอบเข้ากับบล็อก
3. วางหวีเสียบลงที่ปลายด้านหนึ่งของถาดเจล เพื่อให้เกิดช่องเล็กๆ สำหรับหยอดตัวอย่างดีเอ็นเอที่สนใจ
4. เท agarose ลงบนถาดที่เตรียมไว้โดยให้มีความหนาประมาณ 3-5 mm ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ตั้งทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัว
5. นำถาด agarose gel ออกจากบล็อก จากนั้นวางถาดลงในอ่าง electrophoresis โดยให้ด้านที่มีหวีเสียบอยู่ทางขั้วลบ แล้วเท 1X TBE buffer ลงในอ่างให้ท่วมแผ่น agarose gel โดยให้ระดับ 1X TBE buffer อยู่เหนือผิวเจลประมาณ 1-3 mm ดึงหวีเสียบออก
6. ผสม 6X loding dry เข้ากับตัวอย่างดีเอ็นเอที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายแล้วค่อยๆหยอดลงในช่องที่เกิดจากหวีเสียบ
7. ปิดฝาอ่าง electrophoresis แล้วต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้า โดยให้กระแสไฟฟ้าวิ่งจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ใช้ความต่างศักย์ 80 โวลล์ นาน 60 – 100 นาที หรือเมื่อแถบสีด้านล่างของ 6X loding dry เคลื่อนที่ไปอยู่อีกปลายด้านหนึ่งของเจล โดยห่างจากด้านล่างของถาดประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วจึงปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
8. ทำการย้อมดีเอ็นเอโดยนำแผ่น agarose gel ไปแช่ใน Ethidium bromide นาน 10 นาที จากนั้นย้ายไปแช่น้ำสะอาดอีก 5 นาที เพื่อล้าง Ethidium bromide ส่วนเกินออก นำแผ่น agarose gel ไปตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้เครื่อง UV transilluminator พร้อมบันทึกภาพ

ภาคผนวก ง

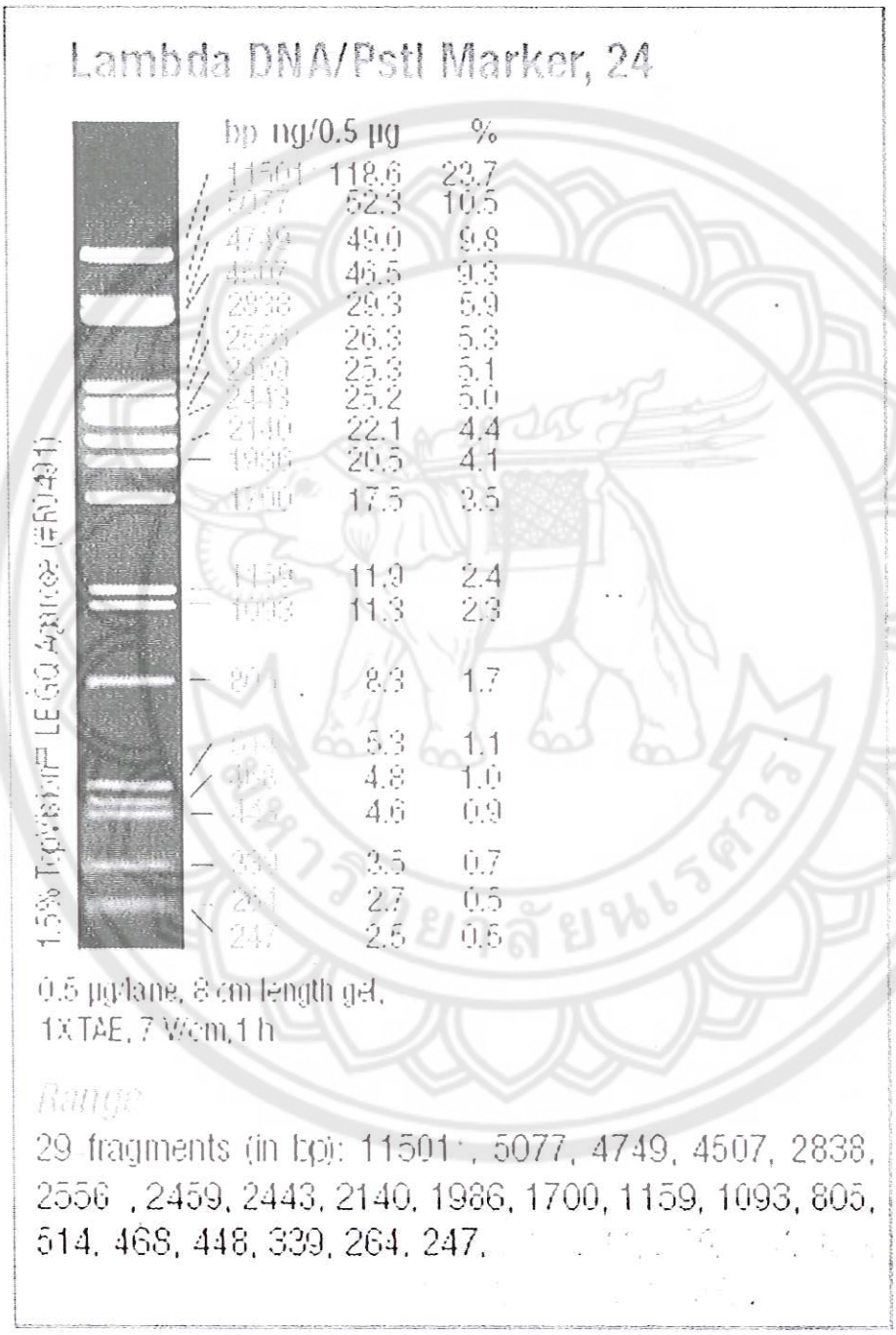
การตั้งค่าโปรแกรมเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม

1. วิธีตั้งค่าเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม

1. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่องสำรองไฟ
2. กดปุ่มเปิดเครื่องทางด้านหลัง เปิดทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที เพื่อรอให้เครื่องพร้อมทำงาน
3. หน้าจอปรากฏเมนูต่างๆ เพื่อเข้าสู่การตั้งโปรแกรม
4. กดปุ่ม Prog เพื่อต้องการตั้งโปรแกรมใหม่ กด enter
5. เลือก Edit กด enter
6. เลื่อนไปทางขวา เลือก New กด enter
7. เลือก New program
8. เลือก E เพื่อตั้งชื่อไฟล์ กด enter
9. พิมพ์ชื่อ กด enter
10. หน้าจอจะแสดงขึ้น เพื่อให้ใส่ condition
11. ใส่ condition ที่ต้องการ
12. กด save
13. กด run
14. กดเลือก E ที่ทำการตั้งชื่อและโปรแกรมไว้ กด enter
15. กด active กด enter รอจนไฟสีเขียวขึ้น

ภาคผนวก จ

DNA Marker: Lambda *Pst*I



ภาคผนวก ฉ

ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

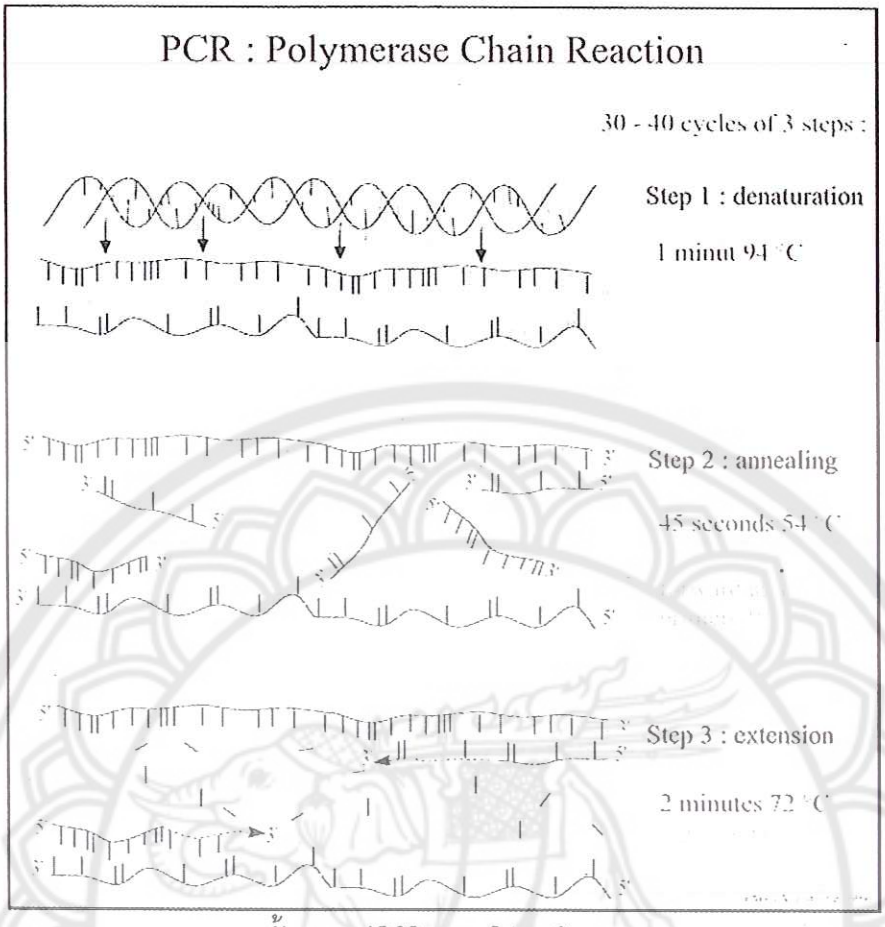
ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase chain reaction; PCR) เป็นขบวนการสังเคราะห์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอในหลอดทดลอง ซึ่งขบวนการนี้เลียนแบบขบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิต ผู้คิดค้นเทคนิคพีซีอาร์ คือ Kary Mullis ในปี ค.ศ. 1980

องค์ประกอบที่สำคัญในการทำ PCR ได้แก่

1. ดีเอ็นเอแม่แบบ (Template DNA)
2. เอ็นไซม์DNA Polymerase ชนิดทนความร้อน (Taq DNA polymerase)
3. Deoxy nucleotide triphosphate(dNTP)
4. บัฟเฟอร์สำหรับเอ็นไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส (PCR Buffer)
5. แมกนีเซียมคลอไรด์($MgCl_2$)
6. เครื่องมือที่สำคัญในการทำพีซีอาร์ได้แก่ Thermal cycler หรือ PCR machin

พีซีอาร์ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การแยกสายดีเอ็นเอเกลียวคู่ออกจากกัน (Denaturation) ใช้อุณหภูมิ ประมาณ 94 องศาเซลเซียส เมื่อเริ่มต้นดีเอ็นเอแม่แบบ จะอยู่ในลักษณะที่เป็นเกลียวคู่ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึงประมาณ 94 องศาเซลเซียส จะทำให้พันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสของดีเอ็นเอถูกทำลาย ทำให้เส้นดีเอ็นเอแยกออกจากกัน โดยขั้นตอนนี้จะแตกต่างจากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในธรรมชาติ คือ ในสิ่งมีชีวิตจะมีเอนไซม์เฮลิเคส (Helicase) ช่วยในการแยกสายและคลายเกลียวดีเอ็นเอ
2. การจับของไพร์เมอร์กับดีเอ็นเอแม่แบบ (Annealing) ใช้อุณหภูมิประมาณ 40-62 องศาเซลเซียส เมื่อแยกสายดีเอ็นเอออกจากกันแล้ว จะลดอุณหภูมิลงเหลือ 40-62 องศาเซลเซียส เพื่อให้ดีเอ็นเอสังเคราะห์ขนาดสั้นประมาณ 15-25 เบส ที่เรียกว่า ไพร์เมอร์ (Primer) เข้ามาจับบริเวณที่มีลำดับเบสคู่สมกัน ในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ไม่สามารถที่จะเริ่มจากศูนย์ได้เนื่องจากเอ็นไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรส (DNA polymerase) ต้องการปลาย-OH ทางด้าน 3'เพื่อนำ นิวคลีโอไทด์ตัวต่อมาต่อ ซึ่งในสิ่งมีชีวิตจะมีเอ็นไซม์ที่มีชื่อว่า ไพรเมส (Primase) เป็นตัวสร้างอาร์เอ็นเอไพรเมอร์ขึ้น
3. การสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ต่อจากไพรเมอร์ (Extension) ใช้อุณหภูมิ ประมาณ 68-72 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างสายดีเอ็นเอต่อจากไพร์เมอร์ โดยอุณหภูมิที่ใช้จะพอเหมาะกับการทำงานของ Taq DNA polymerase



ภาพแสดงขั้นตอนปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

บทที่ 9

การใช้ประโยชน์สารทุติยภูมิจากพืชการคัดกรองสารยับยั้งการเจริญเติบ จุลินทรีย์ของสารลิกแนนที่สกัดจากพืชในเขตบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา

ความเป็นมาของปัญหา

สารกลุ่มลิกแนนเป็นสารที่พบในพืชหลายชนิด ซึ่งอยู่ในรูปของฮอร์โมนพืช สามารถออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายอย่าง เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สารต้านมะเร็ง (Anticancer) สารต้านจุลชีพ (Antimicrobial) เป็นต้น มีรายงานการพบ ลิกแนนใน เมล็ดลินิน งา ฟักทอง ข้าวไรย์ ถั่วเหลือง บรอกโคลี และในผลไม้หลาย ๆ ชนิด (Ayres and Loike, 1990; Hiyoyuki, et al., 2003) สารลิกแนนเป็นสารโพลีฟีนอลสังเคราะห์มาจากสารตั้งต้น คือ shikimic acid เกิด shikimic pathway ได้ผลผลิตเป็น *p*-coumaric acid ซึ่งกรดชนิดนี้เป็นสารตั้งต้นของ monomer ประเภท alcohol ชนิด *p*-coumaryl alcohol, caffeyl alcohol, coniferyl alcohol, 5-hydroxyconniferryl alcohol และ sinapyl alcohol จากนั้น monomer เหล่านี้ จะเกิดกระบวณการ monomer coupling ได้เป็นลิกแนน เมื่อเรารับประทานพืช ผักที่มีสารลิกแนนเข้าไป สารลิกแนนเหล่านี้จะถูกย่อยและเปลี่ยนไปเป็น ลิกแนน enterodiol และ enterolactone โดยแบคทีเรียในลำไส้เล็ก (Ayres and Loike, 1990)

ฤทธิ์ทางชีวภาพของลิกแนนมีหลายประการ อย่างเช่น ต้านเชื้อรา ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส และการยับยั้งคุณสมบัติของเอนไซม์หลาย ๆ ชนิด (Ayres and Loike, 1990) ยกตัวอย่างเช่น สารสกัดหยาบเอทานอลของ *Larrea tridentate* มีลิกแนน methyl-nordihydroguaiaretic acid (methyl-NDGA) และ nordihydroguaiaretic acid (NDGA) ซึ่งลิกแนนทั้งสองชนิดนี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญ เติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus parasiticus* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำให้เกิด สาร alfatoxins ในข้าวโพด (Vargas-Arispuro, et al., 2005) Craigo et al. (2000) พบว่า อนุพันธ์ lipophilic ของลิกแนน nordihydroguaiaretic acid (NDGA) มีฤทธิ์การยับยั้ง ไวรัส HPV ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสสาเหตุมะเร็งปากมดลูก นอกจากนั้น บทบาททางชีวภาพของ ลิกแนนที่มีต่อพืชมีหลายบทบาท แต่บทบาทที่สำคัญคือ สร้างระบบภูมิคุ้มกันและเพิ่มระดับการเติบโตของพืช ซึ่งจะเห็นได้ว่า ไม้ยืนต้นเป็นพืชที่มีอายุยืนนับหลายสิบปี ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ว่า ไม้ยืนต้นมีระดับลิกแนนในระดับความเข้มข้นสูง โดยลิกแนนในพืชไม้ยืนต้นส่วนมากจะพบได้ในแก่นไม้ โดยพืชจำพวกไม้เนื้ออ่อน (herbaceous plant) จะพบลิกแนนในแก่นไม้ ส่วนในพืชไม้เนื้อแข็ง (woody plant) จะพบ flavonoid ในแก่นไม้ และพืชจำพวกสน

(gymnosperm) จะพบ flavonoid และสามารถพบ stilbenes ในแก่นไม้ และในเปลือกไม้ ต่อมาพบว่าในตา(knot) จะมี ลิกแนนในความเข้มข้นสูง โดยตาของพืชไม้เนื้ออ่อนสามารถพบลิกแนนโดยเฉลี่ย 5-15% (w/w) ในบางกรณีสามารถพบได้มากถึง 30% (w/w) (WillfÖr, et al., 2006) และจากงานวิจัยของ Jackson and Dewick (1985) พบว่าการสกัดราก และเหง้าพืชจีนัส *Podophyllum* มีลิกแนนในกลุ่ม aryltetralin ถึง 10 ชนิด นอกจากนี้ สารสกัด เอทานอลของ *Podophyllum hexandrum* ที่เก็บจากประเทศปากีสถาน สามารถให้ผลผลิตเป็น ลิกแนนในกลุ่ม Aryltetralin ถึง 4 ชนิดได้แก่ 4'-θ-demethylde- hydropodophyllotoxin, picropodophyllone, isopicropodophyllone และ dehydropodophyllotoxin ซึ่ง isopicropodophyllone และ dehydropodophyllotoxin มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราดังต่อไปนี้ *Epidermophyton floccosum, Curvularia lunata, Nigrospora oryzae, Microsporum canis, Allescheria boydii* และ *Pleurotus ostreatus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Rahman, 1995)

ป่าในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาเป็นป่าเต็งรัง ซึ่งพบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ป่าในเขตบริเวณนี้เป็นป่าที่ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่นใช้เป็นแหล่งอาหาร ได้แก่ ผักหวาน เห็ด สัตว์ป่า เป็นต้น พันธุ์ไม้ในป่าเป็นไม้เนื้อแข็งที่นิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และใช้สอย เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง และไม้พลวง และพันธุ์ไม้บางชนิดก็ใช้เป็นยาสมุนไพร เช่น สมอไทย มะขามป้อม จ่วงเครือ เป็นต้น จากการสำรวจของ เสวียน et al. (2550) ตามโครงการ "อนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา อ.เมือง จ.พะเยา ปีที่ 1" พบการกระจายตัวของพันธุ์ไม้กว่า 40 วงศ์ เช่น Leguminosae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae และ Rubiaceae เป็นต้น

จากการสำรวจ พรรณไม้ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรวิทยาเขตพะเยา ทำให้ทราบได้ว่ามีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ยืนต้น ดังนั้นจึงมีความสนใจศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพเช่น ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ตลอดจนการทดสอบหาสารลิกแนนในสารสกัดเมทานอลไม้ยืนต้นที่เก็บตัวอย่างได้จากป่าเต็งรังในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เก็บตัวอย่างไม้ยืนต้นที่มีในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา ในปี พ.ศ.2552

2. คัดกรองสารลิกแนนในกลุ่มอัลดริลเทตราลินนิกแนน (Aryltetralin lignans) โดยใช้ Podophyllotoxin เป็นตัวแทนของสารกลุ่ม aryltetralin lignans ด้วยวิธี Thin Layer Chromatography

3. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* และ*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* และฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* และ *Rhizoctonia solani* จากสารสกัดหยาบเมทานอลที่คัดกรองพบลิกแนน

ขอบเขตของการวิจัย

เก็บตัวอย่างไม้ยืนต้นในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาในปี พ.ศ. 2552 จากนั้นนำมาสกัดด้วยเมทานอล นำสารสกัดหยาบเมทานอลมาทำการคัดกรองลิกแนน และทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactivity) คือ ผลของสารที่ทำปฏิกิริยากับสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์ พืช หรือเนื้อเยื่อที่มีชีวิต (The American Heritage, 2007) คุณสมบัติจากสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตทั้งคน สัตว์ และพืช สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีต้องเป็นสารที่มีผลจำเพาะเจาะจง เช่น มีฤทธิ์จำเพาะต่อเซลล์ของมะเร็งเต้านม มีฤทธิ์จำเพาะต่อเชื้อวัณโรค เป็นต้น ในการคัดหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ จะต้องอาศัยเครื่องมือในการทดสอบฤทธิ์ และวิธีการการแยกสารให้บริสุทธิ์ เพื่อศึกษาว่าองค์ประกอบใดที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (ปัทมา พิทยขจรวุฒิ, 2546)

2. สารสกัดเมทานอล (methanol extracts) คือ สารที่ได้จากกระบวนการแยกสารออกฤทธิ์ ออกจากสารที่เป็นของแข็ง หรือของเหลว โดยใช้ตัวทำละลายเป็นเมทานอล ซึ่งสามารถละลายสารออกฤทธิ์ที่ต้องการออกมาได้

3. ลิกแนน (lignan) คือ สารทุติยภูมิ (secondary metabolites) ในพืชซึ่งสังเคราะห์มาจากสารตั้งต้น คือ shikimic acid สารในกลุ่มนี้เกิดขึ้นจากการรวมตัวของสาร monomeric alcohol เป็น ไดเมอร์แล้วโครงสร้างถูกดัดแปลงไปเป็น Dibenzylbutane skeleton ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นสารอื่น ๆ อีกมากมายหลายชนิดโดยสารเหล่านี้มีโครงสร้างแกนหลักเป็น C6C3

4. Thin-layer chromatography (TLC) คือ เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของสารระหว่างภาคนิ่ง (stationary phase) ซึ่งเป็นตัวดูดซับที่เคลือบอยู่บนแผ่นแก้ว หรือแผ่นพลาสติก

แข็ง และตัวทำละลาย ซึ่งเป็นภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่เคลื่อนผ่านตัวดูดซับ แต่เดิม TLC ใช้วิเคราะห์เชิงคุณภาพ สำหรับสารประกอบอินทรีย์ที่มีปริมาณน้อยเพื่อหาจำนวนสารที่อยู่ในสารผสม และใช้พิสูจน์สาร โดยเปรียบเทียบ R_f ของสารกับสารมาตรฐาน (authentic sample) TLC ยังใช้สำหรับหาตัวทำละลาย ที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการแยกสารผสมที่มีปริมาณมากโดยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟี

สมมุติฐานของการวิจัย

สารสกัดเมทานอลจากไม้ยืนต้นในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยามีลิกแนนซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

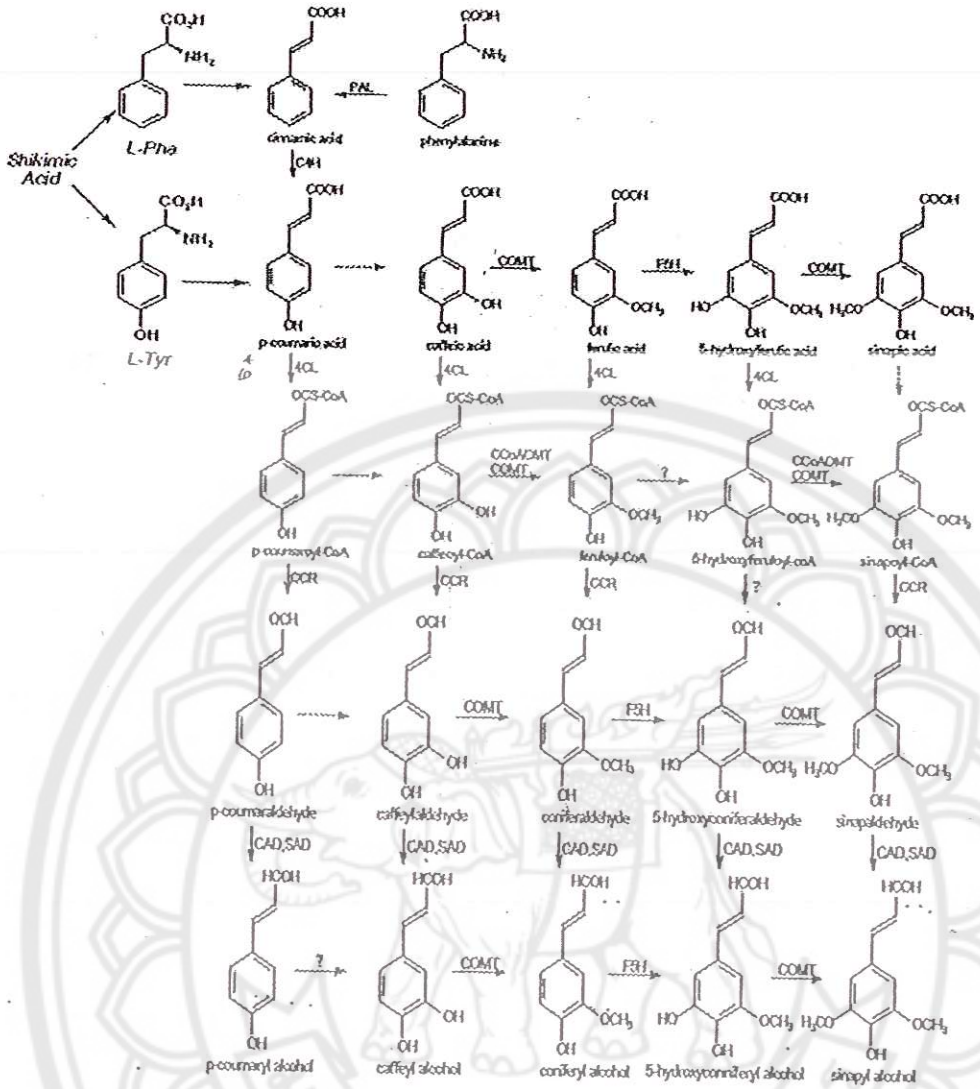
สามารถคัดกรองไม้ยืนต้นจากมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา ที่มีสารลิกแนน และออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* และ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* และฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* และ *Rhizoctonia solani*

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิกแนน (Lignans)

สารลิกแนนเป็นสารโพลีฟีนอลสังเคราะห์มาจากสารตั้งต้น คือ shikimic acid ซึ่ง shikimic acid จะเกิด shikimic pathway ให้ผลผลิตเป็นสารประกอบสองชนิด คือ L-Phenylalanine และ L-Tyrosine ซึ่ง L-Phenylalanine จะเกิดกระบวณการ deamination ให้ผลผลิตเป็น cinnamic acid จากนั้น cinnamic acid จะถูกออกซิไดซ์ด้วย เอนไซม์ cinnamate 4-hydroxylase ให้ผลผลิตเป็น *p*-coumaric acid ส่วนใน L-Tyrosine จะเกิดกระบวณการ deamination เกิดเป็น *p*-coumaric acid ซึ่ง *p*-coumaric acid เป็นสารตั้งต้นของกรดหลายชนิด ได้แก่ caffeic acid, ferulic acid, 5-hydroxyferulic acid และ sinapic acid โดยกรดเหล่านี้เป็นสารตั้งต้นของ monomer ประเภท alcohol ได้แก่ *p*-coumaryl alcohol, caffeyl alcohol, coniferyl alcohol, 5-hydroxyconniferryl alcohol และ sinapyl alcohol (ภาพ 1) จากนั้น monomer เหล่านี้จะเกิดกระบวณการ monomer coupling ได้เป็นสารประกอบหลายชนิด ได้แก่ hydroxycinnamic acids, flavonoids, lignin และ lignans (Davin and Lewis, 1992) โดยลิกแนนเป็นไดเมอร์ที่โครงสร้างสามารถถูกดัดแปลงไปเป็น Dibenzylbutane skeleton และสามารถเปลี่ยนไปเป็นสารอื่น ๆ อีกมากมายหลายชนิดโดยสารเหล่านี้มีโครงสร้างแกนหลักเป็น C_6C_3 (ภาพ 2)

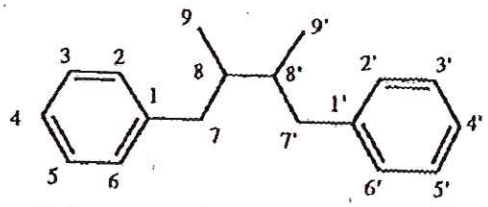
ลิกแนนแบ่งเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ Dibenzylbutane lignans (ภาพ 3), Aryltetralin lignans (ภาพ 4) และ Dibenzocyclooctane lignans (ภาพ 5)



(PAL = phenylalanine ammonium lyase, C4H = cinnamate 4-hydroxylase, 4CL = 4-coumarate:CoA ligase, CCR = cinnamoyl-CoA reductase, CAD = cinnamylalcohol dehydrogenase, SAD = sinapyl alcohol dehydrogenase, COMT = caffeic acid Omethyltransferase,CoCoAOMT = caffeoyl-CoA O-methyltransferase, F5H = ferulate 5-hydroxylase)

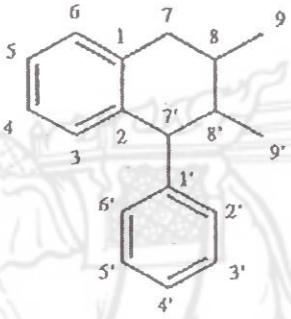
ภาพ 1 แสดงการสังเคราะห์ลิกแนน

ที่มา: Struijs, 2008



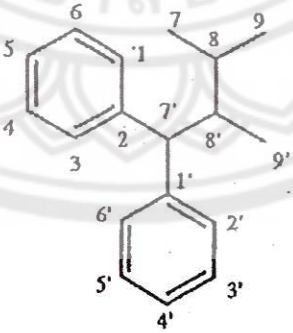
ภาพ 2 แสดงโครงสร้างแกนหลัก C_6C_3

ที่มา: Moss, 2000



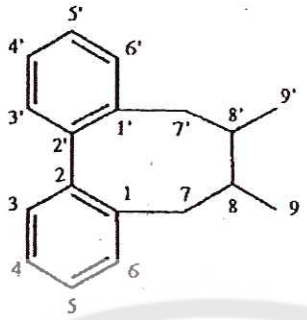
ภาพ 3 แสดงสูตรโครงสร้างพื้นฐานของลิกแนน Dibenzylbutane lignans

ที่มา: Moss, 2000



ภาพ 4 แสดงสูตรโครงสร้างพื้นฐานของลิกแนน Aryltetralin lignans

ที่มา: Moss, 2000



ภาพ 5 แสดงสูตรโครงสร้างพื้นฐานของลิกแนน Dibenzocyclooctane lignans

ที่มา: Moss, 2000

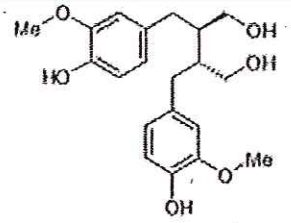
ลิกแนนพบมากในพืช มีการค้นพบลิกแนนจากพืชมากกว่า 70 วงศ์ โดยส่วนของพืชที่พบลิกแนนได้แก่ ราก เหง้า กิ่ง ใบ เมล็ด และผล แต่มักมีปริมาณน้อยจนแทบใช้งานไม่ได้ แต่คาดว่าจะมีมากในยางเรซินของต้นไม้ ลิกแนนที่พบในพืชมักพบในส่วนแก่นไม้ (Ayres and Loike, 1990) ตัวอย่างเช่น ตา (knot) ของ *Picea abies* และ *Abies alba* พบลิกแนนปริมาณมาก (ร้อยละ 6-24 ของน้ำหนักแห้ง) (WillfÖr, et al., 2006) นอกนั้น เมล็ดลินิน ยังเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยลิกแนน (Thompson, et al., 1991) คือ มีลิกแนน secoisolariciresinol diglycoside (SDG) จำนวนมาก นอกจากนั้นยังประกอบไปด้วย matairesinol, pinoresinol และ isolariciresinol (Vanharanta, et al., 1999; Heinonen, et al., 2001) โดยส่วนมากลิกแนนจะพบมากในพืชที่มีเส้นใยสูง รวมถึงพืชประเภทธัญญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาร์เล่ย์ และข้าวโอ๊ต รวมถึง พืชตระกูลถั่ว และผักต่าง ๆ เช่น กระเทียม บลอคโคลี่ หน่อไม้ฝรั่ง และแครอท

ตาราง 1 แสดงปริมาณลิกแนน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง) จากพืช และเนื้อเยื่อต้นไม้

แหล่งที่มา	Seco	MR	Lari	HMR	Pino
เมล็ดลินิน	2900	5.5	30.4	-	33.2
เมล็ดงา	293	4.8	95	-	0.7
รำข้าวไรย์	1.3	1.7	-	-	-
แป้งข้าวไรย์	7.2	1.7	-	-	-
ขนมปังข้าวไรย์	0.1	0.1	1.2	-	1.7
กะหล่ำปี	0.2	0.1	6	-	16.9
กระเทียม	0.5	-	2.9	-	2
แก่นไม้ต้นสน *Picea abies*	370	520	370	-	20
ปมตาต้นสน *Picea abies*	1,400-6,800	1,700-5500	1,000-2,500	36,000-88,000	-
แก่นไม้ต้นสน *Abies alba*	140	250	180	150	20
ปมตาต้นสน *Albies alba*	29,000-36,000	2,500-2,600	4,600-10,000	7,000-7,800	360-1,000

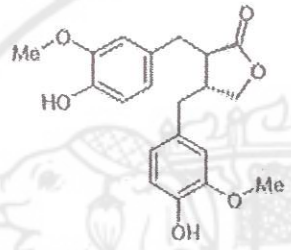
(Seco=Secoisolariciresinol, MR=Matairesinol, Lari=Larisiresinol, HMR= Hydroxymartairesinol, Pino=Pinoresinol)

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006



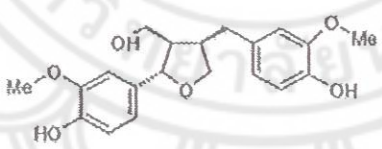
ภาพ 6 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนน Secoisolariciresinol

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006



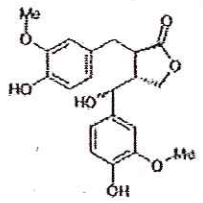
ภาพ 7 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนน Martairesinol

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006



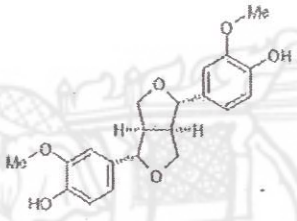
ภาพ 8 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนน Larisiresinol

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006



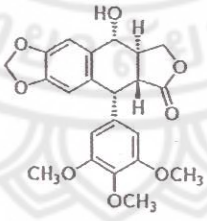
ภาพ 9 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนน Hydroxymartairesinol

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006



ภาพ 10 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนน Pinoresinol

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006



ภาพ 11 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของลิกแนน Podophyllotoxin

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006

แต่คุณสมบัติทางชีวภาพของลิกแนนก็ยังไม่เป็นที่ชัดเจนนัก เนื่องจากมีลิกแนนบางชนิดมีคุณสมบัติทางชีวภาพหลายชนิดเช่น ต้านจุลชีพ (antimicrobial) ต้านเชื้อรา (antifungal) ต้านไวรัส (antiviral) ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) และสารกำจัดแมลง (insecticidal) ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้อาจเป็นบทบาทสำคัญในด้านภูมิคุ้มกันของพืชต่อเชื้อโรค และศัตรูพืช นอกจากนี้ลิกแนนยังอาจมีส่วนร่วมในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Ayres and Loike, 1990) อีกทั้งลิกแนนยังมีคุณสมบัติทางเภสัชกรรมหลายชนิด เช่น ต้านเนื้องอก (antitumor) แก้อักเสบ (anti-inflammatory) การยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immunosuppression) และโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular) (Hirano, et al., 1994; Kangas, et al., 2002; Lu and Liu, 1992; Ghisalberti, 1997)

สารสกัดลิกแนนจากส่วนต่าง ๆ ของพืช

ลิกแนนสามารถตรวจพบได้จากพืชที่มีท่อลำเลียง โดยจะพบได้ในส่วนของ ราก ลำต้นใต้ดิน เนื้อไม้ กิ่งใบ เมล็ด และผล โดยพืชสายพันธุ์แรก ๆ ที่ตรวจพบลิกแนนคือพืชในวงศ์ Podophyllaceae แต่ปริมาณลิกแนนที่พบจะมีปริมาณน้อย จนไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ต่อมามีการตรวจพบว่ายางจากบาดแผลของลำต้น เป็นแหล่งสะสมของลิกแนนที่มีประโยชน์ (Ayres and Loike, 1990)

1. สารสกัดลิกแนนจากราก

การสกัดสารที่อยู่ในราก และลำต้นใต้ดินของพืชในกลุ่ม *Podophyllum* สามารถตรวจพบลิกแนนในกลุ่ม aryltetralin ถึง 10 ชนิด (Jackson and Dewick, 1985) โดยลิกแนนที่สำคัญได้แก่ flavones, quercetin และ rhamnetin โดยลิกแนนชนิดอื่น ๆ จะแตกต่างกันไปตามหมู่ของ glycoside ของลิกแนนที่มีอยู่

ราก และลำต้นใต้ดินของ *Podophyllum hexandrum* มีปริมาณของ podophyllotoxin ในปริมาณสูงคือร้อยละ 1.5-4.0 ของน้ำหนักแห้ง (Hartwell and Schrecker, 1958) โดยปริมาณลิกแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับอายุของพืชที่นำมาสกัด American May apple (*Podophyllum peltatum*) มีปริมาณ podophyllotoxin ค่อนข้างสูง นอกจากนั้นยังมี α-peltatin และ β-peltatin โดยปริมาณของสารจะขึ้นอยู่กับฤดูกาลที่เก็บเกี่ยวพืชชนิดนั้นมาสกัด โดยช่วงเดือนที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว คือ กรกฎาคม ถึง สิงหาคม (Ayres, 1969)

นอกจากนี้ยังมีรากของ *Carissa edulis* ที่เป็นส่วนที่สะสมลิกแนนที่สำคัญส่วนหนึ่ง (Achenbach, 1983) ซึ่งมีปริมาณลิกแนนมากถึง 5% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งลิกแนนที่สามารถตรวจพบได้แก่ (-)-nortrachelogenin , carinol, - olivil, (-)secoisolariresinol และ (+)-lariresinol

ปัจจัยสำคัญที่เป็นสิ่งบ่งบอกชนิด และปริมาณของลิกแนนที่ตรวจพบจากราก คือ ลักษณะความใกล้ชิดของสายพันธุ์ ยกตัวอย่างเช่น การสกัด *Artemisia absinthum* (Greger and Hofer, 1980) พบลิกแนน sesamin ในปริมาณร้อยละ 0.04 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับ ปริมาณลิกแนนจากการสกัด *Aristolochia albina* (Fagbule and Olatunji, 1984) ซึ่งเป็นพืชที่มีความใกล้เคียงทางสายพันธุ์ โดยสามารถตรวจพบ ลิกแนน sesamin จาก *Aristolochia albina* ในปริมาณร้อยละ 0.023 ของน้ำหนักแห้ง

2. สารสกัดลิกแนนจากใบ และกิ่ง

โดยทั่วไปปริมาณลิกแนนที่ตรวจพบได้จะมีปริมาณค่อนข้างน้อย อย่างเช่นในใบของ *Magnolia kobus* สารสกัดพบลิกแนนในกลุ่ม furofuranoids 5 ชนิด (Ida, et al., 1982) ซึ่งมีปริมาณเพียงร้อยละ 0.003-0.06 ของน้ำหนักแห้ง ขณะที่พืชในกลุ่ม *Podophyllum* ซึ่งเป็นแหล่งสะสม podophyllotoxin ที่สำคัญแต่ก็สามารถสกัด podophyllotoxin จากใบได้เพียงร้อยละ 0.001-0.003 ของน้ำหนักแห้ง (Carrillo, et al., 1999)

3. สารสกัดลิกแนนจากเมล็ด

การสกัดเมล็ดของ *Ovigera hernandia* L. (Yamagushi and Nakajima, 1984) สามารถพบ ลิกแนน deoxypodophyllotoxin ในปริมาณสูง โดยลิกแนนชนิดนี้สามารถพบได้ในพืชชนิดต่าง ๆ อีกกว่า 9 สายพันธุ์ ยกตัวอย่างเช่น สารสกัดเมล็ดของ *Thujopsis dolabrata* (Hasegawa and Hirose, 1980) มีลิกแนน deoxypodophyllotoxin (ร้อยละ 0.25 ของน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ยังมี ลิกแนน β-peltatin (ร้อยละ 0.75 ของน้ำหนักแห้ง) เมล็ดของ *Virola sebifera* ซึ่งปกติจะนำมาใช้รักษา โรคปวดข้อ (rheumatic) โดยสรรพคุณนี้อาจเป็นผลของลิกแนน polyketide (ร้อยละ 0.18 ของน้ำหนักแห้ง) และลิกแนนในกลุ่ม oxo-otobains (ร้อยละ 0.05-0.93 ของน้ำหนักแห้ง) (Lopes, et al.,1982)

สามารถสกัดลิกแนน diarylcyclo-octadiene ในปริมาณสูงจาก เมล็ดของพืชในสายพันธุ์ *Schizandra* (Song and Tong, 1981) โดยมีปริมาณมากถึงร้อยละ 7-19 ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนั้น กิ่งจากพืชสายพันธุ์เดียวกันสามารถตรวจพบลิกแนนในกลุ่มเดียวกันนี้ในปริมาณร้อยละ 1-10 ของน้ำหนักแห้ง โดยปริมาณลิกแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับช่วงฤดู โดยช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม สามารถพบปริมาณลิกแนนได้มากที่สุด

4. สารสกัดลิกแนนจากผล

ต้นศตวรรษที่ 19 พบว่าผลของ *Piper cubeba* มีปริมาณของลิกแนน lactol cubebin ในปริมาณร้อยละ 1-5 ของน้ำหนักแห้ง (Heaon and MacGregor, 1955) มีการสกัดผลของ *Schizandra chinensis* Baill (Ohta and Hirose, 1968) ซึ่งใช้เป็นยาแผนโบราณมีสรรพคุณเป็น

ยาบำรุง และยาแก้อาการไอ โดยผลผลิตจากสารสกัด ที่ได้คือ ลิกแนนในกลุ่ม cyclo-octadienyl ต่อมาในปี 1975 Tagushi และ Ikeya สามารถตรวจพบลิกแนน gomisins A, B และ C จากพืชชนิดนี้ ในปีต่อมา Chen, et al. (1976) นำผลของพืชชนิดนี้ มาทดสอบฤทธิ์การต่อต้านไวรัสสาเหตุโรคตับอักเสบ จากนั้นนำสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการต่อต้านไวรัสดังกล่าว มาตรวจสอบโครงสร้างทางเคมี ทำให้จำแนกลิกแนนได้อีก 5 ชนิด โดยผู้ทดลองได้ให้ชื่อลิกแนนในกลุ่มนี้ว่า "wuweizisu"

พบลิกแนนจากพืชในสายพันธุ์ *Schizandra* เป็นลิกแนนกลุ่ม aryltetralin คือ enshicine (ร้อยละ 0.07 ของน้ำหนักแห้ง) จากต้น *S. henryi* Clark. นอกจากนั้นยังค้นพบลิกแนนในกลุ่ม furanoid คือ chicanine (Liu, et al., 1981)

นอกจากนี้ยังมีรายงานการค้นพบลิกแนนในกลุ่ม aryltetralin จากผลของพืชหลาย ๆ ชนิด เช่น จาก *Iryanthera grandis* Ducke (Viera,et al., 1983), *Virola sebifera* (Lopes, et al., 1984) และ *Forsythia* sp. (Nishibe, et al., 1984) โดยปริมาณที่ได้จะมีขนาดร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักแห้ง โดยประมาณ

5. สารสกัดลิกแนนจากยางและแก่นไม้

ยางเป็นส่วนที่น่าสนใจอันเนื่องมาจากมีปริมาณลิกแนน ที่นำมาใช้ประโยชน์ทางด้านเภสัชกรรม และยังมีรายงานเพิ่มเติมว่า ใน แก่นไม้ ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันนี้ด้วยเหมือนกัน ในอดีตการค้นพบลิกแนนชนิดแรก ๆ เช่น conidendrin จะได้ปริมาณ ที่ไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ แต่จากการศึกษาเพิ่มเติม และพัฒนาวิธีการ ลิกแนนที่สกัดได้มีปริมาณสูงอย่างยิ่ง อันเนื่องมาจากการปรับปรุงวิธีการสกัดดังกล่าว

การใช้ลิกแนนในทางการแพทย์แผนโบราณและสมัยใหม่

จากความก้าวหน้าทางด้านเคมีอินทรีย์ ทำให้สามารถค้นพบว่าร้อยละ 25 ของยารักษาโรค ผลิตมาจากพืชในธรรมชาติ เมื่อมองถึงยาที่ใช้รักษามะเร็ง เปอร์เซ็นของยาที่ผลิตมาจากพืชสูงถึงร้อยละ 60 ซึ่งยาที่ผลิตจากพืชมักได้จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (natural products) สารประกอบที่มี คุณสมบัติเป็นยา (Cragg and Newman, 2000) ในทศวรรษที่ผ่านมามีความสนใจในการศึกษาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ จนทำให้ค้นพบสารประกอบที่ยับยั้งการเจริญของมะเร็งได้ อย่างเช่น vinblastine, vincristine, paclitaxel และยาประเภท semi-synthetic อย่างเช่น Etoposide™, Etopophos™ และ Teniposide™ ซึ่งสารประกอบสามตัวหลัง เป็นอนุพันธ์ทางเคมีของ podophyllotoxin ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารประกอบลิกแนน

ลิกแนน มีประวัติที่ยาวนาน และน่าทึ่ง เริ่มต้นโดยการใช้เป็นยารักษายาแผนโบราณ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามวัฒนธรรมของท้องที่นั้น ๆ การบันทึกครั้งแรกสุดในการใช้ลิกแนนในทางการแพทย์ ต้องย้อนหลังไปกว่า 1,000 ปี (Kelly and Hartwell, 1954) จากหนังสือ Leech book of BALD ซึ่งเป็นหนังสือเกี่ยวกับการแพทย์ฉบับแรก ๆ ของประเทศอังกฤษ (Cockayne, 1961) รากของต้น Chervil ป่า ซึ่งประกอบด้วย ลิกแนนจำพวก deoxypodophyllotoxin ถูกนำมาใช้เป็นบรรเทาอาการของโรคมะเร็ง ประมาณ 400-600 ปีที่แล้ว ชาวเขาหิมาลัย และชาวอินเดียนแดงค้นพบว่า ยางไม้ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์จากราก และลำต้นใต้ดินของพืชจีนัส *Podophyllum* มีสรรพคุณเป็นยาระบาย นอกจากนั้นยังเป็นยารักษาพิษจากงูได้เช่นกัน ชาวอเมริกันก็มีการใช้ราก และลำต้นใต้ดิน ของต้น May Apple (American Mandrake) โดยใช้เป็นยาระบาย ยาถ่าย พยาธิ รักษาโรคโลหิตจาง และแก้ผดผื่น (Kelly and Hartwell, 1954; Hartwell and Schrecker, 1954) ในจีนและญี่ปุ่นมีการใช้พืชชนิดที่อุดมไปด้วย ลิกแนน ใช้เป็นยาแผนโบราณในการรักษาโรค แต่ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชเหล่านี้ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีหลักฐานทางการแพทย์จากหนังสือ Chinese Pharmacopoeia บันทึกว่า รากแห้งและลำต้นของ *Kadsura coccinea* [Lem. A.C. Smith (Schizandraceae)] ซึ่งเป็นพืชล้มลุกที่กระจายตัวกันอย่างแพร่หลาย โดยใช้รักษาโรคไขข้ออักเสบ และแผลในลำไส้ (Pharmacopoeia of the People's Republic of China, 1977) โดยรากของพืชชนิดนี้ ประกอบด้วย ลิกแนนจำพวก dibenzocyclo-octadiene ถึง 10 ชนิด (Lianniang, et al., 1985) อีกตัวอย่างหนึ่งเป็นการใช้เปลือกไม้ของ *Fraxinus mandshuria* ซึ่งใช้ประกอบในยาแผนโบราณของจีนที่ชื่อว่า "qin pi" สามารถพบลิกแนนได้ไม่น้อยกว่า 8 ชนิด (Wu, et al., 1983) ต่อมา Tsukamoto, et al. (1984 a) ค้นพบลิกแนนถึง 8 ชนิด จากเปลือกไม้ของ *Fraxinus mandshuria* Rupr. Var japonica Maxim (Oleaceae) โดย 3 ใน 8 ชนิดที่ค้นพบนั้น เป็น ลิกแนนชนิดใหม่ในญี่ปุ่น เปลือกไม้แห้งของ *F. japonica* Blume ถูกนำมาใช้เป็นยาขับปัสสาวะ แก้ไข้ แก้อักเสบ และรักษาโรคไขข้อ (Kariyone and Kimura, 1976) เมื่อลิกแนนเหล่านี้สามารถจำแนกออกมาแล้วพบว่ามีคุณสมบัติยับยั้ง cyclic adenosine monophosphate และสามารถแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดีเช่นกัน

ในสมัยโบราณ ในแถบเอเชียมีการใช้ เปลือกของ *Olea europaea* L. มีสรรพคุณ เป็นยาแก้อาการไข้ รักษาไขข้อ ยาบำรุง และรักษาวัณโรคต่อมน้ำเหลืองในคอ Tsukamoto, et al. (1984b) สามารถสกัด ลิกแนนได้จากเปลือกไม้ชนิดนี้ ซึ่งคุณสมบัติทางยาดังกล่าวอาจมาจากคุณสมบัติการรักษาตัวเองของเปลือกไม้

การใช้ลิกแนนเป็นยาแผนโบราณอย่างแพร่หลาย ทำให้มีข้อสงสัยว่า สารประกอบหลักของลิกแนน สามารถพัฒนาไปเป็น กลุ่มสารเคมีที่ใช้ในการรักษาโรค ดังนั้นการคัดแยก และการ

จำแนกคุณสมบัติทางเคมี ของลิกแนนเหล่านี้ พร้อมทั้งการศึกษาถึงคุณสมบัติทางชีวภาพ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในอนาคต

ฤทธิ์ทางชีวภาพของลิกแนน

1. ฤทธิ์ทางชีวภาพของลิกแนนต่อไมโครทูบูล

คุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างไมโครทูบูล (microtubules) เป็นที่ทราบกันดีว่าไซโตพลาซึมของเซลยูคาริโอตเป็นแหล่งสะสมของหน่วยย่อยของโปรตีนที่เรียกว่าทิวบูลิน (tubulin) ที่มีหน้าที่สร้างไมโครทูบูล โดยไมโครทูบูลนั้นจะถูกสร้างขึ้น หรือถูกยับยั้งขึ้นอยู่กับตัวกระตุ้นชนิดต่าง ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงของ ทิวบูลิน ภายในเซลล์ โดยไมโครทูบูลมีหน้าที่ เป็นแกนค้ำจุนให้ไซโตพลาซึมคงรูปอยู่ได้ทั้งยัง ควบคุมการไหลเวียนของไซโตพลาซึมภายในเซลล์ การลำเลียงสารภายใน และระหว่างเซลล์ตลอดทั้งเกี่ยวข้องกับการควบคุมการเรียงตัวของไมโครไฟบริลในการสร้างเซลล์ปฐมภูมิของพืช

Podophyllotoxin เป็นลิกแนนประเภทหนึ่งที่มีผลรบกวนสมดุลในกระบวนการสังเคราะห์ และยับยั้งการสร้างไมโครทูบูลทั้งในแบบการทดลอง และในร่างกายสิ่งมีชีวิต ในการทดลอง podophyllotoxin ยับยั้งการสร้างไมโครทูบูลจากทิวบูลิน โดยวิธี dose-dependent ในสิ่งมีชีวิต podophyllotoxin ยับยั้งการสร้างไมโครทูบูล และรบกวนสมดุลระหว่าง ไมโครทูบูล และทิวบูลิน โดยการชักนำให้ไมโครทูบูล เกิดการเปลี่ยนสภาพไปเป็น ทิวบูลิน โดยกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือการทำลายโครงสร้างของ cytoskeleton ในไซโตพลาซึม และในเส้นใย spindle นอกจากคุณสมบัติการเป็น cytotoxin ของ podophyllotoxin จะมีผลให้สามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์ในช่วง metaphase โดยการทำลายเส้นใย spindle และยับยั้งการจำลองโครโมโซม โดยกระบวนการดังกล่าวอันเนื่องมากจาก podophyllotoxin นี้จะเกิดในขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซีส

นอกจาก podophyllotoxin ซึ่งมีคุณสมบัติในการรบกวนการสังเคราะห์ และการทำงานของไมโครทูบูล แล้วยังมี colchicines, steganacin, taxol and alkaloids ชนิด vincristine ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวยับยั้งไมโครทูบูลด้วยเช่นกัน โดยกลไกการทำงานของ podophyllotoxin และ colchicine ในการยับยั้งไมโครทูบูลมีลักษณะคล้ายกัน โดย Wilson and Friedkin (1967) รายงานว่า podophyllotoxin สามารถยับยั้งการทำงานของ ทิวบูลินในเอมบริโอของตั๊กแตนได้เช่นเดียวกับ colchicines แต่มีความแตกต่างระหว่างการยับยั้งของ podophyllotoxin กับ colchicine อย่างเช่น podophyllotoxin สามารถยับยั้งทิวบูลินได้เร็ว และสามารถแปรสภาพย้อนกลับเป็นสารเดิมได้ แต่ colchicine สามารถยับยั้งทิวบูลินได้ช้ากว่าและสามารถแปรสภาพ

ย้อนกลับเป็นสารเดิมไม่ได้ และ podophyllotoxin อาศัยปัจจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิน้อยกว่า colchicine ในการยับยั้งทิวบูลิน

โมเลกุลสังเคราะห์ morpholino ของ benzyl-benzodioxole เป็นสารประกอบที่มีความน่าสนใจเช่นกันเพราะว่า มีโครงสร้างคล้ายกับ podophyllotoxin, colchicine และ steganacin (Batra, et al., 1986) โดยวงแหวน benzyl ของ morpholino ที่ได้จากสารดังกล่าว มีลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกับวงแหวน trimethoxylbenzene ของ podophyllotoxin โดยสารชนิดนี้ ไม่มีคุณสมบัติการต่อต้านเนื้องอกในสิ่งมีชีวิต แต่มีความสามารถในการยับยั้งการสังเคราะห์ทิวบูลิน นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกับ วงแหวน lactone ของ podophyllotoxin ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างไมโครทูบูลของทิวบูลิน (Batra, et al.,1986) หมู่ methoxy เดี่ยวที่ตำแหน่ง C-4′ บนวงแหวน benzyl ของ morpholino มีประสิทธิภาพของปฏิกิริยาสูงที่สุด ขณะที่การเพิ่มหมู่ methoxy บนตำแหน่ง C-3′ และ C-5′ มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของปฏิกิริยาลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะ อนุพันธ์ 2′,3′,4′- trimethoxylbenzene มีคุณสมบัติในการยับยั้งสูงกว่าใน อนุพันธ์ 3′,4′,5′-trimethoxylbenzene โดยผู้วิจัยตั้งข้อสังเกต ว่า หมู่ C-4′- methoxy ในอนุพันธ์ benzyl-benzodiozole อาจมีลักษณะคล้ายกับ หมู่ C-5′- methoxy ของ podophyllotoxin

2. ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

มีนักวิจัยจำนวนมากที่สนใจในการค้นพบสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่น พืช สัตว์ หรือจากทั้งเชื้อจุลินทรีย์เอง (Janovska, et al., 2003) แต่การเพิ่มขึ้นของสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีฤทธิ์ดื้อยาได้หลายชนิด และคุณสมบัติการลดประสิทธิภาพการทำงานของสารต่อต้านอนุมูลอิสระ จึงนำมาสู่ความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าสารต่อต้านการเกิดโรคโดยเชื้อจุลินทรีย์ ในทางการแพทย์ การรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นเรื่องยาก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ดื้อยาได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น แต่ปัจจุบันมีการค้นพบสารทุติยภูมิ ที่มีคุณสมบัติต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนั้นยังได้ทำการพัฒนามาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์เพื่อใช้รักษาโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ดังนั้นนักวิจัยจึงได้มีความสนใจในการศึกษาสารทุติยภูมิจากพืช ที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส

2.1 ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัส

Markkanen, et al. (1981) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านไวรัสจาก podophyllotoxin แต่ยังไม่ได้ทำการศึกษาเรื่องกลไกการทำงานของตัวต้านไวรัส และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง

ความสามารถของลิกแนนชนิด podophyllotoxin ในการยับยั้งการสร้างไมโครทูบูล ที่มีผลคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อไวรัส ซึ่ง podophyllotoxin บางชนิดแสดงคุณสมบัติการยับยั้งการสร้างไมโครทูบูลได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง แต่ไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาการต่อต้านไวรัส ตัวอย่างเช่น epidopodophyllotoxin มีคุณสมบัติในการต่อต้านไวรัส น้อยกว่า picropodophyllotoxin แต่แสดงคุณสมบัติยับยั้งการสร้างไมโครทูบูลได้ดีกว่า ยิ่งไปกว่านั้น 4′-demethylpodophyllotoxin มีคุณสมบัติต่อต้านไวรัส ขณะที่ 4′-demethylepipopodophyllotoxin ไม่แสดงคุณสมบัติดังกล่าว แต่สารทั้งคู่สามารถแสดงคุณสมบัติยับยั้งการสร้างไมโครทูบูลได้ ในทุกกรณีของการทดลองปรากฏว่า อนุพันธ์ glucoside ของ podophyllotoxin มีผลให้ประสิทธิภาพการต่อต้านไวรัสลดลง อย่างเช่น อนุพันธ์ glucoside ของ β-peltatin , α-peltatin และ podophyllotoxin แสดงคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อไวรัส ได้น้อยกว่า อนุพันธ์ aglycones ของสารทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว

มีรายงานบางฉบับที่อธิบายเกี่ยวกับ คุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของลิกแนนอย่างเช่น norlignan ของ pachypostaudin B และอนุพันธ์ dihydro ของ pachypostaudin A ที่ได้จากสารสกัด จาก *Pachypodanthium stauditii* (Ngadjui, et al., 1987) มีฤทธิ์ในการรักษาไวรัส polio และสารที่มีโครงสร้างคล้ายกัน อย่างเช่น apolignan magnoshinin สามารถรักษา โรคตาแดง เช่นเดียวกับ hydrocortisone acetate (Kadota, et al., 1987) Polygamain ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับ deoxypodophyllotoxin สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococus aureus* และ *Escherichia coli* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

สารประกอบในพืชหลายชนิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ซึ่งคุณสมบัติเช่นนี้ สามารถนำไปใช้พัฒนาในการจัดการโรคที่เกี่ยวกับแบคทีเรียได้ (Narasimhan, et al., 1995) โดย Sateesh, et al. (2004) พบว่าพืชในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย *X.oryzae* pv. *oryzae* ยกตัวอย่างเช่น สารสกัดจากใบของ *D.metal, Z.jujub* และ *I. camea* โดยเฉพาะสารสกัดเมทานอลจะให้ฤทธิ์ในการยับยั้งสูงที่สุด และสารสกัดใบของ *Artabotrys hexapetalus* ให้ผลในการยับยั้ง แบคทีเรีย *X.oryzae* pv. *oryzae* ได้ดี (Grainge and Alvarez, 1987) นอกจากนี้ Eswaramurthy, et al. (1993) พบว่าสารสกัดจากใบของ *A. indica* มีฤทธิ์ต้านการเจริญของโรคไหม้บนเมล็ดข้าวที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรีย เช่นเดียวกับ Gangopadhyay (1998) ที่พบว่าเมื่อใช้สารสกัดจากขมิ้น (*Curcuma longa*) แล้วสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ที่เจริญบนต้นข้าวได้

Nakatani, et al. (1988) พบว่าเปลือกหุ้มเมล็ดของ *Myristica argentea* มีลิกแนนชนิด 1, 4-diaryl-2, 3-dimethylbutane 4 ชนิด คือ *erythro*-austrobailignan-6, *meso*-dihydroguaiaretic acid, *rel*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-4-(3,4-methylenedioxyphenyl) - 2,3-dimethylbutan-1-o1 (myristargenol A) และ *rel*-1,4-di(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2,3-dimethylbutan-1-o1 (myristargenol B) สารเหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้ง *Streptococcus mutans*

Paulethi, et al. (2000) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีจากใบของ *Styrax ferrugineus* พบสารลิกแนน 5 ชนิดคือ 1) 5-[3″-(β-D-glucopyranosyloxy)propyl]-7-methoxy-2-(3′,4′-dimethoxy phenyl)benzofuran 2) *nor*-lignans5-(3″-hydroxypropyl)-7-methoxy-2-(3′,4′-methylene dioxyphenyl)benzofuran 3) 5-(3″-hydroxypropyl)-7-methoxy-2-(3′,4′-dimethoxyphenyl) benzofuran 4) 5-[3″-(β-D - glucopyranosyloxy) propyl]-7-methoxy-2-(3′,4′-methylene dioxyphenyl) benzofuran และ 5) lignin dihydrodehydro diconiferyl alcohol ลิกแนนทุกชนิดที่พบมีฤทธิ์ในการต่อต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*

Kazuyoshi, et al. (2001) เสนอรายงานการสกัดสารลิกแนนชนิดใหม่จาก *Vitex rotundifolia* วงศ์ Verbenaceae พืชชนิดนี้เจริญเติบโตได้ดีบริเวณชายหาดของประเทศญี่ปุ่นหรือชายหาดแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คนญี่ปุ่นเรียกผลของพืชชนิดนี้ว่า Mankeishi ในสมัยโบราณคนจีน ญี่ปุ่นใช้สารสกัดจากผลไปทำยาแก้หวัด และลดอาการอักเสบจากการติดเชื้อ มีการวิจัยก่อนหน้านี้สามารถสกัดสาร iridiods และ diterpenoids จากผล *V. rotundifolia* แต่ยังไม่มีรายงานสารลิกแนน โดยต่อมา กลุ่มวิจัยนี้ทำการทดลองจนพบว่า มีสารลิกแนน 1-phenylnaphthalene เป็นแกนในโครงสร้าง จำนวน 9 ชนิด เช่น vitrofoal D, vitrofoal E และ vitrofoal F ซึ่งพบว่ามีสาร ลิกแนนที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ methicillin-resistant *Staphylococus aureus* (MRSA)

Carlos, et al. (2006) พบว่าสารสกัด เมทานอลจากเนื้อไม้ของ *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch มีสารลิกแนน 5 ชนิด ได้แก่ secoisolariresinol, pinoresinol, eudesmin, laricìresinol และ larisiresinol-4-methyl ether ได้นำสารลิกแนนที่แยกได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย รา และยีตส์ โดยมีตัวแทนแบคทีเรียในการศึกษา ได้แก่ *Citrobacter* sp., *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ส่วนราที่ใช้ศึกษาได้แก่ราที่พบในราก เช่น *Mucor niehei*, *Paecilomyces variotii*, *Ceratocysti pilifera*, *Trametes vesicolor*, *Penicillium notatum*, *Aspergillus niger*, *Fusarium moniliforme*, *F. sporotrichum* และ *Trichophyton mentagrophytes* และยีตส์ คือ *Candida pilifera* พบว่า pinoresinol สามารถ

ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ secoisolariresinol ออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อรา เช่น *T. vesicolor* และ *C. pilifera* ที่ความเข้มข้น 300-400 ไมโครกรัม/ดิสค์ ตามลำดับ นอกจากนั้นสารสกัดเมทานอลสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตอย่างสิ้นเชิงต่อ *T. vesicolor*, *Fusarium* spp และยับยั้ง *Trichophyton mentagrophytes* ที่ความเข้มข้น 400 ไมโครกรัม/ดิสค์

2.3 ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

การเข้าทำลายของเชื้อราต่อเนื้อไม้นำไปสู่การสังเคราะห์ลิกแนน ยกตัวอย่างเช่น การแพร่กระจายของเชื้อรา *Fomes annosus* บนต้นสน ชักนำให้เกิดการสังเคราะห์ ลิกแนนชนิด matairesinol และ ลิกแนน 7′-hydroxymatairesinol เพื่อจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Shain and Hillis, 1971)

ลิกแนน (-)-Virgatusin ที่ได้จากการสกัด *Phyllanthus virgatus* ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรในการรักษาตับ, ลิกแนนที่ได้นี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum lagenarium* (Koichi A., 2007)

การสกัดแก่นไม้ของ *Gmelina arborea* Linn. ซึ่งเป็นพืชไม้ยืนต้นในป่าแถบมาเลเซีย ดำเนินการสกัดโดยใช้สารละลายเอธิลอะซิเตท ได้ผลผลิตลิกแนน 5 ชนิด คือ (+)-7′-*O*-ethyl arboreol, (+)-paulownin, (+)-gmelinol, (+)-epieudesmin และ (—)-β-sitosterol. ซึ่งลิกแนน 4 ชนิดแรกมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา Trametes *versicolor* และ *Fomitopsis palustris* แต่ลิกแนน (—)-β-sitosterol ไม่พบสมบัติการยับยั้งเชื้อราดังกล่าว (Fumio, et al., 2007)

สารสกัดเอทานอลจากแก่นไม้ของ *Calocedrus macrolepis var. formosana* จากสารสกัดนี้สามารถแยกสารประกอบโดยวิธี HPLC ได้สารประกอบ 2 ชนิด คือ β-thujaplicin และ γ-thujaplicin ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราได้ไม่รุนแรงนัก แต่สามารถยับยั้งเชื้อราได้หลากหลายชนิด (Tsair-Bor Yen, 2008)

สารสกัดหยาบเอทานอลของ *Larrea tridentate* มีลิกแนน methyl-nordihydroguaiaretic acid (methyl-NDGA) และ nordihydroguaiaretic acid (NDGA) ซึ่งลิกแนนทั้งสองชนิดนี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus parasiticus* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดสาร aflatoxins ในข้าวโพด (Vargas-Arispuro, et al., 2005)

สารสกัดเอธานอลของ *Podophyllum hexandrum* ที่เก็บจากประเทศปากีสถาน สามารถให้ผลผลิตเป็นลิกแนนในกลุ่ม Aryltetralin ถึง 4 ชนิดได้แก่ 4'-O-demethylde-hydropodophyllotoxin, picropodophyllone, isopicropodophyllone และ dehydropodo-

phyllotoxin ซึ่งลิกแนน isopicropodophyllone และ dehydropodophyllotoxin, มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา *Epidermophyton floccosum, Curvularia lunata, Nigrospora oryzae, Microsporum canis, Allescheria boydii* และ *Pleurotus ostreatus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Rahman, 1995)

3. ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง

การรักษาโรคมะเร็งในปัจจุบันมีการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของมะเร็ง แต่เป็นที่น่าสังเกตุว่า ยาที่ใช้รักษามะเร็งมักมีโครงสร้างทางเคมีที่สลับซับซ้อน ดังนั้นยาเหล่านี้จึงยากที่จะได้จากการสังเคราะห์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติจึงถูกสำรวจ และพัฒนาไปเป็นยารักษามะเร็ง ซึ่งมีแรงจูงใจมาจากการนำไปพัฒนาโดยการสังเคราะห์เป็นสารประเภทใหม่ที่มีโครงสร้างซับซ้อนทางเคมีตามที่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมีอยู่

ในปี 1940-1970 มีรายงานการวิจัยหลายฉบับที่อธิบายถึงคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเนื้องอก (Kelly and Hartwell ,1954; Hartwell and Schrecker,1958) โดยทั่วไปสรุปได้ว่า อนุพันธ์ต่าง ๆ ของ podophyllotoxin ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์ไมโครทูบูลนั้นมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเนื้องอกได้อย่างไร พบว่าสารชนิดนี้ทำลายทั้งเซลล์ธรรมดา และเซลล์มะเร็ง เนื่องจากผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายของลิกแนนเหล่านี้ จึงทำให้เป็นยาถูกจำกัดในการใช้เป็นยาที่ใช้ในกระบวนการเคมีบำบัด มีเพียงค้นพบกลไกการทำงานอนุพันธ์ของ podophyllotoxin เพียงรายงานเดียว ที่นำไปสู่การใช้อนุพันธ์ของ podophyllotoxin เพื่อเป็นตัวรักษาการเจริญของเนื้องอก โดยอนุพันธ์เหล่านั้นคือ Etoposide และ Teniposide ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อไมโครทูบูล แต่ชักนำให้เกิดการแตกตัวของ DNA ทั้งชนิด single-strand และ double-strand

ยางของ *Commiphora erlangeriana* เป็นที่รู้กันดีว่าเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ ซึ่งในอดีตมีการใช้ยางของพืชชนิดนี้มาทำเป็นหัวลูกธนูพิษ (Habtemariam, 2003) เมื่อนำมาสกัดพบว่า ลิกแนนได้ 4 ชนิด คือ Erlangerins A-D ซึ่งลิกแนนเหล่านี้มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกับ podophyllotoxin จึงสามารถตั้งสมมติฐานได้ว่า ลักษณะความเป็นพิษที่ยางชนิดนี้มีอยู่จะส่งผลกับเซลล์มะเร็ง ดังนั้นจึงได้นำลิกแนน ทั้ง 4 ชนิดนี้มาวิเคราะห์ด้วยกรรมวิธี MTT assay โดยทำการทดลองกับ cell lines ของมนุษย์ 2 ชนิด (HeLa และ EAhy926) และ cell lines ของหนูทดลอง 2 ชนิด (L929 และ RAW264) ผลปรากฏว่า ลิกแนน Erlangerins C และ D สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งได้ผลใกล้เคียงกับ podophyllotoxin ส่วน Erlangerins A และ B จะยับยั้งได้เมื่อใช้ในปริมาณที่สูง และเมื่อนำ Erlangerins C และ D ไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวภาพปรากฏว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับ podophyllotoxin และ 4-deoxypodophyllotoxin จึงเป็นไปได้ว่าสารเหล่านี้มีลักษณะกลไกการทำงานที่คล้ายเคียงกัน

Aviculin เป็นสารประเภท lignan glycoside ที่สามารถยับยั้งการรุกรานของเซลล์มะเร็งภายใต้สภาวะ *in vitro* Ohashi, et al. (2003) ทำการทดสอบ Aviculin ต่อการยับยั้งการรุกรานของเซลล์มะเร็ง ผ่าน mesothelium monolayer ของหนูทดลอง โดยใช้ cell lines MM1 ที่แยกมาจากเซลล์มะเร็งตับ AH130 ของหนูทดลอง

ลิกแนน Agastinol และลิกแนน Agastenol จากสารสกัดของ *Agastache rugosa* สามารถยับยั้งกระบวณการ การตายของเซลล์จากการใช้ etoposide (etoposide-induced apoptosis) ในเซลล์ U937 ที่ค่า IC_{50} เท่ากับ 15.2 และ 11.4 μgmL^{-1} ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ทำให้ลิกแนน Agastinol และลิกแนน Agastenol มีความสามารถที่จะพัฒนาไปเป็นสารประเภท anti-apoptotic (Lee, et al., 2002)

Park, et al. (2004) สามารถแยกลิกแนน Macelignans, Oleiferin C, *Meso*-dihydroguaiaretic acid และ Licarin A จาก *Machilus thunbergii* แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์การกระตุ้นการทำงานของ caspase-3 ในเซลล์ promyeloid leukemic HL-60 สารลิกแนนเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการตายของเซลล์ HL-60 โดยการทำงานร่วมกับกระบวณการกระตุ้นการทำงานของ caspase-3 ทำให้สารลิกแนนเหล่านี้เหมาะแก่การพัฒนาไปเป็นยาเคมีบำบัด นอกจากนั้นในการวิเคราะห์แบบ DNA topoisomerase I และ II ที่ระดับความเข้มข้น 100 µM *Meso*-dihydroguaiaretic acid มีคุณสมบัติยับยั้งได้ดีที่สุดคือ 93.6 และ 82.1% ตามลำดับ และมีคุณสมบัติ cytotoxin เล็กน้อย เมื่อทดลองกับเซลล์ HT-29 และ MCF-7 (Li, et al., 2004)

การที่ลิกแนนสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้หลายชนิด แต่การยับยั้งเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากในมนุษย์ยังมีการค้นพบค่อนข้างน้อย Huang, et al. (2004) ทดสอบฤทธิ์ของลิกแนน Arctiin ต่อการเจริญของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก PC-3 โดยการรักษาเซลล์ PC-3 ด้วย Arctiin จำนวนเซลล์มะเร็งลดลงซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และเวลาในการทดสอบ Arctiin สามารถลดจำนวนเซลล์ แต่ไม่มีคุณสมบัติลดการเพิ่มจำนวนเซลล์ และไม่มีความเป็นพิษในเซลล์ PC-3 การทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า Arctiin สามารถลดจำนวนเซลล์มะเร็งโดยการเพิ่ม m-RNA ชนิด MUC-1 และการเพิ่มโปรตีนลงในเซลล์ PC-3

กระบวนการ Metastasis (การแพร่กระจายของเนื้อร้าย) เป็นสาเหตุของอาการป่วยและการเสียชีวิตของมะเร็งเต้านม มีการทดสอบลิกแนนบางชนิดต่อการทำลายของเซลล์มะเร็งเต้านม MDAMB-231 โดยการใช้ Matrigel (Hausott, et al., 2003) โดยผลที่ได้คือลิกแนน Seco-isolariciresinol และ enterodiol สามารถลดการเข้าทำลายได้ดี แต่จะได้ผลเมื่อใช้ด้วยความเข้มข้นสูง (50µM) (Magee, et al., 2004)

Mammalian Lignans ชนิด enterodiol และ enterolactone สามารถยับยั้งมะเร็งเต้านม และมะเร็งลำไส้ นอกจากนั้น Lin, et al. (2001) เป็นผู้วิจัยกลุ่มแรกที่ที่รายงานผลของลิกแนนต่อมะเร็งต่อมลูกหมาก ที่ความเข้มข้น 10-100 μM enterolactone สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง PC-3, DU-415 และ LNCaP ได้ดี ขณะที่ enterodiol มีผลยับยั้งเพียงเซลล์ PC-3 และ LNCaP นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเรื่อง กระบวณการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง ซึ่ง enterlactone ให้ผลดีกว่า enterdiol แต่ลิกแนนทั้งสองชนิดยับยั้งได้น้อยกว่า genistein การศึกษานี้แสดงให้ทราบว่า enterodiol และ enterolactone สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก ซึ่งมีผลทั้งการพึ่งพา และไม่พึ่งพากระบวณการการทำงานของฮอร์โมน

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของมะเร็งของลิกแนน *Seco*-isolariciresinol,(+)-Taxiresinol และ Isotaxiresinol จาก *Taxus wallichaina* (Chattopadhyay, et al., 2003) โดยจากวิเคราะห์แบบ MTT assay พบว่าลิกแนนทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถยับยั้งมะเร็งลำไส้ได้ และในการวิเคราะห์แบบ clonogenic assay ลิกแนน *Seco*-isolariciresinol และ Isotaxiresinol สามารถให้ผลยับยั้งเซลล์มะเร็งลำไส้ได้ดีโดย Isotaxiresinol สามารถให้ผลดีเทียบเท่า หรือดีกว่าสารมาตรฐานที่นำมาทดสอบ (taxol และ doxorubicin) และจากการวิเคราะห์จากทั้ง 2 แบบนี้ ,(+)-Taxiresinol ยังสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งรังไข่ และเซลล์มะเร็งเต้านมได้ แต่จะได้ผลเมื่อใช้ด้วยความเข้มข้นที่สูงเท่านั้น

Kim, et al. (2003) คัดแยกลิกแนน Matairesinol และ 2-Hydroxyarctigenin จากเมล็ดของดอกคำฝอย แล้วนำมาทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ promyleocytic leukemia HL-60 โดยลิกแนน matairesinol สามารถชักนำการตายของเซลล์โดยการทำลาย DNA ของเซลล์ และมีการทำงานร่วมกับกระบวณการ apoptosis

ลิกแนน *epi*-Yangambin และลิกแนน (+)-7'-Acetylpicropodophyllin จากสารสกัด EtOAc จากกิ่งของ *Hernandia ovigera* แล้วนำมาทำการทดลองด้วยกรรมวิธี soft agar assay กับเซลล์ JB6 epidermal ของหนูทดลอง ทั้งลิกแนน *epi*-Yangambin และลิกแนน (+)-7'-Acetylpicropodophyllin สามารถยับยั้งกระบวณการ transformation ของเซลล์ JB6 epidermal ของหนูทดลอง และลิกแนนทั้งสองชนิดนี้ยังได้ถูกทดสอบที่ระดับความเข้มข้นที่สูง เพื่อทดลองฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ JB6 โดยผลการทดสอบแสดงค่า IC_{50} = 1.2 และ 5.7 $\mu g\ mL^{-1}$ ตามลำดับ (Gu, et al., 2002)

Takasaki, et al. (2000) ค้นพบลิกแนน Arctiin และลิกแนน Arctigenin จาก *Saussurea medusa* แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์การยับยั้งมะเร็ง โดยลิกแนนทั้งสองชนิดนี้ สามารถ

ยับยั้งมะเร็งผิวหนังของหนูทดลองนอกจากนี้ ลิกแนน Arctigenin ยังสามารถยับยั้งมะเร็งปอดในหนูทดลองได้

4. ฤทธิ์ต่อฮอร์โมน

โครงสร้าง diphenolic มีลักษณะเหมือน สารประกอบที่มีโครงสร้างคล้ายเอสโตรเจน อย่างเช่น dienoestrol, diethylstilboestrol และอนุพันธ์ dihydro ของ hexoestrol จึงทำให้ได้แนวคิดที่ว่าลิกแนน อาจมีคุณสมบัติทางชีวภาพในมนุษย์ โดยจะเห็นว่าลิกแนน enterolactone มีคุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างเอสโตรเจน โดยลิกแนนที่พบในมนุษย์ได้แก่ enterolactone และ enterodiol ตรวจได้จาก ซีรัม ปัสสาวะ ซึ่งคาดว่าสารตั้งต้นที่ได้จากอาหารคือ matairesinol ที่มากับอาหารประเภทไฟเบอร์ และถูกเปลี่ยนไปเป็น enterolactone และ enterodiol โดยแบคทีเรีย clostridia ในทางเดินอาหาร ลิกแนนทั้งสองชนิดที่พบในมนุษย์ทำหน้าที่คล้ายเอสโตรเจน (Wahalak, et al., 1986)

RNA ที่สังเคราะห์ในเซลล์มดลูกของหนูทดลอง (Water and Knowler, 1982) ในผู้หญิง จะมีการขับถ่ายลิกแนนออกมามากที่สุด คือช่วงของการมีประจำเดือน และจะพบมากที่สุดในช่วงของการตั้งท้องช่วงแรก ๆ (Setchell, et al., 1980)

การศึกษาของ Adlercreutz, et al. (1982) พบว่า การขับถ่ายของลิกแนนของผู้หญิงที่เป็นมะเร็งเต้านมจะน้อยกว่าผู้หญิงที่มีสุขภาพดี หรือไม่มีประวัติการเป็นมะเร็งเต้านมมาก่อน โดยผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า ผู้หญิงที่ไม่เป็นมะเร็งเต้านมเนื่องจากการรับประทานอาหารที่อุดมไปด้วยลิกแนน คือ อาหาร diet จำพวกผักที่อุดมไปด้วยเส้นใย และเป็นไปได้ว่าลิกแนนจะมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างเอสโตรเจน หรือยับยั้งการเพิ่มการเจริญเติบโตของเนื้อร้ายในมนุษย์ จึงมีความสนใจในการหาผลการทดลองที่อธิบายว่าคุณสมบัติทางชีวภาพของลิกแนนมีผลเช่นไรกับผู้ชาย

5. ฤทธิ์ต่อพืช และแมลง

การทำงานร่วมกันของลิกแนน acyclic และ furofuran พร้อมกับหมู่ methylenedioxy-phenyl มีคุณสมบัติเป็นยาฆ่าแมลง (Haller, et al., 1942) ต่อมาพบว่า matairesinol ก็มีสมบัติเป็นยาฆ่าแมลงเช่นเดียวกัน (Kerr, 1951) ลิกแนน tetrahydrofuran ที่แยกจาก *Tinospora cordifolia* (Hanuman, et al.,1986) เมื่อนำไปผสมกับดอกเบญจมาศ จะมีฤทธิ์ในการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง

นอกจากนั้น ลิกแนนยังมีความสามารถในการควบคุมการเจริญเติบโต โดยปกติการใช้สาร phenolic ร่วมกับ cinnamic acid จะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของ ข้าวบาร์เลย์

และผักกาดหอม โดยเป็นผลมาจากการรบกวนกระบวนการ ขนส่งของกรดอะมิโน และการสร้างโปรตีนภายในเมล็ด (Van Sumere, et al., 1978)

การเข้าทำลายของเชื้อราต่อเนื้อไม้ จะทำให้ต้นไม้ชนิดนั้นสร้างลิกแนนขึ้นเพื่อต่อต้านเชื้อราที่เข้าทำลาย ยกตัวอย่างเช่นการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fomes annosus* บนพืชจำพวกสน ก่อให้เกิดการสร้างลิกแนน matairesinol และ 7′-hydroxymatairesinol เพื่อจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Shain and Hillis, 1971) ลิกแนน cyclo-olivil ถูกสร้างขึ้น (Hasegawa and Shirato, 1959) เนื่องมาจากการเข้าทำลายของเชื้อรา บนเนื้อไม้ของ *Prunus*

6. ฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระของลิกแนนจากพืช

สารต้านอนุมูลอิสระ คือโมเลกุลของสารที่สามารถจับกับตัวรับ และสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลสารอื่น ๆ ได้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวเนื่องกับการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังตัวออกซิไดซ์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถให้ผลิตภัณฑ์เป็นสารอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งสารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ และทำลายเซลล์ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้ายุติปฏิกิริยาลูกโซ่เหล่านี้ด้วยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระ และยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงถือเป็นตัวรีดิวซ์ อาทิ ไธออล กรดแอสคอร์บิก และโพลีฟีนอล

แม้ว่าปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต หากแต่ก็ยังเกิดโทษเช่นกัน ดังนั้นพืช และสัตว์จึงรักษาสมดุลด้วยระบบอันซับซ้อนของปฏิริยาโดยสารต้านอนุมูลอิสระดังเช่นกลูตาไธโอน วิตามินซี และวิตามินอี เช่นเดียวกับเอนไซม์อย่างตัวเร่งปฏิกิริยา และเอมไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ รวมถึงเพอรอกซิเดสต่าง ๆ ระดับสารต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำ หรือเอนไซม์ที่ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มากเกินไป จะยังผลให้เกิดภาวะออกซิเดชันที่มากเกินไป (oxidative stress) นำมาซึ่งการทำลาย หรือสร้างความเสียหายแก่เซลล์ได้

ลิกแนน 2'-Hydroxydihydroguaiararetic จากสารสกัด EtOAc ของส่วนใต้ดินของ *Saururus chinensis* แสดงคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระ LDL (Low-density lipoprotein) และอนุมูล DPPH (Lee, et al., 2004) Moritani (2004) ได้ศึกษาคุณสมบัติการต่อต้านอนุมูลอิสระจากกระบวนการ exercise-induced lipid peroxidation ด้วยลิกแนน sesamin โดยศึกษาทั้งในมนุษย์และในสัตว์ ผลปรากฏว่า sesamin สามารถทำลายอนุมูลอิสระ และเร่งกระบวณการเมตาโบลิซึมของ lipid peroxide ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งกระบวนการ exercise-induced lipid peroxidation. Min, et al. (2004) สามารถแยกลิกแนน Styraxlignolide C, D และ E และลิกแนน Pinoresinol glycoside จากสารสกัด fraction โดย EtOAc จากกิ่งของ *Styrax japonica* ซึ่งสามารถแสดงปฏิกิริยาต่อต้านอนุมูลอิสระต่อ อนุมูล DPPH ได้

การศึกษาคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของ Vitedoin,Vitedoamine A,α-Conidendrinaldehyde, α-Conidrendrin, Vitrofolal E และ Vitrofolal F โดยกรรมวิธี ferric thiocyanate โดยมี กรดไลโนเลอิก เป็นสารตั้งต้น (Ono, et al., 2004) ผลปรากฏว่า ลิกแนนทั้ง 6 ชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่า α-tocophenol ซึ่ง Vitedoamine A, α-Conidendrinaldehyde, α-Conidrendrin และ Vitrofolal F มีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่า BHA นอกจากนี้ลิกแนนทั้ง 6 ชนิดนี้ ยังมีประสิทธิภาพในการทำลาย อนุมูล DPPH ได้ดีกว่า L-cystein ซึ่ง α-Conidendrinaldehyde, α-Conidrendrin,Vitrofolal E และ Vitrofolal F ต่อต้านได้เทียบเคียงกับ α-tocophenol

ลิกแนน Prinsepiol-4-O-β-D-glucoside, 8-Hydroxypinoresinol-4'-O-β-D-glucoside, 8-Hydroxypinoresinol และ Prinsepiol ได้ถูกนำมาทดสอบคุณสมบัติการต่อต้านอนุมูลอิสระด้วยกรรมวิธี Trolox-equivalent antioxidant activity (TEAC) และกรรมวิธี chemiluminescence (CL) assays. (Piccinelli, et al., 2004) ผลปรากฏว่า สารประกอบ aglycones ของ 8-Hydroxypinoresinol และ Prinsepiol แสดงคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด

7. ฤทธิ์ยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

คือการกดหรือยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ยกตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนถ่ายอวัยวะเช่น ไต ตับอ่อน หรือหัวใจจะต้องรับยาที่ยับยั้งไม่ให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันมาต่อต้านอวัยวะใหม่ที่ได้รับมา เช่น กระบวนการที่ร่างกายสร้างสารภูมิต้านทาน (antibodies) เข้ามาทำลายอวัยวะที่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายเข้าสู่ร่างกาย (Hummoral rejection) ลักษณะเดียวกับการที่ร่างกายสร้าง antibodies เข้าทำลายไวรัส หรือสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ที่ก่อโรคในร่างกายมนุษย์ ดังนั้นผู้ป่วยที่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะต้องได้รับการรักษาที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาปฏิเสธการปลูกถ่าย (rejection) เหล่านี้

การศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายด้วยกรรมวิธี azathioprine immunosuppression โดยลิกแนน Eleutheroside.E1 จากเซลล์เพาะเลี้ยงของ *Scorzonera hispanica* พบว่าลิกแนนชนิดนี้สามารถยับยั้บการสร้าง azathioprine ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีผลต่อปฏิกิริยาการต้านทานเซลล์ที่ถูกเปลี่ยนถ่าย (Khobrakova, et al., 2003) ลิกแนน Nemerosin และ isochaihulactone จากสารสกัด *Bupleurum scorzonerifolium* สามารถแสดงปฏิกิริยายับยั้บระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโดย ยับยั้งกระบวนการกระตุ้นการสร้าง CD28 ซึ่งอยู่ภายนอก T-cell นอกจากนั้นยังค้นพบว่าลิกแนนทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็น cytotoxin ต่อ T-cell ด้วยเช่นกัน (Cheng, et al., 2003)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารทั้งหมดนี้สรุปได้ว่า ชนิดพืชที่มีรายงานพบสารลิกแนนเป็นองค์ประกอบส่วนมากเป็นพืชล้มลุกชนิดที่มี วงจรชีวิตปีเดียว (annual) วงจรชีวิตมากกว่าสองปี (perennial) ตลอดจนไม้ชนิดสน (pines) ซึ่งลิกแนนที่พบเป็นลิกแนนกลุ่ม aryltetralins โดยมี podophyllotoxin เป็นชนิดลิกแนนในกลุ่มนี้ ที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือเป็นสารตั้งต้นในยารักษามะเร็ง โดยการศึกษานี้มีความสนใจในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยเฉพาะลิกแนนจากสารสกัดหยาบเมทานอลกลุ่มพืชไม้ยืนต้น และศึกษาฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์จากสารสกัดเพื่อเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์จากฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชไม้ยืนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุ เครื่องมือ สารเคมี และเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืชที่เป็นไม้ยืนต้น เก็บตัวอย่างในเขตพื้นที่ป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การทดลองภาคสนาม

2.1.1 มีดพร้า

2.1.2 กรรไกรตัดกิ่ง

2.1.3 ไม้บรรทัด

2.1.4 ถุงพลาสติกขนาด 24x35 เซนติเมตร

2.2 การทดลองภาคห้องปฏิบัติการ

2.2.1 เครื่องปั่นผสม (Homogenizer; Retch, Germany)

2.2.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven; Heraeus, Germany)

2.2.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง (Electronic scale; Satorius; Model PT 1200, Germany)

2.2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง (Electronic scale; Satorius; Model BP210D, Germany)

2.2.5 ตู้ควบคุมความชื้น (Dessicator; GLASWERK WERTHEIM, Germany)

2.2.6 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 และ 250 มิลลิลิตร (Erlenmayer flask; PYREX®, USA)

2.2.7 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pumps; GAST, USA)

2.2.8 ชุดเครื่องกรอง (Sartorius, Germany)

2.2.9 ขวดก้นกลม ขนาด 100 และ 500 มิลลิลิตร (Round bottom flask; PYREX®, USA)

2.2.10 เครื่องระเหยสารแบบหมุน ในระบบสุญญากาศ (Vacuum rotary evaporator; Resona; LABO ROTA 300, Germany)

2.2.11 แผ่นทีแอลซีอะลูมิเนียม (TLC aluminum sheet Silica gel 60 F254; Merck, Germany)

2.2.12 ชุดพ่นสารตรวจวัด (Reagent Sprayer; PYREX®, USA)

2.2.13 หลอดฉายแสงยูวี ขนาดความยาวคลื่น 254 nm (UV light; SPECTROLINE®; Model ENF-260C/FE, USA)

2.2.14 ตู้วิเคราะห์การเรืองแสง (Fluorescence analysis cabinet; SPECTROLINE®; Model CM-10, USA)

2.2.15 โถวางแผ่นทีแอลซี (TLC separating chamber; PYREX®, USA)

2.2.16 หลอดแก้วคาปิลาลี่ (Glass capillary tube; Alltech, UK)

2.2.17 กล้องถ่ายรูป (Digital camera; Fuji Finepix F480, Japan)

2.2.18 กระดาษกรอง (filter paper; Whatman no.1, England)

2.2.19 เข็มเขี่ยเชื้อ (Needle)

2.2.20 Cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง.6 มิลลิเมตร

2.2.21 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator; Sanyo, Japan)

2.2.22 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow; Astec Micro Flow; Mode 1800A, UK)

2.2.23 เครื่องดูดปล่อยสารอัตโนมัต (Autopipette; NICHIRYO; Model 5000, Japan)

2.2.24 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave; HIRAYAMA, Japan)

2.2.25 ปิเปตทิป ขนาด 0.1 มิลลิลิตร (0.1 ml Micro capillary pipettes tips)

2.2.26 แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)

2.2.27 เครื่องวัดกรด ด่าง (pH meter; Metrohm; Model 173, USA)

2.2.28 จานเพาะเชื้อ (Petridish)

2.2.29 ห่วงเขี่ยเชื้อ (Loop)

2.2.30 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator-shaker; Forma Sciencetific, Inc.; Model 4518, USA)

2.2.31 หลอดทดลอง (test tube) ขนาด 10 มิลลิลิตร

2.2.32 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (Vortex shaker) (Sciencetific industries, USA)

2.2.33 คีมปากคีบ (Forcep)

2.2.34 ชุดวัดจำนวนจุลินทรีย์ (Heamacytometer; boeco, Germany)

2.2.35 แท่งแก้วรูปตัวแอล (Spreader)

2.2.36 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope; OLYMPUS; Model CH30, Japan)

2.2.37 ช้อนตักสาร (Spatula)

2.2.38 แผ่นพีแอลซีแบบแก้ว (PLC Silica gel 60 F254 glass plate 5x10cm; Merck, Germany)

2.2.39 หลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร (1.5ml Microcentrifuge tube)

2.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

2.3.1 เมทานอล (Methanol (A.R. grade);LAB-SCAN, Ireland)

2.3.2 คลอโรฟอร์ม (Chloroform (A.R. grade);LAB-SCAN, Ireland)

2.3.3 กรดอะซิติก (Acetic acid (A.R. grade) ; LAB-SCAN, Ireland)

2.3.4 กรดไนตริก (Nitric acid (A.R. grade) ; LAB-SCAN, Ireland)

2.3.5 โพโดฟิลโลท็อกซิน (Podophyllotoxin ; Aldrich®, Germany)

2.3.6 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Potato dextrose agar (PDA)

2.3.7 อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Nutrient broth (NB)

2.3.8 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Nutrient agar (NA)

2.3.9 Antimicrobial susceptibility test discs (Kanamycin 30 µg/disc, Penicillin 10 µg/disc, Ampicillin 10 µg/disc) (OXOID®, UK)

2.3.10 น้ำกลั่น

2.4 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

2.4.1 เชื้อแบคทีเรีย

1) แบคทีเรียเปรียบเทียบ 1) *Staphylococcus aureus* (TISTR NO 118), 2) *Bacillus subtilis* (TISTR NO 008), 3) *Escherichia coli*(TISTR NO 780)

2) แบคทีเรียก่อโรคข้าว 1) *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, 2) *Xanthomo-nas oryzae* pv. *oryzicola*

2.4.2 เชื้อราก่อโรคข้าว *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* และ *Rhizoctonia solani*

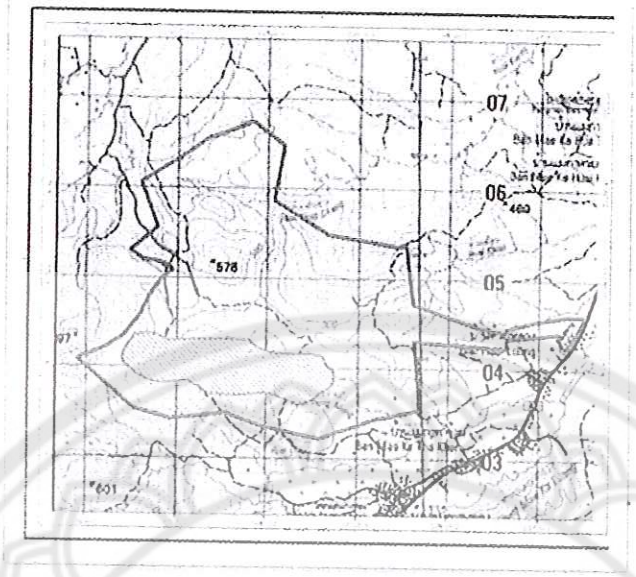
แผนการทดลอง

1. การทดลองที่ 1 การเก็บรวบรวมและจำแนกตัวอย่างพืช

1.1 งานภาคสนาม

การเก็บรวบรวมและจำแนกตัวอย่างพืช

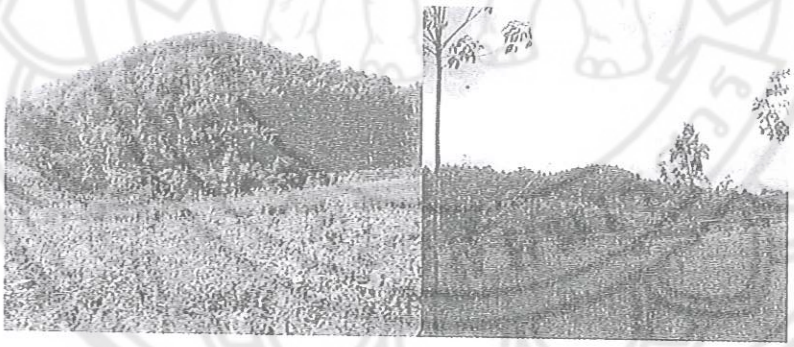
เก็บตัวอย่างไม้ยืนต้นจำนวน 80 ชนิด จากป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา โดยทำการเก็บตัวอย่างในแปลงวิจัย "โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา" (เสวียน et al., 2550) แยกส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ออกเป็น เปลือก ใบ และกิ่ง โดยในส่วนเปลือก ใช้มีดพร้าเฉาะเปลือกจากลำต้น ที่มีความสูงที่ระดับ 1 เมตรจากพื้นดิน ส่วนใบ เลือกเก็บจากกิ่งต่ำสุดของต้นไม้ โดยเก็บตัวอย่างใบจากส่วนปลายถึงส่วนกลางของกิ่งที่ใช้เก็บตัวอย่าง จากนั้น ตัดส่วนกิ่งออกเป็นท่อน ด้วยกรรไกรตัดกิ่ง โดยให้มีความยาวท่อนละ 10 เซนติเมตร ตัวอย่างพืชที่เก็บรวบรวมได้จะถูกบรรจุในถุงพลาสติกขนาด 25 x 32 เซนติเมตร แล้วมัดปากถุงด้วยหนังยาง จากนั้นจำแนกชื่อวงศ์ และชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชไม้ยืนต้นที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างได้ โดยยึดตามหนังสือ ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทยของเต็ม สมิตินันทน์ (2544) การเก็บตัวอย่างไม้ยืนต้นดำเนินการ ในเดือนมกราคม พ.ศ.2552



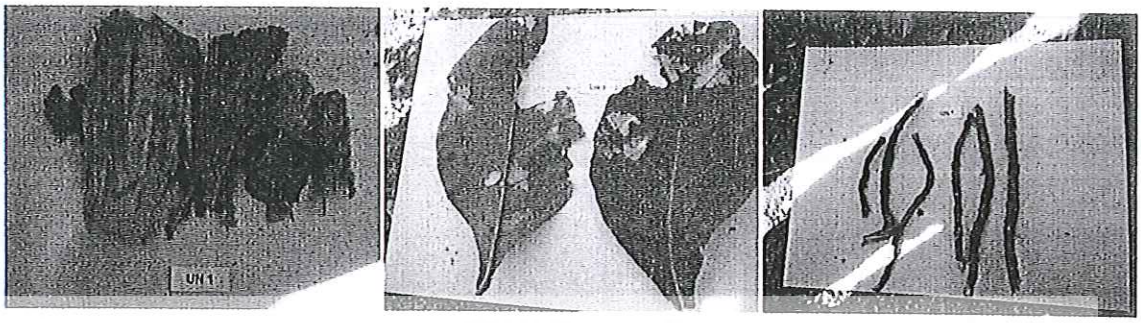
เขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา

พื้นที่ทำการวิจัย

ภาพ 12 แสดงเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา



ภาพ 13 แสดงเขตพื้นที่ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ใช้ในการวิจัย



เปลือก ใบ กิ่ง



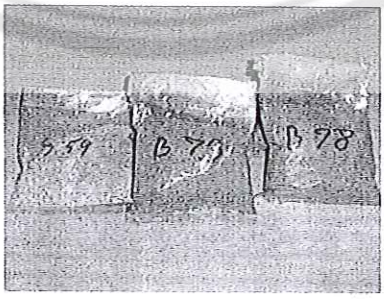
เปลือก ใบ กิ่ง

ภาพ 14 แสดงลักษณะการเก็บตัวอย่างไม้ยืนต้น

1.2 งานในห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

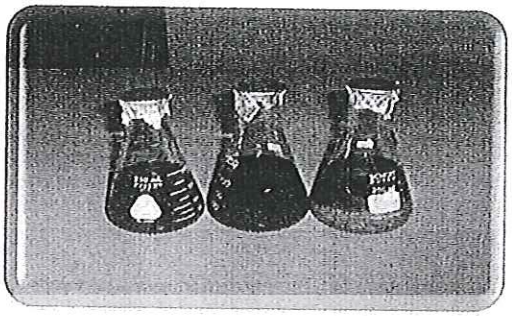
นำตัวอย่างพืช (เปลือก ใบ และกิ่ง) ที่เตรียมได้มาชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำตัวอย่างพืชมาอบ ด้วย ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จนกระทั่งได้น้ำหนักแห้งคงที่ แล้วทำการบันทึกน้ำหนักแห้ง และคำนวณร้อยละน้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างที่แห้งแล้วไปบดในเครื่อง homogenizer นาน 3 นาที จนกลายเป็นผง (ภาพ 21)



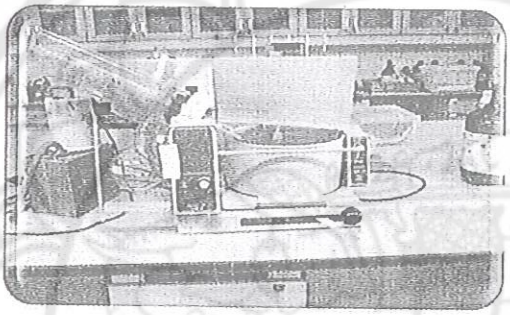
ภาพ 15 แสดงตัวอย่างพืชหลังจากการเตรียมให้เป็นผง

2. การทดลองที่ 2 การสกัดตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชที่เป็นผงปริมาณตัวอย่างละ 25 กรัม ใส่ลงใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร แช่ในเมทานอล (A.R. grade) ขนาด 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้น กรองสารสกัดเมทานอลด้วยชุดเครื่องกรอง พร้อมด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 พร้อมกับการดูดอากาศด้วยปั๊มสุญญากาศ (vacuum pumps) จากนั้นนำสารสกัดจากการกรองที่ได้ไประเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน ในระบบสุญญากาศ (Vacuum rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้สารสกัดหยาบ (crude extracts) จากนั้นทำการบันทึกน้ำหนักสารสกัด ลักษณะ และคำนวณร้อยละของสารสกัดต่อน้ำหนักแห้ง



ผงตัวอย่าง 25 กรัม/ตัวอย่าง สกัดด้วยเมทานอลปริมาณ 200 มิลลิลิตร

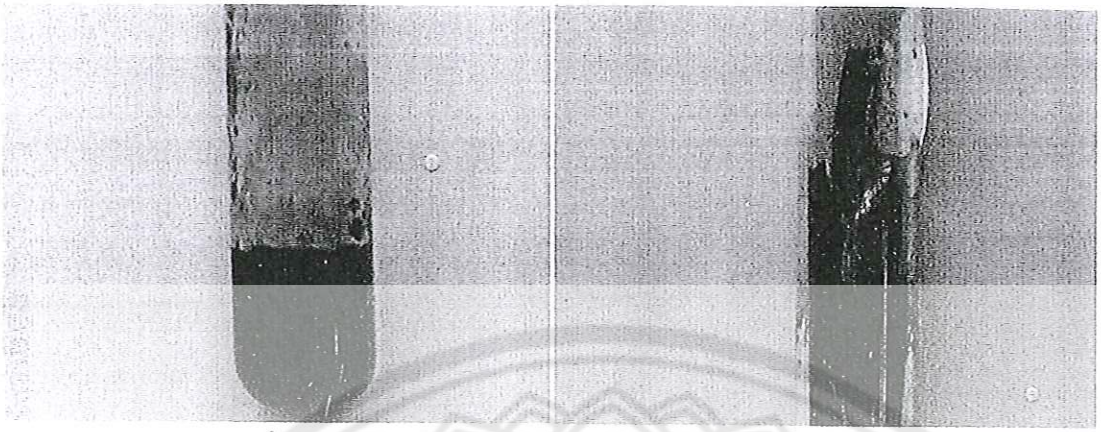


ระเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน ในระบบสุญญากาศ (Vacuum rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส



สารสกัดหยาบเมทานอล (Crude extracts)

ภาพ 16 แสดงการสกัดหยาบเมทานอลของตัวอย่างไม้ยืนต้น



ของเหลวข้น (gums) ตกผลึก (resins)

ภาพ 17 แสดงสถานะของสารสกัดหยาบเมทานอล



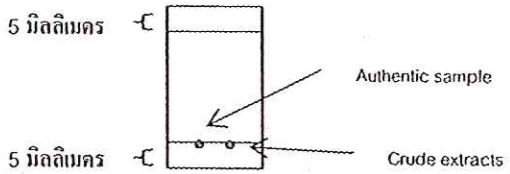
สีน้ำตาล สีแดง สีเขียว

ภาพ 18 แสดงสีของสารสกัดหยาบเมทานอล

3. การทดลองที่ 3 การคัดกรองลิกแนน

การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค Thin layer chromatography (TLC)

เตรียมแผ่นทีแอลซีอะลูมิเนียม (TLC aluminium sheet silica gel 60 F_{254}) ขนาด 5 x 3 ตารางเซนติเมตรพร้อมทั้งขีดเส้นตามแนวนอนของแผ่นทีแอลซีห่างจากปลายทั้งสองด้านด้านละ 5 มิลลิเมตร จากนั้นทำการ spot สารสกัด และสารตัวอย่างมาตรฐาน (authentic sample) คือ podophyllotoxin (ภาพ 18) ด้วยหลอดแก้วคาปิลาลี่ (glass capillary tube) บนแผ่น TLC ที่เตรียมไว้



ภาพ 19 แสดงลักษณะการ spot สารลงบนแผ่น TLC

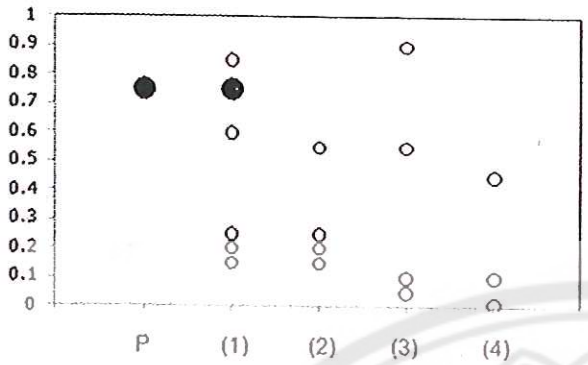
นำแผ่น TLC ที่จุดสารแล้วมาทำการแยกสาร (Developing) โดยวางแผ่น TLC ในโถวางแผ่นทีแอลซี (TLC chamber) ที่บรรจุสารตัวทำละลาย (Developing solvent) คือ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (10:1) v/v โดยปริมาณของตัวทำละลายอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งจุดสาร จากนั้นปิดฝา chamber เพื่อให้อากาศภายใน chamber อิ่มตัวด้วยไอของตัวทำละลาย ซึ่งจะทำให้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนได้เร็วขึ้น เมื่อตัวทำละลายเคลื่อนที่ถึงขีดบนของแผ่น TLC ให้นำแผ่น TLC ออกเพื่อไปตรวจหาแถบที่แยกได้ (band)

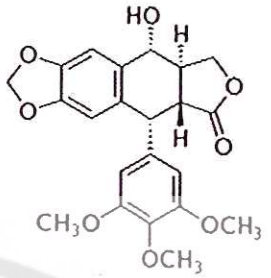
การตรวจหา band บนแผ่น TLC ที่ผ่านการ developing แล้ว ใช้วิธีการตรวจ 2 วิธี ดังนี้

1. ตรวจภายใต้แสง UV โดยการใช้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ทำการฉายแสงใน ตู้วิเคราะห์การเรืองแสง (Fluorescence analysis cabinet)

2. ตรวจโดยการทำปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ spraying reagent โดยการฉีดพ่นด้วยสารละลาย กรดอะซิติริก : กรดไนตริก (10:3) v/v ด้วย ชุดพ่นสารตรวจวัด (Reagent Sprayer) ทำให้แห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อตรวจหา band และสีของ band นั้น ๆ

เมื่อทำการตรวจหา band เรียบร้อยแล้ว จึงทำการวัดค่า R_f (Retention factor) ของ band ที่ได้ โดยใช้ค่า R_f และสังเกตุจากปฏิกิริยาการเกิดสีของ band ที่สอดคล้องกับสารมาตรฐานอัลดริลเทตราลินลิกแนนจะให้แถบสีแดง จนถึงสีน้ำตาลเข้มเป็นเกณฑ์ในการคัดกรองอัลดริลเทตราลินลิกแนน





Absorbant ; Silica gel 60 F_{254} aluminium plate
Developing solvent ; $CHCl_3$: MeOH = 10:1 (v/v)
Coloring reagent ; CH_3COOH : conc.HNO_3 = 10:3 (v/v)
UV light 254 nm

P= authentic sample : Podophyllotoxin
(1) สารสกัดใบเพกา
(2) สารสกัดเปลือกมะกอก
(3) สารสกัดใบรัง
(4) สารสกัดเปลือกลมอไทย

ภาพ 20 แสดง TLC Chromatogram of methanol extracts and podophyllotoxin

4. การทดลองที่ 4 การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์จากสารสกัดเมทานอลจากไม้ยืนต้นตัวอย่าง ด้วยวิธี Agar disc diffusion

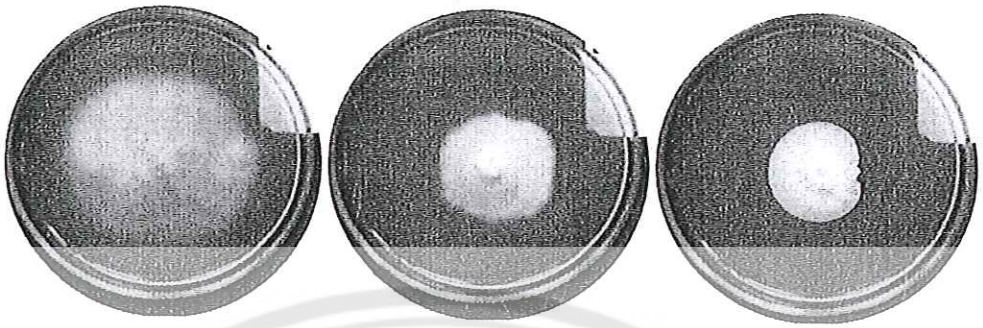
นำสารสกัดจำนวน 60 ชนิดที่คัดกรองพบลิกแนน จากการทดลองที่ 3 มาทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar disc diffusion (Baurer, et al., 1966)

4.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราสาเหตุโรคข้าวจากสารสกัดเมทานอลจากไม้ยืนต้นตัวอย่าง

ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Pyricularia oryzae* (โรคไหม้), *Bipolaris oryzae* (โรคใบจุดสีน้ำตาล) และ *Rhizoctonia solani* (โรคกาบใบแห้ง)

4.1.1 วิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อรา

เขี่ยเส้นใย (mycelium) ของเชื้อราจากหลอดหัวเชื้อ แล้วนำมาเลี้ยงบนอาหารแข็ง PDA (Potatoes dextrose agar) จากนั้นนำ *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* ไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วน *Rhizoctonia solani* ใช้เวลาในการบ่ม 24 ชั่วโมงเพื่อใช้เป็นเชื้อราเริ่มต้นที่ใช้ในการทดลอง เมื่อราเจริญเติบโตแล้ว (ภาพ 30-32) ใช้ cork borer ขนาด 6 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA แล้วย้ายไปวางบนอาหาร PDA ที่เตรียมไว้บน จานเพาะเลี้ยงเชื้อ (Petridish) เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป



Rhizoctonia solani *Bipolaris oryzae* *Pyricularia oryzae*

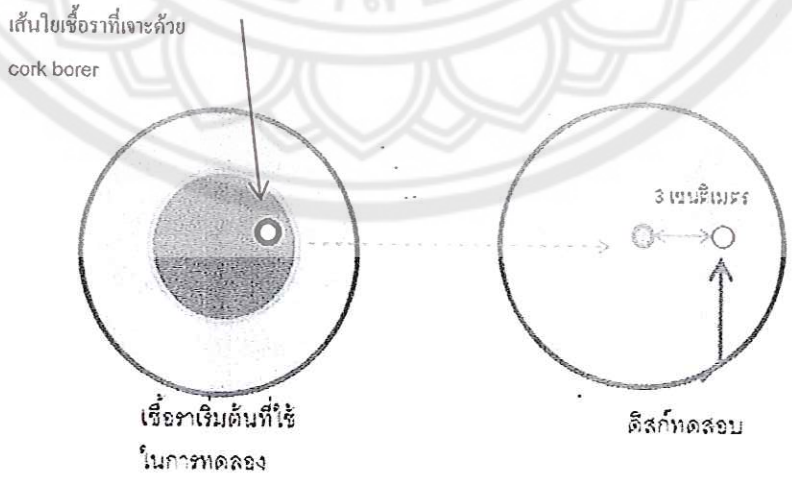
ภาพ 21 แสดงเส้นใยเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA

4.1.2 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา

ใช้ cork borer ขนาด 6 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยเชื้อรา แล้วย้ายไปวางบริเวณกึ่งกลาง ของ Petridish ที่มีอาหาร PDA วาง ดิสก์กระดาษกรอง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ไว้ถัดจากจุดที่วาง เชื้อราทดสอบ 3 เซนติเมตร จากนั้นหยดสารที่ใช้ในการทดลองด้วย autopipette ลงบนกระดาษกรอง ตัวอย่างละ 7 ไมโครลิตร

1) การทดลองที่เป็นตัวควบคุม ใช้แผ่น ดิสค์ ที่หยดด้วยเมทานอล, น้ำกลั่น และ ดิสค์ เปล่า

2) การทดลองชุดทดสอบ ใช้แผ่น ดิสค์ ที่หยดสารสกัดเมทานอลของส่วนต่าง ๆ ของไม้ยืนต้น ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Duru, et al., 2003)



ภาพ 22 แสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราด้วยวิธี Agar disc diffusion

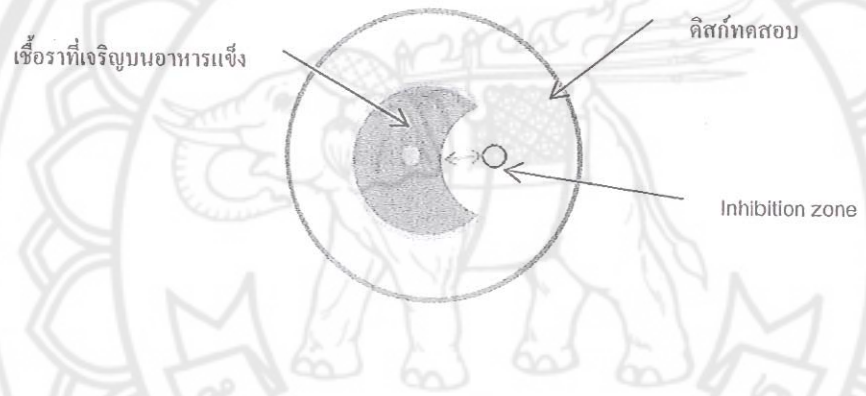
นำ Petri dish ที่ทำการทดสอบทั้งหมดบ่ม เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กรณี *R. solani* ใช้เวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทำการวัด Inhibition zone โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาจัดระดับฤทธิ์ต้านเชื้อรา (Hewitt and Vincent, 1989) ตามขนาดของ Inhibition zone ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

H = Highly effective (Inhibition zone ≥15 มิลลิเมตร)

I = Intermediately effective (Inhibition zone = 6-15 มิลลิเมตร)

L = Less effective (Inhibition zone = 2-5 มิลลิเมตร)

N = Non effective (Inhibition zone = 0 มิลลิเมตร)



ภาพ 23 แสดง inhibition zone ที่เกิดจากฤทธิ์ต้านเชื้อราของดิสก์ทดสอบ

4.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเมทานอลจากไม้ยืนต้นตัวอย่าง

แบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ 1) แบคทีเรียสาเหตุโรคในคน ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* 2) แบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว ได้แก่ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*

4.2.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

ชั่งเตรียมอาหาร NA (Nutrient Agar) เพื่อใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่นำมาศึกษา องค์ประกอบตามสูตรมาตรฐาน อาหารที่ใช้อยู่ในรูปของอาหารแข็ง (solid medium) และอาหารวุ้นเอียง (slant) ก่อนนำอาหารแข็งมาใช้งานให้นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

4.2.2 วิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

วิธีการทำให้แบคทีเรีย active โดยการนำเชื้อแบคทีเรียไปเลี้ยงในอาหารเหลวชนิด NB (Nutrient broth)ปริมาณ 20 มิลลิลิตรที่บรรจุใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่ตู้ Shaker ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเชื้อแบคทีเรียที่บ่มแล้วมาทำ Cross streak ด้วย loop เพื่อหาโคโลนีเดี่ยว บนอาหาร NA ใน Petridish ที่ผ่านการบ่มมาแล้ว เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ (pure culture) นำโคโลนีเดี่ยวที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหาร NA มา streak บนอาหารวุ้นเอียง (NA slant) บ่มข้ามคืน เก็บไว้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการทดสอบ (starter material) เขี่ยเชื้อจากอาหารวุ้นเอียง 1-2 loop เลี้ยงในอาหารเหลว NB บ่มข้ามคืน เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อที่บ่มได้ไปทำการนับจำนวนเซลล์ เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมในการทดสอบต่อไป

4.2.3 วิธีการนับจำนวนเซลล์แบคทีเรีย

นำเชื้อแบคทีเรียที่ผ่านการบ่ม 18 ชั่วโมงแล้วมาทำ Serial dilution เพื่อเจือจางเซลล์จนได้ปริมาณเซลล์ $5x10^8$ เซลล์/มิลลิลิตร ทำการนับจำนวนเซลล์ใน heamacytometer ระยะห่างระหว่าง chamber ถึง cover slip เท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า คำนวณปริมาตรที่มีปริมาณเซลล์เท่ากับ $5 x10^8$ เซลล์ นำไป spread ด้วยแท่งแก้วรูปตัวแอล ลงบนอาหารใน Petri dish ที่จะทำการทดสอบ

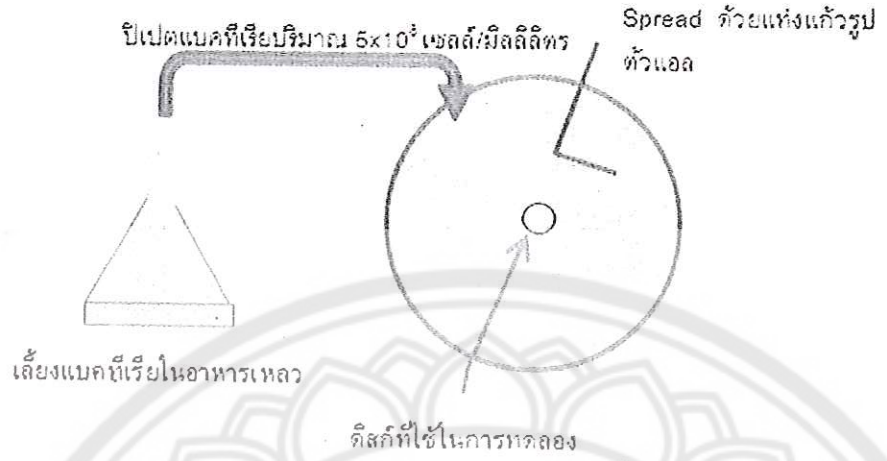
4.2.4 วิธีการทดสอบหาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย

เพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวน เซลล์ $5x10^8$ เซลล์/มิลลิลิตร โดยการ spread ด้วยแท่งแก้วรูปตัวแอลบนอาหารแข็ง เมื่อเชื้อแห้งแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1) การทดลองที่เป็นตัวควบคุม เตรียมโดยใช้แผ่น ดิสค์ ที่มียาปฏิชีวนะ (Antimicrobial susceptibility test discs) 3 ชนิดคือ Kanamycin 30 ไมโครกรัม/ดิสค์, Ampicillin10 ไมโครกรัม/ดิสค์, Penicillin, methanol 10 ไมโครกรัม/ดิสค์ จากบริษัท OXOID®, UK, เมทานอล, น้ำกลั่น และดิสค์เปล่า

2) การทดลองชุดทดสอบ คือ ดิสค์ ชุบสารสกัดเมทานอลของส่วนต่าง ๆ ของไม้ยืนต้น ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 7 ไมโครลิตร/ดิสค์

ทำการทดลองโดยใช้เชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดมาทดสอบกับสารสกัดที่นำมาทดสอบ การทดลองละ 3 ซ้ำ



ภาพ 24 แสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วยวิธี Agar disc diffusion

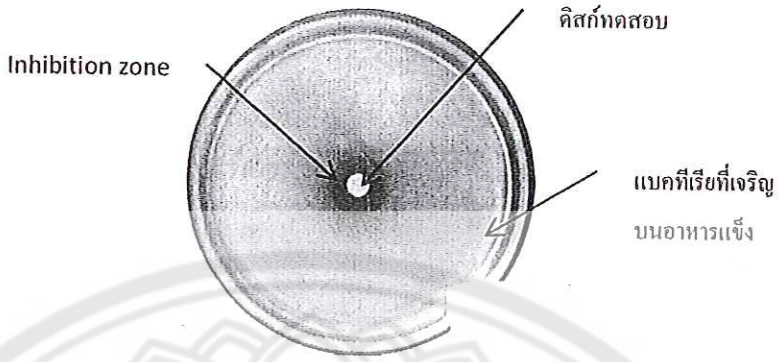
นำ Petri dish ที่ทำการทดสอบทั้งหมดบ่มข้ามคืน เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำมาทำการวัด Inhibition zone โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาจัดระดับฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Hewitt and Vincent, 1989) ตามขนาดของ Inhibition zone ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

H = Highly effective (Inhibition zone ≥15 มิลลิเมตร)

I = Intermediately effective (Inhibition zone = 6-15 มิลลิเมตร)

L = Less effective (Inhibition zone = 2-5 มิลลิเมตร)

N = Non effective (Inhibition zone = 0 มิลลิเมตร)



ภาพ 25 แสดง inhibition zone ที่เกิดจากฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของดิสก์ทดสอบ

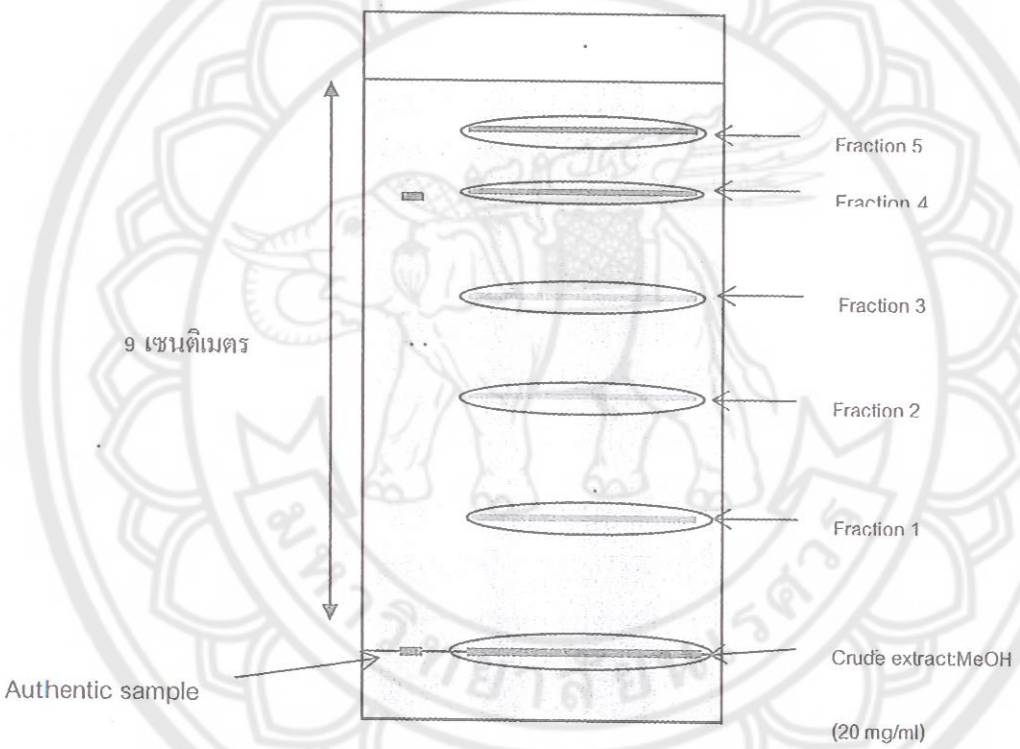
5. การทดลองที่ 5 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จาก Fraction ของสารสกัด

ทำการคัดเลือกสารสกัดจากการทดลองที่ 4 ที่มีฤทธิ์ยับยั้งได้เทียบเคียงกับยาปฏิชีวนะมาทำการ fraction ด้วยวิธี PLC (Preparative layer chromatography)

5.1 การ fractionation สารสกัด

หลังจากการทดสอบในระดับคัดกรอง พบสารสกัดหยาบเมทานอลจากไม้ยืนต้นที่แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว ที่มีฤทธิ์ต้านดีกว่ายาปฏิชีวนะ และเนื่องจากสารสกัดหยาบเป็นส่วนผสมของสารหลายกลุ่ม เพื่อทำการแยกสารผสมให้บริสุทธิ์ขึ้น และเพื่อแยกสารลิกแนนออกจากสารกลุ่มอื่น ๆ จึงนำสารสกัหยาบเมทานอลมาทำการ fraction บนแผ่น PLC (ขนาด 5x10 เซนติเมตร) โดยมีวิธีการดังนี้ ชั่งสารสกัดตัวอย่างละ 20 มิลลิกรัม แล้วนำไปละลายในเมทานอล 1 มิลลิลิตร แล้วทำการขีดสารสกัดที่ละลายแล้วด้วยหลอดแก้วคาปิลาลี่ลงบนแผ่นแผ่นพีแอลซีแบบแก้ว (PLC Silica gel 60 F_{254} glass plate 5x10 cm) ขีดให้เส้นหนาไม่เกิน 8 มิลลิเมตร โดยไม่ขูดเอาตัวดูดซับออก ขีดซ้ำจนสารสกัดหมด จากนั้น จุด authentic sample (podophyllotoxin) ลงบนแผ่น PLC ที่มีการขีดเส้นห่างจากปลายทั้งสองด้าน ๆ ละ 1 เซนติเมตร (ภาพ 25) นำแผ่น PLC ที่ขีดสารแล้วไปทำการ Developing ด้วย Developing solvent (คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (10:1) v/v) ใน beaker ขนาด 600 มิลลิลิตร แล้วทำการปิดปาก beaker ด้วยอะลูมิเนียมฟรอยด์ขณะทำการแยกสาร เมื่อ developing solvent เดินไปถึงขีดที่กำหนด ใช้ forcep คีบแผ่น PLC ออกจาก beaker ที่ทำการ developing จากนั้นนำมาทำการตรวจหาแถบสาร (fraction) โดยตรวจภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ทำการฉายแสงใน Fluorescence analysis cabinet พร้อมกับทำเครื่องหมายบริเวณแถบเหล่านั้น เมื่อตรวจหาแถบ

สารได้แล้วนำมาวัดค่า R_f จากนั้นใช้ช้อนตักสาร(spatula) ตักเนื้อsilica gel บริเวณแถบที่ทำเครื่องหมายไว้ทุกแถบนำเนื้อ silica gel ของแต่ละแถบที่ขูดได้มาแยกแช่ด้วยเมทานอล 10 มิลลิลิตร ใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยอะลูมิเนียมฟรอยด์ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วทำการกรอง และแยกส่วนกากออกด้วยกระดาษกรอง นำส่วนที่กรองได้ใส่ใน round bottom flask ขนาด 100 มิลลิลิตร นำไประเหยแห้งด้วย rotary evaporator ทำการระเหยกระทั่ง เมทามอลระเหยออกไปจนหมดเหลือเป็นสารสกัด รวมสารสกัดที่ได้บรรจุใน หลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์ (Microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เพื่อการทดลองต่อไป



Authentic sample : Podophyllotoxin

Fraction 4 : Corresponding fraction to aryltetralin lignans

Fraction 1, 2, 3, 5 : unidentified compounds

ภาพ 26 แสดงการ fractionation สารสกัดหยาบเมทานอลของไม้ยืนต้นที่คัดกรองได้บนแผ่น PLC

5.2 การหาค่า MIC (Minimal Inhibiting Concentration)

MIC คือ ปริมาณความเข้มข้นสารต่ำสุดที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ในระดับ *in vitro* ในการศึกษานี้ทำการทดลองโดย ทำการเจือจางสารสกัด fraction ให้มีความเข้มข้น 6 ระดับ ได้แก่ 100, 300, 500, 700, 900 และ 1000 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม จากนั้นนำสารสกัด fraction ที่เจือจางแล้วไปทำการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Andrews, 2001) เพื่อหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถต้านแบคทีเรีย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ศึกษาในการทดลองทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ โดยวัดจากค่า inhibition zone (mm.) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกผลการศึกษาเป็นค่า mean±S.E. จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และความแตกต่างตามวิธี Duncan multiple range test (DMRT) ที่ความแตกต่างในระดับ $p<0.05$ คำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5 for Windows

การบันทึกข้อมูล

1. ร้อยละน้ำหนักแห้ง

บันทึกน้ำหนักของตัวอย่างพืชทั้งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่ผ่านการอบแล้ว มาคำนวณหาร้อยละน้ำหนักแห้งตามสูตร

$$\text{ร้อยละน้ำหนักแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2. ร้อยละน้ำหนักสารสกัด

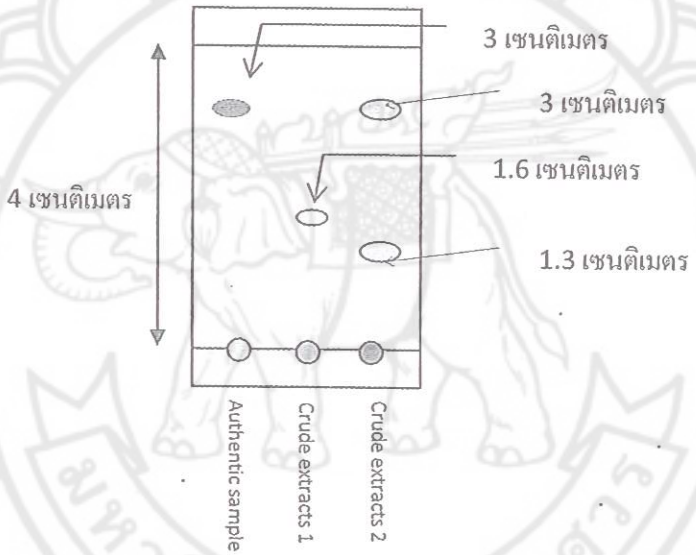
บันทึกน้ำหนักสารสกัดที่ผ่านการระเหยแห้งด้วยเครื่อง Vacuum rotary evaporator แล้ว มาคำนวณกับน้ำหนักผงของตัวอย่างพืชที่นำมาใช้สกัด (25 กรัม) เพื่อหาค่าร้อยละน้ำหนักสารสกัดตามสูตร

$$\text{ร้อยละน้ำหนักสารสกัด} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัด} \times 100}{\text{น้ำหนักผงของตัวอย่างพืชที่นำมาใช้สกัด (25 กรัม)}}$$

3. ค่า R_f (Retention Factor)

บันทึก ระยะทางที่ band ของสารเคลื่อนที่ (เริ่มจากจุดที่ทำการ spot ถึง กึ่งกลางของ band) มาคำนวณกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ เพื่อหาค่า R_f ตามสูตร

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)}}$$



$\therefore R_f$ authentic sample = 3/4 = 0.75

R_f crude extracts 1 (bandที่ 1.6 เซนติเมตร) = 1.6/4 = 0.4

R_f crude extracts 2 (bandที่ 1.3 เซนติเมตร) = 1.3/4 = 0.325

R_f crude extracts 2 (bandที่ 3 เซนติเมตร) =3/4 = 0.75

ภาพ 27 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยวิธี Thin layer chromatography

4. ค่า inhibition zone

ทำการวัดโดยใช้ไม้บรรทัดวัด inhibition zone บริเวณจุดกึ่งกลางของ ดิสค์ ที่ใช้ทดสอบ ทั้งแนวตั้งและแนวนอน มาคำนวณตามสูตร

$$\text{Inhibition zone} = \frac{\text{ความยาวแนวตั้งของ clear zone} + \text{ความยาวแนวนอนของ clear zone} - 6}{2}$$

(6 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดิสก์ทดสอบ (มิลลิเมตร))

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการ 24 เดือน (เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553)

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การเก็บรวบรวม และจำแนกตัวอย่างพืช

พืชตัวอย่างที่เก็บมาจากมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา สามารถเก็บตัวอย่างพืชไม้ยืนต้นได้ 80 สปีชีส์ แบ่งตามวงศ์ได้ 32 วงศ์ โดยวงศ์ที่พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดคือวงศ์ Leguminosae-Papilionoideae 9 สปีชีส์ รองลงมาคือ Rubiaceae, Euphorbiaceae และ Anacardiaceae จำนวนวงศ์ละ 8, 6 และ 5 สปีชีส์ ตามลำดับ ส่วนวงศ์ Dipterocarpaceae ซึ่งเป็นไม้เด่นในป่านี้มี 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Shorea obtusa* Wall. ex Blume (เต็ง), *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. (พลวง), *Shorea siamensis* Miq. (รัง), *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. & ex Miq. (เหียง)

ตาราง 2 แสดงรายชื่อตัวอย่างพืชที่เก็บตัวอย่างมาศึกษา แสดงวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์ และชื่อพื้นเมือง

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
Anacardiaceae	*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.	กุ๊ก
	Spondias pinnata (L.f.) Kurz	มะกอก
	Buchanania lanzan Spreng.	มะม่วงหัวแมงวัน
	Semecarpus anacardium L.f.	รักขน
	Gluta usitata (Wall.) Ding Hou	รักใหญ่
Annonaceae	*Goniothalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban	ปอขี้แฮด
Araliaceae	*Heteropanax fragrans* (Roxb. ex DC.) Seem.	อ้อยช้าง
Asclepiadaceae	*Cryptolesis buchanani* Roem&Schult.	เถาเอนอ่อน

ตาราง 2 (ต่อ)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
gnoniceae	*Radermachera irnea* (Kurz) Steenis	กาสะลองคำ
	Stereospermum neuranthum Kurz	แคดอกลาย
	Stereospermum colias (Buch.-Ham. Ex Dillwyn) Mabb	แคทราย
	Oroxylum indicum (L.) Kurz	เพกา
Bombacaceaė	*Bombax anceps* Pierre var. anceps	งิ้วป่า
Burseraceae	*Garuga pinnata* Roxb.	ตะคร้ำ
	Canarium subulatum Guillaumin	มะเกิ้ม
	Protium serratum Engl.	มะแฟน
Celastraceae	*Celastrus paniculata* Willd.	มะแตกเครือ
Combretaceae	*Lagerstroemia duperreana* Pierre ex Gagnep	ตะแบกเปลือกบาง
	Terminalia mucronata Craib & Hutch.	ตะแบกเลือด
	Terminalia alata Heyne ex Roth	รกฟ้า
	Terminalia chebula Retz. Var. chebula	สมอไทย
Dilleniaceae	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	ส้าน
	Dilenia pentagyna Roxb.	ส้านใหญ่
Dipterocarpaceae	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	เต็ง
	Dipterocarpus tuberculatus Roxb.	พลวง
	Shorea siamensis Miq.	รัง
	Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. & ex Miq.	เหียง
Ebenaceae	*Diospyros ehretioides Wall. ex. G.Don*	ตับเต่า
Ericaceae	*Craibiodendron stellatum* (Pierre) W.W.Sm	ดาวราย
	Vaccinium sprengelii (G.Don.) Sleumer	ส้มปี้

ตาราง 2 (ต่อ)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
Euphorbiaceae	*Bridelia retusa* (L.) A.Juss.	เปาหนาม
	Glochidion hirsutum (Roxb.) Voigt	ผักขี้มด
	Phyllanthus emblica L.	มะขามป้อม
	Antidesma acidum Retz.	มะเม่าสาย
	Balakata baccata (Roxb.) Esser	สลีน่ก
	Aporosa villosa (Wall. Ex Lindl.) Baill.	เหมือดหลวง
Flacourtiaceae	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.	ตะขบป่า
Guttiferae	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer subsp. Pruniflorum (Kurz) Gogel	ติ้ว
Irvingiaceae	*Irvingia malayana* Oliv. Ex A.W.Benn.	กระบก
Juglandceae	*Engelhardtia spicata Blume var. colebrookeana* (Lindl ex. Wall) Kuntze	ค่าหด
Labiatae	*Vitex peduncularis* Wall. Ex Schauer	กาสามปีก
	Vitex pinnata	ตีนนก
Labiatae	*Tectona grandis* L.f.	สัก
	Premna tomentosa Willd.	สักขี้ไก่
Leguminosae-Caesalpiniodeae	*Cassia fistula* L.	คูน
Leguminosae-Mimosoideae	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth	ก้างขี้มอด
	Albizia chinensis (Osbeck) Merr.	ก้างหลวง
	Xylia xylocarpa (Roxb.) Taub.	แดง
	Albizia lebbeck (L.) Benth.	พฤกษ์
	Acacia catechu (L.f.) Willd.	สีเสียด

ตาราง 2 (ต่อ)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
Leguminosae-	*Dalbergia velutina* Benth	เครือปี้
Papilionoideae	*Indigofera caloneura* Kurz	ครามป่า
	Dalbergia dongnaiensis Pierre	เก็ดแดง
	Millettia extensa Benth.	เครือพันขวา
	Spatholobus parviflorus (DC.) Kuntze	เครือพันซ้าย
	Millettia pachycarpa Benth.	เครือไหล
	Erythrina subumbrans (Hassk.) Merr.	ทองหลางป่า
	Pterocarpus macrocarpus Kurz	ประดู่
	Dalbergia cana Graham ex Kurz	ปี้พง
Lythraceae	*Lagerstroemia macrocarpa* Wall.	อินทนินบก
Meliaceae	*Walsura robusta* Roxb.	ขี้อ้าย
	Chukrasia tabularis A. Juss.	ยมหิน
Moraceae	*Ficus sp.*	มะเดื่อ
	Artocarpus lacucha Roxb.	มะหาด
Myrtaceae	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Peter G. Wilson & J.T. Waterh. Var. *rufescens* (Hence) J.Parn.&Nic Lughadha	เคาะ
	Syzygium albiflorum(Duthie & Kurz) Bahadur & R.C.Guar	มะห้า
	Syzygium cumini (L.) Skeels	หว้า
Ochnaceae	*Ochna intergerrima* (Lour.) Merr.	ตานเหลือง
Opiliaceae	*Melientha suavis* Pierre	ผักหวานป่า

ตาราง 2 (ต่อ)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
Rubiaceae	*Haldina cordifolia* (Roxb.) Ridsdale	กว้าว
	Wendlandia tinctoria (Roxb.) DC.	แข้งกวาง
	Gardenia obtusifolia Roxb. Ex Kurz	คำมอกน้อย
	Gardenia coronaria Buch.-Ham.	คำมอกหลวง
	Catunaregam tomentosa (Blume ex DC.) Tirveng.	เค็ด
	Mitragyna rotundifolia (Roxb.) Kuntze	ตุ้มกว้าว
	Dioecrescis erythroclada (Kurz.) Tirveng.	มะคังแดง
	Morinda coreia Ham.	ยอป่า
Sapindaceae	*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken.	ตะคร้อ
Strychnaceae	*Strychnos nux-vomica* L.	แสลงใจ
Tiliaceae	*Colona flagrocarpa* Craib var. siamica Craib	ปอยาบ

ตัวอย่างพืชที่นำมาศึกษาทั้งหมด 141 ตัวอย่าง จากพืช 80 สปีชีส์ (ตาราง 3) แบ่งเป็นเปลือก 70 ตัวอย่าง ใบ 54 ตัวอย่าง กิ่ง 17 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อทำการอบแห้งแล้ว จะมีร้อยละน้ำหนักแห้งอยู่ที่ 20-78% โดยในส่วนของเปลือก พบว่า กว้าว มีร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือ 20% และรกฟ้า มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 78% ส่วนของใบ พบว่า ผักหวานป่า มีร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือ 23% และรักใหญ่ มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 78% ในส่วนของกิ่งพบว่ามีความแตกต่างกันของร้อยละน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเปลือก และใบ โดยมีร้อยละน้ำหนักแห้งอยู่ที่ 32-58.7% โดย กว้าว มีร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือ 32% และรกฟ้า มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 58.7%

ตาราง 3 แสดงชื่อพื้นเมือง ส่วนที่นำมาสกัด น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และร้อยละน้ำหนักแห้งของพืชตัวอย่าง

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
1. กุ๊ก	เปลือก	450	170.8	37.96
	กิ่ง	345.3	114.3	33.10
2. มะกอก	เปลือก	144.7	38.6	26.676
3. มะม่วงหัวแมงวัน	เปลือก	453.3	172.7	38.10
4. รักขน	เปลือก	290.8	150.2	51.65
	กิ่ง	195	137.6	70.56
5. รักใหญ่	เปลือก	413.3	138.1	33.41
	ใบ	213.5	168	78.69
6. ปอขี้แฮด	เปลือก	525	280.5	53.43
7. อ้อยช้าง	เปลือก	153.8	57.1	37.13
	ใบ	282.8	180.6	63.86
8. เถาเอนอ่อน	กิ่ง	659	219.7	33.34
9. กาสะลองคำ	เปลือก	321.4	124.1	38.61
	ใบ	82.4	38.6	46.2
10. แคดอกลาย	เปลือก	510.8	250	48.94
11. แคทราย	เปลือก	587.7	303.2	51.59
12. เพกา	เปลือก	142.7	56.7	39.73
	ใบ	94	31	33
13. งิ้วป่า	เปลือก	273.1	94.8	34.71
14. ตะคร้ำ	เปลือก	290	90.6	31.24
	ใบ	233	108.8	46.70
	กิ่ง	353.8	128.8	36.40
15. มะเกิ้ม	เปลือก	375	180	48.00
	ใบ	128.1	83.1	64.87

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
16. มะแฟน	เปลือก	534.7	263.8	49.34
	ใบ	201.7	133	65.94
17. มะแตกเครือ	เปลือก	186.4	121.9	65.40
18. ตะแบกเปลือกบาง	เปลือก	94.6	47.3	50
19. ตะแบกเลือด	เปลือก	155.6	56.2	36.12
20. รกฟ้า	เปลือก	340	265.7	78.15
	ใบ	368.9	148.1	40.15
21. สมอไทย	เปลือก	470	328.1	69.81
	ใบ	109.8	52.1	47.45.
22. ส้าน	เปลือก	407.7	152.8	37.48
23. ส้านใหญ่	เปลือก	125	32.33	25.86
	ใบ	68.9	36.1	52.39
24. เต็ง	เปลือก	90.2	41.7	46.23
25. พลวง	เปลือก	519.1	274.6	52.90
26. รัง	เปลือก	103.9	69.1	66.51
	ใบ	94	33.24	35.37
27. เหียง	เปลือก	423.2	278.1	65.71
	ใบ	150	109.7	73.13
28. ตับเต่า	ใบ	146.9	61.6	41.93
29. ดาวราย	เปลือก	379.1	269.2	71.01
	ใบ	213.9	103.6	48.43
30. ส้มปี้	ใบ	233.1	61.8	26.51
	กิ่ง	191	77.2	40.42
31. เปาหนาม	เปลือก	490.8	363.5	74.06
	ใบ	111.4	49.7	44.61

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
32. ผักขี้มด	ใบ	328.1	155.8	47.49
	กิ่ง	265.7	127.2	47.87
33. มะขามป้อม	เปลือก	110	54.48	49.53
	ใบ	46.5	29.8	64.09
34. มะเม่าสาย	เปลือก	107.8	52	48.24
	ใบ	243.2	49.2	20.23
35. สลีนก	เปลือก	416.3	229.2	55.06
	ใบ	176.4	81	45.92
	กิ่ง	312.6	149.2	47.73
36. เหมือดหลวง	เปลือก	314.7	212.3	67.46
37. ตะขบป่า	เปลือก	191	83.3	43.61
	ใบ	221.6	132.1	59.61
38. ติ้ว	เปลือก	378.2	266.1	70.36
	ใบ	181.2	95.6	52.76
39. กระบก	เปลือก	114.5	72.4	63.23
	ใบ	82	32.8	40.05
40. ค่าหด	เปลือก	520	339.3	65.25
41. กาสามปีก	ใบ	84.7	38.7	45.69
42. ตีนนก	ใบ	35	14.3	40.86
43. สัก	เปลือก	527.2	196.9	37.35
	ใบ	93.4	41.7	44.65
44. สักขี้ไก่	เปลือก	469.3	260	55.40
45. คูน	เปลือก	200	68.8	34.40
	ใบ	100	32.2	32.20

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
46. ก่างขี้มอด	เปลือก	648.5	364.7	56.24
	ใบ	72.3	33.9	46.89
47. ก่างหลวง	เปลือก	468	197.5	42.20
	ใบ	471.8	166.5	35.29
48. แดง	เปลือก	108.2	52.3	48.34
49. พฤกษ์	เปลือก	93.8	40.6	43.28
	ใบ	134.2	37.5	27.94
	กิ่ง	80	26.88	33.61
50. สีเสียด	ใบ	68.7	37.9	55.17
	กิ่ง	172.5	99.5	57.68
51. เครือปี้	เปลือก	397.4	171	43.03
	ใบ	285.5	102.9	36.04
	กิ่ง	192.2	93	48.39
52 คราม่ป่า	ใบ	140.4	69.3	49.36
53. เก็ดแดง	เปลือก	124	60	48.38
54. เครือพันขวา	ใบ	148.2	99.7	67.27
	กิ่ง	109.2	64.1	58.70
55. เครือพันซ้าย	เปลือก	371.7	117.4	31.58
	ใบ	153.8	80.2	52.15
56. เครือไหล	ใบ	96	38.82	40.44
	กิ่ง	141	70	49.6
57. ทองหลางป่า	เปลือก	154	102	66.2
	ใบ	72	28.7	39.8
58. ประดู่	เปลือก	90	27.5	30.56
59. ปี้พง	เปลือก	533.6	261	48.91

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
60. อินทนินบก	เปลือก	92.1	34.6	37.56
	ใบ	105	39.44	37.57
61. ขี้อ้าย	เปลือก	402.7	194.6	48.32
	ใบ	225.1	117.8	52.33
62. ยมหิน	เปลือก	691.5	496.7	71.83
63. มะเดื่อ	เปลือก	148.90	41.80	28.07
	ใบ	241	93.48	38.79
64. มะหาด	เปลือก	523.8	225.9	43.13
65. เคาะ	เปลือก	111.80	75.50	67.53
	ใบ	95	25.48	26.83
66. มะห้า	เปลือก	418.6	190	45.39
	ใบ	348.3	127.8	36.69
67. หว้า	เปลือก	211.5	70.5	33.33
	ใบ	178	63	35.39
68. ตานเหลือง	เปลือก	119.5	84.1	70.38
	ใบ	94	64.8	68.98
69. ผักหวานป่า	เปลือก	76.80	43.90	57.16
	ใบ	121.2	25.30	20.87
	กิ่ง	85.3	51.1	59.90
70. กว้าว	เปลือก	335	78.6	23.46
	ใบ	168	76.2	45.36
	กิ่ง	205	66	32.20
71. แข้งกวาง	เปลือก	300	174	58.00
	ใบ	148.3	90.4	60.96
72. คำมอกน้อย	เปลือก	387.5	175.7	45.34

ตาราง 3 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
73. คำมอกหลวง	เปลือก	84.2	36.9	43.82
	ใบ	152	80.5	52.96
74. เค็ด	เปลือก	155.3	75	48.29
	ใบ	87.5	44.40	50.76
	กิ่ง	168.2	95	56.48
75. ตุ้มกว้าว	เปลือก	543	178.3	32.84
	ใบ	127.1	46.6	36.66
76. มะคังแดง	เปลือก	293.8	142.1	48.37
	ใบ	279.3	170.2	60.94
	กิ่ง	375.3	196.1	52.25
77. ยอป่า	เปลือก	76.4	42.5	55.63
	ใบ	246.5	75.6	30.67
78. ตะคร้อ	เปลือก	52.6	26.7	50.76
	ใบ	143.5	60.77	42.35
	กิ่ง	268.1	152.8	56.99
79. แสลงใจ	เปลือก	145.7	53.6	36.79
	ใบ	222.3	101.9	45.84
80. ปอยาบ	เปลือก	410	183.3	44.71

การทดลองที่ 2 การเตรียมสารสกัดหยาบเมทานอลจากตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชมาบดผง จากนั้นนำผงตัวอย่างพืช 25 กรัม/ตัวอย่าง มาสกัดด้วยเมทานอล ปริมาณ 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายออกจนหมด ได้สารสกัดหยาบ (ตาราง 4) ผลปรากฏว่าสีของสารสกัดมักมีสีน้ำตาล-ดำ น้ำตาล-แดง เขียวเข้ม และแดงเข้ม ส่วนสถานะของสารสกัดมักเป็นของเหลวข้น และเป็นของแข็ง ซึ่งสมบัติทางกายภาพของสารสกัดที่กล่าวมานี้เป็นผลมาจากพิกเมนต์ในชิ้นส่วนของพืชตัวอย่าง

ร้อยละของสารสกัดส่วนมากจะมีค่าน้อยกว่า ร้อยละ 10 โดยสารสกัดเปลือกของกว้าว และปอยาบให้ค่าต่ำสุดคือ ร้อยละ 2.1 และ 2.5 ตามลำดับ ยกเว้นสารสกัดจากใบตัวอย่างพืชบางชนิดมีค่าร้อยละของสารสกัดมากถึงร้อยละ 30-50 เช่น รักใหญ่ เปาหนาม ตะขบป่า ครามป่าเป็นต้น ส่วนสารสกัดใบจากมะแฟนมีค่ามากถึงร้อยละ 61.25

ตาราง 4 แสดงชื่อพื้นเมือง ส่วนของพืชที่นำมาสกัด สี ลักษณะ น้ำหนัก และร้อยละของสารสกัดหยาบเมทานอล

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	สีของสารสกัด	ลักษณะสารสกัด	น้ำหนักสารสกัด(g)	ร้อยละสารสกัด
1. กุ๊ก	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	2.06	8.25
	กิ่ง	น้ำตาล	ของเหลวข้น	1.80	7.21
2. มะกอก	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	3.04	12.17
3. มะม่วงหัวแมงวัน	เปลือก	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	2.45	9.78
4. รักขน	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	2.16	8.65
	กิ่ง	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.59	6.35
5. รักใหญ่	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	1.19	4.76
	ใบ	เขียวเข้ม	เหนียว	12.56	50.25
6. ปอขี้แฮด	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	2.28	9.1
7. อ้อยช้าง	เปลือก	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	1.03	4.13
	ใบ	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	7.61	30.45
8. เถาเอนอ่อน	กิ่ง	น้ำตาลแดง	เหนียว	1.78	7.12
9. กาสะลองคำ	เปลือก	เหลืองเข้ม	ของเหลว	1.38	5.51
	ใบ	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	8.92	35.67
10. แคดอกลาย	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.69	6.75
11. แคทราย	เปลือก	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	1.53	6.1
12. เพกา	เปลือก	น้ำตาล	ของเหลว	1.24	4.95
	ใบ	เหลืองเข้ม	ของเหลว	2.80	11.21
13. จิ้วป่า	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลว	0.92	3.66

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	สีของสารสกัด	ลักษณะสารสกัด	น้ำหนักสารสกัด(g)	ร้อยละสารสกัด
14 ตะคร้ำ	เปลือก	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	1.14	4.54
	ใบ	น้ำตาลแดง	ขอเหลวข้น	5.03	20.12
	กิ่ง	น้ำตาล	ของเหลวข้น	1.29	5.15
15 มะเกิ้ม	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	0.86	3.45
	ใบ	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	10.09	40.35
16. มะแฟน	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.14	4.54
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	15.31	61.25
17. มะแตกเครือ	เปลือก	แดงเข้ม	แข็ง	1.69	6.76
18. ตะแบกเปลือกบาง	เปลือก	น้ำตาล	ของเหลวข้น	2.28	9.12
19. ตะแบกเลือด	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	0.86	3.45
20. รกฟ้า	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.64	6.56
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	7.80	31.21
21. สมอไทย	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	3.04	12.15
	ใบ	น้ำตาล	ของเหลวข้น	10.04	40.14
22. ส้าน	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.91	7.65
23. ส้านใหญ่	เปลือก	น้ำตาล	แข็ง	0.59	2.35
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	3.92	15.67
24. เต็ง	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	1.64	6.56
25. พลวง	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.97	7.86
26. รัง	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	2.61	10.45
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	11.25	45
27. เหียง	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	3.14	12.54
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	5.11	20.45
28. ตับเต่า	ใบ	น้ำตาลแดง	แข็ง	10.78	43.12
29. ดาวราย	เปลือก	เขียวเข้ม	แข็ง	2.28	9.1
	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	6.41	25.65
30. ส้มปี้	ใบ	น้ำตาล	ของเหลวข้น	4.73	18.92
	กิ่ง	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	1.89	7.54

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	สีของสารสกัด	ลักษณะสารสกัด	น้ำหนักสารสกัด(g)	ร้อยละสารสกัด
31. เปาหนาม	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	1.58	6.32
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	12.69	50.75
32. ผักขี้มด	ใบ	เขียวเข้ม	แข็ง	3.91	15.65
	กิ่ง	แดงเข้ม	แข็ง	1.08	4.32
33. มะขามป้อม	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	1.16	4.65
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	11.43	45.7
34. มะเม่าสาย	เปลือก	น้ำตาล	แข็ง	2.30	9.2
	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	8.13	32.5
35. สลีนก	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	2.38	9.5
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	8	32
	กิ่ง	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	1.85	7.4
36. เหมือดหลวง	เปลือก	แดงเข้ม	แข็ง	1.36	5.43
37. ตะขบป่า	เปลือก	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	1.13	4.5
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	12.55	50.2
38. ติ้ว	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.40	5.6
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	11.42	45.67
39. กระบก	เปลือก	แดง	ของเหลว	0.95	3.79
	ใบ	น้ำตาล	ของเหลว	3.30	13.19
40. ค่าหด	เปลือก	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	1.40	5.6
41. กาสามปีก	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	10.05	40.2
42. ตีนนก	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	8.03	32.1
43. สัก	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.17	4.67
	ใบ	แดง	ของเหลวข้น	8.13	32.5
44. สักขี้ไก่	เปลือก	น้ำตาล	แข็ง	1.30	5.2
45. คูน	เปลือก	น้ำตาล	แข็ง	1.56	6.25
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	8.08	32.32
46. ก๋างขี้มอด	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.69	6.74
	ใบ	น้ำตาล	ของเหลวข้น	8.04	32.14

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	สีของสารสกัด	ลักษณะสารสกัด	น้ำหนักสารสกัด(g)	ร้อยละสารสกัด
47. กำงหลวง	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	0.61	2.45
	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	10.06	40.25
48. แดง	เปลือก	น้ำตาล	ของเหลว	0.60	2.4
49. พฤกษ์	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	3.05	12.2
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	6.30	25.2
	กิ่ง	น้ำตาล	ของเหลวข้น	1.68	6.7
50. สีเสียด	ใบ	น้ำตาลแดง	แข็ง	5.13	20.5
	กิ่ง	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.61	6.45
51. เครือปี้	เปลือก	น้ำตาล	แข็ง	0.54	2.15
	ใบ	น้ำตาลแดง	แข็ง	3.81	15.24
	กิ่ง	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.8	7.23
52. ครามป่า	ใบ	เขียวเข้ม	แข็ง	12.55	50.21
53. เก็ดแดง	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	4.25	17
54. เครือพันขวา	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	12.55	50.2
	กิ่ง	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	0.68	2.7
55. เครือพันซ้าย	เปลือก	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	1.55	6.2
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	11.30	45.2
56. เครือไหล	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	10.11	40.43
	กิ่ง	น้ำตาล	ของเหลว	3.03	12.11
57. ทองหลางป่า	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.18	4.7
	ใบ	น้ำตาล	ของเหลวข้น	10.30	41.2
58. ประดู่	เปลือก	แดงเข้ม	แข็ง	2.03	8.1
59. ปี้พง	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	0.80	3.2
60. อินทนินบก	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	2.55	10.2
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	7.80	31.2
61. ขี้อ้าย	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.05	4.2
	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	5.13	20.5
62. ยมหิน	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	0.80	3.2

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	สีของสารสกัด	ลักษณะสารสกัด	น้ำหนักสารสกัด(g)	ร้อยละสารสกัด
63. มะเดื่อ	เปลือก	น้ำตาล	แข็ง	1.23	4.9
	ใบ	เหลือง	ของเหลวข้น	7.61	30.42
64. มะหาด	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	0.80	3.2
65. เคาะ	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.40	5.6
	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลว	8.25	33
66. มะห้า	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	0.80	3.2
	ใบ	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	10.53	42.1
67. หว้า	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	1.30	5.2
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	9.2	36.8
68. ตานเหลือง	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	4.59	18.35
	ใบ	น้ำตาล	แข็ง	11.30	45.21
69. ผักหวานป่า	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลว	0.87	3.47
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลว	10.50	42
	กิ่ง	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	4.52	3.47
70. กว้าว	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	0.53	2.1
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	9.80	39.2
	กิ่ง	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.53	6.1
71. แข้งกวาง	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	0.80	3.2
	ใบ	น้ำตาล	ของเหลวข้น	7.38	29.5
72. คำมอกน้อย	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	1.03	4.1
73. คำมอกหลวง	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	แข็ง	0.63	2.5
	ใบ	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	8.13	32.5
74. เค็ด	เปลือก	แดงเข้ม	ของเหลวข้น	0.93	3.7
	ใบ	เขียวเข้ม	แข็ง	8.00	32
	กิ่ง	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.05	4.2
75. ตุ้มกว้าว	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	1.30	5.2
	ใบ	น้ำตาล	ของเหลวข้น	9.75	39

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่นำมาสกัด	สีของสารสกัด	ลักษณะสารสกัด	น้ำหนักสารสกัด(g)	ร้อยละสารสกัด
76. มะคังแดง	เปลือก	น้ำตาลเข้ม	ของเหลวข้น	1.55	6.2
	ใบ	เขียวเข้ม	แข็ง	10.80	43.2
	กิ่ง	น้ำตาล	ของเหลวข้น	1.55	6.2
77. ยอป่า	เปลือก	น้ำตาล	ของเหลวข้น	1.53	6.1
	ใบ	เขียวเข้ม	แข็ง	9.35	37.4
78. ตะคร้อ	เปลือก	น้ำตาลแดง	แข็ง	0.61	2.45
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	8.03	32.1
	กิ่ง	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	1.83	7.3
79. แสลงใจ	เปลือก	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	0.72	2.89
	ใบ	เขียวเข้ม	ของเหลวข้น	12.85	51.4
80. ปอยาบ	เปลือก	น้ำตาลแดง	ของเหลวข้น	0.63	2.5

การทดลองที่ 3 การคัดกรองลิกแนน

จากผลการทดลองการคัดกรองลิกแนนโดย TLC พบว่าสารสกัดจากพืชตัวอย่าง จำนวน 40 ชนิดที่คัดกรองพบลิกแนน โดยสารสกัดหยาบเมทานอลจากพืชในวงศ์ Leguminosae-Papilionoideae สามารถคัดกรองพบลิกแนนจากชนิดพืชได้มากที่สุดถึง 9 ชนิด รองลงมาคือ Rubiaceae และ Euphorbiaceae ซึ่งมี 6 และ 4 ชนิดตามลำดับ (แบ่งเป็นสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้ เปลือก 23 ตัวอย่าง ใบ 30 ตัวอย่าง กิ่ง 7 ตัวอย่าง รวมเป็นสารสกัดทั้งหมด 60 ตัวอย่าง)

ตาราง 5 แสดงชื่อวงศ์ ชื่อพื้นเมือง ชื่อวิทยาศาสตร์ และส่วนที่นำมาสกัดของไม้ยืนต้นที่คัดกรองพบลิกแนน

วงศ์	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด		
			เปลือก	ใบ	กิ่ง
Araliaceae	อ้อยช้าง	*Heteropanax fragrans* (Roxb. ex DC.) Seem.	√	√	-
Asclepiadaceae	เถาเอนอ่อน	*Cryptolesis buchanani* Roem&Schult.	-	-	√
Bignoniaceae	กาสะลองคำ	*Radermachera irnea* (Kurz) Steenis	√	√	-
	แคดอกลาย	*Stereospermum neuranthum* Kurz	√	-	-
	แคทราย	*Stereospermum colias* (Buch.Ham. Ex Dillwyn) Mabb	√	-	-
	เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Kurz	√	√	-
Celastraceae	มะแตกเครือ	*Celastrus paniculata* Willd.	√	√	-
Ericaceae	ดาวราย	*Craibiodendron stellatum* (Pierre) W.W.Sm	-	√	-
	ส้มปี้	*Vaccinium sprengelii* (G.Don.) Sleumer	-	√	-
Euphorbiaceae	ผักขี้มด	*Glichidion hirsutum* (Roxb.) Voigt	-	√	-
	มะเม่าสาย	*Antidesma acidum* Retz.	-	√	-
	สลีนก	*Balakata baccata* (Roxb.) Esser	√	√	√
	เหมือดหลวง	*Aporosa villosa* (Wall. Ex Lindl.) Baill.	√	-	-
Flacourtiaceae	ตะขบป่า	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.	√	√	-
Labiatae	กาสามปีก	*Vitex peduncularis* Wall. Ex Schauer	-	√	-
	ตีนนก	*Vitex pinnata*	-	√	-
	สัก	*Tectona grandis* L.f.	√	√	-
	สักขี้ไก่	*Premna tomentosa* Willd.	√	-	-
Leguminosae-Caesalpiniodeae	คูน	*Cassia fistula* L.	√	√	-

ตาราง 5 (ต่อ)

วงศ์	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด		
			เปลือก	ใบ	กิ่ง
Leguminosae-Papilionoideae	เครือปี้	*Dalbergia velutina* Benth.	-	√	√
	คราม(ป่า	*Indigofera caloneura* Kurz	-	√	-
	เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis* Pierre	√	-	-
	เครือพันขวา	*Millettia extensa* Benth.	-	√	√
	เครือพันซ้าย	*Spatholobus parviflorus* (DC.) Kuntze	-	√	-
	เครือไหล	*Millettia pachycarpa* Benth.	-	-	√
	ทองหลาง(ป่า	*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.	-	√	-
	ประดู่	*Pterocarpus marcocarpus* Kurz	√	-	-
	ปี้พง	*Dalbergia cana Graham* ex Kurz	√	-	-
Myrtaceae	เคาะ	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Peter G. Wilson & J.T. Waterh. Var. *rufescens* (Hence) J.Parn.&Nic Lughadha	√	√	-
	มะห้า	*Syzygium albiflorum*(Duthie & Kurz) Bahadur & R.C.Guar	-	√	-
	หว้า	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	√	√	-
Ochnaceae	ตานเหลือง	*Ochna intergerrima* (Lour.) Merr.	-	√	-
Opiliaceae	ผักหวาน(ป่า	*Melientha suavis* Pierre	√	√	√
Rubiaceae	กว้าว	*Haldina cordifolia* (Roxb.) Ridsdale	-	√	√
	คำมอกน้อย	*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Kurz	√	-	-
	เค็ด	*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.	√	√	-
	ตุ้มกว้าว	*Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze	-	√	-
	มะคังแดง	*Dioecrescis erythroclada* (Kurz) Tirveng.	√	√	-
	ยอป่า	*Morinda coreia* Ham.	√	√	-
Strychnaceae	แสลงใจ	*Strychnos nux-vomica* L.	√	√	-

√ = คัดกรองพบลิกแนน, - = คัดกรองไม่พบลิกแนน

การทดลองที่ 4 การคัดกรองฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar disc diffusion

สารสกัดหยาบเมทานอลที่ผ่านการคัดกรองพบลิกแนนจากการทดลองที่ 3 จำนวน 60 ตัวอย่าง มาทำการคัดกรองฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar disc diffusion โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ

1. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคข้าว ซึ่งได้แก่ *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* และ *Rhizoctonia solani*

ผลการทดลองปรากฏว่า ในจำนวนสารสกัดหยาบจำนวน 60 ตัวอย่าง ที่นำมาทดสอบ พบว่าไม่มีสารสกัดหยาบจากพืชชนิดใดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคข้าว ได้คือสารสกัดที่นำมาทดลอง ไม่สามารถทำให้เกิด clear zone จากเทคนิค Agar disc diffusion method

2. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

2.1 แบคทีเรียที่ก่อโรคในมนุษย์ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* (TISTR NO 118), *Bacillus subtilis* (TISTR NO 008) และ *Escherichia coli* (TISTR NO 780)

2.2 แบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว ได้แก่ *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* และ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ในกลุ่มของแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ พบว่ายาปฏิชีวนะ (Kanamycin, Ampicillin และ Penicillin) ที่นำมาเป็นตัวควบคุม (control) สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้ทั้ง 3 ชนิด และจากสารสกัดหยาบจำนวน 60 ตัวอย่าง จะพบสารสกัดหยาบจำนวนถึง 44 ชนิดที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย คิดเป็นร้อยละ 73 ของสารสกัดที่นำมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย โดยสารสกัดของเปลือกสลีนกแสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Bacillus subtilis* ได้ดีที่สุดโดยมีค่า clear zone เท่ากับ 11.66^{d} ±0.33 มิลลิเมตร

ส่วนแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวพบว่าในตัวควบคุมทั้ง 3 ชนิด สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ได้ทั้ง 3 ชนิด ส่วน *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* มีเพียง Kanamycin ที่สามารถยับยั้งได้ ส่วนจากสารสกัดจำนวน 60 ชนิดที่นำมาทดสอบปรากฏว่า สารสกัดหยาบเมทานอลจำนวน 30 ชนิดที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว โดยมีสารสกัดใบมะห้าสามารถยับยั้งได้ดีที่สุดคือ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* โดยมีค่า clear zone = 13.33^{d} ±0.16 มิลลิเมตร

นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดใบดาวรายสามารถยับยั้งการเจริญของ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* ได้ดีกว่ายาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Penicillin โดยมี clear zone = 6.66^{a} ±0.33 มิลลิเมตร

ตาราง 6 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอล 60 ตัวอย่างที่คัดกรองพบลิกแนน

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
ดิสก์เปล่า	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
น้ำกลั่น	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เมทานอล	2.0^{opq} ±0.57	5.0^{ijklm} ± 0.5	4.16^{g} ±0.44	0.0	0.0
Kanamycin 30 ไมโครกรัม/ดิสก์	16.0^{c}±1.52	29.33^{a} ±0.33	18.5^{a}±0.76	23.66^{c} ±0.66	6.5^{a}±0.0
Ampicillin 10 ไมโครกรัม/ดิสก์	23.0^{b} ±1.0	17.0^{b} ±1.15	10.66^{d} ±0.66	33.0^{b} ±1.15	0.0
Penicillin 10 ไมโครกรัม/ดิสก์	25.66^{a}±1.2	15.33^{c} ±0.66	6.33^{d} ±0.33	35.66^{a} ±0.66	0.0
อ้อยช้าง					
- เปลือก	4.83^{el} ±1.36	5.5^{hijk}±1.04	0.0	1.83^{nop} ±0.16	1.0^{f}±0.0
- ใบ	3.83^{no} ±0.88	6.16^{fghi} ±0.33	0.0	4.0^{ij}±0.0	0.0
เถาเอนอ่อน					
- กิ่ง	4.66^{em} ±0.66	0.0	2.33^{hij} ±0.66	2.33^{lmno} ±0.33	2.0^{d}±0.0

ตาราง 6 (ต่อ)

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
กาสะลองคำ					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- ใบ	$5.0^{efhhijk}$ ±0.76	0.0	5.83^{def} ±1.0	0	0
แคทราย					
- เปลือก	$3.33^{ijklmnop}$ ±0.33	4.33^{ijklmn} ±0.33	1.0^{j}±0.0	0.0	0.0
เพกา					
- เปลือก	5.66^{efgh} ±0.66	11.33^{d} ±0.72	4.5^{fg}±0.57	0.0	0.0
- ใบ	$4.33^{ghijklmn}$ ±0.76	8.16^{e}±0.16	2.33^{hij}±0.33	6.0^{g}±0.0	2.66^{c} ±0.33
มะแตกเครือ					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	4.0^{ij}±0.0	0.0
- ใบ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ดาวราย					
- ใบ	0.0	0.0	0.0	0.0	6.66^{a} ±0.33
ส้มปี้					
- ใบ	9.66^{d}±1.2	0.0	0.0	3.33^{ijkl}±0.33	1.5^{de}±0.0
ผักขี้มด					
- ใบ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
มะเม่าสาย					
- ใบ	$4.33^{ghijklmn}$ ±0.5	1.83^{opq} ±0.33	0.0	3.66^{ijk} ±0.16	2.66^{c} ±0.16

ตาราง 6 (ต่อ)

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
สลีนก					
- เปลือก	0.0	11.66^{d} ±0.33	1.66^{ij} ±0.16	0.0	0.0
- ใบ	1.0^{q}±0.0	3.33^{mno} ±0.33	1.33^{j}±0.16	0.0	0.0
- กิ่ง	$3.5^{jklmnopq}$ ±0.28	10.66^{d} ±0.66	5.83^{def} ±0.83	0.0	0.0
เหมือดหลวง					
- เปลือก	2.0^{opq} ±0.57	0.0	0.0	0.0	0.0
ตะขบป่า					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- ใบ	$3.16^{jklmnopq}$± 0.16	0.0	0.0	0.0	1.66^{d} ±0.16
กาสามปีก					
- ใบ	5.66^{efgh} ±0.88	7.33^{efg} ±0.88	0.0	0.0	0.0
ตีนนก					
- ใบ	9.2^{d} ±0.72	10.66^{d} ±1.2	0.0	0.0	0.0
สัก					
- เปลือก	0.0	10.66^{d} ±0.44	9.0^{c}±0.57	2.0^{nmop} ±0.0	1.16^{ef} ±0.16
- ใบ	1.66^{opq} ±0.33	8.16^{e} ±0.33	0.0	1.66^{nop} ±0.33	1.16^{ef} ±0.16

ตาราง 6 (ต่อ)

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
สักขี้ไก่					
- เปลือก	2.5^{mnopq} ±0.28	2.83^{nop} ±0.16	4.66^{efg} ±0.66	4.33^{hi} ±0.33	2.66^{c} ±0.16
คูน					
- เปลือก	2.5^{mnopq} ±0.28	4.66^{ijklmn} ±0.66	0.0	0.0	0.0
- ใบ	$3.0^{klmnopq}$ ±0.57	5.66^{nijk} ±0.66	1.33^{i}±0.33	0.0	0.0
เครือปี้					
- ใบ	6.66^{fg} ±0.88	0.0	7.0^{d}±0.0	0.0	0.0
- กิ่ง	1.83^{opq} ±0.16	5.33^{ijkl} ±0.66	4.16^{g} ±0.44	2.66^{klmn} ±0.33	0.0
คราม่ป่า					
- ใบ	2.66^{lmnopq} ±0.66	0.0	0.0	12.5^{d} ±0.28	0.0
เก็ดแดง					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เครือพันขวา					
- ใบ	2.5^{mnopq} ±0.28	1.33^{pq} ±0.33	1.83^{ij}±0.44	9.83^{f}±0.44	2.83^{c} ±0.16
- กิ่ง	$3.3^{jklmnop}$ ±0.44	4.0^{jklmn} ±0.28	0.0	4.33^{hi} ±0.33	0.0

ตาราง 6 (ต่อ)

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
เครือพันซ้าย					
- ใบ	14.33^{c} ±1.16	4.50^{ijklmn} ±0.28	9.0^{c} ±0.57	5.33^{gh} ±0.16	0.0
เครือไหล					
- กิ่ง	$3.16^{jklmnopq}$ ±0.16	0.0	0.0	0.0	0.0
ทองหลางป่า					
- ใบ	4.83^{el} ±0.60	5.0^{ijklm} ± 0.50	0.0	5.66^{g} ±0.33	2.0^{d} ±0.0
ประดู่					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ปี้พง					
- เปลือก	$4.83^{efghijkl}$ ±0.33	3.66^{klmno} ±0.33	0.0	11.16^{e} ±0.16	2.66^{c} ±0.16
เคาะ					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- ใบ	0.0	7.16^{efgh} ±0.60	0.0	0.0	0.0
มะห้า					
- ใบ	$3.0^{klmnopq}$ ±0.0	0.0	4.33^{fg} ±0.33	13.33^{d} ±0.16	4.66^{b} ±0.16

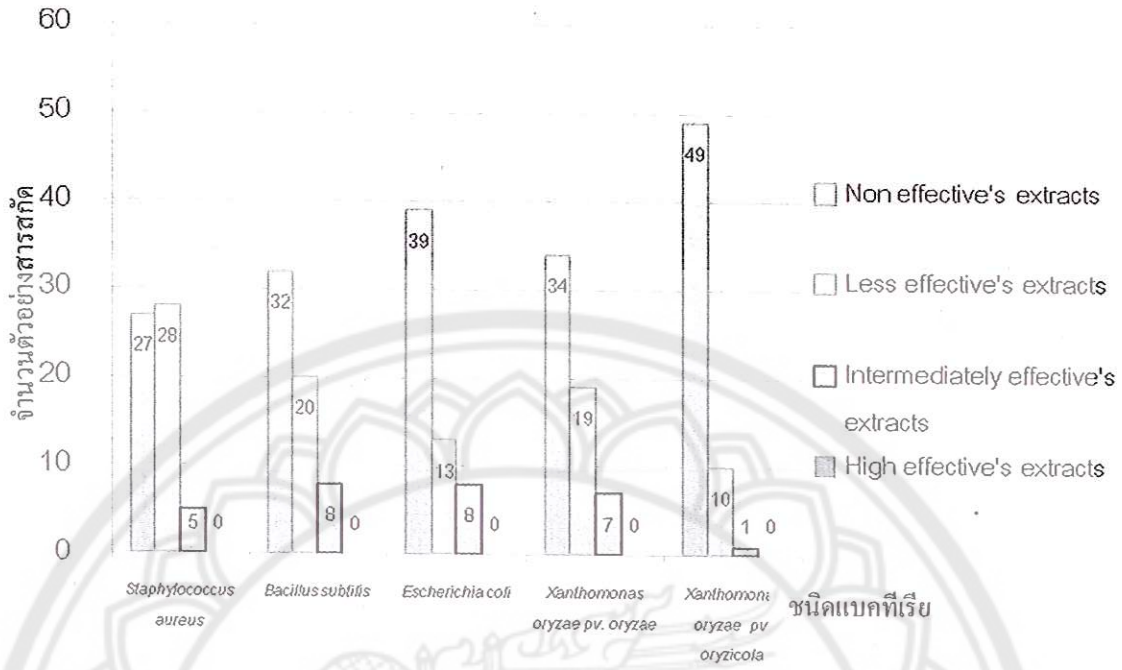
ตาราง 6 (ต่อ)

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
หว้า					
- เปลือก	5.33^{efghij} ±0.6	0.0	0.0	3.33^{ijkl} ±0.33	0.0
- ใบ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ตานเหลือง					
- ใบ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ผักหวานป่า					
- เปลือก	$3.83^{hijklmno}$ ±0.16	7.66^{ef} ±0.88	9.0^{c} ±0.33	1.33^{op} ±0.16	1.66^{d} ±0.16
ผักหวานป่า					
- ใบ	0.0	5.16^{ijklm} ±0.44	8.5^{c} ±0.76	2.33^{lmno} ±0.33	1.5^{de} ±0.0
- กิ่ง	2.5^{mnopq} ±0.28	7.66^{ef} ±0.88	9.0^{c} ±0.33	2.0^{nmop} ±0.0	2.0^{d} ±0.0
กว้าว					
- ใบ	5.33^{efghij} ±0.66	0.0	4.66^{efg} ±0.66	0.0	0.0
- กิ่ง	1.33^{pq} ±0.33	0.0	0.0	1.0^{p} ±0.0	0.0
คำมอกน้อย					
- เปลือก	0.0	0.0	0.0	1.0^{p} ±0.0	0.0

ตาราง 6 (ต่อ)

สารสกัดหยาบ	Inhibition Zone (มิลลิเมตร)				
	S.aureus	*B.subtilis*	*E.coli*	*X.oryzae*	*X.oryzicola*
เค็ด					
- เปลือก	2.16^{nopq} ±0.44	4.50^{ijklmn} ±0.0	3.66^{gh} ±0.33	3.0^{jklm} ±0. 0	1.5^{de} ±0.6
- ใบ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ตุ้มกว้าว					
- ใบ	6.5^{efg} ±0.28	0.0	8.66^{c} ±0.44	0.0	0.0
มะคังแดง					
- เปลือก	$4.33^{ghijklmn}$ ±0.33	1.83^{opq} ±0.44	3.66^{gh} ±0.66	0.0	0.0
- ใบ	0.0	3.33^{mno} ±0.33	1.0^{j}±0.0	0.0	0.0
ยอป่า					
- เปลือก	0.0	2.16^{opq} ±0.16	2.16^{hij} ±0.16	3.66^{ijk} ±0.33	1.0^{f}±0.0
- ใบ	6.83^{e}±0.6	0.0	1.66^{ij}±0.33	9.33^{f}±0.1 6	2.66^{c} ±0.16
แสลงใจ					
- เปลือก	5.5^{efghi} ±0.28	0.0	6.16^{de}± 0.44	1.66^{nop} ±0.33	2.0^{d}±0.0
- ใบ	1.0^{q}±0.0	1.0^{q}±0.0	3.16^{ghi} ±0.44	2.0^{nmop} ±0.0	1.66^{d} ±0.18

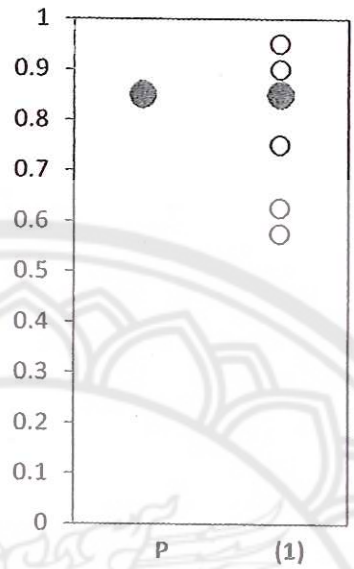
ค่า inhibition zone แสดงเป็นค่า means±S.E. และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี DMRT ที่ความแตกต่างในระดับ $p<0.05$



ภาพ 28 แสดงจำนวนตัวอย่างสารสกัดที่แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ระดับต่าง ๆ

เมื่อนำผลการทดลองฤทธิ์ต้านแบคทีเรียมาจัดกลุ่มตามระดับฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย พบว่าสารสกัดส่วนมากอยู่ในกลุ่ม Non effective และสารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านได้ดีที่สุดอยู่ในระดับ Intermediately effective





ต้นดาวราย

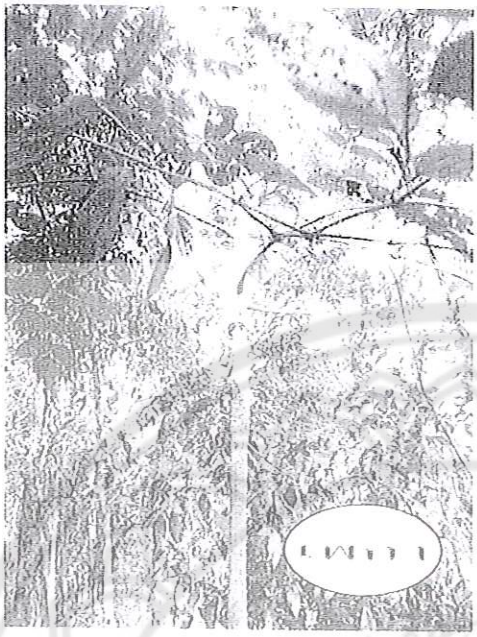
P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย

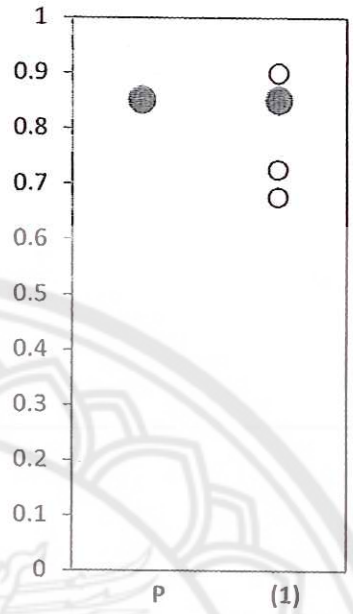


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวรายความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Inhibition zone =6.66[a] ±0.33 mm.)

ภาพ 29 แสดงต้นดาวราย การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย



ต้นเพกา



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา

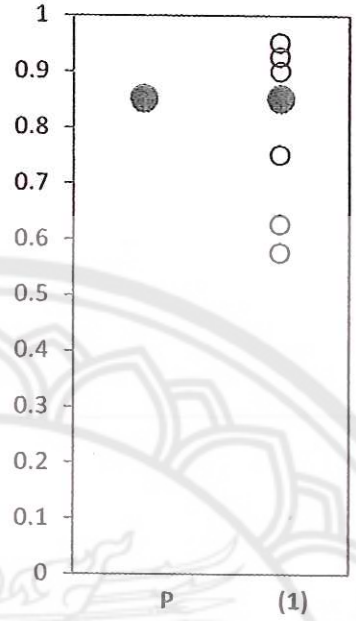


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกาความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*(Inhibition zone = 6.0^{g}±0.0mm.)

ภาพ 30 แสดงต้นเพกา การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา

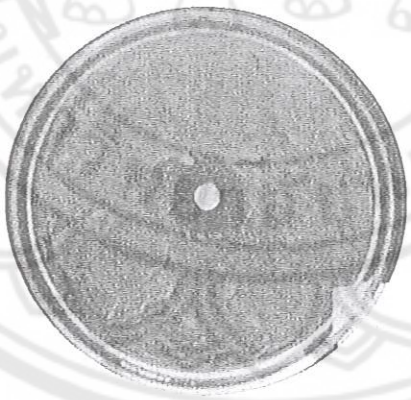


ต้นมะห้า



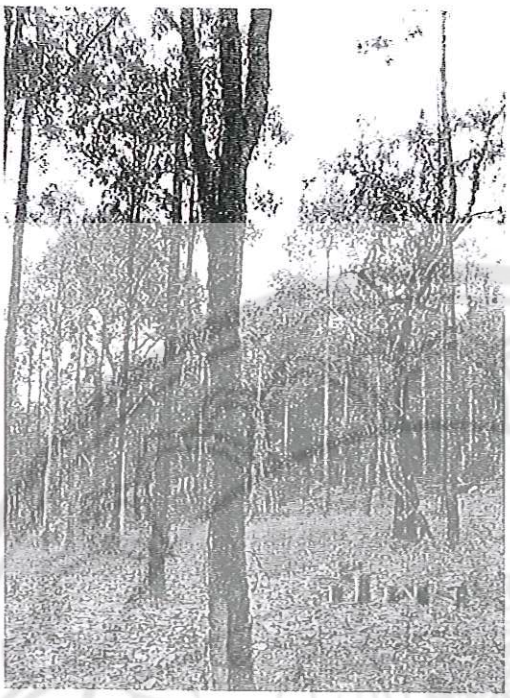
P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดเมทานอลใบมะห้า

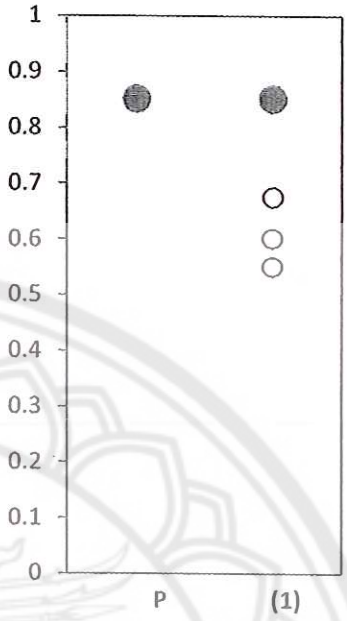


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้าความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*(Inhibition zone = 13.33^{d} ±0.16mm.)

ภาพ 31 แสดงต้นมะห้า การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า



ต้นปี้พง



P = Podophyllotoxin

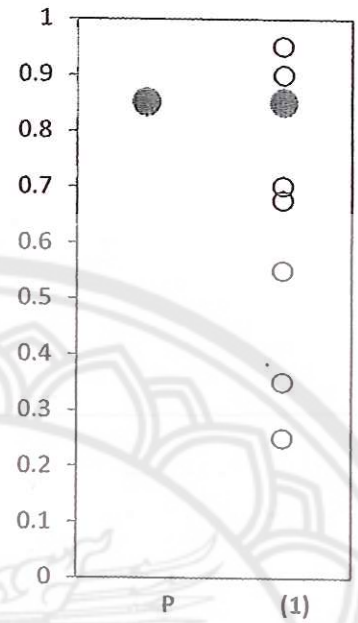
(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง



Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พงความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*(Inhibition zone = 11.16^{e}±0.16 mm.)

ภาพ 32 แสดงต้นปี้พง การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบ เมทานอลเปลือกปี้พง





ต้นตีนนก

P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลใบตีนนก

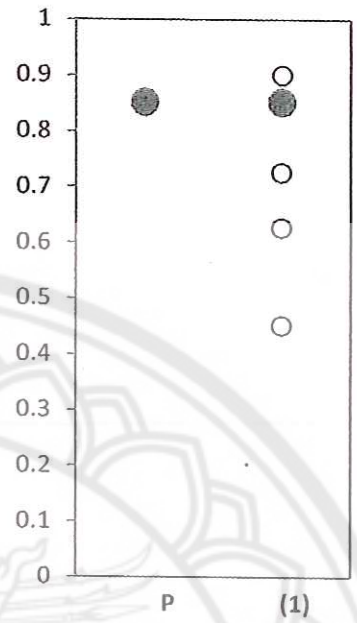


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบตีนนกความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*(Inhibition zone = 9.2^{d} ±0.72 mm.)

ภาพ 33 แสดงต้นตีนนก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบตีนนก



ต้นแสลงใจ



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกแสลงใจ

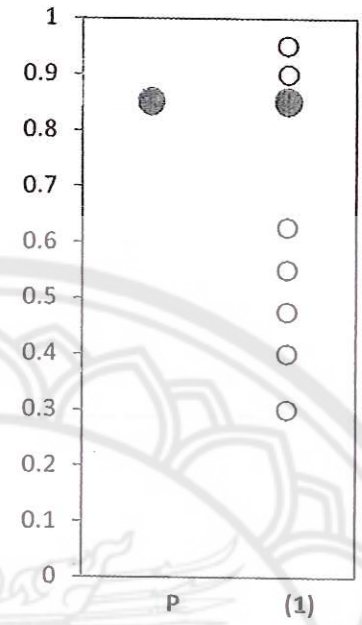


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกแสลงใจความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*(Inhibition zone =5.5^{efghi} ±0.28 mm.)

ภาพ 34 แสดงต้นแสลงใจ การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกแสลงใจ



ต้นยอป่า



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลใบยอป่า

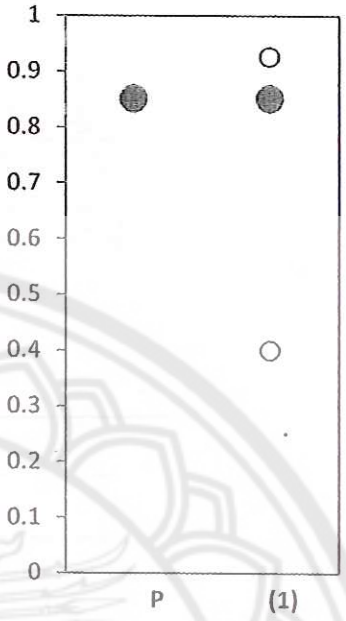


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบยอป่าความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* (Inhibition zone = 6.83^{e}±0.6mm.)

ภาพ 35 แสดงต้นยอป่า การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบยอป่า

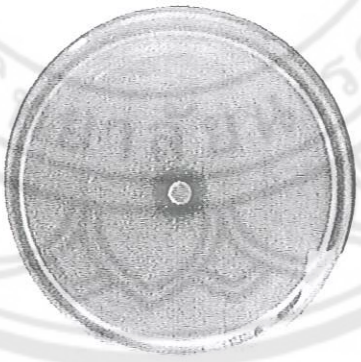


ต้นสลีนก



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งสลีนก

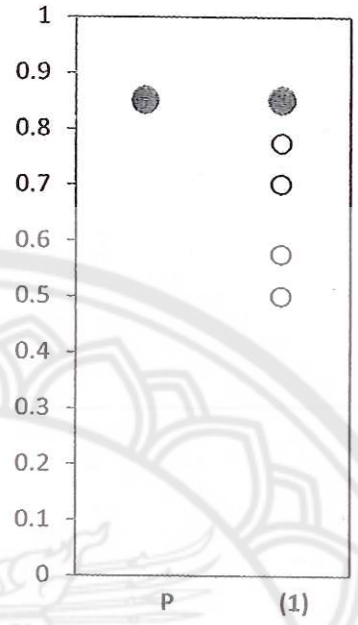


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งสลีนกความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Escherichia coli* (Inhibition zone =5.83^{def} ±0.83 mm.)

ภาพ 36 แสดงต้นสลีนก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งสลีนก



ต้นสักขี้ไก่



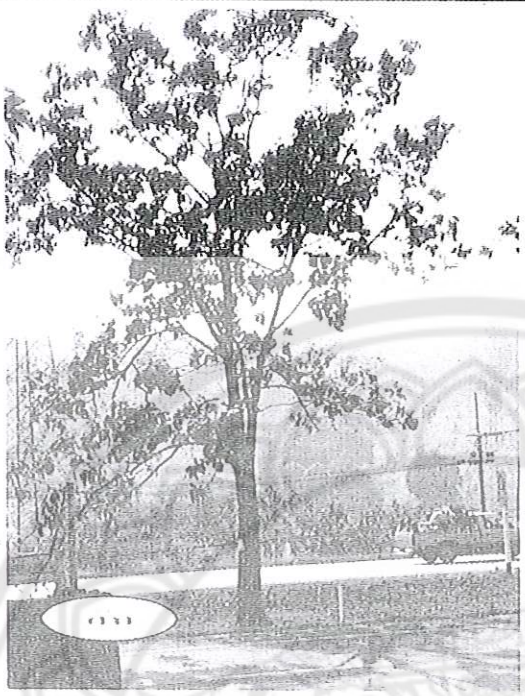
P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกสักขี้ไก่

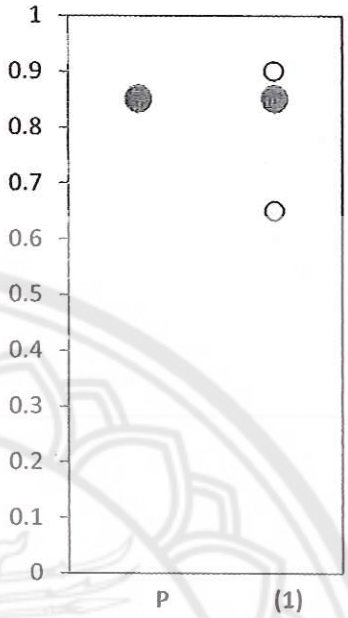


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Escherichia coli* (Inhibition zone = 4.66^{efg} ±0.66mm.)

ภาพ 37 แสดงต้นสักขี้ไก่ การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่

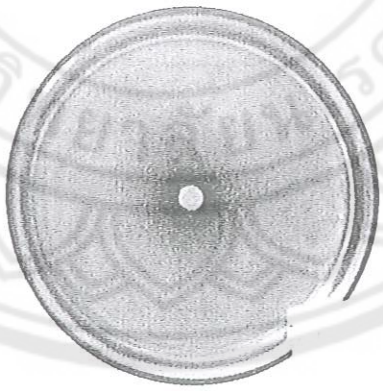


ต้นสัก



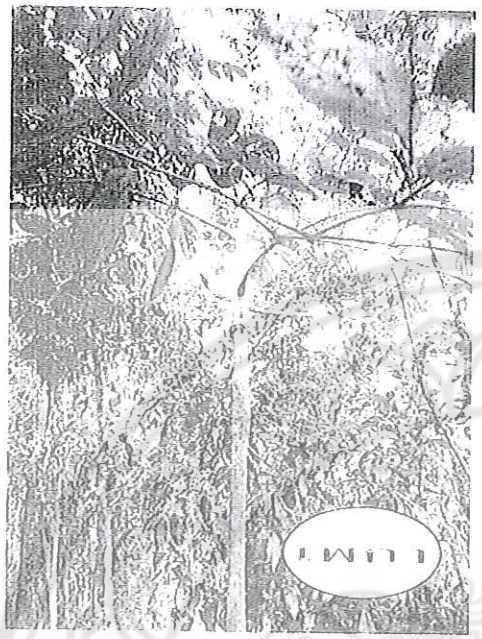
P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสัก

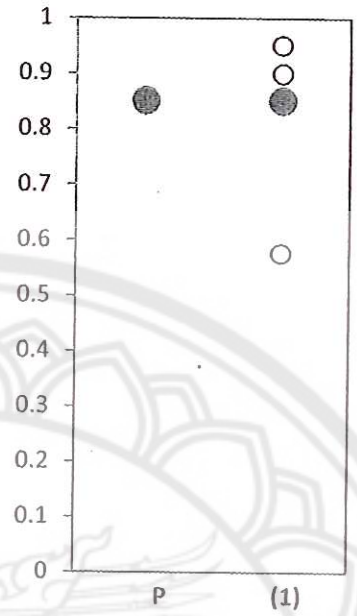


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Escherichia coli* (Inhibition zone = 9.0^{c}±0.57 mm.)

ภาพ 38 แสดงต้นสัก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสัก

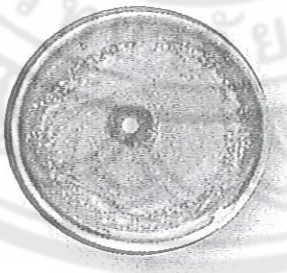


ต้นเพกา



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเพกา

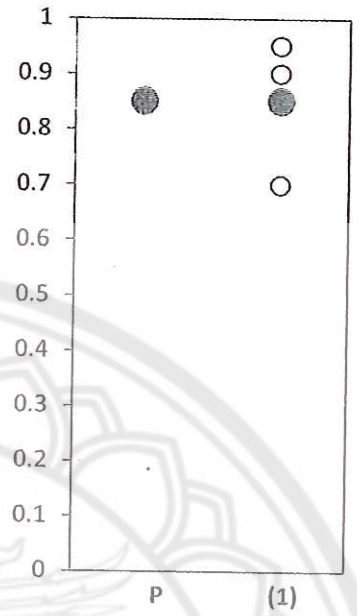


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเพกาความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* (Inhibition zone = 11.33^{d} ±0.72 mm.)

ภาพ 39 แสดงต้นเพกา การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเพกา



ต้นทองหลางป่า



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลใบทองหลางป่า

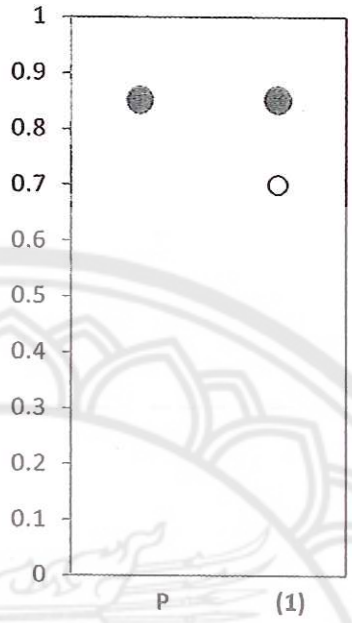


Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบทองหลางป่าความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* (Inhibition zone = 5.0^{hklm} ± 0.50 mm.)

ภาพ 40 แสดงต้นทองหลางป่า การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลใบทองหลางป่า

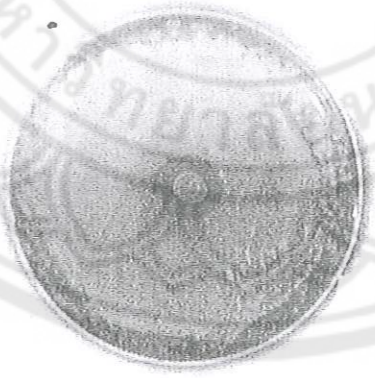


ต้นสลีนก



P = Podophyllotoxin

(1) = สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสลีนก



Inhibition zone ของสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสลีนกความเข้มข้น 1 mg/ml ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* (Inhibition zone =11.66^{d} ±0.33 mm.)

ภาพ 41 แสดงต้นสลีนก การคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสลีนก

การทดลองที่ 5 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จาก Fraction ของสารสกัด

ทำการคัดเลือกสารสกัดจากการทดลองที่ 4 ที่มีฤทธิ์ยับยั้งได้เทียบเคียงกับยาปฏิชีวนะมาทำการ fraction ด้วยวิธี PLC (Preparative layer chromatography) ซึ่งได้แก่

ตาราง 7 แสดงรายชื่อสารสกัดและผลการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ซึ่งจะนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัด fraction

สารสกัดหยาบ	Inhibition zone (mm.)	
	X.oryzae	*X.oryzicola*
ดิสก์เปล่า	0.0	0.0
น้ำกลั่น	0.0	0.0
เมทานอล	0.0	0.0
Kanamycin 30 ไมโครกรัม/ดิสก์	23.66^{c}±1.7	6.5^{a}±1.3
Ampicillin 10 ไมโครกรัม/ดิสก์	33.00^{b}±1.9	0.0
Penicillin 10 ไมโครกรัม/ดิสก์	35.66^{a}±1.5	0.0
เพกา		
- ใบ	6.0^{g}±0.0	2.66^{c} ±0.33
ดาวราย		
- ใบ	0.0	6.66^{a} ±0.33
สักขี้ไก่		
- เปลือก	3.66^{ijk} ±0.16	2.66^{c} ±0.16
เครือพันขวา		
- ใบ	9.83^{f}±0.44	2.83^{c} ±0.16
ปี้พง		
- เปลือก	11.16^{e}±0.16	2.66^{c} ±0.16
มะห้า		
- ใบ	13.33^{d} ±0.16	4.66^{b} ±0.16

ค่า inhibition zone แสดงเป็นค่า means±S.E. และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี DMRT ที่ความแตกต่างในระดับ $p<0.05$

จากการตรวจหา band บนแผ่น PLC (ตาราง 8)พบว่า ในสารสกัดชนิดเดียวกัน จำนวน band จากแผ่น PLC จะมีจำนวนมากกว่าจากแผ่น TLC ยกเว้นสารสกัดใบมะห้าที่มีจำนวน band ลดลงจาก 7 band บนแผ่น TLC เหลือเพียง 4 band บนแผ่น PLC อาจเนื่องมาจากขนาดความยาวของแผ่น PLC ที่ทำการ develop และปริมาณของสารสกัดที่ทำการ load ลงบนแผ่น PLC ที่สูงถึง 20 มิลลิกรัม จึงทำให้สามารถเห็นสารประกอบภายในสารสกัดเด่นชัดขึ้น โดยสารสกัดใบเครือพันขวาตรวจพบ band ได้มากถึง 8 band ส่วนสารสกัดใบดาวรายตรวจพบ band น้อยที่สุด คือ 3 band

ตาราง 8 แสดงค่า R_f ของแต่ละ band ของสารสกัดหยาบเมทานอลบนแผ่น PLC

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้สกัด	Rf value								
		authentic sample	fraction 1	fraction 2	fraction 3	fraction 4	fraction 5	fraction 5	fraction 7	fraction 8
เพกา	ใบ	0.86	0.36	0.52	0.67	0.7	0.85	-	-	-
ดาวราย	ใบ	0.9	0.59	0.82	0.9	-	-	-	-	-
สักขี้ไก่	เปลือก	0.83	0.23	0.31	0.43	0.57	0.65	0.73	0.86	-
เครือพันขวา	ใบ	0.86	0.28	0.36	0.39	0.5	0.64	0.73	0.78	0.85
ปี้พง	เปลือก	0.85	0.53	0.58	0.66	0.75	0.84	0.9	-	-
มะห้า	ใบ	0.9	0.59	0.7	0.8	0.95	-	-	-	-

เมื่อทำการสกัด fraction จาก band ที่ตรวจพบบนแผ่น PLC พบว่า น้ำหนักสารสกัด fraction โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.38 มิลลิกรัม โดย fraction ที่ 1 ของสารสกัดใบเครือพันขวามีน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 0.07 กรัม และ fraction ที่ 6 ของสารสกัดใบสักขี้ไก่ มีน้ำหนักมากที่สุดคือ 0.9 มิลลิกรัม ในส่วนของสารสกัดรวมทุก fraction ของแต่ละสารสกัด พบว่า สารสกัดใบสักขี้ไก่มีน้ำหนักรวมทุก fraction มากที่สุดคือ 2.9 มิลลิกรัม รองลงมาคือ สารสกัดใบเครือพันขวาและสารสกัดใบมะห้า คือมีน้ำหนักรวม 1.62 และ 1.6 กรัมตามลำดับ

ตาราง 9 แสดงน้ำหนักของ fraction

ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้สกัด	น้ำหนักสารสกัด fraction (มิลลิกรัม)							
		fraction 1	fraction 2	fraction 3	fraction 4	fraction 5	fraction 5	fraction 7	fraction 8
เพกา	ใบ	0.26	0.09	0.57	0.3	0.49	-	-	-
ดาวราย	ใบ	0.4	0.2	0.3	-	-	-	-	-
สักขี้ไก่	เปลือก	0.1	0.8	0.7	0.5	0.8	0.9	0.3	-
เครือพันขวา	ใบ	0.07	0.36	0.14	0.22	0.21	0.12	0.12	0.38
ปี้พง	เปลือก	0.9	0.4	0.5	0.3	0.2	0.6	-	-
มะห้า	ใบ	0.4	0.2	0.5	0.5	-	-	-	-

จากการทดสอบหาค่า MIC จาก fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอล แสดงให้เห็นว่าทุกสารสกัดมี fraction ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว โดย fraction จากสารสกัดใบมะห้าทุก fraction มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งสองชนิด คิดเป็น 100 % ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวามี fraction ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 5 fraction จากทั้งหมด 8 fraction คิดเป็น 62.5% แต่ในสารสกัดใบเครือพันขวามี 2 fraction ที่มีค่า MIC ต่ำสุดจากทุก fraction ของทุกสารสกัดหยาบเมทานอล คือ fraction ที่ 1 ที่มีค่า MIC เท่ากับ 100 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม (ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae*) และ fraction ที่ 6 ที่มีค่า MIC เท่ากับ 100 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม (ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola*)

ตาราง 10 แสดงค่า MIC ของ fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอล ต่อฤทธิ์ต้านแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว

สารสกัดหยาบเมทานอล	Fraction	*Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae*		*Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola*	
		MIC (μg/ml)	Inhibition zone (mm.)	MIC (μg/ml)	Inhibition zone (mm.)
สารสกัดใบเพกา	1	500	$2.16^{h}\pm0.16$	-	-
	2	300	$2.8^{fg}\pm0.16$	300	$2.8^{cd}\pm0.16$
	3	300	$3.33^{de}\pm0.16$	-	-
	4	300	$4.0^{c}\pm0.0$	300	$3.0^{cd}\pm0.0$
	5	300	$4.16^{c}\pm0.16$	-	-
สารสกัดใบดาวราย	1	-	-	700	$2.66^{de}\pm0.16$
	2	-	-	300	$3.5^{b}\pm0.0$
	3	-	-	300	$2.16^{f}\pm0.16$
สารสกัดเปลือกสักขี้ไก่	1	500	$3.0^{efg}\pm0.0$	500	$4.0^{a}\pm0.00$
	2	500	$6.1^{a}\pm0.16$	300	$2.33^{ef}\pm0.16$
	3	500	$5.0^{b}\pm0.0$	-	-
	4	500	$6.3^{a}\pm0.16$	300	$2.66^{de}\pm0.16$
	5	-	-	300	$3.16^{bc}\pm0.16$
	6	700	$4.66^{b}\pm0.16$	300	$2.66^{de}\pm0.16$
	7	500	$2.66^{g}\pm0.33$	300	$2.33^{ef}\pm0.16$
สารสกัดใบเครือพันขวา	1	100	$2.16^{h}\pm0.16$	-	-
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
	5	500	$1.66^{i}\pm0.16$	-	-
	6	-	-	100	$1.16^{g}\pm0.16$
	7	300	$3.0^{efg}\pm0.0$	500	$1.33^{g}\pm0.16$
	8	900	$1.16^{i}\pm0.16$	-	-

ตาราง 10 (ต่อ)

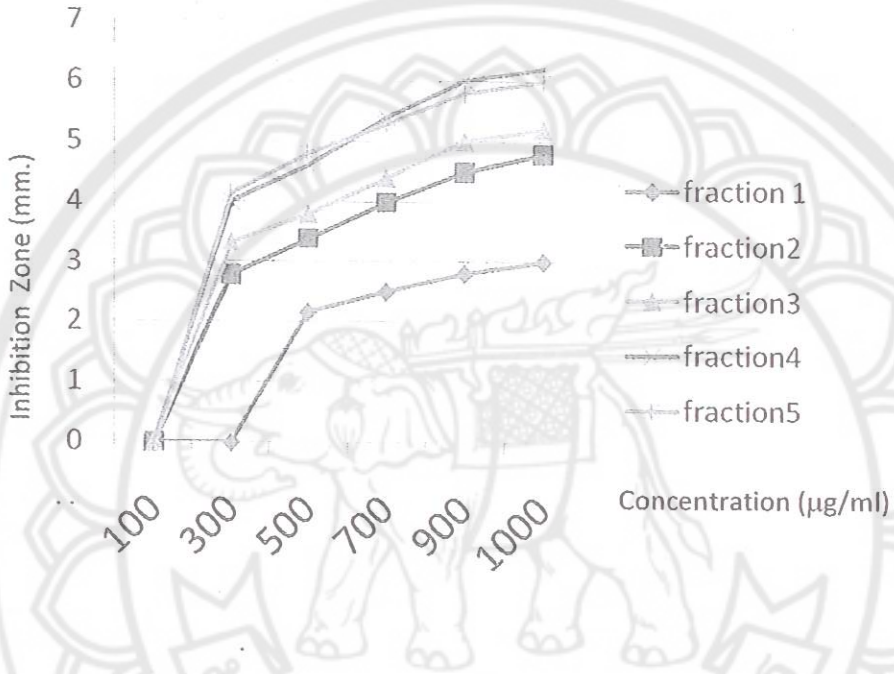
สารสกัดหยาบเมทานอล	Fraction	*Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae*		*Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola*	
		MIC (μg/ml)	Inhibition zone (mm.)	MIC (μg/ml)	Inhibition zone (mm.)
สารสกัดเปลือกปี้พง	1	500	3.16^{def}±0.16	500	2.66^{de}±0.16
	2	-	-	-	-
	3	500	4.0^{c}±0.0	700	3.0^{cd}±0.0
	4	-	-	700	2.66^{de}±0.16
	5	-	-	300	2.28^{ef}±0.10
	6	-	-	-	-
สารสกัดใบมะห้า	1	500	3.33^{de}±0.16	500	3.0^{cd}±0.0
	2	700	3.5^{d}±0.0	500	3.0^{cd}±0.0
	3	500	4.16^{c}±0.16	500	1.16^{g}±0.16
	4	900	1.16^{i}±0.16	300	2.0^{f}±0.0

ค่า inhibition zone แสดงเป็นค่า means±S.E. และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี DMRT ที่ความแตกต่างในระดับ $p<0.05$

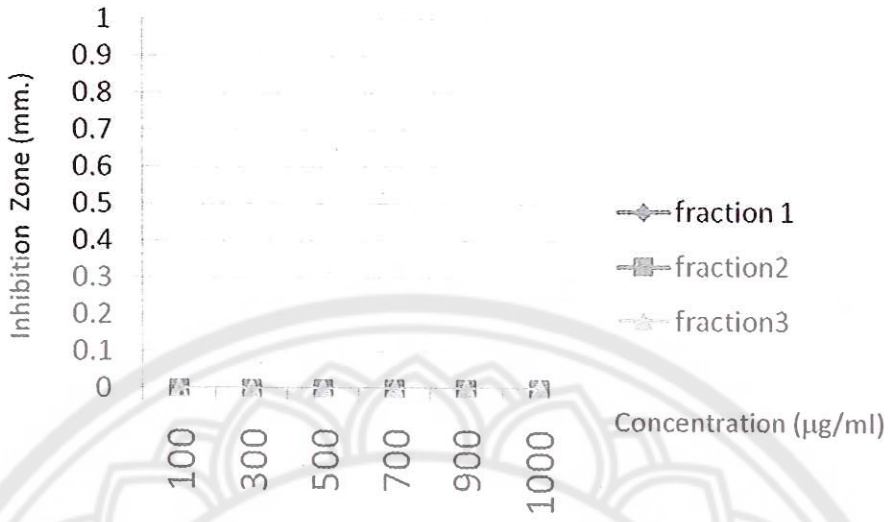
ในการศึกษา fraction ของ สารสกัดหยาบเมทานอลทุกชนิด ที่มีค่า R_f เทียบเคียงได้กับค่า R_f ของ authentic sample มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวได้ โดย fraction ที่น่าสนใจคือ fraction ที่ 5 ของสารสกัดหยาบใบเพกา ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae* โดยค่า MIC เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร fraction ที่ 3 ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย fraction ที่ 7 สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ และ fraction ที่ 5 สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola* โดยค่า MIC เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ผลการทดลองฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัด fraction พบว่า ใน *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae* (กราฟ 2-7) สารสกัด fraction ที่ได้มีฤทธิ์ต้านทานน้อยกว่าสารสกัดหยาบเม

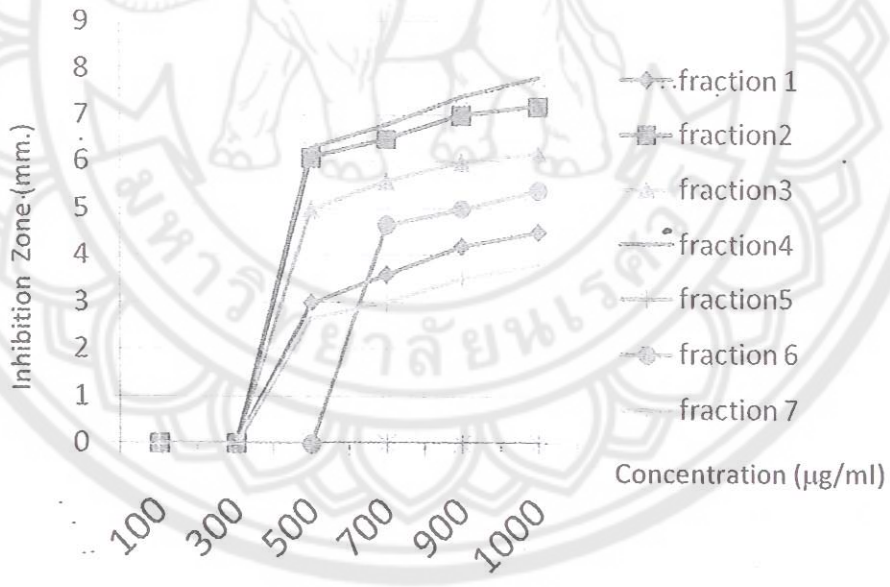
ทานอล ยกเว้นสารสกัด fraction จากเปลือกสักขี้ไก่ที่มีฤทธิ์ต้านดีกว่า (fraction 3,4,6 จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ inhibition zone สูงกว่า สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่) ส่วน *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola* สารสกัด fraction มีฤทธิ์ต้านทานสูงกว่า สารสกัดหยาบเมทานอลทุกชนิด



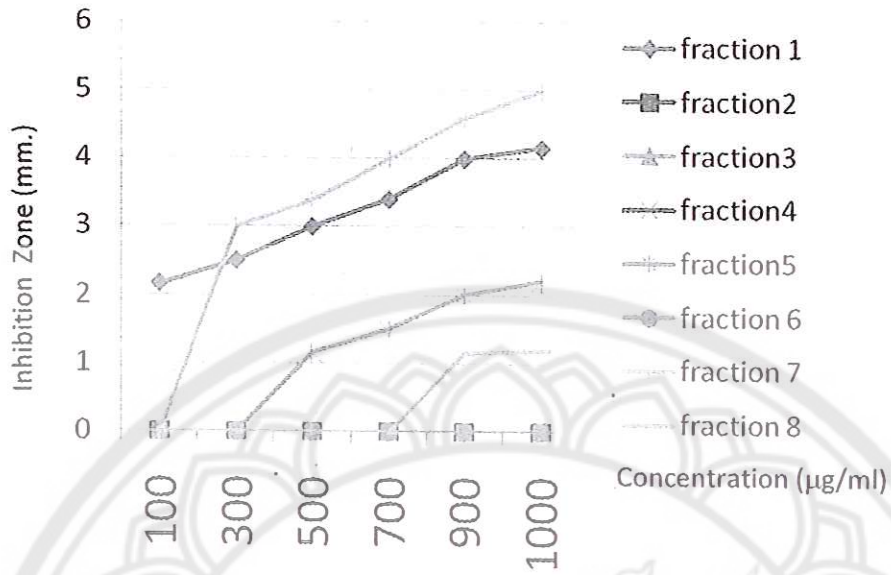
ภาพ 42 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา



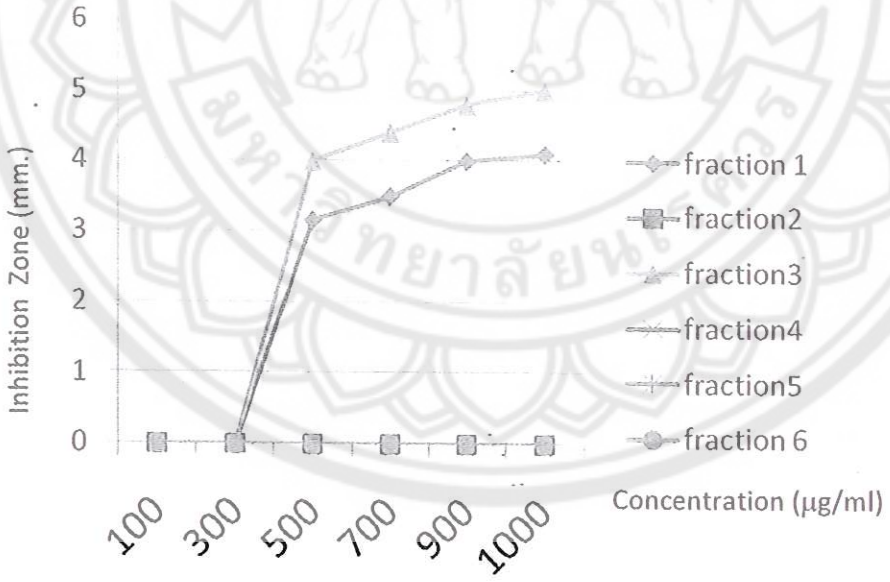
ภาพ 43 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย



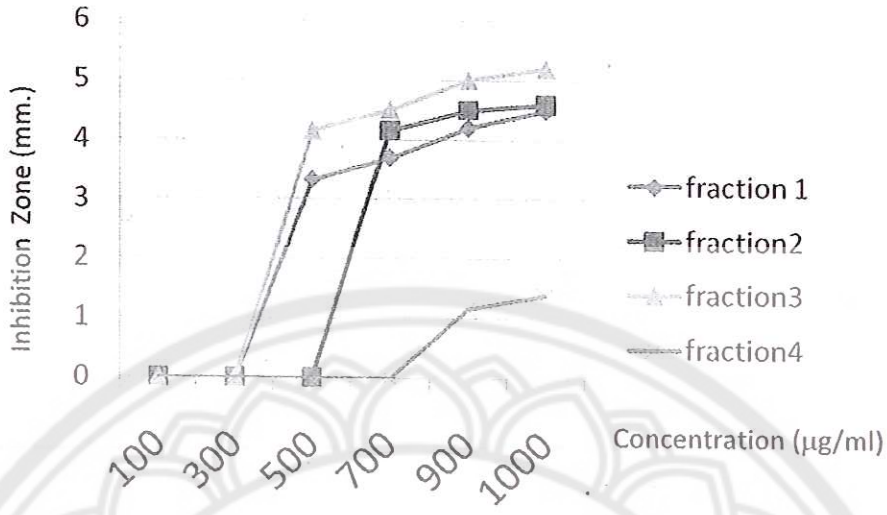
ภาพ 44 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่



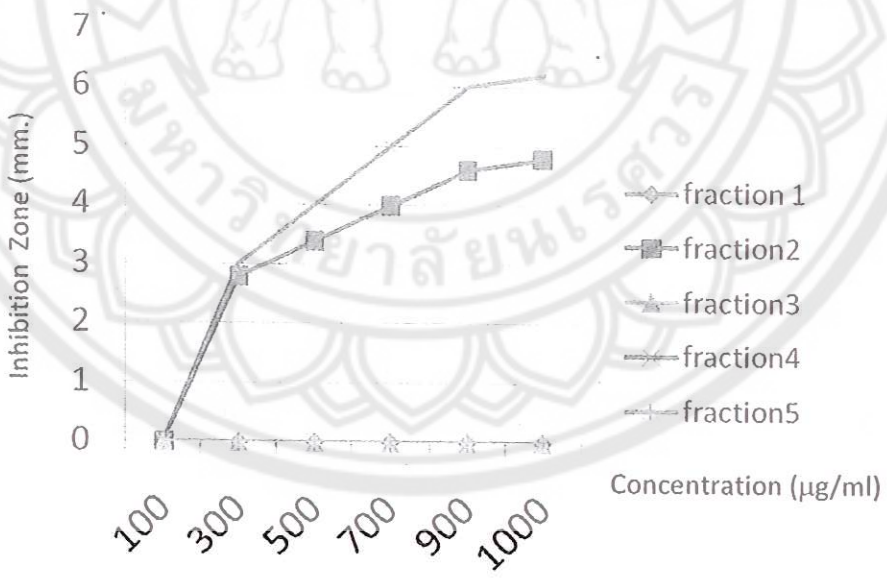
ภาพ 45 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวา



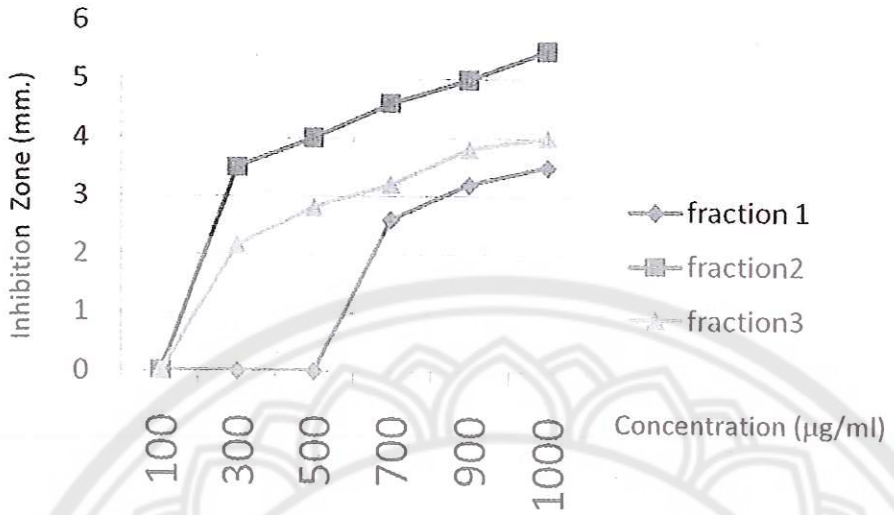
ภาพ 46 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง



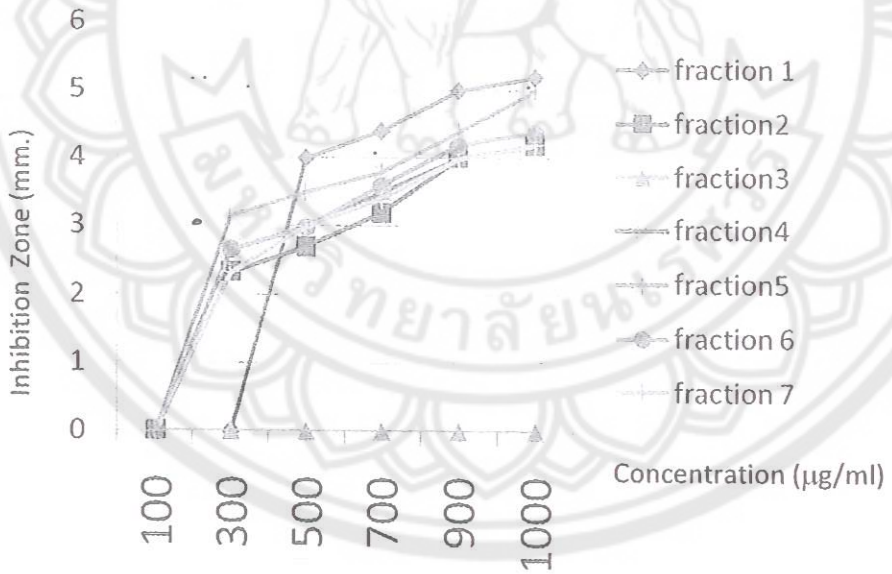
ภาพ 47 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า



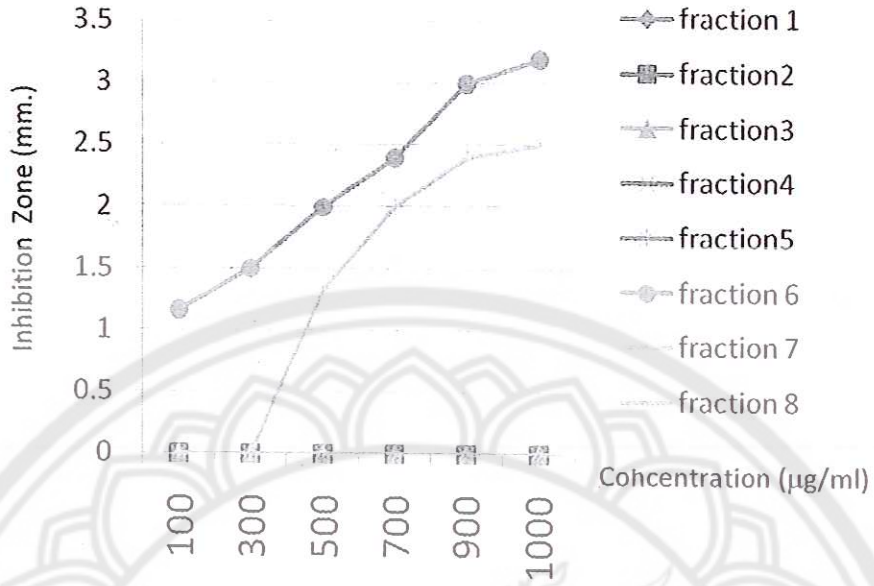
ภาพ 48 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา



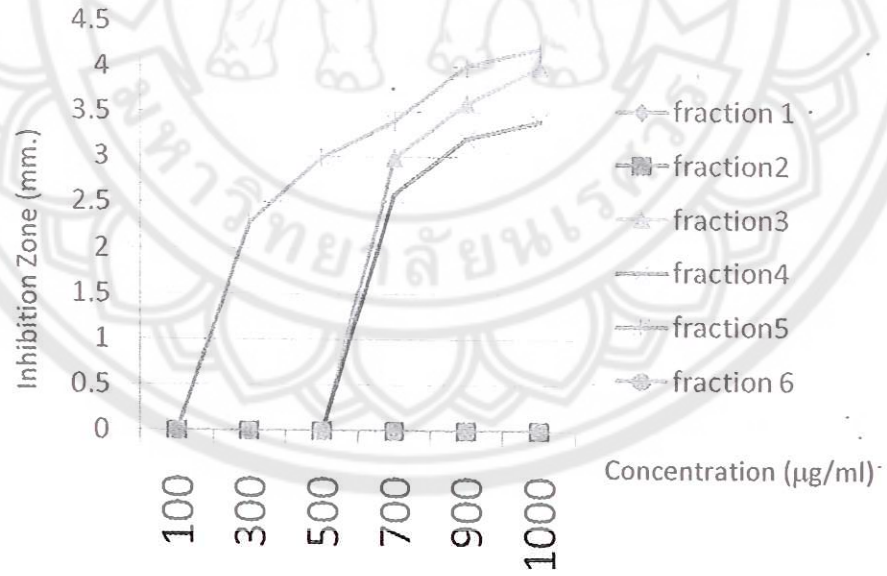
ภาพ 49 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย



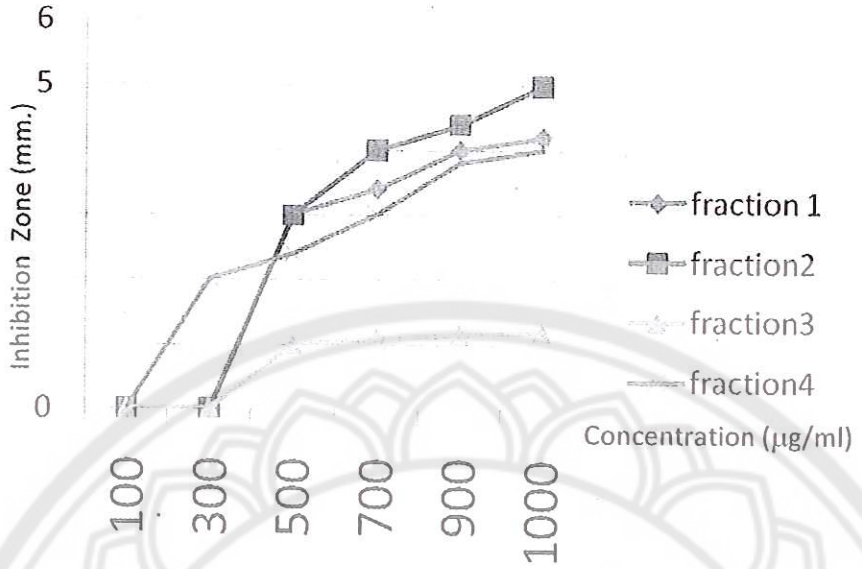
ภาพ 50 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่



ภาพ 51 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวา



ภาพ 52 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง



ภาพ 53 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* จาก fraction สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การเก็บรวบรวมและจำแนกตัวอย่างพืช

ไม้ยืนต้นในเขตป่าเต็งรังในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา เป็นไม้เนื้อแข็งที่นิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และใช้สอย เช่น เต็ง รัง เหียง และพลวง นอกจากนี้ยังใช้ทำฟืน และถ่าน รวมทั้งเครื่องมือการเกษตร และบางชนิดก็ยังใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เช่น สมอไทย รกฟ้า คำมอกน้อย เป็นต้น

ตัวอย่างไม้ยืนต้นที่เก็บมาจากป่าเต็งรังในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา สามารถเก็บตัวอย่างพืชไม้ยืนต้นได้ 80 ชนิด แบ่งตามวงศ์ได้ 32 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Anacardiaceae, Annonaceae, Araliaceae, Aslepiadaceae, Bignoniceae, Bombacaceae, Burseraceae, Celastraceae, Combretaceae, Dilleniaceae, Dipterocarpaceae, Ebenaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Guttiferae, Irvingiaceae, Juglandceae, Labiatae, Leguminosae-Caesalpiniodeae, Leguminosae-Mimosoideae, Leguminosae-Papilionoideae, Lythraceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Ochnaceae, Opiliaceae, Rubiaceae, Sapindaceae และ Strychnaceae โดยวงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์ Leguminosae-Papilionoideae 9 ชนิดรองลงมาคือ Rubiaceae, Euphorbiaceae และวงศ์ Anacardiaceae จำนวนวงศ์ละ 8, 6 และ 5 ชนิด ตามลำดับ นอกนั้นสามารถเก็บตัวอย่างได้วงศ์ละ 1-4 ชนิดคือวงศ์ Bignoniceae, Combretaceae, Dipterocarpaceaeและ Labiatae มีจำนวนวงศ์ละ 4 ชนิด วงศ์ Burseraceae และ Myrtaceae วงศ์ละ 3 ชนิด วงศ์ Dilleniaceae, Ericaceae, Meliaceae และ Moraceae วงศ์ละ 2 ชนิด วงศ์ Annonaceae, Araliaceae, Aslepiadaceae, Bombacaceae, Celastraceae, Ebenaceae, Flacourtiaceae, Guttiferae, Irvingiaceae, Juglandceae, Leguminosae-Caesalpiniodeae, Lythraceae, Ochnaceae, Opiliaceae, Sapindaceae, Strychnaceae, และ Tiliaceae พบไม้ยืนต้นวงศ์ละ 1 ชนิด

พืชตัวอย่างไม้ยืนต้นที่ทำการเก็บรวบรวม สามารถแบ่งได้เป็นส่วนต่าง ๆ ของพืชได้เป็นเปลือก 70 ตัวอย่าง ใบ 53 ตัวอย่าง กิ่ง 15 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อทำการอบแห้งแล้ว จะมีร้อยละน้ำหนักแห้งอยู่ที่ร้อยละ 20-78 โดยในส่วนของเปลือก พบว่า กว้าว มีร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือร้อยละ 20 และ รกฟ้า มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุดคือร้อยละ 78 ส่วนของใบ พบว่า ผักหวานป่า มีร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือร้อยละ 23 และ รักใหญ่ มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุดคือร้อยละ 78 ในส่วนของกิ่งพบว่ามีความแตกต่างกันของร้อยละน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเปลือก และใบ โดยมีร้อยละน้ำหนักแห้งอยู่ที่ร้อยละ 32-58.7 โดย กว้าว มีร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือร้อยละ 32 และ รกฟ้า มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุดคือร้อยละ 58.7

การทดลองที่ 2 การสกัดตัวอย่างพืช

ผลปรากฏว่าสีของสารสกัดหยาบเมทานอลมักมีสีแตกต่างกันไป เช่น สีน้ำตาลเข้ม น้ำตาลแดงเข้ม เขียวเข้ม ส่วนสถานะของสารสกัดหยาบเมทานอลมักเป็นของเหลวข้นและของแข็ง เมื่อนำมาชั่งน้ำหนักสารสารเพื่อคำนวณร้อยละของสารสกัดหยาบเมทานอลพบว่า สารสกัดหยาบเมทานอลส่วนมากจะมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของกว้าวและปอยาบให้ค่าต่ำสุดคือร้อยละ 2.1 และร้อยละ 2.5 ตามลำดับ ยกเว้นสารสกัดหยาบเมทานอลจากใบตัวอย่างพืชบางชนิด มีค่าร้อยละของสารสกัดหยาบเมทานอลมากถึงร้อยละ 30-50 เช่น รักใหญ่ เปาหนาม ตะขบป่า ครามป่าเป็นต้น ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลใบจากมะแฟนมีค่ามากถึงร้อยละ 61.25

การทดลองที่ 3 การคัดกรองลิกแนน

จากตัวอย่างพืชไม้ยืนต้นจำนวน 80 ชนิด แบ่งตามวงศ์ได้ 32 วงศ์ สามารถคัดกรองลิกแนนได้ 15 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Araliaceae, Asclepiadaceae, Bignoniaceae, Celastraceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Labiatae, Leguminosae-Caesalpiniodeae, Leguminosae-Papilionoideae, Myrtaceae, Ochnaceae, Opiliaceae, Rubiaceae, และ Strychnaceae แยกเป็นชนิดไม้ยืนต้นได้ 40 ชนิด และ แบ่งเป็นสารสกัดหยาบเมทานอลจากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ดังนี้ เปลือก 23 ตัวอย่าง ใบ 30 ตัวอย่าง และกิ่ง 7 ตัวอย่าง รวมเป็นสารสกัดหยาบเมทานอลทั้งหมด 60 ตัวอย่าง ดังนี้

1. Anacardiaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของอ้อยช้าง
2. Asclepiadaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งของเถาเอนอ่อน

3. Bignoniceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของกาสะลองคำ สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของแคดอกลาย สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของแคทราย สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของเพกา

4. Celastraceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของมะแตกเครือ

5. Ericaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลใบของดาวราย สารสกัดหยาบเมทานอลใบของส้มปี้

6. Euphorbiaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลใบของผักขี้มด สารสกัดหยาบเมทานอลใบของมะเม่าสาย สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือก ใบ และกิ่งของสลีนก สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของเหมือดหลวง

7. Flacourtiaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของตะขบป่า

8. Labiatae : สารสกัดหยาบเมทานอลใบของกาสามปีก สารสกัดหยาบเมทานอลใบของตีนนก สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของสัก สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของสักขี้ไก่

9. Leguminosae-Caesalpiniodeae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือก และใบของคูน

10. Leguminosae-Papilionoideae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของเครือปี้ สารสกัดหยาบเมทานอลใบของครามป่า สารสกัดหยาบเมทานอลใบและกิ่งของเก็ดแดง สารสกัดหยาบเมทานอลใบและกิ่งของเครือพันขวา สารสกัดหยาบเมทานอลใบของเครือพันซ้าย สารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งของเครือไหล สารสกัดหยาบเมทานอลใบของทองหลางป่า สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของประดู่ สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของปี้พง

11. Myrtaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของเคาะ สารสกัดหยาบเมทานอลใบของมะห้า สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือก และใบของหว้า

12. Ochnaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลใบของตานเหลือง

13. Opiliaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือก ใบ และกิ่งของผักหวานป่า

14. Rubiaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลใบและกิ่งของกว้าว สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกของคำมอกน้อย สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของเค็ด สารสกัดหยาบเมทานอลใบของตุ้มกว้าว สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของมะคังแดง สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกและใบของยอป่า

15. Strychnaceae : สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือก และใบของแสลงใจ

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า พืชในวงศ์ Leguminosae-Papilionoideae สามารถคัดกรองลิกแนนจากชนิดพืชได้มากที่สุดถึง 9 ชนิด รองลงมาคือ Rubiaceae และ Euphorbiaceae ซึ่งมี 6 และ 4 ชนิด ตามลำดับ

การทดลองที่ 4 การคัดกรองฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar disc diffusion

นำสารสกัดหยาบเมทานอลที่ผ่านการคัดกรองพบลิกแนนจากการทดลองที่ 3 มาทำการคัดกรองฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar disc diffusion โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ

1. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคข้าว ซึ่งได้แก่ *Pyricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* และ *Rhizoctonia solani*

ผลการทดลองปรากฏว่า ในจำนวนสารสกัดหยาบเมทานอลจำนวน 60 ชนิด ที่นำมาทดสอบพบว่าไม่มีสารสกัดหยาบเมทานอลจากพืชชนิดใดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคข้าวได้ คือสารสกัดหยาบเมทานอลที่นำมาทดลองไม่สามารถทำให้เกิด clear zone จากเทคนิค Agar diffusion method

2. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

2.1 แบคทีเรียเปรียบเทียบได้แก่ *Staphylococcus aureus* (TISTR NO 118), *Bacillus subtilis* (TISTR NO 008), *Escherichia coli* (TISTR NO 780)

2.2 แบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว ได้แก่ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ในกลุ่มของแบคทีเรียเปรียบเทียบ พบว่ายาปฏิชีวนะ (Kanamycin, Ampicillin และ Penicillin) ที่นำมาเป็นตัวควบคุม (control) สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้ทั้ง 3 ชนิด และจากสารสกัดหยาบเมทานอลจำนวน 60 ตัวอย่าง จะพบสารสกัดหยาบเมทานอลจำนวนถึง 44 ชนิดที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย คิดเป็นร้อยละ 73 ของสารสกัดหยาบเมทานอลที่นำมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย โดย ในการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบว่า สารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันซ้าย (*Spatholobus parviflorus* (DC.) Kuntze) มี inhibition zone สูงสุดคือเท่ากับ 14.33^{c} ±1.16 มิลลิเมตร ซึ่งเทียบเคียงได้กับ ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของ Kanamycin (clear zone= 16.0^{c}±1.52 มิลลิเมตร)

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Bacillus subtilis* พบว่า สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสลีนก (Balakata *baccata* (Roxb.) Esser) มี inhibition zone สูงสุดคือเท่ากับ 11.66^{d}±0.33 มิลลิเมตร

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* พบว่าสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสัก (*Tectona grandis* L.f.) มี inhibition zone สูงสุดคือเท่ากับ 9.0^{c}±0.57 มิลลิเมตร ซึ่งเทียบเคียงได้กับฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* ของ Ampicillin (inhibition zone= 10.66^{d}±0.66 มิลลิเมตร)

ส่วนแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวพบว่าในตัวควบคุมทั้ง 3 ชนิด สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ได้ทั้ง 3 ชนิด ส่วน *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* มีเพียง Kanamycin ที่สามารถยับยั้งได้ ส่วนจากสารสกัดหยาบเมทานอลจำนวน 60 ชนิดที่นำมาทดสอบปรากฏว่า จะพบสารสกัดหยาบเมทานอลจำนวนถึง 30 ชนิดที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว โดยมีสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า (*Syzygium albiflorum* (Duthie & Kurz) Bahadur & R.C.Guar) สามารถยับยั้งได้ดีที่สุดคือ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* โดยมีค่า clear zone = 13.33^{d} ±0.16 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวรายสามารถยับยั้งการเจริญของ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* ได้ดีกว่ายาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Penicillin และมีฤทธิ์ยับยั้งได้เทียบเคียงกับ Kanamycin โดยมี clear zone เท่ากับ 6.66^{a} ±0.33 มิลลิเมตร

การทดลองที่ 5 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จาก Fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอล

ทำการคัดเลือกสารสกัดหยาบเมทานอลจากการทดลองที่ 4 ที่มีฤทธิ์ยับยั้งได้เทียบเคียงกับยาปฏิชีวนะ (Kanamycin ยับยั้ง *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola*: clear zone = 6.5^{a}±0.0มิลลิเมตร) และสารสกัดหยาบเมทานอลที่มีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่ายาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Penicillin (ไม่เกิด clear zone กับแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola*) ซึ่งได้แก่ สารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย สารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวา สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง และสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้ามาทำการ fraction ด้วยเทคนิค PLC (Preparative layer chromatography) ผลปรากฏว่าในสารสกัดหยาบเมทานอลชนิดเดียวกัน จำนวน band จากแผ่น PLC จะมีจำนวนมากกว่าจากแผ่น TLC ยกเว้นสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้าที่มีจำนวน band ลดลงจาก 7 band บนแผ่น TLC เหลือเพียง 4 band บนแผ่น PLC อาจเนื่องมาจากขนาดความยาวของแผ่น PLC ที่ทำการ develop และปริมาณของสารสกัดหยาบเมทานอลที่ทำการ load ลงบนแผ่น PLC ที่สูงถึง 20 มิลลิกรัม จึงทำให้สามารถเห็นสารประกอบภายในสารสกัดหยาบเมทานอลเด่นชัดขึ้น โดยสารสกัดหยาบเมทานอล

ใบเครือพันขวาตรวจพบ band ได้มากถึง 8 band ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวรายตรวจพบ band น้อยที่สุด คือ 3 band

เมื่อทำการสกัด fraction จาก band ที่ตรวจพบบนแผ่น PLC พบว่า น้ำหนักสารสกัด fraction โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.38 มิลลิกรัม โดย fraction ที่ 1 ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวามีน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 0.07 มิลลิกรัม และ fraction ที่ 6 ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบสักขี้ไก่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ 0.9 มิลลิกรัม ในส่วนของสารสกัดหยาบเมทานอลรวมทุก fraction ของแต่ละสารสกัดหยาบเมทานอล พบว่า สารสกัดหยาบเมทานอลใบสักขี้ไก่มีน้ำหนักรวมทุก fraction มากที่สุดคือ 2.9 มิลลิกรัม รองลงมาคือ สารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวา และสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า คือมีน้ำหนักรวม 1.62 และ 1.6 มิลลิกรัมตามลำดับ

จากการทดสอบหาค่า MIC จาก fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอล แสดงให้เห็นว่าทุกสารสกัดมี fraction ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว โดย fraction จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้าทุก fraction มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งสองชนิด คิดเป็น 100 % ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวามี fraction ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 5 fraction จากทั้งหมด 8 fraction คิดเป็น 62.5% ในสารสกัดหยาบเมทานอลใบเครือพันขวามี 2 fraction ที่มีค่า MIC ต่ำสุดจากทุก fraction ของทุกสารสกัดหยาบเมทานอล คือ fraction ที่ fraction ที่ 1 (ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae*) และ fraction ที่ 6 (ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola*) ที่มีค่า MIC เท่ากับ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ในการศึกษา fraction ของ สารสกัดหยาบเมทานอลทุกชนิด ที่มีค่า R_f เทียบเคียงได้กับค่า R_f ของ authentic sample มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวได้ โดย fraction ที่น่าสนใจคือ fraction ที่ 5 ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae* โดยค่า MIC เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร fraction ที่ 3 ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย fraction ที่ 7 สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ และ fraction ที่ 5 สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola* โดยค่า MIC เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ผลการทดลองฤทธิ์ต้านแบคทีเรียจากสารสกัด fraction พบว่าใน *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae* สารสกัด fraction ที่ได้มีฤทธิ์ต้านทานน้อยกว่าสารสกัดหยาบเมทานอล ยกเว้นสารสกัด fraction จากเปลือกสักขี้ไก่ที่มีฤทธิ์ต้านดีกว่า (fraction 3,4,6 จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ inhibition zone สูงกว่า สารสกัดหยาบเมทานอล

เปลือกสักขี้ไก่) ส่วน *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola* สารสกัด fraction มีฤทธิ์ต้านทานสูงกว่า สารสกัดหยาบเมทานอลทุกชนิด

อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การเก็บรวบรวม และจำแนกตัวอย่างพืช

มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา ตั้งอยู่ในบริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยที่ดินจำนวน 5,727 ไร่ ซึ่งเป็นที่ดินสาธารณะประโยชน์ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทยจำนวน 1,147 ไร่ และที่ป่าสงวนแห่งชาติมีสภาพป่าเป็นป่าเต็งรังที่มีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูงภายใต้การกำกับดูแลของกรมป่าไม้ จำนวน 4,580 ไร่ ซึ่งขณะนี้ได้รับอนุญาตให้มหาวิทยาลัยใช้ประโยชน์เรียบร้อยแล้ว ในอดีตตำบลแม่กาพื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อมหาวิทยาลัยมีการเปิดการเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2542 ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า และพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งทำให้ความสัมพันธ์ของคนกับป่าไม้เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามพื้นที่ส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา ยังคงมีสภาพเป็นป่าอยู่ โดยส่วนใหญ่จะเป็นป่าผลัดใบ ได้แก่ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ แต่ในระยะยาวสภาพพื้นป่าดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพของการเติบโตของชุมชนโดยรอบ ซึ่งมีผลทำให้ป่าที่เหลืออยู่มีความเสื่อมโทรมหรือลดจำนวนลง

ป่าเต็งรังในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา เป็นป่าที่ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น เป็นแหล่งอาหาร เช่น ผักหวานป่า เห็ด สัตว์ป่าเป็นต้น พันธุ์ไม้ในป่าเป็นไม้เนื้อแข็งที่นิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยและใช้สอย เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง และไม้พลวง นอกจากนี้ยังใช้ทำฟืนและถ่านรวมทั้งเครื่องมือทางการเกษตร และพันธุ์ไม้บางชนิดก็ใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เช่นต้นสมอไทย จ๋วงเครือ กุ๊ก เป็นต้น

จากผลการสำรวจพบว่า ป่าในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา เป็นป่าเต็งรังที่มีความหลากหลายของชนิดพืชไม้ยืนต้นสูง คือสามารถจำแนกความแตกต่างของวงศ์พืชไม้ยืนต้นได้ถึง 32 วงศ์โดยวงศ์ที่พบจำนวนตัวอย่างมากที่สุดคือวงศ์ Leguminosae - Papilionoideae 9 ชนิด รองลงมาคือ Rubiaceae, Euphorbiaceae และ Anacardiaceae จำนวนวงศ์ละ 8, 6 และ 5 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าเต็งรังบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาเมื่อปี 2550 (เสวียน เปรมประสิทธิ์ et al., 2550) ซึ่งพบว่า ไม้ยืนต้นที่พบมากที่สุดคือ คือวงศ์ Leguminosae - Papilionoideae รองลงมาคือ วงศ์ Rubiaceae

เมื่อทำการอบแห้งตัวอย่างพืชแล้ว พบว่าค่าร้อยละน้ำหนักแห้งของใบ และเปลือกของตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกันมาก (ร้อยละ 20-78) ซึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะจำเพาะของพืชแต่ละชนิด โดยในใบมีผลมาจากความกว้าง ยาวของใบ ซึ่งมีผลต่อเนื้อที่หน้าใบ จำนวนเส้นใบ (Venation) และขนาดโครงสร้างของเส้นใบ โดยเส้นใบทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้ตัวใบแผ่เป็นแผ่นกางอยู่ได้ เส้นใบเหล่านี้คือกลุ่มท่อลำเลียงซึ่งติดกับท่อลำเลียงภายในก้านใบ กิ่ง ลำต้น และราก ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และเกลือแร่จากรากผ่านลำต้นสู่ตัวใบ ตลอดทั้งลำเลียงอาหารซึ่งใบสร้างขึ้นไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537) จากผลการทดลองพบว่าใบผักหวานป่ามีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด (23%) มีขนาดใบประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร x 6- 12 เซนติเมตร (Hiep, 1993) และในใบรักใหญ่มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุด (78%) มีพื้นที่หน้าใบมากกว่าใบผักหวานป่าถึง 3 เท่าคือ รักใหญ่มีขนาดใบประมาณ 5-12 เซนติเมตร x 12-36 เซนติเมตร (ธงชัย เปาอินทร์, 2551)

ในส่วนเปลือก ลักษณะของเปลือกกว้าวที่มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำสุด (20%) เปรียบเทียบกับลักษณะของเปลือกรกฟ้าที่มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งสูงสุด (78%) พบว่าลักษณะของเปลือกกว้าวที่มีลักษณะเปลือกเรียบหนาสีเขียวอ่อนปนเทา (ธงชัย เปาอินทร์, 2551) ซึ่งอาจเป็นคุณสมบัติเฉพาะของพืชชนิดนี้คือ สะสมอาหาร สังเคราะห์แสง หรือสร้างสารทุติยภูมิต่าง ๆ ได้แก่ แทนนิน น้ำยาง เรซิน ลาแทกซ์เป็นต้น (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537) ซึ่งแตกต่างกับลักษณะของเปลือกรกฟ้า ที่มีลักษณะเปลือกเป็นสีเข้ม ค่อนข้างดำ และแตกเป็นสะเก็ด (ศูนย์ข้อมูลพืช สำนักวิชาการ-วิจัย องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2547)

ในส่วนของกิ่งของพืชตัวอย่าง มักมีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันนัก (32-58.7%) เพราะในกิ่งมีส่วนประกอบเป็นเนื้อไม้ (wood) เป็นหลัก ซึ่งในแต่ละชนิดพืชตัวอย่าง ซึ่งเป็นไม้ยืนต้น มักมีลักษณะเนื้อไม้คือเป็นไม้เนื้อแข็ง

การทดลองที่ 2 การสกัดตัวอย่างพืช

สารสกัดหยาบเมทานอลที่ได้มีลักษณะของสี สถานะ และค่าร้อยละสารสกัดหยาบเมทานอลแตกต่างกัน มีเหตุมาจากหลายปัจจัยได้แก่ ชนิดของรงควัตถุ (pigment) ภายในตัวอย่างพืชยกตัวอย่างเช่น คลอโรฟิลล์ คาร์โรทีนอยด์ ไฟโคบิลินส์ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2539) ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงของพืช โดยรงควัตถุแต่ละชนิดมีสีแตกต่างกันไป เช่น คลอโรฟิลล์มีสีเขียว คาร์โรทีนอยด์มีสีเหลือง และแดง ไฟโคบิลินส์มีสีแดง และน้ำเงิน ทำให้สารสกัดหยาบเมทานอลที่ได้มีสีต่าง ๆ

ไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) คือ โพลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (hydrophilic) ที่ได้จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ โพลิเมอร์เหล่านี้จะแสดงหน้าที่ที่สำคัญในสารสกัดหยาบเมทานอล เช่น เป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) สารเพิ่มความหนืด (thickener) สารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) (Phillips and Williams, 2000) จึงทำให้สารสกัดหยาบเมทานอลที่ได้มีลักษณะ เป็นของแข็งและของเหลวข้น

ตัวทำละลายในการทดลองนี้คือ เมทานอล เป็นตัวทำละลายประเภทมีขั้ว (polar solvent) ทำให้สารสกัดหยาบเมทานอลที่ได้มีส่วนประกอบของ สารประกอบ hydrophilic และ polyphenol (WillfÖr, et al., 2006) ซึ่งเป็นสารประกอบประเภทมีขั้ว (polar extractives) ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืชตัวอย่าง แต่ในเนื้อเยื่อพืชยังมีสารประกอบประเภทไม่มีขั้ว (non-polar extractives) อย่างเช่น lipophilic ทำให้ค่าร้อยละสารสกัดหยาบเมทานอลที่ได้มีค่าตามปริมาณสารประกอบประเภทมีขั้วที่มีในตัวอย่างพืชเท่านั้น

การทดลองที่ 3 การคัดกรองลิกแนน

จากการทดลองพบว่าไม้ยืนต้น 40 ชนิด (แบ่งเป็นสารสกัดหยาบเมทานอลจำนวน 60 ชนิด ได้แก่ เปลือก 23 ตัวอย่าง ใบ 30 ตัวอย่าง และกิ่ง 7 ตัวอย่าง)ที่สามารถคัดกรองพบลิกแนนแยกตามวงศ์ได้ 15 วงศ์ โดยวงศ์ Leguminosae-Papilionoideae สามารถคัดกรองลิกแนนจากชนิดไม้ยืนต้นได้มากที่สุดถึง 9 ชนิด รองลงมาคือ Rubiaceae และ Euphorbiaceae ซึ่งมี 6 และ 4 ชนิด ตามลำดับจากผลการทดลองเห็นว่า พืชวงศ์ Leguminosae-Papilionoideae ซึ่งเป็นวงศ์พืชที่มีความหลากหลายทางสายพันธุ์มากที่สุดในป่าเต็งรังในเขต มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา และจากผลการคัดกรองลิกแนนพบว่า พืชในวงศ์นี้ยังสามารถพบลิกแนนได้มากที่สุด โดยลิกแนนที่คัดกรองพบจากไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา พบมากในส่วนใบ ซึ่งต่างจากพืชชนิดอื่นที่เคยค้นพบมา คือ มักพบลิกแนนในส่วนหัว และลำต้นใต้ดิน

การทดลองที่ 4 การคัดกรองฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar disc diffusion

ในการทดลองฤทธิ์ยับยั้งราสาเหตุโรคข้าวพบว่า ไม่มีสารสกัดหยาบเมทานอลจากพืชชนิดใดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคข้าวได้ ซึ่งอาจสอดคล้องกับบทความของ WillfÖr, et al. (2006) ที่กล่าวเกี่ยวกับการวิเคราะห์สารประกอบทุติยภูมิ ที่ว่า มีบางการทดลองที่ต้องการศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของสารสกัดหยาบเมทานอลจากพืชที่ไม่ประสบความสำเร็จตามที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากบางกระบวนการในห้องทดลองบางชนิดเช่น การโดนแสงของสารสกัดหยาบเมทานอล, การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มักชักนำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเช่น oxidation, thermal degradation หรือ polymerization จนมีผลให้

คุณสมบัติทางชีวภาพของสารสกัดหยาบเมทานอลนั้น ๆ แปลงสภาพไปจนไม่เกิดคุณสมบัติทางชีวภาพที่มีอยู่

การทดลองฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทั้งกลุ่มแบคทีเรียเปรียบเทียบและแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว พบว่าสารสกัดหยาบเมทานอลส่วนใหญ่สามารถต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Suzuki (2002) ที่กล่าวว่า ในพืชยืนต้น พืชเหล่านี้มีอายุยืน และทนทานต่อโรคจากแมลงและจุลินทรีย์ เนื่องจากมีสารทุติยภูมิหลายกลุ่มรวมทั้งลิกแนนที่ช่วยให้พืชยืนต้นมีคุณสมบัติแข็งแรงดังกล่าว (Suzuki, 2002)

แต่สารสกัดหยาบเมทานอลส่วนใหญ่มักต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก (*Staphylococcus aureus* และ *Bacillus subtilis*) ได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ (*Escherichia coli*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* และ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*) เพราะผนังเซลล์ของแบคทีเรีย แกรมลบมีส่วนของ lipopolysaccharide มากกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2544) แต่ยังพบสารสกัดหยาบเมทานอลบางชนิดมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียแกรมลบ เพราะว่าถลไกการออกฤทธิ์ของสารต้านแบคทีเรีย นอกจากการยับยั้งการสร้างผนังเซลล์แบคทีเรียแล้ว ยังมีอีกหลายกลไก เช่น รบกวนหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ยับยั้งการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน และรบกวนกระบวนการเมตาบอลิสม นอกจากนั้นการที่สารสกัดหยาบเมทานอลที่ นำมาทดลองเป็นสารสกัดหยาบเมทานอล และเป็นสารสกัดหยาบเมทานอลที่มาจากพืช และชิ้นส่วนพืชหลายชนิด ทำให้สารประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในสารสกัดหยาบเมทานอลมีความแตกต่างกัน จึงทำให้กลไกการออกฤทธิ์ต่อเซลล์แบคทีเรียเป้าหมายได้หลายทาง (Jirawan, et al., 2006)

การทดลองที่ 5 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จาก Fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอล

ในสารสกัดหยาบเมทานอลทุกชนิดที่นำมาทดสอบพบว่ามี fraction ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว เนื่องจากในพืชมีสารภูมิคุ้มกัน (chemopreventive agents) มากมายเช่น สารประกอบ phenol (เช่น phenolic acids, flavonoids, quinines, coumarins, lignans, stilbenes และ tannins) สารประกอบไนโตรเจน (เช่น alkaloids, amines และ betalatins) วิตามิน, terpenoids (เช่น carotenoids) และสารเมทาโบไลท์ อื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Larson, 1988; Shahidi and Naczk,1995; Cotelle, et al., 1996) ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่เข้าทำลายเซลล์ของพืชอาศัย

ในการทดลองนี้พบว่าพืชที่น่าสนใจนำไปศึกษาค้นคว้าถึงสารลิกแนนที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชคือ สารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ และสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง เพราะในสารสกัดหยาบเมทานอลแต่ละชนิดมี fraction ที่มีค่า R_f เทียบเคียงได้กับ ค่า R_f ของ authentic sample ซึ่งมีค่า MIC ต่ำ คือ fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา ที่มีค่า R_f เทียบเคียงได้กับค่า R_f ของ authentic sample มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae* โดยค่า MIC เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร fraction ของสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ และ สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง ที่มีค่า R_f เทียบเคียงได้กับ ค่า R_f ของ authentic sample มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzicola* โดยค่า MIC เท่ากับ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

มีรายงานเกี่ยวกับงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชที่น่าสนใจดังกล่าว คือ

Ashok, et al. (2006) กล่าวว่าสารสกัดหยาบเมทานอลของเปลือกเพกาสามารถนำไปใช้เป็นตัวอย่างยาที่มีฤทธิ์ต้านการเข้าทำลายเซลล์ของอนุมูลอิสระ

สารสกัด เฮกเซน คลอโรฟอร์ม เอทานอล และน้ำ จากใบสักขี้ไก่ มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Alkaligens faecalis, Bacillus subtilis* และ *Escherichia coli* (Anbazhakan and Balu, 2009) สารสกัดส่วนเหนือดินของสักขี้ไก่ มีฤทธิ์ต้านทานการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดี จึงทำให้มีประโยชน์อย่างมากต่อการรักษาโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ โดยเฉพาะสารสกัดเมทานอล และสารสกัดน้ำของสักขี้ไก่ มีฤทธิ์ต้านทานได้ดีกับทุกเชื้อแบคทีเรีย *P.fluorescens, P.vulgoris, S.typhi, S.marcesens, S.aureus* และ *S.pyogenes* (Matrin Rathi and Gopalakrishnan, 2005)

ส่วนพืชอีกสองชนิดที่แสดงค่า MIC ต่ำสุด ยังไม่เคยมีการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพโดยกรรมวิธีในห้องทดลอง แต่มีประวัติการใช้เป็นยาสมุนไพร และอาหาร ได้แก่ ในประเทศจีนใช้ดาวรายเป็นส่วนผสมของยาแก้อักเสบและยาบำรุงไต (Yeau, et al., 1963) เปลือกลำต้นปี้พงต้มผสมน้ำดื่ม บำรุงเลือด (วงศ์สถิต ฉั่วสกุล, 2543)

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาองค์ประกอบภายในสารสกัดหยาบเมทานอลเพื่อพัฒนาไปเป็นยาฆ่าเชื้อโรค (antiseptic)

2. ศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อลิกแนนในสารสกัดหยาบเมทานอล เช่น ช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง

3. ศึกษาการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากสารสกัดหยาบเมทานอลและสารสกัด fraction ที่ได้จากสารสกัดหยาบเมทานอลเพื่อใช้ลดการระบาดของโรคข้าวที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* และ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชาญ มงคล. (2536). **ข้าว**. กรุงเทพฯ: กรมการศาสนา.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2539). **สรีรวิทยาของพืช**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เต็ม สมิตินันทน์. (2544). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ประชาชน.

ทักษิณ อาชวาคม, สมัย เสวครบุรี, บัวใส สมสูง และฤทัยวรรณ รินไธสง. (2551). **พืชกินได้ในป่าสะแกราช.กรุงเทพฯ**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ธงชัย เปาอินทร์. (2551). **ต้นไม้ยาน่ารู้**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2544). **แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค**. กรุงเทพฯ: NOBEL Print.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และนงลักษณ์ เรืองวิเศษ. (2551). **วิเคราะห์ วิจัย คุณภาพเครื่องยาไทย**. กรุงเทพฯ: คอนเซพท์-เมดิคัส.

ปัทมา พิทยขจรวุฒิ. (2546). สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ...คุณค่าจากทรัพยากรชีวภาพของไทย. วารสาร @II BIOTECH, 1(5).

พร้อมจิต ศรลัมพ์, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล และสมภพ ประธานธุรารักษ์. (2543). **สารานุกรมสมุนไพร เล่ม 1 : สมุนไพรสวนสิรีรุกขชาติ**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ บุ๊ค เซ็นเตอร์.

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล. (2543). **กกยาอีสาน : สารานุกรมสมุนไพร เล่ม 4**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

วิทยาเขตสะลวง-ขี้เหล็ก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (ม.ป.ป.). **พิพิธภัณฑ์พืช 1**. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2554, จาก http://www.saluang.cmru.ac.th/ editweb/ page.php?spid=38&tid=2&type=3&start=0.

ศูนย์ข้อมูลพืช สำนักวิชาการ-วิจัย องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2547). **ฐานข้อมูลหนังสือพรรณไม้สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์**. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://www.qsbg.org/database/botanic_book%20full%20option/Search_detail.asp?Botanic_ID=846.

สุดารัตน์ หอมหวน. (ม.ป.ป.). **ฐานข้อมูลสมุนไพรเขตอีสานใต้**. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2554, จาก http://phargarden.com/main.php.

เสวียน เปรมประสิทธิ์, สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ และเกศรา บางสารี. (2550). **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา อ.เมือง จ.พะเยา.** พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อิสยา จันทร์วิทยานุชิต และวัชรินทร์ รังสีภาณุรัตน์. (2552). **แบคทีเรียทางการแพทย์.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Achenbbach, H., Waibel, R. and Mensah, I.A. (1983). Lignans and other constituents from carissa edulis. Phytochemistry, 22, 749-753.

Adlercreutz, H., Fotsis, T., Heikkinen, R., Dwyer, J.T., Woods, M., Goldin, B.R. and Gorbach, S.L. (1982). Excretion of lignans enterolactone and enteroiol and of equol in omnivorous and vegetarian postmenpomenopausal women and in women with breast cancer. Lancet ii, 1295(9).

Anbazhakan, S. and Balu, S. (2009). Antibacterial activity of the leaf extracts of premna tomentosa willd. Hamdard Medicus, 52(2), 24-27.

Andrews, J.M. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 48(1), 5-16.

Anonymous. (1989). The wealth of india raw materials, Publications and information directorate. Council of scientific and industrial research: New Delhi.

Archana, Banerjee., Nabasree, Dasgupta. and Bratati, De. (2005). In vitro study of antioxidant activity of syzygium cumini fruit. Food Chemistry, 90, 727-733.

Aree, Monanok. (2010). Herbs for health ; Medical plants in Thailand. ประกาศ ณ วันที่ 27 มีนาคม 2553 สืบค้นเมื่อ 26 มกราคม 2554, จาก http://herbstohealth.blogspot.com/2010/03/xylia-xylocarpa-roxb-taub-daeng.html

Asolkar, L.V., Kakkar, K.K. and Chakre, O.J. (1992). Glossary of indian medicinal plants with active principles, CSIR, New Delhi, 1, 177-178.

Ayres, D.C. (1969). Incorporation of L-[U-^{14}C]- β -phenylalanine into the lignin podophyllotoxin. Tetrahedron, 37(3641), 52.

Ayres, D.C. and Loike, D.J. (1990). Chemistry and pharmacology of natural products. In: Ayres, D.C., Loike, D.J. (Eds.), Lignans: Chemical,Biological and Clinical Properties. Cambridge University Press: New York, 85.

Babu, N.P., Pandikumar, P. and Ignacimuthu, S. (2009). Anti-inflammatory activity of albizia iebbeck benth., an ethnomedicinal plant, in acute and chronic animal models of inflammation. J. ethnopharmacol, 125(356), 60.

Bandopadhyay, J. and De, B. (1997). Seasonal variation of strychnine and brucine in vegetative parts of strychnos nux-vomica. Int. j. pharm, 35, 349-353.

Batra, J.K., Jurd, L. and Hamel, E. (1986). Morpholino derivatives of benzyl-benzodioxole, a study of structural requirements for drug interactions at the colchicines/podophyllotoxin binding site of tubulin. Biochem pharmacol, 35, 681-688.

Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C. and Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. Am j. clin pathol, 45(4), 493-496.

Bodding, P.O. (1983). Santal Medicine. Laxmi Janardan Press. Calcutta, 212.

Burkill, I.H. (1935). A dictionary of the economic products of the malay peninsula. London: government of the straits settlements and federated malay states by the crown agents for the colonies.

Burnett, B.P., Jia, Q., Zhao, Y. and Levy, R.M. (2007). A medicinal extract of scutellaria baicalensis and acacia catechu acts as a dual inhibitor of cyclooxygenase and 5-lipoxygenase to reduce inflammation. J. med food, 10(3), 442-451

Cai, B.C., Wang, T.S., Krokawa, M., Shiraki, K. and Hattor, i.M. (1998). Cytotoxicities of alkaloids from processed and unprocessed seeds of strychnos nux-vomica. Acta pharmacol. Sin. 19, 425-428.

Carlos, L.C., Guillermo, A., Ana, M.G., Jose, B., Cristian, F., Pedro, A., Magalis, B., Maritza, H., Miguel, Martinez. and Mario, S. (2006). Antifungal and antibacterial activities of araucaria araucana (Mol.) K. Koch Heartwood Lignans. Z. Naturforsch, 61, 35-43.

Carrillo, Canel., Markus Ganzera, Khias A. Khan., Agnes, Rimando., Charles, L., Burandt, jr. and Rita, M. Moraes. (1999). High yield of podophyllotoxin from leaf of podophyllum peltatum by In situ conversion of podophyllotoxin D-Glucopyranoside . Planta med, 67: 97

Chang, W.-L., Chiu, L.-W., Lai, J.-H. and Lin, H.-C. (2003). Immunosuppressive flavones and lignans from bupleurum scorzonerifolium. Phytochemistry, 64, 1375.

Charoenlarp, P., Radomyos, P. and Bunnag, D. (1989). The optimum dose of puag-haad in the treatment of taeniasis. J. med. assoc. thai, 72, 71-73.

Chattopadhyay, S.K., Kumar, T.R.S., Maulik, P.R., Srivastava, S., Garg, A., Sharon, A., Neg,i A.S. and Khanuja, S.P.S. (2003). Absolute configuration and anticancer activity of taxiresinol and related lignans of taxus wallichiana. Bioorg. med. chem, 11, 4945.

Chen, Y.-Y., Shu, Z-B. and Li, L-N. (1976). Studies on fructus schizandrae. part 4. Isolation & determination of the actives compounds of schizandra chinensis Baill. Sci. sin, 19, 176-190.

Chihiro, Ito., Masataka, Itoigawa., Minako, Kumagaya., Yoshinori, Okamoto., Koji, Ueda., Tsutomu, Nishihara., et al. (2006). Isoflavonoids with antiestrogenic activity from millettia pachycarpa. Journal of natural products, 69(1), 138-141.

Cockayne, T.O. (1961). Leech book of BALD: In: lecchdom, wortcunnings and starcraft of early england. London: The Holland Press, 2, 313.

Cotelle, N., Bernier, J.L. and Catteau, J.P. (1996). Antioxidants properties of hydroxyl-flavones. J. free radical biolo med, 20(1), 35-43.

Cragg, G.M., and Newman, D.J. (2000). Antineoplastic agents from natural sources: achievements and future directions. Expert opinion on investigational drugs, 9, 2783-2797.

Craigo, J., Callahan, M., Huang, R. and DeLucia, A. (2000). Inhibition of human papillomavirus type 16 gene expression by nordihydroguaiaretic acid plant lignan derivatives. Antiviral res, 47,19-28.

Deng, X.K., Yin, W., Li, W.D., Yin, F.Z., Lu, X.Y., Zang, X.C., et al. (2006). The anti-tumor effects of alkaloids from the seeds of strychnos nux-vomica on HepG2 cells and its possible mechanism. J. ethnopharmacol, 106, 179-186.

Devi, K. and Devaki, T. (1998). Protective effect of premna tomentosa on acetaminophen induced hepatitis in rats. Med. sci. res, 26, 785-787.

Devi, R., Anandan, T., Devaki, T., Apparananthanm, A. and Balakrishna, K. (1998). Effect of premna tomentosa on rat liver antioxidant defense system in acetaminophen intoxicates rats. Biome. res, 19, 79-83.

Duru, M.E., Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Harmandar, M., Izumi, S. et al. (2003). Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three pistacia species. Fitoterapia, 74, 170–176.

Eswaramurthy, S., Mariappan, V., Muthusamy, M., Alagianalingam, MN. and Subramaniam, K.S. (1993). Efficacy of neem products in the control of rice bacterial blight. World neem conference: Bangalore, India, 783–785.

Fagbule, M.O. and Olatunji, G.A. (1984). Isolation and characterization of the furofuran lignans fargesin. Cellulose chem and technol. 18, 293-296.

Ferrigni, NR., Putman, JE. and Anderson, B. (1982). Modification and evaluation of the potato disc assay and antitumor screening of euphorbiaceae seeds. J. nat prod, 45, 679-686.

Folkers, K. and Koniuszy, F. (1939). Erythrina alkaloids. III. Isolation and characterization of a new alkaloid, erythramine. Journal of the american chemical society, 61, 1232–1235.

Folkers, K., Shavel, Jr., J. and Koniuszy, F. (1941). Erythrina alkaloids. X. Isolation and characterization of erysonine and other liberated alkaloids. Journal of the american chemical society, 63, 1544–1549

Fumio, Kawamura. (2004). Antifungal activity of constituents from the heartwood of gmelina arborea: part 1. Sensitive antifungal assay against basidiomycetes. Holzforschung, 58, 189-192.

Gangopadhyay, S. (1998). Turmeric (Curcuma longa), an ecofriendly ingredient to control seed-borne rice diseases. Curr sci, 75, 16–17.

Ghisalberti, E.L. (1997). Cardiovascular activity of naturally occurring lignans. Phytomedicine, 4, 151-166.

Grainge, M. and Alvarez, AM. (1987). Antibacterial and antifungal activity of artabotrys hexapetalus leaf extract. Int j. trop plant dis, 5, 173–179.

Greger, H. and Hofer, O. (1980). New unsymmetrically substituted tetrahydrofurofuran lignans from artemisia absinthum. Tetrahedron, 36, 3551-3558.

Gu, J.-Q., Park, E. J., Totura, S., Riswan, S., Fong, H.H.S., Pezzuto, J.M., et al. (2002). Constituents of the twigs of hernandia ovigera that inhibit the transformation of JB6 murine epidermal cells. J. nat. prod, 65, 1065-1068.

Gupta, R.S., Chaudhary, R., Yadav, R.K., Verma, S.K. and Dobhal, M.P. (2005). Effect of saponins of albizia lebbeck (L.) Benth bark on the reproductive system of male albino rats. J. ethnopharmacol, 96, 31–36

Habtemariam, S. (2003). Cytotoxic and cytostatic activity of erlangerins from commiphora erlangeriana. Toxicon, 41, 723.

Haller, H.L., La. Forge, F.B. and Sullivan, W.N. (1942). Some compound related to sesamin: their structures & their synergistic effect with pyrethrum insecticides. J. org. chem. 7, 185-189.

Hanuman, J.B., Mishra, A.K. and Sabata, B. (1986). A natural lignans from tinospora cordifolia miers. J. chem. soc. perkin trans, 1, 1181-1185.

Hartwell, J.L. and Schrecker, A.W. (1958). Lignans of podophyllum. In zechmeister, l. prog. Chem. org. nat. prod, 15, 83-166.

Hasegawa, M. and Shirato, T. (1959). Abnormal constituents of prunus woods : iso-olivil from the wood of prunus jamasakura. J. jap. forest.Soc, 41, 1-3.

Hasegawa, S. and Hirose, T. (1980). A diterpene glycoside and lignans from seed of thujopsis dolabrata. Phytochemistry, 19, 2479-2481.

Hausott, B., Greger, H. and Marian, B. (2003). Naturally occurring lignans efficiently induce apoptosis in colorectal tumor cells. J. cancer res. clin. oncol, 129, 569-576.

Hearon, W.M. and MacGregor, W.S. (1955). The naturally occuring lignans. Chem. rev, 55, 957-1068

Heinonen, S., Nurmi, T., Kiukkonen, K., Poutanen, K., Wähälä, K., Deyama, T., et al. (2001). In vitro metabolism of plant lignans: new precursors of mammalian lignans enterolactone and enterediol. J. agric. food chem, 49, 3178–3186

Hewitt, W. and Vincent, S. (1989). Theory and application of microbiological assay. Academic press; San Diego.

Heyne, K. (1950). De nuttige planter van Indonesie (The useful plants of Indonesia). N.V. Uitgeverij W. van Hoeve, Bandung; Indonesia. 713-715.

Hiep, N.T. (1993). Melientha suavis Pierre, In, Siemonsma, J.S. and Kasem, Piluek. (eds.). PROSEA : Wageningen, Netherlands. 205-206

Hirano, T., Gotoh, M. and Oka, K. (1994). Natural flavonoids and lignans are potent cytostatic agents against human leukemic HL-60 cells. Life sci, 1994(55), 1061-1069.

Hiroyuki, T., Akihiro, N., Chuel, KK. , Kalsumi, F., Hiroshi, N. and Moore, M.A. (2003). Carcinogenesis and Its modification by environmental endocrine disruptors : Experimental and epidermiological findings. Japanese journal of clinical oncology, 33, 259-270.

Huang, DM., Guh, JH., Chueh, SC. and Teng, CM. (2004). Modulation of anti-adhesion molecule MUC-1 is associated with arctiin-induced growth inhibition in PC-3 cells. Prostate, 59, 260-267.

Ida, T., Nakano, M. and Ito, K. (1982). Hydroperoxysesquiterpene and lignan constituents of Magnolia kobus. Phytochemistry, 21, 673-675.

Jackson, D.E. and Dewick, P.M. (1985). Tumour-inhibitory aryltetralin lignans from podophyllum pleianthum. Phytochemistry, 20, 2271-2276.

Jain, A., Katewa, S.S., Choudhary, B.L. and Galav, P. (2004). Folk herbal medicines used in birth control and sexual diseases by tribals of southern rajasthan, India. Journal of ethnopharmacology, 90, 171–177.

Jain, S.K. (1991). Dictionary of Indian Folk Medicine and Ethnobotany. New Delhi: Deep Publications.

Jain, S.K., Sinha, B.K. and Gupta, R.C. (1991). Notable plants in ethnomedicine of iIndia. India: Deep Publications.

Janovska, D., Kubikova, K., Kokoska, L. (2003). Screening for antimicrobial activity of some medicinal plants species of traditional chinese medicine. Czech j. food sci, 21, 107-110.

Jayshree, D., Patel, Vipin Kumar, Shreyas, A. and Bhatt, (2009). Antimicrobial screening and phytochemical analysis of the resin part of Acacia catechu. Pharmaceutical biology, 47(1), 34-37.

Jirawan, O.,Tomoko, K., Piyawan, T. and Griansak, T. (2006). Antimicrobial properties and action of galangal (Alipinia galangal Linn.) on sStaphylococcus aureus. J of ethanopharmacology, 109, 1214-1220.

Kadota, S., Tsubono, K., Makino, K., Takeshita, M. and Kikuchi, T. (1987). Convenient synthesis of magnoshinin, an anti-inflammatory neolignan. Tetrahedron lett, 28, 2857-2860.

Kangas, L., Saarinen, N., Mutanen, M., Ahotupa, M., Hirsinummi, R., Unkila, M., Perala, M., Soininen, P., Laatikainen, R., Korte, H. and Santti, R. (2002). Antioxidant and antitumor effects of hydroxymatairesinol (HM-3000, HMR), a lignan isolated from the knots of spruce. Eur. j. cancer prev, 11, S48-S57.

Kariyone, T. and Kimurta, Y. (1976). Saishin wakanyakuyoshokubutsu. Tokyo: Hirokawas Shoten.

Kazuyoshi, K., Aki, Y.,.Kimiko, T., Shuko, Y., Hirofumi, S., Tomihiko, H. et al. (2001). Phenylnaphthalene compounds from the subterranean part of Vitex rotundifolia and their antibacterial activity against methicillin-resistant Staphylococcus aureus. J. nat. prod, 64(5), 588-591.

Kelly, M.G. and Hartwell, J.L. (1954). The biological effects and the chemical composition of podophyllin : a review. J. nat. canc. inst, 14, 967-1010.

Kerr, R. W. (1951). Australian C.S.I.R.O. Bulletin, 26, 31.

Khobrakova, V.B., Nikolaev, S.M., Tolstikhina, V.V. and Semenov, A.A. (2003). Immnunomodulating properties of lignan glucoside from cultivated cells of scorzonera hispanica. Pharm. chem. j, 3, 345.

Kim, J.H., Park, Y.H., Choi, S.W., Yang, E.K. and Lee, W.J. (2003). Lignan from safflower seeds induces apoptosis in human promyelocyctic leukemia cells. Nutraceuticals Food, 8, 113.

Kirtikar, K.R. and Basu, B.D. (1991). Indian medicinal plants (2 nd ed.) Periodical experts book agency, 1, 524-525.

Kittisak Likhitwitayawuid, Rungruedee Rungserichai, Nijsiri Ruangrungsi and Thatree Phadungcharoen. (2001). Flavonoids from ochna integerrima. Phytochemistry, 56, 353-357.

Koichi, A., Tomofumi, N., Masafumi, M., Takuya, S. and Taro, K. (2007). Antifungal activity of tetra-substituted tetrahydrofuran lignans, (-)-Virgatusin, and It structure-activity relationship. Biosci. Biotechnol. Biochem, 71(4), 1028-1035.

Kundu, A.P. and Mahato, S.B. (1993). Triterpenoids and their glycosides from terminalia chebula. Phytochemistry, 32(4), 999-1002.

Lam, S.K. and Ng, T.B. (2010). First report of an anti-tumor,anti-fungal,anti-yeastandanti-bacterial hemolysin from albizia lebbeck seeds. Phytomedicine, 31(2), 343-353.

Lambertini, E., Piva, R. and Khan, MT. (2004). Effects of extracts from bangladeshi medicinal plants on in vitro proliferation of human breast cancer cell lines and expression of estrogen receptor α gene. Int I. oncol. 24, 419-423.

Larson, RA. (1988). The antioxidants of higher plants. J. phytochemistry, 27, 969-978.

Laupattarakasem, P., Houghton, PJ. and Hoult, JRS. (2003). An evaluation of the activity related to inflammatory of four plants used in thailand to treat arthritis. J. ethnopharmacol, 85, 207-215.

Lee, C., Kim, H. and Kho, Y. (2002). Agastinol and agastenol, novel lignans from Agastache rugosa and their evaluation in an apoptosis inhibition assay. J. nat. prod, 65, 414-416.

Lee, W.S., Baek, Y.-I., Kim, J.-R., Cho, K.-H., Sok, D.-E. and Jeong, T.-S. (2004). Antioxidant activities of a new lignan and a neolignan from saururus chinensis. Bioorg. med. chem. lett, 14, 5623-5628.

Li, G., Lee, C.S., Woo, M.H., Lee, S.H., Chang, H.W. and Son, J.K. (2004). Lignans from the bark of machilus thunbergii and their DNA topoisomerases I and II inhibition and cytotoxicity. Biol pharm bull, 27, 1147-1150.

Lianniang, L., Hung, X. and Rui, T. (1985). Dibenzocyclooctadiene lignans from roots and stems of Kadsura coccinea. Planta Medica, 51, 297-300.

Likhitwitayawuid, K., Sornsute, A., Sritularak, B. and Ploypredith, P. (2006). Chemical transformations of oxyresveratrol (trans-2,4,3,5-tetrahydroxystilbene) into a potent tyrosinase inhibitor and a strong cytotoxic agent. Bioorg. med. chem. lett, 16, 5650-5653.

Lin, CN., Lu, CM., Lin, HC., Fang, SC., Shieh, BJ., Hsu, MF., et al. (1996). Novel antiplatelet constituents from formosan moraceous plants. J. nat. prod, 59, 834-838.

Lin, X., Switzer, B.R. and Demark-Wahnefried, W. (2001). Effect of mammalian lignans on growth prostate cancer cell lines. Anticancer re, 21, 3995.

Liu, J.-S.,Huang, M-F., Gao, Y-L. and Finlay, J.A. (1981). The structure of chicanine, a new lignan from schizandra sp. Can. j. chem, 59, 1680-1684.

Lopes, L.M.X., Yoshida, M. and Gottlieb, O.R. (1984). Aryltetralone and arylindanone neolignans from virola sebifera. Phytochemistry, 23, 2647-2652.

Lu, H. and Liu, G.T. (1992). Anti-oxidant activity of dibenzocyclooctene lignans isolated from. Schisandraceae. Planta med, 58, 311-313.

Takasaki, M., Konoshima,.T., Komatsu, K., Tokuda, H. and Nishino, H. (2000). Cancer chemopreventive activity of lignans from the aerial part of saussurea medusa. Cancer Lett, 158, 53-59.

Magee, PJ., McGlynn, H. and Rowland, IR. (2004). Differential effects of isoflavones and lignans on invasiveness of MDA-MB-231 breast cancer cells in vitro. Cancer lett, 208, 35-41.

Maneechai, S., Likhitwitayawuid, K., Sritularak, B., Palanuvej, C., Ruangrungsi, N, and Sirisa-ard, P. (2009). Quantitative analysis of oxyresveratrol content in artocarpus lakoocha and 'Puag-Haad. Med. princ. pract, 18, 223-227.

Mao, AA. (2002). Oroxylum indicum Vent. –A potential anticancer medicinal plants. Int J trad know, 1, 17-21.

Markkanen, T., Makinen, M.L., Maunuksela, E. and Himanen, P. (1981). Podophyllotoxin lignans under experimental antiviral research. Drugs exptl. clin, 7, 711-781.

Matrin Rathi, J. and Gopalakrishnan, S. (2005). Antimicrobial activity of premna tomentosa willd to chosen pathogenic bacteria. Indian: APH Publishing.

Matsuura, K. (1986). Scanning electron microscopy of the infection process of rhizoctonia solani in leaf sheaths of rice plants. Journal of phytopathology, 76, 811-814.

Miguel, Martinez. and Mario, S. (2006). Antifungal and antibacterial activities of araucaria araucana (Mol.) K. Koch Heartwood Lignans. Z. naturforsch, 61, 35-43.

Min, B.-S., Na, M.-K., Oh, S.-R., Ahn, K.-S., Jeong, G.-S., Li, G., et al. (2004). New Furofuran and butyrolactone lignans with antioxidant activity from the stem bark of Styrax japonica. J. nat. prod, 67, 1980.

Mitscher, L.A., Drake, S., Gollapudi, S.R. and Okwute, S.K. (1987). A modern look at folkloric use of anti-infective agents. Journal of natural products, 50, 1025-1040.

Moritani, T. (2004). The antioxidant and free radical scavenging effectsof sesamin', in: novel compounds from natural products in the new millennium, ed. B. K.-H. Tan, B.-H. Bay and Y.-Z. Zhu, Singapore: World Scientific Publishing.

Nadkarni, A.K. (1954). Indian material medica. Indian: Hindustan Publishing.

Nakatani, N., Ikeda, K., Kikuzaki, H., Kido, M. and Yamaguchi, Y. (1988). Diaryldimethy-lbutane lignans from myristica argentea and their antimicrobial action against streptococcus mutans. Phytochemistry, 27(10), 3127-3129.

Nakhonrat Tianpec, Prasan Swatsitang and Sayan Tanpanich. (2008). Antioxidant capacity and nutritional values of pak-wanpa (Melientha suavis Pierre.). KKU sci. j, 36, 75-82.

Narasimhan, V, Selvam, R. and Mariappan, V. (1995). In: Mariappan V, editor. Neem for the management of crop diseases. New Delhi: Associated Publishing.

Ngadjui, B.T., Ayafor, J.F. and Lontsl, D. (1987). Unusual norlignans & antiviral agent from pachypodanthium staudtii. Fitotherapai, 58, 340-341.

Nishibe, S., Tsukamoto, H. and Hisada, S. (1984). Effect of O-methylation and O-glycosylation on CMR chemical shifts of matairesinol, (+)-pinoresinol and (+)-epipinoresinol. Chem. pharm. bull, 32, 4653-4657.

Ohashi, K., Winarno, H., Mukai, M., Inoue, M., Prana, M., Simanjuntak, P. and Shibuya, H. (2003). Indonesian medicinal plants. XXV. Cancer cell invasion inhibitory effects of chemical constituents in the parasitic plant scurrula atropurpurea (Loranthaceae). Chem. pharm. bull, 51, 343-345.

Ohta, Y. and Hirose, H. (1968). New sesquiterpenes from schizandra chinensis. Tetrahedron lett, 2483-2485.

Ono, M., Nishida, Y., Masuoka, C., Li, J.-C., Okawa, M., Ikeda, T. et al. (2004). Lignan derivatives and a norditerpene from the seeds of vitex negundo. J. nat. prod, 67, 2073-2075.

Ou, S.H. (1972). Rice Disease. England: Commonwealth mycological Institute. Kew Surrey.

Park, B.Y., Min, B.-S., Kwon, O.-K., Oh, S.-R., Ahn, K.-S., Kim, T.-J., et al. (2004). Increase of caspase-3 activity by lignans from machilus thunbergii in HL-60 cells. Biol. pharm. bull, 27, 1305-1307.

Patcharawan Tanamatayarat., Porn-ngarm Limtrakul., Sunee Chunsakaow. and Chadarat Duangrat. (2003). Screening of some rubiaceous plants for cytotoxic activity against cervix carcinoma (KB-3-1) Cell Line. Thai j. pharm. sci, 27(3-4), 167-172.

Pauletti, P.M., AraujÂjo, A.R., Young, M.C.M., Giesbrecht, A.M. amd Bolzani, V.S. (2000). nor-lignans from the leaf of styrax ferrugineus (Styracaceae) with antibacterial and antifungal activity. Phytochemistry, 55, 597-601.

Perry, L.M. (1980). Medicinal plants of east and southeast Asia. The MIT press, massachusetts. Pharmacopoeia of the people's republic of china, 1, 594.

Phengklam, C. (1981). Irvingiaceae. In flora of thailand, 2(4), 398-399.

Philippe, G., Angenot, L., Tits, M. and Frederich, M. (2004). About the toxicity of some Strychnos species and their alkaloids. Toxicon, 44, 405-416.

Phillips. G.O. and Williams, P.A. (2000). Handbook of hydrocolloids. Cambridge: Woodhead.

Piccinelli, L., Arana, S., Caceres, A., di, R. d'E., Bianca, V., Sorrentino, R. and Rastrelli, L. (2004). New lignans from the roots of valeriana prionophylla with antioxidative and vasorelaxant activities. J. nat. prod, 67, 1135.

Rahman, A.U., Iqbal, Choudhary., Habib, U.R. and Kazmi, M.H. (1995). Antifungal aryltetralin lignans from leaf of podophyllum hexandrum. Phytochemistry, 40(2), 427-431.

Ramli, S., Bunrathep, S., Tansaringkarn, T. and Ruangrungsi, N. (2008). Screening for free radical scavenging activity from ethanolic extract of mimosaceous plants endemic to thailand. J. health res, 22(2), 55-59.

Rastogi, R.P. and Mehrotra, B.N. (1991). Compendium of indian medicinal plants vol. 2 New Delhi: CSIR.

Ray, D., Shararchandra, Kh. and Thokchom. (2006). IS. Antipyretic, antidiarrhoeal, hypoglycemic and hepatoprotective activities of ethyl acetate extract of Acacia catechu willd. in albino rats. Indian j. pharmacol, 38(6), 408-413.

Rui, Liu., Shuang-Gang, Ma., Yu-Xi, Liu., Shi-Shan, Yu., Xiao-Guang, Chen. and Jian-Jun, Zhang. (2010). Albizosides D and E, two new cytotoxic triterpene saponins from albizia chinensis. Carbohydrate research, 345, 1877-1881.

Saha, A. and Ahmed, M. (2009). The analgesic and anti-inflammatory activities of the extract of Albizia lebbeck in animal model. Pak. j. pharm. sci. 22, 74-77.

Sateesh, K., Marimuthu, T., Thayumanavan, B., Nandakumar, R. and Samiyappan, R. (2004). Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of datura metel against rhizoctonia solani and Xanthomonas oryzae pv. oryzae. Physiological and Molecular Plant Pathology, 65, 91-100.

Setchell, K.D., Lawson, A.M., Mitchell, F.L., Adlercreutz; H., Kirk, D.N. and Axelson, M. (1980). Lignans in man and in animal species. Nature, 287, 740-742.

Shafi, P.M., Rosamma, M.K., Kaiser, Jamil. and Reddy, P.S. (2002). Antibacterial activity of syzygium cumini and syzygium travancoricum leaf essential oils. Fitoterapia, 73(5), 414-416.

Shahidi, F. and Naczk, M. (1995). Food phenolics: sources, chemistry, effec
applications. Basel switzerland; Technomic.

Shain, L. and Hillis, W.E. (1971). Phenolic extractions in norway spruce & the
fomes annosus. Phytophatology, 61, 841-845.

Shanmugavelu, M. (1987). Siddha cure for diseases. Chennai: Tamil nadu si
medical board Publications.

Shellard, EJ. and Phillipson, JD. (1964). The mitragyna species of asia. Part I.
alkaloids of the leaf of mitragyna rotundifolia (Roxb.) O. Kuntze. Pla
12, 27-32.

Shen, D., Wu, Q., Wang, M., Yang, Y., Lavoie, EJ. and Simon, JE. (2006). De
of the predominant catechins in acacia catechu by liquid chromato
electrospray Ionization-Mass Spectrometry. J. agric. food chem, 54
3219-3224.

Singh, A.K., Raghubanshi, A.S. and Singh, J.S. (2002). Medical ethnobotany
of Sonaghati of Sonbhadra district, Uttar pradesh, India. Journal of
ethnopharmacology, 81, 31-41. .

Singh, GB. and Surjeet, Singh. (1996). Hypotensive activity of lannea corom
bark extract. Phytotherapy, 10, 429-430.

Singh, A.N., Zeng, D.H. and Chen, F.S. (2005). Heavy metal concentrations
redeveloping soil of mine spoil under plantations of certain native w
species in dry tropical environment. India j. environ. sci. 17, 168-17

Singh, V. and Pandey, R.P. (1998). Ethnobotany of rajasthan, india. Jodhpur
Publishers.

Song, W. and Tong, Y. (1981). Occurrence of some important lignans in Wu
Zi (Schizandra chinensis) and its allied species. Chem. abs, 99, 19

Suzuki, Shiro. (2002). Biosynthesis of lignans and Nor-lignans. สืบค้นเมื่อ 30
จาก URL:http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp.

Swati Samvatsar and Diwanji, V.B. (2000). Plant sources for the treatment of
the tribals of western madhya pradesh of India. Journal of ethnoph
73, 313–316.

Taguchi, H. and Ikeya, Y. (1975). The constituents of schizandra chinensis Baill. I: The structures of Gomisin A,B, and C. Chem. pharm. bul, 23, 3296-3298.

Tan, GT., Pezzuto, JM., Kinghorn, AD. and Huges, SH. (1991). Evaluation of natural products as inhibitors of human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1) reverse transcriptase. J. nat prod, 54(1), 143-154.

Tanaka, T., Morita, A. and Nonaka, G. (1991). Tannins and related compounds. CIII. Isolation and characterization of new monomeric, dimeric and trimeric ellagltannins, calamansanin and calamanins A, B, and C from terminalia calamansani (Blanco) rolfe. Chemical and pharmaceutical bullitin, 39(1), 60.

Taylor, R.S.L., Edel, F., Manandhar, N.P. and Towers, G.H.N. (1996). Antimicrobial activities of southern nepalese medicinal plants. Journal of ethnopharmacology, 50, 97-102.

Tengamnuay, P., Pengrungruangwong, K., Pheansri, I. and Likhitwitayawuid, K. (2006). Artocarpus lakoocha heartwood extract as a novel cosmetic ingredient: evaluation of the in vitro anti-tyrosinase and in vivo skin whitening activities. Inter. j. cosm. sci, 28, 269-76.

The American Heritage. (2007). bioactivity; medical dictionary. สืบค้นเมื่อ 13 มกราคม 2554, จาก http://www.thefreedictionary.com/bioactivity

The Pharmacopoeia Commission of PRC. (1997). Pharmacopoeia of the people's republic of china (I). Beijing: Chemical Industry Press.

The Wealth of India-Raw Materials. (1992). Vol. 3. Information and publication directorate. New Delhi: CSIR.

Thitima, Rukachaisirikul., Phongsak, Innok., Nuntana, Aroonrerk., Woraluk, Boonamnuaylap., Saranya, Limrangsun., Chanakan, Boonyon., et al. (2007). Antibacterial pterocarpans from erythrina subumbrans. Journal of ethnopharmacology, 110, 171-175.

Thompson, L.U., Robb, P., Serraino, M. and Cheung, F. (1991). Mammalian lignan production from various foods. Nutr. cancer, 16, 43-52.

Toshio, F., Kazue, S., Taro, N. and Hiroshi, S. (2003). Antinephritis and radical scavenging activity of prenylflavonoids. Fitoterapia, 74, 720-740.

Tripathi, Y.B. and Chaurasia, S. (2000). Interaction of Strychnos nux-vomica products and iron: with reference to lipid peroxidation. Phytomedicine, 7, 523-528.

Tripathi, Y.B. (1998). Free radicals in ayurveda. Ancient sci. life, 17, 158-168.

Tripetch, Kanchanapoom., Ryoji, Kasai. and Kazuo, Yamasaki. (2002). Iridoid and phenolic glycosides from morinda coreia. Phytochemistry, 59, 551-556.

Tsair-Bor, Yen., H.-T, C., Chun-Chun, Hsieh. and Shang-Tzen, Chang. (2008). Antifungal properties of ethanolic extract and its active compounds from calocedrus macrolepis var. formosana (Florin) heartwood. Bioresource technology, 99, 4871-4877.

Tsukamoto, H., Hisada, S. and Nishibe, S. (1984b). Ligans from the bark of olea plants. Chem. pharm. bull, 32, 2730-2735.

Tsukamoto, H., Hisada, S. and Nishibe, S. (1984a). Lignans from the bark of fraxinus mandshurica var. japonica & F. japonica. Chem. pharm. bull, 32, 44[illegible]

Uddin, K., Sayeed, A. and Islam, A. (2003). Biological activities of extracts and flavonoids from oroxylum indicum Vent. (Bignoniaceae). Online j biol sci, 3, 371-375.

Van, Sumere, C.F., Cottenie, J., De Greef, J. and Kint, J. (1972). Biochemical [illegible] in relation to the possible germination regulator rule of naturally occurring coumarins & phenolic. Recent advances in phytochemistry, 4, 165-22[illegible]

Vanharanta, M., Voutilainen, S., Lakka, T.A., Van der Lee, M., Adlercreutz, H. and Salonen, J.T. (1999). Risk of acute coronary events according to serum concentrations of enterolactone: a prospective population-based case-control study. The lancet, 354, 2112-2115.

Vargas-Arispuro, R., Reyes-B´aez, G., Rivera-Casta˜neda, M.A., Mart´ınez-T[illegible] and Rivero-Espejel, I. (2005). Antifungal lignans from the creosotebush (Larrea tridentata). J. industrial crops and products, 22, 101-107.

Viera, P.C., Gottlieb, O.R. and Gottlieb, H.E. (1983). Tocòtrienols from Iryanthera grandis. Phytochemistry, 22, 2281-2286.

Wahala, K., Makel, T., Backstrom, R., Brunow, G. and Hase, T. (1986). Synthesis of [^{2}H]-labelled urinery lignans enterolactone & enterodiol and the phyto[illegible]

daidgein & its metabolitea eguol & demethyllansolensin. J. chem. soc. perkin trans, 1, 95-98.

Waters, A.P. and Knowler, J.T. (1982). Effect of a lignans (HOMF)on RNA synthesis in the rat uterus. J. reprod. fertil, 66, 379-381.

Wei, BL., Weng, JR., Chiu, PH., Hung, CF., Wang, JP. and Lin, CN. (2005). Antiinflammatory flavonoids from artocarpus heterophyllus and artocarpus communis. J. agric. food chem, 53, 3867-3871.

Wei, Luo., Mouming, Zhao., Bao, Yang., Jiaoyan, Ren., Guanglin, Shen. and Guohua, Rao. (2011). Antioxidant and antiproliferative capacities of phenolics purified from phyllanthus emblica L. fruit. Food chemistry, 126, 277–282.

Wen-Yi, Kang., Cai-Fang, Li. and Yu-Xin, Liu. (2010). Antioxidant phenolic compounds and flavonoids of mitragyna rotundifolia (Roxb.) Kuntze in vitro. Med chem res, 19, 1222-1232.

WillfÖr, S.M., Smeds, A.I. and Holmbom, B.R. (2006). Chromatographic analysis of lignans. review. Journal of chromatography A, 1112, 64-77.

Wilson, L. and Friedkin, M. (1967). The biochemical events of mitotic. II. The in vivo and in vitro binding of colchicine in grasshopper embryos and its possible relation to inhibition of motosis. Biochemistr, 6, 3126-3135.

Wiyada, Kaewkrud., Katsuyoshi, Matsunami., Hideaki, Otsuka., Somsak, Ruchirawat. and Tripetch, Kanchanapoom. (2007). Chemical constituents of the thai medicinal plant, Dioecrescis erythroclada (Kurz) Tirveng. J. nat med, 61, 476-477.

Wongsinkongman, P., Brossi, A., Wang, H.K., Bastow, K.F. and Lee, K.H. (2002). Antitumour agents. Part 209. Pheophorbide a derivatives as photo independent cytotoxic agents. Bioorganic and medicinal chemistry, 10 (3), 583-591.

Wu, J-L., Shen, J. and Xie, Z-W. (1983). Pharmcognostical studies on the Chinese drug Qin Pi (Cortex fraxini). Part 2. Identification of the drug & its adulterants. Actu pharmaceuitica sinica, 18, 377-383.

Yamagushi, H. and Nakajima, S. (1984). Studies on the constituents of the seeds of Hernandia ovigera L. Part4. Synthesis of β-peltatin A & B methylene ethers from podophyllotoxin. Chem. pharm. bull, 32, 1754-1760.

Yeau, KL., Young, DS. and Wong, CK. (1963). Pharmacology of craibiodendron stellatum: antiphlogistic effect and action on adrenal function. [Article in Chinese]. Acta pharmaceutica sinica, 34, 507-509.

Yin, W., Deng, X.K., Li, W.D., Yin, F.Z., Lu, X.Y., Zang, X.C., et al. (2007). The cytotoxicity induced by strychnos nux-vomica proceeds via apoptosis by Cox 2 and caspase-3 in SMMC 7221 cells. Food chem. toxicol, 45, 1700-1708.

Zhu, P.Y. (1998). Chinese materia medica. Netherlands: Harwood academic publishers, Amsterdam.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ฤทธิ์ทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์จากไม้ยืนต้นที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษานี้ต้องการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบเมทานอลไม้ยืนต้น และเมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพ และการใช้เป็นสมุนไพรของพันธุ์ไม้ยืนต้นชนิดต่าง ๆ ในป่าเต็งรังเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา พบว่า พันธุ์ไม้กว่า 40 ชนิด มีการนำมาศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ และใช้เป็นยาสมุนไพร ดังนี้

กุ๊ก (*Lannea coromandelica* (Houtt) Merr) น้ำต้มจากเปลือกกุ๊กใช้เป็นยาบ้วนปากเพื่อรักษาอาการปวดฟัน นอกจากนั้นยังใช้เป็นยารักษาโรคเรื้อน แผลเปื่อย และโรคผิวหนังที่แพร่กระจายโดยการสัมผัส (Singh, et al., 2002) ยาพื้นบ้านอีสานใช้ใบผสมใบไพล ใบหวดหม่อนบดเป็นผง กินกับน้ำ เช้า-เย็น แก้ไอเป็นเลือด รากหรือเปลือกต้น ต้มน้ำดื่ม แก้ท้องเสีย ยางที่ปูดจากลำต้น ผสมยางที่ปูดจากลำต้นมะกอกผสมน้ำดื่ม แก้ไออาการเป็นเลือด (Singh, et al., 1996)

มะม่วงหัวแมงวัน (*Buchanania lanzan* Spreng) ยางของเปลือกใช้ประคบตามผิวหนังเพื่อรักษาโรคผิวหนัง และสิว เมล็ดใช้กินเพื่อรักษาอาการท้องเสีย (Jain, 1991) ผงรากปริมาณ 10 กรัมใช้ผสมน้ำกินรักษากามโรค กิ่งใช้บดเพื่อรักษาอาการแผลอักเสบ โรคแพ้แสงแดด รักษาพิษงู (Singh, et al., 2002)

รักขน (*Semecarpus anacardium* L.f.) ยางจากเปลือกใช้รักษาโรคเรื้อน และโรคผิวหนังทั่วไป แต่มีผลข้างเคียงคือ จะระคายเคืองผิวหนัง จนเป็นแผล น้ำมันจากเมล็ดใช้รักษาไฝ หูด อาการบวม เคล็ด ริดสีดวง ไขข้ออักเสบ และ อัมพาต (Singh, et al., 2002)

รักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall) Ding Hou) ยาพื้นบ้านอีสานใช้ลำต้นหรือรากผสมลำต้นหรือรากมะค่าโมง ต้มน้ำดื่ม แก้อาเจียนเป็นเลือด แก่นต้มน้ำอาบรักษาโรคผิวหนัง ผื่นคัน ต้นหรือใบผสมรากสะแอะ ใบหรือรากหวดหม่อน เปลือกต้นหรือใบแจง แก่นฝาง เปลือกต้นกันแสง และต้นสังวาลพระอินทร์ ต้มน้ำดื่ม แก้น้ำเหลืองเสีย และแผลเปื่อยในคนไข้โรคเอดส์ ตำรายาไทยใช้เปลือกต้นต้มน้ำดื่มแก้กามโรค บิด ท้องร่วง ปวดข้อเรื้อรัง เข้ายาบำรุงกำลัง ขับเหงื่อ ช่วยให้อาเจียน เปลือกรากแก้ไอ ท้องมาน พยาธิลำไส้ รักษาโรคผิวหนัง เนื้อยางเป็นยาขับถ่ายอย่างแรงผสมเนื้อยางสลัดไดรักษาโรคผิวหนัง กลาก ริดสีดวงทวาร แก้ปวดฟัน และรักษาโรคตับ (วงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543)

ปอขี้แฮด (*Goniothalamus laoticus* (Finet and Gagnep) Ban) ยาพื้นบ้านอีสานใช้แก่นผสมแก่นส้านดิน รากเคดผสมน้ำดื่ม แก้ซางเด็ก หรือผสมลำต้นม้ากระทืบโรง ลำต้น

กำลังช้างสาร ลำต้นกำลังเสือโคร่ง แก่นหรือรากเจ็ดช้างสารใหญ่ ดองเหล้าหรือต้มน้ำดื่ม บำรุงกำลัง (วงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543)

เพกา ยาต้มจากเปลือกเพากใช้รักษามะเร็ง (Mao, 2002) นอกจากนั้นยังใช้รักษาโรคแผลในกระเพาะ หิด และต่อมทอนซิลอักเสบ สารสกัดจากเปลือกมีฤทธิ์ต้านเนื้องอก (Lambertini, et al., 2004) ต้านอักเสบ (Laupattarakasem, et al., 2003) และต้านจุลชีพได้ (Uddin, et al., 2003)

จิ้วป่า (*Bombax anceps* Pierre var. anceps) ยาพื้นบ้านอีสานใช้เปลือกต้น ผสมเปลือกต้นนุ่นต้มน้ำดื่มแก้อาหารเป็นพิษ (วงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543)

ตะคร้ำ (*Garuga pinnata* Roxb) ใบใช้รักษาต้อกระจก ส่วนใบใช้เป็นยาธาตุเจริญอาหาร (Nadkarni, 1954) เมื่อนำน้ำจากใบมาผสมกับน้ำผึ้งจะใช้รักษาโรคหืด (Wongsinkongman, et al., 2002) ชาวเผ่า Orissa ใช้เปลือกของพืชชนิดนี้มาผสมกับพริกไทยกินหลังอาหาร เช้าเย็น เพื่อรักษาเบาหวาน (Jain, et al., 1991)

รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth) น้ำจากเปลือกสดของรกฟ้าสามารถรักษาโรคท้องร่วงและโรคบิด ต่อมามีการค้นพบว่า fractionation ของรกฟ้า สามารถพบสารประกอบมีขั้วคือ tannins (Tanaka, et al., 1991) ซึ่งเทนนินที่ได้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ นอกจาก tannins แล้ว ยังมีการค้นพบสารประกอบ terpenoid จาก fraction สารสกัดเมทานอล (Kundu and Mahata, 1993) แต่ terpenoids ที่ได้ยังไม่ได้รับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ น้ำต้มเปลือกของรกฟ้าใช้ทาปาก และกีบเท้าของวัวควาย เพื่อรักษาอาการติดเชื้อ ยางใช้เป็นยาถ่าย (Singh, et al., 2002)

สมอไทย (*Terminalia chebul Retz.* Var. chebula) ผลสุกแห้ง ใช้รักษาท้องเสียจนถ่ายเป็นเลือด อาการไอเรื้อรังเนื่องมาจากลำคออักเสบ และอาการเสียงแหบ (The Pharmacopoeia Commission of PRC, 1997; Zhu, 1998)

ส้าน (*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland) ยาพื้นบ้านอีสานใช้ลำต้นต้มน้ำดื่มขับน้ำคาวปลาหลังอยู่ไฟ เปลือกต้นเคี้ยวพ่นเป่าแผล รักษาบาดแผลแก้ไฟไหม้ (วงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543)

เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm & ex Miq) ตำรายาไทย ใช้ ใบ ต้มน้ำผสมน้ำเกลือ อมแก้ปวดฟัน ฟันโยกคลอน ใบและยาง กินเป็นยาตัดลูก (ทำให้ไม่มีบุตร) น้ำมันยางสมานแผล แก้หนอง ขับเสมหะ ขับปัสสาวะ รักษาแผลในทางเดินปัสสาวะ แก้ตกขาว ยาพื้นบ้านใช้ เปลือกต้น ต้มน้ำดื่มแก้ท้องเสีย (สุดารัตน์ หอมหวล, ม.ป.ป.)

เปาหนาม (*Bridelia retusa* (L.) A. Juss) สารสกัดจากเปลือกใช้เป็นยาคุมกำเนิด ส่วนสารสกัดจากผลใช้หยดลงในรูหูเพื่อรักษาอาการหูอักเสบ (Jain, et al., 2004) ส่วนผลใช้สกัดเป็นครีมเพื่อรักษาโรคหนองในและซิฟิริส (Singh and Pandey, 1998) ยาพื้นบ้านอีสานใช้เปลือกต้นปิ้งไฟแช่น้ำเกลือดื่มแก้ท้องร่วง ตำผสมกับหัวแห้วหมูและผักเสี้ยนผีทั้งต้น ทำเป็นลูกประคบแก้ปวดหัวเข่า ตำรายาไทยใช้เปลือกต้นต้มน้ำดื่มเป็นยาฝาดสมาน (วงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543) สารสกัดแอลกอฮอร์จากใบและต้นเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว และต้านเชื้อไวรัสเอดส์ได้โดยยับยั้งเอนไซม์ reverse transcriptase ในหลอดทดลอง (Tan, et al., 1991)สารสกัดแอลกอฮอร์จากเปลือกต้นมีฤทธิ์ต้านเนื้องอก และความดันโลหิต การศึกษาความเป็นพิษในสัตว์ทดลองพบว่าไม่มีพิษเฉียบพลัน (Ferrigni, et al., 1982)

มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) มักใช้ดปันสมุนไพรรักษาโรค โดยมะขามป้อมมีสารประกอบมากมายซึ่งส่วนมากเป็นสารประกอบจำพวก phenolic เช่น Gallic acid, ellagic acid, mucic acid 1,4-lactone 3-O-gallate, isocorilagin, chebulanin, chebulagic acid และ mallotusinin ทำให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และต้านการเจริญของเนื้องอก (Wei, et al., 2011)

สลีนก(Balakata baccata (Roxb.) Esser) ปลูกเป็นไม้ประดับ เนื้อไม้ ใช้ก่อสร้างภายใน ผลสุก มีรสหวาน ใช้ปรุงแต่งอาหาร เถา และใบ ดับพิษต่าง ๆ แก้กระษัย ขับปัสสาวะ แก้ไตพิการ บวม ถิ่นกำเนิดอยู่ใน อินเดีย พม่า จีนตอนใต้ ภูมิภาคอินโดจีน อันดามัน สุมาตรา (Burkill, 1935; Heyne, 1950)

เหมือดหลวง (*Aporosa villosa* (Wall. Ex Lindl.) Baill.)เปลือกต้น มียางสีแดงใช้เป็นสีย้อม ปรุงเป็นยาขับลำไส้ และขับระดู หมอยาพื้นบ้านจังหวัดอุบลราชธานี ใช้ ลำต้น เข้ายากับ ดูกข้าว ดูกไส ดูกหิน ดูกผี แตงแซง ส้มกบ ส้มมอดิน และพากส้มมอ แก้ตัวเหลือง ตาเหลือง ยาพื้นบ้าน ใช้ ราก หรือแก่น ฝนน้ำกิน แก้ไข้ (สุดารัตน์ หอมหวล, ม.ป.ป.)

ตะขบป่า (*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.) ยาสมุนไพรพื้นบ้านจังหวัดอุบลราชธานี ใช้ แก่น ต้มน้ำดื่ม แก้ผิดสำแดง หรือเข้ายากับแก่นมะสัง เบนน้ำ และหนามแท่ง ต้มน้ำดื่ม แก้ปวดเมื่อย แก้คัน ยาพื้นบ้านอีสานใช้ แก่นหรือราก 1 กำมือ ต้มน้ำพอท่วมยา ดื่มวันละ 3-5 ครั้ง แก้โรคไตพิการ ตำรายาไทยใช้ แก่น ต้มน้ำดื่ม แก้ท้องร่วง บิดมูกเลือด ขับเหงื่อ ขับพยาธิไส้เดือน แก้ตานขโมย ทั้งต้นหรือราก แก้โรคผิวหนัง ประดง ลำต้น ผสมหัวเอื้องหมายนา ผักแว่น ทั้งต้นหอยขมเป็น ๆ 3 - 4 ตัว แช่น้ำให้เด็กอาบ แก้อีสุกอีใส อีดำอีแดง น้ำยางจากต้น ใช้แก้อหิวาตกโรค เปลือก แก้เสียงแห้ง อมกลั้วคอแก้เจ็บคอ น้ำยางจากต้นและใบสด กินเป็นยาลดไข้สำหรับเด็ก แก้โรคปอดอักเสบ แก้ไอ แก้บิด และท้องเสีย ช่วยย่อย ราก กินแก้ไตอักเสบ เปลือก ตำรวมกับ

น้ำมัน ใช้ทาถูนวด แก้ปวดท้อง แก้คัน น้ำต้มใบแห้ง กินเป็นยาฝาดสมาน ขับเสมหะ แก้หืดหอบ หลอดลมอักเสบ ขับลม และบำรุงร่างกาย ใบที่ย่างไฟจนแห้งใช้ชงกินหลังคลอดบุตร เมล็ด ตำพอก แก้ปวดข้อ ผล กินได้มีวิตามินซีสูง แก้อ่อนเพลีย บรรเทาอาการโรคดีซ่าน ม้ามโต แก้คลื่นไส้ อาเจียน และเป็นยาระบาย (พร้อมจิต ศรลัมพ์ et al., 2543)

กระบก (*Irvingia malayana* Oliv. Ex A.W. Benn.) เนื้อไม้มีความแข็งแรงทนทาน ใช้ในการก่อสร้าง เครื่องมือการเกษตร เครื่องดนตรีไทย เช่น ระนาด ใช้ทำถ่านให้ความร้อนสูง และมีราคาสูง ผลสุกเป็นอาหารพวกเก้งกวาง และนก เมล็ดรับประทานได้ ให้น้ำมันใช้ในอุตสาหกรรมทำสบู่และเทียนไข ไขกระบกมีปริมาณไขมันสูงมาก ทนต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี (สุดารัตน์ หอมหวล, ม.ป.ป.)

กาสามปีก (*Vitex peduncularis* Wall. Ex Schauer) ยอดอ่อน ใบอ่อน ลวกหรือต้มรับประทานเป็นอาหารได้ (ทักษิณ อาชวาคม et al., 2551)

ตีนนก(*Vitex pinnata*) เปลือกต้น แก่น และรากบดเป็นผงละลายน้ำดื่มแก้ไข้ ราก ช่วยขับลม ใบ ใช้ตำพอกแผล (สุดารัตน์ หอมหวล, ม.ป.ป.)

สัก (*Tectona grandis* L.f.) สารสกัดจากเปลือกใช้รักษาระดูขาว (Jain, et al., 2004)

สักขี้ไก่ (*Premna tomentosa* Willd.)สารสกัดน้ำสามารถใช้รักษาโรคเกี่ยวกับตับ (Shanmugavelu, 1987) ในการแพทย์แผนโบราณ สักขี้ไก่ใช้รักษาโรคเกี่ยวกับท้อง ท้องร่วง นอกจากนั้นในส่วนของใบยังใช้เป็นยาขับปัสสาวะ (Anonymous, 1989) สารสกัดเมทานอลของสักขี้ไก่ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Devi, et al., 1998) ต่อพิษในตับจาก acetaminophen ในหนูได้ (De and Devaki, 1998)

คูน (*Cassia fistula* L.) เมล็ดใช้รักษาโรคดีซ่าน (Asolkar, et al., 1992) โรคตับ โรคผิวหนัง และ อาการคอบวม นอกจากนั้นชาวเผ่า Santal ในอินเดีย ยังใช้เป็นสมุนไพรในการรักษาแผลในปาก (Bodding, 1983) ยาต้มจากเมล็ดและใบคูนใช้เป็นยาถอนพิษ (antidote) รักษาอัมพาต และโรคไขข้อกระดูก (Singh and Pandey ,1998) เมื่อนำมาศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของเมล็ดคูนจะพบสารเคมีมากมาย (Rastogi and Mehrotra, 1991; The Wealth of India - Raw Materials, 1992) เช่น galactomannan, กรดอะมิ-โน เหล็ก แคลเซี่ยม ฟอสเฟต โซเดียม โปแตสเซียม ยาง เทนนิน ซาโปนิน alkaloids และ anthraquinones.

ก๋างหลวง(*Albizia chinensis* (Osbeck) Merr)การสกัดเปลือกก๋างหลวง พบสารโดยเทคนิค NMR ได้แก่ albizosides D, albizosides E และ Julibroside J_8 มีฤทธิ์ปานกลางในการยับยั้งเซลล์เนื้องอกในมนุษย์ (Rui Liu, et al., 2010)

แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub.)กิ่งใช้รักษาอาการท้องเสีย โรคไข้ส่า เนื้อไม้ใช้ต้มกับน้ำ ดื่ม เป็นยาระบาย และใช้รักษามะเร็งทางเดินปัสสาวะ เปลือก กิ่ง และเนื้อไม้ ใช้ต้มกับน้ำดื่มรักษาอาการช้ำใน และขับเลือด ดอกใช้เป็นยาลดไข้และบำรุงหัวใจ (Aree , 2010)

พฤกษ์ (*Albizia lebbeck* (L.) Benth.) ใช้ปลูกในเหมืองแร่เพื่อลดความเข้มข้นของโลหะหนักในดิน (Singh, et al., 2005) ส่วนเปลือกมีสารต้านอักเสบ (Babu, et al., 2009; Saha and Ahmed, 2009) และระงับปวด (Saha and Ahmed, 2009) Gupta et al. (2005) สามารถสกัดสาร saponin ได้จากเปลือกพืชชนิดนี้

สีเสียด (*Acacia catechu* (L.f.) Willd.) มีสารประกอบหลักสองชนิดคือ คือ สารกลุ่มแทนนิน (tannins) (Shen, et al., 2006) และสารที่ทำให้พืช สมุนไพรชนิดนี้มีรสฝาด ได้แก่ catechutannic acid ในปริมาณ 20-35% acacatechin, epicatechin, phlobatannin, protocatechu tannins, pyrogallic tannins, epicatechin-3-*O*-gallate, epigallocatechin-3-*O*-gallate นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavoniods) (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และนงลักษณ์ เรืองวิเศษ, 2551; Shen, et al., 2006) ประกอบด้วย quercetin, quercetagetin, fisetin flavanol dimers, flavonol glycosides, 5,7,3',4'-tetrahydroxy-3-methoxy flavone-7-*O*-β-D-galactopyranosyl-(1→4)-*O*-β-D-glucopyranoside และสารกลุ่มอื่น ๆ เช่น catechu red และ caffeine ส่วนฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ ฤทธิ์ต้านจุลชีพ ฤทธิ์ต้านอักเสบและฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

เครือปี้ (*Dalbergia velutina* Benth.) ใช้รากผสมหัวกระเทียมและรากพริกไทย ต้มน้ำดื่มบำรุงน้ำนม (วุงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543)

เครือพันขวา (*Millettia extensa* Benth.) รากและส่วนเหนือดินใช้รักษาอาการแผลติดเชื้อ(Taylor, et al., 1996)

เครือพันซ้าย (*Spatholobus parviflorus* (DC.) Kuntze) ต้น ใบ แก้ปวดท้อง อาหารไม่ย่อย อาหารเป็นพิษ ช่วยให้มีบุตรง่าย แก้ปวดประจำเดือน โรคผิวหนัง เปลือกต้น แก้ตกเลือด (วิทยาเขตสะลวง-ขี้เหล็ก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่)

เครือไหล (*Millettia pachycarpa* Benth.) สารสกัดจากใบเครือไหลพบสารประกอบ isoflavonoids 3 ชนิด ได้แก่ millewanins G, millewanins H และ furowanin B สามารถแสดงฤทธิ์ต้านฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งฤทธิ์ที่ได้นี้มีประสิทธิภาพเทียบเคียงได้กับ 4-hydroxytamoxifen (Chihiro, et al., 2006)

ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.) เปลือกใช้พอกรักษาอาการไอและการอาเจียนหลังการคลอด (Mitscher, et al., 1987) สารประกอบประเภท erythrinan

alkaloids ที่พบในพืชชนิดนี้ ได้แก่ erythramine, hypaphorine (Folkers and Koniuszy, 1939) erysodine และ erysopine (Folkers, et al., 1941) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลชีพต่อแบคทีเรียแกรมบวก

ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ใช้ทำเสา พื้นต่อเรือ เครื่องเรือน เครื่องดนตรี แก่นสีแดงคล้ำใช้ย้อมผ้า และเปลือกให้น้ำฝาดใช้ฟอกหนัง

ปี้พง (*Dalbergia cana Graham* ex Kurz) ลำต้น ต้มน้ำดื่ม บำรุงเลือด (วงศ์สถิต ฉั่วสกุล, 2543)

มะเดื่อ (*Ficus sp.*)เปลือกฝนกับน้ำปูนใส-แก้คัน

มะหาด (*Artocarpus lacucha* Roxb.) สารสกัดน้ำจากแก่นไม้ใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ (Charoenlarp, et al., 1989; Maneechai, et al., 2009) Maneechai, et al. (2009) พบสารประกอบ oxyresveratrol จากสารสกัดเอทานอล (Maneechai, et al., 2009) ที่สามารถแสดงฤทธิ์ยับยั้ง tyrosinase และสามารถใช้เป็นครีมทาผิว (Likhitwitayawuid, et al., 2006; Tengamnuay, et al., 2006) นอกจากนั้น พืชใน genus เดียวกันกับมะเดื่อ ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Toshio, et al., 2003) และต้านอักเสบ (Wei, et al., 2005)

หว้า (*Syzygium cumini*(L.) Skeels) การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยของใบหว้า โดยสารสกัดที่ได้ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด โดยเฉพาะ *Salmonella typhimurium* (Shafi, et al., 2002) Archana et al. (2005) รายงานว่าเปลือกของผลหว้ามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น จากเปลือกหว้า เพราะในเปลือกหว้ามีวิตามิน ฟีโนลิก แทนนิน และแอนโทไซยานิน

ตานเหลือง (*Ochna intergerrima* (Lour.) Merr.) โดยเปลือกตาลเหลืองใช้บำรุงระบบย่อยอาหาร และส่วนรากใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ (Perry, 1980) และ สารสกัดใบตาลเหลือง พบ สาร biflavonoids 2 ชนิด (″,3″-dihydroochnaflavone และ 2″,3″-dihydroochnaflavone 7″-*O*-methyl ether) และสาร flavonoid glycoside 1 ชนิด (6-γ,γ,-dimethylallyltaxifolin 7-*O*-β-D-glucoside) (Kittisak, et al., 2001)

ผักหวานป่า (*Meliantha suavis* Pierre) เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น Nakhonrat et al. (2008) ได้ศึกษาในด้านการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH พบว่าผักหวานป่าสามารถในการต้านออกซิเดชั่นที่ 50% คือ 0.23±0.0 (v/v) นอกจากนั้นในผักหวานป่ายังมีวิตามินซีและฟีโนลิก ส่วนทางด้านโภชนาการ ผักหวานป่ามีสารอาหารมากมาย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใย

คำมอกน้อย (*Gardenia obtusifolia* Roxb. Ex Kurz) พบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลจากใบของคำมอกน้อย แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง คำมอกน้อยไม่มีรายงานมากนักถึงสารที่มี

ความเป็นพิษต่อเซลล์ ดังนั้นจึงแยกหาสารสำคัญจากพืชชนิดนี้ด้วยการใช้การวิเคราะห์ทางชีวภาพเป็นแนวทางร่วมกับการแยกสารสำคัญด้วยตัวทำละลายและวิธีโครมาโตกราฟีแบบคอลัมน์ พบว่าส่วนของสารสกัดในชั้นคลอโรฟอร์มให้สารที่มีความเป็นพิษต่อเซลล์สูงสุด (Patcharawan, et al., 2003) ยาพื้นบ้านอีสานใช้ ลำต้นยาว 1 คืบ ย่างไฟให้เหลือง ต้มน้ำดื่มจนรสจืด ทำให้เจริญอาหาร (วงศ์สถิตย์ ฉั่วสกุล, 2543)

ตุ้มกว้าว (*Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze) ใช้รักษาโรคทั่วไปเช่น อาการไข้ เสียดท้อง และกล้ามเนื้ออักเสบ (Shellard and Phillipson, 1964) Wen-Yi et al. (2010) ทำการศึกษาผลของชนิดตัวทำละลาย ที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดเปลือกและใบของตุ้มกว้าว ผลปรากฏว่า ตัวทำละลายที่มีขั้วสูง (n-butanol และ ethyl acetate) มีฤทธิ์ต้านดีกว่าตัวทำละลายไม่มีขั้ว (petroleum ether) ส่วนสารสกัดจาก n-butanol มีปริมาณ phenolic และ flavonoid มากกว่า สารสกัดจากตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ

มะคังแดง (*Dioecrescis erythroclada* (Kurz.) Tirveng.) ใช้เป็นสมุนไพร รักษาอาการปวดท้องและ แผลในช่องท้อง สารสกัดใบและกิ่งของมะคังแดง พบสารประกอบ 6 ชนิด ได้แก่ apodanthoside, mussaenoside, gardenoside, benzyl alcohol O-β-D-apiofuranosyl-(1⟶6)-β-D-glucopyranoside, phenethyl alcohol O-β-D -apiofuranosyl-(1⟶6)-β-D-glucopyranoside และ oct-1-en-3-ol α-L-arabinopyranosyl(1⟶6)-β-D-glucopyranoside ซึ่งโครงสร้างทางเคมีของสารทั้งหมดถูกกำหนดโดยเทคนิค สเปกโตสโกปีค (Wiyada, et al., 2007)

ยอป่า (*Morinda coreia* Ham.) เปลือก และเนื้อไม้ใช้รักษาอาการไข้ Swati และ Diwanji (2000) ชนเผ่าในอินเดีย ใช้รากแห้งหนัก 5 กรัมบดกับนมครึ่งถ้วย กินวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 2-3 วันเพื่อรักษาโรคดีซ่าน Tripetch et al. (2002) ใช้เทคนิค สเปกโตรสโคฟี ในการกำหนดโครงสร้างสารประกอบ 6 ชนิด จากใบและกิ่งของยอป่า ได้สารประกอบ 6 ชนิด ได้แก่ yopaaosides A–C, 10-O-acetylmonotropein, 6-O-acetylscan doside และ 3, 4, 5-trimethoxyphenyl 1-O-β-apiofuranosyl (1″⟶6′)-β-glucopy- ranoside

ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken.) น้ำต้มจากเปลือกน้ำหนัก 100 กรัม ใช้ดื่มรักษาโรคปอดอักเสบ เป็นลมแดด และลดไข้ น้ำมันจากเมล็ดใช้รักษาแผลไหม้ โรคผิวหนังและ โรคไขข้อ (Singh, et al., 2002)

แสลงใจ (*Strychnos nux-vomica* L.) ถูกใช้เป็นส่วนผสมยาสมุนไพรแผนโบราณของอินเดีย เพื่อรักษาอัมพาต เบาหวาน หนองใน โลหิตจาง และ หลอดลมอักเสบ ฯลฯ และในการแพทย์แผนโบราณของจีน จะใช้แสลงใจเป็นส่วนผสมของยาที่ใช้รักษามะเร็งตับ ซึ่งแสลงใจมี

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านพิษงู (Tripathi, 1998; Tripathi and Chaurasia, 2000; Philippe, et al., 2004) นอกจากนั้นสาร alkaloids ชนิด strychnine และ brucine จากสารสกัดแลงใจ ยังมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาท (Bandopadhyay and De, 1997; Philippe, et al., 2004) โดย alkaloids ที่ได้จากสารสกัดหยาบจากเมล็ดแสลงใจ ยังมีฤทธิ์ต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งชนิด HeLa, K562, SMMC-7721 และ HepG2 (Cai, et al., 1998; Deng, et al., 2006; Yin, et al., 2007)

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ป่าเต็งรังเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยไม้ยืนต้นที่ฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ และควรอนุรักษ์ไว้เพื่อเป็นแหล่งศึกษาและใช้ประโยชน์จากสมุนไพรและฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์จากไม้ยืนต้น มากกว่าการตัดทำลายเพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างหรือ แผ้วถางเพื่อใช้เพาะปลูก

ภาคผนวก ข โครมาโตกราฟีแบบฉาบบาง

เทคนิคโครมาโตกราฟีแบบฉาบบาง Thin layer chromatography (TLC)

คือเทคนิคที่ใช้แยกสารผสมออกจากกัน โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสารกับเฟสคงที่ (stationary phase) **และเฟสเคลื่อนที่** (mobile phase) **เฟสคงที่อาจเป็นของแข็งหรือของเหลว** ถ้าเป็นของแข็งการแยกจะเป็นแบบดูดซับ (adsorption) ถ้าเป็นของเหลวการแยกสารจะเป็นแบบแบ่งละลาย (partition) เฟสเคลื่อนที่อาจจะเป็นของเหลวหรือแก๊สทำหน้าที่พาสารแต่ละชนิดในสารผสมให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแตกต่างกัน จึงทำให้สารแยกออกจากกันได้

กระบวนการโครมาโตกราฟีเกิดขึ้น เนื่องจากสารที่ต้องการแยกมีการเคลื่อนที่ในอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งเนื่องมาจากแรง 2 แรง คือ

1. แรงผลักดัน (Propelling forces) เกิดเนื่องจากการไหลของตัวเฟสเคลื่อนที่ หรือความสามารถในการละลายของสารในตัวเฟสเคลื่อนที่

2. แรงดึง (Retarding forces) หมายถึงแรงที่เฟสคงที่ดึงดูดสารไว้ เช่น แรงวานเดอวาลส์ แรงพันธะไฮโดรเจน เป็นต้น

TLC เป็นโครมาโตกราฟีแบบดูดซับ Solid-liquid chromatography ของผสมที่ถูกแยกจะถูกดูดซับโดยเฟสคงที่ที่เป็นของแข็ง เฟสคงที่ที่ที่นิยมใช้คือ silica gel ($SiO_2.XH_2O$) และ alumina (Al_2O_3) ในขณะเดียวกันเฟสเคลื่อนที่ซึ่งเป็นของเหลวก็จะพาสารให้เคลื่อนที่ไป เนื่องจากสารที่มีโครงสร้างต่างกันจะได้รับแรงดึงและแรงผลักดันต่างกันด้วย ดังนั้นสารแต่ละชนิดจึงเคลื่อนที่ในอัตราที่แตกต่างกัน สารที่ถูกดูดซับได้ดีกว่าจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าสารที่ถูกดูดซับน้อย จึงทำให้เกิดการแยกของสารขึ้นเป็นแถบ ๆ เรียกว่า chromatogram เฟสคงที่จะทำหน้าที่ 2 ลักษณะ คือ รับโมเลกุลของสารเข้ามาสัมผัสกับตัวมัน เรียกว่าเกิด adsorption และปล่อยให้โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ต่อไป เรียกว่าเกิด desorption

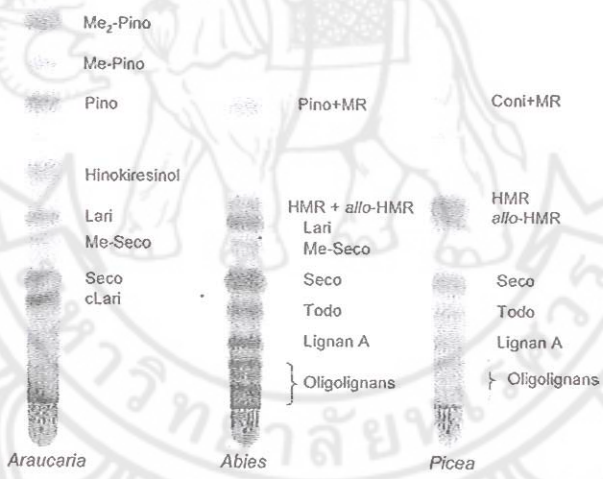
เฟสคงที่มีหลายชนิด ในการเลือกใช้จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการแยกตัวอยู่กับที่ที่ดีจะต้องไม่ละลายในเฟสเคลื่อนที่ที่ใช้ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการแยก และต้องไม่เป็นตัวเร่งของปฏิกิริยา

เฟสเคลื่อนที่ที่ใช้ในขบวนการโครมาโตกราฟีมีหลายชนิด ซึ่งเรียงลำดับความเป็นขั้วจากต่ำไปหาสูง ดังนี้

เฮกเซน < คาร์บอนเตตราคลอไรด์ < เบนซีน < อีเทอร์ < คลอโรฟอร์ม < เอทิลอะซิเตต < อะซีโตน < เอทานอล < น้ำ

ในบางกรณีเฟสเคลื่อนที่ที่ใช้มีความเป็นขั้วไม่พอ และเฟสคงที่มีความเป็นขั้วสูงกว่า ไม่ก็มีความเป็นขั้วมากเกินไป จึงไม่สามารถจะใช้ตัวเคลื่อนที่ชนิดเดียวได้ จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายผสม เพื่อที่จะได้ตัวทำละลายที่เหมาะสม (ดวงพร เปรมจิต, 2551)

เทคนิค TLC ถูกใช้ในการวิจัยลิกแนนมาตั้งแต่ทศวรรษที่ 60 (Stahl and Kaltenbach, 1961; MacLean and Murakami, 1966) ถูกใช้ครั้งแรกในการคัดกรองลิกแนนจากสารสกัดพืช การใช้ TLC เป็นวิธีที่เหมาะแก่การคัดกรองลิกแนน เพราะเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ใช้งบประมาณน้อย ซึ่งเหมาะกับการคัดกรองลิกแนนจากตัวอย่างสารจำนวนมาก ซึ่ง TLC สามารถแสดงรูปแบบของลิกแนนที่ได้แบบคร่าว ๆ เพื่อจะได้นำไปศึกษาลักษณะลิกแนนที่ได้โดยวิธี GC และ HPLC ต่อไป สารที่ TLC แยกได้มักเป็นสารในกลุ่ม hydroxyl ซึ่งมีลิกแนนเป็นส่วนประกอบของสารกลุ่มนั้น ดังนั้นการจำแนกลิกแนนจากสารที่ได้จากการแยก จึงต้องใช้กรรมวิธีตรวจจับจำเพาะ เช่นการดูดกลืนแสง และสีที่ได้จากการฉีดพ่นสาร coloring reagent



ภาพ 54 แสดงสีและชนิดลิกแนนจากแถบที่แยกได้บนแผ่น TLC

ที่มา: WillfÖr, et al., 2006.

จากภาพ 14 แสดงการแยกสารสกัดอะซิโตน ของต้น Parana pine (*Araucaria angustifolia*), silver fir (*Abies alba*) และ Norway spruce (*Picea abies*) ด้วยเทคนิค TLC และนำไปฉีดพ่นด้วย กรดซัลฟิวริกผสมเอทานอล แล้วนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส จะปรากฏสีที่ได้จากลิกแนนจากสารสกัด และเมื่อนำแถบที่แยกได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC และ HPLC ผลปรากฏว่า ลิกแนน Pino, Me-Pino, Me2-Pino และ lignan A:สีม่วง; ลิกแนน MR, Coni, และ HMR (HMR และ *allo*-HMR): สีแดง หรือ น้ำตาลเข้ม; ลิกแนน Lari และ cLari: สีเทาเข้ม; ลิกแนน Seco, Me-Seco, และ Todo: สีน้ำเงิน (WillfÖr, et al., 2006)

การตรวจจับลิกแนนจากสารที่แยกได้จากเทคนิค TLC มักใช้การฉายแสง UV และการฉีดพ่นสาร coloring reagent เพราะลิกแนนทุกชนิดสามารถดูดกลืนแสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ส่วนการใช้ coloring reagent สารประกอบประเภทที่เป็นกรด ซึ่งส่วนมากใช้กรดซัลฟิวริก: เอทานอล (1:15 v/v) แต่ในลิกแนนบางชนิดมีการใช้ coloring reagent ในการตรวจจับแตกต่างกับการตรวจจับลิกแนนทั่ว ๆ ไป เช่น การตรวจจับลิกแนนกลุ่ม อัลดริลเทตราลิน ใช้ coloring reagent เป็น กรดไนตริก:กรดอะซิติก (3:10)

ตำแหน่งของลิกแนนกลุ่ม อัลดริลเทตราลิน มักใช้แสง UV เป็นเครื่องระบุตำแหน่ง แต่ตำแหน่งที่ระบุได้ จะไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นลิกแนนจริงหรือไม่ จึงมีการใช้ coloring reagent ในการระบุชนิดของลิกแนน โดยการฉีดพ่น coloring reagent เพื่อตรวจสอบสีของตำแหน่งลิกแนนที่ได้จากการฉายแสง UV Ayres และ Lim (1984) ทำการศึกษาปฏิกริยา oxidation ของกรดไนตริก ที่มีผลต่ออนุพันธ์ quinone ในลิกแนน กลุ่มอัลดริลเทตราลิน ซึ่งทำให้เกิดแถบสีแดงบนแผ่น TLC ต่อมาจึงมีการใช้ข้อมูลดังกล่าวมาดัดแปลง coloring reagent เพื่อใช้ระบุชนิดของลิกแนนกลุ่มอัลดริลเทตราลิน จากสารสกัดราก *Podophyllum pleianthum* โดยใช้กรดไนตริก : กรดอะซิติก (3 : 10) มาเป็น coloring reagent พบว่าสามารถจำแนก ลิกแนนจากสารสกัดดังกล่าวได้ถึง 10 ชนิด โดยลิกแนนที่ได้จะปรากฏเป็นสีแดง (Jackson and Dewick, 1985) ยกเว้นลิกแนน Peltatin ซึ่งเป็นลิกแนนในกลุ่มนี้เช่นกัน แต่เมื่อทำการฉีดพ่น coloring reagent แล้วเกิดสีน้ำตาล

ตาราง 11 แสดงชื่อพืช ส่วนที่นำมาสกัด ค่า R_f ของสารมาตรฐาน และ จำนวน band และค่า R_f ของสารสกัดหยาบเมทานอล

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotox in R_f	Band R_f
1. กุ๊ก	*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr. *Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	เปลือก	0.675	-
		กิ่ง	0.675	-
2. มะกอก	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	เปลือก	0.5	-
3. มะม่วงหัวแมงวัน	*Buchanania lanzan* Spreng.	เปลือก	0.675	-
4. รักขน	*Semecarpus anacardium* L.f.	เปลือก	0.675	0.45, 0.525, 0.65, 0.7
		กิ่ง	0.4	0.275; 0.35, 0.4, 0.475, 0.55
5. รักใหญ่	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	เปลือก	0.525	0.55, 0.7
		ใบ	0.6	0.45, 0.65
6. ปอขี้แฮด	*Goniothalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban	เปลือก	0.58	0.37
7. อ้อยช้าง	*Heteropanax fragrans* (Roxb. ex DC.) Seem.	เปลือก	0.7	0.55, 0.625, 0.7, 0.8
		ใบ	0.6	0.4, 0.475, 0.575, 0.625, 0.7
8. เถาเอนอ่อน	*Cryptolesis buchanani* Roem&Schult.	กิ่ง	0.525	0.3, 0.475, 0.55, 0.8
9. กาสะลองคำ	*Radermachera irnea* (Kurz) Steenis	เปลือก	0.85	0.775, 0.825, 0.875, 0.925
		ใบ	0.85	0.775, 0.825, 0.875, 0.925
10. แคดอกลาย	*Stereospermum neuranthum* Kurz	เปลือก	0.75	0.625, 0.675, 0.75, 0.825
11.แคทราย	*Stereospermum colias* (Buch.-Ham. Ex Dillwyn) Mabb	เปลือก	0.6	0.625, 0.75
12. เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Kurz	เปลือก	0.375	0.275, 0.4, 0.6, 0.675

ตาราง 11 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotoxin R_f	Band R_f
13. จิ้วป่า	*Bombax anceps* Pierre var. anceps	ใบ	0.7	0.575, 0.625, 0.725, 0.85
		เปลือก	0.65	-
14. ตะคร้ำ	*Garuga pinnata* Roxb.	เปลือก	0.55	0.25, 0.4
		ใบ	0.425	0.3, 0.375, 0.5, 0.63, 0.825, 0.9
		กิ่ง	0.55	-
15. มะเกิ้ม	*Canarium subulatum* Guillaumin	เปลือก	เปลือก	0.575
		ใบ	ใบ	0.85
16. มะแฟน	*Protium serratum* Engl.	เปลือก	0.75	0.425, 0.575, 0.675
		ใบ	0.6	0.7
17. มะแตกเครือ	*Celastrus paniculata* Willd.	เปลือก	0.42	0.3, 0.42
18. ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana* Pierre ex Gagnep	เปลือก	0.5	0.425, 0.6
19. ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata* Craib & Hutch.	เปลือก	0.625	0.6, 0.8
20. รกฟ้า	*Terminalia alata* Heyne ex Roth	เปลือก	0.825	0.15, 0.7, 0.9
		ใบ	0.675	0.625, 0.7
21. สมอไทย	*Terminalia chebula* Retz. Var. chebula	เปลือก	0.2	0.25, 0.3, 0.67
		ใบ	0.57	0.55, 0.725
22. ส้าน	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	เปลือก	0.725	0.675
23. ส้านใหญ่	*Dilenia pentagyna* Roxb.	เปลือก	0.5	0.4, 0.45
		ใบ	0.725	0.575, 0.675
24. เต็ง	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	เปลือก	0.875	0.3
25. พลวง	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	เปลือก	0.575	-

ตาราง 11 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotox in R_f	Band R_f
26. รัง	*Shorea siamensis* Miq.	เปลือก	0.625	0.35, 0.45, 0.5, 0.55
		ใบ	0.7	-
27. เหียง	*Dipterocarpus obtusifolius*	เปลือก	0.375	-
	Teijsm. & ex Miq.	ใบ	0.6	0.4, 0.475, 0.725
28. ตับเต่า	*Diospyros ehretioides Wall. ex. G.Don*	ใบ	0.775	-
29. ดาวราย	*Craibiodendron stellatum*	เปลือก	0.75	0.225, 0.3, 0.625, 0.7
	(Pierre) W.W.Sm	ใบ	0.85	0.8, 0.85
30. ส้มปี้	*Vaccinium sprengelii*	ใบ	0.775	0.5, 0.6, 0.7, 0.775, 0.825, 0.9
	(G.Don.) Sleumer	กิ่ง	0.75	0.5, 0.625, 0.7, 0.825
31. เปาหนาม	*Bridelia retusa* (L.) A.Juss.	เปลือก	0.75	0.3, 0.625, 0.675, 0.875
		ใบ	0.35	0.3, 0.5, 0.75
32. ผักขี้มด	*Glochidion hirsutum*	ใบ	0.58	0.27, 0.58, 0.65
	(Roxb.) Voigt	กิ่ง	0.75	-
33. มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica* L.	เปลือก	0.7	0.175, 0.275, 0.525, 0.8
		ใบ	0.65	0.375, 0.75
34. มะเม่าสาย	*Antidesma acidum* Retz.	เปลือก	0.7	0.825
		ใบ	0.65	0.65, 0.775, 0.85
35. สลีนก	*Balakata baccata* (Roxb.)	เปลือก	0.7	0.5, 0.7
	Esser	ใบ	0.58	0.45, 0.58, 0.68, 0.73, 0.875, 0.975
		กิ่ง	0.7	0.3, 0.7, 0.825
36. เหมือดหลวง	*Aporosa villosa* (Wall. Ex Lindl.) Baill.	เปลือก	0.58	0.43, 0.55, 0.77
37. ตะขบป่า	*Flacourtia indica* (Burm.f.)	เปลือก	0.675	0.35, 0.475, 0.525, 0.6, 0.675
	Merr.	ใบ	0.65	0.55, 0.625, 0.7

ตาราง 11 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotox in R_f	Band R_f
38. ติ้ว	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer subsp. Pruniflorum (Kurz) Gogel	เปลือก	0.55	-
		ใบ	0.525	0.425, 0.475, 0.55, 0.675, 0.85
39. กระบก	*Irvingia malayana* Oliv. Ex A.W.Benn.	เปลือก	0.375	0.325, 0.425, 0.525, 0.675
		ใบ	0.725	0.475, 0.65, 0.8
40. ค่าหด	*Engelhardtia spicata Blume var.colebroo keana* (Lindl ex. Wall) Kuntze	เปลือก	0.7	-
41. กาสามปีก	*Vitex peduncularis* Wall. Ex Schauer	ใบ	0.55	0.42, 0.52, 0.62, 0.85
42. ตีนนก	*Vitex pinnata*	ใบ	0.375	0.2, 0.25, 0.375, 0.45, 0.55, 0.625, 0.7, 0.8, 0.925
43. สัก	*Tectona grandis* L.f.	เปลือก	0.55	0.45, 0.55, 0.8
		ใบ	0.55	0.375, 0.475, 0.55, 0.675, 0.75, 0.825
44. สักขี้ไก่	*Premna tomentosa* Willd.	เปลือก	0.65	0.425, 0.475, 0.525, 0.575, 0.625
45. คูน	*Cassia fistula* L.	เปลือก	0.625	0.625
		ใบ	0.725	0.6, 0.65, 0.75
46. ก้างขี้มอด	*Albizia odoratis-sima* (L.f.) Benth	เปลือก	0.775	-
		ใบ	0.675	0.6
47. ก้างหลวง	*Albizia chinensis* (Osbeck) Merr.	เปลือก	0.65	-
		ใบ	0.775	-
48.แดง	*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub.	เปลือก	0.875	0.65, 0.75, 0.775

ตาราง 11 (ต่อ)

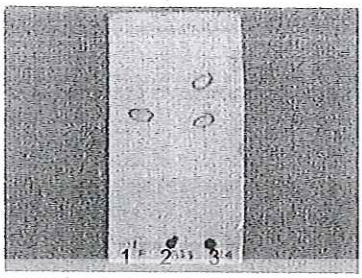
ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotox in R_f	Band R_f
49. พฤกษ์	*Albizia lebbeck* (L.) Benth.	เปลือก	0.725	-
		ใบ	0.725	0.625, 0.75, 0.825
		กิ่ง	0.725	-
50. สีเสียด	*Acacia catechu* (L.f.) Willd.	ใบ	0.6	0.375, 0.45, 0.5, 0.575, 0.675, 0.75, 0.825
		กิ่ง	0.5	0.375, 0.45
51. เครือปี้	*Dalbergia velutina* Benth	เปลือก	0.8	-
		ใบ	0.75	0.55, 0.625, 0.675, 0.7
		กิ่ง	0.7	0.575, 0.625, 0.675, 0.75, 0.825
52. คราม(ป่า	*Indigofera caloneura* Kurz	ใบ	0.825	0.775, 0.825
53. เก็ดแดง	*Dalbergia dong-naiensis* Pierre	เปลือก	0.6	0.275, 0.4, 0.475, 0.625, 0.7
54. เครือพันขวา	*Millettia extensa* Benth.	ใบ	0.86	0.36, 0.39, 0.5, 0.64, 0.73, 0.78, 0.85
		กิ่ง	0.8	0.225, 0.625, 0.75, 0.8
55. เครือพันซ้าย	*Spatholobus parviflorus* (DC.) Kuntze	เปลือก	0.6	-
		ใบ	0.6	0.45, 0.525, 0.575, 0.675
56. เครือไหล	*Millettia pachycarpa* Benth.	ใบ	0.7	0.575, 0.65
		กิ่ง	0.675	0.5, 0.65, 0.85
57. ทองหลางป่า	*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.	เปลือก	0.4	-
		ใบ	0.35	0.2, 0.35, 0.4, 0.45
58. ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	เปลือก	0.725	0.675, 0.75
59. ปี้พง	*Dalbergia cana Graham* ex Kurz	เปลือก	0.625	0.525, 0.6
60. อินทนินบก	*Lagerstroemia macrocarpa* Wall.	เปลือก	0.5	-
		ใบ	0.5	-

ตาราง 11 (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotox in R_f	Band R_f
61. ขี้อ้าย	*Walsura robusta* Roxb.	เปลือก	0.625	-
		ใบ	0.7	0.675, 0.825
62. ยมหิน	*Chukrasia tabularis* A. Juss.	เปลือก	0.375	-
63. มะเดื่อ	*Ficus sp.*	เปลือก	0.6	-
		ใบ	0.325	0.275, 0.375, 0.525
64. มะหาด	*Artocarpus lacucha* Roxb.	เปลือก	0.775	0.225, 0.325, 0.525, 0.575, 0.625, 0.7
65. เคาะ	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Peter G. Wilson & J.T. Waterh. Var. *rufescens* (Hence) J.Parn.&Nic Lughadha	เปลือก	0.675	0.65, 0.825
		ใบ	0.6	0.6, 0.75
66. มะห้า	*Syzygium albiflorum*(Duthie & Kurz) Bahadur & R.C.Guar	เปลือก	0.6	-
		ใบ	0.675	0.475, 0.525, 0.6, .65, 0.7, 0.725, 0.825
67. หว้า	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	เปลือก	0.825	0.85, 0.9
		ใบ	0.725	0.475, 0.65, 0.725
68. ตานเหลือง	*Ochna intergerrima* (Lour.) Merr.	เปลือก	0.725	0.3, 0.5, 0.575, 0.65
		ใบ	0.725	0.525, 0.575, 0.65, 0.725, 0.825
69. ผักหวานป่า	*Meliantha suavis* Pierre	เปลือก	0.8	0.425, 0.625, 0.675, 0.7, 0.775
		ใบ	0.8	0.45, 0.65, 0.725, 0.775, 0.825
		กิ่ง	0.8	0.45, 0.625, 0.6, 0.7 5, 0.8

ตาราง 11 (ต่อ)

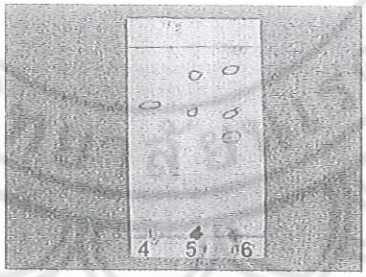
ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาสกัด	Podophyllotoxin R_f	Band R_f
70. กว้าว-	*Haldina cordifolia* (Roxb.)	เปลือก	0.85	0.5, 0.725
	Ridsdale	ใบ	0.525	0.375, 0.5, 0.875
		กิ่ง	0.725	0.575, 0.7
71. แข้งกวาง	*Wendlandia*	เปลือก	0.58	0.45, 0.95
	tinctoria(Roxb.)DC.	ใบ	0.6	-
72. คำมอกน้อย	*Gardenia obtuse-folia*	เปลือก	0.35	0.25, 0.3, 0.375, 0.75, 0.85
	Roxb. Ex Kurz			
73. คำมอก	*Gardenia coronaria* Buch.-	เปลือก	0.625	-
หลวง	Ham.	ใบ	0.775	0.65, 0.725
74. เค็ด	*Catunaregam tomentosa*	เปลือก	0.6	0.425, 0.6, 0.775
	(Blume ex DC.) Tirveng.	ใบ	0.775	0.475, 0.55, 0.6, 0.7, 0.775
		กิ่ง	0.8	0.7
75. ตุ้มกว้าว	*Mitragyna rotundifolia*	เปลือก	0.575	0.35, 0.375, 0.45, 0.5, 0.625
	(Roxb.) Kuntze	ใบ	0.58	0.35, 0.4, 0.575, 0.65
76. มะคังแดง	*Dioecrescis erythroclada*	เปลือก	0.6	0.525, 0.625, 0.725
	(Kurz.) Tirveng.	ใบ	0.525	0.45, 0.525, 0.6, 0.75, 0.85
		กิ่ง	0.65	0.375, 0.425, 0.525
77. ยอป่า	*Morinda coreia* Ham.	เปลือก	0.625	0.3 , 0.525 , 0.575, 0.65, 0.75
		ใบ	0.55	0.3, 0.4, 0.475, 0.55, 0.625, 0.775, 0.825
78. ตะคร้อ	*Schleichera oleosa* (Lour.)	เปลือก	0.85	0.9
	Oken.	ใบ	0.6	0.425, 0.525, 0.725
		กิ่ง	0.55	0.275, 0.375, 0.475, 0.5, 0.675
79. แสลงใจ	*Strychnos nux-vomica* L.	เปลือก	0.8	0.45, 0.625, 0.725, 0.8, 0.875
		ใบ	0.42	0.42, 0.5, 0.6, 0.78
80. ปอยาบ	*Colona flagrocarpa* Craib	เปลือก	0.525	-
	var. siamica Craib			



ภาพ 55 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะกอกและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกตะแบกเลือด

ตาราง 12 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะกอกและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกตะแบกเลือด

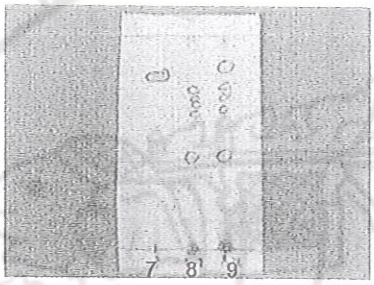
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
1	Podophyllotoxin	1	0.625
2	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะกอก	-	-
3	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกตะแบกเลือด	2	0.6, 0.8



ภาพ 56 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเคาะและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเครือไหล

ตาราง 13 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเคาะและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเครือไหล

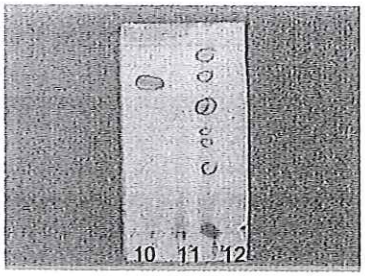
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
4	Podophyllotoxin	1	0.675
5	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเคาะ	2	0.65, 0.825
6	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกเครือไหล	3	0.5, 0.625, 0.85



ภาพ 57 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบผักหวานป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกผักหวานป่า

ตาราง 14 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบผักหวานป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกผักหวานป่า

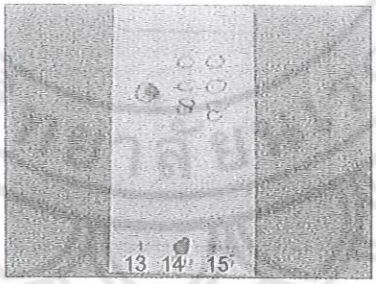
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
7	Podophyllotoxin	1	0.8
8	สารสกัดหยาบเมทานอลใบผักหวานป่า	5	0.425, 0.625, 0.675, 0.7, 0.75
9	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกผักหวานป่า	5	0.45, 0.65, 0.725, 0.775, 0.875



ภาพ 58 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบผักหวานป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกผักหวานป่า

ตาราง 15 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบผักหวานป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกผักหวานป่า

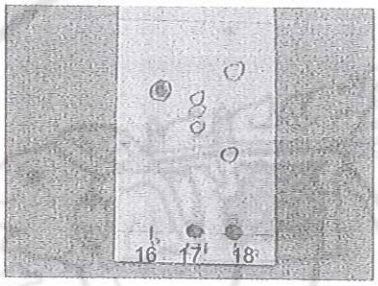
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
10	Podophyllotoxin	1	0.8
11	สารสกัดใบมะเดื่อ	-	-
12	สารสกัดเปลือกเพกา	6	0.35, 0.475, 0.525, 0.65, 0.825, 0.925



ภาพ 59 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะเดื่อและสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา

ตาราง 16 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบเปลือกมะเดื่อและสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา

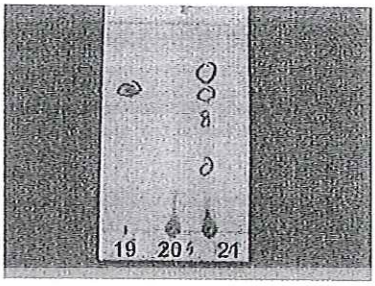
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
13	Podophyllotoxin	1	0.7
14	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะเดื่อ	4	0.6, 0.65, 0.725, 0.85
15	สารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา	4	0.575, 0.625, 0.725, 0.85



ภาพ 60 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบอินทนินบกและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะขามป้อม

ตาราง 17 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบอินทนินบกและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะขามป้อม

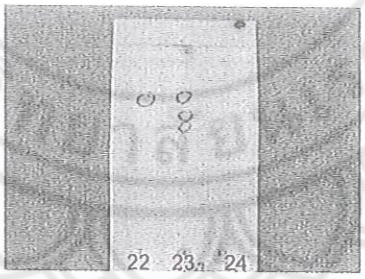
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
16	Podophyllotoxin	1	0.65
17	สารสกัดหยาบเมทานอลใบอินทนิน	3	0.475, 0.55, 0.625
18	สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะขามป้อม	2	0.375, 0.75



ภาพ 61 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกคำมอกหลวงและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกยอป่า

ตาราง 18 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกคำมอกหลวงและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกยอป่า

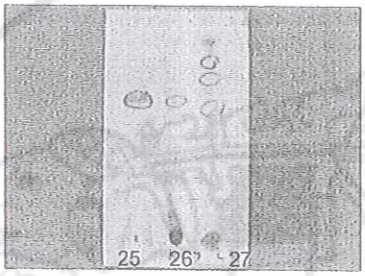
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
19	Podophyllotoxin	1	0.625
20	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกคำมอกหลวง	-	-
21	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกยอป่า	5	0.3, 0.525, 0.575, 0.65, 0.75



ภาพ 62 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบคูนและสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งพฤกษ์

ตาราง 19 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบคูนและสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งพฤกษ์

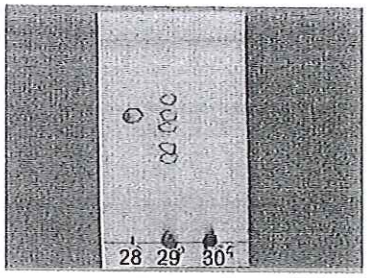
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
22	Podophyllotoxin	1	0.725
23	สารสกัดหยาบเมทานอลใบคูน	3	0.6, 0.65, 0.75
24	สารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งพฤกษ์	-	-



ภาพ 63 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกคูนและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะเม่าสาย

ตาราง 20 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกคูนและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะเม่าสาย

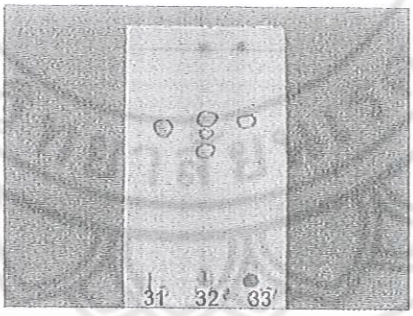
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
25	Podophyllotoxin	1	0.625
26	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกคูน	1	0.625
27	สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะเม่าสาย	3	0.65, 0.775, 0.85



ภาพ 64 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบอ้อยช้างและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะห้า

ตาราง 21 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบอ้อยช้างและสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะห้า

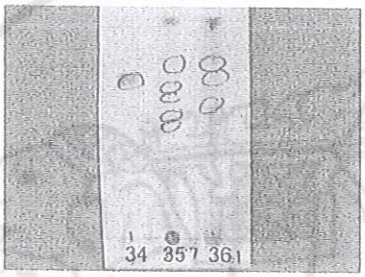
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
28	Podophyllotoxin	1	0.6
29	สารสกัดหยาบเมทานอลใบอ้อยช้าง	5	0.4, 0.475, 0.575, 0.625, 0.7
30	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกมะห้า	-	-



ภาพ 65 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบตะขบป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะแฟน

ตาราง 22 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบตะขบป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะแฟน

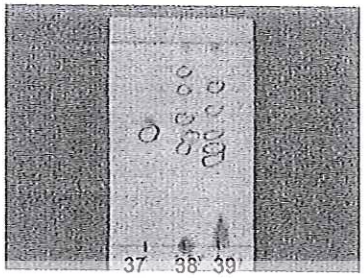
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
31	Podophyllotoxin	1	0.65
32	สารสกัดหยาบเมทานอลใบตะขบป่า	3	0.55 , 0.625 , 0.7
33	สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะแฟน	1	0.7



ภาพ 66 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบตะขบป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะแฟน

ตาราง 23 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบตะขบป่าและสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะแฟน

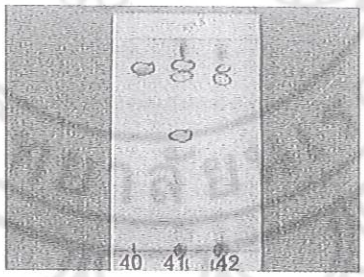
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
34	Podophyllotoxin	1	0.725
35	สารสกัดหยาบเมทานอลใบตานเหลือง	5	0.525 , 0.575 , 0.65 , 0.7 , 0.825
36	สารสกัดหยาบเมทานอลใบพฤกษ์	3	0.625 , 0.75 , 0.825



ภาพ 67 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะคังแดงและสารสกัดหยาบเมทานอลใบติ้ว

ตาราง 24 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะคังแดงและสารสกัดหยาบเมทานอลใบติ้ว

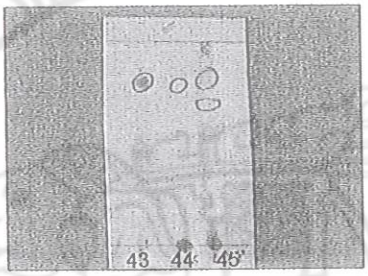
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
37	Podophyllotoxin	1	0.525
38	สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะคังแดง	5	0.45, 0.525, 0.6, 0.75, 0.85
39	สารสกัดหยาบเมทานอลใบติ้ว	5	0.425, 0.475, 0.55, 0.675, 0.85



ภาพ 68 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะเกิ้มและสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย

ตาราง 25 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะเกิ้มและสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย

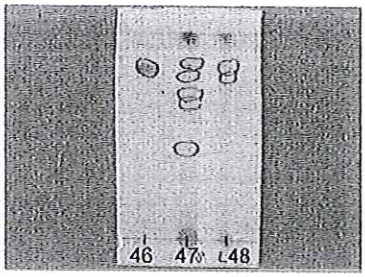
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
40	Podophyllotoxin	1	0.85
41	สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะเกิ้ม	3	0.525, 0.825, 0.875
42	สารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย	2	0.8, 0.85



ภาพ 69 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเค็ดและสารสกัดหยาบเมทานอลใบขี้อ้าย

ตาราง 26 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเค็ดและสารสกัดหยาบเมทานอลใบขี้อ้าย

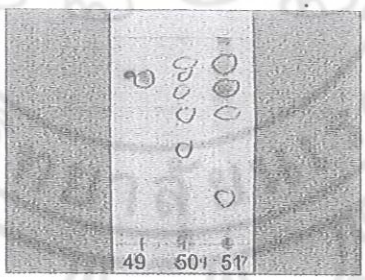
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
43	Podophyllotoxin	1	0.8
44	สารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเค็ด	1	0.775
45	สารสกัดหยาบเมทานอลใบขี้อ้าย	2	0.675, 0.825



ภาพ 70 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะคังแดงและสารสกัดหยาบเมทานอลใบครามป่า

ตาราง 27 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะคังแดงและสารสกัดหยาบเมทานอลใบครามป่า

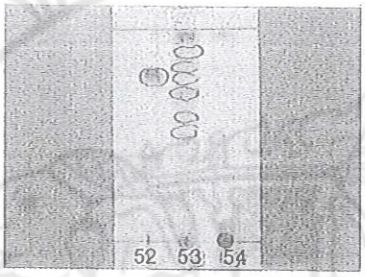
Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
46	Podophyllotoxin	1	0.825
47	สารสกัดหยาบเมทานอลใบมะคังแดง	5	0.425, 0.625, 0.675, 0.775, 0.825
48	สารสกัดหยาบเมทานอลใบครามป่า	2	0.775, 0.825



ภาพ 71 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกแสลงใจและสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเครือพันขวา

ตาราง 28 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกแสลงใจและสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเครือพันขวา

Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
49	Podophyllotoxin	1	0.8
50	สารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกแสลงใจ	5	0.45, 0.625, 0.725, 0.8, 0.875
51	สารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเครือพันขวา	4	0.225, 0.625, 0.75, 0.8



ภาพ 72 แสดงการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกแสลงใจและสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเครือพันขวา

ตาราง 29 แสดงผลการคัดกรองลิกแนนด้วยเทคนิค TLC จากสารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกแสลงใจและสารสกัดหยาบเมทานอลกิ่งเครือพันขวา

Spot	ชนิดสารสกัดหยาบเมทานอล	จำนวน Band	ค่า R_f
52	Podophyllotoxin	1	0.775
53	สารสกัดหยาบเมทานอลใบส้มปี้	6	0.5 , 0.6 , 0.7 , 0.775 , 0.825 , 0.9
54	สารสกัดหยาบเมทานอลใบตับเต่า	-	-

ภาคผนวก ค เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

จุลินทรีย์สาเหตุโรคข้าว

เชื้อรา *Bipolaris oryzae*

สาเหตุ โรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown Spot)

พบมาก ทั้ง นาน้ำฝน และ นาชลประทาน ในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคใต้

อาการ : แผลที่ใบข้าว พบมากในระยะแตกกอมีลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาล รูปกลม หรือรูปไข่ ขอบนอกสุดของแผลมีสีเหลือง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1 มิลลิเมตร แผลที่มีการพัฒนาเต็มที่ขนาดประมาณ 1-2 x 4-10 มิลลิเมตร บางครั้งพบแผลไม่เป็นวงกลมหรือรูปไข่ แต่จะเป็นรอยเปื้อนคล้ายสนิมกระจัดกระจายทั่วไปบนใบข้าว แผลยังสามารถเกิดบนเมล็ดข้าวเปลือก (โรคเมล็ดด่าง) บางแผลมีขนาดเล็ก บางแผลอาจใหญ่คลุมเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกสกปรก เสื่อมคุณภาพ เมื่อนำไปสีข้าวสารจะหักง่าย (ชาญ มงคล, 2536)

การแพร่ระบาด : เกิดจากสปอร์ของเชื้อราปลิวไปตามลม และติดไปกับเมล็ด



ภาพ 73 แสดงอาการใบจุดที่น้ำตาลที่ใบ

ที่มา: http://www.brrd.in.th/rkb/data_005/Image_ Disease/rice_xx2-05_disease002bs.jpg

เชื้อรา *Rhizoctonia solani*

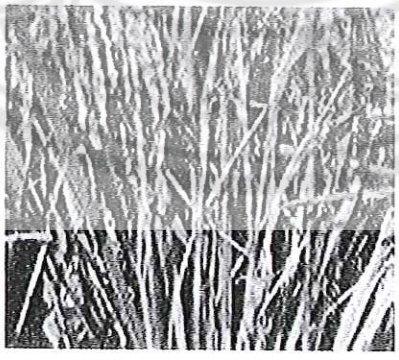
สาเหตุ โรคกาบใบแห้ง (Sheath blight)

พบมาก ในนาชลประทาน ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้

อาการ : เริ่มพบโรคในระยะแตกกอจนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยว ยิ่งต้นข้าวมีการแตกกอมากเท่าใด ต้นข้าวก็จะเบียดเสียดกันมากขึ้น โรคก็จะเป็นรุนแรง ลักษณะแผลสีเขียวปนเทา ขนาดประมาณ 1-4 x 2-10 มิลลิเมตร ปรากฏตามกาบใบตรงบริเวณใกล้ระดับน้ำ แผลจะลุกลามขยายใหญ่ขึ้นจนมีขนาดไม่จำกัดและลุกลามขยายขึ้นถึงใบข้าว ถ้าเป็นพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอ แผลสามารถลุกลามถึงใบธงและกาบหุ้มรวงข้าว ทำให้ใบและกาบใบเหี่ยวแห้ง ผลผลิตจะลดลงอย่าง มากมาย (Ou, 1972)

การแพร่ระบาด : เชื้อราสามารถสร้างเม็ดขยายพันธุ์ อยู่ได้นานในตอซังหรือวัชพืชในนาตามดินนา และมีชีวิตข้ามฤดูหมุนเวียนทำลายข้าวได้ตลอดฤดูกาลทำนา

เชื้อรา *Rhizoctonia solani* เป็นเชื้อราก่อโรคในพืชชนิดต่าง ๆ กว่า 500 ชนิด ได้มีการศึกษาเพื่อควบคุมรา ก่อโรคชนิดนี้มาเป็นระยะเวลานานในประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทย โดยทั่วไป *R. solani* สามารถดำรงชีพอยู่ได้นาน 1 ถึง 2 ปี ตามพื้นดินและถ้าบริเวณนั้นมีความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสม (Matsuura, 1986) ราชนิดนี้สามารถเข้าทำลายพืชได้เกือบทุกส่วน ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ตั้งแต่เมล็ดรากลำต้นผล และใบจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าราชนิดก่อความเสียหายให้กับเศรษฐกิจทางการเกษตรอย่างมากมายได้มีความพยายามอย่างสูงซึ่งดูได้จากรายงานการวิจัยจำนวนมากจากประเทศต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการควบคุมทางชีวภาพของราโรคพืชชนิดนี้เพื่อลดการใช้สารเคมี ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อความปลอดภัยของชีวิต และสิ่งแวดล้อม



ภาพ 74 แสดงอาการของโรคกาบใบแห้ง

ที่มา: http://www.brrd.in.th/rkb/data_005/Image _Disease/rice_sheathblight-05-005_B.jpg

เชื้อรา *Pyricularia oryzae*

สาเหตุ โรคไหม้ (Rice Blast)

พบมากใน นาน้ำฝน ข้าวพันธุ์พื้นเมืองไวต่อช่วงแสง พบส่วนใหญ่ใน ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และ ภาคใต้

อาการ : ระยะกล้า ใบมีแผล จุดสีน้ำตาลคล้ายรูปตา มีสีเทาอยู่ตรงกลางแผล ความกว้างของแผลประมาณ 2-5 มิลลิเมตร และความยาวประมาณ 10-15 มิลลิเมตร แผลสามารถขยายลุกลามและกระจายทั่วบริเวณใบ ถ้าโรครุนแรงกล้าข้าวจะแห้งฟุบตาย อาการคล้ายถูกไฟไหม้ (ชาญ มงคล, 2536)

ระยะแตกกอ อาการพบได้ที่ใบ ข้อต่อของใบ และข้อต่อของลำต้น ขนาดแผลจะใหญ่กว่าที่พบในระยะกล้า แผลลุกลามติดต่อกันได้ที่บริเวณข้อต่อ ใบจะมีลักษณะแผลช้ำสีน้ำตาลดำ และมักหลุดจากกาบใบเสมอ

ระยะคอรวง (ระยะออกรวง) ถ้าข้าวเพิ่งจะเริ่มให้รวง เมื่อถูกเชื้อราเข้าทำลาย เมล็ดจะลีบหมด แต่ถ้าเป็นโรคตอนรวงข้าวแก่ใกล้เก็บเกี่ยว จะปรากฏรอยแผลช้ำสีน้ำตาลที่บริเวณคอรวง ทำให้เปราะหักง่าย รวงข้าวร่วงหล่นเสียหายมาก

การแพร่ระบาด พบโรคในแปลงที่ต้นข้าวหนาแน่น ทำให้อับลม ถ้าใส่ปุ๋ยสูง และมีสภาพแห้งในตอนกลางวันและชื้นจัดในตอนกลางคืน น้ำค้างยาวนานถึงตอนสายราว 9 นาฬิกา ถ้าอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิประมาณ 22-25 องศาเซลเซียส ลมแรงจะช่วยให้โรคแพร่ระบาด



ภาพ 75 แสดงอาการในระยะข้าวออกรวง

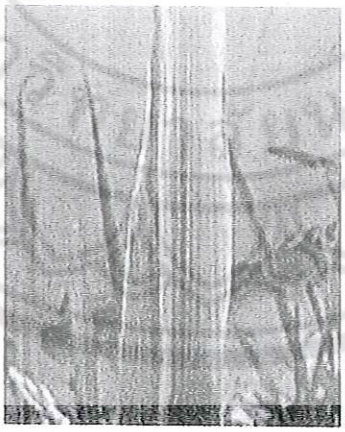
ที่มา: http://www.brrd.in.th/rkb/data_005/ rice_xx2-05_newDisease001.html

เชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

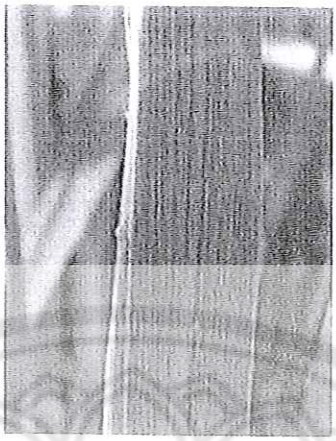
สาเหตุ โรคขอบใบแห้ง (Bacterial ใบ Blight Disease or Bacterial Blight Disease) พบมาก ในนาน้ำฝน นาชลประทาน ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคใต้

อาการ : โรคนี้เป็นได้ตั้งแต่ระยะกล้า แตกกอ จนถึง ออกรวง ต้นกล้าก่อนนำไปปักดำจะมีจุดเล็ก ๆ ลักษณะช้ำที่ขอบใบของใบล่าง ต่อมาประมาณ 7-10 วัน จุดช้ำนี้จะขยายกลายเป็นทางสีเหลืองยาวตามใบข้าว ใบที่เป็นโรคจะแห้งเร็ว และสีเขียวจะจางลงเป็นสีเทาๆ อาการในระยะปักดำจะแสดงหลังปักดำแล้วหนึ่งเดือนถึงเดือนครึ่ง ใบที่เป็นโรคขอบใบมีรอยขีดช้ำ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ที่แผลมีหยดน้ำสีครีมคล้ายยางสนกลม ๆ ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุด ต่อมาจะกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดไปตาม น้ำหรือฝน ซึ่งจะทำให้โรคสามารถระบาดต่อไปได้ แผลจะขยายไปตามความยาวของใบ บางครั้งขยายเข้าไปข้างในตามความกว้างของใบ ขอบแผลมีลักษณะเป็นขอบลายหยัก แผลนี้เมื่อนานไปจะเปลี่ยนเป็นสีเทา ใบที่เป็นโรค ขอบใบจะแห้งและม้วนตามความยาว ในกรณีที่ต้นข้าวมีความอ่อนแอต่อโรคและเชื้อโรคมีปริมาณมาก จะทำให้ท่อน้ำท่ออาหารอุดตัน ต้นข้าวจะเหี่ยวเฉา และแห้งตายทั้งต้นโดยรวดเร็ว เรียกอาการของโรคนี้ว่า ครี-เสก (kresek) (Ou, 1972)

การแพร่ระบาด : เชื้อสาเหตุโรคสามารถแพร่ไปกับน้ำ ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง และสภาพที่มีฝนตก ลมพัดแรง จะช่วยให้โรคแพร่ระบาดอย่างกว้างขวางรวดเร็ว



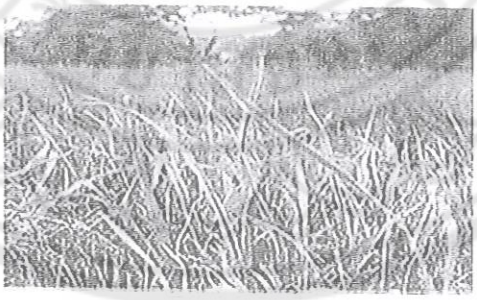
ภาพ 76 แสดงลักษณะของแผลที่ขอบใบ



ภาพ 77 แสดงเชื้อแบคทีเรียที่พบบริเวณแผล



ภาพ 78 แสดงอาการแห้งตายทั้งต้น (kresek)



ภาพ 79 แสดงความรุนแรงของโรคในระยะแตกกอ

ที่มา: www.brrd.in.th/rkb2/enemy_khao/Image_Disease/05-009-B.jpg

เชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*

สาเหตุ : โรคใบขีดโปร่งแสง (Bacterial ใบ Streak)

พบมาก : ในนาน้ำฝน และ นาชลประทาน ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้

อาการ : โรคนี้เป็นได้ตั้งแต่ แตกกอ จนถึง ออกรวง อาการปรากฏที่ใบ ขั้นแรกเห็นเป็นขีดช้ำยาวไปตามเส้นใบ ต่อมาค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือส้ม เมื่อแผลขยายรวมกันก็จะเป็นแผลใหญ่ แสงสามารถทะลุผ่านได้ และพบแบคทีเรียในรูปหยดน้ำสีครีมคล้ายยางสนกลม ๆ ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุดปรากฏอยู่บนแผล ส่วนความยาวของแผลขึ้นอยู่กับความต้านทานของพันธุ์ข้าวและความรุนแรงของเชื้อแต่ละท้องที่ ในพันธุ์ที่ไม่มีความต้านทานเลย แผลจะขยายจนใบไหม้ไปถึงกาบใบด้วย ลักษณะของแผลจะคล้ายคลึงกับเกิดบนใบ ส่วนในพันธุ์ต้านทาน จำนวนแผลจะน้อยและแผลจะไม่ค่อยขยายตามยาว รอบ ๆ แผลจะมีสีน้ำตาลดำ

การแพร่ระบาด: ข้าวที่เป็นโรค มักถูกหนอนกระทู้ หนอนม้วนใบ และแมลงดำหนามเข้าทำลายซ้ำเติม ในสภาพที่มีฝนตก ลมพัดแรง จะช่วยให้โรคแพร่ระบาดอย่างกว้างขวางรวดเร็ว (ชาญ มงคล, 2536)



ภาพ 80 แสดงอาการโรคใบขีดโปร่งแสงในข้าว

ที่มา: www.brrd.in.th/rkb/enemy_khao/Image_Disease/05-010-B.jpg

จุลินทรีย์ก่อโรคในมนุษย์

แบคทีเรีย *Escherichia coli* หรือ อีโคไล (นิยมใช้ชื่อย่อ *E. coli*)

เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เป็นตัวชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำ มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์และมนุษย์ แบคทีเรียชนิดนี้ทำให้เกิดอาการท้องเสียบ่อยที่สุด ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ทำให้ถ่ายอุจจาระเหลว หรือเป็นน้ำ

การแพร่กระจายเชื้อและการติดต่อ

การติดต่อมีการปนเปื้อน *E. coli* ในทางน้ำและอาหาร ได้แก่ นม น้ำดื่มที่ใช้ในครัวเรือน แหล่งน้ำตามธรรมชาติ อาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์ พวก โค กระบือ เช่น แฮมเบอเกอร์ สเต็กเนื้อ ที่มีการปรุงไม่สุก เป็นต้น เชื้อ *Enterotoxigenic E.coli* , *Enteropathogenic E. coli* พบในอาหาร น้ำดื่ม น้ำแข็ง น้ำนม เชื้อ *Enterohaemorrhagic E.coli* O157: H7 พบมากในอาหารที่ทำมาจากเนื้อสัตว์ และปรุงสุก ๆ ดิบ ๆ เช่น แฮมเบอร์เกอร์ ไส้กรอก น้ำผลไม้ ในต่างประเทศมีการระบาดของเชื้อ *E.coli* O157 : H7 บ่อย ๆ แต่ สำหรับประเทศไทยยังไม่เคยมีรายงานการ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2547) โรคที่เกิดจาก E. coli มีหลายโรค ได้แก่ โรคอุจจาระร่วง จะพบในกลุ่มคน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเด็กเล็ก เรียกโรคที่เกิดขึ้นว่า infantile diarrhea ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อ Enteropathogenic เด็กได้รับเชื้อปนมากับน้ำ นม อาหารชนิดต่าง ๆ อีกกลุ่มหนึ่ง เป็นโรคอุจจาระร่วงจาก *E. coli* คือ ผู้ใหญ่ที่เดินทางไปต่างถิ่น เรียกโรคนี้ว่า traveler's diarrhea เกิดจากเชื้อ Enteropathogenic E. coli ระยะฟักตัว 5 - 15 วัน อาการถ่ายอุจจาระเป็นน้ำ มีไข้ต่ำ ๆ คลื่นไส้อาเจียน

โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ มักมีสาเหตุมาจากเชื้อที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของผู้ป่วยเอง การติดเชื้อพบบ่อยในผู้หญิง เนื่องจากท่อปัสสาวะค่อนข้างจะสั้น และ ตรงเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ จึงทำให้เกิดโรคการติดเชื้อที่กระเพาะปัสสาวะ เกิดอาการกระเพาะปัสสาวะอักเสบ ซึ่งอาจ จะลุกลามไปยังไตได้ด้วย

โรคติดเชื้ออื่น ๆ ที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบในเด็กเกิดใหม่ ปอดบวม แผลติดเชื้อ และโลหิตเป็นพิษ มักเกิดเนื่องจากการผ่าตัด การใช้เครื่องช่วยหายใจ การใช้สายสวนท่อปัสสาวะ

แบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*

เชื้อสแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะกลม เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น หรือเป็นคู่ หรือเป็นสายสั้น ๆ ไม่เคลื่อนที่ โคโลนีมีสีเหลืองหรือสีทองเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตคือ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วง pH หรือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ที่ 7-7.5 ส่วนค่า Aw (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่

จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพมีออกซิเจนประมาณ 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจน 0.90 สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส บางสายพันธุ์ผลิตสารพิษที่เรียกว่า เอนเทอโรทอกซิน ทำให้อาหารเป็นพิษ ซึ่งเอนเทอโรทอกซินที่ผลิตมีหลายชนิด แต่ชนิดที่พบว่าทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ซึ่งเอนเทอโรทอกซินที่ผลิตมีหลายชนิด แต่ชนิดที่พบว่าทำให้เกิดอาหารเป็นพิษบ่อย คือ ชนิด เอ และดี โดยช่วงอุณหภูมิที่เชื้อชนิดนี้จะผลิตเอนเทอโรทอกซินอยู่ระหว่าง 15.6 และ 46.1 องศาเซลเซียส และผลิตได้ดีที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (อิสยา จันทร์วิทยานุชิต และวัชรินทร์ รังษีภาณุรัตน์, 2552)

แหล่งที่มาของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

เชื้อสแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส จะมีชีวิตอยู่ได้ไน อาเชื้อสแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส จะมีชีวิตอยู่ได้ในอากาส ฝุ่นละออง ขยะมูลฝอย น้ำ อาหารและนม หรืออาหารบรรจุเสร็จ สภาวะแวดล้อมภายนอกมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมนุษย์และสัตว์นั้นเป็นแปล่งของเชื้อซาติชนิดนี้โดยจะพบอยู่ตามทางเดินหายใจ ลำคอ หรือ เส้นผมและผิวหนังถึง 50% หรือมากกว่านี้ในคนที่มีสุขภาพดี แบะอาจพบเชื้อชนิดนี้ 60-80% ในผู้ที่สัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยหรือผู้ที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล ตลอดจนผู้ประกอบอาหาร รวมทั้งในขั้นตอนของการบรรจุและสภาพแวดล้อมภายนอกนั้นก็เป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ การเก็บอาหารไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมเป็นผลให้อาหารที่มีการปนเปื้อนอยู่แล้วมีการเพิ่มจำนวนของเชื้อและสร้างสารพิษได้อย่างรวดเร็ว อาหารที่มักพบเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส ปนเปื้อนได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์จากไข่ อาหารประเภทสลัดเช่น ไข่ ทูน่า เนื้อไก่ มันฝรั่ง และมักกะโรนี ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ครีมพาย เอแคลร์ ซอกโกแลต แซนวิช และผลิตภัณฑ์นมที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน

อันตรายของเชื้อ สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส

สแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษ คือ เอนเทอโรทอกซิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทนต่อความร้อนได้ดี และเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ สารพิษ ชนิดนี้ทนความร้อนถึงระดับ 143.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วินาทีได้ ดังนั้น อุณหภูมิในการหุงต้มธรรมดาหรืออุณหภูมิน้ำเดือนจึงไม่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้ โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อสแตปฟิโลคอคคัส ออเรียสนั้นมีชื่อเรียกว่า Stapyhloenterotoxicosis และ Staphylorenterotoxemia

แบคทีเรีย *Bacillus subtilis*

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ผลทดสอบ catalase เป็นบวก มี flagella แบบ peritrichous สามารถสร้างcapsuleได้ อยู่ในกลุ่มobligate aerobe สามารถสร้างendospore เซลล์เป็นรูปท่อน

ตรง ขนาด 0.3 –2.2 x 1.2 –7.0 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่ได้ ติดสีแกรมบวก เป็นจุลินทรีย์ Gram-positive หายใจโดยใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเลกตรอนตัวสุดท้าย *B.subtilis* เป็น rod-shaped group สามารถที่จะผลิต robust endospore ในการเป็นปฏิปักษ์ต่อ microorganism อื่นได้ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญได้ดี แหล่งที่อยู่อาศัยพบได้ทั่วไปในดิน (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2547)

Bacillus subtilis เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งน้ำและอาหาร และพบได้ทั่วไปในดิน เจริญเติบโตได้โดยใช้สารอาหารจากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ และอื่น ๆ แบคทีเรียจำพวก *Bacillus subtilis* สร้างและหลั่งเอนไซม์พวก carbohydrate และ protease ออกจากเซลล์ได้หลายชนิดทำให้สามารถย่อยสลายสารต่าง ๆ ได้หลาย ชนิด เช่น cellulose แป้งต่าง ๆ และโปรตีนต่าง ๆ ได้มาก ส่วนใหญ่จะพบประมาณ 10^7-10^8 เซลล์ในดิน 1 กรัม แต่ถ้าในดินที่มีสารอาหารน้อยก็อาจจะพบในจำนวนน้อย

เป็นจุลินทรีย์ที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะทำการเพาะเจริญใน nutrient agar และ nutrient broth การเจริญของ *B.subtilis* เป็นแบบ Unicellular rod แต่นาน ๆ ครั้งจะเป็น แบบ chains จะเจริญ ในอาหารที่ไม่เป็นกรด และจะใช้ ออกซิเจนในการหายใจ

ความน่าสนใจในแบคทีเรียชนิดนี้ในทางอุตสาหกรรมอีกอย่างหนึ่ง คือมีความหลากหลาย ในทางชีวเคมีที่ทำให้สามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง หรือ extreme condition ต่าง ๆ ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิสูง และสภาพเป็นด่าง ได้อย่างดี มีหลายชนิดสามรถเจริญเติบโตได้แม้ในที่อุณหภูมิสูงความ 60 องศาเซลเซียส หรือโตได้ดีใน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส หรือมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ยังเติบโตได้ที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส เป็นต้น คุณสมบัติการทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นที่ต้องการอย่างมากในทางอุตสาหกรรม เนื่องจาก เอนไซม์ที่สร้างจากแบคทีเรียชนิดนี้จะทนทานได้ดีที่อุณหภูมิสูง ทำให้ทนทานต่อระดับอุณหภูมิสูง ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม และมีอายุการใช้งานที่นาน ทั้งทนทานต่อสารที่มักทำลาย โปรตีนได้เช่น detergent และ organic solvents เป็นต้น

Bacillus subtilis ไม่ถูกพิจารณาว่าเป็นเชื้อก่อโรคในคน แต่อาจก่อโรคได้ในโอกาศที่ยากยิ่งโดยการปนเปื้อนไปกับอาหารแล้วทำให้เกิดอาหารเป็นพิษขึ้น และอาจทำให้แป้งขนมปังเน่าเสียได้

ภาคผนวก ง การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิจัย

1. การเตรียมอาหารเหลว (broth)

1.1 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient broth ปริมาณ 1 ลิตรมีส่วนผสมดังนี้

1.1.1 beef extract	3	กรัม
1.1.2 peptone	5	กรัม
1.1.3 น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

1.2 ขั้นตอนการเตรียมอาหาร

1.2.1 ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำกลั่น 1 ลิตร คนด้วยแท่งแก้วคนสารให้ส่วนประกอบอาหารละลายเข้ากันได้ดี หรือวางบนเตาเพื่อให้สารอาหารละลายเร็วขึ้น อาหารประเภท broth ละลายง่ายจึงไม่ต้องต้มนาน การต้มต้องการให้สารทุกตัวละลาย

1.2.2 วัดความเป็นกรดหรือด่างของอาหารด้วยเครื่อง pH meter กรณีที่มีความเป็นกรดมากเกินไป ปรับด้วย NaOH 0.1 N ถ้าเป็นด่างมากเกินไปให้ปรับ pH ด้วย HCl 0.1 N จนได้ pH 6.8 $\pm$ 0.2

1.2.3 บรรจุอาหาร NB ปริมตร 20 มิลลิลิตร ลงใน flask ขนาด 125 มิลลิตร

1.2.4 ปั้นสำลีปิดปาก flask (ต้องฝึกวิธีปั้นจุกสำลีจนกระทั่งได้จุกสำลีที่ดีคือจุกสำลีต้องยาวพอควร เมื่อเปิดจุกสำลีแล้ว จุกสำลีจะยังคงรูปอยู่ไม่กระจายตัวออก) คลุมจุกสำลีด้วยกระดาษ เพื่อป้องกันไม่ให้จุกสำลีเปียก จะทำให้จุกสำลีขึ้นราง่าย

1.2.5 เมื่อเตรียมอาหารเสร็จแล้ว ให้นำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหม้อ autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2. การเตรียมอาหารแข็ง (agar)

2.1 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar ปริมาณ 1 ลิตรมีส่วนผสมดังนี้

2.1.1 beef extract	3	กรัม
2.1.2 peptone	5	กรัม
2.1.3 agar	15	กรัม
2.1.4 น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

2.2 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ปริมาณ 1 ลิตรมีส่วนผสมดังนี้

2.2.1	potato (infusion form)	200	กรัม
2.2.2	dextrose	20	กรัม
2.2.3	agar	15	กรัม
2.2.4	น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

2.3 ขั้นตอนการเตรียมอาหาร

2.3.1 ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำกลั่น โดยให้ละลายวุ้นก่อนแล้วจึงใส่ส่วนประกอบอื่น ๆ คนให้ละลาย แล้วต้มจนกระทั่งส่วนประกอบต่าง ๆ ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน การสังเกตดูว่าละลายหมดหรือไม่ให้สังเกตดูจากการเอาแท่งแก้วจุ่มลงไป ถ้ามีเม็ด ๆ เกาะติดแท่งแก้วขึ้นมาแสดงว่าละลายไม่หมด ถ้าละลายหมด media จะใส ไม่มีเม็ดวุ้นเกาะตามภาชนะหรือแท่งแก้ว การเตรียมอาหารที่มี agar ถ้าละลาย agar ไม่หมด จะมีผลทำให้ อาหารบางหลอด หรือบาง plate ไม่แข็งตัว และมีบางหลอด หรือบาง plate แข็งเกินไป

2.3.2 ปรับ pH 6.8 $\pm$ 0.2 สำหรับ Nutrient agar, pH 5.6 $\pm$ 0.2 สำหรับ Potato dextrose agar

2.3.3 บรรจุอาหารปริมาณ 150 มิลลิลิตร ลงใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ในกรณีอาหารวุ้นเอียง (slants) ให้บรรจุอาหารปริมาณ 5 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร

2.3.4 ปั้นสำลีใส่ปากขวดและหลอดใส่อาหาร และคลุมจุกสำลีด้วยกระดาษ

2.3.5 เมื่อเตรียมอาหารเสร็จแล้ว ให้นำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหม้อ autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ตามวิธีการในบทปฏิบัติการที่ 2)

2.3.6 ภายหลังจากที่นำหลอดและขวดอาหารออกจาก autoclave แล้วนำ rack ของ test tube ที่มี NA อยู่ และต้องการเตรียมเป็น slant วางเอียงบนท่อนไม้ (ขณะยังร้อนอยู่) แล้วทิ้งไว้จนกระทั่งเย็น และแข็งตัว

ส่วนขวดอาหารถ้าต้องการเทลงใน petri dish ให้แช่ขวดอาหารในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ซึ่งมีอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส รอจนกระทั่งอาหารเย็นลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส (ร้อนในระดับที่มือจับได้ ระวังอย่าให้เย็นเกินไป วุ้นจะแข็งตัวเป็นหย่อม ๆ) ให้เทลงใน petri dish (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แล้ว) ด้วยวิธีปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ทิ้งไว้จนกระทั่งเย็นและแข็งจึงค่อยเก็บ อาหารใน petri dish ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ ผิวหน้าอาหารอาจจะมีไอน้ำเกาะอยู่ จึงยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ต้องนำ petri dish มาอบในตู้อบอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ค้างคืน โดยคว่ำจานลง เพื่อให้ผิวหน้าแห้ง และตรวจสอบดูว่าอาหารมีการปนเปื้อน

เชื้อจุลินทรีย์หรือไม่ จึงจะสามารถนำมาใช้งานได้ ห้ามอบนานเกินไปจะทำให้อาหารแห้ง เชื้อจุลินทรีย์จะไม่เจริญ

ถ้ายังไม่ต้องการเทอาหารลงใน petri dish ก็เก็บอาหารไว้ในขวดจนกระทั่งต้องการใช้ จึงนำขวดอาหารมาต้มในน้ำเดือดให้วุ้นละลายจนหมด แช่ขวดอาหารในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียสจนกระทั่งอาหารมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส จึงค่อยเทลงใน petri dish และทำให้ผิวหน้าแห้งต่อไป

อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แล้ว จะเก็บได้นานเป็นเดือนหรือหลายเดือนขึ้นกับชนิดของอาหาร แต่ต้องไม่เก็บนานเกินไป เนื่องจากอาหารที่เก็บนานเกินไปจะแห้ง ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

ภาคผนวก จ การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ โดยวิธี Agar disc diffusion methods

วิธีทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Disc diffusion method

Disc diffusion method เป็นวิธีการประเมินความไวของเชื้อแบคทีเรีย ต่อสารหรือยาปฏิชีวนะที่นำมาทดสอบ เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว สำหรับ agar plate method และ tube method จะได้ผลการทดสอบแน่นอนกว่า แต่ใช้เครื่องมือและเวลามากกว่า จึงไม่ค่อยสะดวกที่จะมาทำการทดสอบกับสารที่มีจำนวนหลายชนิด disc diffusion method เป็นการทดสอบในเชิงคุณภาพ สามารถบอกผลได้ว่า เชื้อมีความไวต่อการทดสอบหรือไม่ ไม่เหมาะในการทดสอบเชื้อที่เจริญช้า และเชื้อแอนแอโรบ (anaerobe) หลักการทั่วไปคือ การทำให้ยาปฏิชีวนะบนแผ่นดิสก์ ซึมไปในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้กระจายเชื้อในจำนวนที่เหมาะสมไว้ แล้วนำไปเพาะเลี้ยงให้เชื้อเจริญเติบโต อ่านผลการทดสอบโดยการวัดขนาดของ zone of inhibition ซึ่งจะเห็นเป็นวงใสรอบแผ่น disc ขนาดของ zone of inhibition นอกจากจะขึ้นอยู่กับความไวของเชื้อต่อสารแล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดโมเลกุลของยาปฏิชีวนะ ปริมาณอัตราการเจริญของเชื้อ ภาวะความเป็นกรดด่าง และส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ตลอดจนระยะเวลาในการเพาะเชื้อ (สมฤทัย et al., 2547)

การนับจำนวนเซลล์แบคทีเรีย (Cell count)

การนับจำนวนเซลล์ทำได้หลายวิธีเช่น การนับจำนวนเซลล์โดยตรงจากกล้องจุลทรรศน์ (Direct microscopic count) อาจใช้วิธีของ Breed (Breed's method) ซึ่งใช้นับจำนวนแบคทีเรียในน้ำนม โดยกระจายชัสเพนชั่นของเซลล์ที่ทราบปริมาณแน่นอนบนพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ทิ้งให้แห้งและย้อมสีเมทิ- ลีนบลู ตรวจนับจำนวนแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศ์ และคำนวณหาจำนวนแบคทีเรียต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง ถ้าทราบเส้นผ่านศูนย์กลางของ microscopic field (โดยหาจากสเตจไมโครมิเตอร์เทียบกับออคคิวลาร์ไมโครมิเตอร์)

การนับจำนวนเซลล์แบคทีเรียด้วยวิธี Direct microscopic count โดยใช้ Haematocytometer ทำได้โดยนำอาหารเหลวที่ทำการบ่มแบคทีเรียที่ต้องการนับจำนวนเซลล์มาแล้ว 1 มิลลิลิตร มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex แล้วนำไปหยดลงบน Haematocytometer 0.1 มิลลิลิตร นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

วิธีการคำนวณ

Haematocytometer มีระยะห่างระหว่าง chamber ถึง cover slip เท่ากับ 1/10 มิลลิเมตร

พื้นที่ของ 5 ช่อง ที่นับ = 5 x 1/5 x 1/5 = 1/5 ตารางมิลลิเมตร

ปริมาตร 5 ช่องที่นับ = 1/5 x 1/10 = 1/50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมมติว่าใน 5 ช่อง นับจำนวนแบคทีเรียได้ X เซลล์

∴ ปริมาตร 1/50 ลูกบาศก์เซนติเมตร นับได้ X เซลล์

ถ้าปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นับได้ X x 10 x 10 x 10 x 50 เซลล์

นั้นคือ ซัสเพนชั่น มีจำนวนเซลล์แบคทีเรีย X x 50,000 เซลล์/ลูกบาศก์-เซนติเมตร

หมายเหตุ

ถ้าทำ dilution ต้องนำค่า dilution มาคูณด้วย ตัวอย่างเช่น ที่ dilution 1:10,000 (10^{-4}) มีจำนวนเซลล์แบคทีเรีย 57 เซลล์/ลูกบาศก์เซนติเมตร

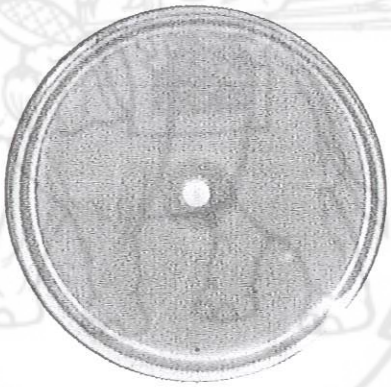
∴ จำนวนเซลล์แบคทีเรียใน broth ที่ไม่ได้ dilute เท่ากับ 57×10^{4} เซลล์/ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพ 81 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากยาปฏิชีวนะ Penicillin 10μg



ภาพ 82 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากยาปฏิชีวนะ Ampicillin 10μg



ภาพ 83 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากยาปฏิชีวนะ Kanamycin 30μg



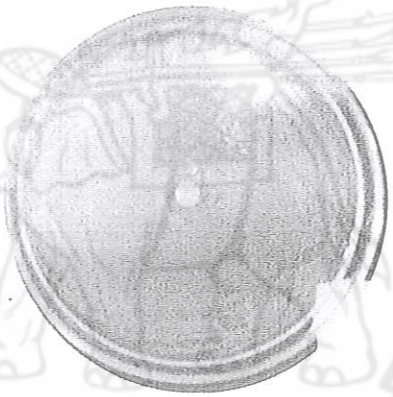
ภาพ 84 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบเมทานอล ใบเพกาความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 85 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบเมทานอล ใบกาสามปีก ความเข้มข้น 1 mg/ml



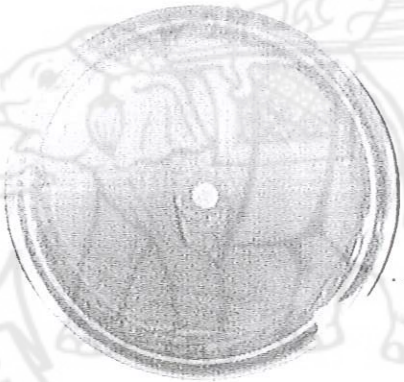
ภาพ 86 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบเมทานอล ใบตีนนก ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 87 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบ เมทานอล ใบยอป่า ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 88 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกผักหวานป่า ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 89 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกแสลงใจ ความเข้มข้น 1 mg/ml



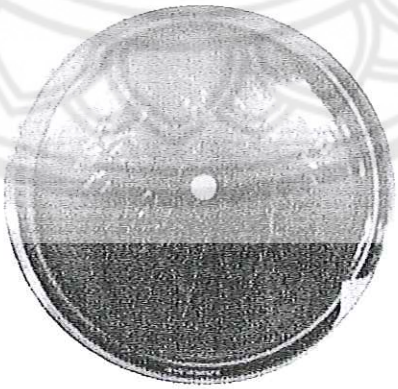
ภาพ 90 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Escherichia coli* จากยาปฏิชีวนะ Kanamycin 30μg



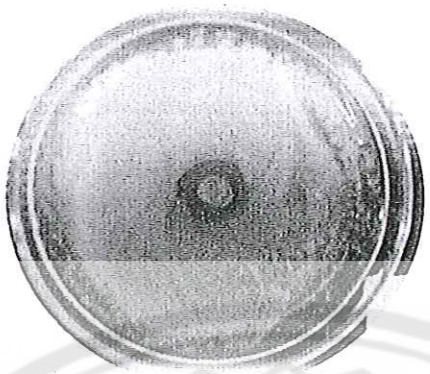
ภาพ 91 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Escherichia coli* จากยาปฏิชีวนะ Ampicillin 10μg



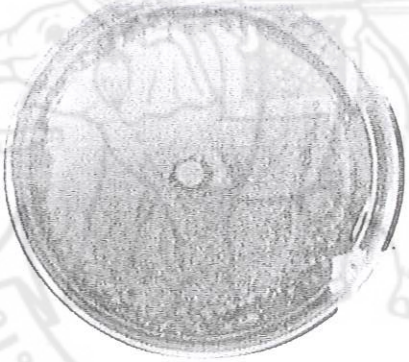
ภาพ 92 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Escherichia coli* จากยาปฏิชีวนะ Penicillin 10μg



ภาพ 93 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Escherichia coli* จาก สารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกสักขี้ไก่ ความเข้มข้น 1 mg/ml



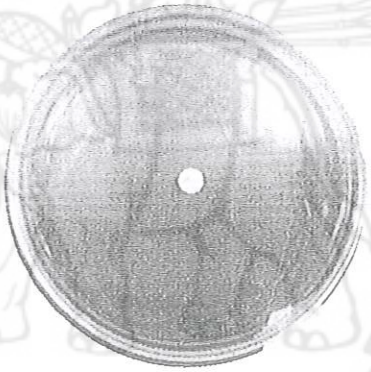
ภาพ 103 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* จากสารสกัดหยาบเมทานอล เปลือกสลีนก ความเข้มข้น 1 mg/ml



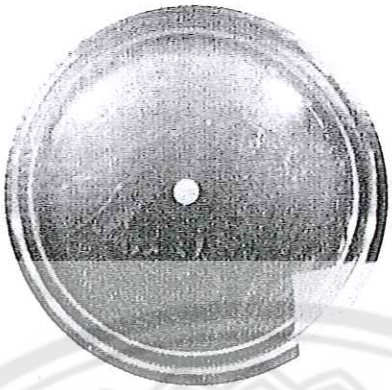
ภาพ 104 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* จากสารสกัดหยาบเมทานอล กิ่งเครือปี้ ความเข้มข้น 1 mg/ml



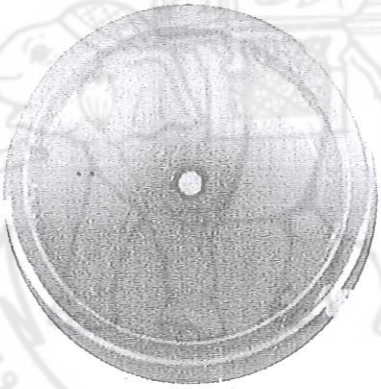
ภาพ 105 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* จากยาปฏิชีวนะ Penicillin 10μg



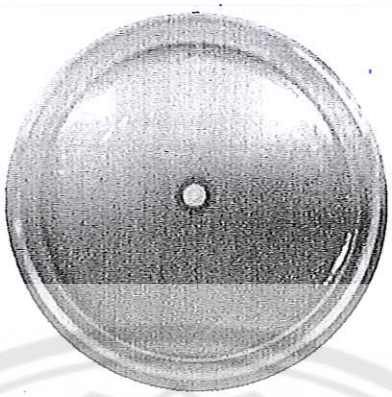
ภาพ 106 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* จากยาปฏิชีวนะ Ampicillin 10μg



ภาพ 107 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* จากยาปฏิชีวนะ Kanamycin 30μg



ภาพ 108 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสัก ความเข้มข้น 1 mg/ml



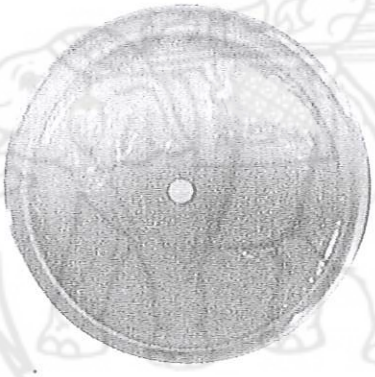
ภาพ 109 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ ความเข้มข้น 1 mg/ml



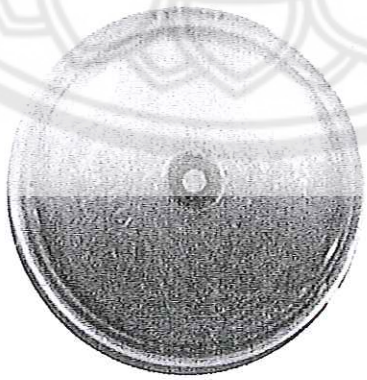
ภาพ 110 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา ความเข้มข้น 1 mg/ml



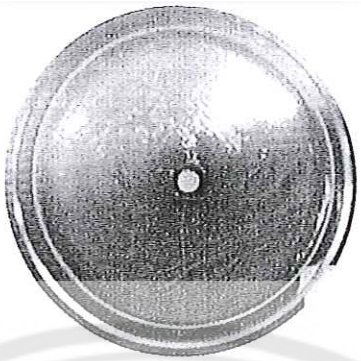
ภาพ 111 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzicola* จากยาปฏิชีวนะ Kanamycin 30μg



ภาพ 112 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzicola* จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกสักขี้ไก่ ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 113 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzicola* จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบดาวราย ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 114 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzicola* จากสารสกัดหยาบเมทานอลเปลือกปี้พง ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 115 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzicola* จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบมะห้า ความเข้มข้น 1 mg/ml



ภาพ 116 แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzicola* จากสารสกัดหยาบเมทานอลใบเพกา ความเข้มข้น 1 mg/ml

บทที่ 10

การเพิ่มจำนวนต้นของพืชสกุลกระเจียว ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

พรรณไม้วงศ์ขิง (Zingiberaceae) จัดอยู่ในอันดับ (Order) Ziniberales ตามระบบของ Hutchison (Ridley,1924) หรือ Scitamineae ตามระบบของ Bentham และ Hooker (Baker, 1890) เป็นพืชล้มลุกหลายปี มีลำต้นใต้ดินหรือเหง้า (rhizome) ลำต้นเหนือดินจะเป็นกาบ ใบที่หุ้มกันเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) บางชนิดมีกาบใบสั้น และมีเพียง 1 – 2 ใบ จึงเห็นแผ่นใบแบนราบติดกับพื้นดินเช่น สกุล *Kaemferia* L. พืชวงศ์ขิงบางชนิดจะมีลำต้นเทียมเหนือดินสูงมากถึง 5 เมตร เช่นสกุล *Etlingera giseke* ใบของพืชวงศ์ขิงเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับในแนวระนาบเดียวกัน ดอก เป็นดอกช่อ อาจจะเกิดบนยอดของลำต้นเหนือดิน หรือเกิดจากเหง้าก็ได้ ลักษณะโครงสร้างของดอกมีการเปลี่ยนแปลงมามาก พรรณไม้วงศ์ขิงจะมีกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยอยู่ในทุกส่วนของต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากเหง้า หรือลำต้นใต้ดิน

พรรณไม้วงศ์ขิงเป็นพืชที่มี จำนวนชนิด และพบว่ามีความหลากหลายมาก วงศ์หนึ่ง พืชวงศ์ขิง เป็นจำนวนมากที่ได้นำมาใช้ประโยชน์เป็นเครื่องเทศในการปรุงอาหาเป็นพืชสมุนไพรที่สำคัญ และมีหลายชนิดเช่นปทุมมา กระเจียวชนิดต่างๆ จัด เป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีสีสวยงาม ทนทาน มีช่อดอกรูปทรงต่างๆ แปลกตา เลี้ยงง่าย เป็นที่สนใจของผู้ใช้ไม้ดอกทั้งหลาย ทั้งในและต่างประเทศทั่วโลก โดยใช้เป็นทั้งไม้ตัดดอก ไม้กระถาง ไม้ประดับแปลงปลูก รวมทั้งไม้ประดับสวน และในประเทศไทยพบว่ามีการส่งออก เป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังมีการวิจัยสารสกัดจากเหง้าของพืชวงศ์ขิง ที่สามารถใช้เป็นสารขับไล่แมลงศัตรูพืชได้ด้วย จึงนับได้ว่าพืชวงศ์ขิงนี้มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจเป็นอันมาก

พืชวงศ์ขิง พบว่ามีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไป ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดย เฉพาะ ในประเทศไทย พบว่าพืชวงศ์ขิงสามารถขึ้นได้ทั่วไปในป่าที่มีความชุ่มชื้น สมาชิกของพืชวงศ์นี้มีประมาณ 45 สกุล และ 700 ชนิด (Willis, 1973) Larsen (1980) ได้ทำการศึกษาพืชวงศ์ขิงในประเทศไทยและจัดทำรูปวิธาน จำแนกสกุลจำนวน 29 สกุล และคาดคะเนว่าพืชวงศ์ขิงในประเทศไทยอาจจะมีถึง 200 ชนิด

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

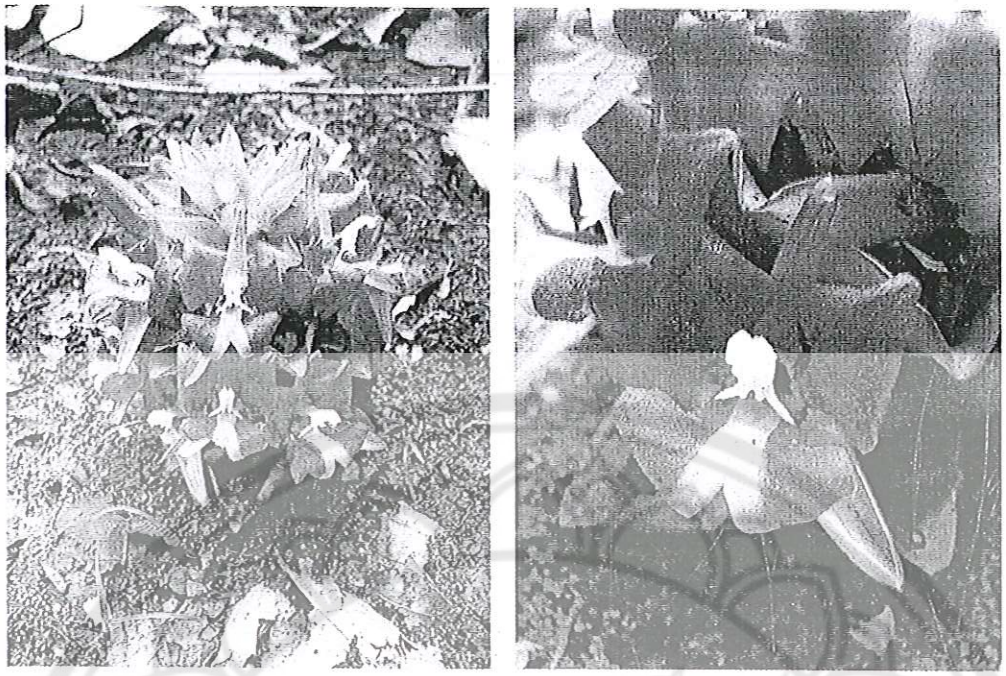
พรรณไม้วงศ์ขิง จัดเป็นพืชล้มลุก เนื้ออ่อน เจริญอยู่บนดิน แต่ก็พบว่ามีบางชนิด สามารถเจริญบนพืชชนิดอื่นเป็นพืชอิงอาศัย (epiphyte) มีใบเลี้ยงแบบใบเลี้ยงเดี่ยว และ มีอายุได้หลายปี (perennial) (Ridley, 1924; Holttmum,1954; Dahlgen และคณะ , 1985) ทุกส่วนของพืชจะมีกลิ่นหอม โดยเฉพาะที่เหง้าจะมีกลิ่นหอมมากที่สุด

ราก (root)

รากเป็นระบบรากฝอย แตกออกจากข้อส่วนโคนของเหง้า บางชนิดอาจจะมีอาหารสะสมที่เหง้า เช่นพืชสกุล *Boesenbergia* และ *Globba* โดยที่รากจะมีลักษณะพองเป็นหัวรูปรี หรือยาว นอกจากนี้ยังพบว่าที่ปลายรากฝอยของพืชวงศ์ขิงบางชนิดจะมีการสะสมอาหาร โดยจะพองออก เป็นรูปรีสั้นๆหรือรูปไข่ เช่นสกุล *Boesenbergia* , *Curcuma* , *Globba* และ *Kaempferia* เป็นต้น

ลำต้น (stem)

พืชวงศ์ขิงมีลำต้น 2 ชนิดคือ**ลำต้นใต้ดิน** (underground stem) และ **ลำต้นเหนือดิน** (arial stem)**ลำต้นใต้ดิน หรือเหง้า** (rhizome) จะเจริญที่บริเวณผิวๆดิน เช่นสกุล *Hornstedtia* Retz และ *Geostachys* Ridl. แต่บางชนิด เหง้าอาจจะฝังลึกลงไปในดินเช่นสกุล *Etlingera* Giseke เหง้ามีการ**เจริญ**เติบโตในแนวระนาบ มีการเจริญออกทางด้านข้าง เหง้าแตกแขนงได้ที่ปลายของทุกๆแขนง มีตาที่**จะเจริ**ญเป็นเป็นลำต้นเหนือดิน หรือจะเจริญเป็นช่อดอก หรือเจริญเป็นทั้งลำต้นเหนือดินและช่อดอก **ขนาด**ของเหง้าอาจจะสั้นหรือยาว หนา หรือบาง จะขึ้นอยู่กับชนิด พืชวงศ์ขิงหลายชนิดจะพักตัวในฤดู**แล้ง** โดยที่ลำต้นเหนือดินจะเหี่ยวแห้งหรือตายไป จะเหลืออยู่เฉพาะลำต้นใต้ดินหรือเหง้าที่จะพักตัวอยู่**ใต้ผิว**ดิน เมื่อถึงฤดูฝน ลำต้นเหนือดิน และช่อดอกจะแตกออกมาจากตาเหง้าอีกครั้งหนึ่ง(Holttum, 1950;Lim,1972) **ลำต้นเหนือดิน** จะมีลักษณะเป็นกาบใบที่โอบซ้อนกันเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) ไม่มีการแตกกิ่งก้านสาขา บางชนิดกาบใบจะมีขนาดสั้นและมีเพียง 1 - 2 ใบเท่านั้น **จึงทำ**ให้มองเห็นใบแบนราบไปกับพื้นดิน เช่นพืชสกุล *Kaempferia* และ สกุล *Scaphochlamys* Bak. ส่วนสกุลที่มีลำต้นเทียมสูงที่สุดซึ่งอาจจะสูงถึง 5 เมตร คือสกุล *Etlingera* (พวงเพ็ญ ศิริรักษ์ ,2539 ;Burtt,1972)



ภาพที่ 1 *Curcuma ecomata* Craib.

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma ecomata* Craib.

ชื่อสามัญ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มีลำต้นใต้ดินแบบเหง้า (Rhizome) ชูตั้ง รูปไข่ ส่วนเหง้าที่ชูตั้งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.4-5 x 6.7-8.2 ซม. ตายอดทู่ เหง้าแขนง รูปไข่ ขนาด 0.56-1.03 x 0.77-1.38 ซม. มีทิศทางการชี้ขึ้น ส่วนใหญ่ไม่พบเหง้าแขนง ตุ้มรากสะสมอาหาร 10-13 ตุ้ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-3. x 3.-4-4.5 ซม. **ลำต้นเทียม** สูง 23.5-37.4 ซม. ภาคตัดขวางแบบวงกลม **ใบ** มีจำนวน 5-7 ใบต่อต้น แผ่นใบรูปไข่ สีเขียวตลอดใบ แผ่นใบกว้าง 4.3-7.3 ซม. ยาว 14.5-19.8 ซม. ฐานเฉียงสองข้างเท่ากัน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบตรง ก้านใบ สีเขียว กาบใบ สีเขียวและเกลี้ยง มีสีน้ำตาลแดงคล้ำบริเวณโคนกาบใบ ลิ้นใบเป็นเยื่อปลายมนหรือมนเว้า **ช่อดอก** รูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.83-4.9 x 4.3-9.0 ซม. ก้านช่อดอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-0.7 ซม. ยาว 2.0-4.0 ซม. ใบประดับ มีจำนวน 20-43 กลีบต่อช่อดอก เรียงซ้อนกัน สีแดงเรื่อยๆ ปลายตรงไม่โค้งเข้าช่อดอก ใบประดับแต่ละกลีบเชื่อมติดกัน 1/4 -1/2 จากโคนกลีบ ใบประดับทั้งช่อมีสีเดียวกัน ขอบใบประดับม้วนเข้าหากลีบ รูปร่างรีแกมขนาน ปลายมน **ดอก** สีแดงปนม่วง มีขนาดยาวกว่ากลีบประดับ รูปกรวย ปลายมนถึงกลม หยักเป็นริ้วและโค้งลง ใบประดับย่อย ยาว 0.4-0.9 ซม. สีขาว กลีบเลี้ยง เชื่อมติดกันเป็นหลอดยาว 0.4-0.5 ซม. สีขาว ปลายมีลักษณะหยักรูปร่างมน 3 หยัก กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด ยาวประมาณ 1.2-1.6 ซม. สีขาว ปลาย

แยกเป็น 3 กลีบ กว้าง 0.3-0.4 ซม. ยาว 0.4-0.5 ซม. สีขาว กลีบปาก กว้าง 0.6-0.9 ซม. ยาว 1.1-1.3 ซม. สีม่วง ไม่มีแถบสีเหลืองตรงกลาง ปลายโค้งเกือบกลม หยักเป็นแฉก 2 แฉก ลึก 0.4-0.5 ซม. มีขนบริเวณแถบสีขาวที่อยู่ตรงกลาง เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน มี 2 กลีบ กว้างประมาณ 0.2-0.3 ซม. ยาว 0.8-1.0 ซม. สีขาว ก้านชูอับละอองเรณู กว้าง 0.1-0.2 ซม. ยาว 0.3-0.4 ซม. มีสีขาว ก้านชูอับเรณูเชื่อมติดกับอับเรณูที่ตำแหน่งฐานของอับเรณู อับเรณู กว้างประมาณ 0.1 ซม. ยาว 0.2-0.3 ซม. สีขาว มีขนด้านหลัง anther crest กว้าง 0.1-0.2 ซม. ยาว 0.1 ซม. สีขาวหรือสีขาวอมม่วงอ่อน มีลักษณะคล้ายหมวกปลายมน ก้านชูเกสรเพศเมีย มี 1 เส้น ยาวประมาณ 1.7-1.9 ซม.

ระยะเวลาออกดอก พฤษภาคม

<u>**ทบทวน**วรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการตรวจเอกสาร</u>

ลักษณะเด่นของพืชวงศ์ขิงสกุล *Curcuma* Roxb., Fl. Ind. 1: 20. 1820.

เหง้า รูปไข่หรือรูปรี สีขาวครีมหรือสีเหลืองอ่อน **ลำต้นเหนือดิน** ลักษณะแบนหรือค่อนข้างแบน **ใบ** เรียงสลับ แผ่นใบ รูปรี รูปไข่หรือรูปขอบขนาน บริเวณเส้นกลางใบของผิวใบด้านบนของพืชหลายชนิดมีแถบสีแดงเข้มหรือม่วง **ก้านใบ** ส่วนมากสั้น **กาบใบ** โอบกันเป็นลำต้นเทียม **ลิ้นใบ** เนื้อบาง **ช่อดอก** แบบเชิงลดรูปทรงกระบอก เกิดจากตาเหง้าก่อนลำต้นเหนือดินหรือเกิดจากปลายยอดของลำต้นเหนือดิน ก้านช่อดอกตั้งตรง **ใบประดับ** มีขนาดใหญ่ กว้าง ปลายโค้งลงด้านนอกด้านข้าง บริเวณฐานของใบประดับแต่ละใบเชื่อมกันเป็นลักษณะคล้ายอุ้งหรือกระเป๋าล้อมรอบดอก 3-10 ดอก บางชนิดมีใบประดับกระจุกอยู่ที่ปลายช่อดอกไม่รองรับดอกทั้งขนาดยาวหรือสั้นกว่าใบประดับบริเวณโคนช่อดอกมีสีแตกต่างกัน **ใบประดับย่อย** เนื้อบาง **หลอดกลีบเลี้ยง** มีโคนกลีบเชื่อมเป็นหลอด ปลายหลอดแยกเป็น 3 แฉก แต่ละแฉกขนาดใกล้เคียงกันและมีรอยเว้าลึกมากที่สุดด้านเดียวลึกถึงกลางดอก **หลอดกลีบดอก** มีโคนเชื่อมเป็นหลอด ปลายหลอดแยกออกเป็น 3 กลีบ โดยกลีบบนมี 1 กลีบขนาดใหญ่กว่ากลีบข้าง 2 กลีบ **กลีบปาก** รูปไข่กลับ **เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน** รูปรี รูปขนาน รูปไข่กลับ หรือรูปรีถึงรูปขอบขนาน **เกสรเพศผู้** ก้านเกสรเพศผู้สั้นและกว้าง อับเรณูติดตรงกลาง โคนอับเรณูมีหรือไม่มีเดือย สันเหนืออับเรณูมีขนาดเล็ก **เกสรเพศเมีย** รังไข่รูปทรงกระบอก ผิวเกลี้ยงหรือมีขน มี 3 ห้อง ออวุลพบว่ามีเป็นจำนวนมาก ติดแบบพลาเซนตารอบแกนร่วม ก้านเกสรเพศเมีย รูปเส้นด้าย ไม่ยืดยาวเหนืออับเรณูมาก ยอดเกสรเพศเมีย มีรูปกรวย ปากกรวยมีขนครุย **ต่อมน้ำต้อย** อยู่เหนือรังไข่มี 2 แห่ง **ผล** รูปไข่ เมล็ดรูปรี มีเยื่อหุ้มเล็ดสีขาว

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชวงศ์ขิง

Hosoki และ Sagawa (1977) ประสบผลสำเร็จในการขยายพันธุ์ขิง (*Zingiberaceae officinale* Roscue) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ (*In vitro*) ในอาหารสูตรมาตรฐาน (Murashige and Skoog) ที่เติม minor element และวิตามิน

Zurhan และ Hikoyuki (1985) ได้ศึกษาถึงการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว (rapid clonal propagation) ของพืชวงศ์ขิงสกุล Curcuma 2 ชนิดคือ *Curcuma domestica* และ *Curcuma xanthoriza* โดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นครั้งแรก โดยเลี้ยงในอาหารสูตร MS พบว่าหลังจากเพาะเลี้ยงได้ 4 วัน จะเกิดการ contaminate จากเชื้อราที่ติดมากับตาเหง้า เป็นจำนวนมาก มีเพียงไม่กี่ต้นที่ปลอด เชื้อ และไม่พบว่ามีการแตกหน่อใหม่ หรือราก หรือแคลลัส แต่อย่างใด

เมื่อทำการเพาะเลี้ยง *Curcuma domestica* ในอาหาร MS + 1 mg/ l BA จะมีการเจริญเป็นต้นอ่อน และราก ส่วนในอาหาร MS + 10 mg/ l BA + 1 mg/ l 2,4-D หรือ MS + 10 mg/ l BA + 15 mg/ l NAA จะมีการเจริญเป็นแคลลัสแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

เมื่อทดลองเพาะเลี้ยง ตาเหง้าของ *Curcuma xanthoriza* ในอาหาร MS + 1 mg/ l BA + 1 mg/ l NAA จะมีการเจริญเป็นต้นอ่อน และราก ส่วนในอาหาร MS + 10 mg/ l BA จะมีการเจริญเป็นราก และตาข้าง แต่เมื่อนำตาเหง้ามาเลี้ยงในอาหาร MS + 10 mg/ l BA + 15 mg/ l NAA พบว่าจะมีการเจริญเป็นแคลลัสได้เช่นกัน

Balachandran และคณะ (1989) รายงานถึงการเพาะเลี้ยงพืชวงศ์ขิงสกุล *Curcuma* จำนวน 3 ชนิด และสกุล Zingiber 1 ชนิด ในอาหารสูตร MS(Murashige and Skoog 1962) ที่เติม BAP (6-benzylaminopurine) และ Kinetin (6-furfurylaminopurine) หลายระดับ พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นอ่อนคือ อาหารสูตร MS ที่เติม 3.0 mg/l BAP และยังพบว่าสูตรอาหารดังกล่าวจะทำให้ได้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอ

Sharma และคณะ(1995) ประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋ว (microrhizome) ของขิง (*Zingiberaceae officinale* Roscue) ที่มีน้ำหนัก 73.8 - 459 mg ในอาหาร MS ที่เติม 8.0 mg/l BAP +75 g/l sucrose

Nayak (2000) รายงานถึงการประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชวงศ์ขิงสกุล Curcuma (*C. aromatica*) ในอาหาร MS ที่เติม 5.0 mg/l BAP ที่ชักนำให้เกิดยอดอ่อน และรากได้ดีที่สุด และการชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋วจะได้ผลดีในอาหาร MS ที่เติม 5.0 หรือ 10 mg/l BAP + 0.2 mg/l 2,4-D หรือ 0.1 mg/NAA + 1 หรือ 2 mg/l TDZ + 0.1 mg/l IAA

Salvi และคณะ (2000) รายงานว่าจากการเพาะเลี้ยงช่อดอกอ่อนของพืชวงศ์ขิงสกุล Curcuma (*C. longa* L.) พัฒนาเป็นต้นอ่อนได้ดี ในอาหารสูตร MS ที่เติม 5.0 mg/l BAP + 60 g/l sucrose

Shirgurkar และคณะ (2001) รายงานว่าจากการชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋วของพืชวงศ์ขิงสกุล Curcuma (*C. longa* L.) ในอาหารกึ่งแข็ง MS ที่เติม 0.88 µM BAP + 0.9 µM Kinetin + 5% coconut

milk + 2 % Sucrose + 0.5 % agar จะชักนำให้ตาเกิดการยืดตัวได้ดีที่สุด ส่วนการแตกหน่อจะดีที่สุด ในอาหารเหลว MS ที่เติม 2.2 µM BAP + 0.92 µM Kinetin + 5% coconut milk + 2 % Sucrose ซึ่งจะให้หน่อใหม่ถึง 4-5 หน่อ/ต้น และยังพบว่า Cytokinin และ BAP จะระงับการชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋ว BAP 35.2 µM จะขัดขวางการเกิดเหง้าจิ๋ว 100 %

Prathanturarug และคณะ (2003) พบว่าจากการนำตาเหง้าของพืชวงศ์ขิงสกุล Curcuma (*Curcuma longa* L.) มาผ่าเป็น 4 ชิ้นเล็กๆ เท่าๆ กัน ขนาดประมาณ 1 ซม. แล้วนำไปเลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม 18.17 µM thidiazuron เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วย้ายไปเลี้ยงต่อในอาหาร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าอัตราการเกิดยอดอ่อนสูงถึง 18.22 ± 0.62 ยอด/ต้น

วิธีการศึกษาวิจัย

ศึกษาการเพิ่มจำนวนต้นอ่อนของกระเจียวในอาหารสูตรพื้นฐาน MS และสูตรพื้นฐาน MS ที่เติม BA ในความเข้มข้นระดับต่างๆ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ส่วนของตาเหง้ากระเจียว ชนิด *Curcuma ecomata* Craib.
2. อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเตรียมอาหาร :
   - หม้อนึ่งความดัน (autoclave),
   - ตู้อบความร้อน (oven)
   - เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
   - beaker , flask ฯลฯ
3. สารเคมีในการเตรียมอาหารสูตร Murashige and skoog
   - BA (6-Benzylaminopurine)
   - Myo-inositol
   - น้ำตาลทราย
   - ผงวุ้น
4. สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรค
   - 5% และ 15 % sodium hypochlorite (NaOCl) หรือ Chlorox
   - 0.1 % mercuric chloride ($HgCl_2$)
5. สารควบคุมการเจริญเติบโต : ฮอร์โมน BA
6. เครื่องมือที่ใช้ในการย้ายชิ้นส่วน :
   - ตู้ปลอดเชื้อ (Larmina flow) ฯลฯ

7. ชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งมีหลอดไฟที่ให้แสงสว่างประมาณ 1,000 lux และ อยู่ภายในห้องปรับอากาศที่มีอุณหภูมิประมาณ 25 – 28 องศาเซลเซียส

ขอบเขตการวิจัย

1. พืชที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้คือกระเจียว ชนิด *Curcuma ecomata* Craib.
2. สูตรอาหารที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนต้นอ่อน คือสูตรอาหาร พื้นฐาน (MS) และสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 4 ระดับด้วยกันคือ 0 10 20 และ 30 µm BA

ขั้นตอนการวิจัย

1. ตรวจเอกสารและเก็บรวบรวมข้อมูล
2. เก็บตัวอย่างพืช ที่อยู่ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา จังหวัดพะเยา
3. การเพาะเลี้ยงตาเหง้ากระเจียว ในสภาพปลอดเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณต้นอ่อน
   - 3.1 ศึกษาการเจริญและการแตกหน่อของตาเหง้ากระเจียวในอาหารสูตร MS
   - 3.2 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณต้นอ่อนที่สมบูรณ์
4. บันทึกผลการทดลอง
   - ศึกษาการเจริญเติบโตในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
   - ศึกษาอัตราการรอดชีวิตเมื่ออยู่ในขวด

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Designed (CRD) : 4 treatments , 15 replications , 2 experiments

วิธีการทดลอง

I. เตรียมอาหารในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 4 สูตร หรือ 4 ทรีตเมนต์

1. เตรียมอาหารสูตร MS และ MS ที่เติมฮอร์โมนส์ BA 4 ระดับคือ 0, 10 , 20 และ 30 µM เตรียมเป็น Stock solution เก็บไว้ในตู้เย็น แล้วตวงมาใช้เมื่อมีการเตรียมอาหารแต่ละครั้ง
2. เติมน้ำตาลทรายลงในอาหารปริมาณ 30 กรัมต่อลิตร
3. ปรับปริมาตรอาหารให้ได้ตามต้องการ
4. ปรับระดับ pH ด้วย Conc. HCl จนกระทั่งมี pH ประมาณ 5.6-5.8
5. เติมวุ้นผง 6 กรัมต่อลิตร ต้มจนวุ้นละลายหมด
6. เทอาหารลงในขวดแก้วสะอาดขนาด 4 ออนซ์ ปิดฝาขวดให้สนิท
7. นำขวดอาหาร ไปนึ่ง ในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาทีทิ้งไว้ให้เย็น

II. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตาเหง้า ในอาหารที่เตรียมไว้ทั้ง 4 สูตร

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตาเหง้ากระเจียวเพื่อศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มปริมาณยอด หรือหน่อที่สมบูรณ์ในครั้งนี้ เนื่องจากเนื้อเยื่อตาเหง้ากระเจียว ชนิด *Curcuma ecomata* Craib. ที่เก็บมาจากพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยามีจำนวนจำกัด และมีในปริมาณน้อย ผู้วิจัยจึงทำการเพาะเลี้ยงตาเหง้าพืชในอาหารสูตรที่ใช้ทั่วๆไปคืออาหารสูตร MS เพื่อดูการเจริญเติบโต และการแตกหน่อในระยะแรก โดยกระทำการทดลองเป็นขั้นตอนดังนี้

1. นำต้นกระเจียว(explant) ล้างให้สะอาด ตัดรากออกให้หมด แช่น้ำที่ผสมยาฆ่าเชื้อรา นาน 1 คืน
2. ตัดส่วนของลำต้นให้สูงจากหัวประมาณ 1-2 ซม. แช่ในน้ำประปาที่ไหลผ่านตลอดเวลา นานประมาณ 10 -15 นาที
3. ลอกกาบออก แล้วนำไปแช่ในสารละลาย $HgCl_2$ ที่มีความเข้มข้น 0.1 % ผสมน้ำยาล้างจาน 3-4 หยด (เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ) เป็นเวลาประมาณ 10-15 นาที
4. เทสารละลาย $HgCl_2$ ออก เติม 95% แอลกอฮอล์ เขย่าเป็นเวลาประมาณ 1 นาที
5. ย้ายชิ้นส่วนมาแช่ในสารละลาย Clorox 15 % เป็นเวลาประมาณ 15 นาที
6. ย้ายชิ้นส่วนมาแช่ใน สารละลาย Clorox 5 % เป็นเวลาประมาณ 5 นาที
7. เทสารละลาย Clorox ทิ้ง
8. ย้ายชิ้นส่วนมาล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ 3-4 ครั้ง หรือล้างจนกว่าสารละลาย Clorox จะหมด
9. ใช้มีดผ่าตัดและปากคีบจุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟ 2-3 ครั้ง ทิ้งให้เย็นลอกเอากาบที่หุ้มปลายยอดออก

หรือ

ตาข้างออก จนเหลือขนาด ประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

10. นำชิ้นส่วนที่ได้จากข้อ 9 มาแช่ในสารละลาย Clorox 5 % นาน 1 นาที
11. ย้ายชิ้นส่วนมาแช่ในน้ำกลั่น วางทิ้งให้แห้งบนจานแก้วที่สะอาด
12. ย้ายชิ้นส่วนลงในขวดอาหารที่เตรียมไว้ทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 15 ขวด
13. ทำการตัดแบ่ง และเปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์ จนมีอายุได้ 12 สัปดาห์
14. บันทึกจำนวนหน่อ ความสูง และจำนวนต้นที่สมบูรณ์จากแต่ละทรีตเมนต์
15. ทำการทดลองแบบนี้ 2 ชุดการทดลอง

สรุปผลการศึกษาวิจัย

หลังจากการนำชิ้นส่วน ของตาเหง้า หรือตาข้างของกระเจียว มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมฮอร์โมน และอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน BA ในปริมาณ 10 20 และ 30 μM พบว่าในสัปดาห์แรกชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารทั้ง 4 สูตร ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจน มีการเพิ่มขนาดเล็กน้อย และบริเวณรอยตัดมีสีน้ำตาล ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 ชิ้นส่วนเริ่มมีสีเขียว มีการเจริญด้านยาวขึ้นบริเวณรอยตัดด้านบน ส่วนฐานของเนื้อเยื่อขยายใหญ่ขึ้น ในสัปดาห์ที่ 4 ชิ้นส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดเจน ขนาดชิ้นส่วนโตขึ้นมาก ส่วนฐานของรอยตัดที่สัมผัสอาหารมีสีน้ำตาลอ่อน

ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

I. ผลของการเจริญเติบโตของกระเจียว ในอาหาร MS ที่ไม่เติมฮอร์โมน

ในสัปดาห์ที่ 1 หลังจากทำการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาเหง้าของกระเจียว ในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมฮอร์โมน พบว่าการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ขึ้น มีสีเขียว รอยตัดมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 1) และในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า การเกิดต้นอ่อน หรือหน่อ (shoot) จากส่วนของตาเหง้ามีการเจริญเป็นต้นเดี่ยว (single plantlet) ลำต้นค่อนข้างอวบ สูงเรียว กาบใบมีสีเขียวปนน้ำตาล

เมื่อทำการย้ายต้นอ่อนที่มีอายุ 4 สัปดาห์ลงในอาหารใหม่ (subculture) สูตรเดิมที่ไม่เติมฮอร์โมน พบว่า หลังจากเจริญในอาหารใหม่เป็นเวลา 8 สัปดาห์ การเจริญเติบโตของต้นอ่อนจะยังคงเป็นต้นเดี่ยว สูงเรียว มีความสูงเฉลี่ย 5.53 – 5.54 เซนติเมตร ลำต้นอวบอ้วน ใบมีสีเขียวเข้ม รากเริ่มมีการเจริญ (ภาพที่ 5) ความสมบูรณ์ของต้นเกือยจะ 100 % (ตารางที่ 1) และจะมีความสมบูรณ์พร้อมที่จะย้ายออกปลูกในสัปดาห์ที่ 16 (หลังจากเริ่มทำการเพาะเลี้ยงจากตาเหง้า)

II. ผลของการเจริญเติบโตของกระเจียว ในอาหาร MS + 10 20 และ 30 μM BA

ในสัปดาห์ที่ 1 หลังจากเลี้ยงชิ้นส่วนของกระเจียว ในอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน BA ในปริมาณ 10 20 และ 30 μM พบว่าในสัปดาห์แรกชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารทั้ง 3 สูตร ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้อย่างชัดเจน มีการเพิ่มขนาดเล็กน้อย และบริเวณรอยตัดมีสีดำ (ภาพที่ 2 ,3 และ 4) ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 ชิ้นส่วนเริ่มมีสีเขียว มีการเจริญด้านยาวขึ้นที่บริเวณรอยตัดด้านบน ส่วนฐานของเนื้อเยื่อขยายใหญ่ขึ้น ในสัปดาห์ที่ 4 ชิ้นส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดเจน ขนาดชิ้นส่วนโตขึ้นมาก พบว่าเนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโต และมีการเปลี่ยนแปลงในทำนองเดียวกัน ตาข้างที่อยู่บริเวณซอกใบเริ่มมีการเจริญเป็นหน่อเล็กๆ ตั้งแต่ 2 – 6 หน่อ จำนวนหน่อจะมากขึ้นตามปริมาณของ

ฮอร์โมน หน่อเล็กๆสามารถตัดแบ่งไปเลี้ยงบนอาหารใหม่ได้ และเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตรเดิมนี้ไปเรื่อย ๆ โดยทำการตัดแบ่ง และย้ายอาหารทุก 4 สัปดาห์ก็สามารถเพิ่มปริมาณตาข้างได้เป็นจำนวนมาก

ในสัปดาห์ที่ 8 ของ การเพาะเลี้ยง ในอาหาร MS ที่เติมฮอร์โมน BA เข้มข้น 10 20 และ 30 μM พบว่าจำนวนหน่อต่อต้นจะมีค่าเฉลี่ยเป็น 2.39, 4.06 และ 4.29 หน่อต่อต้น และ ความสูงของต้นเฉลี่ยมีค่าเป็น 4.99 ,3.97 และ 3.86 ซม. ตามลำดับ (ภาพที่ 6 ,7 และ 8)

ความสมบูรณ์ของต้นอ่อน (shoot) หลังจากนำตาเหง้ามาทำการเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่เติมฮอร์โมน BA เข้มข้น 10 20 และ 30 μM พบว่า มีค่าเฉลี่ยเป็น 2.39 , 3.83 และ 1.09 หน่อต่อต้นตามลำดับ (ตารางที่ 2 , 3 และ 4) และสังเกตได้ชัดว่าปริมาณของฮอร์โมนที่ 30 μM จะให้จำนวนหน่อเฉลี่ยมากก็จริง แต่ความสมบูรณ์ของรากจะลดลงมาก

จากการทดลองครั้งนี้อาจจะพอสรุปได้ว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเกิดหน่อ หรือตาข้างมากที่สุด และมีความสมบูรณ์ทั้งยอดอ่อน และราก คืออาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน BA ในปริมาณ 20 μM ซึ่งจะให้จำนวนหน่อเฉลี่ย 4.06 หน่อ/ต้น จำนวนหน่อที่สมบูรณ์เฉลี่ย 3.83 หน่อ/ต้น สอดคล้องกับการทดลองของ Balachandran และคณะ(1989) ที่พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม 3.0 mg/l หรือประมาณ 15 μM BA จะเหมาะสมที่สุดในการเพิ่มปริมาณของตาข้างของ *Curcuma spp* และ *Zingiber officinale* Rosc. เช่นเดียวกับการทดลองของ Mukhri และคณะ (1985) ที่ได้ศึกษาการเพิ่มปริมาณต้นอ่อนของ *Curcuma domestica* Val. ในอาหาร MS ที่เติม 1.0 mg/l BA จะมีการเจริญของต้นและราก แต่อาหาร MS ที่เติม 10.0 mg/l BA และ 1 mg/l 2,4-D หรืออาหาร MS ที่เติม 10.0 mg/l BA และ 15 mg/l NAA จะมีการเจริญของแคลลัสแต่เพียงอย่างเดียว และ *Curcuma xanthoriza* Roxb. จะมีการเจริญของต้นและรากเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม 1.0 mg/l BA และ 1.0 mg/l NAA ส่วนอาหาร MS ที่เติม 10.0 mg/l BA จะมีการเจริญของตาข้างเป็นส่วนใหญ่

ตาราง 1 แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของกระเจียว ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใน อาหารที่ไม่เติมฮอร์โมน (อายุ 8 สัปดาห์)

จำนวน replication	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2		
	จำนวน (หน่อ)	ความยาว(ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)
1	1	5.4	1	1	5.0	1
2	1	5.8	1	1	5.6	1
3	1	5.0	1	1	5.9	1
4	1	4.9	1	1	6.0	1
5	1	5.3	1	2	5.8	2
6	2	5.8	2	1	5.5	1
7	1	5.8	1	1	4.8	1
8	1	4.7	1	1	5.7	1
9	1	5.7	1	1	4.7	1
10	2	5.4	2	1	5.1	1
11	1	6.2	1	1	5.2	1
12	1	6.0	1	1	5.8	1
13	1	5.9	1	1	5.6	1
14	1	5.9	1	1	6.0	1
15	2	5.3	2	1	6.3	1
Mean	1.20	5.54	1.20	1.06	5.53	1.06

ตารางที่ 2 แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของ กระเจียว ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใน อาหารที่เติม 10 μM BA (อายุ 8 สัปดาห์)

จำนวน replication	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2		
	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)
1	2	4.4	2	2	5.4	2
2	3	4.8	3	2	4.3	2
3	2	5.0	2	2	5.2	2
4	2	4.3	2	3	5.3	3
5	3	5.0	3	3	5.8	3
6	3	4.8	3	2	4.8	2
7	3	5.1	3	2	4.7	2
8	2	4.5	2	2	4.4	2
9	2	5.3	2	3	4.7	3
10	2	5.0	2	2	5.2	2
11	4	5.9	4	2	5.4	2
12	2	5.0	2	3	4.9	3
13	2	5.2	2	3	5.0	3
14	2	4.9	2	2	5.9	2
15	3	5.2	3	2	4.5	2
Mean	2.46	4.96	2.46	2.33	5.03	2.33

ตารางที่ 3 แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของ กระเจียว ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใน อาหารที่เติม 20 μM BA (อายุ 8 สัปดาห์)

จำนวน replication	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2		
	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)
1	3	3.9	3	4	4.6	4
2	3	3.5	3	4	3.8	4
3	4	4.2	4	4	3.4	3
4	5	5.0	5	3	4.7	3
5	5	3.8	4	5	4.0	5
6	4	4.1	4	4	3.7	4
7	4	3.3	4	4	4.0	4
8	4	3.9	4	3	4.2	3
9	4	4.1	4	4	4.6	4
10	5	3.2	5	5	3.8	4
11	3	4.8	3	5	2.8	5
12	4	4.2	4	4	4.0	3
13	4	4.1	4	3	3.6	3
14	5	3.8	3	4	4.1	4
15	5	3.7	4	5	4.3	4
Mean	4.13	3.97	3.86	4.00	3.97	3.80

ตารางที่ 4 แสดงจำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ ของกระเจียว ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใน อาหารที่เติม 30 μM BA (อายุ 8 สัปดาห์)

จำนวน replication	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2		
	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)	จำนวน (หน่อ)	ความยาว (ซม)	ความสมบูรณ์ (รากและต้น)
1	3	4.4	1	3	3.3	0
2	3	4.1	1	3	3.6	1
3	4	3.7	1	3	4.0	1
4	4	3.9	2	4	3.7	1
5	4	4.3	1	4	3.9	1
6	4	3.2	1	4	4.0	0
7	5	5.2	2	5	3.6	1
8	5	4.3	2	5	3.3	1
9	4	3.8	1	5	5.0	1
10	5	4.0	1	4	3.8	2
11	5	3.3	1	4	3.1	1
12	5	4.9	1	5	3.8	1
13	5	3.5	2	6	3.9	1
14	5	3.3	1	4	4.2	1
15	4	3.9	1	5	3.0	1
Mean	4.33	3.98	1.26	4.26	3.74	0.93

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนหน่อ ในอาหารสูตรต่างๆ

Source of Variation	degree of freedom	Sum of square	Mean square	F - test
Treatment	3	197.934	65.978	166.61**
Error	116	45.933	0.396	
Total	119	243.867		
C.V. 21.21 %				

ที่ระดับนัยสำคัญ (∝) 0.01

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว (ซม.) ในอาหารสูตรต่างๆ

Source of Variation	degree of freedom	Sum of square	Mean square	F - test
Treatment	3	58.95	19.65	85.43**
Error	116	26.50	0.23	
Total	119	85.455		
C.V. 10.44 %				

ที่ระดับนัยสำคัญ (∝) 0.01

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสมบูรณ์ของต้น และราก ในอาหารสูตรต่างๆ

Source of Variation	degree of freedom	Sum of square	Mean square	F - test
Treatment	3	150.83	50.277	184.84**
Error	116	31.54	0.272	
Total	119	182.37		
C.V. 24.64 %				

ที่ระดับนัยสำคัญ (∞) 0.01

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ จำนวน ความยาว และความสมบูรณ์ของกระเจียวขาว ในสภาพปลอดเชื้อ (อายุ 8 สัปดาห์)

ความเข้มข้นของ BA (µM BA)	จำนวนหน่อ / ต้น M ± SE	ความสูง (ซม) M ± SE	ความสมบูรณ์ของรากและต้น M ± SE
0	1.13 ± 0.062[c]	5.54 ± 0.081[a]	1.13 ± 0.063[c]
10	2.40 ± 0.101[b]	5.0 ± 0.078[b]	2.40 ± 0.101[b]
20	4.03 ± 0.129[a]	3.97 ± 0.087[c]	3.83 ± 0.116[a]
30	4.30 ± 0.143[a]	3.87 ± 0.097[c]	1.10 ± 0.086[c]

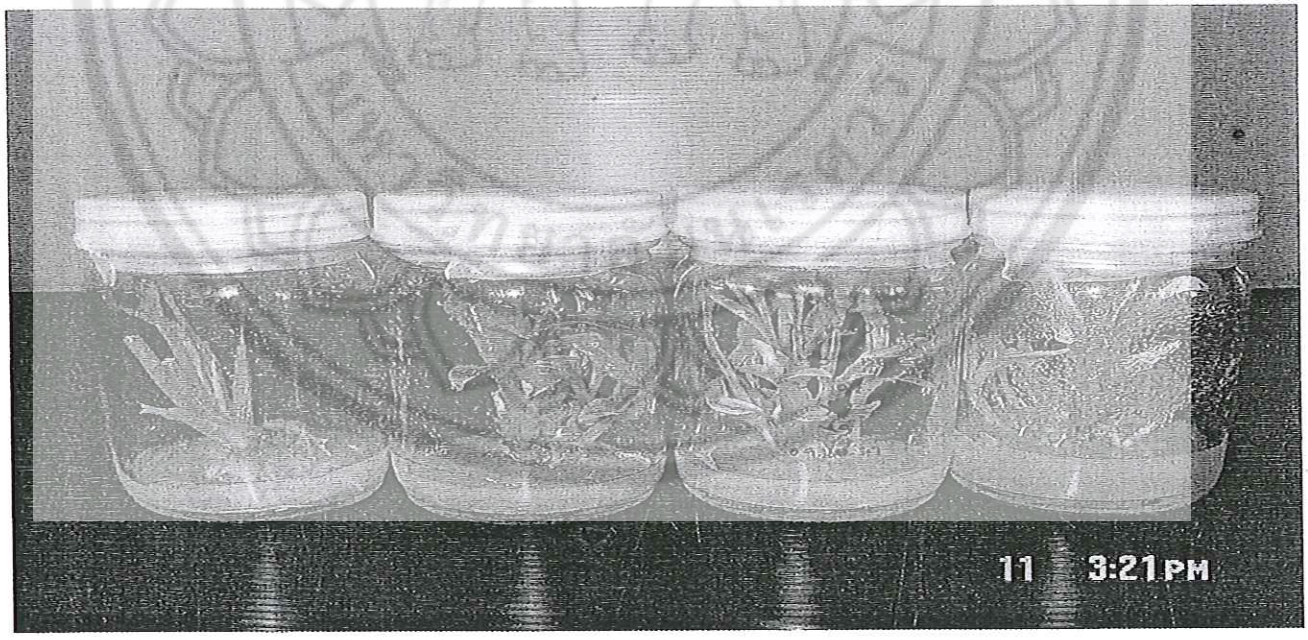
Data represents 15 replicates/treatment in two repeated experiments.

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนหน่อ ความยาว (ความสูง) และความสมบูรณ์ของกระเจียว เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ ทั้งที่เติมฮอร์โมน และไม่เติมฮอร์โมน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5 6 และ 7) และผลจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ จำนวนหน่อ ความยาวหน่อ และความสมบูรณ์ของรากและต้นของกระเจียว ในสภาพปลอดเชื้อ (อายุ 8 สัปดาห์) แสดงไว้ในตารางที่ 8 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

จำนวนหน่อเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 20 หรือ 30 μM จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันกับอาหารสูตร MS + 0 และ 10 μM

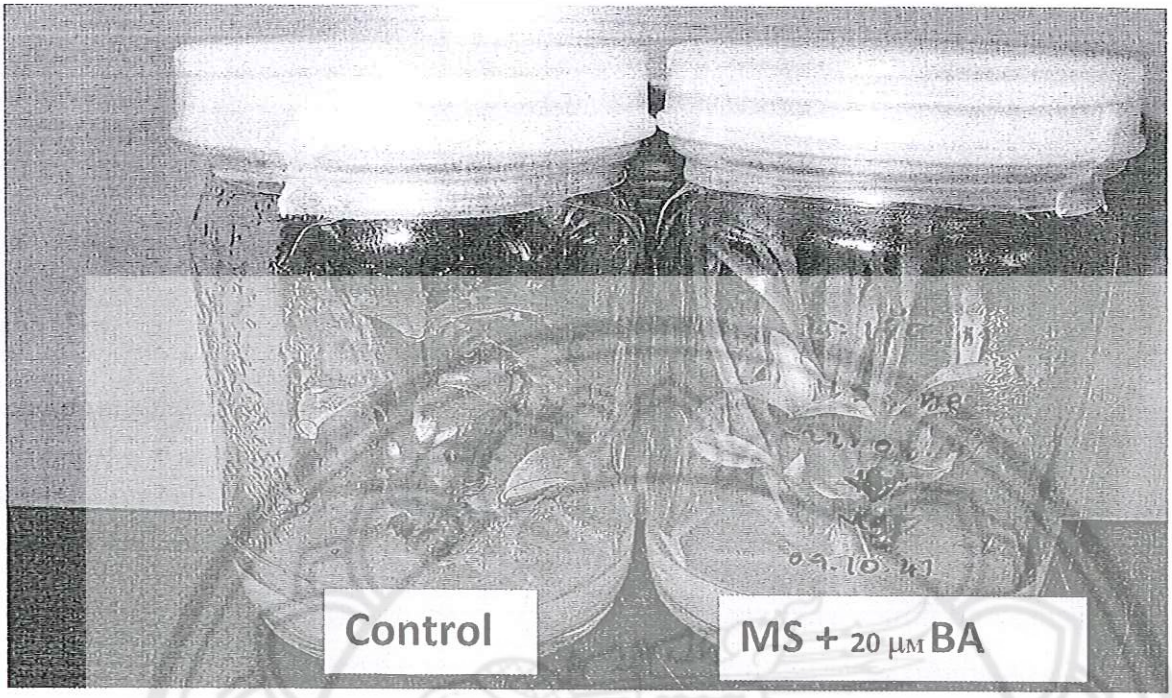
ความสูงเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 20 หรือ 30 μM จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันกับอาหารสูตร MS + 0 และ 10 μM

จำนวนหน่อที่สมบูรณ์เฉลี่ยต่อต้น จะไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 0 หรือ 30 μM แต่จะแตกต่างกันกับอาหารสูตร MS + 10 และ 20 μM จากการทดลองครั้งนี้อาจจะพอสรุปได้ว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเกิดหน่อ หรือตาข้างมากที่สุด และมีความสมบูรณ์ทั้งยอดอ่อน และราก คืออาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน BA ในปริมาณ 20 μM ซึ่งจะให้จำนวนหน่อเฉลี่ย 4.06 หน่อ/ต้น จำนวนหน่อที่สมบูรณ์เฉลี่ย 3.83 หน่อ/ต้น



Control	10 μM BA	20 μM BA	30 μM BA

ภาพที่ 2 ต้นอ่อนเลี้ยงในอาหารสูตร MS + BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ อายุ 8 สัปดาห์



ภาพที่ 3 ต้นอ่อนเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 20 μM BA อายุ 8 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

อรดี สหวัชรินทร์. 2530 รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชสวนเป็นอุตสาหกรรม เล่มที่ 1 ตค. - มีค.2530 มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Balachandran,S.M., Bhat S.R., and Chandel K.P.S.,1990. *In Vitro* clonal multiplication of tumeric(Curcuma spp.)and ginger(*Zingiber officinale* Roscue). Plant Cell Reports.15:274-277

Hosoki , T ., Y. Sagawa ,1977. Clonal Propagation of ginger (*Zingiber officinale* Roscue) by culture in vitro in the MS medium. Hort. Sc., 12:451-452

Reghunath BR and Y.P.S Bajaj. (1992). Micropropagation of Cardamom (*E.cardamomum* Maton.) In Biotechnology in Agriculture and Foresty, Vol.19 High-Tech and Micropropagation III (Editted by Y.P.S Bajaj), Springer-Verlag Berlin Heidelberg,pp.175 -198.

Prathanturarug S., Soonthornchareonnon N.,Chuakul W., Phaidee Y. and P.Saralamp.(2003)High frequency shoot multiplication in *Curcuma longa* L. using thidiazuron. Plant Cell Rep. 21 :1054-1059

Salvi,D.N.,Leela George,and Susan Eapen. 2000. Direct regeneration of shoots from immature inflorescence cultures of tumeric. Plant Cell.Tissue and Organ Culture 62: 235-238

Sharma TR and BM Singh.(1995). *In vitro* microrhizome production in *Zingiber officinale* Rosc. Plant Cell Rep. 15: 274-277

Shigurkar MV., John C.K. and R.S.Nadguada. (2001). Factors affecting *in vitro*

microrhizome production in tumaric. Plant Cell Tiss.Org.Cult. 64:5-11.

Nayak S. (2000). *In vitro* multiplication and microrhizome induction in *Curcuma aromatica* Salisb. Plant Growth. Reg. 32:41-47

Zurhan, M., Y. Hikoyuki,1986.*In vitro* Plant Multiplication from Rhizomes of Tumeric (*Curcuma domestica* Val.) and Temoe Lawak (*C. xanthoriza* Roxb.) Plant Tissue Culture Letters,3(1),28-30

.....

บทที่ 11

การอนุรักษ์พันธุ์พืชโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแบบอัตโนมัติ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตั้งอยู่ที่บริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีสภาพป่าโดยส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณที่มีความหลากหลายทางด้านชีวภาพค่อนข้างสูง แต่ในระยะยาวสภาพผืนป่าดังกล่าว อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพของการเติบโตของชุมชนโดยรอบ ซึ่งส่งผลทำให้ป่าที่เหลืออยู่มีความเสื่อมโทรมหรือลดจำนวนลง และความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) น้อยลงมีผลต่อพืชบางชนิดที่มีจำนวนน้อยและใกล้จะสูญพันธ์ โดยเฉพาะพืชที่มีขนาดเล็ก เช่น กลุ่มเฟิร์นเนื่องจากลักษณะโดยทั่วไปของเฟิร์นเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในที่ที่มีความชื้นเพียงพอและเหมาะสม สปอร์ของเฟิร์นจะไม่สามารถงอกและขยายพันธุ์ไปได้ในที่ๆ ทั้งร้อนและแห้งแล้ง จากสภาพภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา มีสภาพป่าเป็นป่าเต็งรัง ซึ่งในแต่ละปีทรัพยากรป่าไม้และสิ่งมีชีวิตถูกทำลายโดยการรุกรานและเผาไหม้จากไฟป่าทุกๆปีส่งผลทำใสภาพดินและสภาพป่าเสื่อมโทรมลงไม่เหมาะแก่การงอกของสปอร์ทำให้เฟิร์นบางชนิดมีจำนวนลดน้อยลงหรืออาจสูญพันธ์ไป

จากปัญหาข้างต้นกอปรกับการตระหนักถึงกลุ่มเฟิร์นบางชนิดที่จะสูญพันธ์ไป ชี้ให้เห็นว่าควรมีอนุรักษ์กลุ่มเฟิร์นประดับสวยงามในเขตพื้นที่ป่าของมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา โดยประยุกต์ใช้นวัตกรรมเซรามิคในการให้น้ำทางใต้ผิวดินเนื่องจากเฟิร์นต้องการความชื้นมากในการเจริญเติบโตซึ่งมีรากหรือที่เรียกว่า (rhizoid) ที่ทอดนอนไปกับพื้นและการให้น้ำทางใต้ผิวดินนี้พืชสามารถรับน้ำได้โดยตรงบริเวณรากและเพียงพอต่อการเจริญเติบโตนอกจากนี้วิธีการปลูกเฟิร์นโดยใช้เซรามิคยังสามารถที่จะขยายพันธุ์แบบวิธีการไม่อาศัยเพศ เช่น การแยกเหง้าเฟิร์น ที่มีลำต้นเหง้าเลื้อย สามารถตัดแบ่งเหง้าไปปลูกใหม่เพราะบริเวณพื้นผิวของเซรามิคสามารถเป็นพื้นที่ยึดเกาะของรากเฟิร์นได้ เมื่อพิจารณาความสำคัญดังกล่าวแล้ว จึงให้ความสำคัญต่อวัสดุทางเลือก เช่น วัสดุที่มีความพรุนสูง (Porosity) และมีคุณสมบัติอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ที่สามารถให้น้ำแก่พืชอย่างงช้าๆ และพอเพียง (Slow release) จากงานวิจัยของ สุขทัย (2544) ได้

ประดิษฐ์เซรามิครูพรุน (Porous ceramics) แบบใหม่ และทดสอบประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืชแบบประหยัด แต่งานวิจัยดังกล่าวยังมิได้ทดสอบการให้ปุ๋ยทางน้ำและการให้น้ำแบบระบบต่อเนื่องในพื้นที่การเกษตร เช่น พื้นที่แห้งแร้งรอบพรหมแดนป่าต้นน้ำ เพื่อการใช้น้ำอย่างประหยัดและลดการชะล้างหน้าดิน โดยงานวิจัยครั้งนี้จะเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency) เพื่อเพิ่มผลผลิตและเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์พื้นที่การเกษตร ซึ่งถือเป็นงานวิจัยแบบต่อยอดเชิงรูปธรรม (Real factor) ที่มุ่งเน้นผลงานวิจัยและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง รวมถึงการออกแบบนวัตกรรมที่สามารถนำไป ใช้เพิ่มศักยภาพการเพาะปลูก และขยายพันธุ์พืชในรูปแบบต่างๆ ที่มีลักษณะและสรีระที่เหมาะสมต่อโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำแก่พืช ตลอดจนสามารถเผยแพร่เป็นผลิตภัณฑ์ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมฯ ได้ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. สำรวจและรวบรวมพันธ์พืชประเภทต่างๆ ในเขตพื้นที่ป่าของมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา
2. เพาะและขยายพันธุ์พืชที่มีลักษณะและสรีระที่เหมาะสมต่อโดยใช้ลูกดินเผาเพื่อการให้น้ำ แก่พืช
3. สนองพระราชดำริ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จ พระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ซึ่งกลุ่มพืชที่ทำการสำรวจคือกลุ่มเฟิร์นที่มีจำนวนลดน้อยลงจากเดิมเพื่อทราบถึงชนิด จำนวน เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลนำไปสู่การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชโดยประยุกต์ใช้นวัตกรรมเซรามิคในการให้น้ำทางใต้ผิวดิน

1. ทำการศึกษาระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคต่อการเจริญเติบโตของเฟิร์นผักกูด
2. ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของเฟิร์นผักกูดที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคและการให้น้ำแบบปกติ
3. ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของเฟิร์นผักกูดที่มีการให้น้ำธรรมดาและให้ปุ๋ยที่มีความเข้มข้นต่างกัน

4. ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคและการให้น้ำแบบปกติ

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

สิ้นสุดการทดลองเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554

สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

โรงเรือนเพาะปลูกบริเวณอาคารปฏิบัติการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการเจริญเติบโตของผักกูดเมื่อมีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิค และการให้น้ำแบบปกติ
2. ทราบถึงประสิทธิภาพการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคและการให้น้ำแบบปกติ
3. สามารถนำระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิค ไปใช้ได้จริงในพื้นที่การเกษตร

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

เซรามิค หมายถึง วัสดุดินรูพรุน (porous ceramic) ที่สามารถอุ้มน้ำ ดูดซับน้ำ และสามารถปลดปล่อยน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืช มีความแข็งแรงสามารถใช้ในพื้นที่ทางการเกษตรหรือในกระถางได้

ผักกูด หมายถึงเป็นชื่อเรียก "เฟิร์น" ตามภาษาท้องถิ่นภาคเหนือซึ่งเป็นที่นิยมรับประทานเป็นพืชผักพื้นบ้าน โดยผ่านกรรมวิธี ลวก ต้ม และ ผัด

ทบทวนเอกสาร

กรอบแนวคิดและทฤษฎี

1. การชลประทาน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

การชลประทาน (irrigation) มีจุดมุ่งหมายเบื้องต้นเพื่อยกระดับความชื้นของดินในเขตรากพืชให้เหมาะสมกับการเติบโตและให้ผลผลิตของพืช โดยจะมีความจำเป็นอย่างมากในเขตแห้งแล้งซึ่งมีปริมาณฝนน้อย แต่ในเขตชุ่มชื้นก็ยังมีความจำเป็นเพื่อเสริมน้ำส่วนที่ขาดให้กับพืชในช่วงฝนทิ้ง หรือเมื่อต้องการปลูกพืชในฤดูแล้ง

ไม่มีน้ำอยู่ ซึ่งจะมีออกซิเจนน้อยกว่าบนดิน รากพืชจะใช้ออกซิเจนบริเวณนี้ในการหายใจเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานที่ใช้ในการดูดน้ำและธาตุอาหาร

2) สถานะของดิน สามารถแบ่งออกเป็น 3 สถานะคือ สถานะของแข็ง ซึ่งเกิดจากอินทรียวัตถุกับอนินทรียวัตถุรวมกัน โดยที่เหลือจะเป็นช่องว่างและช่องว่างเหล่านั้นจะเป็นที่อยู่ของของเหลว ซึ่งเป็นสถานะของน้ำหรือสารละลายที่อยู่ในดิน และก๊าซคือส่วนที่เป็นอากาศ ที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่ไม่มีของเหลว

3) เนื้อดิน เป็นคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงความหยาบหรือความละเอียดของดิน ซึ่งเนื้อดินหมายถึง สัดส่วนของอนุภาคอนินทรียวัตถุของดิน หรือคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวกับเม็ดดิน 3 ชนิด ได้แก่ เม็ดทราย เม็ดซิลท์หรือทรายแป้ง และเม็ดดินเหนียว ในอัตราส่วนต่างๆกัน โดยดินที่มีอนุภาคของทรายเป็นส่วนประกอบมากกว่าเรียก ดินเนื้อหยาบ และดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวเป็นส่วนประกอบมาก เรียกว่า ดินเนื้อละเอียด ซึ่งมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินทรายที่มีคุณสมบัติให้น้ำไหลซึมผ่านได้ง่าย โดยจะระบายน้ำได้ดีแต่อุ้มน้ำไว้ได้น้อย

4) โครงสร้างของดิน หมายถึงคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเรียงตัวและเกาะกันระหว่างเม็ดดินเป็นก้อนดิน ซึ่งการจัดเรียงตัวของอนุภาคปฐมภูมิของดินเป็นอนุภาคทุติยภูมิ นิยมเรียกว่า เม็ดดิน (soil aggreagate) ปกติแล้วโครงสร้างของดินกำหนดจากรูปร่าง ขนาด และความคงทนต่อการแตกแยกของเม็ดดิน โดยโครงสร้างของดินจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศในดิน อัตราการซึมของน้ำลงในดิน ตลอดจนการแผ่กระจายของราก ดังนั้นจึงควรปรับปรุงโครงสร้างของดินในเขตรากพืชให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช

5) ความโปร่งและความทึบของดิน หมายถึงปริมาตรและช่องว่างที่มีอยู่ในดิน ซึ่งเกิดจากการยึดตัวของอนุภาคดินที่เป็นของแข็ง โดยดินที่มีปริมาตรของช่องว่างมากถือว่าเป็นดินโปร่ง ดินที่มีปริมาตรของช่องว่างน้อยถือว่าเป็นดินแน่นทึบ ทั้งนี้ปริมาณและขนาดของช่องว่างในดินขึ้นกับขนาดของอนุภาคของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและโครงสร้างของดิน

6) ความลึกของดิน เป็นความลึกของดินที่มีคุณสมบัติให้รากพืชสามารถเจริญเติบโตจึงเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน การกระจายรากพืช

7) การเรียงตัวของชั้นดิน จะมีผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับการเรียงตัวและขนาดของอนุภาคของดิน ความลึกของดิน อินทรียวัตถุในดินและการจัดการที่เกี่ยวข้องกับดิน

8) ความหนาแน่นของดิน (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ความหนาแน่นรวม (bulk density, P_b) หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลแห้งของดิน (m_s) และปริมาตรรวม (v_b) กล่าวคือ

$$P_b = m_s / v_b$$

ในที่นี้มวลของดินแห้ง (m_s) หมายถึง มวลของดินตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ปริมาตรรวม (bulk volume, V_b) หมายถึง ผลรวมระหว่างปริมาตรของแข็ง (solid volume, V_s) และปริมาตรช่องว่าง (pore volume, V_p) กล่าวคือ

$$V_b = V_s + V_p$$

สมาการข้างต้นแสดงว่า ปริมาตรรวม (v_b) จะมีค่ามากกว่า ปริมาตรของแข็ง (solid volume, V_s) ของดินเดียวกันเสมอ ทั้งนี้เพราะปริมาตรช่องว่าง (V_p) เป็นเทอมที่มีค่าเป็นศูนย์

2.2 คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของพืช

1) ลักษณะของน้ำในดิน ปกติแล้วน้ำอยู่ในดินได้เพราะคุณสมบัติของโมเลกุลของน้ำสามารถยึดติดกันเองได้ และสามารถเกาะติดกับผิวของสารอื่นๆได้ดี ถ้าสารที่เกาะติดนั้นมีผิวประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนและสร้างพันธะให้เกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำและผิววัตถุ เนื่องจากการที่ผิวของอนุภาคของดินมีอะตอมของออกซิเจนเรียงรายอยู่โดยรอบด้านนอก จึงสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำและดูดวับไว้เป็นชั้นๆ โดยรอบอนุภาคของดิน แต่การดูดซับ (absorptive force) ระหว่างน้ำกับอนุภาคดินผันแปรกับระยะห่างจากผิวอนุภาค กล่าวคือน้ำส่วนที่อยู่ห่างจากผิวอนุภาคดินจะถูกดูดซับด้วยแรงที่น้อยกว่าส่วนที่อยู่ใกล้ผิวอนุภาคดิน ดังนั้นโมเลกุลของน้ำรอบนอกนี้สามารถเคลื่อนไหวไปที่อื่นได้ง่ายกว่าน้ำที่อยู่ด้านใน และหากมีน้ำในดินมากขึ้น ชั้นน้ำรอบๆอนุภาคดินจะรวมตัวกันในช่องว่างระหว่างอนุภาคหรือช่องว่างระหว่างเม็ดดิน

2) ชนิดของน้ำในดิน สามารถแบ่งตามชนิดของน้ำตามความสามารถของดินที่ยึดน้ำไว้ได้ 3 ชนิดตามระดับของน้ำที่ถูกดินดูดยึดไว้ตั้งแต่ชั้นนอกเข้าไปถึงชั้นในที่ติดกับเม็ดดินคือ

2.1 น้ำอิสระ (gravitational water หรือ free water) น้ำที่ขังอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินและไหลไปยังพื้นที่ที่ต่ำกว่า เนื่องจากผลรวมของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างน้ำต่อน้ำและน้ำต่อ

ดินน้อยกว่าแรงดึงดูดของโลก ซึ่งน้ำชนิดนี้หากอยู่ในดินนานจะเป็นอันตรายต่อพืช โดยจะทำให้พืชขาดอากาศสำหรับหายใจและยังเป็นตัวการชะล้างแร่ธาตุให้สูญเสียไปจากดิน

2.2 น้ำซับ (capillary water) เป็นน้ำที่เกิดเมื่อฝนหยุดตกหรือหยุดให้น้ำแก่พืช น้ำจะถูกระบายสู่ส่วนล่างซึ่งใช้เวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง ในลักษณะนี้ความหนาแน่นของน้ำที่เกาะยึดอนุภาคดินจะถูกยึดด้วยดินเต็ม โดยในช่องว่างขนาดเล็กจะมีแรงดูดซับที่สูงมากพอที่จะต่อต้านแรงฉุดของแรงดึงดูดของโลกที่กระทำได้พอดี ส่วนน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่จะถูกแรงฉุดของโลกกระทำให้ไหลซึมออกไปและจะมีอากาศเข้าแทนที่เพื่อให้พืชสามารถใช้ประโยชน์ในการหายใจ

2.3 น้ำเยื่อ (hygroscopic water) เป็นน้ำที่เกาะติดหรือชิดกับอนุภาคของผิวดินและปรากฏในชั้นที่บางมากที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้

3) ระดับความชื้นที่สำคัญของดิน สามารถพิจารณาได้จาก ลักษณะของน้ำหรือความชื้นที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน โดยที่ปริมาณน้ำในดินที่ระดับความชื้นต่างๆ คือ

3.1 จุดความชื้นอิ่มน้ำหรือจุดความชื้นเมื่อดินอิ่มน้ำ (water saturated) เป็นชั้นของน้ำในดินที่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณช่องว่างระหว่างเม็ดดินทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยน้ำ

3.2 ความชื้นชลประทานหรือความจุความชื้นในสนาม (field capacity) หมายถึงความชื้นของดินที่เหลือในดินหลังจากที่น้ำเคลื่อนไหวอิสระได้ถูกระบายออกไปจากช่องว่างขนาดใหญ่หมดแล้วหรือเป็นปริมาณน้ำสูงสุดที่ดินสามารถอุ้มต้านทานแรงดึงดูดของโลก ในสภาพเช่นนี้ช่องว่างขนาดเล็กจะมีน้ำอยู่เต็มแต่จะมีอากาศอยู่เต็มช่องว่างขนาดใหญ่

3.3 จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point) คือ ความชื้นเมื่อพืชไม่สามารถดูดมาใช้ให้เพียงพอสำหรับการคายน้ำ และพืชเริ่มมีการเหี่ยวเฉาอย่างถาวร โดยระดับความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวรนี้ถือว่าเป็นพิกัดล่างสุดของความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

3.4 ความชื้นเมื่ออบแห้ง หมายถึงปริมาณความชื้นในดินภายหลังถูกอบไว้ที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลากว่า 15 ชั่งโมง จนกระทั้งไม่มีน้ำระเหยออกจากดิน ซึ่งถือว่าดินในสภาพนี้มีค่าแรงดึงความชื้น 10,000 บรรยากาศขึ้นไป

4) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน หมายถึงความสามารถที่ดินสามารถเก็บน้ำหรืออุ้มน้ำไว้ให้แก่พืชนำไปใช้ประโยชน์ โดยจะเป็นน้ำหรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวเฉาถาวร หรือความชื้นในสภาพที่ดินถูกยึดไว้ที่แรงดึงความชื้นตั้งแต่ 1/3

บรรยากาศ ถึง 15 บรรยากาศ ซึ่งเป็นความชื้นที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูงสุดของความชื้นที่ดินชนิดหนึ่งๆ สามารถดูดยึดไว้เป็นประโยชน์ต่อพืช

5) ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ความชื้นในดินที่พืชสามารถดูดเอาไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้แก่ น้ำซับ ซึ่งเป็นความชื้นหรือความสามารถในการอุ้มน้ำของดินที่อยู่ระหว่างความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวเฉา โดยพืชไม่สามารถใช้ความชื้นที่ดินอุ้มไว้ได้ทั้งหมดเพราะเมื่อระดับความชื้นในดินถูกพืชใช้จนเหลือน้อยมากจนใกล้ถึงจุดเหี่ยวเฉาถาวรแล้วพืชอาจได้รับความเสียหาย

6) การตรวจสอบความชื้นในดิน หลักการประเมินหาระดับความชื้นในเขตรากพืชสามารถการทำได้ 3 วิธี คือ

6.1 การวัดความชื้นในดินโดยการชั่งน้ำหนัก ทำการตรวจวัดทำโดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างๆ ในพื้นที่เพาะปลูกมาชั่งแล้วอบให้แห้งในเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักของดินนั้นไม่ลดลงอีก แล้วนำมาชั่งอีกครั้ง โดยน้ำหนักของดินที่หายไปจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดินขณะเก็บตัวอย่าง ซึ่งการวัดความชื้นโดยวิธีนี้จะเป็นการวัดโดยตรงและให้ค่าถูกต้องที่สุด

6.2 การวัดความชื้นในดินโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือเหล่านี้มีหลายแบบซึ่งอาจแบ่งตามคุณสมบัติของดินที่ทำการวัดหรือวิธีการวัด โดยจะแบ่งเป็นแบบวัดแรงดึงความชื้น (tensiometer) แบบวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุรูพรุนหรือแท่งวัดความชื้น (moisture block) และแบบวัดการกระจายของนิวตรอน (neutron moisture meter)

6.3 การวัดความชื้นในดินโดยดูลักษณะและความรู้สึกสัมผัส การตรวจวัดวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่แพร่หลายและง่ายต่อเกษตรกรซึ่งสามารถทำได้ด้วยตนเองและไม่ต้องใช้เครื่องมือในการวัด แต่จะเป็นการนำดินที่ต้องการตรวจวัดมาตรวจโดยใช้ความรู้สึกจากการสัมผัสด้วยมือ

7) ลักษณะการดูดซึมน้ำของดินและอัตราการซึมน้ำของดิน การดูดซึมน้ำของดิน (infiltration) คือการเคลื่อนที่ของน้ำจากผิวดินเข้าไปในดินตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินด้วยแรงดึงดูดของโลก ส่วนอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน (intake rate หรือ infiltration rate) โดยจะมีค่ามากเมื่อเริ่มต้นให้น้ำ จากนั้นเมื่อดินเริ่มอิ่มน้ำ ค่าอัตรานี้จะเริ่มลดลงจนถึงระดับหนึ่งซึ่งเกือบคงที่ตลอดไปจนกว่าจะหยุดให้น้ำ

2.3 คุณสมบัติของพืชที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

1) ปริมาณการใช้น้ำของพืช (evapotranspiration หรือ consumptive use) หรือเรียกว่าการคายระเหยน้ำหรือการระเหยคายน้ำ หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวประกอบด้วย

1.1 การระเหย (evaporation, E) คือปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบพืช เนื่องจากการให้น้ำหรือจากฝนที่ตก

1.2 การคายน้ำ (transpiration, T) คือปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้จริง โดยการดูดไปจากดินเพื่อนำไปใช้หล่อเลี้ยงลำต้นและส่วนต่างๆของพืช รวมทั้งการละลายแร่ธาตุอาหารในดินขึ้นไปบำรุงส่วนต่างๆของพืชแล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ

2) ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพดิน พืช สภาพภูมิอากาศรอบๆต้นพืช และการจัดการเพาะปลูก เป็นต้น

3) ปริมาณการใช้น้ำสูงสุดของพืชแต่ละวัน เป็นปริมาณการใช้น้ำสูงสุดของพืชเฉลี่ยต่อวันในระยะเวลาของการให้น้ำในฤดูกาลการเจริญเติบโตของพืช ปกติจะอยู่ในช่วงที่พืชเริ่มมีผลิตผลและในเวลาที่มีอุณหภูมิสูง

4) การดูดน้ำจากดินของพืช พืชจะมีรากทำหน้าที่ดูดน้ำจากดินเป็นจำนวนมากในบริเวณใกล้ๆกับปลายราก คือประมาณ 4-5 เซนติเมตรนับจากปลายรากขึ้นมาจะมีขนรากอ่อนเป็นรากเส้นเล็กละเอียดเกิดขึ้นทั่งไป ทำหน้าที่ดูดน้ำ ธาตุอาหาร และยึดลำต้น โดยรากเหล่านี้จะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดดินเพื่อดูดน้ำที่เกาะรอบๆเม็ดดินหรือในช่องระหว่างเม็ดดินด้วยแรงออสโมซิส

5) ความลึกของรากพืช ลักษณะการแผ่กระจายของรากแต่ละชนิดไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ชนิดและความลึกของดิน ระดับน้ำใต้ดิน ฤดูการเพราะปลูก ตลอดจนปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชในแต่ละครั้ง ซึ่งโดยปกติแล้วรากพืชจะไม่งอกออกไปในดินที่มีความชื้นต่ำกว่าจุดเหี่ยวเฉาถาวร และรากจะไม่ขยายตัวต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินเพราะมีออกซิเจนและอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อย ส่วนใหญ่แล้วรากจะลึกไม่เกิน 2 เมตร

6) การดูดน้ำจากดินในชั้นต่างๆของพืช ถ้าหากดินมีเนื้อดินสม่ำเสมอและมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ตลอดความลึกของรากพืชแล้ว พืชจะใช้น้ำจากตอนบนของเขตรากอย่างรวดเร็ว ส่วนในตอนล่างจะดูดน้ำไปใช้ช้ากว่ามาก หากแบ่งความลึกของเขตรากออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน

ประมาณ 40% ของความชื้นที่พืชใช้ทั้งหมดมาจากผิวดินชั้นแรกนับจากผิวดินลงมา 30% จากดินชั้นที่ 2 20% จากดินชั้นที่ 3 และ10% จากดินชั้นที่ 4 ตามลำดับ

7) ระยะวิกฤติของพืชชนิดต่างๆ เป็นระยะเวลาที่พืชขาดน้ำและก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตโดยตรงมากที่สุด ส่วนใหญ่แล้วช่วงวิกฤติในความต้องการน้ำของพืชจะอยู่ในระยะที่พืชออกดอกหรือติดผล เพราะจะทำให้กระทบกระเทือนถึงขนาดของผล การเกิดเมล็ดหรือผลผลิตของพืช

8) อายุและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช พืชจะใช้น้ำมากน้อยตามอายุและลักษณะทางสรีรวิทยา ปกติแล้วพืชที่ยังเล็กและมีวงจรชีวิตสั้นจะใช้น้ำน้อยกว่าพืชที่เติบโตและมีวงจรชีวิตที่ยาวนานกว่า

3. วิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัด (สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, ม.ป.ป.)

3.1 การให้น้ำแบบประหยัดเหนือผิวดิน

การให้น้ำแบบประหยัดเป็นการให้น้ำแก่พืชครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้งด้วยอัตราที่ต่ำและไม่ครอบคลุมเต็มพื้นที่บริเวณรากพืชทั้งหมด เช่น การให้น้ำแบบหยด การให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ซึ่งช่วยประหยัดน้ำได้มาก การระเหยน้ำจากผิวดินก็น้อยกว่าการให้น้ำวิธีอื่นๆ

3.2 การให้น้ำแบบประหยัดใต้ผิวดิน

เป็นการให้น้ำทางใต้ผิวดินด้วยวัสดุที่หาง่ายและราคาถูก เกษตรกรก็สามารถปฏิบัติได้ การให้น้ำด้วยวิธีนี้มีหลายวิธี ได้แก่

1) การให้น้ำด้วยตุ่มดินเผา นำตุ่มดินเผาที่มีรูพรุนและหาง่ายในท้องถิ่น ซึ่งมีความจุ 5-7 ลิตร มาฝังดินใกล้โคนต้นพืชโดยให้ฝาตุ่มอยู่ในระดับผิวดิน ใส่น้ำให้เต็มแล้วปิดฝาเพื่อป้องกันการระเหยน้ำ น้ำจากตุ่มจะค่อยๆซึมออกมาทางรูพรุนรอบตุ่ม เมื่อน้ำในตุ่มหมดก็คอยเติมให้เต็มซึ่งใช้เวลาประมาณ 10วันต่อครั้ง วิธีนี้เหมาะสมสำหรับไม้ยืนต้น หรือไม้ผลทั่วไปที่ยังมีอายุน้อยระยะเริ่มปลูก เพื่อให้ตั้งตัวได้ในระยะ 2-3 ปีแรก

2) การให้น้ำด้วยขวดพลาสติกหรือขวดแก้ว นำขวดพลาสติกหรือขวดแก้วมาใส่น้ำจนเต็มขวด แล้วคว่ำขวดลงไปในดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร โดยวางบริเวณโคนต้น ประมาณต้นละ 2 ขวด การเติมน้ำจะเติมประมาณ 4-5 วันต่อครั้งสำหรับขวดที่มีขนาด 750 ซีซี

3) การให้น้ำด้วยแกลลอนน้ำมันเครื่อง นำแกลลอนที่เหลือใช้มาเจาะรูด้านข้าง แล้วใช้ด้ายดิบเส้นใหญ่ตัดให้ยาว 1 นิ้ว มาอุดรูที่เจาะไว้ให้แน่นเมื่อใส่น้ำในแกลลอน น้ำจะค่อยๆ หยด

ออกมาตามเส้นด้าย นำแกลลอนไปฝังดินห่างจากโคนต้น 1 คืบ โดยหันด้านที่น้ำหยดเข้าหาโคนต้น การฝังแกลลอนควรให้ปากแกลลอนโผล่พ้นผิวดินเล็กน้อย เพื่อความสะดวกในการเติมน้ำและควรปิดฝาหลวมๆ

4. การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำ (ดิเรก และคณะ, 2544)

การให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำ (fertigation) เป็นเทคโนโลยีใหม่ทางการเกษตรซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้มากพอสมควร โดยการให้ปุ๋ยทางระบบให้น้ำ หมายถึง การให้ปุ๋ยแก่พืชที่ปลูกในรูปของสารละลายปุ๋ยด้วยการอัดฉีดสารละลายดังกล่าวเข้าไปในระบบท่อที่ใช้ในการให้น้ำ

ประโยชน์ของการให้ปุ๋ยพร้อมระบบน้ำ

1) ด้านการเจริญเติบโตของพืช ช่วยให้พืชโตดีและแข็งแรง เนื่องจากปุ๋ยที่มาพร้อมกับน้ำพืชจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลยทำให้พืชตกผลเร็วขึ้นให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี

2) ด้านแรงงาน ลดแรงงานและพลังงานที่ต้องใช้ในการให้ปุ๋ยด้วยวิธีหว่าน เนื่องจากการให้ปุ๋ยด้วยวิธีหว่านต้องใช้เครื่องจักรกลเข้าช่วยในการขนปุ๋ยหรือรวมทั้งใช้เครื่องหว่าน ซึ่งสิ้นเปลืองแรงงานและพลังงาน นอกจากนี้ในฤดูฝนการนำเครื่องจักรเข้าไปปฏิบัติงานยังมีผลเสียทำให้ดินแน่นไม่เป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืช

3) ด้านธาตุอาหาร ถ้าระบบให้น้ำมีการกระจายน้ำที่สม่ำเสมอดี การกระจายของธาตุอาหารก็จะดีตามไปด้วย และเนื่องจากธาตุอาหารมาพร้อมกับน้ำทำให้พืชสามารถนำไปใช้ได้เลยประสิทธิภาพในการใช้จึงสูงขึ้น ประกอบกับธาตุอาหารจะมาในปริมาณไม่มากเกินไป แต่มาบ่อยๆ จึงเป็นการประหยัดค่าปุ๋ยไปด้วยเพราะลดส่วนที่สูญเสียไปกับการชะล้างออกนอกเขตราก

4) ด้านสิ่งแวดล้อม ลดการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการให้ปุ๋ยมากเกินไปและเกิดการชะล้างปุ๋ยส่วนเกินลงสู่แหล่งน้ำให้ใต้ดิน

5) ด้านอื่นๆ สามารถช่วยในการจ่ายสารอื่นๆเข้าไปพร้อมกับการให้น้ำได้ด้วย เช่น กรดเพื่อแก้ปัญหาหารอุดตันจากหินปูนในน้ำ สารที่ใช้ในการกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชบางชนิด

5. คุณสมบัติของเซรามิค (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.ป.ป.)

เซรามิค หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่นำเอาวัตถุดิบหลัก ซึ่งได้แก่ ดิน ทราย และแร่บางอย่าง มาผ่านกระบวนการขึ้นรูป เช่น การปั้น การหล่อ หรือการอัดเป็นแผ่น แล้วทำให้แข็งแรงโดยผ่านความ

ร้อนที่อุณหภูมิสูงหลายร้อยองศาเซลเซียส หรือมากกว่าพันองศาเซลเซียส ซึ่งเซรามิคมีคุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่

5.1 การหดตัว

โดยทั่วไปการหดตัว หมายถึง การมีขนาดเล็กลง ซึ่งในทางกายภาพสามารถวัดได้ทั้งเชิงเส้น คือ ความยาว ความกว้าง ความสูงที่มีขนาดลดลงกว่าเดิม และวัดในเชิงปริมาตร ซึ่งคือความจุ โดยสาเหตุของการหดตัวนี้อาจเกิดเนื่องมาจากการสูญเสียองค์ประกอบหรือโครงสร้างทำให้องค์ประกอบอื่นเข้ามาใกล้ชิดกันเป็นผลให้ขนาดในภาพรวมลดลง หรือเล็กลง หรืออาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน ทำให้เกิดความแน่นขึ้น ส่งผลให้ขนาดที่พิจารณาได้จากภายนอกลดลง แต่ในทางเซรามิค การหดตัวเกิดขึ้นจากทั้งสองสาเหตุ คือการสูญเสียองค์ประกอบและการรวมตัวกันของโครงสร้างภายใน ทั่งนี้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิค หลังการขึ้นรูปชิ้นงานอาจมีความชื้นตั้งแต่ ร้อยละ 0 – 2 หากขึ้นรูปด้วยการอัด (isostatic press) และร้อยละ 40 หากขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบ ซึ่งในการขึ้นรูปที่ใช้น้ำปริมาณมากจะเสียเวลาในการทำให้แห้งนาน เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ชิ้นใหญ่และหนามักจะแห้งช้า และหดตัวมาก เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำในดินขณะที่น้ำระเหยไประหว่างการอบแห้ง ทำให้อนุภาคของดินเคลื่อนเข้ามาชิดกันทำให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดลดลง ซึ่งหลังจากเนื้อดินปั้นแห้งสนิทแล้วเมื่อทำการเผาจะทำให้ดินเกิดการหดตัวอีกครั้ง เพราะเมื่อนำไปผ่านการเผา สารอินทรีย์และน้ำในองค์ประกอบของโมเลกุล ตลอดจนสารที่สลายตัวที่อุณหภูมิสูงเกิดสลายตัวไป และมีการจัดเรียงตัวใหม่ อันมีผลให้ขนาดของชิ้นงานลดลง โดยการหดตัวของดินที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้ คือ ดินมีการหดตัว เมื่อแห้งร้อยละ 4 - 15 การหดตัวหลังเผาร้อยละ 12 - 15 ส่วนการหดตัวรวม มีค่าประมาณร้อยละ 15 – 25

5.2 ความพรุนตัว

ความพรุนตัว (Porosity) ได้แก่ อัตราส่วนของปริมาตรของรูของวัสดุกับปริมาตรของวัสดุทั้งหมดหรือมวลของวัสดุ โดยการพิจารณาความพรุนตัวจะพิจารณาได้จากหลายด้านตามลักษณะของวัสดุเช่น พิจารณาความโปร่ง พิจารณาปริมาณการดูดซึมน้ำ และพิจารณาการรั่วออกของก๊าซหรือของเหลว เป็นต้น ซึ่งในงานเซรามิคความพรุนตัวจะพิจารณาจากความสามารถในการดูดซึมน้ำ ของเนื้อดินปั้นที่ผ่านการเผาแล้ว โดยจะมีความพรุนตัวสูงสุดหลังเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ซึ่งผลิตภัณฑ์เซรามิคหลังจากการเผาแล้ววัตถุดิบจะหลอมตัวรวมกันเกิดเป็นโครงสร้างใหม่ แต่โครงสร้างของเซรามิคมักมีส่วนที่เป็นฟองอากาศขนาดเล็กปะปนอยู่ในโครงสร้าง เรียกว่ารู

พรุน (Pore) โดยมีทั้งรูพรุนที่อยู่บริเวณผิวผลิตภัณฑ์ เรียกว่ารูพรุนเปิด (Open Pores) และรูพรุนที่อยู่ภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ เรียกว่า รูพรุนปิด (Closed Pores)

รูพรุนหรือความพรุนตัวของเนื้อเซรามิคมีผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแตกต่างกัน 2 ลักษณะคือ

1) ผลิตภัณฑ์หลังขึ้นรูปถึงผลิตภัณฑ์แห้งสนิท เมื่อมีความพรุนตัวเพิ่มขึ้นจากการสูญเสียน้ำ ในการขึ้นรูป ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นคือที่ช่วงอุณหภูมิประมาณ 0 – 100 องศาเซลเซียส

2) ผลิตภัณฑ์เมื่อแห้งและนำไปเผา ในขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 600 องศาเซลเซียส ความพรุนตัวของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจากการเสียสารประกอบคาร์บอนและน้ำในโครงสร้างทางเคมีผลิตภัณฑ์ จะมีความแข็งแรงลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นวัตถุดิบที่ถึงจุดหลอมตัวจะเริ่มหลอมและเกิดเป็นโครงสร้างใหม่ ทำให้ความพรุนตัวค่อย ๆ ลดลง ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้น ซึ่งที่อุณหภูมิประมาณ 900 – 1,000 องศาเซลเซียส พบว่าเป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงที่สุดสำหรับความพรุนตัวที่เหมาะสม

5.3 ความแข็ง

ความแข็ง เป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของวัสดุ ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลแสดงถึงความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด รูปร่าง และการเกิดความเสียหายที่ผิวของวัสดุ ซึ่งความหมายของความแข็งมีหลายลักษณะคือ ความต้านทานการขัดถู (abrasion resistance) ความต้านทานการขูดขีด (scratching) และความต้านทานการกด (indentation) สำหรับความแข็งของวัสดุที่มีการเคลือบผิวเช่น ผลิตภัณฑ์เซรามิค โลหะเคลือบ หรือวัสดุฉาบผิวอื่น ๆ ความแข็งจะหมายถึงความสามารถของสารเคลือบผิวที่ฉาบ หรือเคลือบอยู่บนผิววัสดุ ที่ทนต่อการเกิดรอยจากการกดหรือขูดขีดด้วยของแข็ง

การทดสอบความแข็งของสารเคลือบผิว มีหลายวิธีตามลักษณะของความแข็งของสารนั้น ๆ เช่น การทดสอบการขูดขีดของสารเคลือบผิวจำพวกสี จะใช้เครื่องมือทดสอบการขูดขีด ที่ปลายเป็นเข็มทำด้วยเหล็ก ใช้น้ำหนักถ่วงเข็มให้เกิดการขีดบนผิวเคลือบ เพิ่มน้ำหนักจนกระทั่งเข็มสามารถแทงทะลุถึงชิ้นทดสอบ ส่วนในทางเซรามิค เนื่องจากวัสดุมีความแข็งมาก จึงมีเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแตกต่างจากการทดสอบผิวเคลือบสี แต่คงอยู่บนหลักการของการขูดขีดหรือขัดถูที่ผิวเคลือบให้เกิดการสึกหรอเช่นเดียวกัน

6. การวิเคราะห์ไนโตรเจน

ไนโตรเจนจัดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมาก (macronutrient elements) บางทีเรียกธาตุอาหารกลุ่มนี้ว่า มหธาตุ หรือ ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบหลายชนิดในพืช เช่น โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลิอิกและวิตามิน เป็นต้น เมื่อพืชได้รับธาตุนี้เป็นปริมาณที่พอเพียงแล้วพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีความแข็งแรง โดยเฉพาะที่ใบจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีสีเขียวเข้ม ไนโตรเจนเป็นธาตุที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชให้ตั้งตัวได้เร็วในระยะแรก นอกจากนั้นยังช่วยทำให้ผลผลิตของพืชมีคุณภาพด้วย เช่น พืชผักสวนครัว ที่ใช้ใบลำต้นและหัวเป็นอาหาร พืชให้น้ำตาล พืชให้เส้นใย จะเห็นว่าไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพของพืช ซึ่งพืชต้องการธาตุนี้ในปริมาณมากรองลงมาจากคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน อาการผิดปกติของพืชเมื่อขาดธาตุไนโตรเจน เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ภายในพืช อาการผิดปกติเมื่อพืชขาดจะแสดงออกที่ใบแก่ก่อน กล่าวคือ ใบจะสูญเสียสีเขียวโดยเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองอมส้ม หรือสีเขียวอ่อนหรือสีขาว ซึ่งลักษณะอาการดังกล่าวนี้เรียกว่าคลอโรซีส (chlorosis) นอกจากนี้ที่ปลายใบและขอบใบจะค่อย ๆ แห้งและลุกลามเข้ามาเรื่อยๆ จนในที่สุดใบที่แสดงอาการผิดปกติจะร่วงหล่นจากลำต้นก่อนเวลาอันสมควร นอกจากอาการผิดปกติจะเกิดขึ้นที่ใบแล้ว ที่ส่วนอื่น ๆ เช่น ลำต้นยังอาจมีสีเหลือง บางครั้งก็มีสีชมพูเจือปน ลำต้นผอมสูง กิ่งก้านลีบเล็กและมีจำนวนน้อยกว่าปกติ พืชเจริญเติบโตช้ามาก (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์,ม.ป.ป.)

การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ในดินโดยวิธีของเจลดาล โดยทั่วไปมักไม่สนใจส่วนของไนไตรต์ และไนเตรต โดยจะย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่มีทองแดง (Cu) และซิลิเนียม (Se) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และมีโพแทสเซียมซัลเฟต (potassium sulphate) หรือโซเดียมซัลเฟต (sodium sulphate) ช่วยทำให้อุณหภูมิในการย่อยสูงขึ้น เพื่อเปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมไอออน จากนั้นจึงนำไปเติมด่างและกลั่นหาแอมโมเนียมโดยมีสารละลายกรดบอริก (boric acid) เป็นตัวจับแก๊สแอมโมเนียมไอออน แล้วไทเทรตหาแอมโมเนียมในกรดบอริกด้วยสารละลายกรดที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน (วลัยพร,2551)

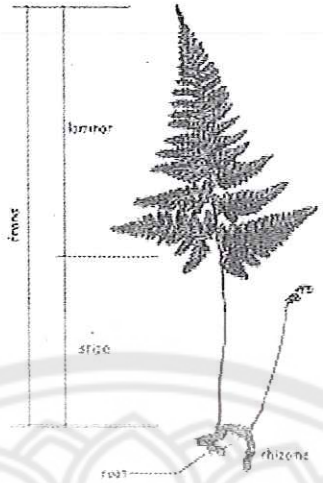
7. ข้อมูลเกี่ยวกับพืชทดสอบ

7.1 ลักษณะทั่วไปของผักกูด (จารุพันธ์ และคณะ, 2550)

ผักกูด เป็นไม้จำพวกเฟิร์น มีหลายชนิดและเรียกชื่อแตกต่างกันหลายชื่อตามลักษณะและตามท้องถิ่นนั้นๆ โดยผักกูดชอบขึ้นตามที่ชื้นแฉะ บริเวณต้นน้ำลำธาร ลำห้วย ริมร่องสวน ซึ่งมีความชุ่มชื้นสูงและมีแสงแดดส่องลงมาได้บางช่วงของวัน พบในระดับต่ำถึงปานกลางไม่สูงกว่า 600 – 700 เมตร บางคนนำมาปลูกในกระถาง เป็นไม้ประดับหรือไม้แต่งสวน ผักกูดส่วนใหญ่ที่กินกันมักจะเก็บจากป่าธรรมชาติ จึงเป็นผักอีกชนิดหนึ่งที่ปลอดภัยในการบริโภค และมีในทุกภาคของประเทศ โดยมีข้อมูลทางอนุกรมวิธานดังต่อไปนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.
สกุล	Diplazium
อันดับ	Athyriales
วงศ์	Athyriaceae
ชื่อสามัญ	-
ชื่ออื่น	ผักกูดขาว (เชียงใหม่) ผักกูด (กลาง)
ประเภทไม้	ไม้เลื้อย

โดยทั่วไปแล้วผักกูดจะมีเหง้าตั้งตรงและอาจมีขนาดสูงกว่า 1 เมตร ปกคลุมด้วยเกล็ดที่มีขนาด 9 x 1.3 มิลลิเมตร สีน้ำตาลปนดำ มีจักฟันที่ขอบ ก้านใบยาวประมาณ 60 เซนติเมตร ใบมีขนาดแตกต่างกันไป อาจยาวกว่า 1 เมตรก็ได้ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก 2 ชั้น ใบย่อยคู่ล่างลดขนาด ปลายใบเรียวแหลม โคนเป็นรูปกึ่งรูปหัวใจหรือรูปติ่งหู ขอบหยักเว้าลึกเป็นแฉก ปลายมนขอบหยักเป็นจักถี่ ๆ ใบย่อยออกตรงข้ามกันบนก้านใบ ใบอ่อนม้วนงอแบบก้นหอย มีขนปกคลุม ใบแก่หลังใบมีซอไรเกิดขึ้นเกือบตลอดของเส้นใบย่อย เมื่อแก่จะแตกฟู และเชื่อมกับซอไรด้านที่เกิดตรงกันข้าม ใบอ่อนแตกในฤดูฝน



ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของเฟิร์น

(ที่มา: fernsiam, ม.ป.ป.)

7.2 **การปลูกเลี้ยงและดูแลรักษาเฟิร์น** (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

ในการปลูกและดูแลเฟิร์นให้เจริญเติบโต สมบูรณ์ ควรทราบข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำไปประยุกต์การปลูกเฟิร์นแต่ละชนิด ดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีสำคัญ ที่ควรทราบสำหรับการปลูกเลี้ยงเฟิร์น ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง น้ำ ความชื้นในอากาศ ดิน-เครื่องปลูก ปุ๋ย เป็นต้นโดยเฟิร์นแต่ละชนิดมีความต้องการไม่เหมือนกัน ซึ่งต้องศึกษาประเภทของเฟิร์นประกอบไปด้วย

1.1 อุณหภูมิ โดยทั่วไปแล้วเฟินในเขตร้อนหรือกึ่งร้อน แต่ละชนิดต้องการระดับอุณหภูมิแตกต่างกันไป แต่ส่วนใหญ่มักเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 19-27 องศาเซลเซียส สำหรับกลางวัน และระดับอุณหภูมิในช่วงกลางคืน ลดลงจากกลางวันประมาณ 4-6 องศาเซลเซียส และหากสภาพที่ปลูกเลี้ยงมีอุณหภูมิสูง อาจช่วยได้โดยการพ่นฝอยละอองน้ำช่วยเพื่อลดอุณหภูมิ

1.2 แสงสว่าง เฟินแต่ละชนิดต้องการแสงสว่างมากน้อยต่างกัน บางชนิดต้องการแสงแดดจัดทั้งวัน บางชนิดต้องการเพียงแสงสว่างเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องได้รับแดด และขึ้นกับอายุและขนาดของเฟินด้วย เฟินที่อายุน้อยและต้นเล็ก ต้องการแสงน้อยกว่าเฟินต้นใหญ่

1.3 น้ำ เฟินส่วนใหญ่ต้องการความชุ่มชื้นตลอดช่วงชีวิต การให้น้ำโดยเฉลี่ยควรรดน้ำทุก 2 วันต่อครั้ง ยกเว้นในฤดูหนาวและฤดูฝน ซึ่งสามารถเว้นระยะการให้น้ำได้ตามความเหมาะสม

การรดน้ำให้มากเกินไปจนแฉะนั้นเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง เนื่องจากเฟินจำนวนมากตายเพราะการให้น้ำจนมากเกินไป โดยเฉพาะในฤดูหนาวควรลดปริมาณการให้น้ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเฟินบางชนิดที่อยู่ในระยะพักตัว

1.4 ความชื้นในอากาศ เฟินเป็นไม้ที่ต้องการความชื้นในอากาศสูงที่สุด คือ ประมาณ 60%-80% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางวัน ส่วนกลางคืนนั้นความชื้นในอากาศอาจต่ำกว่านี้ได้ สำหรับเฟินที่ปลูกเป็นไม้กระถางในอาคาร อาจเพิ่มความชื้นได้โดยการจัดหาจานรอง ซึ่งมีรูปร่างแบน ไม่ลึกนัก รองก้นถาดด้วยกรวดหรืออิฐ แล้วใส่น้ำให้พอปริ่มๆ ก้อนกรวดหรืออิฐ ก็จะช่วยให้มีความชื้นมากขึ้น

1.5 ดิน หรือเครื่องปลูก เฟินส่วนมากต้องการเครื่องปลูกร่วนโปร่ง เก็บความชื้นได้ดี รวมทั้งมีธาตุอาหารจากอินทรียวัตถุที่ย่อยสลายอย่างช้าๆ ในอัตราที่พอเหมาะกับความต้องการของเฟิน โดยอินทรียวัตถุที่เหมาะแก่การนำมาผสมเครื่องปลูก เช่น เศษชิ้นไม้ ใบไม้ผุ เปลือกถั่ว กาบมะพร้าว พีทสอส หรืออินทรียวัตถุอื่นๆ ส่วนอนินทรีย์วัตถุที่พอใช้นำมาผสมเครื่องปลูก เช่น ทรายหยาบ ก้อนถ่าน เป็นต้น กรณีปลูกเฟินดิน ผสม ดินตะกอนหรือดินร่วน 1 ส่วน ทรายหยาบ 1 ส่วน อินทรียวัตถุหรือใบไม้ผุ 4 ส่วน และกรณีปลูกเฟินพวกไม้อากาศ กาบมะพร้าวหรือรากชายผ้าสีดา หั่นเป็นชิ้น ขนาดราว 2-4 เซนติเมตร 3 ส่วน ถ่านหรืออิฐมอญทุบ 1.5 ส่วน ใบไม้ผุ 1.5 ส่วน

1.6 ปุ๋ย การให้ปุ๋ยแก่เฟินก็เป็นสิ่งจำเป็นเหมือนต้นไม้ชนิดอื่นๆ แต่ความต้องการปุ๋ยของเฟินนั้นน้อยกว่าพืชอื่นๆ วิธีที่ดีที่สุด คือ ให้ปุ๋ยในสัดส่วน 1 ใน 3 หรือ 1 ใน 4 จากคำแนะนำที่มาจากผู้ผลิตจำหน่าย กล่าวคือให้น้อยๆ แต่ให้บ่อยๆ อาจให้ประมาณ 10 วันต่อครั้ง และควรให้น้ำในปริมาณที่เพียงพอหลังการให้ปุ๋ยแต่ละครั้งด้วย ถ้าหากใช้เครื่องปลูกที่มีคุณภาพดี มีธาตุอาหารสมบูรณ์ ก็ไม่จำเป็นต้องให้ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติม แต่หากต้องการให้เฟินเจริญเติบโตเร็ว มีขนาดใหญ่และมีใบสมบูรณ์สวยงาม โดยปุ๋ยที่ให้นั้นสามารถจำแนกเป็น 2 ชนิดคือ

1.6.1 ปุ๋ยน้ำ เป็นปุ๋ยที่ปลอดภัยและใช้ง่ายกว่าการใช้ปุ๋ยเม็ด อาจนำมาผสมน้ำใช้รดเฟินได้ทันที มักจะไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับการให้ปุ๋ยมากเกิน แต่ก็มีข้อเสียที่ มักสูญเสียไปกับน้ำที่ไหลออกจาก ก้นกระถางได้ง่าย ทำให้ต้องใส่ปุ๋ยบ่อยกว่าการใช้ปุ๋ยเมล็ด

1.6.2 ปุ๋ยเม็ด สิ่งที่พึงระมัดระวัง คือ การหว่านหรือโรยปุ๋ยลงไป หากโรยไม่ทั่วหรือไม่สม่ำเสมอแล้ว จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ต้นเฟินได้ และหากหว่านปุ๋ยแล้วลืมรดน้ำหรือรดน้ำไม่ทั่วถึงแล้ว จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ต้นเฟิน

2) ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสม เหมาะสมสุดในช่วงต้นฤดูฝน ประมาณราวเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงการเจริญเติบโต ในบรรยากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ มีความชุ่มชื้นทั้งในดินและอากาศ อุณหภูมิไม่สูงเกินไป ทำให้มีโอกาสฟื้นตัวและเจริญเติบโตต่อไปได้นาน ก่อนที่จะเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูร้อน ส่วนเฟินที่มีระยะการพักตัว ควรทำการขุดหรือย้ายปลูกในช่วงปลายฤดูร้อนต่อฤดูฝน ในขณะที่ใบอ่อนยังไม่เริ่มผลิ

3) การเลือกกระถางปลูก ให้เลือกที่มีขนาดเหมาะสมกับต้นเฟินที่กำลังปลูก เส้นผ่าศูนย์กลางของกระถางไม่ควรมากกว่า 1/3 ของความสูงต้น (วัดจากระดับผิวดิน) กระถางที่ใหญ่เกินไปจะอุ้มความชื้นไว้ได้มากเกินไป ทำให้ดินอับแน่น การถ่ายเทอากาศในเครื่องปลูกไม่ดี บริเวณก้นกระถางก่อนใส่เครื่องปลูก ควรรองก้นด้วยอิฐหรือเศษกระถางแตก สักราวๆ 1/4 ของความสูงในกระถาง ทั้งนี้เพื่อให้ระบายน้ำได้ดี และถ่ายเทอากาศได้สะดวกด้วย และปริมาณเครื่องปลูก ไม่ควรใส่จนเต็มหรือพูนล้นปากกระถาง ควรเหลือไว้สัก 1/2 นิ้วจากปากกระถาง เพื่อกันไม่ให้เครื่องปลูกกระเด็นตอนรดน้ำ และการปลูกเฟินสามารถปลูกทั้งในกระถางหรือในกระเช้าแขวน ซึ่งการปลูกในกระถางสามารถเลือกใช้ได้ทั้งกระถางดินเผาและกระถางพลาสติก โดยกระถางดินเผามีคุณสมบัติถ่ายเทน้ำและอากาศได้ดี แต่มีน้ำหนักมาก ไม่คงทน อาจร้าวหรือแตกง่าย ส่วนกระถางพลาสติกจะมีลักษณะเป็นกระถางขนาดใหญ่มักมีปัญหาวัสดุปลูกเปียกแฉะเกินไป แต่มีข้อดีคือน้ำหนักเบา ทนทาน ล้างทำความสะอาดง่ายและราคาถูก

4) การดูแลหลังการปลูก การระบายน้ำและอากาศในเครื่องปลูก ควรหมั่นสังเกต เครื่องปลูกในกระถาง หากรดน้ำแล้ว น้ำระบายออกไม่หมดในทันที หรือเครื่องปลูกจับตัวเป็นก้อนอับแน่น ทำให้น้ำและอากาศถ่ายเทไม่สะดวก หากเป็นเช่นนี้จะเป็นอันตรายต่อรากเฟิน ทำให้โรคเน่าเข้ารุมทำร้านเฟินได้ง่าย ควรถอดกระถางออกมา สลัดดินปลูกเดิมออกไปให้หมดหรือเกือบหมด แล้วเครื่องปลูกใหม่ และเฟินบางกระถางที่ปลูกมานาน หากระยะหลังๆ เริ่มมีปัญหา ให้ลองสำรวจสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป และควรดูที่เครื่องปลูกด้วย หากเปื่อยยุ่ย เสื่อมสภาพอมน้ำมากไป จนทำให้รากเฟินอับแน่นหายใจไม่ออก ควรรื้อเครื่องปลูกเปลี่ยนใหม่ ส่วนการวางกระถางในจานรองหล่อน้ำ แม้จะช่วยให้น้ำและความชื้นกับต้นไม้ได้ดี แต่มีข้อเสียในเรื่องการถ่ายเทอากาศที่ก้น

กระถาง ควรหาก้อนอิฐหรือกรวดมาวางในจานรองก่อน ให้สูงพอที่จะไม่ให้ก้นกระถางจมน้ำในจานรอง

7.3) **โรคและแมลง** (ภัทรา และคณะ, 2549)

ปัญหาเรื่องเชื้อราที่ทำให้ยอดเฟินเน่าไม่ค่อยเป็นปัญหาที่สำคัญนัก ส่วนแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ คือ ผีเสื้อ ซึ่งชอบมาวางไข่ไว้โดยเฉพาะบนเฟินก้านดำ แล้วหนอนผีเสื้อบางชนิดที่มีขนาดเล็กคล้ายเส้นด้ายก็สามารถทำลายยอดเฟินในเวลาไม่นาน ดังนั้นหากไม่อยากเสี่ยงต่อการใช้สารเคมี ก็ต้องคอยดูและต้องมีเวลามากพอในการเดินจับหนอน นอกจากนั้นเพลี้ยยังเป็นอีกปัญหาหนึ่งของเฟิน ทั้งเพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ และเพลี้ยหอย ซึ่งทุกชนิดล้วนมีที่มาจากมดเนื่องจากมดนำเพลี้ยมาเลี้ยงเป็นแหล่งอาหาร ดังนั้นหากจะกำจัดปัญหาที่ต้นเหตุก็ต้องกำจัดมดเสียก่อน โดยแมลงศัตรูพืชอีกชนิดหนึ่งคือ แมลงปีกแข็ง ที่มักจะมาในเวลาเย็น โดยมาแล้วจะไม่ค่อยพบเห็นนอกจากจะเดินตรวจตอนกลางคืนจึงจะเจอ ซึ่งร่องรอยการกัดกินจะมีลักษณะเป็นรูโหว่บนใบเฟิน และยังมีศัตรูที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ หอยทาก ซึ่งมักออกหากินเวลากลางคืน และมีชุกชุมมากในฤดูฝน

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรวัฒน์ (2550) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เซรามิคในการให้น้ำใต้ผิวดินเพื่อการผลิตพืช พบว่าหลังจากทำการทดลองโดยใช้ดาวเรืองเป็นพืชทดสอบ มีปริมาณการใช้น้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งที่ระดับ 0.05 ดังนี้ คือ การให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิครูพรุนจะใช้น้ำน้อยกว่าการให้น้ำปกติ 391.75 มิลลิลิตร/วัน/ต้น คือการให้น้ำแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 500 มิลลิลิตร/วัน/ต้น แต่การให้น้ำแบบใช้เซรามิครูพรุนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 108 มิลลิลิตร/วัน/ต้น สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของพืชระหว่างการให้น้ำแบบให้น้ำปกติกับการให้น้ำโดยใช้เซรามิครูพรุนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินหลังการผลิตพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งที่ระดับ 0.05 ดังเช่น การยุบตัวของดินในแปลงให้น้ำแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 เซนติเมตร แต่ในแปลงที่ให้น้ำแบบใช้เซรามิครูพรุนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 เซนติเมตรเท่านั้น นอกจากนี้ความแข็งของดินในแปลงให้น้ำแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.44 kPa แต่ในแปลงให้น้ำแบบใช้เซรามิคมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.88 kPa ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเซรามิครูพรุนสามารถให้น้ำใต้ผิวดินในพื้นที่การเกษตร และไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินเสื่อมลง

นิติ และคณะ (2542) การศึกษาการให้น้ำทางใต้ผิวดินในอ้อยเป็นการศึกษาและออกแบบระบบให้น้ำทางใต้ผิวดินแบบหยดที่เหมาะสมในไร่อ้อย ซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยการให้น้ำไหลเข้าไปในท่อน้ำหยดที่ติดตั้งอยู่ใต้ผิวดินในเขตรากอ้อยลึกจากผิวดินประมาณ 45-50 ซม. ท่อน้ำหยดที่จะใช้จะมีหัวจ่ายน้ำติดอยู่เป็นส่วนเดียวกับท่อเป็นระยะ ๆ แต่ละหัวจ่ายจะห่างกัน 20 ซม. จ่ายน้ำด้วยอัตรา 0.7 ลิตร/เซนติเมตร/หัวจ่าย ที่แรงดันน้ำ 1 บาร์ ให้น้ำนานครั้งละ 4 ชั่วโมง คิดเป็นปริมาณน้ำต่อพื้นที่แปลง 14,994 ลิตร หรือ 9.33 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ให้น้ำทั้งหมด 17 ครั้ง กำหนดการให้น้ำโดยวัดจากแรงดึงความชื้นของดินเริ่มให้น้ำเมื่อแรงดึงความชื้นของดินเพิ่มขึ้นไม่เกิน-400 มิลลิบาร์ ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้รวม 254,898 ลิตร หรือ 158.67 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ตลอดช่วงการเพาะปลูกรวม 611.4มิลลิเมตร รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้กับแปลงปลูกอ้อย 770.07 มิลลิเมตร เก็บเกี่ยวเมื่ออ้อยอายุได้ 281 วัน หรือประมาณ 9 เดือน ปริมาณผลผลิตอ้อยเป็นน้ำหนักสด 23,008.00 กิโลกรัม หรือประมาณ 23 ตัน/ไร่ เฉลี่ยปริมาณผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักอ้อยสดต่อปริมาตรน้ำชลประทานเท่ากับ 18.60 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าความหวาน (CCS) 9.53 ค่า Brix 14.77 ค่า Polarization 12.55 ค่า Purity 84.92 ค่า Fiber 10.26 จากการคำนวณอัตราการคืนทุนจากการใช้ระบบให้แบบหยดจะสามารถคืนทุนและได้กำไรในปีที่ 2 ปัญหาหลักที่พบจากการใช้ระบบให้น้ำแบบหยดใต้ผิวดินเกิดจากการกัดทำลายของศัตรูพืชโดยเฉพาะหนู โดยจะกัดทำลายท่อน้ำหยดที่ฝังไว้ใต้ดิน และนอกจากนี้ยังพบการตกตะกอนของน้ำภายในท่อน้ำหยดถ้าหากไม่ล้างท่ออาจก่อให้เกิดการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำได้

สุขทัย (2543) ทำการศึกษาการพัฒนาระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคเพื่อการให้น้ำแบบประหยัดพบว่า 1) คุณสมบัติทางกายภาพของเซรามิคที่ประดิษฐ์ขึ้นทั้งทรงกลมและทรงกระบอกมีค่าเหมือนกัน ดังนี้ ค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ 27%, ค่าความแข็ง 33 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร, ค่าถ่วงจำเพาะ 2.66, ค่าความหนาแน่น 1.41 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร, ค่าความพรุนรวม 47%, ค่าสภาพในน้ำซึมผ่านในสภาวะอิ่มตัว 1.40287 E-06 เซนติเมตร/วินาที และเซรามิคสามารถปลดปล่อยน้ำระหว่างระดับแรงศักย์วัสดุพื้น pF1.5-pF2 คุณสมบัติในการปลดปล่อยน้ำคือ 55.3 มิลลิลิตร/วัน (*pb*1.20 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) ความสามารถในการเคลื่อนที่ของน้ำเฉลี่ย 0.0863 เซนติเมตร/ชั่วโมง (*pb*1.54 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) 2) ผลการทดสอบระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบรดน้ำปกติในการปลูกคะน้า พบว่าปริมาณการใช้น้ำ การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และ 0.05 เป็นต้น การให้น้ำแบบปกติมีปริมาณการให้น้ำเฉลี่ย 158 มิลลิลิตร/วัน ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.8 กรัม แต่การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 138 มิลลิลิตร/วัน ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 17.8 กรัม ซึ่งใช้น้ำน้อยกว่ามาก และเมื่อเปรียบเทียบการใช้น้ำ ระหว่างการให้น้ำแบบปกติกับการให้น้ำโดยเซรามิคทรงกลม พบว่าการให้น้ำโดนเซรามิคมีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้น้ำแบบปกติ คือ 0.0025 กรัม/มิลลิลิตร และ0.0002 กรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้น ประกอบกับคุณสมบัติการอุ้มน้ำ การปลดปล่อยน้ำ และสภาพการนำน้ำอย่างช้าๆที่รากพืชโดยตรง พบว่าเซรามิคสามารถให้น้ำในระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์แก่พืชและประหยัดน้ำได้ดี จึงสามารถพัฒนาเพื่อส่งเสริมการผลิตได้

สาธิต และคณะ (2552) ศึกษาการปลูกพืชด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดิน (SIS) โดยใช้เซรามิครูพรุนทรงกลมสูตร 1 (F1) และสูตร 2 (F2) ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 27.00% และ 45.00% ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบปกติ (CIS) โดยใช้พริก (*Capsicum frutescens* Linn) เป็นพืชทดสอบพบว่าการเจริญเติบโตของพริกทางความสูงและความกว้างทรงพุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 และน้ำหนักสดของลำต้นจากการให้น้ำโดยระบบ SIS (F1:420.17 กรัม และ F2:401.50 กรัม) มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าการให้น้ำด้วยระบบ CSI (135.42 กรัม) และปริมาณการให้น้ำต่อต้นในแต่ละวันเฉลี่ยของระบบ SIS (85 มิลลิลิตร/ต้น/วัน) น้อยกว่าระบบ CIS (304.46 มิลลิลิตร/ต้น/วัน) คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 1:3.5 เท่า และจากการทดสอบค่าความแข็งของผิวดินพบว่าการให้น้ำด้วยระบบ CIS (62.28 kPa) มีค่าความแข็งสูงกว่าระบบ SIS โดยใช้เซรามิกรูพรุนทรงกลม F1 (27.02 kPa) และ F2 (18.32 kPa) ถึง 2.3 เท่า และ 3.4 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นการให้น้ำโดยระบบ SIS มีความสามารถในการช่วยประหยัดน้ำและยังช่วยลดปัญหาการแน่นทึบของดินได้อีกด้วย

วลัยพร (2551) ได้ทำการศึกษาระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคต่อการเจริญเติบโตของหม้อข้าวหม้อแกงลิง พบว่าเมื่อให้น้ำในแบบที่ต่างกัน คือ การให้น้ำแบบปกติ การให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคสูตร 1 และเซรามิคสูตร 2 คุณสมบัติการอุ้มน้ำของเซรามิคสูตร 1 มีค่าเฉลี่ย 29.39% และเซรามิคสูตร 2 มีค่าเฉลี่ย 48.27% ปริมาณการให้น้ำในการปลูกพืชโดยใช้เซรามิคสูตร 1 มีปริมาณเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 54.17 มิลลิลิตร/วัน รองลงมาคือการให้น้ำโดยใช้เซรามิคสูตร 2 และการให้น้ำแบบปกติมีปริมาณน้ำเฉลี่ย 130.5 และ 500 มิลลิลิตร/วัน ดังนั้นการให้น้ำแบบปกติมีการใช้น้ำอย่างสิ้นเปลืองถึง 4 เท่า เมื่อเทียบกับเซรามิคสูตร 2 และมากถึง 9 เท่า เมื่อเทียบกับเซรามิค

สูตร 1 ส่วนผลการเจริญเติบของต้นพืชด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่มของพืชที่มีการให้น้ำแบบปกติและเซรามิคสูตร 2 จะมีประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันและให้ผลดีกว่าเซรามิคสูตร 1 แต่การปลูกแบบใช้เซรามิคสูตร 2 จะประหยัดน้ำกว่าการปลูกแบบปกติถึง 4 เท่า จึงถือว่าดีกว่า ส่วนการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนใบและจำนวนหม้อของพืชที่มีเซรามิคสูตร 2 และเซรามิคสูตร 1 จะให้ผลผลิตที่มีจำนวนใกล้เคียงกันและดีกว่าการให้น้ำแบบปกติ สรุปก็คือการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคสูตร 2 เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง

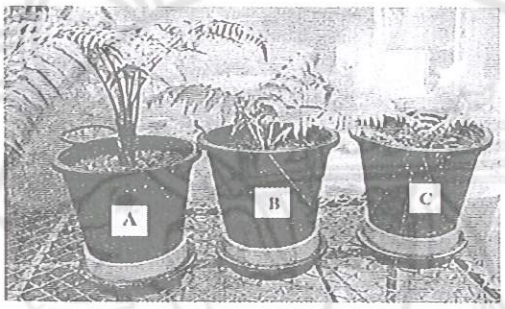
วิมลรัตน์ (2551) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคต่อการเจริญเติบโตของพริก โดยได้ทำการทดสอบการใช้อุปกรณ์ดินเผาที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งเป็นการให้น้ำใต้ผิวดินโดยตรงยังบริเวณราก เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระถางปลูกที่มีท่ออากาศใต้ผิวดิน เพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของพริกขี้หนู (*Capsicum frutescens* Linn) พบว่าอุปกรณ์ดินเผาที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ 27-30% (Formula 1) มีประสิทธิภาพการให้น้ำเฉลี่ย 96.68 มิลลิลิตรต่อวัน และอุปกรณ์ดินเผาที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ 47-50% (Formula 2) มีประสิทธิภาพการให้น้ำเฉลี่ย 165.36 มิลลิลิตรต่อวัน ซึ่งจะสามารถประหยัดน้ำได้มากกว่ากระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติ และพบว่าการเจริญเติบโตของพริกที่ปลูกโดยใช้เซรามิคสูตร 2 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์ในการดำเนินงาน

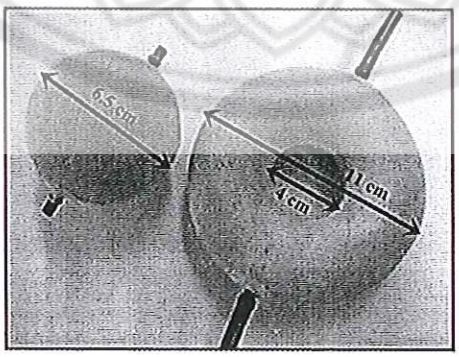
1. วัตถุดิบ

1.1 ต้นผักกูด (*Diplazium esculentum* Retz. Swartz) ที่มีขนาดต่างกัน 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งใช้สีของก้านใบเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดยต้นขนาดใหญ่ก้านใบสีน้ำตาล ต้นขนาดกลางก้านใบสีเขียวเข้ม และต้นขนาดเล็กก้านใบสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 2)



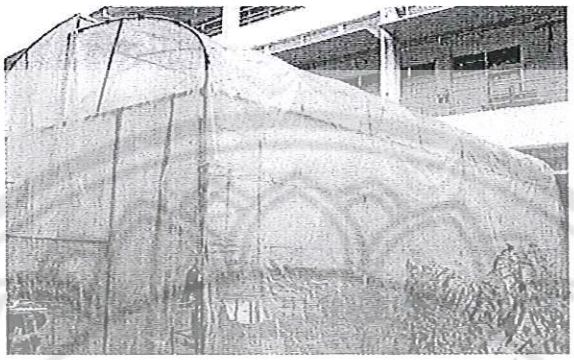
ภาพที่ 2 ต้นผักกูด A) ขนาดใหญ่ B) ขนาดกลาง C) ขนาดเล็ก

1.2 เซรามิครูพรุนทรงกลม และทรงวงแหวน มีประสิทธิภาพการอุ้มน้ำ 69.58% ประสิทธิภาพการหดตัว 5.4% โดยเซรามิคทรงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร มีพื้นที่ผิว 132.67 ตารางเซนติเมตร และมีปริมาตร 143.72 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนเซรามิคทรงวงแหวนมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 11 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 เซนติเมตร มีพื้นที่ผิว 239.79 ตารางเซนติเมตร และมีปริมาตร 173.25 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 3)



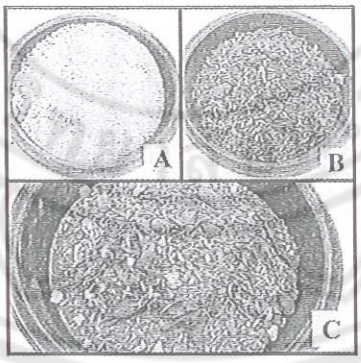
ภาพที่ 3 เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน

1.3 โรงเรือนเพาะปลูกบริเวณอาคารปฏิบัติการพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.84 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ย 43.32% (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 โรงเรือนเพาะปลูก

1.4 ดินสำหรับปลูก ใช้ดินผสมที่มีส่วนผสมของดินภายในมหาวิทยาลัยพะเยาและดินปลูก ตราดินเพื่อการเกษตร ที่มีปริมาณไนโตรเจน 0.007% ปริมาณความชื้น19.7% และดินมีความหนาแน่น 0.58 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ดินสำหรับปลูก A) ดินภายในมหาวิทยาลัยพะเยา B) ดินปลูก C) ดินผสมที่ใช้ในการปลูก

1.5 น้ำ

1.6 ปุ๋ย สูตร 16-16-16

1.7 ปุ๋ยฉีดพ่นทางใบสูตร 25-5-5 ยี่ห้อ ทุ่งเศรษฐี เบอร์ 12

2. **อุปกรณ์และเครื่องมือ**

2.1 กระถางพลาสติกสีดำทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 27 เซนติเมตร ด้านล่าง 18 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร มีปริมาตรกระถางเท่ากับ 9935.16 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมจานรอง

2.2 ขวดพลาสติกขนาด 1200 มิลลิลิตร

2.3 สายยางขนาดเล็ก

2.4 วาล์วเปิด - ปิดน้ำ

2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง)

2.6 ตลับเมตร

2.7 Vernier caliper (0-150 มิลลิเมตร)

2.8 Fruits hardness tester (ยี่ห้อ FHR-5)

2.9 Wet-dry thermometer type

2.01 เตาเผา

2.11 ตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ TP-LAB รุ่น HV-220L)

2.12 Auto – desiccators (ตู้ดูดความชื้นแบบอัตโนมัติ) (ยี่ห้อ TP-LAB รุ่น TPEH-6)

2.13 เครื่องบดตัดตัวอย่างดินและพืช (ยี่ห้อ KINEMATICA AG)

2.14 ชุดอุปกรณ์ย่อยตัวอย่าง

2.15 ชุดอุปกรณ์กลั่น

2.16 เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์

2.17 Erlenmeyer flask ยี่ห้อ SCHOTT DURAN ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.18 Burette ยี่ห้อ TJLASSCO ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.19 Beaker ยี่ห้อ PYREX ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.20 Cylinder ยี่ห้อ TJLASSCO ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.21 แท่งแก้วคนสาร

3. สารเคมี

3.1 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)

3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ (NaOH solution)

3.3 สารเร่งปฏิกิริยา (Mixed catalyst)

3.4 กรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ (Boric acid solution)

3.5 อินดิเคเตอร์ (mixed indicator)

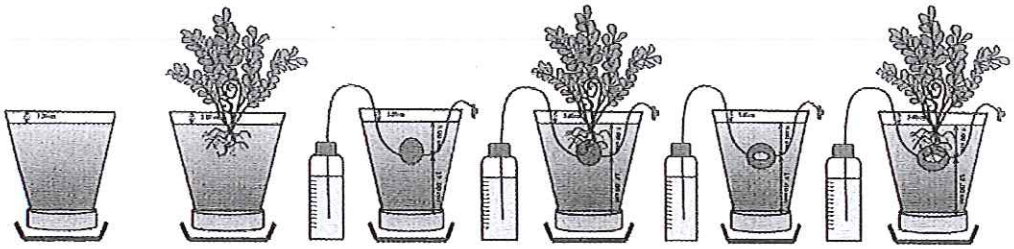
3.6 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (0.1 N HCl)

วิธีการศึกษาวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) โดยกำหนดการทดลองเป็น 15 กลุ่มการทดลอง ทำการทดลองกลุ่มละ 3 ซ้ำ ได้แก่

1) การให้น้ำแบบปกติ (CN)
2) การปลูกพืชโดยให้น้ำแบบปกติ (C)
3) การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลม (CS)
4) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลม (S)
5) การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน (CR)
6) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน (R)
7) การปลูกพืชโดยให้น้ำปกติ + ปุ๋ย 1 g /L (C1)
8) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลม+ ปุ๋ย 1 g /L (S1)
9) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน+ปุ๋ย 1 g /L (R1)
10) การปลูกพืชโดยให้น้ำปกติ + ปุ๋ย 2 g /L (C2)
11) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลม+ ปุ๋ย 2 g /L (S2)
12) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน+ปุ๋ย 2 g /L (R2)
13) การปลูกพืชโดยให้น้ำปกติ + ปุ๋ย 3 g /L (C3)
14) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลม+ ปุ๋ย 3 g /L (S3)
15) การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน+ปุ๋ย 3 g /L (R3)



ภาพที่ 6 ภาพจำลองตัวอย่างการทดลอง

2. วิธีการปลูก

2.1 การปลูกโดยใช้เซรามิครูพรุน

1) การเตรียมขวดน้ำ โดยทำสเกลระดับน้ำ จากนั้นเจาะรูฝาขวด 2 รู โดยใช้สว่านเพื่อเสียบสายยางและเป็นรูให้อากาศเข้า

2) ต่อสายยางเข้าที่ขั้วของเซรามิคทั้ง 2 ขั้ว โดยตัดสายยางให้มีความยาวประมาณ 80เซนติเมตร ต่อกับด้านที่มีกระป๋องน้ำและยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ต่อกับวาล์วเปิด-ปิด

3) ใส่ดินในปริมาตรที่เท่ากันทุกกระถาง ซึ่งได้มาจากการคำนวณหาความหนาแน่นและปริมาตรของกระถาง

วิธีการหาความชื้นในดิน

$$P_m = \frac{m_w}{m_s}$$

$$P_m = \frac{1.97}{10} \times 100$$

$$= 19.7\%$$

$$\text{ความหนาแน่น (Pd)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{ปริมาตรดิน}}$$

$$= \frac{57.29 \text{ g}}{98.16 \text{ cm}^3}$$

$$= 0.58 \text{ g/cm}^3$$

$$Pt = Pd \times \left(1 + \frac{wc\%}{100}\right)$$

$$= 0.58 \times \left(1 + \frac{19.7\%}{100}\right)$$

$$= 0.69$$

ปริมาตรกระถางปลูกแบบปกติที่ไม่มีเซรามิค = 9140.34 cm^3

$$\text{ความหนาแน่นรวม (Pt)} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก}}{}$$

ปริมาตร(กระถาง)

X = 0.69 x 9140.34 cm^3

= 6306.83 g หรือ ~ 6.307 kg

เพราะฉะนั้นกระถางปลูกแบบปกติที่ไม่มีเซรามิคใส่ดิน 6.307 กิโลกรัม

ปริมาตรกระถางที่มีเซรามิคทรงกลม = 8996.62 cm^3

ความหนาแน่นรวม (Pt) = น้ำหนักเปียก / ปริมาตร(กระถาง)

X = 0.69 x 8996.62 cm^3

= 6207.67 g หรือ ~ 6.208 kg

เพราะฉะนั้นกระถางปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลมใส่ดิน 6.208 กิโลกรัม

ปริมาตรกระถางที่มีเซรามิคทรงวงแหวน = 8965.02 cm^3

ความหนาแน่นรวม (Pt) = น้ำหนักเปียก / ปริมาตร(กระถาง)

X = 0.69 x 8965.02 cm^3

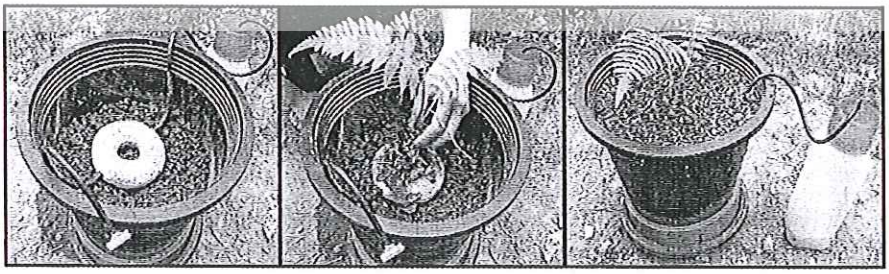
= 6185.86 g หรือ ~ 6.186 kg

เพราะฉะนั้นกระถางปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนใส่ดิน 6.186 กิโลกรัม

4) ใส่ดินลงในกระถางตามน้ำหนักที่คำนวณได้ และวางเซรามิคให้อยู่ในตำแหน่ง 17 เซนติเมตรจากก้นกระถาง และ 8 เซนติเมตร จากขอบกระถาง หลังจากนั้นนำต้นพืชมาปลูกโดยจัดวางให้รากอยู่บนเซรามิค เติมน้ำลงในขวดน้ำและปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

5) ในครั้งแรกจะรดน้ำให้พืชกระถางละ 1,000 มิลลิลิตร เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากัน

6) นำท่อพลาสติกมาวางระหว่างก้นกระถางและถาดรองเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ถาดรองได้สะดวก



ภาพที่ 7 การปลูกพืชโดยใช้เซรามิครูพรุน

2.2 การปลูกแบบปกติ

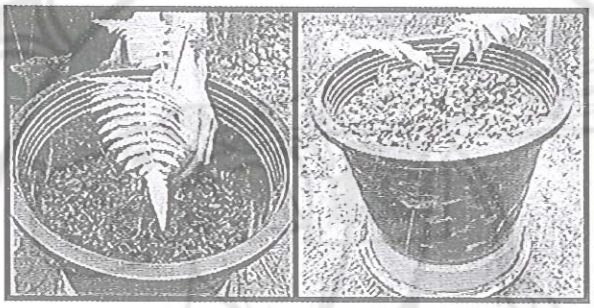
1) คำนวณน้ำหนักดินเช่นเดียวกับการปลูกโดยใช้เซรามิค

2) ใส่ดินลงในกระถางตามน้ำหนักดินที่คำนวณได้ คือ 6.307 กิโลกรัม

3) นำต้นไม้ลงปลูกในดินโดยวางให้อยู่ในระดับลึก 5 เซนติเมตร จากผิวดิน

4) นำท่อพลาสติกมาวางระหว่างก้นกระถางและถาดรองเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ถาดรองได้สะดวกเช่นเดียวกับการปลูกโดยใช้เซรามิค

5) รดน้ำน้ำในปริมาณที่เหมาะสม คือ 1,000 มิลลิลิตร/วัน โดยรดในตอนเช้าและตอนเย็นครั้งละ 500 มิลลิลิตร การให้น้ำแก่พืชปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร/วัน



ภาพที่ 8 การปลูกพืชแบบธรรมดา

2.3 วิธีการให้ปุ๋ย

1) ทำการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 โดยนำไปละลายน้ำที่ความเข้มข้น 1 กรัม/1 ลิตร ใน Treatment ที่ 7, 8 และ9 ความเข้มข้น 2 กรัม/1ลิตร ใน Treatment ที่ 10, 11 และ12 ความเข้มข้น 3 กรัม/1 ลิตร ใน Treatment ที่ 13, 14 และ15 สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2) ทำการให้ปุ๋ยทางใบสูตร 25-5-5 ความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร โดยทำการฉีดพ่นทางใบพอชุ่มไม่มีน้ำหยด สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทุก Treatment หรือประมาณ 6.94 มิลลิลิตร/ต้น

3. การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

3.1 การทดสอบคุณสมบัติการหดตัวของเซรามิครูพรุน

ทดสอบโดยวัดความยาวก่อนและหลังการเผาเซรามิคเซรามิค แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวดังนี้

$$\% \text{ การหดตัว} = \frac{\text{ความยาวก่อนเผา} - \text{ความยาวหลังเผา}}{\text{ความยาวก่อนเผา}} \times 100$$

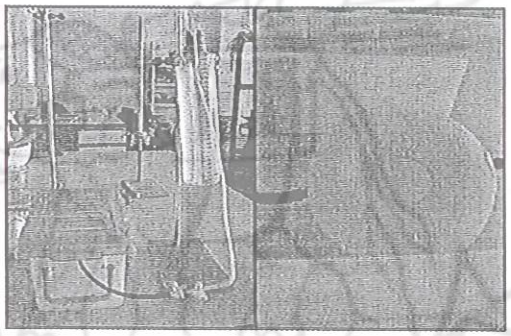
3.2 **การทดสอบคุณสมบัติการอุ้มน้ำของเซรามิครูพรุน** (ทำการทดสอบก่อนนำไปปลูก)

ทดสอบโดยการชั่งน้ำหนักขณะแห้งและขณะอิ่มตัวของเซรามิค แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การอุ้มน้ำดังนี้

$$\% \text{ การอุ้มน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักขณะอิ่มตัว} - \text{น้ำหนักขณะแห้ง}}{\text{น้ำหนักขณะแห้ง}} \times 100$$

3.3 **การทดสอบอัตราการไหลของน้ำ**

ทดสอบโดยวัดอัตราการไหลของน้ำที่ระดับพื้นผิว ที่ระดับสูง 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ100 เซนติเมตร ต่อชั่วโมง



ภาพที่ 9 การทดสอบอัตราการไหลของน้ำ

3.4 **การทดสอบปริมาณการให้น้ำแก่พืช**

ทำการเก็บผลทุกวันในเวลาเช้า โดยดูจากขีดระดับน้ำที่ลดลงจากกระป๋องน้ำ

3.5 **การทดสอบทางด้านกายภาพ**

1) ความชื้นในดิน (water content) หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร จากผิวดินของแต่ละกระถาง จากนั้นนำดินที่ได้มาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังอบชั่งน้ำหนักดินอีกครั้ง แล้วคำนวณหาค่าต่อไปนี้

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักหลังอบ}} \times 100$$

2) ปริมาณการคายระเหย การหาปริมาณการคายระเหย (evapotranspiration) ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (evaporation) และปริมาณการคายน้ำ (transpiration)

Evaporation = การสูญเสียน้ำจากผิวดินโดยตรง

= [น้ำหนักกระถางในวันนี้ + ปริมาณน้ำ] – น้ำหนักกระถางในวันถัดไป

: [treatment non plant]

Evapotranspiration = การสูญเสียน้ำจากดินโดยการระเหยและคายน้ำ

= [น้ำหนักกระถางในวันนี้ + ปริมาณน้ำ] – น้ำหนักกระถางในวันถัดไป

: [treatment with plant]

Transpiration = การคายน้ำของพืช

= evapotranspiration – evaporation

: [treatment with plant - treatment non plant]

การคำนวณการสูญเสียน้ำและประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำ} = \frac{\text{evaporation} \times 100}{\text{evapotranspiration}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ}}$$

การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (สายัณห์, 2553)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช = น้ำหนักแห้ง/ การคายระเหย

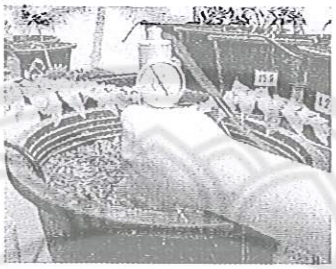
3) การยุบตัวของหน้าดิน วัดค่าการยุบตัวของหน้าดินโดยใช้ vernier caliper ทั้งหมด 3 จุดในกระถาง แล้วหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 10 วัดการยุบตัวของหน้าดิน

4) ความแข็งของหน้าดิน วัดว่าความแข็งของหน้าดินโดยใช้ soil hardness ทั้งหมด 3 จุดในกระถาง แล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นคำนวณหาค่าความแข็งของดิน ดังสูตร

$$\text{ความแข็งของดิน (kPa)} = \left(\frac{\text{soil hardness} \times 100}{0.7952 \times (40 - \text{soil hardness})2}\right) \times 98.0665$$



ภาพที่ 11 การวัดความแข็งของหน้าดิน

3.6 การเจริญเติบโต

1) จำนวนยอด นับจำนวนยอดที่เกิดขึ้นมาใหม่ขณะทำการทดลอง โดยใช้เชือกผูกไว้เพื่อเป็นเครื่องหมาย ซึ่งทำการวัด 2 วันครั้ง

2) ความยาวของใบ วัดจากโคนก้านใบจนถึงปลายใบด้วยตลับเมตร ซึ่งทำการวัด 2 วันครั้ง

3) ปริมาณคลอโรฟิลล์ วัดโดยใช้เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์

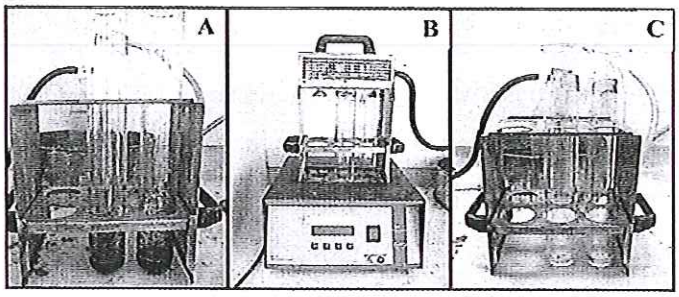
4) ปริมาณผลผลิต หาจากน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป โดยตัดยอดที่เกิดขึ้นใหม่มาชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งอีกครั้ง แล้วนำไปคำนวณดังต่อไปนี้

ปริมาณผลผลิต = น้ำหนักสด – น้ำหนักแห้ง

3.7 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของพืช

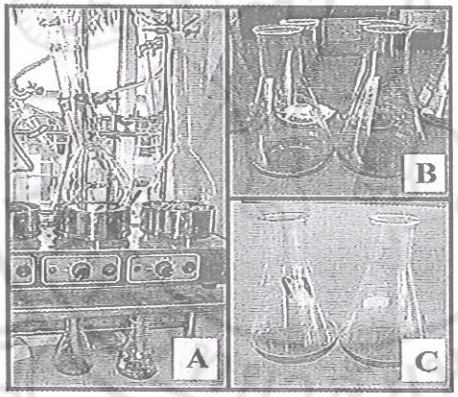
การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในพืช

1) การย่อยตัวอย่างพืช มีขั้นตอนดังนี้ ชั่งตัวอย่างพืช 1 กรัม ใส่ลงในขวดสำหรับย่อย แล้วเติมสารเร่งปฏิกิริยาลงไป 1 กรัม แล้วเติมกรด H_2SO_4 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำขวดสำหรับย่อยใส่ในชุดอุปกรณ์สำหรับย่อยโดยใช้อุณหภูมิในการย่อยที่ 330 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที



ภาพที่ 12 การย่อยตัวอย่าง A) ก่อนย่อย B) ย่อยตัวอย่าง C) หลังย่อย

2) การกลั่น นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วมากลั่นโดยเทตัวอย่างลงไปในขวดสำหรับกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ (NaOH 40%) ลงไป 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์กลั่น จากนั้นนำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุกรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตร แล้วหยดด้วยอินดิเคเตอร์ 5-6 หยด ซึ่งจะได้สารละลายมีสีม่วงแดง มาต่อกับอุปกรณ์กลั่นตัวอย่างโดยให้ปลายสายยางจุ่มในสารละลาย กลั่นจนได้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียว



ภาพที่ 13 การกลั่นไนโตรเจน A) ชุดอุปกรณ์การกลั่น B) สารละลายสีม่วงแดง C) สารละลายสีเขียว

3) การไทเทรต นำตัวอย่างที่ได้จากการกลั่นมาไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (0.1 N HCl) จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง แล้วจดปริมาตรที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตร Total Nitrogen ในตัวอย่าง

จากสูตร

$$\%N = \frac{A(C-B) \times 100 \times 0.014}{\text{น้ำหนักดิน}}$$

A = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน

B = ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้กับ blank

C = ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้

4. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Variance) โดยแสดงผลเป็นเป็นตาราง ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษาวิจัย

1. ผลการทดสอบคุณสมบัติการไหลของน้ำในสภาวะอิ่มตัว

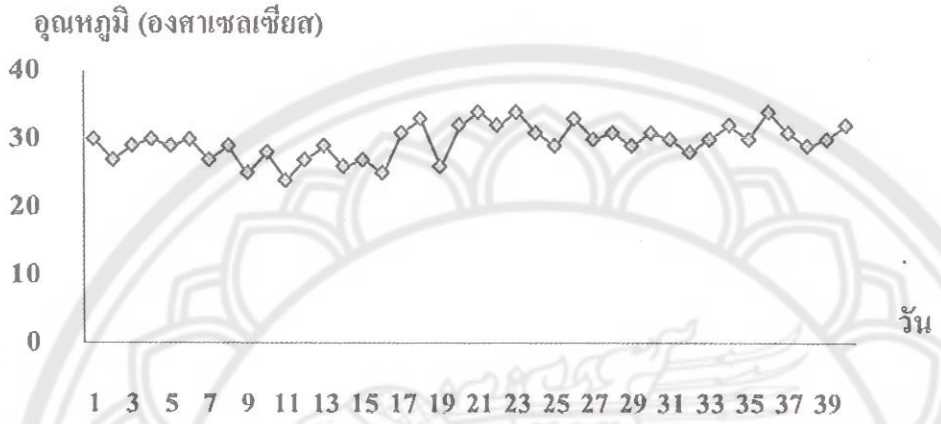
จากการทดสอบคุณสมบัติการไหลของน้ำในสภาวะอิ่มตัวของเซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน พบว่าอัตราการไหลของน้ำจากเซรามิคทรงกลมที่ระดับพื้นผิวมีค่าเท่ากับ 12.48 มิลลิลิตร/ชั่วโมง และเซรามิคทรงวงแหวนมีค่าเท่ากับ 17.52 มิลลิลิตร/ชั่วโมง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติการไหลของน้ำที่ระดับความสูงต่างๆ

ระดับความสูง(cm)	ปริมาณการใช้น้ำ (ml/hr)	
	ทรงกลม	ทรงวงแหวน
พื้นผิว	12.48	17.52
10	300	300
20	337.5	349.8
30	345	400.2
40	412.5	700.2
50	570	1050
60	675	1080
70	900	1125
80	1125	1200
90	1200	1600.2
100	1260	1699.8

2. **อุณหภูมิในโรงเรือนเพาะปลูก**

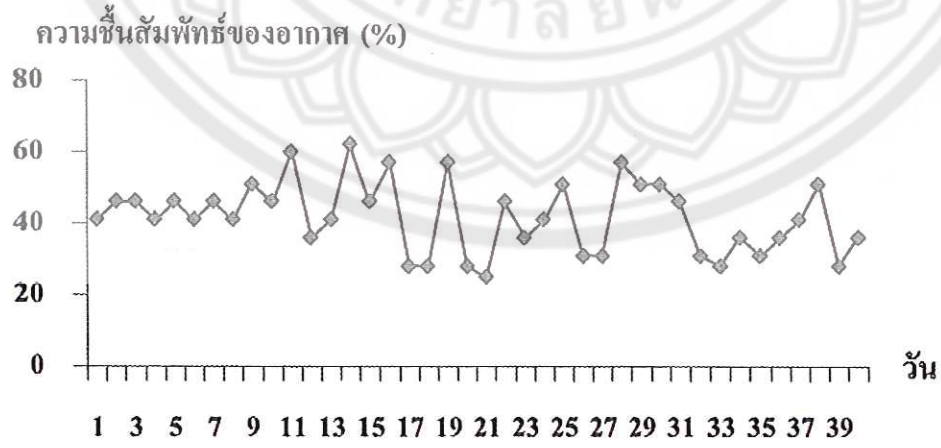
อุณหภูมิในโรงเรือนเพาะปลูกตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (40 วัน) จะเห็นได้ว่า มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25 - 35 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 34 องศาเซลเซียส และต่ำสุดอยู่ที่ 24 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูก

3. **ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ**

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศของโรงเรือนเพาะปลูกตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (40 วัน) จะเห็นได้ว่า มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในช่วง 20 – 60% โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงสุดอยู่ที่ 62% และต่ำสุดอยู่ที่ 25% (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศของโรงเรือนเพาะปลูก

4. ผลการทดสอบปริมาณการให้น้ำแก่พืช

จากการทดสอบปริมาณการให้น้ำ ด้วยวิธีการให้น้ำแบบปกติ และการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวนของกระถางที่มีการปลูกพืช พบว่าการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 341.18 มิลลิลิตร/วัน รองลงมา คือเซรามิคทรงวงแหวนและการให้น้ำแบบปกติ คือ 381.61 และ1000 มิลลิลิตร/วัน ตามลำดับ ส่วนในกระถางที่ไม่มีการปลูกพืช กระถางที่ใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 304.41 และ311.29 มิลลิลิตร/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่ากระถางที่ไม่มีพืช แต่ในกระถางที่มีการให้น้ำปกติยังคงใช้น้ำในปริมาณที่เท่ากับกระถางที่มีพืช คือ1000 มิลลิลิตร/วัน

ตารางที่ 2 ปริมาณการให้น้ำแก่พืช (เฉลี่ย 40 วัน)

หน่วยการทดลอง	ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย (ml)
น้ำปกติ + พืช (C)	1000[a]
เซรามิคทรงกลม + พืช (S)	341.18[b]
เซรามิคทรงวงแหวน + พืช (R)	381.61[c]
น้ำปกติ (CN)	1000[a]
เซรามิคทรงกลม (CS)	304.41[d]
เซรามิคทรงวงแหวน (CR)	311.29[d]

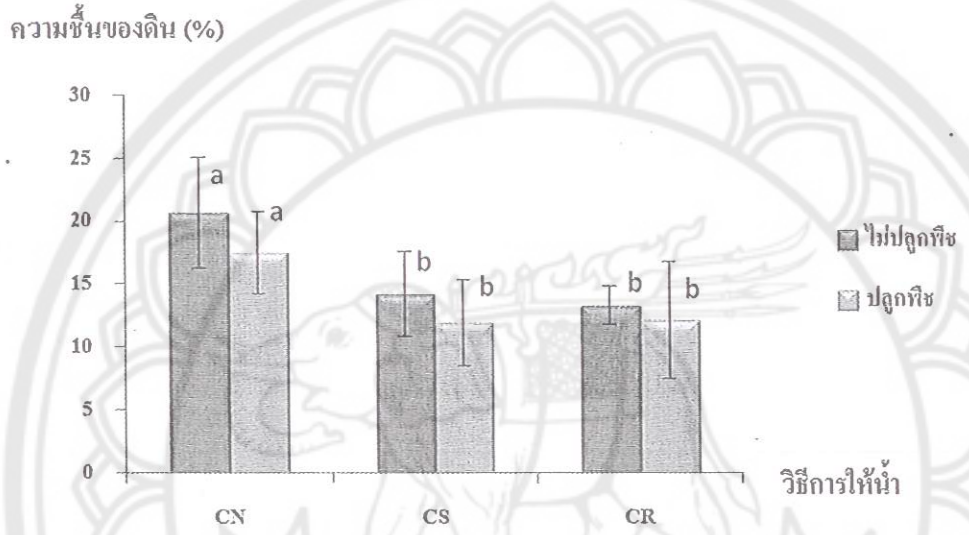
หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. ผลการทดสอบทางด้านกายภาพ

3.1 ความชื้นในดิน

จากการตรวจสอบความชื้นของดินโดยสุ่มตัวอย่างที่ลึกระดับ 5 เซนติเมตรจากผิวดินของกระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติ และที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน พบว่ากระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติจะมีระดับความชื้นสูงกว่ากระถางที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินด้วยเซรามิคทุกกระถาง โดยกระถางที่มีพืชมีความชื้น 17.50 เปอร์เซ็นต์ และกระถางที่ไม่มีพืช คือ 20.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกระถางที่มีการให้น้ำด้วยเซรามิคทรงกลมนั้น กระถางที่มีพืชและไม่มีพืชมี

ความชื้น 11.92 และ 14.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกระถางที่มีการให้น้ำด้วยเซรามิคทรงวงแหวน กระถางที่มีพืชและไม่มีพืชมีความชื้น 12.14 และ 13.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งกระถางที่ให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนจะมีความชื้นในดินมากกว่าเซรามิคทรงกลม นอกจากนี้กระถางที่มีพืชจะมีระดับความชื้นต่ำกว่ากระถางที่ไม่มีพืชทกกระถาง เนื่องจากสูญเสียน้ำจากการดูดใช้น้ำของพืชและการคายน้ำของพืช



ภาพที่ 16 กราฟแสดงระดับความชื้นของดินในกระถาง

หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และอักษรย่อของวิธีการให้น้ำให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

3.2 ปริมาณการคายระเหย

ปริมาณการคายระเหยของพืชในกระถางที่มีการปลูกโดยการให้น้ำแบบปกติจะมีค่าสูงกว่าที่ปลูกแบบระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยเซรามิคทรงวงแหวนและทรงกลม คือ 250.59 158.73 และ 149.06 มิลิลิตร ตามลำดับ ส่วนการระเหยจากผิวดินของกระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติจะมีค่าสูงกว่าที่ปลูกแบบระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยเซรามิคทรงวงแหวนและทรงกลม คือ 242.28 144.56 และ 137.68 ตามลำดับ นอกจากนี้การคายน้ำในกระถางที่มีระบบให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน จะมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 14.17 มิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่ากระถางที่มีเซรามิคทรงกลมและกระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติ คือ 11.38 และ 8.31 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

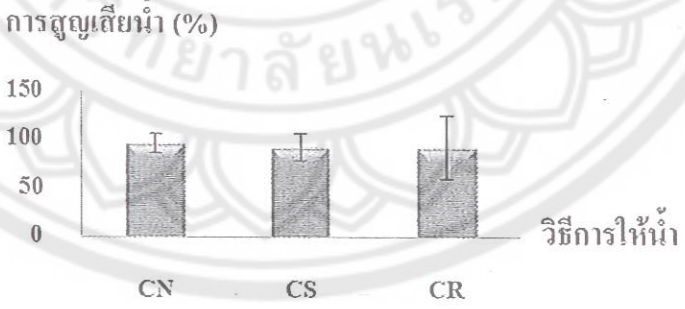
ตารางที่ 3 ปริมาณการคายระเหย การระเหยจากผิวดิน และการคายน้ำของพืช

หน่วยการทดลอง	การคายระเหยเฉลี่ย (ml)	การระเหยจากดินเฉลี่ย (ml)	การคายน้ำของพืชเฉลี่ย (ml)
น้ำปกติ + พืช (C)	250.59[a]	-	8.31[a]
เซรามิคทรงกลม + พืช (S)	149.06[b]	-	11.38[a]
เซรามิคทรงวงแหวน + พืช (R)	158.73[b]	-	14.17[a]
น้ำปกติ (CN)	-	242.28[a]	-
เซรามิคทรงกลม (CS)	-	137.68[b]	-
เซรามิคทรงวงแหวน (CR)	-	144.56[b]	-

หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3 การสูญเสียน้ำ

การสูญเสียของน้ำจากการให้น้ำแบบปกติ ให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน มีอัตราการสูญเสียน้ำที่ใกล้เคียงกัน โดยการให้น้ำแบบปกติสูญเสียน้ำมากที่สุด คือ 96.68% รองลงมา คือ ให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวนซึ่งมีการสูญเสียน้ำ 92.37 และ 97.97% ตามลำดับ (ภาพที่ 17)

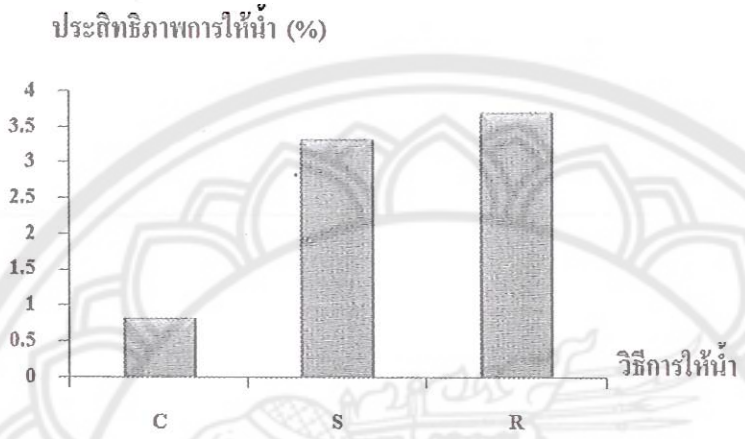


ภาพที่ 17 กราฟแสดงอัตราการสูญเสียน้ำ

หมายเหตุ อักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

3.4 ประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช

เซรามิคทรงวงแหวนจะมีประสิทธิภาพการให้น้ำมากที่สุด คือ 3.71% รองลงมา คือ เซรามิคทรงกลมและการให้น้ำปกติ มีประสิทธิภาพการให้น้ำ 3.34 และ 0.83% ตามลำดับ (ภาพที่ 18)

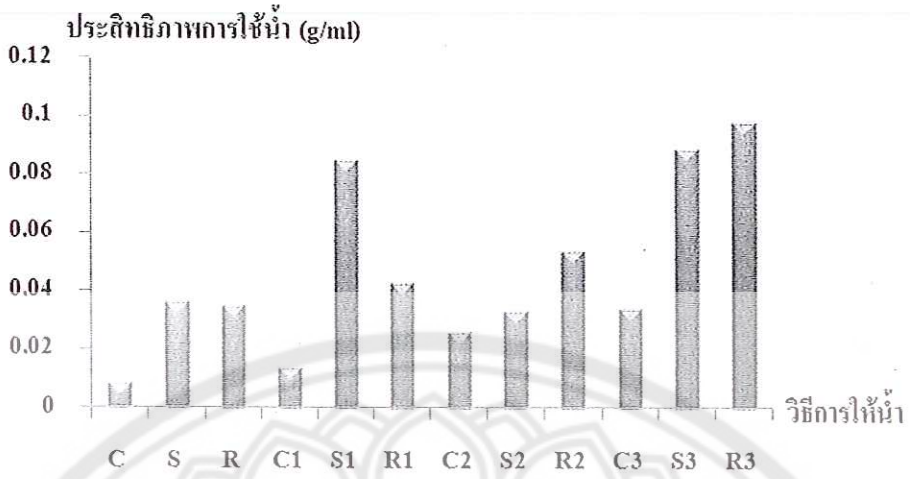


ภาพที่ 18 กราฟแสดงประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช

หมายเหตุ อักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

3.5 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช

จากประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในแต่ละหน่วยการทดลอง พบว่า การให้น้ำแก่พืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนที่มีการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด คือ 0.098 กรัม/มิลลิลิตร รองลงมา คือ S3, S1, R2, R1, S, R, C3, S2, C2, C1 และ C ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 0.089, 0.085, 0.054, 0.043, 0.036, 0.035, 0.034, 0.033, 0.026, 0.014 และ 0.0085 กรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 19)

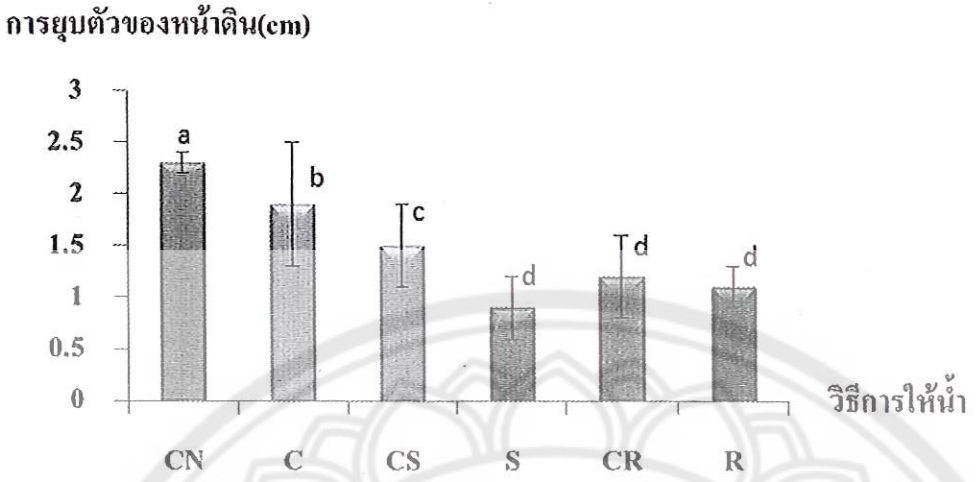


ภาพที่ 19 กราฟแสดงประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช

หมายเหตุ อักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

3.6 การยุบตัวของหน้าดิน

จากผลการวัดการยุบตัวของหน้าดินในกระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติกับกระถางที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน พบว่ากระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติมีค่าการยุบตัวของหน้าดินมากกว่ากระถางที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินทุกกระถาง โดยการให้น้ำแบบปกติมีการยุบตัวของหน้าดินมากที่สุด คือ 2.3 เซนติเมตร รองลงมา คือ การให้น้ำแบบปกติที่มีการปลูกพืช มีค่าเท่ากับ 1.9 เซนติเมตร ส่วนกระถางที่มีการให้น้ำใต้ผิวดิน การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมมีการยุบตัวมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.5 เซนติเมตร รองลงไป คือ การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน และการปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงกลม คือ 1.2, 1.1 และ 0.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และในกระถางที่ไม่มีการปลูกพืชจะมีการยุบตัวของหน้าดินมากกว่ากระถางที่มีการปลูกพืชทุกกระถาง

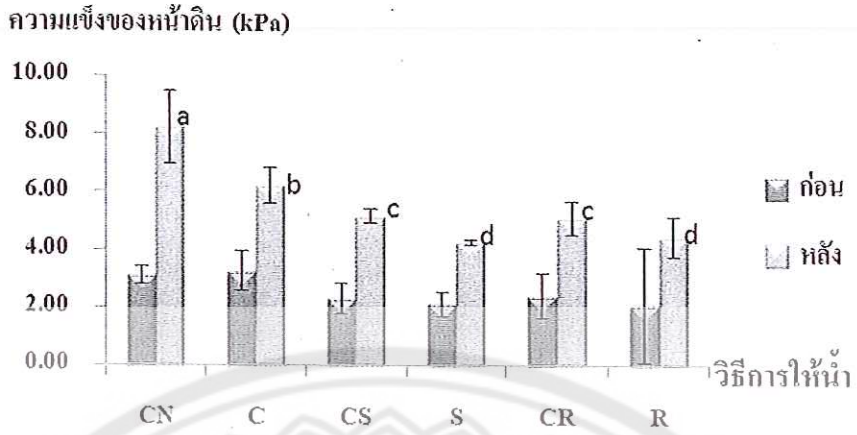


ภาพที่ 20 กราฟแสดงการยุบตัวของหน้าดิน

หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และอักษรย่อของวีธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

3.7 ความแข็งของหน้าดิน

จากการวัดค่าความแข็งของหน้าดิน พบว่ากระถางที่มีการให้น้ำปกติมีหน้าดินที่มีความแข็งมากกว่ากระถางที่มีการให้น้ำด้วยเซรามิคทุกกระถาง ซึ่งการให้น้ำแบบปกติ มีค่าความแข็งของดินมากที่สุดคือ 8.21 kPa รองลงไป คือ การปลูกพืชโดยให้น้ำแบบปกติ มีค่าเท่ากับ 6.21 kPa ส่วนกระถางที่มีการให้น้ำใต้ผิวดิน การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมมีค่าความแข็งของดินมากที่สุดคือ 5.15 kPa รองลงไป คือ การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน และการปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลม คือ 5.07, 4.44 และ 4.25 kPa ตามลำดับ และในกระถางที่ไม่มีการปลูกพืชจะมีค่าความแข็งของหน้าดินมากกว่ากระถางที่มีการปลูกพืชทุกกระถาง (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 กราฟแสดงค่าความแข็งของหน้าดินก่อนและหลังการทดลอง

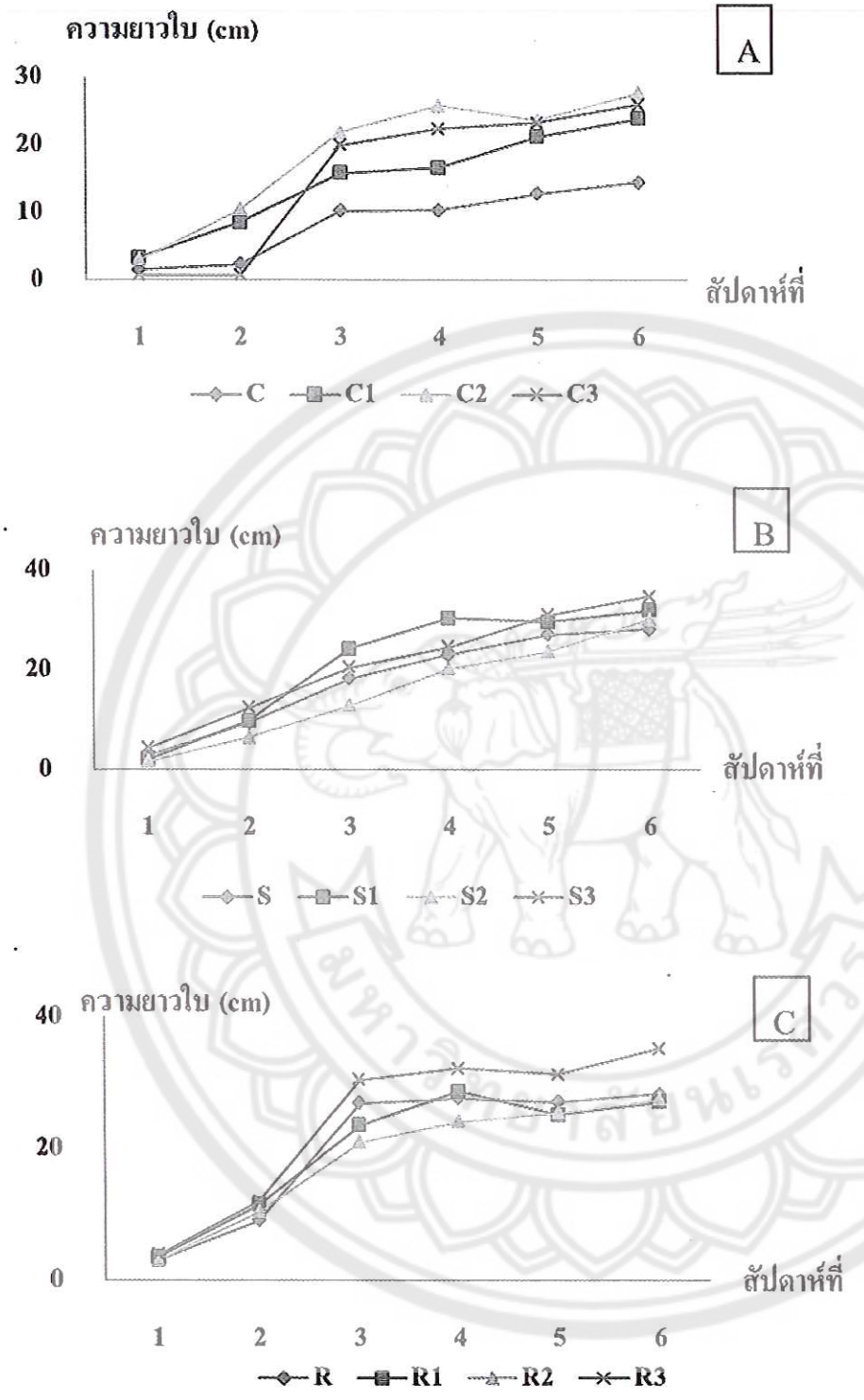
หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และอักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

4. ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกูด

4.1 ความยาวใบ

จากผลการเจริญเติบโตของผักกูดด้านความยาวใบ พบว่าในสัปดาห์ที่ 1-2 มีความยาวของใบใกล้เคียงกัน และความยาวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 หลังจากนั้นความยาวของใบเริ่มคงที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและให้ปุ๋ยความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 24.06 เซนติเมตร และการให้น้ำแบบปกติมีความยาวใบน้อยที่สุด คือ 8.52 เซนติเมตร ทั้งนี้การปลูกพืชโดยมีการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 3 กรัมต่อ1ลิตร จะมีความยาวเฉลี่ยของใบมากที่สุด รองลงมาคือ การให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1 และ2 กรัมต่อ1ลิตร ตามลำดับ และการปลูกพืชโดยให้น้ำปกติ มีความยาวเฉลี่ยของใบน้อยที่สุด ซึ่งการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนจะมีความยาวเฉลี่ยของใบมากที่สุด รองลงมาคือการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมและการให้น้ำปกติตามลำดับ

ภาพที่ 22 จะเห็นได้ว่าใบของพืชมีความยาวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยกราฟ A จะมีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองมากกว่ากราฟ B และC ซึ่งกราฟ A และB จะมีความยาวเพิ่มขึ้นช้าๆอย่างต่อเนื่อง ส่วนกราฟ C จะมีความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2-3 และจะคงที่ในสัปดาห์ถัดไป

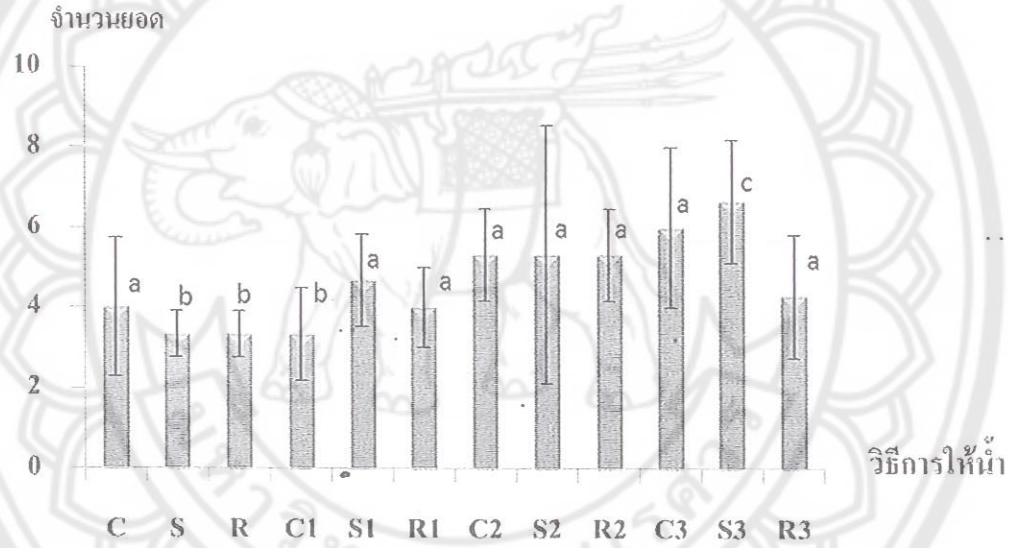


ภาพที่ 22 กราฟแสดงความยาวใบของต้นผักกูด A) ให้น้ำแบบปกติ B) ให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลม C) ให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรง

หมายเหตุ อักษรย่อของ treatment ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

4.2 จำนวนยอด

จากการตรวจนับจำนวนยอดที่เกิดขึ้นมาใหม่ของผักกูด ขณะทำการทดลอง พบว่า S3 จะมีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.67 ยอด รองลงมาคือ C3, S2, C2, R2, S1, R3, R1, C, C1, S และ R ซึ่งมีค่าเฉลี่ย คือ 6, 5.3, 4.67, 4, 4.3 และ 3.3 ยอด ตามลำดับ โดย S2, C2และ R2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ5.33ยอด และ S, R, C1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ3.33ยอด ซึ่งเป็นจำนวนยอดเฉลี่ยที่น้อยสุด นอกจากนี้กระถางที่มีการให้น้ำปกติมีปริมาณยอดที่ใกล้เคียงกัน และเริ่มมีความแตกต่างโดยมีจำนวนยอดเพิ่มขึ้น เมื่อมีการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1,2และ 3 กรัม/ลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 23)

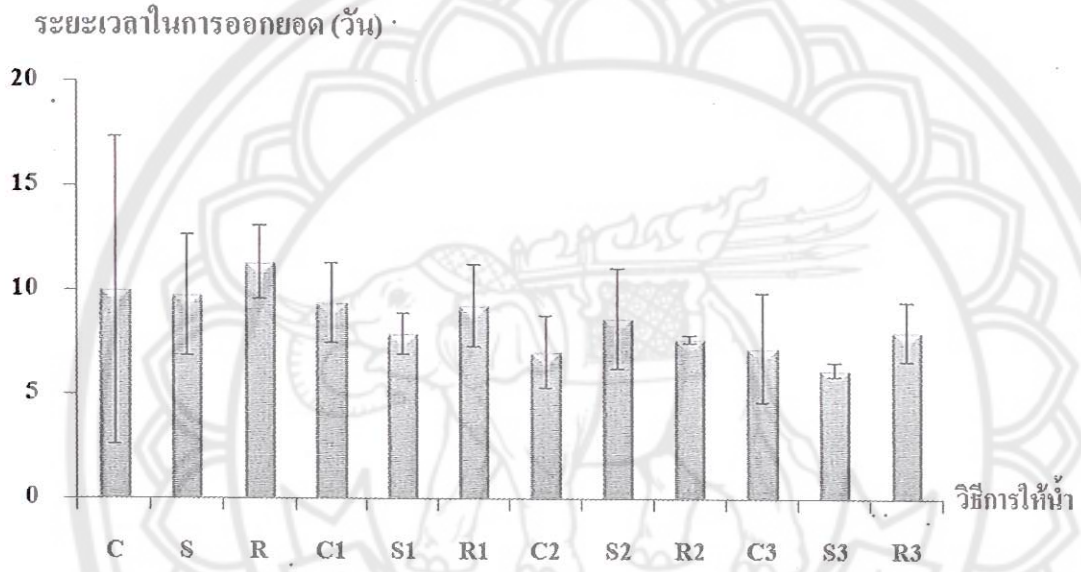


ภาพที่ 23 กราฟแสดงจำนวนยอดของผักกูด

หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และอักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

4.3 ระยะเวลาในการเกิดยอดใหม่

การศึกษาระยะเวลาในการเกิดยอดใหม่ผักกูด ทั้งจากพืชที่ปลูกโดยวิธีให้น้ำแบบปกติ วิธีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน ที่มีการให้น้ำธรรมดาและที่ให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตร พบว่า ระยะเวลาในการเกิดยอดใหม่ใกล้เคียงกัน โดย S3 ใช้ระยะเวลาในการเกิดยอดใหม่น้อยที่สุด คือ 6.17 วัน และ R ใช้ระยะเวลาในการเกิดยอดใหม่มากที่สุด คือ 11.31 วัน (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 กราฟแสดงระยะเวลาในการออกยอด

หมายเหตุ อักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

4.4 ปริมาณผลผลิต

ผลการศึกษาผลผลิตของพืช ด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจากส่วนของยอดที่เกิดใหม่ ทั้งจากพืชที่ปลูกโดยวิธีให้น้ำแบบปกติ วิธีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน ที่มีการให้น้ำธรรมดาและที่ให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตรพบว่า R3 มีปริมาณผลผลิตมากที่สุดคือ 53.29 กรัม โดยมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง คือ 68.78, 15.58 กรัม ตามลำดับ ส่วน C มีปริมาณผลผลิตน้อยที่สุดคือ10.36 กรัม โดยมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง คือ 12.48, 15.58 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่า การปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนจะให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือการปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงวงกลม และปลูกพืชโดยให้น้ำปกติตามลำดับ นอกจากนี้การปลูกพืชโดยให้ปุ๋ยความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร มีปริมาณผลผลิตมาที่สุด

รองลงมาคือ ให้ปุ๋ยเข้มข้น 2 และ 1กรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยการให้น้ำธรรมดาจะมีปริมาผลผลิตน้อยที่สุด (ภาพที่ 25)

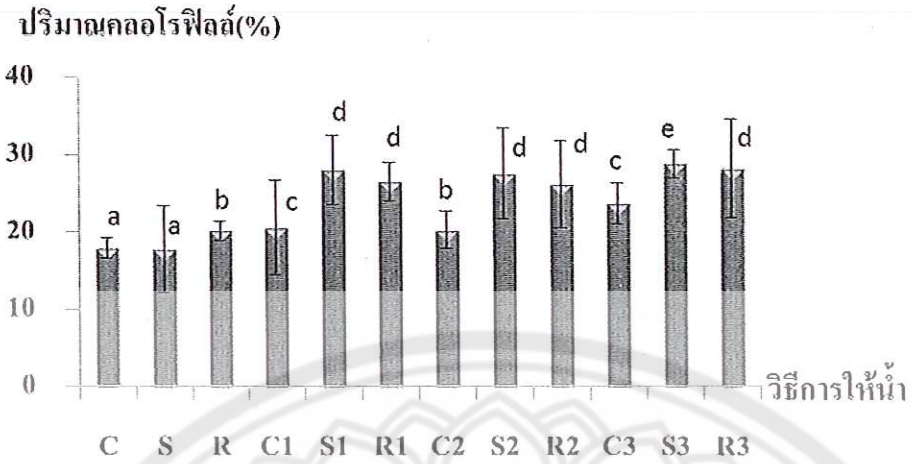


ภาพที่ 25 กราฟแสดงปริมาณผลผลิต

หมายเหตุ อักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

4.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ของพืช จากยอดเกิดใหม่ที่มีการคลี่ออกของใบทั้งจากพืชที่ปลูกโดยวิธีให้น้ำแบบปกติ วิธีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน ที่มีการให้น้ำธรรมดาและที่ให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตร พบว่าพืชที่มีการให้ปุ๋ยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใกล้เคียงกัน และมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าการให้น้ำธรรมดา ซึ่ง S3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด คือ 28.77% และ S มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยที่สุด คือ 17.68 % นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า การให้น้ำแบบปกติ จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่าการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลมและทรงวงแหวน ตามลำดับ (ภาพที่ 26)



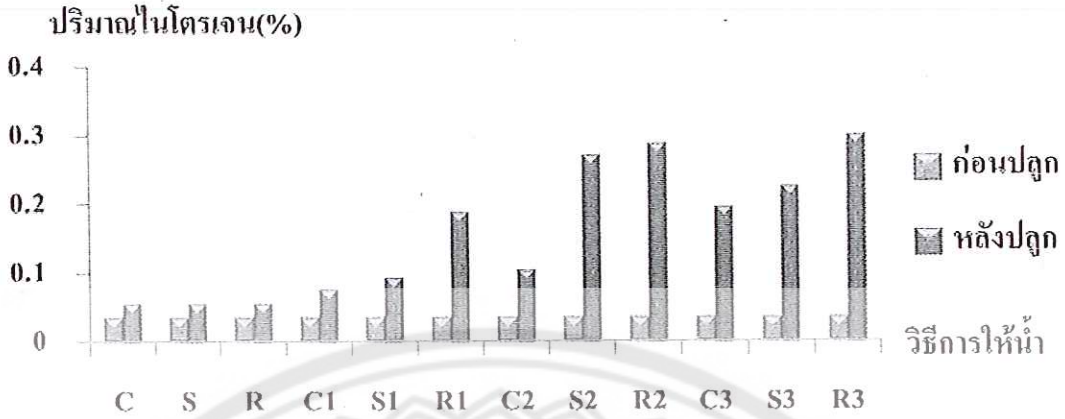
ภาพที่ 26 กราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์

หมายเหตุ ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรต่างกัน คือมีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's new Multple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และอักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

5. ผลการทดสอบทางด้านเคมี

5.1 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในพืช

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืชก่อนปลูกและหลังปลูกในทุกกระถางที่มีการปลูกพืช พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในพืชก่อนปลูก เท่ากับ 0.035% ส่วนพืชหลังปลูก R3 มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด คือ 0.301% รองลงมาคือ R2, S2, S3, C3, R1, C2, S1 และC1 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน คือ 0.287, 0.271, 0.226, 0.196, 0.189, 0.105, 0.094 และ 0.077% ตามลำดับ โดยC, S และ R มีปริมาณน้อยที่สุดและมีค่าเท่ากัน คือ 0.056% ซึ่งจะเห็นได้ว่าในการปลูกพืชที่มีการให้ปุ๋ยจะมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่าการให้น้ำธรรมดา และการปลูกโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน จะมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่า การปลูกโดยใช้เซรามิคทรงวงกลม และการปลูกโดยให้น้ำปกติ ตามลำดับ (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 กราฟแสดงปริมาณไนโตรเจนในพืชก่อนปลูก และหลังปลูก

หมายเหตุ อักษรย่อของวิธีการให้น้ำ ให้กลับไปดูในหน้าที่ 29

<u>อภิปรายผลการศึกษาวิจัย</u>

จากผลการทดสอบการปลูกพืชด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคกับการปลูกพืชแบบปกติ โดยออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด เพื่อเปรียบเทียบการประหยัดน้ำ การเจริญเติบโตและผลผลิตดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) เปรียบเทียบปริมาณการให้น้ำระหว่างการให้น้ำใต้ผิวดิน โดยใช้เซรามิคทรงกลม (S) และทรงวงแหวน (R) กับการปลูกพืชให้น้ำแบบปกติ (C) พบว่ามีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจากปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันที่ใช้ในการให้น้ำแก่พืชของเซรามิคทรงกลม คือ 341.18 มิลลิลิตรต่อวันซึ่งน้อยกว่าการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและการให้น้ำปกติ คือ มีปริมาณการใช้น้ำ 381.61 และ 1000 มิลลิลิตรต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบปกติ เซรามิคทรงกลมจะประหยัดกว่า ประมาณ 658.82 มิลลิลิตรต่อวัน และเซรามิคทรงวงแหวนจะประหยัดกว่า ประมาณ 618.39 มิลลิลิตรต่อวัน ดังนั้นการให้น้ำแบบปกติมีการใช้น้ำสิ้นเปลืองถึง 3 เท่า เมื่อเปรียบกับการให้น้ำแบบเซรามิค จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการให้น้ำทางผิวดินจะสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากเป็นการปล่อยให้น้ำไหลซึมผ่านผิวดิน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพดิน พืช สภาพภูมิอากาศรอบๆต้นพืช และการจัดการเพาะปลูก เป็นต้น (ดิเรก และคณะ, 2544) ส่วนการให้น้ำด้วยเซรามิคสามารถควบคุมการใช้น้ำได้

ดีกว่าการให้น้ำแบบปกติ เนื่องจากเป็นการให้น้ำในบริเวณที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เลย ทำให้มีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าการให้น้ำแบบปกติ

2) การเจริญเติบโตของผักกูด มีการเจริญเติบโตได้ช้า จึงทำให้ผลการทดลองไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อีกทั้งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน- มีนาคม ซึ่งไม่ได้อยู่ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตได้ดี โดยผักกูดจะเจริญเติบโตได้ดีในฤดูฝนคือ ช่วงเดือนมิถุนายน – กันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการแตกใบอ่อน (จารุพันธ์ และคณะ, 2550) โดยมีการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกโดยให้น้ำแบบปกติ การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลม และทรงวงแหวน รวมทั้งเปรียบเทียบระหว่างพืชที่ได้รับน้ำธรรมดา และได้รับปุ๋ยความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม /ลิตร ดังนี้

การเจริญด้านความยาวใบและปริมาณผลผลิตของพืชที่มีการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตดีกว่าการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงกลม และการให้น้ำแบบปกติ เนื่องจากเซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืชสูงที่สุด (ภาพที่ 18) กล่าวคือพืชในชุดเซรามิควงแหวนสามารถดูดซับน้ำ (water absorption) ที่ปลดปล่อยจากเซรามิคไปใช้ได้สูงสุด สอดคล้องกับปริมาณการคายน้ำที่เซรามิควงแหวนแสดงแนวโน้มการคายน้ำสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆเช่นกัน ส่วนค่าความชื้นของดินในชุดเซรามิคทั้งสองแบบมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการให้น้ำปกติ จึงยืนยันว่าน้ำที่ปลดปล่อยจากเซรามิคถูกพืชดูดซับไปใช้ประโยชน์มากกว่าสูญเสียไปกับการแทรกซึมไปตามอนุภาคดิน (percolation) ด้วยเหตุนี้พืชที่ปลูกด้วยเซรามิคแบบวงแหวนจึงมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชอันเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการสร้างผลผลิตจากต้นทุนน้ำที่สูงที่สุด (ภาพที่ 19) (ดนัย, 2547) นอกจากนี้พืชที่มีการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตร จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ได้รับเพียงน้ำธรรมดา โดยการเพิ่มความเข้มข้นของปุ๋ยจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีขึ้น และมีปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้นตามมา (ภาพที่ 27) สันนิฐานว่า ปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในชุดที่ได้รับปุ๋ยสูตร 16-16-16 เหล่านี้ คาดว่ามีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์สูงขึ้นตามไปด้วย (ภาพที่ 26) ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (สุมาลี, ม.ป.ป.) คาดว่าการเพิ่มปริมาณของคลอโรฟิลล์น่าจะส่งเสริมการสังเคราะห์แสงทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตสูงขึ้น

การเจริญด้านจำนวนยอดที่เกิดใหม่และระยะเวลาในการเกิดยอดซึ่งล้วนเป็นผลจากการเติบโตด้วยกระบวนการแบ่งเซลล์ (cell division) เป็นหลัก พบว่าเซรามิคทรงกลม ทำให้พืชมี

จำนวนยอดที่เกิดใหม่มาก รวมทั้งใช้ระยะเวลาในการเกิดยอดน้อยกว่าเซรามิคทรงวงแหวนและการให้น้ำปกติ เนื่องจากมีการยุบตัวของหน้าดิน (ภาพที่ 20) และความแข็งของหน้าดิน (ภาพที่ 21) น้อยกว่า จึงทำให้ดินในกระถางปลูกมีช่องว่างภายในดินมาก ทำให้รากพืชจึงชอนไชได้สะดวก รวมทั้งสามารถใช้น้ำและอากาศที่อยู่ภายในดินได้ดี รากจึงไม่เกิดความเครียด (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, ม.ป.ป.) อีกทั้งการมีช่องว่างในดินมากทำให้ออกซิเจนในดินมากขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้เกิดการหายใจระดับเซลล์ (respiration) เพิ่มมากขึ้น โดยจะสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานออกมาในรูปของ ATP ซึ่งพลังงานที่ได้จะไปกระตุ้นกระบวนการแบ่งเซลล์ (พงชัย, ม.ป.ป.) ทำให้พืชสามารถสร้างยอดใหม่ได้จำนวนมากและใช้ระยะเวลาในการสร้างยอดน้อย นอกจากนี้หากมีการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม/ลิตร ร่วมด้วย จะทำให้พืชสร้างยอดได้ดีกว่าการให้น้ำธรรมดา โดยที่ปุ๋ยความเข้มข้นสูงขึ้นจะส่งผลให้มีการสร้างยอดมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากชุดการทดลองที่ได้รับปุ๋ยมีปริมาณไนโตรเจนมาก (ภาพที่ 27) และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ วิตามิน และโคเอนไซม์ (ณัฐพล, 2553) มีผลทำให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต และช่วยกระตุ้นให้พืชแบ่งเซลล์มากขึ้น (มัณฑนีย์, ม.ป.ป.) พืชจึงมีการสร้างยอดจำนวนมากและใช้ระยะเวลาในการสร้างยอดน้อย

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี และหากให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 1, 2 และ3 กรัม/ลิตร ตามลำดับ พบว่าที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร ร่วมกับการให้น้ำใต้ผิวดินจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุด สรุปก็คือการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและการให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร มีความเหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของผักกูดในการทดลองนี้

<u>สรุปผลการศึกษาวิจัย</u>

จากการศึกษาประสิทธิภาพการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิครูพรุนต่อการเจริญเติบโตของผักกูดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. คุณสมบัติการไหลของน้ำ

จากคุณสมบัติการไหลของน้ำ เซรามิคทรงวงแหวนจะมีอัตราการไหลของน้ำมากกว่าเซรามิคทรงกลม ซึ่งเซรามิคทรงวงแหวนมีปริมาณการใช้น้ำที่มากกว่าในเวลาที่เท่ากัน

2. ปริมาณการให้น้ำ

ปริมาณการให้น้ำในการปลูกพืชโดยใช้เซรามิคทรงกลม มีปริมาณน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 341.18 มิลลิลิตร/วัน รองลงมาคือ การให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 381.61 มิลลิลิตร/วัน และที่มากที่สุดคือ การให้น้ำแบบปกติมีปริมาณน้ำเฉลี่ย 1000 มิลลิลิตร/วัน

3. ด้านกายภาพของดินในกระถาง

กระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติจะมีระดับความชื้นสูงกว่ากระถางที่มีการให้น้ำด้วยเซรามิค โดยเซรามิคทรงวงแหวนจะมีความชื้นมากกว่าเซรามิคทรงกลม นอกจากนี้กระถางที่มีพืชจะมีระดับความชื้นที่ต่ำกว่ากระถางที่ไม่มีพืชทุกกระถาง อีกทั้งปริมาณการคายระเหยของพืชในกระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติ จะมีค่าสูงกว่ากระถางที่มีการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและทรงกลม ตามลำดับ ส่วนการระเหยจากผิวดินของกระถางที่มีการให้น้ำแบบปกติ จะมีค่าสูงกว่ากระถางที่มีการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและทรงกลม ตามลำดับ นอกจากนี้การคายน้ำของพืชในกระถางที่มีการให้น้ำโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวน จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากระถางที่ใช้เซรามิคทรงกลมและให้น้ำแบบปกติ ตามลำดับ

การคำนวณหาอัตราการสูญเสียน้ำ พบว่า การให้น้ำแบบปกติมีการสูญเสียน้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นเซรามิคทรงกลม และทรงวงแหวน ตามลำดับ ส่วนการคำนวณหาประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช พบว่า การให้น้ำโดยเซรามิคทรงวงแหวนมีประสิทธิภาพการให้น้ำสูงกว่าเซรามิคทรงกลม และการให้น้ำแบบปกติ ตามลำดับ และการคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช พบว่า การปลูกโดยใช้เซรามิคทรงกลมพืชมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นทรงวงแหวนและการให้น้ำแบบปกติ ตามลำดับ

การให้น้ำแบบปกติ จะมีการยุบตัวของหน้าดิน และความแข็งของหน้าดินมากกว่าการให้น้ำโดยใช้เซรามิค ซึ่งการให้น้ำโดยใช้เซรามิคมีการยุบตัวของหน้าดิน และความแข็งของหน้าดินใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกระถางที่มีการปลูกพืชแล้ว พบว่ากระถางที่ไม่มีการปลูกพืชจะมีการยุบตัวและมีความแข็งของหน้าดินมากกว่ากระถางที่มีการปลูกพืช

4. การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกูด

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผักกูดพบว่าทางความยาวใบ ระยะเวลาในการออกยอด จำนวนยอด ปริมาณผลผลิต และปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่าการปลูกพืชโดยมีการให้ปุ๋ยจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าการให้น้ำธรรมดา โดยที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร จะมีประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 1และ2 กรัม/ ลิตร ตามลำดับ โดยที่การให้

น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคทรงวงแหวนและทรงกลมมีปริมาณการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันและให้ผลดีกว่าการให้น้ำแบบปกติ

5. ข้อมูลทางเคมี

การทดสอบปริมาณไนโตรเจนในพืช พบว่า พืชที่มีการให้ปุ๋ย จะมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากกว่าพืชที่ไม่มีให้ปุ๋ย โดยการให้ปุ๋ยที่มีความเข้มข้น 2 และ 3 กรัม/ลิตร จะมีปริมาณไนโตรเจนใกล้เคียงกัน รองลงมาเป็นการให้ปุ๋ยที่มีความเข้มข้น 1 กรัม/1ลิตร และการให้น้ำปกติ ซึ่งการให้น้ำโดยเซรามิคทรงวงแหวนจะมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาคือ การให้น้ำโดยเซรามิคทรงวงกลม และการให้น้ำปกติ ตามลำดับ

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. (ม.ป.ป.). *การปลูกเลี้ยงและดูแลรักษาเฟิน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://www.kasetonline.net/newsite/index.php?id=46

กลุ่มวิจัยและพัฒนาพื้นที่ผักและไม้ผล สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. (ม. ป. ป.).*วิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัด*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://www.rakbanker d.com/agriculture/open.php?id= 670&s=tblplant

คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2544). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิรวัฒน์ เขื่อนปัญญา. (2550). *การประยุกต์ใช้เซรามิคในการให้น้ำใต้ผิวดินเพื่อการผลิตพืช*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร

ณัฐพล อ่อนปาน. (2553). *ยอดพืช*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2554, จาก http://www.evolution.in. th/?p=345

ดนัย บุณยเกียรติ. (2547). *การเจริญเติบโตและการพัฒนา*. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2554, จาก http://web.agri.cmu.ac.th/hort/course/359311/PPHY6_growthdevelopment.htm#step

ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวี จิระซีวี และอิธสุนทร นันทกิจ. (2544). *การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช*. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์

นิติ สายจันทร์, บพิตร ตั้งวงศ์กิจ และพงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์. (2542). *การศึกษาการให้น้ำใต้ผิวดินในอ้อย*. หนังสือรวมบทคัดย่อ ผลงานวิจัยของคณาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาไทยในระหว่างปี 2540-2542. หน้า 506-507. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย สำนักมาตรฐานอุดมศึกษา ส่วนวิจัยและพัฒนา. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://pikul.lib.ku.ac.th/cgi-bin/agdb1 . exe?rec id=0 6 0 2 8 1 &database=agdb1 &search_type=link&table=mona&back_path=/agdb1/mona&lang=thai&format_name=TFMON

พลชัย หาญยุทธนากร. (ม.ป.ป.). *การหายใจระดับเซลล์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2554, จาก http://www.school.net.th/library/snet5/topic8/top811_5.html

ภัทรา แสงดานุช และวีระ โดแวนเว. (2549). *ปลูกเฟินอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บ้านและสวน

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. (ม. ป. ป.). *ธาตุไนโตรเจน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://www.nsru.ac.th/e-learning/soil/lesson_9_2.php

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ม. ป. ป.). *การวิเคราะห์สมบัติต่างๆของเซรามิค*. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://www.mne.eng.psu.ac.th/staff/lek_files/ceramic/u9.htm

มัณฑนีย์ เศรษฐภัคดี. (ม.ป.ป.). *ธาตุอาหารพืช*. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2554, จาก http://203.158.253.5/wbi/Science/%E0%B8%9B%E0%B8%90%E0%B8%9E%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99/unit1101.htm

วลัยพร อรกิจ. (2550). *การศึกษาระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคต่อการเจริญเติบโตของหม้อข้าวหม้อแกงลิง (Nepenthes mirabilis Lour.)*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.บ สาขาชีววิทยา,มหาวิทยาลัยนเรศวร.พะเยา

วิมลรัตน์ บุตรดาชุย. (2550). *การศึกษาประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยเซรามิกต่อการเจริญเติบโตของต้นพริก*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.บ สาขาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.พะเยา

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (สสท.). (ม.ป.ป.). *วิกฤตการณ์ธรรมชาติและมนุษย์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://teenet.tei.or.th/Project/dawn1.html

สุขทัย พงค์พัฒนศิริ. (2544). *การพัฒนาระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้เซรามิคเพื่อการใช้น้ำอย่างประหยัด*. วิทยานิพนธ์ วท.ม.มหาวิทยาลัยนเรศวร.พิษณุโลก

สุมาลี ดุลยอนุกิจ. (ม.ป.ป). *ผลของระดับความเข้มข้นต่างๆ ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสูตรอาหาร Zarrouk ต่อการเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง*. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://web.ku.ac.th/nk40/nk/data/11/spi_wd8.htm

บทที่ 12
โครงการขยายพันธุ์ไม้ป่าสู่ชุมชนในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พื้นที่ของมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อยู่ในเขตตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ภายได้การกำกับดูแลของกรมป่าไม้ โดยมีลักษณะภูมิประเทศเป็นป่าซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายมาก ซึ่งบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา มีชุมชนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ต่างก็มีความต้องการใช้ประโยชน์จากพืชป่าสมุนไพร เช่น นำมาประกอบเป็นอาหาร นำมาเป็นเครื่องเทศ นำมาเป็นยารักษาโรค ซึ่งชาวบ้านที่อยู่ในรอบๆมหาวิทยาลัยส่วนมากจะใช้ประโยชน์แต่อย่างเดียว แต่พฤติกรรมในด้านการขยายพันธุ์ การเก็บรักษาและอนุรักษ์พันธุ์ไม้ป่ายังมีกันน้อยมาก ดังนั้นควรมีการทำการขยายพันธุ์ต้นกล้าไม้ป่าเหล่านี้ ซึ่งการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดเป็นวิธีการหนึ่งเพื่อเพิ่มจำนวนต้นกล้า เนื่องจากเมล็ดหาง่ายและราคาไม่แพง ทำให้ได้ต้นกล้าที่มีอายุยืนยาว โดยทั่วไปเมล็ดสามารถงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม แต่มีเมล็ดบางชนิดไม่สามารถจะงอกได้ เนื่องจากเมล็ดมีการพักตัว ซึ่งการพักตัวมีสาเหตุหลายประการ เช่น การที่เปลือกหุ้มเมล็ดแข็งไม่ยอมให้น้ำผ่าน สารยับยั้งการงอก การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและสรีรวิทยาของเมล็ด เป็นต้น ซึ่งจากการวิจัยในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ในปีที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงวิธีทำลายการพักตัวของพันธุ์ไม้ป่าได้แก่ สะเดา มะแขว่น มะข่วง ผักหวาน และมะเม่าและพบว่าพันธุ์ไม้ดังกล่าวมีการใช้ประโยชน์ในชุมชนอย่างแพร่หลายแต่ในขณะเดียวกันพบว่าพบพันธุ์ไม้เหล่านี้ในชุมชนลดจำนวนลงเนื่องจากการพัฒนาของชุมชน ตลอดจนคนในชุมชนยังไม่เห็นความสำคัญในการอนุรักษ์พันธุ์ไม้เหล่านี้ ดังนั้นเพื่อให้มีการนำผลจากการวิจัยมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการขยายพันธุ์ไม้ป่าชนิดต่างๆ ตามที่กล่าวมาเพื่อนำไปปลูกอนุรักษ์ในชุมชนที่อยู่ภายในและโดยรอบบริเวณพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา เพื่อให้ชุมชนได้ใช้ประโยชน์ในการเป็นอาหารและสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุ์พืชพื้นเมืองและมีความหวงแหนตลอดใจให้ความสำคัญต่อทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการขยายพันธุ์ไม้ป่าบางชนิดในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ได้แก่สะเดา มะแขว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า
2. เพื่อทำการผลิตต้นกล้าพันธุ์ไม้ป่าบางชนิดในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ได้แก่สะเดา มะแขว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า และทำการแจกจ่ายให้กับชุมชนในท้องถิ่น

ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity) กล่าวคือ มีความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากลายในชนิดพันธุ์และความหลากหลายในระบบนิเวศน์ ซึ่งพรรณพืชที่ศึกษาพบไม่ต่ำกว่า 12,000 ชนิด โดยรวมถึงเห็ดรา 3,000 กว่าชนิด เฟิร์น 633 ชนิด และกล้วยไม้มากว่า 1,000 ชนิด พบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น

จากข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ จาก 171.02 ล้านไร่ หรือร้อยละ 53.3 ของพื้นที่ประเทศ ในปี พ.ศ. 2504 ลดลงเหลือ 97.88 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 30.5 ของพื้นที่ประเทศ ในปี พ.ศ. 2525 ลดลงเหลือ 81 ล้านไร่ หรือร้อยละ 25.3 ของพื้นที่ประเทศ ในปี 2541 ส่วนพื้นที่ป่าชายเลนลดลงจาก 2.3 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2504 เหลือเพียง 1.1 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2534 สภาพพื้นที่ป่าไม้ลดลงรวดเร็ว ส่งผลทำให้พรรณพืชหลากหลายชนิดที่ยังไม่ได้ศึกษาและบางชนิดที่ยังไม่สำรวจพบ สูญพันธุ์ไป พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีสายพระเนตรกว้างและยาวไกล ทรงเห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช โดยทรงเริ่มดำเนินงานพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 เป็นต้นมา โดยมีพระราชดำริให้ดำเนินการสำรวจรวบรวมปลูกดูแลรักษาพรรณพืชต่างๆ ที่หายากและกำลังจะหมดไป ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงสานพระราชปณิธานต่อโดยได้มีการจัดตั้งโครงการและดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา การดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ในระยะที่ผ่านมาถึงปัจจุบันมีหน่วยงานต่างๆ ร่วมสนองพระราชดำริเพิ่มมากขึ้น โดยระยะแรกพื้นที่เป้าหมายของโครงการ คือ พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ กองทัพเรือ เช่น หมู่เกาะแสมสาร สัตหีบ ชลบุรี เกาะในความรับผิดชอบกองทัพเรือที่โครงการฯ,พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ กองการเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานทหารพัฒนา หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา เขาวังเขมร อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี, พื้นที่สร้างป่าตามแนวพระราชดำริฯ และป่าพันธุกรรมพืชทับลาน ครบุรี, พื้นที่หนองระเวียง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา, พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ สวนเปิดป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี, พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอัน

เนื่องมาจากพระราชดำริฯ โคกภูตากา อำเภอเวียง จังหวัดขอนแก่น และพื้นที่เขื่อนใหญ่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 13 เขื่อนทั่วประเทศ เนื้อที่รวม 30,850 ไร่ อันได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนท่าทุ่งนา เขื่อนวชิราลงกรณ์ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนบางลาง เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนน้ำพุง เขื่อนห้วยกุ่ม และ โรงไฟฟ้าลำตะคอง แต่ต่อมาได้มีการดำเนินการทำให้พื้นที่และกิจกรรมดำเนินงานของโครงการกระจายออกไปในภูมิภาคต่างๆ และมีการดำเนินงานที่หลากหลาย เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริและสอดคล้องกับสถานการณ์ต่างๆ ในปัจจุบัน โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ จะร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่นจังหวัด กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา กรมวิชาการเกษตร สถาบันการศึกษาต่างๆ ฯลฯ และกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการดำเนินงานสำรวจ พร้อมทั้งวางแผนปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องวิธีการและขั้นตอนการดำเนินงานและการบริหารจัดการ โดยแต่ละหน่วยงานเป็นผู้รับผิดชอบและเป็นแกนกลางดำเนินงานในพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.) เป็นผู้สนับสนุนด้านวิชาการ อีกทั้งยังมีกิจกรรมภายใต้โครงการ อันได้แก่ กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช กิจกรรมสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช กิจกรรมศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช กิจกรรมวางแผนพัฒนาพันธุ์พืช กิจกรรมสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และกิจกรรมพิเศษสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เป็นต้น ส่วนด้านการพัฒนาพื้นที่เฉพาะนั้น จะมีการดำเนินงานอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและทรัพยากรในพื้นที่ต่าง ๆ แต่ละพื้นที่เพื่อให้มีประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางการดำเนินงานและวางแผนงานหลักเป็นการเฉพาะในแต่ละพื้นที่กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช เป้าหมายที่สำคัญเพื่อที่จะปกปักพื้นที่ป่าธรรมชาติ นอกเขตพื้นที่รับผิดชอบของกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้แก่ ป่าในสถาบันการศึกษา ป่าในศูนย์วิจัยและสถานีทดลองป่า ซึ่งเมื่อรักษาป่าธรรมชาติไว้ก็จะรักษาพันธุกรรมดั้งเดิมในแต่ละพื้นที่ โดยมีเป้าหมายสนับสนุนให้สถาบันการศึกษาในระดับต่างๆ จัดทำโครงการปกปักป่าของสถาบัน ทำการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ภายในสถาบัน (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ, 2544)

การศึกษาพันธุ์ไม้ป่าและพืชพื้นบ้าน

การศึกษาความหลากหลายของพืชพื้นบ้านและพืชสมุนไพร และการใช้ประโยชน์ของคน ในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ของ ละออ, 2547 และภัทราภรณ์ , 2547 พบว่ามีพืชพื้นบ้านจำนวน 35 ชนิด และ 22 วงศ์ โดยคนในชุมชนนำไปใช้ประโยชน์ เป็นพืชอาหารและพืชสมุนไพร ซึ่งไม้ป่าที่คนนิยมนำมาบริโภคกันมาก ได้แก่ สะเดาหรือสะเรียม มะเม่า มะข่วง มะแคว่น ซึ่งสะเดา (*Azadirachta indica* A. Jass. Var siamensis) Valeton เป็นไม้ยืนต้น สูง 8-15 เมตร ออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน นิยมนำเอายอดอ่อน ใบอ่อน ซึ่งมีรสขม รับประทานเป็นเครื่องเคียง

โดยนำมาลวกหรือต้ม รับประทานร่วมกับน้ำพริกและลาบ **มะเม่า** (*Antidesma acidum* Retz) เป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 3-5 เมตร ออกดอกในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม นิยมนำส่วนยอดอ่อนและผลอ่อนมารับประทาน โดยนำยอดอ่อนมาทำการแกงร่วมกับเห็ดเผาะ **มะข่วง** (*Zanthoxylum rhetsa* Roxb. D.C) **มะแคว่น** (*Zanthoxylum myriacanthum Wall ex. HooK.f.*) เป็นไม้ยืนต้น สูง 10-25 เมตร ออกดอกในเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม นิยมนำเมล็ดมาป่นเครื่องเทศประกอบอาหาร ประเภท ลาบ แกงอ่อม แกงหน่อไม้ ยำหน่อไม้

เมล็ดพันธุ์ เป็นคัพภะที่เจริญเติบโตเต็มที่หรือไข่ที่เจริญเติบโตเต็มที่ หรือผลที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งเมล็ดที่จะนำมาขยายพันธุ์ต้องเป็นเมล็ดที่มีชีวิต และเป็นตัวที่นำลักษณะต่างๆ ที่สามารถถ่ายทอดพันธุกรรมจากชั่วชีวิตหนึ่งไปยังอีกชั่วชีวิตหนึ่ง ซึ่งเมล็ดพันธุ์จะต้องมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง มีความแข็งแรง และมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน แต่บางครั้งเมล็ดไม่สามารถงอกได้ในสภาพแวดล้อมปกติ เนื่องจากเมล็ดมีการพักตัว (Dormancy) ซึ่งเป็นกลไกเพื่อการอยู่รอดของชีวิต และปกป้องไม่ให้เมล็ดพันธุ์ถูกทำลาย โดยจะไม่งอกถ้ายังไม่ถึงฤดูกาลที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน การพักตัวของเมล็ดมีสาเหตุหลายประการ เช่นการพักตัวของเมล็ดเนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat dormancy) เช่น การที่มีเปลือกหนา (hard seed) เนื่องจากมี เพคติน (pectin) หรือ ซูเบอริน (suberin) เคลือบอยู่ ทำให้น้ำและออกซิเจนไม่สามารถซึมผ่านไปได้ การพักตัวเนื่องจากองค์ประกอบภายในเมล็ด (internal dormancy) เช่นคัพภะอยู่ในระยะพักตัว (embryo dormancy) คัพภะยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่ (rudimentary dormancy) เป็นการพักตัวเนื่องจากคัพภะมีการพัฒนาเฉพาะส่วนราก แต่ส่วนยอดยังไม่พัฒนา และการพักตัวเนื่องจากสารยับยั้งการเจริญเติบโต (seed germination inhibitor) เป็นการพักตัวเนื่องจากมีสาร เช่น กรดแอ็บซิสซิค (abscisic acidd)ไซยาไนด์ (cyanide) ห่อหุ้มเมล็ดอยู่ การปฏิบัติต่อเมล็ดเพื่อทำลายการพักตัว สามารถทำได้หลายอย่าง การใช้วิธีกล (mechanical treatments) เช่น โดยวิธีถูหรือฝน (scarification) การเจาะรู (boring hole) การตัดปลายเมล็ด (clipping) การทุบหรือการกะเทาะเมล็ด (cracking) การแช่น้ำ (water soaking) การใช้น้ำร้อนลวก (hot water soaking) การแช่น้ำ การเก็บเมล็ดไว้ในที่ชื้น (stratification) และการใช้สารเคมี (chemical treatments) เช่น กรดกำมะถัน กรดน้ำส้ม คลอรีน กรดเกลือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ออกซิน เอทธิลีน และจิบเบอเรลลิน (ชัยพร, 2546) การจะใช้วิธีการทำลายการพักตัวขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น เปลือกหุ้มของพืชตระกูล Fabaceae มีสารพวก wax cutin และ suberin หุ้มอยู่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการซึมผ่านของน้ำ (บัณฑิต และอรอนงค์, 2529) ดังนั้นการนำเมล็ดไปแช่น้ำร้อน ความร้อนจะทำให้สารที่ห่อหุ้มเปลือกหุ้มเมล็ดละลายออกมา ทำให้เปลือกหุ้มอ่อนนุ่ม น้ำและออกซิเจนสามารถซึมผ่านได้เพิ่มมากขึ้น (จวงจันทร์, 2519) และการแช่เมล็ดในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้ต้นนนทรีป่า มีการเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น 96 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การทำลายการพักตัวของเมล็ดด้วยการขลิบปลาย เนื่องจากการขลิบปลายจะทำให้ส่วนของ

เปลือกหุ้มเมล็ดหรือเยื่อหุ้มเมล็ดแตกหรือบางลง น้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ จากการศึกษาของ ปทุม และคณะ (2540) และ แหลมไทย (2546) ซึ่งได้ทำการทดลองทำการขลิบปลายเมล็ดคูน ขี้เหล็ก ทรงบาดาล ชิงชัน และมะค่าโมง พบว่า ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น

วิภาวี และ สินีนาถ (2548) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณภาพการงอกและการเจริญเติบโตของพริกพันธุ์จักรพรรดิ โดยนำเมล็ดพริกแช่ในสารเคมีต่างๆ 9 กรรมวิธี ได้แก่ น้ำกลั่นจิบเบอเรลลิน 0.1 % , น้ำมะพร้าว 100 ppm, เอททีฟอน 0.0029 %, IBA 100 ppm, และโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ 1 % เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ผลการทดลอง พบว่า จิบเบอเรลลิน และเอททีฟอน ช่วยส่งเสริมให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพริกดีที่สุดในเวลา 9 วัน คือ 87.33 และ74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเอททีฟอนยังเป็นสารเคมีที่มีแนวโน้มส่งเจริญการเจริญเติบโตและมีคุณภาพการงอกดีดที่สุด เนื่องจากช่วยในการสะสมน้ำหนักแห้ง

จิราวัฒน์ และ ธนวรรณ (2549) ได้ทำการศึกษาผลของสารเคมีต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักชีไทย และผักชีลาว โดยได้นำเอาเมล็ดผักชีไทยและผักชีลาวมาแช่ในสารเคมีต่างๆ 8 กรรมวิธี ได้แก่ น้ำกลั่น, 0.5 % Thiourea, 1000 ppm Gibbellerin, 0.0029 % Ethephon, 2 % Potassium nitrate, 1 % Sodium hypochlorite, 0.05 % Hydrogen peroxide และ 100 ppm IBA เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองดังนี้ 0.5 % hydrogen peroxide สามารถกระตุ้นและส่งเสริมการงอกของเมล็ดผักชีไทยทั้งในห้องปฏิบัติการ และในวัสดุปลูกได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกถึง 35.33 % ในห้องปฏิบัติการ และ 64 % ในวัสดุปลูก ส่วนในผักชีลาวสารละลาย 0.0029 % Ethephon มีแนวโน้มส่งเสริมการงอกของเมล็ดผักชีลาว โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอก 95 – 100 %

ปทุม และคณะ (2542) ทำการศึกษาอิทธิพลของวิธีการปฏิบัติต่อเมล็ดก่อนเพาะ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการเร่งการงอกของเมล็ดไม้ป่าชนิดต่างๆ 10 ชนิด ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 1 ปี โดยวิธีการเร่งการงอก 5 วิธี คือ การขลิบปลายเมล็ดด้านตรงข้ามกับต้นอ่อน การแช่เมล็ดในกรดกำมะถันเข้มข้นนาน 15 นาที การแช่เมล็ดในน้ำเดือดที่ 98 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นนาน 24 ชั่วโมง การแช่เมล็ดในน้ำ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และการไม่เร่งการงอก (control) พิจารณาค่า Germination value เป็นตัวชี้ความเหมาะสมของวิธีการปฏิบัติต่อเมล็ด ผลการศึกษาพบว่าการตัดเมล็ดด้านตรงข้ามกับต้นอ่อนเหมาะสำหรับการเร่งการงอกของเมล็ดถึง 8 ชนิด คือ สีเสียดแก่น ทรงกรด คูน ขี้เหล็ก แสมสาร ทรงบาดาล พะยูงและชิงชัน ในขณะที่การแช่เมล็ดในกรดกำมะถันนั้นใช้ได้ดีกับเมล็ดขี้เหล็ก แสมสาร และกระพี้เขาควาย ส่วนเมล็ดหางนกยูงฝรั่งนั้นการแช่เมล็ดในน้ำเดือด 98 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นนาน 24 ชั่วโมง เป็นวิธีเร่งการงอกที่ดีที่สุด อย่างไรก็ดีการตัดปลายเมล็ดด้านตรงข้ามกับต้นอ่อนและการแช่เมล็ดในกรดกำมะถัน มีผลทำให้การงอกของเมล็ดขี้เหล็กและแสมสารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด

ปทุม และคณะ (2543) ทำการศึกษาอิทธิพลของสีเปลือกหุ้มเมล็ดและอุณหภูมิต่อการงอกของเมล็ดไม้พะยูง ผลการทดลองพบว่าสีของเปลือกหุ้มเมล็ดและอุณหภูมิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใช้ค่า germination value สามารถวิเคราะห์การงอกของเมล็ดพะยูงได้ดีกว่าการใช้ค่า total germination และ rate of germination เมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลอ่อนมีการงอกที่ดีกว่าเมล็ดที่มีสีน้ำตาลแก่ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเพาะเมล็ดพะยูงได้แก่ 35/30 และ 30 องศาเซลเซียส ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างสีของเปลือกหุ้มเมล็ดและอุณหภูมิพบว่าเมล็ดพะยูงที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลอ่อนสามารถงอกได้ดีที่อุณหภูมิ 35/30 และ 30 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่กล่าวข้างต้น

วาสนา และนัทรีญา (2551) ได้ทำการศึกษาการใช้สารเคมีชนิดและความเข้มข้นต่างๆเพื่อเพิ่มอัตราการงอกเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าบางชนิดได้แก่ สะเดา มะเม่า มะแคว่น และมะข่วง ในท้องที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา โดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ กรดแอสคอร์บิค โซเดียมไฮเปอร์ครอไรด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เอทิฟอน โพแทสเซียมไนเตรท วิตามินบี 1 และกรดจิบเบอเรลลิน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า การใช้สารเคมีทุกชนิดทำให้เมล็ดสะเดา มะเม่าสาย มะแคว่น และมะข่วง มีอัตราการงอกเพิ่มขึ้น โดยที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ กรดแอสคอร์บิค 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียมไนเตรท 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดจิบเบอเรลลิน 0.05 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดสะเดา มะเม่าสาย มะแคว่น และมะข่วงมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 88, 19, 73 และ 31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่มีการแช่สารเคมีมีอัตราการงอกของเมล็ดสะเดา มะเม่าสาย มะแคว่น และมะข่วง เป็น 70, 6, 47 และ 12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

<u>ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย</u>

1. การขยายพันธุ์เมล็ดป่า ได้แก่ สะเดา มะแคว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า โดยการรวบรวมเมล็ดจากชุมชนรอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา และจังหวัดใกล้เคียงมาทำการศึกษาอัตราการงอกโดยใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มอัตราการงอกดังนี้คือ ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์คือ

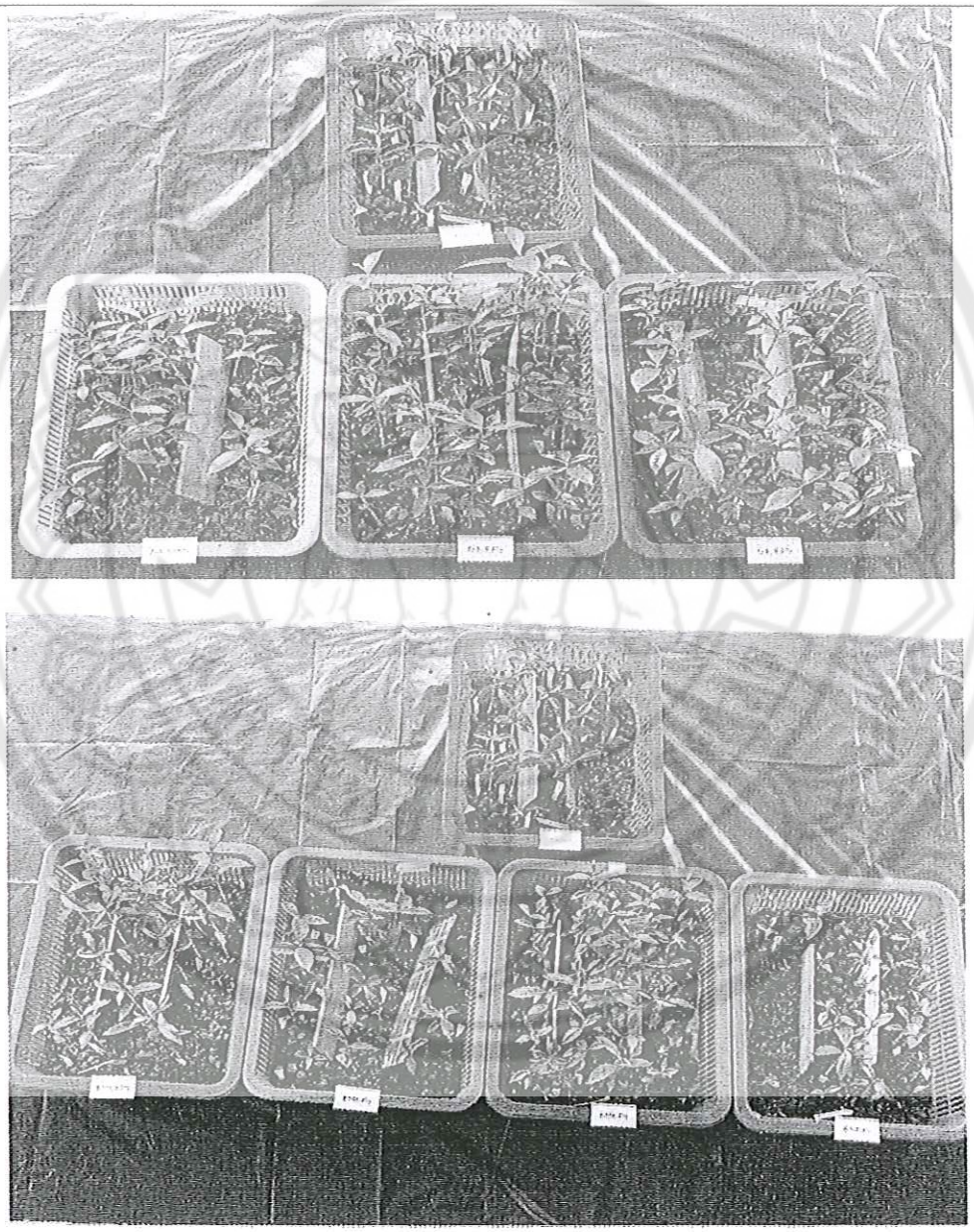
1. สะเดาใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์
2. มะเม่าสาย ใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิค 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. มะแคว่น ใช้โสารละลายพแทสเซียมไนเตรท 1 เปอร์เซ็นต์
4. มะข่วง ใช้ สารละลายกรดจิบเบอเรลลิน 0.05 เปอร์เซ็นต์
5. หว้า ใช้สารละลายโพแทสเซียมไนเตรท 2 เปอร์เซ็นต์

2. การอนุบาลต้นกล้า ย้ายต้นกล้ามาอนุบาลในโรงเรือนเพาะชำ จนกระทั่งต้นกล้ามีการเจริญเติบโตเต็มที่

3. การแจกจ่ายต้นกล้า นำต้นกล้าสะเดา มะแคว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า มาแจกจ่ายให้กับเกษตรกรในชุมชนและจังหวัดใกล้เคียง

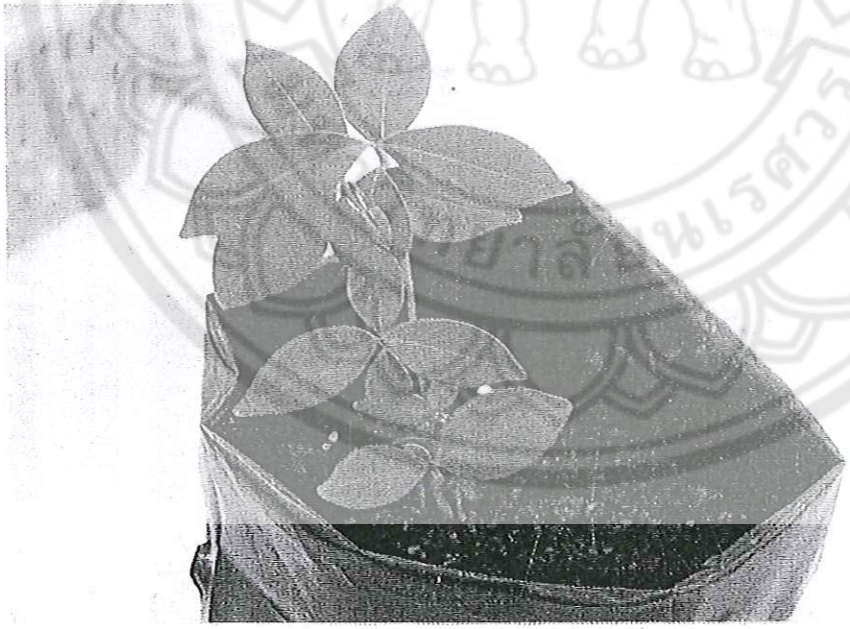
ผลการวิจัย

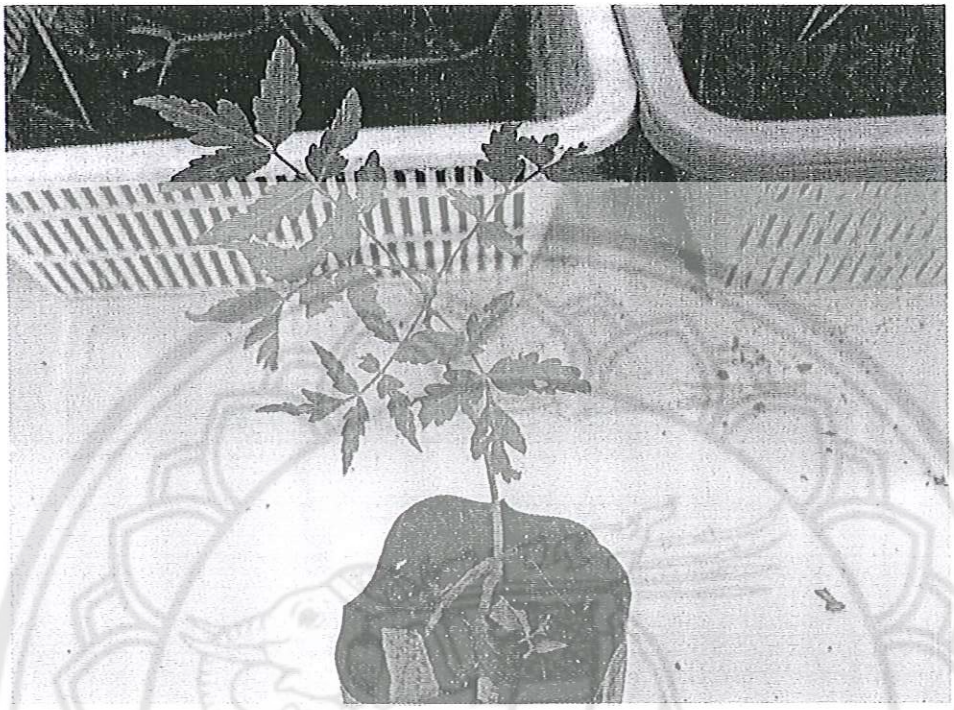
ทำการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าที่เป็นพืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ ที่สำรวจพบในพื้นที่รอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา จำนวน 4 ชนิดคือ สะเดา มะแคว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า โดยทำการเก็บเมล็ดพันธุ์ ทำการคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ แล้วนำมาเพาะพันธุ์ และทำการแจกจ่ายให้กับนักเรียน นักศึกษา เกษตรกร ผู้ที่สนใจ ดังแสดงในภาพ

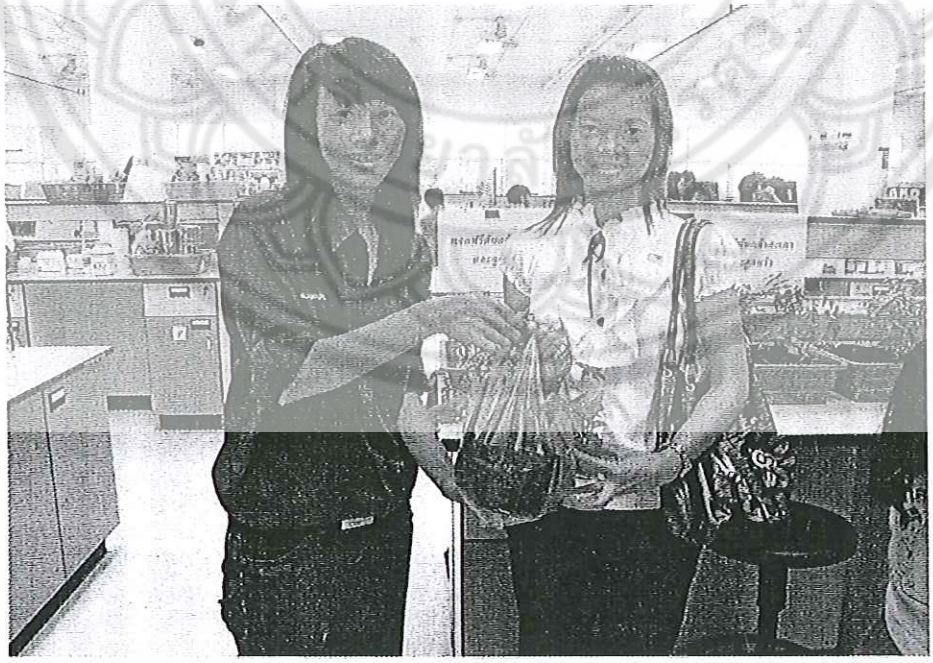


การเพิ่มการงอกของต้นกล้าโดยใช้สารเคมี

































สรุปและอภิปรายผล

จากการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าที่เป็นพืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ ที่สำรวจพบในพื้นที่รอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา จำนวน 5 ชนิดคือ สะเดา มะแคว่น มะข่วง มะเม่า และหว้า โดยทำการเก็บเมล็ดพันธุ์ ทำการคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ จากนั้นนำมาเพิ่มอัตราการงอกโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆ โดยนำเมล็ดสะเดาทำการแช่ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมะเม่าสายทำการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิค 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เมล็ดมะแคว่น ทำการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท 1 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมะข่วงทำการแช่ในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิน 0.05 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดหว้าทำการแช่สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก จากนั้นนำต้นกล้ามาแจกจ่ายให้กับนักเรียนนิสิต บุคลากร และเกษตรกรผู้สนใจ นำมาเพาะพันธุ์ และทำการแจกจ่ายให้กับนักเรียน นักศึกษาเกษตรกร ผู้ที่สนใจ พบว่ามีนักเรียน และเกษตรกรที่สนใจในการทำต้นกล้าไปทำการเพาะปลูกจำนวนมาก

บรรณานุกรม

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ (พิมพ์ครั้งที่ 2) กลุ่มหนังสือเกษตร , กรุงเทพ.

บัณฑิต คบหมู่ และ อรอนงค์ ชัยชนะสุวัฒน์ . 2529. การศึกษาเบื้องต้นผลการปฏิบัติก่อนเพาะต่อการงอกของเมล็ดไม้ FABACEAE บางชนิด. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ ส่วนวนวัฒนาวิจัย. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ภัทราภรณ์ กอกน้อย. 2547. ความหลากหลายของพืชสมุนไพรและการใช้ประโยชน์ในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. ปัญหาพิเศษ. สำนักวิชาเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ปทุม บุญนะฤธี จำนง กาญจนบุรางกูร และ พิศาล วสุวานิช . 2540. อิทธิพลของการปฏิบัติต่อเมล็ดก่อนเพาะเพื่อเร่งการงอกของเมล็ดไม้ป่า 10 ชนิด. รายงานวนวัฒนวิจัย, ส่วนวนวัฒนาวิจัย. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ปทุม บุญนะฤธี, วิโรจน์ รัตนพรเจริญ และ พิศาล วสุวานิช. 2542. อิทธิพลของการปฏิบัติต่อเมล็ดก่อนเพาะเมล็ดเพื่อเร่งการงอกของเมล็ดไม้ป่า 10 ชนิด). [ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.forest.go.th/Research/silviculture/Tree_seeds.htm. [9 กรกฎาคม 55]

ลออ ชิดสนิท.2547. ความหลากหลายของพืชพืชบ้านและการใช้ประโยชน์ของคนในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. ปัญหาพิเศษ. สำนักวิชาเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

วาสนา ณ ฝั้น วราภรณ์ ไชยชมพู เสวียน เปรมประสิทธิ์ และนัทรีญา นุเสน.2551.ผลของสารเคมีวิธีกล และการเร่งอายุและอัตราการงอกของเมล็ดสะเดา. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่ 4 26-27 พฤษภาคม 2551. มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา.

วิชัย หวังวโรดม และ วัลลภ สันติประชา. 2004. การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืช.Thai Agricultural Research Journal. 22(2): 171-181.

แหลมไทย อาษานอก.2546. การทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าบางชนิดในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 84 หน้า

บทที่ 13
การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

ที่มาและความสำคัญ

มะกอกโอลีฟ (Olive, *Olea europaea* L.) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตเอเชียไมเนอร์และตะวันออกกลางเป็นพืชที่ทนทานต่อความแห้งแล้งและสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Larcher *et al.*, 1981) ในหลายประเทศจึงนำต้นมะกอกโอลีฟไปปลูกในพื้นที่เสื่อมโทรมเพื่อการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม นอกจากนี้ส่วนต่างๆของมะกอกโอลีฟยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีกมากมายไม่ว่าจะเป็นส่วนเนื้อไม้ ใบ โดยเฉพาะผลซึ่งนอกจากจะนำมาใช้ในการประกอบอาหารแล้วประโยชน์ที่สำคัญยิ่งอีกอย่างหนึ่งคือนำมาสกัดน้ำมัน ซึ่งในทางการแพทย์จัดว่าน้ำมันมะกอกโอลีฟเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Christakis *et al.*, 1980) ประกอบไปด้วยสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และวิตามินต่างๆหลายชนิด เช่น วิตามินเอ ดี อี และ เค (Bianco, 1998) น้ำมันมะกอกโอลีฟนอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้วยังมีส่วนประกอบของสาร cycloarthanol ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดการดูดซึมของโคเลสเตอรอลในกระแสโลหิต ดังนั้นการบริโภคน้ำมันมะกอกโอลีฟจึงช่วยลดอัตราการเกิดไขมันอุดตันในเส้นเลือดและช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจได้ (Pappa *et al.*, 2000) ในแต่ละปีประเทศไทยนำเข้าน้ำมันมะกอกโอลีฟและผลิตภัณฑ์จากมะกอกโอลีฟเป็นมูลค่าหลายสิบล้านบาทและมีแนวโน้มการนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) หากประเทศไทยสามารถปลูกมะกอกโอลีฟและผลิตน้ำมันจากมะกอกโอลีฟได้เองจะช่วยลดมูลค่าการนำเข้า ลดดุลการค้าที่สูญเสียไปและยังช่วยเพิ่มโอกาสให้คนไทยได้มีน้ำมันคุณภาพดีบริโภคอันจะเป็นผลดีต่อสุขภาพของประชากรซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญของประเทศ ด้วยคุณลักษณะและประโยชน์ของมะกอกโอลีฟ ทำให้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงสนพระทัยและมีพระราชดำริให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมะกอกโอลีฟ โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตน้ำมันมะกอก สำหรับบริโภคภายในประเทศ เพื่อสุขภาพของพสกนิกรชาวไทย

การศึกษาทดสอบความเป็นไปได้ในการปลูกมะกอกโอลีฟภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย ณ แหล่งปลูกต่างๆ ยังอยู่ในระยะเริ่มต้นและยังขาดการศึกษาวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล

พื้นฐานรายละเอียดต่างๆ โดยเฉพาะการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ภายหลังการปรับตัวตามพื้นที่ปลูก และการตอบสนองต่อการดูแลรักษา ในด้านปุ๋ย และศัตรูพืช ดังนั้นหากได้มีการศึกษาวิจัยถึงข้อมูลดังกล่าวอย่างละเอียดตั้งแต่ระยะแรก ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการใช้เป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปลูกมะกอกโอลีฟในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยคอก และสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟพันธุ์ Abequina ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตเนื้อหา ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยคอก และสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟพันธุ์ Abequina ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา

ขอบเขตระยะเวลา ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2552 – ธันวาคม 2553

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ระยะที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการเจริญเติบโต

- ผลผลิตที่ได้ในระยะนี้ คือ ข้อมูลการปรับตัวและการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟที่ปลูกในสภาพแวดล้อมของจังหวัดพะเยา

ระยะที่ 2 ศึกษาความต้องการปุ๋ย การเจริญเติบโต การระบาดของโรคและแมลง

- ผลผลิตที่ได้ในระยะนี้ คือ วิธีการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโอลีฟ

ระยะที่ 3 การถ่ายทอดความรู้เรื่องการปลูกมะกอกโอลี

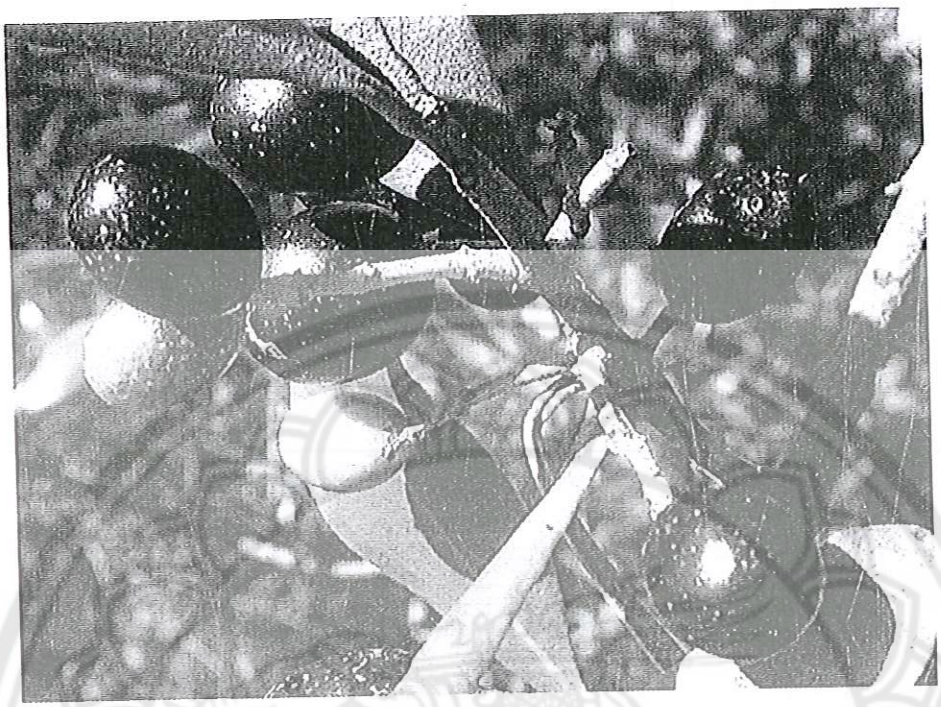
ผลผลิตที่ได้ในระยะนี้ คือ นำความรู้จากการวิจัยลงสู่ชุมชนเพื่อนำไปปฏิบัติ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะกอกโอลีฟเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญของโลก มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในแถบเมดิเตอร์เรเนียน และกำลังกระจายมาสู่ อเมริกาใต้ จีน ญี่ปุ่น และออสเตรเลียอีกด้วย มะกอกโอลีฟใช้ในการประกอบอาหาร มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิต ใช้เป็นยารักษาโรคและยา

ปฏิชีวนะ ผลสุกนำมาใช้ในการผลิตน้ำมันมะกอก ซึ่งเมื่อนำผลมาบีบคั้นจะได้น้ำมันมะกอกสูงถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสด จากประโยชน์ดังกล่าว พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงสนพระทัยและมีพระราชดำริว่าน่าจะมีการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำมะกอกโอลีฟมาปลูกในประเทศไทย และในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมีสภาพแวดล้อมที่มะกอกโอลีฟสามารถเจริญเติบโตได้กล่าว คือ อยู่ในช่วงละติจูดที่ 25-45 องศาเซลเซียส และมีสภาพพื้นที่เป็นทั้งพื้นที่ราบจนถึงพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 800 เมตรดินมีการระบายน้ำได้ดีและมีหน้าดินลึก ปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 200-1,300 มิลลิเมตรต่อปี และมีอากาศหนาวเย็นในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมะกอกโอลีฟต้องการความเย็นประมาณ 150-300 ชั่วโมง เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริจึงควรได้มีการรวบรวมสายพันธุ์มะกอกโอลีฟมาปลูกในพื้นที่ทางจังหวัดภาคเหนือตอนบน เพื่อนำมาทดสอบคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศและทำเลที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน หากประสพผลสำเร็จก็จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการปลูก เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมวลมนุษยชาติมาแต่อดีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ได้แก่ อิตาลี กรีซ สเปน โปรตุเกส ตุรกี และตูนิเซีย โดยประมาณ 2 ใน 3 ของมะกอกน้ำมันทั่วโลกปลูกในเขตนี้ (ศรปราชญ์, 2539; Lumaret *et al.*, 2003) ปัจจุบันได้มีการปลูกแพร่กระจายในแถบอเมริกาใต้ จีน ญี่ปุ่น และออสเตรเลียอีกด้วย

มะกอกโอลีฟ (ภาพที่ 1) เป็นพืชในวงศ์ Oleaceae จัดอยู่ในสกุล Olea ซึ่งในสกุลนี้ประกอบด้วยชนิด (species) ต่าง ๆอีกกว่า 30 ชนิด (เนตรดาว, 2546) เป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ ลำต้นอาจสูงได้ถึง 20 เมตร ใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามกัน รูปใบหอก แผ่นใบด้านบนมีสีเขียวเข้มเป็นมัน แผ่นใบด้านล่างมีสีเทาและมีเกล็ดรูปโล่ปกคลุมอยู่หนาแน่น (International Olive Oil Council [IOOC], 1996; สัมฤทธิ์ เพื่องจันทร์และคณะ, 2543) ดอกเป็นช่อ แต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยประมาณ 11-23 ดอก มีทั้งดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่สมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีขาว เรียงกัน 4 กลีบ ภายในดอกมีเกสรเพศผู้ขนาดใหญ่สีเหลือง 2 อัน เกสรตัวเมีย 1 อัน ที่ส่วนฐานมีรังไข่ (ovary) ขนาดใหญ่ ผลมะกอกโอลีฟมีรูปไข่ สีผลมีสีต่าง ๆ เช่น สีเขียว แดง ม่วงหรือดำ มีเมล็ดแข็ง ขนาดของผลขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เนื้อมะกอกโอลีฟเป็นส่วนที่มีปริมาณน้ำมันมากที่สุด (เนตรดาว, 2546)



ภาพที่ 1 มะกอกโอลีฟ (Olive, *Olea europaea* L.)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟนั้น สามารถเจริญได้ดีในช่วงละติจูดที่ 25-45 องศาเซลเซียส สภาพพื้นที่ปลูกควรเป็นพื้นที่ราบจนถึงพื้นที่ ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 800 เมตร (IOOC, 1996) ดินควรมีการระบายน้ำได้ดีและมีหน้าดินลึก ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 200-1,300 มิลลิเมตรต่อปี มะกอกโอลีฟต้องการความเย็นประมาณ 150-300 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 12-18 องศาเซลเซียส (Katsoyannos,1992; สัมฤทธิ์ และคณะ, 2543; เนตรดาว, 2546)

ต้นมะกอกโอลีฟมีอายุยืนหลายร้อยปี เริ่มให้ผลผลิตได้เมื่อมีอายุประมาณ 1-7 ปี และจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 35 ปี หากมีการปฏิบัติดูแลรักษาอย่างถูกต้องสม่ำเสมอจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างต่อเนื่องไปได้ถึงอายุ 150 ปี (เนตรดาว, 2546; นิรนาม, 2550) มะกอกโอลีฟสามารถขยายพันธุ์ได้โดยวิธีปักชำ ตอนกิ่ง เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ส่วนการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดไม่นิยมเนื่องจากโตช้าและเกิดการกลายพันธุ์ได้ง่าย

ส่วนต่าง ๆ ของมะกอกโอลีฟสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เนื้อไม้นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แกะสลักเครื่องเรือนเครื่องใช้ต่าง ๆ เนื่องจากมีลวดลายที่สวยงาม แข็งแรงทนทาน ใบมะกอกโอลีฟใช้ในการประกอบอาหาร มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิตและปริมาณน้ำตาลในเลือด ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคเบาหวาน ช่วยให้ระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่ายทำงานได้ดี สารสกัดจากใบยังใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง ใช้เป็นยารักษาโรคและยาปฏิชีวนะ ส่วนผลมะกอกโอลีฟเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด โดยผลสุกมักนำมาใช้ในการผลิตน้ำมันมะกอก เมื่อนำผลสุกแก่มาบีบคั้นแล้วจะได้น้ำมันมะกอกสูงถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสด (ศรปราชญ์, 2539; เนตรดาว, 2546) ซึ่งน้ำมันมะกอกจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีส่วนประกอบของสาร cycloarthanol เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการจับตัวกับโคเลสเตอรอลในวงจรการดูดซึม ทำให้โคเลสเตอรอลไม่ซึมเข้าสู่กระแสโลหิต นอกจากนี้น้ำมันมะกอกยังช่วยลดปริมาณไขมันที่ไม่มีประโยชน์ (LDL) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการอุดตันของเส้นเลือด และช่วยเพิ่มปริมาณไขมันที่มีประโยชน์ (HDL) จึงลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้ จากการที่น้ำมันมะกอกมีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวจึงทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 180 องศาเซลเซียส โดยไม่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ก่อให้เกิดสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการประกอบอาหาร และการรับประทานน้ำมันมะกอกยังช่วยเสริมสร้างกระดูกให้แข็งแรงและช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของสมองด้วย นอกจากนี้ยังใช้น้ำมันมะกอกในการรักษาผิวพรรณป้องกันผิวแห้งและใช้สำหรับการนวด (Renowden, 1999; ศรปราชญ์, 2539; เนตรดาว, 2546)

ลักษณะทั่วไปทางพฤกษศาสตร์

มะกอกโอลีฟ (Olive, *Olea europaea* L.) เป็นพืชในวงศ์ Oleaceae จัดอยู่ในสกุล (genus) olea ซึ่งในสกุลนี้ประกอบด้วยชนิด (species) ต่างๆ อีกกว่า 30 ชนิด มะกอกโอลีฟมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม (shrub) หรือไม้ต้น (tree) ไม่ผลัดใบ (evergreen plant) (Heywood, 1993) ต้นมะกอกโอลีฟที่โตเต็มที่จะมีระบบรากตื้นและแผ่กระจายอยู่บริเวณชั้นหน้าดิน มีทรงพุ่มแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ ลำต้นและกิ่งที่มีอายุมากจะมีเปลือกสีน้ำตาล กิ่งที่แตกใหม่และมีอายุน้อยเปลือกจะมีสีเขียว ใบเป็นใบเดี่ยวรูปหอก (lanceolate) เกิดขึ้นตรงข้ามกันบนกิ่ง แผ่นใบด้านบนมีสีเขียวเข้มและเป็นมันเนื่องจากมีชั้นคิวติเคิล (cuticle layer) แผ่นใบด้านล่างมีสีเงินและมี

เกล็ดรูปโล่ปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น ใบสามารถยึดอยู่ได้แน่นบนกิ่งและลำต้นไม่ร่วงง่าย (IOOC, 1996) มะกอกโอลีฟจะสร้างช่อดอกจากตายอดหรือตาข้างของกิ่ง แต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยประมาณ 11-23 ดอก ดอกของมะกอกโอลีฟที่สร้างขึ้นมี 2 ประเภท คือ ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) และดอกไม่สมบูรณ์เพศ (Imperfect flower) ซึ่งสัดส่วนของดอกทั้งสองประเภทนี้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ในบางสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมดอกสมบูรณ์เพศอาจพัฒนาเป็นดอกไม่สมบูรณ์เพศก็ได้ (Pansiot and Rebour, 1961) ดอกมะกอกโอลีฟ (ภาพที่ 2) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียว 4 กลีบซึ่งเชื่อมติดกันที่ฐานรองดอก กลีบดอกมีสีขาวหรือสีครีม จำนวน 4 กลีบเชื่อมกันที่ฐานมีกลิ่นหอม ภายในดอกประกอบด้วยเกสรเพศผู้มีขนาดใหญ่สีเหลือง 2 อัน เกสรตัวเมีย 1 อันที่ส่วนฐานมีรังไข่ (ovary) ขนาดใหญ่ภายในมี 2 คาร์เพล (capel) ผลของมะกอกโอลีฟมีรูปไข่ ขนาดและสีผลเมื่อสุกแก่มีสีต่างๆ กันขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ เช่น สีแดง สีม่วง และสีดำ (IOOC, 1996)



ภาพที่ 2 ดอกของมะกอกโอลีฟ (Olive, *O. europaea* L.

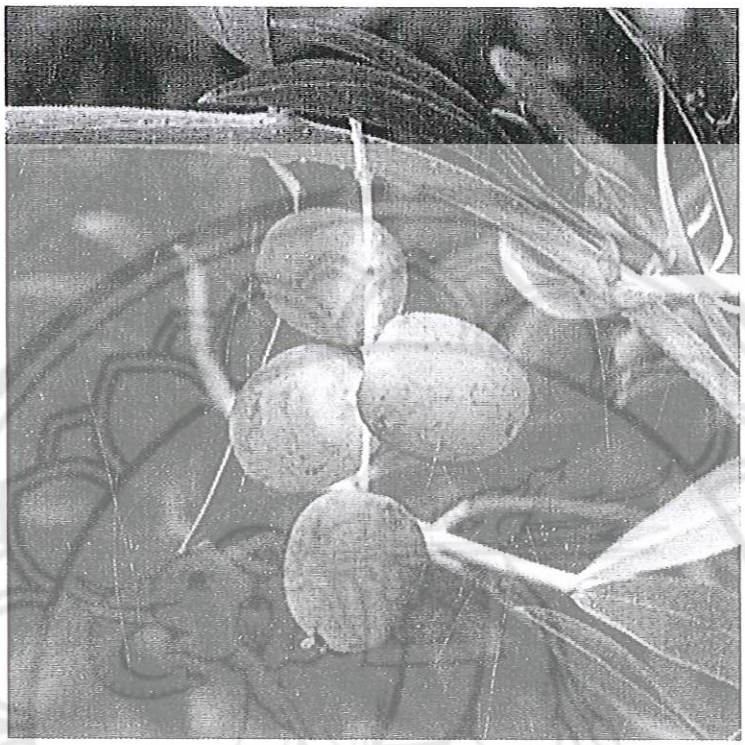
พันธุ์มะกอกโอลีฟที่นิยมปลูก

พันธุ์ของมะกอกโอลีฟที่ปลูกอยู่ในภูมิภาคต่างๆทั่วโลกในปัจจุบันมีมากมายแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของสภาพภูมิประเทศและประเภทของการใช้ประโยชน์ ซึ่งอาจเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกมาเป็นเวลานานแล้ว หรือเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ หรืออาจเป็นพันธุ์ใหม่ที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ขึ้นโดยนักปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งพันธุ์มะกอกโอลีฟที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์นี้จะมีความต้านทานต่อโรคและแมลง ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีขึ้น นอกจากนี้มะกอกโอลีฟที่มีการปรับปรุงพันธุ์แล้วบางพันธุ์ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อเนกประสงค์คือสามารถนำผลมาใช้เพื่อผลิตน้ำมัน และเพื่อการรับประทานผลได้ด้วย (table olive) แต่พันธุ์มะกอกโอลีฟที่เกษตรกรในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียนส่วนใหญ่นิยมปลูกนั้นเป็นพันธุ์พื้นเมือง (IOOC, 1996) เราสามารถแบ่งพันธุ์มะกอกโอลีฟตามการใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ (IOOC, 1996)

พันธุ์เพื่อการผลิตน้ำมัน

มะกอกโอลีฟที่เป็นพันธุ์ปลูกเพื่อการผลิตน้ำมันจะมีปริมาณน้ำมันในเนื้อผลสูงประมาณ 18-30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ผลมีขนาดกลางถึงขนาดเล็กมีน้ำหนักผลโดยเฉลี่ย 1-3.5 กรัมและมีสัดส่วนของเมล็ดต่อเนื้อผลสูง (IOOC, 1996) พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศต่างๆ ได้แก่พันธุ์ arbequina, cornicabra, negral, verdal, nevadillo-blanco และ nevadillo-negro ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงนิยมปลูกกันมากในประเทศสเปน ส่วนอิตาลีซึ่งเป็นประเทศผู้ผลิตน้ำมันมะกอกโอลีฟที่สำคัญรายหนึ่งของโลกมีพันธุ์ปลูกเพื่อการผลิตน้ำมันมากกว่า 80 พันธุ์ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีพันธุ์ปลูกเด่นๆ ที่แตกต่างกันไป บางครั้งอาจเกิดความสับสนกันในชื่อพันธุ์เนื่องจากบางพันธุ์อาจมีชื่อเรียกหลายชื่อ พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากได้แก่ พันธุ์ ogliarola, rotondella, olivetta และ frantoio ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงพันธุ์ leccino, pendolino, moraiola และ frantoio เป็นพันธุ์ที่มีการเพาะปลูกมากที่เมืองฟลอเรนซ์ พันธุ์ curonaiki และ smertolia เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศกรีกเนื่องจากให้ผลผลิตสูงและสามารถเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำแต่ผลมีขนาดเล็ก ส่วนพันธุ์อื่นๆที่ปลูกกันได้แก่ daphnoelia, methonia, agouromanacolia, andramittini, valanolia และ carydolia เป็นต้น ในประเทศฝรั่งเศสพันธุ์ มะกอกโอลีฟที่นิยมปลูกเพื่อบีบน้ำมันได้แก่ พันธุ์ oliviere, saillerne และ caillet ส่วนพันธุ์ carrasquenha ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ผล

มีขนาดเล็กแต่มีปริมาณน้ำมันในเนื้อผลค่อนข้างสูงและมีระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิตสั้นนิยมปลูกกันมากในประเทศโปรตุเกส (Chandler, 1958)



ภาพที่ 3 สายพันธุ์ arbequina

(ที่มา: http://www.logees.com/prodinfo.asp?number=R1704-4)

การปลูกและการขยายพันธุ์

วิธีการปลูกมะกอกโอลีฟมีหลายรูปแบบ บางแห่งอาจปลูกอย่างไม่เป็นระเบียบปะปนไปกับพืชอื่นๆ บางแห่งก็ปลูกอย่างเป็นระเบียบเป็นแนวตรงรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสหรือเป็นแนวสลับก็ได้ สำหรับระยะปลูกของมะกอกโอลีฟนั้นมีหลายระยะขึ้นอยู่กับการจัดการภายในแปลงและพันธุ์ปลูกที่ใช้ปลูกว่าเป็นพันธุ์ปลูกเพื่อการรับประทานผลหรือเพื่อการผลิตน้ำมันหรือทั้งสองอย่าง ระยะปลูกที่เหมาะสมของต้นมะกอกโอลีฟนั้นมีตั้งแต่ 5x6 เมตร 5x7 เมตร 6x6 เมตร 6x4 เมตร และ 7x7 เมตร (IOOC, 1996) สำหรับการเตรียมหลุมเพื่อปลูกมะกอกโอลีฟให้ขุดหลุมขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร ลึก 50-80 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมีผสมกับปุ๋ยคอกรองก้นหลุม จากนั้นนำต้นกล้าที่จะปลูกมาริดใบออกให้เหลือใบอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลงไปในหลุมปลูกที่เตรียมไว้ หลังจากกลบดินเรียบร้อยแล้วให้รดน้ำประมาณ 10-20 ลิตรต่อต้น เพื่อให้ดินมีความชื้น

เพียงพอกับพืชในระยะตั้งตัว และควรหาไม้หลักยาวประมาณ 1.2-1.5 เมตร ปักยึดเพื่อป้องกันการโค่นล้มของต้นมะกอกโอลีฟที่ปลูกใหม่ด้วย (ศรปราชญ์, 2539) การขยายพันธุ์มะกอกโอลีฟทำได้หลายวิธีทั้งโดยการใช้เพศ ได้แก่ การเพาะเมล็ด และการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ ได้แก่ การตอน การติดตา การปักชำ การทาบกิ่ง และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (IOOC, 1996) การขยายพันธุ์โดยการไม่ใช้เพศเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากกว่า เนื่องจากสะดวกรวดเร็ว สามารถขยายพันธุ์ได้ปริมาณมากในเวลาเดียว ไม่เกิดปัญหาการกลายพันธุ์ (FAO, 1977) และสามารถใช้ขยายพันธุ์ได้แม้ในต้นที่มีอายุมากและมีการสะสมลิกนินที่เปลือกของลำต้น เช่น การเสียบยอดและการทาบกิ่ง (ศรปราชญ์, 2539)

การใส่ปุ๋ย

มะกอกโอลีฟเป็นพืชที่สามารถเติบโตได้ในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ (IOOC, 1996) โดยปกติต้นมะกอกโอลีฟจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ในเขตเมดิเตอร์เรเนียนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยจึงเป็นวิธีที่ช่วยให้มะกอกโอลีฟสามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ ให้ผลผลิตดีและช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตด้วย การใส่ปุ๋ยให้กับต้นมะกอกโอลีฟขึ้นอยู่กับขนาดและอายุของต้น มะกอกโอลีฟที่มีอายุน้อยและต้นมีขนาดสูงไม่เกิน 1.2 เมตร หากไม่มีการใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมก่อนปลูกเกษตรกรผู้ปลูกจะนิยมใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมักในอัตรา 4-5 กิโลกรัมต่อต้นในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน จากนั้นในช่วงเดือนมีนาคมซึ่งเป็นช่วงที่มะกอกโอลีฟเริ่มแตกกิ่งก้านใหม่จึงใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสัดส่วนของธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุสำคัญสำหรับพืชในการนำไปใช้สร้างผลผลิต และธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบรากของพืชเป็นธาตุอาหารหลัก ซึ่งปุ๋ยเคมีนี้ควรมีสัดส่วนของธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าธาตุไนโตรเจน เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตต้นมะกอกโอลีฟที่เริ่มมีการให้ผลผลิตควรมีการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลัก เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตเพิ่มในช่วงเดือนเมษายนและเดือนกรกฎาคม ปริมาณที่ใส่แล้วแต่ความเหมาะสมตามขนาดของต้น สำหรับต้นมะกอกโอลีฟที่มีการให้ผลผลิตสม่ำเสมอหรือต้นที่มีอายุมากกว่า 7 ปี ขึ้นไป ควรมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายนในปริมาณที่มากขึ้น แต่ไม่จำเป็นต้องใส่ทุกปีอาจใส่ในอัตราประมาณ 20-30 กิโลกรัมต่อต้นทุก 5 ปี และใส่ปุ๋ย

ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักสลับกับปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักในช่วงเดือนมีนาคม และใส่ปุ๋ยที่มีธาตุโปแทสเซียมเป็นธาตุหลักในช่วงเดือนเมษายน (ศรปราชญ์, 2539)

ในการใส่ปุ๋ยจะต้องใส่ให้มีการเจริญเติบโตของลำต้นและกิ่ง เพื่อให้มีความเจริญเติบโตที่แตกต่างกันชนิดของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)

ยูเรียเป็นอินทรียสารที่พบในปัสสาวะของสัตว์ นอกจากนี้ยังสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง กระบวนการผลิตยูเรียให้เป็นเม็ดอาจ ทำได้ 2 วิธีคือ พริลลิ่ง และแกรนูเลชั่น กระบวนการหลัง จะดีกว่ากระบวนการแรกหลายประการ เช่น 1) ผลิตปุ๋ยเม็ดใหญ่ได้ถึง 5 มิลลิเมตร หรือกว่านั้น ซึ่งพวกที่เม็ดโตเป็นพิเศษเหมาะที่จะใช้หว่านทางเครื่องบินเพื่อบำรุงป่าไม้ 2) เม็ดปุ๋ยแข็งแรงไม่แตกง่าย หรือมีค่าความคงทนต่อแรงกดสูง และ 3) สามารถลดการเกิดละอองยูเรียเล็กๆ ที่ปลิวในอากาศได้หมด ขณะเทกอง บรรจุ และขนถ่าย จึงไม่ทำให้เกิดฝุ่นในอากาศจนเกิดมลพิษ สำหรับยูเรียชนิดเม็ดนั้นเกษตรกรจะเรียกกันว่ายูเรียเม็ดโฟม ซึ่งผลิตเป็นเม็ดด้วยเครื่องปั้นเม็ด จึงมีขนาดโตกว่า แข็งและแน่นกว่ายูเรียชนิดพริลล์ ปุ๋ยยูเรียมีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว หรือสีขาวหม่น ละลายน้ำได้ดีมาก มีไนโตรเจนสูงรองจากแอมโมเนีย โดยมีไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ 44–46 เปอร์เซ็นต์ ดูดความชื้นในอากาศได้มาก สามารถใช้ผสมกับปุ๋ยอื่นๆ ได้ สามารถให้ทางดินหรือทางใบก็ได้ ปุ๋ยนี้เหมาะที่จะให้กับพืชในขณะที่พืชต้องการ เนื่องจากพืชจะดูดไปใช้ ทันทีถ้าให้ทางใบหรือทางดินโดยกลบหรือคลุกเคล้าปุ๋ยกับดินให้ดี ปุ๋ยนี้จะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแอมโมเนียม หรือไนเตรท ทันทีที่สัมผัสกับความชื้นในดิน ซึ่งรูปของไนโตรเจนดังกล่าวเป็นรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

ปุ๋ยหินฟอสเฟต(0-3-0)

หินฟอสเฟต คือสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟต เป็นหินแร่ที่เมื่อขุดออกมาบดละเอียดแล้วก็สามารถใช้เป็นวัตถุดิบบำรุงดินได้ดี เปอร์เซ็นต์ของฟอสเฟตอาจมีเพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์จนถึง 30 กว่าเปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์เมื่อนำมาใส่ลงดิน พอดินชุ่มชื้นจะเกิดการละลายออกมาใช้ได้ทันที 1 ใน 10 ของทั้งหมด อย่างไรก็ตามฟอสเฟตส่วนที่เหลือยังจะค่อยๆ ละลายออกมาให้พืชได้ใช้อยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ยิ่งปัจจุบันมีการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยเหล่านี้ 10 ส่วน คลุกกับภูไมท์ 1 ส่วน ก็จะยิ่งทำให้ฟอสเฟต ในดินเปลี่ยนรูปละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ซึ่งหินฟอสเฟตเหล่านี้จะละลายได้ดีในกรด แต่จะละลายได้น้อยมากในน้ำ ดังนั้นปุ๋ยหินฟอสเฟตจึงเหมาะมากสำหรับใช้ใน

ดิน ที่มีคุณสมบัติเป็นกรดจัดโดยเฉพาะดินเปรี้ยวจัด เมื่อใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตเพื่อปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด ไม่ควรใช้ร่วมกับปูนมาร์ลเพราะจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยหินฟอสเฟตลดลง โดยปกติหินฟอสเฟตมีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ได้ คือ ส่วนที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรทประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดหรือแหล่งของหินฟอสเฟตซึ่งจะบอกไว้ข้างกระสอบปุ๋ย แต่ในสภาพกรดจัดเช่นในดินเปรี้ยวจัด ประสิทธิภาพในการละลายของหินฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก หินฟอสเฟต คือสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟตใช้ผสมปุ๋ยอินทรีย์รองก้นหลุมหรือใส่แปลงผักตั้งแต่เตรียมดิน ช่วยให้พืชออกรากมากโตเร็ว ลดความเป็นกรดของดินช่วยให้ดินร่วนซุยเพิ่มแร่ธาตุในดินที่ละลายได้ให้มากขึ้น ผลพลอยได้ คือ จุลธาตุต่างๆ ที่ตกค้างในดินสามารถละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ใช้ในอัตรา 20–50 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าดินเป็นด่างอยู่แล้วไม่ควรใส่หินฟอสเฟต และปูนต่าง ๆ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วเขาใช้ปุ๋ยนี้รองก้นหลุมในการปลูกไม้ผลและมะพร้าวเพื่อช่วยให้รากพืชแข็งแรงและค่อย ๆ ดูดซึมเอาแร่ฟอสฟอรัสไปใช้ได้หลายปี ส่วนการโรยก่อนปลูกต้นพืชนั้นน่าจะช่วยในการปรับความเป็นกรดของดินให้ลดลงได้เพราะหินฟอสเฟตเป็นด่างแบบเดียวกับหินปูนทั่วไป แต่หินฟอสเฟตนี้ให้แร่ฟอสเฟตด้วย

สารปรับปรุงดินภูมิกซ์

เป็นหินประเภท อัคนีพุ มีลักษณะ เนื้อเป็นฟองและเบา มีเนื้อสีจาง เช่น สีขาว มีรูพรุนเล็ก ๆ เต็มไปหมด จนบางครั้งสามารถลอยน้ำได้ เนื้อไม่เนียน เพราะมีรูพรุน แต่อย่างไรก็ตามเนื้อยังเป็นแก้ว เพราะลาวาเย็นตัวเสียก่อนที่แร่จะตกผลึกได้ทัน ก๊าซที่มีปนอยู่ในเนื้อทำให้เกิดเป็นรูเล็ก ๆ ทั้งก้อน กระบวนการเกิด เกิดจากหินลาวาขึ้นมาเย็นตัวบนพื้นผิวโลก องค์ประกอบ แร่ที่เป็นส่วนประกอบเกือบทั้งหมดเป็นพวกซิลิกา ที่เป็นแร่ควอร์ตเม็ดเล็กละเอียด หรือส่วนที่เป็นแก้วธรรมชาติ บริเวณที่พบ พบตามชายทะเล จังหวัดระยอง ซึ่งลอยมาได้จากที่อื่น ประโยชน์ ให้เป็นหินถูตัว ใช้ทำวัสดุขัดถูภาชนะดี ทำให้ผิวภาชนะเป็นเงาวาว บางก้อนถ้าตัดได้เป็นแผ่น ใช้ทำเป็นฉนวนในเครื่องทำความเย็นผสมหากนำมาใช้กับปูนซีเมนต์ และปูนพลาสเตอร์จะทำให้น้ำหนักเบาขึ้น

ปุ๋ยเคมีสูตร (15–15–15)

คือ ปุ๋ยสูตรเสมอเป็นปุ๋ยที่มีธาตุทั้ง 3 ในปริมาณที่เท่ากัน ใช้เมื่อไม่ต้องการเร่งส่วนใดส่วนหนึ่งโดยเฉพาะ คือให้พืชเจริญเติบโตตามปกติ เช่นสูตร 15-15-15, 20-20-20 เป็นต้น

ปุ๋ยคอก

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ เช่น มูลวัว มูลไก่ มูลค้างคาว ซึ่งมูลสัตว์แต่ละจะมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในมูลสัตว์

ชนิด	ไนโตรเจน (N) %	ฟอสฟอรัส (P) mg/kg	โพแทสเซียม (K) mg/kg
มูลวัวสด	1.1	0.4	1.6
มูลกระบือสด	1.1	0.7	1.5
มูลกระบือแห้ง	1.0	0.7	1.7
มูลเป็ดสด	1.1	1.3	1.9
มูลเป็ดแห้ง	0.8	1.8	0.4
มูลไก่	2.7	6.3	2.0
มูลค้างคาว	3.1	12.2	0.6
มูลสุกร	1.3	2.4	1.0
อุจจาระหมัก	2.2	2.1	0.7

หมายเหตุ: เป็นค่าวิเคราะห์โดยประมาณ

แนวทางการใช้ปุ๋ยคอกเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน (ออมทรัพย์,2540) ได้กล่าวถึงแนวทางการใช้ปุ๋ยคอกไว้ดังนี้คือ มูลโคและมูลกระบือ โดยทั่วไปแล้วมีธาตุอาหารต่ำกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นเพราะเป็นสัตว์กินหญ้า ไม่ควรใส่แปลงปลูกผักโดยตรง เพราะจะมีปัญหาเมล็ดวัชพืชปะปนมา ควรนำไปหมักเป็นปุ๋ยหมักเสียก่อน หรือนำไปผลิตก๊าซชีวภาพแล้วนำกากที่เหลือไปใช้จะได้ประโยชน์มากกว่า มูลแห้งเหมาะสำหรับใส่แบบหว่าน ในสวนไม้ผล หรือรองก้นหลุมปลูกพืช มูลไก่และมูลเป็ด เป็นมูลที่มีธาตุอาหารค่อนข้างสูง โดยมีการเลี้ยงกันเป็นการค้าและกระจัดกระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะการเลี้ยงไก่ มูลไก่กระทงมีแกลบปนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมูลไก่ไข่มีแต่เนื้อมูลล้วน ฉะนั้นควรใช้มูลไก่ไข่น้อยกว่ามูลไก่กระทงครึ่งหนึ่ง มูลไก่สดไม่ควรนำไปใช้ในสวนไม้ผล และพืชผัก โดยตรง ควรนำไปทำปุ๋ยหมักให้สมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปใช้ส่วนเป็ดนั้นจะเลี้ยงกันบริเวณริมน้ำและมากที่สุดบริเวณริมฝั่งทะเล มูลที่ขุดมาได้จากเล้าอาจจะมีเกลือปะปนมาทำให้คนนิยมน้อยกว่ามูลไก่ มูลสุกร เป็นมูลที่ธาตุอาหารค่อนข้างสูงโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส มูลแห้งนั้นชาวสวนผักนิยมใช้มากที่สุด มูลสุกรมักจะมีปริมาณทองแดงมาก การใช้สะสมนาน ๆ อาจจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ ควรนำไปทำปุ๋ยหมักร่วมกับแกลบ ขี้เลื่อย ฟางข้าว ก่อนที่จะนำไปใช้ถึงจะดี

การให้น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะกอกโอลีฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมะกอกโอลีฟที่ปลูกอยู่ในเขตเมดิเตอร์เรเนียน (Silvestri *et al.*, 1999) ระบบการให้น้ำแก่มะกอกโอลีฟที่ปลูกอยู่ในเขตเมดิเตอร์เรเนียนมี 2 ระบบ คือ ระบบการให้น้ำแบบพ่นฝอย (micro irrigation system) ข้อดีของการให้น้ำระบบนี้คือ เกษตรกรสามารถให้ปุ๋ยหรือสารอินทรีย์บางอย่างไปพร้อมกับการให้น้ำได้และยังช่วยลดการสูญเสียความชื้นในดินด้วย และระบบการให้น้ำแบบหยด (drip irrigation system) ซึ่งเป็นระบบการให้น้ำที่เกษตรกรนิยมใช้เนื่องจากเป็นการให้น้ำอย่างประหยัด มีการสูญเสียน้ำน้อย (Pansiot and Rebour, 1961) นอกจากนี้ยังสามารถให้ธาตุอาหารบางชนิดที่มีการเคลื่อนย้ายได้ยากในดิน เช่น ธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสไปพร้อมๆกับการให้น้ำอย่างเฉพาะที่ ซึ่งจะช่วยให้รากของมะกอกโอลีฟสามารถดูดธาตุอาหารนั้นๆ ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศรปราชญ์, 2539)

นิเวศวิทยาการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟ

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟ

มะกอกโอลีฟเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในช่วงละติจูดที่ 25-45 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงพบมะกอกโอลีฟขึ้นอยู่ในหลายพื้นที่ทั้งในเขตซีกโลกตอนเหนือบริเวณเขตทะเลเมดิเตอร์เรเนียน แอฟริกาตอนเหนือ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและแม็กซิโก และในเขตซีกโลกตอนใต้บริเวณออสเตรเลียและบางประเทศในทวีปแอฟริกาใต้ สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกมะกอกโอลีฟควรเป็นพื้นที่ราบจนถึงพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 800 เมตร (IOOC, 1996) ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญของมะกอกโอลีฟควรมีโครงสร้างดินที่ระบายน้ำได้ดีและมีหน้าดินลึก เนื่องจากมะกอกโอลีฟเป็นพืชที่ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง และมีค่า pH อยู่ในช่วง 7-8 มะกอกโอลีฟเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดจัด ไม่ชอบสภาวะฝนตกชุกและมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศต่ำ โดยปกติมะกอกโอลีฟจะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอย่างน้อย 500 มิลลิเมตรต่อปี ลักษณะภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟได้แก่ภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียน เนื่องจากในช่วงฤดูร้อนระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมมีอากาศร้อนแห้ง และมีแสงแดดจัด มีฝนตกเล็กน้อยในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วงและในช่วงฤดูหนาวอุณหภูมิไม่ลดต่ำเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากถึงแม้ว่ามะกอกโอลีฟสามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ถึง –8 หรือ –10 องศาเซลเซียส

แต่ต้นมะกอกโอลีฟจะไม่สามารถทนต่อสภาพอากาศที่เย็นจัดได้ต่อเนื่องเป็นเวลานานและจะตายในที่สุด นอกจากนี้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ยอดและตาดอกที่กำลังแตกใหม่ได้

วงจรการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟในเขตเมดิเตอร์เรเนียน

มะกอกโอลีฟเป็นพืชที่มีวงจรชีวิตไม่สลับซับซ้อนแต่ยาวนานเนื่องจากมีอายุยืนหลายร้อยปี ต้นมะกอกโอลีฟจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่อต้นมะกอกโอลีฟมีอายุได้ประมาณ 1-7 ปี เมื่อมะกอกโอลีฟมีอายุระหว่าง 7-35 ปี จึงจะเริ่มให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อมะกอกโอลีฟมีอายุตั้งแต่ 35 ปี ถึง 150 ปีจึงจะมีการให้ผลผลิตสูงและสม่ำเสมอ แต่ในต้นมะกอกโอลีฟที่มีอายุมากกว่า 150 ปี ขึ้นไปจัดเป็นต้นมะกอกโอลีฟที่เริ่มมีอายุมากและให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอการเจริญของมะกอกโอลีฟในเขตเมดิเตอร์เรเนียนในช่วงฤดูหนาวซึ่งมีอากาศเย็นมะกอกโอลีฟจะมีการพักตัวและเมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นก็จะเริ่มแตกยอดและตาดอก มะกอกโอลีฟจะมีการสร้างช่อดอกประมาณกลางเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมตาดอกจะพัฒนามาจากตาข้างบนกิ่งแต่ในบางสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมช่อดอกอาจพัฒนามาจากตาที่ปลายยอดก็ได้ ดอกของมะกอกโอลีฟที่เกิดขึ้นจะเริ่มสร้างกลีบเลี้ยงและกลีบดอกก่อนเมื่อสร้างกลีบดอกสมบูรณ์แล้วจึงจะเริ่มสร้างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาจนเป็นดอกที่สมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 4-5 สัปดาห์ ดอกของมะกอกโอลีฟจะเริ่มบานและมีการผสมเกสรประมาณเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน เมื่อดอกของมะกอกโอลีฟได้รับการผสมเกสรแล้วผลของมะกอกโอลีฟจะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วภายใน 10-15 วันหลังจากการผสมเกสร เมล็ดที่เกิดขึ้นจะเจริญอยู่ภายในคาร์เพลใด (capel) คาร์เพลหนึ่งเท่านั้น เมล็ดของมะกอกโอลีฟจะมีการเจริญและสะสมสารที่สร้างความแข็งแกร่งให้แก่เมล็ดในช่วงเดือนกรกฎาคมจนถึงต้นเดือนสิงหาคม (FernaÂndez-Escobar *et al.*, 1992) จากนั้นจึงจะมีการสร้างเนื้อผลและสะสมน้ำมันในผลจนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ ซึ่งระยะเวลาการสุกแก่และการเก็บเกี่ยวของผลมะกอกโอลีฟจะแตกต่างกันไปแล้วแต่พันธุ์ โดยทั่วไปเกษตรกรจะสามารถเก็บเกี่ยวผลของมะกอกโอลีฟพันธุ์ที่สุกแก่เร็วหรือพันธุ์เบาและพันธุ์ที่ปลูกเพื่อใช้รับประทานผลเขียวได้ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ส่วนมะกอกพันธุ์ที่สุกแก่ช้าหรือพันธุ์หนักและพันธุ์ที่ใช้เพื่อรับประทานผลดำ และเพื่อการผลิตน้ำมันจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ (FernaÂndez-Escobar *et al.*, 1992)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนตรดาว (2546) ทำการศึกษาลักษณะเรือนพุ่มและการกระจายการรับแสงของมะกอกโอลีฟ ที่ปลูกในสภาพร้อนชื้นในประเทศไทยโดยได้ทำการวิเคราะห์การจำลองลักษณะเรือนพุ่มของมะกอกโอลีฟโดยการเปรียบเทียบหลัง และก่อนการตัดแต่งหนึ่งเดือน ผลปรากฏว่า พื้นที่ใบในบริเวณพุ่มของมะกอกโอลีฟก่อนการตัดแต่งมีความหนาแน่นของพื้นที่ใบตรงกลางเรือนพุ่มหนาแน่นมาก แต่เรือนพุ่มตรงกลางที่มีการตัดแต่งมีความหนาแน่นของพื้นที่ใบลดลงและมีพื้นที่ใบหนาแน่นที่สุดในช่วงล่างของทรงพุ่ม

เสริมสกุล (2546) ได้ทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์มะกอกน้ำมันที่รวบรวมจากประเทศสเปน อิตาลี และอิสราเอล จำนวน 18 พันธุ์ มาทดลองปลูกในปี พ.ศ 2540 แล้วศึกษาการเจริญเติบโต การออกดอกติดผล และการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ผลปรากฏว่า เมื่อนำปัจจัยการเจริญเติบโตที่ศึกษามาวิเคราะห์ โดยใช้ hierarchical cluster analysis สามารถแบ่งกลุ่มมะกอกน้ำมันได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่เจริญเติบโตปานกลางถึงสูง กับกลุ่มที่มีการเจริญเติบโตต่ำ สำหรับการออกดอกติดผล พบว่า มีเพียง 2 พันธุ์เท่านั้นที่สามารถออกดอกได้ตามปกติ คือ พันธุ์ abequina เหมาะสมต่อการออกดอก กล่าวคือออกดอกผิดปกติที่ปลายยอดมีเพียงพันธุ์เดียว คือพันธ์ ogliarola ระหว่างพันธุ์มะกอกน้ำมันที่ศึกษา พบว่ามีเพียงพันธุ์ abequina ที่ทนต่อสภาพแวดล้อมของประเทศได้ดีที่สุด ทั้งนี้ เสริมสกุล กล่าวว่าเนื่องจากมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบดี และสามารถออกดอกติดผลได้ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย แต่ประสบปัญหาหลักคือ การผสมตัวเองไม่ติด ทำให้ไม่สามารถติดผลที่สมบูรณ์ได้

สมเจตน์ (2545) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟ โดยใช้ปุ๋ยเคมี 3 ชนิดคือ แอมโมเนียมซัลเฟต ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยทำการวิเคราะห์ธาตุ อาหารในใบแต่ละช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟ ผลการทดลอง สมเจตน์ พบว่า อัตราส่วนของปุ๋ย คือ ไนโตรเจน: ฟอสฟอรัส:โพแทสเซียม 200:40:240 และ 400:80:480 กรัมต่อต้นต่อปี ทำให้พืชมีการสะสมธาตุอาหารโดยสามารถดึงปุ๋ยในอัตราส่วนดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ได้สูงที่สุด และมีการเจริญเติบโตทางการเกษตรที่ดี

วิธีการทดลอง

3.อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในแต่ละทรีตเมนต์

1. ปุ๋ยคอก
2. ปุ๋ยหินฟอสเฟต (0-3-0)
3. ปุ๋ยภูมิกซ์
4. ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
5. ปุ๋ยสูตรเสมอ (15-15-15)
6. กระบอกตวง
7. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์
8. เทปวัดระยะ
9. ป้ายชื่อ (tag)
10. กรรไกรตัดกิ่ง
11. มะกอกโอลีฟพันธุ์ arbequina อายุ 2 ปี

2.วิธีการทดลองและการวางแผนการทดลอง

ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด สัปดาห์ละสองครั้ง กำจัดวัชพืชโดยการตัดเดือนละหนึ่งครั้ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ต้น จำนวน 3 บล็อก (12 ต้นต่อกรรมวิธี) ใช้ระยะปลูก คือ 60 x 60 เมตร แต่ละกรรมวิธีมีดังนี้กรรมวิธีทั้ง 4 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 (T1) คือ ไม่ใส่ปุ๋ย

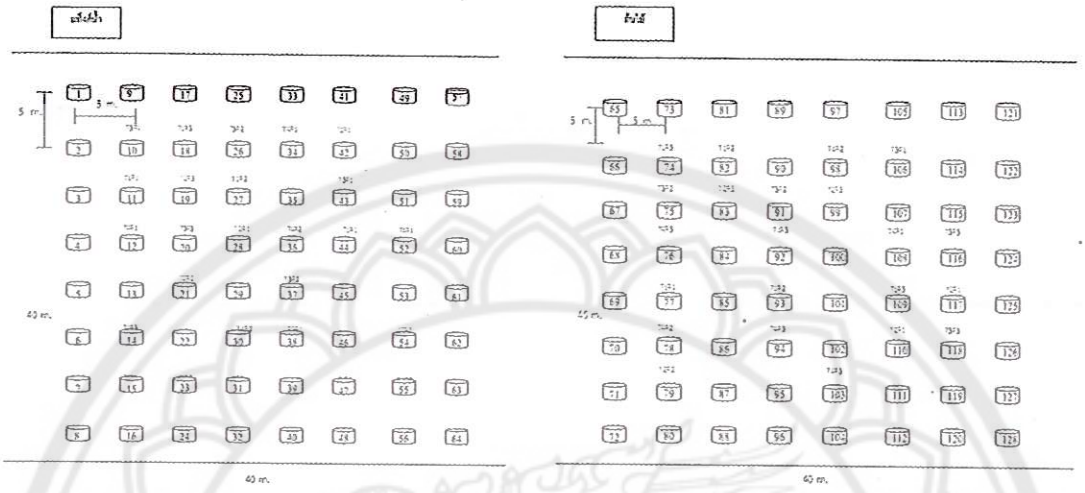
กรรมวิธีที่ 2 (T2) คือ ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

กรรมวิธีที่ 3 (T3) คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

กรรมวิธีที่ 4 (T4) คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเดือนละหนึ่งครั้ง ตามแผนการทดลอง (ภาพที่ 4) แล้วเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟในสภาพแปลงปลูก โดยบันทึกข้อมูลความสูงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นโดยวัดจากส่วนโคนของลำต้นที่ความสูง 5 เซนติเมตร เหนือพื้นดิน และนับจำนวน

กิ่งหลักทุก 30 วัน ตลอดการทดลอง และใบที่ 4 นับจากยอดและปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในใบพืชหลังการทดลอง



ภาพที่ 4 ผังแปลงทดลองตามการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD).

3. การบันทึกผลการทดลอง

ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเดือนละหนึ่งครั้ง แล้วเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟในสภาพแปลงปลูก

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design วิเคราะห์โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ความสูงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งหลัก ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในพืชในดินอินทรียวัตถุในดิน

5. การปลูก การดูแลรักษาและการเก็บข้อมูล

5.1 การปลูก

ทำการเตรียมดินใส่ในวงบ่อปูนซีเมนต์ให้เรียบร้อย จะนำกิ่งพันธ์ที่ได้มาลงปลูกตามแต่ละบ่อ โดยจะใช้ระยะปลูก

ระหว่างต้น และระหว่างแถว เท่ากับ 6x6 เมตร การปลูกใช้แรงงานคนเนื่องจากเป็นการทดลองจึงต้องมีวิธีที่เป็นระเบียบ

5.2. การดูแลรักษา

1. การให้น้ำ

ในช่วงแรกของการปลูกดูแลให้ต้นมะกอกไม่ให้วัชพืชขึ้น ต้นมะกอกเป็นพืชที่ทนความร้อนได้ดีจะมีการให้น้ำเป็นระยะด้วยระบบน้ำหยดห่างจากโคนต้นประมาณ 30 เซนติเมตร และให้น้ำอาทิตย์ละ 2 ครั้งเพื่อให้การเจริญเติบโตสม่ำเสมอ

2. การกำจัดวัชพืช

แปลงปลูกมะกอกโอลีฟครั้งนี้ เป็นแปลงที่ทการทดลองดดยปลูกในวงบ่อปูนซีเมนต์ และนำดินมาใส่ในวงบ่อปูน วัชพืชในดินก็ยังคงมีอยู่หรือเกิดจากการที่เม็ดของวัชพืชแพร่กระจ่ายมาตามลม ดั้งนั้นจึงเกิดต้นวัชพืชขึ้นตามบริเวณในวงบ่อและในบริเวณตามแปลงรอบวงบ่อจึงต้องมีการกำจัดวัชพืชโดยรอบวงบ่อใช้เครื่องตัดหญ้าส่วนในวงบ่อใช้วิธีการถอนหญ้า เพื่อป้องกันการแย่งธาตุอาหารของต้นมะกอกโอลีฟ

5.3. การบันทึกข้อมูลมะกอกโอลีฟเป็นพืชที่ใช้ได้ทั้งในส่วนของลำต้นและผล โดยบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังนี้

ข้อมูลที่ต้องบันทึกทุก 30 วัน ตลอดการทดลองแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต

- ความสูงของลำต้น
- เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (วัดส่วนโคนของลำต้นที่ความสูง 5 เซนติเมตร เหนือพื้นดิน)
- จำนวนกิ่งหลัก

ข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์ทุก 4 เดือน

- ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในพืชและในดินและอินทรียวัตถุในดิน

6.ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ขอบเขตระยะเวลา ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2552 – ธันวาคม 2553

ขอบเขตเนื้อหา ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยคอก และสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟพันธุ์ abequina ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา

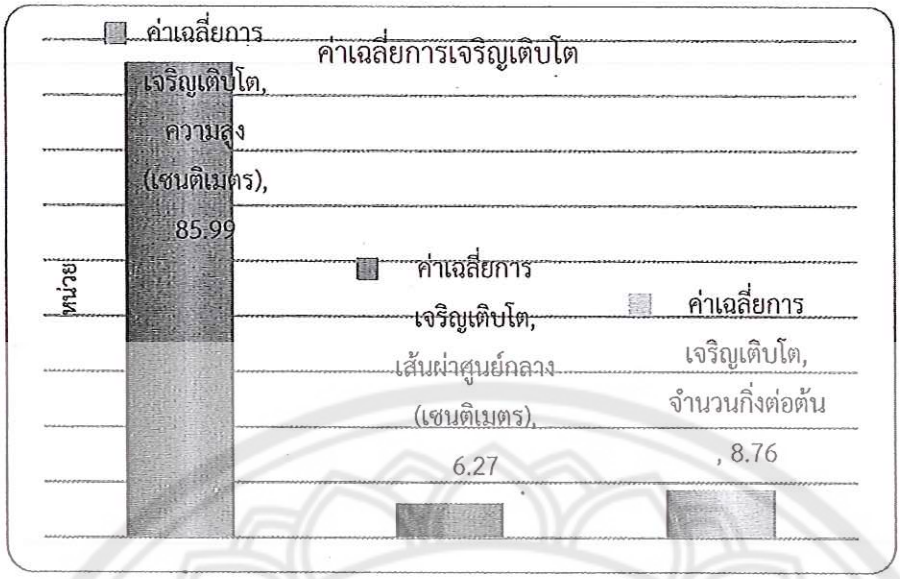
ผลการทดลอง

1. การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟสายพันธุ์ arbequina ที่ปลูกทดสอบ ในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงปีที่ 2 ของการปลูก

จากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟที่ปลูกในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2553 พบว่ามะกอกโอลีฟสายพันธุ์ Abequina มีการเจริญเติบโตและปรับตัวได้ดีในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย โดยเฉลี่ยทั้งแปลงมะกอกโอลีฟมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 85.99 เซนติเมตร มีจำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.76 กิ่ง และ มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.27 เซนติเมตร (ตารางที่ 2, ภาพที่ 5) และยังไม่พบว่ามีการระบาดของโรคใดในแปลงที่ปลูก ส่วนปัญหาหลักที่พบในฤดูฝนคือ การระบาดของหนอนผีเสื้อชนิดต่าง ๆ และปัญหาการระบาดของวัชพืชที่รุนแรง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟสายพันธุ์ arbequina ที่ปลูกทดสอบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงปีที่ 2

ลักษณะการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟ	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต
ความสูง (เซนติเมตร)	85.99
เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	6.27
จำนวนกิ่งต่อต้น	8.76



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟสายพันธุ์ arbequina ที่ปลูกทดสอบในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงปีที่ 2

2. การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ย 4 สูตรต่อการเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟใน ปีที่ 2 ของการปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา

การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟในช่วงปีที่ 2 พบว่า การเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นมะกอกที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน ทำให้ต้นมะกอกโอลีฟมีความสูง 90.46 เซนติเมตร ส่วนต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน สามารถเพิ่มจำนวนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและจำนวนกิ่งต่อต้นได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือ 16.42 เซนติเมตร และ 10.51 กิ่ง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 6-8

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของต้นมะกอกโอลีฟ

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต		
	ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งต่อต้น
T1	76.47d	12.37d	7.89b
T2	79.24b	15.82a	10.51a
T3	90.46a	14.74b	10.43a
T4	77.98c	13.74c	7.93b
% CV	9.63	14.10	9.87

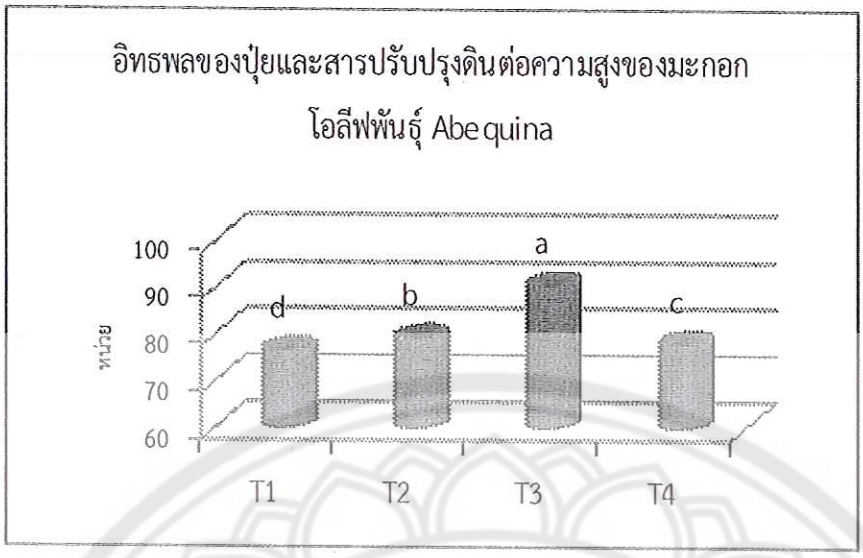
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 95 เปอร์เซ็นต์

= T1 คือ ไม่ใส่ปุ๋ย

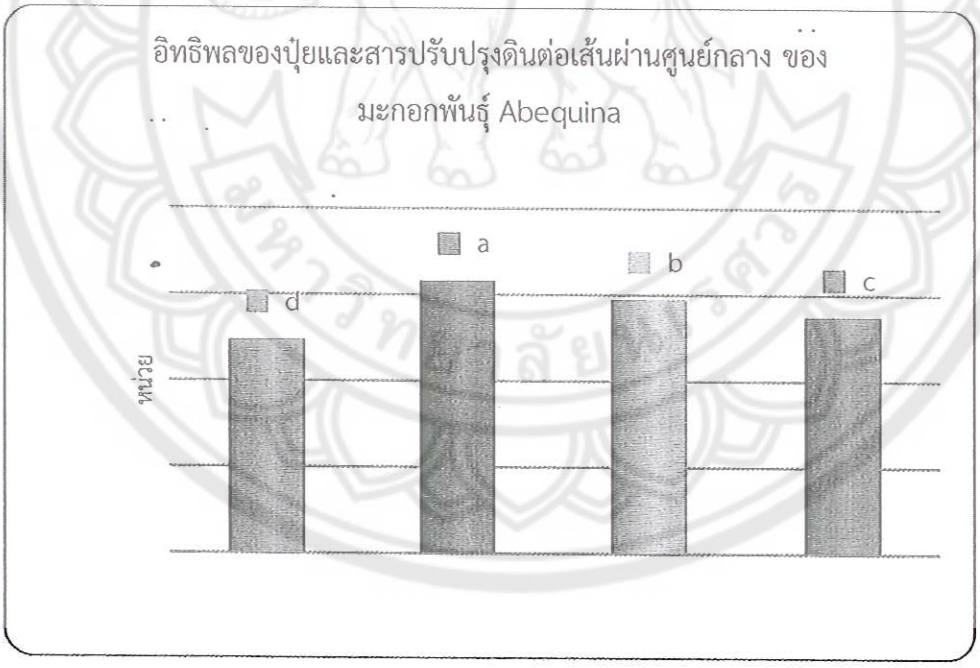
= T2 คือ ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

= T3 คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

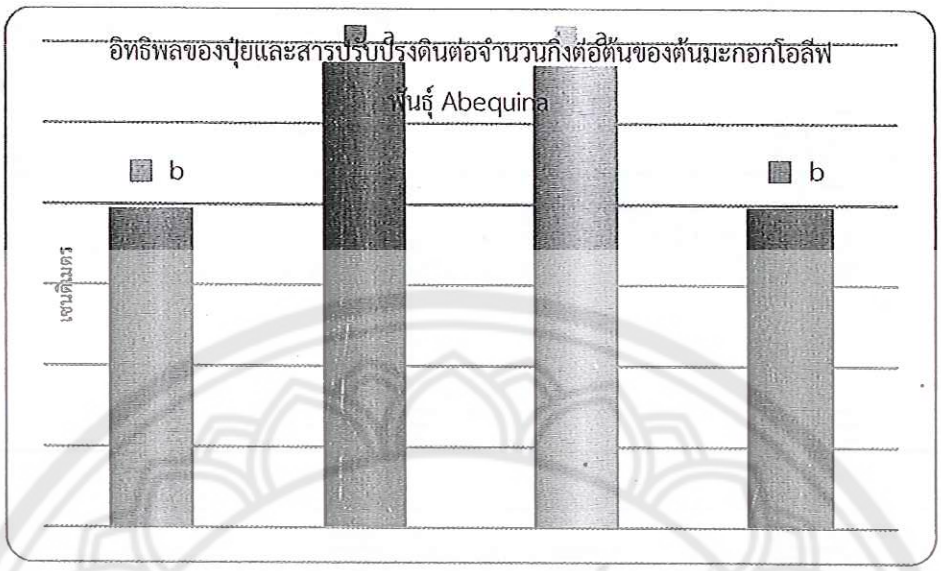
= T4 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน



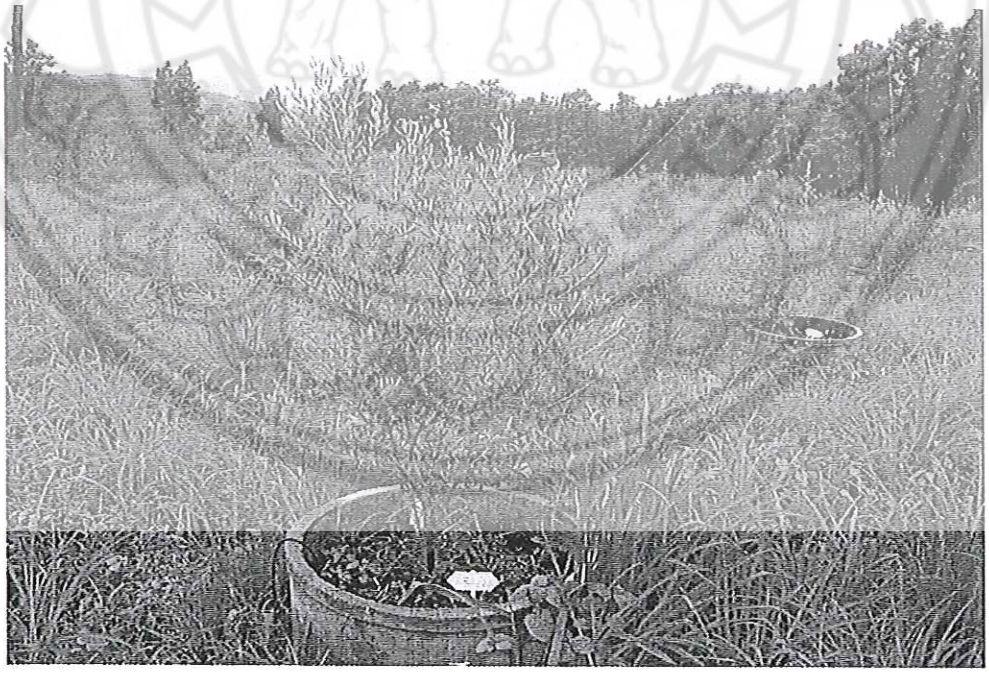
ภาพที่ 6 ความสูงของต้นมะกอกโอลีฟหลังการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ



ภาพที่ 7 เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นมะกอกโอลีฟหลังการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ



ภาพที่ 8 จำนวนกิ่งต่อต้นของต้นมะกอกโอลีฟหลังการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ



ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟที่มีการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีต่าง ๆ



ภาพที่ 10 แปลงปลูกมะกอกโอลีฟพันธุ์ abequina อายุ 2 ปี ณ มหาวิทยาลัยพะเยา

2. ผลของปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ของมะกอกโอลีฟในช่วงปีที่ 2

การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟในช่วงปีที่ 2 พบว่า ปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบของต้นมะกอกโอลีฟทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน มีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 2.85 เปอร์เซ็นต์ และ 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4ภาพที่ 11-13

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบมะกอกโอลีฟ

กรรมวิธี	ค่าปริมาณธาตุอาหารในใบมะกอกโอลีฟ		
	ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
1	2.63d	0.09c	3.20c
2	2.62c	0.19a	3.26b
3	2.85a	0.18a	3.28a
4	2.64b	0.15b	3.25b
% CV	15.39	15.17	9.89

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่

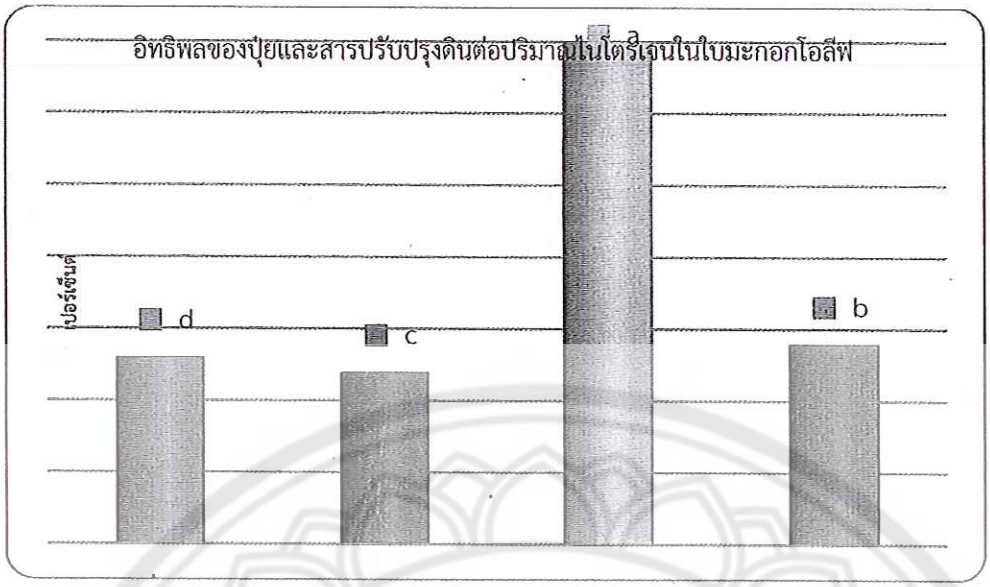
เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 95 เปอร์เซ็นต์

= T1 คือ ไม่ใส่ปุ๋ย

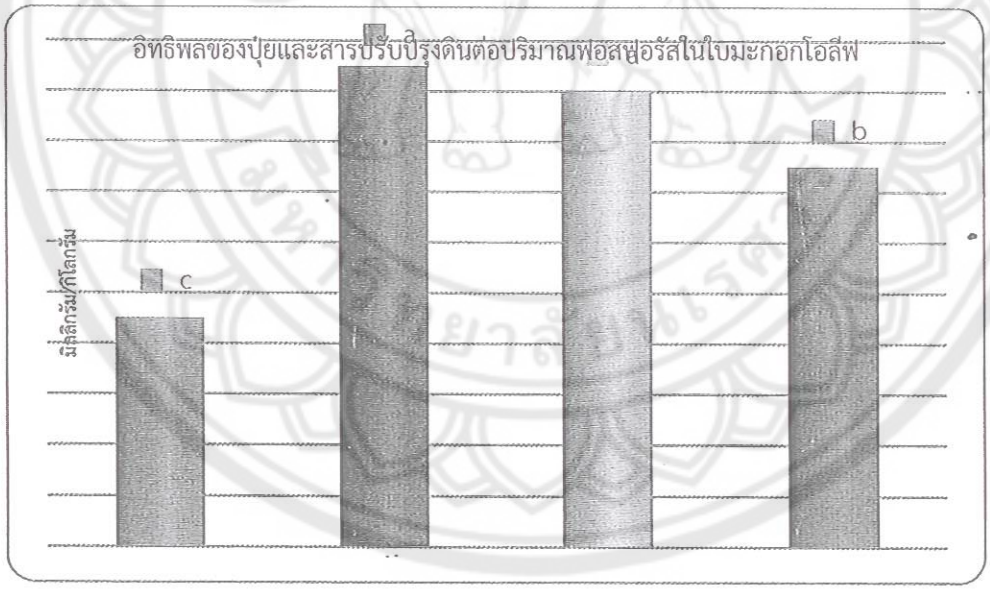
= T2 คือ ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

= T3 คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน

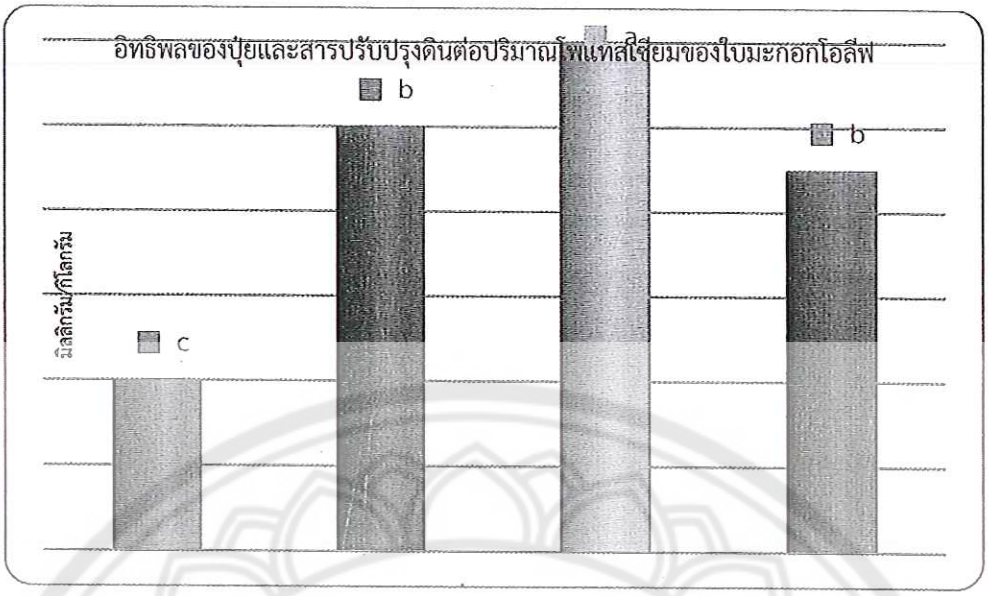
= T4 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน



ภาพที่ 11 ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ในใบมะกอกโอลีฟ



ภาพที่ 12 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในใบมะกอกโอลีฟ



ภาพที่ 13 ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในใบมะกอกโอลีฟ

3. ผลของปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบมะกอกโอลีฟในดินที่ตกค้างในแปลงทดลองหลังสิ้นสุดการทดลอง

ปริมาณของธาตุอาหารในดินที่ตกค้างในแปลงทดลองหลังสิ้นสุดการทดลองของไนโตรเจน เท่ากับ 3.5 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม เท่ากับ 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอินทรียวัตุในดินเท่ากับ 4.6 กรัมต่อกิโลกรัม

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

1. วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นมะกอกโอลีฟก่อนที่จะมีการทดลอง ได้นำต้นมะกอกโอลีฟจากกิ่งตอนมาทำการปลูกในวงบ่อๆ ละ 1 ต้น และให้น้ำแบบระบบน้ำหยด โดยให้อาทิตย์ละ 2 ครั้ง ก่อนที่จะทำการทดลอง มะกอกโอลีฟในช่วงปีแรกได้ทำการใส่ปุ๋ยคอกรองพื้นและไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี

ในการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟในช่วงปีที่ 2 ได้ทำการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 3) ทำให้ต้นมะกอกโอลีฟมีความสูง 90.46 เซนติเมตร เนื่องจากกรรมวิธีนี้ได้ใส่ปุ๋ยยูเรีย ซึ่งเป็นปุ๋ยเคมีที่มาจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี ธาตุอาหารที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่พืชดูดกินได้ทันทีเมื่อละลายน้ำหรือใส่ลงดินบวกกับปุ๋ยคอกที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความร่วนซุยและอินทรียวัตถุให้แก่ดิน จึงทำให้ดินไม่แน่นและรากของพืชมีการหาอาหารได้ดีขึ้น (ออมทรัพย์, 2540) และการใส่ปุ๋ย ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 2) สามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและจำนวนกิ่งต่อต้นได้สูงคือ 15.82 เซนติเมตร และ 10.51 กิ่ง เนื่องจากคุณสมบัติของหินฟอสเฟต คือสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟตใช้ผสมปุ๋ยอินทรีย์รองก้นหลุมหรือใส่ตั้งแต่เตรียมดิน ช่วยให้พืชออกรากมากโตเร็ว ลดความเป็นกรดของดิน ช่วยให้ดินร่วนซุยเพิ่มแร่ธาตุในดินที่ละลายได้ให้มากขึ้น ผลพลอยได้ คือ จุลธาตุต่างๆ ที่ตกค้างในดินสามารถละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (ออมทรัพย์, 2540)

ผลของปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบมะกอกโอลีฟหลังจากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ประมาณ 10 เดือน พบว่า ต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 3) มีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 2.33 เปอร์เซ็นต์ และ 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน มี (กรรมวิธีที่ 2) มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากปุ๋ยร๊อกฟอสเฟสละลายออกมาให้พืชได้ใช้อยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก, ปุ๋ย

คอก และปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ยิ่งปัจจุบันมีการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยเหล่านี้ 10 ส่วน คลุกกับภูไมท์ 1 ส่วน ก็จะยิ่งทำให้ฟอสเฟต ในดินเปลี่ยนรูปละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (อภิชาต, 2554)

2. สรุปผลการทดลอง

1. ต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 3) ทำให้ต้นมะกอกโอลีฟมีความสูง 90.46 เซนติเมตร

2. ต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน สามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและจำนวนกิ่งต่อต้นได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือ 16.42 เซนติเมตร และ 10.51 กิ่ง ตามลำดับ

3. ต้นมะกอกโอลีฟที่ใส่ปุ๋ยปุ๋ยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+ร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน (กรรมวิธีที่ 3) มีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 2.33 เปอร์เซ็นต์ และ 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4. ต้นมะกอกโอลีฟที่ปุ๋ยร๊อคฟอตเฟต (0-3-0) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน+สารปรับปรุงดินภูมิกซ์ อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อเดือน มี (กรรมวิธีที่ 2) มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

5. ปริมาณของธาตุอาหารในดินที่ตกค้างในแปลงทดลองหลังสิ้นสุดการทดลองของไนโตรเจน เท่ากับ 3.5 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมเท่ากับ 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอินทรียวัตุในดินเท่ากับ 4.6 กรัมต่อกิโลกรัม

3. ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำระบบน้ำให้ดี การจ่ายน้ำตรงตามเวลาที่กำหนด
2. การจัดการควบคุมวัชพืช ควรตัดหญ้าทุก 1 เดือน
3. ควรมีการป้องกันและกำจัดปลวกที่จะมาทำลายโคนต้นของมะกอกโอลีฟ

เอกสารอ้างอิง

เนตรดาว มุสิกมาศ. 2546. ลักษณะเรือนพุ่มและการกระจายการรับแสงของมะกอกโอลีฟ (Olive, *Olea europaea* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศรปราชญ์ ธไนศวรรยางกูร. 2539. ว่าด้วยความรู้เรื่องมะกอก (Olive, *Olea europaea* L.) ใน แถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 105 หน้า

เสริมสกุล พจนการุณ. 2546. การทดสอบและเปรียบเทียบพันธุ์มะกอกน้ำมัน (Olive, *Olea europaea* L.). การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. หน้า 146-153

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ วารินทร์ ทองเจริญ โสภณ วงศ์แก้ว ยุพา หาญบุญทรง รณรงค์ อยู่เกตุ และรวมชาติ แต่พงษ์โสรัถ. 2543. การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกโอลีฟในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *ใน* รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปี 2543. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมเจตน์ กาญจนประทุม. 2545. อิทธิพลของการให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ทางดินต่อการ เจริญเติบโตของมะกอกโอลีฟ (Olea europaea L.) พันธุ์ Hojiblanca, Manzanillo และ Arbequina . ปริญญาโท(พืชสวน), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ขอนแก่น.

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2544. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2543. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ.

อภิชาต พิรีนันท์. 2554. หินฟอสเฟต.(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล http://www.nanagarden.com. (4 พฤศจิกายน 2554)

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2540. แนวทางการใช้ปุ๋ยคอกเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูลhttp://oatthailand.org/index.php/production-factor/68-manure (4 พฤศจิกายน 2554)

Bianco, A., R.A. Mazzei, C. Melchioni, M.L. Scarpati, G. Romeo and N. Uccella. (1998). Microcomponents of olive oil. Part II: Digalactosyldiacylglycerols from *Olea europaea* L. J. Agric. Food Chem. 62(3): 343-346.

Chandler, W.H. 1958. The Olive, pp. 229-247. *In* Everygreen Orchards. Lea & Febiger, Philadelphia. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1977. Modern Olive Growing. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Christakis, G., M.K. Fordyce and C.S. Kurtz. 1980. The biological aspects of olive oil. *In* Proceedings of 3rd International Congress on the Biological Value of Olive Oil. Hania, Greece.

Fernandez, A.G., M. J. F. Diez and M. R. Adams. 1997. Table Olives. Chapman & Hall, London.

FernaÂndez-Escobar, R., M. Benlloch,C. Navarro, G.C. Martin. 1992. The time of floral induction in the olive. Hort. Sci. 117: 304-307.

Heywood, V.H. 1993. Flowering Plants of the World. BT Batsford Ltd, London.

International Olive Oil Council (IOOC). 1999. The Olive Tree, the Oil, the Olive. International Olive Oil Council (IOOC), Madrid.

International Olive Oil Council (IOOC). 1996. World Olive Encyclopaedia. International Olive Oil Council, Madrid.

Katsoyannos, P. 1992. Olive pesa and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper. 155, 178 p.

Lacher, W. 1995. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer-Verlag, New York.

Lumaret, R., N. Ouazzani, H. Michaud, G. Vivier, M.F. Deguilloux and F. Di Giusto. 2003. Allozyme variation of oleaster populations wild olive tree in the Mediterranean Basin. Heredity 92: 343–351.

Pansiot, F.P. and H. Rebour. 1961. Improvement in Olive Cultivation. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Pappa, I.C., J.G. Bloukas and I.S. Arvanitoyannis. 2000. Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil. Meat Science. 56: 81-88.

Renowden G. 1999. The olive book. Canterbury University. Canterbury. 146 p.

Silvestri, E., N. Bazzanti and M. Toma. 1999. Effect of training system, irrigation and ground cover on olive crop performance. Acta. Hort. 474: 173-175.

ภาคผนวก

1. วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน

ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (N)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. digestion block สำหรับหลอดขนาด 250 มิลลิลิตร
2. digestion tube ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 หลอด
3. kjeldahl's distillation unit
4. conical flask ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ
5. conical flask ขนาด 125 มิลลิลิตร จำนวน 2 ใบ
6. buret ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
7. ขาตั้ง buret
8. volumetric pipet ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
9. dispensor ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
10. กระบอกตวง ขนาด 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
11. ขวดฉีดน้ำกลั่น ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด

สารเคมี

1. กรด H_2SO_4 เข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ LR grade
2. mixed castalyst : ผสม K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se ในอัตราส่วน 100 :10 :1 อัตราส่วนโดยน้ำหนัก
3. Mixed indicator : เตรียมโดยละลาย methyl red 0.066 กรัม และ bromocresol green 0.099 กรัม ใน 95 เปอร์เซนต์ ethanol ประมาณ 80 มิลลิลิตร ปรับสีของอินดิเคเตอร์ให้เป็นสีเขียวด้วย 0.1 โมล NaOH แล้วเติม 95 เปอร์เซ็นต์ ethanol จน ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
4. สารละลายกรดบอริค และอินดิเคเตอร์ : เตรียมโดยละลาย H_3BO_3 60 กรัม ด้วยน้ำกลั่นประมาณ 1800 มิลลิลิตร ใน erlenmeyer flask ขนาด 2000 มิลลิลิตร คนด้วยเครื่องคนแม่เหล็กจน H_3BO_3 ละลายหมด เติมอินดิเคเตอร์ผสมใน ข้อ 3 ลงไป 2.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 2000 มิลลิลิตร
5. สารละลาย 40 เปอร์เซ็นต์ NaOH : ใส่น้ำกลั่นประมาณ 1800 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 2000 มิลลิลิตร นำไปวางในอ่างน้ำเย็น เพื่อช่วยระบายความร้อน เติม NaOH ลงไปครั้งละ

5-10 กรัม พร้อมทั้งคบให้สารละลายหมดก่อนจึงเติมเพิ่มลง ไปใหม่จนครบ 800 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นจึงเติมน้ำกลั่นเพิ่มจนสารละลายมีปริมาตรรวมเป็น 2000 มิลลิลิตร

6. สารละลายกรด HCl : เตรียมโดยปิเปตกรด HCl เข้มข้น (37 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่น 1.19 กรัม9ต่อมิลลิลิตร 4.14 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 2000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้กรดความเข้มข้น 0.025 โมล
7. สารละลายมาตรฐาน tris-hydroxymethyl amino methane : เตรียมโดยนำสารดังกล่าวไปอบที่ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงเพื่อไล่ความชื้น จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น ชั่ง tris- มา 0.3028 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดินตัวอย่างละ 2.50 กรัม ใส่ใน digestion tube ระวังอย่าให้ดินเปื้อนด้านข้างหลอด หากดินเปื้อนให้ฉีดน้ำกลั่น เล็กน้อยเพื่อล้างดินลงไปก้นหลอด ระวังอย่าให้ดินแฉะ และใช้หลอดเปล่า 1 หลอดเป็น sample blank
2. เติม mixed catalyst ลงไปประมาณ 2 กรัม
3. เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น ลงไป 15 มิลลิลิตร แล้วเขย่าหลอดให้ส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้ากัน
4. นำไปย่อยใน digestion block ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึงจุดเดือดของกรด (อุณหภูมิประมาณ 380 องศาเซลเซียส) ย่อยจน ได้สารละลายใส และไม่มีฮิวมัสเคลือบเม็ดดิน (เม็ดดินไม่ถูกย่อย) จากนั้นย่อยต่อไปอีกประมาณ 30 นาที
   หมายเหตุ ขั้นตอนนี้ต้องทำในตู้ดูดควัน และสวมชุดดูดไอกรดกับปากหลอดให้แน่นสนิท
5. เติมสารละลายกรดบอริค (เตรียมได้จากข้อ 4) 10 มิลลิลิตร ลงใน conical flask ขนาด 250 มิลลิลิตร 11 จำนวน 3 ใบ
6. นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วจากข้อ 4 ไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่น ก่อนเริ่มกลั่นเติมสารละลาย 40 เปอร์เซนต์ NaOH ลงไป 40 มิลลิลิตร (เติมจากเครื่องกลั่น) และใช้กรดบอริคจากข้อ 5 จับแก๊สแอมโมเนียที่เกิดขึ้น สีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเขียว
7. นำกรดบอริคที่ได้จากข้อ 6 ไปไทเทรตด้วยสารละลาย 0.025 โมล HCl จนสีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนกลับไปเป็น สีชมพู ความเข้มของสีจะอ่อนลงกว่าเดิม เนื่องจากอินดิเคเตอร์เจือจากลง
8. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน tris 10 มิลลิลิตร ใส่ใน conical flask ขนาด 125 มิลลิลิตร จำนวน 2 ใบ หยดอินดิเคเตอร์ลงไป 2 หยด แล้วไทเทรตด้วย 0.025 โมล HCl

การคำนวณ

เปอร์เซ็นต์ Total N = 1.4 N_1 V/W

N_1 = ความเข้มข้นที่แท้จริงของกรด HCl (โมล)

V = ปริมาตรของกรด HCl ที่ใช้ในการไทเทรตข้อ 7 (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่างดินที่ใช้ (กรัม)

การประเมิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของไนโตรเจนในดินสามารถประเมินได้ดังตาราง

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของไนโตรเจนในดิน

ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	ระดับ
< 0.1	ต่ำมาก
0.1 - 0.3	ต่ำ
0.3 - 0.6	ปานกลาง
0.6 - 1.0	สูง
> 1.0	สูงมาก

- ดินที่มีไนโตรเจนในระดับต่ำหรือต่ำมาก ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ปุ๋ยตัวหน้าสูง) หรือปุ๋ยอินทรีย์ให้กับพืชที่ปลูก

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน (P)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. speetrophotometer (ใช้ร่วมกัน)
2. volumetric pipet ขนาด 1, 5 และ 10 มิลลิลิตร อย่างละ 1 อัน
3. dispenser ขนาด 10 และ 25 มิลลิลิตร อย่างละ 1 อัน
4. volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 9 ใบ
5. erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ
6. plastic funnel จำนวน 3 อัน

7. filter paper (whatmon เบอร์ 5) 3 แผ่น
8. erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ

สารเคมี

1. สารละลาย ammonium molybdate : เตรียมโดยละลาย $(NH_4)_6mo_7O_{24}$ $4H_2O$ (AR grade) 15 กรัม ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร และกรด H_2SO_4 เข้มข้น 140 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา
2. สารละลาย antimony potassium tatrate : เตรียมโดยละลาย $KSbO.C_4H_4O_6$ (AR grade) 0.50 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
3. สารละลายกรดบอริค : เตรียมโดยละลาย H_3BO_3 24.73 กรัม ในน้ำร้อนประมาณ 350 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
4. สารละลาย color reagent : เตรียมโดยผสมสารละลาย ammonium molybdate 30 มิลลิลิตร, amtimony potassium tatrate 30 มิลลิลิตร, กรดบอริค 90 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติก
5. สารละลายกรด ascobic : เตรียมโดยละลายกรด ascobic (AR grade) 2.50 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้ไม่ควรเก็บไว้ใช้เกิน 2 วัน
6. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต : เตรียมโดยนำสาร KH_2PO_4 ไปอบที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถแก้ว ดูดความชื้น ชั่งสารนี้ 0.4394 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติก และควรเก็บไว้ในที่มืดหากต้องการเตรียมเพื่อใช้เป็นเวลานาน สารละลายนี้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
7. สารละลาย bray 2 : เตรียมโดยละลาย NH_4F (AR grade) 1.11 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรด HCl เข้มข้น (37 เปอร์เซ็นต์w/w) ลงไป 8.1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งดินตัวอย่างละ 2.50 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมสารสกัดลงไป 25 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือ 60 วินาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง whatman No.5 รองรับสารละลายที่กรองได้ด้วย erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. ผสม Color reagent และสารละลาย ascobic ในอัตราส่วน 1 : 1 ลงในขวด dispenser
4. เติมสารละลายผสมในข้อ 3 จาก ispenser ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 9 ใบ

5. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
6. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสที่เจือจางแล้ว (จากข้อ 5) 0 1 2 3 4 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ที่เติมสารละลาย color reagent และกรด ascobic ไว้แล้วในข้อ 4 (ขวดที่เติมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสลงไป 0 มิลลิลิตร เรียกว่า reagent blank)
7. ฉีดน้ำกลั่นไล่สารที่ติดอยู่บริเวณคอขวดลงไปพร้อมทั้งเขย่าให้สารทำปฏิกริยากัน แต่ยังไม่ต้องปรับปริมาตร
8. ปิเปตสารละลายที่กรองได้จากข้อ 5.2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ที่เติมสารละลาย color reagent และกรด ascobic ไว้แล้ว ฉีดน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อยแล้วเขย่าให้สารทำปฏิกริยากัน
9. เปรียบเทียบความเข้มของสีกับกรณีที่ใช้สารละลายมาตรฐาน (ข้อ 6) ถ้าสีจางมากให้เพิ่มสารสกัดที่กรองได้ลงไปอีก 10 มิลลิลิตร ถ้าความเข้มของสีอยู่ระหว่างสารละลายมาตรฐาน 1 และ 2 มิลลิลิตร ให้เพิ่มสารสกัดที่กรองได้ลงไปอีก 5 มิลลิลิตร และหากสีเข้มเกินไปให้เจือจางสารสกัดที่กรองได้ลงในอัตราส่วนที่เหมาะสม (สอบถามผู้ควบคุม)
10. ปรับปริมาตรสารละลายใน volumetric flask ทั้ง 9 ใบด้วยน้ำกลั่น ปิดจุก เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้สารเกิดปฏิกริยาจนสมบูรณ์ประมาณ 40 นาที หรือนานกว่านี้
11. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 720 นาโนเมตร เทียบกับ reagent blankเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลายมาตรฐาน (เตรียมได้ในข้อ 6) กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหน่วย มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรด้วยโปรแกรม calLib หรือโปรแกรมอื่นที่ผู้ควบคุมปฏิบัติการจัดหาไว้ให้

การคำนวณ

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินตัวอย่าง

คำนวณได้จากสูตร

Avail. P = mV_s/WV_x (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

เมื่อ m = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากโปรแกรม calLib (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

V_s = ปริมาตรของสารละลายสกัดที่ใช้ในที่นี้คือ 25 มิลลิลิตร

V_x = ปริมาตรของสารละลายสกัดที่กรองได้และนำไปวิเคราะห์ (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดินตัวอย่าง (กรัม)

การประเมิน

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ซึ่งได้จากการคำนวณตามข้อ 6 สามารถใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ดังตาราง

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของฟอสฟอรัสในดิน

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	**ระดับ**
<5	ต่ำมาก
5-10	ต่ำ
10 - 15	ปานกลาง
15 - 25	ค่อนข้างสูง
25 - 45	สูง
>45	สูงมาก

-ดินที่มีฟอสฟอรัสในระดับต่ำหรือต่ำมาก แสดงว่าฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไป เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ปุ๋ยสูตรตัวกลางสูง)

-ดินที่มีฟอสฟอรัสในระดับปานกลางอาจใส่หรือไม่ใส่ ขึ้นกับปัจจัยอื่น เช่น ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการลงทุน หรือชนิดของพืชที่ปลูก พืชบางชนิดสามารถทนต่อการขาดฟอสฟอรัสได้ดี เช่น มะม่วงหิมพานต์ หรือมันสำปะหลัง เป็นต้น พืชเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส หากฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลาง

-ดินที่มีฟอสฟอรัสในระดับสูงหรือสูงมาก ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย

วิธีการวิเคราะห์โพแทสเซียมในดิน (K)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. flame Photometer (ใช้ AAS แทนได้)
2. atomic absorption spectrophotometer (AAS)
3. orbital flask shaker
4. dispenser ขนาด 25 มิลลิลิตร และ 5 มิลลิลิตร
5. เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.01 กรัม
6. erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
7. volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
8. volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร

9. measuring pipet ขนาด 5 มิลลิลิตร

10. plastic funnel

11. whatman paper filter No 5

สารเคมี

1. **สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต : เตรียมโดยเจือจาง** glacial acetic acid (CH_3COOH : 99 เปอร์เซ็นต์ 115 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปริมาตรประมาณ 1600 มิลลิลิตร เติมสารละลายแอมโมเนีย (NH_3 solution : 25 เปอร์เซ็นต์) ลงไป 140 มิลลิลิตร คนสารละลายด้วยเครื่องคนแม่เหล็ก ปล่อยทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของสารละลายลดลงใกล้อุณหภูมิห้องปรับ pH เป็น 7.0 ด้วยสารละลายเจือจางของกรดอะซิติก หรือแอมโมเนีย แล้วปรับปริมาตรสารละลายเป็น 20 มิลลิลิตร
2. สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียม (stock standard solution) : เตรียมจาก KCl (AR grade) โดยนำ สารนี้ไปอบที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น ชั่งสารนี้มา 1.9067 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวด polyethylene และเก็บไว้ในที่มืด
3. สารละลายมาตรฐาน แคลเซียม (stack standard solution) : เตรียมจาก $CaCO_3$ (AR grade) โดยนำสารนี้ไปอบที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น ชั่งสารนี้มา 2.4972 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 25 มิลลิลิตร จนท่วมสาร ค่อย ๆ เติม 1.0 โมล HCl (AR grade) ลงไปจน $CaCO_3$ ละลายหมด จากนั้นเติมกรดเพิ่มอีกประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวด polyethylene และเก็บไว้ในที่มืด
4. สารละลายมาตรฐาน (stock standard solution) : เตรียมจาก ribbon ความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.9 เปอร์เซ็นต์ ทำความสะอาดผิวของ ribbon ด้วย 1 โมล HCl ในผิวสะอาดไม่มีสารออกไซด์สีเทาเคลือบอยู่ อบที่อุณหภูมิ 100-100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น ใช้กรรไกรสแตนเลดตัดและชั่ง 1.0000 กรัม ละลายใน 1.0 โมล HCl ประมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเข้ม 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจะได้สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวด polyethylene และเก็บในที่มืด

5. สารละลายสตรอนเทียม : เตรียมโดยละลาย $SrCl_2.6H_2O$ 30.43 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวด polyethylene

วิธีการทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่างละ 5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย 1.0 โมล NH_4OAc pH 7.0 ลงไป 50 มิลลิลิตร โดยใช้ dispenser แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง orbital shaker นาน 30 นาที
3. กรองสารละลายลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง whatman No.5 แล้วล้างดินที่ค้างอยู่ใน erlenmeyer flask ด้วย 1.0 โมล NH_4OAc pH 7.0 อีกประมาณ 30 นาที และกรองสารละลายทั้งหมดรวมกัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
4. เจือจางสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม ลงให้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ปิเปต stock standard มา 10 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น) สารละลายที่ได้เรียกว่า intermediate standard จากนั้นเจือจาง intermediate standard ด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 2 4 6 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารละลายที่ได้นี้เรียกว่า working standard
5. เจือจางสารละลายมาตรฐานลงให้มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลาย ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตรจำนวน 6 ใบ ใบละ 10 มิลลิลิตร แล้วปิเปตสารละลาย intermediate standard ที่เตรียมไว้ลงไป 1 2 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายในขวด polyethylene ในกรณีที่ต้องการเก็บไว้ใช้เป็นเวลานาน
6. เติมสารละลายลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ (เท่ากับจำนวนตัวอย่างดิน) ใบละ 2.5 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายที่กรองได้จากข้อ 5.3 ลงไปตัวอย่างละ 2.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
7. นำสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 5 6 และ 7 ไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง AAS
8. นำสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 3 และ 4 ไปวัดการปลดปล่อยแสงของ K ด้วยเครื่อง flame photometer หรือเจือจากตามคำแนะนำของผู้ควบคุมปฏิบัติการ แล้วนำไปวัดการปลดปล่อยแสงด้วยเครื่อง AAS
9. เขียนกราฟมาตรฐาน และคำนวณความเข้มข้นของตัวอย่างด้วยโปรแกรม calLib หรือโปรแกรมอื่นที่ผู้ควบคุมปฏิบัติการจัดเตรียมไว้ให้

การคำนวณ

ความเข้มข้นของโพแทสเซียม คำนวณได้จากสูตร

Exch. Cation = CfVs/W (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

เมื่อ C = ความเข้มข้นของโพแทสเซียม หรือ มิลลิกรัม ในสารละลายที่คำนวณได้จากโปรแกรม calLib (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

f = จำนวนเท่าที่ต้องเจือจางสารละลายสกัดก่อนนำไปวิเคราะห์ (= ปริมาตรสุทธิของสารละลายก่อนวิเคราะห์ต่อปริมาตรของสารละลายสกัด)

V_s = ปริมาตรสุทธิของสารละลายที่สกัดได้ในที่นี้คือ 100 มิลลิลิตร

W = น้ำหนักดิน ในที่นี้คือ 5 กรัม

การประเมิน

ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในดินสามารถประเมินอย่างคร่าว ๆ ได้ดังตาราง

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของโพแทสเซียมในดิน

ธาตุอาหาร	ระดับความเข้มข้น				
	ต่ำ	ต่ำมาก	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<20	20-60	60-110	110-230	>230

อย่างไรก็ตาม การประเมินโดยอาศัยตัวเลขในตารางไม่อาจชี้ชัดได้ว่า ดินบริเวณที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์มีธาตุอาหารทั้งสามขาดแคลน หรือเพียงพอต่อความต้องการของพืชที่ปลูก ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการประเมิน ได้แก่

-ชนิดของดินและเนื้อดิน

-ชนิดของพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดธาตุอาหารไม่เหมือนกัน

-ความเข้มข้นของธาตุอาหารชนิดอื่น เช่น ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดิน ก็จะส่งผลให้พืชต้องการ โพแทสเซียม เพิ่มขึ้นด้วย

-ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ดินที่เป็นกรดมักทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมต่ำลง ไปด้วยการขาด Ca ของพืชมักเกิดขึ้นกับดินกรด และระดับ Ca ในดินมักต่ำจนถึงระดับขาดแคลน เมื่อดินมี pH ต่ำเท่านั้น

วิธีการวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter : Om)

อุปกรณ์แล้วเครื่องแก้ว

1. erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ
2. buret ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
3. buret stand จำนวน 1 อัน
4. volumetric pipet ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
5. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
6. ขวดฉีดน้ำกลั่นขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ

สารเคมี

1. สารละลาย 1.0 โมล $K_2Cr_2O_7$: เตรียมโดยอบ $K_2Cr_2O_7$ AR grade เพื่อไล่ความชื้นที่ อุณหภูมิ 105 ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ ที่อบแล้ว 4ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
2. กรด H_2SO_4 เข้มข้น 98เปอร์เซ็นต์
3. สารละลาย 0.5 โมลFe^{2+} : เตรียมโดยละลาย ammonium ferrous sulfate $(Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O)$ 196.07 กรัม ในน้ำประมาณ 500 มิลลิลิตร เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไป 15 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
4. สารละลาย 0.025 โมล ferroin indicator : เตรียมโดยละลาย 1,10-phenanthroline monohydrate 1.485 กรัม ในน้ำประมาณ 50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 0.5 โมล Fe^{2+} ลงไป 2 มิลลิลิตร คนให้ละลายหมดแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์

1. **ชั่งดินตัวอย่างละ 0.5-2.0 กรัม (ดินที่มีสีเข้มใช้น้ำหนักน้อย ส่วนดินทราย หรือดินที่มีสีจางให้ใช้น้ำหนักมาก ดินทรายจัดอาจต้องใช้มากถึง 5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร**
2. **เติมสารละลาย 1.0 โมล $K_2Cr_2O_7$ ลงไปด้วย pipet 10 มิลลิลิตร เขย่าให้ดินผสมกับสารละลาย**

3. เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไป 15 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกตวง (ขั้นตอนนี้ให้ทำในตู้ดูดควัน โดยเอียง flask เข้าด้านใน แล้วค่อย ๆ เทกรดใส่ลงไปอย่างช้า ๆ) นักศึกษาควรสมแว่นตาและถุงมือขณะทดลอง
4. ทิ้งไว้ในตู้ดูดควันไม่น้อยกว่า 30 นาที ใช้ขวดฉีดน้ำไล่ดินและสารเคมีที่เกาะอยู่ด้านข้าง flask ลงไปให้หมด และให้สารมีปริมาตรรวมประมาณ 75 มิลลิลิตร (ดูจากขีดปริมาตรด้านข้าง flask)
5. หยด ferroin indicator ลงไป 4-6 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลาย Fe^{2+} จนสีของสารแขวนลอย เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลอมแดง (สีของสารแขวนลอยจะเปลี่ยนจากสีส้มของ $Cr_2O_7^{2-}$ เป็นสีเขียวของ Cr^{3+} และเป็นสีน้ำตาลอมแดงของสารประกอบเชิงซ้อน Fe, 10-phenantroline อย่างไรก็ตามสีของดินอาจทำให้สีที่เห็นต่างไป)
6. ทำ sample blank ตามวิธีเดียวกันจากข้อ 2-5 โดยใส่ flask เปล่าจำนวน 2 ใบ

วิธีคำนวณ

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินคำนวณได้จากสูตร

$$OM = \left(N_c V_c - V_t \left(N_c V_c\right)/V_B\right) \frac{12.01}{40W} \cdot \frac{100}{77} \cdot \frac{100}{58}\%$$

ส่วนปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินคำนวณได้จากสูตร

$$Org.C = \left(N_c V_c - V_t \left(N_c V_c\right)/V_B\right) \frac{1201}{40W} \cdot \frac{100}{77}\%$$

เมื่อ N_c = ความเข้มข้นของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ (โมล)

V_c = ปริมาตรของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ (มิลลิลิตร)

V_t = ปริมาตรของสารละลาย Fe^{2+} ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่างดินนั้น ๆ (มิลลิลิตร)

V_B = ปริมาตรของสารละลาย Fe^{2+} ที่ใช้ไทเทรต sample blank (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่างดินที่ใช้ (กรัม)

ปริมาณอินทรียวัตถุจากการวิเคราะห์โดยวิธีนี้เป็นเพียงการประมาณค่าของอินทรีย์คาร์บอน โดยอนุมานว่าอินทรีย์คาร์บอนในดินมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่ 58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ใช้ค่าเฉลี่ยของผลการศึกษาซึ่งพบว่ามีอินทรีย์คาร์บอนเพียง 77

เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่เกิดปฏิกริยา หากทำปฏิกริยาที่อุณหภูมิห้อง ถึงแม้การวิเคราะห์โดยวิธีนี้จะมีการใช้ค่าประมาณ แต่ก็เป็นที่ยอมรับว่าให้ผลถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ **การประเมิน** ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสามารถประเมินได้ดังตาราง

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของอินทรียวัตถุในดิน

ร้อยละของอินทรียวัตถุ	ระดับ
<0.5	ต่ำมาก
0.5-1.0	ต่ำ
1.0-1.5	ค่อนข้างต่ำ
1.5-2.5	ปานกลาง
2.5-3.5	ค่อนข้างสูง
3.5-4.5	สูง
>4.5	สูงมา

- ดินที่มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำและต่ำมาก ควรปรับปรุงบำรุงดินนั้นให้มีอินทรียวัตถุสูงขึ้น ส่วนดินที่มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง หรือสูงมาก ไม่มีความจำเป็นต้องเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินอีก ดินที่มีอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูงให้ดูความเหมาะสมทางด้านปัจจัยอื่นประกอบ เช่น ความคุ้มค่าในการลงทุน ชนิดของพืชที่ปลูก และระดับธาตุอาหารในดิน เป็นต้น

วิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช (N)

อุปกรณ์เครื่องแก้ว

1. เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.0001 กรัม
2. digestion tube ขนาด 20 และ 100 มิลลิลิตร
3. digestion block
4. dispenser ขนาด 2 และ 5 มิลลิลิตร
5. เครื่องกลั่นไนโตรเจน nitrogen distillation apparatus
6. buret ขนาด 50 มิลลิลิตร
7. erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (sulphuric acid: 98 เปอร์เซ็นต์ w/w H_2SO_4)
2. สารเร่งปฏิกิริยาผสม (Na_2SO_4-$CuSO_4$-Se) สารละลายกรดบอริกผสมอินดิเคเตอร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตร (w/w): เช่นเดียวกับที่ใช้ย่อยหาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน
3. สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.01 โมล: ให้เจือจางจากกรดซัลฟิวริก 1 โมล แล้วนำไปเทียบหาความเข้มข้นที่แน่นอนตามวิธีการในบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องการเตรียมสารละลายมาตรฐาน

วิธีการทดลอง

1. การย่อยตัวอย่าง

ให้ใช้ตัวอย่างที่ย่อยโดยใช้กรดซัลฟิวริก ซัลฟิวริก-ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

2. การกลั่น

2.1 ตัวอย่างที่ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก นำไปเติมน้ำประมาณ 10 มิลลิลิตร เขย่าจนละลาย เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 30 มิลลิลิตร

2.2 ตัวอย่างที่ย่อยด้วยซัลฟิวริก-ไฮโรเจนเพอร์ออกไซด์ ปิเปต 10 มิลลิลิตรเติมโซเดียมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 10 มิลลิลิตร และกลั่นไนโตรเจนโดยรองรับด้วยกรดบอริก 5 มิลลิลิตร จนได้ปริมาตรประมาณ 30 มิลลิลิตร

3. การไทเทรต

3.1 นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมล

การคำนวณ

อาศัยหลักการที่ไนโตรเจน 2 โมล ทำปฏิกิริยากับกรดกรดซัลฟิวริก 1 โมล จากนั้นจึงคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืชเช่นเดียวกับกรณีของไนโตรเจนในดิน

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในพืช (P)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. เครื่องชั่งความละเอียด 0.0001 กรัม
2. visible spectrophotometer
3. erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. hot plate
5. dispenser ขนาด 5 มิลลิลิตร

6. ปิเปตปรับปริมาตร (adjustable pipet) ขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร ขวดปรับปริมาตร volumetric flak ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. dijestion tube ขนาด 20 มิลลิลิตร
8. หลอดทดลอง test tube ขนาด 16x150 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. กรดผสมไนทริก-เพอร์คลอริก (HNO_3-$HCLO_4$) : ผสมกรดไนทริก (nitric acid : 65 เปอร์เซ็นต์ w/wHNO_3) กับกรดเพอร์คอริก (perchloric acid : 70 เปอร์เซ็นต์ w/w $HClO_4$) ในสัดส่วน 3:1 โดยปริมาตร
2. กรดซัลฟิวริก (sulphuric acid : 98 เปอร์เซ็นต์ w/w H_2SO_4) และไฮโดนเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide: 30 เปอร์เซ็นต์ w/w H_2O_2)
3. สารละลายวาเนโดโมลิบเดต (vanadomolydate reagent)

   3.1 สารละลายแอมโมเนียมเมทาวาเนเดต: ละลายแอมโมเนียมเมทาวาเนเดต (ammonium metavanadate: NH_4VO_3) 1.25 ในน้ำร้อน 250 มิลลิลิตร ทิ้งไว้จนเย็นใกล้เคียงอุณหภูมิห้องก็เติมกรดไนทริก (nitric acid: 65 เปอร์เซ็นต์ w/w HNO_3) 250 มิลลิลิตร

   3.2 สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต: ละลายแอมโมเนียมเมทาวาเนเดต (ammonium molybdate: $(NH4)_6mo_7O_{24}.4H_2O$) 25.00 กรัม ในน้ำร้อนประมาณ 400 มิลลิลิตร
   เมื่อเย็นใกล้ที่อุณหภูมิห้องก็นำสารละลายในข้อ 3.1 ผสมกับ 3.2 และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เวลาให้ผสมสารละลายวานาโดโมลิบเดตกับน้ำที่ปราศจากไอออนอัตราส่วน 1:3 โดยปริมาตร
4. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0, 5, 10, 20 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร: ดูดสารละลายมาตรฟอสฟอรัส 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0, 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0 มิลลิลิตร เติมกรดเพอร์คลอริกลงไป 5 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร (ใช้กับตัวอย่างที่ย่อยด้วยกรดไนทริก-เพอร์คลอริก)
5. **สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส0, 5, 10, 20 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร : ดูดสารละลายมาตรฟอสฟอรัส 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร : มา 0, 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0 มิลลิลิตร เติมกรดเพอร์คลอริกลงไป 5 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร (ใช้กับตัวอย่างที่ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก-ไฮโดนเจนเพอร์ออกไซด์)**

วิธีการทดลอง

1. การย่อยตัวอย่าง

   ให้ใช้ตัวอย่างที่ย่อยโดยใช้กรดไนทริก-เพอร์คลอริก และกรดซัลฟิวริก-ไฮโดนเจนเพอร์ออกไซด์ ตามวิธีการทดลองในดิน

2. การทำให้เกิดสี

   ให้ใช้ตัวอย่างที่ย่อยโดยใช้กรดไนทริก-เพอร์คลอริก กับสารละลายมาตรฐานที่มีกรดเปอร์คลอริก ส่วนตัวอย่างที่ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก-ไฮโดนเจนเพอร์ออกไซด์ให้ใช้กับสารละลายมาตรฐานที่มีกรดซัลฟิวริก

2.1 ดูดสารละลายมาตรฐาน แบลงค์หรือตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

2.2 เติมสารละลายวาเนโดโมลิบเดตลงไป 4 มิลลิลิตร

2.3 เขย่าให้เข้ากันและปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที

3. การวัดค่าการดูดกลืนแสง

3.1 ใช้สารละลายมาตรฐานที่ไม่มีฟอสฟอรัสอยู่ไปปรับให้เครื่องอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร เป็นศูนย์

3.2 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้นวัดแบลงค์ แล้วจึงวัดตัวอย่าง

การคำนวณ

หาความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส กับปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายที่นำไปวัด นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปแทนค่าในสมการก็จะทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในหลอดที่นำไปวัด คำนวณหาปริมาณในสารละลายตัวอย่างพืชที่ย่อยแล้วหาความเข้มข้นในพืช

การวิเคราะห์โพแทสเซียมในพืช (K)

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. เครื่องชั่งความละเอียด 0.0001 กรัม
2. erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. hot plate
4. กระดาษกรองวัดแมน (whatman filter paper) เบอร์ 1
5. volumetric flak ขนาด 25 มิลลิลิตร
6. dijestion tube ขนาด 20 มิลลิลิตร

7. test tube ขนาด 16 x 100 มิลลิลิตร

8. flame photometer

สารเคมี

1. กรดผสมไนทริก-เพอร์คลอริก (HNO_3-$HCLO_4$): ผสมกรดไนทริก (nitric acid: 65 เปอร์เซ็นต์ w/wHNO_3) กับกรดเพอร์คอริก (perchloric acid: 70 เปอร์เซ็นต์ w/w $HClO_4$) ในสัดส่วน 3:1 โดยปริมาตร

2. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1,000 มิลลิลิตร: เช่นเดียวกับที่ใช้ในการวิเคราะห์เบสที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

วิธีการทดลอง

1. การย่อยตัวอย่าง

ใช้ตัวอย่างที่ย่อยโดยใช้กรดไนทริก-เพอร์คลอริก และกรดซัลฟิวริก-ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ตามวิธีการทดลองในดิน

2. การวัดโพแทสเซียม

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 0, 10, 20, 40 และ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0, 1, 2, 4 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร เติมกรดเพอร์คลอริกลงไป 0.8 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร ใช้สำหรับตัวอย่างที่ย่อยด้วยกรดไนทริก-เพอร์คลอริก

2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 0, 10, 20, 40 และ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0, 1, 2, 4 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร เติมกรดซัลฟิวริกลงไป 1 มิลลิลิตร และปรับปรับมาตรด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใช้สำหรับตัวอย่างที่ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก-เพอร์ออกไซด์

2.3 เจือจางตัวอย่าง 5 เท่า โดยปิเปตมา 1 มิลลิลิตร และเติมน้ำลงไป 4 มิลลิลิตร

2.4 ใช้สารละลายมาตรฐานที่ไม่มีโพแทสเซียมปรับให้อ่านค่าเป็นศูนย์ และใช้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 60 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับให้เครื่องอ่านค่าได้ประมาณ 100 และทำซ้ำจนเครื่องอ่านค่าสารละลายมาตรฐานที่ไม่มีโพแทสเซียมเป็นศูนย์ และสารละลายมาตรฐานสูงสุดที่ใช้ประมาณ 100

2.5 วัดสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้นแล้วจึงวัดแบลงค์ และตัวอย่าง

การคำนวณ

หาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อลิตร ของโพแทสเซียม ในสารละลายมาตรฐานกับค่าที่เครื่องอ่านได้ และเมื่อนำค่าที่วัดได้จากตัวอย่างที่ลบแบลงค์ได้ไปแทนค่าในสมการก็จะทราบความเข้มข้นที่มีอยู่ในขวดวัดปริมาตรที่นำไปวัด เทียบหาปริมาณที่มีอยู่ในสารละลายหลังจากปรับปริมาตร และคำนวณเป็นความเข้มข้นในพืช (มิลลิกรัมต่อลิตร)

บทที่ 14

การทดลองปลูกขยายพันธุ์พืชบางชนิด ที่สำรวจพบในพื้นที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา อ.เมือง จ.พะเยา

ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตั้งอยู่ที่บริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยที่ดินจำนวน 5,727 ไร่ ซึ่งเป็นที่ดินสาธารณะประโยชน์ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงมหาดไทย จำนวน 1,147 ไร่ และที่ป่าสงวนแห่งชาติ มีสภาพป่าเป็นป่าเต็งรังที่มีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง ภายใต้การกำกับดูแลของกรมป่าไม้ จำนวน 4,580 ไร่ ซึ่งขณะนี้ได้รับอนุญาตให้มหาวิทยาลัยใช้ประโยชน์เรียบร้อยแล้ว ในอดีตตำบลแม่กาพื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อมหาวิทยาลัยมีการเปิดเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2542 ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งทำให้ความสัมพันธ์ของคนกับป่าไม้เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามพื้นที่ส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ยังคงมีสภาพเป็นป่าอยู่ โดยส่วนใหญ่จะเป็นป่าผลัดใบ ได้แก่ ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ แต่ในระยะยาวสภาพผืนป่าดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพของการเติบโตของชุมชนโดยรอบ ซึ่งมีผลทำให้ป่าที่เหลืออยู่มีความเสื่อมโทรมหรือลดจำนวนลง ดังนั้นเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของป่าไม้ควรมีการศึกษาถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและควรมีการวางแผนการจัดการ การอนุรักษ์ป่าไม้ให้คงอยู่ต่อไป

มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้สนองพระราชดำริโดยดำเนินการในกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ กิจกรรมปกป้องพันธุกรรมพืช ประกอบด้วย การสำรวจกำหนดขอบเขตพื้นที่ปกปัก หาพิกัดและจัดทำแผนผัง ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ศึกษาด้านชีววิทยา นิเวศวิทยาและสัณฐานพืช จัดเก็บข้อมูลในศูนย์ข้อมูล ป้องกันและดูรักษาพื้นที่ปกปักรักษาพื้นที่ป่า ทั้งนี้เพื่ออนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่แห่งนี้ให้เป็นห้องปฏิบัติการธรรมชาติวิทยา สำหรับใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับพืชพรรณและสภาพทางนิเวศวิทยาป่าไม้ กิจกรรมการปลูกรักษาพันธุ์พืช ประกอบด้วย การปลูกรักษาต้นพืชมีชีวิตในลักษณะป่าพันธุกรรมพืช การสำรวจสภาพพื้นที่และสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานขยายพันธุ์พืชโดยการสร้างเรือนเพาะชำกล้าไม้ เพื่อฟื้นฟูพื้นที่โดยการปลูกพืชพรรณไม้เพิ่มเติมและคัดเลือกสายพันธุ์พืชเพื่อนำขยายผลในการเพาะปลูกในพื้นที่ใกล้เคียงต่อไป กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช ประกอบไปด้วยการสำรวจเก็บรวบรวมและปลูกรักษาไว้ มาศึกษาประเมินในสถานภาพธรรมชาติและแปลงทดลองทางด้านสัณฐานวิทยา สรีระวิทยา การปลูกเลี้ยง และการศึกษาประเมินในห้องปฏิบัติการโดยศึกษาด้านโภชนาการ องค์ประกอบ รงควัตถุ กลิ่น การใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาคุณสมบัติและคุณภาพในแต่ละสายต้น ทั้งนี้เพื่ออนุรักษ์ให้เกิดความยั่งยืนในการพัฒนาและใช้ประโยชน์ให้เกิดผลในทางเศรษฐกิจแก่ชุมชน

ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา เป็นไปตามแผนงานโครงการฯ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการขยายพืชพันธุ์ไม้บางชนิดเช่นพืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ เป็นต้น ที่มีการสำรวจ พบในพื้นที่โครงการฯ เพื่อนำไปปลูกอนุรักษ์ในโดยรอบบริเวณพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา และชุมชนที่อยู่ภายใน อันจะนำไปสู่การเกิดศูนย์กลางของการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อปลูก เพาะขยายพันธุ์พืชบางชนิด เช่น พืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ เป็นต้น ซึ่งเป็นการรักษาพันธุกรรมพืช ที่ยั่งยืน ต่อไป
2. เพื่อ ฟื้นฟูระบบนิเวศน์ป่าในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ ให้มีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ทบทวนวรรณกรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น และเป็นสภาพที่มีความหลากหลาย ทั้งทางระบบนิเวศ ชนิดพันธุ์ และพันธุกรรม ซึ่งช่วยกันทำหน้าที่ในการรักษาสมดุลของระบบ และการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ ยังเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ที่มนุษย์นำมาใช้เป็นปัจจัยเบื้องต้น หรือปัจจัยสี่ ในการดำรงชีวิต และมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจ และอื่นๆ อีกมากมาย ปัจจุบันนักวิจัยได้พยามยามทำการศึกษาเพื่อการพัฒนาและใช้ประโยชน์ของชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายของระบบนิเวศเหล่านี้ ในขณะเดียวกัน กลับพบว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอันเป็นผลจากกิจกรรมมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อระบบและความหลากหลายทางพันธุกรรม อันจะทำให้การรักษาสมดุลทางธรรมชาติด้อยประสิทธิภาพ และมนุษย์อาจสูญเสียการได้รับประโยชน์อย่างมหาศาล ปัญหาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย จึงเป็นปัญหาเร่งด่วนที่จะต้องช่วยกันแก้ไขและหยุดยั้งการสูญเสียระบบนิเวศป่าทุกประเภท การอนุรักษ์สิ่งที่เหลืออยู่ และการฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมให้กลับคืนสู่สภาพป่าที่มีความหลากหลายทางชีวภาพดังเดิม เพราะความหลากหลายเหล่านั้น เป็นพื้นฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวข้างต้นนี้ และได้ทรงมีพระราชดำริ ให้ดำเนินการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริขึ้น ทั้งนี้มีหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ได้ร่วมสนองพระราชดำริ รวมถึงมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นสถาบันแห่งการศึกษา เรียนรู้และการวิจัย ทั้งยังตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับแหล่งพันธุกรรมขนาดใหญ่ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ ดังนั้นงานวิจัยเพื่อกิจกรรมการอนุรักษ์ความหลากหลายดังกล่าว จึงเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity หรือ biodiversity) หมายถึงการมีสิ่งมีชีวิตมากมายหลากหลายสายพันธุ์ (genes) และ ชนิด (species) อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (species diversity) และความหลากหลายทางระบบนิเวศ (ecological diversity) ประเทศไทยนอกจากจะมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมากแล้ว จากตำแหน่งที่ตั้งของประเทศ ยังเป็นเสมือนจุดบรรจบของเขตกระจายพันธุ์พืชและสัตว์ป่าหลายเขต กล่าวคือ เป็นเขตซ้อนทับของกลุ่มพรรณพฤกษชาติ (Floristic Region) ถึง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอินโด-เบอร์มีส (Indo-Burmese elements) กลุ่มอินโด-ไชนิส (Indo-Chinese elements) และกลุ่มมาเลเซีย (Malaysian elements) ในส่วนของสัตว์ป่านั้น ประเทศไทยถือเป็นจุดทับซ้อนของเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ (Zoological Region) ถึง 3 เขตเช่นกัน ได้แก่ เขตซิโน-หิมาลัย (Sino-Himalayan) เขตอินโด-ไชนิส (Indo-Chinese) และเขตซุนดา (sundaic) (พัสรินณ์ พันธุ์แน่น, 2550)

ความหลากหลายด้านพรรณพฤกษชาติซึ่งเสมือนผู้ผลิต (producer) นักพฤกษศาสตร์ประมาณว่าในโลกมีพันธุ์พืชประมาณ 250,000 ชนิด ประเทศไทยมีอยู่ประมาณ 15,000 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 8 ของพรรณพืชทั่วโลกหรือประมาณ 300 วงศ์

ความหลากหลายทางทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทยนับเป็นมรดกจากธรรมชาติที่มีคุณค่ายิ่ง ทรัพยากรเหล่านี้อยู่รวมกันเป็นระบบนิเวศที่ซับซ้อนและเกื้อกูลซึ่งกันและกันภายใต้สภาวะที่สมดุล กลไกของระบบนิเวศที่ดำเนินการไปตามปกติจะต้องประกอบด้วย พืชสีเขียว คือ ผู้ผลิต (producer) สรรพสัตว์ คือผู้บริโภค (consumer) และจุลินทรีย์ คือผู้ย่อยสลาย (decomposer) บทบาทของผู้บริโภคอันได้แก่สรรพสัตว์ทั้งมวลก่อให้เกิดห่วงโซ่และสายใยแห่งอาหาร (food chain and food web) ความซับซ้อนของระบบนิเวศแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันมากน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนสรรพสิ่งที่มีชีวิตเป็นองค์ประกอบ หากมีจำนวนสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะสัตว์มากชนิด การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของแร่ธาตุอาหารในระบบนิเวศ ก็จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยาวนาน (กรมอุทยานแห่งชาติ, 2550)

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity) กล่าวคือ มีความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากลายในชนิดพันธุ์และความหลากหลายในระบบนิเวศน์ ซึ่งพรรณพืชที่ศึกษาพบไม่ต่ำกว่า ๑๒,๐๐๐ ชนิด โดยรวมถึงเห็ดรา ๓,๐๐๐ กว่าชนิด เฟิร์น ๖๓๓ ชนิด และกล้วยไม้มากว่า ๑,๐๐๐ ชนิด พบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น

จากข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ จาก ๑๗๑.๐๒ ล้านไร่ หรือร้อยละ ๕๓.๓ ของพื้นที่ประเทศ ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ ลดลงเหลือ ๙๗.๘๘ ล้านไร่ หรือ ร้อยละ ๓๐.๕ ของพื้นที่ประเทศ ในปี พ.ศ. ๒๕๒๕ ลดลงเหลือ ๘๑ ล้านไร่ หรือร้อยละ ๒๕.๓ ของพื้นที่ประเทศ ในปี ๒๕๔๑ ส่วนพื้นที่ป่าชายเลนลดลงจาก ๒.๓

ล้านไร่ ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ เหลือเพียง ๑.๑ ล้านไร่ ในพี พ.ศ. ๒๕๓๔ สภาพพื้นที่ป่าไม้ลดลงรวดเร็ว ส่งผลทำให้พรรณพืชหลากหลายชนิดที่ยังไม่ได้ศึกษาและบางชนิดที่ยังไม่สำรวจพบสูญพันธุ์ไป (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีสวนจิตรลดา, 2550)

การขยายพันธุ์พืช เป็นการเพิ่มจำนวนต้นพืชด้วยวิธีการต่างๆ ทั้งจากเมล็ด หรือส่วนต่างๆ ของต้นพืช เพื่อนำไปปลูกหรือใช้ประโยชน์อื่นๆ ซึ่งแรกๆ การขยายพันธุ์พืชเกิดจากการที่มนุษย์เลียนแบบการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของพืชนั้นแล้วจึงพัฒนาหาวิธีการใหม่ๆ สามารถทำการขยายพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ที่ไม่สามารถทำได้สำเร็จด้วยวิธีการง่ายๆ จนได้ต้นพืชใหม่ที่มีลักษณะดีเหมือนเดิม นักขยายพันธุ์พืชที่ดีจะต้องมีความรู้ทางด้านพฤกษศาสตร์ (Botany), กายวิภาควิทยา (Anatomy), สัณฐานวิทยา (Morphology), สรีรวิทยา(Physiology) และพันธุศาสตร์ (Genetic) เพราะความรู้เหล่านี้จะช่วยให้เราเข้า ใจเหตุผลว่าทำไมต้องทำตามทฤษฎีและยังช่วยให้เราสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย นอกจากนี้การขยาย พันธุ์พืชยังถือว่าเป็นงานศิลปะแขนงหนึ่งเนื่องจากมีการใช้ความรู้ทางเครื่องกล ทางสภาพแวด ล้อม และทางการใช้สารเคมีมาประยุกต์ร่วมกับความชำนาญทางเทคนิคที่ได้มาจากการฝึกฝนและประ สบการณ์เพื่อให้งานการขยายพันธุ์พืชสำเร็จ

การขยายพันธุ์พืชโดยใช้เมล็ด (Seed) ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของเกสรตัวผู้และตัวเมีย ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Propagation) แยกได้เป็น การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด เช่น พืชล้มลุกต่างๆ และพืชบางต้นบางชนิด และการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ (In Vitro culture systems) เช่น การเลี้ยงไมโครสปอร์และเกสรตัวผู้ เช่น ยาสูบ การเลี้ยงโอวูล (Ovule) เช่น คาร์เนชั่น ยาสูบ พิทูเนีย การเลี้ยงเอ็มบริโอที่เกิดจากเซลล์ร่างกาย (Somatic Embryogenesis) เช่น สน การเลี้ยงเมล็ด เช่น กล้วยไม้ การเลี้ยงสปอร์ เช่น เฟิร์น เป็นต้น

การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดที่ไม่ได้เกิดจากการผสมพันธุ์ที่เรียกว่า Apomictic Seed เป็นการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (Asexual Embryogenesis) แยกได้เป็น Nucellar Embryos เช่น ส้ม มะม่วง มังคุด และ Adventitious Embryony เช่น หญ้าเคนตักกีบลูกราส

การขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของลำต้น (Vegetative หรือ Asexual Propagation) แยกได้เป็น การตอนกิ่ง (Layering) การตัดชำ (Cutting) การต่อกิ่งหรือทาบกิ่ง (Grafting) การติดตา (Budding) **การขยายพันธุ์โดยลำต้นและรากพิเศษ และ การขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ** (In Vitro culture systems)

ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย

1) รวบรวมข้อมูลชนิดพันธุ์พืชและเมล็ดพันธุ์พืช ที่สำรวจพบ มาคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ นำมาเพาะที่เรือนเพาะชำ และจดบันทึกข้อมูล การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ

2) แยกต้นกล้าลงในถุงดำ ทำการอนุบาลต้นกล้า ในโรงเรือนเพาะชำ และจดบันทึกการเจริญเติบโต จนกระทั่งต้นกล้ามีการเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมสำหรับการนำไปปลูก

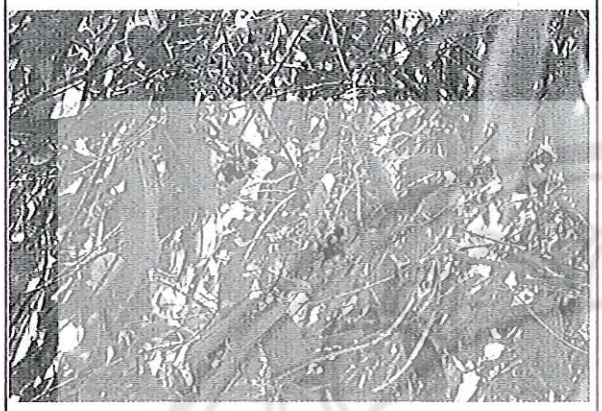
ผลการวิจัย

ทำการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าที่เป็นพืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชเศรษฐกิจ ที่สำรวจพบในพื้นที่รอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา จำนวน 2 ชนิดคือ หว้า และมะเกี๋ยง โดยทำการเก็บเมล็ดแล้วนำมาเพาะพันธุ์ จากนั้นทำการเพิ่มอัตราการงอกทำการบันทึกผลการเจริญเติบโต แสดงผลดังนี้ คือ

นำเมล็ดพันธุ์หว้า และเมล็ดมะเกี๋ยง (ภาพที่ 1-2) ที่รวบรวมจากชุมชนรอบๆมหาวิทยาลัยพะเยา ทำการคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ จากนั้นทำการเพิ่มอัตราการงอกโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆและที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ นำเมล็ดลูกหว้า และเมล็ดมะเกี๋ยง มาแช่ในสารเคมีชนิดต่างๆ คือ น้ำกลั่น (Control) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ เอทธิฟอน (Ethephon) 15, 30 และ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) 100,200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl)0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ จิบเบอเรลลิน (GA_3) 0.05, 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 0.025, 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาเพาะในวัสดุปลูก พบว่า สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดลูกหว้ามีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีความเร็วในการงอก และค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 0.23 และ 44.67 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับเมล็ดมะเกี๋ยงพบว่าสารละลายโพแทสเซียมไนตรทที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และวิตามินบี 1 ที่ระดับความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมะเกี๋ยงมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากันคือ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 0.22, 0.19 และ0.18 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 40, 52.67 และ 47.67 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

จากนั้นนำต้นกล้าหว้าและต้นมะเกี๋ยง (ภาพที่ 3- 4) มาศึกษาการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าต้นกล้าหว้ามีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีความสูง 26.3 เซนติเมตร มีจำนวนใบ 16.5 ใบและมีความกว้างทรงพุ่มประมาณ 21.2 เซนติเมตร (ภาพที่ 5) สำหรับต้นกล้ามะเกี๋ยงก็มีผลการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับต้นกล้าหว้า โดยที่ต้นกล้ามะเกี๋ยงมีการ

เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีความสูง 22.7 เซนติเมตร มีจำนวนใบ 16.1 ใบและมีความกว้างทรงพุ่มประมาณ 17.3 เซนติเมตร (ภาพที่ 6)

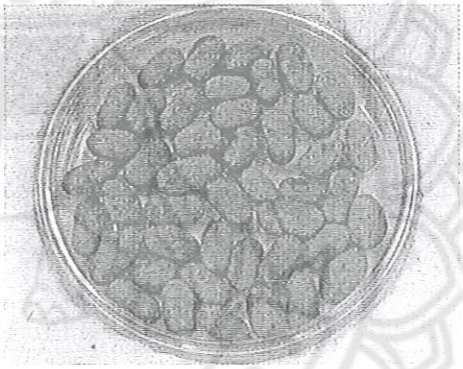




ผลหว้าดิบ

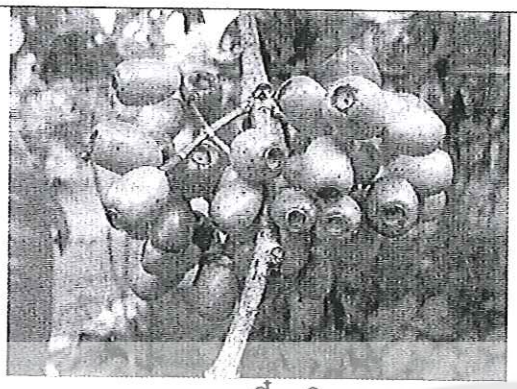


ผลหว้าสุก

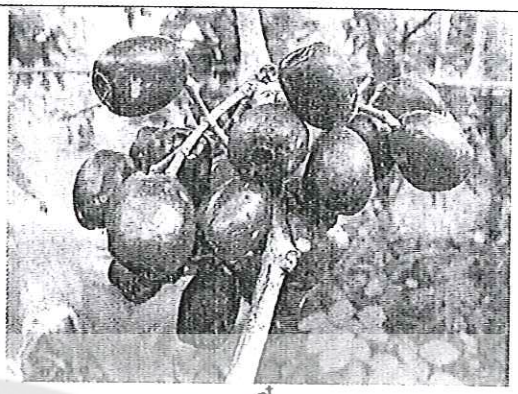


เมล็ดหว้า

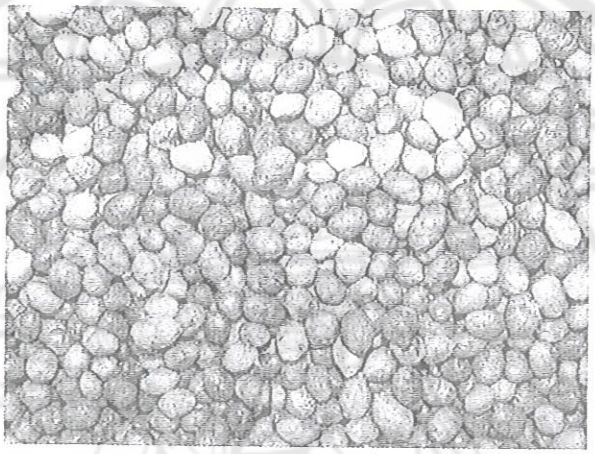
ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นหว้า ผลหว้าดิบ ผลหว้าสุก และเมล็ดหว้า



ผลมะเกี๋ยงดิบ



ผลมะเกี๋ยงสุก



ภาพที่ 2 ลักษณะของผลมะเกี๋ยงดิบ ผลมะเกี๋ยงสุก และเมล็ดมะเกี๋ยง

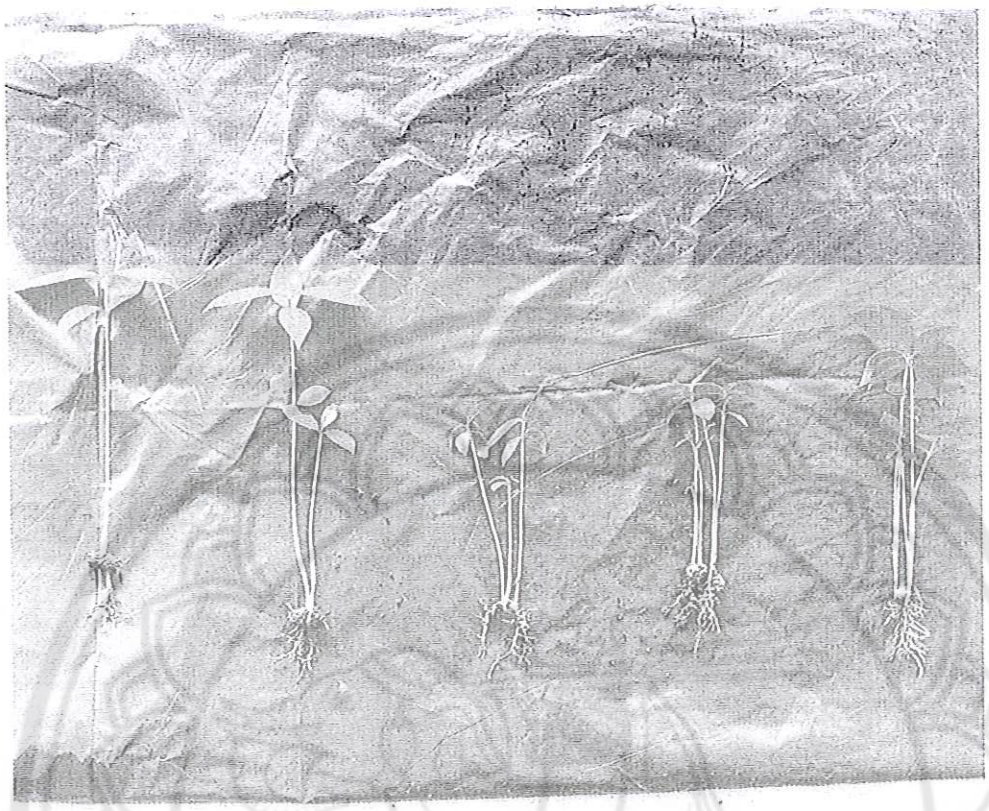
ตารางที่ 1 ผลของสารเคมีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอก และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก ของเมล็ดลูกหว้า

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การงอก	ดัชนีความเร็วในการงอก	จำนวนวันที่ทำให้เมล็ดงอก 50 เปอร์เซ็นต์
Control	76.67a*	0.17a	53.33bc
KNO_3 0.5 %	70.00a	0.18a	40.07ab
KNO_3 1 %	63.33a	0.16a	48.67abc
KNO_3 2 %	96.67b	0.23a	44.67a
KNO_3 4 %	66.67a	0.14a	55.00c
Ethephon 15 ppm	60.00a	0.13a	54.00a
Ethephon 30 ppm	50.00a	0.11a	51.33a
Ethephon 60 ppm	60.00a	0.14a	50.67a
Ascorbic acid 100ppm	73.33a	0.16a	54.33 b
Ascorbic acid 200ppm	73.33a	0.17a	51.00 a
Ascorbic acid 400ppm	83.33b	0.20a	51.33 ab
Vitamin B1 25 %	56.67a	0.13ab	50.00 ab
Vitamin B1 50 %	43.33a	0.89a	52.33 ab
Vitamin B1 100 %	83.33b	0.21b	47.00 a
NaOCl 0.5%	63.33a	0.15a	50.00a
NaOCl 1%	63.33a	0.14a	52.67a
NaOCl 2%	80.00b	0.18a	52.67a
GA_3 0.05%	50.00a	0.13a	47.00ab
GA_3 0.1%	86.67b	0.24a	49.00ab
GA_3 2%	80.00b	0.21a	46.00a
H_2O_2 0.025%	70.00a	0.18a	43.67a
H_2O_2 0.1%	56.67a	0.13a	52.33a
H_2O_2 0.2%	46.67a	0.11a	34.67a

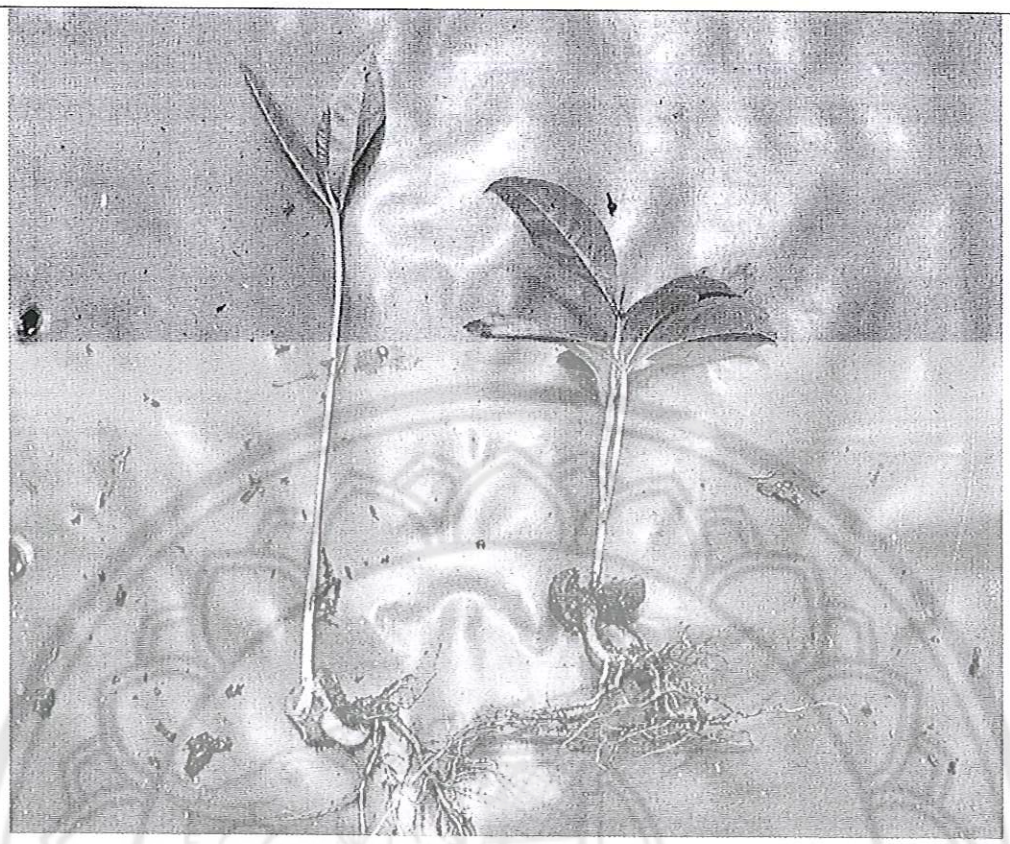
* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติตามวิธีการวิเคราะห์แบบ Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การงอก	ดัชนีความเร็วในการงอก	จำนวนวันที่ทำให้เมล็ดงอก 50 เปอร์เซ็นต์
Control	83.33b*	0.53a	37.33a
KNO_3 0.5 %	70.00ab	0.51a	40.00ab
KNO_3 1 %	53.33a	0.15a	47.67b
KNO_3 2 %	83.33b	0.22a	40.00ab
KNO_3 4 %	53.33a	0.15a	44.00ab
Ethephon 15 ppm	56.67a	0.15a	43.00b
Ethephon 30 ppm	66.67ab	0.17a	44.33b
Ethephon 60 ppm	66.67ab	0.18a	39.67ab
Ascorbic acid 100ppm	76.67a	0.18a	44.67ab
Ascorbic acid 200ppm	73.33a	0.15a	46.00ab
Ascorbic acid 400ppm	83.33a	0.19a	52.67b
Vitamin B1 25 %	83.33a	0.18a	47.67b
Vitamin B1 50 %	66.67a	0.17a	46.00b
Vitamin B1 100 %	63.33a	0.17a	43.67ab
NaOCl 0.5%	76.67a	0.19a	43.33a
NaOCl 1%	80.00a	0.17a	47.67a
NaOCl 2%	73.33a	0.17a	46.33a
GA_3 0.05%	76.67a	0.18a	45.67b
GA_3 0.1%	80.00a	0.22a	38.00ab
GA_3 2%	63.33a	0.16a	43.33ab
H_2O_2 0.025%	56.67a	0.13a	47.33b
H_2O_2 0.1%	66.67ab	0.16a	44.33b
H_2O_2 0.2%	50.00a	0.12a	45.33b

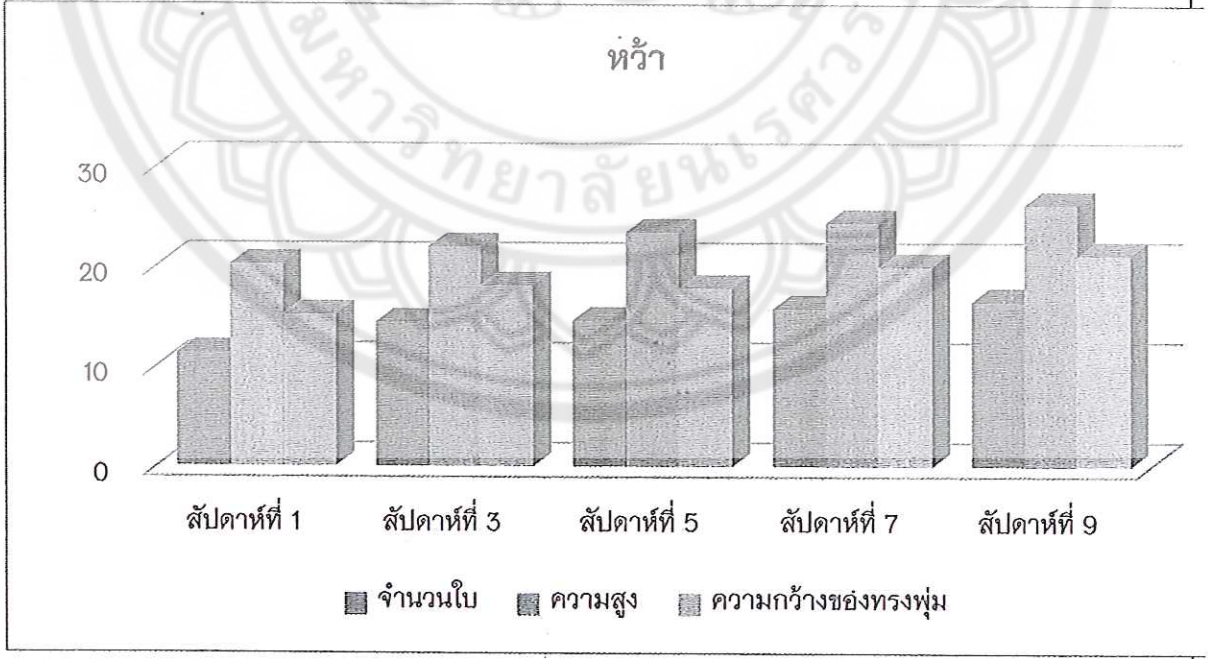
* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติตามวิธีการวิเคราะห์แบบ Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



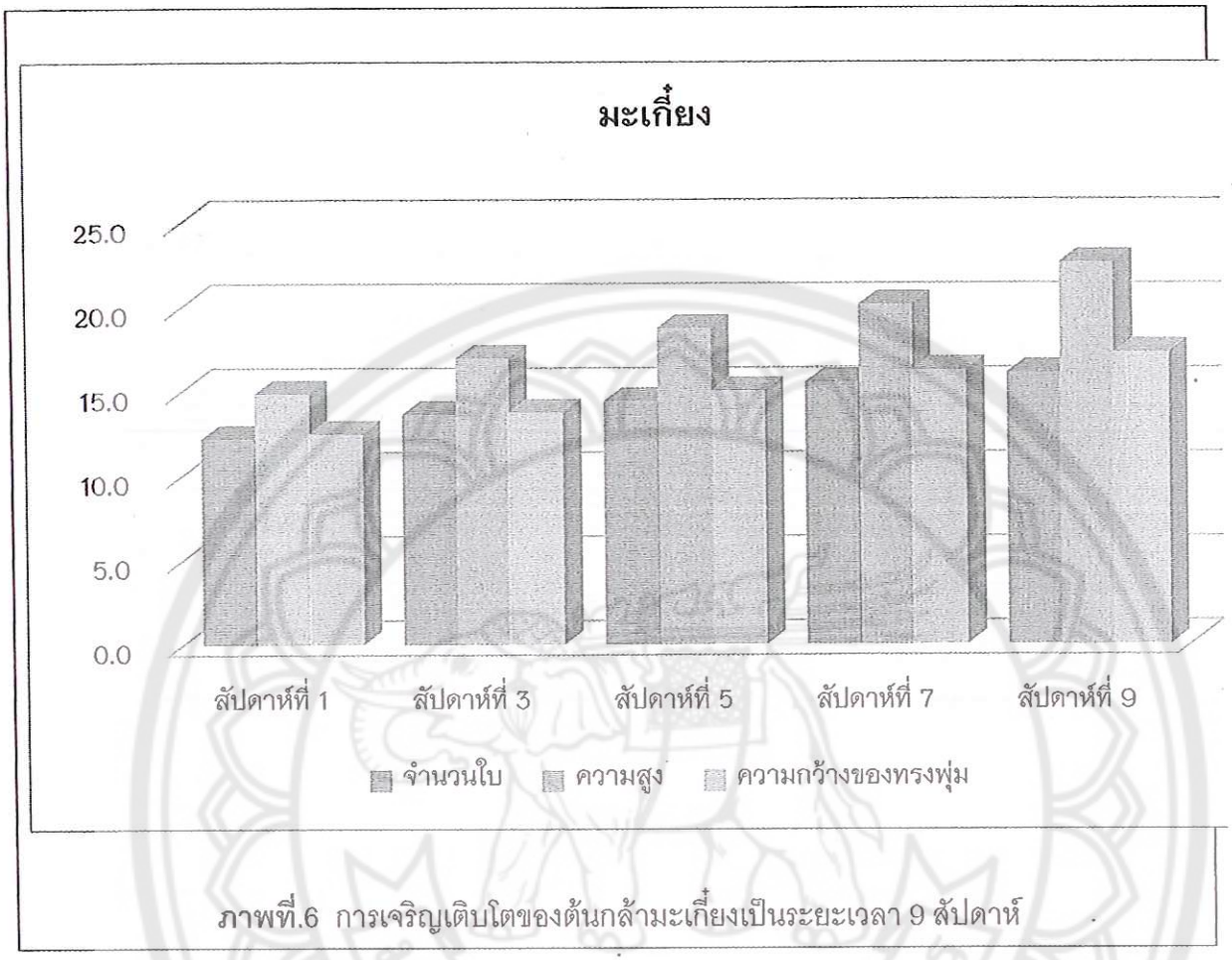
ภาพที่ 3 ลักษณะต้นกล้าหว้า



ภาพที่ 4 ลักษณะต้นกล้ามะเกี๋ยง



ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นกล้าหว้าเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์



ภาพที่.6 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเกี๋ยงเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์

สรุปและอภิปรายผลการศึกษาวิจัย

การใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มการงอกของเมล็ดหว้า พบว่า สารละลายโพแทสเซียมไนเตรท ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มอัตราการงอก และดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดลูกหว้าได้ดีที่สุด เนื่องจากสาระลายโพแทสเซียมไนเตรทเป็นสารละลายที่มีคุณสมบัติในด้านส่งเสริมการงอก จึงทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกที่ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับ 96.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.23 ตามลำดับ รองลงมาคือ สารละลายจิบเบอเรลลิ 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอก เท่ากับ 86.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.23 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 76.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.17 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 55 วัน และ 49 วัน ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 53.33 วัน จะเห็นได้ว่าจากการ

ทดลองนี้ ผลของการแช่เมล็ดในสารเคมี มีแนวโน้มในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดลูกหว้าได้ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้แช่สารเคมีหรือชุดควบคุม สำหรับการใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มการงอกของเมล็ดมะเกี๋ยง พบว่า สารละลายโพแทสเซียมไนเตรท ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดแอสคอร์บิก ที่ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และ วิตามินบี1 ที่ระดับความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดมะเกี๋ยงได้ดีที่สุด เนื่องจากเนื่องจากสาระลายโพแทสเซียมไนเตรทเป็นสารละลายที่มีคุณสมบัติในด้านส่งเสริมการงอก จึงทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกที่ดี สารละลายกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มน้ำ และอากาศซึมผ่านได้ง่าย ช่วยในการกระตุ้นการงอกของเมล็ด วิตามินบี 1 เป็นฮอร์โมนช่วยในการเร่งรากทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากันทั้งหมดคือ 83.33 เปอร์เซ็นต์ และดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 0.22, 0.19 และ 0.18 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีความเร็วในการงอกเท่ากับ 83.33 เปอร์เซ็นต์ และ 0.53 ตามลำดับ

บรรณานุกรม

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dnp.go.th/ สืบค้น 1 ก.ค. 2551

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จิรา ณ หนองคาย. หลักและเทคโนโลยีการขยายพันธุ์พืชในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2542.

ทองพูล วรรณโพธิ์และคณะ. คู่มือการขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ก. พล, 2545.

พัสรินณ์ พันธุ์แน่น. 2550. ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.krirk.ac.th/graduate/environment/article.html สืบค้น 1 ก.ย. 2551

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สวนจิตรลดา. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.rspg.thaigov.net/index.htm สืบค้น 1 ก.ย. 2551

บทที่ 15

การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่า

ความเป็นมาของแผนงานวิจัย

มหาวิทยาลัย พะเยา มีสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ล้อมรอบไปด้วยป่าเต็งรังเนื้อที่ประมาณ 5,000 ไร่ เนื่องจากเป็นป่าไม้ผลัดใบจึงมีการทิ้งใบในช่วงฤดูแล้ง เพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำทางใบ ทำให้ในช่วงฤดูแล้งพื้นที่ป่าเต็มไปด้วยชีวมวลจำนวนมาก ซึ่งชีวมวลเหล่านี้เมื่อแห้งแล้วมีคุณสมบัติติดไฟง่ายและเป็นเชื้อเพลิงได้ดีในกรณีเกิดไฟป่า ป่าชนิดนี้จะผลิใบใหม่ในช่วงฤดูฝน เป็นช่วงที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชสูง รวมถึงผักป่า ผักพื้นบ้านที่สามารถนำมาประกอบอาหาร เป็นอาหารพื้นบ้านพื้นเมืองที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ผักป่าบางชนิดมีสรรพคุณทางยา อีกทั้งผักป่าเหล่านี้เจริญเติบโตได้เองตามธรรมชาติโดยไม่ต้องการปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีใดๆ วิถีชีวิตของชาวบ้านที่อยู่อาศัยโดยรอบมหาวิทยาลัยพะเยา จะมีการหาของป่าทั้งนำไปบริโภคในครัวเรือนและนำไปขายเพื่อช่วยเพิ่มรายได้ ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืชในเขตพื้นที่ป่าของมหาวิทยาลัย พะเยานั้นเพิ่มสูงขึ้นซึ่งส่งผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง

เพื่อหลีกเลี่ยงการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพด้านพันธุ์พืชในอนาคต และลดปัญหาชีวมวลในช่วงฤดูแล้งซึ่งเสี่ยงต่อการเป็นเชื้อเพลิงในการเกิดไฟป่า จึงได้มีการศึกษาการขยายพันธุ์ผักป่าที่ชาวบ้านนิยมนำมาประกอบอาหารและจำหน่าย คือ ผักกูด และดีงูว่า โดยใช้วัสดุปลูกธรรมชาติที่ได้จากป่าในพื้นที่มหาวิทยาลัย พะเยา เพื่อให้มีสภาพของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของผักป่าใกล้เคียงกับธรรมชาติ

วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

พัฒนาวัสดุปลูกอินทรีย์จากชีวมวลในพื้นที่ป่าเต็งรัง เพื่อขยายพันธุ์ผักป่ากินได้

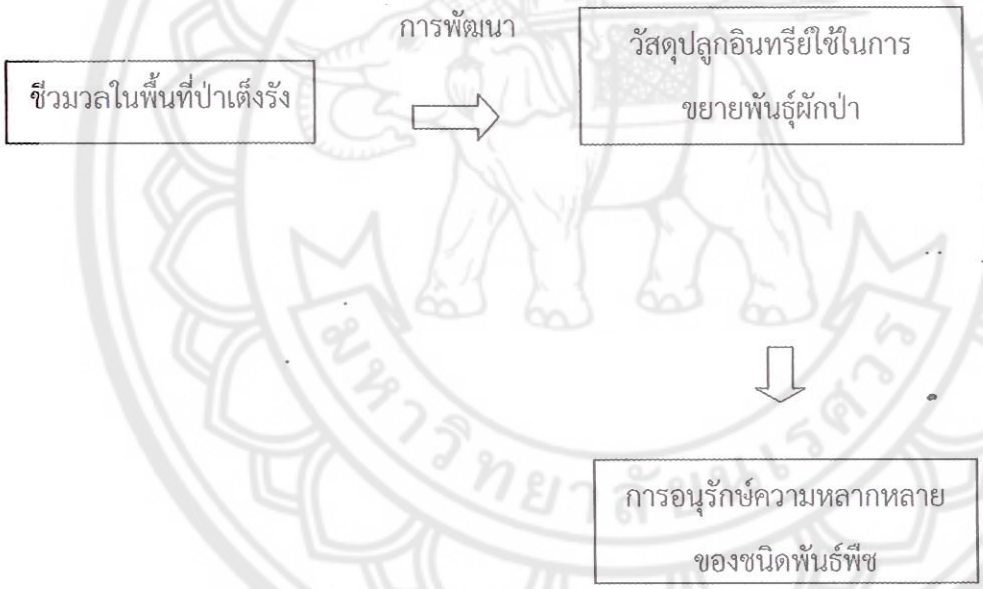
ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของผักป่ากินได้ในระบบนิเวศป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อทราบชนิดที่ลดลงเป็นข้อมูลในการขยายพันธุ์พืชต่อไป โดยใช้วัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ จากชีวมวลในพื้นที่ป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยพะเยา

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สูตรส่วนผสมวัสดุปลูกที่เหมาะสมและมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญของผักป่า
2. วัสดุปลูกรูปแบบใหม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ น้ำหนักเบา ทนทาน และขนส่งได้สะดวก
3. หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์
   - มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา
   - องค์การบริหารส่วนตำบลแม่กาและรอบๆ พื้นที่ป่าสงวน

กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



กรอบแนวความคิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

วัสดุปลูก หมายถึง วัสดุปลูกอินทรีย์ที่พัฒนามาจากชีวมวลในพื้นที่ป่าเต็งรัง

ผักป่า หมายถึง ชนิดพันธุ์พืชที่ขึ้นตามป่าธรรมชาติ ได้แก่ ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ

ชีวมวล หมายถึง เศษใบไม้และกิ่งไม้ บริเวณป่าเต็งรังภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

การทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของวัสดุปลูก

วัสดุปลูก Media cuture เป็นระบบที่ปลูกพืชในวัสดุปลูกและให้ธาตุอาหารในวัสดุปลูกโดย (วิทยา 2524) ได้ให้ความหมายของวัสดุปลูก คือวัตถุ (material) ต่างๆ ที่เลือกสรรมาใช้ปลูกพืชและทำให้พืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ วัสดุดังกล่าวอาจเป็นชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกัน ชนิดของวัสดุปลูกอาจเป็นอินทรีย์วัตถุก็ได้

- ความสำคัญของวัสดุปลูก

ความสำคัญของวัสดุปลูก คือ (วิทยา, 2531) สามารถค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้ เก็บสำรองธาตุอาหารพืช กักเก็บน้ำหรือดูดซับความชื้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืชและสามารถแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูกนั้น

- ประเภทของวัสดุปลูก

Bunt (1976) ได้แบ่งชนิดของวัสดุปลูกโดยพิจารณาจากการมีดินหรือไม่มีดินเป็นส่วนผสมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Loam base (Soil base) media เป็นวัสดุปลูกทที่ยังมีดินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยโดยดินที่ผสมในวัสดุปลูกมักมีธาตุอาหารพืชอย่างเพียงพอ รวมถึงความสามารถในการอุ้มน้ำพอเหมาะ ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่นิยมปลูกไม้ดอกไม้ประดับในโรงเรือน

2. Loam less (Soil base) media เป็นวัสดุปลูกที่ไม่มีดินเป็นองค์ประกอบ หรือถ้ามีก็มีเพียงเล็กน้อย ปัจจุบันนิยมใช้กันมากในต่างประเทศ ทดแทน Loam base media เพราะปัญหาทางกายภาพทั้งทางด้านเนื้อดินและโครงสร้างของดินไม่เหมาะสมและไม่สม่ำเสมอ การปฏิบัติดูแลรักษาพืชปลูกจึงมีความยุ่งยาก

- คุณสมบัติของวัสดุปลูก

วัสดุที่นำมาเป็นวัสดุปลูกพืชไม่ใช้ดินโดยทั่วไป ควรเป็นวัสดุที่ลักษณะชอบน้ำ(Hydro ค่าความเป็นกรดเป็นด่างilic) คือสามารถดูดยึดรวมตัวกับน้ำได้ดี และต้องมีคุณสมบัติในการเคลื่อนย้ายถ่ายเทความชื้นและธาตุอาหารได้ดีโดยแรง Capilary ซึ่งจะสามารถแพร่กระจายสารละลายธาตุอาหารไปทั่วบริเวณวัสดุปลูกได้ดี (Edwards, 1992) วัสดุที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะประกอบด้วยวัสดุที่เป็นเส้นใย (Fiber material) จะต้องมีสารเหล่านี้เป็นตัวเชื่อมที่มลักษณะคล้ายท่อยาวที่ขนานกันจะช่วยส่งสเริมใน

การเจริญเติบโตของได้ดี (Kafka, 1992) วัสดุที่นำมาเป็นเครื่องปลูกควรคำนึงถึงค่ณสมบัติทางกายภาพและคเมีของเครื่องปลูกนั้นด้วยอ(Self, 1976) วัสที่นำมาเป็นเครื่องปลูกต้องมีความแข็ง คงทนอยู่นาน วัสดุที่สลายตัวได้ง่าย ไม่ควรนำมาใช้ เพราะเครื่องปลูกจะเสียโครงสร้างที่เหมาะสม ปริมาตรวัสดุปลูกจะลดลง ส่งผลถึงการอัดแน่นการระบายอากาศในวัสดุปลูกลดลง

- คุณสมบัติทางฟิสิกส์

1. ความคงคนของเครื่องปลูก ควรปลูกเครื่องปลูกที่การยุบตัวน้อย วัสดุที่ปลูกเป็นทรีย์วัตถุมักย่อยสลายเร็วอาจมีปัญหายุบตัวอยู่บ้าง (วิทยา, 2524) กล่าวว่าลักษณะที่เกี่ยวกับความคงทนของวัสดุปลูกอินทรีย์คือ วัสดุปลูกอิทรีย์นั้นจะต้องผุเปื่อยได้ช้า ถ้าผุเปื่อยได้เร็วอาจเป็นอันตรายต่อพืชปลูกได้ และอัตราส่วนของ C:N = 1000:1

2. การระบายอากาศและเก็บความชื้น การระบายอากาศเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่สำคัญของวัสดุปลูกเนื่องจากการระบายน้ำในเครื่องปลูกในภาชนะปลูกถูกจำกัด โดนพื้นกระถางและด้านข้างของกระถาง อาจทำให้เครื่องมีน้ำมากเกินไป ดังนั้นการระบายอากาศในเครื่องปลูกที่ปลูกในภาชนะจะต้องดีกว่าในสภาพดินทั่วไป (Spomer, 1980) รากพืชจะเจริญได้ดีที่สุดเมื่อมีการระบายอากาศดี มีระดับความชื้นและธาตุอาหารอย่างเพียงพอ การกระขนาดของช่องว่างมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในวัสดุปลูกที่ยึดไว้ได้ โดยเฉพาะยอ่างยิ่งช่องว่างขนาดเล็กจะเกิดการขังน้ำ (Brown และ Pokomy, 1975) วัสดุปลูกที่ความเหมาะสมควรมีช่องว่างอากาศ 10-20 เปอร์เซ็นต์และน้ำ 35-50 เปอร์เซ็นต์ (Criley และ Wtanabe, 1974) ถ้าช่องว่างอากาศมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงพืชขาดน้ำได้ง่าย (Self, 1976) การหาค่าการระบายอากาศของเครื่องปลูกวัดจากค่า air porosity หรือ air capacity ขึ้นกับขนาดและความลึกของภาชนะปลูก ซึ่งมีผลต่อปณิมาณของอากาศในเครื่องปลูกหลังจากระรายน้ำออกแล้วจากงานทดลองของ Beardsell และคณะ (1979) ศึกษาขนาดของกระถางที่มีผลต่อ air porosity กระถางขนาดใหญ่มี air porosity มากขนาดกลาง 5 เปอร์เซ็นต์ และขนาดกลางมากกว่าขนาดเล็ก 8 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร

3. ความจุในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก พืชที่ปลูกรากพืชสามารถเจริญชอนไชได้เฉพาะวัสดุปลูกในกระถางเท่านั้น ดังนั้นน้ำที่พืชใช้จึงได้จากวัสดุปลูกในกระถาง ถ้าวัสดุปลูกมีความสามารถในการบรรจุน้ำไว้ได้มาก พืชก็สามารถใช้น้ำได้ดีไม่แสดงอาการขาดน้ำ แต่ถ้าวัสดุปลูกไม่มีความสามารถในการอุ้มน้ำหรือดูดยึดน้ำได้น้อย พืชปลูกจะขาดน้ำแสดงอาการเหี่ยวเฉาให้เห็น การเพิ่มความจุในการยึดน้ำของวัสดุปลูก จะต้องไม่ไปลดการระบายอากาศของวัสดุปลูกที่เหมาะสมอยู่แล้ว ความจุในการดูดยึดน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร หรือ 183 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร(Criley และ Watanabe, 1974) วัสดุปลูกจะต้องมี (Water sterr ต่ำ De Boodt และ Verdonck (1972) รายงานว่า water stress ที่เกิอขึ้นในเครื่องปลูกต้องไม่เกิน 10 เซนติบาร์ และคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุปลูกมีผลต่อความจุในการดูดยึดน้ำ จากการทดลองของ Beardsell และคณะ(1979) โดยศึกษาค่า available water

holding capacity (AWHC) โดยนับระยะเวลาจากหลังวันย้ายปลูกให้น้ำถึงระยะที่พืชเหี่ยวถาวร(wilting time) พบว่า ทรายจะมีค่า AWHC ต่ำ พืชแสดงอาการเหี่ยวเร็วส่วนขี้เลื่อยและพีทมอส มีค่า AWHC สูง พืชแสดงอาการเหี่ยวช้า ส่วนเปลือกไม้สนมีค่า AWHC ปานกลางจะเห็นว่าคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุปลูกก็มีผลต่อการดูดยึดความชื้น

4. ความหนาแน่นรวม (Bulk Density = Db) ของวัสดุปลูก มีผลโดยตรงกับการยึดของรากพืชและทำให้รูปต้นอยู่ได้ ในการปลูกแบบไม่ใช้ดิน ความหนาแน่นของดินอยู่ช่วง 1.0-1.6 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะแห้ง ซึ่งต่างจากวัสดุปลูกที่อยู่ในภาชนะ ซึ่งช่วงที่ยอมรับกันได้คือช่วง 0.64-1.2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังรดน้ำ วัสดุปลูกที่มีความหนาแน่นต่ำดังกล่าวเมื่อนำไปปลูกพืชมักล้ม แต่มีข้อดีคือน้ำหนักเบา สะดวกในการขนส่ง (วิทยา, 2524)

5. การยุบตัว (shrinkage) เกิดจากคุณสมบัติของวัสดุปลูกอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายตัวที่นำมาผสมเป็นวัสดุปลูก บางครั้งการย่อยสลายตัวอาจทำให้เกิดอันตรายต่อรากพืชได้ทั้งนั้นวัสดุปลูกควรคงอยู่สภาพเดิมโดยไม่มีการยุบตัวอย่างน้อย 4 เดือน (วิทยา, 2524)

6. อัตราการซาบซึมน้ำ (Hydrolic conductivity) อัตราการซาบซึมน้ำ หมายถึง การที่น้ำในรูปของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในดินหรือวัสดุปลูก ซึ่งอาจเป็นการซึมลง (percolation หรือ vertically downward flow) การซึมขึ้น (vertically opwnward flow) การซึมตามแนวระดับ (horizontal flow) หรือการซึมทิศทางใดๆ ก็ได้ การซาบซึมน้ำในดินหรือวัสดุปลูกแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอยู่เสมอ โดยเฉพาะเมื่อมีพืชปลูกอยู่เพราะพืชที่ขึ้นอยู่ย่อมมีการดูดน้ำจากวัสดุปลูกขึ้นไปใช้เพื่อการดำรงชีพอยู่เสมอ จึงมีแนวโน้มที่จะทำให้น้ำจากส่วนอื่นๆ ของวัสดุปลูกไปยังส่วนที่อยู่ใกล้รากพืช จะมีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของความชื้นของวัสดุปลูกต่อพืชไม่มากก็น้อย และอาจมีส่วนที่ทำให้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ มีจุดเหี่ยวถาวรที่ต่างกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530)

7. ความหนาแน่นอนุภาควัสดุปลูก (real density หรือ particle density = Ds) ความหนาแน่นอนุภาค หมายถึงสัดส่วนระหว่างมวลของดินหรือวัสดุปลูก ขณะที่แห้งสนิทกับปริมาตรของแข็งดินหรือวัสดุปลูก ซึ่งเป็นส่วนผสมของอินทรียวัตถุและอนินทรีย์วัตถุต่างๆ สารแต่ละชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ดินหรือวัสดุปลูกแต่ละชนิดมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน ดังนั้นย่อมมีความหนาแน่นของสารที่เป็นของแข็งไม่เท่ากัน การทราบถึงค่าความหนาแน่นอนุภาค พอเป็นแนวทางชี้บ่งว่าดินหรือวัสดุปลูกนั้นมีอินทรียวัตถุมากหรือน้อย ถ้ามีความหนาแน่นอนุภาคต่ำก็จะมีอินทรียวัตถุอยู่มาก เป็นต้น นอกจากนี้ค่าความหนาแน่นอนุภาคใช้ในการความพรุนอนุภาคทั้งหมดของดินหรือวัสดุปลูก

- คุณสมบัติทางเคมี

1. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของวัสดุปลูก ทัศนีย์ และคณะ (2537) ได้แนะนำวิธีการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของวัสดุปลูก ทำได้เช่นเดียวกับการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน คือใช้ electrode จุ่มในวัสดุปลูที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งหาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกไม่มีผล

โดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกแต่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชและควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุปลูกพืช ที่ปลูกในภาชนะปลูกส่วนใหญ่สามารถเริญเติบโตได้ดีในค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ที่เป็นกรดเล็กน้อย คือช่วง 5.5-6.5 (White, 1974 ; วิทยา,2524) Self (1976) รายงานว่าพืชทนสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ของวัสดุปลูกที่สูงหรือต่ำกว่าจุดที่เหมาะสมได้ หากระดับแคลเซียมและธาตุอาหารอื่นๆ มีอยู่อย่างเพียงพอ แต่ถ้าระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ของวัสดุปลูกสูงหรือต่ำเกินไป อลูมินัมและแมงกานีสจะละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืชถ้ามีปริมาณการให้ที่สูง ความสำคัญของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (ไพบูลย์, 2528) สรุปได้ว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีบทบาทต่อความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชต่างๆ มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ และต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช จงรักษ์ (2536) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่าง ได้แก่ อัตราส่วนปลูกวัสดุต่อน้ำ คือถ้าอัตราส่วนของน้ำมากค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่วัดได้จะสูง ส่วนอิทธิพลของสารแขวนลอยตะกอนในสารที่วัด Schofiele (1949) อธิบายของสารแขวนลอยว่า ถ้ามีการตกตะกอนหรือแขวนลอยเจือจาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ที่วัดได้จะสูง นอกจากนี้ค่าความเข้มข้นของเกลือที่มากมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นกรดเป็นด่างลดลง เป็นต้น ในการวัดค่าความเป็กรดเป็นด่างโดยใช้ pH meter (Electrometricmethod) (Peech, 1965) มีหลักการว่า ค่าความเป็นกรดเป็ด่าง ที่วัดได้จากความต่างศักย์ระหว่าง (hydrogen indication eletrode) และ reference eletrode เนื่องจากศักดิ์ไฟฟ้า (potential) ของ hydrogen ion indication eletrode เปลี่ยนให้เมื่อความเข้มข้นของ H^* ในสารละลายเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้าของ (potential) ของ reference eletrode คงที่ ดังนั้นมีค่าความต่างศักดิ์ระหว่าง eletrode ที่วัดได้เปลี่ยนไปแสดงว่าความเข้มข้นของ H^* ในสารละลายเปลี่ยนทำให้ค่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยน วิธีนี้เหมาะใช้ในห้ปฏิบัติการค่าที่วัดได้มีความเที่ยงตรงสูง โดยก่อนวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะต้องทำ standardize pH meter ด้วยน้ำยา buffer pH 7.0 และ 4.0 ก่อนใช้เครื่อง pH meter (จงรักษ์, 2536)

2. การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity = EC) มีหน่วยเป็นมิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (mS/cm.) ที่ 25 องศาเซลเซียล ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับพืชปลูกส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1.5-3.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (Benoit, 1992) ถ้าการนำไฟฟ้าสูงกว่านี้อาจเป็นอันตรายต่อพืช แก้ไขโดยเจือจางสารละลายด้วยน้ำหรือใช้น้ำชะล้างวัสดุปลูกเพื่อให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำลง ค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ (Rhoades, 1982) เกลือที่ละลายน้ำได้มีอยู่ในน้ำจะแตกตัวเป็นอีออนบวกและอีออนลบซึ่งนำไฟฟ้าได้ ค่าการนำไฟฟ้าจะผันแปรตามชนิดของอิออนบวกและอิออบลบ หรือปริมาณเกลือในสารละลายและอุณหภูมิของสารละลาย โดยทั่วไปค่าการนำไฟฟ้าจะได้จากน้ำที่สกัดได้จากวัสดุปลูกที่ 25 องศาเซลเซียล (จงรักษ์, 2536) กล่าวว่า ความเข้มข้นหรือปริมิณเกลือที่ละลายได้ผันแปรขึ้นกับความชื้น หรืออัตราส่วนระหว่างวัสดุปลูกต่อน้ำขณะที่สกัดการสกัดสารละลายที่ความชื้นสนาม (field capacity) ทำได้ยากจึงสกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated soil paste) อย่างไรก็ตามการสกัด

สารละลายที่อัตราส่วนวัสดุปลูก น้ำ ที่ 1:1 และ 1.5 ก็ใช้ได้ แต่ค่าที่ได้จะเป็นค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงน้อยกว่าการสกัดจากจุดอิ่มตัวด้วยน้ำ ทัศนีย์ และคณะ (2537) แนะนำวิฤธีการวัดค่าสัมประสิทธิ์การนำไฟฟ้า คือการนำวัสดุที่อิ่มตัวด้วยน้ำไปกรองด้วย buchner funnel ใช้ vacuum pump และเก็บตัวอย่างน้ำที่ได้ไปวัดค่า สัมประสิทธิ์การนำไฟฟ้า ตามวิธีที่ทำกับดิน

- **หลักการเลือกใช้วัสดุปลูก**

การพิจารณาเลือกใช้วัสดุปลูกในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจำเป็นจะต้องพิจารณา วัสดุปลูกที่เหมาะสมโดยมีคุณสมบัติดังนี้ วัสดุปลูกที่นำมาใช้มีคุณสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำและอากาศให้เหมาะสมตลอดการปลูก อัตราส่วนของ น้ำ : อากาศ ที่เหมาะสมจะอยู่ประมาณ 50:50 เป็นวัสดุที่ไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนาน ๆ เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ เป็นวัสดุที่รากพืชสามารถแพร่กระจายได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก เป็นวัสดุที่ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืชเจือปนอยู่ เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหารและกับภาชนะที่ใช้บรรจุ เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (C.E.C.) ต่ำหรือไม่มีเลย เพื่อจะได้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในวัสดุปลูก เป็นวัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง และเป็นวัสดุที่สามารถกำจัดโรคและแมลงได้ง่าย ซึ่งทำให้สามารถนำวัสดุปลูกกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย (อิทธิสุนทร, 2549)

- **วัสดุปลูกที่ไม่มีดินเป็นองค์ประกอบ**

วัสดุปลูกที่ไม่มีดินเป็นองค์ประกอบนี้ (มนตรี,2531) จัดออกแบ่งได้คือ

- วัสดุปลูกอินทรีย์สาร ได้แก่ ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ฟางข้าว เป็นต้น
- วัสดุปลูกกลุ่มอนินทรีย์สาร ได้แก่อนุภาคที่เป็นเม็ด เช่นกรวด ทราย และวัสดุสังเคราะห์ โฟมพลาสติกเม็ด เส้นใยต่างๆเป็นต้น
- วัสดุปลูกผสมระหว่างอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร

- วัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร

1. *ขี้เลื่อย* มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 4.2 - 6 มีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับชนิดของไม้และอายุของขี้เลื่อย คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก คุณสมบัติในการแลก เปลี่ยนประจุมีค่าสูง ความพรุนสูง ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ใช้ทำปุ๋ยหมักและใช้เป็นวัสดุปลูก และมีอายุการใช้งาน 2 - 3 ครั้ง

2. *ขุยมะพร้าว* มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 6 - 7 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูง เมื่อขุยมะพร้าวผ่านขบวนการสลายตัว ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ ความพรุนสูง ใช้ทำปุ๋ยหมักและใช้เป็นวัสดุและมีอายุการใช้งาน 2 - 3 ครั้ง

3. *แกลบสด* มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 6 - 7 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำน้อย คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำ ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ ความพรุนสูงสามารถ สลายตัวได้มีอายุการใช้งาน 2 - 3 ครั้ง

4. *ขี้เถ้าแกลบ* มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 7 - 8.5 มีความแปร ปรวนมาก ขึ้นอยู่กับอายุของกองขี้เถ้าแกลบ ถ้ามีอายุมากจะมีการชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลงคุณสมบัติในการอุ้มน้ำดี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ ความพรุนสูง ความคงทนของโครงสร้างดี มีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัวบ้างหลังปลูก และมีอายุการใช้งาน 2 - 4 ครั้ง

5. *ใบพืช* มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 5 - 7 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำน้อย ความพรุนสูงสามารถ สลายตัวได้ดีซึ่งการย่อยสลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น นอกจากนี้ในการใช้ใบพืชมาผลิตเป็นวัสดุปลูกสามารถลดชีวมวลที่ส่งเสริมทำให้เกิดไฟป่าได้อีกด้วย

วัสดุที่เกิดเองตามธรรมชาติที่เป็นอินทรีย์สาร

พีท (Peat)

1. แหล่งกำเนิด: เกิดจากการสะสมของซากพืชเป็นจำนวนมากตามธรรมชาติในแหล่งที่มีน้ำขัง ซึ่งองค์ประกอบของพีทในแหล่งต่างๆ จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ขึ้นในบริเวณนั้นๆ
2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์
   - pH 2.5-7
   - คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 4-15 เท่าของน้ำหนัก
   - คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุ
   - ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 162-333 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
   - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้
   - ความพรุน 85-95 %
   - ความคงทนของโครงสร้าง มีการสลายตัว
3. ลักษณะการนำไปใช้ : ใช้ทำแท่งเพาะชำ ใช้เป็นวัสดุปลูก ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน การนำไปใช้ ถ้าพีทมีฤทธิ์เป็นกรดจะต้องมีการทำให้เป็นกลางก่อน และเมื่อต้องการจะนำไปใช้ในการปลูกครั้งที่สอง ต้องไม่ปล่อยให้แห้ง เนื่องจากทำให้พีทที่แห้งเปียกน้ำอีกครั้งยากมาก
4. อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง
5. ราคา : ในต่างประเทศบรรจุในถุงพลาสติกขนาด กว้าง x ยาว = 30x100 เซนติเมตร พร้อมปลูกได้ เช่น ปลูกมะเขือเทศได้ 3 ต้น ราคาขายประมาณ 60 บาท/ถุง

6. ข้อดี

- มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก

7.ข้อเสีย

- ต้องมีการปรับค่า pH
- ถ้าปล่อยให้แห้งจะทำให้ชื้นใหม่ได้ยากมาก
- กำจัดโรคและแมลงได้ยาก
- สลายตัวเร็วขณะปลูก
- องค์ประกอบไม่แน่นอน

สารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ขี้เลื่อย

1. แหล่งกำเนิด : จากโรงเลื่อยต่างๆ มีความแตกต่างกันตามชนิดของไม้
2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

- pH 4.2-6 มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับชนิดของไม้และอายุของขี้เลื่อย
-สามารถอุ้มน้ำไดดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูงเมื่อขี้เลื่อยผ่านขบวนการสลายตัว
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้
- ความพรุนสูง
- ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้

3. ลักษณะการนำไปใช้: ใช้ทำปุ๋ยหมักและใช้เป็นวัสดุปลูก โดยปกติก่อนนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อยให้ขี้เลื่อยสลายตัวก่อนประมาณ 6 เดือน
4. อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง
5. ราคาถูกมาก
6. ข้อดี

- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
- ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก
- ราคาถูก

7. ข้อเสีย

- ต้องเสียเวลาในการปล่อยให้สลายตัวนาน
- มีความแปรปรวนในด้านองค์ประกอบมาก

- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น
- ยากในการกำจัดโรคและแมลง

แกลบสด

1. แหล่งกำเนิด : จากโรงสีข้าว
2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์
- pH 6 - 7
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำน้อย
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำ
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
- ความพรุนสูง
- ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้
3. ลักษณะการนำไปใช้: ใช้เป็นวัสดุปลูก
4. อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง
5. ราคาถูกมาก
6. ข้อดี
- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
- ราคาถูก
7. ข้อเสีย
- มีการระบายน้ำดีเกินไป
- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น
- ยากในการกำจัดโรคและแมลง

ขี้เถ้าแกลบ

1. แหล่งกำเนิด: จากโรงสีข้าว
2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์
- pH 7-8.5 มีความแปรปรวนมาก ขึ้นอยู่กับอายุของกองขี้เถ้าแกลบ ถ้ามีอายุมาก จะมีการชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลง
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดี
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
- ความพรุนสูง- ความคงทนของโครงสร้างดี มีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัว

บ้างหลังปลูก

3. ลักษณะการนำไปใช้: ใช้เป็นวัสดุปลูกที่ดีมากชนิดหนึ่ง

4. อายุการใช้งาน 2-4 ครั้ง

5. ราคาถูก

6. ข้อดี

- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้

- ความสามารถในการอุ้มน้ำดี

- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้น้อยและเกิดการอัดตัวไม่มากนัก

- ราคาถูก

7. ข้อเสีย

- ยากในการกำจัดโรคและแมลง

- ก่อนนำมาใช้ต้องแช่ด้วยกรดอ่อนก่อนเพื่อลดค่า pH ให้อยู่ประมาณ 6

ขุยมะพร้าว

1. แหล่งกำเนิด: จากโรงงานทำเบาะและที่นอน

2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

- pH 6 - 7

- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ

- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูง เมื่อขุยมะพร้าวผ่านขบวนการสลายตัว

- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้

- ความพรุนสูง

- ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้

3. ลักษณะการนำไปใช้: ใช้ทำปุ๋ยหมักและใช้เป็นวัสดุ

4. อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง

5. ราคาถูก

6. ข้อดี

- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้

- ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก

- ราคาถูก

7. ข้อเสีย

- อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศที่รากพืช
- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น
- ยากในการกำจัดโรคและแมลง
- ปัจจุบันประเทศศรีลังกาได้มีการผลิต ขุยมะพร้าวอัดเป็นแท่งวัสดุปลูก ออกขายไปต่างประเทศแล้วเพื่อใช้ปลูกมะเขือเทศ แตงกวา ฯลฯ แต่การนำขุยมะพร้าวมาใช้ต้องระวังปริมาณเกลือที่อาจสะสมอยู่ โดยเฉพาะขุยมะพร้าวที่ได้จากแหล่งปลูกมะพร้าวใกล้ทะเล

- **วัสดุ**ปลูกที่เป็นอนินทรีย์สาร

1. *เม็ดดินเผา* เป็นวัสดุที่เกิดจากการเผาเม็ดดินเหนียวที่อุณหภูมิสูง (1,100 °C) มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 5 - 7 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 14.7 - 16.5 %โดยน้ำหนัก คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.3 - 0.6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 8 - 16 มม. ความพรุนดี ความคงทนของโครงสร้างดีมาก ลักษณะการนำไปใช้ จะใช้เป็นวัสดุปลูกและมีอายุการใช้งานหลายปี

2. *เพอไลท์* เป็นวัสดุที่ผ่านขบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเผา Perlite มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 7 - 7.2 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 250 - 300 ลิตรน้ำต่อ เพอไลท์ 1 ลูกบาศก์เมตร คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.075-0.08 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 1.5 - 6 มม. ความพรุน 97 % ความคงทนของโครงสร้างดี ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและวัสดุปลูกและมีอายุการใช้งาน 1 ครั้ง

3. *หินภูเขาไฟ* เป็นวัสดุที่ได้จากภูเขาไฟ มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 6.5 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 19 % โดยน้ำหนัก คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุ ไม่มีความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.7 - 1.0 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 3 - 15 มม. ความพรุน 73 % ความคงทนของโครงสร้าง ดีมาก ใช้เป็นวัสดุเพาะกล้า ใช้เป็นวัสดุปลูกเดี่ยว ๆ หรือผสมกับวัสดุอื่น และมีอายุการใช้งานหลายปี

4 *ใยหิน* เป็นวัสดุที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการหลอมหินภูเขาไฟและทำให้เป็นเส้นใย และผสมด้วยสารเรซิน 4 - 5 % โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้อ่อนตัวและผสมด้วยน้ำมันชนิดพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติเกาะน้ำได้ ใยหินขณะใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อย Ca ออกมาในสารละลาย ได้เล็กน้อย คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 7 - 9.5 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ โดยเฉลี่ย 70 - 80% โดยปริมาตร ขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวน้ำ (94% ที่ระดับผิวน้ำ และ 82 % ที่ระดับความสูงจากผิวน้ำ 5 ซม.) คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.08 ความพรุน 95 %ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 6 % แผ่นใยหินที่ขาย

จะมีหลายขนาดขึ้นกับชนิดพืชที่จะปลูก โดยทั่วไปจะมีขนาด กว้างxยาวxสูง 20 x 100 x 7.5 ซม.และจะหุ้มด้วยพลาสติกสองหน้า (ดำและขาว โดยหุ้มให้ด้านขาวอยู่ข้างนอก) นอกจากนี้ยังทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเพื่อใช้ เพาะกล้า เช่น ขนาด 5x5x5 ซม.และมีอายุการใช้งานปลูกได้เพียง 2 - 6 ครั้ง

5. *เวอมิคูไลท์* เกิดจากการเผาแร่ไมก้า ที่อุณหภูมิประมาณ 850 °C มีคุณสมบัติ ทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ pH 7 - 7.2 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 350 - 375 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุ 65-140 me/100 gm ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.9-0.14 (ความหนาแน่นอนุภาค 2.6) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 95 % ใหญ่กว่า 3 มม. (1 - 6 มม.) ความพรุน 96 % ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 40 % ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและใช้เป็นวัสดุปลูก และมีอายุการใช้งาน 1-2 ครั้ง

6. *ทรายหยาบ* มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนี้ คุณสมบัติในการอุ้มน้ำค่อนข้างดี คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 1.5 - 1.8 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 0.5 - 2 มม. ความพรุนต่ำ ความคงทนของโครงสร้างดี ใช้เป็นวัสดุเพาะชำ วัสดุปลูก วัสดุปรับปรุงดินและอายุการใช้งานหลาย

วัสดุปลูกที่พบในธรรมชาติเป็นอนินทรีย์สาร

เม็ดดินเผา (expanded clay)

1. แหล่งกำเนิด : โดยการเผาเม็ดดินเหนียวที่อุณหภูมิสูง (1,100 °C)
2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์
   - pH 5-7
   - คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 14.7-16.5 %โดยน้ำหนัก
   - คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
   - ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.3-0.6
   - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 8-16 มม.
   - ความพรุนดี
   - ความคงทนของโครงสร้างดีมาก
3. ลักษณะการนำไปใช้ จะใช้เป็นวัสดุปลูก
4. อายุการใช้งานหลายปี
5. ราคาแพงกว่า Pozzolane
6. ข้อดี
   - มีการระบายอากาศดีมาก
   - ราคาถูกถ้าอยู่ใกล้แหล่งผลิต

- ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหาร
- ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง
- ทำการฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย
- อายุการใช้งานนาน

7. ข้อเสีย
- อุ้มน้ำได้น้อย
- มีน้ำหนักมาก

เพอไลท์ (Perlite)

1. แหล่งกำเนิด : เป็นวัสดุที่ผ่านขบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการเผา Perlit ที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาไฟที่อุณหภูมิ 1,200 °C

2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์
- pH 7-7.2
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 250-300 ลิตรน้ำต่อเพอไลท์ 1 ลูกบาศก์เมตร
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.075-0.08
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 1.5-6 มม.
- ความพรุน 97 %
- ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 56.8 %
- ความคงทนของโครงสร้างดี

3. ลักษณะการนำไปใช้ : ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและวัสดุปลูก

4. อายุการใช้งาน 1 ครั้ง

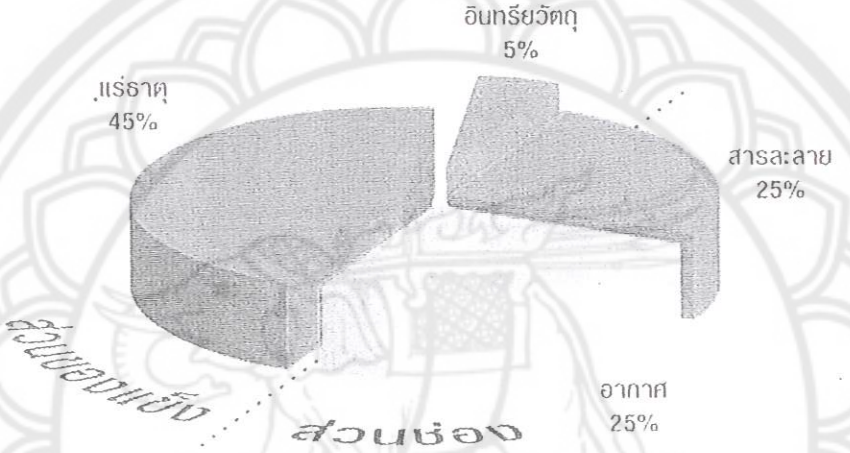
5. ราคาค่อนข้างแพง

6. ข้อดี
- น้ำหนักเบา
- ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง
- สามารถอุ้มน้ำได้ดี

7. ข้อเสีย
- สามารถสลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กและเกิดการอัดตัวกันแน่น

- **องค์ประกอบของดินที่เหมาะแก่การปลูกพืช** (ยงยุทธ, 2549)

ดินที่เหมาะกับการปลูกพืชมีองค์ประกอบโดยปริมาตร 4 ส่วน คือ 1) สารอนินทรีย์อันได้แก่ส่วนที่เป็นทราย ทรายแป้งและดินเหนียว 45% 2) อินทรียวัตถุ 5% 3) อากาศ 25% และ 4) น้ำ 25% ดังภาพ สำหรับอินทรียวัตถุในดินนั้นแม้ระดับที่เหมาะสมจะมีเพียง 5%โดยปริมาตร หรือ 3.5% โดยน้ำหนัก แต่เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อสมบัติของดินทางฟิสิกส์ เคมีและชีวภาพ ในดินที่ใช้เพาะปลูก อินทรียวัตถุมีการสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องใส่ซดเซย เพื่อรักษาให้มีในระดับที่เหมาะสมตลอดไป แต่เกษตรกรโดยทั่วไปมักละเลย คือ 1) เผาตอซังพืช และ 2) ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อซดเซยส่วนที่สลายไปในรอบปี เป็นเหตุให้ดินมีอินทรียวัตถุต่ำ



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของดินที่เหมาะแก่การปลูกพืช (%โดยปริมาตร)

อินทรียวัตถุในดินคือส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วย 1)เศษซากพืชหรือสัตว์ ที่ผ่านการสลายไปแล้วมากบ้างน้อยบ้าง 2) เซลล์และเนื้อเยื่อของจุลินทรีย์ และ 3) สารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งจุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้น สำหรับเกณฑ์ในการประเมินระดับอินทรียวัตถุในดิน ดังนี้ ปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่า 1% หมายความว่าต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุ 1 - 2% หมายความว่าปานกลางปริมาณอินทรียวัตถุ 2 - 3% หมายความว่าค่อนข้างสูง และปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่า 3% หมายความว่าสูง อินทรียวัตถุในดินมีประโยชน์ต่อพืช 2 ประการ คือ 1) เป็นแหล่งหลักของธาตุไนโตรเจน แต่ก็ให้ธาตุอื่นๆด้วย โดยจะปลดปล่อยธาตุอาหารจากการสลายตัวอย่างช้าๆ และ 2) บำรุงดินทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตารางที่ 1 อิทธิพลของอินทรียวัตถุต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืช

ผลต่อสมบัติของดิน	ผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
<u>ด้านกายภาพของดิน</u>	
เพิ่มการเกาะตัวของอนุภาคดินให้เป็นเม็ดดิน เพิ่มเสถียรภาพของโครงสร้างดิน ก่อให้เกิดสมดุลระหว่างช่องขนาดเล็ก กลาง และใหญ่	รากพืชไชชอนได้ง่าย ดินทนต่อการชะล้างและการกร่อน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ การแทรกซึมน้ำ การซาบซึมน้ำ และการถ่ายเทอากาศของดินดีขึ้น
<u>ด้านเคมีของดิน</u>	
1) เป็นแหล่งธาตุอาหาร มีหลายธาตุ ปลดปล่อยให้พืชอย่างช้าๆ และธาตุอาหารถูกชะล้างจากดินน้อย	1) พืชได้รับธาตุอาหารหลายธาตุ เป็นแหล่งสำคัญของธาตุไนโตรเจน แต่ไม่มีผลตกค้างเป็นกรด เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมหรือยูเรีย
2) ทำปฏิกิริยาคีเลชันกับไอออนของจุลธาตุในดิน	2) พืชดูดใช้จุลธาตุจากดินได้ดีขึ้น
3) เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (CEC)	3) ดินดูดซับธาตุอาหารพวกแคตไอออนไว้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น
4) ลดการตรึงฟอสฟอรัสในดิน	4) พืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยฟอสเฟตได้มากขึ้น
<u>ด้านชีวภาพ</u>	
1) สภาพของดินเหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ดิน มีประชากรและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์มากขึ้น	1) พืชได้รับประโยชน์จากวงจรธาตุอาหารที่เหมาะสมในดิน
2) เพิ่มปริมาณและกิจกรรมของสัตว์ในดิน	2) การเคลื่อนย้ายและการสลายของซากพืชใหม่ๆ เกิดได้เร็ว

ข้อมูลเกี่ยวกับพืชทดสอบ

ในการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปลูกผู้วิจัยได้เลือกพืชผักป่าที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในอนาคตในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ในการทดสอบโดยมีเหตุผลดังนี้

- **ผักกูด**

ผักกูด เป็นพืชที่ปลูกง่าย การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก โรคและศัตรูมีน้อย ทนแล้ง ปลูกได้ตลอดทั้งปี และยังเป็นพืชที่บริโภคกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดอื่นๆ ดังนี้

ชื่อสามัญไทย : กูดห้วย

ชื่อท้องถิ่น : กูดกิน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.

ชื่อวงศ์ : ATHYRIACEAE

ชื่ออื่น ๆ : ผักกูด

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นเฟินที่มีลำต้นตั้งตรง ก้านใบยาวถึง 50 ซม. หรือมากกว่า ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก 2 ชั้น ขนาดใหญ่ โคนใบมักมีขนสีน้ำตาลแก่ปกคลุม ใบมีสีเขียว เกลี้ยงเป็นมัน กลุ่มของอับสปอร์เกิดตามความยาวของเส้นใบ การกระจายและนิเวศวิทยา

ประโยชน์: ใบอ่อนของกูดห้วย ใช้เป็นอาหารประเภทผักสด ปัจจุบันเริ่มมีการปลูกเพื่อเก็บใบอ่อนขายเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

แหล่งอื่นที่พบ: สามารถพบได้ตามลำห้วย ที่ได้รับแสงแดดเต็มที่

- **ผักดีงูหว้า**

ผักดีงูหว้า เป็นพืชสมุนไพร การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก โรคและศัตรูมีน้อย ปลูกได้ตลอดทั้งปี และเป็นพืชที่หายากในปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดอื่นๆ ดังนี้

ชื่อท้องถิ่น: ดีงูหว้า

ชื่อสามัญ: bat flower

วงศ์: TACCACEAE

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Tacca chantrieri* Andr.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ล้มลุกมีอายุหลายปี ก้านใบยาว ขอบใบหยักเป็นคลื่น ใบ ประดับ 4 ใบ (ใบใหญ่ 2 ใบ ใบเล็ก 2 ใบ) ใบประดับของดอกย่อยเรียงยาวดอก ดอกสีม่วงเข้มผล ผลเป็นแคปซูลยาว เมล็ดสามเหลี่ยมสีม่วงจนถึงม่วงอมน้ำตาล

แหล่งที่พบ: ป่าเต็งรัง

ฤดูกาลใช้ประโยชน์: ทุกฤดูกาล

การใช้ประโยชน์: สรรพคุณ เหง้า แก้ซาง แก้ไข้เหนือ แก้ไข้กาฬ แก้บิด แก้ไข้สันนิบาต เจริญอาหาร ดับพิษไข้ แก้ไข้ท้องเสีย กล่อมพิษทั้งปวง แก้โรคในปากในคอ แก้ปอด พิการ สมานแผล แก้ลมสันนิบาต 7 จำพวก บำรุงธาตุ เข้ายาม้ายาช้าง ทำให้อ้วนเนื้อไม้ แก้ท้องเสีย ดับพิษไข้ แก้บิดมูกเลือด แก้ไข้กาฬ แก้ไข้สันนิบาต แก้ไข้เหนือ แก้ไข้ที่มีพิษร้อน แก้ไข้รากสาดไม่ระบุส่วนที่ใช้ แก้ต้อฝีดาษและฝีในตา ที่ทำให้ตาดำเหลือกไปเห็นตาขาวอยู่ข้างนอก แก้ท้องร่วง แก้เสียดตามชายโครง

รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัยสิทธิ์ (2544) ศึกษาและพัฒนาวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย จากการสำรวจและรวบรวมวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย พบว่ามีวัสดุเหลือใช้ จำ นวน 15 ชนิดที่สามารถนำมาศึกษาเพื่อผลิตเป็นวัสดุเพาะกล้า จากนั้นจึงวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุทั้ง 15 ชนิด ได้วัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสมจำนวน 4 ชนิดคือ มูลสุกร ขุยมะพร้าว กากตะกอนอ้อย และขี้เถ้าแกลบ นำวัสดุทั้ง 4 ชนิดมาผสมเป็นวัสดุเพาะกล้าจำนวน14 สูตร และทำ การทดสอบกับพืช 6 ชนิด ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว ดาวเรืองพันธุ์เกษตร มะเขือเทศ พริกชี้ฟ้า แคนตาลูป และโหระพา โดยเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะกล้านำเข้า "Peat moss" ปรากฏว่าวัสดุเพาะกล้าสูตรที่ 12 13 และ14 ให้ผลการเจริญเติบโตของกล้าในด้านความสูง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อต้น ตลอดจนเปอร์เซ็นต์การรอดตายของกล้าใกล้เคียงกับ "Peat moss" แต่เมื่อพิจารณาถึงราคาต่อหน่วยของ "Peat moss"พบว่ามีราคาสูงกว่าวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ 6-8 เท่า นอกจากนี้วัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ยังมีปริมาณธาตุอาหารหลักมากกว่า "Peat moss" อีกด้วย

ชันนียะ (2548) ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้วัสดุปลูกที่ให้ผลในการปลูกผักกาดหอมดีที่สุด คือดิน 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ความสูงของต้น เท่ากับ 18.5 เซนติเมตร น้ำหนักของต้นรวมรากเท่ากับ 83.73 กรัม วัสดุปลูกที่ให้ผลดีรองลงมา คือ ดินต่อเถ้าแกลบที่อัตราส่วน 3:1 1:1 และ 1:3 และเถ้าแกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ความสูง เท่ากับ 18.0 16.0 15.0 และ 14.4 cm ตามลำดับ และน้ำหนักของต้นรวมราก เท่ากับ 57.93 39.81 39.40 และ 38.81 กรัม ตามลำดับ

เกษราพร (2549) ศึกษาการประโยชน์ของเถ้าหนักและยิปซัมที่ได้จากการกำจัดกำมะถัน (เอฟจีดี) ซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะ จัดหวัดลำปาง มาผสมกับดินท้องนาและขี้เลื่อย สำหรับผลิตเป็นวัสดุปลูกพืช เพื่อทดแทนวัสดุปลูกที่ได้จากธรรมชาติ การเตรียมวัสดุปลูกในอัตราส่วนต่างๆ จากแผนภูมิสามเหลี่ยม ทำโดยการคัดขนาดวัตถุดิบ ขึ้นรูปและเผาที่อุณหภูมิ 700 800 และ900 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการเพิ่ม 3 องศาเซลเซียสต่อนาที ผลการทดลองพบว่าวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนผสมของเถ้าหนัก เอฟจีดียิปซัม และดินท้องนาเท่ากับ 28: 8:46 และผสมขี้เลื่อยอีก 23 เปอร์เซ็นต์ เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ได้วัสดุ

ปลูกที่ไม่ยุ่ยตัว การดูดซับน้ำดี ค่าพีเอชเป็นกรดเล็กน้อย แต่ค่อนข้างมีน้ำหนักมากและค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกค่อนข้างต่ำ นอกจากวัสดุดังกล่าวแล้วยังพบว่ามีวัสดุอีกหลายชนิดที่เป็นวัสดุเหลือใช้และของเสียที่สามารถนำมาทำเป็นวัสดุปลูกได้

รัตติกาล (2552) ศึกษาลักษณะผักแว่นและการผลิตผักแว่นโดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน พบว่าจากการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ผักแว่นจากแหล่งต่าง ๆ ในระบบสารละลายไหลผ่านพบว่าผักแว่นจากจังหวัดตากมีการเจริญเติบโต และให้ปริมาณผลผลิตดีที่สุด จึงเลือกมาศึกษาต่อโดยทำการศึกษาผลของวัสดุยึดในระบบสารละลายหมุนเวียน พบว่าอิฐมอญทุบและก้อนดินเผาทรงสี่เหลี่ยมเป็นวัสดุยึดที่มีความเหมาะสมในการปลูกผักแว่นในระบบนี้ ส่วนการปลูกในวัสดุยึดในภาชนะทรงกลมสภาพสารละลายน้ำไม่ไหล พบว่าการใช้อิฐมอญทุบดีที่สุด ในส่วนของการปลูกผักแว่นในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน พบว่าถ่านแกลบเป็นวัสดุปลูกที่เหมาะกับการเจริญเติบโตที่สุด

อภิรักษ์(2540) ศึกษาวัสดุอินทรีย์เป็นวัสดุปลูกพืชในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน พบว่า วัสดุที่เหมาะสมมากที่สุดในการปลูกผักกาดหอมในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน คือ ขุยมะพร้าว วัสดุที่เหมาะสมมากที่สุดในการปลูกผักกวางตุ้ง คือ ถ่านแกลบหยาบ เนื่องจากให้ผลผลิตสูงสุด ดูดซับความชื้นและระบายน้ำได้ดี มีการยุบตัวเพียงเล็กน้อย น้ำนักเบา ราคาถูก หาได้ง่าย ความหนาแน่นของวัสดุปลูกส่งผลต่อต่อการชอนไชของรากพืช EC มีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการให้ปุ๋ยเคมีและการให้น้ำ pH มีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ค่าที่เป็นกลางหรือกรดอ่อนๆ

จารุชาติ และประเสริฐ (2545) ศึกษาปริมาณการสะสมและการสลายตัวของเศษใบไม้ในสวนยางพารา จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าปริมาณการร่วงหล่นและการย่อยสลายของใบไม้ในสวนยางพารามีมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน และมีน้อยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการร่วงหล่นและย่อยสลายคือ คุณลักษณะของพืช และคุณภาพวากพืช ร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้น จุลินทรีย์และการระบาดของโรคพืช ปริมาณการร่วงหล่นของเศษไม้เฉลี่ย 5.1 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ปริมาณการย่อยสลายเท่ากับ 3.9 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี คิดเป็น 78 %ของใบไม้ที่ร่วงหล่นทั้งหมด

เจนจิรา (2553) ศึกษาวัสดุปลูกอินทรีย์จากผักตบชวาและเม็ดดินเผาเซรามิกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม โดยไม่ใช้ดินเพื่อเปรียบเทียบกับการปลูกผักกาดหอมโดยดินปลูกทั่วไปตามท้องตลาด พบว่าวัสดุปลูกอินทรีย์จากผักตบชวาและเม็ดดินเผาเซรามิกมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมและให้ผลผลิตมากกว่าดินปลูกโดยทั่วไป อีกทั้งยังมีความชื้นคงที่ ช่วยรักษาความชื้นและระบายอากาศบริเวณรากพืชได้ดี และมีคุณสมบัติในการให้ธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมโดยไม่มีการให้ปุ๋ยเคมี

จันทร์จรัส (2553) ศึกษาการปลดปล่อยธาตุปุ๋ยที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปลูกวัสดุอินทรีย์ 3 ชนิดคือ ถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และมูลวัว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุในการปลูกพืชทั้งในสภาพโรงเรือนและในแปลงปลูกพืช การศึกษาทำโดยผสมดิน (200 ก.) กับวัสดุอินทรีย์ในอัตราที่ดินจะ

ได้รับไนโตรเจนทั้งหมดจากวัสดุเท่ากับ 200 มก.N/กก.หมักดินผสมที่ระดับความจุน้ำสนามของดิน (FC) ซึ่งมีค่าศักย์น้ำ -0.03 MPa และทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใส่จุลินทรีย์ (เชื้อ พด.1 ของกรมพัฒนาที่ดิน) และไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์(Available N, Available P และ Exchangeable K) ที่ 0, 1, 2, 4, 5, 6 และ 8 สัปดาห์ของการหมักพบว่า แม้ว่าดินจะได้รับไนโตรเจนทั้งหมดจากวัสดุทั้ง 3 ชนิดเท่ากัน (200 มก.N/กก.) แต่ในดินหมักกับเปลือกถั่วลิสงมีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยมากที่สุดในทุกสัปดาห์ของการหมัก โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ของการหมัก ส่วนดินหมักกับถ่านแกลบและมูลวัวมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดินหมักกับถ่านแกลบมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดในทุกสัปดาห์ของการหมัก ทั้งนี้เนื่องจากถ่านแกลบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าเปลือกถั่วลิสงและมูลวัว ทำให้ต้องใช้ถ่านแกลบผสมดินในปริมาณที่สูงกว่าเปลือกถั่วลิสงและมูลวัวเพื่อให้ดินได้รับไนโตรเจนเท่ากัน จึงส่งผลให้ดินได้รับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากถ่านแกลบสูงด้วย ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหมักกับมูลวัวมีแนวโน้มสูงกว่าเปลือกถั่วลิสง อาจเป็นเพราะมูลวัวมีปริมาณทั้งหมดของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงกว่าเปลือกถั่วลิสง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) หัวข้อการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อขยายพันธุ์พืชและผักป่า" ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการดำเนินการศึกษาและการดำเนินการวิจัยเพื่อใช้ในการวิจัยให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายและเพื่อการทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

3.1. การเตรียมพืชผักป่าและวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

3.1.1 สำรวจและตรวจสอบพื้นที่การกระจายพันธุ์ของผักป่า

3.1.2 เก็บตัวอย่างผักป่า

3.2. ตรวจสอบและทดสอบคุณสมบัติวัสดุปลูก

3.2.1 ทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ดังนี้

- ความหนาแน่น
- ความพรุน
- คุณสมบัติการอุ้มน้ำ

3.2.2 ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี ดังนี้

- พีเอช
- ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity:EC)
- ปริมาไนโตรเจนทั้งหมด

- ปริมาณฟอสฟอรัส

-ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM)

3.3. ทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกต่อการปลูกพืช

3.3.1 การวางแผนการทดลอง

ทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูก โดยการปลูกผักกูดและดีงูหว้า

3.3.2 การเก็บข้อมูล

3.3.2.1 การเก็บข้อมูลด้านพืช

3.3.2.2 การเก็บข้อมูลด้านวัสดุปลูก

3.3.3 การตรวจวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติและพืชผักป่า

- สำรวจและตรวจสอบพื้นที่

สำรวจพื้นที่ป่าบริเวณโดยการเดินรอบมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อคัดเลือกอินทรีย์ธรรมชาติมาผลิตเป็นวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ โดยดูความหลากหลายและคัดเลือกพืชที่มีความเด่น ในการศึกษาครั้งนี้นักวิจัยได้เลือก ใบรังและพลวงมาเป็นวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ เนื่องจากเป็นพืชที่มีความเด่นและชีวมวลสูงที่มีผลในการส่งเสริมให้เกิดไฟป่าได้ดี และไมยราบ เนื่องจากเป็นพืชที่แพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว

สำรวจการเจริญของพืชผักป่าที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ไปจากป่ามหาวิทยาลัยพะเยา ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก ผักกูดและดีงูหว้า เนื่องจากพืชทั้งสองชนิดเป็นพืชเศรษฐกิจ เป็นที่นิยมบริโภค และมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

- เก็บตัวอย่าง

เก็บใบรังและพลวงที่แห้งในฤดูผลัดใบหรือฤดูแล้งใส่ถุง และนำมาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช เก็บรักษาไว้ในที่แห้ง ส่วนการเก็บตัวอย่างของต้นไมยราบโดยการตัดต้นและนำทุกส่วนมาหั่นด้วยเครื่องหันตัวอย่างพืช หลังจากนั้นนำมาผึ่งให้แห้ง

เก็บตัวอย่างพืชผักป่าที่ใช้ในการศึกษาโดยการขุด แล้วนำมาปลูกลงในถุงเพาะชำ โดยเพาะ 1 ต้นต่อถุง และอนุบาลต้นพืชผักป่าไว้ในบริเวณโรงเรือน เป็นระยะเวลานาน 1 เดือน ก่อนย้ายต้นพืชลงในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติที่ต้องการศึกษา

- ตรวจสอบและทดสอบคุณสมบัติวัสดุปลูก

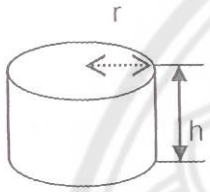
ศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของ ใบรัง หลวง และไมยราบเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำวัตถุดิบดังกล่าวมาผลิตเป็นวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

ทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ดังนี้

- ความหนาแน่น
- ความพรุน
- การอุ้มน้ำ
- การไหลซึมผ่านของน้ำ

โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) การหาปริมาตรของ soil core (ท่ออลูมิเนียมทรงกระบอก) ใช้ Vernier Caliper ในการวัดสันผ่านศูนย์กลางและความสูง เพื่อหาปริมาตรของ soil core ทำการคำนวณตามสามการที่ 1



สูตร

2) หาน้ำหนักของ soil core โดยทำความสะอาด soil core เช็ดให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °c ประมาณ 2-3 ชั่วโมง (เพื่อไล่ความชื้นออกจาก soil core)

3) ใช้ผ้าตาข่ายที่บางหุ้ม soil core ด้านใดด้านหนึ่งไว้จากนั้นนำวัตถุดิบแต่ละชนิดมาอัดให้แน่นใน soil core ที่ทราบน้ำหนักที่ โดยให้พอดีกับขอบของ soil core

4) นำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณน้ำหนักวัตถุดิบที่ใส่ใน soil core (น้ำหนักมวลก่อนอบของวัตถุดิบ)

5) นำตัวอย่างใน soil core ส่วนที่ห่อผ้าขาวบาง แช่ในน้ำนาน 24 ชั่วโมง จากนั้นเมื่อครบ 24 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างอิ่มน้ำ นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก (จะได้ น้ำหนักอิ่มตัวของวัตถุดิบ)

9) จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าการอุ้มน้ำ ตามสมการที่ 2

การอุ้มน้ำ (g) = Absorb - wet soil .....(2)

wet soil = น้ำหนักมวลก่อนอบ (g)

dry soil = น้ำหนักมวลหลังอบ (g)

6) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปวัดอัตราการไหลซึมผ่านของน้ำในขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ดังสมการที่ 3

$$K = 2.3\ a\ \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right) \qquad \text{.....(3)}$$

$$At$$

K = อัตราการไหลซึมผ่าน (cm/s)

a = พื้นที่ของหลอดแก้วที่ระดับน้ำลดลง

A = พื้นที่หน้าตัด

t = ช่วงเวลา

h_1 = ระดับความสูงเริ่มต้นของน้ำในหลอดแก้ว

h_2 = ระดับความสูงสุดท้ายของน้ำในหลอดแก้ว

7) นำตัวอย่างใน soil core ไปอบที่อุณหภูมิ 105 °c นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นเมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักมวลแห้งของวัตถุดิบ)

9) จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าความหนาแน่น (ρd), ความพรุน (Porosity), ดังสมการต่อไปนี้

$$\rho d = \frac{m}{V} \quad \text{.....(4)}$$

ρd = ความหนาแน่น (g/cm^3)

m = มวลหลังอบ (g)

V = ปริมาตร soil core (cm^3)

$$\text{Porosity} = (100) \times \frac{\left(\frac{\text{wet soil} - \text{dry soil}}{\text{dry soil}} \times 100\right)}{\pi r^2 h} + \frac{100 \times (\text{Absorb} - \text{wet soil})}{\pi r^2 h} \quad \text{.....(5)}$$

wet soil = น้ำหนักมวลก่อนอบ (g)

dry soil = น้ำหนักมวลหลังอบ (g)

$\pi r^2 h$ = ปริมาตร soil core

Absorb น้ำหนักดินอิ่มตัว (g)

ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

ก่อนการวิเคราะห์เตรียมตัวอย่างพืชโดยนำมาบดเครื่องบดตัวอย่างพืชให้ละเอียด แล้วทำการวิเคราะห์ดังนี้

- พีเอช โดยเครื่อง pH meter ใช้ตัวอย่าง:น้ำกลั่น ในอัตรา 1:5 คนให้ทั่วและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ก่อนทำการวัดค่า pH (อภิรัก,2540)

- ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity:EC) โดยเครื่อง EC meter ใช้ตัวอย่าง:น้ำกลั่น ในอัตรา 1:5 คนให้ทั่วและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ก่อนทำการวัดค่า EC (ทัศนีย์และจงรักษ์,2527)

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method

- ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี Bray II, Molybdenum blue method

- ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) โดยวิธี Walkey and Black Method

ทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกต่อการปลูกพืช

- การวางแผนการทดลอง

ทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูก โดยการปลูกผักกูดและดีงูหว้า

ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุปลูกแต่ละสูตร กับดินปลูกทั่วไป ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำ 4 ซ้ำ (Replication) มีหน่วยการทดลอง (Treatment) ทั้งหมด 6 หน่วยการทดลอง ดังนี้

Treatment 1 (T1): ใบพลวง 100% เป็นวัสดุปลูกสูตร 1
Treatment 2 (T2): ใบรัง 100% เป็นวัสดุปลูกสูตร 2
Treatment 3 (T3): ใบพลวง: รัง ในอัตรา 50:50 เป็นวัสดุปลูกสูตร 3
Treatment 4 (T4): ใบพลวง: ไมยราบ ในอัตรา 70:30 เป็นวัสดุปลูกสูตร 4
Treatment 5 (T5): ใบรัง: ไมยราบ ในอัตรา 70:30 เป็นวัสดุปลูกสูตร 5
Treatment 6 (T6): ดินปลูกทั่วไปเป็นวัสดุปลูกสูตร 6

การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลด้านพืช

- การเจริญเติบโตของผักกูด
  - ความสูง
  - จำนวนต้น
- การเจริญเติบโตของผักดีงูหว้า
  - ความสูง
  - ความยาวของใบ
  - เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ

การเก็บข้อมูลด้านวัสดุปลูก

- การยุบตัวของหน้าดิน

การยุบตัวหน้าดินแสดงถึงความหนาแน่นของวัสดุปลูก หากดินมีความหนาแน่นมาก จะส่งผลต่อการแพร่กระจายของรากพืช ทำให้พืชมีข้อจำกัดในการเจริญเติบโต การวัดการยุบตัวหน้าดินสามารถทำได้โดยใช้ Vernier carliper วัดจากปากกระถางจนถึงผิวดิน โดยกำหนดจุดวัดที่แน่นอน และระยะเวลาที่ทำการวัดจนจบการทดลอง

- ความแข็งของวัสดุปลูก

ความแข็งของวัสดุปลูกมีผลมาจากการรวมตัวของวัสดุปลูกจนเกิดความหนาแน่น หากดินมาความหนาแน่นมากวัสดุปลูกจะมีความแข็งมากขึ้นตาม ซึ่งความแข็งของวัสดุปลูกมีผลมาจากการยุบตัวของดินอีกด้วย สามาถตรวจสอบได้โดยใช้ Soil hardness แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{ความแข็งของดิน } (kg/cm^2) = \left(\frac{\text{Soil hardness} \times 100}{0.7952 \times (40 - \text{Soil hardness})^2} \right) \quad \text{.....(7)}$$

3.3.3 การตรวจวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และคำนวณค่าสถิติเบื้องต้น (Descriptive statistic) และวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of variability, CV) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของหน่วยการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

สถานที่ทำงานวิจัย

1) ห้องปฏิบัติการ และโรงเรือนปลูกพืช สำนักวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย พะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม

2) พื้นที่ป่าบริเวณมหาวิทยาลัย พะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ผลการศึกษาวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาวัสดุปลูกจากอินทรีย์ธรรมชาติเพื่อให้เหมาะต่อการขยายพันธ์พืชผักป่าที่เสี่ยงต่อการสูญพันธ์ บริเวณป่ามหาวิทยาลัยพะเยา โดยพิจารณาคุณภาพของวัสดุปลูกต่อการเจริญของพันธุ์พืชผักป่า โดยมีผลการศึกษาที่จะกล่าวตามหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 การสำรวจและตรวจสอบพื้นที่การกระจายพันธุ์พืชและผักป่า

4.2 การตรวจสอบและทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ

4.2 1 ทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์

4.2 2 ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

4.3 การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกต่อการปลูกพืช

4.3.1 การเก็บข้อมูลด้านพืชและวัสดุปลูกของผักกูด

4.3.2 การเก็บข้อมูลด้านพืชและวัสดุปลูกของผักดีงูหว้า

ผลการสำรวจและตรวจสอบพื้นที่การกระจายพันธุ์พืชและผักป่า

การเดินสำรวจบริเวณป่ามหาวิทยาลัยพะเยา พบว่าป่ามหาวิทยาลัยพะเยา เป็นป่าผลัดใบ ป่าประเภทนี้มีลักษณะเด่นคือ มีการทิ้งใบในช่วงฤดูแล้งเพื่อลดการคายน้ำในช่วงการขาดแคลนน้ำฝน พืชเด่นที่พบเป็นจำนวนมากคือ รัง (*Shorea siamensis* Miq.) และพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) พืชทั้งสองชนิดนี้ ยังเป็นพืชที่มีชีวมวลมาก จึงนำพืชทั้งสองชนิดนี้มาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ ซึ่งส่วนหนึ่งจะสามารถช่วยลดเชื้อเพลิงที่เกิดไฟป่าได้

นอกจากนี้บริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ยังมีแหล่งเก็บน้ำหลายๆ จุด ซึ่งบริเวณรอบๆแหล่งเก็บน้ำมีวัชพืชขึ้นอย่างหนาแน่น จากการสำรวจวัชพืชที่พบเป็นจำนวนมาก คือ ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra* L..) ข้อมูลจากภูมิปัญญาไทยไมยราบยักษ์ถือได้ว่าเป็นสมุนไพรได้แทบทุกส่วน เช่น ใบ รสขมเผื่อนเล็กน้อย ตำพอก แก้ปวดบวม แผลฝีหนอง แผลเรื้อรังต่างๆ ต้มหรือชงดื่มแก้บิด บำรุงร่างกาย ขับนิ่ว ต้น รสขม เผื่อนเล็กน้อย ต้มดื่มแก้ไข้ ขับเสมหะ แก้ปวดข้อ ทั้งต้น ใช้ต้มแล้วเอาน้ำมาดื่มเป็นยาบำรุงร่างกาย ซึ่งชาวบ้านมักจะใช้ร่วมกับพืชชนิดอื่น ๆ แล้วต้มรวมกันเป็นยาสมุนไพรพื้นบ้าน เป็นต้น แต่ข้อเสียของไมยราบยักษ์เป็นพืชที่แพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว เจริญได้แม้ในพื้นที่ ที่แห้งแล้ง ผู้วิจัยจึงนำไมยราบยักษ์เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ เพื่อกำจัดและลดปริมาณวัชพืชดังกล่าว โดยนำวัชพืชมาใช้ให้เกิดประโยชน์

จากการรวบรวมวัตถุดิบทั้งหมดที่ได้จากการเดินสำรวจบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ โดยผลิตเป็นวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชผักป่า และเป็นวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและขนส่ง และทำการทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกโดยการปลูกพืชผักป่าที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ในบริเวณมหาวิทยาลัย ซึ่งจากการสำรวจพืชที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์และเป็นพืชเศรษฐกิจในปัจจุบัน คือ ผักกูดและดีงูว่า

การตรวจสอบและทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ

ทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์

การศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของวัตถุดิบ โดยวิธี core method พบว่าใบพลวงมีการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นใบรัง และไมยราบยักษ์ตามลำดับ การศึกษาค่าสภาพการให้น้ำซึมผ่านมีค่าอยู่ในช่วง 3.78×10^{-2}- 9.55×10^{-2} cm/s โดยวัตถุดิบที่มีสภาพการให้น้ำซึมผ่านได้เร็วที่สุดคือ ไมยราบ และวัตถุดิบที่มีสภาพการให้น้ำซึมผ่านน้อยที่สุด คือ ใบรัง ค่าความพรุนมีค่าอยู่ในช่วง 71.56- 80.66 % โดยวัตถุดิบที่มีค่าความพรุนสูงที่สุดคือ ไมยราบ และวัตถุดิบที่มีค่าความพรุนต่ำที่สุด คือ ใบพลวง ค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 0.14- 0.19 g/cm^3 โดยวัตถุดิบที่มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุดคือ ใบพลวง และวัตถุดิบที่มีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุด คือ ไมยราบ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของวัสดุปลูก

วัตถุดิบ	สภาพให้น้ำซึมผ่าน cm/s	ความหนาแน่น g/cm^3	ความพรุนรวม %	การอุ้มน้ำ %
พลวง	4.81×10^{-2}	0.18	75.17	75.28
รัง	3.78×10^{-2}	0.19	71.56	71.56
ไมยราบยักษ์	9.55×10^{-2}	0.14	80.66	45.52

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบพบว่ามีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 4.27-5.72 โดยใบรังมีค่าพีเอชต่ำสุด และไมยราบมีค่าพีเอชสูงสุด ค่าการนำไฟฟ้าของวัตถุดิบที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.982-3.062 ms/cm โดยใบพลวงมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด และไมยราบมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของวัตถุดิบที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.3714-0.5871 mg/kg โดยใบพลวงมีค่าสูงสุด และไมยราบมีค่าต่ำสุด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของวัตถุดิบที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.9310-0.5250 % โดยใบรังมีค่าสูงสุด และไมยราบมีค่าต่ำสุด และปริมาณอินทรียวัตถุของวัตถุดิบที่ศึกษาอยู่ในช่วง 50.38-61.42 % โดยใบรังมีค่าสูงสุด และไมยราบมีค่าต่ำสุด แสดงค่าการศึกษา ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

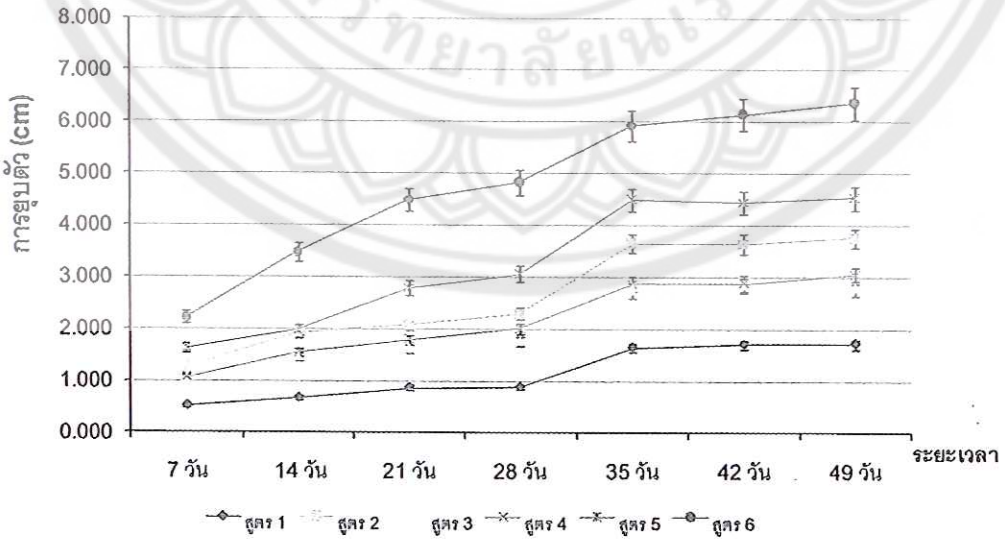
วัตถุดิบ	pH	EC (ms/cm)	Total Phosphorus (mg/kg)	Total Nitrogen (%)	Organic matter (%)
พลวง	5.15	3.062	0.5871	0.6300	58.06
รัง	4.27	2.647	0.5456	0.9310	61.42
ไมยราบยักษ์	5.72	0.982	0.3714	0.5250	50.38

4.3 การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกต่อการปลูกพืช

การศึกษาคุณภาพของวัสดุปลูกทั้งหมด 6 สูตร ต่อการเจริญของพืช 2 ชนิด คือ ผักกูดและดีงูว่า โดยทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชและวัสดุปลูกทุกๆ 7 วัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอชและค่าการนำไฟฟ้าทุกๆ 5วัน ทำการศึกษาภายในโรงเรือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 54-72 % และอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำสุดเฉลี่ย 17 องศาเซลเซียส สูงสุดเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส มีการรดน้ำในเวลาเช้าทุกๆ 2 วัน โดยรดน้ำ 600 มิลลิลิตรต่อกระถางต่อครั้ง โดยใช้บัวรดน้ำ จากผลการศึกษา ได้ผลดังนี้

4.3.1 การเก็บข้อมูลของวัสดุปลูกและการเจริญของผักกูด

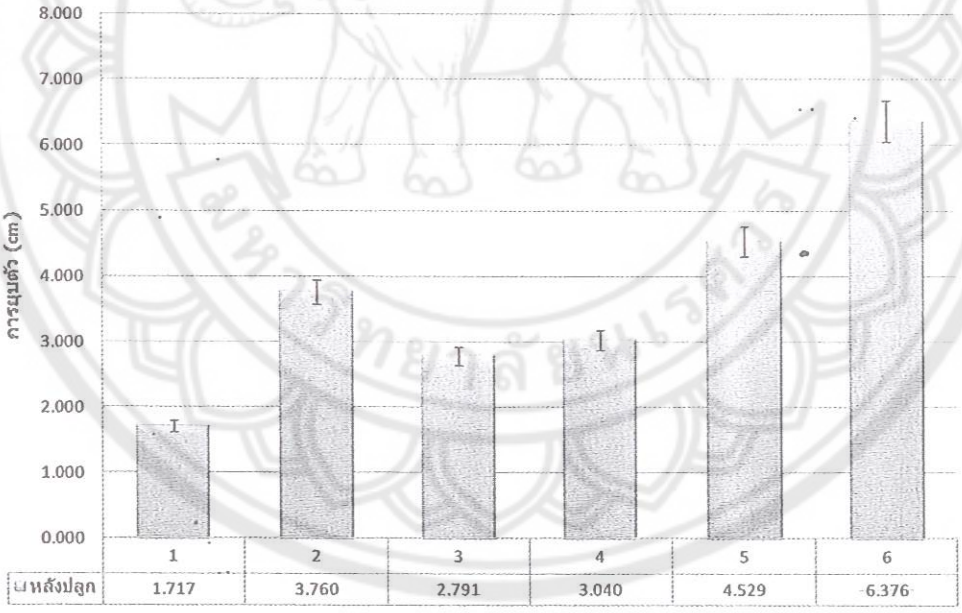
การศึกษาค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกทุก 7 วัน ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา พบว่าค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วต่อเนื่อง ในช่วงระยะเวลา 7-35 วัน และที่ระยะเวลา 35 วัน การยุบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป (ดังแสดงในภาพ 2)



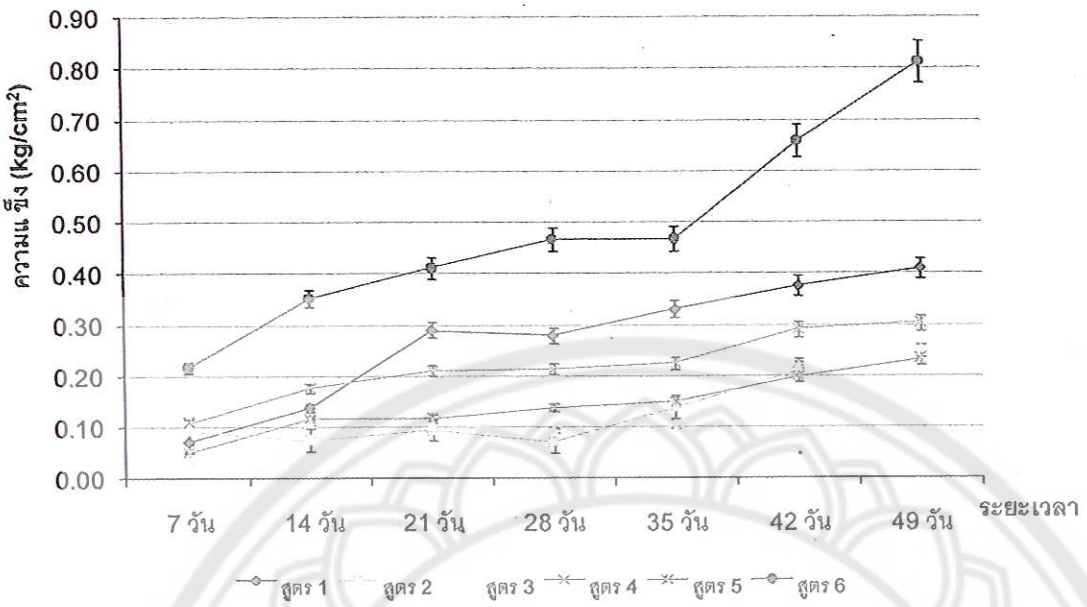
ภาพที่ 2 แสดงค่าการยุบตัวที่ระยะเวลาต่างๆของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

เมื่อศึกษาค่าการยุบของวัสดุปลูกหลังการปลูกผักกูดที่ระยะเวลา 49 วัน พบว่า การยุบตัวของวัสดุปลูกในแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$ โดยวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุด คือ 1.717 cm รองลงมาคือ สูตร 3 สูตร 4 สูตร 2 และ สูตร5 มีค่า 2.791 3.040 3.760 และ 4.529 cm ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าการยุบตัวมากที่สุด คือ 6.36 cm ดังภาพ 3

การศึกษาค่าความแข็งของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาทุกๆ 7วัน พบว่าในช่วงระยะ 7-21 วันค่าความแข็งของวัสดุปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน และที่ระยะเวลาหลังการปลูก 21 วัน ค่าแนวโน้มของวัสดุปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และช่วงระยะเวลาที่ 35-49 วัน ค่าความแข็งของวัสดุปลูกสูตร 6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตลอดการศึกษาค่าความแข็งของวัสดุปลูก สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 5 วัสดุปลูกมีความแข็งใกล้เคียงกัน ดังภาพ 4

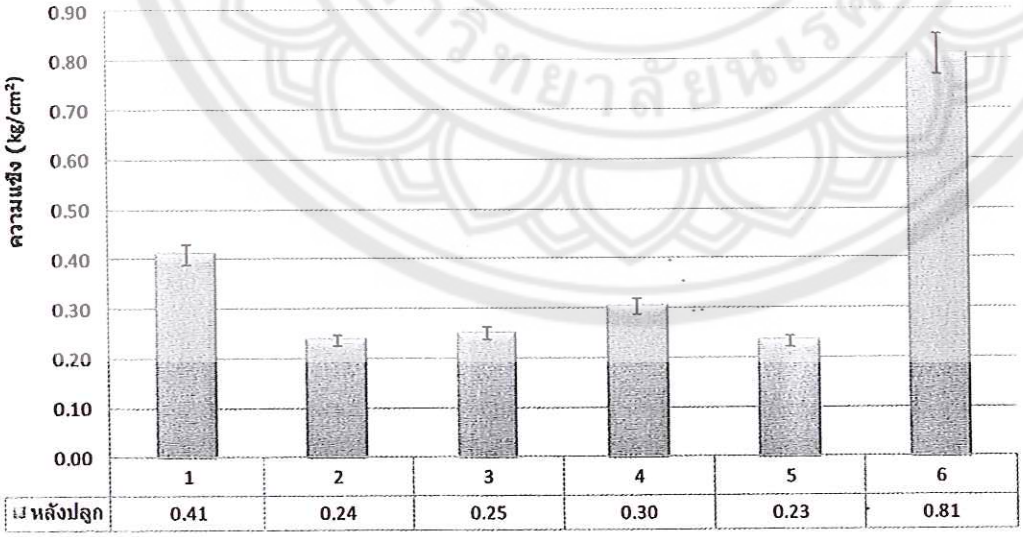


ภาพที่ 3 แสดงค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติหลังปลูกผักกูด



ภาพที่ 4 แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติที่ระยะเวลาต่างๆ

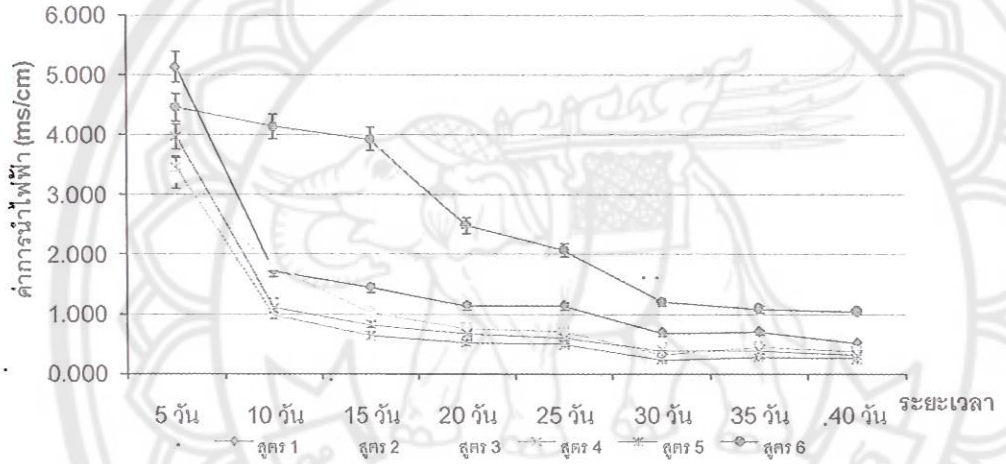
เมื่อศึกษาค่าความแข็งของวัสดุหลังปลูกผักกูด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$ โดยวัสดุปลูก สูตร 5 มีค่าความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.23 kg/cm^2 รองลงมาเป็นสูตร 2 สูตร 3 สูตร 4 และ สูตร1 มีค่า 0.24 0.25 0.30 และ 0.41 kg/cm^2 ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าความแข็งมากที่สุด คือ 0.81 kg/cm^2 ดังภาพ 5



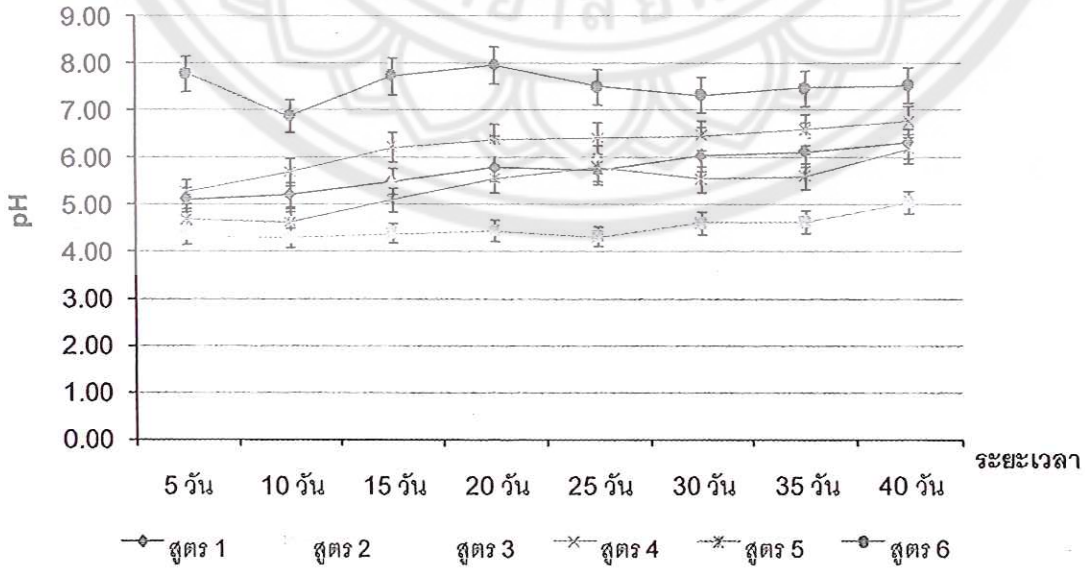
ภาพที่ 5 แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติหลังปลูกผักกูด

การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางวัสดุปลูกที่ระยะเวลาทุกๆ 5 วัน พบว่าในช่วงระยะแรกค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน และที่ระยะ10-20 วันค่าแนวโน้มลดอย่างต่อเนื่อง และช่วงระยะเวลา 30-40 วัน ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกมีแนวโน้มเริ่มคงที่ (ดังแสดงในภาพ 6) ตลอดการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าในน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางวัสดุปลูกทุกสูตรมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำกว่าน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางของวัสดุปลูกสูตร 6

การศึกษาค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางวัสดุปลูกที่ระยะเวลาทุกๆ 5 วัน พบว่าในช่วงระยะแรกค่าพีเอชของวัสดุปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน และที่ระยะ 5 วัน มีค่าพีเอชต่ำที่สุดของระยะเวลาการศึกษาทั้งหมด และค่าพีเอชของวัสดุมีแนวโน้มปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และช่วงระยะเวลาที่ 10-15 วัน ค่าพีเอชของวัสดุปลูกมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และหลังจากวันที่ 20 วัสดุปลูกทั้ง 6 สูตร ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ดังแสดงในภาพ 7)

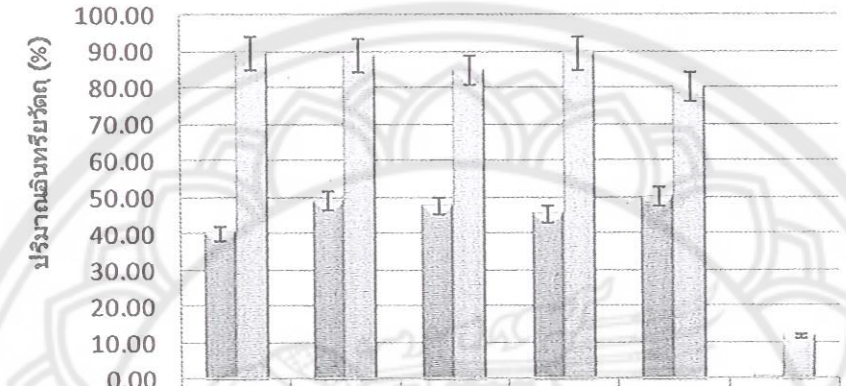


ภาพที่ 6 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ



ภาพที่ 7 แสดงค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกก้นกระถางของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ

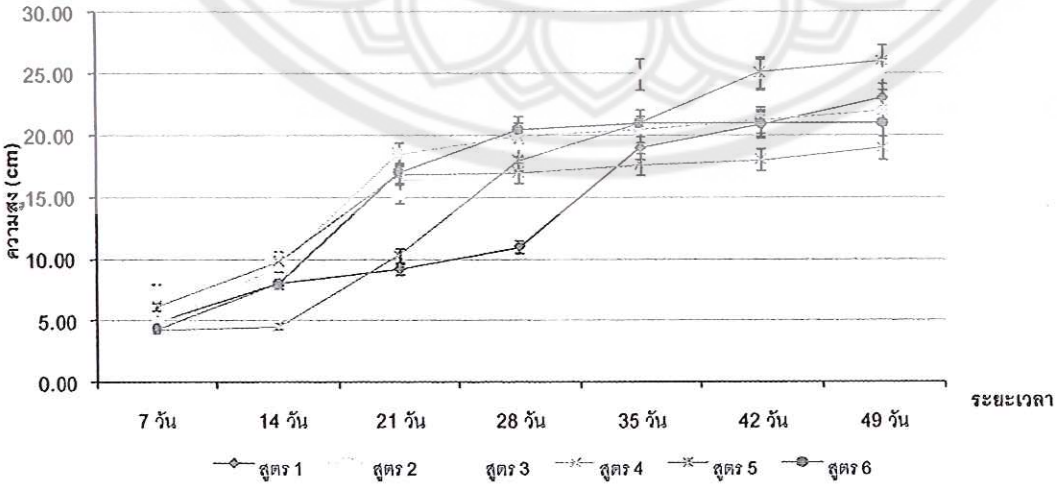
การศึกษาปริมาณอินทรียวัตถุของวัสดุปลูกก่อนปลูกพืชในวัสดุปลูกสูตร 3 มีค่าสูงสุด คือ 47% รองลงมาคือ สูตร 2 สูตร 3 สูตร 4 และสูตร 1 มีค่า 49.17 47.72 45.56 และ40.16 % ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.92 % ปริมาณอินทรียวัตถุหลังการปลูกพืชพบว่า ในวัสดุปลูกสูตร 1 และสูตร 4 มีค่าสูงสุด คือ 89.40 % รองลงมาคือ สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 5 มีค่า 89.04 84.89 และ 80.28% ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าน้อยที่สุด คือ 12 % หลังการปลูกพืชมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นทุกสูตร ดังแสดงในภาพ 8



	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ก่อนปลูกพืช	40.16	49.17	47.72	45.56	50.25	0.92
หลังปลูกพืช	89.50	89.04	84.89	89.50	80.28	12.00

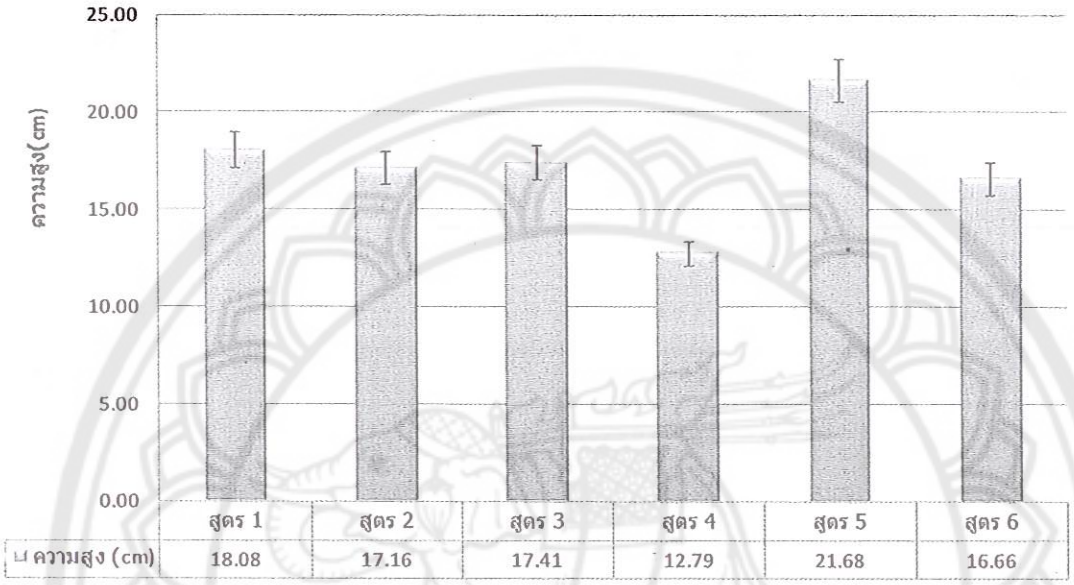
ภาพที่ 8 แสดงปริมาณอินทรียวัตถุก่อนและหลังการปลูกพืชผักกูด

การศึกษาความสูงพบว่า ในช่วงระยะแรกความสูงของผักกูดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และที่ 35 วัน ความสูงของผักกูดเริ่มคงที่ การศึกษาความสูงตลอดระยะเวลา 49 วัน ความสูงของผักกูดที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตร 5 มีแนวโน้มของความสูงสุด ดังภาพ 9



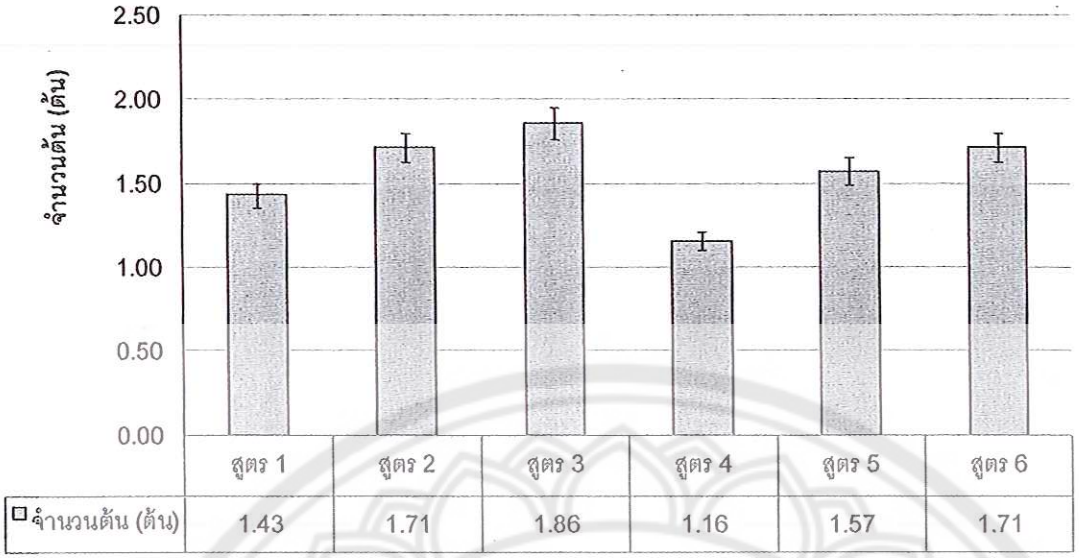
ภาพที่ 9 แสดงความสูงของผักกูดที่ระยะเวลาต่างๆ ในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

การศึกษาความสูงของผักกูดหลังปลูกในวัสดุปลูกที่ระยะเวลา 49 วัน พบว่า ความสูงของผักกูดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$ โดยผักกูดที่ปลูกในวัสดุปลูก สูตร 5 (21.68 cm) มีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือ สูตร 1 สูตร สูตร 3 สูตร สูตร 2 และสูตร 6 มีค่า 18.08 cm 17.41 cm 17.16 cm และ 16.66 cm ตามลำดับ ความสูงของผักกูดที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตร 4 มีความสูงน้อยที่สุด (12.79 cm) ดังภาพ 10



ภาพที่ 10 แสดงความสูงของผักกูดหลังการศึกษาในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

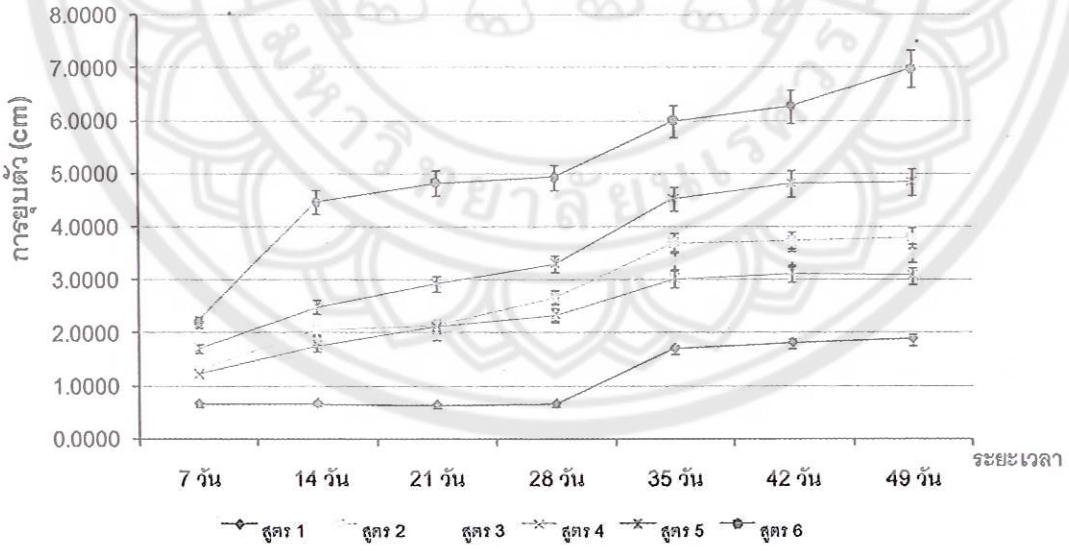
การศึกษาจำนวนต้นของผักกูด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ $P<0.05$ โดยจำนวนต้นในวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนต้นมากที่สุด รองลงมา คือ สูตร 2 สูตร 6 สูตร 5 และสูตร 3 วัสดุปลูกสูตร 4 มีจำนวนต้นน้อยที่สุด ดังภาพ 11



ภาพที่ 11 แสดงจำนวนต้นของผักกูดหลังปลูกในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

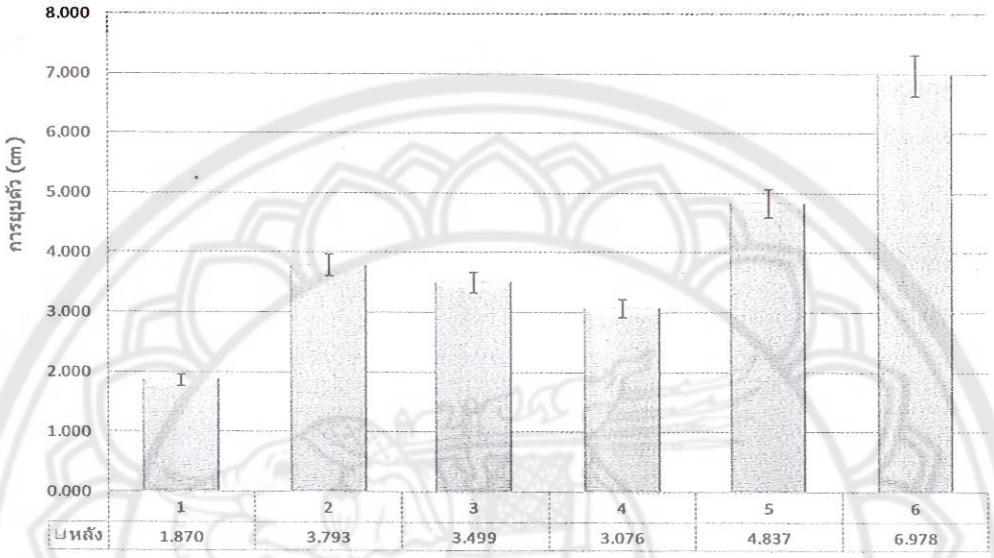
การเก็บข้อมูลด้านพืชและวัสดุปลูกของพืชดีงูหว้า

การศึกษาค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่าการยุบตัวของวัสดุปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยวัสดุปลูกสูตร 1 มีแนวโน้มการยุบตัวน้อยที่สุด และวัสดุปลูกสูตร 6 มีแนวโน้มการยุบตัวมากที่สุดและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของระยะเวลาของการศึกษา (ดังแสดงในภาพ 12)



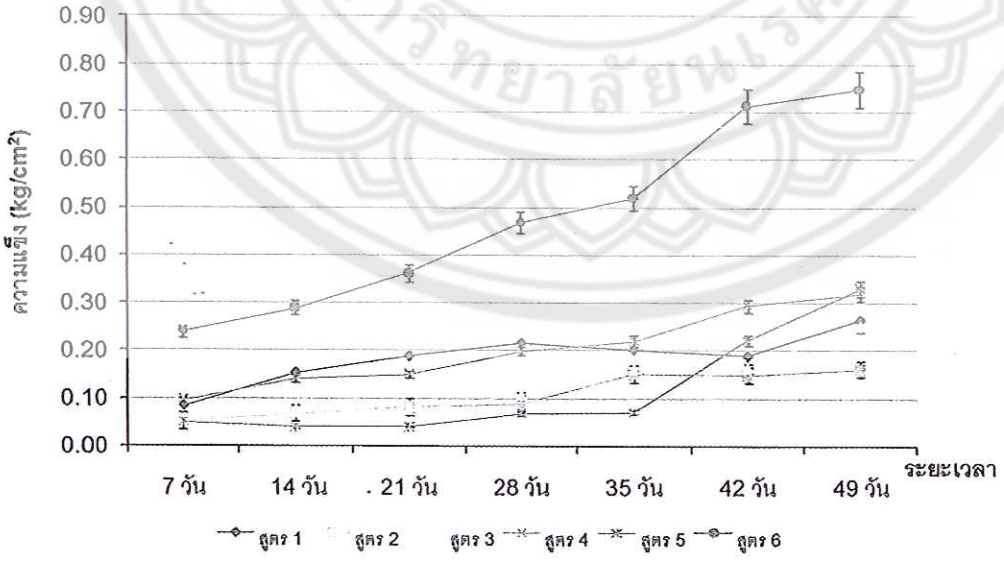
ภาพที่ 12 แสดงค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกในระยะเวลาต่างๆ

การศึกษาการยุบตัวของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชผักดีงูหว้า พบว่าการยุบตัวของวัสดุปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$ โดยสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุด คือ 1.870 cm รองลงมา คือ สูตร 4 สูตร 3 สูตร 2 และ สูตร 5 มีค่า 3.076 3.499 3.793 และ 4.873 cm ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าการยุบตัวมากที่สุด คือ 6.078 ดังภาพ 13



ภาพที่ 13 แสดงค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชดีงูหว้า

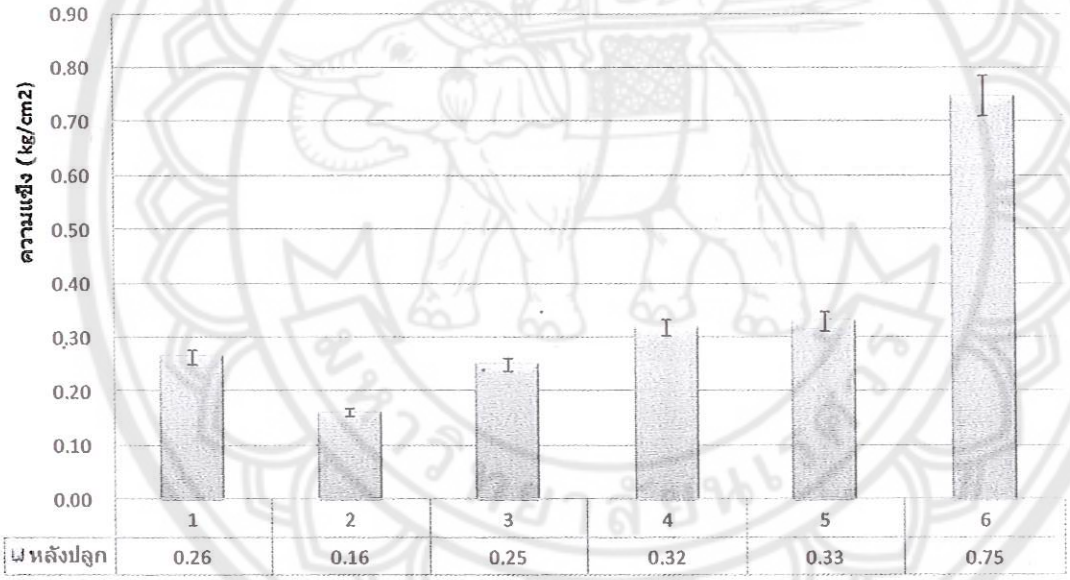
การศึกษาค่าความแข็งของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาทุกๆ 7วัน พบว่าวัสดุปลูกทุกสูตรค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะของการศึกษา โดยความแข็งของวัสดุสูตร 1 สูตร 2 สูตร 3 สูตร 4 และสูตร 5 มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าการยุบตัวที่เพิ่มสูงและแตกต่างจากวัสดุปลูกสูตรอื่นอย่างชัดเจน ดังภาพ 14



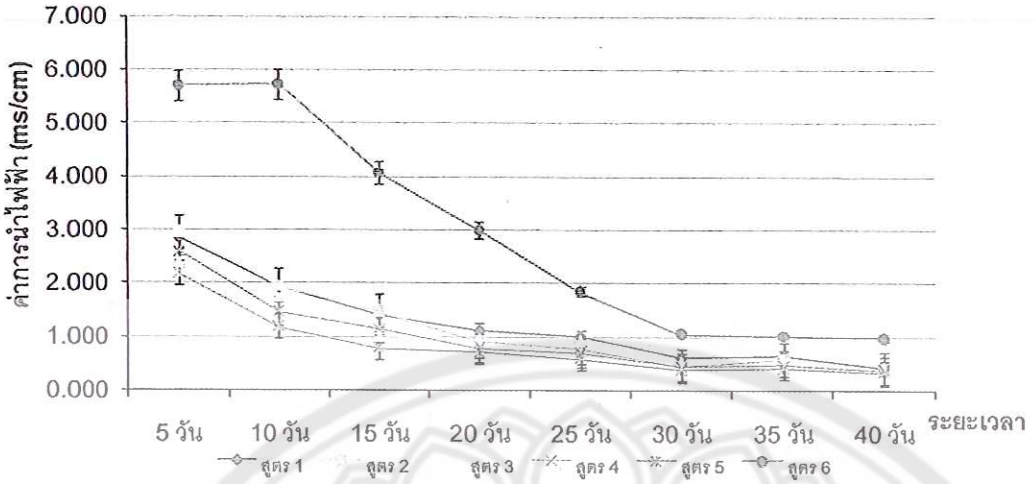
ภาพที่ 14 แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชดีงูหว้าในระยะเวลาต่างๆ

การศึกษาความแข็งของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชผักดีงูหว้า พบว่าความแข็งของวัสดุปลูกมีความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$ โดยวัสดุปลูก สูตร 2 มีค่าความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.26 kg/cm^2 รองลงมาคือ สูตร 3 สูตร 1 สูตร4 และสูตร 5 มีค่า 0.25 0.26 0.32 และ 0.33 kg/cm^2 ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าความแข็งมากที่สุด คือ 0.75 kg/cm^2 ดังภาพ 15

การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ไหลซึมออกจากก้นกระถางของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาทุกๆ 5 วัน พบว่าตลอดการศึกษามีค่าลดอย่างต่อเนื่อง ในช่วงระยะแรกค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน และที่ระยะ 5-20 วัน แนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกลดลงอย่างรวดเร็ว และช่วงระยะเวลาที่ 20-49 วัน ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกสูตร 6 ตลอดการศึกษามีค่าสูงสุด ดังภาพ 16

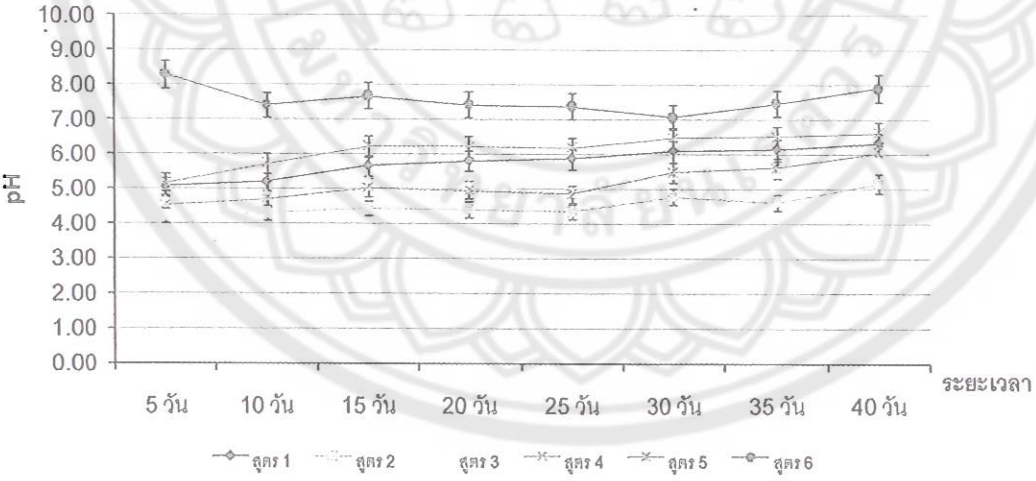


ภาพที่ 15 แสดงค่าความแข็งของวัสดุปลูกหลังปลูกพืชดีงูหว้า



ภาพที่ 16 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกที่ระยะเวลาต่างๆ

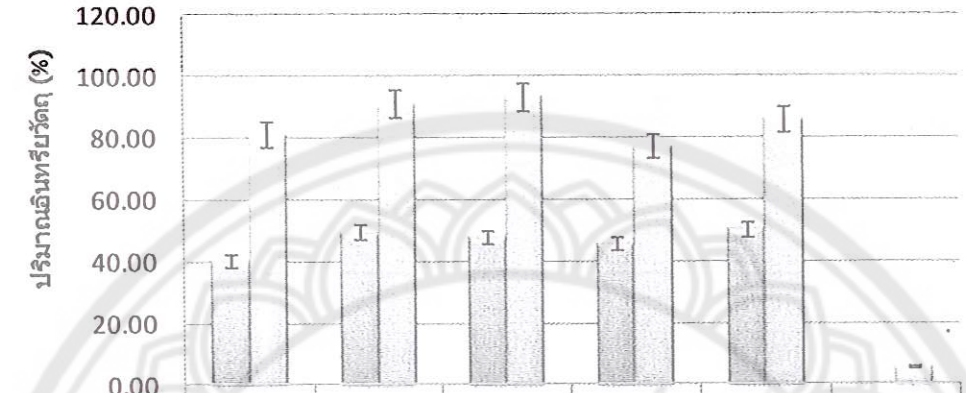
การศึกษาค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกจากกันกระถางของวัสดุปลูกวัสดุปลูกที่ระยะเวลาทุกๆ 5วัน พบว่าในช่วงระยะแรกมีค่าพีเอชของวัสดุปลูกมีค่าพีเอชต่ำ ยกเว้นค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกจากกันกระถางของวัสดุปลูกสูตร 6 ที่มีค่าสูง และที่ระยะเวลาหลังวันที่ 10 ค่าพีเอชมีแนวโน้มเป็นกลาง ดังแสดงในภาพ 17



ภาพที่ 17 แสดงค่าพีเอชของน้ำที่ไหลซึมออกจากกันกระถางของวัสดุปลูกวัสดุปลูก

การศึกษาปริมาณอินทรียวัตถุของวัสดุปลูกก่อนปลูกพืชในวัสดุปลูกสูตร 3 มีค่าสูงสุด คือ 47% รองลงมาคือ สูตร 2 สูตร 3 สูตร 4 และสูตร 1 มีค่า 49.17 47.72 45.56 และ40.16 % ตามลำดับ และสูตร 6 มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.92 % ปริมาณอินทรียวัตถุหลังการปลูกพืชพบว่า ในวัสดุปลูกสูตร 3 มีค่าสูงสุด คือ

93.19 % รองลงมาคือ สูตร 2 สูตร 5 สูตร 1 และสูตร 4 มีค่า 90.89 85.81 81.20 และ 77.05 % และในวัสดุปลูกสูตร 6 มีค่าน้อยที่สุด คือ 6% โดยปริมาณอินทรียวัตถุหลังการปลูกพืชมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นทุกสูตร ดังภาพ 18

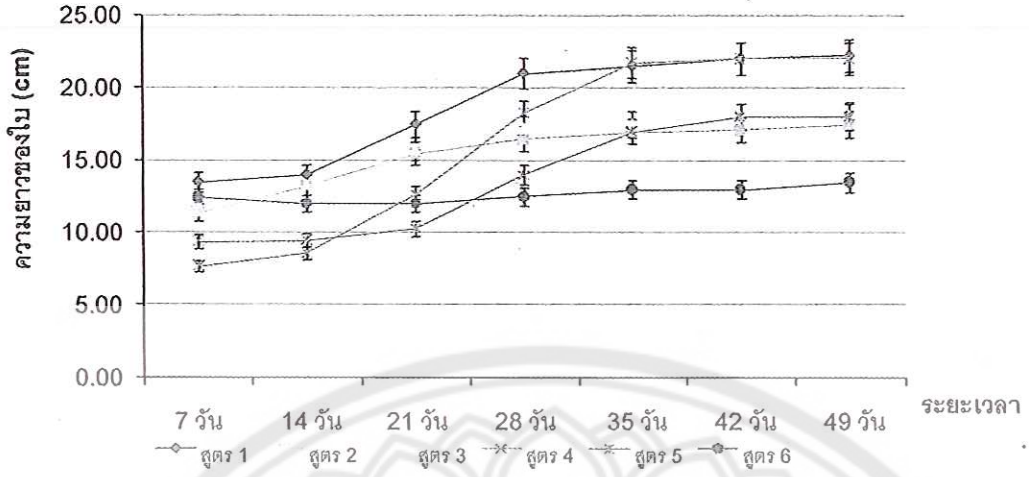


	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ก่อนปลูกพืช	40.16	49.17	47.72	45.56	50.25	0.92
หลังปลูกพืช	81.20	90.89	93.19	77.05	85.81	6.00

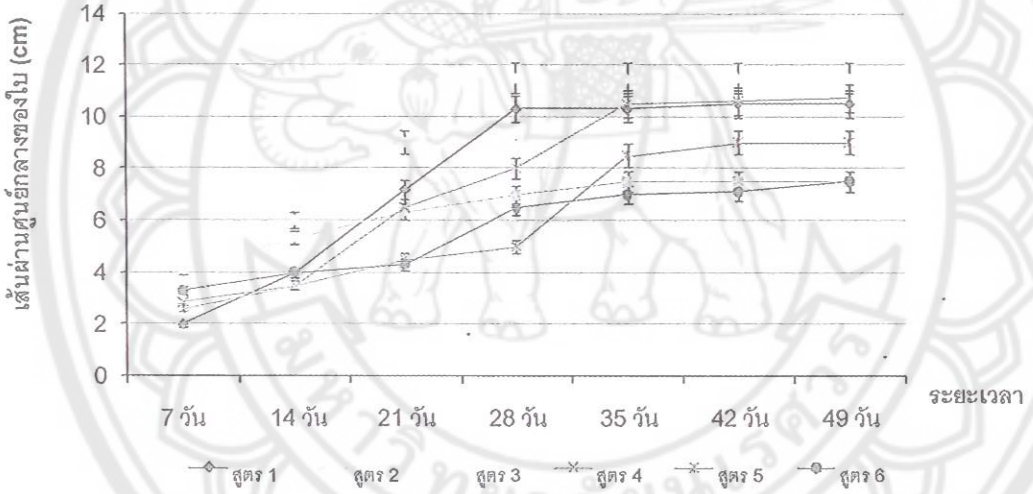
ภาพที่ 18 แสดงปริมาณอินทรียวัตถุก่อนและหลังการปลูกพืชดีงูหว้า

การศึกษาวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติที่มีผลต่อการเจริญของพืชดีงูหว้า โดยการวัดความยาวของใบ พบว่าแนวโน้มการเจริญของใบพืชที่ต่ำกว่า 12 เซนติเมตร มีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในวัสดุปลูกทุกสูตร ยกเว้นวัสดุสูตร 6 ที่ขนาดความยาวของใบพืชไม่ถึง 10 เซนติเมตร การเจริญของใบพืชเริ่มคงที่ ดังแสดงในภาพ 19

การศึกษาการวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติที่มีผลต่อการเจริญของพืชดีงูหว้า โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบ พบว่าแนวโน้มการเจริญของใบพืชโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพืชในช่วงระยะเวลา 7-21 วัน มีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพืชเริ่มคงที่ในช่วงหลังวันที่ 35 ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกมีผลต่อการเจริญของพืช โดยในช่วงระยะใบอ่อนพืชมีการเจริญอย่างต่อเนื่องและเมื่อใบพืชมีอายุมากขึ้นการเจริญของใบพืชเริ่มคงที่ ดังแสดงในภาพ 20

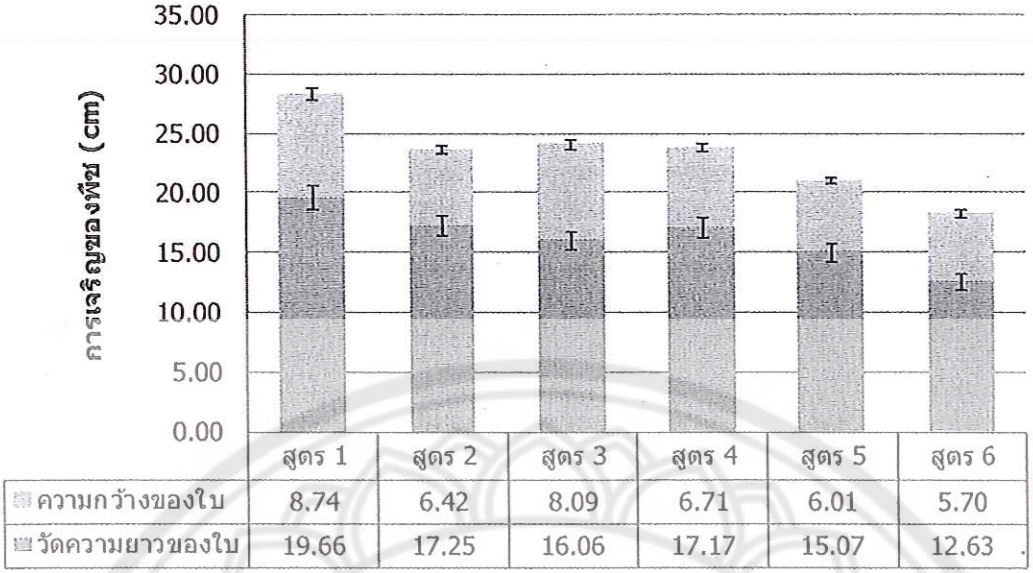


ภาพที่ 19 แสดงค่าความยาวของใบพืชที่ระยะเวลาต่างๆ



ภาพที่ 20 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพืชที่ระยะเวลาต่างๆ

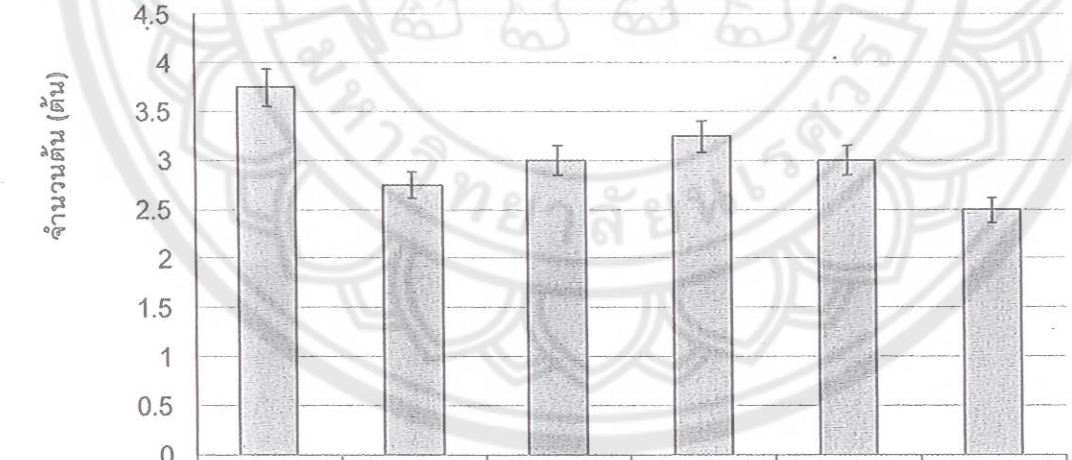
การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชดีงูหว้าในวัสดุปลูก ทั้ง 6 สูตร พบว่าพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตร 1 พืชเจริญได้ดีที่สุด และพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตร 5 พืชสามารถเจริญได้น้อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติที่พัฒนาขึ้น วัสดุสูตร 1 มีความเหมาะสมต่อการเจริญของพืชดีงูหว้ามากที่สุด ดังแสดงในภาพ 21



	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ความกว้างของใบ	8.74	6.42	8.09	6.71	6.01	5.70
วัดความยาวของใบ	19.66	17.25	16.06	17.17	15.07	12.63

ภาพที่ 21 แสดงการเจริญของพืชดีงูหว้าในวัสดุปลูกแต่ละสูตร

การศึกษาจำนวนต้นของผักดีงูหว้า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ $P<0.05$ โดยจำนวนต้นในวัสดุปลูกสูตร 1 มีจำนวนต้นมากที่สุด รองลงมา คือ สูตร 4 สูตร 3 สูตร 5 และสูตร 6 วัสดุปลูกสูตร 4 มีจำนวนต้นน้อยที่สุด ดังภาพ 22



	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
จำนวนต้น (ต้น)	3.75	2.75	3	3.25	3	2.5

ภาพที่ 22 แสดงจำนวนต้นของผักดีงูหว้าหลังปลูกในวัสดุปลูกอินทรีย์ธรรมชาติ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูก พบว่าใบพลวงมีการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด สภาพการให้น้ำซึมผ่านได้เร็วที่สุดคือ ไมยราบ หนาแน่นสูงที่สุดคือ ใบพลวง ปริมาณอินทรียวัตถุในใบรังมีปริมาณสูงสุดคือ 61.42 %

การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกหลังพืชผักกูดพบว่าในวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุด คือ 1.717 cm ความแข็งของวัสดุปลูกในสูตร 5 มีความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.23 kg/cm^2 การเจริญของผักกูดในสูตร 5 มีความสูงมากที่สุด คือ 21.68 cmและวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนต้นมากที่สุด คือ 2 ต้น

การทดสอบคุณภาพของวัสดุปลูกหลังพืชผักดีงูหว้าพบว่าในวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุดคือ 1.870 cm ความแข็งของวัสดุปลูกในสูตร 2 มีความแข็งน้อยที่สุด คือ 0.26 kg/cm^2 การเจริญของผักดีงูหว้า ในสูตร 1มีขนาดใบสมบรูณ์ที่สุด คือ ใบมีความกว้าง 8.74 cm และความยาวของใบ 19.66 cm และวัสดุปลูกสูตร 3 มีจำนวนการเพิ่มมากที่สุด คือ 4 ใบ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบพบว่ามีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 4.27-5.72 โดยใบรังมีค่าพีเอชต่ำสุด และไมยราบมีค่าพีเอชสูงสุด ค่าพีเอชในช่วงดังกล่าวเป็นค่าที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับด้วย ค่าการนำไฟฟ้าเป็นค่าที่วัดปริมาณความเข้มข้นของอิออน ที่บ่งบอกถึงความเข้มข้นของแร่ธาตุหรือสารประกอบต่างๆที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมกับพืชส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1.5- 3 ms/cm ค่าการนำไฟฟ้าที่สูงมากกว่านี้อาจเป็นอันตรายต่อต้นพืชได้ ซึ่งค่าการนำฟ้าของวัตถุดิบที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.982-3.062 ms/cm โดยใบพลวงมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด และไมยราบมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด ดังนั้นใบพลวง รัง และไมยราบยักษ์ สามารถนำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูก ได้ และผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ไหลซึมออกจากกันกระถางของวัสดุปลูกในระยะแรกมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ซึ่งการรดน้ำทำให้แร่ธาตุและสารประกอบต่างๆ ละลายออกมาจากวัสดุปลูก ส่งผลให้ปริมาณสารอาหารในวัสดุปลูกที่ลดลงได้ ดังนั้นการรดน้ำในวัสดุปลูกที่ผลิตจากอินทรีย์ธรรมชาติจึงควรใช้ในปริมาณที่พอดีกับความต้องการของต้นพืชเพื่อรักษาสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

การศึกษาค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกพบว่าวัสดุปลูกสูตร 1 มีค่าการยุบตัวน้อยที่สุด ทั้งที่ปลูกผักกูดและดีงูหว้า วัสดุปลูกสูตร 1 เป็นวัสดุปลูกที่เป็นใบพลวง 100 % ซึ่งลักษณะของใบพลวงเป็นใบแข็งและมีก้านใบและเส้นใบที่แข็ง ทำให้สามารถพยุงโครงสร้างของวัสดุปลูกไว้ได้

ส่งผลให้มีค่าการยุบตัวของวัสดุปลูกต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิทยา (2531) วัสดุปลูกที่มีการยุบตัวต่ำแสดงถึงความคงทนของวัสดุปลูก มีอายุการในการใช้งานที่นานและไม่ส่งผลกระทบต่อการชอนไชของรากพืช

ชันนียะ สะมาแฮ, ธนพร ฮะวงษ์ และกนกพร อนันต์ชื่นสุข. (2548). **การใช้เศษคอนกรีตมวลเบาในการเตรียมวัสดุปลูกผักกาดหอม**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วค., มหาวิทยาลัยรังสิต.กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2549. **ศัพท์ในวงการปุ๋ย**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2549. **การให้ปุ๋ยทางใบ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิทยา สุริยภณานนท์. (2524). **ดินผสมพืชสวน**. ข่าวสารเกษตรศาสตร์. 26(4): 12-23

วิทยา สุริยภณานนท์. (2531). **อาหารและเครื่องปลูก**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 1

วีระศรี หวังการ, จรัล เห็นพิทักษ์ และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. (5-7 กุมภาพันธ์ 2544). **การศึกษาและพัฒนาวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39: สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม** (หน้า 230-236). กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัตติกาล พวงทอง. (2552). **การศึกษาลักษณะของผักแว่น (*Mars ilea crenate*) และลักษณของผักแว่นโดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.เชียงใหม่.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2549). **การปลูกพืชในวัสดุปลูก**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล. (2540). **การศึกษาวัสดุอินทรีย์เป็นวัสดุปลูกพืชในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

จันทร์จรัส วีรสาร อตินุช แซ่จิว และไพร มัทธวรัตน์. **การปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปลูก**. วารสารข่าวศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง. 22 (2), 4-10

Beardsell, D.V., D.G. Nichols and D.L., Jonrs. 1979. **Physical properties of nursery potting mixtures**. Scientia Horticulturae. 11:1-8

Benoit, F.. 1992. **Practical Guide for simple Soilless Culture Techniques.** Ecology Ergonomy Economy. European Vegetable R&D center, Belgium. 72p .

Brown, E.F. and F.A. pokorny. 1975. **Physical and chemical properties of media composed of milled pine bark and sand.** Amer.Soc>Hort>Sci. 100(2):119-121

Bunt, A.C.. 1976. Modern Potting Composte. The Penn. Sta. Univ. Perss, London. 277 p.

Criley, R.A.. and R.T. Watanabe. 1974. Response of chrysanthemum in four soilless media. Hort.Sci. 9(4): 385-387

De Boodt, M. and O. Verdonck. 1972 . The physical propreties of the substrates in horticulture. Acta Horticulturae. 26 : 37-44

Edwards, C.K.. 1992. Method and apparatus for hydroponic cuitivation. Multinutrient Fertilizers. 56(3): 371

Kafka, B.. 1992. Element for above ground cultivation Soil and Fertilizers. 55(3): 398

Spomer, L.A.. 1980. How container soil influence plant health. Amer. Nurseerymam CLI. (12): 8-9, 57-60

White, J.W.. 1974. Criteria of Selection of Glowing Mwdia for Greenhouse Crop. Florists Rewiew. 155(74): 28-30

ภาคผนวก ก

เอกสารเผยแพร่บทความวิจัย

การนำเสนอผลงาน/การตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัย

ชื่อเรื่อง	ชื่อวารสาร/proceeding/Abstracts
Molecular cloning of genes involving in flower senescence-association from *Curcuma alismatifolia* gagnep. and its transformation into *Sinningia speciosa* S. Mahadhanapuk[1], S. Amatalabhochai[2], M. Sanguanwanwai[3], W. Tera-[illegible][3] and W. Nanakorn[4*] [1]Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao 56000, Thailand [2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand [3]University of Phayao, Phayao 56000, Thailand [4]The Crown Property Bureau, Dusit, Bangkok 10300, Thailand	การตีพิมพ์ในวารสารที่มีในฐานข้อมูล Agricola (Agricultural Online Access) Proceeding International Conference on Biotecnology For Healthy Living The22nd Annual Meeting of the thai Society for Biotechnology TSB 2010 20-22 October 2010 (1076-1083)
การสำารวจและรวบรวมพันธุ์พืชให้สีย้อมบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา An ethnobotanical survey and collect dye plants at University of Phayao กิตติ สัจจาวัฒนา1, ปริวัฒน์ ใจประเสริฐ1 และ ประเสริฐ ถาหล้า1 Kitti Satjawattana1, Pariwat Jaiprasert 1 and Prasert Thala1	*Naresuan Phayao Journal* *Vol 5, No. 1, Jan-Apr 2012*