

รายงานผลงานวิจัย
ประจำปี พ.ศ.๒๕๕๘



กรมป่าไม้

แผนการพัฒนาพันธุ์ไม้พะยูนสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ

- การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ
- การพัฒนาเทคนิคการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตสวนป่าไม้พะยูน

แผนการทดสอบพันธุ์กรรมและปรับปรุงพันธุ์ไม้ประดู่เพื่อการปลูกป่าเศรษฐกิจ

- การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กรรมเบื้องต้นของกล้าไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและแปลงทดลอง
- ความผันแปรของสายต้นไม้ประดู่ในการผลิตกล้าไม้ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- การศึกษาและควบคุมแมลงศัตรูไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและสวนป่า

แผนโครงการวิจัยศักยภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อการพาณิชย์

- คุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- บทบาทของเชื้อราทำลายไม้ต่อการสูญเสียความแข็งแรงจากการตัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- ประสิทธิภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการทำลายของปลวกใต้ดินและแนวทางการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ
- การศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- แผ่นใยไม้อัดยัดขึ้นจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- การศึกษาการยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- สมบัติของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
- วิจัยไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่ออุตสาหกรรมกระดาษ

แนวทางสร้างการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงครั้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

การจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก ในจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี

การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนเพื่อการปลูกป่าเชิง
เศรษฐกิจ

Progeny-Provenance Trial of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre for
Commercial Plantation

ประพันธ์ ผู้กฤษฎาคามี (Prapan Pukittayacamee)
สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ (Suwan Tangmitcharoen)
จรัส ชวณนะ (Charat Chuayna)
พวงพรรณ ยงรัตนนา (Phuangphan Yongrattana)
สุชาติ นิมพิลา (Suchat Nimpila)
จิรพงษ์ เอกวานิช (Chirapong Ekvanich)
นรินทร์ เทศสร (Narin Tedsorn)

บทคัดย่อ

การศึกษากการทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมสายพันธุ์ในรูปแบบการจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์จากเมล็ด (Clonal Seed Orchards) ซึ่งจะได้เมล็ดไม้สายพันธุ์ดีจากการผสมพันธุ์ภายในแปลงสำหรับการปลูกสร้างสวนไม้พะยูนที่มีคุณภาพดี และเป็นแหล่งศึกษาลักษณะของสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนที่แตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจและคัดเลือกแม่ไม้ทั้งในป่าธรรมชาติและสวนป่าได้จำนวนแม่ไม้ 358 แม่ไม้ จากถิ่นกำเนิด 25 แหล่ง และได้ทำการเก็บเมล็ดจากต้นแม่ไม้จำนวน 100 แม่ไม้ โดยรวมแม่ไม้จาก สปป ลาว ถิ่นกำเนิดแขวงจำปาศักดิ์ จำนวน 9 แม่ไม้ ทำการเพาะกล้าและปลูกทดสอบสายพันธุ์จำนวน 4 แปลง ภาคละหนึ่งแปลง ณ สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี สถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก และ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งในแต่ละแปลงประกอบด้วยจำนวนแม่ไม้ 100 แม่ไม้ๆ ละ 2 ต้น/ซ้ำ ทั้งหมด 10 ซ้ำ ที่ระยะปลูก 2x4 เมตร รวมพื้นที่ทดลอง 10 ไร่/แปลง ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนจากค่าความเจริญเติบโตทางความโตและความสูงเมื่อปลูกได้ 1-2 ปี ในแปลงสถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยยะสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้ยังมีขนาดเล็ก ซึ่งต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งเมื่ออายุของต้นไม้เพิ่มต่อไปในการเก็บข้อมูลต่อไป ผลการศึกษานี้จะมีประโยชน์ในการจัดเก็บเมล็ดสำหรับขยายพันธุ์เพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต

คำนำ

พันธุ์ไม้ในสกุลไม้ชิงชัน (*Dalbergia*) มีมากกว่า 250 ชนิด มีชื่อสามัญทางการค้าทั่วไปว่า Rosewood บางประเทศอาจจะเรียกต่างกันตามสีสันของแก่นไม้ เช่น Blackwood, Tulipwood หรือ Kingwood (NAS 1979) ไม้สกุลนี้ส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อนชื้น ลักษณะชนิดไม้มีทั้งไม้พุ่ม ไม้เถา ไม้ยืนต้น ชนิดที่เป็นไม้ยืนต้นหลายชนิดที่ลักษณะแก่นเนื้อไม้จะมีสีสันสวยงาม กลิ่นหอม เนื้อไม้ละเอียดและมีคุณภาพทนทาน เหมาะใช้ประดิษฐ์งานประณีต เช่นเฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน จึงทำให้ไม้สกุลนี้มีชื่อเสียงด้านการค้าไม้ในทุกทวีปเป็นเวลานานหลายร้อยปี เช่น *D. nigra* และ *D. frutescens* ใช้ประดิษฐ์เฟอร์นิเจอร์ให้แก่ประเทศฝรั่งเศส โดยเฉพาะในยุคคนโปเลียน

ไม้สกุล *Dalbergia* สามารถแยกประเภทออกได้ตามแหล่งถิ่นกำเนิดแต่ละทวีป หรือแยกตามชนิดสภาพป่าและสิ่งแวดล้อมที่พันธุ์ไม้นั้นขึ้นกระจายพันธุ์อยู่ตามธรรมชาติ นอกจากนี้หากพิจารณาตามสีสันของแก่นไม้ ก็จะมี ความแตกต่างหลากหลายสีตั้งแต่ เหลือง ชมพู แดง แดงม่วง ม่วง น้ำตาล น้ำตาลเข้ม และดำ โดยเฉพาะลายแก่นไม้จะบิดเบี้ยวไปมาทำให้ดูสวยงามในเชิงศิลปะ

สำหรับพันธุ์ไม้สกุลชิงชันในประเทศไทยมีด้วยกัน 29 ชนิด มีทั้งที่เป็นไม้เถาและไม้ยืนต้น (เต็ม สมิตินันท์ 2557) ชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นไม้ยืนต้นที่สำคัญได้แก่ เก็ดดำ (*D. assamica*) พะยุงเกลบ (*D. bariensis*) ป้างัน (*D. cana*) พะยุง (*D. cochinchinensis*) กระพี้เขาควาย (*D. cultrata*) ประดู่ลาย (*D. errans*) ฉนวน (*D. nigrescens*) ชิงชัน (*D. oliveri*) กำพี้ (*D. ovata*) และ กระพี้ (*D. suthepensis*) เป็นต้น

สำหรับไม้พะยุง มีชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ว่า *Dalbergia cochinchinensis* Pierre. มีชื่อเรียกทางการค้าว่า Siam Rosewood (เต็ม สมิตินันท์ 2523) ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะพบไม้พะยุงมีการกระจายในประเทศเวียดนาม ลาว กัมพูชา และไทย ในประเทศเวียดนามมีชื่อเรียกว่า “Trac” พบการกระจายบริเวณ Quang Nam, Da-Nang, Gia Lai และ Kom Tum บริเวณระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง 400–500 เมตร (Nguyen Van So)

สำหรับในประเทศไทยจะมีการกระจายพันธุ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ในป่าธรรมชาติเบญจพรรณ และป่าเต็งรังที่ระดับความสูงถึง 400–500 เมตรจากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้ยังพบกระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตพื้นที่ราบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือทุกจังหวัดที่ระดับความสูงประมาณ 150–200 เมตร ในป่าธรรมชาติจะพบการกระจายในป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง ส่วนใหญ่จะกระจายขึ้นเป็นกลุ่มๆ โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อชายแดนระหว่าง

ไทยกับกัมพูชาตั้งแต่จังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษและอุบลราชธานี ซึ่งในสมัยก่อนจังหวัดสุรินทร์ถือได้ว่ามีไม้พะยูนมากที่สุดเนื่องจากชาวบ้านถือว่าเป็นไม้มงคลจะไม่ตัดทิ้ง

พะยูนเป็นพันธุ์ไม้ที่ทนร่มเมื่อยังมีอายุน้อย และเมื่อมีอายุมากขึ้นจะชอบแสง โดยเฉพาะในเขตที่ราบภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีลักษณะทรงพุ่ม นอกจากนี้พะยูนยังทนแล้งได้ดี ในฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม จะทิ้งใบ ในธรรมชาติจะพบว่า เจริญเติบโตในดินร่วนปนทราย

พะยูน (*Dalbergia cochinchinensis*) เป็นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่ง แต่ในปัจจุบันนี้ปริมาณไม้พะยูนดั้งเดิมที่ขึ้นเองตามธรรมชาติทั้งในเขตป่าอนุรักษ์เช่นอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และที่ขึ้นในเขตป่าสงวนแห่งชาติและในที่ดินกรรมสิทธิ์บุคคลมีปริมาณลดลงอย่างน่าใจหาย เพราะปริมาณความต้องการไม้พะยูนไปทำชิ้นส่วนประติมากรรมของชาวเวียดนามหรือทำเฟอร์นิเจอร์จากการสั่งซื้อจากต่างประเทศ อีกทั้งปริมาณพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าภาครัฐก็มีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดอื่น เช่น ไม้โตเร็วต่างๆ ทั้งที่มูลค่าของปริมาตรไม้มีราคาแพงกว่ากันหลายเท่า ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยูนต้องดูแลเป็นอย่างดีเนื่องจากลูกไม้โตแข่งขันไม่ทันกับวัชพืชปกคลุมดินต้องใช้แรงงานในการบำรุงต้นไม้อย่างประณีต สำหรับสวนป่าไม้พะยูน กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ได้ปลูกเพื่อรวบรวมพันธุ์และเป็นแหล่งเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ที่มีคุณภาพ ซึ่งได้ดำเนินการมาตั้งแต่ พ.ศ. 2529 เป็นต้นมาโดยได้พยายามเก็บจากต้นแม่ไม้ที่มีรูปร่างดี ขณะนี้แปลงสวนป่าไม้พะยูนนี้จะต้องนำพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพโดยการค้นหาสายพันธุ์ที่มีลำต้นเปลาตรงไม่บิดเบี้ยว เพราะโดยปกติทั่วไป ลำต้นไม้พะยูนจะบิดคดงอทำให้ได้ไม้ท่อนประมาณ 2-4 เมตร เท่านั้น

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีโดยการคัดเลือกแม่ไม้เพิ่มเติมจากป่าธรรมชาติที่อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์และจากสวนป่าเพื่อรวบรวมพันธุ์ดั้งเดิมที่มีการเจริญเติบโตดี รูปร่างดี ทำให้สายพันธุ์กรรมไม้ไม่สูญหายพร้อมทั้งดำเนินการจัดทำแปลงรวบรวมสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าเชิงเศรษฐกิจ ในการคัดเลือกจากป่าธรรมชาติจะใช้วิธีการสำรวจหาต้นไม้ที่มีรูปร่างลักษณะดีและเลือกเป็นรายต้น ซึ่งทำให้ได้ค่าความแปรปรวนของลักษณะทางพันธุสูง (High Genetic Variation) และนำมาปลูกเป็นแปลงรวบรวมสายพันธุ์เพื่อการพัฒนาต่อไป และดำเนินการแปลงรวบรวมสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าเชิงเศรษฐกิจสามารถนำมาต่อยอดงานวิชาการและผลิตสวนป่าไม้พะยูนที่ดี พร้อมกับการเก็บเมล็ดและวัสดุพันธุ์แก่หน่วยงานภาครัฐและเอกชนนำไปผลิตกล้าและส่งเสริมให้มีการปลูกสวนไม้พะยูนเพิ่มขึ้น

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการดำเนินการโครงการวิจัยการทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนนี้เพื่อคัดเลือกรวบรวมสายพันธุ์กรรมแม่ไม้พะยูนเพิ่มเติมสำหรับพัฒนา การอนุรักษ์สายพันธุ์ไม้พะยูนทั้งในถิ่นและนอกถิ่นกำเนิด (In/ex situ conservation) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ไม้ในรูปแบบการหาสายพันธุ์ที่ดี การจัดสร้างสวนรวมพันธุ์ สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ การการพัฒนาเทคนิคเฉพาะสายพันธุ์และการผสมข้ามสายพันธุ์ ซึ่งจะส่งเสริมช่วยเหลือกิจกรรมการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจและพัฒนาการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาการทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูนเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจได้ดำเนินการสองขั้นตอน คือ การคัดเลือกสายพันธุ์แม่ไม้พะยูน และการจัดการแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดฯ ดังนี้

1. การคัดเลือกสายพันธุ์แม่ไม้พะยูนและการจัดเก็บเมล็ดพันธุ์ ได้กระทำในพื้นที่ 2 ลักษณะ คือ (1) คัดเลือกจากจากป่าธรรมชาติหรือพื้นที่ราบในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มไม้ที่เกิดจากการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ และ (2) คัดเลือกจากพื้นที่สวนป่าหรือต้นไม้ที่ปลูกขึ้นใหม่เช่น สวนป่าตามวัด โรงเรียน เป็นต้น การคัดเลือกในขั้นนี้จะพิจารณาไม้ทุกต้นที่มีลักษณะตามเกณฑ์ที่ต้องการ โดยยังไม่คำนึงถึงอัตราส่วนของประชากรแต่อย่างใด ทั้งนี้เพื่อให้ได้แม่ไม้ลักษณะดีให้ได้มากที่สุด (Candidate Plus Tree) หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกแม่ไม้พะยูน ได้แก่ ลักษณะลำต้น เปลือกตรงและ clear bole ยาว มีทรงพุ่มเรือนยอดดีและไม่มีโรคและแมลง

ในการสำรวจคัดเลือกสายพันธุ์แม่ไม้จะต้องมีการบันทึกลงทะเบียนประวัติแม่ไม้สำหรับการตรวจสอบและจัดเก็บเพื่อการพัฒนางานด้านการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป ข้อมูลที่ระบุในทะเบียนประวัติแม่ไม้ประกอบด้วยสิ่งสำคัญคือ เลขที่แม่ไม้ แหล่งที่คัดเลือกและจุดพิกัด ชนิดป่า ลักษณะดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความโตและความสูงของต้นแม่ไม้ ลักษณะรูปทรง ลำต้น เรือนยอด โรคและแมลง เป็นต้น ซึ่งแสดงตัวอย่างไว้ในแบบฟอร์มหน้าถัดไป โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1. กำหนดคุณลักษณะของแม่ไม้ที่คัดเลือก ดังนี้

1.1.1. รูปทรงของลำต้น พิจารณาลำต้นที่มีลักษณะตรง เปล่า ลักษณะของกิ่งและทรงพุ่ม

1.1.2. การเจริญเติบโต (Growth) ความโตจะพิจารณาด้านที่อยู่ในกลุ่มความโตที่สุดของไม้ในสวนป่าหรือในป่าธรรมชาติในชั้นอายุหนึ่งในท้องที่หนึ่งเป็นหลัก ส่วนความสูงจะต้องมีความสูงเกินกว่าระดับดีคอนไปทางดีเยี่ยมในกลุ่มชั้นอายุเดียวกัน

1.1.3. พิจารณาจากการปราศจากโรคและแมลงที่เข้าทำลาย (Health)

1.2. ทำการสำรวจและคัดเลือกแหล่งแม่ไม้พะยูนที่มีแม่ไม้ขึ้นอยู่เพียงพอในป่าธรรมชาติ ซึ่งมีการกระจายที่กว้าง โดยแยกต้นแม่ไม้ที่คัดเลือกไว้ (Candidate plus Trees) เป็น 2 เกรด เกรดดีเยี่ยม และเกรดดีโดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบคะแนนจากคุณลักษณะแม่ไม้จากเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนน

สำหรับแบบฟอร์มการบันทึกแม่ไม้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแม่ไม้ยึดแนวการบันทึกแม่ไม้หลักเป็นหลัก (อภิชาติ ขาวสะอาด 2528) แล้วนำมาปรับเปลี่ยนเพื่อความเหมาะสมของพันธุ์ไม้พะยูน

สำหรับไม้พะยูนส่วนใหญ่จะเริ่มให้ผลผลิตเมล็ดที่แก่พร้อมที่จะดำเนินการจัดเก็บเมล็ดได้ในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมของทุกปี โดยหน่วยงานในสังกัดกลุ่มงานวนวัฒนวิจัยได้แก่ สถานีวนวัฒนวิจัยฯ และศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคฯ ให้ได้ 100 ต้นแม่ไม้ ทำการคัดแยกเมล็ดเพื่อนำไปสร้างแปลงทดสอบสายพันธุ์ต่อไป

2. การจัดการแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดฯ ในการจัดสร้างแปลงทดสอบนี้ได้ดำเนินการทั้งหมด 4 แปลง โดยแบ่งเป็นภาคละ 1 แปลง ได้แก่ สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี สถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก และศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

การออกแบบผังทดลอง (Experimental Design) ของแต่ละสถานีจะแตกต่างกัน แต่จะยึดถือรูปแบบคือ (1) จำนวนซ้ำมี 10 ซ้ำ (Block), (2) ในหนึ่งบล็อกมีแม่ไม้ 100 สายพันธุ์ๆละ 2 ต้น รวม 200 ต้น/ซ้ำ และระยะปลูกคือ 2x4 เมตร หลังจากการปลูกลงแปลงดำเนินการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทั้งความโต ความสูง ลักษณะรูปทรงลำต้น และวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดในแต่ละท้องถิ่น

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ประพันธ์ ผู้กฤตยาคามี และคณะ (Pukittayacamee et al 1995) ได้ทำการสำรวจแหล่งการกระจายของไม้พะยูนในเขตพื้นที่ราบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีการถดถอยทางพันธุกรรม (Genetic erosion) พบว่า การกระจายของแหล่งไม้พะยูนจะขึ้นเป็นกลุ่มเป็นก้อน เมื่อมีการพัฒนาความเจริญเข้าสู่ชนบทเช่น การตัดถนน การขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้เกิดการแยกกลุ่มประชากรไม้พะยูนเป็นกลุ่มก้อนย่อย ๆ (Sub-population) ยกตัวอย่างบริเวณแหล่งใหญ่ของไม้พะยูนครอบคลุมอำเภอบรบือ วาปีปทุม นาเชือก ยางสีห์สุราษฎร์และพัคส์ภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งขึ้นกระจายในหมู่บ้าน ปัจจุบันปรากฏว่า ได้ลดน้อยลงกว่าเดิมอีกเพราะความต้องการลักลอบส่งออกนอกรากนี้ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ทั้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและอุทยานแห่งชาติ บริเวณชายแดนระหว่างไทย กัมพูชาและลาว เช่น จังหวัดอำนาจเจริญ อุบลราชธานี สุรินทร์ ศรีสะเกษ และมุกดาหาร ก็เป็นแหล่งสายพันธุ์ไม้พะยูนที่สำคัญมาก ก็มีการลักลอบตัดฟันมาก จึงควรมีการเก็บรวบรวมสายพันธุ์เพื่อการพัฒนาต่อไป ก่อนที่สายพันธุ์กรรมจะยิ่งลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ

ผลจากการสำรวจคัดเลือกสายพันธุ์แม่ไม้พะยูนครั้งนี้ โดยพิจารณาจากลักษณะสภาพพื้นที่ภูมิประเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางสามารถบ่งบอกการแพร่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้พะยูนเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. ป่าธรรมชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนบริเวณกลุ่มป่าภูพาน ภูเขียว จะพบการกระจายพันธุ์ตั้งแต่จังหวัดหนองบัวลำภู อุตรธานี หนองคาย บึงกาฬ สกลนคร นครพนม มุกดาหาร

ขอนแก่น ร้อยเอ็ดและกาฬสินธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่จะพบการกระจายเป็นกลุ่มๆ ทั้งในป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ

2. บริเวณพื้นที่ราบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะพบการกระจายพันธุ์แทบทุกอำเภอของจังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นจังหวัดเลย การกระจายพันธุ์จะขึ้นเป็นกลุ่มๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการขยายพัฒนาความเจริญของเขตชุมชนเข้าสู่ชนบท การตัดถนน การขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งพบเห็นได้ในเขตจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ ยโสธร บุรีรัมย์ สุรินทร์ อำนาจเจริญและอุบลราชธานี ลักษณะต้นไม้พะยุงส่วนใหญ่จะคดงอ แตกกิ่งก้านสาขามาก พุ่มเรือนยอดกว้าง เนื่องจากขึ้นในพื้นที่โล่งแจ้งได้รับแสงแดดเต็มที่ อย่างไรก็ตามยังพบต้นไม้ที่มีลักษณะรูปทรงลำต้นดีในหลายพื้นที่

3. ป่าธรรมชาติบริเวณชายแดนประเทศไทยกัมพูชาและลาวเช่น อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ตั้งแต่จังหวัดอำนาจเจริญ อุบลราชธานี สุรินทร์ ศรีสะเกษ และบุรีรัมย์ ลักษณะรูปทรงของต้นไม้ดี เช่น อุทยานแห่งชาติภูจอง-นายอย จังหวัดอุบลราชธานี เป็นต้น โดยชนิดป่าจะเป็นป่าเบญจพรรณ

4. ป่าธรรมชาติบริเวณชายป่า (Marginal site) พื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา สระบุรี นครนายกและปราจีนบุรี และอุทยานแห่งชาติทับลาน จังหวัดนครราชสีมาและปราจีนบุรี ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นป่าเบญจพรรณ

สำหรับพื้นที่ในภาคกลางและตะวันออกของประเทศเช่น จังหวัดปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา จันทบุรี และตราด ยังมิได้มีการสำรวจและคัดเลือกแม่ไม้พะยุง ทำให้การจัดเก็บสายพันธุ์ไม้พะยุงเพื่อรวบรวมเป็นแหล่งพันธุกรรมของประเทศขาดหายไป ซึ่งในอนาคตกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ จะดำเนินการสำรวจและคัดเลือกสายพันธุ์เพิ่มเติมต่อไป

การคัดเลือกแม่ไม้จัดได้ว่าเป็นงานปรับปรุงพันธุ์ขั้นแรกเพื่อรวบรวมสายพันธุ์กรรมที่ดีตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์เพื่อขยายพันธุ์สำหรับการปลูกสร้างสวนป่าที่ดี หรือเพื่อการผสมพันธุ์ให้ได้สายพันธุ์ใหม่ที่ดียิ่งขึ้น การคัดเลือกแม่ไม้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในระยะแรกในประเทศไทยเมื่อสี่สิบปีที่แล้วจะคัดเลือกจากป่าธรรมชาติ จะใช้วิธีการสำรวจหาต้นไม้ที่มีรูปร่างลักษณะดีและเลือกเป็นรายต้น ซึ่งการคัดเลือกจากป่าธรรมชาติจะมีข้อด้อยคือมีความแปรปรวนในลักษณะทางพันธุ (Genotype) ค่อนข้างสูง ต่อมาจึงได้เน้นให้มีการคัดเลือกแม่ไม้จากสวนป่าที่มีอายุพอควรที่จะทำการคัดเลือกได้แล้วเพื่อลดอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด ทำให้การคัดเลือกแม่ไม้เป็นไปอย่างมีระบบโดยใช้วิธีเปรียบเทียบเพื่อให้ได้คำตอบแทนทางพันธุ (Genetic gain) สูงที่สุด

ผลจากการสำรวจแหล่งถิ่นกำเนิดและคัดเลือกสายพันธุ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางจำเป็นต้องรีบดำเนินการเนื่องจากการคุกคามจากการลักลอบตัดต้นไม้ โดยเฉพาะในป่าธรรมชาติและพื้นที่ราบ ผลการคัดเลือกแม่ไม้ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในครั้งนี้ได้ทั้งหมด 15 แหล่ง ได้จำนวนแม่ไม้ทั้งสิ้น 203 ต้น (Table 1) อย่างไรก็ตามพบว่าแม่ไม้ที่ได้คัดเลือกไว้ได้ถูกตัดฟันบ้างแล้ว

เช่น ที่อำเภออย่างสีห์สุราช จังหวัดมหาสารคาม แต่โครงการวิจัยนี้ได้จัดเก็บเมล็ดก่อนแล้ว ซึ่งในปัจจุบันนี้คาดว่าแม่ไม้เหล่านั้นจะหายไปบ้างบางส่วน จึงจำเป็นต้องเก็บสายพันธุ์ในถิ่นที่อยู่ลึกเข้าถึงได้ยากขึ้นเพิ่มเติมเช่น ในเขตป่าอนุรักษ์ตามอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น นอกจากนี้เขตป่าอนุรักษ์และป่าเศรษฐกิจแล้ว โครงการวิจัยได้ดำเนินการสำรวจสายพันธุ์แม่ไม้ในพื้นที่สวนป่าเดิมเช่น สวนอนุรักษ์พันธุ์ไม้พะยุง สวนป่าเศรษฐกิจ สวนผลิตผลป่าไม้ เป็นต้น จำนวน 10 สวนป่า ได้จำนวนแม่ไม้ทั้งสิ้น 155 ต้น (Table 2)

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะได้จำนวนแม่ไม้เพียงพอกับความต้องการ แต่การให้ผลผลิตเมล็ดขึ้นกับความสมบูรณ์ของต้นไม้และสภาวะแวดล้อมภูมิอากาศของแต่ละปี บางปีผลผลิตเมล็ดที่ได้จะต่ำหรือแทบไม่มี เช่นในปี พ.ศ. 2553 ที่เริ่มดำเนินการจัดเก็บเมล็ด ปรากฏว่าผลผลิตเมล็ดค่อนข้างน้อย แม่ไม้บางต้นก็ไม่ให้ผลผลิต จำนวนต้นแม่ไม้ที่ใช้ในการศึกษาการทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดทั้งหมด 100 ต้น มาจาก 19 แหล่งในประเทศไทย และอีก 1 แหล่งจากประเทศเพื่อนบ้านคือ ถิ่นกำเนิดแขวงจำปาศักดิ์ สปป. ลาว จำนวน 9 แม่ไม้ และแหล่งถิ่นกำเนิดสายพันธุ์ไม้พะยุงจำนวน 100 สายพันธุ์แสดงไว้ในตารางที่ 3 และผังแปลงทดสอบจำนวน 10 ซ้ำในแต่ละภาคจะแสดงไว้ในภาคผนวก

สภาพปัจจัยลักษณะดินเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดพื้นที่ปลูกที่ส่งผลถึงการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด เช่น ลักษณะสภาพดินที่ไม้พะยุงขึ้นอยู่ตามธรรมชาตินั้น เช่น ดินลูกรัง ดินร่วน ดินทราย ร่วนปนทราย หรือดินร่วนค่อนข้างเหนียว วิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์ และ คณะ (2556) รายงานว่าสภาพดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตได้ดีของไม้พะยุงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต้องเป็นดินร่วนปนทรายและดินลึกเพียงพอ ลักษณะสภาพภูมิประเทศเช่น ความสูงเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันหรือพื้นที่หุบเขา และลักษณะสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ต้นไม้ในแต่ละพื้นที่แต่ละภาคมีการเจริญเติบโตที่ต่างกัน ดังนั้นข้อมูลลักษณะพื้นที่จึงเป็นส่วนประกอบที่ช่วยให้มีการวินิจฉัยและเชื่อมั่นในการปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยุงเชิงเศรษฐกิจที่ประสบผลสำเร็จทั้งของภาครัฐและเอกชน รวมทั้งสามารถพัฒนาจำแนกกำหนดเป็นเขตพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพะยุงเป็นไม้เศรษฐกิจต่อไป

ดังนั้นพื้นที่ที่ใช้ศึกษาทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุงจึงได้กำหนดให้ห่างกันมาก โดยให้จัดตั้งแปลงแยกตามภาค 4 ภาค ได้แก่ สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี จังหวัดราชบุรี สถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก และศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งลักษณะความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่สำคัญของแต่ละแปลงแสดงไว้ใน Table 3

Table 1. จำนวนสายพันธุ์แม่ไม้ที่ได้คัดเลือกจากการแหล่งการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ

ลำดับที่	แหล่งพันธุกรรมแม่ไม้	จำนวนแม่ไม้	สถานภาพ
1	ป่าสงวนแห่งชาติป่าดงภูโหล่น จ. อุบลราชธานี	6	ถูกคุกคาม
2	อุทยานแห่งชาติผาแต้ม จ. อุบลราชธานี	5	ถูกคุกคาม
3	อุทยานแห่งชาติภูจอง-นายอย จ. อุบลราชธานี	20	ถูกคุกคาม
4	โรงพยาบาลค้อวัง จ. ยโสธร	2	
5	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน จ. มุกดาหาร	30	ถูกคุกคาม
6	เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำผาน้ำทิพย์ จ. ร้อยเอ็ด	11	
7	ค่ายลูกเสือพลานามัย จ. ร้อยเอ็ด	3	
8	ศูนย์การเรียนรู้ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จ. นครราชสีมา	3	
9	อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จ. สระบุรี	75	
10	ป่าสงวนแห่งชาติเขาอีโต้ จ. ปราจีนบุรี	20	
11	ป่าสงวนแห่งชาติป่าห้วยน้ำจืด จ. อุตรดิตถ์	8	ถูกคุกคาม
12	ป่าสงวนแห่งชาติป่าภูวง จ. สกลนคร	11	ถูกคุกคาม
13	ป่าสงวนแห่งชาติป่าดงมะอี่ จ. ร้อยเอ็ด	5	ถูกคุกคาม
14	ป่าสงวนแห่งชาติหินลิ่ม จ. สุรินทร์	3	ถูกคุกคาม
15	อ. ยางสีห์สุราช จ. มหาสารคาม	1	ถูกตัด 2554

Table 2. แหล่งสวนป่าและสายพันธุ์แม่ไม้ที่ได้คัดเลือก

ลำดับที่	แหล่งพันธุ์กรรมแม่ไม้	จำนวนแม่ไม้	หมายเหตุ
1	ศูนย์วิจัยผลิตผลป่าไม้ จ. เลย	5	
2	สวนป่าดงลาน จ. ขอนแก่น	22	
3	สวนป่าคำแคน จ. ขอนแก่น	8	
4	สถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา	17	
5	สถานีวนวัฒนวิจัยหมู่สี่ จ. นครราชสีมา	32	
6	สถานีวนวัฒนวิจัยสระแก้วราช จ. นครราชสีมา	30	
7	สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จ. เชียงใหม่	6	
8	สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จ. กำแพงเพชร	15	แปลงที่ 11
9	สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จ. กำแพงเพชร	10	แปลงที่ 12
10	สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จ. กำแพงเพชร	10	แปลงที่ 13
รวม		155	

Table 3. ลักษณะสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดฯ
(กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย 2554)

สถานี จังหวัด	ลักษณะ พื้นที่	ความสูงจาก ระดับน้ำทะเล	ลักษณะ ดิน	ปริมาณ น้ำฝน/ปี	จำนวน วันที่ฝนตก	อุณหภูมิ เฉลี่ย (ต่ำ-สูง)
สุราษฎร์ธานี	ราบ	200	เหนียว	1,600-1,900	173-199	22 - 33
ราชบุรี	ราบ	300	ร่วนปนทราย	1,100-1,600	77 - 108	21 - 33
พิษณุโลก	ลาดชันบนเขา	660	ร่วนปนทราย	1,000-1,800	100-160	18 - 32
ขอนแก่น	ราบ	200	ทราย	700-1,300	50-80	24 - 32

สรุปผล

ในการศึกษาการทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุงเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจนี้มีส่วนช่วยส่งเสริมให้กรมป่าไม้มีแปลงสายพันธุ์ไม้พะยุงเพิ่มขึ้น 40 ไร่ กระจายทั่วทั้ง 4 ภาคของประเทศ ซึ่งจะพัฒนาเป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้พะยุงและสามารถเก็บเมล็ดในอนาคตเพื่อผลิตกล้าไม้สายพันธุ์ดีจากแม่ไม้ที่ได้คัดเลือกไว้ 100 สายพันธุ์ และเป็นแหล่งศึกษาวิจัยไม้พะยุงต่างๆ เช่น ลักษณะโรคแมลงศัตรูไม้พะยุง องค์ประกอบทางเคมีของแต่ละสายพันธุ์และถิ่นกำเนิด การใช้ประโยชน์ไม้พะยุงขนาดเล็ก เป็นต้น

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้มีการสำรวจคัดเลือกแม่ไม้สายพันธุ์ดีจากแหล่งต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางทั้งจากป่าธรรมชาติและสวนป่าได้แม่ไม้จำนวน 358 แม่ไม้ จาก 25 ถิ่นกำเนิด และเมื่อดำเนินการปลูกทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุง ผลปรากฏว่า ไม้พะยุงมีการเจริญเติบโตนอกถิ่นกำเนิดในภาคใต้ ณ สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีการเจริญเติบโตทางความสูงและความโตเท่ากับ 3.49 เซนติเมตร และ 2.77 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อปลูกได้ 2 ปี อย่างไรก็ตามเนื่องจากอายุดันไม้ยังน้อยจึงยังมองไม่เห็นความแตกต่างกัน ซึ่งจะต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุงเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยงานต่างๆ สังกัดกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ที่ช่วยเหลือในการจัดเก็บเมล็ดไม้จากต้นแม่ไม้ที่ให้ผลผลิตเมล็ด ขอขอบคุณนายอิทธิ วิสารัตน์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยการจัดการป่าไม้ และนายบพิตร เกียรติคุณินท์ ผู้อำนวยการกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย ที่ให้คำแนะนำและติดตามงานการจัดการแปลงทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดฯ ในพื้นที่หน่วยงาน ทั้ง 4 แห่ง และขอขอบคุณนายวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง หัวหน้างานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ไม้ กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย ที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและให้คำแนะนำผลการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย 2554. ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศของหน่วยงานภูมิภาคสังกัดกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 112 หน้า.
- คงศักดิ์ ภิญโญภูษาฤกษ์ 2529. รายงานความก้าวหน้าโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้กระถินณรงค์. รายงานผลงานวนวัฒนวิจัย 2527-2528. ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้. หน้า 487-500.
- ดำรง ใจกลม 2514 การศึกษาด้านการควบคุมแมลงทางชีวภาพใน “รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ ครั้งที่ ๒” วันที่ 9-17 กันยายน 2511 กรมป่าไม้ หนังสือเลขที่ ร. 129 (2514) หน้า 200-206.
- มารินา เกตุทัต-คาร์นส์. การแสดงออกและการผลิตเบต้ากลูโคซิเดส โดย *Pichia pastoris* (Expression and Purification of β -Glucosidase in *Pichia pastoris*).
- วนิดา สุบรรณเสณี และ ลีลา กัญญิกนันท์ 2531a. แมลงศัตรูสำคัญเจาะลำต้นพะยุง ใน “รายงานการวิจัยของป่า” เลขที่ ร. 292 ฝ่ายวิจัยของป่า กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ หน้า 47-56.
- วนิดา สุบรรณเสณี และ ลีลา กัญญิกนันท์ 2531b. การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดหนอนเจาะลำต้นพะยุง ใน “รายงานการวิจัยของป่า” เลขที่ ร. 292 ฝ่ายวิจัยของป่า กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ หน้า 57-62.
- วนิดา สุบรรณเสณี และ ลีลา กัญญิกนันท์ 2531c. การสำรวจขนาดต้นพะยุงและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายและทดลองป้องกันแมลงศัตรูหนอนเจาะต้นพะยุง ใน “รายงานการวิจัยของป่า” เลขที่ ร. 292 ฝ่ายวิจัยของป่า กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ หน้า 63-69.

วิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์ มยุรี วรรณพินิจ อมรรัตน์ สะสีสังข์ 2556. ดินกับการปลูกสวนป่าไม้เศรษฐกิจ
สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 30 หน้า.

Ek-Amnuay, P. 2008. Beetle of Thailand. 2nd Edition. SIAM INSEC-ZOO & MUSEUM. Amarin
Printing and Publishing Public Co. Ltd.

FLD, CTSP and FA. 2006. Conservation of valuable and endangered tree species in Cambodia
2001–2006 – a case study. Forest & Landscape Development and Environment Series 3–
2006.

Nguyen Hoang Nghla. 2003. Conservation of Forest Genetic Resources in Vietnam. Paper
submitted to the XII World Forestry Congress. Quebec, Canada.

Nguyen Van So. The Potential of Local Tree Species to Accelerate Natural Forest Succession on
Marginal Grasslands in Southern Vietnam.

Soonhuae, P., Piewluang, C., Boyle, T. 1994. Population Genetics of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre.
And Implications for Genetic Conservation. Technical Publication No 18. ASEAN Forest Tree
Seed Centre Project, Muak-Lek, Saraburi, Thailand.

อภิชาติ ขาวสะอาด 2528 คู่มือการปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก (ตอนที่ 3) การคัดเลือกแม่ไม้ Teak Improvement
Centre Technical Paper No. 21. กรมป่าไม้ 16 หน้า.

Pukittayacamee, P., J. Bhodthipuks, S. Kijkar and J. F. Coles. 1995. Germplasm exploration of highly
valuable tree species in the Northeast of Thailand. AFTSC report submitted to the
International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).

การพัฒนาเทคนิควนวัฒนวิธีเพื่อเพิ่มผลผลิตสวนป่าไม้พะยุง

Silvicultural Techniques for Improving Production of *Dalbergia cochinchinensis* Plantation

ประพันธ์ ผู้กฤษฎาคามี ¹	(Prapan Pukittayacamee)
วิโรจน์ ครองกิจศิริ ¹	(Viroj Krongkitsiri)
กรกฎ สายแวว ²	(Korakot Saiwaew)
วิภารัตน์ จินเม่ง ²	(Viparat Jeenmaeng)

บทคัดย่อ

ในการจัดการปลูกสร้างสวนป่าของไม้ป่ายืนต้นนั้นต้องอาศัยเทคนิควนวัฒนวิธีเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต มีปัจจัยเกี่ยวข้องมากมายทั้งลักษณะพื้นที่ สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมรอบข้าง รวมทั้งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพันธุ์ไม้ชนิดนั้นไม่ว่าจะเป็นเรื่องของสายพันธุ์ เทคนิคการเพาะกล้าไม้ การปลูก และการบำรุงดูแลรักษา สำหรับไม้พะยุงนั้นยังขาดแคลนความรู้ความเข้าใจและไม่มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่างๆ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคนิควนวัฒนวิธีเพื่อสามารถต่อยอดการศึกษาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาถึงลักษณะของเมล็ดที่ใช้ในการเพาะชำกล้าไม้ เทคนิคการขยายพันธุ์ โดยไม่อาศัยเพศ การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การศึกษาการเจริญเติบโตที่ระยะต่างๆ สัมพันธ์ถึงการใช้ปุ๋ยเพื่อเร่งการเจริญเติบโต ผลการศึกษาปรากฏว่า เมล็ดที่มีเปลือกสีเหลืองที่มีความแก่สมบูรณ์เต็มที่จะให้เมล็ดที่สามารถงอกได้ดีถึง 94–95% โดยไม่จำเป็นต้องใช้วิธีไหนมาเร่งการงอกให้เร็วขึ้นและเป็นเมล็ดที่มีพลังในการเจริญเติบโตเร็ว ซึ่งภายใน 14 วัน สามารถงอกได้ถึง 80% สำหรับการศึกษาการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศปรากฏว่า เทคนิคการปักชำและการเสียบยอดเหมาะกับการขยายพันธุ์ไม้พะยุง อย่างไรก็ตาม การตัดปักชำยังให้เปอร์เซ็นต์การติดรากที่ต่ำอยู่ ถึงแม้จะใช้ฮอร์โมนช่วยในการเร่งรากยังคงได้เพียง 30.55% ซึ่งจะต่างกับการใช้วิธีเสียบยอดปรากฏว่า การขยายพันธุ์จากแม่ไม้สายพันธุ์ดี

คำหลัก: พะยุง เมล็ดพะยุง การปักชำ การเสียบยอด การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ระยะปลูก

ที่ได้คัดเลือกไว้จาก 6 แหล่ง ให้เปอร์เซ็นต์การรอดตายระหว่าง 86–100% จึงควรใช้วิธีนี้ในการอนุรักษ์สายพันธุ์ดีและจัดทำสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ดีเพื่อผลิตเมล็ดที่มีคุณภาพดีต่อไปสำหรับสวนป่าไม้พะยูนในอนาคต สำหรับเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นได้พัฒนาวิธีการตั้งแต่การเลือกชิ้นส่วนพืช การฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืช การชักนำยอด การยืดยอด และการชักนำราก สำหรับในขั้นการอนุบาลยังคงต้องหาเทคนิคในการคงอยู่ของราก การพัฒนาหาระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกไม้พะยูน ผลปรากฏว่า ระยะปลูกและปุ๋ยมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตทั้งความโตและความสูง ผลการเจริญเติบโตในระยะแรก 1–4 ปี แสดงว่า ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับไม้พะยูนขณะนี้คือ 3x3 และ 4x4 เมตร อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการพัฒนารูปทรงและเพิ่มผลผลิตฯ ไม่ว่าในรูปของการตายวัชพืช การลิดกิ่ง และการใช้ปุ๋ยที่ปริมาณต่างๆ กัน

ABSTRACT

Forest tree plantation management needs silvicultural techniques to increase yield production which involve in planting site environmental climate surrounding including species knowledge, genetic factor, nursery technique, planting and maintenance management. For *Dalbergia cochinchinensis*, lack of knowledge, species understanding and technology transfer need to be developed for further studies in depth. This studies were been done on seed type for sowing in nursery, vegetative propagations, plant tissue culture development and growth of trees in relation with spacing and fertilizer. The results showed that seed with yellow seed coat at full maturity was the best for sowing in nursery. The germination percentage reached 94–95% without any pretreatment and rate of germination at 14 days was 80%. For the studies of vegetative propagations, cutting and grafting techniques were appropriated for *D. cochinchinensis*. However, percentage of rooting still low even using growth hormones still got 30.55%. On the other hand, grafting technique was better; propagation of candidate selected trees from 6 sources gave survival percentage around 86–100%. Thus it should be used grafting technique for establishment of clonal seed orchard of the species in order to conserve good genetic bases and produce seeds for economic plantation in the future. Plant tissue culture techniques of *D. cochinchinensis* were developed on tissues selection, surface sterilization, shoot

Keywords: *Dalbergia cochinchinensis*, seeds, rooted cutting, grafting, tissue culture, spacing trials

induction and elongation and root induction processes. However, nursing stage needs to be developed more. The results of spacing and fertilizers on plant growth showed that both factors were significant differences. The appropriate spacing distances for planting *D. cochinchinensis* were 3x3 and 4x4 meters. However, it should be more studied on plant form, production increases with cleaning and pruning techniques and the amount of fertilizers.

คำนำ

พะยูน (*Dalbergia cochinchinensis*) เป็นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่ง ซึ่งมีจำนวนมากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในปัจจุบันปริมาณไม้พะยูนดั้งเดิมที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ทั้งในเขตป่าอนุรักษ์เช่นอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหรือพื้นที่กรรมสิทธิ์ส่วนบุคคลรวมถึงในวัดและโรงเรียน มีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงระยะทศวรรษที่ผ่านมาเพราะการลักลอบตัดฟันอย่างผิดกฎหมาย อีกทั้งปริมาณพื้นที่สวนป่าไม้พะยูนของภาครัฐก็มีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดอื่นๆ เช่น ไม้โตเร็ว และไม้สัก ทั้งๆ ที่ปริมาณไม้พะยูนมีมูลค่าแพงกว่าไม้ชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยูนต้องการการดูแลบำรุงรักษาอย่างดี กล้าไม้ที่ใช้ปลูกต้องเป็นกล้าที่แข็งแรงสมบูรณ์ สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้ รวมทั้งปัญหาโรคและแมลงในพื้นที่สวนป่าไม้พะยูน จึงจำเป็นต้องดูแลบำรุงรักษาเป็นอย่างดี

การวิจัยเกี่ยวกับการปลูกสร้างสวนป่านั้น หากต้องการเพื่อหวังผลทางเศรษฐกิจแล้วจึงจำเป็นต้องศึกษาให้ครบวงจร รู้สภาพของพื้นที่ปลูกและมีข้อมูลต่างๆหรือไม่ สะอาด บุญเกิด (2534) กล่าวว่า การบริหารจัดการสวนป่าเป็นศาสตร์ที่รวบรวมเอาความรู้ทั้งหมดของงานวนวัฒนวิธียามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ยิ่งเป็นประเภทชนิดพันธุ์ที่โตช้าแล้ว การบริหารจัดการต้องทำอย่างประณีต มิฉะนั้นการลงทุนทางเศรษฐกิจจะให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่า

นอกจากนี้ วินัย ศิริกุล (2534) กล่าวว่า การใช้วนวัฒนวิธีเพื่อช่วยให้การปลูกสร้างสวนป่าเป็นผลสำเร็จและช่วยเพิ่มผลผลิตของสวนป่านั้น ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจลักษณะการเจริญเติบโตของต้นไม้ ลักษณะชนิดพันธุ์ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เราให้แก่ต้นไม้อหรือสวนป่านั้นๆ เช่น การให้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต เป็นต้น

จากหลักปรัชญาสองข้อนี้ จะเห็นได้ว่ามีข้อควรคำนึงถึงอยู่ 2 ประการ กล่าวคือ ช่วงระยะเวลา ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น ต้องมีความรอบรู้เกี่ยวกับ

ไม้ชนิดนั้นก่อน แล้ววางแผนการปลูกสร้างสวนป่าแบบไหน อีกประการหนึ่ง หลังจากการปลูกแล้ว เราจะทำอย่างไรในการบำรุงดูแลรักษาสวนป่านี้ให้ได้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นความคิดในการ ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการไม้พะยุงเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าที่ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างไร มีผลงานวิจัยอะไรที่ดำเนินการแล้วและส่งผลให้เกิดความสำเร็จของการใช้ระบบวนวัฒนวิธีเพื่อ การปลูกสร้าง สวนป่าไม้พะยุง

ระบบวนวัฒนวิธีในการบริหารจัดการสวนป่าไม้ของพันธุ์ไม้ที่ใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดพันธุ์ไม้ เช่น ไม้โตเร็ว โตเร็วปานกลาง หรือไม้โตช้า ลักษณะสภาพภูมิประเทศพื้นที่สวนป่า งบประมาณและแรงงานที่ใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า นอกจากการปรับปรุงพันธุ์ไม้เพื่อให้ได้ต้นสายพันธุ์ที่ดี มีการเจริญเติบโตดีในแต่ละพื้นที่แล้ว ระบบวนวัฒนวิธีจะช่วยให้การพัฒนาสวนป่าไม้เศรษฐกิจได้ดียิ่งขึ้น เช่น การพัฒนากล้าไม้ที่ใช้ปลูก การพัฒนาเทคนิคการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ การใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมเพื่อการมีส่วนช่วยในการพัฒนารูปร่างของลำต้น การเร่งการเจริญเติบโตของกล้าไม้ เช่น การให้ปุ๋ยและน้ำ การกำจัดวัชพืช การลิดกิ่ง การกำจัดโรคและแมลง เป็นต้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษานี้ เพื่อพัฒนาหาเทคนิควนวัฒนวิธีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยุง และพัฒนาส่งเสริมสร้างความมั่นใจให้เกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยุงเพื่อเป็นฐานการอนุรักษ์ สายพันธุ์ไม้พะยุงอย่างยั่งยืน

วิธีการศึกษา

เนื่องจากการศึกษาระบบวนวัฒนวิธีมีขั้นตอนปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย จึงได้เลือกการค้นคว้า ทดลองเฉพาะสิ่งที่ทำให้สามารถพัฒนาต่อยอดงานวิจัยทดลองให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ได้ ศึกษาพัฒนาหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การศึกษาการขยายพันธุ์ไม้พะยุงโดยเมล็ด โดยศึกษาเทคนิคการเร่งการงอก และลักษณะ สีเปลือกเมล็ด (สีเหลือง น้ำตาล และดำ) สำหรับวิธีการเร่งการงอกของเมล็ดมี 8 treatments ได้แก่ control ขลิบด้านบนของเมล็ด แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 12 24 และ 48 ชั่วโมง และแช่น้ำร้อนปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 12 24 และ 48 ชั่วโมง
2. การศึกษาเทคนิคการขยายพันธุ์พะยุงโดยไม่อาศัยเพศ (Asexual propagation) เป็นการเพิ่มปริมาณ ต้นพืชให้มีปริมาณมากขึ้นกว่าเดิม แต่ยังคงลักษณะ คุณสมบัติของพืชเพื่อการปรับปรุงพันธุ์

หรือเจริญเติบโตเร็วให้ดีกว่าเดิม ในที่นี้ศึกษาการพัฒนาเทคนิคโดยใช้วิธีการตัดชำ (Cutting) และการเสียบยอด (Grafting)

2.1 การตัดชำ สำหรับเทคนิคปฏิบัติการตัดชำมีขั้นตอนดังนี้

- ทำการตัดเก็บกิ่งยอดอ่อนยาวประมาณ 30-40 ซม. แช่วัสดุรอยตัดในน้ำเพื่อป้องกันการแห้ง
- ทำการตัดยอดอ่อนยาว 10 ซม. ให้มีตา 1-2 ตา และตัดใบแต่ละใบออกครึ่งหนึ่งเพื่อลดการคายน้ำ
- แช่วัสดุในน้ำยาฆ่าเชื้อราประมาณ 5 นาที
- ชูยอดติดกับผงฮอร์โมนเร่งรากหรือแช่ในน้ำยาเร่งรากประมาณ 10 นาที ปักชำลงในขี้เถ้ากลบชั้นในภาชนะชำและนำมาวางเรียงในโรงเรือนพ่นหมอก

ในการทดลองเทคนิคการตัดชำ ดำเนินการโดยการเก็บกิ่งยอดอ่อนอายุประมาณ 2 เดือน ที่ความยาวประมาณ 30-40 ซม. ซึ่งแตกออกมาจากรากที่ได้รับความเสียหาย แต่ละกิ่งยอดอ่อนจะตัดออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนยอด และใช้ปัจจัยฮอร์โมนในการเร่งราก 4 แบบ ได้แก่ control (ไม่ใช้ฮอร์โมน) ใช้ฮอร์โมนผงเซราดิคซ์ สารละลาย IBA ความเข้มข้น 300 ppm และ IBA 500 ppm โดยแต่ละปัจจัยใช้ 3 ซ้ำๆ ละ 24 กิ่ง รวมจำนวนกิ่งทดลองที่ใช้ $3 \times 4 \times 3 \times 24 = 864$ กิ่ง

2.2 การเสียบยอด การเสียบยอดหรือตอกิ่งเป็นการนำกิ่งพันธุ์ดี (Scion) มาต่อบนต้นตอ (Stock) เพื่อให้เนื้อเยื่อเจริญทั้งสองเชื่อมประสานเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับการต่อยอดพะยูนนี้จะเป็นการนำเอากิ่งพันธุ์ดีมาต่อบนต้นตอเหนือระดับผิวดินขึ้นไป โดยใช้วิธีการตอกิ่งแบบเข้าลิ้น ทำการเก็บกิ่งจากต้นแม่ไม้โดยการปิ่นเก็บกิ่งปลายยอดจากต้นแม่ไม้ในแปลงสวนป่าหรือป่าธรรมชาติ 6 แหล่งๆ ละ 5-11 ต้น แล้วนำมาต่อกิ่งเสียบยอดกับสต็อคพะยูนแม่ไม้ละ 15 ต้น

3. การศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพะยูน (Tissue culture technique) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นการขยายพันธุ์พืชโดยใช้ชิ้นส่วนขนาดเล็ก (Micro-propagation) เช่น ตายอด ตาข้าง เมล็ด มาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการ โดยห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะเป็นห้องที่ควบคุมอุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงประมาณ 2,500 ลักซ์ ให้แสงนาน 12 ชั่วโมงต่อวัน ทำการทดลองการชักนำให้เกิดยอดเกิดราก และนำไปเลี้ยงในสภาพปกติ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพะยูนตามสูตรอาหาร MS (Murashige & Skoog 1962) ที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน และใช้ฮอร์โมนประเภทออกซิน (Auxins) ได้แก่ Indolebutyric acid (IBA) และฮอร์โมนประเภทไซโตไคนิน (Cytokinin) ได้แก่ benzylaminopurine

(BAP) และ gibbereric acid (GA_3) (บุญเรือง โพธิ์เจริญ 2544, ประศาสตร์ เกี่ยมณี 2538) ซึ่งได้ทำการศึกษา ณ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง จังหวัดสระบุรี โดยศึกษาวิธีการทดลองดังนี้

3.1 การทดลองพอกฆ่าเชื้อบริเวณผิว การทดลองพอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนยอดที่ได้จากต้นพะยูน ทำในตู้ปลอดเชื้อ สารละลายที่ใช้ในการพอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวมี 2 ชนิด ได้แก่ น้ำยาไฮเตอร์ (6% Sodium hypochlorite) ที่ระดับความเข้มข้น 5% 10% และน้ำยาซันไลต์ 1-2 หยด ซึ่งแต่ละระดับความเข้มข้นมีรายละเอียดและวิธีการทดลองดังนี้ นำชิ้นส่วนแช่ลงในน้ำยาไฮเตอร์ที่ผสมน้ำยาซันไลต์ 1-2 หยด เป็นเวลา 10 15 และ 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วอีก 3 ครั้ง จากนั้นตัดแต่งชิ้นส่วนให้มีความยาวประมาณ 1-2 ซม. นำเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เตรียมไว้ในอุณหภูมิห้องที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ความเข้มแสงประมาณ 2500 ลักซ์ ให้แสงนาน 12 ชั่วโมงต่อวัน เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงไว้ทุกวัน

3.2 การทดลองชักนำชิ้นส่วนให้เกิดยอดและแคลลัส การทดลองชักนำชิ้นส่วนให้เกิดยอดและแคลลัส โดยตัดแต่งชิ้นส่วนที่ได้จากการฆ่าเชื้อแล้วให้เหลือเฉพาะส่วนข้อที่ประกอบด้วยตาข้างของยอดนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS โดยใช้ฮอร์โมน Benzylaminopurine (BAP) ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ 0, 20, 30 ml/l เป็นสูตรอาหารรวม 3 ชนิดซึ่งชนิดที่ 1 เป็นอาหารสูตร MS ที่ปราศจาก BAP ใช้เป็นตัวควบคุมหรือไว้เปรียบเทียบแล้วเพาะเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิความเข้มแสง ระยะเวลาให้แสงดังกล่าวข้างต้น บันทึกผลที่ได้จากการทดลอง

3.3 การทดลองชักนำให้เกิดการยึดตัวของยอด การทดลองชักนำให้เกิดการยึดตัวของยอดโดยการนำยอดไปเพาะเลี้ยงในอาหารที่เตรียมไว้ คืออาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP ที่ระดับความเข้มข้น 20 ml/l และเติม GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ml/l มีสูตรอาหาร 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ 1 เป็นสูตรอาหารที่มี BAP 20 ml/l ปราศจาก GA_3 ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบแล้วเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิความเข้มแสง ระยะเวลาให้แสงดังกล่าวข้างต้น บันทึกผลที่ได้จากการทดลอง

3.4 การชักนำให้เกิดรากของยอด การชักนำให้เกิดราก โดยการตัดแต่งเอาเฉพาะส่วนเป็นต้นที่ยังไม่มีรากไปเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม Indolebutyric acid (IBA) โดยใช้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 2 ml/l มีสูตรอาหารรวม 2 ชนิด โดยชนิดที่ 1 เป็นสูตรอาหาร MS ที่เติมฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซิน ได้แก่ IBA และ NAA โดยใช้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน ที่ 2 ml/l และการผสมกันระหว่างฮอร์โมน IBA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นชนิดละ 1 ml/l ดังกล่าวข้างต้น บันทึกผลที่ได้จากการทดลอง

4. การศึกษาการเจริญเติบโตของพะยูนที่ระยะปลูกต่างๆ (Spacing trial) โดยกำหนดระยะปลูกไว้ 6 ระยะ คือ 1x1 1x2 2x2 2x3 3x3 4x4 เมตร และมีการเพิ่มปัจจัยการใส่ปุ๋ยเป็น 2 แบบ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 16-16-16 โดยแต่ละ treatment ประกอบด้วยต้นไม้ 25 ต้น/ซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ รวมจำนวนต้นไม้ที่ปลูกเท่ากับ $6 \times 2 \times 4 \times 25 = 1,200$ ต้น โดยทดลองปลูก ณ สถานีวนวันวิจัยดงลาน จังหวัดขอนแก่น ปลูกวันที่ 20 กรกฎาคม 2553 แต่ละปัจจัยและแต่ละซ้ำ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอต้นที่ระยะเวลา 6 เดือน 1 2 3 และ 4 ปี

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาการขยายพันธุ์ไม้พะยูนโดยเมล็ด

วิธีการเพาะชำกล้าไม้พะยูนโดยใช้เมล็ดทำให้ได้ปริมาณกล้าไม้มากขึ้น ต้องมาจากเมล็ดที่มีคุณภาพดีทั้งกายภาพ สรีระ และพันธุ์มีความแข็งแรง เจริญเติบโตดี เมล็ดที่ได้นั้นปกติโดยทั่วไปจะมีเมล็ดคุณภาพต่างๆ ปนกัน จึงต้องดำเนินการแยกสกัดเอาเมล็ดที่มีคุณภาพต่ำออกมา สำหรับเมล็ดพันธุ์ไม้ การเปลี่ยนผิวสีของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงการแก่เต็มวัยของเมล็ด (Seed maturity) (Rimbawanto et al 1989) เช่น Pukittayacamee (1987) พบว่า ผลที่มีผิวสีน้ำตาลและเมล็ดที่มีเปลือกผิวสีดำของไม้กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) จะเป็นดัชนีชี้วัดความสุกแก่ของเมล็ดในเชิงคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะมีการพัฒนาผิวสีแตกต่างกันไปในช่วงการสุกแก่ของเมล็ดซึ่งสัมพันธ์ถึงพฤติกรรมการงอกของเมล็ด Mishra (1991) รายงานว่า เมล็ด *Dalbergia sissoo* ที่มีผิวสีน้ำตาลแกมดำ มีเปอร์เซ็นต์การงอกดีกว่าเมล็ดที่มีผิวสีน้ำตาลเข้มและดำ Srimathi et al. (1991) รายงานว่า เมล็ด *Acacia mellifera* ที่มีผิวเปลือกสีเขียวจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกและแข็งแรงดีกว่าเมล็ดที่มีผิวสีเขียวอมน้ำตาลและน้ำตาลพบว่า เมล็ดพะยูนเมื่อเก็บขณะสุกแก่เต็มที่ (Full maturity) จะมีสีเหลืองและแห้ง หากเก็บก่อนที่เมล็ดแก่จะมีลักษณะขาวอมเหลืองหรือเหลืองอ่อน ผิวเปลือกจะเหี่ยวย่นเนื่องจากยังมีปริมาณน้ำในเมล็ดสูง หากเก็บล่าช้าผลของพะยูนจะแห้งปลิวและถูกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน รวมทั้งความชื้นของไอน้ำยามค่ำคืน ทำให้ผิวเปลือกเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และหากยังเก็บล่าช้า ผิวเปลือกเมล็ดก็ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำ

นอกจากนี้การเร่งการงอกทำให้ได้กล้าไม้ที่สม่ำเสมอเจริญเติบโตดีกว่าเพราะเมล็ดยังอยู่ในดินนานๆ จะถูกเชื้อราเข้าทำลายได้ง่ายเป็นผลให้ต้นกล้ามีอาการอ่อนแอ จะได้ต้นกล้าที่ไม่สมบูรณ์หรือผิดปกติ (Abnormal seedling) โดยเฉพาะเมล็ดยังมีเปลือกหนายังงอกช้ายิ่งขึ้น สำหรับเมล็ดพะยูนที่มีเปลือกเมล็ดสีเหลืองจะแห้งแข็งกว่าเมล็ดเปลือกสีน้ำตาลและดำ

ผลการทดสอบการงอกของเมล็ดพะยูนที่มีผิวเปลือกหุ้มเมล็ดสีเหลือง น้ำตาล และดำ ภายใต้วิธีการเร่งการงอกต่างๆ นั้น ปรากฏว่า เมล็ดพะยูนที่มีเปลือกสีเหลืองจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกดีที่สุด ส่วนรองลงมาคือ เมล็ดเปลือกสีน้ำตาล และเมล็ดดำมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำมาก ส่วนวิธีการเร่งการงอกให้เมล็ดงอกเร็วขึ้นนั้นปรากฏว่า เมล็ดพะยูนไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการเร่งการงอก สามารถหว่านเมล็ดในแปลงเพาะชำได้ทันที ภายใน 14 วัน เมล็ดจะงอกถึง 80% จากเปอร์เซ็นต์การงอกทั้งหมด 94.50% ในขณะที่ Bhodthipuks (1999) รายงานว่า เมล็ดพะยูนงอกได้ถึง 50% ภายใน 9 วัน และเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า 90% เช่นกัน การเร่งการงอกโดยการการชลีบเมล็ดไม่เหมาะสมทำให้เมล็ดบางส่วนได้รับความเสียหาย ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ลดลง ส่วนการแช่น้ำเย็นนั้น ยิ่งแช่น้ำนานยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเล็กน้อย สำหรับการแช่น้ำร้อนแล้วปล่อยให้เย็นไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง โดยเปอร์เซ็นต์การงอกยังคงสูงถึง 91.50% สำหรับเมล็ดเปลือกสีเหลือง ผลการทดลองนี้ทำให้ได้ข้อคิดเห็นว่า การเพาะชำกล้าไม้พะยูนจากเมล็ดสีเหลืองที่งอกภายใน 14 วัน น่าจะให้กล้าไม้ที่มีความแข็งแรงเจริญเติบโตดีกว่ากล้าไม้ที่ได้จากการงอกในช่วงเวลาหลังจาก 14 วัน จึงควรทำการศึกษาต่อไปในอนาคต

Table 1. เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพะยูนโดยการเร่งการงอกแบบต่างๆ

วิธีเร่งการงอก	เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่มีสีเปลือกหุ้มเมล็ด					
	เหลือง		น้ำตาล		ดำ	
	ที่ 14 วัน	ที่ 28 วัน	ที่ 14 วัน	ที่ 28 วัน	ที่ 14 วัน	ที่ 28 วัน
Control	80.00	94.50	38.75	60.00	1.50	5.50
ชลีบด้านบนของเมล็ด	73.00	78.75	43.25	43.25	0.50	0.50
แช่น้ำ 12 ชั่วโมง	70.50	90.75	40.00	58.00	7.25	8.00
แช่น้ำ 24 ชั่วโมง	54.75	85.25	33.00	62.50	10.00	13.00
แช่น้ำ 48 ชั่วโมง	79.75	85.25	49.00	53.00	3.75	3.75
แช่น้ำร้อนทิ้งให้เย็น 12 ชม	74.50	94.50	52.50	55.50	0.25	0.50
แช่น้ำร้อนทิ้งให้เย็น 24 ชม	74.75	91.50	40.50	42.50	4.50	5.50
แช่น้ำร้อนทิ้งให้เย็น 48 ชม	52.00	52.00	5.25	7.50	1.75	1.75

2. การขยายพันธุ์ไม้พะยุงโดยไม่อาศัยเพศ

2.1 การตัดชำ (Cutting)

การตัดชำกล้าไม้ยืนต้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มปริมาณจำนวนต้นกล้าไม้ให้มากขึ้นและมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าการปลูกด้วยกล้าจากเมล็ด ซึ่งประสบผลสำเร็จเหมาะกับพันธุ์ไม้บางชนิดเช่น ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ และสัก ซึ่งนักวิชาการ เสมสันทัด และบัณฑิต โพธิ์น้อย (2554) ได้บรรยายถึงเทคนิคขั้นตอนปฏิบัติ เช่น ลักษณะกิ่งที่ใช้ชำจากแปลงรวมพันธุ์หรือเก็บท่อนแม่พันธุ์มาปักในเรือนเพาะชำเพื่อการเกิดยอดอ่อนเพื่อใช้ชำ วิธีการส่งเสริมเร่งการเกิดรากเช่นการใช้สารเร่งราก วัสดุชำและโรงเรือนในการปฏิบัติการค้าชำ

สำหรับไม้พะยุงแล้ว เนื่องจากยังไม่มีสวนรวมพันธุ์สำหรับการขยายพันธุ์ (Hedge garden) จึงจำเป็นต้องหาวิธีการชักนำได้ยอดอ่อนสำหรับการตัดฟัน (Rejuvenation) เมื่อได้ทำการคัดเลือกต้นแม่ไม้ที่เหมาะสมวิธีหนึ่งคือ การตัดเอาท่อนพันธุ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 ซม. ยาวประมาณ 40-50 ซม. มาปักในกระบะเลี้ยงในโรงเรือนเพื่อให้เกิดยอดอ่อน ถ้าท่อนมีขนาดเล็กปริมาณยอดอ่อนที่แตกออกมาจะน้อยและสั้น อีกวิธีหนึ่งโดยการทำให้รากที่อยู่ชิดโคนต้นแม่ไม้และทำให้รากโผล่มาเหนือดิน ทำให้เกิดบาดแผลโดยการสับราก จะทำให้เกิดยอดอ่อนแทงขึ้นมา ซึ่งจะได้ปริมาณยอดอ่อนมากกว่าวิธีแรก (Figure 1)

Figure 2 แสดงถึงเทคนิคการปฏิบัติงานการตัดชำ สำหรับต้นกล้าที่ติดและเริ่มแตกใบอ่อนจากถาดเพาะชำต้องเลี้ยงต่อไปอีกประมาณ 2 เดือน แล้วย้ายกล้านำมาเลี้ยงต่อในถุงชำที่ส่วนของวัสดุชำ

Figure 1 การชักนำให้เกิดยอดอ่อนพะยูน (Rejuvenation)

ยอดอ่อนจากบาดแผล



ยอดแตกใหม่จากท่อนกิ่ง



Figure 2 วิธีการปฏิบัติการปักชำยอดพะยูน

ยอดอ่อน



แช่น้ำยาฆ่าเชื้อ



ชุบฮอร์โมนเร่งราก และชำในถาดเพาะ



กล้าปักชำ



กล้าปักชำที่ได้ขนาดพร้อมลงถุง



วางในโรงเรือน

เป็นดินอีกประมาณ 3 เดือน จะได้กล้าพะยูนงัดชำนำไปปลูกได้ แต่เพื่อให้ได้กล้าตัดชำที่มีระบบรากแข็งแรง สมบูรณ์ก็ควรเลี้ยงต่อในโรงเรือนอีกระยะหนึ่ง

ผลการศึกษาเทคนิคการตัดชำกล้าไม้พะยูนโดยพิจารณาจากลักษณะของกิ่งชำและชนิดของฮอร์โมนที่ใช้ ขนาดของกิ่งชำจากยอดอ่อนที่ใช้คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนยอด จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกันคือ 3.10 ± 1.05 2.37 ± 0.47 และ 1.56 ± 0.39 มิลลิเมตร ตามลำดับ ปรากฏว่า หากไม่มีการใช้ฮอร์โมนเร่งราก กิ่งชำพะยูนจะมีเปอร์เซ็นต์รอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 17.12 ± 8.95 แต่ถ้าใช้ฮอร์โมนเร่งรากแล้ว เปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยของกิ่งชำจะเพิ่มขึ้นเป็น 30.55 ± 12.77 และมีค่าเฉลี่ยการปักชำที่ประสบผลสำเร็จเท่ากับ $27.20 \pm 15.83\%$ เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างชนิดฮอร์โมนเร่งรากที่ใช้ปรากฏว่า การใช้ฮอร์โมน Seradix และ IBA ความเข้มข้น 300 ppm ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย IBA เป็น 500 ppm เปอร์เซ็นต์การรอดตายและติดรากจะลดลงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาเฉพาะกิ่งชำปรากฏว่า หากใช้กิ่งชำจากส่วนตรงกลางของยอดอ่อนจะมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 35.76 ± 19.09 ซึ่งดีกว่าการใช้กิ่งชำส่วนโคนและส่วนยอด ที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 23.95 ± 14.45 และ 21.87 ± 10.07 ตามลำดับ ผลของการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของการทดลองนี้แสดงไว้ใน Table 2 และผลสำเร็จของการติดรากระหว่างปัจจัยตำแหน่งของกิ่งชำและฮอร์โมน ที่ใช้ใน Table 3 อย่างไรก็ตามต้องมีการพัฒนาเทคนิคเพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายของกิ่งชำ และที่สำคัญที่สุดคือ การอนุบาลดูแลรักษาหลังจากย้ายกล้าลงถุงซึ่งมีวัสดุชำเป็นดินจะมีส่วนสำคัญที่สุด เนื่องจากระบบรากของกล้าพะยูนงัดชำค่อนข้างอ่อนไหวกับการพัฒนา จึงควรมีการศึกษาเทคนิคการเพาะชำกล้าไม้พะยูนให้มีประสิทธิภาพดีที่สุด

Table 2. ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของการปักชำ (ANOVA)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Replication	2	736	368	2.63	
Branch	2	1346.4	673.2	4.80	0.019
Hormone	3	1321.1	440.4	3.14	0.046
Branch.Hormone	6	2279.6	379.7	2.71	0.040
Residual	22	3083.9	140.2		
Total	35	8767			

Table 3. เปอร์เซ็นต์การติดรากระหว่างปัจจัยตำแหน่งของกิ่งชำและฮอร์โมน

ตำแหน่งกิ่งชำ	ฮอร์โมน			
	control	Seradix	IBA 300 ppm	IBA 500 ppm
ส่วนโคน	11.1	19.4	29.2	36.1
ส่วนกลาง	15.3	51.4	45.8	30.6
ส่วนยอด	25.0	25.0	20.8	16.7

2.2 การเลียบยอด

จากการปฏิบัติเพื่อหาวิธีการเลียบยอดพบว่าวิธีการต่อกิ่งแบบเข้าลิ้นเหมาะกับไม้พะยูนดีกว่าวิธีการต่อกิ่งแบบเลียบข้างและเลียบลิ้น เนื่องจากสองวิธีหลังจะพบการแยกของเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อด้านบน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำการเลียบยอดเป็นช่วงที่ตามีการพักตัวประมาณเดือนธันวาคมถึงมีนาคมหรือก่อนช่วงฤดูฝน ซึ่งขั้นตอนการเลียบยอดให้ประสบผลสำเร็จมีดังนี้ (Figure 3)

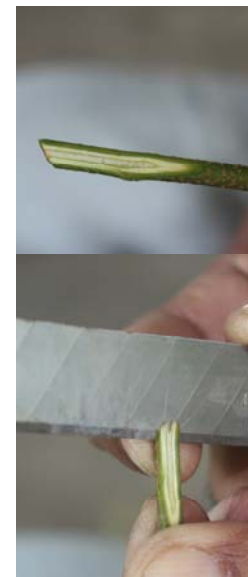
- เตรียมต้นตอสดที่ออกกล้าพะยูนอายุ 1-2 ปี ที่ได้จากการเพาะเมล็ด ที่มีขนาดความโตประมาณ 0.5-0.8 มิลลิเมตร
 - เชือนต้นตอที่ระดับความสูงประมาณ 10 ซม. ในแนวเฉียง แล้วผ่ากลางลำต้นลึกพอประมาณ
 - เลือกกิ่งยอดที่มีขนาดใกล้เคียงกับต้นตอและควรเป็นกิ่งกระโดง เชือนยอดพันธุ์ดีเป็นแนวเฉียงและผ่าตรงกลางพอเลียบเข้าไปในต้นตอให้แนบสนิท หากกิ่งที่นำมาต่อมีขนาดเล็กกว่าให้ด้านใดด้านหนึ่งชิดขอบต้นตอ แล้วใช้เทปพลาสติกพันด้านบนและล่างของรอยต่อกิ่งให้แน่น
 - นำต้นกล้าที่ต่อกิ่งแล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกใหญ่ รดน้ำผสมยาฆ่าเชื้อรา ให้มีน้ำขังในถุงเล็กน้อย มัดปากถุงให้พอสำหรับอากาศและเพื่อควบคุมความชื้นภายในไม่ให้แห้งและโยงถุงพลาสติกกับคาน เก็บไว้ในที่ร่มหรือเรือนเพาะชำที่มีแสงประมาณ 50% อย่างน้อย 2 สัปดาห์ จนสังเกตเห็นการแตกยอดใหม่จากกิ่งพันธุ์ ทำการเปิดถุงตรวจสอบหากมีน้ำน้อยให้เติมน้ำและเก็บไว้อีก 1 เดือน เพื่อให้เนื้อเยื่อประสานกันให้ดี
 - หากมียอดอ่อนแตกออกจากต้นตอบริเวณโคนต้นให้เด็ดทิ้งเพราะจะทำให้ยอดพันธุ์ดีที่มาต่อกิ่งแห้งตาย
 - นำกล้าออกมาจากถุงพักไว้ในโรงเรือนเพาะชำ รดน้ำวันละ 2 ครั้ง เพื่อให้ต้นกล้าใหม่เจริญเติบโต

Figure 3 ขั้นตอนการปฏิบัติการเสียบยอดพะยูน

เฉือนต้นตอพะยูน



เตรียมยอดพันธุ์ดี



ต้นพะยูนพันธุ์ดีจากการเสียบยอด

การเลี้ยงบำรุงต้นเสียบยอดในถุง

เสียบยอดระหว่างต้นตอกับยอดพันธุ์ดี

- ประมาณ 3-6 เดือน หมั่นคอยสังเกตว่าเนื้อเยื่อจากการต่อกิ่งประสานกันดีแล้วค่อยแกะเอาเทปพลาสติกออกเพื่อให้ต้นกล้าเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์

Table 4. เปอร์เซ็นตรอดตายจากการเสียบยอดพันธุ์ดีจากต้นแม่ไม้แหล่งต่างๆ

แหล่ง	จำนวนแม่ไม้	% รอดตาย
ป่าสงวนแห่งชาติน้ำตกเขาอีโต้ จ. ปราจีนบุรี	11	100
สวนป่าดงลาน จ. ขอนแก่น	11	94.45±6.53
สวนป่าชำแคน จ. ขอนแก่น	10	99.30±2.21
สถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก จ. พิษณุโลก	5	98.60±3.13
สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยสี จ. นครราชสีมา	10	86.80±11.59
สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จ. ประจวบคีรีขันธ์	6	86.67±11.74

จากผลของการขยายพันธุ์ไม้พะยูนโดยวิธีเสียบยอดนี้ทำให้สามารถพัฒนาเพื่อดำเนินการต่อไปในการจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้จาก clone (Clonal Seed Orchard) โดยการเก็บกิ่งพันธุ์พะยูนจากแม่ไม้สายพันธุ์ดีไม่ว่าจากป่าธรรมชาติหรือจากสวนป่าไม้พะยูนสำหรับการพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจต่อไป

3. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพะยูน

ในการพัฒนาเพื่อหาเทคนิควิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพะยูนได้ดำเนินการหาสูตรอาหารในแต่ละขั้นตอน เช่น อาหารพื้นฐานเมื่อเริ่มต้นเพาะเลี้ยง อาหารสำหรับการชักนำยอด การยืดยอด และการชักนำราก ซึ่งวิธีนี้จะใช้สูตรอาหาร MS เป็นตัวหลัก

3.1 การทดลองฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิว (Surface sterilization)

การฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวชิ้นส่วนพืชเป็นการป้องกันมิให้มีเชื้อโรคเชื้อราปนเปื้อนระหว่างการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยการใช้ยาไฮเตอร์ ที่ระดับความเข้มข้น 5% 10% และใช้เวลา 10 15 และ 20 นาที ปรากฏว่าชิ้นส่วนพะยูนมีการปนเปื้อน (contamination) ประมาณ 8-16% และชิ้นส่วนพืชจะตายเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ยาฆ่าเชื้อเข้มข้นขึ้นและเวลาที่นานขึ้นผลการทดลองนี้ปรากฏว่า การใช้ยาฆ่าเชื้อเข้มข้น 5% เป็นเวลา 10 นาที ให้ผลประสิทธิภาพดีที่สุด ชิ้นส่วนพืชไม่เสียหายถึง 88% (Table 5)

Table 5 เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อน การตายของชิ้นส่วน และประสิทธิภาพในการฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิว ยอดจากตาข้างของไม้พะยูน

การทดลอง	ความเข้มข้นของ น้ำยาไฮเตอร์ (%)	เวลา (นาที)	จำนวน ชิ้นส่วน	การปนเปื้อน ของชิ้นส่วน (%)	การตาย ของชิ้นส่วน (%)	ประสิทธิภาพใน การฟอกฆ่าเชื้อ (%)
1	5	10	50	10	2	88
2		15	50	16	32	52
3		20	50	8	50	42
4	10	10	50	10	36	54
5		15	50	0	100	0
6		20	50	0	100	0

3.2 การทดลองชักนำชิ้นส่วนให้เกิดยอดและแคลลัส

หลังจากการฆ่าเชื้อที่ผิวของชิ้นส่วนพืช ทำการตัดแต่งให้เหลือเฉพาะส่วนข้อที่ประกอบด้วยตาข้าง นำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0, 20 และ 30 ml/l ผลจากการศึกษาพบว่า ยังมีการปนเปื้อนจากแบคทีเรียและเชื้อราสูงประมาณ 30% ในสูตรอาหารที่ใส่ฮอร์โมน ส่วนที่เหลือยังมีการชักนำให้มีการพัฒนาเพิ่มปริมาณยอดใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ ปรากฏว่า อาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP ผสมที่ระดับความเข้มข้น 20 ml/l พบการพัฒนาของตาข้างแตกยอดมากที่สุด คิดเป็น 95% ส่วนในอาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP ผสมที่ระดับความเข้มข้น 30 ml/l จะปรากฏการพัฒนาของตาข้าง 75% ส่วนสูตรอาหาร MS ที่ไม่ใส่ฮอร์โมน BAP พบว่า มีการพัฒนาตาข้าง 71% (Table 6)

ข้อสังเกตอีกประการของอาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP ผสมที่ระดับความเข้มข้น 30 ml/l จะสังเกตเห็นว่า ส่วนที่อยู่ในอาหารจะกลายเป็นสีดำกว่าที่มีฮอร์โมน 20 ml/l เมื่อถูกปล่อยเอาไว้เป็นเวลานาน (Figure 4)

Table 6 ผลการตอบสนองของชิ้นส่วนในอาหารสูตร MS ชนิดต่างๆ ภายในระยะเวลา 3-4 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนชิ้นส่วน	จำนวนที่ติด	จำนวนที่แตก	%
		เชื้อ	ยอด	
MS	20	13	5	71
MS + BAP 20 ml/l	30	11	18	95
MS + BAP 30 ml/l	30	10	15	75

3.3 การทดลองชักนำให้เกิดการยืดตัวของยอด (Shoot elongation)

ผลจากการศึกษาทดลองการยืดตัวของยอดของไม้พะยูน ในสูตรอาหาร MS ที่มีฮอร์โมน BAP 20 ml/l และเติม GA₃ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ml/l เปรียบเทียบกับยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรเดียวกัน แต่ไม่มีส่วนผสมของ GA₃ พบว่า ยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี GA₃ ผสมอยู่มีการยืดตัวได้ดีถึง 87.50% เมื่อเปรียบเทียบกับยอดที่ไม่มี GA₃ ผสมอยู่ในอาหารสูตรเดียวกัน ที่มีเพียง 20% (Figure 4 และ Table 7)

Table 7 ผลการตอบสนองของชิ้นส่วนพะยูนในการชักนำการยืดตัวของยอด ภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนชิ้นส่วน	จำนวนที่ติด	จำนวนที่แตก	%
		เชื้อ	ยอด	
MS + BAP 20 ml/l	20	5	3	20
MS + BAP 20 ml/l + GA ₃ 0.5 ml/l	20	4	14	87.50

3.4 การทดลองชักนำชิ้นส่วนให้เกิดราก (Root induction)

การทดลองชักนำให้เกิดรากของยอดที่ได้จากการทดลองชักนำให้เกิดยอด โดยการตัดแต่งเอาเฉพาะส่วนยอดที่ยังไม่มีรากไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซิน ได้แก่ IBA และ NAA โดยใช้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน ที่ 2 ml/l และการผสมกันระหว่างฮอร์โมน IBA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นชนิดละ 1 ml/l พบว่า ภายใน 6 สัปดาห์ การชักนำให้เกิดรากจากยอดพะยูนในสูตรอาหารที่มีการผสมกันระหว่างฮอร์โมน IBA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นชนิดละ 1 ml/l ได้ถึง 43% (Table 8)

ลักษณะของรากที่เกิดขึ้น จะมีขนาดสั้น ไม่มีรากแขนง แต่ในการเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน IBA ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 2 ml/l ปรากฏรากขนานยาว และรากแขนงจำนวนมาก (Figure 4)

Table 8 ผลการตอบสนองของชิ้นส่วนในการชักนำราก ภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนชิ้นส่วน	จำนวนที่ติดเชื้อ	จำนวนที่แตกราก	%
MS + IBA 2 ml/l	32	4	4	14
MS + IBA 1 ml/l + NAA 1 ml/l	59	12	20	43

Figure 4 แสดงขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้พะยุง

ขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อ



ลักษณะที่ฟอกฆ่าเชื้อแล้ว



ลักษณะฟอกฆ่าเชื้อ และเกิดรา

ขั้นตอนการชักนำยอด



MS + BAP 20 ml/l

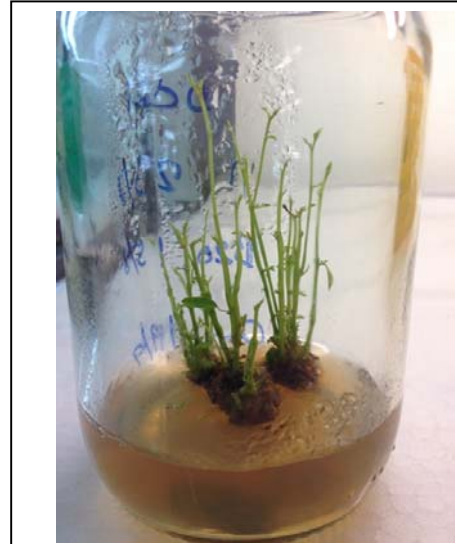


Figure 4 แสดงขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้พะยูน (ต่อ)

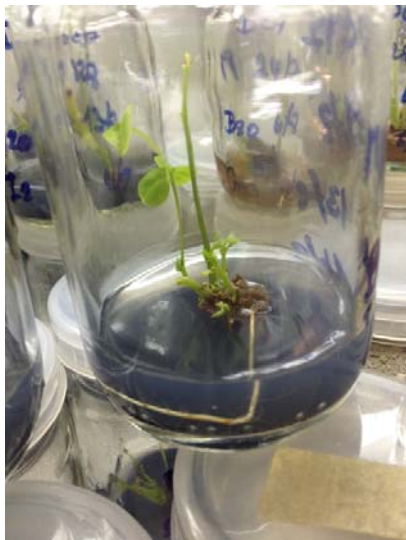
ขั้นตอนยัดยอด



MS + BAP 20 ml/l



ขั้นตอนการชักนำราก



MS + IBA 2 ml/l



MS + IBA 1 ml/l + NAA 1 ml/l

การศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพันธุ์ไม้พะยูนโดยใช้ส่วนข้อของยอดที่แตกต่างจากตาข้างของกิ่งที่ได้ปลูกเอาไว้ภายในพื้นที่ของ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง จังหวัดสระบุรีสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

1. การพอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวของชิ้นส่วนยอดที่แตกต่างจากตาข้างของไม้พะยูน โดยนำชิ้นส่วนแช่ลงในน้ำยาไฮเตอร์ที่ความเข้มข้น 5% ที่ผสมด้วยน้ำยาซันไลต์ 1-2 หยด เป็นเวลา 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วอีก 3 ครั้ง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพอกฆ่าเชื้อดีที่สุดได้ชิ้นส่วนที่ปราศจากเชื้อ 88%

2. ชิ้นส่วนข้อจากยอดที่แตกต่างจากตาข้างของกิ่งไม้พะยูน สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ในอาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP 20 ml/l โดยปรากฏยอดที่แตกต่างจากตาข้างมากที่สุด คิดเป็น 95% ในระยะเวลาประมาณ 4 สัปดาห์

3. การยึดตัวของยอดที่ได้จากการทดลองการชักนำให้เกิดยอดพบว่า การใส่ GA_3 0.5 ml/l ลงในอาหารสูตร MS ผสม BAP 20 ml/l สามารถช่วยให้ยอดยึดตัวดีกว่า อาหารสูตร MS ที่ผสม BAP ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันแต่ไม่ใส่ GA_3

4. การทดลองชักนำให้เกิดรากของยอดที่ได้จากการทดลองชักที่เติมฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซิน ได้แก่ IBA และ NAA โดยใช้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน ที่ 2 ml/l และการผสมกันระหว่างฮอร์โมน IBA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นชนิดละ 1 ml/l ชักนำให้เกิดยอด เมื่อนำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโต IBA ผสมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นชนิดละ 1 ml/l สามารถชักนำให้เกิดรากภายใน 4 สัปดาห์ โดยมีลักษณะของรากที่เกิดขึ้น ขนาดสั้น ไม่มีรากแขนง

หลังจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจนได้รากที่พัฒนามีสีน้ำตาลแล้ว ทำการเปิดคลาฟพลาสติกให้กล้าปรับตัวกับห้องเพาะเลี้ยงและห้องอุณหภูมิปกติก่อนหนึ่งวัน จากนั้นนำกล้าพะยูนออกจากขวดและล้างอุ่นออกเบาๆ ย้ายกล้าลงถาดมีวัสดุเพาะชำแก้วเคลือบ รดน้ำให้ชุ่ม ห่อลงถุงพลาสติกขนาดใหญ่ รัดปากถุงอย่างแน่นหนา การอนุบาลกล้าไม้ยังไม่ประสบผลสำเร็จ กล้าไม้จะตายทั้งหมดโดยระบบรากไม่ค่อยแข็งแรง ซึ่งจะพัฒนาหาวิธีการอนุบาลกล้าพะยูนต่อไป

4. อิทธิพลของระยะปลูกและปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของพะยูน

ผลจากการศึกษาการเจริญเติบโตของไม้พะยูนที่ระยะปลูก 6 ระยะ และการใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ย ปรากฏว่า ปัจจัยทั้งสองอย่างมีผลต่อการเจริญเติบโตทางความโตอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงไว้ใน Table 9. ซึ่งโดยสภาพรวมเมื่อแยกพิจารณาแต่ละปัจจัยจะพบว่า ระยะปลูกแคบเช่น 1x1 1x2 2x2 และ 2x3 เมตร จะมีความเจริญเติบโตทางความโตน้อยกว่าระยะปลูกที่กว้างของ 3x3 และ 4x4 เมตร โดยระยะปลูก 4x4 เมตร เมื่ออายุ 4 ปี จะให้ต้นพะยูนที่มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 เซนติเมตร หรือประมาณ 1 เซนติเมตร/ปี โดยต้นที่โตมากที่สุดเท่ากับ 6.8 เซนติเมตร (1.7 เซนติเมตร/ปี) ซึ่งเป็นผลจากการใส่ปุ๋ยอีกประการหนึ่ง หลังการปลูกได้ 6 เดือน ยังไม่เห็นความแตกต่างของการให้ปุ๋ยมากนัก แต่เมื่ออายุมากขึ้น

ผลของการใส่ปุ๋ยทำให้ต้นพะยูนมีการเจริญเติบโตทางความโตเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย เท่ากับ 0.26 0.64 0.53 และ 0.97 เซนติเมตร ในปี ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ Figure 5 แสดงถึงผลของการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นพะยูนที่ระยะปลูกต่างๆ จะสังเกตได้ว่า ทุกระยะปลูกและไม่ใส่ปุ๋ย การเจริญเติบโตทางความโตไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักในแต่ละช่วงเวลา เช่น ที่ระยะเวลา หลังการปลูก 4 ปี ในทุกระยะปลูก จะมีความโตอยู่ระหว่าง 3.15–3.44 เซนติเมตร เช่นเดียวกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยก็จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยมีความโตอยู่ระหว่าง 3.93–5.11 เซนติเมตร เมื่อระยะปลูกกว้างออกไป

เช่นเดียวกันการวิเคราะห์ค่าทางสถิติปรากฏว่า ระยะปลูกและปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตทางความสูงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 10) แต่การเจริญเติบโตทางความสูงนั้นจะให้ผลที่ตรงข้ามกับการเจริญเติบโตทางความโต โดยภาพรวมของแปลงปลูกทั้งหมดนั้นระยะปลูกแคบ เช่น 1x1 1x2 2x2 และ 2x3 เมตร จะมีความสูงมากกว่าที่ระยะปลูก 3x3 และ 4x4 เมตร เล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความเพิ่มพูนทางความสูงรายปีระหว่างระยะปลูกกับการให้ปุ๋ยปรากฏว่า ต่างกันเพียงเล็กน้อยเช่นกัน โดยระยะปลูก 1x1 1x2 2x2 2x3 3x3 และ 4x4 เมตร มีความเพิ่มพูนรายปีเท่ากับ 0.54 0.59 0.67 0.61 0.70 และ 0.60 เมตร ตามลำดับ Figure 6 เมื่อพิจารณาแยกดูความสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยกับการเจริญเติบโตทางความสูงของแต่ละปีแยกตามระยะปลูกที่ต่างกันค่อนข้างจะเป็นรูปแบบเดียวกัน โดยในปีที่ 1 จะแตกต่างกันไม่มากนักประมาณ 0.15–0.23 เมตร ระหว่างการใส่ปุ๋ยกับการไม่ใส่ปุ๋ยในแต่ละระยะปลูก แต่เมื่อต้นไม้โตขึ้นในปีที่ 2 เป็นต้นไปจะเริ่มเห็นความแตกต่างระหว่างแปลงใส่ปุ๋ยกับแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน โดยที่ระยะปลูกต่างกันไม่ผันแปรมากนัก ซึ่งในปีที่ 2 3 และ 4 ความแตกต่างทางความสูงระหว่างแปลงที่ใส่ปุ๋ยกับไม่ใส่ปุ๋ยเท่ากับ 0.61–0.74, 0.77–1.15 และ 1.03–1.39 เมตร ของแต่ละระยะปลูก

Table 9 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ANOVA การเจริญเติบโตทางความโตของไม้พะยูน

SOV	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Replication	3	27.91	9.30	18.28	
Spacing	5	11.34	2.27	4.46	<.001
Fertilizer	1	128.65	128.65	252.85	<.001
Time	4	3151.45	787.86	1548.50	<.001
Spacing.Fertilizer	5	6.67	1.33	2.62	0.026
Spacing,Time	20	15.73	0.79	1.55	0.071
Fertilizer.Time	4	56.31	14.08	27.67	<.001
S.F.T	20	11.54	0.58	1.13	0.319
Residual	177	90.06	0.51	4.18	
Total	1898	3196.48			

Table 10 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ANOVA การเจริญเติบโตทางความสูงโตของไม้พะยูน

SOV	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Replication	3	44.25	14.75	69.86	
Spacing	5	2.68	0.54	2.54	0.030
Fertilizer	1	207.03	207.03	980.45	<.001
Time	4	1581.12	395.28	1871.98	<.001
Spacing.Fertilizer	5	1.46	0.29	1.39	0.229
Spacing,Time	20	1.20	0.06	0.28	1.00
Fertilizer.Time	4	112.48	28.12	133.18	<.001
S.F.T	20	2.92	0.15	0.69	0.831
Residual	177	37.37	0.21	2.77	
Total	1898	1835.30			

ในการปลูกสร้างสวนป่านั้น การกำหนดระยะปลูกที่เหมาะสมจะทำให้ได้ผลผลิตที่มากที่สุดในช่วง
ระยะเวลารอบตัดพืชนั้น พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู และ คณะ (2538) ได้ศึกษาผลของระยะปลูกและการลิดกิ่ง
ต่อไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส พบว่า ผลของการลิดกิ่งที่ระยะปลูกต่างกันให้ค่าแตกต่าง Figure 6
ความเจริญเติบโตทางความสูงของไม้พะยูงที่ระยะปลูกและการใส่ปุ๋ยต่างกัน

Figure 5 ความเจริญเติบโตทางความโตที่คอของไม้พะยูนที่ระยะปลูก และการใส่ปุ๋ยต่างกัน

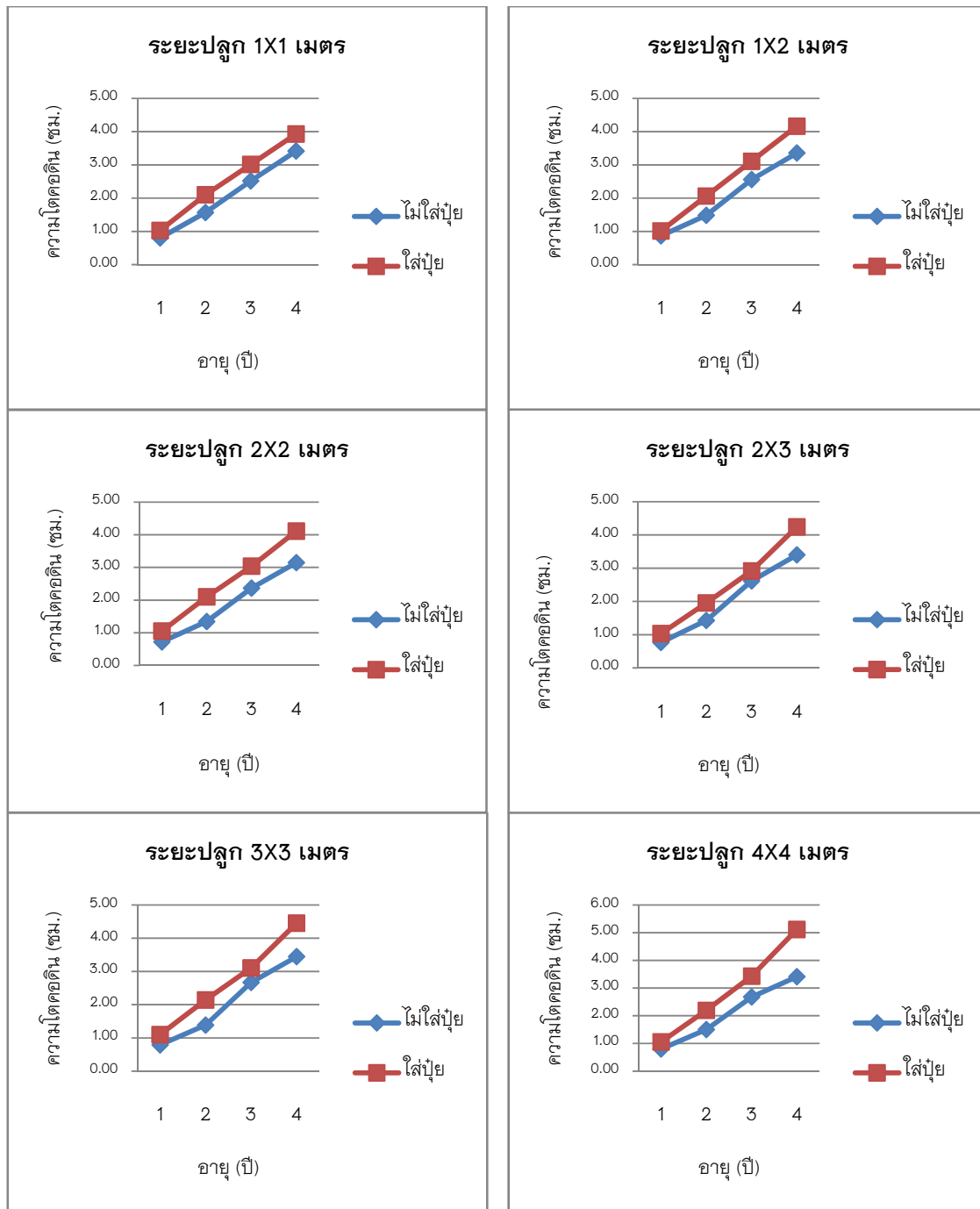


Figure 6 ความเจริญเติบโตทางความสูงของไม้พะยูนที่ระยะปลูก และการใส่ปุ๋ยต่างกัน

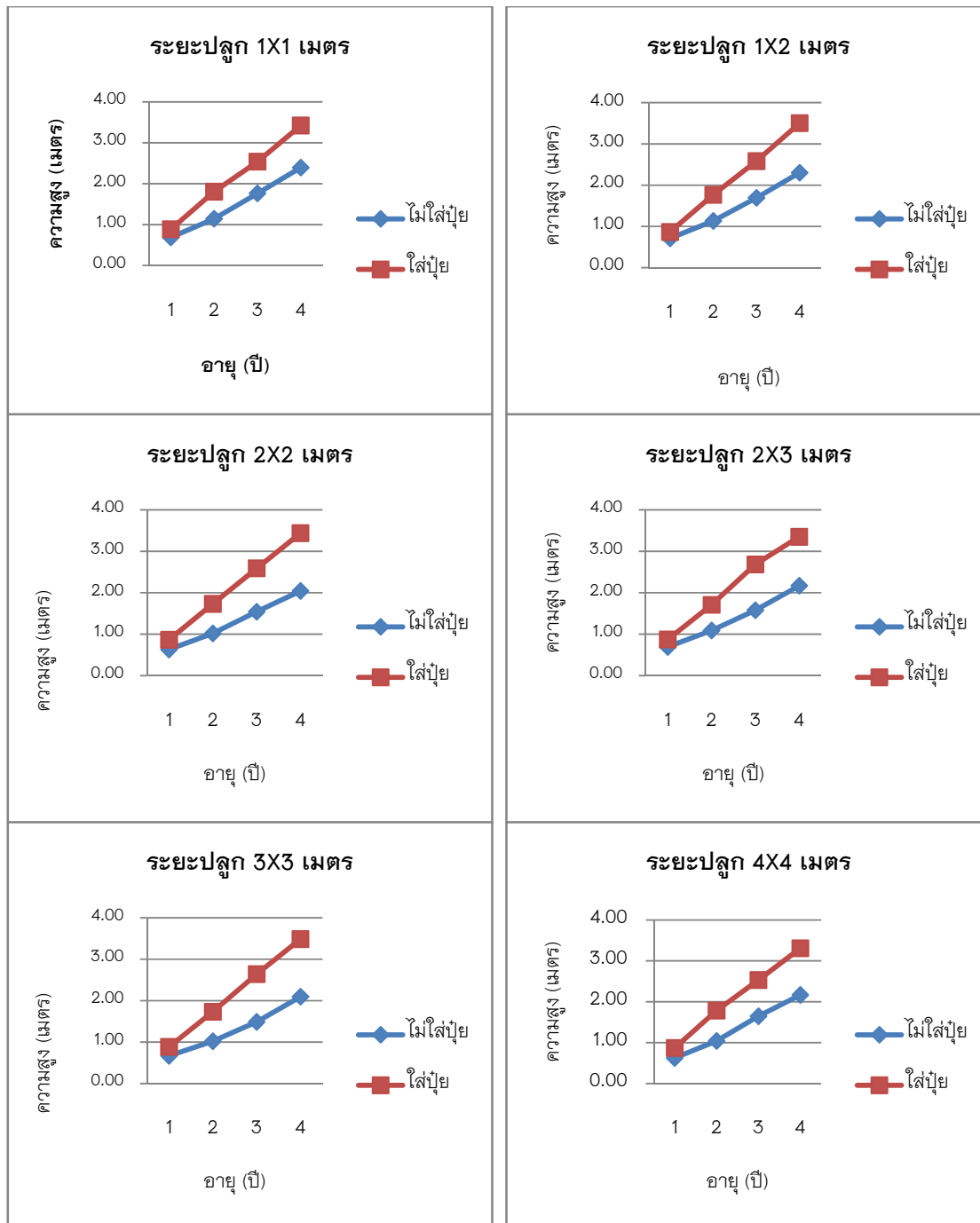


Figure 7 ลักษณะรูปทรงของไม้พะยูน ในแปลงทดลองระยะปลูกต่างๆ



ระยะปลูก 2x2 เมตร



ระยะปลูก 3x3 เมตร



ระยะปลูก 4x4 เมตร

Figure 8 ลักษณะรูปทรงของต้นไม้พะยุง ที่ระยะปลูกต่างกัน วัดป่าคำเจริญ ต.วังทอง อ.บ้านดุง จ.อุดรธานี

ระยะปลูก 2X2 เมตร



ระยะปลูก 2X4 เมตร



ด้านการเจริญเติบโตทั้งความสูงและความโตอย่างมีนัยสำคัญ รุ่งเรือง พูลศิริ และ พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู (2539) พบว่า รูปทรงของลำต้นจะเปลี่ยนไปตามระยะปลูก โดยระยะปลูกแคบจะเพิ่มปริมาณผลผลิตของลำต้นที่ปราศจากกิ่งมากกว่าการปลูกที่ระยะปลูกกว้างนั้นคือ มีความเร็วเพิ่มมากขึ้น แต่เนื่องจากไม้ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วค่าความแตกต่างนี้จึงเห็นได้ชัดเจน ในกรณีของไม้พะยูนซึ่งมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ไม้ยูคาลิปตัส ลักษณะของรูปทรงของลำต้นและกิ่งก้านยังไม่เห็นเด่นชัด Figure 7 แสดงถึงลักษณะรูปทรงของต้นพะยูนในแปลงทดลองที่ระยะปลูกต่างกัน เนื่องจากอายุของต้นไม้ยังน้อย จึงยังไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน แต่ก็มีแนวโน้มที่ระยะปลูกที่กว้างจะมีรูปทรงที่กว้างขึ้น Figure 8 แสดงถึงลักษณะรูปทรงของต้นพะยูนที่ระยะปลูก 2x2 และ 2x4 เมตร ซึ่งปลูกที่อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งมีอายุประมาณ 20 ปี จะเห็นความแตกต่างกัน โดยระยะปลูก 2x2 เมตร จะให้ลำต้นที่เปลาตรงกว่า ส่วนระยะปลูก 2x4 เมตร ลำต้นจะมีการบิดงอไปมาเพิ่มขึ้นและมีทรงพุ่มกว้างขึ้น ดังนั้นการปลูกในระยะชิดกันก่อน นอกจากจะช่วยให้วัชพืชน้อยแล้ว อาจจะช่วยให้กล้าไม้พะยูนมีความแข่งขันด้านความสูง ส่งผลให้ต้นไม้เปลาตรงและมีการบิดคดงอน้อยลง ซึ่งในระยะต่อไปควรมีการศึกษาการลิดกิ่งและตัดสาขายาระยะ มีส่วนเพิ่มการเจริญเติบโตและรูปทรงของลำต้นอย่างไร ซึ่งจะส่งผลไปถึงความเชื่อมั่นในการปลูกไม้พะยูนเป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศในอนาคต

สวนป่าที่ได้รับการปฏิบัติทางวนวัฒนที่ดีย่อมให้ผลผลิตที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพที่เหนือกว่าสวนป่าอื่น เช่น การควบคุมความหนาแน่นของต้นไม้อายุในสวนป่าในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้มีการกระจายของต้นไม้อย่างสม่ำเสมอและเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นไม้จากการลดการแก่งแย่งของสิ่งแวดล้อมต่างๆ รวมทั้งให้มีการเก็บเมล็ดไม้เพื่อกระจายพันธุ์ไปสู่พื้นที่อื่นๆ รวมทั้งพัฒนาวิธีการสืบต่อพันธุ์ไปจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต สำหรับไม้พะยูนนั้นการศึกษาทางวนวัฒนวิธียังต้องดำเนินการอีกมากไม่ว่าการพัฒนาของกล้าไม้ในเรือนเพาะชำ การพัฒนาการขยายพันธุ์ให้ดีขึ้นและการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากการขยายพันธุ์วิธีต่างๆ โรคและแมลงในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต การลิดกิ่งและตัดสาข พันธ์กรรมกับการเพิ่มผลผลิตสวนป่า การทำความสะอาด สวนป่ากับการเพิ่มผลผลิต โดยเฉพาะไม้เถาเลื้อยจะเป็นปัญหากับสวนไม้พะยูนมาก ความเหมาะสมของพื้นที่กับสวนป่าพะยูน เช่น พื้นที่น้ำมาก แห้งแล้ง ลักษณะดินและธาตุอาหาร การประเมินผลผลิตและการรวบรวมข้อมูลแปลงสวนป่าพะยูนเดิม เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการสวนป่าพะยูนเชิงเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

สรุปผล

ผลการศึกษาการพัฒนานวนวัฒนวิธีนี้อาจมีส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากการขาดแคลนข้อมูลเบื้องต้นของไม้พะยูนโดยเฉพาะข้อมูลการบริหารจัดการสวนป่าและการปรับปรุงพันธุ์ ผลของการวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดต่อไปได้ สรุปผลของการศึกษาแบ่งเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. การศึกษาการขยายพันธุ์ไม้พะยูนโดยเมล็ด ผลปรากฏว่า การเพาะเมล็ดพะยูนควรเป็นเมล็ดสีเหลืองเท่านั้น และไม่จำเป็นต้องเร่งการงอก จะให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า 90% อย่างไรก็ตาม ควรย้ายชำกล้าเฉพาะเมล็ดที่งอกภายใน 14 วัน จะให้กล้าที่มีคุณภาพดีโตเร็ว

2. การขยายพันธุ์ไม้พะยูนโดยไม่อาศัยเพศ

2.1. การตัดชำ (Cutting) ผลการศึกษาเทคนิคการตัดชำกล้าไม้พะยูนโดยพิจารณาจากลักษณะของกิ่งชำและชนิดของฮอร์โมนที่ใช้ ขนาดของกิ่งชำจากยอดอ่อนที่ใช้คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนยอด จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกันคือ 3.10 ± 1.05 2.37 ± 0.47 และ 1.56 ± 0.39 มิลลิเมตร ตามลำดับ ปรากฏว่า หากไม่มีการใช้ฮอร์โมนเร่งราก กิ่งชำพะยูนจะมีเปอร์เซ็นต์รอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 17.12 ± 8.95 แต่ถ้าหากใช้ฮอร์โมนเร่งรากแล้วเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยของกิ่งชำจะเพิ่มขึ้นเป็น 30.55 ± 12.77 และมีค่าเฉลี่ยการปักชำที่ประสบผลสำเร็จเท่ากับ $27.20 \pm 15.83\%$ ซึ่งยังอยู่ระดับต่ำ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมให้ได้เปอร์เซ็นต์การติดเพิ่มขึ้นและพัฒนาระบบรากให้สมบูรณ์

2.2. การเสียบยอด (Grafting) ผลการศึกษาการปฏิบัติเพื่อหาวิธีการเสียบยอดพบว่า วิธีการต่อกิ่งแบบเข้าลิ้นเหมาะกับไม้พะยูน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำการเสียบยอดเป็นช่วงที่ตามีการพักตัวประมาณเดือนธันวาคมถึงมีนาคม หรือก่อนช่วงฤดูฝน โดยผลสำเร็จของการเสียบยอดระหว่าง 80–100%

3. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพะยูน

3.1 การฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวของชิ้นส่วนยอดที่แตกจากตาข้างของไม้พะยูน โดยนำชิ้นส่วนแช่ลงในน้ำยาไฮเตอร์ที่ความเข้มข้น 5% ที่ผสมด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ 1–2 หยด เป็นเวลา 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วอีก 3 ครั้ง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการฟอกฆ่าเชื้อดีที่สุดได้ชิ้นส่วนที่ปราศจากเชื้อ 88%

3.2. ชิ้นส่วนข้อจากยอตที่แตกจากตาข้างของกิ่งไม้พะยูน สามารถชักนำให้เกิดยอตได้ในอาหารสูตร MS ที่มีฮอร์โมน BAP 20 ml/l โดยปรากฏยอตที่แตกจากตาข้างมากที่สุด คิดเป็น 95% ในระยะเวลาประมาณ 4 สัปดาห์

3.3. การยึดตัวของยอตที่ได้จากการทดลองการชักนำให้เกิดยอต พบว่าการใส่ GA₃ 0.5 ml/l ลงในอาหารสูตร MS ผสม BAP 20 ml/l สามารถช่วยให้ยอตยึดตัวดีกว่าอาหารสูตร MS ที่ผสม BAP ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันแต่ไม่ใส่ GA₃

3.4. การทดลองชักนำให้เกิดรากของยอตที่เติมฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซิน ได้แก่ IBA และ NAA โดยการผสมกันระหว่างฮอร์โมน IBA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นชนิดละ 1 ml/l สามารถชักนำ ให้เกิดรากภายใน 4 สัปดาห์ โดยมีลักษณะของรากที่เกิดขึ้น ขนาดสั้น ไม่มีรากแขนง

4. อิทธิพลของระยะปลูกและปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของพะยูน ผลการทดลองสรุปได้ว่าปัจจัยทั้งสองอย่างมีผลต่อการเจริญเติบโตทางความโตและความสูงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งโดยสภาพรวมเมื่อแยกพิจารณาแต่ละปัจจัยจะพบว่า ระยะปลูกแคบเช่น 1x1 1x2 2x2 และ 2x3 เมตร จะมีความเจริญเติบโตทางความต่อน้อยกว่าระยะปลูกที่กว้างของ 3x3 และ 4x4 เมตร โดยระยะปลูก 4x4 เมตร เมื่ออายุ 4 ปี จะให้ต้นพะยูนที่มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 เซนติเมตร แต่การเจริญเติบโตทางความสูงนั้นจะให้ผลที่ตรงข้ามกับการเจริญเติบโตทางความโต โดยภาพรวมของแปลงปลูกทั้งหมดนั้น ระยะปลูกแคบเช่น 1x1 1x2 2x2 และ 2x3 เมตร จะมีความสูงมากกว่าที่ระยะปลูก 3x3 และ 4x4 เมตร เล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความเพิ่มพูนทางความสูงรายปีระหว่างระยะปลูกกับการให้ปุ๋ยปรากฏว่าต่างกันเพียงเล็กน้อยเช่นกัน โดยระยะปลูก 1x1 1x2 2x2 2x3 3x3 และ 4x4 เมตร มีความเพิ่มพูนรายปีเท่ากับ 0.54 0.59 0.67 0.61 0.70 และ 0.60 เมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยกับการเจริญเติบโตทางความโตและความสูงของแต่ละปีแยกตามระยะปลูกที่ต่างกันค่อนข้างจะเป็นรูปแบบเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะดำเนินงานโครงการวิจัยขอขอบคุณ คุณวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ หัวหน้างานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย ที่ให้คำแนะนำและวิเคราะห์ข้อมูลผลการดำเนินงาน และขอขอบคุณ คุณจรัส ช้วนนะ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก คุณชัยสิทธิ์ เลี้ยงศิริ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยห้วยสัก และคุณคงศักดิ์ มีแก้ว หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง และคุณธีรวัฒน์ อ่อนสำลี (อำนวยการศูนย์จัดการป่าสงวนแห่งชาติน้ำตกเขาอีโต้ จังหวัดปราจีนบุรี) ในขณะทำงานวิจัยนี้ที่อนุญาตให้เก็บสายพันธุ์เพื่อการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐากร เสมสันทัต และ บัณฑิต โพธิ์น้อย 2554. เทคนิคการปักชำพันธุ์ไม้ป่า กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 36 หน้า.
- ณัฐากร เสมสันทัต บัณฑิต โพธิ์น้อย ธิดิ วิสารรัตน์ สมบูรณ์ บุญยืน จำนรรจ์ เพียรอนุรักษ์ ดุริยะ สถาพร สาริจน์ วัฒนสุขสกุล 2556. คู่มือ เทคนิคการขยายพันธุ์ไม้ป่าแบบไม่อาศัยเพศ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 40 หน้า.
- บุญเทือง โพธิ์เจริญ 2544. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาคบรรยาย สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต ปทุมธานี 130 หน้า.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี 2538. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 158 หน้า.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ ปรีชา ธรรมานนท์ บัณฑิต ประไชโย และ คณิต ม่วงนิล 2538 ผลของระยะปลูกและความหนาของการลิดกิ่งต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส วารสารวนศาสตร์ 14: 118-130.
- วินัย ศิริกุล 2534. การเจริญเติบโตของต้นไม้และสวนป่า สัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 5 กรมป่าไม้ หน้า 18-21.
- รุ่งเรือง พูลศิริ และ พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ 2539. ผลของความหนาแน่นของการปลูกป่าต่อรูปทรงของไม้ยูคาลิปตัส รายงานสัมมนาววนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 6 “วนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม 100 ปี กรมป่าไม้” กรมป่าไม้ หน้า 223-236.
- สอาด บุญเกิด 2534. งานวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า การสัมมนาทางวนวัฒนวิธี ครั้งที่ 5 กรมป่าไม้ หน้า 13-17.
- Bhodthipuks, J. 1999. Physical and Physiological Characteristics of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre Seeds in Thailand. Thesis, Master of Science (Forestry), Kasetsart University, Thailand. 77 pages.
- Mishra, M. 1991. The quality of *Dalbergia sissoo* seeds as affected by seed coat color. Vaniki-Sandesh. 15(4): 13-15.

Murashige, T. and F. Skoog 1962. A revised medium for rapid growth and bioassaya with tobacco tissue culture. *Phisiologia Pl.* 15: 473–497.

Pukittayacamee, P. 1987. Seed maturation in *Acacia auriculiformis*. M.S. Thesis, Univ. of Alberta, Canada.

Rimbawanto, A., P. Coolbear and A. Firth. 1989. Morphological and physiological changes associated with the onset of germinability in *Pinus radiata* (D. Don) seed. *Seed Sci. & Technol.* 17: 399–411.

Srimathi, P., R.S.V. Rai and C. Surendran. 1991. Studies on the effect of seed coat colour and seed size on seed germination in *Acacia mellifera* (Vahl) Benth. *Indian J. of For.* 14(1): 1–4.

การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กรรมเบื้องต้นของกล้าไม้ประดู่ ในเรือนเพาะชำและแปลงทดลอง

Early genetic testing and selection in *Pterocarpus macrocarpus* seedlings grown in the nursery and field

ชัยสิทธิ์ เลียงศิริ¹ (CHAIYASIT LIENGSIKI)

บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง² (BUNDIT HONGTHONG)

ศุริยะ สถาพร³ (DURIYA STAPORN)

บทคัดย่อ

การศึกษากการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กรรมเบื้องต้นของกล้าไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและแปลงทดลอง ดำเนินการโดยศึกษาการเติบโตของกล้าไม้ที่อนุบาลในเรือนเพาะชำเป็นเวลา 6 เดือน ต่อเนื่องด้วยการปลูกทดลองในแปลงภาคสนามเป็นเวลา 2 ปี โดยใช้กล้าไม้จากแม่ไม้ประดู่จำนวน 20 ต้น จากทั้งหมด 4 ประชากรหรือแหล่งเมล็ดไม้ ผลการศึกษาพบว่า การเติบโตของกล้าไม้ทั้งในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองมีความแตกต่างกันทั้งระหว่างประชากรและระหว่างแม่ไม้ทั้งความสูงและความโต กล้าไม้ในเรือนเพาะชำที่อายุ 6 เดือน มีความสูงเฉลี่ย 41.1 เซนติเมตร และมีความโตเฉลี่ย 0.85 เซนติเมตร โดยกล้าไม้จากกำแพงเพชรมีการเติบโตมากที่สุด (ความสูงเฉลี่ย 53.8 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 1.0 เซนติเมตร) รองลงมาคือกล้าไม้จากสระบุรี (ความสูงเฉลี่ย 45.8 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 0.91 เซนติเมตร) นครราชสีมา (ความสูงเฉลี่ย 36.1 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 0.78 เซนติเมตร) และขอนแก่นซึ่งโตน้อยสุด (ความสูงเฉลี่ย 25.8 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 0.65 เซนติเมตร) สำหรับการเติบโตของกล้าไม้ระหว่างแม่ไม้ต่าง ๆ จากทั้ง 4 ประชากรพบว่า แม่ไม้ที่กล้าไม้มีการเติบโตมากที่สุด มีความสูงและความโตเฉลี่ยเฉลี่ยเท่ากับ 62.6 และ 1.09 เซนติเมตรตามลำดับ ในขณะที่แม่ไม้ที่กล้าไม้มีการเติบโตน้อยสุด มีความสูงและความโตเฉลี่ยเฉลี่ยเท่ากับ 22.8 และ 0.57 เซนติเมตร ตามลำดับ

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail: cliengsiri@gmail.com

² นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail: bundit42@gmail.com

³ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail: pomm_dry@hotmail.com

การเติบโตของกล้าไม้ที่ปลูกในแปลงทดลองเป็นเวลา 2 ปี มีความสูงและความโตเฉลี่ย 135.2 และ 2.60 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยกล้าไม้จากกำแพงเพชรยังคงมีการเติบโตมากที่สุด (ความสูงเฉลี่ย 148.9 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 2.84 เซนติเมตร) รองลงมาคือกล้าไม้จากนครราชสีมา (ความสูงเฉลี่ย 147.8 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 2.76 เซนติเมตร) สระบุรี (ความสูงเฉลี่ย 144.2 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 2.72 เซนติเมตร) และขอนแก่น (ความสูงเฉลี่ย 101.4 เซนติเมตร และความโตเฉลี่ย 2.22 เซนติเมตร) ส่วนการเติบโตของกล้าไม้ระหว่างแม่ไม้ต่าง ๆ จากทั้ง 4 ประชากรพบว่าแม่ไม้ซึ่งกล้าไม้มีการเติบโตมากที่สุด มีความสูงและความโตเฉลี่ย 194.8 และ 3.47 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่แม่ไม้ซึ่งกล้าไม้มีการเติบโตน้อยสุด มีความสูงและความโตเฉลี่ย 90.7 และ 1.95 เซนติเมตร ตามลำดับ การเติบโตของกล้าไม้ประจักษ์ทั้งความสูงและความโต นอกจากมีการเปลี่ยนแปลงลำดับของการเติบโตตามอายุแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กันระหว่างอายุในเชิงบวกอีกด้วย ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่าผลการศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกกล้าไม้ประจักษ์ที่มีคุณภาพทางพันธุกรรมที่ดีในเรือนเพาะชำ เพื่อนำไปใช้ปลูกสร้างสวนป่า ซึ่งจะได้สวนป่าที่มีผลผลิตสูงในอนาคต

คำหลัก: ประจักษ์// การเติบโต// ความผันแปรทางพันธุกรรม// การคัดเลือกพันธุกรรมเบื้องต้น

ABSTRACT

The study on early genetic testing and selection in *Pterocarpus macrocarpus* seedlings grown in the nursery and field was conducted by investigating seedling growth among 20 families from four populations. Seedlings were grown in the nursery for six months and subsequently they were out planted in the field for two years for growth assessment. The results revealed that both height and diameter growths of seedlings grown in the nursery and in the field varied among populations and families. In the nursery, six months old seedlings had the average height and diameter of 41.1 and 0.85 cm, respectively. Among four populations, seedlings from Kamphaengphet out performed seedlings from other populations with the average height and diameter of 53.8 and 1.0 cm, respectively. Seedlings from Saraburi (average height and diameter of 45.8 and 0.91 cm, respectively) and Nakhonratchasima (average height and diameter of 36.1 and 0.78 cm, respectively) had moderate growth whereas seedlings from Khonkhaen had less growth with the average height and diameter of 25.8 and 0.65 cm, respectively. Among 20 families, seedlings from family with maximal growth had the average height and diameter of 62.8

and 1.09 cm, respectively, while seedlings from family with minimal growth had the average height and diameter of 22.8 and 0.57 cm, respectively.

The average height and diameter growths of seedling grown in the field for two years were 135.2 and 2.6 cm, respectively. Seedlings from Kamphaengphet still out performed seedlings from other three populations with the average height and diameter of 148.9 and 2.84 cm, respectively. Seedlings from Nakhonratchasima (average height and diameter of 147.8 and 2.76 cm, respectively) and Saraburi (average height and diameter of 144.2 and 2.72 cm, respectively) had moderate growth whereas seedlings from Khonkhaen had less growth with the average height and diameter of 101.4 and 2.22 cm, respectively. Among 20 families, seedlings from family with maximal growth had the average height and diameter of 194.8 and 3.47 cm, respectively, while seedlings from family with minimal growth had the average height of 90.7 cm and diameter of 1.95 cm. Both height and diameter growths of *P. macrocarpus* seedlings not only changed in rank as age increased but also positively correlated between age classes. This implied that the results can be applied in selecting high genetic quality seedlings from the nursery for out planting in the field which will be a high productivity plantation in the future.

Keywords: *Pterocarpus macrocarpus*// growth// genetic variation// early genetic selection

คำนำ

การปลูกสร้างสวนป่าเป็นการดำเนินการที่ต้องใช้ต้นทุนสูงและใช้ระยะเวลายาวนาน ก่อนที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพันธุ์ไม้ที่โตช้า เช่น ประดู่ เป็นต้น ดังนั้นการใช้กล้าไม้ที่มีคุณภาพทางพันธุกรรมจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่จะได้สวนป่าที่มีผลผลิตสูงและมีผลตอบแทนที่คุ้มค่าในอนาคต แต่การปลูกสร้างสวนป่าเท่าที่ผ่านมามีการคำนึงถึงความสำคัญของคุณภาพทางพันธุกรรมของกล้าไม้น้อยมาก เมล็ดไม้ที่นำมาเพาะกล้าไม้มักจะเก็บจากแม่ไม้ทั่วไป ซึ่งอาจจะมีคุณภาพทางพันธุกรรมทั้งที่ดีและไม่ดี กล้าไม้ที่นำไปใช้ในการปลูกป่าอาจจะมีการเติบโตดีในเรือนเพาะชำ แต่เมื่อนำไปปลูกในพื้นที่ภาคสนาม ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากสภาพแวดล้อมในเรือนเพาะชำ และมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเสมอ อาจจะมีการเติบโตไม่ดีหรือไม่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ผันผวนได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพทางพันธุกรรมของกล้าไม้ ดังนั้นการคัดเลือกกล้าไม้ที่มีคุณภาพทางพันธุกรรมที่ดี จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิตของสวนป่า การคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพทาง

พันธุกรรมในขณะที่ต้นไม้ยังมีอายุไม่มากหรือก่อนถึงรอบตัดฟัน เป็นวิธีการที่ได้มีการศึกษาและพบว่ามีความโน้มเป็นไปได้ โดยอาศัยความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ของต้นไม้ขณะอายุน้อย (Juvenile trait) กับลักษณะเมื่ออายุมากขึ้น (Mature trait) (Overton and Ching, 1978) Waxler and van Buijtenen (1981) พบว่าอัตราการเติบโตของกล้าไม้สน Loblolly pine ในเรือนเพาะชำ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาตรของต้นไม้จากแม่ไม้เดียวกันเมื่ออายุ 8 ปี Lambeth (1980) ได้วิเคราะห์ผลการศึกษาลำดับพันธุกรรมไม้ป่าหลายชนิด และสรุปว่าความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของต้นไม้ที่ระดับอายุต่าง ๆ (Age-to-age correlations) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดอายุสำหรับการคัดเลือกเบื้องต้นที่เหมาะสมได้ เช่น การคัดเลือกเมื่อต้นไม้มีอายุ 6 และ 8 ปี จะมีผลลัพธ์เช่นเดียวกับการคัดเลือกเมื่อถึงรอบตัดฟันสำหรับต้นไม้ อายุ 30 และ 40 ปี ตามลำดับ

ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) เป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญ และเป็นพันธุ์ไม้ที่นิยมในการปลูกสร้างสวนป่า Liengsiri (1999) ศึกษาการเติบโตของกล้าไม้ประดู่ อายุ 6 เดือน จากแม่ไม้จำนวน 112 สายพันธุ์ที่อนุบาลในเรือนเพาะชำ พบว่ามีการเติบโตที่แตกต่างกันระหว่างกล้าไม้จากแม่ไม้ต่าง ๆ อย่างไรก็ตามการศึกษาข้างต้นเป็นการศึกษาการเติบโตของกล้าไม้ระยะสั้นในเรือนเพาะชำ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ดังนั้นกล้าไม้จากสายพันธุ์เหล่านี้ หากนำไปปลูกในพื้นที่ภาคสนาม อาจจะมีรูปแบบการเติบโตที่แตกต่างจากที่พบในเรือนเพาะชำก็ได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมในพื้นที่ภาคสนาม มักมีความผันผวนมากกว่าสภาพแวดล้อมในเรือนเพาะชำ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าหาแนวทางพันธุกรรมของการเติบโตของกล้าไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองภาคสนามควบคู่กันไป จึงมีความสำคัญต่อการนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพ ก่อนนำไปปลูกในพื้นที่ภาคสนามต่อไป การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ของการเติบโตของกล้าไม้ประดู่ที่อนุบาลในเรือนเพาะชำ และปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม และเพื่อกำหนดแนวทางการคัดเลือกคุณภาพทางพันธุกรรมเบื้องต้นของกล้าไม้ในเรือนเพาะชำ

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยสระแก้ว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอรังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

1. การเก็บตัวอย่างเมล็ดไม้และการเตรียมกล้าไม้

เก็บผลประดู่จากแม่ไม้ประดู่ที่มีลักษณะรูปทรงดีจำนวน 20 ต้น จากประชากร (Population) หรือแหล่งเมล็ดไม้ (Seed source) จำนวน 4 แหล่ง ประกอบด้วยขอนแก่น (Khonkhaen) นครราชสีมา (Nakhonratchasima) สระบุรี (Saraburi) และกำแพงเพชร (Kamphaengphet) โดยแต่ละแหล่งจะมีแม่ไม้ (Seed tree หรือ family) จำนวน 4-6 ต้น (Table 1) นำผลประดู่มาทำการแยกเมล็ดออกจากผล โดยเมล็ดที่ได้จะเก็บแยกไว้สำหรับแต่ละแม่ไม้ เพื่อใช้เพาะกล้าไม้สำหรับการทดลองต่อไป

นำเมล็ดมาเพาะเพื่อเตรียมกล้าไม้โดยแยกตามแม่ไม้ ในเรือนเพาะชำที่ใช้วัสดุปลูกแสง 50% เพาะเลี้ยงกล้าไม้ในถุงเพาะชำพลาสติกขนาด 2x6 นิ้ว โดยใช้วัสดุเพาะชำที่ประกอบด้วย หนาดิน : แกลบ : ปุ๋ยคอก ในสัดส่วน 2 : 1 : 1 โดยปริมาตร อนุบาลกล้าไม้ในเรือนเพาะชำเป็นเวลา 2 เดือน ก่อนลุ่มตัวอย่างกล้าไม้ที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงไปใช้ในการทดลองต่อไป

Table 1. Populations and families in each population for seed collection of *P. macrocarpus* used in the experiment.

Population	Family	Population	Family
Khonkhan	KK01	Nakhonratchasima	NM02
	KK02		NM06
	KK03		NM09
	KK06		NM11
	KK16*		NM18
	KK17		NM20
Saraburi	SR01	Kamphaengphet	KP01
	SR04		KP02
	SR06		KP09
	SR08		KP11

* Not included in the field study because of insufficient seedlings.

2. การทดลองในเรือนเพาะชำ

นำกล้าไม้ที่สุ่มมาย้ายปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว เพื่อให้กล้าไม้เติบโตได้อย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง การวางแผนการทดลองในเรือนเพาะชำเป็นแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design) โดยมีจำนวน 12 ซ้ำ (Replication) ใช้กล้าไม้จากแม่ไม้ทั้ง 20 ต้น และมีขนาดหน่วยทดลอง (Experimental unit) ของแต่ละแม่ไม้ในแต่ละซ้ำจำนวน 4 ต้น (4-tree plot) รวมจำนวนกล้าไม้ที่ใช้ในการทดลอง 960 ต้น การทดลองนี้ดำเนินการในเรือนเพาะชำที่ใช้วัสดุพลาสติกใส 50%

การทดลองในเรือนเพาะชำดำเนินการเป็นเวลา 6 เดือน โดยเก็บข้อมูลการเติบโตของกล้าไม้ทางด้านความสูง (Height) และความโตหรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) ของลำต้นที่ระดับผิวดิน การเก็บข้อมูลการเติบโตดำเนินการรวม 3 ครั้ง คือหลังจากการย้ายกล้าลงปลูกในกระถาง ซึ่งกำหนดให้มีอายุ 0 เดือน และเมื่อกล้าไม้มีอายุ 3 เดือน และ 6 เดือน หลังจากการปลูกในกระถาง

3. การทดลองในแปลงทดลองภาคสนาม

การทดลองภาคสนามดำเนินการต่อเนื่องจากการทดลองในเรือนเพาะชำ กล้าไม้ที่ใช้ปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม เป็นกล้าไม้ที่ใช้ในการทดลองในเรือนเพาะชำมาแล้ว 6 เดือน โดยสุ่มกล้าไม้ที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงจำนวน 15 ต้นจากแต่ละแม่ไม้ มาปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม แต่เนื่องจากแม่ไม้ KK16 (Table 1) มีจำนวนกล้าไม้ไม่เพียงพอ จึงไม่ได้รวมอยู่ในการทดลองภาคสนาม การวางแผนการทดลองในภาคสนามเป็นแบบบล็อกสมบูรณ์เช่นเดียวกัน โดยมีจำนวน 5 ซ้ำ ใช้กล้าไม้จากแม่ไม้ 19 ต้น และมีขนาดหน่วยทดลองของแต่ละแม่ไม้ในแต่ละซ้ำจำนวน 3 ต้น (3-tree plot) รวมจำนวนกล้าไม้ที่ใช้ในการทดลอง 285 ต้น การปลูกกล้าไม้ในแปลงทดลองภาคสนามใช้ระยะห่างระหว่างต้น 1.5x1.5 เมตร

การทดลองในแปลงทดลองภาคสนามดำเนินการเป็นเวลา 2 ปี โดยเก็บข้อมูลการเติบโตของกล้าไม้ทางด้านความสูง และความโตหรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับเหนือดิน 5 เซนติเมตร การเก็บข้อมูลการเติบโตดำเนินการรวม 3 ครั้ง คือหลังจากการปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม ซึ่งกำหนดให้มีอายุ 0 ปี และเมื่อกล้าไม้มีอายุ 1 ปี และ 2 ปี หลังจากการปลูกในแปลงทดลอง และเมื่อครบ 2 ปี ทำการสุ่มตัวอย่างกล้าไม้จำนวน 2 ซ้ำ และนำมาหามวลชีวภาพ (Biomass) หรือน้ำหนักอบแห้ง (Oven dry weight) ของส่วนที่อยู่เหนือดิน (Shoot dry weight: ShootDW) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของใบและลำต้นรวมกัน และส่วนของราก (Root dry weight: RootDW) รวมทั้งการหาผลรวมของ ShootDW และ RootDW เป็นค่ามวลชีวภาพรวมของทั้งต้น (Total dry weight: TotalDW) การหาน้ำหนักแห้งดำเนินการโดยนำส่วนต่าง ๆ ของกล้าไม้มาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ของการทดลองในเรือนเพาะชำและแปลงทดลองภาคสนาม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือวาเรียนซ์ (Analysis of variance) และกำหนดให้ปัจจัยต่าง ๆ เป็นแบบสุ่ม (Random effect) โดยมีแบบหุ่น (General linear model) คือ

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + P_j + RP_{ij} + F_k(P_j) + RF_{ik}(P_j) + E_{ijkl}$$

โดยมีปัจจัยต่าง ๆ ในแบบหุ่นดังนี้

- μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร
- R_i = Replication ที่ i โดย i มีค่า 1 ถึง 12; 1 ถึง 5; หรือ 1 ถึง 2 ขึ้นอยู่กับการทดลอง
- P_j = Population ที่ j โดย j มีค่า 1 ถึง 4
- RP_{ij} = Interaction ระหว่าง Replication และ Population
- $F_k(P_j)$ = Family ที่ k โดย k มีค่า 1 ถึง 20; หรือ 1 ถึง 19 ขึ้นอยู่กับการทดลอง
- $RF_{ik}(P_j)$ = Interaction ระหว่าง Replication และ Family
- E_{ijkl} = ค่าความคลาดเคลื่อน

นอกจากนั้น ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองในเรือนเพาะชำและแปลงทดลองภาคสนาม โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation) เพื่อศึกษารูปแบบและความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของกล้าไม้ที่ปลูกในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองภาคสนาม

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

กล้าไม้ประดู่ที่ทดลองในเรือนเพาะชำ มีการเติบโตที่แตกต่างกันระหว่างประชากรและระหว่างแม่ไม้ทั้งความสูงและความโต (Table 2) กล้าไม้ที่อายุ 6 เดือน มีความสูงและความโตเฉลี่ยเท่ากับ 41.1 และ 0.85 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยกล้าไม้จากกำแพงเพชรมีการเติบโตทั้งด้านความสูงและความโตมากที่สุด รองมาได้แก่กล้าไม้จากสระบุรี นครราชสีมา และขอนแก่น โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 53.8, 45.8, 36.1 และ 25.8 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความโตเฉลี่ยเท่ากับ 1.00, 0.91, 0.78 และ 0.65 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) สำหรับการเติบโตทั้งด้านความสูงและความโตของกล้าไม้ระหว่างแม่ไม้ต่าง ๆ จากทั้ง 4 ประชากร พบว่ามีการเติบโตทั้งใกล้เคียงกันและแตกต่างกัน เช่น กล้าไม้ที่อายุ 6 เดือนของแม่ไม้ KPO1 จากกำแพงเพชรซึ่งเป็นแหล่งที่โตดีที่สุด แม้จะมีการเติบโตทั้งความสูงและความโตดีกว่ากล้าไม้ของทุกแม่ไม้จากขอนแก่น แต่กลับมีการเติบโตน้อยกว่ากล้าไม้ของแม่ไม้ NM20 จากนครราชสีมา และ SR01 และ SR04 จากสระบุรี (Table 2)

Table 2. Population means, family means, grand means and standard deviations (SD) for height growth (cm) and diameter growth (cm) of *P. macrocarpus* seedlings grown in the nursery.

Population	Family	H0M	H3M	H6M	D0M	D3M	D6M
Khonkhaen	KK01	11.1±3.4	15.4±4.7	23.5±7.2	0.32±0.08	0.41±0.09	0.57±0.12
	KK02	11.2±2.2	15.2±3.3	27.4±7.3	0.38±0.08	0.43±0.06	0.71±0.17
	KK03	11.0±3.4	13.8±3.3	22.8±6.2	0.33±0.05	0.42±0.08	0.69±0.15
	KK06	12.5±2.6	16.4±3.6	25.4±5.9	0.35±0.09	0.43±0.12	0.68±0.18
	KK16	13.0±3.8	17.2±4.3	25.8±4.4	0.33±0.08	0.42±0.08	0.59±0.14
	KK17	12.0±3.5	15.7±4.6	27.4±6.4	0.34±0.01	0.41±0.12	0.64±0.13
	Population mean ± SD	11.8±3.2	15.6±4.1	25.8±6.5	0.34±0.08	0.42±0.10	0.65±0.14
Nakhonrat- chasima	NM02	17.3±4.5	21.2±6.8	36.7±19.0	0.46±0.10	0.54±0.12	0.84±0.31
	NM06	14.0±3.8	17.6±5.4	34.3±11.8	0.41±0.11	0.49±0.13	0.79±0.20
	NM09	14.1±4.7	17.8±5.6	30.5±11.6	0.42±0.09	0.48±0.10	0.69±0.15
	NM11	15.0±5.5	20.7±7.8	34.0±12.5	0.42±0.12	0.48±0.13	0.73±0.20
	NM18	15.8±4.4	21.0±5.0	32.6±9.3	0.45±0.11	0.51±0.15	0.69±0.19
	NM20	18.5±5.0	25.5±6.7	45.3±18.4	0.53±0.10	0.60±0.11	0.90±0.26
	Population mean ± SD	15.8±4.9	20.6±6.8	36.1±15.1	0.45±0.11	0.52±0.13	0.78±0.24
Saraburi	SR01	25.5±6.3	34.4±8.9	57.6±18.7	0.58±0.12	0.65±0.13	0.97±0.25
	SR04	20.1±5.5	26.1±9.4	49.6±19.5	0.57±0.14	0.66±0.15	0.10±0.25
	SR06	18.2±5.9	22.3±5.1	35.3±9.0	0.46±0.11	0.54±0.11	0.77±0.18
	SR08	17.6±4.3	21.4±5.4	33.2±8.6	0.49±0.11	0.56±0.10	0.79±0.15
	Population mean ± SD	20.4±6.3	26.2±9.1	45.8±18.6	0.52±0.13	0.60±0.14	0.91±0.24
Kamphaeng- phet	KP01	14.7±4.6	21.4±6.4	42.7±15.6	0.40±0.12	0.50±0.13	0.83±0.21
	KP02	18.3±5.5	25.6±6.1	56.9±18.1	0.54±0.13	0.65±0.15	1.08±0.26
	KP09	15.4±5.9	23.0±7.6	47.3±14.4	0.47±0.14	0.56±0.14	0.94±0.24
	KP11	28.4±7.5	35.2±7.9	62.6±18.3	0.60±0.12	0.69±0.14	1.09±0.27
	Population mean ± SD	19.6±8.2	26.9±8.9	53.8±18.4	0.51±0.15	0.61±0.16	1.00±0.27
Grand mean ± SD		16.2±6.5	22.0±8.6	41.1±18.8	0.44±0.14	0.53±0.15	0.85±0.27

Notes: H0M: height at 0 month old; H3M: height at 3 months old; H6M: height at 6 months old;

DOM: diameter at 0 month old; D3M: diameter at 3 months old; D6M: diameter at 6 months old.

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า การเติบโตของกล้าไม้ทั้งความสูงและความโตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งระหว่างประชากร และระหว่างแม่ไม้ (Table 3) ซึ่งความผันแปรที่สืบเนื่องจากประชากรและแม่ไม้รวมกันมีสัดส่วนมากกว่า 90% ของความผันแปรทั้งหมด เช่น สัดส่วนของความผันแปรที่สืบเนื่องจากประชากรและจากแม่ไม้ เมื่อพิจารณาจากความสูงของกล้าไม้ที่อายุ 6 เดือน (H6M) มีค่าเท่ากับ 88.23% และ 7.28% ตามลำดับ โดยมีค่ารวมกันเท่ากับ 95.51% ของความผันแปรทั้งหมด (Table 3)

Table 3. Components of variance (percentage of total variance) and significant tests for height growth and diameter growth of *P. macrocarpus* seedlings grown in the nursery.

Source of variation	df	H0M	H3M	H6M	D0M	D3M	D6M
Replication	11	7.70**	5.59**	1.85*	7.78**	3.97**	3.18ns
Population	3	78.74**	80.85**	88.23**	83.70**	85.93**	85.74**
Replication*Population	33	0.72**	0.87**	1.01ns	0.87**	1.24*	1.64ns
Family (Population)	16	11.88**	11.41**	7.28**	6.55**	7.00**	7.10**
Replication*Family (Population)	176	0.61**	0.79**	0.69ns	0.68**	1.08**	1.11ns
Residual	720	0.35	0.48	0.95	0.43	0.77	1.23

Notes: ns: not significant; *: significant at $P < 0.05$; **: significant at $P < 0.01$.

การเติบโตของกล้าไม้ประดู่ที่ปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม มีความแตกต่างกันระหว่างประชากรและระหว่างแม่ไม้ทั้งความสูงและความโต (Table 4) กล้าไม้ที่มีอายุ 1 ปี และ 2 ปี หลังจากปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 70.0 และ 133.7 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความโตเฉลี่ยเมื่ออายุ 2 ปี เท่ากับ 2.51 เซนติเมตร โดยกล้าไม้จากกำแพงเพชรยังคงมีการเติบโตทั้งความสูงและความโตเมื่ออายุ 1 ปี และ 2 ปี ดีกว่ากล้าไม้จากแหล่งอื่น ๆ โดยมีความสูงเฉลี่ยที่อายุ 1 ปี และ 2 ปี เท่ากับ 83.8 และ 148.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความโตเฉลี่ยที่อายุ 2 ปี เท่ากับ 2.84 เซนติเมตร ในขณะที่กล้าไม้จากขอนแก่นยังคงมีการเติบโตน้อยกว่ากล้าไม้จากแหล่งอื่นเช่นเดียวกับการทดลองในเรือนเพาะชำ (Table 2 และ Table 4) สำหรับกล้าไม้จากสระบุรีมีการเติบโตดีกว่ากล้าไม้จากนครราชสีมาเมื่ออายุ 1 ปี แต่กลับโตช้ากว่าเมื่ออายุ 2 ปี (Table 4)

การเติบโตทั้งความสูงและความโตของกล้าไม้ระหว่างแม่ไม้ต่าง ๆ จากทั้ง 4 ประชากรพบว่ามีการเติบโตทั้งที่ใกล้เคียงกันและแตกต่างกันเช่นเดียวกับที่พบในเรือนเพาะชำ เช่น ที่อายุ 2 ปี กล้าไม้ของแม่ไม้ KPO1 จากกำแพงเพชร ซึ่งเป็นแหล่งที่โตดีที่สุด แม้จะมีการเติบโตทั้งความสูงและ

ความโตมากกว่ากล้าไม้ของทุกแม่ไม้จากขอนแก่น แต่กลับมีการเติบโตน้อยกว่ากล้าไม้ของหลาย ๆ แม่ไม้จากนครราชสีมาและสระบุรี (Table 4)

สำหรับมวลชีวภาพของกล้าไม้อายุ 2 ปี เมื่อพิจารณาในส่วนของมวลชีวภาพรวมของทั้งต้น (TotalDw) พบว่ากล้าไม้จากกำแพงเพชร มีค่า TotalDw เฉลี่ยเท่ากับ 376.02 กรัม ซึ่งมากกว่าแหล่งอื่น รองลงมาคือกล้าไม้จากนครราชสีมา (349.07 กรัม) จากสระบุรี (305.82 กรัม) และจากขอนแก่น ซึ่งมีค่า TotalDw น้อยสุด (239.43 กรัม) (Table 4)

Table 4. Population means, family means, grand means and standard deviations (SD) for height growth (cm), diameter growth (cm) and biomass (g) of *P. macrocarpus* seedlings grown in the field.

Populatio	Family	H0Y	H1Y	H2Y	D0Y	D2Y	ShootDw	RootDw	TotalDw	
Khonkhaen	KK01	23.4	46.1	90.7	0.55	2.01	93.86	67.18	161.04	
		±7.3	±9.8	±25.9	±0.12	±0.68	±86.08	±50.95	±136.19	
	KK02	27.7	57.9	109.6	0.79	2.49	243.14	147.31	390.44	
		±7.4	±19.0	±30.4	±0.18	±0.75	±167.73	±100.81	±267.45	
	KK03	22.1	50.6	99.0	0.69	2.21	104.49	77.54	182.03	
		±6.2	±11.9	±22.2	±0.15	±0.68	±49.71	±25.21	±72.62	
	KK06	27.4	51.1	93.9	0.72	1.95	87.29	60.64	147.93	
		±5.5	±10.5	±19.9	±0.15	±0.55	±58.55	±49.24	±104.52	
	KK17	31.3	61.0	114.3	0.69	2.43	199.05	98.35	297.40	
		±5.5	±17.8	±26.2	±0.13	±0.65	±111.70	±51.83	±162.77	
Population mean		26.4	53.3	101.4	0.69	2.22	148.00	91.43	239.43	
±SD		±7.1	±14.9	±26.1	±0.16	±0.68	±115.98	±64.31	±178.36	
Nakhonrat- chasima	NM02	43.7	73.5	148.0	0.98	2.62	259.19	89.79	348.98	
		±22.3	±19.9	±57.3	±0.32	±0.88	±243.83	±59.83	±302.54	
	NM06	38.7	71.0	147.7	0.85	2.61	189.31	123.54	312.85	
		±11.5	±14.8	±44.5	±0.21	±0.73	±84.97	±32.53	±107.98	
	NM09	32.7	65.4	146.4	0.70	2.57	232.78	101.09	333.86	
		±11.9	±25.1	±59.4	±0.18	±0.69	±156.35	±45.94	±199.86	
	NM11	40.6	81.7	160.4	0.81	3.08	229.11	94.95	324.06	
		±14.2	±18.0	±42.3	±0.20	±0.88	±78.56	±27.07	±104.83	
	NM18	35.5	69.1	127.9	0.71	2.34	135.90	85.58	221.48	
		±9.8	±30.8	±25.6	±0.21	±0.97	±104.92	±58.30	±161.83	
	NM20	55.0	76.5	158.1	1.05	2.84	404.16	181.78	585.94	
		±20.5	±13.5	±49.4	±0.22	±0.90	±168.14	±86.04	±252.21	
	Population mean		41.0	73.0	147.8	0.85	2.76	237.47	111.59	349.07
	±SD		±16.9	±21.2	±47.0	±0.25	±0.86	±162.21	±60.08	±216.18

Table 4. Continued.

Populatio	Family	H0Y	H1Y	H2Y	D0Y	D2Y	ShootDw	RootDw	TotalDw	
Saraburi	SR01	77.2	96.1	162.7	1.22	2.87	332.02	127.98	460.00	
		±17.3	±20.2	±38.2	±0.20	±0.71	±166.76	±67.81	±223.53	
	SR04	70.5	92.2	167.9	1.21	3.03	260.22	120.16	380.38	
		±12.9	±12.8	±41.6	±0.13	±0.80	±186.58	±36.01	±217.66	
	SR06	38.2	63.6	125.4	0.84	2.52	134.66	100.18	234.84	
		±7.9	±13.2	±41.8	±0.20	±0.79	±118.50	±89.92	±207.03	
	SR08	37.1	65.9	123.4	0.83	2.54	108.40	116.73	225.13	
		±10.1	±16.3	±31.6	±0.13	±0.78	±68.92	±52.84	±119.05	
	Population mean		55.8	78.8	144.2	1.03	2.74	191.23	114.59	305.82
	±SD		±22.1	±21.2	±42.9	±0.25	±0.79	±153.63	±60.02	±199.49
Kamphae– ngphet	KP01	53.8	74.6	123.9	0.99	2.41	125.74	68.81	194.55	
		±15.5	±13.4	±32.2	±0.18	±0.50	±55.77	±32.95	±81.52	
	KP02	73.3	85.3	147.7	1.28	2.86	243.69	95.97	339.66	
		±14.2	±21.4	±34.2	±0.22	±0.79	±227.23	±68.85	±294.71	
	KP09	59.8	77.7	131.3	1.14	2.62	220.33	118.63	338.96	
		±14.2	±15.3	±38.2	±0.28	±0.90	±255.35	±114.61	±368.45	
	KP11	82.5	98.1	194.8	1.39	3.47	469.96	160.95	630.92	
		±14.9	±14.7	±50.3	±0.17	±0.92	±346.82	±84.84	±429.18	
	Population mean		67.3	83.8	148.9	1.20	2.84	264.93	111.09	376.02
	±SD		±18.3	±18.5	±47.0	±0.26	±0.87	±262.45	±82.92	±340.77
Grand mean		46.4	70.0	133.7	0.91	2.51	213.36	107.35	320.71	
±SD		±21.6	±21.1	±44.9	±0.29	±0.82	±183.57	±66.67	±242.86	

Notes: H0Y: height at 0 year old; H1Y: height at 1 year old; H2Y: height at 2 years old;

D0Y: diameter at 0 year old; D2Y: diameter at 2 years old;

ShootDw: shoot dry weight; RootDw: root dry weight; TotalDw: total dry weight

การเติบโตของกล้าไม้ประดู่ในแปลงทดลองภาคสนามทั้งความสูงและความโต มีความแตกต่างกันระหว่างประชากร และระหว่างแม่ไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ซึ่งความผันแปรที่สืบเนื่องประชากรและแม่ไม้ มีสัดส่วนรวมกันค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับที่พบจากการทดลองในเรือนเพาะชำ (Table 3) โดยมีค่าระหว่าง 71% ที่ D2Y ถึง 97% ที่ H0Y ซึ่งสัดส่วนของความผันแปรจากแม่ไม้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อกล้าไม้มีอายุมากขึ้น เช่น สัดส่วนของความผันแปรระหว่างแม่ไม้ทางด้านความสูงเพิ่มจาก 8.99% เมื่ออายุ 1 ปี (H1Y) เป็น 11.57% เมื่ออายุ 2 ปี (H2Y) เช่นเดียวกันกับความโตเพิ่มจาก 9.72% เมื่ออายุ 0 ปี (D0Y) เป็น 14.46% เมื่ออายุ 2 ปี (D2Y) (Table 5)

Table 5. Components of variance (percentage of total variance) and significant tests for height growth and diameter growth of *P. macrocarpus* seedlings grown in the field.

Source of variation	df	H0Y	H1Y	H2Y	D0Y	D2Y
Replication	4	0.45 ns	0.75 ns	1.71 ns	0.71 ns	7.89 ns
Population	3	88.50 **	82.83 **	76.44 **	86.69 **	56.97 **
Replication * Population	12	0.42 ns	2.20 ns	3.08 ns	0.83 ns	6.53 ns
Family (Population)	15	9.11 **	8.99 **	11.57 **	9.72 **	14.46 *
Replication * Family (Population)	60	0.84 ns	3.45 **	4.23 *	1.06 ns	7.36 ns
Residual	190	0.67	1.79	2.97	0.99	6.80

Notes: ns: not significant; *: significant at $P < 0.05$; **: significant at $P < 0.01$.

สำหรับมวลชีวภาพของกล้าไม้เมื่ออายุ 2 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างประชากรและระหว่างแม่ไม้ (Table 6) การที่มวลชีวภาพไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากมวลชีวภาพเป็นผลรวมของทุกส่วนของพืช ต้นที่มีความสูงหรือความโตมากอาจมีกิ่งก้านน้อยกว่าต้นที่มีความสูงหรือความโตน้อยกว่า ซึ่งอาจมีมวลชีวภาพรวมของทั้งต้น (TotalDw) แตกต่างกันหรือใกล้เคียงกันก็ได้ เช่น กล้าไม้จากแม่ไม้ KK02 ที่อายุ 2 ปี ในแปลงทดลอง มีความสูง (H2Y) เท่ากับ 109.6 เซนติเมตร กลับมีมวลชีวภาพรวมของทั้งต้น (390.44 กรัม) มากกว่ามวลชีวภาพรวมของทั้งต้นของแม่ไม้ SRO4 (380.38 กรัม) ซึ่งมีความสูง (H2Y) มากกว่า (167.9 เซนติเมตร) (Table 4)

Table 6. Components of variance (percentage of total variance) and significant tests for biomass of *P. macrocarpus* seedlings grown in the field.

Source of variation	df	ShootDW	RootDW	Total Dw
Replication	1	16.24 ns	2.85 ns	8.01 ns
Population	3	30.44 ns	12.15 ns	27.17 ns
Replication*Population	3	1.55 ns	20.59 ns	4.87 ns
Family (Population)	15	26.87 ns	25.64 ns	28.74 ns
Replication*Family (Population)	15	10.15 ns	19.68 ns	13.61 ns
Residual	76	14.74	19.08	17.59

Notes: ns: not significant; *: significant at $P < 0.05$; **: significant at $P < 0.01$.

การเติบโตของต้นไม้วัยทั้งความสูงและความโตมีการเปลี่ยนแปลงหรือผันแปรตามอายุของต้นไม้ (Namkoong and Conkle, 1976; Foster, 1986) จาก Table 7 ซึ่งลำดับการเติบโตทั้งความสูงและความโตของกล้าไม้ที่ทดลองในเรือนเพาะชำระหว่างแม่ไม้ต่าง ๆ จากแม่ไม้ที่มีการเติบโตมากที่สุดลดหลั่นลงสู่แม่ไม้ที่มีการเติบโตน้อยสุด พบว่ามีทั้งการเติบโตที่อยู่ในอันดับคงที่และเปลี่ยนแปลงระหว่างช่วงเวลา 6 เดือนของการทดลอง โดยกล้าไม้จากแม่ไม้ KP11 มีการเติบโตมากที่สุดและคงอันดับเดิมตลอดการทดลอง ในขณะที่กล้าไม้จากแม่ไม้อื่นมีการเปลี่ยนแปลงอันดับของการเติบโตทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง มากบ้างน้อยบ้าง เช่น กล้าไม้จากแม่ไม้ SR04 มีความสูงอยู่อันดับ 3 ที่อายุ 3 เดือน ลดลงมาอยู่อันดับ 4 ที่อายุ 6 เดือน ในขณะที่กล้าไม้จากแม่ไม้ KP01 มีความสูงอยู่อันดับ 11 ที่อายุ 3 เดือน ขึ้นมาอยู่ที่อันดับ 7 ที่อายุ 6 เดือน และเมื่อพิจารณาการเติบโตของกล้าไม้จากแม่ไม้ต่าง ๆ ใน 10 อันดับแรกจากอายุ 0 เดือน ถึง อายุ 6 เดือน พบว่ามีการเปลี่ยนอันดับการเติบโตไม่มากนัก (Table 7)

Table 7. Ranks among families from the best to the poorest for height growth and diameter growth of *P. macrocarpus* seedlings grown in the nursery.

Rank	H0M	H3M	H6M	D0M	D3M	D6M
1	KP11	KP11	KP11	KP11	KP11	KP11
2	SR01	SR01	SR01	SR01	SR04	KP02
3	SR04	SR04	KP02	SR04	KP02	SR04
4	NM20	KP02	SR04	KP02	SR01	SR01
5	KP02	NM20	KP09	NM20	NM20	KP09
6	SR06	KP09	NM20	SR08	KP09	NM20
7	SR08	SR06	KP01	KP09	SR08	NM02
8	NM02	NM18	NM02	NM02	NM02	KP01
9	NM18	NM02	SR06	SR06	SR06	SR06
10	KP09	SR08	NM06	NM18	NM18	SR08
11	NM11	KP01	NM11	NM11	NM06	NM06
12	NM09	NM11	NM18	NM09	KP01	NM11
13	NM06	NM06	SR08	NM06	NM11	KK02
14	KP01	NM09	NM09	KP01	NM09	NM09
15	KK16	KK16	KK17	KK02	KK02	NM18
16	KK06	KK06	KK02	KK06	KK06	KK06
17	KK17	KK17	KK16	KK17	KK03	KK03
18	KK02	KK02	KK06	KK03	KK16	KK17
19	KK03	KK01	KK01	KK16	KK17	KK01
20	KK01	KK03	KK03	KK01	KK01	KK16

การเติบโตของกล้าไม้ในแปลงทดลองภาคสนาม ก็มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกับที่พบในเรือนเพาะชำ (Table 8) โดยกล้าไม้จากแม่ไม้ KP11 ยังคงมีการเติบโตมากที่สุดตลอดช่วงเวลา 2 ปีของการทดลอง ในขณะที่กล้าไม้จากแม่ไม้อื่นมีการเปลี่ยนแปลงอันดับทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง มากบ้างน้อยบ้าง เช่น กล้าไม้จากแม่ไม้ NM11 เมื่อเริ่มปลูกมีความสูง (HOY) อยู่ที่อันดับ 9 แต่หลังปลูก 2 ปี มีความสูง (H2Y) อยู่ที่อันดับ 4 ในขณะที่กล้าไม้จากแม่ไม้ KP02 มีความสูงลดจากอันดับ 3 เมื่อเริ่มปลูก มาอยู่ที่อันดับ 8 หลังปลูกในแปลงทดลองภาคสนาม 2 ปี (Table 8)

Table 8. Ranks among families from the best to the poorest for height growth, diameter growth and biomass of *P. macrocarpus* seedlings grown in the field.

Rank	HOY	H1Y	H2Y	DOY	D2Y	TotalDW
1	KP11	KP11	KP11	KP11	KP11	KP11
2	SR01	SR01	SR04	KP02	NM11	NM20
3	KP02	SR04	SR01	SR01	SR04	SR01
4	SR04	KP02	NM11	SR04	KP02	KK02
5	KP09	NM11	NM20	KP09	SR01	SR04
6	NM20	KP09	NM02	NM20	NM20	NM02
7	KP01	NM20	NM06	KP01	KP09	KP02
8	NM02	KP01	KP02	NM02	NM02	KP09
9	NM11	NM02	NM09	NM06	NM06	NM09
10	NM06	NM06	KP09	SR06	NM09	NM11
11	SR06	NM18	NM18	SR08	SR08	NM06
12	SR08	SR08	SR06	NM11	SR06	KK17
13	NM18	NM09	KP01	KK02	KK02	SR06
14	NM09	SR06	SR08	KK06	KK17	SR08
15	KK17	KK17	KK17	NM18	KP01	NM18
16	KK02	KK02	KK02	NM09	NM18	KP01
17	KK06	KK06	KK03	KK03	KK03	KK03
18	KK01	KK03	KK06	KK17	KK01	KK01
19	KK03	KK01	KK01	KK01	KK06	KK06

การที่กล้าไม้มีอันดับการเติบโตที่แตกต่างกันระหว่างแม่ไม้ และมีรูปแบบการเติบโตที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เป็นผลสืบเนื่องมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรม ซึ่งอิทธิพลของพันธุกรรมจะ

มีความเด่นชัดมากขึ้นเมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้น (Namkoong and Conkle, 1976; Foster, 1986) จากการศึกษาแม้จะเป็นช่วงระยะเวลาของการทดลองเพียง 2 ปีเศษ ก็มีแนวโน้มในทางเดียวกัน โดยการเติบโตของกล้าไม้มีการเปลี่ยนแปลงลำดับของการเติบโตตามอายุของกล้าไม้ อย่างไรก็ตามกล้าไม้จากแม่ไม้สายพันธุ์ดีมักคงคุณภาพของการเติบโตที่ดีเสมอ ซึ่งจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากล้าไม้ที่มีการเติบโตได้ดีในเรือนเพาะชำ มักมีแนวโน้มที่จะเติบโตได้ดีเมื่อนำไปปลูกในแปลงภาคสนามด้วย แม้รูปแบบการเติบโตจะเปลี่ยนแปลงบ้างตามอายุ ทั้งนี้เนื่องจากการเติบโตอยู่ภายใต้อิทธิพลของพันธุกรรมและมักมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุ (Namkoong and Conkle, 1976; Foster, 1986) โดยอิทธิพลของพันธุกรรมจะแสดงออกมากขึ้นเมื่อกล้าไม้มีอายุมากขึ้น

ความสัมพันธ์ของการเติบโตทั้งความสูงและความโตระหว่างอายุของกล้าไม้ทั้งในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองภาคสนาม พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก (Table 9 และ Table 10) ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่าการคัดเลือกกล้าไม้คุณภาพดีขณะอายุน้อย มีผลต่อคุณภาพของกล้าไม้เมื่ออายุมากขึ้นด้วย ได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของต้นไม้นั้นขณะอายุน้อยและเมื่ออายุมากขึ้นในด้านต่าง ๆ สำหรับพันธุ์ไม้ป่า เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ของการเติบโตระหว่างชั้นอายุต่าง ๆ (Squillace, 1974) การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าไม้ในเรือนเพาะชำหรือในเรือนกระจกกับการเติบโตในแปลงปลูกภาคสนาม (Carter *et al.*, 1990) เป็นต้น ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาข้างต้นก็เพื่อกำหนดอายุที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกพันธุกรรม (Genetic selection) เพื่อให้ได้ผลตอบแทนทางพันธุกรรม (Genetic gain) สูงสุด

Table 9. Correlations among height growth and diameter growth of *P. macrocarpus* seedlings grown in the nursery.

	H0M	H3M	H6M	D0M	D3M	D6M
H0M	****					
H3M	0.85	****				
H6M	0.58	0.73	****			
D0M	0.69	0.69	0.60	****		
D3M	0.61	0.65	0.62	0.89	****	
D6M	0.46	0.56	0.81	0.62	0.68	****

Table 10. Correlations among height growth and diameter growth of *P. macrocarpus* seedlings grown in the field.

	HOY	H1Y	H2Y	DOY	D2Y
HOY	****				
H1Y	0.70	****			
H2Y	0.56	0.73	****		
DOY	0.85	0.46	0.54	****	
D2Y	0.46	0.69	0.80	0.52	****

อย่างไรก็ตามการปลูกสร้างสวนป่าโดยใช้กล้าไม้ที่ผลิตจากแม่ไม้สายพันธุ์ดีที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงคุณภาพทางพันธุกรรมโดยกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ยังคงเป็นแนวทางที่ดีที่สุด ที่จะทำให้ได้สวนป่าที่มีผลผลิตสูง แต่การปรับปรุงพันธุ์เป็นกระบวนการที่ใช้เวลานาน เนื่องจากปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ ช่วงอายุที่ยาวนานของพันธุ์ไม้ป่าก่อนให้ผลผลิตเมล็ดที่มีคุณภาพ และช่วงระยะเวลาที่ยาวนานที่ต้องใช้ในการทดสอบคุณภาพทางพันธุกรรม ก่อนการคัดเลือกแม่ไม้ที่มีคุณภาพทางพันธุกรรม เพื่อใช้ในการสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ (Seed orchard) ดังนั้นการคัดเลือกกล้าไม้ที่มีคุณภาพดีในเรือนเพาะชำ เพื่อใช้ปลูกในแปลงภาคสนาม จึงเป็นการคัดเลือกพันธุกรรมในเบื้องต้น ซึ่งมีผลต่อการเติบโตของต้นไม้ในอนาคต ซึ่ง Lambeth (1980) ได้วิเคราะห์ผลการศึกษาลำดับพันธุกรรมป่าหลายชนิด และสรุปว่าความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของต้นไม้ที่ระดับอายุต่าง ๆ (Age-to-age correlations) สามารถประเมินได้ด้วย Single regression equation ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดอายุสำหรับการคัดเลือกเบื้องต้นที่เหมาะสมได้ เช่น การคัดเลือกเมื่อต้นไม้มีอายุ 6 และ 8 ปี จะมีผลลัพธ์เช่นเดียวกับการคัดเลือกเมื่อถึงรอบตัดฟันสำหรับต้นไม้ อายุ 30 และ 40 ปี ตามลำดับ Williams *et al.* (1987) พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้สน Black spruce อายุ 3-6 เดือน ที่อนุบาลอยู่ในเรือนกระจก มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความสูงของไม้สน Black spruce อายุ 13 ปี ที่ปลูกในแปลงทดลอง ซึ่งการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของการเติบโตระหว่างชั้นอายุ มีการศึกษาสำหรับไม้ป่าในเขตอบอุ่น (Lambeth *et al.*, 1983; Loo *et al.*, 1984; Foster, 1986) และไม้ป่าในเขตร้อน (Khasa *et al.*, 1995) ซึ่งเป็นข้อยืนยันได้ว่าผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการคัดเลือกพันธุกรรมเบื้องต้นสำหรับกล้าไม้ป่าได้

สรุปผล

การเติบโตของกล้าไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและแปลงทดลองภาคสนาม มีความแตกต่างกันทั้งระหว่างประชากรและระหว่างแม่ไม้ โดยกล้าไม้ที่เติบโตได้ดีในเรือนเพาะชำ มักมีแนวโน้มที่จะเติบโตได้ดีในแปลงทดลองภาคสนามด้วย การเติบโตของกล้าไม้จากแม่ไม้ต่าง ๆ แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงลำดับของการเติบโตบ้างตามอายุของกล้าไม้ แต่ก็แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการเติบโตทั้งความสูงและความโตระหว่างอายุของกล้าไม้ ทั้งในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองภาคสนาม ผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์กรรมเบื้องต้นสำหรับกล้าไม้ประดู่ได้ โดยการคัดเลือกกล้าไม้ที่มีคุณภาพทางพันธุกรรมที่ดีจากเรือนเพาะชำ เพื่อนำไปใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า

เอกสารอ้างอิง

- Cannell, M.G.R., F.E. Bridgwater and M.S. Greenwood. 1978. Seedling growth rates, water stress responses and root-shoot relationships related to eight-year volumes among families of *Pinus taeda* L. *Silvae Genet.* 27:237-248.
- Carter, K.K., G.W. Adams, M.S. Greenwood and P. Nitschke. 1990. Early family selection in jack pine. *Can. J. For. Res.* 20:285-291.
- Foster, G.S. 1986. Trends in genetic parameters with stand development and their influence on early selection for volume growth in loblolly pine. *For. Sci.* 32:944-959.
- Khasa, P.D., P. Li, G. Vallee, S. Magnussen and J. Bousquet. 1995. Early evaluation of *Racosperma auriculiforme* and *R. mangium* provenance trials on four sites in Zaire. *For. Ecol. and Manage.* 78:99-113.
- Lambeth, C.C. 1980. Juvenile-mature correlations in Pinaceae and implications for early selection. *For. Sci.* 26:571-580.
- Lambeth, C.C., J.P. Buijtenen and S.D. Duke. 1983. Early selection is effective in 20-year-old genetic tests of loblolly pine. *Silvae Genet.* 32:210-215.
- Liengsiri, C. 1999. Genetic variation studies in *Pterocarpus macrocarpus* Kurz as revealed by isozyme, morphological and physiological traits. Ph. D dissertation, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.

- Loo, J.A., C.G. Tauer and J.P. van Buijtenen. 1984. Juvenile-mature relationships and heritability estimates of several traits in loblolly pine (*Pinus taeda*). Can. J. For. Res. 14:822-825.
- Namkoong, G. and M.T. Conkle. 1976. Time trends in genetic control of height growth in ponderosa pine. For. Sci. 22:2-12.
- Overton, W.S. and K.K. Ching. 1978. Analysis of differences in height growth among populations in a nursery selection study of Douglas-fir. For. Sci. 24:497-509.
- Waxler, M.S. and J.P. van Buijtenen. 1981. Early genetic evaluation of loblolly pine. Can. J. For. Res. 11:351-355.
- Williams, D.J., B.P. Dancik and R.P. Pharis. 1987. Early progeny testing and evaluation of controlled crosses of black spruce. Can. J. For. Res. 17:1442-1450.
- Squillace, A.E. 1974. Average genetic correlation among offspring from open-pollinated forest trees. Silvae Genet. 23:148-156.

ความผันแปรของสายต้นไม้ประดู่ในการผลิตกล้าไม้
โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Clonal Variation in Micropropagation of *Pterocarpus macrocarpus* Kurz

ณัฐกร เสมสันทด¹

Nutthakorn Semsuntud

บัณฑิต โพธิ์น้อย²

Bundit Ponoy

อาทิตยา บัวเฟื่อน³

Atitaya Buaphuan

บทคัดย่อ

การศึกษาความผันของสายต้นไม้ประดู่ในการผลิตกล้าไม้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการขยายพันธุ์ไม้ประดู่สายพันธุ์ดี โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์และการปลูกสร้างสวนป่า โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับแม่ไม้ และตาของกล้าไม้จากแม่ไม้ จำนวน 10 ต้น ผลการศึกษาพบว่า การทำความสะอาดผิวตาจากแม่ไม้ประดู่มีความผันแปรไปตามอายุของตา และฤดูกาล ตาที่แตกมาจากยอดใหม่มีอัตราการปลอดเชื้อสูงกว่ายอดแก่ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตตาปลอดเชื้ออยู่ระหว่างเดือนมีนาคม-กรกฎาคม โดยวิธีการทำความสะอาดผิวด้วยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70% แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำยาฟอกผ้าขาว “ไฮเตอร์” เข้มข้น 15-20 % เป็นเวลา 15-45 นาที ขึ้นอยู่กับฤดูกาล

อิทธิพลของสูตรอาหาร ฤดูกาล และแม่ไม้ มีผลต่อการชักนำให้ตาของกล้าไม้ประดู่เกิดยอด สูตรอาหารที่มีแนวโน้มในการชักนำยอดได้ดีคือ อาหารสูตร MS ร่วมกับ BAP 10 μ M โดยตาจากแม่ไม้แต่ละต้นมีการตอบสนองต่ออาหารแตกต่างกันไปตามฤดูกาลที่เพาะเลี้ยง โดยในเดือนมกราคมและพฤษภาคม พบว่า ผลผลิตจำนวนยอดเฉลี่ยต่อ 100 ตา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำหลัก: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ประดู่ การผลิตกล้าไม้ การขยายพันธุ์ สายต้น

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail: n.semsuntud@gmail.com

² นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

³ ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

ABSTRACT

Clonal variation in micropropagation of *Pterocarpus macrocarpus* Kurz was carried out the proper micropropagation method for tree improvement and reforestation. The studies used specimens from 10 selected trees and buds from their seedling. The results showed that the success of explant surface sterilization varied by ages of buds and seasons of specimen collection. New emerging buds were successfully sterilized better than old shoots. The proper period for sterilization of specimens was March–July by cleaning bud surface with 70% alcohol and followed by soaking in 15–20% bleach (Sodium hypochlorite 6.25% w/w.) for 15–45 minutes.

Culture media, seasons of culture and tree genotypes effected to shoot induction from buds of *P. macrocarpus* seedlings. Ms media complied with BAP 10 μ M tended to be a proper medium formula. Buds from selected trees differently responded to seasons of cultures and cultures in January and May showed significant differences in an average number of shoots production from 100 buds.

Keywords: Micropropagation, *Pterocarpus macrocarpus*, seedling production, Propagation, clone

คำนำ

ประดู่เป็นพันธุ์ไม้เศรษฐกิจที่สำคัญในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีความสำคัญรองจากไม้สัก เป็นพันธุ์ไม้ที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกสร้างสวนป่าทั้งในรูปแบบของสวนป่าเศรษฐกิจและในระบบวนเกษตร โดยกรมป่าไม้ได้มีการศึกษาวิจัยด้านการพัฒนาพันธุ์ไม้ประดู่อย่างจริงจัง โดยมีการคัดเลือกสายพันธุ์ และปรับปรุงพันธุ์ไม้ประดู่เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ดี สำหรับเป็นวัสดุพันธุ์กรรมที่นำไปใช้ในการปลูกสร้างสวนป่าไม้ประดู่ต่อไป

การปลูกป่าเศรษฐกิจในปัจจุบันนิยมใช้วัสดุพันธุ์กรรมที่มาจากสายต้น (Clone) ที่ผ่านขบวนการพัฒนาพันธุ์แล้วมากกว่าการใช้กล้าจากการเพาะเมล็ด เนื่องจากให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและง่ายต่อการจัดการ ดังตัวอย่างที่เห็นกันอยู่ทั่วไป เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้สัก เป็นต้น การผลิตกล้าไม้จากสายต้นต้องใช้วิธีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เพื่อการดำรงลักษณะทางพันธุกรรมของต้นแม่ไว้ ซึ่งการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ปริมาณมากมักนิยมใช้วิธีการปักชำและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่การขยายพันธุ์ทั้ง 2 วิธี มีข้อดีแตกต่างกันไป การปักชำ เป็นวิธีการที่ง่าย และไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ในขณะที่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีข้อดีกว่าในแง่ของการผลิตกล้าไม้ได้ปริมาณมาก ใช้พื้นที่น้อย ดูแลง่าย และไม่เปลืองแรงงาน วิธีนี้จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตกล้าไม้เพื่อการปลูกป่า อย่างไรก็ตาม การขยายพันธุ์โดยวิธีนี้มักประสบปัญหาความผันแปรของแม่ไม้ในการผลิตยอดและราก เช่น การศึกษาในไม้สะเดา (ประวิทย์ และคณะ, 2542) อันจะส่งผลกระทบต่อเป้าหมายการผลิตกล้าไม้ได้ ดังนั้น เพื่อการตอบสนองความต้องการกล้าไม้ประดู่สายพันธุ์ดีให้พอเพียง จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาความผันแปรของสายต้นแม่ไม้ประดู่ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตกล้าไม้เพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์และปลูกป่าเศรษฐกิจต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1 เพื่อศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ไม้ประดู่โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- 2 เพื่อศึกษาความผันแปรของแม่ไม้ในการตอบสนองต่อสูตรอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- 3 เพื่อนำผลการศึกษาไปประโยชน์ในการจัดสร้างสวนรวมพันธุ์ สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์ (Tree Improvement) และการปลูกสร้างสวนป่าไม้ประดู่
- 4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาครัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป

วิธีการศึกษา

การรวมพันธุ์ไม้ประดู่เพื่อผลิตท่อนพันธุ์

คัดเลือกแม่ไม้ประดู่สายพันธุ์ดี จำนวน 22 ต้น จากป่าธรรมชาติ ในท้องที่จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดขอนแก่น นำมาขยายพันธุ์โดยการติดตา และตอนกิ่ง จากนั้นนำมาปลูกในกระถางเพื่อใช้ในการผลิตยอดสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อต้นประดู่ให้กิ่งยาวประมาณ 15-30 เซนติเมตร ทำการตัดกิ่งเพื่อไปใช้ในการศึกษาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ประดู่ต่อไป



Potting stock



Shoot for culturing

1 ศึกษาวิธีการทำความสะอาด (Sterilization)

1.1 ศึกษาวิธีการทำความสะอาดผิวตาจากแม่ไม้ประดู่

ตัดกิ่งจากแม่ไม้จำนวน 6 ต้น แล้วนำมาตัดบริเวณข้อเป็นท่อนๆ โดยให้แต่ละท่อนมีตาติดอยู่ แล้วทำความสะอาดผิวตาโดยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70% จากนั้นทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ซึ่งประกอบด้วยน้ำยาซักผ้าขาว “ไฮเตอร์” 15% (สารออกฤทธิ์ Sodium hypochlorite 6.25% w/w.) ผสมน้ำยาล้างจาน 2-3 หยด ยา Ampicillin 500 mg 1 เม็ด ใช้เวลา 15 นาที ทำซ้ำอีก 1 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง ซับให้แห้งด้วยกระดาษที่ฆ่าเชื้อแล้ว การทดลองมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ชิ้น นำตาที่ทำความสะอาดแล้วไปตัดแต่งรอยแผลแล้วเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรพื้นฐานสูตร Murashige & Skoog (1963: MS) ในห้องเพาะเลี้ยงที่ควบคุมแสงสว่าง/มืด 12/12 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ $25 \pm 2^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จึงตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อราและแบคทีเรีย การแห้งตาย และตาปลอดเชื้อของแม่ไม้แต่ละต้น



Nodal segments



culturing in media

1.2 อิทธิพลของฤดูกาลต่อการทำความสะอาดผิวตาแม่ไม้ประดู่

นำกิ่งประดู่จากแม่ไม้จำนวน 3 ต้น มาตัดบริเวณข้อออกเป็นท่อนๆ โดยให้แต่ละท่อนมีตาอยู่ 1 ตา นำตาจากแม่ไม้แต่ละต้นมาทำความสะอาดผิว โดยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70% แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ซึ่งประกอบด้วยน้ำยาซักผ้าขาว “ไฮเตอร์” ที่ระดับความเข้มข้น และระยะเวลาในการฆ่าเชื้อแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงฤดูกาลของการทดลอง ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Sterilized condition of *Pterocarpus macrocarpus* buds during June 2012–April 2015

Time	Sterile Condition
Jun 2012	10%15 min
Sep 2012	10%15 min
Nov 2012	20%15 min
Jun 2013	15% 15% 15 min/conc
Oct 2013	20%15%15% 15 min/conc
Mar 2014	15%15 min
May 2014	15%10% 15 min/conc
Jul 2014	20%20% 15 min/conc
Nov 2014	20%20% 15 min/conc
Apr 2015	20%15% 15 min/conc

หลังจากทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อเสร็จแล้ว ล้างด้วยน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 2–3 ครั้ง หรือจนพอหมด จากนั้นซับด้วยกระดาษที่ผ่านการฆ่าเชื้อ นำไปเพาะเลี้ยงในอาหารพื้นฐานสูตร MS ในห้องเพาะเลี้ยงที่ควบคุมแสงสว่าง/มืด 12/12 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จึงตรวจสอบการปนเปื้อนจากเชื้อราและแบคทีเรีย การแห้งตาย และตาปลอดเชื้อของแม่ไม้แต่ละต้น

2 การศึกษาอาหารเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมในการชักนำยอด

2.1 อิทธิพลของอาหารเพาะเลี้ยงต่อการชักนำยอด

คัดเมล็ดไม้ประดู่จากแม่ไม้จำนวน 3 ต้น นำมาเพาะในสภาพปลอดเชื้อด้วยอาหารพื้นฐานสูตร MS เมื่อกล้ามีอายุประมาณ 1 เดือน จึงนำต้นกล้ามาตัดออกเป็นท่อนๆ โดยแบ่งออกเป็น ส่วนของยอด และข้อที่อยู่ระหว่างใบเลี้ยง แล้วนำมาเพาะเลี้ยงในอาหารชักนำยอด 4 สูตร

- A1 อาหารพื้นฐานสูตร MS (control)
- A2 อาหารพื้นฐานสูตร MS+BAP 1 μM
- A3 อาหารพื้นฐานสูตร MS+BAP 10 μM

อาหารแต่ละสูตรมีจำนวน 4 ซ้ำ/แม่ไม้ ซ้ำละ 10 ชิ้น ทำการเปลี่ยนอาหารใหม่ทุกเดือน และเพาะเลี้ยงไว้ในห้องเพาะเลี้ยงที่ควบคุมแสงสว่าง/มืด 12/12 ชั่วโมง อุณหภูมิ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ทำการตรวจสอบการปนเปื้อน จำนวนข้อที่เกิดยอด จำนวนของยอดที่เกิดขึ้นใหม่ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด และผลผลิตยอดต่อจำนวน 100 ข้อ โดยนำจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่เฉลี่ยคูณกับเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Lsd ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.2 ความผันแปรของแม่ไม้ในการตอบสนองต่ออาหารชักนำยอด

เพาะเมล็ดไม้ประดู่จากแม่ไม้จำนวน 7 ต้น ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่อกล้าอายุประมาณ 1 เดือน นำมาตัดส่วนของข้อที่อยู่ระหว่างใบเลี้ยงออกเป็นท่อนยาว 0.5–1 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงในอาหารชักนำยอด 2 สูตร คือ A1 อาหารพื้นฐานสูตร MS (control) และ A3 อาหารพื้นฐานสูตร MS+BAP 10 μ M สูตรละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ขวด เพาะเลี้ยงไว้ในห้องปลอดเชื้อที่ควบคุมแสงสว่าง/มืด 12/12 ชั่วโมง อุณหภูมิ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ เมื่อครบ 1 เดือนทำการตัดขยายยอด โดยแยกเป็นยอดเดี่ยวแล้วเพาะเลี้ยงในอาหารขวดใหม่ ทำการตรวจสอบการปนเปื้อน จำนวนข้อที่เกิดยอด จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด และผลผลิตยอดเฉลี่ยต่อจำนวน 100 ข้อ โดยคำนวณจากจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่เฉลี่ยคูณกับเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Lsd ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษา

1 ศึกษาวิธีการทำความสะอาด (Sterilization)

1.1 ศึกษาวิธีการทำความสะอาดผิวตาจากแม่ไม้ประดู่

ตาจากแม่ไม้ประดู่จำนวน 6 ต้น ที่ทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อเข้มข้น 15% เป็นเวลา 15 นาที 2 ครั้ง หลังจากเพาะเลี้ยงไว้ 2 สัปดาห์ พบว่า ความเข้มข้นและระยะเวลาในการทำความสะอาดผิวของแม่ไม้ประดู่ยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ (Table 2) การติดเชื้อของแม่ไม้แต่ละต้นแตกต่างกันไป มีตาปลอดเชื้อ 27.5–47.5% ค่าเฉลี่ย 35% ตาส่วนใหญ่ถูกทำลายโดยเชื้อราเฉลี่ย 62.5% และถูกทำลายจากเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ย 2.5% อย่างไรก็ตามจะพบว่า น้ำยาฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้น 15 % เป็นเวลา 30 นาที ไม่ได้ทำลายตาให้แห้ง จึงสามารถเพิ่มความเข้มข้นและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อได้อีก เพื่อให้ได้ตาปลอดเชื้อมากขึ้น

Table 2 Percentages of bud contamination, dry, and sterilized buds after sterilization by Heiter reagent 15% for 30 min.

Tree No.	Contamination (%)			Dry (%)	Sterilized bud (%)
	Mold	Bacteria	Total		
T1	70	2.5	72.5	0	27.5
T2	45	7.5	52.5	0	47.5
T3	67.5	0	67.5	0	32.5
T4	72.5	0	72.5	0	27.5
T5	65	5	70	0	30
T6	55	0	55	0	45
Average	62.5	2.5	65	0	35

1.2 อิทธิพลของฤดูกาลต่อการทำความสะอาดผิวตาแม่ไม้ประดู่

1.2.1 อายุของกิ่ง

การศึกษากำหนดทำความสะอาดผิวตาจากแม่ไม้ประดู่ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พบว่า อายุของตาหรือความอ่อนแก่ของยอดที่นำมาศึกษามีผลต่อความสำเร็จของการทำความสะอาดผิว (Table 3) ตามาจากยอดที่แตกใหม่มีอัตราการปลอดเชื้อสูงกว่า (85 และ 7.5%) ตาจากยอดแก่ที่แตกมานานแล้ว ทั้ง 2 เดือน (55 และ 0%) และยังสังเกตพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อความสำเร็จในการทำความสะอาดผิวเช่นกัน คือ ความสำเร็จของการผลิตตาปลอดเชื้อของตาทั้งจากยอดอ่อนและยอดแก่ในเดือนพฤษภาคมได้ถึง 85 และ 55% สูงกว่าในเดือนมิถุนายนซึ่งได้เพียง 7.5 และ 0% ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงเดือนพฤษภาคมแม่ไม้ได้รับฝนจึงแตกยอดใหม่ มีการปนเปื้อนไม่มากนัก

Table 3 Percentages of contamination, dry and sterilized buds from young and old shoots during May-June 2012 after sterilization with different sterilized reagent concentrations and times

Month	Shoot	Sterilization condition	Contamination (%)			Dry (%)	Sterilized bud (%)
			Mold	Bacteria	Total		
May	Young shoot	10%10 min. 2 times	12.5	2.5	15	0	85
	Old shoot	10%15 min. 2 times	15	30	45	0	55
Jun	Young shoot	15%15 min. 2 times	80	12.5	92.5	0	7.5
	Old shoot	15%20 min. 2 times	92.5	7.5	100	0	0

1.2.2 ฤดูกาล

การศึกษาการทำความสะอาดผิวของแม่ไม้ประจําจำนวน 3 ต้น ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึง เมษายน 2558 พบว่า การผลิตตาปลอดเชื้อของแม่ไม้ทั้ง 3 ต้น ในแต่ละเดือนให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก และมีความผันแปรไปในแต่ละเดือน (Figure 1) แนวโน้มที่ผลิตตาปลอดเชื้อได้ดี คือ ช่วงระหว่างเดือนมีนาคม-กรกฎาคม ของทุกปี ความสำเร็จของการผลิตตาปลอดเชื้อเฉลี่ย 35-88% โดยเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ผลิตตาปลอดเชื้อได้ 75-95% เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 ผลิตตาปลอดเชื้อได้ 30-45% เดือนเมษายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ผลิตตาปลอดเชื้อได้ 67-87% และเดือนเมษายน 2558 ผลิตตาปลอดเชื้อได้ 75-100% ทั้งนี้เนื่องจากตาสกปรกไม่มากนัก เพราะอยู่ในช่วงฤดูฝน แม่ไม้แตกยอดอ่อนมาใหม่ ยังไม่ได้สัมผัสกับสิ่งเจือปนในอากาศมากนัก จึงเหมาะต่อการนำมาผลิตตาปลอดเชื้อเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในทางตรงกันข้ามช่วงกันยายน-กุมภาพันธ์ ของทุกปีซึ่งเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูแล้ง แม่ไม้ประจําเริ่มท้งใบเพื่อผลิตดอกออกผล หลังจากนั้นมีการพักตัว การเจริญเติบโตน้อยลง ไม่มีกิ่งแตกใหม่ กิ่งที่นำมาเพาะเลี้ยงจึงมีความสกปรกค่อนข้างมาก ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการผลิตตาปลอดเชื้อ โดยพบว่า ช่วงเดือน กันยายน-พฤศจิกายน ผลิตตาปลอดเชื้อเฉลี่ยได้เพียง 0-12.5% ซึ่งในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2555 ผลิตตาปลอดเชื้อได้ 2.5-25% เดือนตุลาคม 2556 และเดือนพฤศจิกายน 2557 ไม่สามารถผลิตตาปลอดเชื้อได้ (0%)

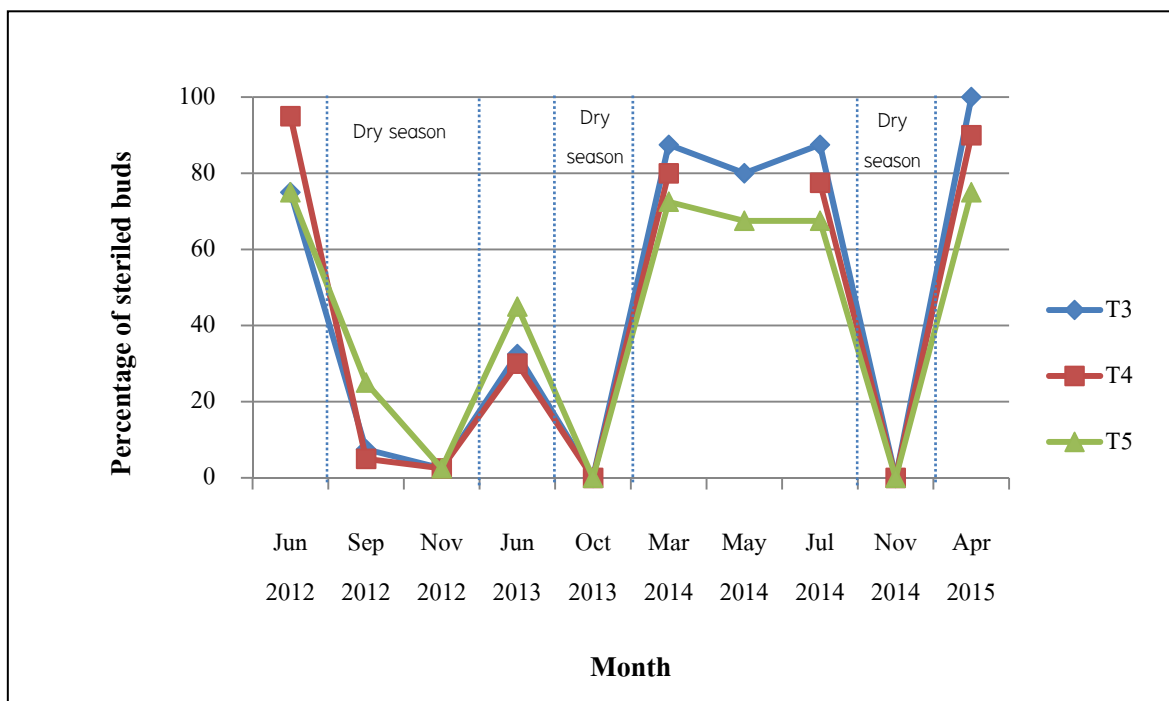


Figure 1 Percentages of *P. macrocarpus* sterilized buds from 3 selected trees during June 2012 to April 2015

2 ศึกษาความผันแปรในการตอบสนองของแม่ไม้ในการชักนำให้เกิดยอด

2.1 อิทธิพลของอาหารเพาะเลี้ยงต่อการชักนำยอด

ยอดและข้อของกล้าจากแม่ไม้ประจำจำนวน 3 ต้น เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2556 พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์ ยอด/ข้อจากแม่ไม้ทั้ง 3 ต้น มีการตอบสนองต่ออาหารได้ค่อนข้างดีกว่าในเดือนมีนาคมและเมษายน (Figure 3-5) โดยเดือนกุมภาพันธ์ตาจากแม่ไม้ทั้ง 3 ต้น ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 0.9-1.6 ยอด/ตา การเกิดยอด 89-100% และผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา จำนวน 84-147 ยอด ซึ่งมากกว่าเดือนมีนาคมและเมษายน คือ เดือนมีนาคมตาจากแม่ไม้ทั้ง 3 ต้น ให้ยอดเฉลี่ย 0.6-0.8 ยอด/ตา การเกิดยอด 58-82% ผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา จำนวน 33-64 ยอด ในขณะที่เดือนเมษายน ตาจากแม่ไม้ทั้ง 3 ต้น ให้ยอดเฉลี่ย 0.3-0.6 ยอด/ตา การเกิดยอด 33-64% ผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา จำนวน 11-44 ยอด ตามลำดับ

การตอบสนองของตาต่ออาหารเพาะเลี้ยง 4 สูตร พบว่า เดือนกุมภาพันธ์ ตาที่เพาะเลี้ยงในอาหาร A2 (BAP 1 μ M) A3 (BAP 10 μ M) และ A4 (BAP 1 μ M+ IBA 1 μ M) ให้ผลผลิตยอดเฉลี่ย/ 100 ตา ดีกว่าและมีความแตกต่างจากอาหาร A1 (MS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4-5) ตาที่เพาะเลี้ยงในอาหาร A3 ให้ผลผลิตยอดเฉลี่ยสูงสุด 138.9 ยอด/ 100 ตา ลำดับรองลงไปคือ A2 A4 และ A1 .ให้ผลผลิตยอดเฉลี่ย 126.9 123.7 และ 103.4 ยอด/ 100 ตา ตามลำดับ และเมื่อตัดขยายยอดหลังจากเพาะเลี้ยงได้ 1 เดือน พบว่า ในเดือนมีนาคมและเมษายน ตาที่เพาะเลี้ยงทุกสูตรให้จำนวนยอดเฉลี่ย และการเกิดยอดเฉลี่ยลดลง จึงมีผลให้ผลผลิตยอดเฉลี่ย/ 100 ตา ลดลงตามไปด้วย และไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในเดือนมีนาคม ยอดที่เพาะเลี้ยงในอาหาร A1-A4 .ให้ผลผลิตยอด/ 100 ตา เฉลี่ย 38.1 40.6 61.7 และ 52 ยอด ตามลำดับ ในขณะที่เดือนเมษายนให้ผลผลิตยอด/ 100 ตา เฉลี่ย 28 33.7 37.1 และ 24.6 ยอด ตามลำดับ



Figure 2 Shoots multiplication of *P macrocarpus* nodal segments after culturing in A2 = MS + BAP 1 μ M (1st row) and A3 = MS + BAP 10 μ M (2nd row)

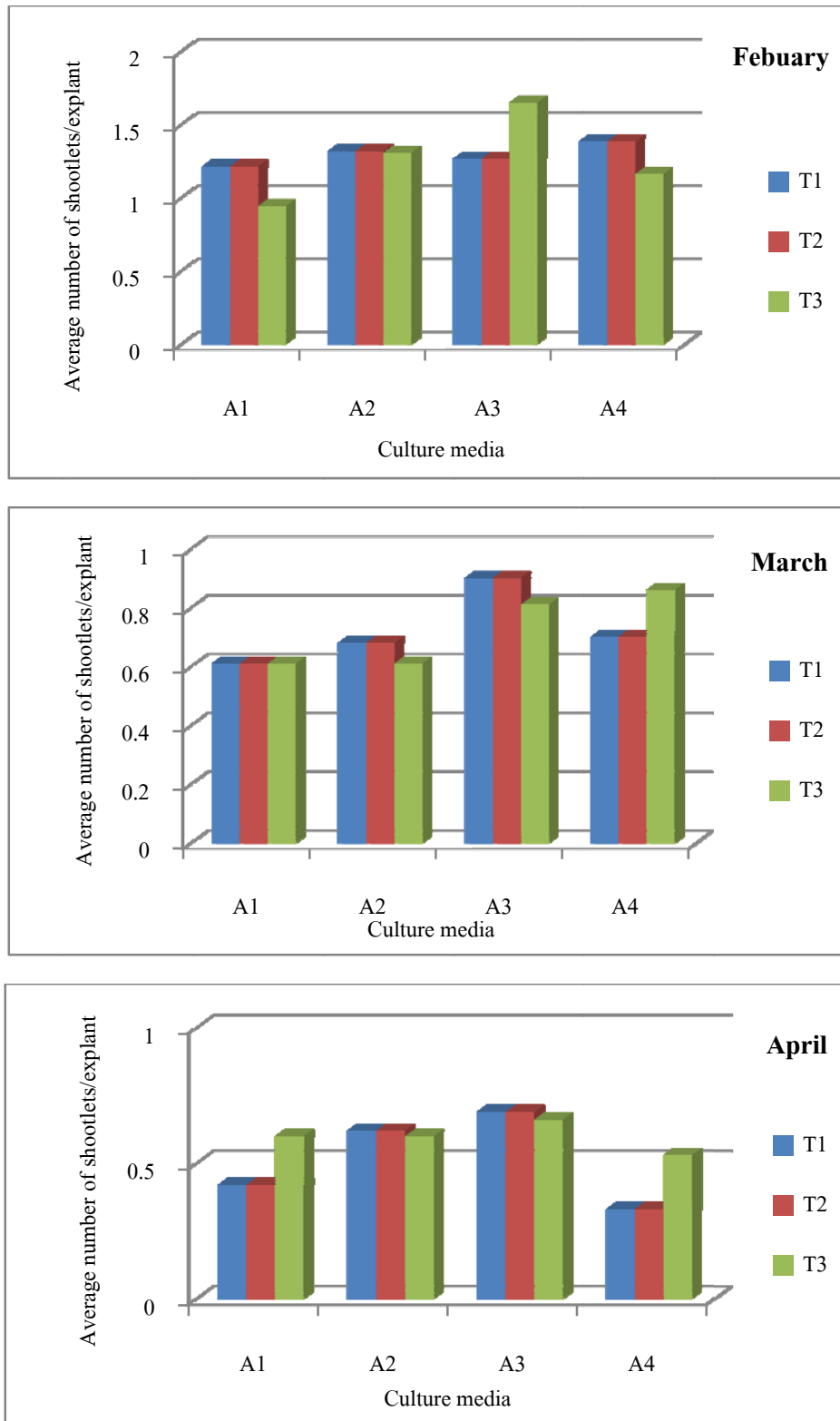


Figure 3 Average number of shootlets per explant of buds cultured form 3 selected trees in 4 kinds of media: A1 = MS, A2 = MS + BAP 1 μ M, A3 = MS + BAP 10 μ M and A4 = MS + BAP 1 μ M+ IBA 1 μ M during February–April

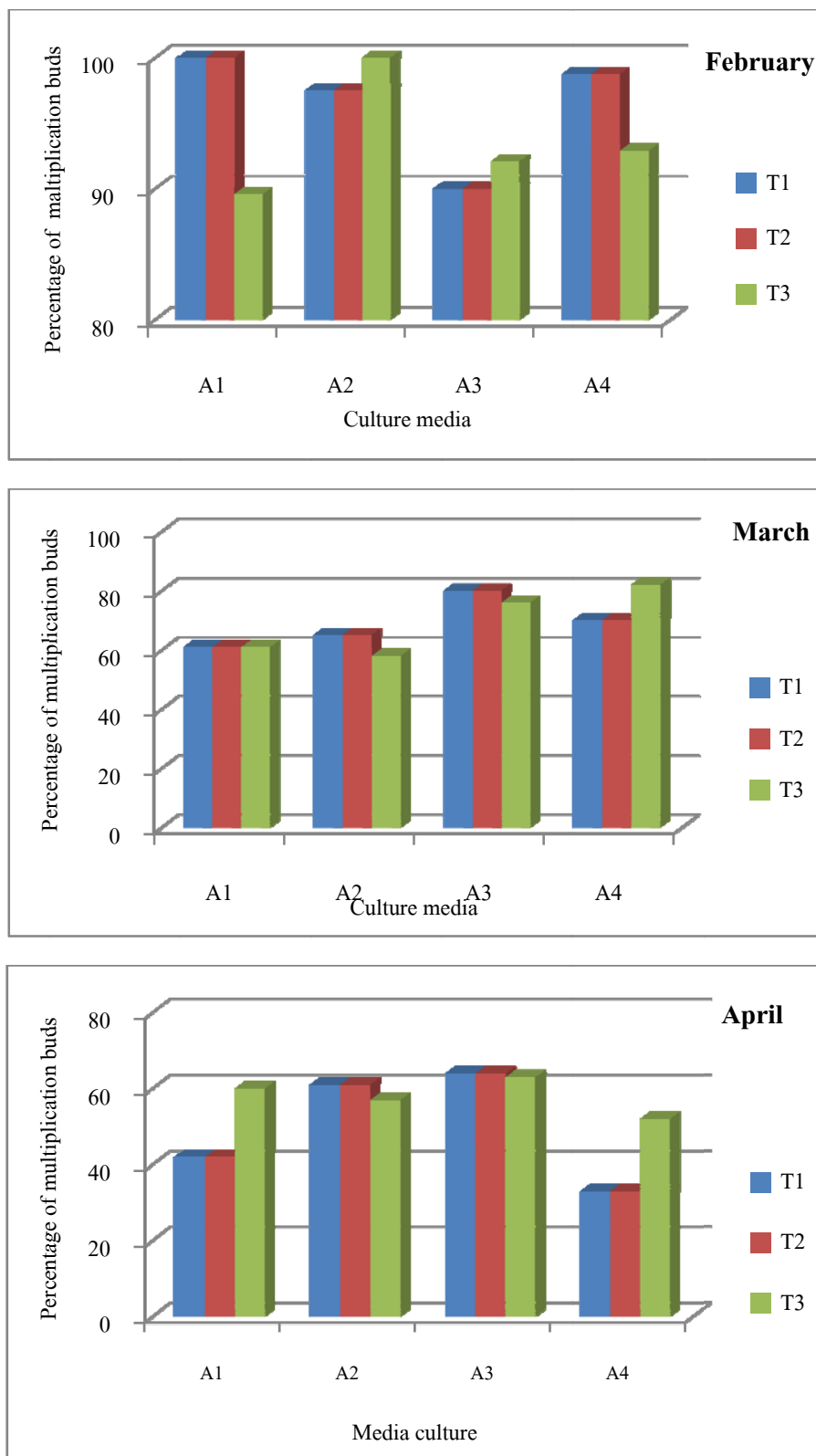


Figure 4 Percentage of multiplication buds of buds cultured form 3 selected tree in 4 kinds of media: A1 = MS, A2 = MS + BAP 1 μ M, A3 = MS + BAP 10 μ M and A4 = MS + BAP 1 μ M+ IBA 1 μ M during February–April

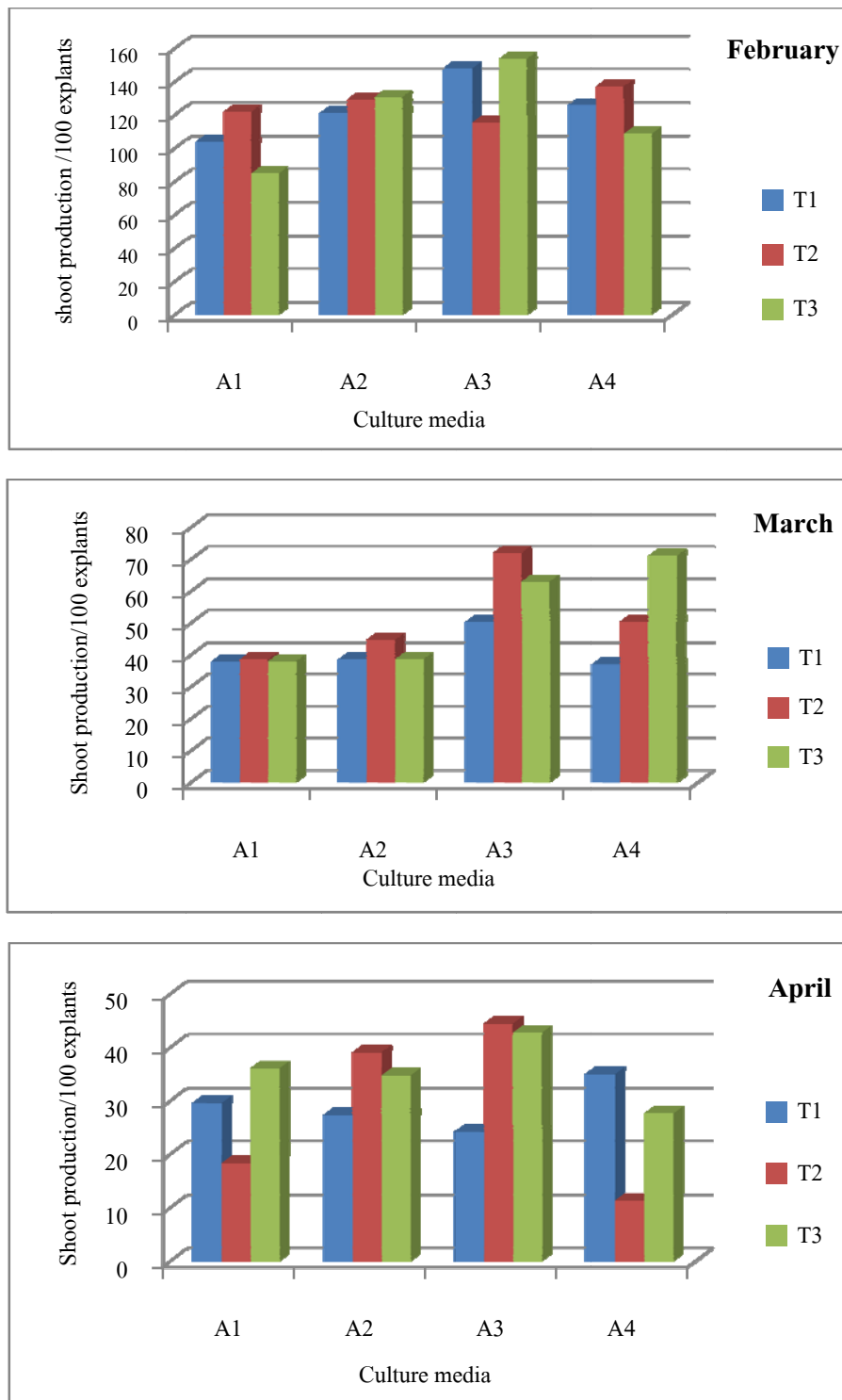


Figure 5 Average shoot production per 100 explants of buds cultured from 3 selected trees in 4 kinds of media: A1 = MS, A2 = MS + BAP 1 μ M, A3 = MS + BAP 10 μ M and A4 = MS + BAP 1 μ M + IBA 1 μ M during February–April

Table 4 Analysis of variance of shoot production/100 explants from 3 selected trees cultured in 4 kinds of media in February–April

Source of Variation	df	MS		
		Feb.	Mar	Apr.
Sample (Clone)	2	181.00	663.07	236.33
Columns (media)	3	2615.75	1455.20	375.97
Interaction	6	1268.51	347.80	439.11
Within	36	337.58	219.27	84.62
Sig. level		*	ns	ns

Table 5 Variation of average shoot production per 100 explants form 3 selected trees cultured in 4 kinds of media in February

Tree Number.	Media culture			
	A1	A2	A3	A4
T1	103.85	121.96	147.82	125.75
T2	121.60	129.08	115.33	136.89
T3	84.71	130.70	153.64	108.61
Average	103.4 c	126.9 ab	138.9 a	123.7 ab

Letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences at $p = 0.05$

2.2 ความผันแปรของแม่ไม้ในการตอบสนองต่ออาหารชักนำยอด

การเพาะเลี้ยงตาจากกล้าไม้ที่อยู่บริเวณข้อเหนือใบเลี้ยงของแม่ไม้ทั้ง 7 ต้น ในอาหาร 2 ชนิด คือ A1 อาหารพื้นฐานสูตร MS (control) และ A3 อาหารพื้นฐานสูตร MS+BAP 10 μ M ระหว่างเดือน มกราคม–ธันวาคม 2557 พบว่า การตอบสนองของตาต่ออาหารที่เพาะเลี้ยงแปรผันไปตามฤดูกาล (Figure 6–8) โดยแนวโน้มในการเกิดยอดใหม่ จำนวนยอด และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา ค่อนข้างดีในช่วงเดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม และเดือนพฤษภาคม–สิงหาคม โดยเดือนกุมภาพันธ์ตาจากแม่ไม้ทั้ง 7 ต้น มีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.05–1.45 ยอด/ตา การเกิดยอด 5–40% และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา 5.25–58 ยอด เดือนมีนาคม มีจำนวนยอดเฉลี่ย 11.2–1.5 ยอด/ตา การเกิดยอด 15–45% และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา 18–67 ยอด เดือนพฤษภาคมมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.05–1.35 ยอด/ตา การเกิดยอด 0.35% และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา 11–47 ยอด เดือนมิถุนายนมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.1–1.35 ยอด/ตา การเกิดยอด 15–35% และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา 5.25–24 ยอด เดือนกรกฎาคม มีจำนวนยอดเฉลี่ย 1–1.25 ยอด/ตา การเกิดยอด 0–20% และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา 2.25–24 ยอด และ

เดือนสิงหาคมมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1-1.2 ยอด/ตา การเกิดยอด 0-20% และผลผลิตของยอดเฉลี่ย/100 ตา 0-24 ยอด หลังจากนั้นในเดือนกันยายน-ธันวาคม ตาของแม่ไม้ทั้ง 7 ต้น ไม่มีการตอบสนองต่ออาหาร โดยไม่มีการแตกยอดใหม่เพิ่ม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูแล้ง ซึ่งพืชส่วนใหญ่พักการเจริญเติบโต

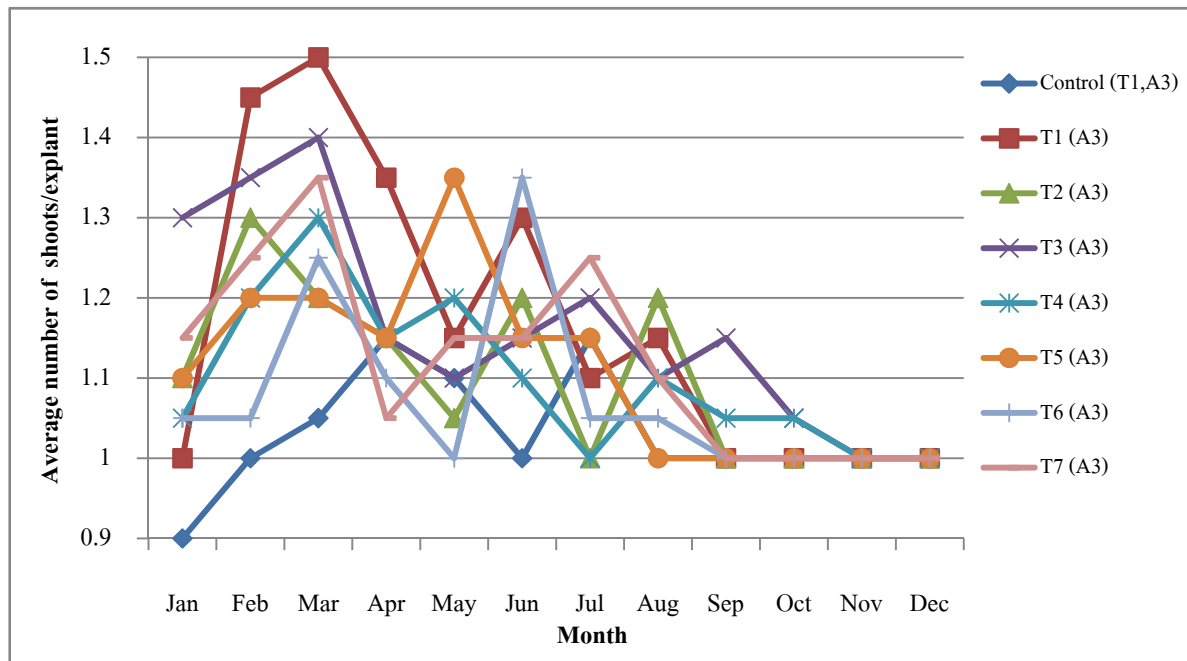


Figure 6 Variation of average shootlet numbers per explant of buds cultured from 7 selected trees in A1 = MS (control) and A3 = MS + BAP 10 µM during January –December 2014

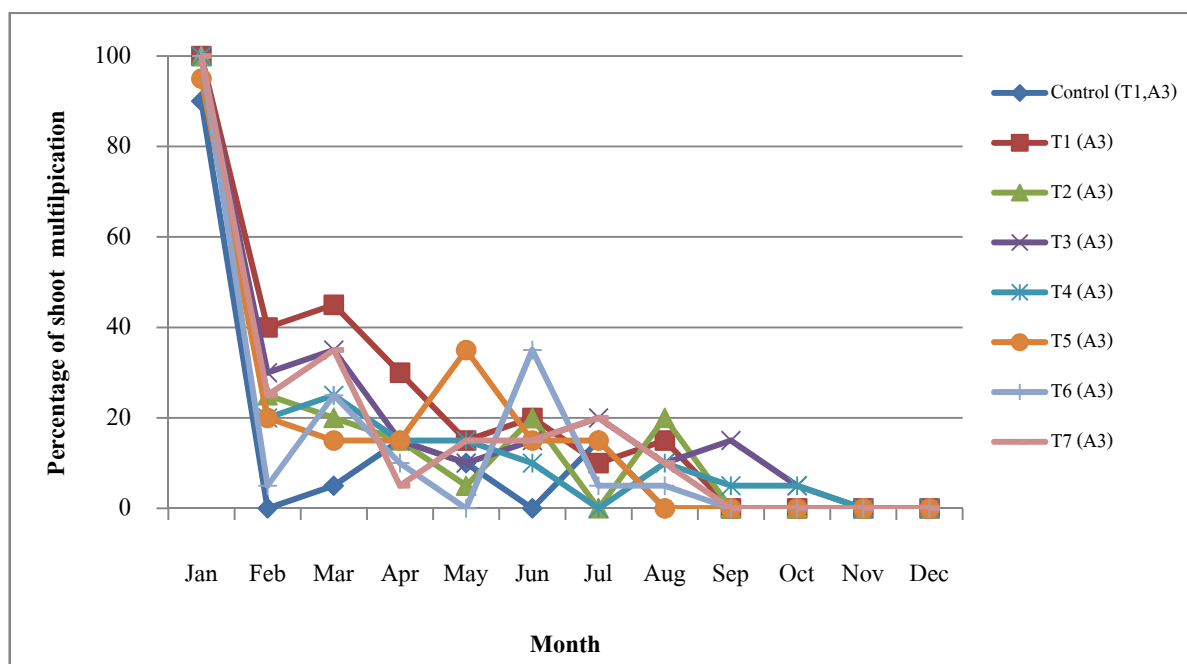


Figure 7 Variation of bud multiplication percentages of buds cultured from 7 selected trees in A1 = MS (control) and A3 = MS + BAP 10 µM during January –December 2014

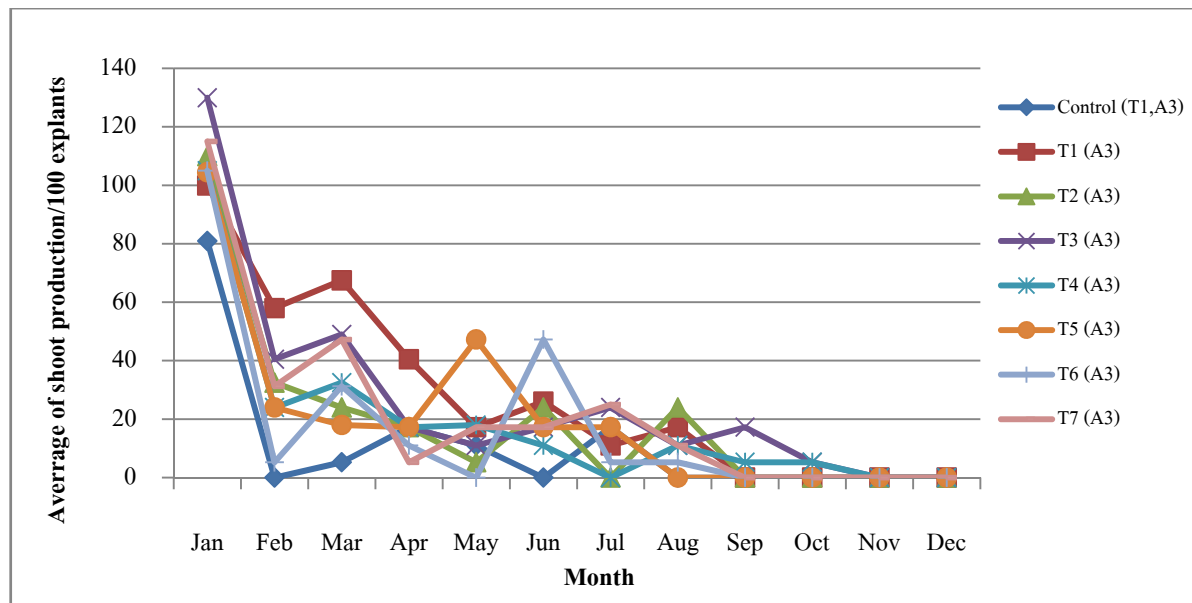


Figure 8 Average number of shoot production per 100 explants of buds cultured from 7 selected trees in A1 = MS (control) and A3 = MS + BAP 10 μ M during January–December 2014

อิทธิพลของอาหารต่อการชักนำให้ตาเกิดยอดพบว่า อาหาร A1 ซึ่งมีเฉพาะอาหารพื้นฐานชักนำ การเกิดยอดได้น้อยกว่าอาหาร A3 ที่มี BAP ร่วมอยู่ด้วย ตาจากแม่ไม้ทุกต้นที่เพาะเลี้ยงในอาหาร A3 ตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงเดือนสิงหาคม มีการเกิดยอด จำนวนยอด และผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา มากกว่าตาที่เพาะเลี้ยงในอาหาร A1 โดยอาหาร A3 ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 1–1.45 ยอด การเกิดยอด 0–100% และผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา 0–130 ยอด ในขณะที่ A1 ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 0.9–1.15 ยอด การเกิดยอด 0–90% และผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา 0–81 ยอด และตั้งแต่เดือนกันยายน–ตุลาคม ตาที่เพาะเลี้ยงใน อาหาร A1 ไม่มีการเกิดยอดใหม่เพิ่ม คงมีแต่ยอดที่เพาะเลี้ยงไว้เมื่อเริ่มต้น

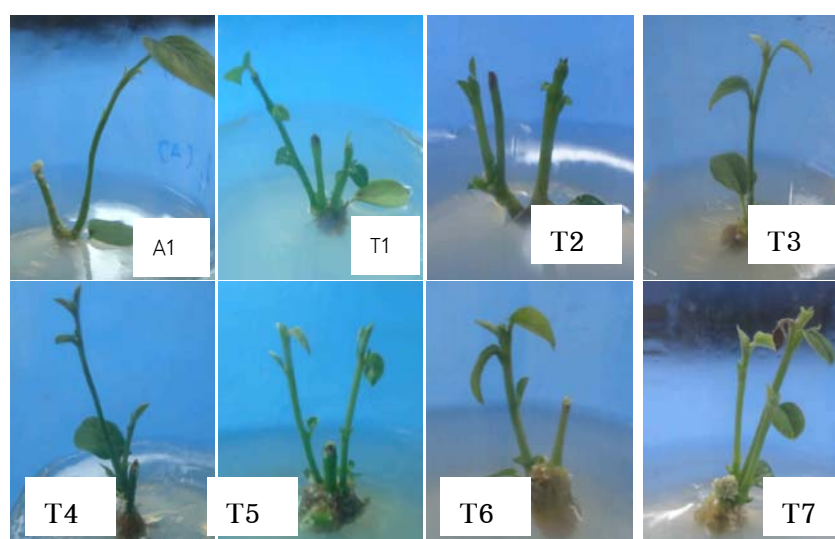


Figure 9 Multiple shoots of *P. macrocarpus* of bud cultured from 7 selected trees in 2 kinds of media : A1 = MS (control) and A3 = MS + BAP 10 μ M (T1–T7)

อิทธิพลของแม่ไม้ต่อการเกิดยอดพบว่า แม่ไม้แต่ละต้นให้ผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา แตกต่างกันไป แม่ไม้ต้นที่ 1 และต้นที่ 3 มีแนวโน้มในการเกิดยอดค่อนข้างดีกว่าแม่ไม้ต้นที่ 2 4 และ 6 (Figure 6–8) ซึ่งการเกิดยอดมีความผันแปรไปในแต่ละแม่ไม้และช่วงเวลา โดยเฉพาะในเดือนมกราคมและพฤษภาคม แม่ไม้มีผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ในเดือนมกราคม แม่ไม้ต้นที่ 3 และ 7 ให้ผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ตา สูงกว่าแม่ไม้ต้นอื่น คือ 130 และ 115 ยอด/100 ตา ตามลำดับ ในขณะที่เดือนพฤษภาคม แม่ไม้ต้นที่ 5 ให้ผลผลิตยอดเฉลี่ย/100 ยอด มากที่สุด คือ 55.8 ยอด/100 ตา (Table 6)

Table 6 Analysis of variance of shoot production/100 explants from 7 selected trees cultured in control (MS) and A3 (MS + BAP 10 μ M) in January and May.

Source of Variation	df	MS	
		Jan	May
Between Groups	7	680.86	1145.36
Within Groups	24	244.67	215.66
Total	31	*	ns

Table 7 Variation of numbers of shoot production/100 explants from 7 selected trees cultured in control (MS) and A3 (MS + BAP 10 μ M) in January and May

Tree No.	January	May
control	84 c	14.8 b
T1	100 b	10.3 b
T2	110 b	7.3 b
T3	130 a	8.8 b
T4	105 b	17.5 b
T5	105 b	55.8 a
T6	105 b	0.0 b
T7	115 ab	16.3 b

Letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences at $p = 0.05$

การศึกษาความผันแปรของสายต้นไม้ประดู่ ในการผลิตกล้าไม้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากปัจจัยหลายประการ ดังนี้

- 1 ตัวอย่างพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงมีไม่เพียงพอ โดยทั่วไปแล้วในการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้ปริมาณมากต้องมีการจัดสร้างสวนรวมพันธุ์และการจัดการสวนรวมพันธุ์เพื่อ

ผลิตยอดที่มีอายุและลักษณะเหมาะสมในการนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และมีปริมาณพอเพียง (ณัฐฐากร และคณะ, 2556) แต่ในการศึกษารั้งนี้ มีต้นแม่พันธุ์เพียงไม่กี่ต้น และมีขนาดเล็ก ผลิตยอดได้ไม่มาก เพราะปลูกไว้ในกระถาง นอกจากนี้ยังมีผลจากฤดูกาลที่เมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งต้นประดู่จะออกดอกและหยุดชะงักการเจริญเติบโต ไม่มีการแตกยอดใหม่จนกว่าเข้าสู่ฤดูฝน ดังนั้นแนวทางในการทำการศึกษา ในโอกาสต่อไป ควรมีการสร้างสวนรวมพันธุ์ โดยให้มีจำนวนแม่ไม้ที่มากพอ พร้อมทั้งจัดการแปลงรวมพันธุ์เพื่อให้แม่ไม้สมบูรณ์สามารถผลิตกิ่งพันธุ์ที่แข็งแรงในปริมาณมาก

2 การทำความเข้าใจความสะอาดผิวตาไม้ประดู่ ต้องแปรผันไปตามฤดูกาล จากการศึกษาพบว่า มีบางเดือนไม่สามารถผลิตตาปลอดเชื้อได้ ทั้งนี้เนื่องจากแม่ไม้มีการออกดอก และหลังจากนั้นไปเป็นฤดูแล้ง ต้นไม้พักตัว ไม่มีกิ่งหรือยอดแตกใหม่ ดังนั้น ในการทำความเข้าใจจึงต้องหาวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของตาที่นำมาใช้ โดยการปรับเปลี่ยนชนิด ความเข้มข้นของน้ำยาทำความสะอาด และระยะเวลา ในการทำความสะอาดให้เหมาะสมกับความอ่อน-แก่ และความสกปรกของกิ่งพันธุ์

3 การชักนำยอด สูตรอาหารมีผลต่อการชักนำการเกิดยอดของพันธุ์ไม้ ซึ่งพันธุ์ไม้แต่ละชนิด มีการตอบสนองต่ออาหารที่แตกต่างกันไป จากการศึกษาการชักนำยอดแม่ไม้ประดู่ โดยใช้อาหาร พื้นฐานสูตร MS ร่วมกับ BAP และ IBA ยังให้ปริมาณผลผลิตยอดค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจมาเนื่องจากการแยกต้นเพื่อขยายปริมาณ ใช้ยอดขนาดเล็กและพอมบาง จึงไม่มีความสมบูรณ์พอที่จะแตกยอดใหม่ ซึ่งแตกต่างจากไม้สกุล *Pterocarpus* ชนิดอื่นที่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดี เช่น ในการชักนำการเกิดยอดของข้อจากกล้า *Pterocarpus santalinus* ได้ผลดีเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Gamborg medium (B5) ร่วมกับ BAP 8.0 μM และ NAA 2.0 μM (Warakagoda and Subasinghe, 2013) ในขณะที่การชักนำ การเกิดยอดของข้อจากกล้า *Pterocarpus marsupium* ให้ผลดีเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ร่วมกับ BA และ kinetin 2.22–13.32 μM หรือร่วมกับ NAA 0.26 μM (Chand and Singh, 2004) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มของ Cytokinin และ Auxin เป็นต้นว่า การศึกษาการชักนำยอดของข้อจากกล้าไม้ *Pterocarpus marsupium* ในอาหาร MS ร่วมกับ BA หรือ Kinetin เข้มข้น 1 2.5 5 และ 10 μM และในอาหาร MS ร่วมกับ BAP 5 μM และ IAA หรือ NAA 0.25 0.5 และ 1 μM (Anis et. al., 2004) การศึกษาการชักนำยอดของข้อจากกล้าไม้ *Pterocarpus marsupium* ในอาหาร MS ร่วมกับ BAP 0.5 1 1.5 และ 2 mg/l และในอาหาร MS ร่วมกับ BAP 1 mg/l และ IAA หรือ NAA 0.1 0.5 mg/l และในอาหาร MS ร่วมกับ BAP 5 mg/l และ IAA/NAA 1 mg/l (Ahmad et. al., 2004)

4 การชักนำรากไม้ประดู่ยังไม่ได้ดำเนินการ เนื่องจากปริมาณยอดที่จะนำมาทดลองมี ปริมาณไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาการชักนำรากของพืชในสกุล *Pterocarpus* ที่ประสบ ผลสำเร็จ เช่น การชักนำราก *Pterocarpus santalinus* โดยแช่ยอดใน IBA 250 μM เป็นเวลา 12 ชั่วโมงแล้ว เพาะเลี้ยงในอาหาร $\frac{1}{2}$ MS ร่วมกับ IBA 0.5 μM (Warakagoda and Subasinghe, 2013) การชักนำราก *Pterocarpus marsupium* ในอาหาร $\frac{1}{2}$ MS ร่วมกับ IBA 9.84 μM สามารถเกิดรากในเวลา 25 วัน (Chand and Kumar Singh, 2004)

สรุปผลการศึกษา

ความผันแปรของสายต้นไม้ประดิษฐ์ในการผลิตกล้าไม้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดย
ทำการศึกษากับแม่ไม้ และตาของกล้าไม้จากแม่ไม้ สรุปได้ดังนี้

1 การทำความสะอาดผิวตาจากแม่ไม้ประจุ่มมีความผันแปรไปตามอายุของตา และ
ฤดูกาล ตาที่แตกมาจากยอดใหม่มีอัตราการปลอดเชื้อสูงกว่ายอดแก่ ระยะเวลาที่เหมาะสมใน
การผลิตตาปลอดเชื้ออยู่ระหว่างเดือนมีนาคม-กรกฎาคม โดยวิธีการทำความสะอาดผิวด้วย
การแช่กิ่งด้วยแอลกอฮอล์ 70% แล้วทำความสะอาดตาด้วยน้ำยาฟอกผ้าขาว “ไฮเตอร์” เข้มข้น
15-20 % เป็นเวลา 15-45 นาที ขึ้นอยู่กับฤดูกาล

2 อิทธิพลของสูตรอาหาร ฤดูกาล และแม่ไม้ มีผลต่อการชักนำให้ตาของกล้าไม้ประดิษฐ์
เกิดยอด สูตรอาหารที่มีแนวโน้มในการชักนำยอดได้ดี คือ อาหารสูตร MS ร่วมกับ BAP 10 μM โดย
ตาจากแม่ไม้แต่ละต้นมีการตอบสนองต่ออาหารแตกต่างกันไปตามฤดูกาลที่เพาะเลี้ยง โดยในเดือน
มกราคมและพฤษภาคมพบว่า ผลผลิตจำนวนยอดเฉลี่ยต่อ 100 ตา มีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าความผันแปรในการผลิตกล้าไม้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในแต่ละสายต้นของไม้
ประดิษฐ์ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากคุณประพาย แก่นาคัด หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัย
กำแพงเพชร คุณวิโรจน์ ครองกิจศิริ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน ในการเตรียมกิ่งพันธุ์ไม้ประดิษฐ์
คุณบุญมี ผดุงเขตต์ และคุณจิรพรรณ แก้วกล้า เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ช่วยดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่งผลให้งานวิจัยประสบ
ผลสำเร็จ ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

ณัฐฐากร เสมสันหัตถ์ บัณฑิต โพธิ์น้อย ธิติ วิสารรัตน์ สมบูรณ์ บุญเย็น จันรรจ์ เพียรอนุรักษ์ ดุริยะ
สถาพร และ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2556. เทคนิคการขยายพันธุ์ไม้ป่าแบบไม่อาศัยเพศ.
อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 40 หน้า.

- ประวิทย์ จิตต์จำนงค์, ณัฐฐากร เสริมสันทัด และ บัณฑิต โพธิ์น้อย. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและความผันแปรของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในแม่ไม้สะเดา. เอกสารเผยแพร่ ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 55 หน้า.
- Ahmad N, A. Alia, F. Khan, A. Kour, S. Khan. 2011. *In vitro* Seed Germination and Shoot Multiplication of *Pterocarpus marsupium* Roxb—an Endangered Medicinal Tree. (ออนไลน์) http://www.sciencepub.net/researcher/research0402/006_7530research0402_20_24.pdf (วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2558)
- ANIS M., M. K. HUSAIN, A. SHAHZAD. 2005. *In vitro* Plantlet Regeneration of *Pterocarpus marsupium* Roxb., an Endangered Leguminous Tree. Current science, vol. 88, no. 6, 25 march 2005 (ออนไลน์) <http://www.sciencepub.net/researcher> (วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2558)
- Chand S. and A. K. Singh. 2004 *In vitro* Shoot Regeneration from Cotyledonary Node Explants of a Multipurpose Leguminous Tree, *Pterocarpus marsupium* Roxb. In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant Vol. 40, No. 2 (Mar.–Apr., 2004), pp. 167–170 (ออนไลน์) http://www.jstor.org/stable/4293713?seq=1#page_scan_tab_contents (วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2558)
- Warakagoda P.S, S. Subasinghe. 2013. *In vitro* Propagation of *Pterocarpus santalinus* L. (Red Sandalwood) Through Tissue Culture. J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka 41 (1): 53– 63. (ออนไลน์) <http://jnsfsl.sljol.info/articles/abstract/10.4038/jnsfsr.v41i1.5325/> (วันที่ค้นข้อมูล 1 กันยายน 2558)

การศึกษาและควบคุมแมลงศัตรูไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและสวนป่า

Insect Pests of *Pterocarpus macrocarpus* Management in Plantations

สุภชาติ อึ้งวิจารณ์ปัญญา¹

นงนุช ช่างสี²

บทคัดย่อ

การศึกษาและควบคุมแมลงศัตรูไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและสวนป่าได้ทำการสำรวจและศึกษาชนิดของแมลงที่เป็นศัตรูพืชของกล้าประดู่และต้นประดู่ในแปลงปลูกทดลองในพื้นที่ สถานีวนวัฒนวิจัย กำแพงเพชร ต.หนองปลิง อ.เมือง จ.กำแพงเพชร ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถานีวนวัฒนวิจัยสระแก้ว ต.อุดมทรัพย์ อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา และสถานีวนวัฒนวิจัยลำปาง-ลำทราย ต.บ้านเก่า อ.เมือง จ.กาญจนบุรี พบว่ามีแมลงศัตรูของต้นประดู่ จำนวนหลายชนิด เป็นแมลงที่กัดกินใบ กัดกินยอดอ่อน ดูดน้ำเลี้ยงที่ยอดและใบ เช่น ตัวงวง ตัวงเต่า กัดกินใบ ตั๊กแตนหนวดยาว กัดกินใบและยอดอ่อน เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่นเขา เพลี้ยหอย ดูดน้ำเลี้ยงที่ใบอ่อนและยอดอ่อน หนอนผีเสื้อหลายชนิดที่กัดกินใบ และ หนอนด่างเจาะต้นประดู่ เป็นต้น ทำให้ต้นประดู่ที่แมลงทำอันตราย มีการเจริญที่ไม่ดีและผิดปกติ แต่แมลงดังกล่าวนี้เป็นเพียงแมลงที่เข้ามาทำลายประดู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ยังไม่ทำให้เกิดการระบาดของรุนแรงที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อต้นไม้อย่างร้ายแรงได้ แต่มีแมลงศัตรูพืชบางชนิดถ้าหากสภาพแวดล้อมเหมาะสมอาจเกิดการระบาดอย่างรุนแรงได้และทำความเสียหายให้กับต้นประดู่ได้ ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลว่ามีแมลงศัตรูของไม้ประดู่ ปริมาณมากน้อยเพียงใดและแมลงชนิดไหนบ้างที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการระบาดอย่างรุนแรงได้และใช้เป็นแนวทางการศึกษาวิจัยชีววิทยาและนิเวศวิทยาของแมลงศัตรูพืชนั้นด้วยเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการ เลือกวิธีการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชประดู่ในสวนป่าอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยกับสิ่งแวดล้อม ต่อไป

คำหลัก: แมลงศัตรูประดู่

1 นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

2 นักวิจัย (พนักงานราชการ) สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

Study on Insect Pests of *Pterocarpus macrocarpus* Management in Plantation was conducted by surveying and studying on the pest species that cause harm to the *Pterocarpus* species in the experimental plot at Nakhon Ratchasima, Kampaeng Phet and Kanchanaburi province. It was found that the *Pterocarpus* species in nurseries and plantations are usually attacked by several kind of insect pests such as leaf eating insects, shoot eating insects, and sap sucking insects which caused abnormal growth in trees. However, these insect pests just caused harm to the *Pterocarpus* specie but not severely outbreak to totally damage the tree. In case that the circumstance is suitable, the severely outbreak of some these insect pests may occurred. Therefore, the data obtained from this study will be developed and used for the management on controlling forest insect pests and severe outbreak that may occurred in *Pterocarpus* plantations.

Keywords: insect pests of *Acacia* sp.

คำนำ

แมลงศัตรูพืชป่าไม้สามารถทำอันตรายต่อต้นไม้ได้หลายชนิด ความรุนแรงในการทำอันตรายต่อต้นไม้จะแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ ชนิดและปริมาณของพืช สิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้นๆ แมลงที่เป็นศัตรูพืชป่าไม้ พบว่า หนอนผีเสื้อกินใบสักชนิด *Hyblea pura* Cramer ระบาดกินใบสักทั้งในแปลงเพาะชำ และสวนป่าที่ปลูกและป่าธรรมชาติ ในช่วงต้นฤดูฝนถึงปลายฤดูฝน หรือเป็นช่วงเวลาที่ต้นสักแตกใบอ่อน หนอนผีเสื้อกินผิวใบสักชนิด *Pagida damastesalis* ระบาดกินผิวใบสักทั้งในแปลงสัก และ หนอนผีเสื้อเจาะต้นสักชนิด *Xyleutes ceramicus* Walker เจาะทำลายต้นสักในพื้นที่สวนป่าสักภาคเหนือของประเทศไทย (สุภโชติ, 2540) ต้นยมหอมและมะฮอกกานีมีหนอนผีเสื้อของ *Hypsipyla robusta* Moore เจาะทำลายยอดสร้างความเสียหายอย่างมาก ทำให้เกิดการแตกยอดเป็นพุ่ม ต้นไม้เปลาตรง เสียรูปทรง (จารุณีและนฤมล, 2546; Matsumoto *et al.*, 1997; Cunningham *et al.*, 2000) ไม้สะเดาซึ่งเป็นไม้ที่ได้ชื่อว่ามีคุณสมบัติในการขับไล่แมลง เนื่องจากเมล็ดที่มีสาร azadirachtin นำมาใช้ทำสารwjjแมลง ก็ยังประสบกับปัญหาแมลงศัตรูพืชป่าไม้เข้าทำลาย คือ หนอนผีเสื้อกินใบของต้นกล้าสะเดา ตัวงหวดยาวเจาะสะเดา (กลุ่มแมลงศัตรูป่าไม้, 2542) ในปี 2549 พบแตนฝอยปม (*Leptocybe invasa*) ในวงศ์ Hymenoptera ระบาดทำลายใบ ก้านใบ และยอดอ่อนของ *Eucalyptus camaldulensis* ทั้งในระยะ

กล้าในเรือนเพาะชำ และต้นขนาดใหญ่ในแปลงปลูก ก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นกล้าและต้นยูคาลิปตัสที่ยังมีขนาดเล็กอย่างมากคือทำให้การอัตราการเจริญเติบโตลดลงอย่างมาก รูปทรงผิดปกติ คดงอไม่เปลาตรง ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (Mendel *et al.*, 2004) นอกจากนี้ ยังพบว่า มีหนอนด้วงชนิด *Aristobia horridula* (ด้วงเจาะต้นประดู่) ระบาดเจาะต้นประดู่ทั้งประดู่ป่าและประดู่บ้านในท้องที่อำเภอสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา (Hutachareon and Eungwijarnpanya, 1993)

การป้องกันและควบคุมแมลงศัตรูพืชป่าไม้ ทั้งโดยการใช้สารฆ่าแมลงอินทรีย์สังเคราะห์ (Synthetic organic insecticides) มีสารออกฤทธิ์แรงให้ผลป้องกันกำจัดที่เฉียบพลันมีหลายประเภท เช่น กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เป็นต้น สำหรับการใส่สารฆ่าแมลงที่ได้จากพืช (Botanical insecticides) เป็นสารที่สกัดจากส่วนของพืช เช่น สารโรทีโนนและโรตินอยด์จากต้นหางไหลแดง สารนิโคตินจากใบยาสูบ สารอะซาดิแรกตินจากสะเดา (Bastiaan, 1997) น้ำมันจากเปลือกมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid, CNSL) มีผลต่อปลวกไม้แห้ง ปลวกใต้ดิน และเชื้อราทำลายไม้ (Venmala and Nagaveni, 2005; Remadevi *et al.*, 1997) นอกจากนี้มีสารจุลินทรีย์ฆ่าแมลง (Microbial insecticides) เป็นสารฆ่าแมลงที่ผลิตจากจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียชนิด *Bacillus thuringiensis* ซึ่งกรมป่าไม้ใช้ในการควบคุมและกำจัดหนอนผีเสื้อกินใบสักในสวนป่าสักของกรมป่าไม้และสวนสักของเกษตรกรโดยใช้เครื่องพ่นหมอกจนถึงปัจจุบันและได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สำหรับสารฆ่าแมลงที่สกัดจากสะเดาสามารถควบคุมและกำจัดหนอนผีเสื้อกินใบสักได้เช่นเดียวกัน (Eungwijarnpanya and Yinchareon, 2002) สำหรับด้วงเจาะต้นประดู่ ได้มีการทดลองใช้สารเคมีฆ่าแมลง 4 ชนิด พ่นที่ลำต้นประดู่ในอัตราที่เหมาะสม แล้วปล่อยตัวด้วงที่ต้นประดู่ นั้น พบว่า ทำให้ด้วงตายได้ (Hutachareon and Eungwijarnpanya, 1993)

ดังนั้นการพัฒนาวิธีการป้องกันและควบคุมแมลงศัตรูพืชให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีการศึกษาวิจัยแมลงศัตรูพืชนั้นๆ ในแต่ละพื้นที่และเลือกใช้ชนิดของสารฆ่าแมลงได้อย่างเหมาะสม ข้อมูลการจัดการด้านแมลงศัตรูพืชเพื่อการป้องกันและควบคุมแมลงศัตรูพืชในสวนป่าไม้เศรษฐกิจจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อดำเนินการจัดการที่ถูกต้อง มีประสิทธิภาพและทันที่วงที่ต่อเหตุการณ์

วิธีการศึกษา

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงศัตรูต้นประดู่ในเรือนเพาะชำ พื้นที่สวนป่าและแปลงปลูกประดู่ในภาคต่าง ๆ ของประเทศ
2. เพาะเลี้ยงและศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของแมลงศัตรูต้นประดู่ชนิดที่มีความสำคัญที่ทำให้อันตรายต้นประดู่ในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม
3. จำแนกชนิดและวิเคราะห์ชีววิทยาศาสตร์
4. ประเมินความรุนแรงของการระบาดและความเสียหายของต้นไม้ที่เกิดจากการทำลายของแมลง
5. ศึกษาวิธีการป้องกันและควบคุมแมลงศัตรูต้นประดู่ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
6. สรุปผลและรายงานผล

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

- สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
- พื้นที่สวนป่าไม้ประดู่และแปลงทดลองในท้องที่ภาคต่าง ๆ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากการสำรวจความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของแมลงศัตรูต้นประดู่ในเรือนเพาะชำและแปลงทดลองวิจัยปลูกประดู่ ไม่พบการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่เป็นภัยร้ายแรงที่ทำให้ความเสียหายอย่างรุนแรง พบแต่เพียงแมลงศัตรูพืชทั่วไป เช่น หนอนผีเสื้อ และด้วงกินใบ ตั๊กแตนกินใบและยอดอ่อน เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่นเขาคูดน้ำเลี้ยงที่ใบและยอด และหนอนด้วงเจาะต้นประดู่ เป็นต้น แต่แมลงศัตรูบางชนิดก็มีแนวโน้มเสี่ยงต่อการระบาด เช่น แมลงค่อมทอง เป็นแมลงปีกแข็งพบได้ในพืชเกือบทุกชนิด พบได้ทุกฤดู และค่อนข้างมากตลอดทั้งปี หากมีการระบาดของแมลงค่อมทองอย่างรุนแรง ใบของต้นประดู่และกล้าประดู่จะถูกกัดกินและถูกทำลายเป็นจำนวนมากซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของประดู่ หรือหนอนด้วงหนวดยาวเจาะต้นประดู่ ซึ่งพบระบาดเจาะต้นประดู่กิ่งอ่อน (*Pterocarpus indicus*) และประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) โดยเฉพาะประดู่กิ่งอ่อนพบระบาดอย่างรุนแรงในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา หนอนด้วงจะเจาะเข้าลำต้นประดู่และทำอุโมงค์เป็นทางยาวภายในเนื้อไม้ เมื่อระบาดรุนแรงเนื้อไม้จะเป็นร่องทั่วไป ไม่เหมาะกับการทำไม้แปรรูป

สำหรับแมลงที่เป็นประโยชน์ในการควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืชที่เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติ และพบในแปลงประดู่ คือ แมลงวันหัวบุบ ตั๊กแตนตำข้าว มวนพิฆาต และแมลงหางหนีบ เป็นต้น แมลง

ศัตรูธรรมชาติเหล่านี้จะเป็นแมลงที่ช่วยควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืชในธรรมชาติได้เป็นอย่างดี โดยการจับแมลงศัตรูประจําในช่วงที่เป็นตัวหนอน และตัวเต็มวัยเป็นอาหาร ทำให้ปริมาณของแมลงศัตรูประจํามีจำนวนลดลง ซึ่งหากพบแมลงศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ในแปลงปลูกประจําและในสวนป่าไม่ควรทำลาย ควรจะต้องส่งเสริมให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดพ่นในสวนป่าจะทำให้แมลงที่มีประโยชน์เหล่านี้ลดลงได้

แมลงศัตรูประจําที่พบในแปลงทดลองและในเรือนเพาะชำ สามารถจำแนกประเภทของแมลงศัตรูพืชตามบทบาทการแพร่ระบาดได้ ดังนี้

1. แมลงที่ไม่มีมีความสำคัญ (non- economic insects)
2. แมลงที่สามารถระบาดเป็นครั้งคราว (Occasional Pests)
3. แมลงที่สามารถระบาดเป็นประจำ (Perennial Pests)
4. แมลงที่สามารถระบาดทำความเสียหายรุนแรง (Severe Pests)

แมลงที่สำรวจพบนี้ ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อประจําจนถึงขั้นระบาดที่รุนแรง และไม่ทำให้ประจําได้รับความเสียหายที่ร้ายแรง จึงไม่จำเป็นต้องควบคุมและกำจัดเพียงแต่ต้องติดตามเผ่าระวังไม่ให้เกิดการเพิ่มของแมลงศัตรูพืชจนถึงระดับการระบาด แมลงศัตรูประจําที่พบมาก มี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แมลงศัตรูพืชทำลายใบประจํา แมลงเหล่านี้จะกัดกินใบประจําเป็นอาหาร ทำให้ใบถูกทำลายแห้งและขาดหายได้รับความเสียหาย ไม่สามารถสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารให้ต้นประจําได้ตามปกติ ทำให้ต้นไม้ชะงักการเจริญเติบโต หากมีการระบาดรุนแรงและต่อเนื่องอาจทำให้ต้นประจํายืนต้นตายได้ แมลงปากกัดบางชนิดกัดทะเข้าไปถึงกิ่งก้านหรือลำต้น ทำให้ท่อน้ำท่ออาหารของต้นไม้เสียหาย ถ้าถูกทำลายมากต้นไม้จะเหี่ยวและตายในที่สุด แมลงเหล่านี้เช่น ตั๊กแตน หนอนผีเสื้อ ตัวงเป็นต้น วิธีการควบคุมและกำจัด สามารถใช้สารกำจัดแมลงที่มีพิษต่ำ เช่น เซฟวิน ซึ่งมีคุณสมบัติแบบถูกตัวแมลง และแมลงกินจะทำให้แมลงตาย ฉีดพ่นให้ทั่วใบประจํา หากพบแมลงกินใบเป็นหนอนผีเสื้อสามารถใช้สารแบคทีเรียชนิดพ่นเคลือบใบเพื่อให้หนอนผีเสื้อกินสารแบคทีเรียเข้าไปจะเกิดเป็นพิษทำให้หนอนผีเสื้อตายในที่สุด แต่หากพบแมลงระบาดกินใบอะคาเซียจำนวนไม่มากสามารถใช้วิธีจับตัวหนอนและแมลงไปทำลาย

2. แมลงศัตรูพืชประเภทดูดน้ำเลี้ยง แมลงประเภทนี้มีปากแบบดูด มีลักษณะเป็นท่อนคล้ายวง แมลงจะใช้ปากดูดน้ำเลี้ยงจากใบอ่อน ยอดอ่อน ทำให้ใบและยอดอ่อนมีอาการเหี่ยว เจริญผิดปกติ และแห้ง ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ตามปกติ นอกจากนี้แมลงปากดูดบางชนิดยังปล่อยสารพิษให้ต้นไม้ ทำให้ใบของประจํามีสีซีด เหี่ยวแห้ง ใบร่วงก่อนกำหนด ต้นอะคาเซียชะงักการเจริญเติบโต และแห้งตายในที่สุด แมลงพวกนี้มีปากแบบดูดที่พบในแปลงปลูกประจํา คือ ด้แ ก่ เพลี้ยและมวนชนิดต่างๆ วิธีการควบคุมและกำจัด สามารถใช้สารควบคุมแมลงศัตรูพืชแบบถูกตัวตายและแบบดูดซึมฉีดพ่นที่ใบให้ทั่ว เพื่อให้ถูกตัวแมลงหรือแมลงดูดน้ำเลี้ยงในส่วนองพืชที่มีสารควบคุมและกำจัดแมลง ซึ่งจะทำให้

แมลงตาย แมลงศัตรูไม้ประดับที่สำรวจพบในสวนป่า และแปลงเพาะชำในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร นครราชสีมา และกาญจนบุรี (Table 1)

Table 1 รายชื่อแมลงศัตรูของประดับ

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
1		ชื่อสามัญ : หนอนบุ้ง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Orgyia</i> sp. ชื่อวงศ์ : Lymantriidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
2		ชื่อสามัญ : หนอนบุ้งปกเหลือง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Orgyia postica</i> ชื่อวงศ์ : Lymantriidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
3		ชื่อสามัญ : หนอนบุ้ง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Orgyia</i> sp. ชื่อวงศ์ : Lymantriidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
4		ชื่อสามัญ : หนอนบุ้งหูแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Olene mendosa</i> ชื่อวงศ์ : Lymantriidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
5		ชื่อสามัญ : หนอนร่าน ชื่อวิทยาศาสตร์ : – ชื่อวงศ์ : Limacodidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
6		ชื่อสามัญ : หนอนร่านสีเขา ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Setora nitens</i> ชื่อวงศ์ : Limacodidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
7		ชื่อสามัญ : หนอนคืบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Hyposidra</i> sp. ชื่อวงศ์ : Noctuidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
8		ชื่อสามัญ : หนอนคืบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Zale</i> sp. ชื่อวงศ์ : Noctuidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
9		ชื่อสามัญ : หนอนคืบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Anomis</i> sp. ชื่อวงศ์ : Noctuidae ชื่ออันดับ : Lepidoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
10		ชื่อสามัญ : เพลี้ยกระโดดดำ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Callitetrax versicolor</i> Fabricius ชื่อวงศ์ : Cercopidae ชื่ออันดับ : Homoptera	ดูดน้ำเลี้ยงจากใบและยอดอ่อน
11		ชื่อสามัญ : เพลี้ยจักจั่นแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Bothrogonia indistincta</i> (Walker) ชื่อวงศ์ : Cicadellidae ชื่ออันดับ : Homoptera	ดูดน้ำเลี้ยงจากใบกิ่ง และยอดอ่อน
12		ชื่อสามัญ : เพลี้ยจักจั่นเขา ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Leptocentrus taurus</i> Fabricius ชื่อวงศ์ : Membracidae ชื่ออันดับ : Homoptera	ดูดน้ำเลี้ยงจากใบกิ่ง และยอดอ่อน
13		ชื่อสามัญ : มวนดูดน้ำเลี้ยง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Homoeocerus</i> sp. ชื่อวงศ์ : Coreidae ชื่ออันดับ : Hemiptera	ดูดน้ำเลี้ยงจากใบกิ่ง และยอดอ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
14		ชื่อสามัญ : มวนธัญพืช ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Eusarcocoris guttiger</i> Thunberg ชื่อวงศ์ : Pentatomidae ชื่ออันดับ : Hemiptera	ดูดน้ำเลี้ยงจากใบ กิ่ง และยอดอ่อน
15		ชื่อสามัญ : เพลี้ยหอย ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Coccus</i> sp. ชื่อวงศ์ : Coccidae ชื่ออันดับ : Hemiptera	ดูดน้ำเลี้ยงจาก กิ่ง และลำต้น
16		ชื่อสามัญ : มวนดูดน้ำเลี้ยง (ตัวอ่อน) ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Homoeocerus</i> sp. ชื่อวงศ์ : Coreidae ชื่ออันดับ : Hemiptera	ดูดน้ำเลี้ยงจากใบ กิ่ง และยอดอ่อน
17		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนลิงสุโขทัย ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Erianthus sukhothaiensis</i> Descamps ชื่อวงศ์ : Chorotypidae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอด อ่อน
18		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหลังข / ตั๊กแตน หน้าลิง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Erianthes</i> sp. ชื่อวงศ์ : Chorotypidae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอด อ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
19		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนข้าว ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Oxya</i> sp. ชื่อวงศ์ : Acrididae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
20		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนขาลายข้างแถบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Pternoscirta caliginosa</i> ชื่อวงศ์ : Acrididae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
21		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหนวดสั้น ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Spathosternum</i> sp. ชื่อวงศ์ : Acrididae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
22		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหนวดสั้น ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Paroxya</i> sp. ชื่อวงศ์ : Acrididae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
23		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหนวดสั้น ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Schistocera</i> sp. ชื่อวงศ์ : Acrididae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
24		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหน้าเอียง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Tagasta</i> sp. ชื่อวงศ์ : Pyrgomorphidae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
25		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหนวดยาว ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Orchelimum</i> sp. ชื่อวงศ์ : Tettigoniidae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
26		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนกิ่งไม้ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Manomera</i> sp. ชื่อวงศ์ : Diapheromeridae ชื่ออันดับ : Phasmatodea	กัดกินใบและยอดอ่อน
27		ชื่อสามัญ : ตัวงเต่าแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Aulacophora</i> sp. ชื่อวงศ์ : Crysomelidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
28		ชื่อสามัญ : ตัวงเต่ามะเขือ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Epilachna vigintioctopunctata</i> (Fabricius) ชื่อวงศ์ : Coccinellidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
29		ชื่อสามัญ : ตัวงวง ชื่อวิทยาศาสตร์ : ชื่อวงศ์ : Curculionidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
30		ชื่อสามัญ : แมลงค่อมทอง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Hypomeces squamosus</i> Fabricius ชื่อวงศ์ : Curculionidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน
31		ชื่อสามัญ : ตัวงวง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Artipus floridanus</i> (Horn) ชื่อวงศ์ : Curculionidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	กัดกินใบและยอดอ่อนของพืช
32		ชื่อสามัญ : ตัวงวง ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Cyrtopistomus castaneus</i> (Roelofs) ชื่อวงศ์ : Curculionidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	กัดกินใบและยอดอ่อน

No.	Insect Pests	Scientific name	Type of Damage
33		ชื่อสามัญ : ตัวหนวดปมสีตาลไหม้ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Alistobia horridula</i> ชื่อวงศ์ : Cerambycidae ชื่ออันดับ : Coleoptera	ตัวหนอนเจาะเข้าลำต้น ทำเป็นอุโมงค์ในเนื้อไม้ และอาศัยภายในลำต้นประคูดัวเต็มวัย กัดกินเปลือกยอดอ่อน หากกินเป็นวงรอบยอดจะ ทำให้ยอดหักและแห้งตาย
34		ชื่อสามัญ : ปลวก ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Odontotermes</i> sp. ชื่อวงศ์ : Termitidae ชื่ออันดับ : Isoptera	กัดกินภายในเปลือกไม้แห้ง เมื่อพืชอ่อนแอหรือสภาพอากาศแห้งแล้ง จึงง่ายต่อการเข้าทำลายของปลวก

Table 2 รายชื่อแมลงศัตรูธรรมชาติ (natural enemies)

No.	Beneficial insect	Scientific name	Role of Natural Enemies
1		ชื่อสามัญ : แมลงวันหัวบุบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Diogmites</i> sp. ชื่อวงศ์ : Asilidae ชื่ออันดับ : Diptera	กัดกินแมลงขนาดเล็ก เช่น แมลงวันแมลงหวี่ ตัวงเต่า
2		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนหนวดยาวเขียวเล็ก ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Elimaea punctifera</i> ชื่อวงศ์ : Tettigoniidae ชื่ออันดับ : Orthoptera	กัดกินใบ และตัวอ่อนของแมลง
3		ชื่อสามัญ : มวนพิษมาต ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Eocanthecona furcellata</i> ชื่อวงศ์ : Pentatomidea ชื่ออันดับ : Hemiptera	ดูดกินน้ำเลี้ยงจากตัวหนอน
4		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนตำข้าว ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Eomantis</i> sp. ชื่อวงศ์ : Hymenopodidae ชื่ออันดับ : Mantodea	กัด และดูดกินน้ำเลี้ยงจากแมลงที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น เพลี้ย
5		ชื่อสามัญ : ตั๊กแตนตำข้าว ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Hierodula</i> sp. ชื่อวงศ์ : Mantidae ชื่ออันดับ : Mantodea	กัดกิน แมลงเป็นอาหาร

No.	Beneficial insect	Scientific name	Role of Natural Enemies
6		ชื่อสามัญ : แมลงหางหนีบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Anisolabis maritima</i> Bonelli ชื่อวงศ์ : Anisolabidae ชื่ออันดับ : Dermaptera	กัดกินไข่ และตัวอ่อนของแมลง

Table 3 ลักษณะการทำลายแบบอื่นๆ

No.	ลักษณะอาการอื่นที่เป็นอาการผิดปกติของประดู่	
1		ลักษณะปมที่เกิดกับยอดอ่อนของประดู่ เกิดปมปมจำนวนมากหลายปมในหนึ่งยอด ทำให้กิ่งหรือยอดนั้นมี การเจริญเติบโตผิดปกติและมีรูปร่างผิดปกติพบ การระบาดเพียงเล็กน้อย คล้ายกับเกิดปมของแตง ฝอยปมในยูคาลิปตัส
2		กาฝากบนเรือนยอดประดู่ พบในประดู่อายุมากกว่า ๑๕ ปี มีกาฝากบริเวณส่วนยอดของต้น ดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดของประดู่ ทำให้ยอดประดู่ที่มีพืชกาฝากแห้งตายได้ หากมีพืชกาฝากในหลายๆ ยอด อาจทำให้ต้นประดู่ยืนต้นตายในที่สุด พบการระบาดในบางพื้นที่โดยเฉพาะที่จังหวัดกำแพงเพชร
3		โรคใบไหม้ (Leaf blight) จะพบทั่วไปทั้งในต้นกล้าและต้นประดู่ที่มีขนาดใหญ่ หากระบาดมากจะทำให้ใบประดู่ได้รับความเสียหาย และไม่สามารถสังเคราะห์แสงและผลิตอาหารเลี้ยงส่วนของต้นประดู่ได้ตามปกติ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช สามารถแบ่งวิธีการป้องกันและกำจัดได้อย่างง่ายๆ เป็น ๒ วิธี คือ

1. การใช้สารเคมี : เป็นการใช้สารกำจัดแมลงที่สังเคราะห์จากสารเคมี มีหลายประเภท เช่น

1.1 สารฆ่าแมลง (insecticide) เป็นสารสังเคราะห์เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงโดยเฉพาะ มีหลายรูปแบบ

- จำแนกตามกรรมวิธีการฆ่าแมลง : กินตาย, ถูกตัวตาย
- จำแนกตามคุณสมบัติที่ปรากฏบนพืช : ดูดซึม, ไม่ดูดซึม
- จำแนกตามที่มาของสาร : จากธรรมชาติ, จากการสังเคราะห์
- จำแนกตามระดับความเป็นพิษ : พิษร้ายแรงยิ่ง, พิษร้ายแรง, พิษปานกลาง, พิษน้อย

1.2 สารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) เป็นสารที่ทำให้ขบวนการเจริญเติบโตของแมลงผิดปกติ แมลงไม่สามารถพัฒนาการเจริญไปเป็นตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์ได้ หรืออาจทำให้แมลงตายก่อนเจริญเป็นตัวเต็มวัย

1.3 สารควบคุมพฤติกรรม (semiochemical) เป็นสารที่ทำให้แมลงมีพฤติกรรมในการดำรงชีพที่ผิดปกติ ไม่สามารถพัฒนาวงจรชีวิตตามปกติ

2. การไม่ใช้สารเคมี : เป็นวิธีการที่ไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชป่าไม้ แต่ใช้วิธีการอื่นๆ แทน เช่น

2.1 วิธีกลและวิธีกายภาพ (mechanical and physical control) เช่น การสำรวจตรวจสอบแมลงศัตรูพืชในแปลง เมื่อพบแมลงศัตรูพืชให้เก็บไปทำลาย

2.2 วิธีชีววิธี (biological control) เป็นวิธีการที่นำสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มาใช้ควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น

- ตัวห้ำ (predators) เป็นตัวที่กินแมลงศัตรูพืชเป็นอาหาร ซึ่งอาจจะกินแมลงศัตรูพืชที่ระยะ ตัวเต็มวัย หนอน หรือ/และ ไข่ ตัวห้ำเหล่านี้มีหลายชนิด แต่ที่เป็นแมลง เช่น มวนพิฆาต (*Eocanthecona furcellata*) และมวนเพชฌฆาต (*Sycanus collaris*) เป็นต้น

- ตัวเบียน (parasites) เป็นตัวเบียนที่อาศัยแมลงเป็นอาหาร โดยที่แมลงเบียนจะวางไข่ที่แมลงศัตรูพืช ตัวอ่อนของแมลงเบียนจะเข้าไปในตัวของแมลงศัตรูพืชและอาศัยกินส่วนภายในจนแมลงตาย ตัวเบียนจึงออกเป็นตัวเต็มวัยต่อไป เช่น แตนเบียนชนิดต่างๆ

- จุลินทรีย์ (microorganism) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก เข้าไปก่อให้เกิดการผิดปกติของแมลงศัตรูพืช แล้วทำให้แมลงนั้นตายในที่สุด เชื้อที่เป็นตัวเบียน เช่น เชื้อราชนิด *Beauveria bassiana* และที่เป็นแบคทีเรีย คือ แบคทีเรียชนิด *Bacillus thuringiensis* ที่สามารถใช้ในการควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ดี มีการใช้ปฏิบัติในพืชเกษตรและป่าไม้ เป็นต้น

- การใช้สารสกัดกลิ่นเพศ (sex pheromones) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูได้ โดยการสกัดสารกลิ่นเพศจากตัวแมลงเพศเมีย หรือเพศผู้ แล้วนำสารสกัดกลิ่น

นั้นมาปล่อยในแปลงที่มีการระบาดของแมลงศัตรู ทำให้แมลงศัตรูพืชกลับไม่สามารถจับคู่ผสมพันธุ์ได้ในเวลาที่กำหนด

- การทำให้แมลงเป็นหมันโดยการฉายกัมมันตภาพรังสีที่ความเข้มที่เหมาะสม เมื่อแมลงเป็นหมัน ไข่ที่ได้จึงไม่สามารถฟักเป็นตัวได้

2.3 วนวัฒนวิธี (Silvicultural control)

- การปลูกพืชผสม (mixed plantation) คือการปลูกต้นไม้ที่เป็นอาหารของแมลงศัตรูสลับกับพืชที่ไม่ใช่อาหารของแมลงศัตรู สลับเป็นแปลงกว้าง ทำให้สภาพแวดล้อมของพื้นที่ไม่เหมาะสมกับแมลงศัตรู เป็นการลดอัตราเสี่ยงการเกิดระบาดของแมลง

- การทำความสะอาดแปลง (weeding and cleaning) ทำความสะอาดแปลงไม่ให้มีวัชพืชขึ้นรกทึบ ซึ่งจะเป็นแหล่งที่อยู่และที่หลบภัยของแมลงศัตรูพืช ทำให้แมลงศัตรูพืชไม่มีที่หลบภัยจากด้านต่างๆ

- การใช้พันธุ์ต้านทาน (resistant) คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานจากการทำลายของแมลงมาปลูกในพื้นที่ที่มีการระบาดของแมลงศัตรู เพื่อลดระดับการระบาดของแมลง

- วนวัฒนวิธีอื่นๆ

2.4 วิธีใช้พันธุกรรม (Genetic control)

- การดัดแปลงพันธุกรรมของแมลง เช่น การทำให้แมลงที่เกิดใหม่เป็นหมันหรือ ไข่ไม่ฟักเป็นตัว (autocidal method) ดัดแปลงการเจริญเติบโต (growth alterations)

2.5 ใช้กฎหมายควบคุม เป็นการบังคับใช้กฎหมายในการเคลื่อนย้ายแมลง หรือส่วนของพืชที่มีแมลงศัตรูพืช ไปยังที่อื่นๆ ที่ยังไม่พบการระบาดของแมลงศัตรูพืชชนิดนั้นๆ

2.6 ใช้ผลผลิตจากธรรมชาติ เช่น สะเดา หางไหล ยาสูบ และสมุนไพรต่างๆ สารเหล่านี้ แต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการกำจัดแมลง ควบคุมแมลง และไล่แมลงชนิดต่างๆกัน จึงสามารถนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูได้ผลที่น่าพอใจ

2.7 วิธีผสมผสาน (integrated pest management : IPM) เป็นการใช่วิธีการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูหลายวิธี มาปฏิบัติในแต่ละช่วงเวลาที่เหมาะสมกับระยะของแมลงศัตรู ซึ่งจะทำได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยกับสิ่งแวดล้อม โดยต้องคำนึงถึงข้อมูลเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาการเลือกใช้วิธีบริหารจัดการแมลงศัตรู ดังนี้

- ความรู้ทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาของแมลงศัตรู
- เลือกวิธีการควบคุมให้เหมาะสม ซึ่งอาจต้องใช้หลายๆ วิธีร่วมกัน
- สามารถลดระดับประชากรศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้
- สอดคล้องกับการจัดการทรัพยากรป่าไม้

แนวทางการควบคุมกำจัด ไม่มีวิธีการที่สามารถควบคุมกำจัดอย่างได้ผล 100% ต้องใช้หลายวิธีการร่วมกัน ระยะเวลาในการปฏิบัติในแต่ละวิธีเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องพิจารณา

สรุปผล

แมลงศัตรูพืชที่ทำอันตรายต่อ *Pterocarpus* sp. ทั้งในพื้นที่ปลูกและในเรือนเพาะกล้าไม้ มีจำนวนหลายชนิด สามารถแบ่งได้เป็น แมลงที่ทำอันตรายใบ กัดกินใบ ทำให้ใบแห้งหาย ใบไม่สามารถสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตอาหารให้กับต้นพืชได้อย่างเพียงพอ แมลงดูดน้ำเลี้ยง แมลงเหล่านี้จะมีลักษณะของปากเป็นแบบดูด อาจรวมกันเป็นอวัยวะลักษณะคล้ายวง แมลงจะดูดน้ำเลี้ยงของพืชที่ใบและยอดอ่อน ทำให้ใบและยอดของพืชมีลักษณะผิดปกติ ใบหงิก ม้วนเข้าหากัน เหี่ยวแห้ง ใบไม่สามารถทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ตามปกติ แมลงที่กัดยอดอ่อน เป็นแมลงที่กัดยอดของกล้าไม้อะคาเซีย ทำให้ยอดของกล้าไม้ขาดหายไป ต้นกล้าต้องผลิตยอดใหม่ขึ้นแทน ทำให้กล้าไม้อาจเสียรูปทรงที่ดี กล้ามัดที่คดงอ เมื่อนำไปปลูกจะได้ต้นไม้ใหญ่ที่ไม่ตรงเปลา แมลงเหล่านี้ได้แก่ หนอนบุ้งร่านหลายชนิด หนอนคืบ ตัวงเต่า แมลงค่อมทอง ตั๊กแตนชนิดต่างๆ ตัวงเต่า เพลี้ยจักจั่นเขา และเพลี้ยหอย เป็นต้น นอกจากนี้แมลงศัตรูประจำที่พบในแปลงปลูกและในเรือนเพาะชำแล้ว ยังพบแมลงที่เป็นประโยชน์ด้วย เช่น แมลงที่เป็นตัวห้ำ (predators) ซึ่งเป็นแมลงที่จับแมลงอื่นๆ เป็นอาหาร จะเป็นการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีตามธรรมชาติ แต่สามารถปฏิบัติได้ด้วยการเลี้ยงแมลงศัตรูธรรมชาติ (natural enemies) นี้แล้วปล่อยสู่ธรรมชาติจะช่วยลดปริมาณแมลงศัตรูพืชได้เป็นอย่างดีและปลอดภัย เช่น มวนพิฆาต (*Eocanthecona furcellata*) แมลงวันหัวบุบ ตั๊กแตนตำข้าว แมลงหางหนีบ เป็นต้น

แมลงศัตรูประจำที่สำรวจพบเหล่านี้ ไม่ก่อให้เกิดการระบาดที่รุนแรง เพียงแต่พบแมลงเหล่านี้เข้ามาทำอันตรายใบ ยอดอ่อนและดูดน้ำเลี้ยงใบและยอดอ่อนของประตูต่างๆ ไปเท่านั้น ยังไม่เกิดการระบาดที่รุนแรงและทำอันตรายที่ร้ายแรง ที่ต้องใช้วิธีการป้องกันและกำจัดโดยเร็ว แต่หากมีการปลูกประตูเป็นแปลงใหญ่และชนิดเดียว การระบาดของแมลงศัตรูพืชที่ไม่มีการระบาดมาก่อน ก็จะทำให้เกิดการระบาดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และเป็นการระบาดที่รุนแรง ดังนั้นการสำรวจและวิจัยชนิดของแมลงศัตรูประจำและการศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของแมลงที่เป็นศัตรูที่สำคัญของประตู จึงมีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์หาแนวทางการป้องกันและจัดการระบาดของแมลงศัตรูพืชดังกล่าวได้ทันต่อเหตุการณ์ และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย การศึกษาและควบคุมแมลงศัตรูไม้ประดู่ในเรือนเพาะชำและสวนป่า สามารถดำเนินการ และสำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ จากสำนักวิจัยและพัฒนาการ ป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินการโครงการวิจัย และได้รับความร่วมมือเป็น อย่างดีจากหลายฝ่าย จึงขอขอบคุณ คุณชัยสิทธิ์ เลี้ยงศิริ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ หัวหน้า สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกล้า จังหวัดนครราชสีมา คุณประพาส นาคแก่น นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ พิเศษ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร คุณสุทัศน์ เล้าสกุล นักวิชาการป่าไม้ ชำนาญการพิเศษ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ที่อำนวยความสะดวกให้ สำรวจแมลงศัตรูของประดู่ในเรือนเพาะชำและแปลงทดลองปลูกประดู่และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่าน ที่มีส่วนร่วมโครงการนี้ ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จารุณี วงศ์ข้าหลวง และนฤมล ภาณุภาพา. 2546. ยมหอม. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2533. แมลงป่าไม้ของไทย. กรุงเทพฯ. 171 หน้า. กลุ่มแมลงศัตรูพืชป่าไม้. 2542. รายงานประจำปี 2542. กลุ่มแมลงศัตรูพืชป่าไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- ฉวีวรรณ หุตะเจริญ และ สุภชาติ อึ้งวิจารณ์ปัญญา. 2539. แมลงศัตรูต้นสัก. เอกสารเผยแพร่กรมป่า ไม้, กรุงเทพฯ. 16 น.
- Bastiaan, M. Drees. 1997. Pesticide classes and general product (Sept. 1997 rev.). Texas and Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System.
- Cunningham, S.A. and R.B. Floyd. 2000. Insect resistance and silvicultural control of the shoot borer, *Hypsipyla robusta*, feeding on species on Meliaceae in the Asia-Pacific region. Annual Report January 1 – December 31, 2000. 90 p. ACIAR Project FST/97/24.
- Eungwijarnpanya, S. and S. Yinchareon. 1998. Control of Teak Defoliator, *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera: Hyblaeidae), by Thermal Fogger Application of Neem Extract. In C. Hutacharern, B. Napompeth, G. Allard, and F. Ross Wylie (eds). Pest Management in

Tropical Forest Plantation. Proceedings of the IUFRO/FAO Workshop 25–29 May 1988, Chanthaburi, Thailand.

- Hutachareon, C and S. Eungwijarnpanya, 1996. Biology and Control of *Aristobia horridula* (Hope) (Coleoptera: Cerambycidae), a Pest of *Pterocarpus macrocarpus*. In K.S.S. Nair, J.K. Sharma, and R.V. Varma (eds). Proc. IUFRO Symp. on Impact of Diseases and Insect Pests in Tropical Forest, 1996, Peechi, India, pp. 392–397.
- Matsumoto, K., Mulyadi and R.S.B. Irianto. 1997. A promising method to protect Mahogany plantations from attack by the shoot borer, *Hypsipyla robusta* Moore (Lepidoptera : Pyralidae). JIRCAS Journal No. 5: 23–29.
- Remadevi, O.K. et al. 1997. Evaluation for the efficacy of cashew nut shell liquid based product (CNSL) against termite and fungi. 1–9.
- Venmarla, D. and H.C. Nagveni. 2005. Evaluation of Copperised cashew nut shell liquid and neem oil as wood preservatives. Wood Protecting Chemical. 1–120.

การศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

Durability Improvement of *Eucalyptus urophylla* wood

สุวรรณา อ้าเผือก¹

(SUWANNA UMPHAUK)

ยุวดี แก้วมณี²

(YUWADEE KAEWMANEE)

ราเชนย์ เพชรประสงค์²

(RACHEN PATPRASONG)

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาคุณภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) โดยการอบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยวิธีการแช่ในตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ 5 ชนิด คือ 1) Chromated Copper Arsenate (CCA) 3% 2) Ammonical Copper Quaternary (ACQ) 3% 3) Copper Azole (CA-B) 3% 4) Disodium Octaborate Tetrahydrate (DOT) 10% และ 5) Wood vinegar (WVG) 10% โดยมีระยะเวลาในการแช่ที่แตกต่างกัน คือ 5 นาที 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบความทนทานในลักษณะไม่สัมผัสดิน ในท้องที่จังหวัดกาญจนบุรี เป็นเวลา 12 เดือน ผลปรากฏว่า CCA มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยสามารถเพิ่มความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จากระดับ “ไม่ทนทาน” เป็นระดับ “ทนทาน” ส่วน ACQ และ CA-B ให้ผลใกล้เคียงกัน โดยสามารถเพิ่มความทนทานของไม้ขึ้นเป็นระดับ “ทนทานปานกลาง” ในขณะที่ DOT และ WVG นั้น แม้ความเข้มข้นจะมากกว่าแต่ไม่สามารถต้านทานการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินได้ โดยให้ผลความทนทานในระดับ “ไม่ทนทาน” เช่นเดียวกับไม้ที่ไม่ได้อบน้ำยา (control) สำหรับระยะเวลาในการแช่นั้นพบว่า มีผลโดยตรงต่อค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ แต่ไม่มีผลทำให้ค่าความเสียหายของไม้ลดลงแตกต่างกัน

คำหลัก : ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ความทนทานแบบไม่สัมผัสดิน ตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ การอบน้ำยาไม้ การแช่

¹ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : suwanna502@hotmail.com

² ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

ABSTRACT

To improve natural durability of *Eucalyptus urophylla* wood, 7-years old logs from Nakornrachasima forest plantation were collected for this study. Wood specimens were treated with 5 water-born wood preservatives : Chromated Copper Arsenate (CCA) 3%, Ammonical Copper Quaternary (ACQ) 3%, Copper Azole (CA-B) 3%, Disodium Octaborate Tetrahydrate (DOT) 10% and Wood vinegar (WVG) 10% by soaking in 4 different periods of time : 5 minutes, 1 hour, 6 hours and 24 hours. The treated wood specimens were subjected to investigate their durability in above-ground condition in Kanchanaburi province. After 12 months of exposure, results indicated that CCA treated wood showed the best efficacy in protection wood against subterranean termite. It was able to upgrade durability of *Eucalyptus urophylla* wood from non-durable level to durable level, same as ACQ and CA-B, they could also improve durability of wood to moderately durable level. In contrast, DOT and WVG reflected failure; they showed the same durability level, non-durable, as control. Moreover, period of soaking time showed strongly affect to increasing of wood retention, but not to wood damage.

Keywords : *Eucalyptus urophylla*, wood durability, water-born wood preservatives, above-ground condition, wood preservation, soaking

คำนำ

ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) เป็นพันธุ์ไม้โตเร็วต่างถิ่นอีกชนิดหนึ่งที่กรมป่าไม้ได้ทำการศึกษา วิจัย ทดลองปลูกและพัฒนาปรับปรุงพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 โดยได้รับการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์จาก Australian Centre for International Agriculture Research-ACIAR ประเทศออสเตรเลีย ทั้งนี้ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดี มีศักยภาพสูงและเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้ปลูกเป็นสวนป่าเศรษฐกิจ เพื่อนำไม้มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและทดแทนการขาดแคลนไม้ใช้สอยในอนาคต (นิรนาม 2553 , วิฑูรย์ และคณะ 2553) แต่เนื่องจากข้อมูลคุณสมบัติในด้านต่างๆ ของเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปรากฏอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลด้านความทนทานตามธรรมชาติของไม้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญประการหนึ่งในการพิจารณากำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการนำไม้เหล่านี้ไปใช้ประโยชน์และพัฒนาคุณภาพเพื่อให้มีมูลค่าเพิ่ม

เนื่องจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้โตเร็วซึ่งส่วนใหญ่มักมีปัญหาความทนทานตามธรรมชาติของเนื้อไม้ที่ค่อนข้างต่ำหรือไม่ทนทาน มักถูกแมลงและเชื้อราเข้าทำลายเนื้อไม้เสียหายได้ง่าย ทำให้มีอายุการใช้งานที่สั้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ให้มีความทนทานต่อศัตรูทำลายไม้เพิ่มมากขึ้น มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและหลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

1. การจัดเตรียมไม้ทดลอง

ไม้ท่อนกลมยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาอายุ 7 ปี ที่ได้จากการตัดขยายระยะจากสวนป่าปลูกของสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผ่านการผึ่งแห้งในกระแสดอากาศเป็นเวลา 2 เดือน ถูกนำมาแปรรูปและไสเรียบทั้งสี่หน้าให้มีขนาด $2.50 \times 5.00 \times 5.00$ เซนติเมตร โดยคัดเลือกเฉพาะเนื้อไม้ส่วนที่เป็นแก่นเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้

2. การปรับปรุงคุณภาพความทนทานของไม้ทดลอง

ปรับปรุงคุณภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ โดยวิธีการแช่ในตัวยยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ 5 ชนิด คือ 1) Chromated Copper Arsenate (CCA) 3% 2) Ammonical Copper Quaternary (ACQ) 3% 3) Copper Azole (CA-B) 3% 4) Disodium Octaborate Tetrahydrate (DOT) 10% และ 5) Wood vinegar (WVG) 10% โดยใช้ระยะเวลาการแช่ในสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 5 นาที 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง และผึ่งแห้งไม้ทดลองที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ ในกระแสดอากาศประมาณ 2 เดือน จากนั้นชั่งน้ำหนักและติตรหัสประจำชิ้นเพื่อเตรียมลงแปลงทดสอบความทนทานเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (control) ต่อไป

3. การทดสอบความทนทาน

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาในการทดลองครั้งนี้ ศึกษาในลักษณะความทนทานแบบไม่สัมผัสดิน ซึ่งวางแผนทดสอบที่ศูนย์วิจัยพรรณไม้ไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยมีการวางแผนการทดลอง

แบบ Randomized Completely Block Design แบ่งเป็น 4 ซ้ำ (Replication) และมีการจัดเตรียมแปลงทดลองเพื่อใช้ในการทดสอบ ดังนี้

ปรับสภาพพื้นดินให้เรียบ และวางบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ใส่ทรายหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ปรับผิวหน้าให้เรียบ วางอิฐบล็อกจากและเสียบไม้ยาวพาราลงในช่องของอิฐบล็อกให้เสมอกัน ปิดทับด้วยชั้นไม้ทดลองโดยการวางแบบสุม วาดแผนผังตำแหน่งและรหัสของไม้ทดลองแต่ละชิ้นในแต่ละบ่อก่อนปิดฝา

4. การประเมินความเสียหาย

นำไม้ทดลองขึ้นจากแปลงเมื่อครบกำหนด 12 เดือน ทำความสะอาดและตรวจสอบสภาพความเสียหาย คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญหายของไม้ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและจัดระดับความทนทานตามรายละเอียดในตารางด้านล่าง (ยุพาพร 2540, สุวรรณและกฤษณา 2555)

<u>ความเสียหายบนชิ้นไม้ (%)</u>	<u>ลักษณะความเสียหาย</u>	<u>ระดับความทนทาน</u>
0	ไม่พบความเสียหาย	ทนทานมาก
1-25	เสียหายเล็กน้อย	ทนทาน
26-50	เสียหายปานกลาง	ทนทานปานกลาง
51-75	เสียหายมาก	ไม่ทนทาน
>76	เสียหายรุนแรง	ผุพังง่าย

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองปรับปรุงคุณภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยวิธีการแช่ในตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ 5 ชนิด โดยใช้ระยะเวลาการแช่ที่แตกต่างกัน คือ ๕ นาที ๑ ชั่วโมง ๖ ชั่วโมง และ ๒๔ ชั่วโมง และนำไปทดสอบความทนทานตามธรรมชาติในลักษณะไม้สัมผัสดิน เปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (control) โดยวางแผนทดลองในห้องที่จังหวัดกาญจนบุรี เป็นระยะเวลา 12 เดือนนั้นพบว่าเนื้อไม้ส่วนใหญ่เสียหายจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน พบความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา น้อยมาก โดยตรวจพบปลวกใต้ดินที่เข้าทำลายไม้ จำนวน 2 ชนิด คือ *Ancistrotermes pakistanicus* และ *Globitermes sulphureus* ซึ่งเป็นปลวกใต้ดินที่อยู่ในวงศ์ Termitidae (ยุพาพร และจารุณี, 2547)

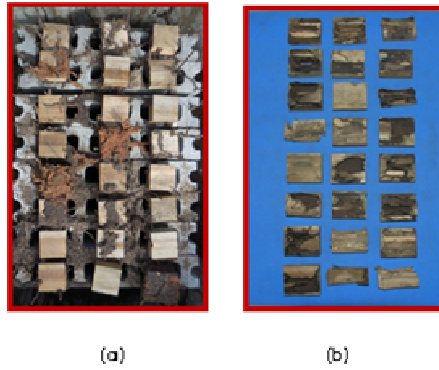


Figure 1. Wood specimens after 12 months of exposure in above-ground condition (a) in field test, (b) after cleaning

Table 1. Analysis of variance of percentage of weight loss of *E. urophylla* wood in different treatment conditions after 12 months of exposure in above – ground condition

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
WP	18,374.61	4	4,593.65	9.61	0.00
TIME	451.58	3	150.53	0.32	0.82
WP * TIME	6,310.86	12	525.91	1.11	0.38
Error	29,963.59	63	475.61		
Total	259,878.99	84			

Table 2. Comparison of average percentage of weight loss of *E. urophylla* wood treated with different types of wood preservative after 12 months exposure in above – ground condition

Wood preservatives	Retention (kg/m ³)	Weight loss (%)	Durability classification
CCA 3%	1.61	23.26 a	Durable
ACQ 3%	2.21	45.38 b	Moderately durable
CA-B 3%	2.49	43.96 b	Moderately durable
DOT 10%	5.84	66.22 c	Non-durable
WVG 10%	6.69	61.46 c	Non-durable
Control	–	70.75 c	Non-durable

Note : Mean values with the same letter in the same column are not significantly different according to Duncan's New Multiple Range Test at 95% confidence level.

Table 3. Comparison of percentage of weight loss of *E.urophylla* wood treating in different period of soaking time after 12 months exposure in above-ground condition

Time of Soaking	Retention (kg/m ³)	Weight loss (%)	Durability classification
5 minutes	1.33	53.12 a	Non-durable
1 hour	1.52	47.35 a	Moderately durable
6 hours	3.67	47.02 a	Moderately durable
24 hours	6.03	47.74 a	Moderately durable
Control	–	70.75 b	Non-durable

Note : Mean values with the same letter in the same column are not significantly different according to Duncan's New Multiple Range Test at 95% confidence level.

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญหายไปของไม้ทดลอง เนื่องจากถูกปลวกได้ดินเข้าทำลาย ดังแสดงผลใน Table 1 พบว่า ชนิดของตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้มีอิทธิพลโดยตรงต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของไม้ทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ของการทดลองครั้งนี้พบว่า ไม่ส่งผลให้ไม้ทดลองมีค่าความเสียหายที่แตกต่างกันในทางสถิติ และปัจจัยทั้งสองนี้ ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน

เมื่อพิจารณาผลการทดลองใน Table 2 และ 3 จะเห็นได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลา ที่ไม่ได้ผ่านการอบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ ซึ่งเป็นไม้เปรียบเทียบ (control) ถูกปลวกเข้าทำลายเสียหายมาก โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสูญหายเป็น 70.75 % จัดอยู่ในระดับ “ ไม่ทนทาน” และเมื่อนำไม้เหล่านี้มาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพโดยการอบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้พบว่า ระดับความทนทานของไม้เปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด โดยตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ทั้ง 5 ชนิด แสดงประสิทธิภาพในการเพิ่มความทนทานให้แก่เนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลา ที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ไม้ที่ผ่านการอบน้ำยาด้วยตัวยา CCA 3 % มีค่าเฉลี่ยปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ไม่น้อยที่สุด คือ 1.61 kg/m³ แต่สามารถต้านทานการเข้าทำลายของปลวกได้ดีที่สุด เนื้อไม้เสียหายเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสูญหายไปเพียง 23.26 % จัดอยู่ในระดับ“ทนทาน” ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ตัวยา CCA 3 % เป็นตัวยาที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดของการทดลองครั้งนี้ เนื่องจากสามารถเพิ่มระดับความทนทานของไม้ทดลองจากระดับ “ ไม่ทนทาน” ให้เป็นระดับ“ทนทาน”

สำหรับ ACQ 3% และ CA-B 3 % ซึ่งมีค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเป็น 2.21 kg/m³ และ 2.49 kg/m³ พบว่า ให้ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านทานการเข้าทำลายของปลวกที่ใกล้เคียงกัน โดยเนื้อไม้เสียหายปานกลาง มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสูญหายไปเป็น 45.38 % และ 43.96 % ซึ่งจัดว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และจัดอยู่ในระดับ“ทนทานปานกลาง” จึงกล่าวได้ว่า ตัวยา

ป้องกันรักษาเนื้อไม้ทั้งสองชนิดนี้ มีประสิทธิภาพน้อยกว่า CCA 3 % เพราะสามารถทำให้ไม้ทดลองมีความทนทานเพิ่มขึ้นในระดับที่ต่ำกว่า โดยเพิ่มขึ้นจากระดับ “ ไม้ทนทาน ” เป็นระดับ “ทนทานปานกลาง” ในขณะที่ DOT และ WVG (น้ำส้มคว้นไม้) นั้น แม้ว่าจะมีความเข้มข้นในระดับที่สูงกว่า CCA ACQ และ CA-B โดยมีความเข้มข้นเป็น 10% และมีค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ที่มากกว่า โดยมีค่าเป็น 5.84 kg/m^3 และ 6.69 kg/m^3 แต่ไม่สามารถช่วยให้เนื้อไม้มีความต้านทานการเข้าทำลายของปลวกได้ดินเพิ่มขึ้นได้ จะเห็นได้ว่า เนื้อไม้ถูกทำลายเสียหายอย่างมาก โดยมีค่าความเสียหายใกล้เคียงและเทียบเท่ากันในทางสถิติกับไม้ที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (control) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญหายเป็น 66.22 % และ 61.46 % ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ไม้ทนทาน” ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า DOT 10 % และ WVG 10 % นั้น ไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาเนื้อไม้จากการเข้าทำลายของปลวกได้ดิน เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มความทนทานตามธรรมชาติให้แก่ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาได้

เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ไม้ทดลอง ดังแสดงผลใน Table 3 จะเห็นได้ว่า ปริมาณตัวยาในเนื้อไม้มีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการแช่ยาวนานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลของปริมาณตัวยาที่เพิ่มขึ้นนี้ อาจน้อยเกินไป จึงไม่สามารถทำให้ค่าความเสียหายของไม้ทดลองแตกต่างกันอย่างชัดเจนได้ เนื่องจากพบว่า ไม้ทดลองที่ผ่านการแช่ที่ระยะเวลา 5 นาที 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง นั้น ให้ผลต่อความเสียหายของไม้จากการเข้าทำลายของปลวกได้ดินที่ใกล้เคียงกัน และจัดว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาระดับความทนทานของไม้ทดลองจะเห็นได้ว่า ไม้ทดลองที่ผ่านการแช่ที่ระยะเวลา 5 นาทีนั้น มีความทนทานอยู่ในระดับ “ไม้ทนทาน” เช่นเดียวกับไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยา (control) ส่วนไม้ทดลองที่ผ่านการแช่ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง นั้น มีความทนทานเพิ่มขึ้นเท่าเทียมกัน โดยอยู่ที่ระดับ “ทนทานปานกลาง” ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการแช่ไม้ทดลองในตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง น่าจะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดลองในครั้งนี้ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการแช่น้อยแต่ส่งผลให้ความทนทานของไม้เพิ่มมากขึ้นใกล้เคียงกับการแช่ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง

สรุปผล

1. ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 7 ปี จากสวนป่าปลูกของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีความทนทานตามธรรมชาติแบบไม้สัมผัสดินในระดับ “ไม้ทนทาน” เมื่อทดสอบที่ระยะเวลา 12 เดือน โดยถูกปลวกได้ดินเข้าทำลายเสียหายได้ง่าย ดังนั้น หากต้องนำไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ไปใช้ประโยชน์จำเป็นต้องทำการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เพื่อพัฒนาคุณภาพให้ไม้มีความทนทานเพิ่มมากขึ้นเสียก่อน

2. ดัชนีป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำทั้ง 5 ชนิด แสดงประสิทธิภาพในการเพิ่มความทนทานให้แก่เนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่แตกต่างกันโดย CCA 3% มีประสิทธิภาพสูงที่สุด สามารถเพิ่มระดับความทนทานให้แก่ไม้จากระดับ“ไม่ทนทาน”เป็นระดับ“ทนทาน”ส่วน ACQ 3% และ CA-B 3% มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกันโดยสามารถเพิ่มความทนทานให้ไม้เป็นระดับ“ทนทานปานกลาง” ในขณะที่ DOT 10% และWVG (น้ำส้มคว้นไม้) 10% นั้น ไม่สามารถป้องกันรักษาเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาได้ พบว่าเนื้อไม้ถูกปลวกได้ดินทำลายเสียหายอย่างมากเทียบเท่ากับไม้ที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยา

3. ระยะเวลาในการแช่ไม้ทดลอง คือ 5 นาที 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมงนั้น พบว่ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ แต่ไม่ทำให้ความเสียหายของไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองวิจัย ขอขอบคุณ คุณกฤษณา ชายกวอด นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ ที่ให้ความอนุเคราะห์การจำแนกชนิดและประเภทของปลวก ทำให้การทดลองครั้งนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณคุณสุทัศน์ เล้าสกุล นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ หัวหน้าศูนย์วิจัยพรรณไม้ไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบความทนทานของไม้ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2553. สะเกราวิจัยปรับปรุงพันธุ์ไม้โตเร็วสำเร็จ. หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์. ฉบับวันอังคารที่ 17 สิงหาคม 2553.
- ยุพาพร สรณวัตร. 2540. ความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดาเทียมต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน. ใน ผลงานวิจัยการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเทียม. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป่าไม้ กรมป่าไม้. 183-190 น.
- ยุพาพร สรณวัตร และ จารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2547. คู่มือการจำแนกปลวกในประเทศไทย. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลผลิตป่าไม้ กรมป่าไม้. 23 น.
- วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง, ธิตี วิสารรัตน์, บรรดิษฐ์ หงส์ทอง, วิโรจน์ ครองกิจศิริ, ดุริยะ สถาพร และประพาย แก่นนาค. 2553. การพัฒนาพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัสเพื่อการปลูกป่าเศรษฐกิจ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2553 . สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 63 น.
- สุวรรณา อ่ำเฟือก และ กฤษณา ชายกวอด. 2555. การศึกษาเปรียบเทียบความทนทานแบบฝังดินของไม้สักจากสวนป่าต่อการเข้าทำลายของปลวก. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 134-140 น.

แผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

Gypsum Fiber Boards from *Eucalyptus urophylla*

ปิยะวดี บัวจงกล ¹	(PIYAWADE BAUCHONGKOL)
วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ ²	(VALLAYUTH FUEANGVIVAT)
วีรญา ธรรมจันทร์ ³	(WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่ทำจากเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาผสมกับยิปซัมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 15:85 20:80 25:75 และ 30:70 โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 1037 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาสรุปได้ว่า อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลากับยิปซัมมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพ และกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดยิปซัม และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดยิปซัม คือ 25:75

คำหลัก: แผ่นใยไม้อัดยิปซัม ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : bauchongkol@yahoo.com

² นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : vallayuth@yahoo.com

³ ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : weraya_ku63@yahoo.com

ABSTRACT

Research study for gypsum fiber board made from *Eucalyptus urophylla*. The ratio of experiment boards at fiber and gypsum with various 4 levels; 15:85, 20:80, 25:75, and 30:70. Properties of boards were tested by ASTM D 1037. The data gathered were analyzed by statistical method.

The results demonstrated that more fiber can be increased physical (WA and TS) and mechanical properties (MOR and MOE). Suitable matrix for manufacturing gypsum fiber board made from *Eucalyptus urophylla* were fiber and gypsum ratio 25:75.

Key words: Gypsum Fiber Board, *Eucalyptus urophylla*

คำนำ

แผ่นใยไม้อัดยิปซัม (Gypsum fiber board) เป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มหนึ่งในแผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood mineral-bonds panels) และรวมอยู่ในพวกผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบ (Wood-based panels) ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางไม้ (Wood science and technology) ชนิดหนึ่งที่มีความสนใจจากวิกฤตการณ์ด้านป่าไม้ซึ่งไม่ใหญ่ๆ จากป่าธรรมชาติเริ่มขาดแคลน จึงหันมาให้ความสนใจและต้องนำไม้โตเร็วจากป่าปลูกมาใช้ ประกอบกับการตระหนักถึงอันตรายจากฝุ่นผงใยหิน (Asbestos fiber) จากแผ่นกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน (Asbestos-cement board) และสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) จากแผ่นไม้อัดไม้ประกอบที่ใช้กาวเป็นสารเชื่อม

การวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตแผ่นใยไม้อัดยิปซัมโดยศึกษาเทคโนโลยีการผลิตใหม่ๆ รวมทั้งพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิต ตลอดจนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานการใช้งานที่ดีควบคู่ไปกับการพัฒนารูปแบบ ในการนำแผ่นใยไม้อัดยิปซัมไปใช้งานให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการไปพร้อมกับการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมแผ่นไม้ประกอบ นอกจากนั้น การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการผลิตไม่ว่าจะเป็นด้านวัตถุดิบและกระบวนการผลิตนับเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตได้แก่ ชนิดไม้และสารเคมีเติมแต่งเป็นปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนมีความสัมพันธ์กระทบถึงปัจจัยในกระบวนการผลิตทั้งระบบ หากมีการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและปริมาณของวัตถุดิบอย่างใดอย่างหนึ่งย่อมเป็นผลกระทบให้กระบวนการผลิตต้อง

เปลี่ยนแปลงไปด้วยการแก้ไขปัญหาก็ต้องดำเนินการเป็นรูปแบบการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ผลในการนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในโรงงานจนเกิดประสิทธิภาพได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้นำไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ของสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อายุ 7 ปี (ปลูกปี พ.ศ. 2549) (Figure 1a) นำมาลုပ်เป็นชิ้นไม้ลုပ် (Figure 2a and 3a) และร่อนคัดขนาดเพื่อเอาฝุ่นผงออก จากนั้นนำไปแยกเยื่อโดยใช้กรรมวิธีการแยกเยื่อแบบแอสฟลุนด์ (Figure 1b) นำเยื่อหยาบที่ได้นำไปบดละเอียด (Figure 2b) และอบแห้งให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 3-5 เพื่อทำเป็นแผ่นใยไม้อัดยิปซัมโดยมีสภาวะในการวิจัย ดังนี้

ความหนาแน่นของแผ่น	1,200 กก./ลบ.ม.
ความหนาของแผ่น	10 มม.
ขนาดของแผ่น	35 X 35 ตร.ซม.
ปริมาณสารหน่วงการแข็งตัวที่ใช้ต่อน้ำหนักของยิปซัมร้อยละ	5
อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลากับยิปซัม	15:85 20:80 25:75 และ 30:70

นำเส้นใยที่เตรียมไว้แล้วไปผสมกับยิปซัม และสารหน่วงการแข็งตัวในเครื่องผสม (Figure 3b) ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ จากนั้นนำไปโรยในกล่่งทำแผ่นโดยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ เสร็จแล้วนำไปอัดเย็นและจับยึดด้วยแบบจับยึด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Figure 1c and 2c) แกะแบบจับยึดออกฝั่่งกระแสดอากาศประมาณ 30 วัน (Figure 3c)

แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสมบัติเชิงกลและทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 1037 และนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาสมบัติของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้เส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาผสมกับยิปซัมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 15:85 20:80 25:75 และ 30:70 แสดงให้เห็นว่า



1a	2a	3a
1b	2b	3b
1c	2c	3c

1a *Eucalyptus urophylla* plantation

2a Lumbering

3a Chipping

1b Defibrating

2b Refiner

3b Mixing

1c Pressing

2c Clamp board

3c Seasoning

Figure 1. Gypsum fiber board manufacturing

1. ความหนา และปริมาณความชื้น (Thickness and moisture content)

แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.32–11.28 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.01% – 16.25% (Table 1)

2. การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 26.74% – 31.49% โดยแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 26.74% (Table 1 and Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า อัตราส่วนของเส้นใยต่อยิปซัม มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยสูงสุดและแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3. การพองตัวตามความหนา (Thickness swelling)

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.16% – 2.21% โดยแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.16% (Table 1 and Figure 3)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ต่อยิปซัมมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 และ 20:80 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rupture)

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.74 – 6.42 MPa โดยแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 25:75 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 6.42 MPa (Table 2 and Figure 4)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ต่อยิปซัมมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

Table 1. Physical properties of gypsum fiber board from *Eucalyptus urophylla*.

Fiber and gypsum ratio	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)
15:85	10.32	13.94	26.74 a	0.16 a
20:80	10.76	16.25	26.88 a	0.38 a
25:75	10.82	13.54	28.01 a	1.45 b
30:70	11.28	13.01	31.49 b	2.21 c

Remark: Groups with same letter in a column indicate that there is no statistical difference ($p < 0.05$) between samples according Duncan's multiply range test.

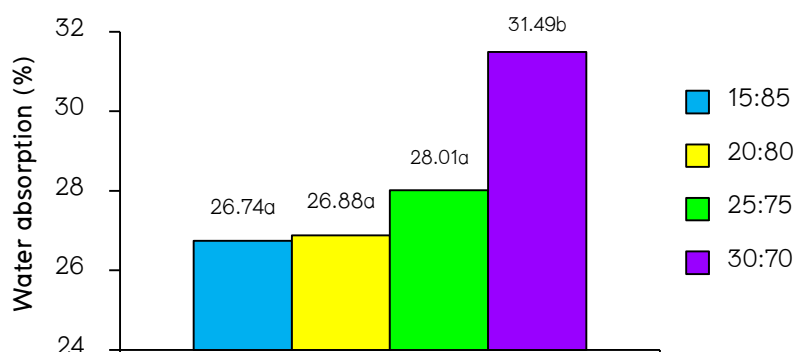


Figure 2. Water absorption of gypsum fiber board from *Eucalyptus urophylla*

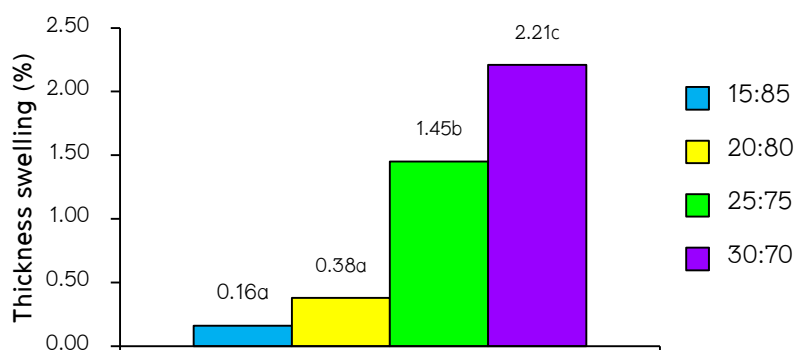
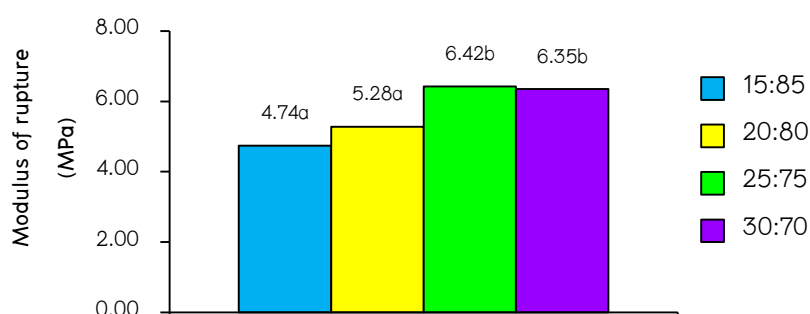


Figure 3. Thickness swelling of gypsum fiber board from *Eucalyptus urophylla*

Table 2. Mechanical properties of gypsum fiber board from *Eucalyptus urophylla*

Fiber and gypsum ratio	Modulus of rupture	Modulus of elasticity	Internal bonding
	(MPa)	(MPa)	(MPa)
15:85	4.74 a	2,039 a	0.69 b
20:80	5.28 a	2,065 a	0.62 b
25:75	6.42 b	1,950 a	0.62 b
30:70	6.35 b	1,673 a	0.39 a

Remark: Groups with same letter in a column indicate that there is no statistical difference ($p < 0.05$) between samples according Duncan's multiply range test.

**Figure 4.** Modulus of rupture of gypsum fiber board from *Eucalyptus urophylla*

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 และ 20:80 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 30:70 และ 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,673 – 2,065 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 20:80 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 2,065 MPa (Table 2 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า อัตราส่วนของเส้นใย ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ต่อยิปซัมไม่มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Internal bonding)

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.39 – 0.69 MPa โดยแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.69 MPa (Table 2 and Figure 6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า อัตราส่วนของเส้นใย ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ต่อยิปซัมมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยต่ำสุดและมีความแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

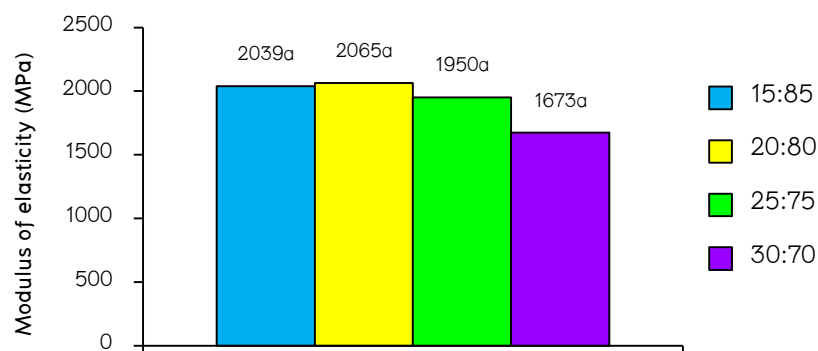


Figure 5. Modulus of elasticity of gypsum fiber board from *Eucalyptus urophylla*

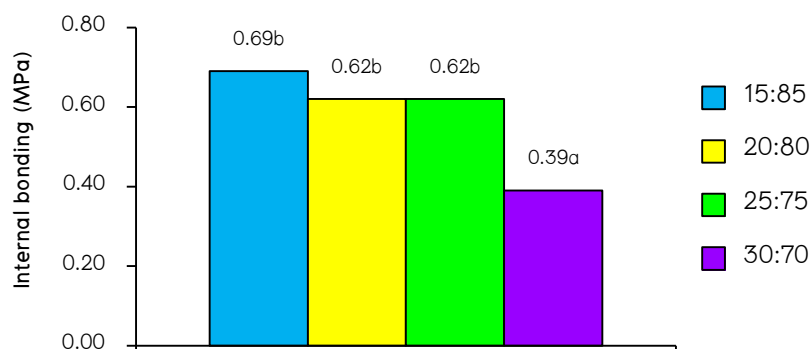


Figure 6. Internal bonding of fiber gypsum board from *Eucalyptus urophylla*

สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ทำจากเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยิปซัมในอัตราส่วน 15:85 20:80 25:75 และ 30:70 ในการผลิตผลสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้เส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยิปซัมในอัตราส่วน 15:85 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 26.74%

อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยิปซัมมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 20:80 และ 25:75 มีค่าการดูดซึมน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองจะเห็นได้ว่า การเพิ่มอัตราส่วนเส้นใยมากขึ้น มีผลให้ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น

2. การพองตัวตามความหนา

อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยิปซัมมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) การเพิ่มปริมาณเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาในแผ่นใยไม้อัดยิปซัมมีอิทธิพลทำให้ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 25:75 และ 30:70 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยสูงกว่าที่อัตราส่วน 15:85 และ 20:80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อัตราส่วน 15:85 มีค่าการพองตัวตามความหนาท่ำสุด คือ 0.16%

3. ค่าความต้านแรงดัด

จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยิปซัมมีผลต่อค่าความต้านแรงดัดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความต้านแรงดัดสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจะเป็นตัวประสานกับยิปซัมทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ที่อัตราส่วน 25:75 ให้ค่าความต้านแรงดัดสูงสุด คือ 6.42 MPa รองลงมาคือ อัตราส่วน 30:70 โดยค่าทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่ทุกอัตราส่วนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ในแผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่เพิ่มขึ้นจะไม่มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

แผ่นใยไม้อัดยิปซัมที่อัตราส่วน 15:85 20:80 และ 25:75 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เมื่อเพิ่มปริมาณของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีผลให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยลดลง เนื่องจากเมื่อปริมาณยิปซัมลดลงมีผลให้เส้นใยเกิดการยึดเหนี่ยวลดลง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา สรุปได้ว่า อัตราส่วนของเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลากับยิปซัมมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพ และกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดยิปซัม เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีผลให้ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวตามความหนา และค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดยิปซัมสูงขึ้น แต่จะทำให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าลดลง ส่วนค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองจะเห็นว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดยิปซัม คือ 25:75

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณสถานีวิจัยสะแกกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่สนับสนุนไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อเป็นวัตถุดิบหลักในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสถิติวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.
- บุญนำ เกียวข้อง และ มยุรี ดวงเพชร. 2542. คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อนันตชัย เชื้อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.

- ASTM 1999. American Society for Testing and Materials: Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials . No. ASTM D 1037-99.
- Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. Principle of Wood Science and Technology. Vol II. Springer-Verlag, New York.
- Maloney, T.M. 1993. Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Updated edition. Miller Freeman Inc., California.

การศึกษาการยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง
จากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

Surface Soundness Study of Medium Density Fiberboard
from *Eucalyptus urophylla*

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์¹ (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)
ปิยะวดี บัวจงกล² (PIYAWADE BAUCHONGKOL)
วีรญา ธรรมจันทร์³ (WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ใช้ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง โดยมีสภาวะในการทดลองดังนี้ การปรับสภาพก่อนอัดร้อน มี 2 ระดับ คือ ฟ่น้ำและไม่ฟ่น้ำที่ผิวหน้า อุณหภูมิในการอัดร้อน 3 ระดับ คือ 160^oC 180^oC และ 200^oC ระยะเวลาในการอัดร้อน 2 ระดับ คือ 5 นาที และ 7 นาที แผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 และทดสอบการยึดแน่นของผิวหน้าตามมาตรฐาน EN 311-2002 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา สรุปได้ว่า หากต้องการให้แผ่นมีการยึดแน่นของผิวหน้าที่แข็งแรงควรทำการปรับสภาพก่อนการอัดร้อนโดยการฟ่น้ำที่ผิวหน้า ส่วนสภาวะในการอัดร้อนที่เหมาะสมคือ 180^oC เป็นระยะเวลา 5 นาที เนื่องจากมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 JIS A 5906-1994 และ EN 311-2002 กำหนด ยกเว้นค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547

คำหลัก: แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา การยึดแน่นของผิวหน้า

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : vallayuth@yahoo.com

² นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : bauchongkol@yahoo.com

³ ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : weraya_ku63@yahoo.com

ABSTRACT

Research study for medium density fiberboard (MDF) made from *Eucalyptus urophylla*. The experiment boards processed with various 2 treatment condition; 1) non spray water 2) spray water on surface before hot press, 3 hot press temperature; 160°C, 180°C, and 200°C and 2 pressing time; 5 and 7 min. Properties of boards were tested by TISI 966-2547, JIS A 5906-1994 and EN 311-2002. The data gathered were analyzed by statistical method.

The results demonstrated that suitable matrix for manufacturing MDF made from *Eucalyptus urophylla* was spray water on surface before hot press at 180°C and 5 min pressing time.

Key words: medium density fiberboard (MDF), *Eucalyptus urophylla*, surface soundness

คำนำ

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจัดเป็นแผ่นไม้ประกอบชนิดหนึ่งที่มีความต้องการใช้งานกันมากในปัจจุบัน โดยทั่วไปจะทำการปิดทับผิวด้วยแผ่นวัสดุเพื่อความคงทน ความสวยงาม ขึ้นอยู่กับประโยชน์ใช้สอย ดังนั้น การปิดทับผิวจะมีความยาก ง่าย และคงทนหรือไม่ต้องคำนึงถึงสมบัติทางด้านการยึดแน่นของผิวหน้าซึ่งจะเป็นตัวที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะบ่งชี้ว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ผลิตได้นั้นมีคุณภาพดีหรือไม่ นอกเหนือจากการทดสอบด้านความแข็งแรงของแผ่นแล้ว

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์ว่า หากมีการพัฒนาผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางให้มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะทำให้การปิดทับผิวหน้ามีการยึดเกาะได้ดีขึ้น

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นไม้ประกอบสามารถใช้งานได้หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเป็นวัสดุแผ่นไม้ประกอบชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนไม้ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในงานเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ความเป็นฉนวนป้องกันเสียงและความร้อน ความทนทานต่อการทำลายของแมลงและเห็ดรา จึงทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในต่างประเทศ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่ใช้ไม้ยางพารา และยูคาลิปตัส คามาลูเลนซิส ซึ่งมีการแข่งขันที่สูงมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาวัตถุดิบในการผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรม จึงได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต

วิธีการวิจัย

การศึกษาริธีการยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ของสถานีวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อายุ 7 ปี (ปลูกปี พ.ศ. 2549) (Figure 1a) นำมาสับเป็นชิ้นไม้สับ (Figure 2a) และร่อนคัดขนาดเพื่อเอาฝุ่นผงออก (Figure 3a) จากนั้นนำไปแยกเยื่อโดยใช้กรรมวิธีการแยกเยื่อแบบแอสฟลูนด์ (Figure 1b) เยื่อที่ได้นำไปบดละเอียด (Figure 2b) และอบแห้งให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 3-5 เพื่อทำเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยมีสภาวะในการวิจัย ดังนี้

ความหนาแน่นของแผ่น	750 กก./ลบ.ม.
ความหนาของแผ่น	10 มม.
ขนาดของแผ่น	35 X 35 ตร.ซม.
ความชื้นของเยื่อก่อนผสมการร้อยละ	3-5
ปริมาณพาราฟินอิมัลชันที่ใช้ร้อยละ	1
ปริมาณการยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (E2) ที่ใช้ร้อยละ	10

นำเยื่อที่อบเตรียมไว้แล้วไปผสมกับการยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และสารพาราฟินอิมัลชันในเครื่องผสม (Figure 3b) ตามสภาวะที่กำหนดไว้ จากนั้นนำไปโรยในกล่องทำแผ่นโดยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ (Figure 1c) เสร็จแล้วนำไปอัดเย็นโดยใช้น้ำหนักกดทับเป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้เยื่อที่โรยไว้มีความคงสภาพมากขึ้น จากนั้นทำการปรับสภาวะแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการไม่พ่นน้ำที่ผิวหน้า (สภาวะควบคุม) และการพ่นน้ำที่ผิวหน้า (Figure 2c) แล้วจึงนำเข้าเครื่องอัดร้อน (Figure 3c) โดยมีสภาวะในการอัดร้อน ดังนี้

อุณหภูมิในการอัดร้อน	160 ^o C 180 ^o C และ 200 ^o C
ระยะเวลาในการอัดร้อน	5 นาที และ 7 นาที

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 มาตรฐาน JIS A 5906-1994 และทดสอบการยึดแน่นของผิวหน้าตามมาตรฐาน EN 311-2002



1a	2a	3a
1b	2b	3b
1c	2c	3c

1a *Eucalyptus urophylla* plantation

2a Chipping

3a Screening

1b Defibrating

2b Refiner

3b Mixing

1c Forming

2c Mat before pressing

3c Hot pressing

Figure 1. Medium density fiberboard manufacturing

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ทำการศึกษา กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 และทดสอบการยึดแน่นของผิวหน้าตามมาตรฐาน EN 311-2002 แสดงให้เห็นว่า

1. ปริมาณความชื้น (Moisture content)

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.10% – 7.96% (Table 1)

2. การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 49.97% – 88.15% โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่พ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุดคือ 49.97% (Table 1 and Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยร่วมและปัจจัยเดี่ยวของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุดและแตกต่างกันจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอัดร้อนเป็นผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การพองตัวตามความหนา (Thickness swelling)

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.55% – 33.39% ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด (Table 1 and Figure 3)

Table 1. Physical properties of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

Treatment before hot press	Pressing temperature (°C)	Pressing time (min.)	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)
TISI 966-2547			10 ± 1.0	4.00 – 10.00	–	≤8.00
JIS A 5906-1994			10 ± 1.0	5.00 – 13.00	–	≤12.00
Non spray water	160	5	9.97	7.50	88.15	26.44
		7	9.98	7.15	76.43	28.84
	180	5	9.97	7.46	73.41	31.02
		7	10.24	7.94	77.32	29.53
	200	5	10.08	7.96	72.83	33.39
		7	10.04	7.31	66.56	19.99
Spray water	160	5	9.78	7.50	66.07	15.05
		7	9.74	7.61	61.22	16.83
	180	5	9.70	7.10	56.74	14.81
		7	9.97	7.19	55.85	14.86
	200	5	9.49	7.92	53.15	13.78
		7	9.53	7.86	49.97	13.55

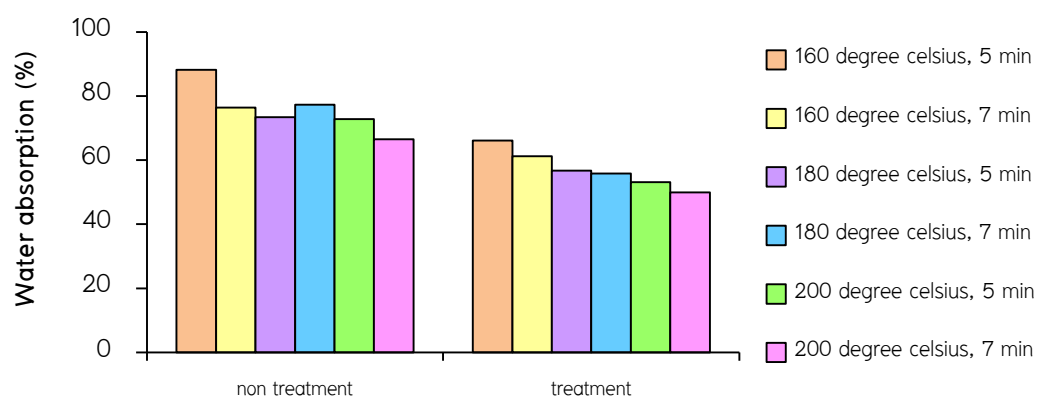


Figure 2. Water absorption of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*

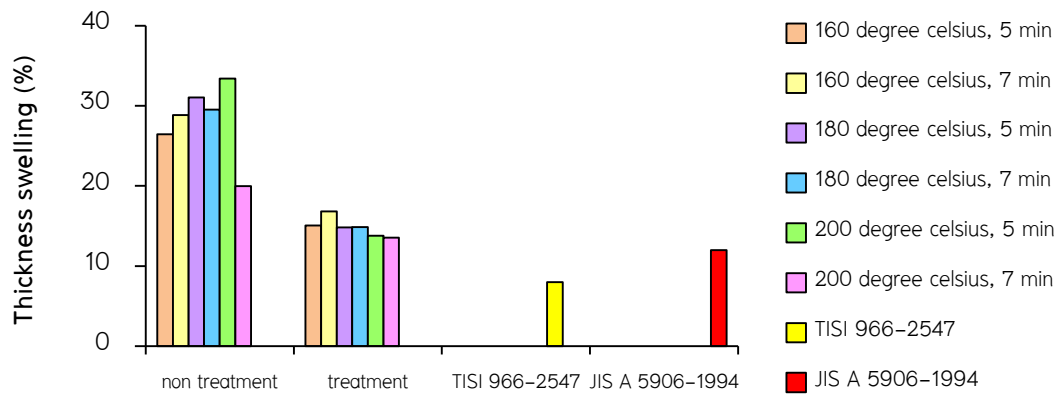


Figure 3. Thickness swelling of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยเดียวและปัจจัยร่วมของการปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนและอุณหภูมิในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ ปัจจัยร่วมของสามปัจจัย คือ การปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน อุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดร้อนยังมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ด้วยเช่นกัน

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า การปรับสภาพแผ่นโดยพ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อน และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แผ่นที่ปรับสภาพแผ่นโดยพ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อนที่ใช้อุณหภูมิ 180 และ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rupture)

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 21.78 – 47.73 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160°C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 21.78 MPa เพียงปัจจัยเดียวที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 (Table 2 and Figure 4)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของสามปัจจัย คือ การปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน อุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

4.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200°C เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 46.73 MPa รองลงมาคือ อัดร้อนที่อุณหภูมิ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ย 47.05 MPa ซึ่งค่าทั้งสองไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.2 การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2,073 – 4,009 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 กำหนด (Table 2 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของสามปัจจัย คือ การปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน อุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

นำค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

5.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4,009 MPa รองลงมาคืออัดร้อนที่อุณหภูมิ 200°C เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 3,980 MPa ซึ่งค่าทั้งสองไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160°C และ 180°C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5.3 การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Table 2. Mechanical properties of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

Treatment before hot press	Pressing temperature (°C)	Pressing time (min.)	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Internal bending (MPa)	Surface soundness (N/mm ²)
TISI 966-2547			≥22.00	≥2,500	≥0.60	–
JIS A 5906-1994			≥25.00	≥2,000	≥0.40	–
EN 311-2002			–	–	–	≥0.80
Non spray water	160	5	21.78	2,073	0.34	0.42
		7	28.84	2,645	0.42	0.45
	180	5	31.02	2,865	0.49	0.54
		7	29.53	2,256	0.54	0.68
	200	5	33.39	2,455	0.49	0.63
		7	27.73	2,651	0.53	0.64
Spray water	160	5	36.84	3,191	0.40	0.77
		7	39.76	3,361	0.43	0.78
	180	5	41.80	3,500	0.49	0.94
		7	41.72	3,471	0.47	0.95
	200	5	47.05	4,009	0.54	0.94
		7	47.73	3,980	0.54	1.01

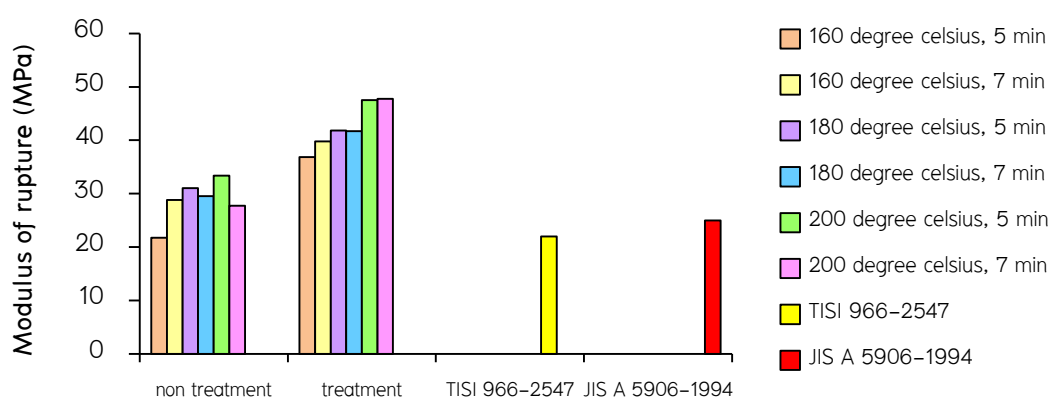


Figure 4. Modulus of rupture of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

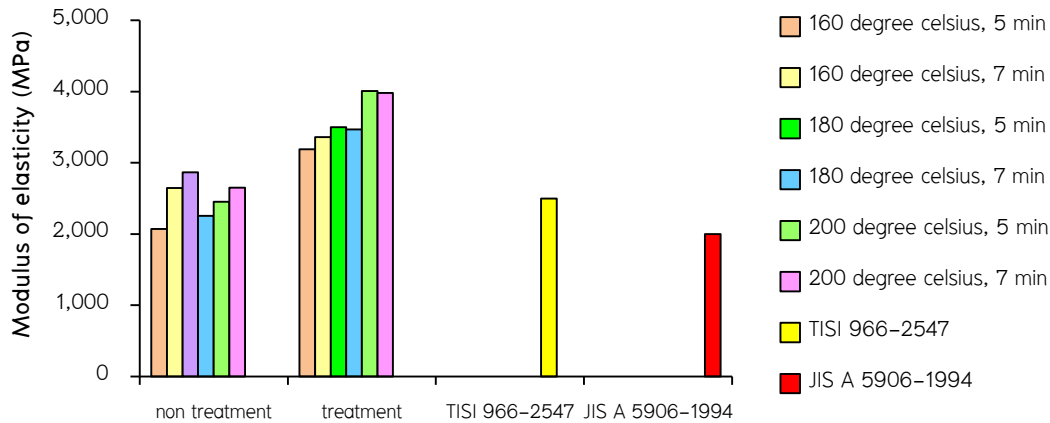


Figure 5. Modulus of elasticity of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Internal bonding)

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.34–0.54 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160°C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.34 MPa ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด ส่วนที่สภาวะอื่นมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 กำหนด (Table 2 and Figure 6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวของอุณหภูมิในการอัดร้อนที่มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อัดร้อนที่อุณหภูมิ 180°C และ 200°C มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าแผ่นที่อุณหภูมิในการอัดร้อน 160°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

7. ค่าการยึดแน่นของผิวหน้า (Surface soundness)

ค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.41–1.01 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนด้วยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า อัดร้อนที่อุณหภูมิ 180°C และ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที

และ 7 นาที มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 0.95 0.94 และ 1.01 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน EN 311-2002 กำหนด (Table 2 and Figure 7)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวของการปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนและอุณหภูมิในการอัดร้อนที่มีอิทธิพลต่อค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

นำค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180°C และ 200°C มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าแผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 160°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

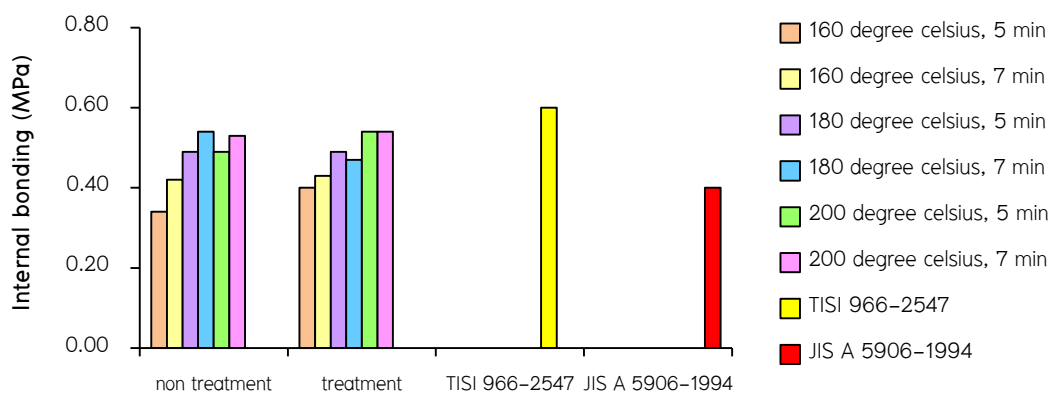


Figure 6. Internal bonding of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

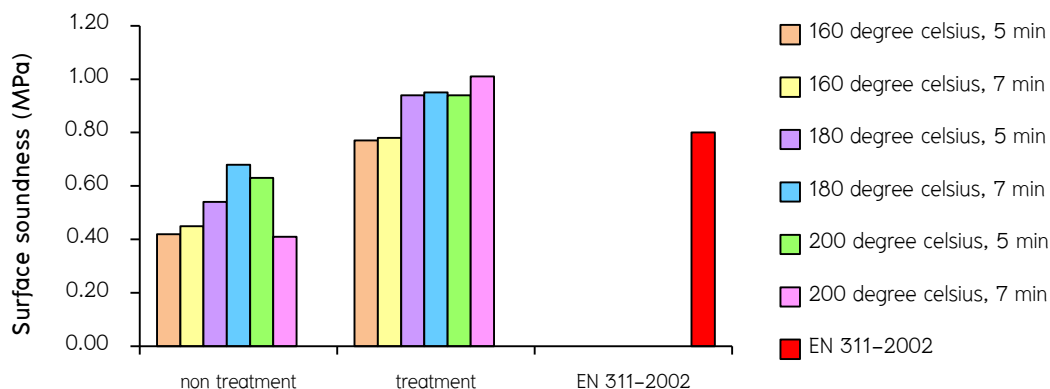


Figure 7. Surface soundness of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ได้จากการทดลองโดยมีสภาวะในการปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน 2 ระดับ คือ ฟ่นน้ำ และไม้ฟ่นน้ำที่ผิวหน้า มีอุณหภูมิในการอัดร้อน 3 ระดับ คือ 160°C 180°C และ 200°C และใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 2 ระดับ คือ 5 นาที และ 7 นาที ในการผลิตผลการทดลองสรุปได้ ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 200°C องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ คือ 49.97% เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอัดร้อนเป็นผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง

2. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนดการปรับสภาพแผ่นโดยฟ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อน และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาลดลง แผ่นที่ปรับสภาพแผ่นโดยฟ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อนที่ใช้ อุณหภูมิ 180°C และ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนา ไม่แตกต่างกัน และมีค่าการพองตัวตามความหนาดำกว่าแผ่นที่ไม่ได้ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน

3. ค่าความต้านแรงดัด

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าความต้านแรงดัดผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 ยกเว้นแผ่นที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160°C เป็นระยะเวลา 5 นาที

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการฟ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200°C เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 47.73 MPa การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการฟ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อน มีผลให้ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ฟ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนอัดร้อนมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4,009 MPa การปรับสภาพของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อน มีผลให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 กำหนด ส่วนแผ่นที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160°C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่ผ่านทั้งสองเกณฑ์มาตรฐาน กำหนด แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180°C และ 200°C มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นที่อัดร้อนอุณหภูมิ 160°C

6. ค่าการยึดแน่นของผิวหน้า

ค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนด้วยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180°C และ 200°C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 0.95 0.94 และ 1.01 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน BS: EN 311-2002 กำหนด แผ่นที่ใช้ อุณหภูมิในการอัดร้อน 180°C และ 200°C มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่า แผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 160°C

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา สรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง หากต้องการให้แผ่นมีการยึดแน่นของผิวหน้าที่แข็งแรงควรทำการปรับสภาพก่อนการอัดร้อน โดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้าเพื่อเป็นการเพิ่มความชื้นก่อนการอัดร้อนซึ่งจะมีผลให้แผ่นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และมีค่าการดูดซึมน้ำและค่าการพองตัวตามความหนาลดลง ส่วนสภาวะในการอัดร้อนที่เหมาะสมคือ 180°C เป็นระยะเวลา 5 นาที เนื่องจากมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 JIS A 5906-1994 และ EN 311-2002 กำหนด ยกเว้นค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณสถานีวิจัยสะแกกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัด นครราชสีมา ที่สนับสนุนไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เพื่อเป็นวัตถุดิบหลักในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติ วิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.
- นิคม แหลมลัก. 2533. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด. สัมมนาปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิจิตร กฤษณบำรุง. 2529. หลักการแยกเยื่อวัตถุดิบด้วยกรรมวิธีแอสฟลุนด์เพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. มอก.966-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- อนันตชัย เชื้ออนรรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.
- European Standard. 2002. European Standard: Wood-based panels. Surface soundness. No. EN 311-2002.
- Japanese Industrial Standard. 1994. Japanese Industrial Standard: medium density fiberboards. No. JIS A 5906-1994.
- Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. Principle of Wood Science and Technology. Vol II. Springer-Verlag, New York.
- Maloney, T.M. 1993. Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Updated edition. Miller Freeman Inc., California.

สมบัติของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

The Properties of Wood-Plastic Composites from *Eucalyptus urophylla*

วัลยuth เฟื่องวิวัฒน์¹ (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)

ปิยะวดี บัวจงกล² (PIYAWADE BAUCHONGKOL)

วีรญา ธรรมจันทร์³ (WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ผลิตเป็นแผ่นไม้พลาสติกที่ทำจากผงไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลากับผงพลาสติกโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene : HDPE) ในอัตราส่วน 40:60 50:50 และ 60:40 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C และ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที และ 20 นาที แผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 1037 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณผงไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีผลให้ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวตามความหนาสูงขึ้น แต่มีผลให้ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงต้งขึ้นจากกับผิวหน้าของแผ่นไม้พลาสติกลดลง สภาวะที่เหมาะสมในการนำมาผลิตแผ่นไม้พลาสติกคือ ใช้อัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่ 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที หรือใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที แต่หากต้องการใช้อัตราส่วนของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลากับพลาสติกที่ 50:50 ควรใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที

คำหลัก: แผ่นไม้พลาสติก ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : vallayuth@yahoo.com

² นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : bauchongkol@yahoo.com

³ ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : weraya_ku63@yahoo.com

ABSTRACT

Research study for wood-plastic composites made from *Eucalyptus urophylla*. Lab size boards were manufactured by wood powder and recycle plastic powder (High density polyethylene : HDPE) ratio 3 level were 40:60, 50:50, and 60:40 and 2 hot press temperatures at 170°C and 190°C with various 2 pressing time at 15 and 20 min. All experimental boards were tested and analyzed the results for properties according to ASTM D 1037.

The results demonstrated that more fiber can be increased physical (WA and TS) but mechanical properties (MOR, MOE and IB) were decreased. Suitable matrix for manufacturing wood-plastic composites made from *Eucalyptus urophylla* was wood powder and plastic powder ratio 40:60 at 190°C hot press temperature and 15 min pressing time. At wood powder and plastic powder ratio 50:50 suitable hot pressed temperature at 190°C and 20 min pressing time.

Key words: Wood Plastic Composite, *Eucalyptus urophylla*, recycle plastic

คำนำ

แผ่นไม้พลาสติกเป็นเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมไม้และพลาสติกในต่างประเทศมานานแล้ว ในประเทศไทยถือว่าแผ่นไม้พลาสติกเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่เพิ่งจะรู้จักและนำมาใช้ประโยชน์ไม่นานมานี้ แผ่นไม้พลาสติกเป็นการนำสมบัติที่ดีของไม้และพลาสติกมารวมประสานกัน ทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีลักษณะเด่นเมื่อเปรียบเทียบกับไม้แล้ว แผ่นไม้พลาสติกมีความทนทานต่อความชื้นได้ดีกว่า ต้านทานต่อเชื้อราและแมลงที่เป็นศัตรูของไม้ ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้นานกว่า สามารถผลิตให้มีรูปร่างต่างๆ ได้โดยไม่ทำให้เกิดเศษเหลือใช้ อีกทั้งยังนำกลับมาใช้ใหม่หรือ Recycle ได้ แต่สมบัติต่างๆ ก็ย่อมจะลดลงเป็นธรรมดา เมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติก แผ่นไม้พลาสติกสามารถรับแรงทางกลได้มากกว่า มีความทนทานต่อแสง UV ได้ดีกว่า มีการหดและขยายตัวน้อยกว่า แผ่นไม้พลาสติกจะมีน้ำหนักเบากว่าพลาสติกจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

พลาสติกมีประโยชน์มากมายมหาศาลแต่ก็มีข้อเสียคือ พลาสติกผลิตจากทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ (Non-renewable resource) เช่น น้ำมัน ถ่านหิน นอกจากนี้พลาสติกที่ถูกทิ้งเป็นขยะในปัจจุบันยังคงอยู่ในสภาพแวดล้อมไปอีกนานนับหลายร้อยปีซึ่งเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เราสามารถช่วยลดปัญหานี้ได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่เป็นที่นิยมก็คือ การนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ จึงน่าที่จะ

นำพลาสติกกรีไซเคิลมาผสมกับผงไม้เพื่อผลิตเป็นแผ่นไม้พลาสติก เป็นการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่งด้วย

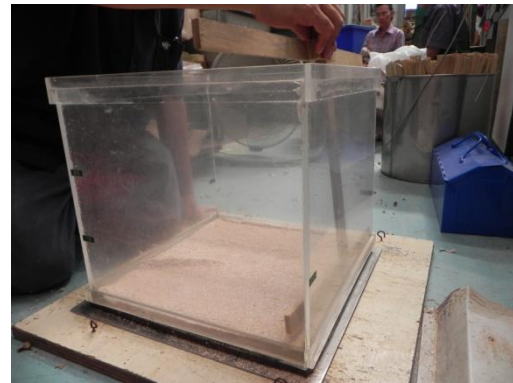
แผ่นไม้พลาสติกเป็นวัสดุที่นำเอาสมบัติทั้งไม้และพลาสติกมารวมกัน จึงเป็นผลทำให้สมบัติเดิมของไม้และพลาสติกเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นอัตราส่วนผสมของไม้และพลาสติกจึงมีผลต่อสมบัติของแผ่นไม้พลาสติก ถ้าปริมาณของวัตถุดิบอย่างหนึ่งอย่างใดมีมาก สมบัติโดยรวมของแผ่นไม้พลาสติกก็จะเปลี่ยนไปตามปริมาณวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะศึกษาวิจัยถึงอัตราส่วนผสมของไม้กับพลาสติกที่เหมาะสมกับการผลิตแผ่นไม้พลาสติก เพื่อให้ได้แผ่นไม้พลาสติกที่มีสมบัติที่ดีเหมาะสมแก่การใช้ประโยชน์

วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้นำไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus uruphylla*) ของสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อายุ 7 ปี (ปลูกปี พ.ศ. 2549) (Figure 1a) นำมาสับเป็นชิ้นไม้สับ (Figure 2a) จากนั้นจากนั้น นำเข้าเครื่อง Hammer mill (Figure 1b) บดเป็นผงไม้ที่มีขนาดไม่เกิน 60 mesh จากนั้น นำไปอบแห้งให้เหลือความชื้นประมาณ 1-2% และใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่นเพื่อทำเป็นแผ่นไม้พลาสติกโดยมีสภาวะในการวิจัย ดังนี้

ความหนาแน่นของแผ่น	800 กก./ลบ.ม.
ความหนาของแผ่น	10 มม.
ขนาดของแผ่น	35 X 35 ตร.ซม.
อัตราส่วนของผงไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับผงพลาสติกกรีไซเคิล (HDPE)	40:60 50:50 และ 60:40
อุณหภูมิในการอัดร้อน	170 °C และ 190 °C
ระยะเวลาในการอัดร้อน	15 และ 20 นาที

นำผงไม้ไปผสมผงพลาสติกกรีไซเคิลชนิดความหนาแน่นสูง (High density polyethylene : HDPE) ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ จากนั้นนำไปโรยในกล่อง (Figure 2b) เสร็จแล้วนำไปอัดร้อน (Figure 3a) และทิ้งไว้ให้เย็นตัว นำไปผึ่งกระแสดอากาศเพื่อปรับสภาวะ (Figure 3b) แผ่นไม้พลาสติกที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสมบัติเชิงกลและทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 1037 และนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ



1a	2a
1b	2b
1c	2c

- 1a *Eucalyptus urophylla* plantation
- 2a Chipping
- 1b Hammermill
- 2b forming
- 1c Hot pressing
- 2c Seasoning

Figure 1. Wood-plastic composites manufacturing

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาสมบัติของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้ผงไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ผสมกับผงพลาสติกในอัตราส่วนที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 40:60 50:50 และ 60:40 อุณหภูมิในการอัดร้อน 2 ระดับ คือ 170°C และ 190°C ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 2 ระดับ คือ 15 และ 20 นาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า

1. ปริมาณความชื้น (Moisture content)

แผ่นไม้พลาสติกที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.50% – 4.39% (Table 1)

2. การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

การดูดซึมน้ำของแผ่นไม้พลาสติกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.34% – 16.78% โดยแผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 3.34% (Table 1 and Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของอัตราส่วนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อน และปัจจัยร่วมของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

2.1 ปัจจัยร่วมของอัตราส่วนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อน

แผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 และ 50:50 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ต่างกัน คือ 170°C และ 190°C ไม่มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 60:40 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ต่างกันค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ที่อัตราส่วน 40:60 และ 50:50 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C หรือที่ 190°C ค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นจะไม่แตกต่างกัน

2.2 ปัจจัยร่วมของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดร้อน

เมื่อใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 190°C เป็นระยะเวลา 15 และ 20 นาที และอุณหภูมิในการอัดร้อน 170°C เป็นระยะเวลา 20 นาที ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของแผ่นไม้พลาสติกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นที่อัดร้อนที่อุณหภูมิ 170°C ระยะเวลา 15 นาที แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มอุณหภูมิหรือเวลาในการอัดร้อนค่าการดูดซึมน้ำจะลดลง

3. การพองตัวตามความหนา (Thickness swelling)

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นไม้พลาสติกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.25% – 6.83% โดยแผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.25% (Table 1 and Figure 3)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของอัตราส่วนกับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการอัดร้อน มีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

3.1 แผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 หรือ 50:50 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C และ 190°C เป็นระยะเวลา 15 และ 20 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3.2 ที่อัตราส่วน 60:40 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยแตกต่างจากแผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C เป็นระยะเวลา 15 และ 20 นาที และที่อุณหภูมิ 170°C เป็นระยะเวลา 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.3 เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของไม้กับพลาสติกมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแผ่นไม้พลาสติกที่ใช้อัตราส่วน 40:60 มีค่าการพองตัวตามความหนาต่ำสุด รองลงมาคือที่อัตราส่วน 50:50 และ 60:40 ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่า แผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 หรือ 50:50 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C เป็นระยะเวลา 15 นาที จะมีค่าการพองตัวตามความหนาไม่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C เป็นระยะเวลา 20 นาที และที่อุณหภูมิ 190°C เป็นระยะเวลา 15 และ 20 นาที แต่แผ่นไม้พลาสติกที่ใช้อัตราส่วน 40:60 จะมีค่าการพองตัวตามความหนาน้อยกว่าแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 50:50

4. ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rupture)

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นไม้พลาสติกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 11.03–22.51 MPa โดยแผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 22.51 MPa (Table 2 and Figure 4)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของอัตราส่วนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อน มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

Table 1. Physical properties of wood–plastic composites from *Eucalyptus urophylla*.

Wood and plastic ratio	Pressing temperature (°C)	Pressing time (min)	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)
40:60	170	15	9.23	2.19	4.94	0.43
		20	9.01	2.48	3.34	0.25
	190	15	8.83	1.69	3.60	0.53
		20	8.74	1.50	3.91	0.27
50:50	170	15	9.53	3.14	9.22	1.49
		20	9.36	3.32	8.62	1.76
	190	15	9.22	3.11	9.04	1.54
		20	9.18	2.77	8.73	1.47
60:40	170	15	9.63	4.12	16.78	6.83
		20	9.82	4.39	14.61	4.63
	190	15	9.67	4.10	11.49	3.49
		20	9.60	3.93	13.75	4.40

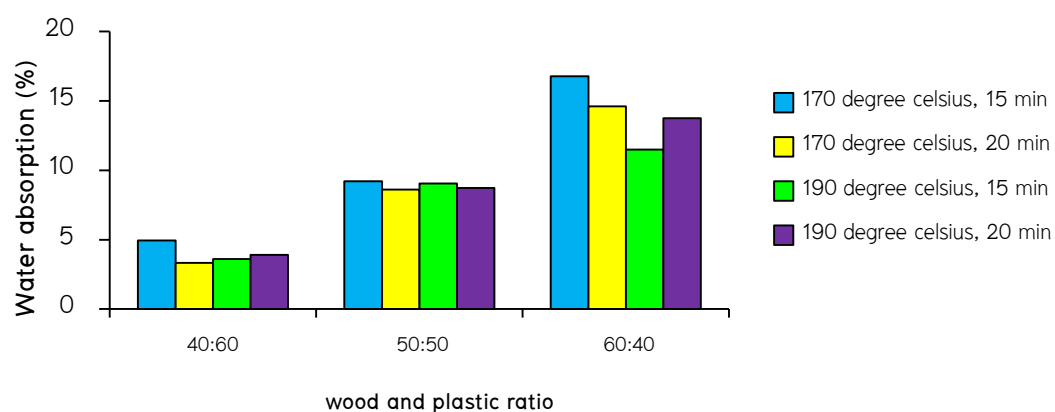


Figure 2. Water absorption of wood–plastic composites from *Eucalyptus urophylla*

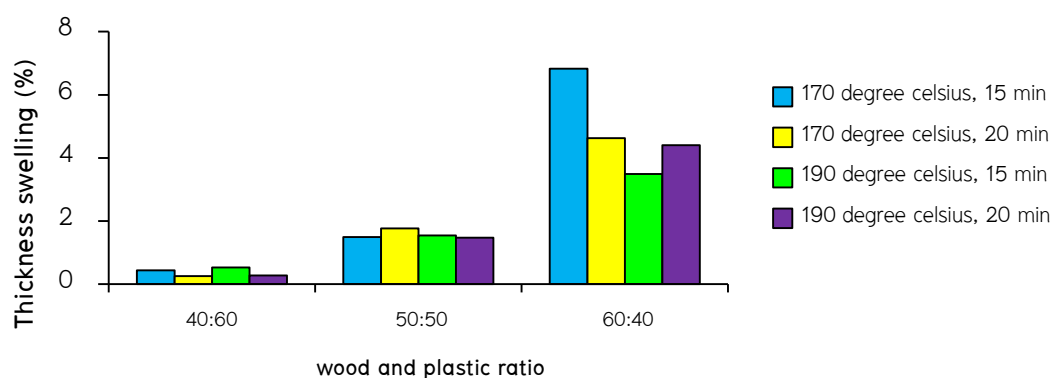


Figure 3. Thickness swelling of wood-plastic composites from *Eucalyptus urophylla*

Table 2. Mechanical properties of wood-plastic composites from *Eucalyptus urophylla*

Wood and plastic ratio	Pressing temperature (°C)	Pressing time (min)	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Internal bonding (MPa)
40:60	170	15	20.60	1,439	1.55
		20	20.49	1,470	2.17
	190	15	22.05	1,454	2.52
		20	22.51	1,556	2.36
50:50	170	15	16.62	1,494	1.48
		20	17.76	1,463	1.50
	190	15	16.32	1,366	1.71
		20	16.07	1,450	1.84
60:40	170	15	11.03	1,188	0.73
		20	11.56	1,255	1.09
	190	15	13.24	1,386	1.50
		20	13.04	1,396	1.24

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

4.1 อัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแผ่นไม้พลาสติกที่ใช้อัตราส่วน 40:60 มีค่าการความต้านแรงดัดสูงสุด รองลงมาคือที่อัตราส่วน 50:50 และ 60:40 ตามลำดับ

4.2 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อนมีผลให้ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นไม้พลาสติกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นไม้พลาสติกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,188–1,556 MPa โดยแผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1,556 MPa (Table 2 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของอัตราส่วนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อน มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

นำค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

อัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่ 40:60 และ 50:50 เมื่อใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C และ 190°C มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนแผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วนของไม้กับพลาสติก 60:40 เมื่อใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนเพิ่มขึ้นจะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Internal bonding)

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นไม้พลาสติกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.73–2.52 MPa โดยแผ่นไม้พลาสติกที่อัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.52 MPa (Table 2 and Figure 6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของอัตราส่วนกับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการอัดร้อน มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

6.1 อัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแผ่นไม้พลาสติกที่ใช้อัตราส่วน 40:60 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงสุด รองลงมาคือที่อัตราส่วน 50:50 และ 60:40 ตามลำดับ

6.2 เมื่ออัดร้อนที่อุณหภูมิ 190°C ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที และ 20 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าไม่แตกต่างจากแผ่นที่อัดร้อนที่อุณหภูมิ 170°C ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

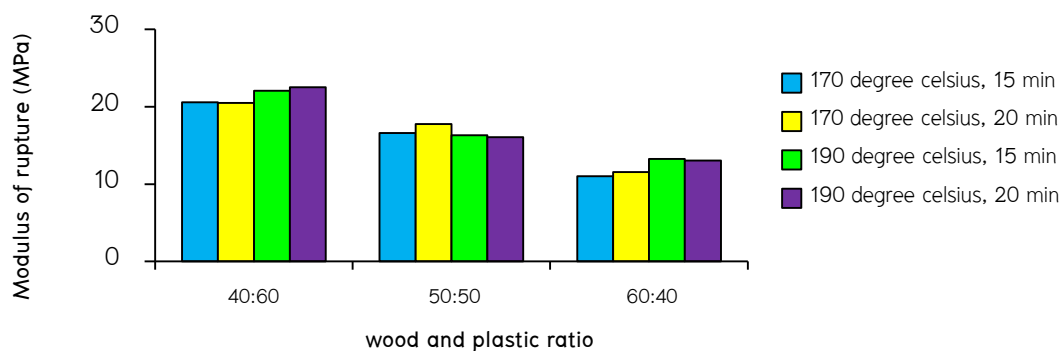


Figure 4. Modulus of rupture of wood-plastic composites from *Eucalyptus urophylla*

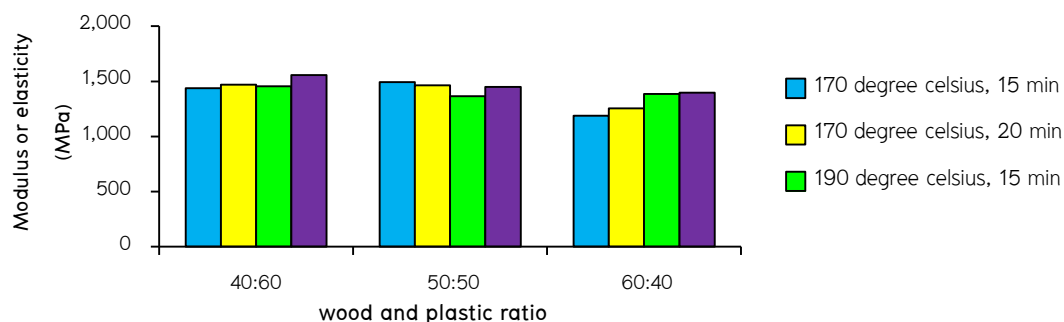


Figure 5. Modulus of elasticity of wood-plastic composites from *Eucalyptus urophylla*

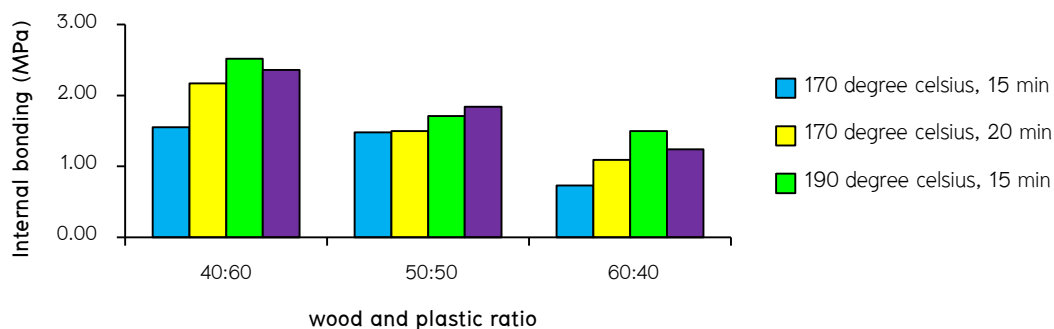


Figure 6. Internal bonding of wood-plastic composites from *Eucalyptus urophylla*

สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับพลาสติกในอัตราส่วน 40:60 50:50 และ 60:40 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C และ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที และ 20 นาที ในการผลิต ผลสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ทำจากไม้กับพลาสติกในอัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 3.34%

แผ่นไม้พลาสติกที่ใช้อัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่ 40:60 และ 50:50 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C หรือที่ 190°C ค่าการดูดซึมน้ำจะไม่แตกต่างกัน การเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนหรือการใช้อุณหภูมิคงเดิมแต่เพิ่มระยะเวลาในการอัดร้อนจะทำให้ค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นไม้พลาสติกลดลง

2. การพองตัวตามความหนา

แผ่นไม้พลาสติกที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับพลาสติกในอัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.25% เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของไม้กับพลาสติกมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาเพิ่มขึ้น ส่วนระยะเวลาในการอัดที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นไม้พลาสติกแต่อย่างใด

3. ความต้านแรงดัด

แผ่นไม้พลาสติกที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับพลาสติกในอัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 22.51 MPa โดยอัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความต้านแรงดัดลดลง แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อนจะมีผลให้ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นไม้พลาสติกเพิ่มขึ้น

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

แผ่นไม้พลาสติกที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับพลาสติกในอัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1,556 MPa อัตราส่วนของไม้กับพลาสติกที่ 40:60 และ 50:50 เมื่อใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนเพิ่มขึ้น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจะไม่แตกต่างกัน ส่วนระยะเวลาในการอัดร้อนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแต่อย่างใด

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

แผ่นไม้พลาสติกที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับพลาสติกในอัตราส่วน 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.52 MPa รองลงมาคือ ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 2.36 MPa ซึ่งค่าทั้งสองไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของไม้กับพลาสติกมีผลให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าลดลง เมื่ออัดร้อนที่อุณหภูมิ 190°C ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที และ 20 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าไม่แตกต่างจากแผ่นที่อัดร้อนที่อุณหภูมิ 170°C ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นไม้พลาสติกจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา สรุปได้ว่า อัตราส่วนและอุณหภูมิที่ใช้ในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพ และกลสมบัติของแผ่นไม้พลาสติก ส่วนระยะเวลาในการอัดร้อนจะไม่มีผลต่อสมบัติดังกล่าว เมื่อเพิ่มปริมาณไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีผลให้ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวตามความหนาสูงขึ้น แต่มีผลให้ค่าความต้านแรงดึงค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นไม้พลาสติกลดลง จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สภาวะที่เหมาะสมในการนำมาผลิตแผ่นไม้พลาสติกคือ ใช้อัตราส่วนที่ 40:60 ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 15 นาที หรือใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 170°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที แต่หากต้องการใช้อัตราส่วนที่ 50:50 ควรใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 190°C ระยะเวลาในการอัดร้อน 20 นาที

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณสถานีวิจัยสะแกกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่สนับสนุนไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อเป็นวัตถุดิบหลักในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วิจิตร กฤษณบำรุง. 2529. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง หลักการแยกเยื่อวัตถุดิบด้วยกรรมวิธีแอสฟลุนด์ เพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง และแผ่นเอ็มดีเอฟ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จรัญ จันทลักษณ์. 2534. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสถิติวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.
- บุญนำ เกียรติขง และ มยุรี ดวงเพชร. 2542. คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อนันตชัย เชื้อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.
- ASTM 1999. American Society for Testing and Materials: Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials . No. ASTM D 1037-99.
- Kamal B.A., S. Pang and M.P. Staiger. 2008. Dimensional stability and mechanical behavior of wood-plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE). Composites Part B 39(2008) : 807-815.
- Shu-Kai Y. and R.K. Gupta, 2008, Improved wood-plastic composites through better processing. Composites : Part A 39(2008) 1694-1699.
- Elias H.B. and N. Salman. 2003. Properties of wood-plastic composites effect of inorganic additives. Radiation Physics and Chemistry 66(2003) : 49-53.
- Hassine B.,et al. 2009. Effects of fiber characteristics on the physical and mechanical properties of wood plastic composites. Composites : part A 40(2009) : 1975-1981.

วิจัยไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าเพื่ออุตสาหกรรมกระดาษ

(Investigation of Eucalyptus urophylla for pulp and paper manufacturing)

นางรัตนา หม่อมณี สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
นายวสุ อรรถนพารักษ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

วิจัยเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพเยื่อกระดาษของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ต้มด้วยกรรมวิธีซัลเฟต และกรรมวิธีโซดา ผลการทดลองพบว่าเยื่อซัลเฟตที่ค่า Active alkali 16 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตเยื่อสูง 51 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ค่า Kappa number ได้ 19 เปอร์เซ็นต์เมื่อนำเยื่อซัลเฟตมาตีให้มีค่า Freeness 48oSR ผลที่ได้คือกระดาษมีความทนทานต่อแรงดึง 6,232 เมตร มีความต้านทานต่อแรงดันทะลุ 398.01 กิโลปาสคาล และมีค่าความต้านทานต่อแรงฉีกขาด 68.2 เซ็นตินิวตัน สำหรับเยื่อโซดา สภาวะการต้มที่ดีที่สุดคือความเข้มข้นของปริมาณต่าง 10 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตเยื่อสูง 45 เปอร์เซ็นต์เมื่อนำเยื่อโซดาตีที่มีค่า Freeness 51 oSRพบว่ากระดาษที่ได้จากเยื่อโซดามีความทนทานต่อแรงที่กระทำคือ มีค่าความต้านทานต่อแรงดึง 4,418 เมตร ความต้านทานต่อแรงดันทะลุ 244.1 กิโลปาสคาล ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด 44.3 เซ็นตินิวตัน และให้ค่าความขาวสว่างสูงถึง 37%ISO ฉะนั้นพอสรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมกระดาษได้ดี

คำสำคัญ: ไม้สนคาริเปีย เยื่อซัลเฟต เยื่อโซดาลักษณะเส้นใย

Abstract

A comparative pulp quality of Eucalyptus urophylla between two conventional pulping processes are sulfate pulping and Soda pulping that were developed in various conditions. The results showed that the Sulfate pulping was at 16% Active alkali gave a 51% yield and 19% Kappa number. After beaten, at 48°SR Freeness, then the physical properties of paper were analyzed which were 6,232 m breaking Length, 398.01KPa bursting strength and 68.2cN tearing strength. For the Soda pulping was at 10% lime concentration gave a 45% yield and 16% Kappa

number. After beating for a few minute; at 51°SR Freeness, paper properties were 4,418 m breaking Length, 244.1KPa bursting strength, 44.3 cN tearing strength and 37% ISO brightness. Finally, it was possible to conclude that Eucalyptus urophylla could be good raw material for pulping.

Keywords: Eucalyptus urophylla Sulfate pulping Soda pulping Fiber dimension

คำนำ

ยูคาลิปตัส เป็นไม้นำเข้าจากต่างประเทศ นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นไม้พลังงาน เชื้อเพลิงและถ่าน และเพื่อผลิตเป็นชิ้นไม้สำหรับโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ ไม้ยูคาลิปตัสเป็นพืชที่มีชนิดและแหล่งกำเนิดของไม้มีลักษณะโดดเด่นคือ มีอัตราการรอดตายและมีอัตราการเจริญเติบโตดี อันดับแรกได้แก่ ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส เนื่องจากสามารถปรับตัวได้ดีกับดินเค็มในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศได้ดีแม้ในที่แห้งแล้ง

จากการที่เกษตรกรประสบปัญหาเช่น การเกิดความแห้งแล้งยาวนานทำให้พืชขาดน้ำและแห้งตาย ปัญหาจากโรคและแมลงระบาด ราคาผลผลิตตกต่ำ เป็นระยะเวลาหลายปี จึงทำให้เกษตรกรบางกลุ่มหันมาสนใจปลูกไม้ยูคาลิปตัส ทดแทนการปลูกพืชหมุนเวียนระยะสั้นเช่น มันสำปะหลัง

หน่วยงานกรมป่าไม้ร่วมกับ บริษัทเอกชน นำพืชสายพันธุ์ยูคาลิปตัส มาทดลองปลูกคือ ข้อมูลการวิจัยพบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดตายโดยเฉลี่ยของ ยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่า โดยทดลองทั้งถิ่นกำเนิดและสายพันธุ์ลูกผสม E. urophylla มีอัตราการรอดตายสูงมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างอายุ 10 ปี และอัตราการรอดตายลดลงเป็น 54.3 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 16 ปี และพบว่า ยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่าสายพันธุ์ลูกผสมอายุ 3 ปีมีอัตราการรอดตายสูง 97.3 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเหตุนี้สายพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาปลูกสร้างสวนป่าที่มีระยะหมุนเวียนสั้น โดยยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่าจากถิ่นกำเนิด Mt Mandiri, Flores และ Lelogama, Timor มีอัตราการรอดตายมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 16 ปี จึงมีความเหมาะสมที่จะผลิตเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมไม้ ส่วนยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่า จากถิ่นกำเนิด Mt Wologai, Flores มีอัตราการรอดตายต่ำ

ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) พบในธรรมชาติที่เป็นดินภูเขาไฟทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินโดนีเซีย ละติจูดที่ 180 เมตร ถึง 3000 เมตร เป็นไม้ป่าที่มีความสำคัญทางการค้า เมื่อนำมาผสมข้ามสายพันธุ์กับ E. grandis จะได้ไม้ลูกผสมที่สามารถปรับตัวได้ดีกับอากาศร้อนชื้น และมีความต้านทานต่อโรคได้ดีกว่า E. grandis จากข้อมูลการสำรวจและเก็บรวบรวมเมล็ดในป่าธรรมชาติ

ในระยะ 7 ปีของเกาะในประเทศอินโดนีเซียพบว่ามียาสยพันธ์เพิ่มขึ้น โดยพบว่ายากมากที่จะอนุรักษ์สายพันธุ์บริสุทธิ์ของ *E. urophylla* เอาไว้ได้ มักพบว่ามีสายพันธุ์ข้ามของสองสายพันธุ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาคุณภาพเยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าด้วยกรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีซัลเฟต

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ได้นำตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าอายุ 6 ปีจากสถานี (สะแกราช) วนวัฒนวิจัย จังหวัดนครราชสีมา มาแปรรูป ส่วนที่หนึ่งนำไปตรวจวัดลักษณะพื้นฐานของเส้นใยไม้และส่วนที่สอง ทำเป็นชิ้นไม้สับ แบ่งชิ้นไม้สับเป็นสองส่วน นำตัวอย่างชิ้นไม้สับส่วนที่หนึ่งนำมาต้มเป็นเยื่อกระดาษด้วยกรรมวิธีซัลเฟต สารเคมีที่สำคัญคือ โซเดียมซัลไฟด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยเลือกสภาวะการต้มที่ Sulfidity 25 เปอร์เซ็นต์ แปรผันค่า Active alkali 14,16,18 และ 20 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิคงที่ที่ 170 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที อัตราส่วนของไม้ต่อสารละลาย 1:4 นำตัวอย่างชิ้นไม้สับส่วนที่สองมาต้มด้วยกรรมวิธีโซดา สารเคมีที่สำคัญคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยเลือกสภาวะการต้มที่อัตราส่วนของไม้ต่อสารละลาย 1:4 แปรผันความเข้มข้นของสารละลายต่างที่ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที จากนั้นนำเยื่อซัลเฟตและเยื่อโซดาที่ได้จากการต้มมาทำแผ่นกระดาษทดสอบ [Sieber, 1951] และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษตามมาตรฐานดังนี้

Testing Method

Parameter	TAPPI and SCAN standards testing
Kappa number	T236m-60
ISO Brightness	SCAN-P3; 62
% Yield	weight
Beating Time	SCAN-C24; 67

Freeness	T227 os-68
Thickness and Apparent density	T411 os-68
Breaking Length	SCAN-P16; 65
Tear Factor	SCAN-P11; 64
Burst Factor	T403 ts-63

ผลการศึกษา

ผลจากการตรวจวัดขนาดของเส้นใยไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่านั้นด้วยกล้องจุลทรรศน์และคำนวณหาค่าความเหมาะสมของเส้นใยไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่านั้นให้ผลดังตารางที่ 1 และจากการทดลองนำชิ้นไม้สับของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่านั้นผลิตเป็นเยื่อกระดาษด้วยกรรมวิธีซัลเฟตและกรรมวิธีโซดาให้ผลดังภาพที่ 1 และ 2

เมื่อนำเยื่อซัลเฟตและเยื่อโซดาที่ได้มาทำแผ่นกระดาษโดยตีเยื่อให้มีค่า Freeness แตกต่างกัน กระดาษที่ได้จะมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ผลการตรวจวัดขนาดเส้นใยไม้และคำนวณค่าความเหมาะสมสามารถสรุปได้ดังนี้

- เส้นใยของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่านั้นยาวประมาณ 1.2889 มิลลิเมตร เป็นไม้เนื้อแข็งปานกลางเส้นใยสั้น
- ค่า Runkel Ratio มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเส้นใยนั้นทำกระดาษได้ไม่ดีนัก
- ค่า Flexibility Coefficient มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่ากระดาษจะมีค่าความต้านทานต่อแรงดึงและแรงดันทะลุสูง
- ค่า Slenderness ratio มีค่าน้อยกว่า 75 แสดงว่ากระดาษที่ได้จะมีความอ่อนตัวน้อยเพราะกระดาษที่มีความอ่อนตัวมากกว่าจะทำกระดาษได้ดีกว่า
- ค่า Wall fraction มีค่ามากกว่า 50% แสดงว่าผนังเซลล์ของเส้นใยค่อนข้างหนาจึงไม่มีความเหมาะสมสำหรับทำกระดาษเพราะเนื้อกระดาษจะไม่เรียบเนียน

1. ผลการตรวจวัดเส้นใยไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่านั้น

Species	Length	Width	Lumen	Cellwall	Derived Value
---------	--------	-------	-------	----------	---------------

	[mm]	[mm]	[mm]	Thickness [mm]	Flexi bility Coeffic ient	Runkel Ratio	Slender -ness Ratio	Wall Fraction [%]
E. urophylla	1.2889	0.0208	0.0112	0.0097	0.5385	1.7321	61.9663	93.2692

ผลการต้มไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าต้มด้วยกรรมวิธีซัลเฟตแสดงดังภาพที่1 พบว่าเยื่อซัลเฟตจากสภาวะที่ Active alkali 16 เปอร์เซนต์ให้คุณภาพเยื่อโดยรวมสูงกว่า

และจากการต้มไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าด้วยกรรมวิธีโซดาแสดงดังภาพที่ 2 พบว่าเยื่อโซดาที่อัตราส่วนของไม้ต่อสารละลาย 1:4 สภาวะที่ความเข้มข้น10 เปอร์เซนต์ ให้เยื่อที่มีผลผลิตสูงคุณภาพเยื่อโดยรวมดีกว่า

ผลการตรวจสอบคุณภาพของกระดาษจากเยื่อซัลเฟตของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าแสดงดังตารางที่ 1 พบว่า สภาวะที่ Active alkali 14 และ16 เปอร์เซนต์ เมื่อตีเยื่อให้มีค่า Freeness อยู่ระหว่าง 30 – 50°SR ให้กระดาษที่มีคุณสมบัติทางกายภาพโดยรวมสูงกว่า แต่สภาวะที่ Active alkali 16 เปอร์เซนต์ กระดาษมีความขาวสว่างสูงกว่า

ผลการตรวจสอบคุณภาพของกระดาษจากเยื่อโซดาของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า สภาวะที่ความเข้มข้นของสารละลาย 15 เปอร์เซนต์ อัตราส่วนของไม้ต่อสารละลาย 1:4 และ 1:3 ให้คุณภาพของกระดาษโดยรวมสูงกว่า (มีค่าความต้านทานต่อแรงดึง ความต้านทานต่อแรงดันทะลุและความต้านทานต่อแรงฉีกขาดของกระดาษ สูงกว่า) และกระดาษมีค่าความขาวสว่างสูงกว่า

Sulfate pulping of *E. urophylla* at different Active alkaline

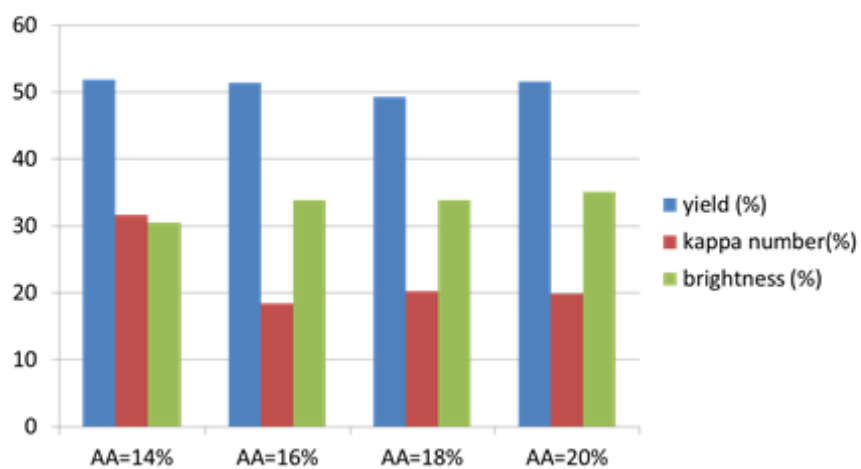


Figure1.Effect of % active alkali on Percentage of Yield, kappa number and brightness of sulfate pulping cooking at sulfidity of 25%, temperature of 170°C, retention time of 2hrs

Soda pulping of *E. urophylla* at different NaOH aq. concentration

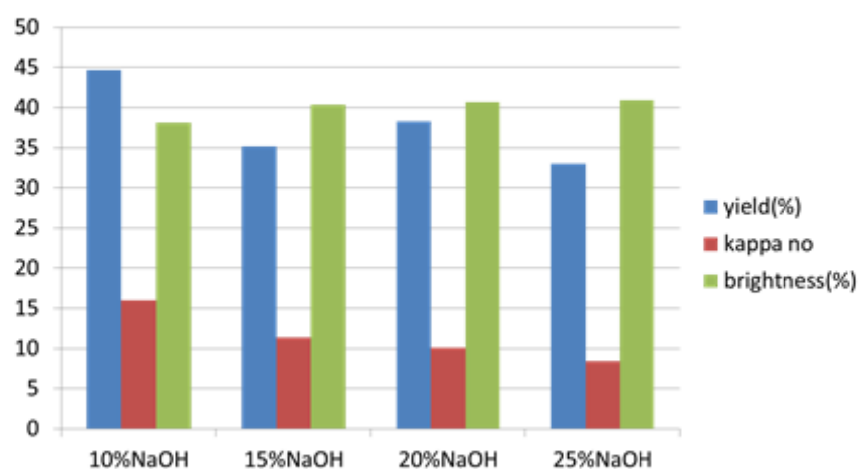


Figure2. Effect of % sodium hydroxide solution on percentage of yield, kappa number and brightness of soda pulping at temperature of 150°C, retention time of 90 minutes wood per liquor ratio of 1:4

Table 1Physical properties of *Eucalyptusurophylla* from Sulfate process in various conditions at different freeness

Condition	Freeness [°SR]	Basic Weight [%]	Breaking length [m]	Bursting strength [KPa]	Tearing strength [cN]
AA=14%	31	75.7886	6,633.65	448.78	85.7
	61	75.7098	8,256.76	523.28	72.5
	73	75.0000	8,413.04	574.09	75.1
AA=16%	unbeaten				
	31	70.8202	5,590.42	316.57	56.1
	48	71.3722	6,232	398.01	67.2
AA=18%	unbeaten				
	35	73.2650	6,646.27	399.90	68.2

	60	74.6846	7,514.49	457.12	65.3
AA=20%	unbeaten				
	25	74.8423	4,857.24	301.27	55.9
	37	75.1577	5,706.35	364.41	66.6

Note that: AA = Active alkali (NaOH+ Na₂S express in Na₂O

Table 2 Physical properties of *Eucalyptusurophylla* from Soda process in various conditions at different freeness.

Condition	Freeness [°SR]	Basic Weight [g/m ²]	Breaking length [m]	Bursting strength [KPa]	Tearing strength [cN]
10%NaOH aq.	unbeaten	74.7634	1,147.64	53.67	10.9
	35	73.8959	4,396.12	226.68	47.3
	46	73.5804	4,418.98	244.10	43.0
15%NaOH aq.	unbeaten				
	36	69.4795	1,704.59	87.08	9.4
	66	68.1388	2,704.82	124.32	16.3
	70	68.5331	2,106.83	107.80	11.1
	70	66.9559	2,474.52	121.76	13.4
20%NaOH aq.	unbeaten				
	38	67.8233	936.58	57.28	5.6
	52	65.0531	1,251.14	64.61	6.2
	56	64.5110	966.52	56.27	5.9
25%NaOH aq.	unbeaten				
	32	79.6530	708.79	44.78	5.6
	44	79.8107	994.63	47.88	7.6

Note that: NaOH = sodium hydroxide solution concentration

จากผลการศึกษาพบว่าไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าสามารถผลิตเป็นเยื่อกระดาษคุณภาพดีได้ด้วยการมวนวิธีซัลเฟตสภาวะที่Active alkali 16 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตเยื่อสูง กระดาษมีค่าความขาวสว่างสูงกว่าและกระดาษมีความต้านทานต่อแรงโดยรวมดี และจากการทดลองผลิตเยื่อกระดาษด้วยการมวนวิธีโซดาพบว่าสภาวะที่ความเข้มข้นของสารละลายต่าง 10เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของไม้ต่อสารละลาย1:4 ให้ผลผลิตเยื่อสูง กระดาษมีความต้านทานต่อแรงโดยรวมสูงกว่าและกระดาษมีความขาวสว่างสูง

เยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าต้มด้วยการมวนวิธีซัลเฟตให้กระดาษที่ดีที่สุดในสภาวะที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที ที่ Sulfidity 25 เปอร์เซ็นต์และ Active alkali 16 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตเยื่อกระดาษ 51เปอร์เซ็นต์ เยื่อมีค่า Kappa number 19เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำเยื่อซัลเฟตที่ได้มาตีจนได้ค่า Freeness 48°SRจากนั้นทำเป็นแผ่นกระดาษและนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ผลที่ได้คือกระดาษมีค่า Breaking Length 6,232เมตร Bursting Strength 398.01KPa. ค่า Tearing Strength 67.2cNและกระดาษมีค่าความขาวสว่าง 27.6% ISO

เยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าต้มด้วยการมวนวิธีโซดาให้กระดาษที่ดีที่สุดในสภาวะที่ ความเข้มข้นของสารละลายต่าง 10เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของไม้ต่อสารละลาย 1:4 ให้ผลผลิตเยื่อกระดาษ 45 เปอร์เซ็นต์ เยื่อมีค่า Kappa number 16เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำเยื่อโซดาที่ได้มาตีจนเยื่อมีค่า Freeness 51 °SRจากนั้นทำเป็นแผ่นกระดาษและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ผลที่ได้คือกระดาษมีค่า Breaking Length 4,418เมตร Bursting Strength 244.1KPa. และ ค่าTearing Strength 43cNและกระดาษมีค่าความขาวสว่าง 37% ISO

สรุป

ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าไม้ที่มีศักยภาพสูงที่จะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษให้เยื่อกระดาษคุณภาพดี ผลผลิตสูงสามารถนำมาผลิตเป็นเยื่อซัลเฟตและเยื่อโซดาก็ให้ผลโดยรวมดีพอควร กระดาษที่ได้มีความขาวสว่างสูงแต่เยื่อซัลเฟตจะมีความต้านทานต่อแรงสูงกว่า

เอกสารอ้างอิง

- โครงการพัฒนาป่าชุมชน 2536. การปลูกไม้ป่า, กรมป่าไม้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 61-67
- Sieber R, 1951. Die chemisch-technischen Untersuchungsmethoden der zellstoff-und

Papierindustrie. Berlin, Göttingen, Heidelberg. Springer, S 732

- Standards and suggested method, Technical Association of the pulp and paper Industry. TAPPI, NY.

นิยามศัพท์/ตัวแปร

- คุณภาพของเยื่อกระดาษจะแสดงในรูปของ ผลผลิตเยื่อ ค่า Kappa number และ ค่าความขาวสว่าง เป็นต้น
- คุณภาพของกระดาษจะแสดงในรูปคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ค่าความขาวสว่าง ค่าความต้านทานต่อแรงดึง ค่าความต้านทานต่อแรงด้นทะลุ และค่าความต้านทานต่อแรงฉีกขาด เป็นต้น
- Brightness is the percentage reflectance of blue light only at a wavelength of 457 nm. The standards are per TAPPI T 452
- Tensile Strength is indicative of fiber strength, fiber bonding and fiber length.(TAPPI T 494)
- Bursting strength tells how much pressure paper can tolerate before rupture.(TAPPI T 403)
- Tearing Resistance/strengths is the ability of the paper to withstand any tearing force (expressed in milli Newton [mN], TAPPI T 414)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยการจัดการป่าไม้ และหัวหน้าสถานีวิจัย (สระแกราช) วนวัฒนวิจัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ไม้ทดลอง ความช่วยเหลือให้เจ้าหน้าที่แปรรูปไม้จนงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

THE PROPERTIES OF *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake

บุญส่ง สมเพาะ¹ (BOUNSONG SOMPOH)

บทคัดย่อ

คุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ได้ทำการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557 โดยศึกษา กลสมบัติและสกายสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จากจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งการศึกษากลสมบัติ ได้ทำทั้งในสภาพแห้งและเปียก

ผลการศึกษาปรากฏว่า ค่าทางกลสมบัติในสภาพแห้งของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าต่างๆ ได้แก่ มอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูป มอดุลัสยืดหยุ่น แรงเหวี่ยงด้านรัศมี แรงเหวี่ยงด้าน สัมผัส แรงอัดขนานเส้นใย แรงอัดตั้งฉากเส้นใยด้านรัศมี แรงอัดตั้งฉากเส้นใยด้านสัมผัส และแรงดึง เท่ากับ 78.9 41.9 9,810 12.8 14.6 37.2 10.8 13.2 และ 145 เมกะปาสคาล หรือ 804 427 100,100 131 149 379 110 134 และ 1,480 กก./ซม.² ตามลำดับ ค่าความเหนียวจากการตัดกระแทก เท่ากับ 2.44 กก.-ม. ส่วนค่าความแข็งด้านรัศมีและด้านสัมผัส เท่ากับ 3,879 และ 3,763 นิวตัน หรือ 380 และ 369 กก. ตามลำดับ

ส่วนค่าทางกลสมบัติในสภาพเปียกของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลานั้น มีค่าต่างๆ ได้แก่ มอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูป มอดุลัสยืดหยุ่น แรงเหวี่ยงด้านรัศมี แรงเหวี่ยงด้านสัมผัส แรงอัดขนานเส้นใย แรงอัด ตั้งฉากเส้นใยด้านรัศมี แรงอัดตั้งฉากเส้นใยด้านสัมผัส และแรงดึง เท่ากับ 77.1 48.0 9,570 10.1 10.4 32.4 8.01 8.73 และ 81.1เมกะปาสคาล หรือ 1,786 490 97,600 103 106 331 81.3 89.6 และ 827 กก./ซม.² ตามลำดับ ค่าความเหนียวจากการตัดกระแทก เท่ากับ 4.85 กก.-ม. ส่วนค่าความแข็งด้านรัศมีและด้านสัมผัส เท่ากับ 3,431 และ 3,468 นิวตัน หรือ 336 และ 340 กก. ตามลำดับ

คำหลัก : ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา คุณสมบัติไม้

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร

ส่วนค่าสกายสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าต่างๆ ได้แก่ การหดตัวตามแนวรัศมี การหดตัวตามแนวสัมผัส การหดตัวด้านยาวตามแนวเส้น และการหดตัวทางปริมาตร เท่ากับ 5.60 7.66 0.57 และ 13.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความชื้นที่จุดหมาดเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแน่นที่สภาวะแห้ง เท่ากับ 684 กก./ม.³ และค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 0.657

ABSTRACT

Mechanical properties of *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake was conducted during 2012–2014. The physical and mechanical properties were studied. *E. urophylla* from Nakhonrajasima province were collected. In case of mechanical properties studied. Dry and wet condition of them were tested.

The result of mechanical properties on dry condition of *E. urophylla* revealed that modulus of rupture, stress at proportional limit, modulus of elasticity, radial side shearing, tangential side shearing, compression parallel to grain, radial side compression perpendicular to grain, tangential side compression perpendicular to grain and tension were 78.9 41.9 9,810 12.8 14.6 37.2 10.8 13.2 and 145 Megapascal or 804 427 100,100 131 149 379 110 134 and 1,480 kg/cm² respectively, The impact bending was 2.44 kg–m and hardness on radial and tangential side were 3,879 and 3,763 Newton or 380 and 369 kg, respectively.

While the result of mechanical properties on wet condition of the samples revealed that modulus of rupture, stress at proportional limit, modulus of elasticity, radial shearing, tangential shearing, compression parallel to grain, radial compression perpendicular to grain, tangential compression perpendicular to grain and tension were 77.1 48.0 9,570 10.1 10.4 32.4 8.01 8.73 and 81.1 Megapascal or 1,786 490 97,600 103 106 331 81.3 89.6 and 827 kg/cm² respectively. The impact bending was 4.85 kg–m and hardness on radial and tangential side were 3,431 and 3,468 Newton or 336 and 340 kg, respectively.

Keywords : *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake, wood properties

And the result of physical properties testing of *E. urophylla* samples revealed that their radial shrinkage, tangential shrinkage, longitudinal shrinkage and volume shrinkage were 5.60, 7.66, 0.57 and 13.32 percent, respectively. moisture content at fiber saturation point was 25 percent, dry density was 684 kg/m^3 , and the specific gravity was 0.657

คำนำ

กลสมบัติ (mechanical properties) หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัสดุใดๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก (external force) ที่มากระทำ ความสามารถต่อต้านหรือรับรองแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่าความแข็งแรง (strength) ความยากง่ายในการเสียรูป เรียกว่าความดื้อ (stiffness) ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใดๆ เรียกว่าความเหนียว (toughness) และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไช เรียกว่าความแข็ง (hardness)

กายภาพสมบัติ หรือสภาวะสมบัติ (physical properties) หมายถึง คุณลักษณะ (characteristic) และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่างๆ (Winandy, 1994) เช่น การยืดหดตัว (shrinkage and swelling) ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน ไฟ การนำไฟฟ้า ความทนทาน เป็นต้น

ยูคาลิปตัส อยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปออสเตรเลียเป็นส่วนใหญ่ มีชนิดพันธุ์มากกว่า 700 ชนิด ประเทศไทยได้เริ่มนำไม้ยูคาลิปตัสชนิดต่างๆ มาปลูกตั้งแต่ พ.ศ. 2493 พบว่า ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส (*Eucalytus camaldulensis* Dehnh) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในแทบทุกสภาพพื้นที่ โดยเฉพาะในที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยจนถึงปานกลาง จึงนิยมปลูกกันมากอย่างแพร่หลาย สำหรับในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงพบว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalytus urophylla* S.T. Blake) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซียมีการเจริญเติบโตที่ดี

ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นพันธุ์ไม้ที่มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติอยู่บนหมู่เกาะของอินโดนีเซีย และเกาะติมอร์ (Timor) บราซิลเป็นแหล่งปลูกที่ใหญ่ที่สุด มีการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสชนิดนี้เพิ่มมากขึ้นในแถบภูมิอากาศเขตร้อนชื้น-กึ่งร้อนชื้น ซึ่งมีฤดูแล้งยาวนานในรอบปี (wet/dry tropic) ดังเช่น บางส่วนของประเทศอินโดนีเซีย บราซิล และ ทางตอนใต้ของจีน มีผลผลิตประมาณ 20-30 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ (Ugalde and Perez, 2001)

สำหรับประเทศไทยได้มีการทดลองปลูกพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จากสองถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2529 พบว่ามีการเจริญเติบโตและรูปร่างดีมาก (รัตนะ และวิฑูรย์, 2540) จึงถือได้ว่าพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้ที่มีศักยภาพชนิดหนึ่งในการปลูกสร้างสวนป่า

โครงการวิจัยคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัยโครงการวิจัยศักยภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อการพาณิชย์ เพื่อศึกษาข้อมูลคุณสมบัติของไม้สวนป่าเกี่ยวกับกลสมบัติ กายภาพสมบัติ เพื่อดำเนินการต่อยอดการศึกษาที่ผ่านมาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นให้ได้ข้อมูลคุณสมบัติของไม้สวนป่า สำหรับการนำไม้ไปใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าไม้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ยั่งยืนตลอดไป



Figure 1. *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องทดสอบกำลังไม้ Testomatic รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (สำหรับการทดสอบกลสมบัติทุกชนิด ยกเว้นแรงดึง) เครื่องทดสอบ GINIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สำหรับการทดสอบแรงดึง) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ได้แก่ เวอร์เนีย คาลิเปอร์ ใช้วัดขนาดไม้ตัวอย่าง ตู้อบไม้ที่ตั้งอุณหภูมิได้ถึง 100°C และเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึงจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง

การเก็บและการเตรียมตัวอย่างไม้

เก็บตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาอายุประมาณ 7 ปี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากกว่า 20 เซนติเมตร จากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พิกัดเส้นรุ้ง 14° 29' 36" เหนือ เส้นแวง 101° 52' 30" ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 675 เมตร นำมาเก็บไว้ที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดขอนแก่น จนมีความชื้นเท่ากับบรรยากาศ จากนั้นจึงทำการแปรรูปให้ได้ตามมาตรฐานอังกฤษ (British standard) คือมาตรฐาน BS 373:1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber (British standard, 1957) โดยการนำไปไสตกแต่งให้มีขนาด 2×2 ซม.² แล้วนำไปตัดความยาวให้ได้ตามขนาดของชนิดการทดสอบกลสมบัติต่างๆ (test pieces) จะทำการทดสอบทั้งในสภาพแห้ง (air-dry condition) และสภาพเปียก (wet condition) ตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบในสภาพแห้ง จะนำไปผึ่งไว้ให้แห้งในกระแสน้ำอากาศ ให้ได้ความชื้นประมาณ 12% ส่วนตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบในสภาพเปียก จะนำไปแช่ไว้ในน้ำให้ตัวอย่างไม้มีความชื้นสูงกว่าจุดหมาด (fiber saturation point) เพื่อทำการทดสอบต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติไม้

การทดสอบกลสมบัติไม้

1 การทดสอบแรงดัดสถิตย้น้ำหนักกดกึ่งกลาง (static bending test central point loading) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 30 ซม. ให้น้ำหนักที่จุดกึ่งกลางของชิ้นไม้ตัวอย่าง ซึ่งวางบนหมอนรองห่างกัน 28 ซม. ใช้ความเร็วของน้ำหนักกดคงที่ 6.604 มม./นาที โดยใช้ด้านรัศมีของไม้ตัวอย่างรับแรง จะได้ค่ามอดุลัสแตกกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูป และมอดุลัสยืดหยุ่น

2 การทดสอบแรงเคาะ (impact bending test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 30 ซม.วางบนฐานรองซึ่งห่างกัน 24 ซม. ลักษณะเช่นเดียวกับการทดสอบแรงดัด แล้วปล่อยลูกตุ้มน้ำหนักฟาดไปบนไม้ ณ จุดกึ่งกลางไม้ โดยใช้ด้านรัศมีรับแรง ค่าที่ได้บนหน้าปัทม์ จะเป็นค่างานที่ทำให้ไม้หัก หน่วยเป็น กก.-ม.

3 การทดสอบแรงอัดขนานเส้นใย (compression parallel to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 6 ซม. เข้าเครื่องกดตามแนวเส้นใย โดยใช้ความเร็วกดคงที่ 0.635 มม./นาที่

4 การทดสอบแรงอัดตั้งฉากเส้นใย (compression perpendicular to grain test) โดยใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ไม่จำกัดความยาว ใช้แผ่นเหล็กขนาดพื้นที่ 2×2 ซม.² โดยวางแผ่นเหล็กบนตัวอย่างไม้ด้านรัศมี ใช้น้ำหนักกดในอัตราความเร็วคงที่ 0.635 มม./นาที่

5 การทดสอบแรงเฉือนขนานเส้นใย (shear parallel to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด $2 \times 2 \times 2$ ซม.³ เข้าเครื่องทดสอบแรงเฉือนกดตามแนวเส้นใย โดยใช้น้ำหนักกดในอัตราความเร็วคงที่เท่ากับ 0.635 มม./นาที่ ทำการหาค่าแรงเฉือนทั้งด้านรัศมีและด้านสัมผัส

6 การทดสอบความแข็ง (hardness test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ไม่จำกัดความยาว นำเข้าเครื่องกดความแข็ง ในอัตราความเร็วคงที่เท่ากับ 6.35 มม./นาที่ โดยเป็นหัวทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.20 มม. กดลงบนเนื้อไม้จนลงครึ่งลูก ทั้งด้านรัศมีและด้านสัมผัส เป็นค่าความแข็ง

7 การทดสอบแรงดึง (tension test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 30 ซม. เตรียมตัวอย่างโดยใช้ด้านที่รับแรงดึงขนาดด้านรัศมี 10–20 มม. และด้านสัมผัส 5–10 มม. นำมาทดสอบกับเครื่องทดสอบ GENIUS OLSEN model AB RECORDER ขนาด 200 ตัน จับปลายทั้งสองด้านของตัวอย่าง อ่านค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ตัวอย่างขาดจากกัน นำมาหาค่าแรงดึง

การทดสอบกายสมบัติไม้

1. หาค่าความแน่น (density) และค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) นำไม้ที่ผ่านการทดสอบแล้ว มาเก็บตัวอย่างขนาด $2 \times 2 \times 2$ ซม.³ มาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดแต่ละด้านเพื่อหาความแน่นและความถ่วงจำเพาะของไม้

2. การหดตัว (shrinkage) โดยการเตรียมตัวอย่างขนาด $2 \times 2 \times 2$ ซม.³ ที่ปราศจากตำหนิ และพยายามให้ได้ด้านรัศมี (radial) และด้านสัมผัส (tangential) ให้มากที่สุด ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านความยาว (length) และทำการคำนวณหาปริมาตร (volume) ในแต่ละชิ้น โดยทำการชั่งและวัดในสถานที่และเวลาเดียวกันเรื่อยๆ จนกว่าตัวอย่างจะแห้งลงตามสภาพอากาศภายนอก หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปอบในตู้อบไม้ที่อุณหภูมิ $103 \pm 2^\circ$ ซ. จนอยู่ในสภาพแห้ง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดต่างๆ อีกครั้ง นำไปทำการหาค่าการหดตัวแต่ละด้าน

3. ค่าความชื้นที่จุดอิ่มตัว (fiber saturation point) หาได้จากการพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับการหดตัวด้านรัศมี (ดัดแปลงจากพงค์ และคณะ, 2517)



Figure 2. The conductions under the project.

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การศึกษาโครงการวิจัยคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ซึ่งดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557 ได้ผลการศึกษา ดังนี้ (Table 1-2)

ผลการศึกษาค่ากลสมบัติ (Table 1)

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง เท่ากับ 77.1 และ 78.9 เมกะปาสคาล หรือ 786 และ 804 กก./ชม.² ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็ง ปานกลางตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่ามอดุลัสแตกร้าว ระหว่าง 60-100 เมกะปาสคาล หรือ 600 - 1,000 กก/ชม.² ส่วนการเสียรูปของไม้ตัวอย่าง มีทั้งการเสียรูปแบบหักตามเส้น (cross grain tension) เสียรูปแบบเป็นเส้นขวาง (splintering tension) และเสียรูปแบบธรรมดา (simple tension)

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูป (stress at proportional limit : r) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 41.9 และ 48.0 เมกะปาสคาล หรือ 490 และ 4277 กก./ชม.² ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOR) ของไม้ตัวอย่าง พบว่า อัตราส่วนของ r มีค่าประมาณ 50-60 เปอร์เซนต์ ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลามีช่วงการยืดหยุ่น (elastic range) ที่มีค่าปานกลาง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 9,570 และ 9,810 เมกะปาสคาล หรือ 97,600 และ 100,100 กก/ชม.² ตามลำดับ ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความยากง่ายในการเสียรูป ที่มีต่อแรงที่มากระทำ

4. แรงเคาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 4.85 และ 2.44 กก.-ม. ตามลำดับ ค่านี้เป็นค่าที่ชี้ความเหนียวจากการดัดกระแทกของไม้ และจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ เนื่องจากไม้แต่ละชนิดจะมีลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้แตกต่างกันไป

5. แรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 32.4 และ 37.2 เมกะปาสคาล หรือ 331 และ 379 กก/ชม.² ตามลำดับ ไม้ตัวอย่าง ที่ทำการทดสอบ ส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing และ shearing ซึ่งเป็นการเสียรูปที่เกิดขึ้นตามปกติของไม้ ที่ทำการทดสอบแรงอัดขนานเส้น (คักดีพิชิต, 2544)

6. แรงอัดตั้งฉากเส้น (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 8.01 และ 10.8 เมกะปาสคาล หรือ 81.3 และ 110 กก./ชม.² และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 8.73. และ 13.2 เมกะปาสคาล หรือ 89.6 และ 134 กก./ชม.² ตามลำดับ ค่าแรงอัดในด้านสัมผัสมีค่าสูงกว่าด้านรัศมี ซึ่งในไม้ทั่วไป มักจะมีค่าความแข็งแรงในด้านสัมผัสสูงกว่าด้านรัศมีอยู่แล้ว

7. แรงดึง (tension) โดยผลการศึกษาพบว่าค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง เท่ากับ 81.1 และ 145 เมกะปาสคาล หรือ 827 และ 1,480 กก./ซม.² ตามลำดับ ค่าแรงดึง มักจะมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าแรงดัด (มอดุลัสแตกร้าว)

8. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมี มีค่าเท่ากับ 3,431 และ 3,479 นิวตัน หรือ 336 และ 380 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพ เปียก และสภาพแห้งของด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 3,468 และ 3,763 นิวตัน หรือ 340 และ 369 กก. ตามลำดับ

จากผลที่ได้ดังกล่าว พบว่าค่าความแข็งของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าความแข็งปานกลาง เนื่องจากมีความแน่นของเนื้อไม้ที่ไม่สูงนัก ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งของไม้คือ ความแน่นของเนื้อไม้

ผลการศึกษาค่ากายสมบัติ (Table 2)

1. ความแน่นในสภาพแห้ง (dry density) มีค่าเท่ากับ 684 กก./ซม.² ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลามี ค่าความแน่นไม่สูงมากนัก เมื่อเทียบกับไม้ชนิดอื่นๆ

2. ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) เท่ากับ 0.657

3. การหดตัว ไม้ตัวอย่างมีค่าการหดตัวด้านรัศมี ด้านสัมผัส ด้านยาวตามแนวเส้น และทาง ปริมาตร เท่ากับ 5.60, 7.66, 0.57 และ 13.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลามีค่าการ หดตัวจากสภาพสดจนถึงสภาพแห้งจัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลางจนถึงค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป

4. ค่าความชื้นที่จุดหมาด (fiber saturation point) เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์

Table 1. The mechanical properties of *Eucalytus urophylla* S.T. Blake

type of properties	conditions			SI units	conditions	
	SI units	(in SI units)		(traditional)	(in metric units)	
		wet	air dry		wet	air dry
modulus of rupture (MOR)	MPa	77.1	78.9	kg/cm ²	786	804
stress at proportional limit	MPa	48.0	41.9	kg/cm ²	490	427
modulus of elasticity (MOE)	MPa	9,510	9,810	kg/cm ²	97,600	100,100
shearing (radial)	MPa	10.1	12.8	kg/cm ²	103	131
shearing (tangential)	MPa	10.4	14.6	kg/cm ²	106	149
compression // grains	MPa	32.4	37.2	kg/cm ²	331	379
compression_⊥_grains (radial)	MPa	8.01	10.8	kg/cm ²	81.3	110
compression_⊥_grains(tangential)	MPa	8.73	13.2	kg/cm ²	89.6	134
tension	MPa	81.1	145	kg/cm ²	827	1,480
impact bending	kg–m	4.85	2.44	kg–m	4.85	2.44
hardness (radial)	N	3,431	3,879	kg	336	380
hardness (tangential)	N	3,468	3,763	kg	340	369

SI = International Systems of Units (English) or Systeme International d'Unite's (French)

Table 2. The physical properties of *Eucalytus urophylla* S.T. Blake

type of properties	
shrinkage	
-radial (%)	5.60
-tangential (%)	7.66
-length (%)	0.57
-volume (%)	13.32
specific gravity	0.657
dry density (kg/m ³)	684
fibre saturation point (%)	25

สรุปผล

จากการทดสอบหาค่ากลสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่ามักจะมีค่าปานกลาง เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป และเมื่อนำค่ามอดุลัสแตกร้าวในสภาพแห้งไปแบ่งประเภทไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็ง ตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (ณรงค์ และคณะ, 2528) แล้ว ปรากฏว่าไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จัดอยู่ในประเภทไม้ที่มีความแข็งแรงปานกลาง (ค่ามอดุลัสแตกร้าวมีค่าระหว่าง 600 - 1,000 กก./ชม.² หรือ 60 - 100 เมกะปาสคาล) (สุชาติ และคณะ, 2547) เมื่อพิจารณาค่ากลสมบัติอื่นๆ ได้แก่ค่าแรงอัด แรงเหวี่ยง มอดุลัสยืดหยุ่น ความเหนียวจากการตัดกระแทก และความแข็ง จัดอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็งปานกลางทั่วไปเช่นกัน จึงพอสรุปได้ว่า การใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ในสภาพแห้ง ในงานที่ไม่ต้องรับแรงมากนัก เครื่องมือต่างๆ พอใช้งานได้ดี และถ้าทำการอบน้ำยาไม้ แล้ว จะทำให้ไม้มีความทนทานมากขึ้น จะทำให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาที่ทำการศึกษาค้างนี้ เป็นไม้จากสวนป่า มีอายุประมาณ 7 ปี ซึ่งมีค่ามอดุลัสแตกร้าว มอดุลัสยืดหยุ่น แรงอัดขนานเส้นใย แรงเหวี่ยงด้านรัศมี และแรงเหวี่ยงด้านสัมผัสในสภาพแห้ง เท่ากับ 78.9, 9,810, 37.2 12.8 และ 14.6 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่สูงนักเมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป (สุชาติและคณะ, 2547) เนื่องจากอายุของไม้ และวงวนัฒน์วิธีที่ปฏิบัติต่อไม้ ซึ่งจะเน้นให้ไม้มีการเจริญเติบโตมากที่สุด จึงทำให้ได้เนื้อไม้ที่ได้มีความแข็งแรงน้อยลง

เมื่อพิจารณาค่าสกายสมบัติต่างๆ ได้แก่ค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่าเท่ากับ 0.657 และความแน่นในสภาวะแห้ง มีค่าเท่ากับ 684 กก./ม.³ จะเห็นว่าไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้ที่หนักปานกลาง ค่าความชื้นที่จุดหมาด มีค่าอยู่ที่ 25 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย โดยไม้ทั่วไปจะมีความชื้นที่จุดหมาดประมาณ 28% (Hirizoglu, 2004) สำหรับค่าการหดตัวด้านสัมผัสอยู่ในระดับ

ใกล้เคียงกับไม้ทั่วไป ส่วนค่าการหดตัวด้านรัศมีมีค่าสูงกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย จากคุณสมบัติที่ได้ จึงควรใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาในสภาพแห้ง เพื่อลดผลกระทบจากการหดตัว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยโครงการวิจัยศักยภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อการพาณิชย์ (Research on Commercially Potential of *Eucalyptus urophylla*) ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัย ใคร่ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทดสอบแรงดึงของไม้ตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดขอนแก่น ที่ช่วยในการแปรรูปไม้ตัวอย่าง ขอขอบคุณคุณคุณเชาวลิตร์ วงศ์ศรีแก้ว คุณเทพประสิทธิ์ เทียวประสงค์ คุณวรศิลป์ แอ้วสกุลทอง และคุณอรรถสิทธิ์ บุญรอด ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างไม้ ตลอดจนการทดสอบในห้องปฏิบัติการคุณสมบัติไม้ ขอขอบคุณกรมป่าไม้ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณ และให้โอกาสในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ณรงค์ โทณานนท์ ศิริ เจือวิจิตรจันทร์ สุชาติ ไทยเพ็ชร์ และ ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2528. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 176 น.
- พงศ์ โสโน สงคราม ตรังรัฐภูมิพิทย และศิริ เจือวิจิตรจันทร์. 2517. **ปริมาณความชื้น การหดตัว ความถ่วงจำเพาะ และช่องว่างในไม้ไทย**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 56 น.
- รัตน์ะ ไทงาม และวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2540 **ผลการทดสอบสายพันธุ์ไม้ *Eucalyptus urophylla***. รวมผลงานวิจัยทางวนวัฒนวิทยา 2540. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. หน้า 172-179.
- สุชาติ ไทยเพ็ชร์ เกรียงศักดิ์ เสพยธรรม ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ อุทาร์ตน์ ภูไพบูลย์ วลัยยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ บุญส่ง สมเพาะ วิเชียร ปิยจารประเสริฐ และ บางรักษ์ เชษฐสิงห์. 2547. **คุณลักษณะไม้ไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 306 น.
- ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2544. **กลสมบัติของไม้และการใช้ประโยชน์ไม้**. สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 145 น.

British Standard. 1957. **Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.** Maxwell & Springer Ltd, London. 375 p.

Hiziroglu, S. 2004. **Wood Properties.** Department of Forest Products. Kasetsart University, Bangkok. 175 p.

Ugalde L. and Perez O. 2011. **Mean Annual Volume Increment of Selected Industrial Species.** Working paper on Forest Plantation, FAO.pp.1–27.

Winandy, J. 1994. **Wood Properties.** In Arntzen, Charles J., ed. Encyclopedia of Agriculture Science. Orlando, FL. Academic Press: 549–561 pp. Vol. 4.

องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า

Chemical Constituents of *Eucalyptus urophylla*

สุดาร์ตน์ เกาลวนิชย์¹ (SUDARAT KAOLAWANICH)

ปทุมวัน บุรัตน์² (PATUMWAN BURAT)

อุมาพร จงศิริ² (UMAPORN JONGSIRI)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้และเปลือกไม้จากต้นยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 7 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช จังหวัดนครราชสีมา ตามมาตรฐานของ TAPPI วิธีการของ Micko, และ Wise, E.L. ผลการทดลองพบว่าเนื้อไม้และเปลือกไม้มีความชื้นร้อยละ 7.72 และ 9.45 การละลายในน้ำร้อนของเนื้อไม้และเปลือกไม้ มีค่าร้อยละ 3.32 และ 9.01 ของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง การละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน มีค่าร้อยละ 5.28 และ 16.08 การละลายใน 1% โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าร้อยละ 13.55 และ 45.83 ปริมาณลิกนินมีค่าร้อยละ 24.65 และ 18.91 ปริมาณเซลลูโลสของเนื้อไม้มีค่าร้อยละ 62.21 และ 63.36 และปริมาณเถ้าของเนื้อไม้มีค่าร้อยละ 0.13 และ 0.16

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากตัวอย่างใบพบว่า น้ำมันมีสีเหลืองใสมีความหนาแน่น 0.9337 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.9354 ผลผลิตร้อยละ 0.61 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก และองค์ประกอบหลักทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย คือ 1,8-Cineole ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 22.40 และ Caryophyllene ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 20.27

คำหลัก: องค์ประกอบทางเคมี ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า น้ำมันหอมระเหย

¹ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : bapelaa@hotmail.com

² ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : patum-b@hotmail.com, ujongsiri@yahoo.com

ABSTRACT

This research analyzed the chemical composition of wood and bark from *Eucalyptus urophylla* at the age of 7 years from Sakaerat Silviculture Research Station Nakorn Ratchasima province; by standard of TAPPI, method of Micko and Wise, E.L. The results found that the moisture content of the wood and bark were 7.72% and 9.45%, hot water solubility of wood and bark were 3.32% and 9.01% by weight of moisture free samples, alcohol-benzene solubility were 5.28% and 16.08%, solubility in 1% sodium hydroxide were 13.55% and 45.83%, lignin content were 24.65% and 18.91%, cellulose content of the wood were 62.21% and 63.36% and ash content of the wood were 0.13% and 0.16%.

Study on chemical composition of essential oil from the sample of leave found that the color was clear yellow, density was 0.9337 g/cm^3 , specific gravity was 0.9354, percent yield was 0.61%(v/w) and major chemical compositions in essential oil were 1,8- Cineole which amount of 22.40% and Caryophyllene which amount of 20.27%.

Key words: Chemical composition, *Eucalyptus urophylla*, Essential oil

คำนำ

จากปัญหาการขาดแคลนพลังงานของประเทศไทย รัฐบาลได้วางแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี แทนการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยวางเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้ได้ร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานในปี 2565 ซึ่งพลังงานทดแทนที่ส่งเสริมให้นำมาใช้สูงสุดคือ พลังงานชีวมวลที่น่าสนใจ คือ การนำไม้โตเร็วมาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถินเทพา เป็นต้น

ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus spp.*) เป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย ที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae สายพันธุ์ที่ปรับตัวและเติบโตได้ดีในประเทศไทย เช่น *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla* เป็นต้น โดยแต่ละสายพันธุ์มีคุณสมบัติ ที่แตกต่างกันไป โดยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า เป็นไม้ขนาดกลางถึงใหญ่ ความสูง 25-45 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกประมาณ 1-2 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่ม เปลือกนอกเป็นร่องสีน้ำตาลแดง หลุดเป็นแผ่นได้ เปลือกในเรียบสีขาวเทา ใบเป็นแผ่นกลม ปลายใบมีติ่ง ช่อดอกเกิดตามง่ามใบ ชอบขึ้นตามหุบเขาและเชิงเขาที่เป็นดินดำเนื้อละเอียด ขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส (สุตารัตน์, 2542) เนื้อไม้แน่นให้น้ำหนักดี

โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ คือ ใบไม้ ขี้เลื่อยจากเนื้อไม้และเปลือกไม้มาทำให้เกิดประโยชน์ เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจสร้างรายได้แก่ชุมชน มาทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี อันเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

วิธีการศึกษา

1. การเก็บและการเตรียมตัวอย่างไม้

1.1 การเก็บตัวอย่างไม้ เก็บไม้และใบไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า อายุ 7 ปี จำนวน 2 ต้น จากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกรซอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

1.2 การเตรียมตัวอย่างไม้ นำตัวอย่างไม้มาแบ่งเป็นต้นละ 2 ท่อน ยาวท่อนละ 1 เมตร จากโคนต้น รวมได้ 4 ท่อน จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งในอากาศ จากนั้นสับแยกเป็นส่วนของเนื้อไม้และเปลือกไม้ เนื้อไม้นำเข้าเครื่องสับไม้ให้เป็นชิ้นไม้ขนาดเล็ก และคัดเลือกชิ้นที่มีลักษณะดีมาบดเป็นผงและร่อนเล็กลงขนาด 40-60 เมตร ของท่อนโคนมารวมกันและท่อนปลายมารวมกัน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามมาตรฐานของ TAPPI และวิธีการของ Micko และ Wise, E.L.

เปลือกไม้คัดเลือกชิ้นลักษณะดี ลอกเอาเปลือกนอกสีแดงมาสับเป็นชิ้นเล็กด้วยกรรไกรตัดกิ่ง จากนั้นนำมาบดเป็นผงและร่อนเล็กลงขนาด 40-60 เมช โดยนำเปลือกของแต่ละท่อนโคนมารวมกันและเปลือกของแต่ละท่อนปลายมารวมกัน แล้วทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับเนื้อไม้

ใบไม้ คัดใบสดที่มีลักษณะดี ไม่มีโรคและแมลง มาทำการกลั่นน้ำมันด้วยวิธี water distillation

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้และเปลือกไม้ที่เตรียมไว้ รวม 4 ตัวอย่าง ตามมาตรฐานของ TAPPI วิธีการของ Micko และ Wise, E.L. ได้แก่ ปริมาณความชื้น (TAPPI T258) ค่าการละลายในน้ำร้อน (TAPPI T207) ค่าการละลายในน้ำเย็น (TAPPI T207) ค่าการละลายใน 1% โซเดียมไฮดรอกไซด์ (TAPPI T212) ค่าการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน (TAPPI T204) ปริมาณลิกนิน (Anonymous, 1940) ปริมาณไฮโดรเซลลูโลส (Wise, E.L. 1946) ปริมาณเซลลูโลส (Micko, 1987) ปริมาณเถ้า (TAPPI T211) โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

2.2 การกลั่นน้ำมันจากตัวอย่างใบ และการวัดค่าปริมาณความชื้น ทำการกลั่นน้ำมันด้วยวิธี water distillation โดยใส่ตัวอย่างใบสดในขวดก้นกลมขนาด 20 ลิตร (ปริมาณ 3 ใน 4 โดยปริมาตร) แล้วใส่น้ำกรองลงไปให้ท่วมใบเล็กน้อย ทำการกลั่นจนไม่มีน้ำมันออกมา (ประมาณ 8-9 ชั่วโมง) นำ

น้ำมันที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ ด้วยการกำจัดน้ำโดยใช้โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัสและชะล้างด้วยเพนเทน แล้วระเหยเพนเทนออก จะได้ตัวอย่างน้ำมันที่มีความบริสุทธิ์สูง ซึ่งน้ำหนักและวัดปริมาตรน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ แล้วนำมาคำนวณปริมาณผลผลิตของน้ำมันเป็นร้อยละของปริมาตรน้ำมันเทียบกับน้ำหนักใบแห้ง (v/w)

$$\% \text{ น้ำหนักน้ำมันหอมระเหย} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำมันหอมระเหย (ml)} \times 100}{\text{น้ำหนักใบแห้ง (g)}}$$

และทำการวัดค่าปริมาณความชื้นโดยตัดตัวอย่างใบเป็นชิ้นเล็กๆ และทำการวัดค่าปริมาณความชื้น (TAPPI T258)

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากข้อ

3.2 ประมาณ 0.001 กรัม ใส่ในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วเติมแอปโซลูทเอทานอลจำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปิดฝา แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC-MS) โดยกำหนดสภาวะดังนี้

Column : capillary column model number : Agilent 19091S-433 HP-5MS,

Column size (width x length x thickness) = 0.25 mm X 30 m X 0.25 μ m

Conditions : initial temp 250 $^{\circ}$ C, initial flow 13 ml/min

Oven : initial temp 60 $^{\circ}$ C

Ramps : Rate 3 $^{\circ}$ C/min, Final temp 180 $^{\circ}$ C, Final time 5 min, run time 45 min

Detector : Mass Selective Detector (MSD) 5973, 280 $^{\circ}$ C

2.4 การวัดค่าความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหย นำน้ำมันหอม

ระเหยจากข้อ 3.2 ประมาณ 1.5 ml. มาวัดค่าความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า จังหวัดนครราชสีมา อายุ 7 ปี ปรากฏใน Table 1

จาก Table 1 พบว่า ตัวอย่างเนื้อไม้และเปลือกไม้มีความชื้นร้อยละ 7.72 และ 9.45 ค่าการละลายในน้ำร้อนและค่าการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน โดยเฉลี่ยของเปลือกไม้ (ร้อยละ 8.8, 9.1 และ 16.0, 16.1) มีค่ามากกว่าเนื้อไม้ (ร้อยละ 2.8, 3.7 และ 5.1, 5.4) แสดงว่าเปลือกไม้มีปริมาณสารแทรกมากกว่าเนื้อไม้ แสดงถึงเปลือกไม้มีความแข็งแรง ความคงตัวและความแข็งตึงมากกว่าเนื้อไม้ ค่าการละลายใน 1%

โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยเฉลี่ยของเปลือกไม้ (ร้อยละ 45.2 และ 46.4) มีค่าสูงกว่าเนื้อไม้ (ร้อยละ 12.8 และ 14.2) แสดงว่าเปลือกไม้มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดรำน้อยกว่าเนื้อไม้มาก และในท่อน 2 (ท่อนปลาย) มีค่าการละลายน้อยกว่าท่อน 1 (ท่อนโคน)ทั้งในเนื้อไม้ (ร้อยละ 12.8 และ 14.2) และในเปลือกไม้ (ร้อยละ 45.2 และ 46.4) แสดงว่าท่อน 2 มีความทนทานต่อเชื้อเห็ดรำน้อยกว่าท่อน 1 ปริมาณลิกนินโดยเฉลี่ยในเนื้อไม้มีค่าร้อยละ 23.8 และ 25.4 โดยมีค่าสูงกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 18.8 และ 18.9) แสดงว่าเนื้อไม้มีความหนาแน่นและทนทานที่ดี ทั้งนี้เพราะลิกนินจะช่วยเพิ่มความหนาแน่นและความทนทานของไม้ (ทัศนีย์และคณะ, 2528) ปริมาณเซลลูโลสโดยเฉลี่ยในเนื้อไม้มีค่าสูง คือ ร้อยละ 62.2 และ 63.3 โดยสูงกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 41.9 และ 43.3) และปริมาณเซลลูโลสในท่อน 2 มีค่าใกล้เคียงกับท่อน 1 แสดงว่าเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า มีปริมาณเส้นใยมากเหมาะใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเลือกใช้ท่อน 1 หรือท่อน 2 ก็ได้ ปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยในเนื้อไม้มีค่าต่ำ คือ ร้อยละ 0.13 และ 0.16 และมีค่าน้อยกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 2.7 และ 3.2) แสดงว่าเนื้อไม้มีแนวโน้มให้ค่าพลังงานความร้อนสูงจึงเหมาะใช้ทำเป็นไม้เชื้อเพลิงได้ดี เนื่องจากไม้ที่มีปริมาณเถ้ามากจะให้พลังงานความร้อนน้อย (วิชนี, 2545)

สำหรับตัวอย่างใบพบว่า มีความชื้น 50.37% และน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวอย่างใบ มีสีเหลืองใส มีกลิ่นแรง มีความหนาแน่น 0.9337 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.9354 และได้ผลผลิตร้อยละ 0.61 (v/w) และแสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีปรากฏใน Table 2

Table 1. Average chemical composition of wood bark and leaves of *Eucalyptus urophylla* from Nakorn Ratchasima province

Portions of wood	Chemical compositions (%w/w)								
	MC (%)	CW	1% NaOH	Ash	AB	H-W(AB)	Lignin	Holocellulose	Cellulose
Tewh	7.6888	3.2693	14.2438	0.1647	5.1186	3.7455	23.8760	71.6853	63.3641
Tewt	7.7538	2.2304	12.8635	0.1388	5.4466	2.894	25.4322	70.3782	62.2100
Ave.	7.7213	2.7499	13.5537	0.1518	5.2826	3.3198	24.6541	71.0318	62.7871
Tebh	9.5186	25.6947	46.4599	2.7187	16.1303	8.8855	18.8552	57.1614	41.9285
Tebt	9.3816	25.3261	45.2084	3.2101	16.0271	9.1391	18.9631	58.9366	43.3827
Ave.	9.4501	25.5104	45.2084	2.9644	16.0787	9.0123	18.9092	58.049	42.6556
L.	50.3727								

MC = moisture content **CW** = cold water solubility **NaOH** = sodium hydroxide solubility **AB** = alcohol-benzene solubility

H-W(AB) = hot water solubility after extract with alcohol-benzene

Tewh = wood cut at 1 meter above ground of tree no.1 and no.2

Tewt = wood cut at 1 metre next to tewh

Tebh = bark of Tewh

Tebt = bark of Tewt

Ave. = Average

L. = Leaves of tree no.1 and no.2

Table 2. Chemical compositions and retention time of *Eucalyptus urophylla* leaves oil from Nakorn Ratchasima province

Peak No.	Chemical composition	% Area	Retention time
1	α -pinene	1.61	5.11
2	o-cymene	3.78	7.63
3	1-Limonene	2.36	7.76
4	1,8-Cineole	22.40	7.86
5	Unknown	1.87	14.01
6	α -limonene	5.02	20.90
7	Caryophyllene	20.27	23.87
8	α -Humulene	2.06	25.31
9	Viridiflorene	1.82	27.08
10	Germacrene B	4.44	27.12
11	Δ -Cadinene	5.59	28.25
12	Unknown	2.85	30.41
13	γ -Gurjunene	10.80	30.66
14	β -Gurjunene	3.55	30.97
15	Unknown	2.46	31.07
16	Aromadendrene	2.62	31.40
17	Cadina-1,4-diene	3.83	32.44
18	Copaene	2.66	32.97

จาก Table 2 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่พบมากในตัวอย่างใบ คือ 1,8-Cineole (22.40%) และ Caryophyllene (20.27%) รองลงมา คือ γ -Gurjunene (10.80%), Δ -Cadinene (5.59%) และ α -limonene (5.02%) โดย 1,8-Cineole หรือ Eucalyptol จัดอยู่ในกลุ่มออกไซด์ (oxides) มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษา ด้านละลายเสมหะ ระบบหายใจ กระตุ้นการทำงานของไต มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ เช่น โรคหอบหืด ปอดเรื้อรัง เป็นต้น (คมสัน , 2551)

กลุ่มสาร Caryophyllene, γ -Gurjunene, Δ -Cadinene, Aromadendrene, Copaene และ Viridiflorene จัดอยู่ในกลุ่ม sesquiterpenes มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษาต้านป้องกันการติดเชื้อ

(antiseptic) ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) ด้านการอักเสบ (anti-inflammatory) ทำให้สงบ (calming) ลดความดัน (hypotensive) (คมสัน , 2551)

กลุ่มสาร α -limonene, α -pinene และ o-cymene จัดอยู่ในกลุ่ม monoterpenes มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษาต้านป้องกันการติดเชื้อ (antiseptic) ต้านเชื้อไวรัส (antiviral) ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) ลดอาการคัดจมูก (decongestant) และบรรเทาอาการปวด (analgesic) (คมสัน , 2551)

สรุปผล

1. วิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างเนื้อไม้และเปลือกไม้ อายุ 7 ปี จากอำเภอรังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า มีความชื้นร้อยละ 7.72 และ 9.45 ตามลำดับ ค่าการละลายตัวอย่างไม้ในน้ำร้อน และค่าการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน โดยเฉลี่ยของเปลือกไม้ (ร้อยละ 8.8, 9.1 และ 16.0, 16.1) มากกว่าเนื้อไม้ (ร้อยละ 2.8, 3.7 และ 5.1, 5.4) แสดงถึงเปลือกไม้มีปริมาณสารแทรกมากกว่าเนื้อไม้ และเปลือกไม้มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดราน้อยกว่าเนื้อไม้ และตัวอย่างท่อน 2 มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดรามากกว่าท่อน 1 ปริมาณลิกนินและเซลลูโลสในตัวอย่างเนื้อไม้ (ร้อยละ 24.8, 25.4 และ 62.2, 63.3) มีค่ามากกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 18.8, 18.9 และ 41.9, 43.3) ดังนั้นเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า จึงเหมาะนำมาใช้ทำกระดาษ และเนื้อไม้มีปริมาณเถ้าต่ำมาก (ร้อยละ 0.13 และ 0.16)

2. น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากตัวอย่างใบ มีสีเหลืองใส กลิ่นแรง มีความหนาแน่น 0.9337 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.9354 ผลผลิตร้อยละ 0.61 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก สารเคมีที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย คือ 1,8-Cineole (22.40%) และ Caryophyllene (20.27%) รองลงมาคือ γ -Gurjunene (10.80%), Δ -Cadinene (5.59%) และ α -limonene (5.02%) ซึ่งเป็นสารสำคัญสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ร่วมแผนงานวิจัย คุณจันทิ จิตรจักร และคุณวสุธร มะลิเงิน เจ้าหน้าที่งานพัฒนาเคมีผลิตภัณฑ์ไม้ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- คมสัน หุตะแพทย์. 2551. การสกัดน้ำมันหอมระเหย การใช้ประโยชน์และการทำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย. สำนักพิมพ์เกษตรกรรมธรรมชาติ. กรุงเทพฯ. 108 หน้า.
- ทัศนีย์ รัตติวานิช อรรณพ อภิชาติบุตร และรัตนา หม่อมณี. 2528. คุณสมบัติทางเคมีของไม้ยูคาลิปตัสคามาเลเดนซิส. ใน การประชุมการพัฒนาป่าไม้เพื่อพัฒนาชาติ 18-22 พฤศจิกายน 2528. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. หน้า 330-337.
- วิชณี บุญญะปฎิภาค. 2545. ไม้พีน. สำนักวิชาการป่าไม้. กรมป่าไม้. ร 579. 75 หน้า.
- สุตารัตน์ วิสุทธิเทพกุล. 2542. ชีววิทยาของดอกยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า. ใน เอกสารผลงานทางวิชาการ. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.
- Anonymous. 1940. CCA₅. Determination of Lignin in Wood and unbleached Pulp. Stockholm.
- Micko, M.M. 1987. Wood quality differences. Canada. 42 p.
- TAPPI T204 cm-07. 2007. Solvent Extractives of Wood and Pulp.
- TAPPI T207 cm-08. 2008. Water Solubility Of Wood And Pulp.
- TAPPI T211 om-12. 2012. Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard.
- TAPPI T212 om-12. 2012. One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood And Pulp.
- TAPPI T258 om-11. 2011. Basic Density And Moisture Content Of Pulpwood.
- Wise, E.L. 1946. Tech. ASSOC. Progress. Papers. 29: 210.

บทบาทของเชื้อราทำลายไม้ต่อการสูญเสียความแข็งแรงจากการดัดของ
ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

(Role of Wood Decay Fungi on Static Bending Losses
of *Eucalytus urophylla*)

ยศนันท์ พรหมโชติกุล	(YODSANAN PROMACHOTIKOOL) ¹
อินทิรา พันธาสุ	(INTHIRA PANTASU) ²
กิตติพัฒน์ ลิขิตวรโชติ	(KITTIPAT LIKITVARACHOD) ³
น้ำตาล คุ่มตะโก	(NUMTAN KUMTAGO) ³
ปริยากรณ์ กล้าใจ	(PREEYAKORN KLAJAI) ³

บทคัดย่อ

การศึกษาการเสื่อมสภาพและความแข็งแรงจากการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
ชั้นอายุ 7 ปี เพื่อประเมินความทนทานตามธรรมชาติ กลสมบัติการรับแรงต้านทานการแตกหัก(MOR)
และแรงต้านทานการเสีรูป(MOE) โดยทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ 8 species ด้วยวิธี Agar-block test
และ Sandwich test เป็นเวลา 4 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง วิเคราะห์สถิติความทนทานตามธรรมชาติ
ในรูปของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และความแข็งแรงของไม้ด้วย T-test ที่ระดับความ
เชื่อมั่น 95% ผลการทดลอง พบว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้เนื้อแข็ง มีความทนทานตาม
ธรรมชาติต่อเชื้อราทำลายไม้ การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3.99% อายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี มี
ค่าการรับแรงดัด MOR = 59.94 MPa MOE = 9371.63 MPa ภายถูกเชื้อราทำลายไม้สูญเสียแรง
ต้านทานการแตกหัก 43.94% เมื่อปรับปรุงคุณภาพไม้ด้วยการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 3%CCA และ
10%Timbor ไม้มีการรับแรงดัดมากขึ้น มีการสูญเสียแรงต้านทานการแตกหัก 22.13% อย่างไรก็ตามไม้
ที่อัดด้วย Timbor จะมีความแข็งแรงในการรับแรงดัดดีกว่าไม้ที่อัดด้วย CCA

คำหลัก : ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา, เชื้อราทำลายไม้, น้ำหนักที่สูญเสีย, ความแข็งแรงจากการดัด

¹ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

² นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

³ ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

Abstract

Study on wood deterioration and strength of 7 years old *Eucalyptus urophylla* was verified by evaluation of natural durability and static bending in term of percent weight losses, modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE). The experiment was firstly carried out by agar-block and wood stick sandwich method. The tested wood samples were exposed to 8 species wood decay fungi and maintained in the four-month incubation period. After treatment, the data were analyzed by using T-test at 95% confidence level. The results revealed that the tested wood species had slightly change in weight loss about 3.99 % compare to “durable level” and upheld about 10–15 years of service life. According to the results, it performed MOR and MOE about 59.94 and 9371.63 MPa respectively as well as 43.94% strength loss. After improvement with wood preservatives (3% CCA and 10% Timbor), the treated wood had higher strength than untreated wood and 22.13 % strength loss. Finally, the finding noted that the treated wood with Timbor could enhance bending strength better than those of CCA.

Keyword : *Eucalyptus Urophylla*, wood-decay fungi, weight loss, bending strength

คำนำ

ผลลัพธ์จากนโยบายของหน่วยภาครัฐที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกสร้างสวนป่า เพื่อผลิตไม้ใช้สอย และเป็นพลังงานนั้น มีไม้โตเร็ว และไม้เศรษฐกิจหลายชนิดที่ยังไม่ได้ทำการวิจัยออกเป็นระบบและครบวงจร ตั้งแต่เริ่มตัดฟันจนไปสู่การใช้ประโยชน์ การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้โตเร็วกลุ่ม ยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นไม้นำเข้าสู่ประเทศไทย และเริ่มปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ทำให้มีความสามารถในการปรับตัวและเติบโตได้ดีในประเทศไทย มียูคาลิปตัสหลายสายพันธุ์ที่นิยมใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ ได้แก่ ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) ยูคาลิปตัส เทอร์ริทาคอร์นิส (*E. tereticornis*) ยูคาลิปตัส บลาสเซียนา (*E. brassiana*) ยูคาลิปตัส ดีกลูบตา (*E. deglubta*) ยูคาลิปตัส เพลลิตา (*E. pellita*) ยูคาลิปตัส แกรนด์ซิส (*E. grandis*) และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*E. urophylla*)

สำหรับยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้ที่ได้รับการทดสอบสายพันธุ์โดย รัตน์และวิฑูรย์ (2540) ได้คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เผยแพร่ให้แก่เกษตรกรปลูกเป็นไม้เศรษฐกิจ เพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไม้ และสร้างรายได้โดยเร็วให้แก่เกษตรกร คาดว่าในระยะเวลาอีก 5–10 ปี ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จะเป็นไม้ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มเกษตรกรปลูกสร้างสวนป่า และกลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมไม้อย่างแน่นอน เนื่องจากเป็นไม้ที่มีรูปทรงดี เนื้อไม้ไม่แตก เหมือนไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส แต่เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาในประเด็นการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ ทั้งทางกลสมบัติ

และความทนทานตามธรรมชาติในการใช้งาน ซึ่งคุณภาพของไม้จะแตกต่างกันเมื่อไม้อยู่ในสภาวะที่เสี่ยงต่อการ ฟูพองจากปัจจัยต่างๆ เช่น ปัจจัยทางเคมี ฟิสิกส์และชีววิทยา หากไม้สามารถต้านทานการฟูพองได้ เรียกว่า ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติ นอกจากนั้น คักดีพิชิตและคณะ (2548) ได้สรุปว่า ไม้ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีความแข็งแรงจากแรงดัด แรงอัด แรงดึงและแรงเชือด ซึ่งค่าความแข็งแรงคือจุดที่ทำให้ไม้แตกหักเสียหายจากแรงทั้งสี่มากระทำพร้อมกัน อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงจากการดัดได้จากสัดส่วนของแรงกับการเสียรูป เรียกว่า ค่าโมดูลัส และจุดที่ทำให้ไม้แตกหักเสียหาย เรียกว่า โมดูลัสของการแตกหัก (modulus of rupture) โดยปกติการเปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้จะใช้ค่าความแข็งแรงจากแรงดัดเป็นตัวประเมิน

ดังนั้น สิ่งที่ต้องเร่งดำเนินการวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพความแข็งแรงของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา คือ งานวิจัยด้านคุณภาพความทนทานตามธรรมชาติต่อปัจจัยทางชีววิทยา ได้แก่ เชื้อราทำลายไม้ เพื่อประเมินความรุนแรงของเชื้อราในการทำลายไม้ ระดับอายุการใช้งาน และความแข็งแรงของไม้ในการรับแรงดัด การพัฒนาคุณภาพไม้ให้มีความทนทานสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้นตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับคุณสมบัติไม้ต่อไป

วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดสอบบทบาทของเชื้อราทำลายไม้จำนวน 8 species ได้แก่ *Gloeophyllum sepiarium* *G. striatum* *Ganoderma lucidum* *Loweporus medullae-panis* *Pycnoporus sanguineus* *Lenzites adusta* *Rigidoporopsis amylospora* และ *Lentinus squarrosulus* ต่อผลกระทบการสูญเสีย น้ำหนักและความแข็งแรงจากการดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ชั้นอายุ 7 ปี ของสถานีพัฒนาวิจัย สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1.ศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้ต่อเชื้อรา

1.1 เตรียมอาหารเทียม malt extract agar ความเข้มข้น 2% ในขวดทดลอง(Kolle' flask) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C นาน 25 นาที ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อราทำลายไม้บนที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยเชื้อราเจริญเต็มขวดทดลอง

1.2 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2x2x1 เซ็นติเมตร จำนวน 10 ซ้ำ/เชื้อรา อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ±5°C ชั่งน้ำหนักคงที่

1.3 ทำการนึ่งฆ่าเชื้อไม้ทดลองด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 25 นาที จากนั้นนำไม้ทดลองวางในขวดทดลองด้วยวิธี aseptic technique ปิดปากขวดทดลองด้วย ล้าลิให้สนิท บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

1.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดชิ้นไม้ทดลอง โดยเช็ดเส้นใยของเชื้อราออกให้หมด อบแห้งที่อุณหภูมิ $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ ชั่งน้ำหนักคงที่ เพื่อประเมินความรุนแรงของเชื้อราในการเข้าทำลายไม้ ความทนทานตามธรรมชาติ และอายุการใช้งาน โดยเทียบกับระดับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ดังนี้

ระดับ	การสูญเสียน้ำหนัก(%)	ความทนทานตามธรรมชาติ	อายุการใช้งาน
1	น้อยกว่า 1%	ทนทานมาก	มากกว่า 15 ปี
2	1-5%	ทนทาน	10-15 ปี
3	5-10%	ทนทานปานกลาง	5-10 ปี
4	10-30%	ไม่มีความทนทาน	2-5 ปี
5	มากกว่า 30%	ผุพัง	น้อยกว่า 2 ปี

2. ศึกษาการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ต่อการยืดอายุไม้

2.1 เตรียมไม้ทดลองขนาด $2.5\times 5\times 1.5$ เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) จำนวน 5 ซ้ำ/เชื้อรา อบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ ชั่งน้ำหนักคงที่ (T1) นำไม้ทดลองแช่ในสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 3% CCA และ 10% Timbor จากนั้นนำเข้าสู่สุญญากาศความดัน 28.5 นิ้วปรอท ทำสุญญากาศนาน 30 นาที ปิดระบบสุญญากาศ ให้ไม้แช่ในสารเคมีรักษาเนื้อไม้ต่อไปอีก 30 นาที จนกระทั่งตัวอย่างชิ้นไม้ ดูดซับ สารเคมีจนอิ่มตัว ค่อยๆเปิดวาล์วสุญญากาศจนความดันในตู้ปกติ

2.2 นำไม้ทดลองวางบนตะแกรง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นไม้ (T2) จากนั้นทำการผึ่งแห้งใน กระแสอากาศ อากาศประมาณ 2-3 วัน อบแห้งที่อุณหภูมิ $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ ชั่งน้ำหนัก (T3) อีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นทำการนึ่ง ซ้ำเช็ดด้วยไอน้ำนาน 30 นาที หลังจากนั้นนำไม้ทดลองวางในขวดทดลองด้วยวิธี aseptic technique ปิดปากด้วยสำลีให้สนิทบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

2.3 นำไม้ออกจากขวดทดลอง ทำความสะอาดชิ้นไม้ให้ปราศจากเส้นใยของเชื้อรา อบแห้งที่ ระดับอุณหภูมิ $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ ชั่งน้ำหนักคงที่ (T4) เพื่อบำเหน็จค่าการดูดซับปริมาณสารเคมี (retention) และการสูญเสียน้ำหนักของไม้ โดยใช้สูตร

$$2.3.1 \text{ ค่าการดูดซับปริมาณสารเคมี (Retention)} = \frac{GC}{V} \times 10$$

$$\text{เมื่อ } G = T2 - T1$$

$$C = \text{ความเข้มข้นของสารเคมีรักษาเนื้อไม้}$$

$$V = \text{ปริมาตรของไม้ทดลอง (ซม}^3\text{)}$$

$$2.3.2 \text{ ค่าความค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักด้วยสูตร (\%)} = \frac{T_3 - T_4}{T_3} \times 100$$

3. ศึกษาความแข็งแรงในการรับแรงดัดของไม้ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย

3.1 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2.5x5.1.5 เซนติเมตร เพื่อทำเป็น feeder strip โดยวางชิ้นไม้บนเส้นใยเชื้อราในขวดทดลองบ่มที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยเจริญเต็มชิ้นไม้ ทุกขั้นตอนดำเนินการด้วยวิธี aseptic technique

3.2 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2x2x30 เซนติเมตร จำนวน 2 ชุดการทดลอง ชุดที่1 สำหรับการทดสอบความแข็งแรงของไม้ที่ไม่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ ชุดที่2 ไม้ทดลองที่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ CCA และ Timbor ดำเนินการอัดกรรมวิธีเดียวกับข้อ 2.1 ใช้ไม้ทดลอง 10 ซ้ำ/เชื้อรา

3.3 เรียงชิ้นไม้ทดลองประกบเข้าหากันโดยมี feeder strip ชั้นกลางแบบ sandwich ในกล่องทดลองที่มี vermiculite ปลอดภัยเป็นตัวให้ความชื้น ปิดฝากล่องให้สนิท ทุกขั้นตอนดำเนินการ ด้วยวิธี aseptic technique บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

3.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดไม้ทดลอง ผึ่งแห้งในกระแสดอากาศประมาณ 30-40 วัน จนกระทั่งไม้แห้ง หลังจากนั้นนำมาทดสอบความแข็งแรงในการรับแรงดัด ด้วยเครื่องทดสอบกำลังไม้ โดยให้แท่นรองรับชิ้นไม้ห่างกัน 25 เซนติเมตร และมีน้ำหนักกดตรงกึ่งกลางชิ้นไม้ซึ่งเคลื่อนที่ลงอย่างช้าๆ ด้วยอัตราความเร็วของน้ำหนักกด 0.6 ตารางเมตร/นาที่ จนกระทั่งไม้ทดลองแตกและเปลี่ยนรูป เครื่องทดสอบกำลังไม้จะบันทึกค่าความแข็งแรงจากการดัด ประกอบด้วยค่าเกณฑ์การแตกหัก (modulus of rupture = MOR) และค่าเกณฑ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity = MOE)

4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่สูญเสียและค่าความแข็งแรงในการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ด้วยตัวทดสอบสถิติ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่สูญเสีย ค่าการดูดซับสารเคมีและค่าความแข็งแรงของไม้ด้วยวิธี DUNCAN's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้ต่อเชื้อรา

ผลการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ชั้นอายุ 7 ปี ต่อเชื้อรา 8 species ได้แก่ *Gloeophyllum sepiarium* *G. striatum* *Ganoderma lucidum* *Loweporus medullae-panis* *Pycnoporus sanguineus* *Lenzites adusta* *Rigidoporopsis amylospora* และ *Lentinus*

squarrosulus จากตารางที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ด้วยตัวทดสอบสถิติ F-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีชนิดเชื้อราเป็นตัวแปรอิสระ พบว่าเชื้อราทั้ง 8 species มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของไม้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig. น้อยกว่า 0.05) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักด้วย ตัวทดสอบสถิติ T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (ดังตาราง ที่ 2) พบว่า เชื้อราที่มีบทบาทต่อการสูญเสียน้ำหนักของไม้ แตกต่างกัน 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม a b c cd และ d อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับความทนทานตามธรรมชาติ ซึ่งจำแนกจากค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก ปรากฏว่าไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีความทนทานตามธรรมชาติต่อเชื้อรา และมีอายุการใช้งาน 3 ระดับคือ (1) ระดับทนทานมาก ได้แก่ *L. squarrosulus*, *G. lucidum* และ *Lenzites adusta* มีการสูญเสีย น้ำหนักน้อยกว่า 1% ระดับอายุการใช้งานมากกว่า 15 ปี (2) ระดับทนทาน ได้แก่ *G. sepiarium* มีการสูญเสีย น้ำหนัก 1-5% อายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี และ (3) ระดับทนทานปาน กลาง ได้แก่ *G. striatum*, *R. amylospora*, *P. sanguineus* และ *L. medullae-panis* มีการสูญเสียหนัก 5-10% อายุการใช้งานประมาณ 5-10 ปี หากเปรียบเทียบความทนทานตามธรรมชาติระหว่างไม้ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสที่ชั้นอายุเดียวกัน (7 ปี) ยศนันท์และคณะ(2550) ได้ทำการทดสอบคุณภาพความทนทานตามธรรมชาติของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส พบว่า อ่อนแอ ต่อการถูกทำลายจากเชื้อรา *L. squarrosulus*, *L. adusta*, *L. medullae-panis*, *P. sanguineus*, *R. amylospora*, *G. sepiarium* และ *G. striatum* ในระดับพุ่ม คือ มีการสูญเสีย น้ำหนักมากกว่า 30% และมีอายุการใช้งานน้อยกว่า 2 ปี จึงสรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลลา มีความทนทานตามธรรมชาติ ต่อเชื้อราดีกว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้ปัจจัยของเชื้อรา ชนิดเดียวกัน

Table 1. Analysis of variance with percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* varied on fungal species at $\alpha = 0.05$

ANOVA					
source	df	SS	MS	F	Sig.
Between groups	7	776.04	110.86	21.55*	0.00
Within groups	72	370.45	5.14		
Total	79	1146.49			

Table 2. Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of percent weight for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

เชื้อรา	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก	ระดับความทนทานตามธรรมชาติ	อายุการใช้งาน
<i>L. squarrosulus</i>	0.25 ^d	1	มากกว่า 15 ปี
<i>G. lucidum</i>	0.29 ^d	1	มากกว่า 15 ปี
<i>Lenzites adusta</i>	0.70 ^d	1	มากกว่า 15 ปี
<i>G. sepiarium</i>	3.09 ^b	2	10-15 ปี
<i>G. striatum</i>	5.53 ^c	3	5-10 ปี
<i>R. amylospora</i>	6.34 ^{cd}	3	5-10 ปี
<i>P. sanguineus</i>	7.86 ^d	3	5-10 ปี
<i>L. medullae-panis</i>	7.91 ^d	3	5-10 ปี
Average	3.99	2	10-15 ปี

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%

2. ศึกษาการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ยับยั้งการเสื่อมสภาพของไม้จากเชื้อรา

ผลการทดสอบสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 2 ชนิด ได้แก่ 3% CCA (copper chrome arsenate) และ 10% Timbor (สารประกอบโบรอน) เพื่อยับยั้งเชื้อราทำลายไม้ โดยการอัดสารเคมีเข้าในเนื้อไม้จากตารางที่ 3 และ 4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดซับปริมาณสารเคมี (retention) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ พบว่า ไม้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้ จะมีค่าSig.มากกว่า 0.05 อย่างไรก็ตาม ไม้ตัวอย่างทดสอบสามารถดูดซับปริมาณสารเคมีเข้าเนื้อไม้ ได้อย่างสม่ำเสมอ มีค่า retention ประมาณ 3 กก/ลบ.ม.³ และค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 2% (ภาพที่ 1) ผลลัพธ์ที่ได้ สรุปได้ว่า เชื้อราทั้ง 8 species เข้าทำลายไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ได้ในระดับที่มีการสูญเสียน้ำหนักช่วง 1-5% เท่านั้น แสดงว่า ไม้ที่อัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้มีความทนทานต่อเชื้อรา มีอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี นอกจากนี้ ยศนันท์และคณะ (2550) ได้ทดลองอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 3% CCA เข้าเนื้อไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ชั้นอายุ 7 ปี พบว่ามีการดูดซับปริมาณสารเคมีได้มากกว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ถึง 2 เท่า

แต่จะมีการสูญเสียน้ำหนักจากการเข้าทำลายของเชื้อรามากกว่าประมาณ 8 เท่า จึงสรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีคุณภาพดีกว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสทั้งในด้านการดูดซับปริมาณสารเคมีและความทนทานต่อเชื้อรา

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของสารเคมีรักษาเนื้อไม้ พบว่าไม้ที่อัดด้วย CCA สามารถสร้างความเป็นพิษแก่แหล่งอาหารของเชื้อราได้ดีกว่าไม้ที่อัดด้วย Timbor เนื่องจากไม้มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 0.50% ส่วนไม้ที่อัดด้วย Timbor มีการสูญเสียน้ำหนัก 4.41% อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการอัดสารเคมี (control) มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.78% ซึ่งน้อยกว่าไม้ที่อัดด้วย Timbor ดังนั้นหากประเมินช่วงการสูญเสียน้ำหนัก จะเห็นว่าสารเคมีรักษาเนื้อไม้ CCA สามารถยืดอายุการใช้งานของไม้ได้มากกว่า 15 ปี (ไม้มีความทนทานมาก) ในขณะที่ไม้ที่อัดด้วย Timbor มีการสูญเสียน้ำหนักช่วง 1-5% จึงมีอายุการใช้งานไม่แตกต่างจากไม้ control คือ มีอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี (ไม้มีความทนทาน) ดังนั้น ในการคัดเลือกสารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้ ต้องคำนึงถึงชนิดของสารออกฤทธิ์และความเป็นพิษต่อเชื้อราเพื่อยับยั้งการเสื่อมสภาพของไม้

Table 3. Analysis of variance with chemical retention and percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

ANOVA						
Source		df	SS	MS	F	Sig.
Retention	Between groups	7	0.741	0.106	0.287	0.957
	Within groups	72	26.531	0.368		
	Total	79	27.272			
Wt.loss	Between groups	7	1.115	0.159	0.048	1.00
	Within groups	112	374.325	3.342		
	Total	119	375.441			

Table 4. Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of chemical retention and percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

ชนิดเชื้อรา	Retention	Weight loss	อายุการใช้งาน
	(กก/ลบ.ม ³)	(%)	(ปี)
<i>Ganoderma lucidum</i>	3.10	2.25	10-15 ปี
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	3.11	2.21	10-15 ปี
<i>Gloeophyllum striatum</i>	3.13	2.21	10-15 ปี
<i>Rigidoporopsis amylospora</i>	3.23	2.34	10-15 ปี
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	3.24	2.00	10-15 ปี
<i>Lentinus squarrosulus</i>	3.25	2.24	10-15 ปี
<i>Loweporus medullae-panis</i>	3.28	2.29	10-15 ปี
<i>Lenzites adusta</i>	3.40	2.31	10-15 ปี

Table 5. Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of percent weight loss on treated wood after caused by wood decay fungi.

ชนิดสารเคมี	การสูญเสียน้ำหนัก(%)
CCA	0.50 ^a
Timbor	4.41 ^c
Control	1.78 ^b

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%



หมายเหตุ : 1. *Gloeophyllum sepiarium* 2. *Gloeophyllum striatum*
 3. *Ganoderma lucidum* 4. *Loweporus medullae-panis*
 5. *Pycnoporus sanguineus* 6. *Rigidoporopsis amylospora*
 7. *Lentinus squarrosulus* 8. *Lenzites adusta*

Figure 1. Graph showing chemical retention and percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

3. ศึกษาความแข็งแรงจากการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

ผลทดสอบการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ซึ่งประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การหัก (modulus of rupture/MOR) และค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity/MOE) ภายหลังทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ 8 species ได้แก่ *Gloeophyllum sepiarium* *G. striatum* *Ganoderma lucidum* *Loweporus medullae-panis* *Pycnoporus sanguineus* *Rigidoporopsis amylospora* *Lentinus squarrosulus* และ *Lenzites adusta* จากตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย MOR และ MOE ด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีชนิดเชื้อราเป็นตัวแปรอิสระ พบว่าไม้ทดลองที่ไม่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมี (untreated) จะให้ค่า MOR แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเชื้อราที่มีบทบาทต่อการสูญเสียความแข็งแรงจากการดัดของไม้มากที่สุด ได้แก่ *L. medullae-panis* *P. sanguineus* และ *R. amylospora* ทั้งนี้ให้ค่า MOR เท่ากับ 39.24 37.03 และ 38.96 MPa ตามลำดับ (ภาพที่ 2) แสดงว่า ไม้มีความสามารถรับแรงต้านทานการแตกหักได้น้อยมาก ส่วนการรับแรง MOE ให้ผลในทำนองเดียวกับการรับแรง MOR คือ ไม้สามารถรับแรงต้านทานการแข็งตึง น้อยที่สุด มีค่า 7557 6257 และ 8148 MPa ตามลำดับ (ภาพที่ 3) แต่จะมีค่า MOR และ MOE มากขึ้นเมื่อไม้ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ เนื่องจากเชื้อราไม่สามารถทำลายโครงสร้างเซลล์เนื้อไม้ให้เกิดความเสียหายได้

สำหรับไม้ชุดควบคุม พบว่า การอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ส่งผลให้ไม้มีความแข็งแรงในการรับแรงดัดเพิ่มขึ้น เช่น การรับแรง MOR จะเพิ่มขึ้นจาก 106.91 MPa (1090 กก./ ซม.²) เป็น 113.51 MPa (1157.44 กก./ ซม.²) และการรับแรง MOE เพิ่มขึ้นจาก 12962 Mpa เป็น 13487 MPa เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติการเป็นไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อนตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (2528) พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา อยู่ในเกณฑ์เป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความแข็งแรงสูง มีความแข็งแรงในการรับแรงดัด (MOR) ของไม้แห้งสูงกว่า 1000 กก./ ซม.² แต่ไม่มีความทนทานตามธรรมชาติจากการปักดิน หากประเมินผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ไม้จะมีความทนทานตามธรรมชาติเฉลี่ยประมาณ 10-15 ปี

จากตารางที่ 7 เป็นผลการทดสอบความแข็งแรงจากการรับแรงดัดของไม้ ภายใต้ปัจจัยของสารเคมีรักษาเนื้อไม้ CCA และ Timbor พบว่า ก่อนการทดสอบกับเชื้อรา ไม้มีค่าการรับแรงดัดทั้ง MOR และ MOE ไม่มีความแตกต่างกับไม้ชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ภายหลังทดสอบกับเชื้อรา ปรากฏว่า การรับแรงดัดทั้ง 2 ประเภท มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ ไม้ที่อัดด้วย Timbor มีค่าการรับแรงดัดมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ CCA และไม้ชุดควบคุมจะรับแรงดัดได้น้อยที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้แสดงว่า สารประกอบโบรอนช่วยให้ไม้มีความแข็งแรงในการรับแรงดัดได้ดีกว่า CCA อย่างไรก็ตาม Bowyer, et.al.(2003) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ต้องพิจารณาถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถส่งผลให้ความแข็งแรงของไม้ลดลงได้ หากสัมผัสกับสารเคมีที่มีความเป็นกรด-ด่างรุนแรง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายเซลลูโลส และลิกนิน ไม้จะเกิดการเสื่อมสภาพได้

Table 6. Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of static bending between untreated and treated wood after caused by wood decay fungi.

Fungi	MOR(Mpa)		MOE(Mpa)	
	untreated	treated	untreated	treated
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	67.53 ^{bc}	94.68 ^{bcd}	11018 ^d	12708 ^{bcd}
<i>Gloeophyllum striatum</i>	77.43 ^{cd}	81.71 ^a	10387 ^{cd}	12147 ^{bc}
<i>Ganoderma lucidum</i>	53.62 ^{ab}	76.26 ^a	8888 ^{bc}	10909 ^a
<i>Loweporus medullae-panis</i>	39.24 ^a	84.73 ^{ab}	7557 ^{ab}	11660 ^{ab}
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	37.03 ^a	83.44 ^{ab}	6257 ^a	10864 ^a
<i>Rigidoporopsis amylospora</i>	38.96 ^a	87.83 ^{abc}	8148 ^b	11979 ^{bc}
<i>Lentinus squarrosulus</i>	75.93 ^{cd}	97.41 ^{cd}	10176 ^{cd}	12140 ^{bc}
<i>Lenzites adusta</i>	89.77 ^d	101.08 ^d	12542 ^e	12929 ^{cd}
Average	59.94	88.39	9371.63	11917
Control	106.91 ^e	113.51 ^e	12962 ^e	13487 ^d
Strength loss (%)	43.94	22.13	27.70	11.64

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%

Table 7. Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of static bending for *Eucalyptus urophylla* befor and after exposed to wood decay fungi.

Chemicals	Before expose to fungi		After exposed to fungi	
	MOR	MOE	MOR	MOE
CCA	107.46 ^a	13221 ^a	97.29 ^b	12720 ^b
Timbor	126.17 ^a	14277 ^a	111.09 ^c	13785 ^c
Control	106.9 ^a	12962 ^a	65.16 ^a	9770 ^a

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%

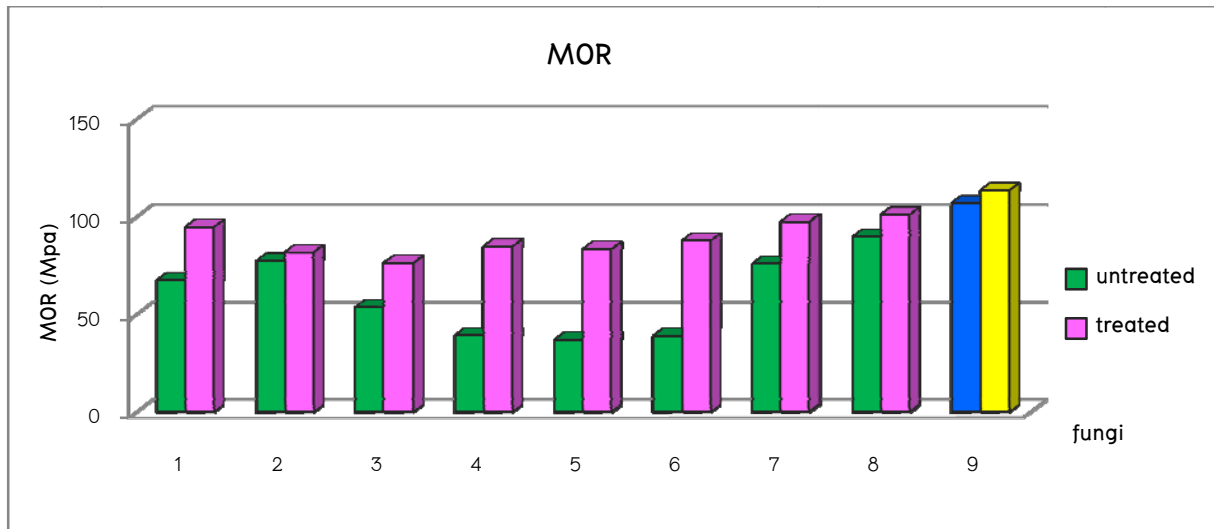


Figure 2. Graph showing modulus of rupture on untreated and treated wood samples.

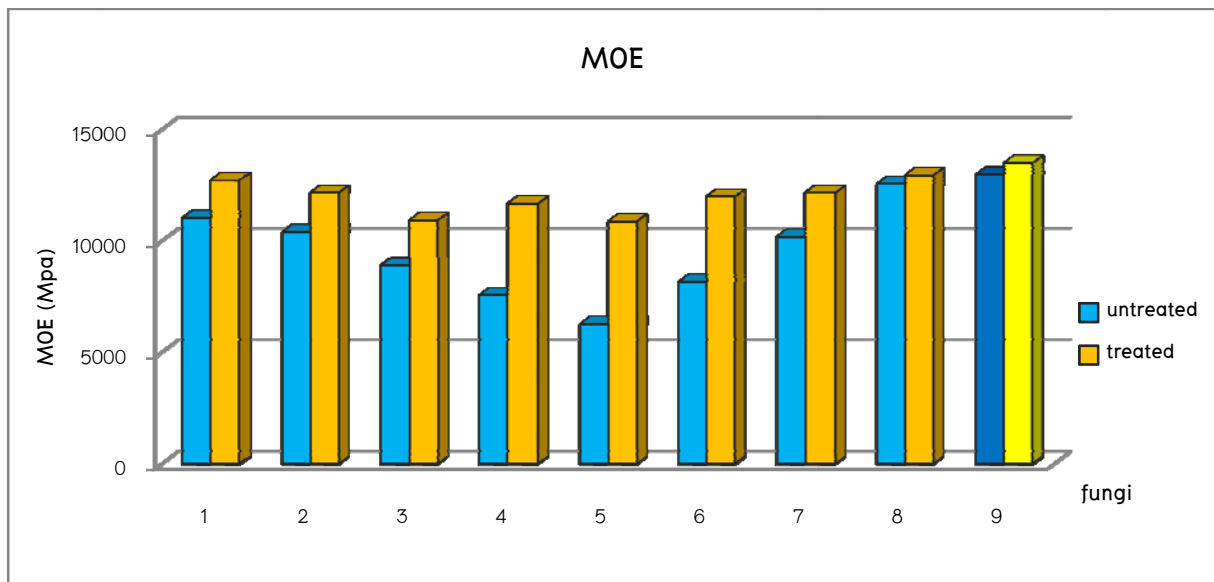


Figure 3. Graph showing modulus of elasticity on untreated and treated wood samples.

หมายเหตุ 1 : *Gloeophyllum sepiarium* 2 : *Gloeophyllum striatum*

3 : *Ganoderma lucidum* 4 : *Loweporus medullae-panis*

5 : *Pycnoporus sanguineus* 6 : *Rigidoporopsis amylospora*

7: *Lentinus squarrosulus* 8 : *Lenzites adusta* 9 : control

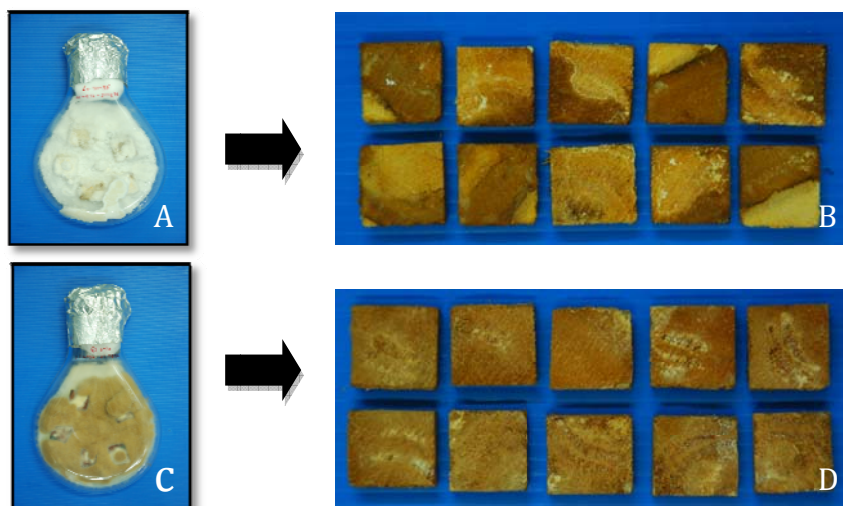


Figure 4. Agar block method for testing natural durability.

A,C : showing mycelium growth on the wood block

C,D : appearance of wood block after inoculated with white rot and brown rot fungi

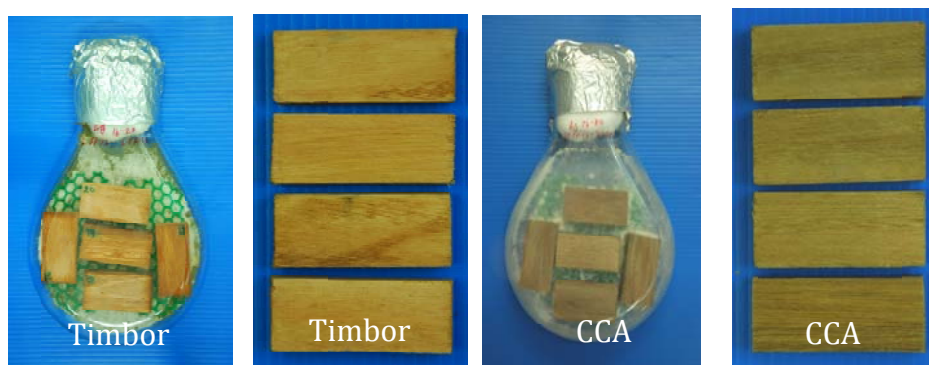


Figure 5. Laboratory test on the efficacy of wood preservative against wood decay fungi according to the European Standard 113, showing decreasing growth on the treated wood samples.

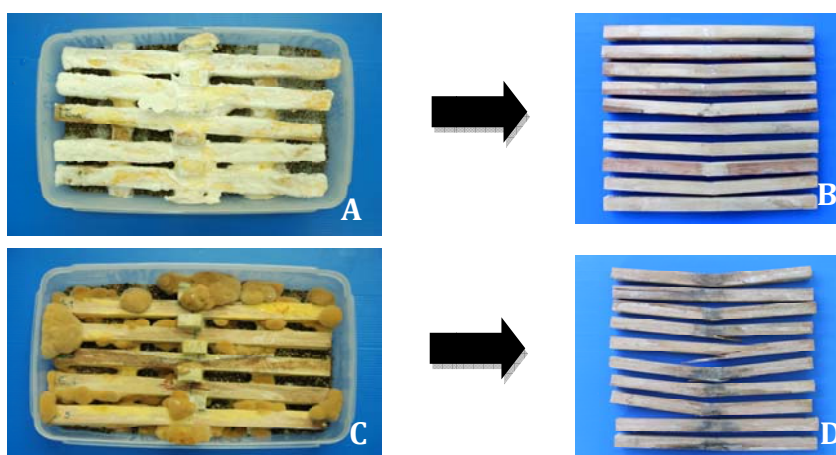


Figure 6. Testing the state bending of *Eucalyptus urophylla* A,C = wood sample exposed to white rot and brown rot fungi, B,D= wood samples showed bending prior to failure.

สรุปผล

การศึกษาบทบาทของเชื้อราทำลายไม้ต่อการสูญเสียความแข็งแรงของไม้จากแรงดัด ซึ่งประกอบด้วย แรงต้านทานการแตกหัก และแรงต้านทานการแข็งดิ่ง แสดงผลในรูปของค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of rupture) และค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ภายหลังทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ 8 species สรุปผลได้ดังนี้

1. ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จัดเป็นไม้โตเร็ว คุณภาพดี มีความทนทานโดยเฉลี่ยต่อเชื้อราทำลายไม้ในระดับ “มีความทนทานตามธรรมชาติ” มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3.99% อยู่ในช่วง 1-5 % ส่งผลให้ไม้มีเกณฑ์การประเมินอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี
2. ความแข็งแรงจากการรับแรงดัด) เมื่อเปรียบเทียบกับ control ปรากฏว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย มีการสูญเสียความแข็งแรง 43.94%
3. เมื่อปรับปรุงคุณภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ด้วยกรรมวิธีอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ ที่ความเข้มข้น 3% CCA และ 10% Timbor ไม้มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 2.23% :ซึ่งอยู่ในช่วง 1-5% ส่งผลให้ไม้มีเกณฑ์การประเมินอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี ไม้สามารถรับแรงดัดได้มากขึ้นอยู่ในเกณฑ์เป็นไม้เนื้อแข็ง ที่มีความแข็งแรงสูงมีความแข็งแรงในการรับแรงดัด (MOR) ของไม้แห้งสูงกว่า 1000 กก./ ซม.² และมีการสูญเสียความแข็งแรงจากการดัดเฉลี่ย 22.13%
4. การใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ Timbor ซึ่งเป็นสารประกอบโบรอน ช่วยพัฒนาคุณภาพไม้ให้มีความแข็งแรงในการรับแรงดัดได้ดีกว่า CCA

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวัฒนวิทย์ สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดขอนแก่น ที่อนุเคราะห์การแปรรูปไม้ทดลอง และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิจัย ไรศวิทยาป่าไม้ทุกท่าน ในการทดลองครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ยศนันท์ พรหมโชติกุล อรุณี วิณิน และคณะ. 2550. ผลกระทบของการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา และการใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ต่อคุณภาพเชิงกล ของไม้ยูคาลิปตัส คามาสดูเลนซิส. รายงาน ผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2550. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. หน้า 201-247
- รัตน์ะ ไทงาม และวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2540. ผลการทดสอบสายพันธุ์ไม้ *Eucalytus urophylla*. รวมผลงานวิจัยทางวนวัฒนวิทยา 2540. สำนักวิจัยการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. น. 172-179.
- ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ เกรียงศักดิ์ เสพย์ธรรม และคณะ. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. เลขที่ ร. 188. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 111 หน้า.
- Bowyer, J.L., R. Shmulsky, and J.G Haygreen. 2003. Forest Products and Wood Science. An Introduction 4th Edition A Blackwell Publishing Company. Iowa State Press. 554 p.

ประสิทธิภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน และแนวทางการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

The Efficacy of wood of *Eucalyptus urophylla* to the attack of subterranean termites and value added

ขวัญชัย เจริญกรุง¹ (Khwanchai Charoenkrung)

วรัชชล เพ็งแย้ม² (Wassachon Pengyam)

นฤชา จากปล้อง² (Naroecha Jakpong)

บทคัดย่อ

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ดำเนินการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม กับปลวกใต้ดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทยชนิด *Coptotermes gestroi* Wasmann โดยใช้วิธีการทดสอบแบบบังคับ (no choice test) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในห้องปฏิบัติการ และในภาคสนามใช้วิธีการทดสอบแบบเลือกอิสระ (choice test) เป็นระยะเวลา 1 ปี ในการทดสอบใช้ตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา **ชั้นอายุ 7 ปี** จากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอสระแกราช จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ต้น รวม 3 ตัวอย่าง ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และในภาคสนามใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดสอบพบว่า ทุกตัวอย่างของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาในการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม มีระดับความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (unacceptable) มีความเสียหายมากไม่สามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ **ไม่ควรส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ หากจำเป็นต้องใช้ ควรจะมีแนวทางการปฏิบัติเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ หรือใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น เยื่อกระดาษ หรือไม้พลังงาน เป็นต้น**

Comment [K1]:

Comment [CE2]: ควรสรุปว่าไม่ควรส่งเสริม เพราะ
1 ไม้ตัวอย่างที่นำมาศึกษามีที่ชั้นอายุ
2 การใช้ประโยชน์ไม้อาจอยู่ในรูปอื่นได้
เช่น เยื่อกระดาษ ไม้พลังงาน

Comment [K3]:

คำหลัก://ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา//การป้องกันกำจัด//ปลวกใต้ดิน

¹ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ email : Khwanchai@msn.com.

² สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

The durable efficacy of Eucalyptus woods (*Eucalyptusurophylla*) 7 years old from SakaeratSilvicultureResearch Station, Nakhonratchasima Province to the attack of subterranean termites. The experiments were conducted by using most economically subterranean termite, *Coptotermes gestroi* Wasmann. One experiment was conducted in laboratory for 8 weeks using “no choice test” with CRD method. Other experiments was conducted in the field for 1 year using “choice test” with RCBD method. Both experiments were performed in 4 replications. Result revealed that all of the samples of Eucalyptus wood were non-resistant to the termite attack both on the laboratory and field test. It shouldn't to promote foreconomically usage. Nevertheless, If which necessary to use its must be treat wood by the suitable methods.

Keyword: Eucalyptus wood//protection and prevention//subterranean termite

คำนำ

กรมป่าไม้ ได้มีแนวคิดในการจัดทำโครงการวิจัยเชิงบูรณาการในการใช้ประโยชน์ไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ไม้จากสวนป่าเศรษฐกิจชนิดโตช้า เช่น ไม้สัก และไม้ประดู่ ไม้เศรษฐกิจโตปกติ เช่น ไม้สะเดาเทียม และไม้สะเดาป่า ไม้สะเดาบาน ไม้เศรษฐกิจโตเร็ว เช่น ไม้ในตระกูลกระถิน (*Acacia*) รวมทั้งไม้ยูคาลิปตัส ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเป็นไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย การศึกษาประสิทธิภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินและแนวทางการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae เป็นพันธุ์ไม้ที่มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติอยู่บนหมู่เกาะของอินโดนีเซีย และเกาะติมอร์ (Timor) บราซิลเป็นแหล่งปลูกที่ใหญ่ที่สุดในปีที่ผ่านมามีการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสเพิ่มขึ้นในแถบภูมิภาคเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อนชื้นซึ่งมีฤดูแล้งยาวนานในรอบปี (wet/dry tropic) ดังเช่น บางส่วนของประเทศอินโดนีเซีย บราซิล และ ทางตอนใต้ของจีน มีผลผลิตประมาณ 20–30 m³/ha/yr (Ugalde and Perez, 2001)

สำหรับประเทศไทยได้มีการทดลองปลูกพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจากสองถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2529 พบว่ามีการเจริญเติบโตและรูปทรงดีมาก (รัตน์ะ และวิฑูรย์, 2540) จึงถือได้ว่าพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเป็นไม้ที่มีศักยภาพชนิดหนึ่งในการปลูกสร้างสวนป่า การ

Comment [CE4]: ควรสั้น กระชับ และเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ และให้เพิ่มเติมวัตถุประสงค์การวิจัย

Comment [K5]: แก้ไขแล้ว

นำไม้จากสวนป่าเหล่านี้ออกไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการแปรรูปไม้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมทั้งการนำไปพัฒนาใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ในรูปแบบต่างๆ กัน มักจะประสบกับปัญหาในด้านแมลงศัตรูทำลายไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลวกใต้ดิน ซึ่งเป็นศัตรูทำลายไม้ที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจ(Hickin, 1971; Eaton และ Hale, 1993)ในประเทศไทยพบว่ามีปลวกอยู่ลึกลงกว่าชนิดที่พบเข้าทำความเสียหายให้แก่ไม้ใช้ประโยชน์ในอาคารบ้านเรือนทั้งในเขตเมืองและชนบท โดยกว่าร้อยละ90 ของความเสียหายในอาคารที่อยู่ในเขตเมือง เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน โดยความรุนแรงในการเข้าทำลายไม้ของปลวกนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการ เช่น องค์ประกอบพื้นฐานของไม้ ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติทั้งทางกายภาพทางฟิสิกส์ ทางเคมี ในไม้แต่ละชนิด ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงต่อคุณสมบัติความทนทานตามธรรมชาติของไม้ต่อปลวก (Harris, 1964) ความแตกต่างของคุณสมบัติของไม้ เช่น ความหนาแน่นหรือความแข็ง ตลอดจนปริมาณสารเคมีที่แทรกอยู่ภายในเนื้อไม้บางชนิด ซึ่งอาจเป็นสารขับไล่หรือเป็นพิษต่อปลวกโดยตรง จะมีผลต่อระดับความทนทานในการเข้าทำลายของปลวกที่แตกต่างกัน (Carter และคณะ, 1975)การเข้าทำลายที่เกิดขึ้นจากปลวกนี้ ส่งผลทำให้ไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์มีอายุการใช้งานที่สั้น ไม่คงทน และไม่เป็นที่นิยมของผู้ใช้ไม้ผู้ผลิตหรือผู้ลงทุนในอุตสาหกรรมไม้ชนิดต่างๆ ดังนั้นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นมาจากไม้เหล่านี้ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลในด้านความทนทานต่อศัตรูทำลายไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลวกใต้ดิน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาไปสู่การพัฒนาหรือปรับปรุงแนวทางในการยืดอายุไม้ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์จากไม้เหล่านี้ให้มีคุณภาพดี แข็งแรงและทนทานต่อปลวกมากยิ่งขึ้น เพื่อการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

วิธีการศึกษา

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*E. urophylla*)ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ดำเนินการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม โดยในห้องปฏิบัติการใช้วิธีการทดสอบแบบ Modified Wood Block Test ซึ่งเป็นการทดสอบในรูปแบบวิธีการบังคับ (no choice test) โดยใช้ปลวกชนิด *C. gestroi* Wasmann ซึ่งเป็นปลวกที่ใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ส่วนในการทดสอบในภาคสนาม ใช้วิธีการทดสอบแบบเลือกอิสระ (choice test) (JWPAS, 1981) โดยได้ดำเนินการทดสอบความทนทานของยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ชันอายุ 7 ปี จากแหล่งแม่ไม้เดียวกัน ตัดฟันจากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแก้ว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอสระแก้ว จังหวัดนครราชสีมา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Comment [K6]:

Comment [CE7]: อายุเท่าไร

1. ไม้ทดลองต้นที่ 1 ตัวอย่างที่ 2
2. ไม้ทดลองต้นที่ 2 ตัวอย่างที่ 8
3. ไม้ทดลองต้นที่ 3 ตัวอย่างที่ 10

Comment [CE8]: คืออะไร มีความแตกต่างของแหล่ง แม่น้ำ อายุของไม้

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้ชนิด *C. gestroi* Wasmann ในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดปริมณฑล เก็บตัวอย่างปลวกเพื่อนำไปจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการดักจับปลวก และนำปลวกไปเพาะเลี้ยงสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

Comment [K9]:

เพาะเลี้ยงปลวกชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ได้แก่ปลวก *C.gestroi* Wasmann ซึ่งเป็นปลวกที่อยู่ในวงศ์ Rhinotermitidae สำหรับใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยจัดเตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด 45x150x60 ซม. สำหรับเป็นที่อยู่ของปลวก รองพื้นบ่อซีเมนต์ด้วยดินหรือทรายเพื่อให้เป็นที่เก็บความชื้น เพื่อให้สภาพแวดล้อมภายในบ่อซีเมนต์ใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติของปลวก หล่อน้ำไว้รอบๆ บ่อซีเมนต์เพื่อป้องกันไม่ให้ปลวกหนีจากแหล่งเพาะเลี้ยง และปูรองด้วยชั้นไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารของปลวก

Comment [CE10]: สำรวจแล้วใช้ชนิดปลวกในการทดลองหรือไม่ วิธีการระบุเพาะเลี้ยง *C.gestroi* ชนิดเดียว



Figure 1. *C. gestroi* Wasmann (A) Worker (B) Soldier

วิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ใช้วิธีการทดสอบแบบบังคับ (no choice test) โดยนำชิ้นตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*E. urophylla*) ขนาด 2.5 x 2.5 x 1 ซม. และทรีทริเมนต์ควบคุม (control) ซึ่งใช้ไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ขนาดเดียวกัน ทดสอบในกล่องพลาสติกขนาด 8x11x5 ซม. ซึ่งได้ใส่ทรายที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อและให้ความชื้นแล้ว โดย

ใช้ปลวกทดลองประมาณ 400 ตัว ในแต่ละทรีทเมนต์ ทำการทดสอบทั้งหมดจำนวน 4 ซ้ำ (replication) ใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้นประมาณ 8 สัปดาห์

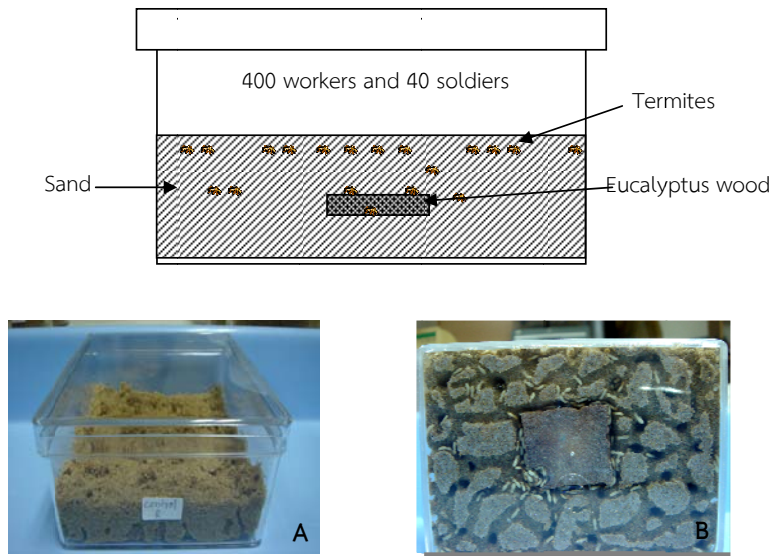


Figure 2. Laboratory test (A) In plastic block (B) Termites attacked wood



Figure 3. Size of Eucalyptus wood was 2.5 x 2.5 x 1 cm.

Eucalyptus Wood from Nakhonratchasima site attacked by termites

การวางแผนการทดลอง

ในห้องปฏิบัติการใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) เปรียบเทียบความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาตส์อย่างต่างๆ และมีทรีทเมนต์ควบคุมเปรียบเทียบจำนวน 1 ทรีทเมนต์ ตามแบบหุ่สนถิตัดนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad ; \text{ เมื่อ } i = 1, 2, \dots, t$$

$$\mu = \text{ค่าเฉลี่ยรวม} \quad j = 1, 2, \dots, r$$

τ_i = อิทธิพลของทรีทเมนต์

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

การบันทึกและประเมินผลการทดสอบ

การประเมินความเสียหายบนไม้ทดสอบ โดยใช้ค่าน้ำหนักของไม้ที่สูญหาย (weight loss) จากน้ำหนักไม้ก่อนและหลังการทดสอบ เป็นเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกในห้องปฏิบัติการ ตามสูตรดังนี้ (JWPAS, 1981)

$$\text{Weight loss (\%)} = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100$$

Weight loss (%) = ค่าน้ำหนักที่สูญหาย

W_1 = น้ำหนักไม้ก่อนการทดสอบ

W_2 = น้ำหนักไม้หลังการทดสอบ

ระดับเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวก ดังนี้

ระดับคะแนน (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการเข้าทำลาย	ความเสียหายของวัสดุทดลอง	ประสิทธิภาพ
1	0	ไม่พบทำลายผิววัสดุทดลอง	ดีมาก (excellent-acceptable)
2	1-10	ทำลายผิววัสดุทดลองเล็กน้อย	(good-acceptable)
3	10-35	ทำลายภายในวัสดุทดลองปานกลางไม่ยอมรับ	(unacceptable)
4	35-80	ทำลายภายในวัสดุทดลองมาก ไม่ยอมรับ	(unacceptable)
5	80-100	ทำลายภายในวัสดุทดลองอย่างรุนแรง ไม่ยอมรับ	(unacceptable)

แนวทางการพิจารณา

ต้องสามารถป้องกันปลวกเข้าทำลายได้ในเกณฑ์ ดี หรือ ดีมาก คือ พบความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกบนชิ้นไม้ทดสอบ ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และพบการเข้าทำลายชิ้นไม้ทดสอบ (ไมยางพารา) ที่ใช้เป็นทริทเมนต์ควบคุม (control) ไม่ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ ข้อมูลที่ได้ ได้แก่เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของไม้ทดสอบ นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ถ้าค่าเฉลี่ยนั้น มีนัยสำคัญทางสถิติ ตามวิธีการ Duncan's multiple range tests (อนันต์ชัย, 2539)

การทดสอบในภาคสนาม

การเตรียมแปลงทดสอบ

ออกศึกษาสำรวจพื้นที่ที่จะใช้ในการวางแผนทดสอบความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ โดยใช้พื้นที่บริเวณศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดราชบุรี หลังจากได้พื้นที่แล้วทำความสะอาดและปรับพื้นที่ รวมทั้งสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้ที่พบในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบ

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

การทดสอบแบบไม่สัมผัสผิวดิน

นำบ่อซีเมนต์ทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. สูง 60 ซม. หักท้ายเปิด จำนวนเท่ากับจำนวนซ้ำที่จะทดสอบ วางในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ โดยมีระยะห่างแต่ละจุดเท่ากับ 1 เมตร ปูรองพื้นด้วยทรายหยาบนำขึ้นตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาซึ่งมีขนาด 5x10 x 2.5 ซม. และไมยางพารา(ทริทเมนต์ควบคุม)จำนวนทั้งหมด 4 ซ้ำ วางบนอิฐบล็อกเพื่อให้อยู่ในระดับเหนือนดิน

การทดสอบแบบสัมผัสผิวดิน

ทำการทดสอบในพื้นที่โล่งโดยใช้ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาขนาด 5 x 5 x30 ซม. และไมยางพารา (ทริทเมนต์ควบคุม)จำนวนตัวอย่างละ4 ซ้ำ ปักลงพื้นดินให้ลึก 10 ซม.ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 30x30 ซม.

Comment [CE11]: ซ้ำละกี่ตัวอย่าง

Comment [K12]:

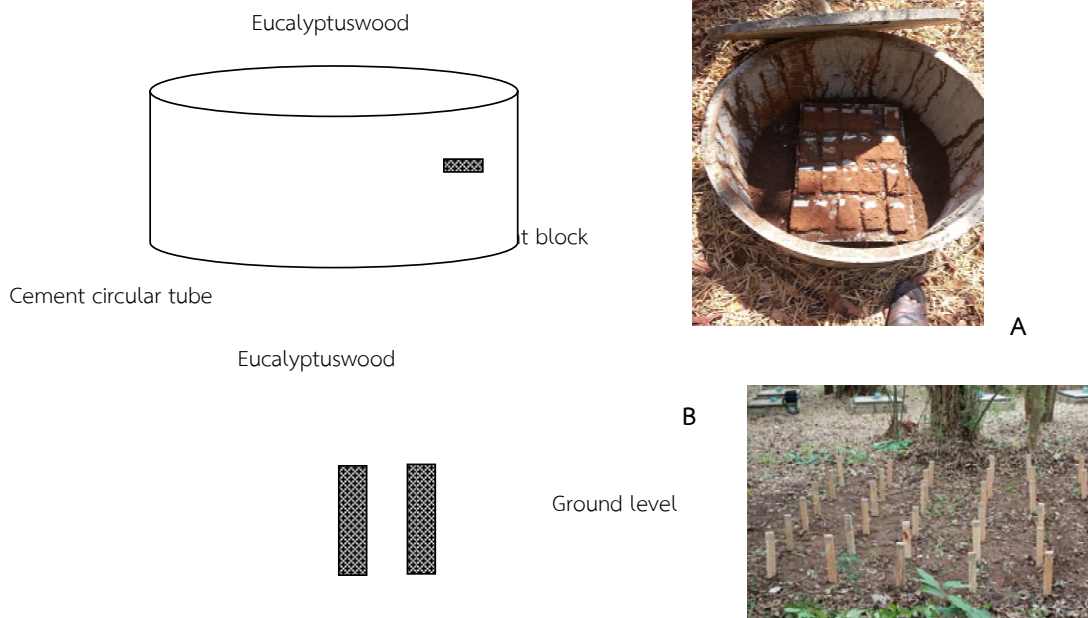


Figure 4.Field test (A) Above ground (B) On ground

การวางแผนการทดลอง

ในการทดสอบในภาคสนามนี้ ได้กำหนดวิธีการทดลองในลักษณะขึ้นงานทดสอบทั้งในลักษณะไม้สัมพัสดินและสัมพัสดิน โดยวิธีเลือกอิสระ (choice test) ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) เปรียบเทียบความทนทานของตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจากต้นต่างๆ ต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ และมีทรีทเมนต์ควบคุมเปรียบเทียบจำนวน 1 ทรีทเมนต์ในแต่ละซ้ำ ตามแบบหุ่นสถิติดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \text{ เมื่อ } i = 1, 2, \dots, r$$

$$\mu = \text{ค่าเฉลี่ยร่วม} \quad j = 1, 2, \dots, t$$

$$\rho_i = \text{อิทธิพลของบล็อก}$$

$$\tau_j = \text{อิทธิพลทรีทเมนต์}$$

$$\varepsilon_{ij} = \text{ความคลาดเคลื่อนของการทดลองวิเคราะห์ข้อมูล}$$

การประเมินผลการทดลอง

การทดสอบในภาคสนาม ใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งสิ้นไม่ต่ำกว่า 6 เดือนบันทึกและประเมินผล การทดสอบ โดยการประเมินความเสียหายของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาด้วยสายตา (visual rating) และ บันทึกอัตราการเข้าทำลายเป็นเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลาย (ยุพาพร และ จารุณี, 2540) เช่นเดียวกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

แนวทางการพิจารณา

ต้องสามารถป้องกันปลวกเข้าทำลายได้ในเกณฑ์ ดี หรือ ดีมาก คือ พบความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกบนชิ้นไม้ทดสอบ ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และพบการเข้าทำลายชิ้นไม้ทดสอบ (ไม้ยางพารา) ที่ใช้เป็นทริทเมนต์ควบคุม (control) ไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในภาคสนาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้ ได้แก่เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของไม้ทดสอบ นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ถ้าค่าเฉลี่ยนั้นๆ มีนัยสำคัญทางสถิติ ตามวิธีการ Duncan's multiple range tests(อนันต์ชัย, 2539)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ดำเนินการทดสอบความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลาย ไม้ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม โดยมีผลการทดสอบดังนี้

การทดสอบความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช ตำบล อุทุมพรพิสัย อำเภอสระแกราช จังหวัดนครราชสีมาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ ผลการทดสอบ ในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม ตามตารางที่ 1-2

Table 1. Average percentage of damage on 3 samples of *E. urophylla* from Nakhonratchasima province in laboratory.

Samples of <i>E. urophylla</i>	Average percentage of damage	Score level
Sample from Nakhonratchasima		
1. No. 1 Sample 2	41.81 ^a	4
2. No. 2 Sample 8	41.42 ^a	4
3. No. 3 Sample 10	40.96 ^a	4
Control	45.19 ^b	4

Table 2. Average percentage of damage on 3 samples of *E. urophylla* from Nakhonratchasima province in fields at 1 year.

Samples of <i>E. urophylla</i>	On ground		Above ground	
	Average percentage of damage	Score level	Average percentage of damage	Score level
Sample from Nakhonratchasima				
1. No. 1 Sample 2	100.00 ^a	4	100.00 ^a	4
2. No. 2 Sample 8	100.00 ^a	4	100.00 ^a	4
3. No. 3 Sample 10	100.00 ^a	4	100.00 ^a	4
Control	100.00 ^a	4	100.00 ^a	4

ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกรราช ตำบลอุทุมพรพิสัย อำเภอสระแกรราช จังหวัดนครราชสีมา ดำเนินการทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบของ Japan Wood Preservative Associations (JWPAS) ไม้ทดสอบที่ทำการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม ต้องสามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ โดยมีค่าระดับความเสียหายไม่เกิน 2 (ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์) และไม้ที่เป็นทรีทเมนต์ควบคุมต้องมีความเสียหายมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในภาคสนาม เพราะฉะนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ในการทดสอบความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกรราช ต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ จากต้นยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจำนวน 3 ต้น 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต้นที่ 1 หมายเลข 2, ต้นที่ 2 หมายเลข 8 และต้นที่ 3 หมายเลข 10 ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และภาคสนาม ณ ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาด

เล็กและของป่า จังหวัดราชบุรี ทั้งการทดสอบลักษณะแบบไม้สัมผัสดินและแบบสัมผัสดิน พบความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกในไม้ทดสอบโดยรวมอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ แสดงให้เห็นว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจากแหล่งนี้ทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษามิสามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ ควรจะมีแนวทางการปฏิบัติเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ดังนี้

การพัฒนาอายุความทนทานของไม้ จะช่วยให้การป้องกันรักษาเนื้อไม้ก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ มีประสิทธิภาพสูง ปัจจัยที่สำคัญมีดังนี้

1. ความทนทานตามธรรมชาติ (natural durability) หรือความทนทานโดยเนื้อแท้ของไม้ ซึ่งมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูทำลายไม้ต่างๆ โดยไม่มีการใช้สารเคมีหรือกรรมวิธีการอื่นใดมาช่วยให้ไม้นั้นมีความทนทานเปลี่ยนไป

2. ลักษณะการใช้ไม้ (exposure) คือความเสี่ยงของไม้ที่จะถูกศัตรูทำลายไม้เข้าทำลาย เช่น การใช้ไม้ในลักษณะที่สัมผัสดินและอยู่กลางแจ้ง ย่อมมีความเสี่ยงต่อการที่ปลวกและเชื้อราทำลายไม้เข้าทำลายมากกว่าการใช้ไม้ในลักษณะที่อยู่ในร่มและไม้สัมผัสดิน

3. อายุการใช้งานที่ต้องการ ด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจ ไม้ที่จะต้องใช้งานในลักษณะที่ต้องการอายุการใช้งานยาวนาน หรือเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างที่ซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงได้ยาก ควรจะต้องผ่านขบวนการอบน้ำยาที่มีประสิทธิภาพการป้องกันสูง

การอบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (wood preservation) เป็นการนำเอาวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์ไม้ในกิจการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน สาธารณูปโภคและอื่นๆ เพื่อให้การใช้ไม้เหล่านั้นมีความคงทนถาวร และใช้การไปได้นานยิ่งขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติของไม้

การป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้มีความทนทานดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติให้สามารถใช้งานได้ นานกว่าปกติ อาจทำได้หลายกรรมวิธี ความแตกต่างของกรรมวิธีที่นำมาใช้ทำให้ปริมาณของตัวยาอยู่ในเนื้อไม้ต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ไม้ที่ได้ผ่านกรรมวิธีการอบน้ำยาแล้วนั้นทนทานต่อการเข้าทำลายของศัตรูทำลายไม้ต่างกันไปด้วย วิธีการมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ การอบน้ำยาอย่างง่ายหรือการอบน้ำยาไม่แบบไม่ใช้กำลังอัด (non-pressure processes) และการอบน้ำยาไม้ด้วยกำลังอัด (pressure processes)

การอบน้ำยาไม้อย่างง่ายมีวิธีการดำเนินการอยู่หลายวิธี ที่รู้จักและใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ การใช้ น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ทาหรือพ่นลงบนผิวไม้ การไม้จุ่มหรือแช่ไม้ในน้ำยา การต้มไม้ในน้ำยาร้อน แล้วนำมาแช่ในน้ำเย็น การอบน้ำยาต้นไม้ที่ยืนต้นและมีชีวิตอยู่ การใช้ น้ำยาเทลงไปในรูที่เจาะไว้ในไม้ เป็นต้น

การอบน้ำยาไม้ด้วยกำลังอัด หรือตามที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “การอัดน้ำยาไม้” โดยใช้ เครื่องจักร ซึ่งปัจจุบันนิยมทำการอบน้ำยาไม้ด้วยกำลังอัดกันมากที่สุด เพราะได้ผลดีกว่ากรรมวิธีอื่น มาก โดยสามารถอัดน้ำยาเข้าไปในไม้ได้ลึกและสม่ำเสมอดีกว่า ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถควบคุมปริมาณของยาที่จะให้เข้าไปในไม้ได้ตามต้องการอีกด้วย สามารถทำการอบน้ำยาไม้ได้ครั้งละหลายๆ ภายใน เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมง และอบได้ดีทั้งไม้สดและไม้แห้ง

สรุปผล

ผลการทดสอบการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*E.urophylla*) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินได้ผลการทดสอบดังนี้

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ดำเนินการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนามกับปลวกใต้ดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทยชนิด *C. gestroi* Wasmann โดยใช้วิธีการทดสอบแบบบังคับ (no choice test) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในห้องปฏิบัติการ และในภาคสนามใช้วิธีการทดสอบแบบเลือกอิสระ (choice test) เป็นระยะเวลา 6 เดือน ในการทดสอบใช้ตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาจากสถานีวนวัฒนวิจัยสระแก้ว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอสระแก้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ต้น รวม 3 ตัวอย่าง ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และในภาคสนามใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดสอบ พบว่าทุกตัวอย่างของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาในการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม มีระดับความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ (unacceptable) มีความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกค่อนข้างสูงไม่สามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ ควรจะมีแนวทางการปฏิบัติเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินสำเร็จลุล่วงลงได้ ต้องขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

ยุพาพร สรนุวัตร. 2540. ความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดาเทียมต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน. น. 183 – 190 ใน งานวิจัยการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเทียม. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

- ยุพาพร สรณวัตร. 2542. ความทนทานตามธรรมชาติจากไม้วงศ์ยางบางชนิดต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน, น. 61 – 69 ใน รายงานการประชุมสัมมนาไม้ยางนาและไม้วงศ์ไม้ยาง เล่ม 2. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- ยุพาพร สรณวัตร และ จารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2540. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบทางชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลง และสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ในการป้องกันปลวกใต้ดิน *Coptotermes gestroi* Wasmann. เอกสารเผยแพร่กรมป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 14 น.
- รัตน์ะ ไทงาม และวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2540 ผลการทดสอบสายพันธุ์ไม้ *Eucalyptus urophylla*. รวมผลงานวิจัยทางวนวัฒนวิทยา, 2540. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. หน้า 172-179.
- อนันต์ชัย เชื้อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 350 หน้า.
- JWPAS, 1981. 14-Qualitative standards for termiticide, preservative termiticides and soil-poisoning termiticide Japan Wood Preservative Association. 4-2-5, Toranomom Minato-ku (Tokyo) 105 p.
- Carter, F.L., R.H. Beal and J.D. Bultman. 1975. Extraction of antitermitic substances from 23 tropical a hard wood. Wood Science 8: 406 – 410.
- Eaton, R.A. and M.D.C. Hale. 1993. Wood: Decay, Pest and Protection. Chapman & Hill, London. 546 p.
- Harris, W.V. 1964. Termites, their Biology and Control. Longmans, London. 187 p.
- Hickin, N.E. 1971. Termites a World Problem. The Hutchinson & Co.Ltd., London. 232 p.
- Sornnuwat, Y. 1996. Studies on damage of constructions caused by subterranean Termites and its control in Thailand. Wood Research 83: 59 – 139.
- Ugalde L. and Perez O. 2011. Mean Annual Volume Increment of Selected Industrial Species. Working paper on Forest Plantation, FAO. Pp.1-27.

แนวทางสร้างการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิสาหกิจชุมชนเกษตรกร ผู้เลี้ยงครั่ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

Approach to Participation in Community Activities of Lac Farmers: A Case Study of Sobrap District, Lamprang Province.

ทิชา เลหาบุตร¹ (TICHA LAOHABOOT)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงครั่ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ตลอดจนปัญหา อุปสรรคในการดำเนินงาน รวมถึงการสร้างแนวทางการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ให้กับกลุ่มและตัวสมาชิกเอง การศึกษาประกอบด้วย การสัมภาษณ์สมาชิกโดยใช้แบบสอบถาม โดยเก็บข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงครั่งของ เกษตรกร และจากการประชุมกลุ่มและการประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของสมาชิกจาก 4 ตำบล ในพื้นที่อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง จำนวน 140 ตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า จากข้อมูลทั่วไป ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง จำแนกตามช่วงอายุ คือ อายุสูงกว่า 60 ปี มากที่สุด จำแนกตามสถานภาพทางอาชีพ ประกอบอาชีพ เกษตรกรมากที่สุด จำแนกตามรายได้ของครอบครัวของผู้ตอบ มีรายได้ต่อปีของครอบครัวต่ำกว่า 10,000 บาท มากที่สุด จำแนกตามระดับการศึกษา มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษามากที่สุด จำแนกตามลักษณะการเป็นสมาชิกกลุ่มอื่นๆ เป็นสมาชิกสหกรณ์มากที่สุด ปัจจัยที่จะช่วย ส ่ง เ ส ริ ม ให้สมาชิกมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและพึงพอใจแบ่งเป็น ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม คิด พัฒนา ตัดสินใจและร่วมแก้ไข ควรมีการส่งเสริมให้สมาชิกมีโอกาสร่วมประชุมเพิ่มมากขึ้น และให้ มีกระบวนการร่วมตัดสินใจและร่วมรับผลที่ตามมา ปัจจัยด้านผู้นำ สมาชิกมีความศรัทธาเชื่อถือในตัว ผู้นำในระดับมาก ด้านวิสัยทัศน์ ความรับผิดชอบ ความสามารถ ฯลฯ ปัจจัยด้านความพึงพอใจและ แรงจูงใจ สมาชิกมีความคาดหวังในด้านเศรษฐกิจที่ดีขึ้นเป็นหลักจากอาชีพเสริม ปัจจัยด้านการสื่อสาร รับทราบข่าวสารของกลุ่มได้บ้างเป็นบางส่วนจากเพื่อนบ้านและผู้นำกลุ่ม และยังมีสมาชิกส่วนมากที่ยัง ไม่ทราบรายละเอียดต่างๆ ของกลุ่ม

¹ นักเศรษฐศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการประชุมกลุ่มและการประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมพบว่า ความต้องการของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนฯ ด้านการให้บริการของกลุ่ม เช่น การสร้างอำนาจต่อรองทางการตลาดสินค้าครั้ง การได้รับบริการด้านข้อมูลการเลี้ยงครั้งที่เหมาะสม และการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุของต้นจามจุรี และทำการร่วมเสนอแนวคิดในการเสนอแนวทาง ความเป็นไปได้ อุปสรรคของการดำเนินกิจกรรมตามที่สมาชิกมีความต้องการและความประสงค์

คำหลัก: การมีส่วนร่วม ครั้ง วิสาหกิจชุมชน จังหวัดลำปาง

ABSTRACT

The objective of this study was to explore the implementation of the community enterprise of Lac raisers in Sobrap district, Lampang province. Other information on related issue such as problems, difficulties and obstacles concerning to lac raisers's activities were also gathered. The data and information were employed and gathered through designed questionnaire, of 140 samples from 4 sub-districts in Sobrap district, Lampang province.

The results showed that, for general information, the respondents were more male than female. The majority of age group was older than 60 years old. Agriculture (agronomy) was their major occupation and was mostly self-employed with annual household incomes of less than 10,000 baht. Most respondents had elementary educational backgrounds and were cooperative members. For other factor, respondents suggested that there should allow more chances for the members to join the meeting and there should be more decision-making involvement process and they should also accept results of decision-making. The members had confident and trust in their leader in high level in them of vision, responsibility and ability. The members mainly had expectation for their better economic condition. For communication, they occasionally had received some group information from their neighbors and leader but majority of the member did not receive any information.

The results from the group meeting and workshop participation showed that the members required group service such as strengthening negotiation ability on lac marketing, receiving adequate and suitable lac raising information and utilization of mimosa trees extension and participation on providing idea to develop better approaches and possibility to eliminate problems for members in accordance to their liking (requirement).

Keyword: Participation, Lac, Community enterprise, Lampang province

คำนำ

วิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง เป็นกลุ่มวิสาหกิจที่จัดตั้งขึ้นมาได้ระยะเวลาหนึ่ง จากการแนะนำของทางหน่วยงานราชการ และเกิดการประสานงานจากผู้นำในท้องถิ่น และการรวมตัวของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งหลักและมีอาชีพเสริมคือการเพาะเลี้ยงกุ้งเพื่อขาย

ในช่วงระยะเวลา 3-4 ปีที่ผ่านมา ผลผลิตทางด้านการเลี้ยงกุ้งไม่เป็นที่น่าพอใจ ทั้งในด้านราคา ปริมาณ จึงทำให้สมาชิกกลุ่มบางรายทำการตัดต้นจามจุรีเพื่อขายบ้าง การไม่เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มบ้าง จนทำให้การรวมตัวเพื่อดำเนินกิจกรรมกลุ่มวิสาหกิจฯ ที่เป็นไปอย่างหละหลวม

ดังนั้นการศึกษาการสร้างแนวทางการการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สมาชิกตระหนักและเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตน รวมถึงการเข้าร่วมดำเนินกิจกรรมด้านต่างๆ ที่กลุ่มได้ดำเนินการ หรือที่ยังขาดอยู่ ให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อสร้างให้กลุ่มมีความเข้มแข็งเป็นที่พึ่งของหมู่มวลชนสมาชิก และอีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์ต้นจามจุรี และเพิ่มพื้นที่การปลูกตามมา

การศึกษาวิจัยเรื่อง แนวทางสร้างการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง เป็นการศึกษาถึงการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง แนวทางสร้างการมีส่วนร่วม ปัจจัย กิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม และตัวแปรในการสร้างเสริมการมีส่วนร่วมของสมาชิกวิสาหกิจ รวมถึงปัญหาและแนวทางแก้ไขทั้งก่อนและหลังการก่อตั้งกลุ่มวิสาหกิจฯ เพื่อเป็นการหาแนวทางในการกำหนดแผน กลยุทธ์เพื่อการกำหนดทิศทางให้วิสาหกิจแห่งนี้ดำเนินการได้ต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการศึกษาครั้งนี้อาศัยแนวคิดทฤษฎีสันับสนุนและวิธีการที่เกี่ยวข้องตามของเคมมิส และวิลคินสัน (1988) (อ้างถึงใน สมโภชน์. 2548) และสตริงเกอร์ (1999) (อ้างถึงใน สมโภชน์. 2548)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ตลอดจนปัญหา อุปสรรคในการดำเนินงาน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของสมาชิกในการดำเนินงานและพัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชน
3. เพื่อหาแนวทางในการพัฒนากลุ่มให้มีความมั่นคงและเป็นที่พึ่งของมวลหมู่สมาชิก

วิธีการศึกษา

การศึกษา แนวทางสร้างการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยง
ครั้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ได้ใช้วิธีการศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ร่วมกับการ
การวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. ขั้นตอนในการศึกษา

1.1 ประชุมบริบทเบื้องต้น วิเคราะห์ศักยภาพและความเป็นไปได้ในการพัฒนา เก็บข้อมูล
เบื้องต้นจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมกับสมาชิกวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงครั้ง อำเภอสบปราบ จำนวน 2 ครั้ง พร้อมทั้งเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง และการเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตร่วม

1.3 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมเพื่อการวางแผนในการพัฒนาและการบริหารจัดการกลุ่ม

2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยและคณะได้ดำเนินการดังนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากการลงพื้นที่และจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามแบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง

2.3 จัดทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงครั้ง วิเคราะห์และสร้างแนวทางการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของวิสาหกิจชุมชน เพื่อเก็บข้อมูล ความรู้ความเข้าใจ ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนและกลุ่มวิสาหกิจ ความต้องการ และการหาแนวทางต่างๆ

2.4 เก็บรวบรวมข้อมูล แบบสอบถาม ผลสรุปจากการประชุมเชิงปฏิบัติการทั้งหมด และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. ประชากรที่ทำการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการทำการศึกษาแบ่งเป็น 2 กลุ่มจากตัวแทนสมาชิกดังนี้

คัดเลือกสมาชิกวิสาหกิจชุมชนฯ ที่มีการเข้าร่วมกิจกรรมการประชุมและให้ความสนใจและร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของกลุ่ม จากสมาชิก 4 ตำบล เพื่อเป็นตัวแทนในการประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม รวมจำนวนผู้เข้าร่วมประชุมและตอบแบบสอบถามจำนวน 140 คนโดยใช้วิธีการดังนี้

1. ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจงของสมาชิก 4 ตำบลๆ ละ 10 คน รวมจำนวน 40 คน

2. ใช้วิธีการดำเนินการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากสมาชิกจำนวน 200 คนที่ยังมีการติดต่อประสานงานกับกลุ่มวิสาหกิจบ้าง จำนวน 100 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาแนวทางสร้างการมีส่วนร่วมการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสป
ปราบ จังหวัดลำปาง ผู้ศึกษานำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติ โดยมีวิธีการดำเนินการ
ดังนี้

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่เก็บรวบรวมได้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการมีส่วนร่วม ของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูล
ด้วยค่าความถี่และค่าร้อยละ

2.2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลในการเข้าร่วมเป็นสมาชิกในการดำเนินงาน
วิสาหกิจชุมชน วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยพิจารณาตามช่วงคะแนน
ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	ปัจจัยที่มีผลมากที่สุด
-----------	-------------	------------------------

ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	ปัจจัยที่มีผลมาก
-----------	-------------	------------------

ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	ปัจจัยที่มีผลปานกลาง
-----------	-------------	----------------------

ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	ปัจจัยที่มีผลน้อย
-----------	-------------	-------------------

ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	ปัจจัยที่มีผลน้อยที่สุด
-----------	-------------	-------------------------

3. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ใช้วิธีการสรุปด้วยการสังเคราะห์เนื้อหา เมื่อทำการ
วิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตารางข้อมูลและอภิปรายผลเชิงพรรณนา

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการลงพื้นที่ทำการศึกษาในรูปการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วน
ร่วม มีการร่วมประชุมและการเก็บแบบสอบถาม การสัมภาษณ์กับสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกร
ผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสปราบ จังหวัดลำปาง โดยแบ่งผลการวิเคราะห์จากการศึกษาในครั้งนี้จำนวน 3
ด้าน

1. บริบททั่วไปของกลุ่มฯ ความต้องการและความประสงค์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน
เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสปราบ

2. ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมของสมาชิกในการดำเนินงานและพัฒนาากลุ่มวิสาหกิจชุมชน

3. ผลการศึกษาในการวิเคราะห์สถานการณ์และอุปสรรครวมถึงแนวทางการปรับปรุงการ
พัฒนาวิธีการในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ

1. บริบททั่วไปของกลุ่มฯ ความต้องการและความประสงค์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสบปราบ

1.1 บริบทของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

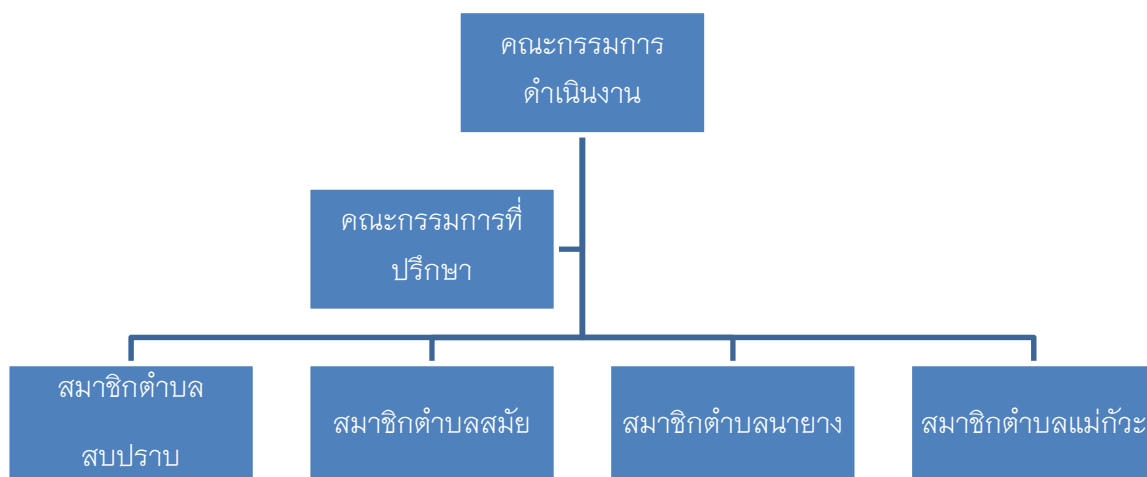
ที่ตั้ง

ข้อมูลพื้นที่ศึกษา อำเภอสบปราบ ตั้งอยู่ในทิศใต้ของจังหวัดลำปาง แบ่งพื้นที่การปกครองเป็น 4 ตำบล 46 หมู่บ้าน โดยมีพื้นที่ทั้งสิ้น 502.46 ตารางกิโลเมตร (314,040 ไร่) มีประชากรอาศัยอยู่ทั้งสิ้น 27,839 คน แยกเป็นชาย 13,730 คน หญิง 14,109 คน จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 8,059 ครัวเรือน (ข้อมูล ณ วันที่ 25 มกราคม 2555)

ประวัติการจัดตั้ง

ประวัติและการก่อกำเนิดกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ได้มีการหารือร่วมกันระหว่างผู้นำชุมชนในท้องถิ่น นายอำเภอสบปราบ และเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง เพื่อให้เกิดการรวมตัวกันของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในอำเภอ ในการดำเนินกิจกรรมทางด้านการผลิต การรวบรวมผลผลิต การจัดจำหน่าย และกิจกรรมการมีส่วนร่วมทางสังคม เพื่อให้เกิดมูลค่าเศรษฐกิจจากอาชีพเสริมให้ครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้นจากอาชีพหลักของเกษตรกรในอำเภอ โดยเริ่มดำเนินการรวมกลุ่มในปี 2553 และดำเนินการจดทะเบียนจัดตั้งวิสาหกิจชุมชนฯ ในวันที่ 2556 มีจำนวนสมาชิกทั้งสิ้น 811 คน จำนวนหุ้น 8,862 หุ้น รวมเป็นเงิน 88,620 บาท

โครงสร้าง



คณะกรรมการดำเนินการ ประกอบด้วย ประธานกรรมการ 1 คน คณะกรรมการดำเนินการ 21 คน การเลือกตั้งประธานกรรมการให้ทำการเลือกตั้งจากคณะกรรมการ และมีตำแหน่งรองประธาน เลขานุการ เหรัญญิก และกรรมการอื่นตามสมควร

คณะกรรมการที่ปรึกษา ประกอบด้วย นายอำเภอสบปราบ สมาชิกสภาจังหวัดเขตอำเภอ สบปราบ เกษตรอำเภอสบปราบ สหกรณ์การเกษตรอำเภอสบปราบ ธนาคารเพื่อการเกษตรและ สหกรณ์การเกษตร สาขาสบปราบ นายกเทศบาลตำบลสบปราบ นายกองค์การบริหารส่วนตำบล ทุกตำบล

สมาชิกวิสาหกิจชุมชน

1. ตำบลสบปราบ จำนวน 254 คน
2. ตำบลสมัย จำนวน 261 คน
3. ตำบลนายาง จำนวน 203 คน
4. ตำบลแม่กัวะ จำนวน 93 คน

การบริหารจัดการ

มีวัตถุประสงค์และการดำเนินกิจกรรมต่างๆดังนี้

1. รวบรวมผลผลิตการเกษตรและผลิตภัณฑ์ของสมาชิกมาจัดการขายหรือแปรรูป ออกขายโดยซื้อหรือรวบรวมผลผลิตจากสมาชิกก่อนผู้อื่น
2. จัดพาหนะเพื่อกิจการตามวัตถุประสงค์ของกลุ่ม
3. จัดให้มีเงินทุนหรือสินเชื่อแก่สมาชิกเพื่อการประกอบอาชีพการเกษตร
4. ให้สวัสดิการและการสงเคราะห์ตามสมควรแก่สมาชิกและครอบครัว
5. การกระทำต่างๆที่ไม่ขัดต่อกฎหมาย ระเบียบ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์หลักของวิสาหกิจชุมชนฯ ทำการรวบรวมครั้งดิบเพื่อส่งขายให้กับพ่อค้า ตัวแทน หรือโรงงาน และกำลังก่อกำเนิดการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้จากต้นจามจุรี เช่น ปุ๋ยหมักจากใบ จามจุรี ผลิตภัณฑ์จากไม้จามจุรี

1.2 ความต้องการและความประสงค์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงครั่ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

1.2.1 ประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้น

จากการประชุมและการสนทนากลุ่มในเบื้องต้นพบว่า สมาชิกมีความเข้าใจ ในหลักการของวิสาหกิจชุมชนเบื้องต้นในเรื่องของ การรวมหุ้น การเข้าประชุม การดำเนินงาน ของกลุ่ม การบริหารจัดการของคณะกรรมการ และหลังจากการเข้าร่วมสนทนากลุ่มของ คณะผู้วิจัย ตัวแทนเกษตรกรอำเภอ และสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ จึงมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นใน

การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของกลุ่ม เช่น การมีกิจกรรมรวมขายผลผลิต การรวมกลุ่ม เพื่อขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งในด้านวิชาการ แหล่งเงินทุน การสร้างรายได้เสริม

จากการใช้วัตถุดิบในการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายในนามของกลุ่ม การรับรู้ถึงหน้าที่การเป็นสมาชิกที่ดีในการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ของกลุ่ม การมีตัวแทนกลุ่มหมู่บ้านละคนเพื่อการประสานงานกับสมาชิก

1.2.2 สรุปความต้องการของสมาชิก

1. ความต้องการให้มีเจ้าหน้าที่ให้ความรู้ในด้านวิชาการในการประกอบอาชีพหลักทางการเกษตรและอาชีพเสริมจากการรวมกลุ่ม

2. ความต้องการเข้าถึงแหล่งเงินทุนเพื่อการประกอบอาชีพเสริมของกลุ่ม

3. ความต้องการในเรื่องการสร้างอำนาจต่อรองทางด้านการตลาดสินค้า

4. ความต้องการในการมีธนาคารเชื่อกู้ยืม

5. ความต้องการในการจัดทำพื้นที่สาธิตการเลี้ยงกุ้งเพื่อการเรียนรู้ในวิธีการเลี้ยงให้ได้ผลผลิตที่คุ้มค่า

6. ความต้องการสร้างรายได้เสริมจากการใช้ประโยชน์วัตถุดิบที่มีอยู่ภายในชุมชน

7. ความต้องการแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร

8. ความต้องการให้มีตัวแทนจัดตั้งจุดรับซื้อผลผลิต

1.2.3 ผลการศึกษาจากความต้องการและความประสงค์ในด้านของความเป็นไปได้ แนวทางการจัดการ และแนวทางการแก้ปัญหาของกิจกรรมต่างๆ ของกลุ่มวิสาหกิจฯ

จากการเข้าร่วมประชุมวิจัยเชิงปฏิบัติการการมีส่วนร่วมของคณะนักวิจัยกับสมาชิกวิสาหกิจฯ ได้ร่วมลงความเห็นในเรื่องความต้องการและความประสงค์ที่จำเป็นและความเร่งด่วนซึ่งนำมาซึ่งความเป็นไปได้ในการจัดทำเป็นแนวทางการจัดการ โอกาสและอุปสรรค เพื่อการบริหารร่วมกันและสร้างความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมของสมาชิก สามารถสรุปได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

ก. ความต้องการในการสร้างอำนาจต่อรองทางการตลาดของสินค้ากุ้งเลี้ยงรวมถึงการจัดตั้งตัวแทนในการรับซื้อผลผลิต

1. โอกาสและจุดแข็ง

1.1 การมีตัวแทนกลุ่มประจำหมู่บ้านที่ช่วยทำหน้าที่ในการประสานงานประชาสัมพันธ์ รวบรวมความต้องการระหว่างสมาชิกกับกลุ่มวิสาหกิจฯ

1.2 กลุ่มโดยคณะกรรมการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับทางโรงงานผู้แปรรูปและรับซื้อครั้งโดยตรง

2. อุปสรรค

- 2.1 ไม่มีความพร้อมในการรวบรวมความต้องการในการขายผลผลิตของสมาชิก
- 2.2 การมีผลผลิตไม่คงที่
- 2.3 การบริหารจัดการของคณะกรรมการ ยังขาดความเป็นมืออาชีพ

3. แนวทางการจัดการ (ยังไม่มีผลการลงความเห็นในแนวทางเลือกนี้)

ข. ความต้องการการรับข้อมูลทางวิชาการจากหน่วยงานที่ให้ความช่วยเหลือ

1. โอกาสและจุดแข็ง

1.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ในฐานะที่เป็นองค์กรจัดตั้งขึ้นตามกฎหมายจึงมีความน่าเชื่อถือในการติดต่อขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานต่างๆ ได้ดีในระดับหนึ่ง

1.2 องค์กรต่างๆ ที่มีความพร้อมในการช่วยเหลือในงานด้านวิชาการมีอยู่หลากหลายหน่วยงาน

2. อุปสรรค

2.1 การกำหนดช่วงเวลาในการรับข้อมูลยังไม่สามารถทำได้โดยง่าย เนื่องจากช่วงเวลาที่เหมาะสมของสมาชิกยังไม่ตรงกัน

2.2 สมาชิกจำนวนหลายรายยังขาดซึ่งความสนใจในการรับข้อมูลทางวิชาการ

3. แนวทางการจัดการ

3.1 คณะกรรมการสำรวจความต้องการการรับข้อมูลทางวิชาการจากสมาชิกโดยผ่านตัวแทนกลุ่มหมู่บ้านเพื่อการมีข้อมูลพื้นฐานในเบื้องต้น

3.2 ทำการศึกษาข้อมูลความต้องการของสมาชิก เรียงลำดับความต้องการหลักและรองตามลำดับ

3.3 สรุปความต้องการของสมาชิกและพิจารณากำหนดแนวทางการรับข้อมูลทางวิชาการโดยคณะกรรมการติดต่อประสานหน่วยงานหน่วยงาน ดำเนินการจัดพร้อมทั้งแจ้งสมาชิกที่มีความประสงค์เพื่อเข้าร่วมรับข้อมูลทางวิชาการ

3.4 ดำเนินจัดการรับข้อมูลทางวิชาการและการส่งเสริมให้สมาชิกใช้ประโยชน์จากข้อมูลทางวิชาการนั้นๆ

ค. ความต้องการสร้างรายได้เสริมจากการใช้ประโยชน์จากไม้จามจุรี

1. โอกาสและจุดแข็ง

1.1 ชุมชนมีวัตถุดิบของไม้จามจุรีที่เพียงพอและยังไม่ได้ใช้ให้เกิดประโยชน์

1.2 เป็นการสร้างรายได้เพิ่มและเป็นแรงจูงใจในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่ได้อย่างคุ้มค่า

1.3 การมีหน่วยงานที่พร้อมให้การสนับสนุนในด้านวิชาการอย่างเพียงพอ

2. อุปสรรค

2.1 ขาดแคลนเงินทุนในการลงทุนของสมาชิกเป็นเบื้องต้น

3. แนวทางการจัดการ

3.1 ศึกษาถึงรูปแบบการผลิต การจัดการ การตลาด เพื่อให้การผลิตสินค้าสามารถสนองตอบความต้องการของลูกค้า

3.2 การติดต่อหน่วยงาน องค์กร หรือคู่ค้า เช่น สหกรณ์ ตัวแทน ที่ทางกลุ่มสามารถประสานงานเพื่อการกระจายสินค้า

3.3 มีการสร้างสินค้าจากไม้จามจุรี (จำฉา) ให้มีความหลากหลายยิ่งขึ้น เพื่อการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างสูงสุด

2. ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมของสมาชิกในการดำเนินงานและพัฒนา กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

1. ข้อมูลทั่วไป

จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 140 คน เป็นเพศชายจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 64.3 มีอายุอยู่ในช่วงสูงกว่า 60 ปี มากที่สุดจำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 42.1 เมื่อแยกตามการประกอบอาชีพแล้ว ผู้ตอบมีอาชีพเกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 80 เมื่อแยกตามระดับรายได้ของครัวเรือนต่อปี ผู้ตอบมีระดับรายได้ต่อปีต่ำกว่า 10,000 บาท มากที่สุดจำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 58.6 ผู้ตอบมีการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษามากที่สุดจำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 58.6 ความถี่ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเมื่อแยกตามการเป็นสมาชิกกลุ่มอื่นๆ โดยผู้ตอบเป็นสมาชิกสหกรณ์มากที่สุดจำนวน 95 คน เมื่อแยกตามการมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจฯ ในช่วง 1 ถึง 2 ปี ผู้ตอบมีส่วนร่วมจำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 50.7 และผู้ตอบไม่เคยมีส่วนร่วมจำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 49.3 ของจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

2. พฤติกรรมการมีส่วนร่วม

ผลการศึกษาในเรื่อง พฤติกรรมการมีส่วนร่วม จะแสดงให้เห็นถึงเรื่องหน้าที่ การมีส่วนร่วมของสมาชิก วิธีการดำเนินการต่างๆ ของกลุ่มฯ ดัง Table ที่ 1-7 ดังนี้

Table 1 Behavior and participation in the duties and samples.

Responsible in the implementation of community enterprise raisers Lac

Sop Prap District, Lampang Province.

Participation behavior	number	percent
Government agencies	8	5.7
board	3	2.1
Representatives or agents	67	47.9
members	62	44.3
sum	140	100

จาก Table ที่ 1 แสดงจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงหน้าที่ความรับผิดชอบในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจฯ เป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้แทนหรือตัวแทนกลุ่มมากที่สุดจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 47.9 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกรองลงมาจำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 44.3 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

Table 2 Participation behavior of a sample of how to create engaging members of the community enterprise raisers Lac Sop Prap District, Lampang Province

Participation behavior	number	percent
A news release	71	50.7
Public learning	25	17.9
Staging a home or community	29	20.7
other	15	10.7
sum	140	100

จาก Table ที่ 2 แสดงจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงวิธีการสร้างการมีส่วนร่วมกับสมาชิกโดยใช้วิธีการใด ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็นว่า กลุ่มใช้วิธีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารมากที่สุดจำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 50.7 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และกลุ่มใช้การจัดเวทีชาวบ้านหรือประชาคมจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 20.7 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

Table 3 Behavior part of the sample, the reasons for attending community Enterprise raisers Lac Sop Prap District, Lampang Province

Participation behavior	number	percent
To increase revenue	84	60
Need technical assistance	6	4.3
Capital requirements	36	25.7
To conserve natural resources	8	5.7
According to the Community	9	4.3
sum	140	100

จาก Table ที่ 3 แสดงจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงเหตุผลในการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจฯ โดยผู้ตอบให้เหตุผลต้องการเพิ่มรายได้จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ของ

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และให้เหตุผลต้องการมีแหล่งเงินทุนเพิ่มจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 25.7 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

Table 4 Behavior part of the sample to the topic of the meeting of community enterprise raisers
Lac Sop Prap District, Lampang Province

Participation behavior	number	percent
General, loan and funding sources	76	54.4
Progress report of the group	17	12.1
Hearing problems, solve problem	31	22.1
Awareness Newsletter	16	11.4
sum	140	100

จาก Table ที่ 4 แสดงจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงหัวข้อการประชุมส่วนใหญ่ เป็นเรื่องทั่วไป, การกู้ยืมและแหล่งเงินทุนจำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 54.3 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และการรับฟังปัญหา หาแนวทางแก้ไขจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 22.1 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

Table 5 The behavior of the sample to participate at the meeting of community enterprise raisers
Lac Sop Prap District, Lampang Province

Participation behavior	number	percent
During the occupation of the vacant post	7	5
Moments after busy daily routine	16	11.4
The exact timing of each session	99	70.7
During other times	18	12.9
sum	140	100

จาก Table ที่ 5 แสดงให้ทราบว่า จำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงช่วงเวลาในการจัดประชุม การประชุมกำหนดเวลาที่แน่นอนในแต่ละครั้งจำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 70.7 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

Table 6 Behavior part of the sample, the source or method of obtaining information meeting of community enterprise raisers Lac Sop Prap District, Lampang Province

Participation behavior	number	percent
From meeting	40	28.6
Voice announcements	65	46.4
Notice buzz	35	25
sum	140	100

จาก Table ที่ 6 แสดงให้ทราบว่า จำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงเรื่องแหล่งข้อมูลข่าวสารการประชุมที่สมาชิกได้รับ การประกาศเสียงตามสายจำนวน 65 คน จากการประชุมจำนวน 40 คน จากการบอกกล่าวปากต่อปากจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 46.4, 28.6 และ 25 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ตามลำดับ

Table 7 Behavior involved a review of a sample to the administration of Officers of community enterprise raisers Lac Sop Prap District, Lampang Province That will result in success

Participation behavior	number	percent
Transparent	69	49.3
Opportunities to participate	12	8.6
responsibility	12	8.6
Managed effectively	16	11.4
Sending the data thoroughly	31	22.1
sum	140	100

จาก Table ที่ 7 แสดงจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นถึงการบริหารงานของผู้นำกลุ่มวิสาหกิจที่จะส่งผลให้เกิดความสำเร็จ ความโปร่งใสจำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 49.3 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารอย่างทั่วถึงจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 22.1 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

3. ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลในการเข้าร่วมเป็นสมาชิกในการดำเนินงาน
วิสาหกิจชุมชน

Table 8 Participation in development thinking. Joint decision of samples

Participation idea developed jointly decided	average	S.D.	degree
1 participated in the establishment of the group	2.74	1.24	moderate
2 Take part in the selection process to nominate candidates to be elected to the board	2.61	1.28	moderate
3 Participating in drafting regulations Group	1.97	1.17	little
4 Participate in the review and evaluation of the implementation of the sector	2.26	1.24	little
5 Join the monthly meeting Annual agenda of the group consistently and regularly	2.69	1.41	moderate

จาก Table ที่ 8 ศึกษาพบว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนให้ความสนใจถึง การมีส่วนร่วมในการคิดพัฒนา ร่วมตัดสินใจ โดยมีความคิดเห็นว่า การมีส่วนร่วมในการจัดตั้งกลุ่มฯ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (2.74) อยู่ในระดับปานกลาง และการมีส่วนร่วมในการร่างระเบียบข้อบังคับกลุ่มฯ มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด (1.97)

Table 9 Averages , standard deviation and degree Leadership that affect participation

Leadership that affect participation	average	S.D.	degree
1 Leader or representative of a selfless work for the group	3.1	1.3	moderate
2 Leaders or representatives of a great vision	3.21	1.18	moderate
3 Leaders or representatives Ability	3.02	1.24	moderate
4 Leader or representative of your idea group	2.89	1.14	moderate
5 Leaders or representatives are responsible	3.04	1.21	moderate

จาก Table ที่ 9 ศึกษาพบว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนให้ความสนใจถึง ผู้นำที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของสมาชิก โดยมีความคิดเห็นว่า ผู้นำหรือตัวแทนกลุ่มมีวิสัยทัศน์ที่ดี มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.21) อยู่ในระดับปานกลาง และผู้นำหรือตัวแทนกลุ่มยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกมีค่าเฉลี่ยน้อยสุด (2.89)

Table 10 Averages , standard deviation the incentive to participate

The incentive to participate	average	S.D.	degree
1 The merger will enable the enterprise to solve your trouble	3.12	1.22	moderate
2 Is interested in joining the group's enterprises to solve your trouble	3.27	1.26	moderate
3 Is proud to participate in the implementation of joint responsibility and development activities of the group	3.36	1.25	moderate
4 Those members to respect mutual respect	3.28	1.18	moderate
5 Receive financial rewards or better after joining the group	3.15	1.15	moderate

จาก Table ที่ 10 ศึกษาพบว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนให้ความสนใจถึง แรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของสมาชิก โดยมีความคิดเห็นว่า มีความภาคภูมิใจที่ได้เข้ามีส่วนร่วมในการดำเนินร่วมรับผิดชอบและพัฒนากิจกรรมของกลุ่มฯ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.36) อยู่ในระดับปานกลาง และการรวมตัวเป็นกลุ่มวิสาหกิจจะช่วยแก้ปัญหาด้านความเดือดร้อนของสมาชิกได้ มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด (3.12)

Table 11 Averages , standard deviation and degree the sharing of information

The sharing of information	average	S.D.	degree
1 With the introduction of information and assistance regularly	3.09	1.26	moderate
2 Has the ability to be well informed and understand the information	3.05	1.24	moderate
3 Carry a diverse and fast news release	2.99	1.27	moderate
4 Evenly distributed information to all members	3.06	1.34	moderate
5 Comment and contribute to a return to the Committee has always been known	2.79	1.26	moderate

จาก Table ที่ 11 ศึกษาพบว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนให้ความสนใจถึง การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร โดยมีความคิดเห็นว่า ผู้นำหรือตัวแทนกลุ่มมีการแนะนำและช่วยเหลือด้านข้อมูลข่าวสารอย่าง

สม่ำเสมอ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.09) อยู่ในระดับปานกลาง และสามารถแสดงความคิดเห็น และร่วมให้ข้อมูลความต้องการกลับไปยังคณะกรรมการ มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด (2.79)

สรุปผล

การศึกษาเรื่อง แนวทางสร้างการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังนี้ 1. เพื่อศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ตลอดจนปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน 2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของสมาชิกในการดำเนินงาน และพัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชน 3. เพื่อหาแนวทางในการพัฒนากลุ่มให้มีความมั่นคงและเป็นที่พึงของหมู่บ้านสมาชิก สามารถสรุปผลพร้อมทั้งข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

สรุปผล

1 จากการศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง พบว่า

1.1 วิสาหกิจชุมชนฯ ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2553 ซึ่งมีระยะเวลาไม่นานซึ่งทำให้กลุ่มฯยังไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานเท่าที่ควรซึ่งจะเห็นได้จาก จำนวนสมาชิกที่มีแนวโน้มลดลง และการคงที่ของจำนวนเงินทุน (หุ้นสามัญ)

1.2 สมาชิกมีความรู้ความเข้าใจในหน้าที่ของตน และความพร้อมที่จะมีส่วนร่วมกับกลุ่มฯ ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ยังเป็นการมีส่วนร่วมแบบหลวมๆ ไม่ชัดเจนในบทบาทของตนเอง การมีส่วนร่วมต้องใช้การชักชวนหรือแนะนำจึงจะทำให้มีการเข้าร่วม

1.3 สมาชิกโดยส่วนใหญ่ เป็นผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปี (คิดเป็นร้อยละ 42.1) และมีอาชีพเป็นเกษตรกร (ร้อยละ 80)

1.4 การดำเนินงานของกลุ่มฯ ยังไม่มีกิจกรรมต่างๆ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ที่ตอบสนองความต้องการของสมาชิกได้เพียงพอ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

1.5 คณะกรรมการมีบทบาทการบริหารงานที่ดี มีความเสียสละ แต่ยังขาดความสามารถในการประชาสัมพันธ์ การปฏิบัติงาน การดำเนินกิจกรรมของกลุ่มฯ ลงสู่สมาชิก

1.6 วิสาหกิจชุมชนฯ ยังไม่มีเจ้าหน้าที่ในการจัดการ เพื่อบริการให้กับสมาชิก เช่น ฝ่ายการตลาด ฝ่ายบัญชี และยังดำเนินการโดยใช้คณะกรรมการในการให้บริการแก่สมาชิก

2. ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของสมาชิก จากการศึกษาพบว่า

2.1 ปัจจัยด้านผู้นำ ผู้นำที่มีวิสัยทัศน์ ความรับผิดชอบ ความสามารถ มีความโปร่งใส จะช่วยให้สมาชิกมีความมั่นใจในการดำเนินงาน การบริหารงาน และเป็นตัวแทนสมาชิกได้

2.2 ปัจจัยด้านการสื่อสาร การมีการประชาสัมพันธ์ที่ทั่วถึง มีรูปแบบที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จะมีผลให้สมาชิกเกิดรับรู้ ความเข้าใจ นำสู่การปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน

2.3 ปัจจัยด้านความพึงพอใจ แรงจูงใจ การสร้างแรงจูงใจทางด้านรายได้ (พฤติกรรม การมีส่วนร่วมของสมาชิกถึงเหตุผลการเข้าร่วมกลุ่มที่มีความต้องการเพิ่มรายได้ คิดเป็นร้อยละ 60) จะส่งต่อการร่วมกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่นๆ ที่กลุ่มฯ ได้กำหนดขึ้นมาเพื่อเพิ่มรายได้เสริมให้กับสมาชิก

2.4 ปัจจัยด้านการร่วมคิดร่วมตัดสินใจ การร่วมพิจารณา รับรู้ผลการดำเนินงาน จะช่วยให้สมาชิกเกิดการยอมรับในผลได้และผลเสียที่เกิดขึ้นของกลุ่มฯ

ปัจจัยดังกล่าวข้างต้น จะมีผลเป็นแรงผลักดันให้สมาชิก เกิดการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง และเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ เป็นประจำสม่ำเสมอ ร่วมรับผลที่เกิดขึ้น รวมถึงการรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเองตามที่กลุ่มฯ ได้กำหนดหน้าที่ให้กับสมาชิกในกิจกรรมด้านต่างๆ

3. แนวทางพัฒนากลุ่มฯให้เกิดความเข้มแข็ง มั่นคง เป็นที่พึ่งของหมวดมวลสมาชิก

จากผลการศึกษาพบว่า การจะสร้างแนวทางในการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชน เกษตรกรผู้เลี้ยงครั่ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ให้ดำเนินงานได้อย่างประสบผลสำเร็จ จะต้องเกิดจากความร่วมมือของสมาชิกเป็นหลักสำคัญ แต่จะต้องมีการสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิกก่อนเป็นลำดับแรก ในด้านการเพิ่มรายได้ การพัฒนาความรู้ในอาชีพการเลี้ยงครั่ง ส่วนคณะกรรมการบริหารงาน ควรต้องมีการบริหารงานที่เป็นมืออาชีพ ความรวดเร็วพร้อมความถูกต้องโปร่งใส เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ทางการตลาดที่เปลี่ยนแปลง และเมื่อกลุ่มฯมีสถานการณ์ ข่าวสาร ข้อมูลต่างๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อสมาชิก ควรต้องมีการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึงและเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน อีกทั้งการกระจายอำนาจการตัดสินใจและการเสนอขอความเห็น ที่จะส่งผลต่อการดำเนินงานของกลุ่มฯ เพื่อให้สมาชิกร่วมรับทั้งผลได้และผลเสียที่เกิดขึ้น และควรมีกระบวนการพัฒนาที่ต่อเนื่องเพื่อสร้างแนวทางการดำเนินงานของกลุ่มให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาและข้อเท็จจริงที่ได้รับจากการศึกษา ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นการเสนอแนวทางสร้างการมีส่วนร่วมของสมาชิกให้เกิดขึ้นและเกิดความยั่งยืน ดังนี้

1. ข้อเสนอเชิงนโยบาย

1) ภาครัฐโดยเฉพาะหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีนโยบายที่ชัดเจนในการช่วยเหลือดูแล สนับสนุนเงินทุนต่างๆอย่างพอเพียง รวมถึงบุคลากรที่พอเพียงในการเป็นพี่เลี้ยงให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ

2) ควรมีหน่วยงานที่ทำการศึกษาวิจัยถึงสภาพปัญหา ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยง ดูแลและพัฒนาพันธุ์ครั่งให้มีผลผลิตที่มีคุณภาพและมีประสิทธิผล เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงครั่งนำไปปรับปรุงพัฒนาผลผลิตของตนเองต่อไป

2. ข้อเสนอเชิงปฏิบัติการ

1) การพัฒนาและสร้างแนวทางการบริหารงานกลุ่มรวมถึงการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ควรเริ่มจากตัวสมาชิกส่งผ่านตัวแทนกลุ่มรวมไปถึงคณะกรรมการที่เป็นผู้บริหาร เพื่อให้รู้ถึงความต้องการที่แท้จริงของสมาชิกและสามารถตอบสนองตรงตามความต้องการ

2) ด้วยปัจจัยทางด้านอายุของสมาชิก (มีอายุอยู่ในช่วงสูงกว่า 60 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.1) จึงควรที่คณะกรรมการกลุ่มต้องเร่งสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องการบริหารจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ให้กับสมาชิกรุ่นใหม่ๆ และการเปิดรับสมาชิกเพิ่มเติม เพื่อสร้างแรงผลักดันในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มต่อไป

3) ด้วยปัจจัยทางด้านรายได้ของสมาชิกกลุ่มฯ ที่สมาชิกส่วนมาประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก และมีรายได้ต่อครัวเรือนอยู่ในระดับต่ำ (ระดับรายได้ต่อปีต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 58.6) และ (พฤติกรรมการมีส่วนร่วมของสมาชิกถึงเหตุผลการเข้าร่วมกลุ่มที่มีความต้องการเพิ่มรายได้ คิดเป็นร้อยละ 60) จึงควรที่จะมีการจัดการในเรื่องการทำอาชีพเสริมจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น การทำปุ๋ยจากใบจามจุรี การทำถ่านหรือเชื้อเพลิงจากลำต้นและกิ่งก้าน หรือกิจกรรมอื่นๆเพิ่มเติม เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ อีกทางหนึ่ง

4) ควรมีการจัดการศึกษาดูงาน การเชิญผู้มีประสบการณ์ในการเป็นที่ปรึกษา การสื่อสารข้อมูลที่เป็นไปในทางเดียวกัน เพื่อให้การดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีแนวทางที่ถูกต้องและชัดเจนตามรูปแบบการบริหารงานของธุรกิจหรือวิสาหกิจอื่นๆที่เป็นสากล

5) กลุ่มฯ ควรมีการหาแหล่งเงินทุน แหล่งเงินทุนเพิ่มเติม (พฤติกรรมการมีส่วนร่วมที่รับทราบถึงหัวข้อหรือเรื่องในการประชุมส่วนใหญ่เป็นเรื่องเงินทุน คิดเป็นร้อยละ 54.4) เพื่อเป็นการส่งเสริมให้สมาชิกสามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทางเศรษฐกิจที่กลุ่มได้วางนโยบายไว้ได้อย่างราบรื่นและมีความสำเร็จ

6) กลุ่มฯ ควรมีการจัดจ้างฝ่ายจัดการ การตลาด บัญชี ในการจัดการดำเนินงานของกลุ่มฯ เพื่อให้เกิดความโปร่งใส ความรวดเร็วเพื่อการตอบสนองความต้องการให้กับสมาชิกได้ตรงตามวัตถุประสงค์

3. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับ ประสิทธิภาพในการบริหารงานของคณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างมีกระบวนการและมีบูรณาการ

กิตติกรรมประกาศ

งานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์เป็นอย่างดียิ่งจากท่าน อธิบดีกรมป่าไม้ ท่านผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ท่านผู้อำนวยการกลุ่มงานเศรษฐกิจป่าไม้ ในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา จนกระทั่งการศึกษานี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ สำนักงานเกษตรอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงครั่ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล สถานที่ในการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ กำหนด ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน ผู้นำกลุ่มตัวแทนวิสาหกิจผู้เลี้ยงครั่ง ในการติดต่อนัดแนะ รวบรวม สมาชิกวิสาหกิจเพื่อการประชุมและตอบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณสมาชิกวิสาหกิจผู้เข้าร่วมประชุม ตอบแบบสอบถามทุกท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่า ในการเข้าร่วมประชุม และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษานี้

ท้ายสุดนี้ หากมีสิ่งใดขาดตกบกพร่องและสิ่งผิดพลาดประการใด ผู้ศึกษาขออภัยเป็นอย่างสูง ในข้อบกพร่องและผิดพลาด และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าในระดับต่างๆและความรู้ที่ได้จะสามารถนำไปอ้างอิงให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เคมีส และวิลคินสัน. 1988. อ้างโดย. สมโภชน์ อเนกสุข. 2548. การวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม.

วารสารและวัดผลวิจัยการศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมีนาคม 2548.

สตริงเกอร์. 1999. อ้างโดย. สมโภชน์ อเนกสุข. 2548. การวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม.วารสารและ

วัดผลวิจัยการศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมีนาคม 2548.

รายงานฉบับสมบูรณ์
แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สัก
ในจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี

Soil Suitability Map for Teak Plantation
in Buriram and Ubon Ratchathani Provinces

นางวิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์ ¹	(WILAWAN WICHINNOPPARAT)
นางมยุรี วรรณพินิจ ¹	(MAYUREE WANPINIT)
นายธิตี วิสารัตน์ ²	(THITI VISARATANA)
นายบพิตร เกียรติวุฒินนท์ ¹	(BOPIT KIETVUTTINON)
ดร. อิवाโอะ โนดะ ³	(DR. IWAO NODA)
นายสมศักดิ์ สุขจันทร์ ⁴	(SOMSAK SUKCHAN)
นางสาวอมรรัตน์ สะสีสังข์ ⁵	(AMORN RAT SASRISANG)
นายันทวุฒิ สุนทรวิทย์ ⁶	(NUNTAWOOT SOONTHORNWIT)

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานีมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณสมบัติของดินสำหรับความเหมาะสมต่อการปลูกไม้สักในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี ดำเนินการโดยการรวบรวมข้อมูลกลุ่มชุดดิน โดยกำหนดชั้นความเหมาะสมตามคุณสมบัติของดินสำหรับปลูกไม้สัก เป็น 5 ชั้น ได้แก่ 1) ดินมีความเหมาะสมมากที่สุด

¹ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนา

² ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยการจัดการป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

³ ส่วนการป่าไม้ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศไทย

⁴ นักสำรวจดินชำนาญการพิเศษ สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน

⁵ นักวิชาการป่าไม้ปฏิบัติการ สำนักจัดการป่าชุมชน

⁶ นักวิชาการป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

2) ดินมีความเหมาะสมดี 3) ดินมีความเหมาะสมปานกลาง 4) ดินมีความเหมาะสมน้อย และ 5) ดินไม่มีความเหมาะสม จัดทำแผนที่ต้นร่างความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก นำข้อมูลจุดที่เกษตรกรปลูกไม้สักของกรมป่าไม้มาทำการซ้อนทับลงบนแผนที่ต้นร่างความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก คัดเลือกแปลงตัวอย่างและสำรวจการเจริญเติบโตของไม้สักในภาคสนาม กำหนดชั้นการเจริญเติบโตของไม้สักระดับตามลักษณะชั้นคุณภาพพื้นที่ตามตารางผลผลิตของสวนป่าไม้สักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตรวจสอบลักษณะดินโดยการเจาะด้วยสว่านเจาะดินถึงความลึกประมาณ 100-120 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่างดิน และทำการปรับปรุงข้อมูลหน่วยแผนที่ความเหมาะสมของดินให้สมบูรณ์ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ผลปรากฏว่า ดินที่พบในจังหวัดอุบลราชธานีมีกลุ่มชุดดิน จำนวน 30 กลุ่ม มีพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด 128,533 ไร่ หรือร้อยละ 1.30 มีพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมดี 14,167 ไร่ หรือร้อยละ 0.15 และมีพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมปานกลาง 5,295,459 ไร่ หรือร้อยละ 53.82 ดินที่พบในจังหวัดบุรีรัมย์ มีกลุ่มชุดดิน จำนวน 31 กลุ่ม มีพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด 260,556 ไร่ หรือร้อยละ 4.04 มีพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมดี 375,752 ไร่ หรือร้อยละ 5.87 และมีพื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมปานกลาง 3,156,108 ไร่ หรือร้อยละ 48.92

คำสำคัญ: ไม้สัก แผนที่ดินแสดงความเหมาะสม บุรีรัมย์ อุบลราชธานี

ABSTRACT

The study of soil suitability map for teak plantation in Buriram and Ubon Ratchathani Provinces was carried out to classify the soil suitability class for teak plantation in Buriram and Ubon Ratchathani Provinces. The soil groups in both provinces were compiled and classified into 5 suitability classes; 1) very well suited soil 2) well suited soil 3) moderately suited soil 4) poorly suited soil and 5) unsuited soil. The soil information were used to draw the draft of soil suitability map for teak plantation in Buriram and Ubon Ratchathani Provinces The locations of teak plantation of the farmers under the Royal Forest Department Promotion Program were overlain on the map which later used to select sample plots in each suitability class for growth measurement. The soil suitability class was scored for each sampling plot using the height of dominant trees following the site index as in the yield table of teak plantation in the northeast of Thailand. The soil sampling at the depth of 100-120 cm or to rock layer by using soil auger was conducted to study soil characteristics. The growth and soil information were used for readjusting soil suitability map for

teak plantation in Buriram and Ubon Ratchathani Provinces. The results showed that there were 30 soil groups found in Buriram province. The area of very well suited soil was 128,533 rai or 1.30 percent. The area of well suited soil was 14,167 rai or 0.15 percent and the area of moderately suited soil was 5,295,459 rai or 53.82 percent. There were 31 soil groups found in Ubon Ratchathani province. The area of very well suited soil was 260,556 rai or 4.04 percent. The area of well suited soil was 375,752 rai or 5.87 percent and the area of moderately suited soil was 3,156,108 rai or 48.92 percent.

Keywords: teak, soil suitability map, Buriram, Ubon Ratchathani

คำนำ

ไม้สักเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีผู้นิยมปลูกเป็นสวนป่ามากชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีราคาสูง เป็นที่ต้องการของตลาด เพราะมีผลผลิตสวยงามและมีความทนทาน แต่การปลูกไม้สักเป็นการลงทุนระยะยาวที่ใช้ต้นทุนในการดำเนินการสูง ซึ่งบางครั้งอาจประสบปัญหาและเผชิญกับความเสี่ยงในหลายๆ ด้าน เช่น ปัญหาไฟป่า โรค และแมลง เป็นต้น ดังนั้น การปลูกสวนป่าให้ได้ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้จึงต้องมีการวางแผนการดำเนินการอย่างถูกต้อง รอบคอบ และเหมาะสม โดยจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทุกประการซึ่งมีอยู่หลายด้านด้วยกัน ประกอบด้วย การคัดเลือกพันธุ์กรรมที่ดี สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น ลักษณะพื้นที่ ลักษณะดิน ภูมิอากาศ เป็นต้น และการจัดการที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งถ้ามีการคัดเลือกชนิดไม้ปลูกที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ต้นไม้จะมีการเจริญเติบโตดี และมีอัตราการรอดตายสูง ในทางตรงข้าม หากพื้นที่ไม่เหมาะสมกับชนิดไม้ที่ปลูก ต้นไม้ อาจมีการรอดตายที่ต่ำหรือมีการพัฒนาและการเจริญเติบโตที่ช้า ส่งผลให้การปลูกสวนป่าไม่สำเร็จตามที่คาดหวังไว้

ปัจจัยแวดล้อมที่ควบคุมผลผลิตของการปลูกป่าไม้เศรษฐกิจมีหลายประการดังได้กล่าวมาแล้วนั้น ในบรรดาปัจจัยทั้งหลาย ปัจจัยดินนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งประการหนึ่ง เนื่องจากดินเป็นที่ยึดเกาะของรากพืช เป็นแหล่งกักเก็บน้ำ และอากาศซึ่งมีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของพืช และยังเป็นแหล่งธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้เพื่อการเติบโต ซึ่งต้นไม้ที่ปลูกในดินที่มีสภาพแตกต่างกันก็จะได้ผลผลิตที่ต่างกันไป หากปลูกต้นไม้ในสภาพพื้นที่ดินที่มีความเหมาะสมแก่ต้นไม้ จะทำให้ได้รับผลผลิตสูงตามที่คาดหวังไว้ อย่างไรก็ตามในสภาพปัจจุบันพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มีจำกัด การดำเนินการปลูกสวนป่าจึงมิได้ดำเนินการในพื้นที่ที่เหมาะสมเสมอไป

ไม้สักที่ขึ้นในสภาพตามธรรมชาติสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีรูปแบบทางธรณีวิทยาที่แตกต่างกัน ซึ่งการเจริญเติบโตจะดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของดิน อาทิเช่น ความลึก โครงสร้าง ความพรุน การระบายน้ำ ความสามารถในการเก็บกักความชื้น เป็นต้น ไม้สักชอบดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย ตามปกติไม้สักสามารถเจริญเติบโตและมีการพัฒนาได้ดีในดินที่มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5-7.5 การปลูกไม้สักควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีน้ำขัง ดินตื้นและดินมีการอัดตัวกันแน่น ไม้สักจะหยุดชะงักการเจริญเติบโตในพื้นที่ที่เป็นดินลูกรัง (laterite soil) แม้ว่าดินบางส่วนจะไม่เกิดการอัดตัวก็ตาม ไม้สักเป็นพันธุ์ไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีแคลเซียม (calicicolous species) หรือดินชนิดอื่นที่มีปริมาณแคลเซียมสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้อื่น ไม้สักต้องการแคลเซียมในปริมาณที่มากกว่าเพื่อการพัฒนาและการเจริญเติบโต ต้นสักเมื่ออายุน้อยจะแตกรากขนอ่อนเป็นจำนวนมากในดินชั้นบนสุดในระหว่างฤดูฝน และรากส่วนมากจะตายในฤดูแล้งและต้นสักจะพัฒนารากใหม่ในดินชั้นลึกลงไป จึงมีความต้องการดินที่มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ (White, 1991) ในระยะแรกของการเจริญเติบโตรากแก้วของต้นสักมีการพัฒนาอยู่ภายในดินส่วนลึกและเป็นส่วนที่สำคัญในการดูดน้ำของต้นสัก ต้นสักเมื่ออายุมากจะมีรากแก้วที่ยาวแต่ไม่หนามาก ปริมาณน้ำในดินมีผลต่อปริมาณและการกระจายของรากที่ทำหน้าที่ดูดน้ำในดิน การพัฒนาของรากไม้สักในดินตะกอนแม่น้ำที่มีน้ำขังและในดินเหนียวจะเกิดการชะงักงันและรากแก้วพัฒนาได้น้อยมาก (Kadambi, 1972) ไม้สักสามารถขึ้นได้ในสภาพทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน มีปริมาณน้ำฝนรายปีอยู่ระหว่าง 700-2,000 มิลลิเมตร

กรมป่าไม้ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของไม้สัก และคุณสมบัติต่างๆ ของดิน พบว่า คุณสมบัติของดินที่มีความสัมพันธ์ต่อการเติบโตของไม้สัก ประกอบด้วย pH ของดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และความอิ่มตัวด้วยด่าง (พรพรรณ และ วิลาวัณย์, 2537) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในดินที่ย่อยสลายจากหินปูนจะมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการปลูกไม้สักได้ดีถึงดีมาก

ที่ผ่านมากรมป่าไม้ และ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศไทย (JIRCAS) ได้ร่วมกันจัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจปลูกไม้สัก ซึ่งได้ดำเนินการและจัดพิมพ์เอกสารเผยแพร่เสร็จสิ้นแล้วจำนวน 2 เล่ม ได้แก่ แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักในจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดหนองบัวลำภู (โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้ และ JIRCAS, 2555) และแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักในจังหวัดชัยภูมิและจังหวัดขอนแก่น (โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้ และ JIRCAS, 2558) และสำหรับการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักในจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานีนี้ได้ดำเนินการเพิ่มเติมโดยใช้วิธีการและข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักในจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดชัยภูมิ และ

จังหวัดขอนแก่น เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้มีความประสงค์จะปลูกสวนป่าไม้สัก รวมถึงเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะใช้ประกอบการวางแผนการและตัดสินใจดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จต่อไป ซึ่งในการจัดทำแผนที่นี้ได้ใช้ข้อมูลชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยแบ่งชั้นความเหมาะสมเป็น 5 ระดับ แยกตามชุดดินต่างๆ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการคัดเลือกชั้นความเหมาะสมของดินในพื้นที่จังหวัดอื่นๆ ที่มีลักษณะชุดดินแบบเดียวกันได้ด้วย

วิธีการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลกลุ่มชุดดิน ซึ่งเป็นข้อมูลมาตราส่วน 1/50,000 จังหวัดบุรีรัมย์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2533) และจังหวัดอุบลราชธานี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2533) รวมทั้งข้อมูลขอบเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม และเตรียมข้อมูลให้อยู่ในระบบภูมิสารสนเทศ
2. ทำการจัดชั้นความเหมาะสมของดิน สำหรับการปลูกไม้สัก โดยยึดเกณฑ์ชั้นความเหมาะสมตามผลการศึกษาความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักบริเวณจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำภูจังหวัดขอนแก่น และจังหวัดชัยภูมิเป็นแนวทางเพื่อทำการบันทึกชั้นความเหมาะสมลงในตารางข้อมูล
3. ทำการแปลงข้อมูลจากตารางเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ จะได้แผนที่ต้นร่างความเหมาะสมของดิน สำหรับการปลูกไม้สักจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี
4. นำข้อมูลจุดที่เกษตรกรปลูกไม้สัก (กรมป่าไม้) มาทำการแปลงข้อมูลจากข้อมูลตารางไปเป็นข้อมูลที่เป็นจุดในระบบภูมิสารสนเทศ (โดยอาศัยจุดพิกัดที่บันทึกไว้) แล้วทำการซ้อนทับ (overlay) ลงบนแผนที่ต้นร่างความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก ซึ่งจะได้ทราบว่าไม้สักของเกษตรกรอยู่บริเวณใดบ้าง และอยู่ในระดับความเหมาะสมสำหรับปลูกไม้สักในระดับใด
5. กำหนดจุดตรวจสอบ ความสอดคล้องของการเจริญเติบโตของไม้สักในพื้นที่จริงกับข้อมูลต้นร่างแผนที่ความเหมาะสมสำหรับการปลูกไม้สัก โดยกำหนดจุดที่จะไปตรวจสอบในสนาม ให้กระจายตัวครอบคลุมทุกๆ หน่วยแผนที่ โดยจุดที่จะเลือกเพื่อไปสำรวจสนามนั้น เมื่อกำหนดแล้วจะทำการตรวจสอบกับภาพจากดาวเทียม ในข้อมูลของ Google earth ด้วย เพื่อให้มั่นใจว่าแปลงไม้สักยังคงอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเสียเวลา หากไม้สักแปลงนั้นถูกตัดไปแล้ว
6. เดินทางไปสนาม ตามจุดที่กำหนด ตรวจสอบลักษณะดินโดยทำการเจาะด้วยสว่านเจาะดินถึงความลึกประมาณ 100 – 120 เซนติเมตร หรือจนกว่าจะถึงชั้นหินแข็ง นำตัวอย่างดินมาเรียงตามความลึก แล้วบันทึกภาพ บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่างดิน ตามชั้นของดินใส่ถุงพลาสติก บันทึกลักษณะการเจริญเติบโตของไม้สัก ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) และความสูง จากนั้น ให้คะแนนความเหมาะสมของดินโดยใช้ความสูงของไม้เด่นเปรียบเทียบกับผลตารางที่แสดงไว้ในตารางผลผลิตของสวนป่า

ไม้สักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้และ JIRCAS, 2554) และพิจารณาความสอดคล้องของหน่วยแผนที่ความเหมาะสมกับลักษณะการเจริญเติบโตของไม้สัก หากบริเวณใดพบว่าหน่วยแผนที่ความเหมาะสม ไม่สอดคล้องกับความเจริญเติบโตของไม้สัก ก็จะทำให้การสุ่มหาตัวอย่างใหม่ในหน่วยแผนที่เดียวกัน 3 – 5 แปลง เพื่อปรับปรุงชั้นความเหมาะสมของแผนที่ให้สอดคล้องกับลักษณะการเจริญเติบโตของไม้สักที่เป็นจริง

7. ทำการปรับปรุงข้อมูลหน่วยแผนที่ความเหมาะสมให้สมบูรณ์ทั้งจังหวัดด้วยระบบภูมิสารสนเทศ แล้วทำเป็นแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักคำนวณพื้นที่ จัดทำแผนที่เพื่อการพิมพ์ผล

8. จัดทำตัวอย่างหน้าตัดดินจำลองขนาดเล็ก (micromonolith) เพื่อให้เห็นลักษณะของดิน

9. สรุปและเขียนรายงาน

สถานที่ศึกษา

พื้นที่ดำเนินการ 2 จังหวัด คือ จังหวัดบุรีรัมย์ ครอบคลุมพื้นที่ 6,451,803 และจังหวัดอุบลราชธานี ครอบคลุม พื้นที่ 9,840,531 ไร่ ดัง Figure 1

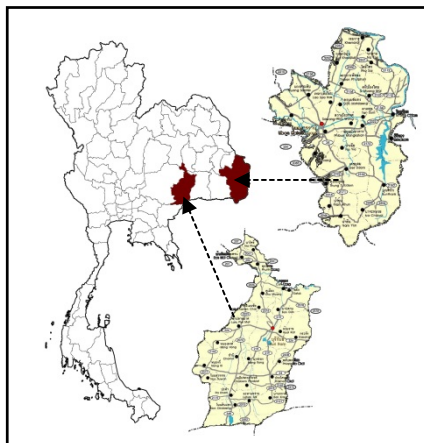


Figure 1 พื้นที่ดำเนินการ บริเวณจังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดบุรีรัมย์

ชั้นความเหมาะสมของดิน

ชั้นความเหมาะสมของดิน จากการศึกษาความเหมาะสมของดินมี 5 ชั้น ดังนี้

- 1) ดินมีความเหมาะสมมากที่สุด (very well suited soil)
- 2) ดินมีความเหมาะสมดี (well suited soil)
- 3) ดินมีความเหมาะสมปานกลาง (moderately suited soil)
- 4) ดินมีความเหมาะสมน้อย (poorly suited soil)
- 5) ดินไม่มีความเหมาะสม (unsuited soil)

ชั้นความเหมาะสมของดินที่ 1 เป็นชั้นที่มีความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการปลูกไม้สักดีที่สุดที่สุด กล่าวคือ ไม่มีข้อจำกัด (limitation) ของชั้นดิน และดินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดเล็กน้อยได้ถูกจัดไว้ในชั้นที่มีความเหมาะสมที่ 1 ด้วย

ชั้นความเหมาะสมของดินที่ 2 เป็นชั้นที่มีความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการปลูกไม้สักที่มีข้อจำกัดของชั้นดินบางประการ เช่น มีธาตุอาหารในดินน้อยเกินไป

ชั้นความเหมาะสมของดินที่ 3 และ 4 เป็นชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ที่สามารถปรับปรุงแก้ไขคุณสมบัติของดิน โดยการจัดการดิน เช่น การใส่ปุ๋ย การปลูกพืชตระกูลถั่วควบกับไม้สัก เพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เหมาะสมมากขึ้น ซึ่งจะทำให้สวนป่ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มมากขึ้น

ชั้นความเหมาะสมของดินที่ 5 ซึ่งเป็นชั้นที่ดินไม่มีความเหมาะสมนั้น หมายความว่าไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขโดยวิธีการจัดการดินได้ จึงไม่ควรใช้ปลูกไม้สักในพื้นที่นี้

ข้อจำกัดของชั้นความเหมาะสม

ข้อจำกัดของชั้นความเหมาะสมที่พบมีดังนี้

- a เป็นกรดเล็กน้อยสำหรับไม้สัก
- d มีปัญหาการระบายน้ำ ดินเปียกเกินไป สำหรับไม้สัก
- f มีปัญหาน้ำท่วม
- g มีการรบกวนหรือดินตื้น
- n สถานะของธาตุอาหาร มีธาตุอาหารหลักหรือธาตุอาหารรองมากหรือน้อยเกินไป ทำให้ปฏิกิริยาดินมีความเป็นกรดเป็นด่างมากหรือน้อยเกินไป เป็นต้น
- s เนื้อดินไม่เหมาะสม เช่น เป็นทรายจัด หรือความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติต่ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเหมาะสมของดินกับการเจริญเติบโตของไม้สัก

จากการสำรวจการเจริญเติบโตในภาคสนามได้จำแนกชั้นการเจริญเติบโตของไม้สักออกเป็น 5 ระดับ ตามลักษณะชั้นคุณภาพพื้นที่ (site index) ตามตารางผลผลิตของสวนป่าไม้สักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่จัดทำขึ้นโดยโครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้ และ JIRCAS (2554) โดย 1 หมายถึง การเจริญเติบโตของไม้สักอยู่ในระดับดีมาก 2 ระดับดี 3 ระดับปานกลาง 4 ระดับพอใช้ และ 5 อยู่ในระดับไม่ดี ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นการเจริญเติบโตของไม้สักกับชั้นความเหมาะสมของดินเป็นดังนี้

ชั้นความเหมาะสมของดิน	ชั้นการเจริญเติบโตของไม้สัก
1	1 ~ 2
2n	2 ~ 3
3d	3 ~ 4
3g	3 ~ 4
3s	3 ~ 4
4d	4 ~ 5
4g	4 ~ 5
5f	5

ที่มา: โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้ และ JIRCAS, (2555)

ซึ่งชั้นการเจริญเติบโตของไม้สักนั้นการจัดให้อยู่ในชั้น 1 ~ 2 หมายความว่า ในชั้นความเหมาะสมของดินที่ 1 นี้ ตามศักยภาพจะสามารถทำให้การเจริญเติบโตของไม้สักอยู่ในระดับ 1 หรือระดับ 2 ทั้งนี้ต้องมีองค์ประกอบอื่นๆ เช่น การจัดการ การดูแลรักษา โดยเฉพาะในระยะแรกหลังการปลูก ซึ่งหากมีการจัดการที่ดีตั้งแต่การเลือกกล้าไม้ การปลูก และการจัดการที่ดิน ไม้สักจะสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับที่ดีที่สุด (ชั้น 1)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ดินที่พบในจังหวัดบุรีรัมย์

จากข้อมูลกลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1/50,000 ในจังหวัดบุรีรัมย์พบกลุ่มชุดดิน จำนวน 31 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 1 4 5 6 7 15 17 18 20 21 22 24 25 28 29 31 33 35 36 38 40 41 46 47 48 49 54 56 59 60 62 และหน่วยผสมของกลุ่มชุดดิน เช่น 18/35 49B/56B เป็นต้น จำนวน 46 หน่วย โดยกลุ่มชุดดินช่วง 1-25 และ 59 เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในที่ลุ่ม และเมื่อแยกตามกลุ่มเนื้อดินและลักษณะเด่นได้ดังนี้

- กลุ่มชุดดินที่ 1 4 5 6 7 จัดเป็นกลุ่มดินเหนียว
- กลุ่มชุดดินที่ 15 จัดเป็นกลุ่มดินทรายแป้ง
- กลุ่มชุดดินที่ 17 18 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียด
- กลุ่มชุดดินที่ 21 22 59 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบ
- กลุ่มชุดดินที่ 20 จัดเป็นกลุ่มร่วนหรือเหนียวที่เป็นดินเค็ม

- กลุ่มชุดดินที่ 24 จัดเป็นกลุ่มดินทราย
- กลุ่มชุดดินที่ 25 จัดเป็นกลุ่มดินตื้น

กลุ่มชุดดินช่วง 28–62 เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในที่ดอน และเมื่อแยกตามกลุ่มเนื้อดินและลักษณะเด่นได้ดังนี้

- กลุ่มชุดดินที่ 28 29 31 จัดเป็นกลุ่มดินเหนียว
- กลุ่มชุดดินที่ 33 38 จัดเป็นกลุ่มดินริมแม่น้ำ เป็นดินทรายแป้งหรือร่วนหยาบ
- กลุ่มชุดดินที่ 35 36 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียด
- กลุ่มชุดดินที่ 40 60 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบ
- กลุ่มชุดดินที่ 41 จัดเป็นกลุ่มดินทราย
- กลุ่มชุดดินที่ 46 47 48 49 จัดเป็นกลุ่มดินตื้น
- กลุ่มชุดดินที่ 54 จัดเป็นกลุ่มดินตื้นที่พบชั้นมาร์ล
- กลุ่มชุดดินที่ 56 จัดเป็นกลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้นหรือลูกรัง
- กลุ่มชุดดินที่ 62 จัดเป็นกลุ่มดินตื้นที่ลาดเชิงเขา

ดินที่พบในจังหวัดอุบลราชธานี

จากข้อมูลกลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1/50,000 ในจังหวัดอุบลราชธานีพบกลุ่มชุดดิน จำนวน 30 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 4 5 6 7 15 17 18 20 21 22 24 25 29 31 33 35 36 38 40 41 44 46 47 48 49 55 56 59 60 62 และหน่วยผสมของกลุ่มชุดดิน เช่น 17/18 และ 41B/44B เป็นต้น จำนวน 101 หน่วย โดยกลุ่มชุดดินช่วงที่ 1–25 และ 59 เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในที่ลุ่มและเมื่อแยกตามกลุ่มเนื้อดินและลักษณะเด่นได้ดังนี้

- กลุ่มชุดดินที่ 4 5 6 7 จัดเป็นกลุ่มดินเหนียว
- กลุ่มชุดดินที่ 15 จัดเป็นกลุ่มดินทรายแป้ง
- กลุ่มชุดดินที่ 17 18 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียด
- กลุ่มชุดดินที่ 21 22 59 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบ
- กลุ่มชุดดินที่ 20 จัดเป็นกลุ่มร่วนหรือเหนียวที่เป็นดินเค็ม
- กลุ่มชุดดินที่ 24 จัดเป็นกลุ่มดินทราย
- กลุ่มชุดดินที่ 25 จัดเป็นกลุ่มดินตื้น

กลุ่มชุดดินที่ 29–62 เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในที่ดอน และเมื่อแยกตามกลุ่มเนื้อดินและลักษณะเด่นได้ดังนี้

- กลุ่มชุดดินที่ 29 31 จัดเป็นกลุ่มดินเหนียว
- กลุ่มชุดดินที่ 33 38 จัดเป็นกลุ่มดินริมแม่น้ำ เป็นดินทรายแป้งหรือร่วนหยาบ
- กลุ่มชุดดินที่ 35 36 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียด
- กลุ่มชุดดินที่ 40 60 จัดเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบ
- กลุ่มชุดดินที่ 41 44 จัดเป็นกลุ่มดินทราย
- กลุ่มชุดดินที่ 46 47 48 49 จัดเป็นกลุ่มดินตื้น
- กลุ่มชุดดินที่ 55 56 จัดเป็นกลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้นหรือลูกรัง
- กลุ่มชุดดินที่ 62 จัดเป็นกลุ่มดินตื้นที่ลาดที่ลาดเชิงเขา
- พื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์มีบริเวณที่เหมาะสมมากที่สุด สำหรับการปลูกไม้สัก จำนวน 260,556 ไร่

หรือร้อยละ 4.04 ดินมีความเหมาะสมดี 378,752 ไร่ หรือร้อยละ 5.87 ดินมีความเหมาะสมปานกลาง 3,156,108 ไร่ หรือร้อยละ 48.92 ดินมีความเหมาะสมน้อย 218,290 ไร่ หรือร้อยละ 3.38 และดินไม่มีความเหมาะสม 2,250,048 ไร่ หรือร้อยละ 34.88 (Table 1)

Table 1 ปริมาณเนื้อที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักในจังหวัดบุรีรัมย์

หน่วยแผนที่	พื้นที่		หมายเหตุ
	ไร่	เปอร์เซ็นต์	
1	260,556	4.04	เหมาะสมมากที่สุด 260,556 ไร่ 4.04 เปอร์เซ็นต์
2	5,134	0.08	
2/3g	47,698	0.74	
2n	224,717	3.48	เหมาะสมดี 378,752 ไร่ 5.87 เปอร์เซ็นต์
2n/1	19,146	0.30	
2n/3g	82,057	1.27	
3g	164,881	2.56	
3g/4g	386	0.01	
3s	2,713,901	42.06	เหมาะสมปานกลาง 3,156,108 ไร่ 48.92 เปอร์เซ็นต์
3s/3g	272,539	4.22	
3s/4g	4,401	0.07	

4d	112,313	1.74	
4g	41,856	0.65	เหมาะสมน้อย 218,290 ไร่ 3.38 เปอร์เซ็นต์
4g/3g	64,121	0.99	
5f	2,190,597	33.96	
5f/3s	27,022	0.42	ไม่เหมาะสม 2,250,048 ไร่ 34.88 เปอร์เซ็นต์
5f/4d	32,429	0.50	
sc	66,544	1.03	พื้นที่ภูเขา
U	28,647	0.44	ที่อยู่อาศัย
W	92,858	1.44	แหล่งน้ำ
รวมพื้นที่	6,451,803	100.00	-

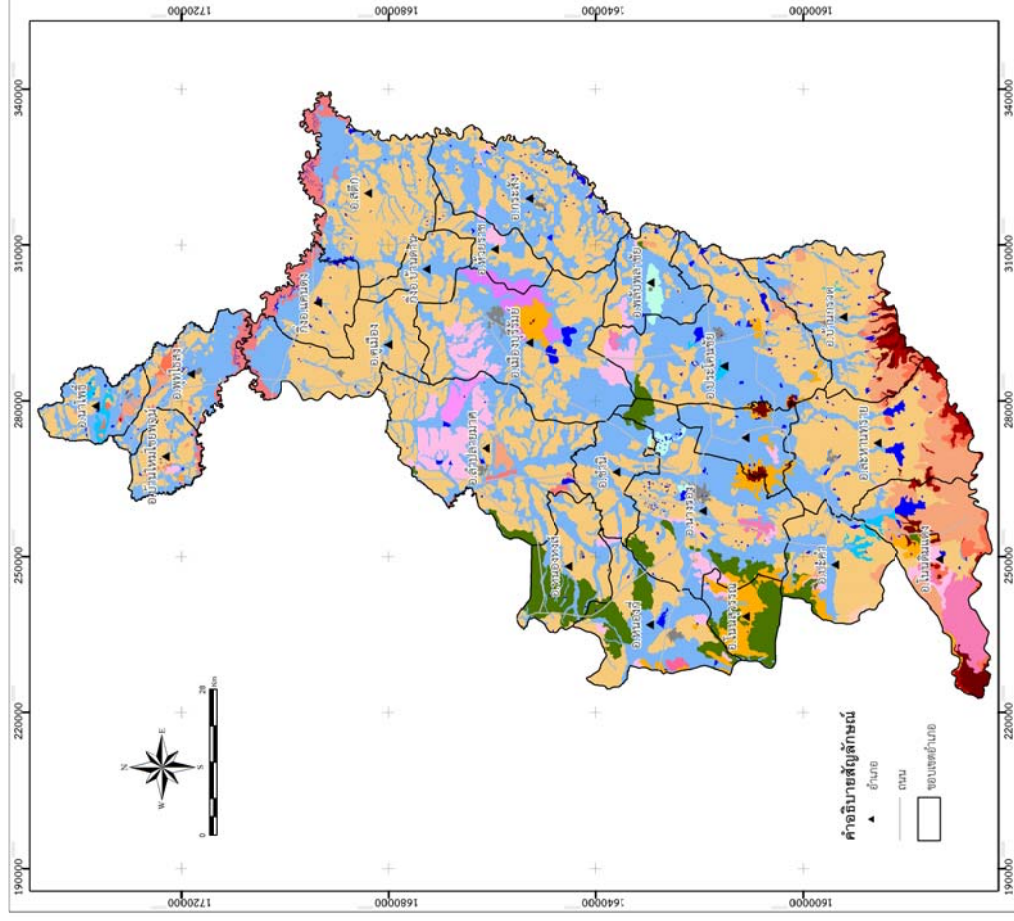
พื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีมีบริเวณที่เหมาะสมมากที่สุด สำหรับการปลูกไม้สัก จำนวน 128,533 ไร่ หรือร้อยละ 1.30 ดินมีความเหมาะสมดี 14,167 ไร่ หรือร้อยละ 0.15 ดินมีความเหมาะสมปานกลาง 5,295,459 ไร่ หรือร้อยละ 53.82 ดินมีความเหมาะสมน้อย 1,548,807 ไร่ หรือร้อยละ 15.74 และดินไม่มีความเหมาะสม 2,107,799 ไร่ หรือร้อยละ 21.41 (Table 2)

Table 2 ปริมาณเนื้อที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักในจังหวัดอุบลราชธานี

หน่วยแผนที่	พื้นที่		หมายเหตุ
	ไร่	เปอร์เซ็นต์	
1	128,533	1.30	เหมาะสมมากที่สุด 128,533 ไร่ 1.30 เปอร์เซ็นต์
2g	3,671	0.04	เหมาะสมดี 14,167 ไร่ 0.15 เปอร์เซ็นต์
2n	10,496	0.11	
3g	897,788	9.12	
3g/4g	4,436	0.05	
3s	3,363,107	34.18	เหมาะสมปานกลาง 5,295,459 ไร่ 53.82
3s/2n	791	0.01	เปอร์เซ็นต์
3s/3g	909,331	9.24	
3s/4g	120,006	1.22	

4d	465,272	4.73	
4d/2n	20,712	0.21	
4d/3g	42,393	0.43	เหมาะสมน้อย 1,548,807 ไร่ 15.74 เปอร์เซ็นต์
4g	457,648	4.65	
4g/3g	562,782	5.72	
5f	1,687,029	17.14	
5f/1	84,690	0.86	
5f/3s	55,097	0.56	ไม่เหมาะสม 2,107,799 ไร่ 21.41 เปอร์เซ็นต์
5f/4d	279,882	2.84	
5g	1,101	0.01	
sc	494,816	5.03	พื้นที่ภูเขา
U	37,752	0.38	ที่อยู่อาศัย
W	213,198	2.17	แหล่งน้ำ
รวมพื้นที่	9,840,531	100.00	-

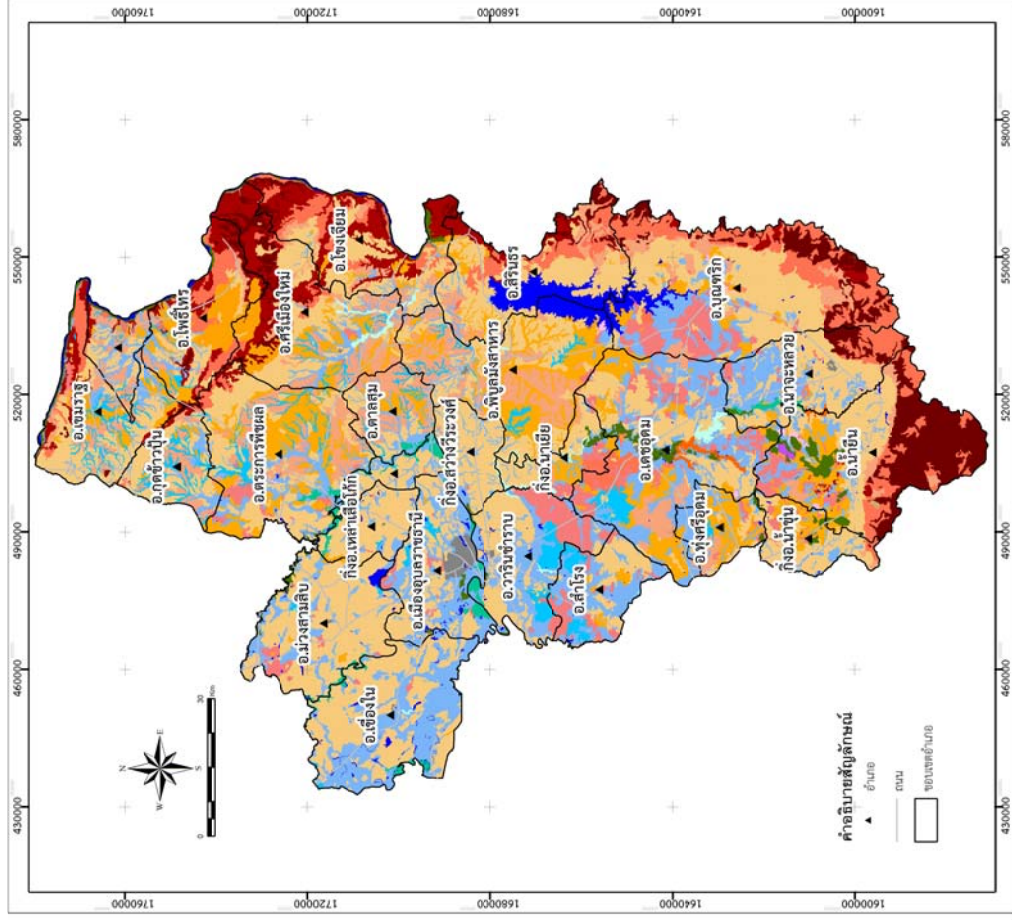
ซึ่งสามารถจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักในจังหวัดบุรีรัมย์ (Figure 2) และจังหวัดอุบลราชธานี (Figure 3) ได้ดังนี้



แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก
จังหวัดบุรีรัมย์

หน่วยแผนที่	พื้นที่	
	ไร่	เปอร์เซ็นต์
1	260,556	4.04
2	5,134	0.08
2/3g	47,698	0.74
2n	224,717	3.48
2n/1	19,146	0.30
2n/3g	82,057	1.27
3g	164,881	2.56
3g/4g	386	0.01
3s	2,713,901	42.06
3s/3g	272,539	4.22
3s/4g	4,401	0.07
4d	112,313	1.74
4g	41,856	0.65
4g/3g	64,121	0.99
5f	2,190,597	33.96
5f/3s	27,022	0.42
5f/4d	32,429	0.50
SC	66,544	1.03
U	28,647	0.44
W	92,858	1.44
รวมพื้นที่	6,451,803	100.00

Figure 2 แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก จังหวัดบุรีรัมย์



แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สัก
จังหวัดอุบลราชธานี

หน่วยแผนที่	พื้นที่	
	ไร่	เปอร์เซ็นต์
1	128,533	1.30
2g	3,671	0.04
2n	10,496	0.11
3g	897,788	9.12
3g/4g	4,436	0.05
3s	3,363,107	34.18
3s/2n	791	0.01
3s/3g	909,331	9.24
3s/4g	120,006	1.22
4d	465,272	4.73
4d/2n	20,712	0.21
4d/3g	42,393	0.43
4g	457,648	4.65
4g/3g	562,782	5.72
5f	1,687,029	17.14
5f/1	84,690	0.86
5f/3s	55,097	0.56
5f/4d	279,882	2.84
5g	1,101	0.01
sc	494,816	5.03
U	37,752	0.38
W	213,198	2.17
รวมพื้นที่	9,840,531	100.00

Figure 3 แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก จังหวัดอุบลราชธานี

ชุดดินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับการปลูกไม้สัก ในบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ ชุดดินโซคชัย ชุดดินปากช่อง ชุดดินสูงเนิน ชุดดินเลย ชุดดินวังไฮ ชุดดินธาตุพนม ชุดดินสีคิ้วชุดดินท่าม่วง ชุดดินเชียงใหม่ และชุดดินที่มีความเหมาะสมดี สำหรับการปลูกไม้สัก ได้แก่ ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินดงลาน ชุดดินโคราช ชุดดินสตึก ชุดดินวาริน ชุดดินยโสธร ชุดดินตาคลี

ในการส่งเสริมการปลูกไม้สักในบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานีควรพิจารณาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดและเหมาะสมดีไว้เป็นลำดับแรก ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรได้รับผลผลิตที่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่หากเกษตรกรสามารถมีทุนในการจัดการ ก็สามารถเลือกปลูกในบริเวณที่มีความเหมาะสมปานกลางได้

คำแนะนำในการเลือกพื้นที่ที่มีสภาพดินเหมาะสมสำหรับการปลูกไม้สัก

แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก ได้จัดทำขึ้นจากลักษณะทั่วไปของกลุ่มชุดดินตามแผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งในสภาพความเป็นจริงแล้วการจัดการสวนป่า เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ และการปรับปรุงดินโดยวิธีการต่างๆจะสามารถปรับระดับชั้นความเหมาะสมให้ดีขึ้นได้

เนื่องจากไม้สักเป็นชนิดไม้ที่ต้องปลูกในพื้นที่ที่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อให้การปลูกสร้างสวนป่าไม้สักได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ หรือสามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่ากับการลงทุน ควรเลือกพื้นที่ที่มีสภาพดินในชั้นคุณภาพที่ 1-2 ทั้งนี้อาจมีต้องการจัดการเพื่อปรับปรุงข้อจำกัดของชั้นดินบางประการ ส่วนในชั้นความเหมาะสมที่ 3-4 นั้น อาจต้องใช้การจัดการที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงสภาพดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับความคุ้มค่าของการลงทุน เช่น 4d ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องการระบายน้ำ หากต้องมีการขุดร่องเพื่อระบายน้ำอาจเป็นการเพิ่มเงินลงทุนมากเกินไปจนความจำเป็น หรือในกรณี 3g ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องการมีกรวดผสมในดินนั้นการจัดการเพื่อการปรับปรุงดินอาจทำได้ยากหรือต้องการการลงทุน และอาจทำให้ได้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่า อย่างไรก็ตามควรหลีกเลี่ยงการปลูกไม้สักในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของดินอยู่ในระดับที่ 5 เนื่องจากจะทำให้การปลูกไม้สักไม่ประสบผลสำเร็จ

สรุปผล

จากผลการศึกษาและจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดอุบลราชธานีสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์มีพื้นที่ที่ศักยภาพสำหรับปลูกไม้สักค่อนข้างสูง คือ มีพื้นที่ที่สภาพดินในชั้นคุณภาพที่ 1-3 มีเนื้อที่รวม 3,795,416 ไร่ หรือ ร้อยละ 58.83 และจังหวัดอุบลราชธานี มีพื้นที่ที่สภาพดินในชั้นคุณภาพที่ 1-3 มีเนื้อที่รวม 5,438,159 ไร่ หรือ ร้อยละ 55.27 เมื่อรวมพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัดแล้วพื้นที่ที่มีศักยภาพที่สามารถปลูกไม้สักในระดับเหมาะสมระดับ 1-3 กว่า 9 ล้านไร่

กรมป่าไม้จะดำเนินการเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นประโยชน์นี้แก่เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป อย่างไรก็ตาม กรมป่าไม้จะได้จัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี มาตราส่วน 1:150,000 เผยแพร่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

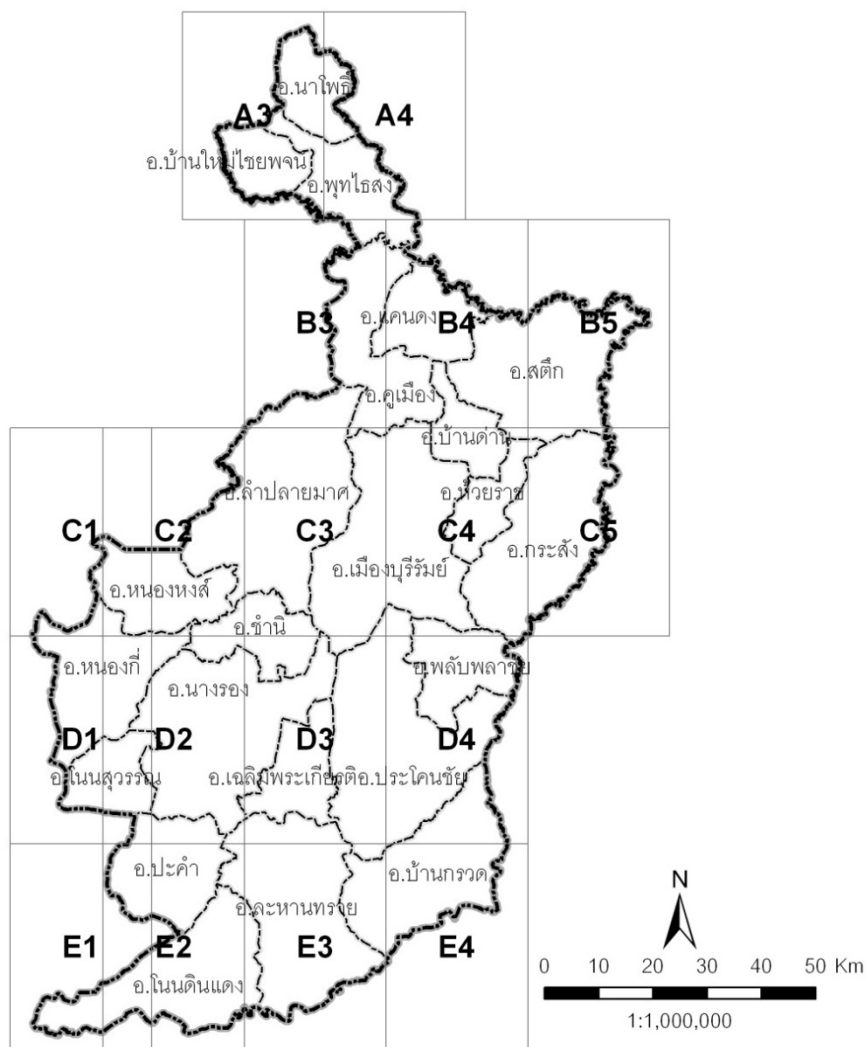
ขอขอบพระคุณเกษตรกรเจ้าของสวนป่าไม้สักในจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานีทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการศึกษาวิจัย เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของไม้สัก เก็บตัวอย่างดินและให้ข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์ประสานงานป่าไม้บุรีรัมย์ สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา) และเจ้าหน้าที่ของสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 7 สาขาอุบลราชธานี สำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ติดต่อประสานงาน และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลระหว่างการศึกษาวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณ นายวิษณุ ดำรงค์ศักดิ์ศิริ ผู้อำนวยการส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ และนางวรารวรรณ ณะกิจรุ่งเรือง ผู้อำนวยการศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนและสารสนเทศ ที่ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะในการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สักในจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้และ JIRCAS (2554) ตารางผลผลิตของสวนป่าไม้สักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 54 หน้า, ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธ์ุ พับปลิซซิ่ง, กรุงเทพมหานคร.
- โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้และ JIRCAS (2555) แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สัก ในจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดหนองบัวลำภู. 70 หน้า, ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธ์ุ พับปลิซซิ่ง, กรุงเทพมหานคร.
- โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้และ JIRCAS (2558) แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สัก ในจังหวัดชัยภูมิและจังหวัดขอนแก่น. 52 หน้า, บริษัทไทยปรีนทีดิงเซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- พรพรรณ จงสุขสันต์กุล และวิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์ (2537) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติบางประการของดินและการเจริญเติบโตของไม้สัก. รายงานผลการวิจัย ฉบับที่ 1 ปี พ.ศ. 2537. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน (2548) มหัตถจรยพันธ์ุดิน. (ออนไลน์).http://oss101.ldd.go.th/thaisoils_museum/62_soilgroup/main_62soilgroup.htm. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (วันที่ค้นข้อมูล 3 มีนาคม 2558).
- Kadambi K. (1972) Silviculture and management of Teak, 137pp, Bulletin 24, School of Forestry Stephen F. Austin State University Nacogdoches, Texas.
- White K.J. (1991) Teak – Some aspects of Research and Development. 53 pp. FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA), Bangkok.
-

แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สัก ในจังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดอุบลราชธานี

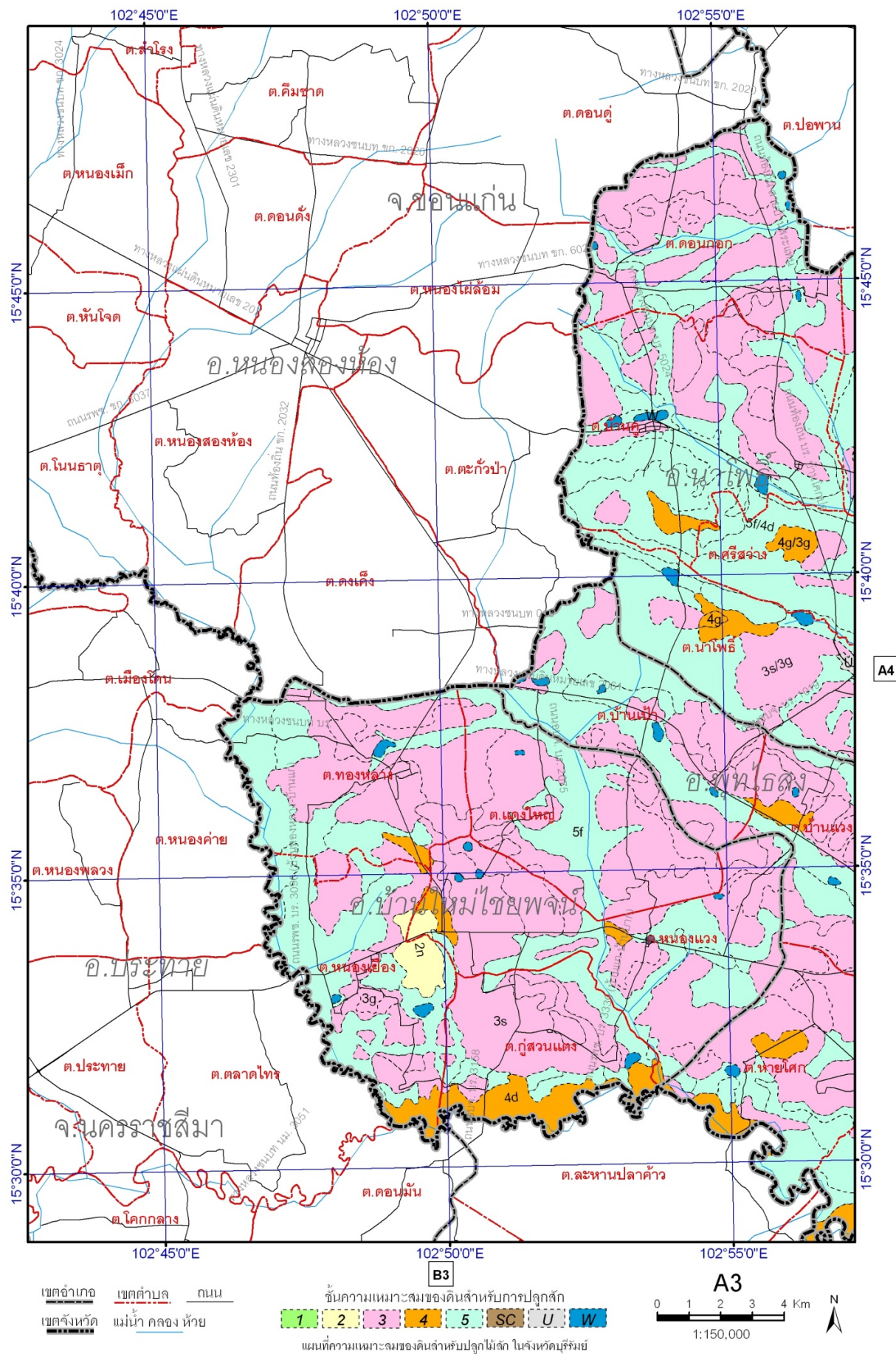
ดัชนีหน้าแผนที่จังหวัดบุรีรัมย์

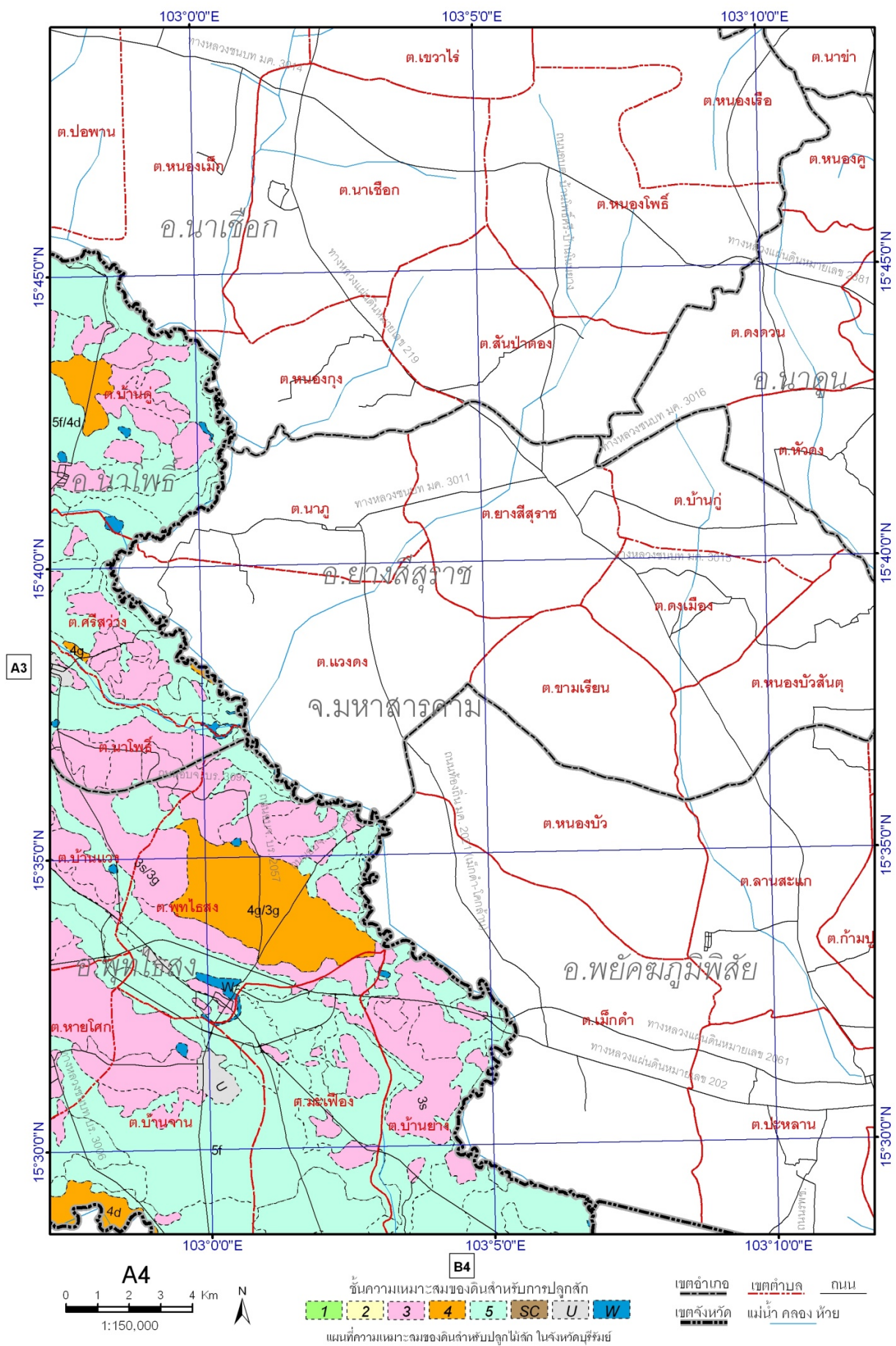


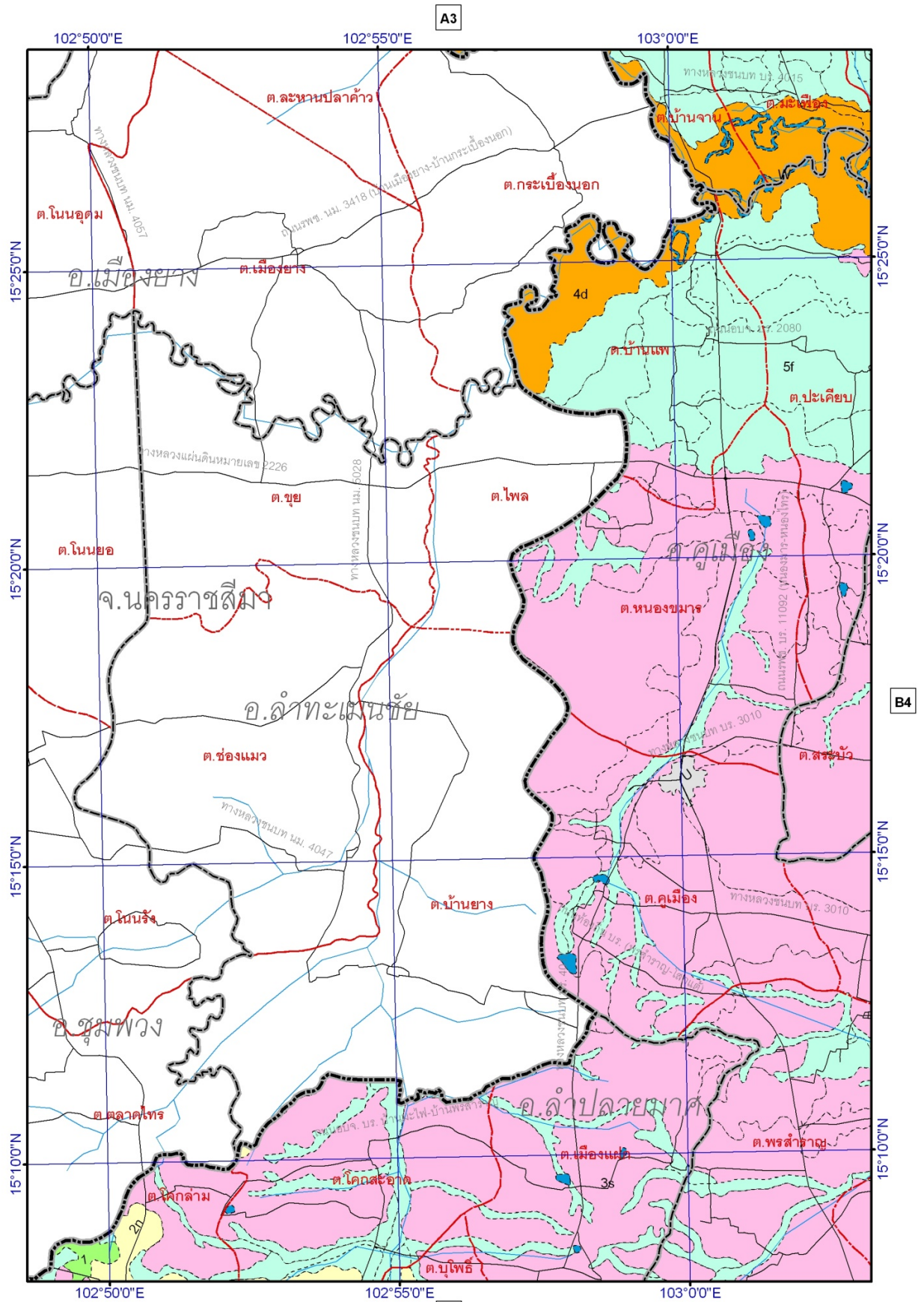
แสดงตำแหน่งของจังหวัดจังหวัดบุรีรัมย์

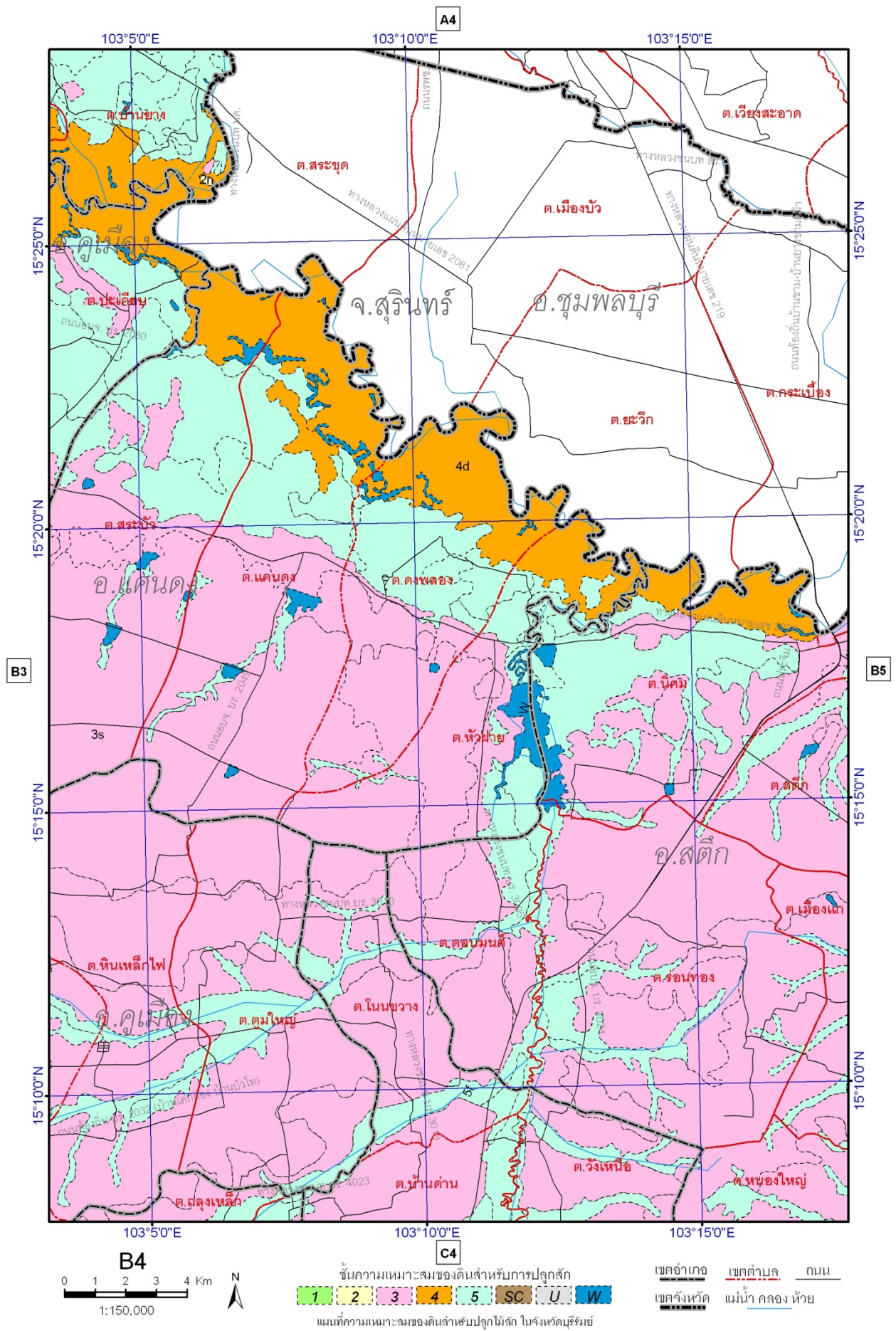
การทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สักครั้งนี้ใช้เส้นรุ้ง (Latitude) และเส้นแวง (Longitude) ที่แสดงด้วยระบบพิกัด WGS-84 ใช้ข้อมูลแนวเขตปกครองของกรมการปกครองสำหรับแผนที่ดินใช้ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

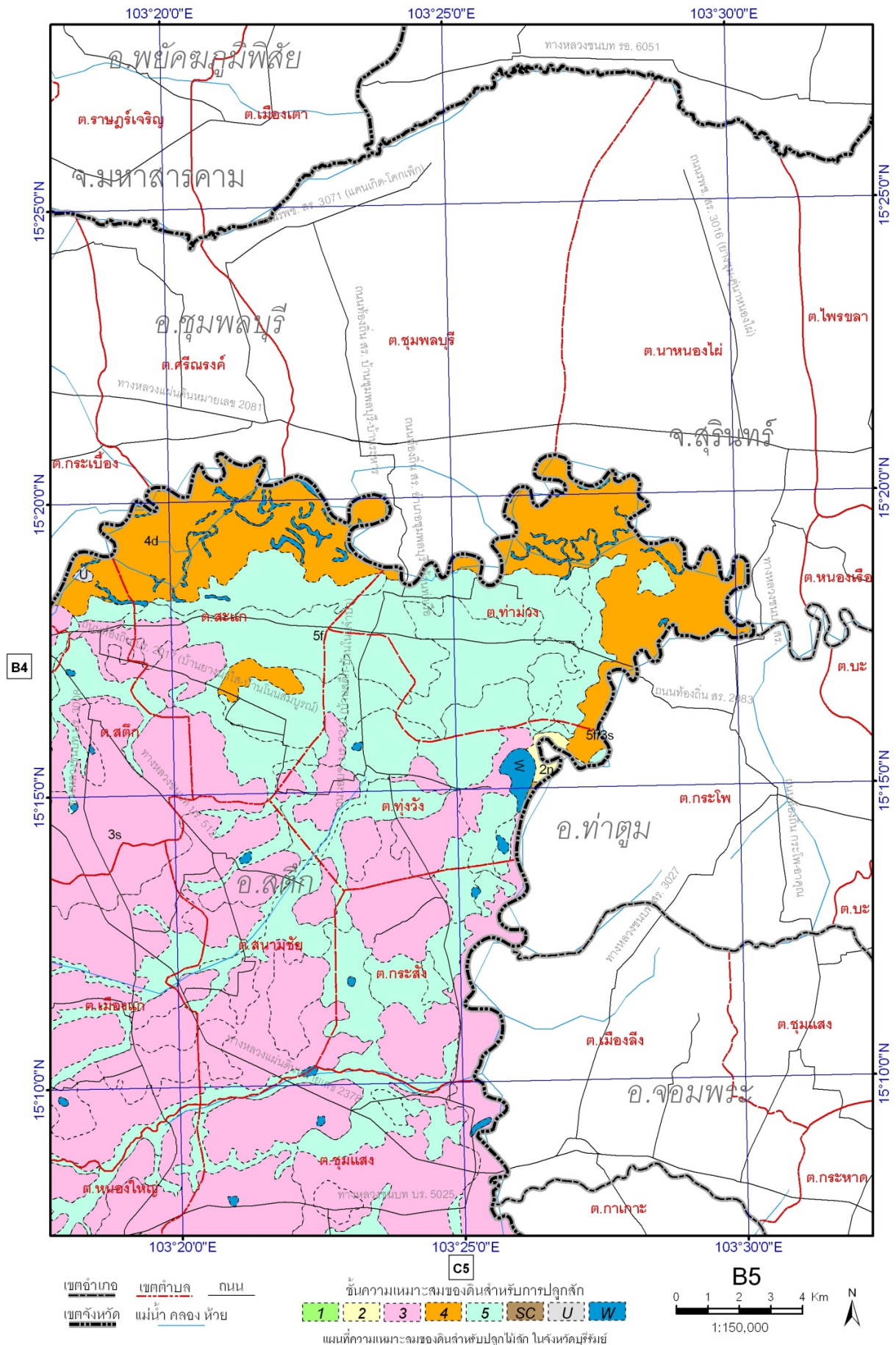
Latitude and longitude are shown in WGS-84 coordinate system. Administrative area digital file (shape file) from Department of Provincial Administration, Ministry of Interior and soil maps were from Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives were used for conducting this soil suitability map.

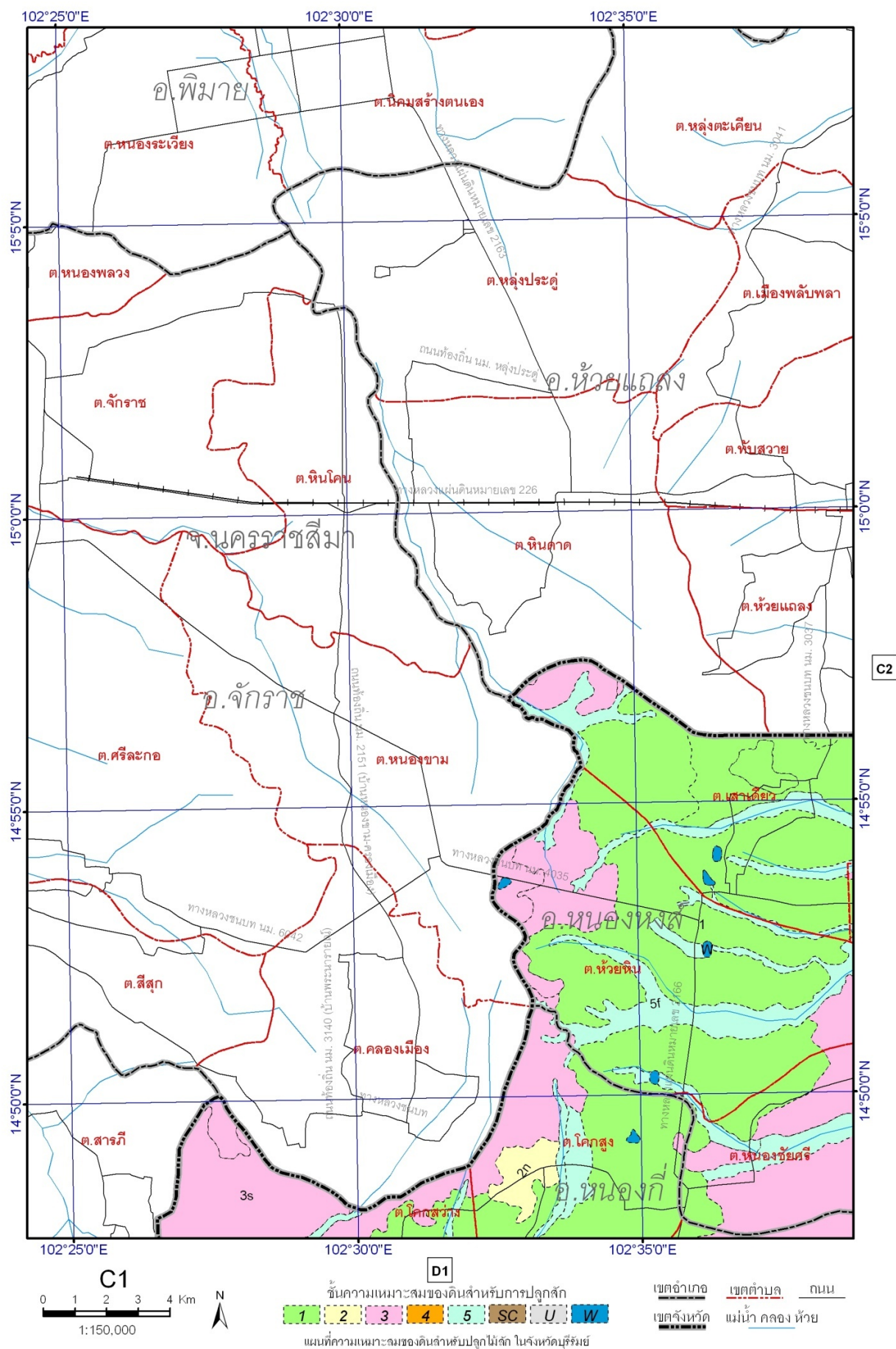


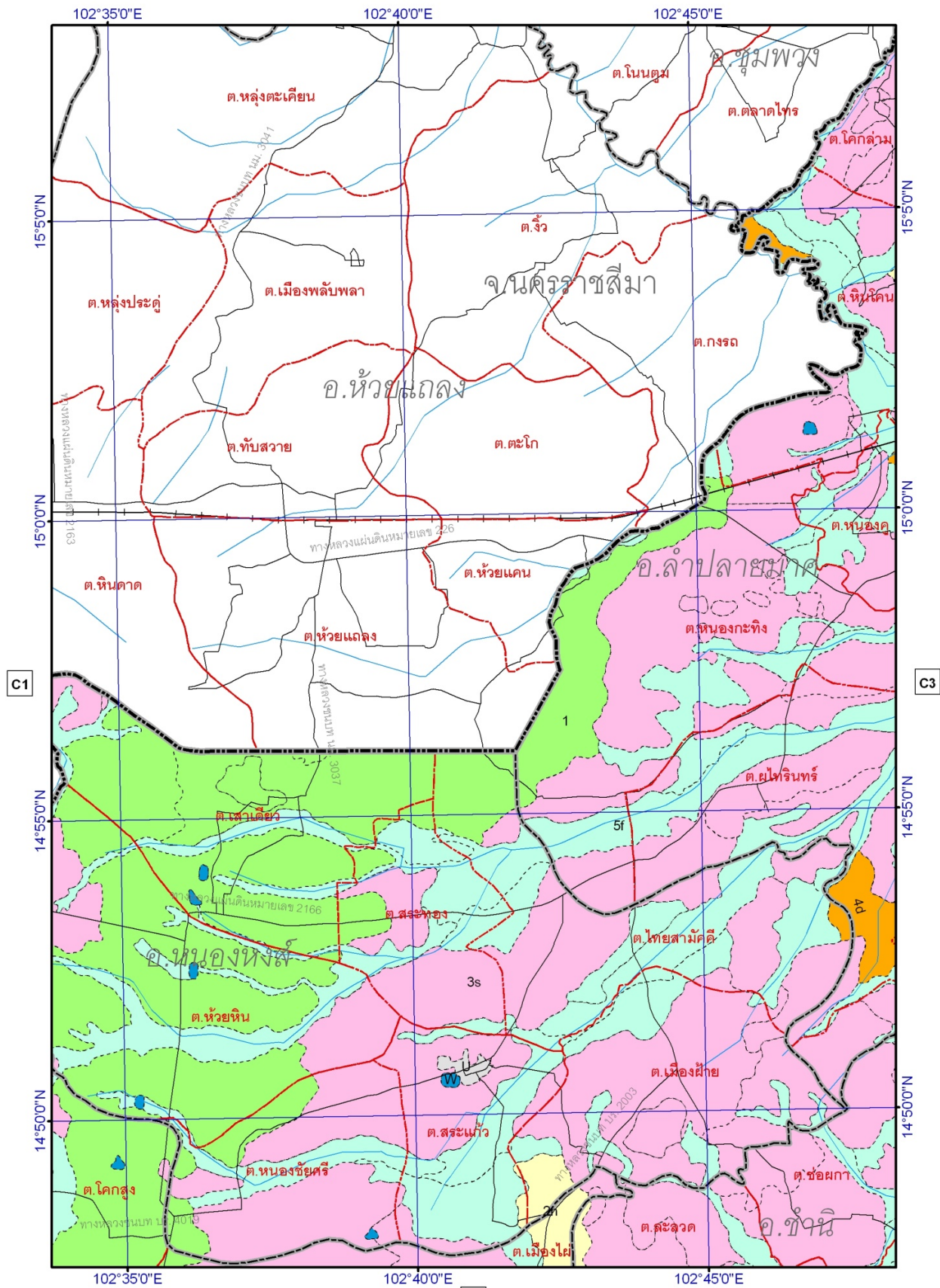








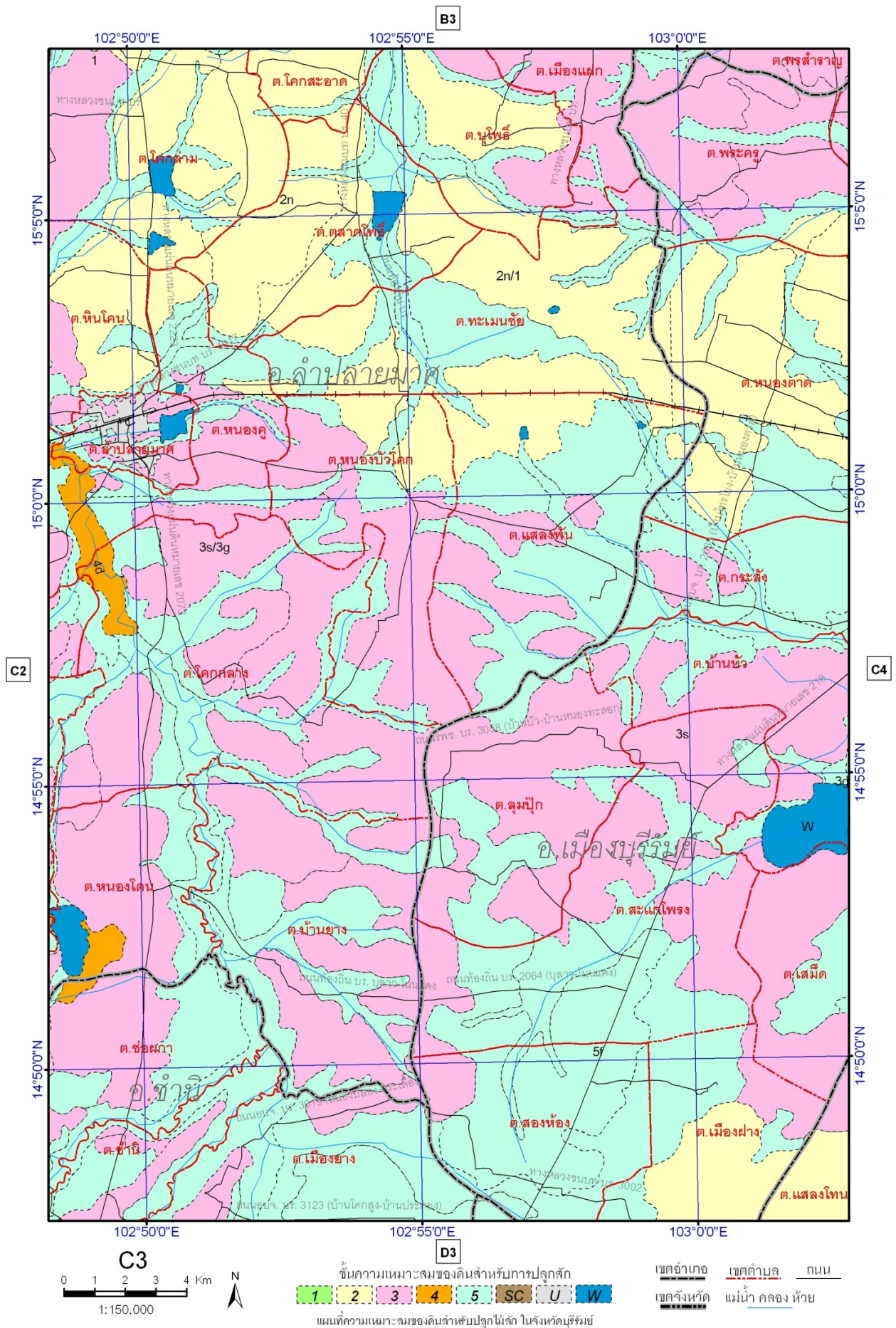


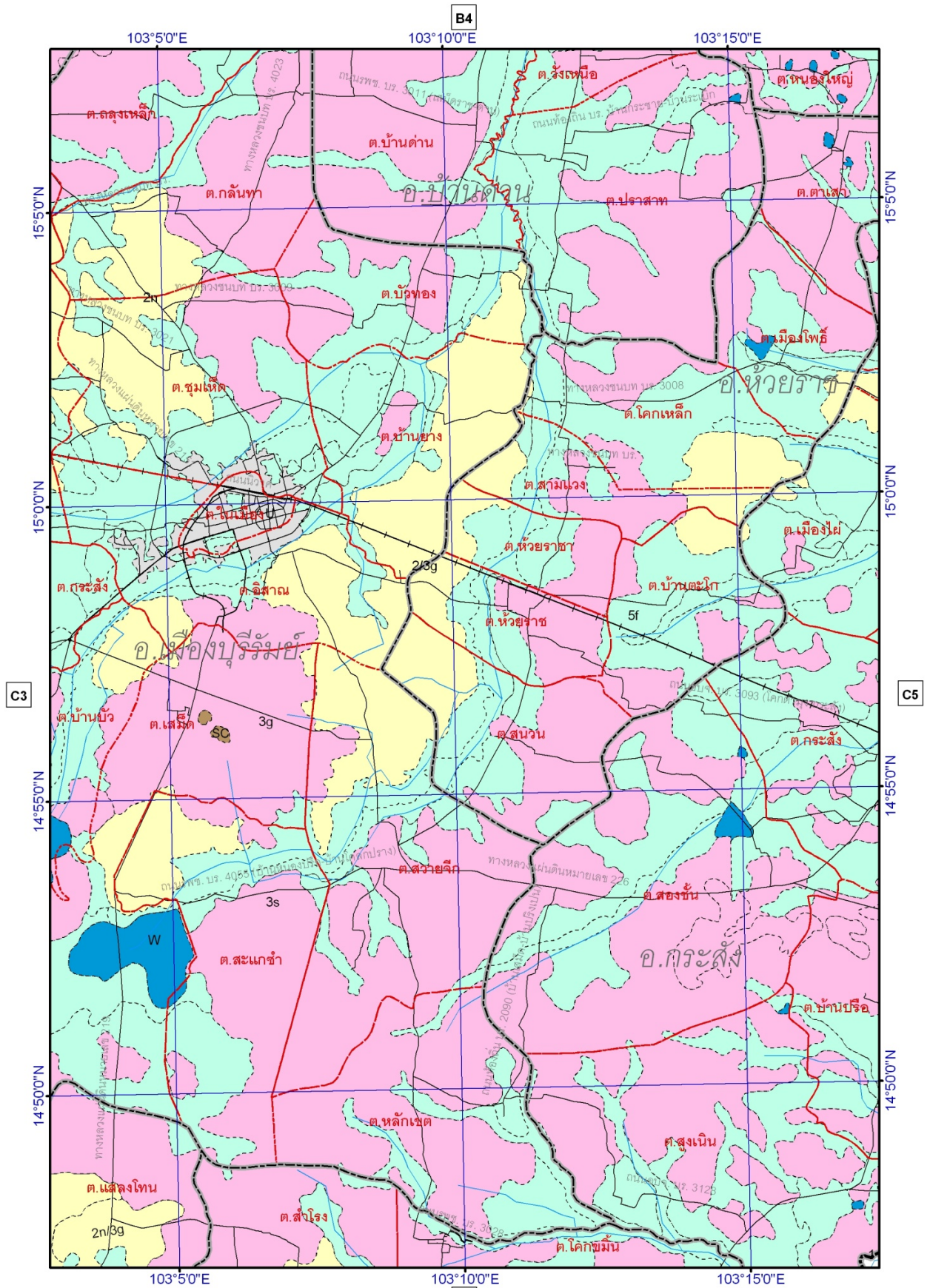


เขตอำเภอ เขตตำบล ถนน
เขตจังหวัด แม่น้ำ คลอง ห้วย

ระดับความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกสัก
1 2 3 4 5 SC U W
แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก ในจังหวัดบุรีรัมย์

0 1 2 3 4 Km
1:150,000
N

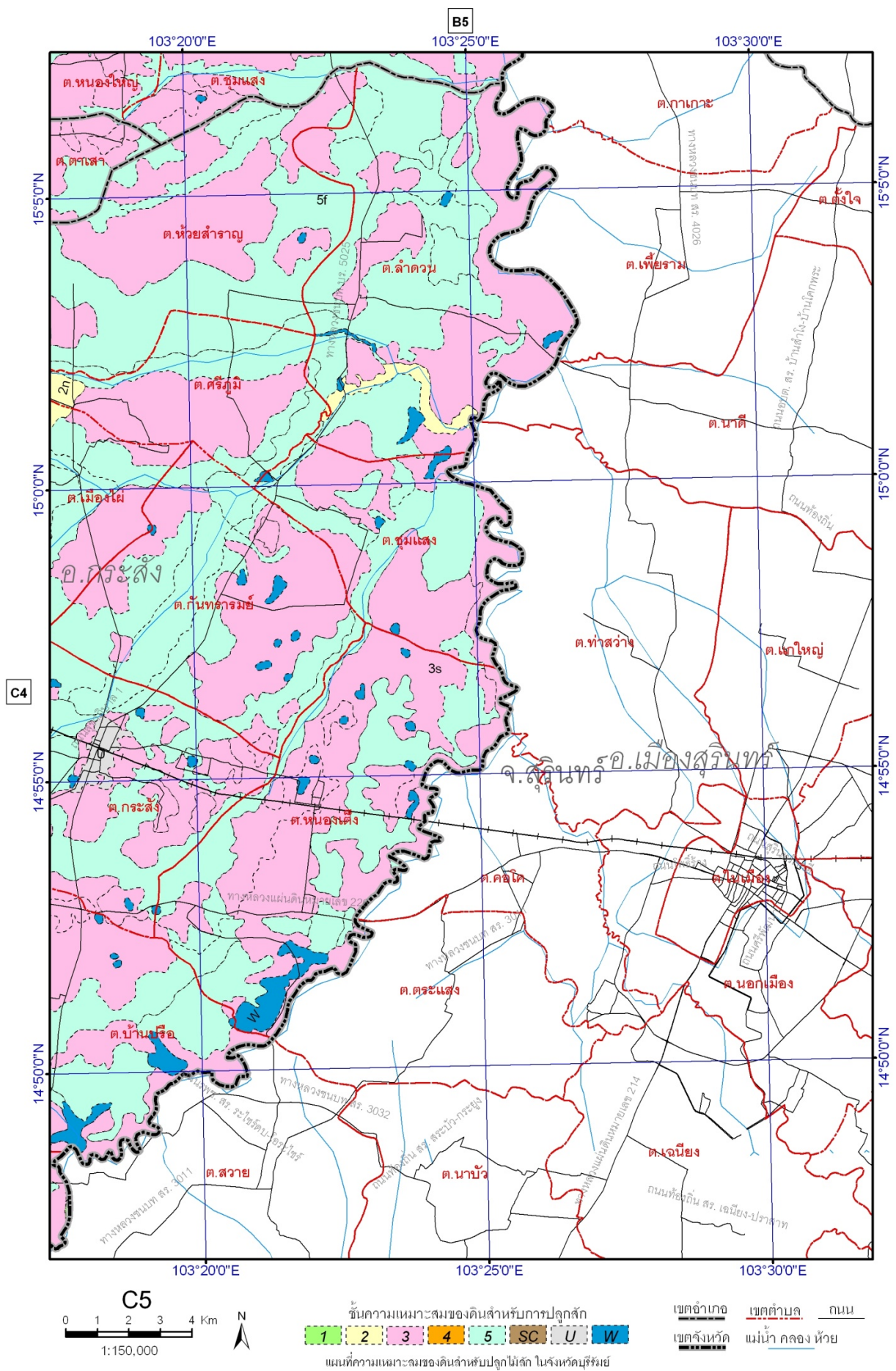


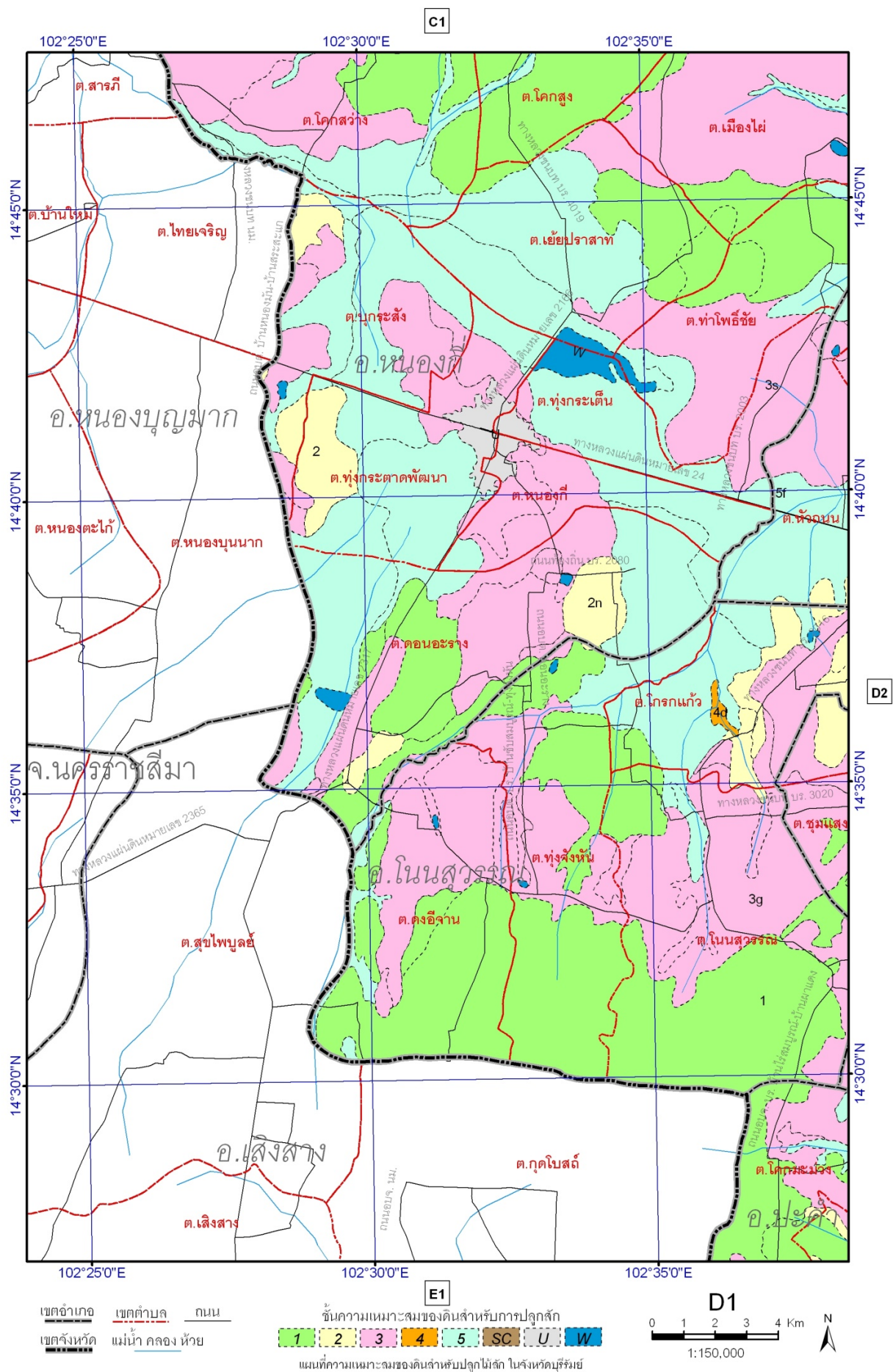


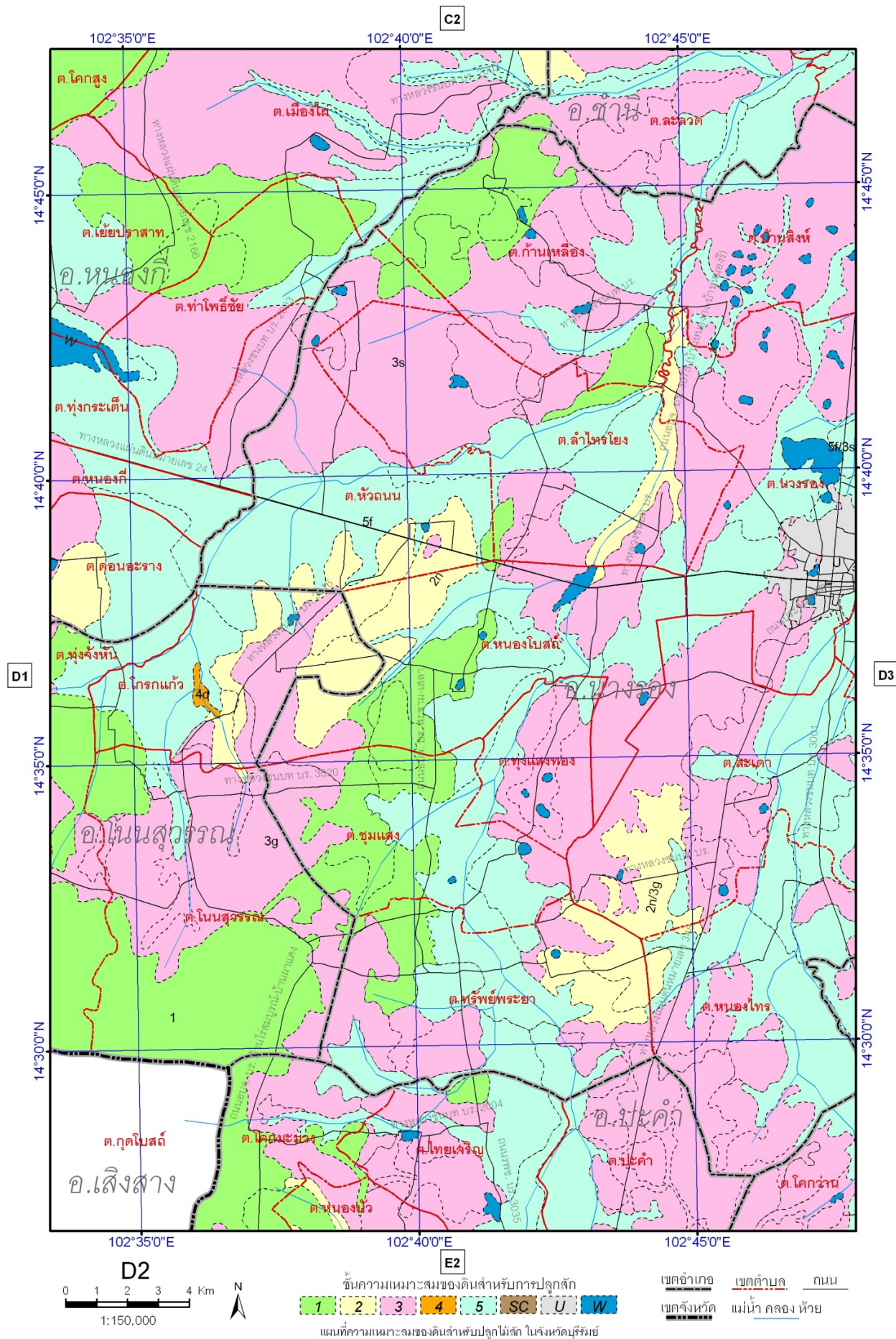
เขตอำเภอ เขตตำบล ถนน
เขตจังหวัด แม่น้ำ คลอง ห้วย

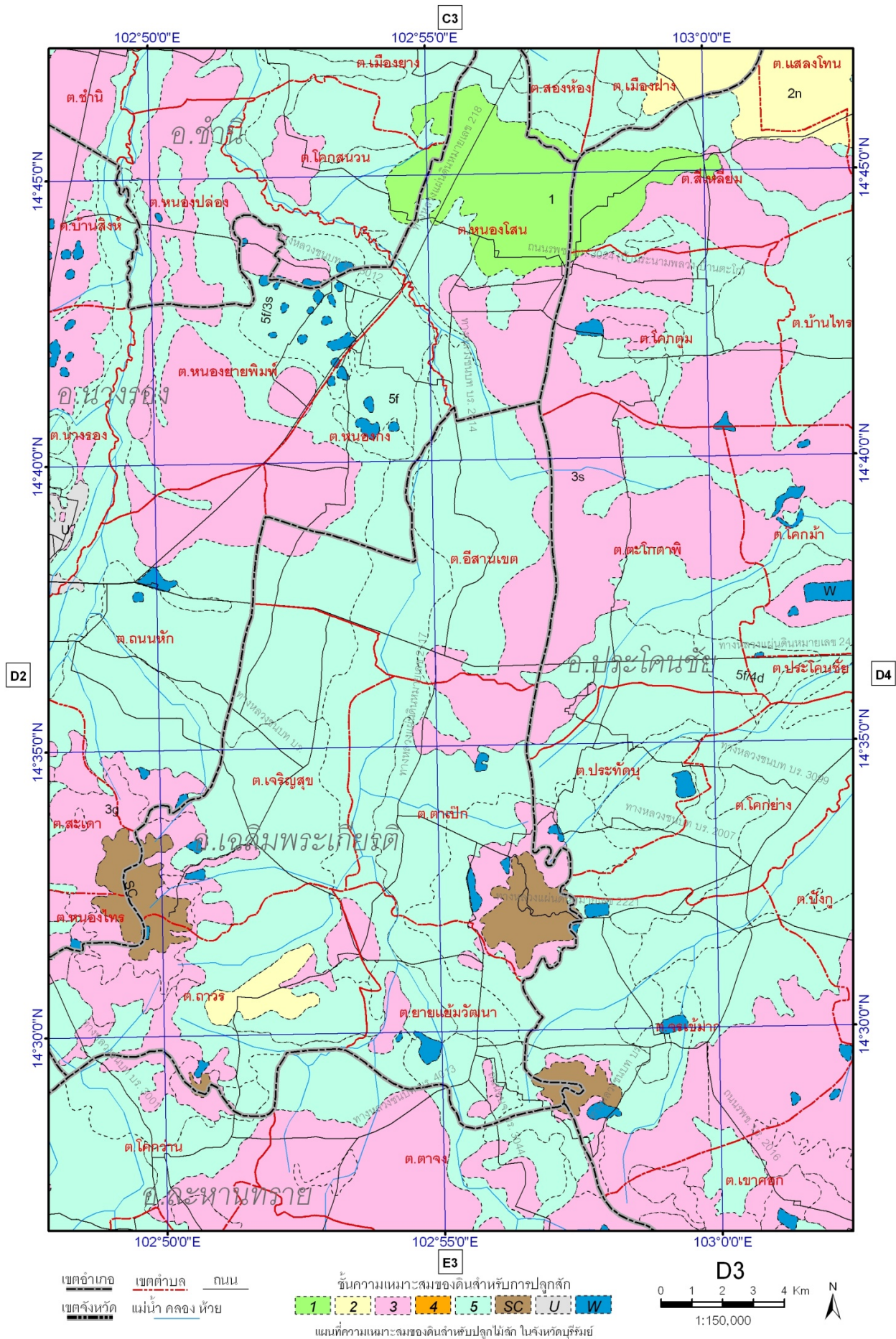
ชั้นความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูก
1 2 3 4 5 SC U W
แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกไม้สัก ในจังหวัดเชียงใหม่

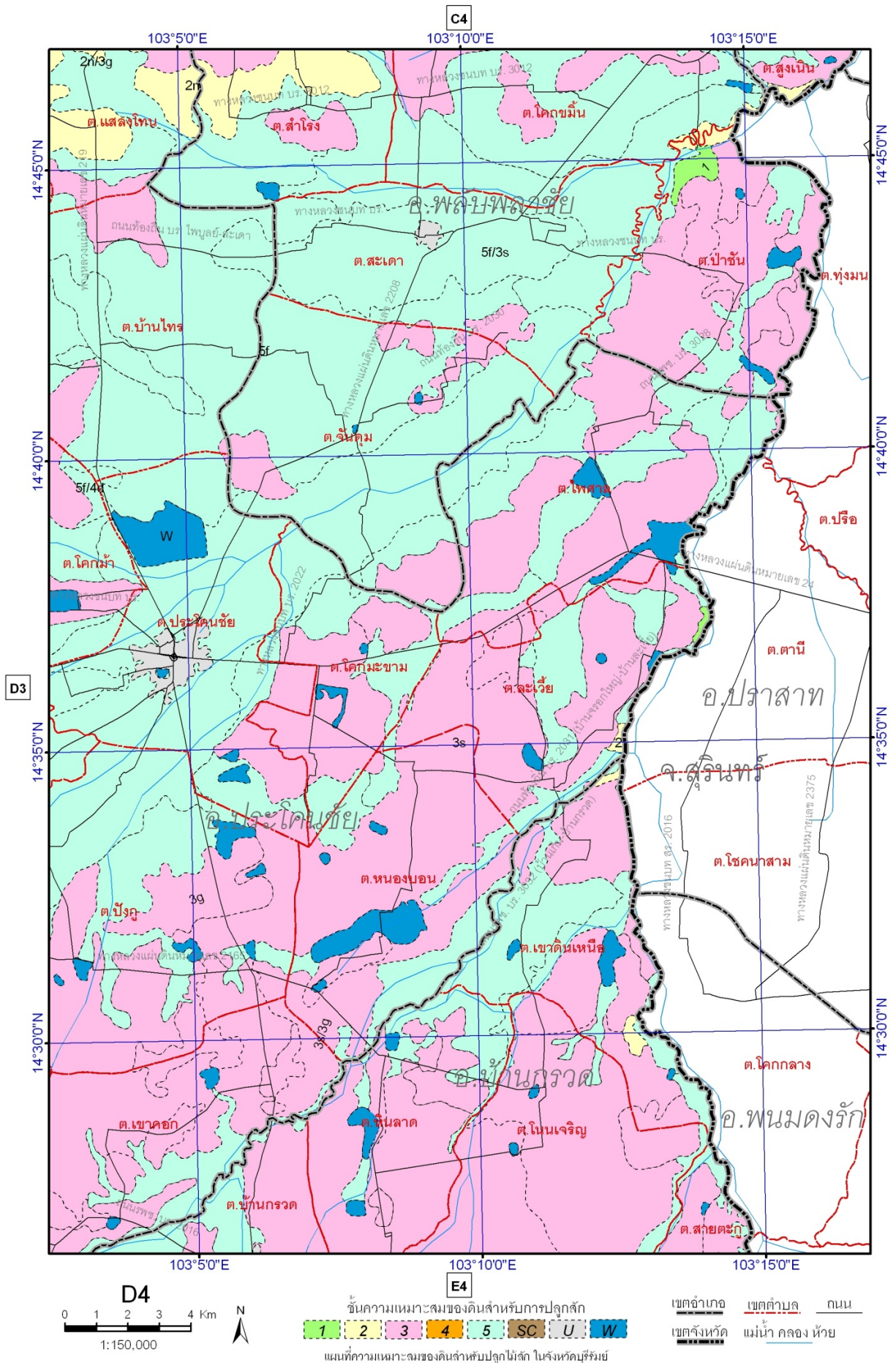
0 1 2 3 4 Km
1:150,000

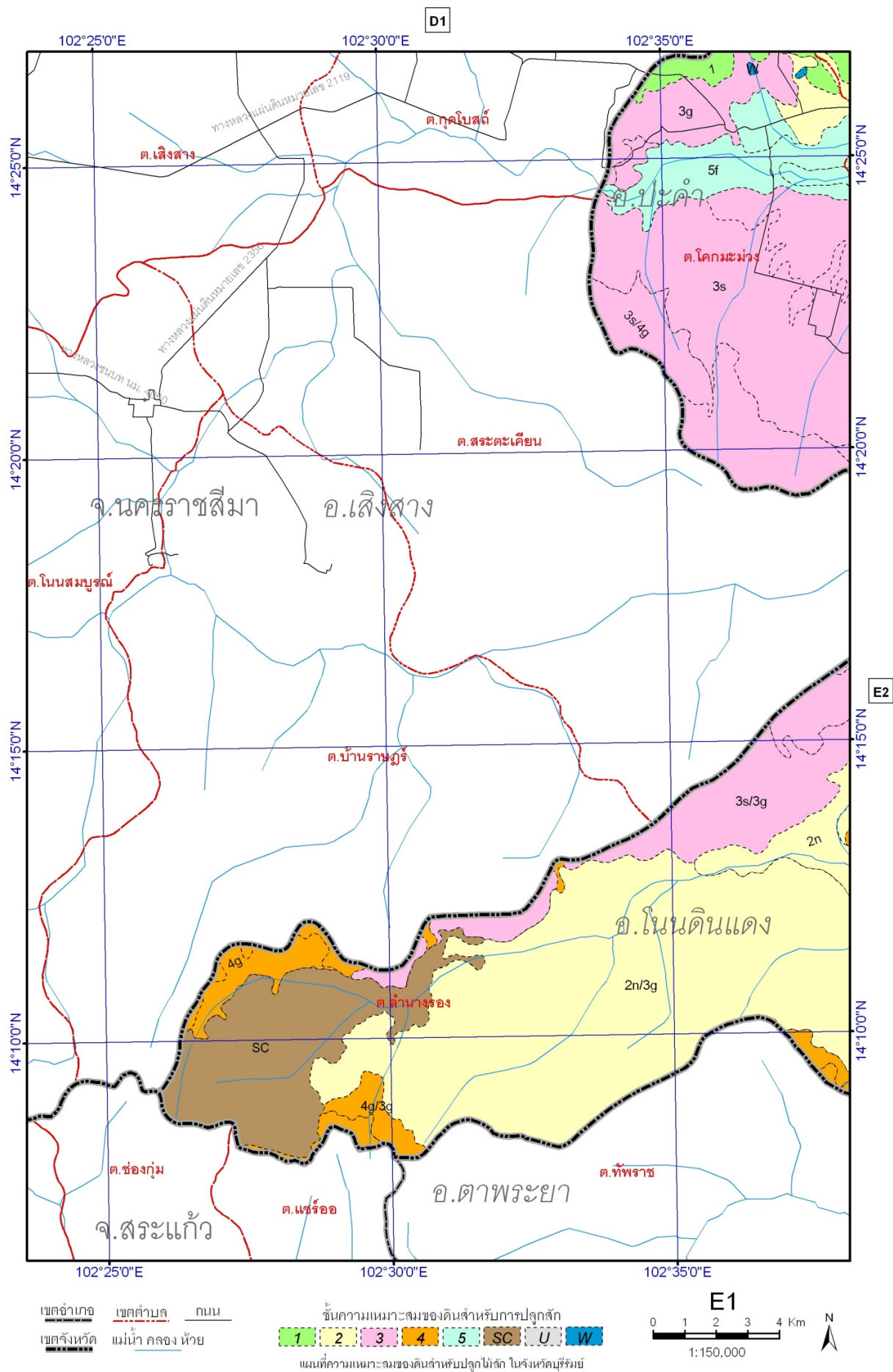


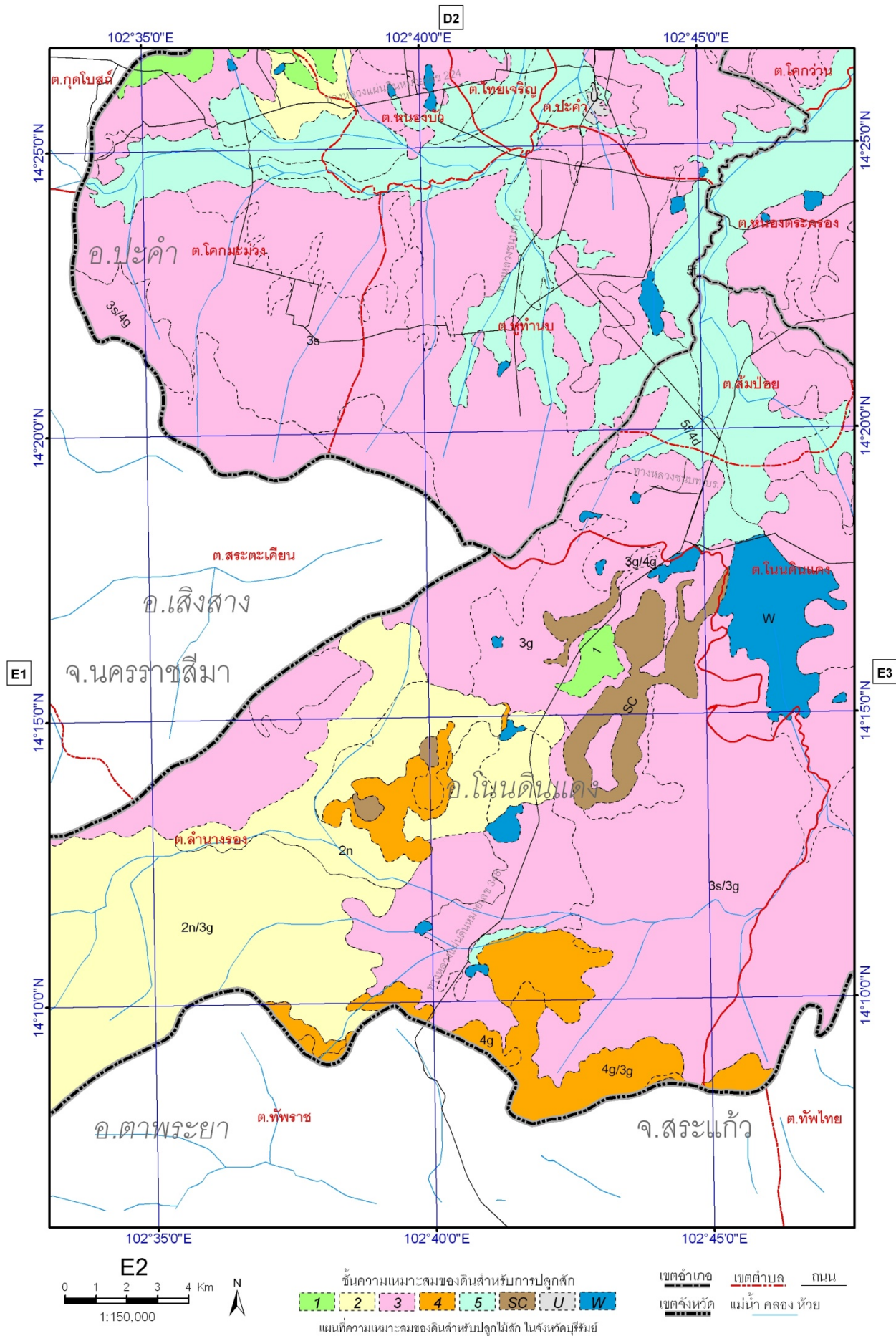


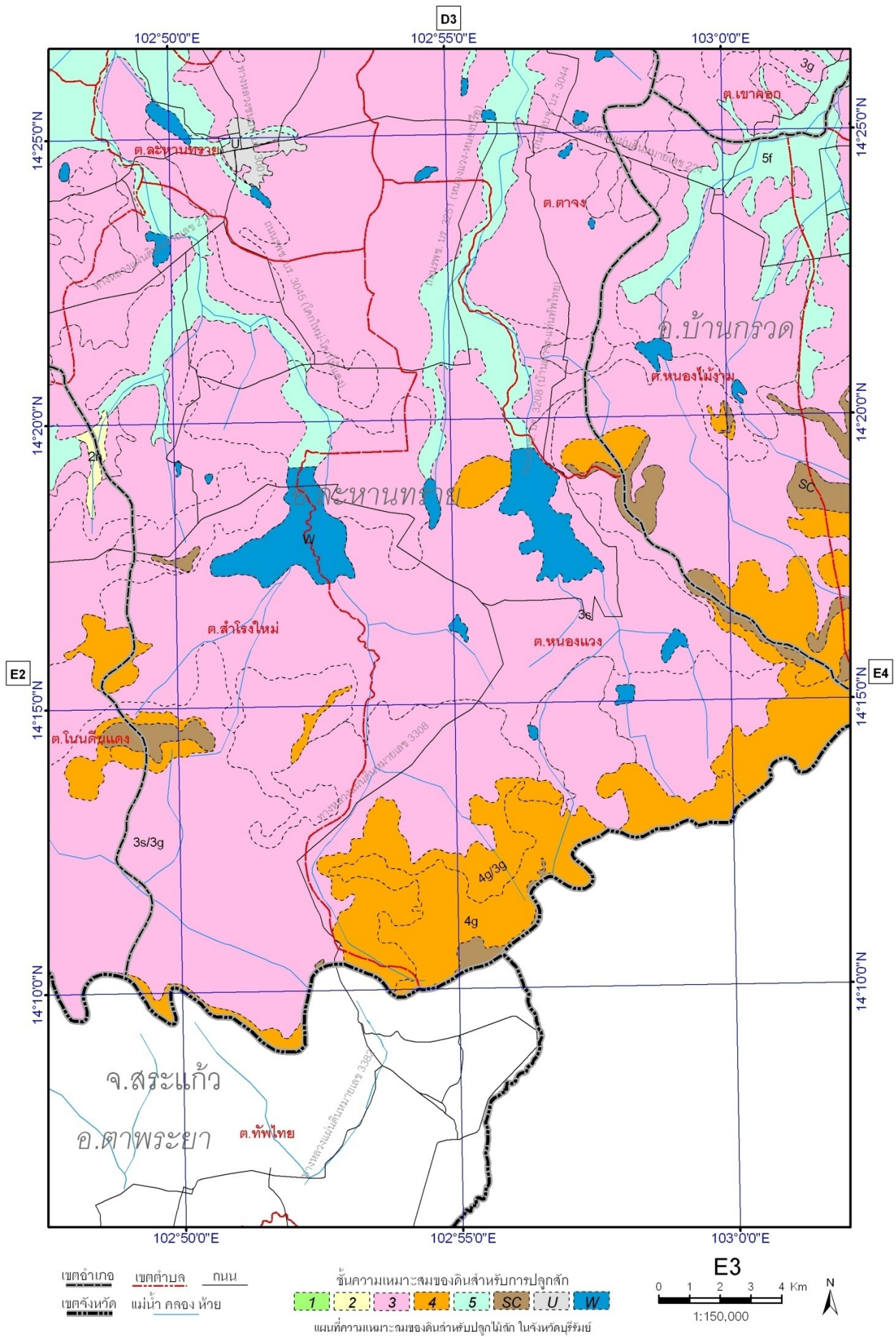


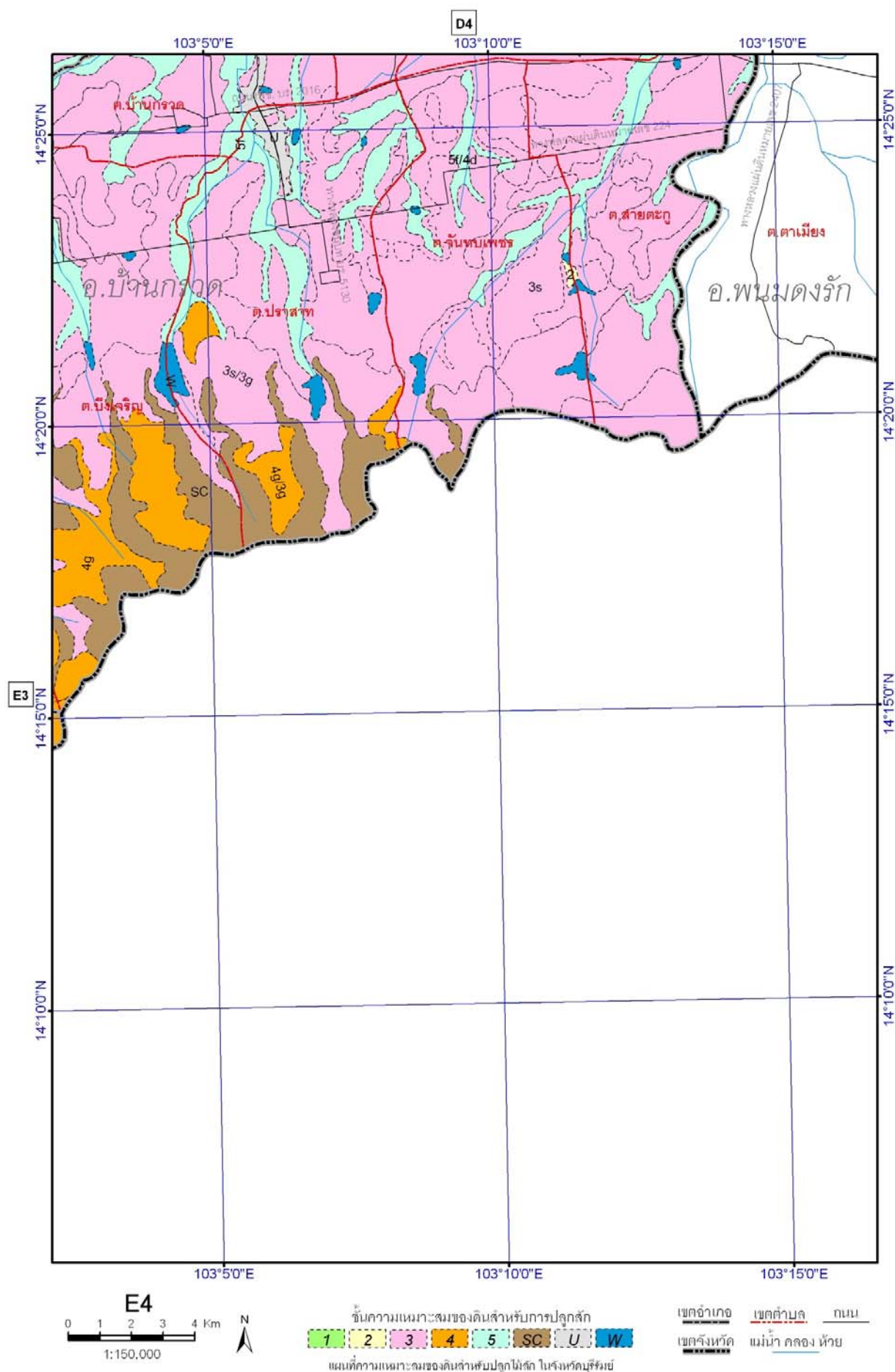




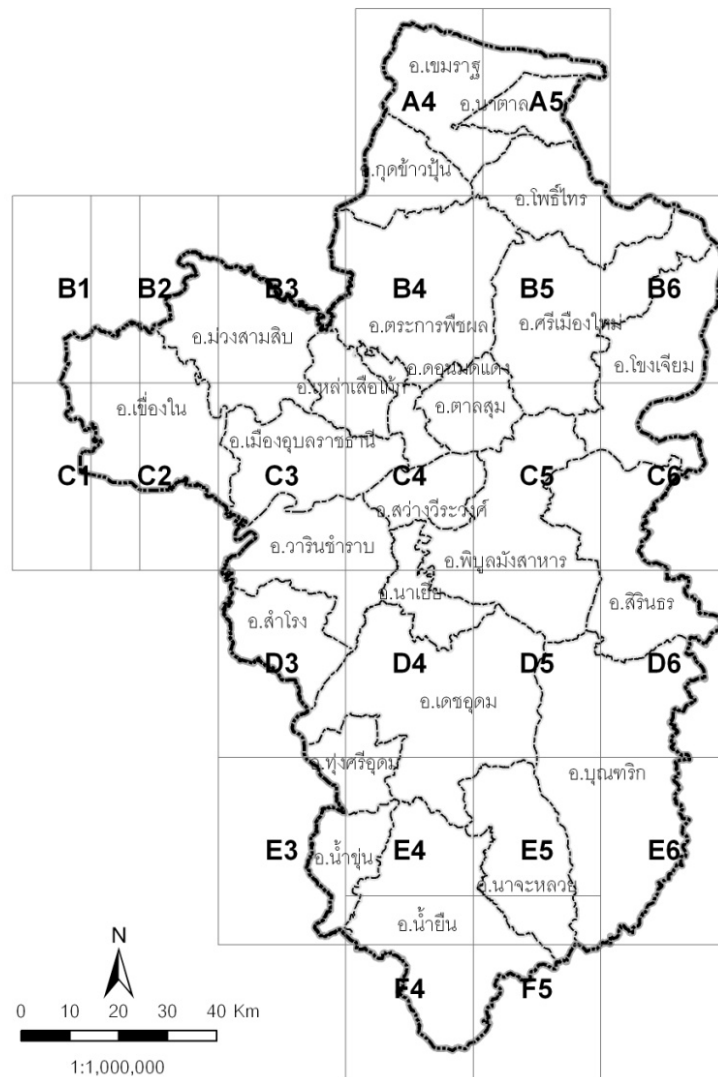








ดัชนีหน้าแผนที่จังหวัดอุบลราชธานี

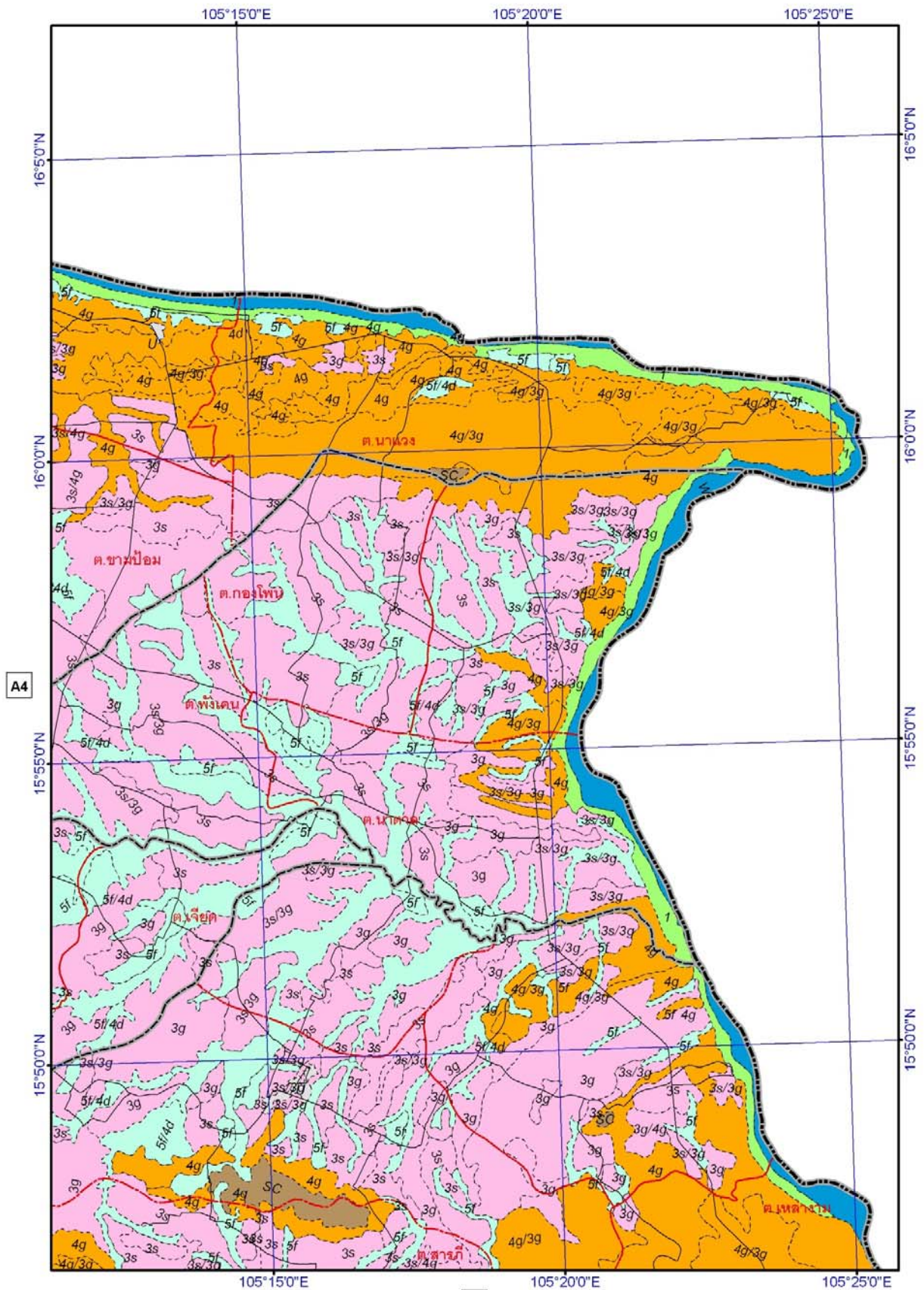


แสดงตำแหน่งของจังหวัดจังหวัดอุบลราชธานี

การทำแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้สัก
ครั้งนี้ใช้เส้นรุ้ง (Latitude) และเส้นแวง (Longitude) ที่แสดงด้วยระบบ
พิกัด WGS-84 ใช้ข้อมูลแนวเขตปกครองของกรมการปกครอง
สำหรับแผนที่ดินใช้ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Latitude and longitude are shown in
WGS-84 coordinate system.

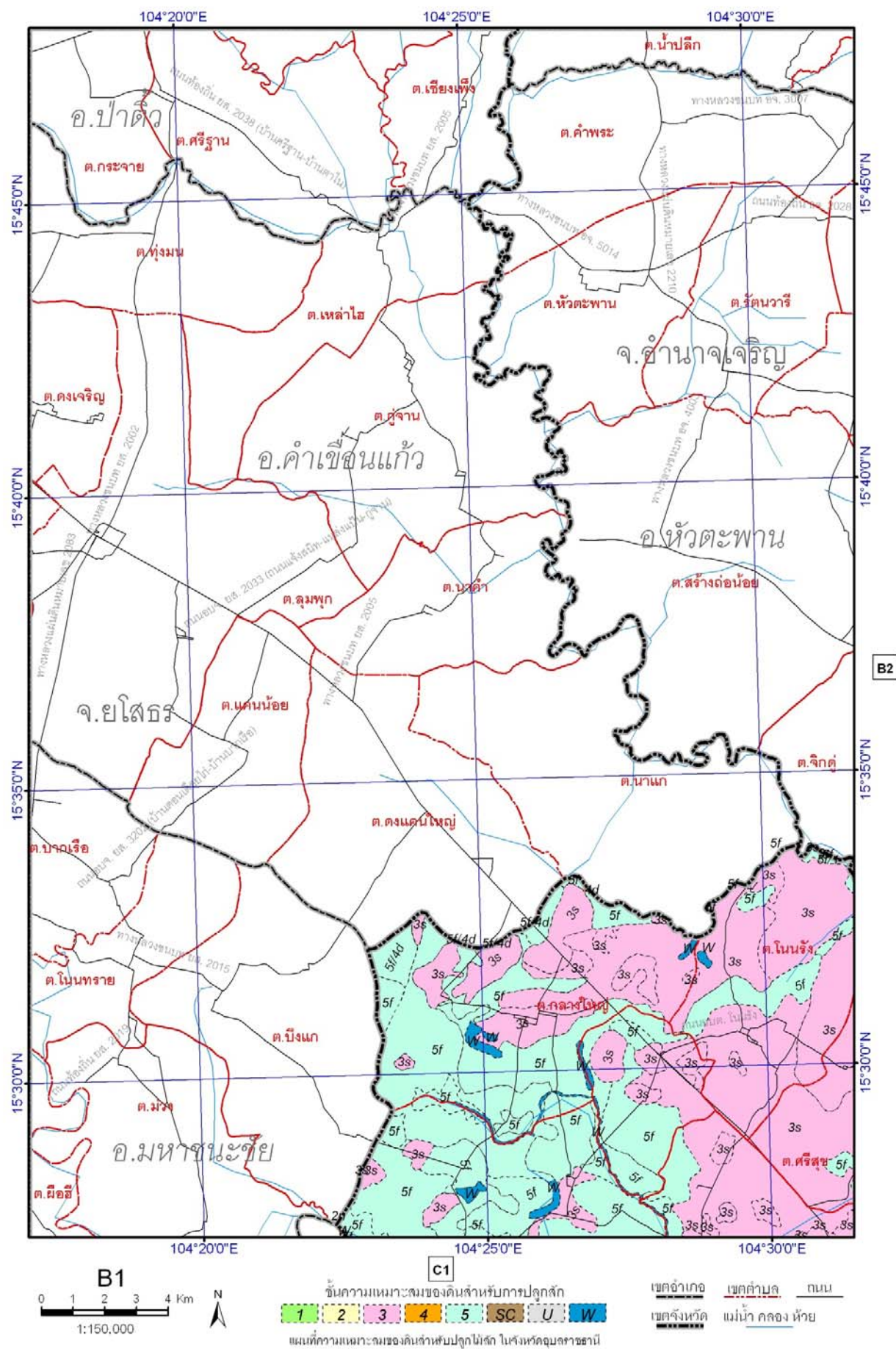
Administrative area digital file (shape
file) from Department of Provincial
Administration, Ministry of Interior and
soil maps were from Land Development
Department, Ministry of Agriculture and
Cooperatives were used for conducting
this soil suitability map.

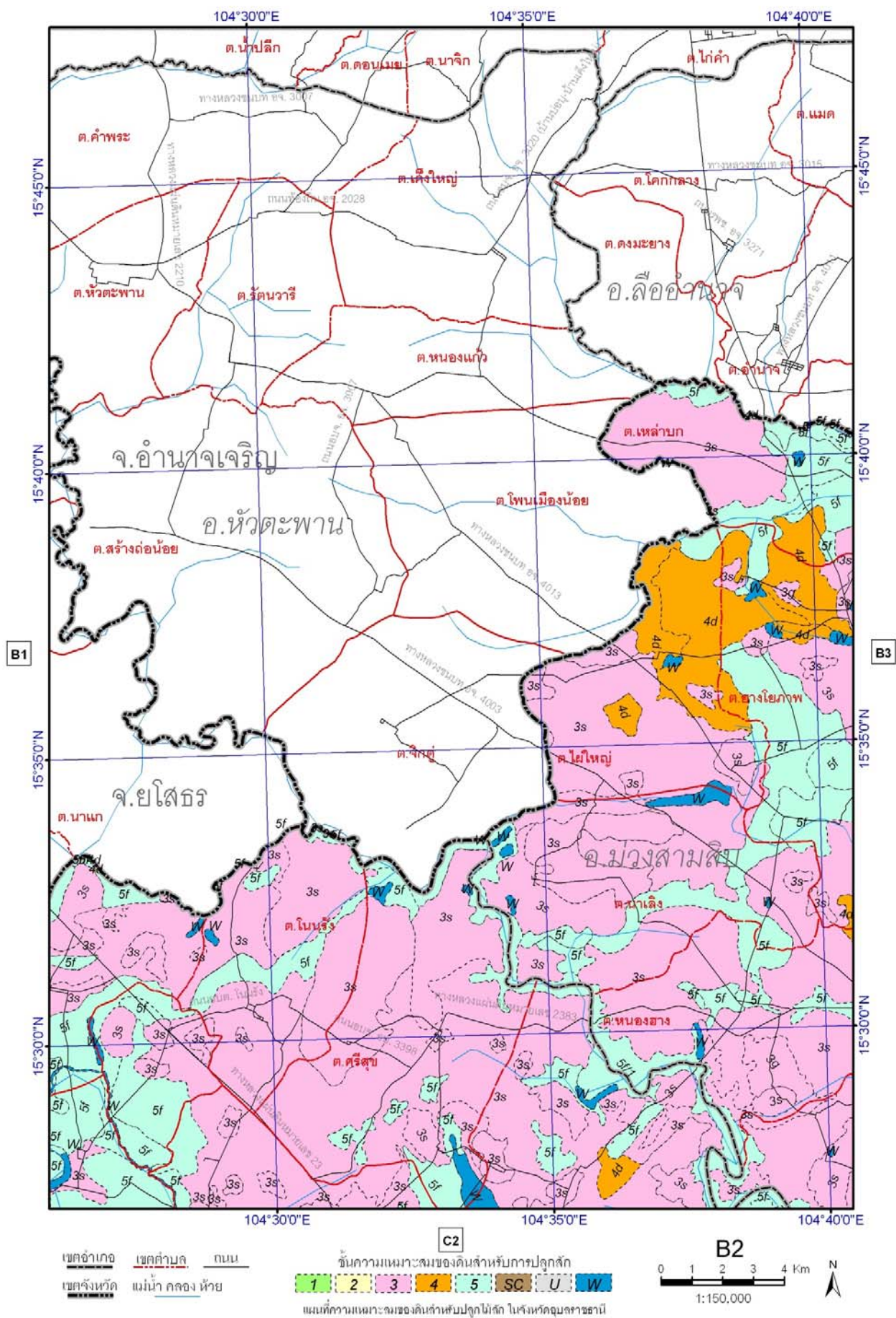


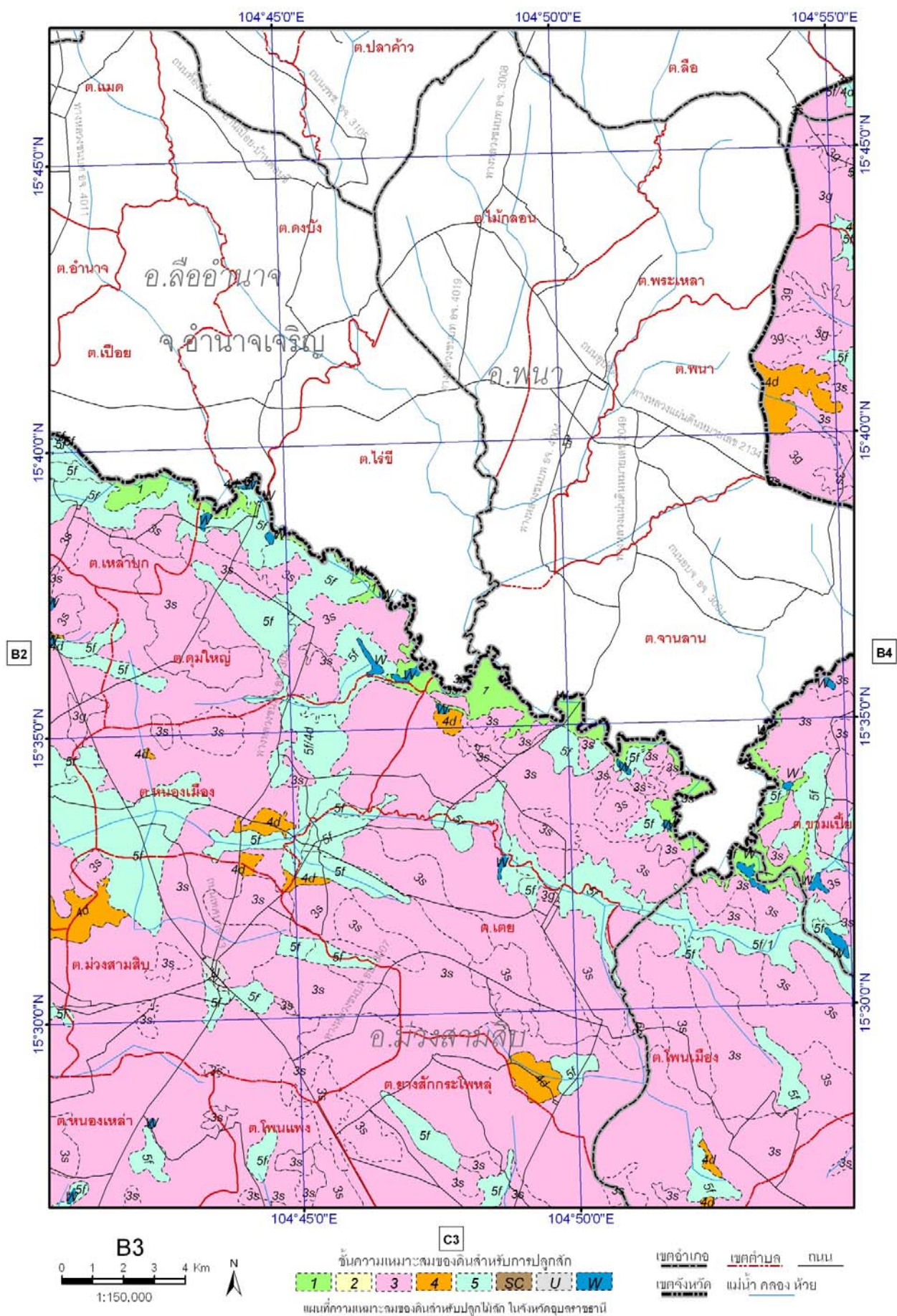
เขตอำเภอ เขตตำบล ถนน
เขตจังหวัด แม่น้ำ คลอง ห้วย

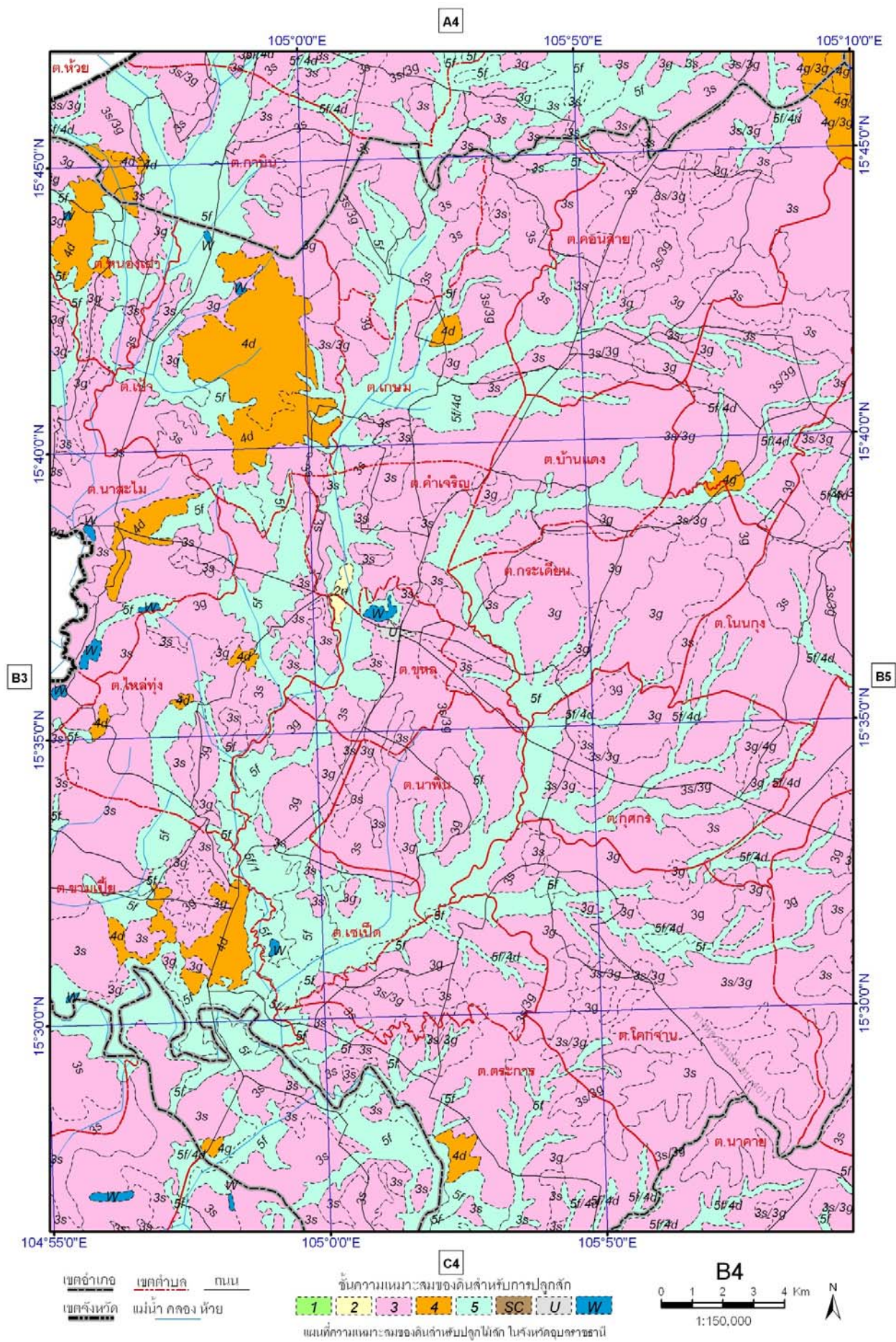
ชั้นความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูก
1 2 3 4 5 SC U W
แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้ผล ในจังหวัดอุตรดิตถ์

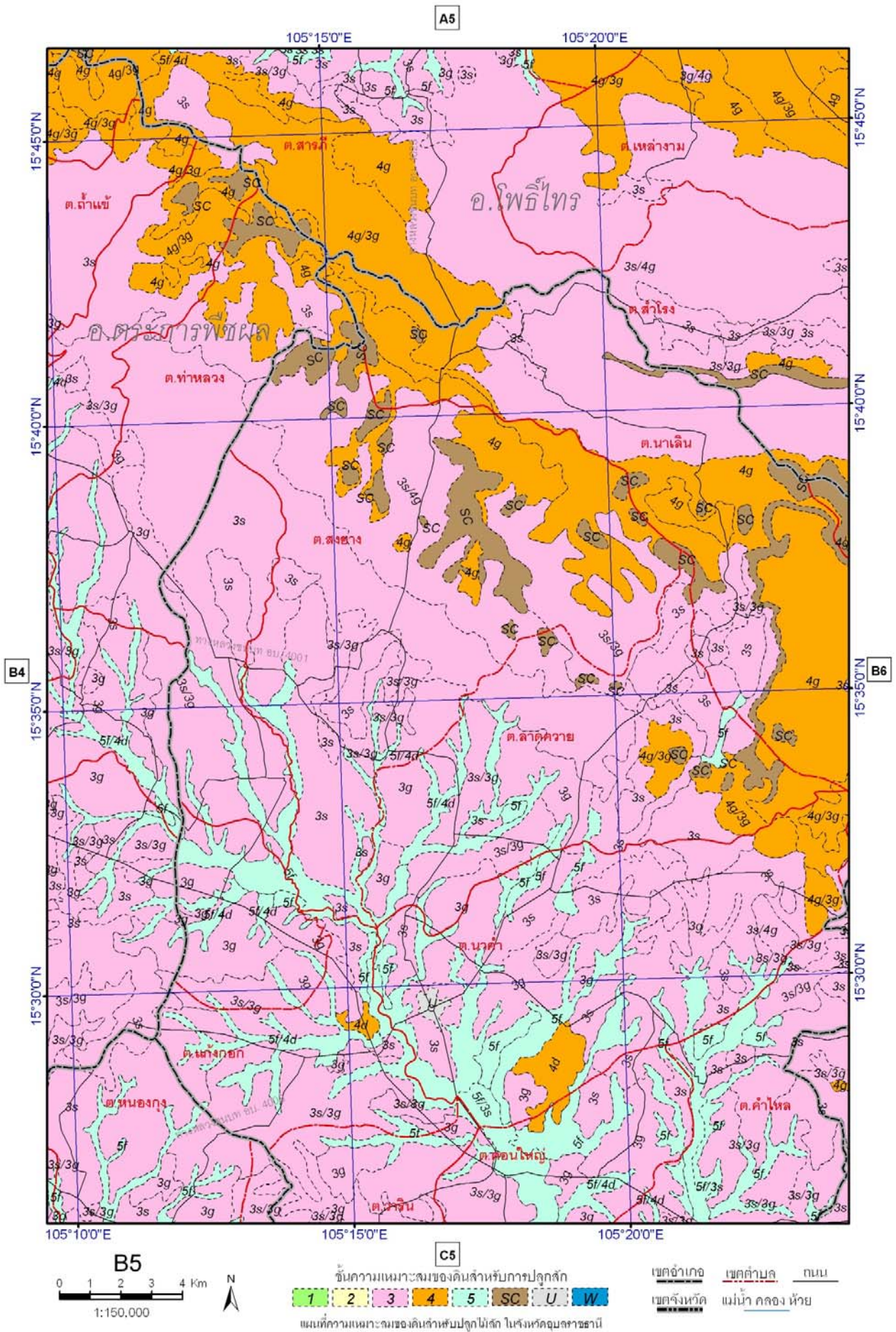
0 1 2 3 4 Km
1:150,000
N

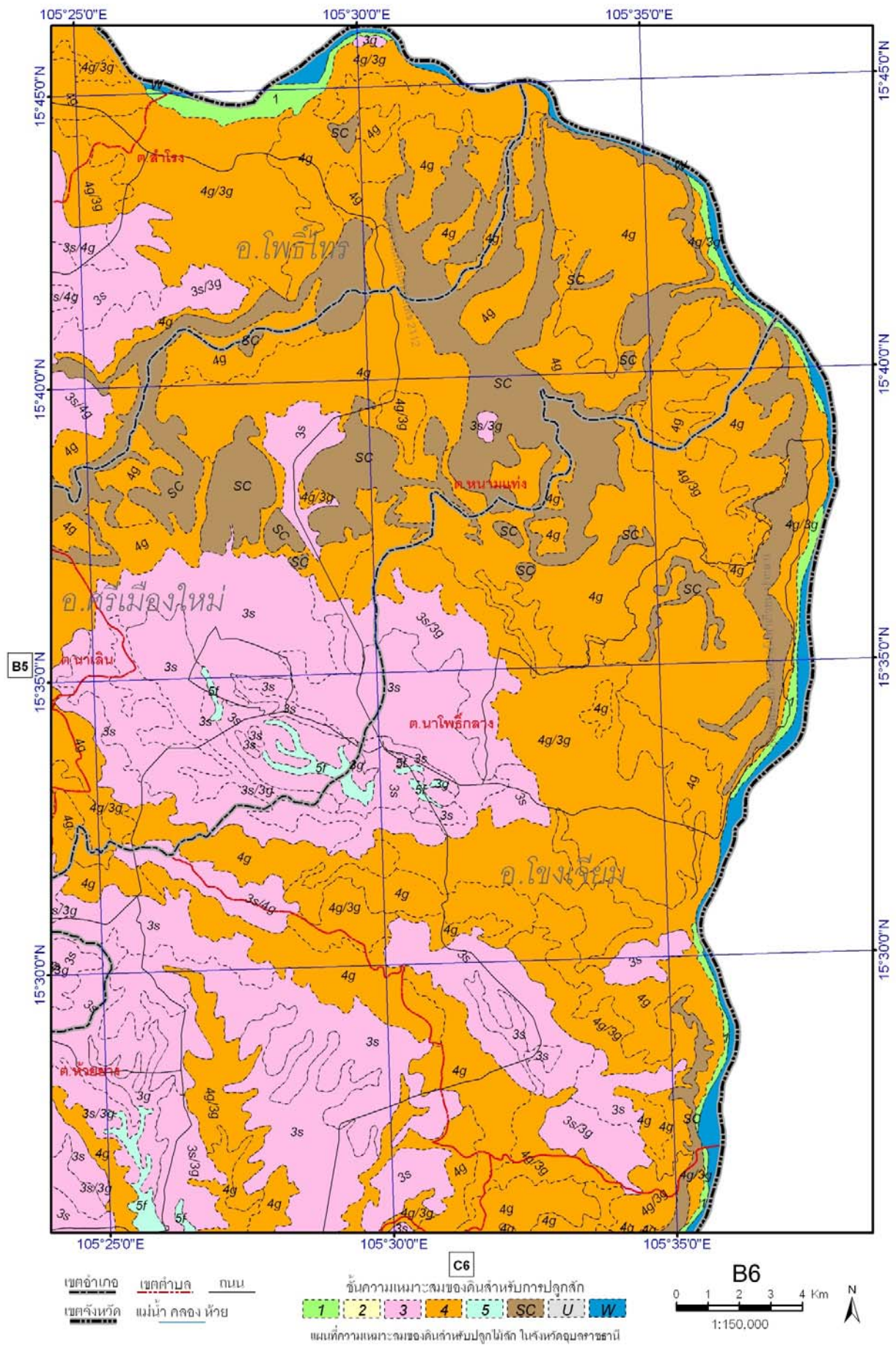


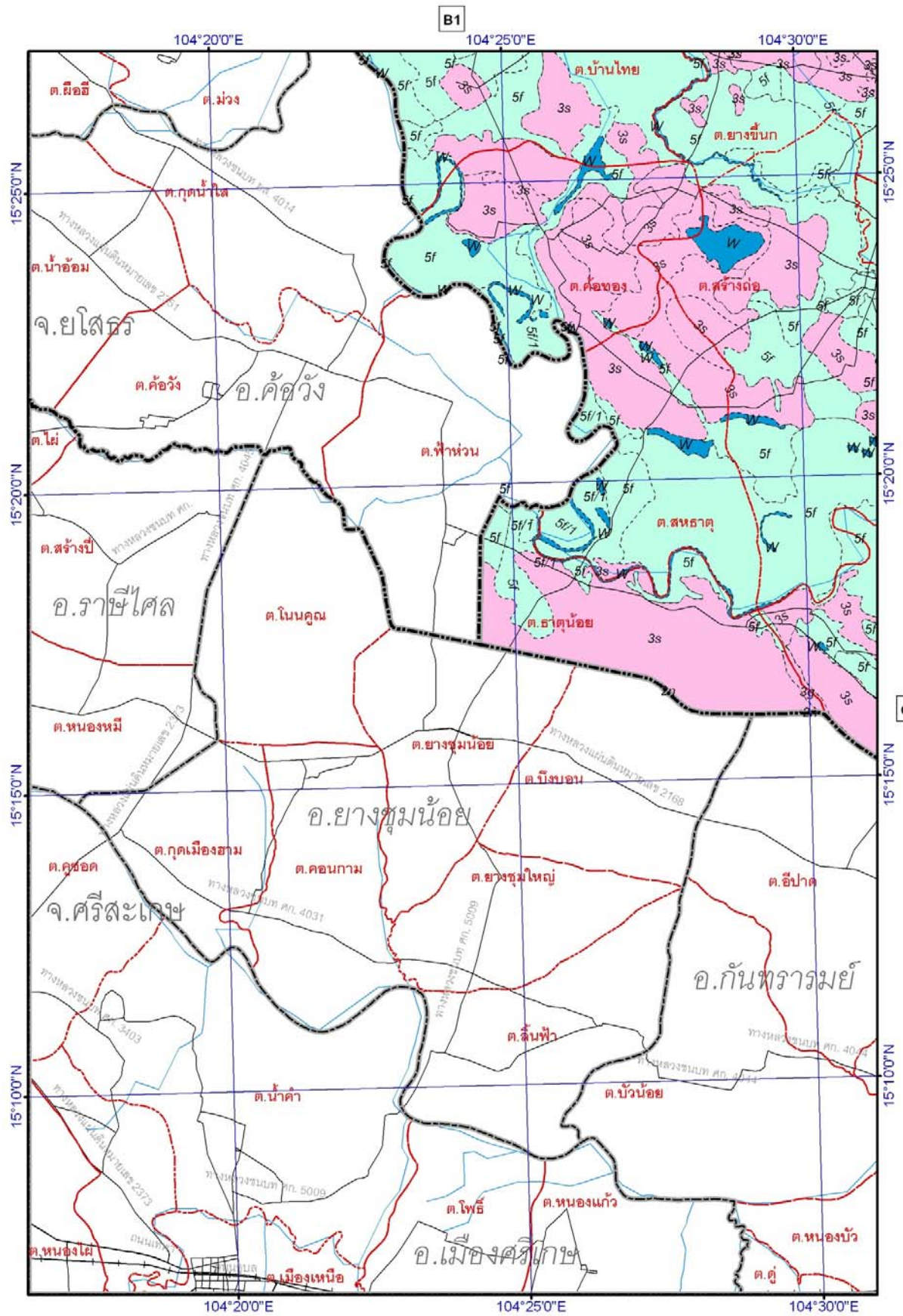








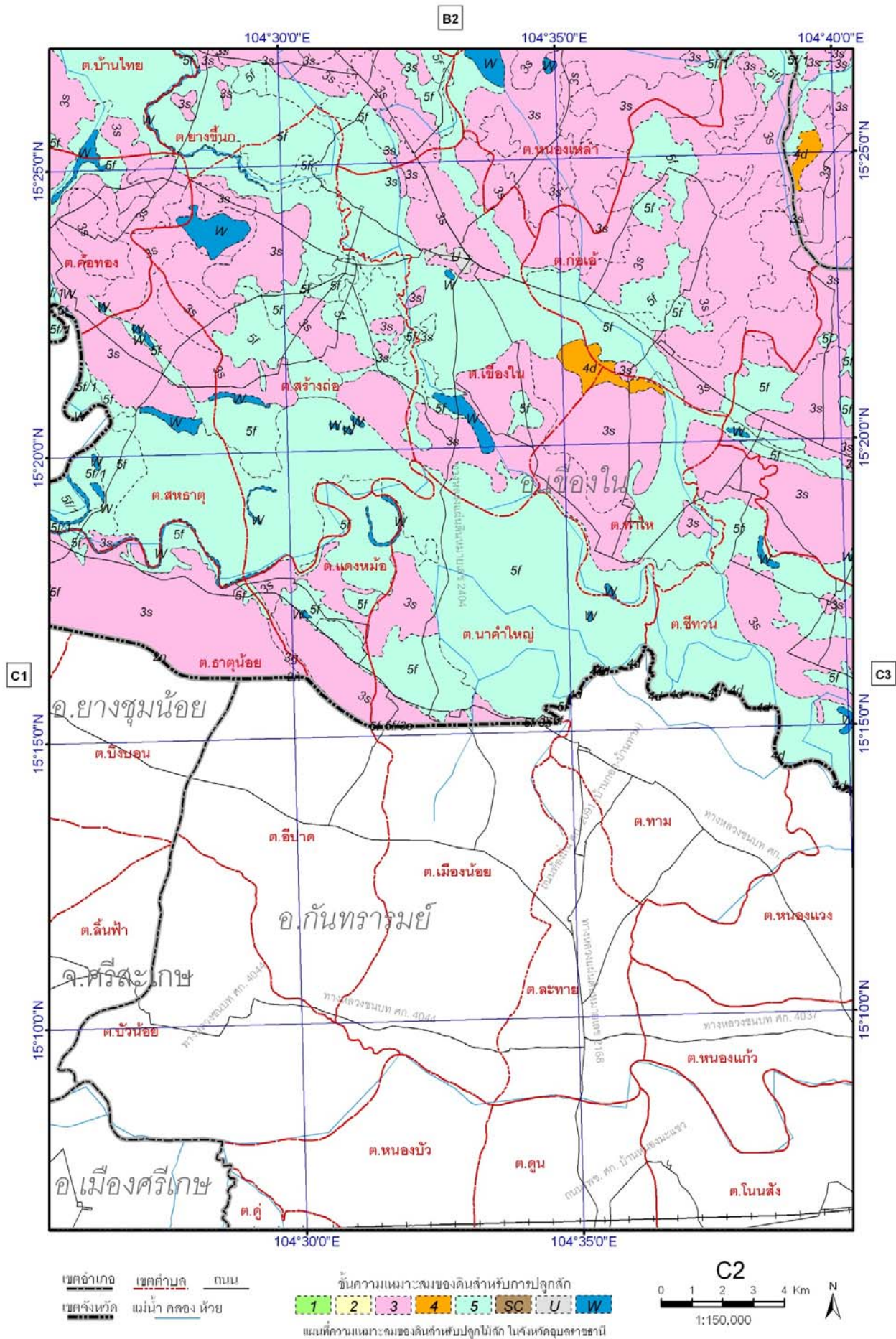


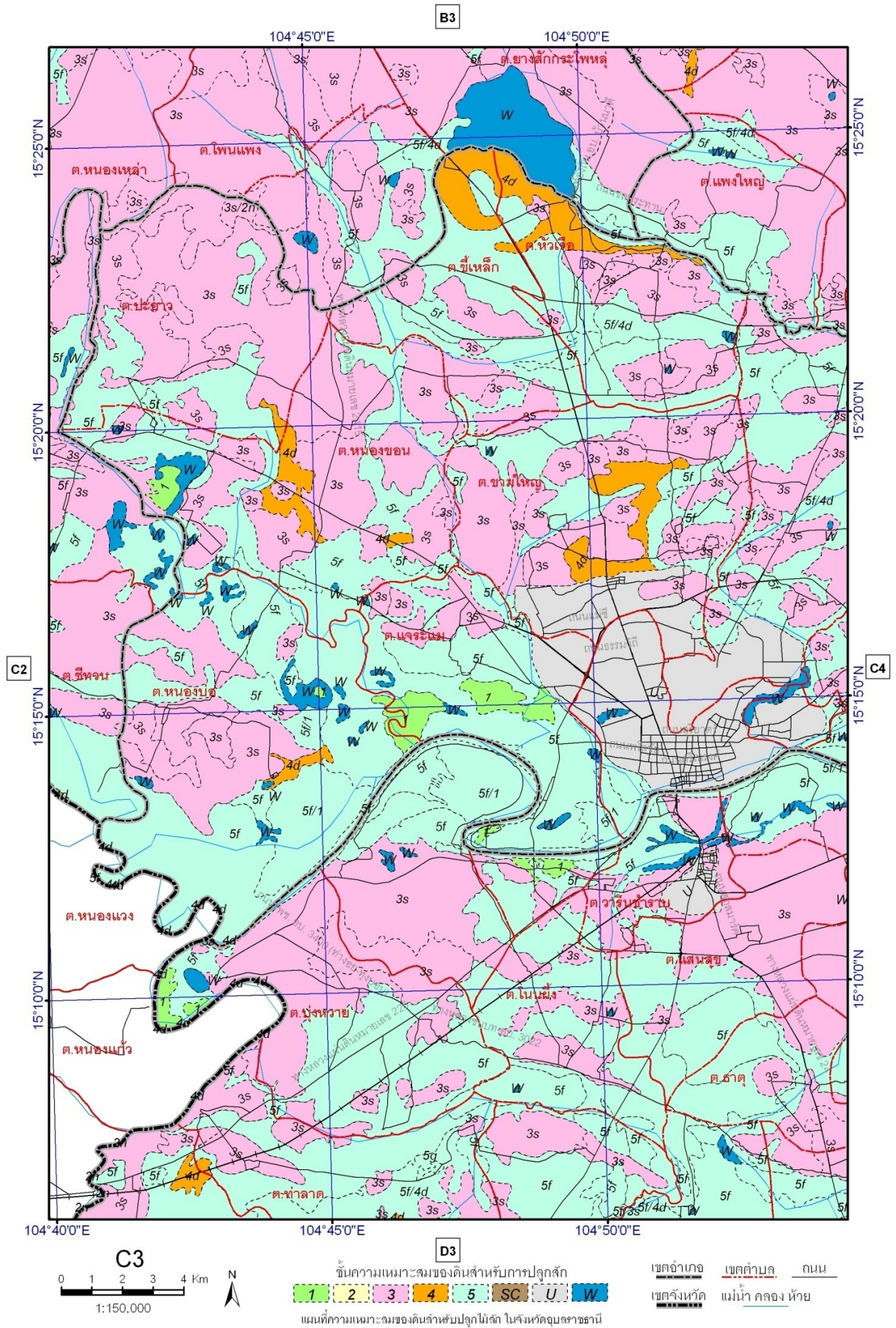


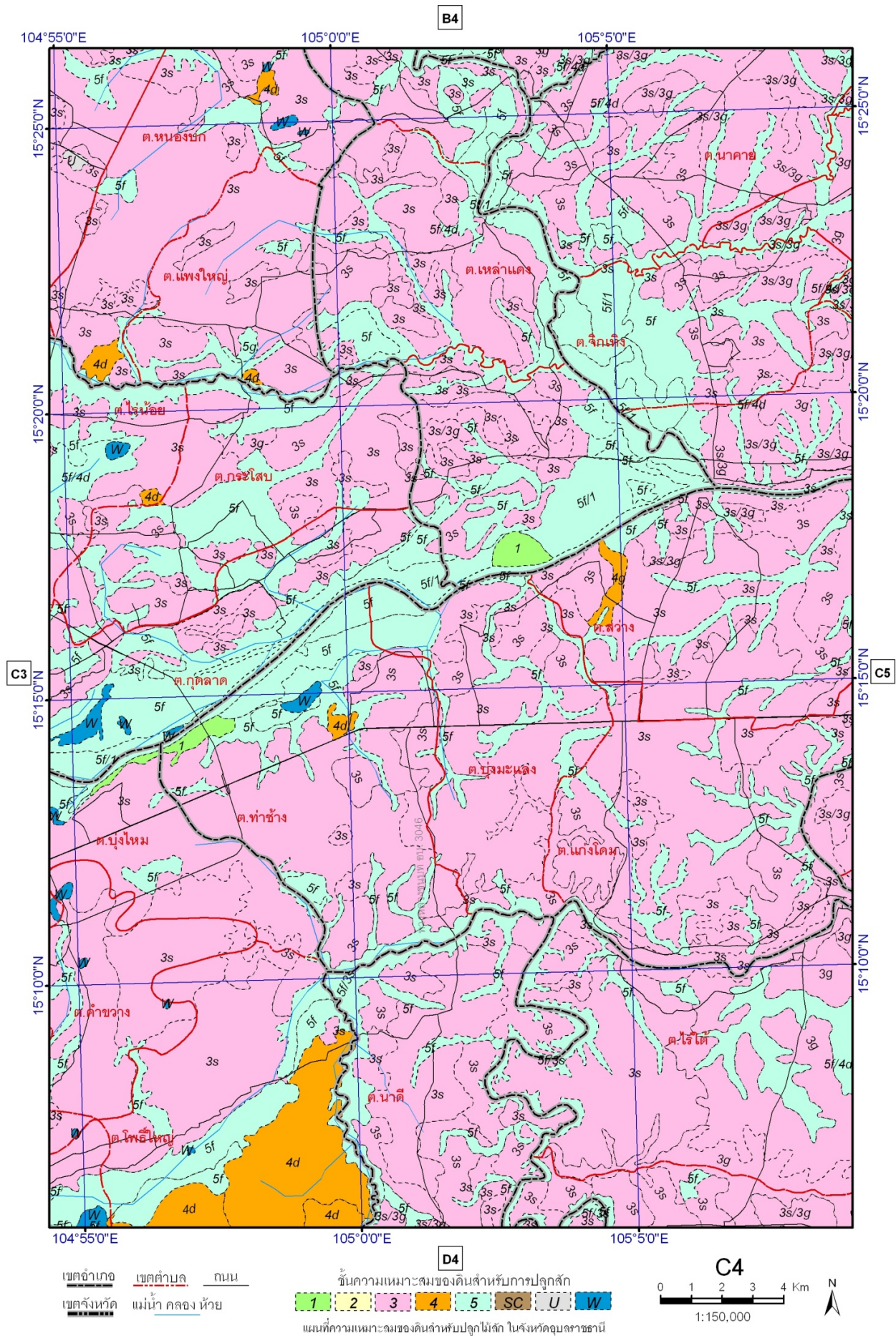
C1
0 1 2 3 4 Km
1:150,000

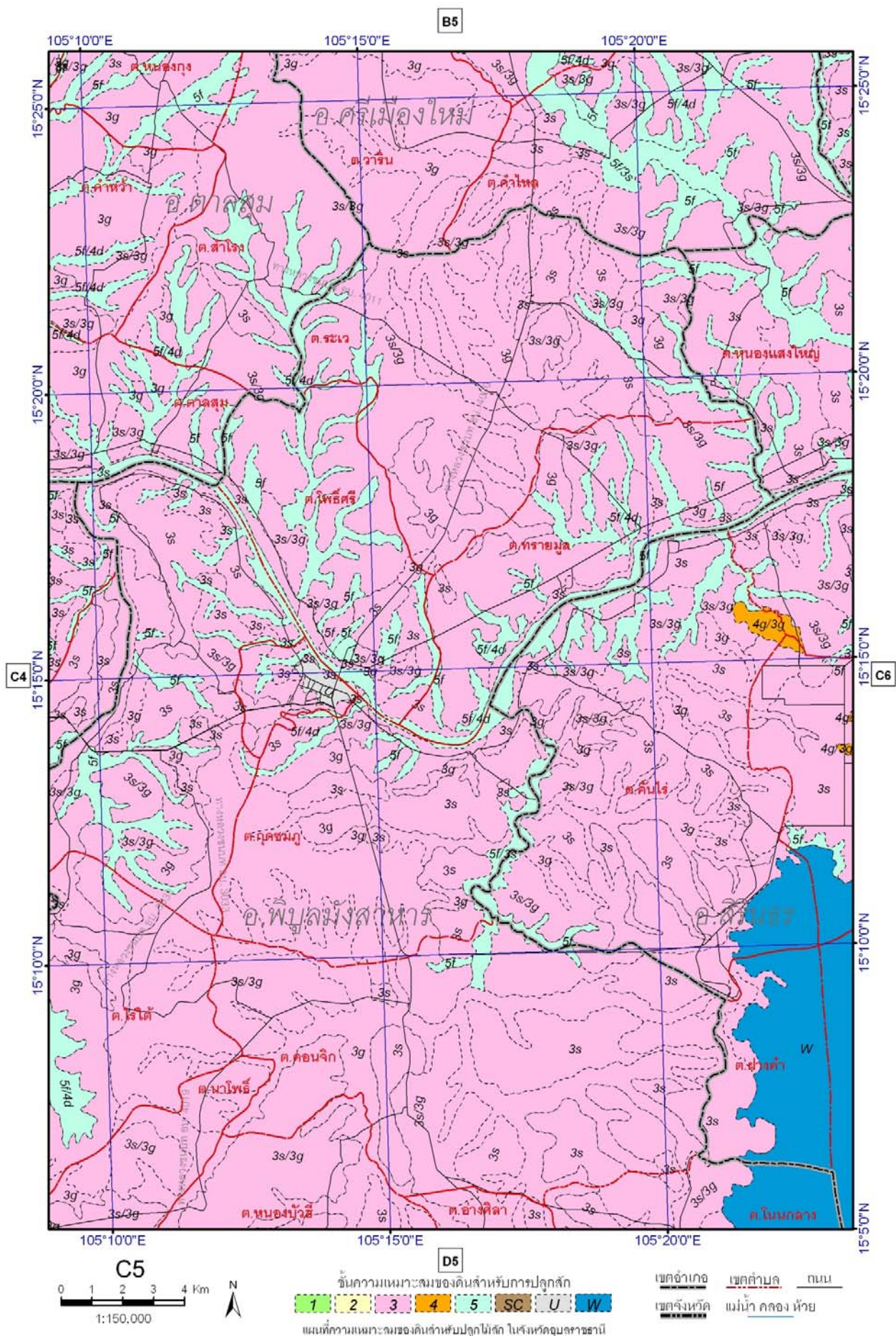
ชั้นความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูก
1 2 3 4 5 SC U W
แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกในจังหวัดอุบลราชธานี

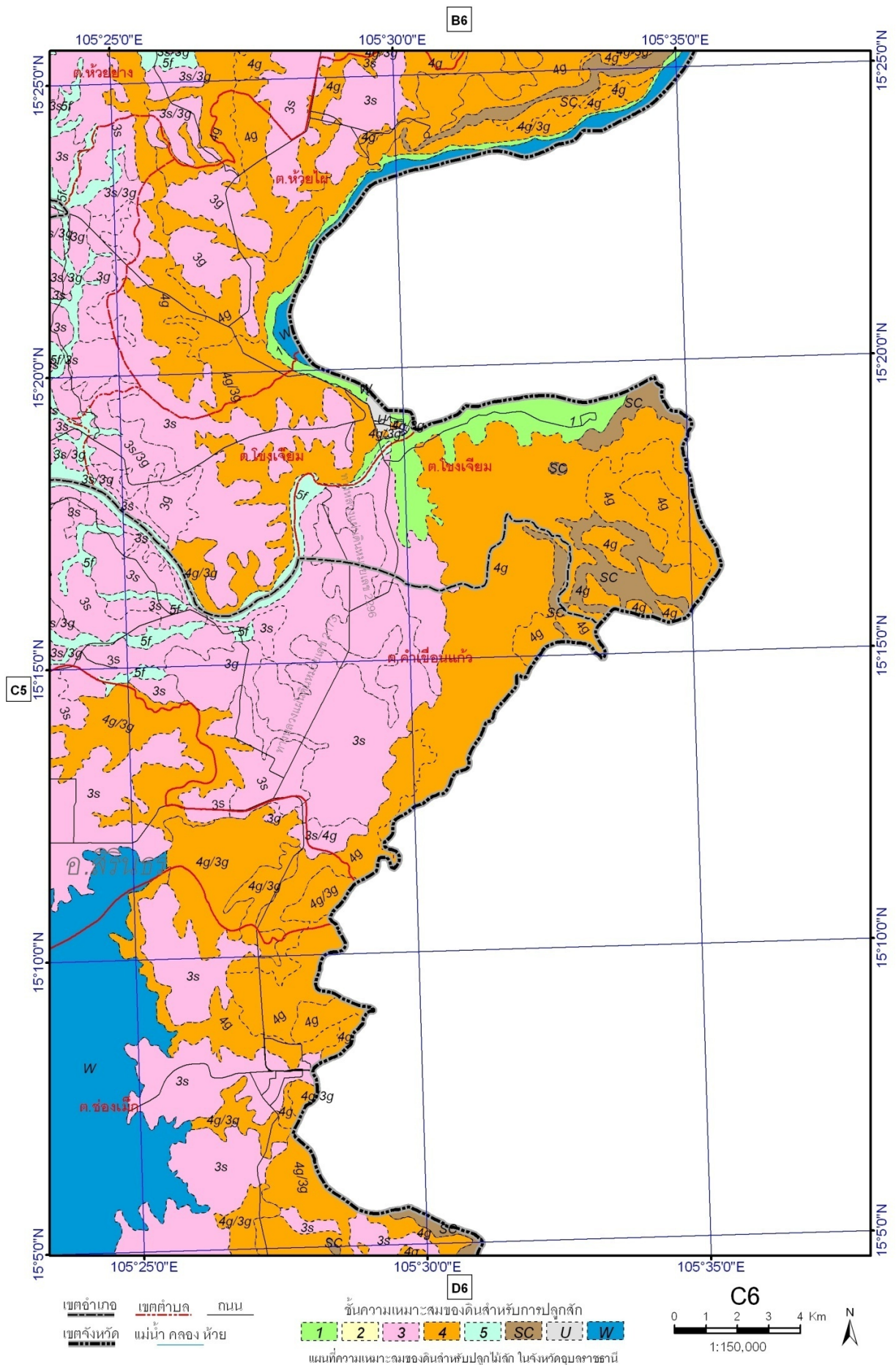
เขตอำเภอ เขตตำบล ถนน
เขตจังหวัด แม่น้ำ คลอง ห้วย



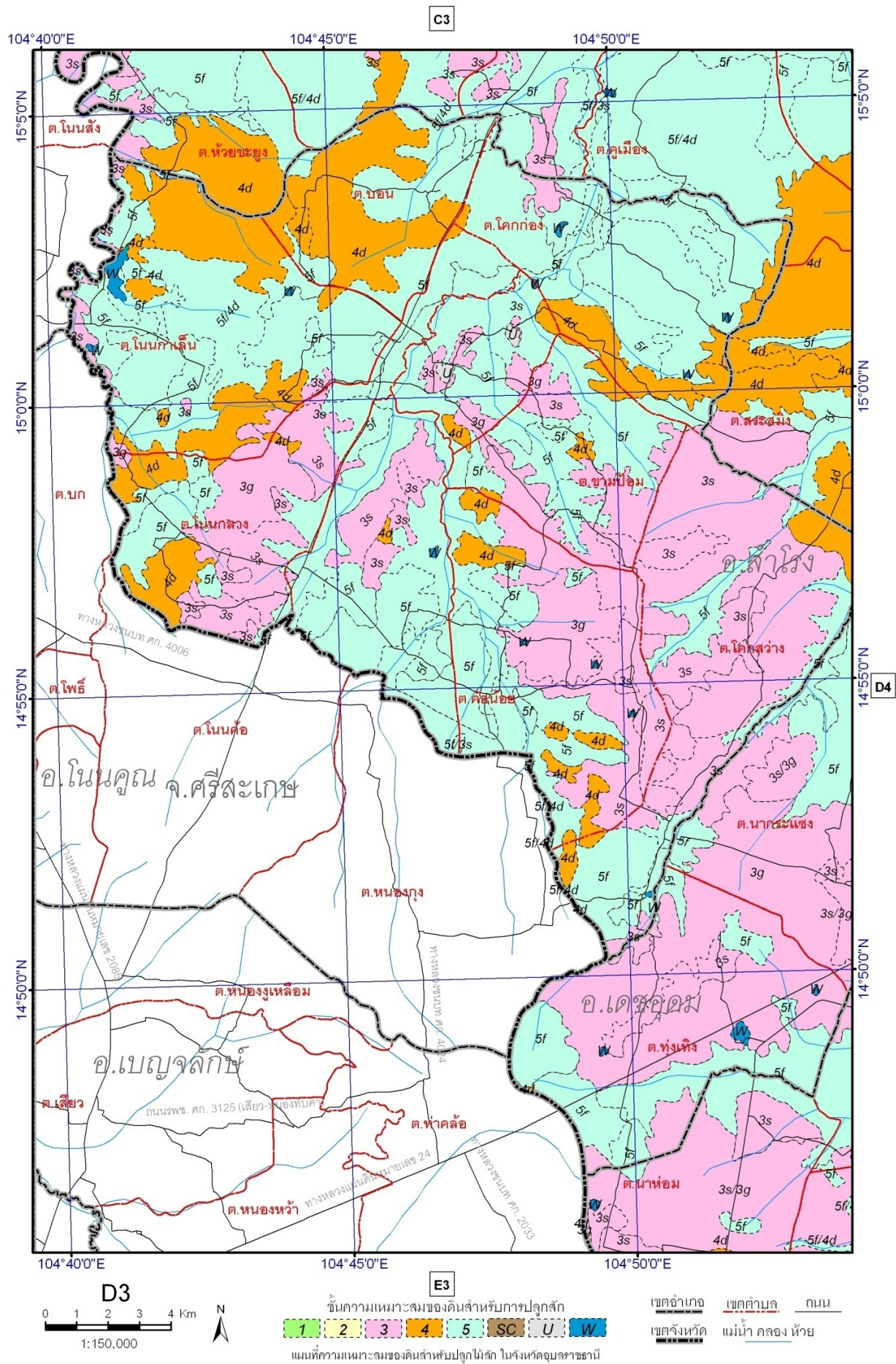


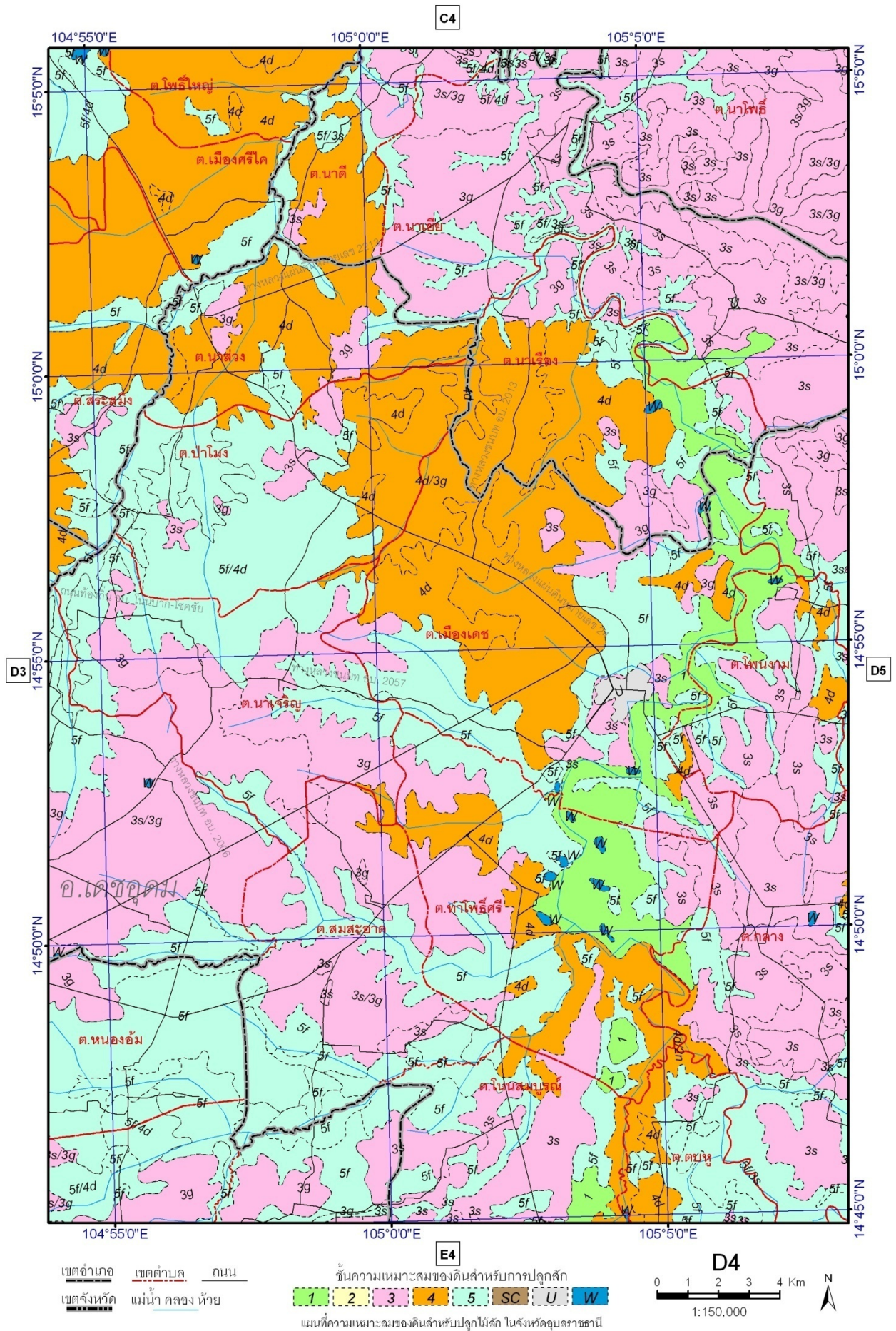


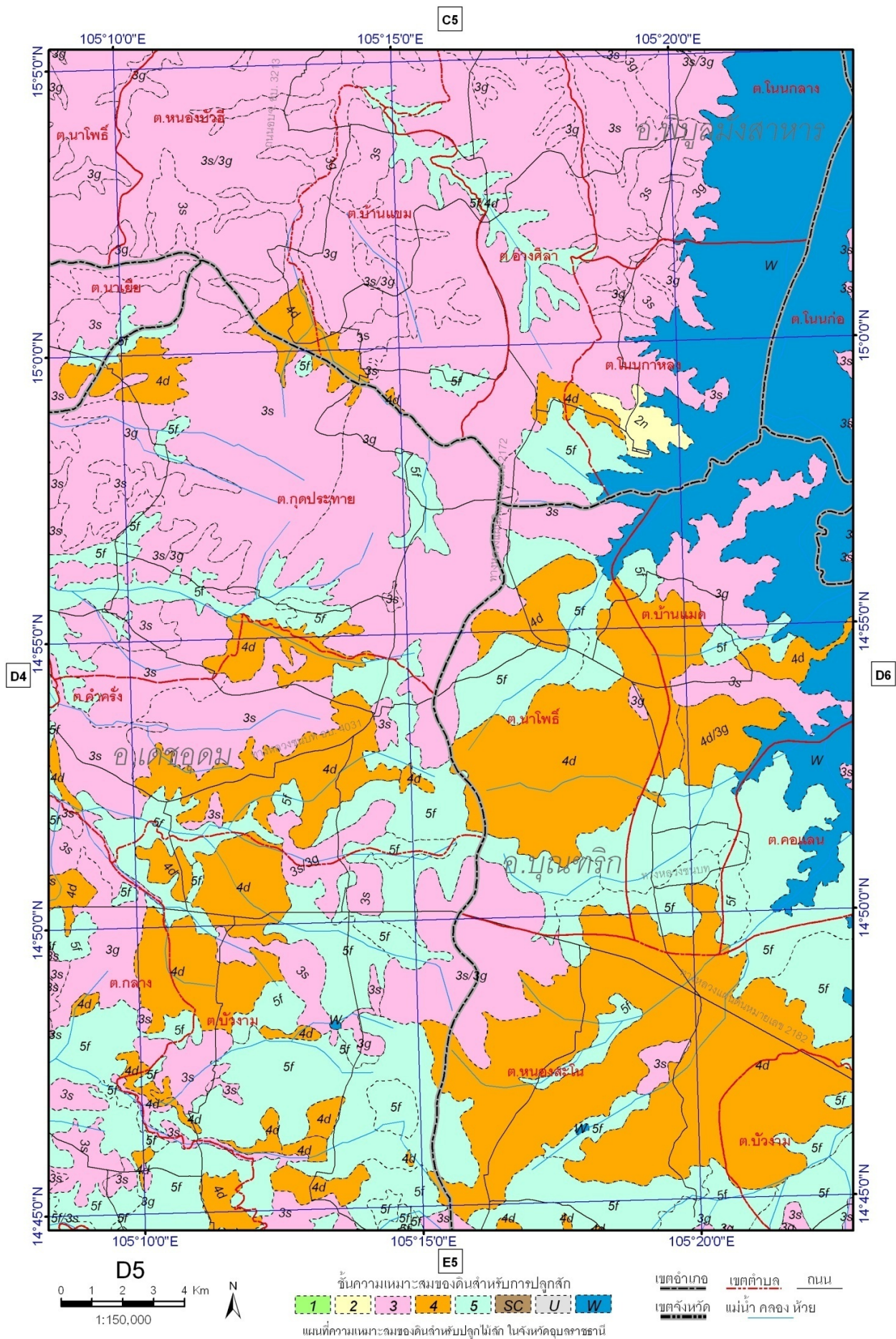


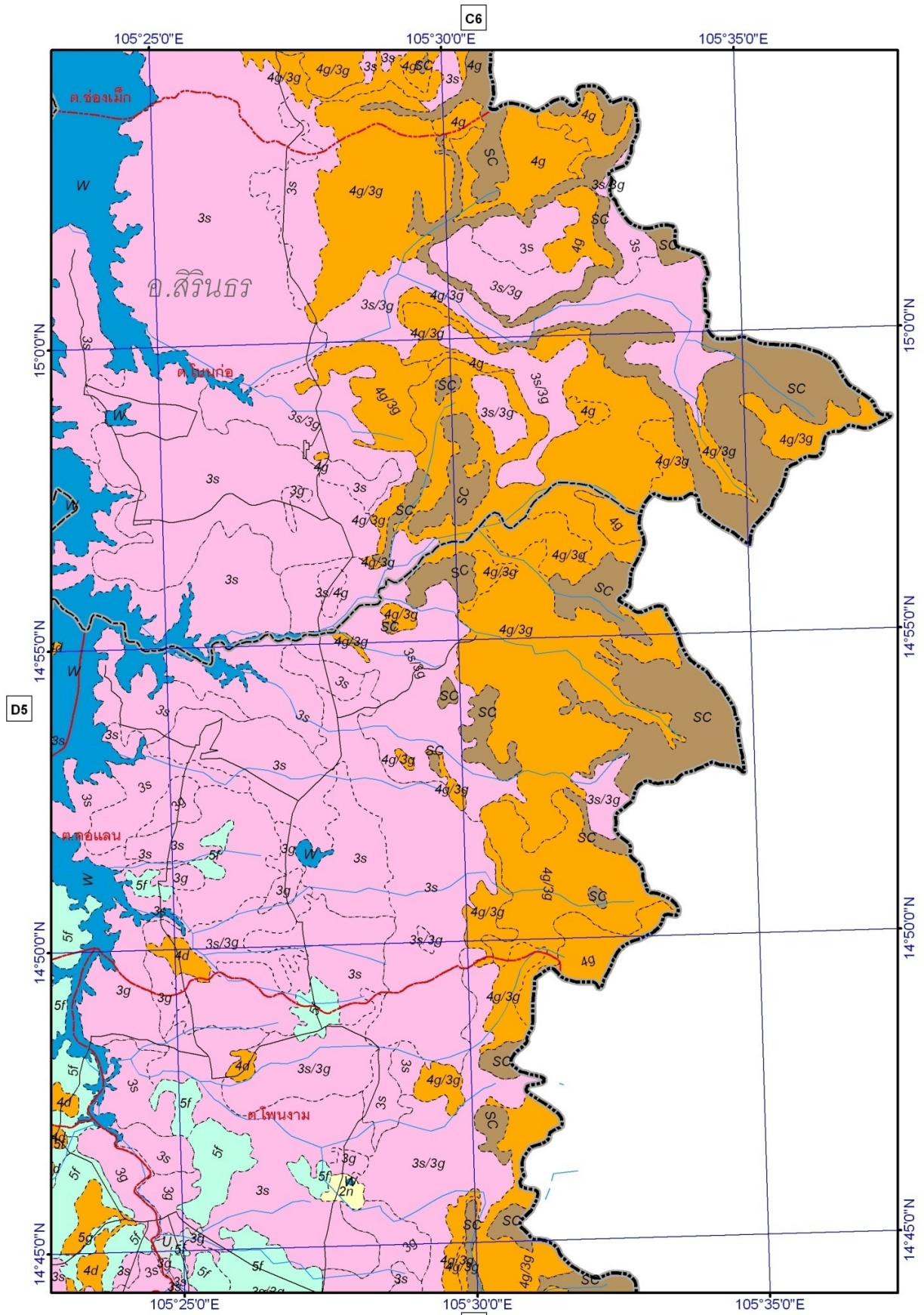


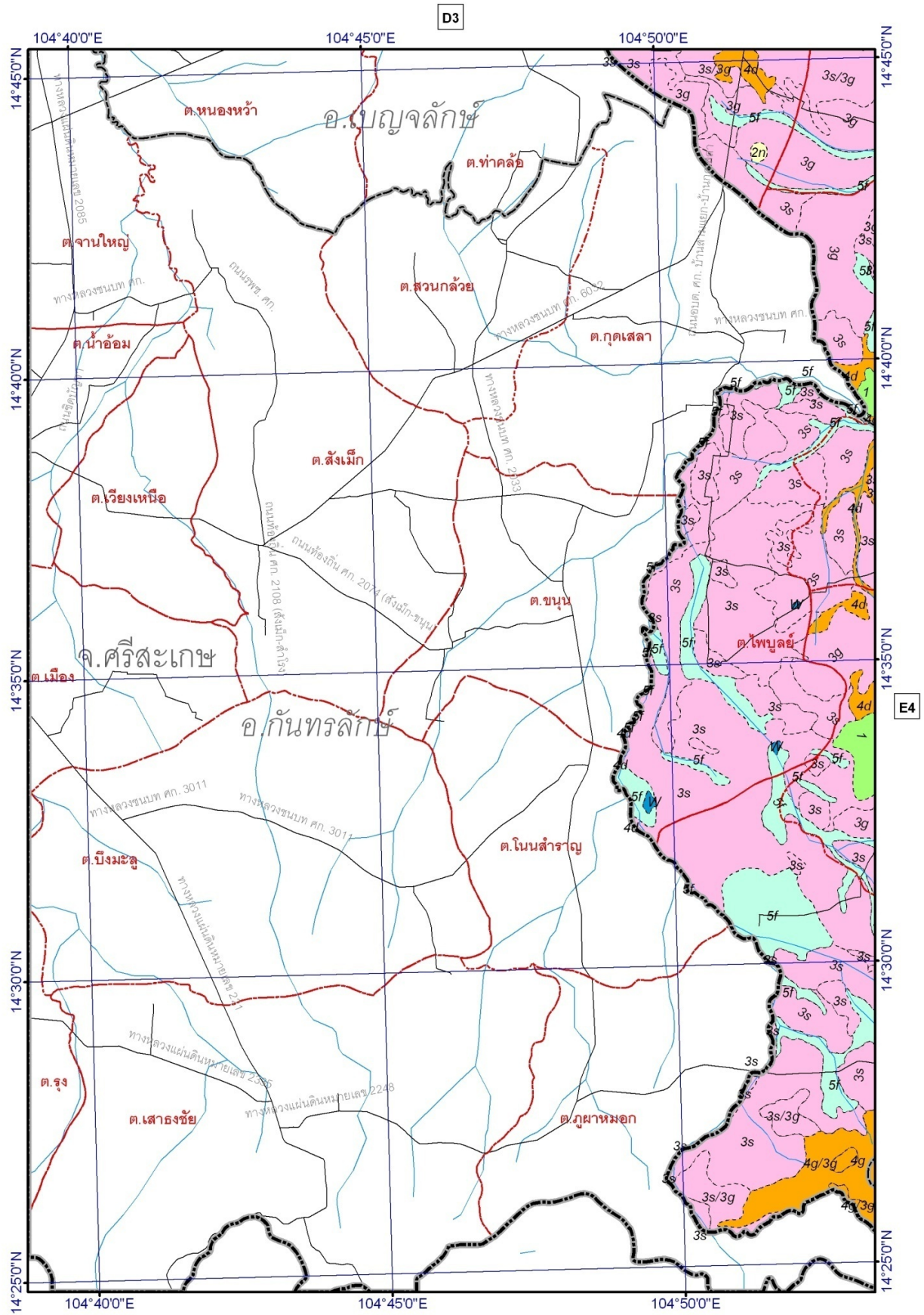
แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกไม้ยางพาราในจังหวัดชลบุรี







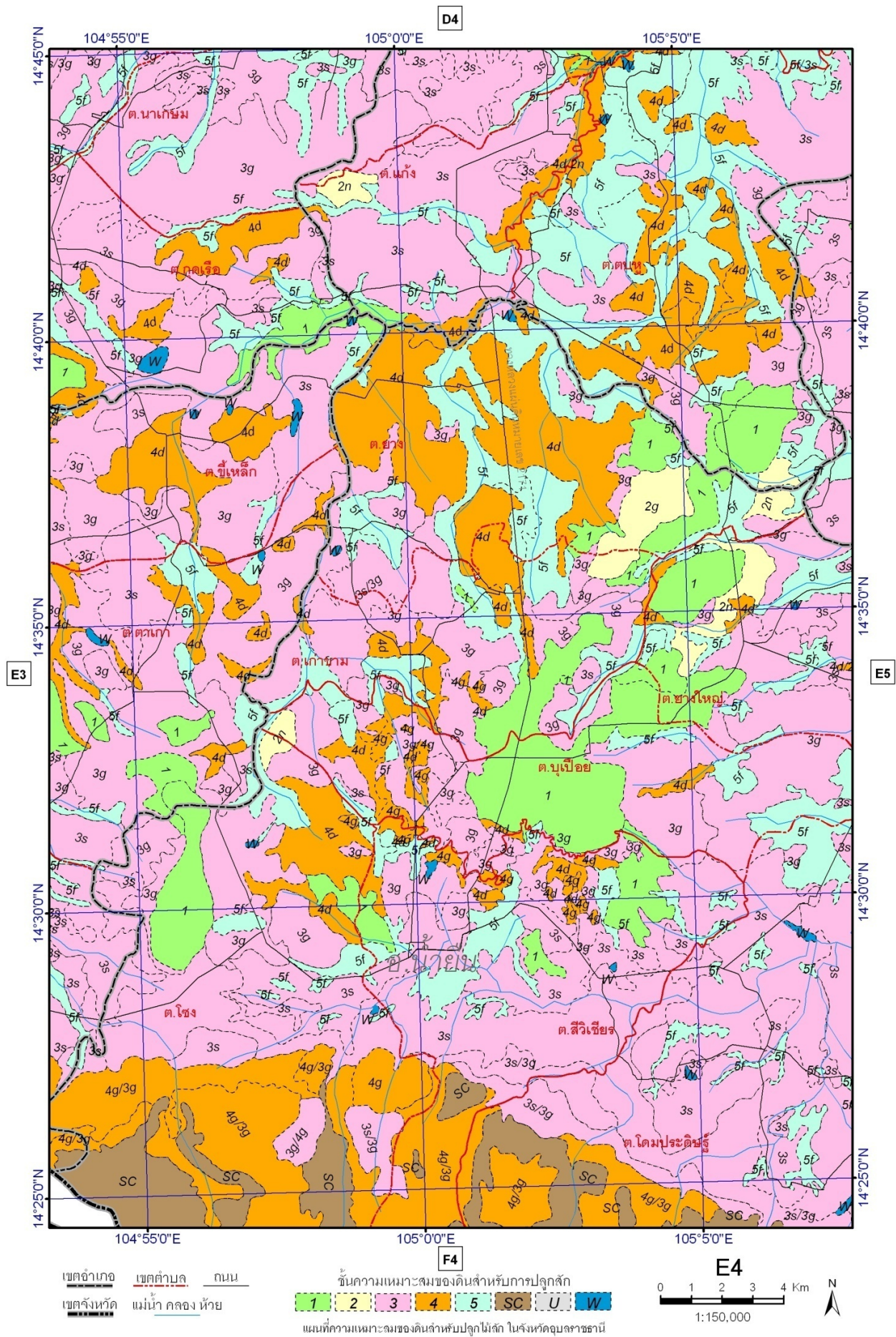


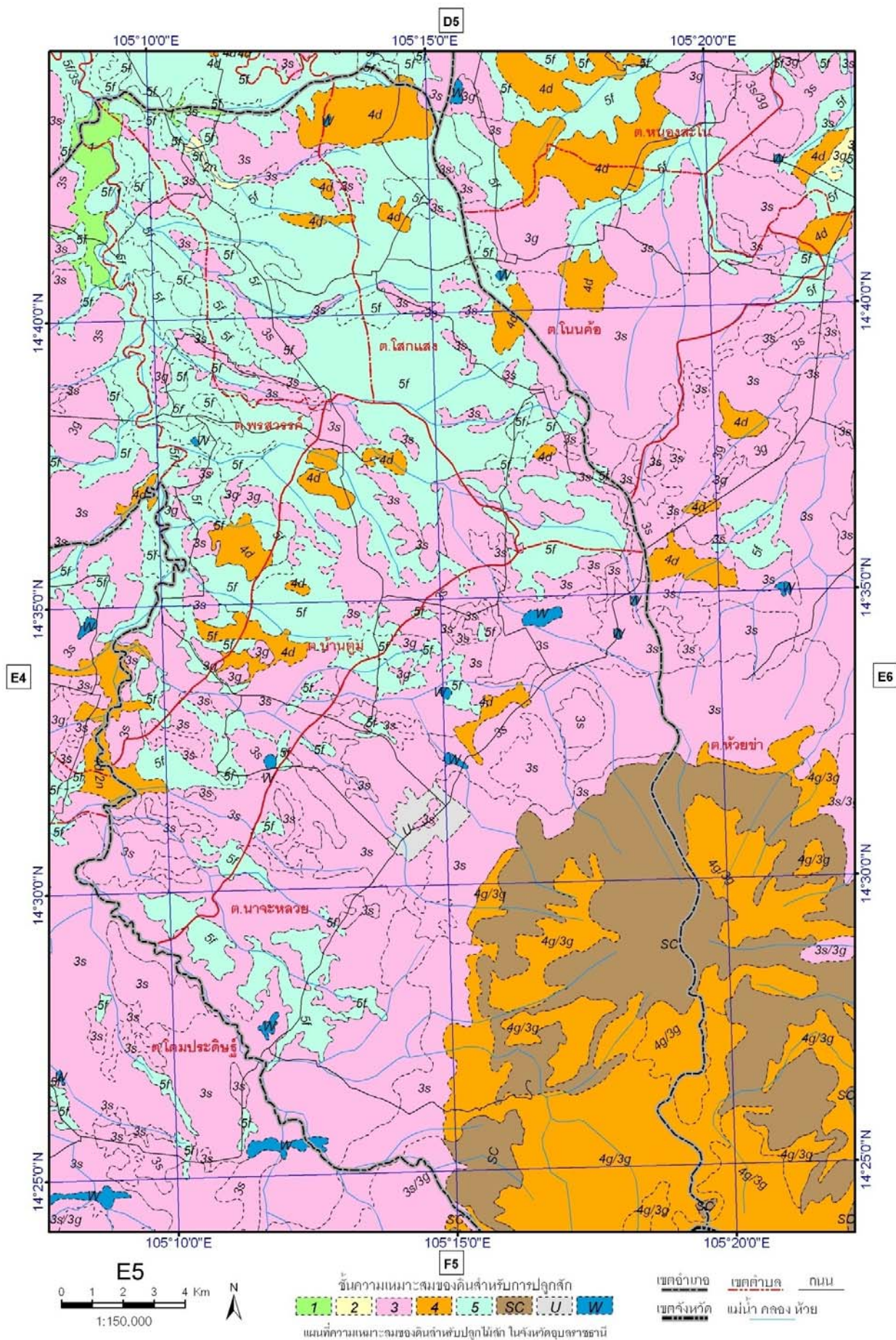


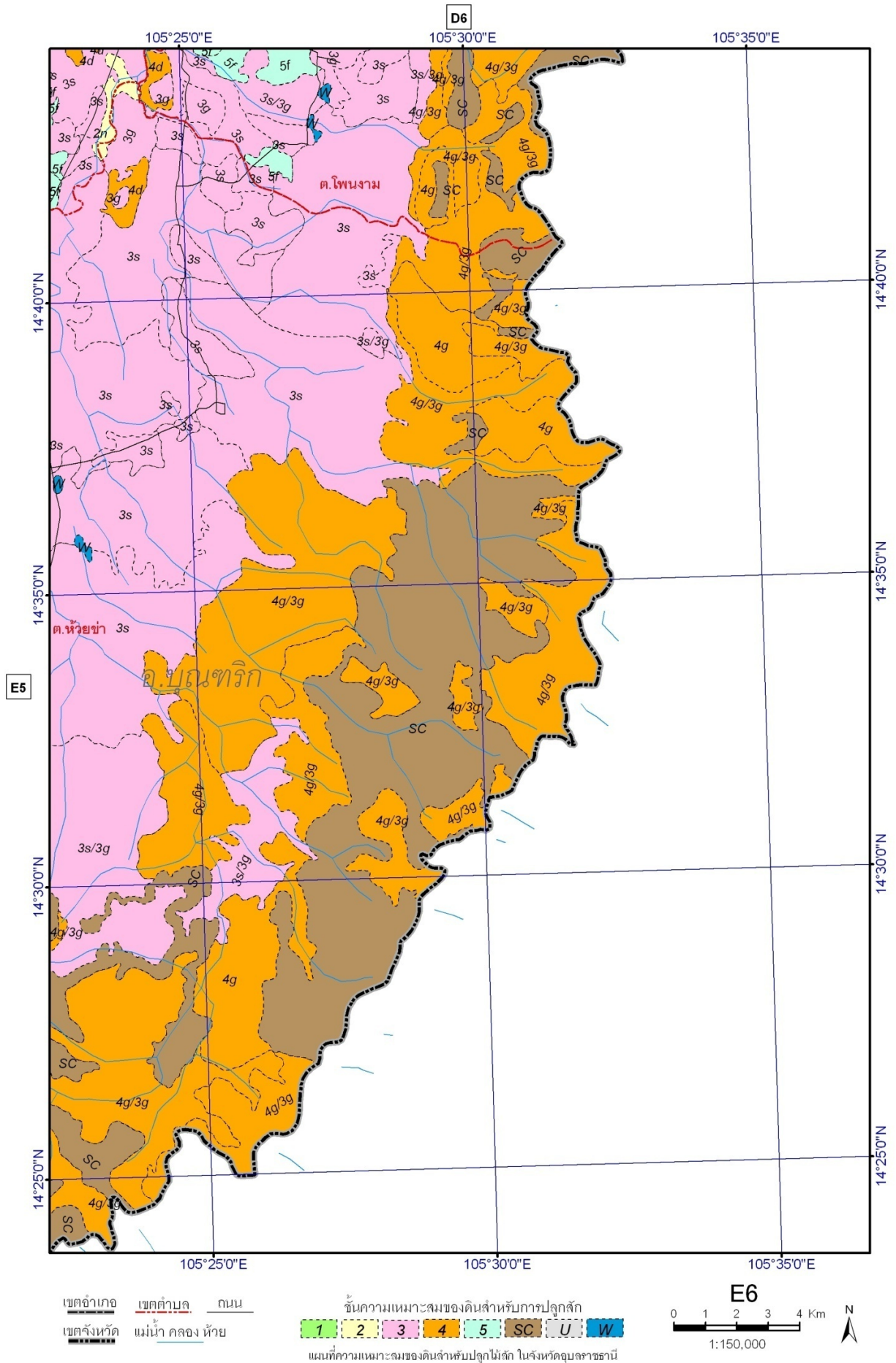
E3

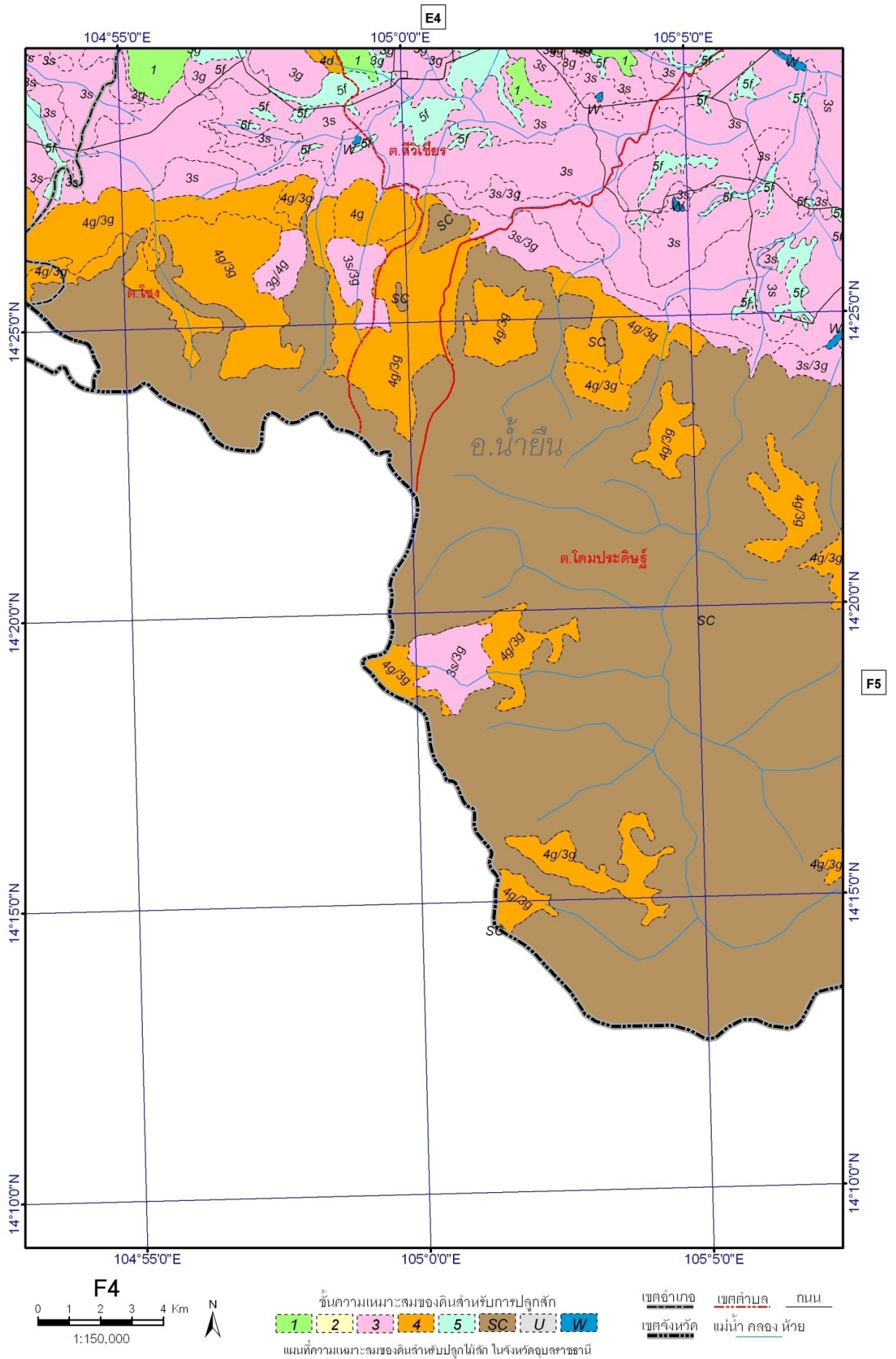
E4

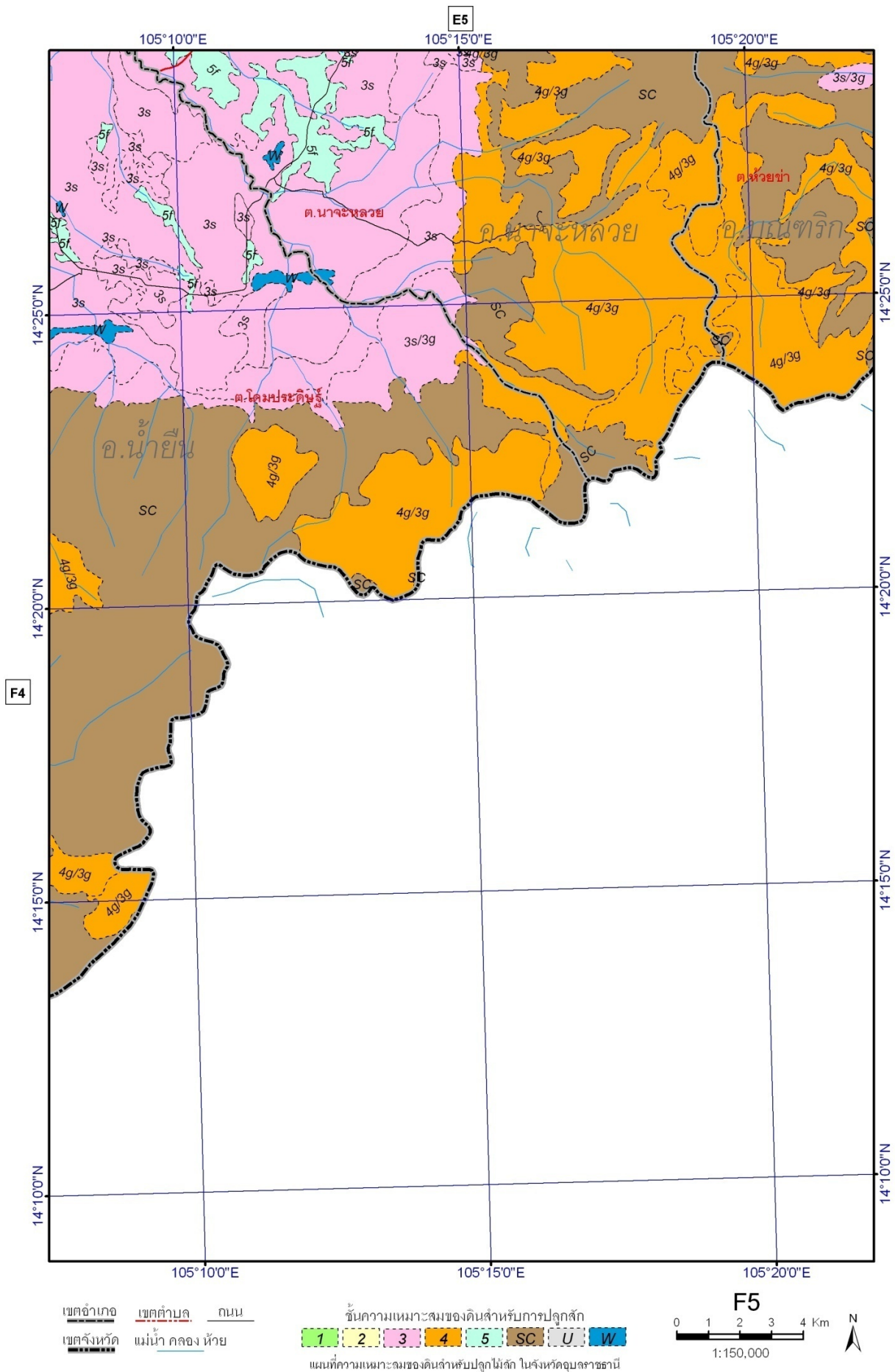
D3











ภาคผนวก

ตัวอย่างดินตามชั้นความเหมาะสมของดิน

ดินมีความเหมาะสมมากที่สุด (Soil Suitability Class 1)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์

ดินมีความเหมาะสมดี (Soil Suitability Class 2)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์

ดินมีความเหมาะสมปานกลาง (Soil Suitability Class 3)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์

ดินมีความเหมาะสมปานกลาง (Soil Suitability Class 3) (ต่อ)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์

ดินมีความเหมาะสมดี (Soil Suitability Class 2)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี

ดินมีความเหมาะสมดี (Soil Suitability Class 2) (ต่อ)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี

ดินมีความเหมาะสมปานกลาง (Soil Suitability Class 3)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอเขื่อนใน จังหวัดอุบลราชธานี

ดินมีความเหมาะสมปานกลาง (Soil Suitability Class 3) (ต่อ)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอสว่างวีรวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี

ดินมีความเหมาะสมปานกลาง (Soil Suitability Class 3) (ต่อ)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอทุ่งศรีอุดม จังหวัดอุบลราชธานี

ดินมีความเหมาะสมน้อย (Soil Suitability Class 4)



ตัวอย่างดินในแปลงปลูกไม้สักพื้นที่อำเภอทุ่งศรีอุดม จังหวัดอุบลราชธานี



สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้
<http://www.forest.go.th>

