



รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย

การประเมินผลผลิตและ
การใช้ประโยชน์ไม้เศรษฐกิจ

Evaluation of yield and
wood utilization of
economic tree species

กรมป่าไม้
2569

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 โครงการย่อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรของไม้และการกักเก็บคาร์บอน ศึกษาคุณสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้เศรษฐกิจ ศึกษาการแปรรูปและการนำไม้เศรษฐกิจไปใช้ประโยชน์ในรูปของผลิตภัณฑ์จากไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ประกอบด้วย อะเคเซีย พะยูง แดง ตะเคียนทอง และยางนา รวมทั้งเพื่อประเมินผลผลิตทั้งด้านปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าอายุมากของกรมป่าไม้ จากไม้เศรษฐกิจตัวอย่างจากพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของทั้ง 4 ภาคของประเทศไทย คือ เหนือ กลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ และใต้ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการนำไม้เศรษฐกิจดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ทั้งในด้านการประมาณผลผลิตในรูปของปริมาตรลำต้น มวลชีวภาพ คุณสมบัติของไม้ และการนำไปแปรรูปและสร้างผลิตภัณฑ์จากไม้ขนาดเล็ก รวมไปถึงเพื่อประเมินผลผลิตของสักในสวนป่าของกรมป่าไม้ที่มีอายุมากและหมดเวลาในการบำรุงรักษา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดการหรือเป็นนัยเป็นข้อมูลของการกักเก็บคาร์บอนของประเทศ

ผลจากการศึกษาได้เสนอสมการสำหรับประมาณปริมาตรลำต้น และมวลชีวภาพ โดยแยกเป็นแต่ละชนิดไม้และแต่ละพื้นที่ รวมถึงได้ศึกษาการนำมาสร้างเป็นสมการรวมสำหรับใช้ในหลากหลายพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่าบางชนิดไม้สามารถนำค่ามาสร้างเป็นสมการรวมได้ โดยยกเว้นในบางพื้นที่ที่เกิดจากอายุหรือสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันมาก ในส่วนของคุณสมบัติไม้ได้ทำการศึกษาอะเคเซียและพะยูง พบว่าไม้ทั้งสองชนิดมีคุณภาพสูงสำหรับการผลิตไม้เชิงพาณิชย์ ในไม้ที่ยังไม่มีแก่นต้องพิจารณาในการนำไปใช้งานภายนอก โดยคุณสมบัติโดยรวมพบว่าอะเคเซียและพะยูงเป็นทางเลือกสำหรับส่งเสริมให้ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์เนื้อไม้ จากการศึกษาพบว่าสามารถส่วนที่เหลือจากการจำหน่ายเป็นไม้ท่อน นำไปแปรรูปและสร้างเป็นผลิตภัณฑ์จากไม้ ทั้งนี้จากการศึกษาได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ได้แก่ ชั้นวางเอกสาร กล่องใส่เอกสาร กล่องใส่ตะเกียบ และชั้นวางไข่ ซึ่งนอกจากเป็นการสร้างรายได้ เพิ่มมูลค่าของไม้ส่วนที่เหลือ และยังเป็นการจัดการทรัพยากรไม้ให้ลดปริมาณเศษเหลือให้น้อยที่สุด ส่วนผลผลิตจากสวนป่าสักที่อายุมากของกรมป่าไม้พบว่ามีศักยภาพทั้งในเรื่องปริมาตรลำต้นและการกักเก็บคาร์บอน แต่เนื่องจากเป็นสวนป่าที่ไม่มีการจัดการที่สำคัญทำให้มีจำนวนต้นไม้เหลืออยู่น้อยเนื่องจากมีการตายตามธรรมชาติ ซึ่งนับเป็นการสูญเสียมูลค่าเมื่อเปรียบเทียบกับสักจากสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่มีการตัดขยายระยะอันนำมาซึ่งมูลค่าจากการจำหน่าย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งส่งผลดีต่อการเติบโตของไม้ที่เหลือในแปลงด้วย สวนป่าที่อายุมากของกรมป่าไม้จึงควรมีแผนการบริหารจัดการเพื่อให้สามารถช่วยกักเก็บคาร์บอนให้ประเทศต่อไป

คำสำคัญ: อะเคเซีย พะยูง แดง ตะเคียนทอง ยางนา สวนป่าสัก ปริมาตรลำต้น มวลชีวภาพ คุณสมบัติไม้ ผลิตภัณฑ์ไม้

ABSTRACT

This research comprised four integrated subprojects designed to (i) develop allometric equations for estimating stem volume and biomass, (ii) evaluate the physical and mechanical properties of commercial timber species, (iii) investigate wood processing techniques and value-added wood product development, and (iv) assess the productivity and carbon stock potential of overmature teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations managed by the Royal Forest Department (RFD). Five economically important timber species, namely *Acacia* spp., *Dalbergia cochinchinensis* Pierre, *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C.Nielsen, *Hopea odorata* Roxb., and *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don, were sampled from representative sites across the northern, central, northeastern, and southern regions of Thailand. The study aimed to generate comprehensive information to support stem volume estimation, biomass assessment, wood quality evaluation, wood processing, and the production of value-added products from small-diameter timber. In addition, overmature teak plantations under RFD management were evaluated to provide scientific information for sustainable plantation management and national carbon accounting.

Allometric equations for stem volume and aboveground biomass were developed, and the applicability of generalized equations across different geographical regions was subsequently evaluated. The results demonstrated that generalized equations could be established for several species, whereas species growing under markedly different stand ages or site conditions required separate models to improve predictive accuracy. Evaluation of the physical and mechanical properties of *Acacia* spp. and *D. cochinchinensis* indicated that both species possess desirable characteristics for commercial timber production. Nevertheless, caution is required when utilizing juvenile wood lacking heartwood, particularly for exterior applications. Overall, both species exhibited considerable potential as high-value plantation species for the commercial timber industry.

The findings further demonstrated that residual wood generated after log production can be effectively converted into value-added products. Prototype products, including document shelves, document boxes, chopstick holders, and egg racks, were successfully developed, thereby enhancing the economic value of wood residues while minimizing processing waste. Assessment of overmature teak plantations managed by the Royal Forest Department revealed substantial potential for both timber production and carbon sequestration. However, the absence of appropriate silvicultural interventions has resulted in considerable natural mortality, reducing stand productivity and economic returns compared with teak plantations managed by the Forest Industry Organization, where systematic thinning practices generate intermediate income and improve the growth performance of the remaining trees. These findings highlight the necessity of implementing appropriate management strategies for overmature RFD teak plantations to maximize long-term timber productivity while enhancing their contribution to national carbon sequestration and climate change mitigation.

Keywords: *Acacia spp*, *Dalbergia cochinchinensis*, *Xylia xylocarpa*, *Hopea odorata*, *Dipterocarpus alatus*, *Tectona grandis* plantation, stem volume, biomass, wood properties, wood products

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารเมื่อครั้งทำการศึกษาี้ ได้แก่ ท่านอธิบดีกรมป่าไม้ (นายสุรชัย อจลบุญ) และผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ (นายสุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ) ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการวิจัย และในการปฏิบัติโครงการวิจัยนี้มีผู้ร่วมวิจัยจำนวนมาก เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่หลากหลายรูปแบบ งานหนักและต้องดำเนินการด้วยความละเอียดรอบคอบ จึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้จากหน่วยงานในพื้นที่ศึกษาทุกท่านทั้งที่เป็นผู้ร่วมโครงการและผู้ที่ไม่มียชื่อในผู้ร่วมโครงการ ที่เป็นกำลังสำคัญในการเก็บข้อมูลในโครงการวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย

2569

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
วิธีการศึกษา	7
ผลการศึกษา	14
สมการประเมินปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เศรษฐกิจ	14
การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้เศรษฐกิจ	24
การแปรรูปและการใช้ประโยชน์ไม้เศรษฐกิจ	34
การประเมินผลผลิตของสวนป่าสักอายุเกิน 20 ปี	37
สรุปผลการศึกษา	40
ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	44
รายชื่อผู้ร่วมโครงการวิจัย	47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดไม้เศรษฐกิจและพื้นที่ศึกษา	9
2	ข้อมูลของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	15
3	มวลชีวภาพและปริมาตรของเนื้อไม้ของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	16
4	สมการประมาณปริมาตรลำต้นเหนือเปลือกของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	17
5	สมการประมาณปริมาตรลำต้นใต้เปลือกของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	18
6	สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	19
7	ความถ่วงจำเพาะของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา	24
8	ความหนาแน่นของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา	25
9	การหดตัวของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา	26
10	คุณสมบัติทางกลของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา ที่ความชื้นร้อยละ 11.50	27
11	ความถ่วงจำเพาะของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของพะยุง จังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และเชียงใหม่	29
12	ความหนาแน่นของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของพะยุงจากจังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และเชียงใหม่	29
13	การหดตัวของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของพะยุงจากจังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และเชียงใหม่	31
14	คุณสมบัติทางกลของเนื้อไม้พะยุงจากจังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และเชียงใหม่	32

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของสั๊กในสวนป่าของกรมป่าไม้และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่จังหวัดขอนแก่น	37
16	ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (Vub) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสั๊กในสวนป่าของกรมป่าไม้ (RFD) และขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (FIO) ในจังหวัดขอนแก่น	38
17	ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของสั๊กในสวนป่าของกรมป่าไม้และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่จังหวัดลำปางและจังหวัดแพร่	39
18	ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (Vub) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสั๊กในสวนป่าของกรมป่าไม้ (RFD) และขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (FIO) ในจังหวัดลำปางและจังหวัดแพร่	39

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผังแสดงการเชื่อมโยงของแต่ละโครงการย่อย	8
2	ตำแหน่งพื้นที่ศึกษาและข้อมูลภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2567	10
3	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง แก้วไม้กระถินณรงค์	34
4	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากไม้กระถินณรงค์ (ก) ชั้นวางเอกสาร (ข) กล่องใส่เอกสาร	35
5	ไม้ท่อนและไม้แปรรูปของพะยุงจากจังหวัดเชียงใหม่ (ไม่รวมท่อนที่ 1-2)	35
6	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง กล่องใส่ตะเกียบจากไม้พะยุง	36
7	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ชั้นวางไข่จากไม้พะยุง	36

บทนำ

จากสถานการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น ประกอบกับ ถ้อยแถลงของพลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ต่อที่ประชุม สมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Conference of the Parties) สมัยที่ 26 หรือ COP26 ที่เมืองกลาสโกว์ สกอตแลนด์ ได้แสดงเจตนารมณ์ของประเทศไทยที่ได้ให้ความสำคัญสูงสุดต่อการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศร่วมกับประชาคมโลก และพร้อมร่วมมือกับทุกประเทศ ทุกภาคส่วน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน และประเทศไทยจะยกระดับการแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศอย่างเต็มที่ และด้วยทุกวิถีทาง เพื่อให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ภายในปี 2050 และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (net zero greenhouse gas emission) ภายใน หรือก่อนหน้า ปี 2065 นั้น รวมไปถึงการที่คณะรัฐมนตรีเห็นชอบแก้ไขมาตรา 7 พระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 ที่กำหนดให้ไม้ทุกชนิดที่ปลูกในที่ดินกรรมสิทธิ์ไม่เป็นไม้สงวนหวงห้าม และการทำไม้ไม่ต้องได้รับการอนุญาตอีกต่อไป (เว้นแต่กรณีที่ต้องการส่งออกไม้ หรือผลิตภัณฑ์ออกนอกราชอาณาจักร) ประกอบกับการที่กระทรวงพาณิชย์ออกกฎกระทรวงรองรับ "ไม้ยืนต้นที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ" เป็นหลักประกันทางธุรกิจ สนับสนุนแผนปฏิรูปประเทศ 11 ด้าน และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี สอดคล้องคณะกรรมการปฏิรูปประเทศด้านสังคม ที่มีแผนการขับเคลื่อน ระบบการสร้างเสริมชุมชนเข้มแข็ง พร้อมผลักดันกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมให้ประชาชนปลูกไม้ยืนต้นมูลค่าสูงในที่ดินกรรมสิทธิ์เพื่อการออมและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นเหตุให้ประชาชนหันมาให้ความสนใจปลูกต้นไม้กันมากขึ้น

ป่าไม้ เป็นแหล่งของการกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าไม้ที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศไทยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของชนิดต้นไม้ อายุ ระยะปลูก และสภาพของท้องที่ ตลอดจนวิธีที่ใช้ในการจัดการ ในขณะที่เรื่องคาร์บอนเครดิตกำลังเป็นหัวข้อที่ประชาชนหรือเกษตรกรทั่วไปให้ความสนใจ ฐานข้อมูลในเรื่องความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าแต่ละประเภทจึงเป็นสิ่งสำคัญในปัจจุบัน แม้ว่าจะมีการศึกษากันอยู่แล้ว แต่ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่ใช้ได้ในเฉพาะพื้นที่ การนำไปใช้ในพื้นที่ยื่นจึงยังมีข้อจำกัด หากมีการเก็บข้อมูลของไม้แต่ละชนิดในหลากหลายพื้นที่หรือภูมิภาค จะสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ที่หลากหลายได้

สัก เป็นทรัพยากรป่าไม้ที่มีคุณค่ายิ่งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและอนาคต อีกทั้งยังเป็นฐานการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอย่างยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศ รวมทั้งยังมีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิต วัฒนธรรม และความเป็นอยู่ของมนุษย์ในสังคมไทย (กรมป่าไม้, 2556) จากการเปลี่ยนแปลงรอบตัดฟันในอดีตจาก 60 ปี มาเป็น 30 ปี รวมทั้งสักใน

ธรรมชาติเหลือจำนวนน้อยมากเกือบไม่สามารถพบเห็นได้ในปัจจุบัน จึงทำให้ไม่มีข้อมูลการเติบโต และผลผลิตของสวนป่าสักที่มีอายุมาก หรือมากเกินกว่า 30 ปี ในขณะที่สวนป่าภาครัฐที่ปลูกโดยงบประมาณของกรมป่าไม้ในบางพื้นที่ยังมีปรากฏให้เห็นอยู่ แม้ว่าจะไม่ได้มีการบำรุง ดูแลรักษา ตามปกติ จนสภาพเสมือนเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สัก ดังนั้นการเก็บข้อมูลการเติบโต และนำมา ประเมินผลผลิตทั้งในรูปของเนื้อไม้ การกักเก็บคาร์บอน รวมไปถึงมูลค่าจึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษา และ เปรียบเทียบกับสวนป่าอายุมากที่มีการจัดการขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เพื่อให้ทราบถึง ศักยภาพของพื้นที่ที่กำหนดให้ต้นสักไม่มีการเติบโตเพิ่มมากขึ้นแม้ว่าจะมีอายุมากขึ้นก็ตาม รวมไปถึง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบให้กับเกษตรกรผู้ปลูกสวนป่าที่ต้องการเหลือต้นสักขนาดใหญ่ไว้

กรมป่าไม้ซึ่งมีภารกิจหลักหนึ่งในการส่งเสริมการปลูกต้นไม้ การปลูกสร้างสวนป่า และการเพิ่ม พื้นที่สีเขียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มพื้นที่สวนป่าไม้เศรษฐกิจที่นอกจากจะก่อให้เกิดรายได้แก่ผู้ ปลูก เพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อการใช้ประโยชน์ให้ครบร้อยละ 15 ยังเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการ ที่ต้นไม้ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ดังนั้นข้อมูลประกอบการ ส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่า อย่างครบวงจร อันได้แก่ ปริมาตรของต้นไม้ทั้งหมด ปริมาตรที่ใช้ในการ แปรรูป คุณสมบัติของไม้ การนำไปใช้ประโยชน์ รวมไปถึงความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนและ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ประชาชนต้องการเพื่อประกอบการตัดสินใจใน การปลูกต้นไม้และนำไปใช้ประโยชน์ และรองรับการซื้อขายคาร์บอนในอนาคตต่อไป การศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นการศึกษาที่ครบวงจรโดยทำการศึกษาในต้นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญบางชนิดเพื่อหาสมการ ประเมินปริมาตรไม้ คุณสมบัติไม้ และการนำไปใช้ประโยชน์ รวมไปถึงการสร้างสมการเพื่อประเมิน การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถนำไปใช้ในหลากหลายพื้นที่

โครงการวิจัยนี้ ประกอบด้วยโครงการย่อย 4 โครงการ ประกอบด้วย

- โครงการย่อย 1 สมการประเมินปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เศรษฐกิจ
(Tree volume and carbon storage equations of economic tree species)
- โครงการย่อย 2 การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้เศรษฐกิจ
(Study of wood properties of economic tree species)
- โครงการย่อย 3 การแปรรูปและการใช้ประโยชน์ไม้เศรษฐกิจ
(Wood processing and utilization of economic tree species)
- โครงการย่อย 4 การประเมินผลผลิตของสวนป่าสักอายุเกิน 20 ปี
(Evaluation teak yield of public forest plantation)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรของไม้และการกักเก็บคาร์บอนของไม้เศรษฐกิจ
2. เพื่อศึกษากลสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้เศรษฐกิจ
3. เพื่อศึกษาการแปรรูปและการนำไม้เศรษฐกิจไปใช้ประโยชน์ในรูปของผลิตภัณฑ์จากไม้
4. เพื่อประเมินผลผลิตทั้งด้านปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าอายุมากของกรมป่าไม้

ตรวจเอกสาร

สมการประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้

การประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้และป่าและการเก็บกักคาร์บอนทำโดยการพัฒนาสมการแอลโลเมตริก ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ กับตัวแปรของขนาดของต้นไม้ เช่น ความสูง และความโต เพื่อหลีกเลี่ยงการตัดทำลายต้นไม้ และยังสามารถประมาณในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ด้วย (Brown, 1997; Chave, *et.al.*, 2005) มีการศึกษาเพื่อพัฒนาสมการแอลโลเมตริกสำหรับการประมาณมวลชีวภาพของสวนป่าสักในหลายประเทศ (Kraenzel, *et.al.*, 2003; Pérez Cordero and Kanninen, 2003; Hase and Foelster, 1983; Nwoboshi, 1983; Ola-Adams, 1993; Buvaneswaran, *et.al.*, 2006; Negi, *et.al.*, 1995; Singh, *et.al.*, 1980; Jha, 2015; Purwanto and Shiba, 2005) รวมถึงในประเทศไทย แต่ในประเทศไทยการประมาณมวลชีวภาพของสักในสวนป่าส่วนใหญ่ทำในภาคเหนือและภาคตะวันตก (ชิงชัยและ กันดินันท์, 2546; ทศพร และคณะ, 2548; Hiratsuka, *et.al.*, 2005; Meunpong, *et.al.*, 2010)

เนื่องจากสภาพดินและสภาพอากาศที่เหมาะสมกับการเติบโตของต้นไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เพื่อลดความแปรผันของข้อมูลและให้สมการมีความถูกต้องแม่นยำมาก จึงควรสร้างสมการเฉพาะแต่ละพื้นที่แต่เพื่อความสะดวกของผู้นำมาใช้ สมการที่จะใช้ประมาณมวลชีวภาพของสักควรทำการเก็บข้อมูลจากในแหล่งที่หลากหลายทั้งในด้านพื้นที่และสภาพอากาศ และนำมาสร้างเป็นสมการที่ใช้ได้ง่าย

โดยทั่วไปการปลูกต้นไม้ในรูปแบบของการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจจะหวังผลเพื่อให้ได้เนื้อไม้และนำไปจำหน่ายหรือการนำไปใช้ประโยชน์ เนื้อไม้ เป็นวัตถุ และจัดเป็นของแข็งที่มีรูพรุน (porous wood) ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส (cellulose) และลิกนิน (lignin) รวมเรียกว่า lignocellulosic substances การนำไม้ไปใช้ประโยชน์ ต้องมีการศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้ (wood Properties) ในด้านต่าง ๆ ซึ่งไม้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้จะช่วยให้การตัดสินใจในการนำไม้มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ คุณภาพ และได้คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ คุณสมบัติพื้นฐานของไม้ ได้แก่ ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อไม้ (wood anatomy) คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ (physical properties) คุณสมบัติทางกล (mechanical properties) และคุณสมบัติทางเคมี (chemical properties) (กิตติพงศ์, 2563)

แต่เดิมนำไม้จะถูกนำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องเรือน โดยเริ่มต้นจากการผลิตเครื่องเรือนไม้ที่มีความจำเป็นต่อการใช้ในบ้านเรือน และมีการออกแบบเป็นลักษณะง่าย ๆ และราคาถูก เช่น โต๊ะ เก้าอี้ เติง เครื่องเรือนไม้ที่ผลิตในไทยได้พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและขยายตัวเป็นที่รู้จักของชาวต่างประเทศ รัฐบาลให้ความสนใจและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมแขนงนี้ที่ผลิต

เพื่อการส่งออกตั้งแต่ปี พ.ศ.2515 เป็นต้นมา อย่างไรก็ตามการผลิตเครื่องเรือนไม้ส่วนใหญ่ต้องอาศัยฝีมือแรงงานโดยเฉพาะเครื่องเรือนไม้ที่ต้องการความละเอียดและลวดลายสวยงาม

เมื่อต้นไม้ในป่าธรรมชาติหมดไป และมีการรณรงค์ส่งเสริมให้มีการปลูกสร้างสวนป่ากันมากขึ้น โดยทั่วไปการปลูกต้นไม้ในรูปแบบของการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจจะหวังผลเพื่อให้ได้เนื้อไม้และนำไปจำหน่ายหรือการนำไปใช้ประโยชน์ เนื้อไม้ เป็นวัตถุ และจัดเป็นของแข็งที่มีรูพรุน (porous wood) ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส (cellulose) และลิกนิน (lignin) รวมเรียกว่า lignocellulosic substances การนำไม้ไปใช้ประโยชน์ ต้องมีการศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้ (wood Properties) ในด้านต่าง ๆ ซึ่งไม้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้จะช่วยในการตัดสินใจในการนำไม้มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ คุณภาพ และได้คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ คุณสมบัติพื้นฐานของไม้ ได้แก่ ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อไม้ (wood anatomy) คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ (physical properties) คุณสมบัติทางกล (mechanical properties) และคุณสมบัติทางเคมี (chemical properties) (กิตติพงศ์, 2563)

หลังจากที่ปรับเปลี่ยนจากการใช้ไม้ในป่าธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ มาเป็นใช้ไม้จากป่าปลูกที่พยายามลดเวลาการนำไม้มาใช้ประโยชน์ ผลิตภัณฑ์หรือเครื่องเรือนไม้ในปัจจุบันจึงต้องใช้ไม้ขนาดเล็ก หรือไม้ที่มีอายุน้อย การใช้ไม้ขนาดเล็กในลักษณะไม้แปรรูป ขนาดต้องโตพอสมควร เพื่อที่จะได้เนื้อไม้ส่วนของแก่นมากกว่าส่วนของกระพี้ โดยควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ขึ้นไป มีลำต้นตรง เปลือก กลม ไม่คดงอ แต่เนื่องจากไม้แปรรูปที่ได้จากไม้ขนาดเล็กเมื่อยังสดอยู่จะมีการโค้งงอ ขณะเลื่อยและการแทรกน้ำก่อนข้างมาก ดังนั้นเพื่อช่วยลดปัญหาการโค้งงอควรเลื่อยเป็นไม้ขนาดสั้น ความยาวประมาณ 1.50/2.50 เมตร ไม้ท่อนขนาดเล็กหรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-9 นิ้ว เลื่อยเป็นไม้แปรรูปแล้วได้ผลผลิตร้อยละ 25-35 โดยรวมไม้ที่โค้งงอ ตัดใส่และแทรกน้ำด้วย เมื่อนำไปใช้งานคงเหลือประมาณร้อยละ 20-25 ลักษณะการใช้งานเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไม้ชิ้นเล็ก ซึ่งหากต้องการไม้ที่มีขนาดใหญ่และหน้ากว้างขึ้น ต้องใช้วิธีการต่อความยาวหรืออัดประสานขนาดความหนาและความกว้างเข้าด้วยกัน (สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้, 2547) การนำไม้ขนาดเล็ก ไม้อายุน้อย หรือไม้จากการปลูกสวนป่ามาใช้ประโยชน์จึงเป็นการสร้างอาชีพ เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรหรือภาคเอกชนที่ประกอบธุรกิจด้านผลิตภัณฑ์ไม้

เมื่อกล่าวถึงไม้เศรษฐกิจ ไม้เศรษฐกิจที่สำคัญตั้งแต่อดีตมาคือ สัก ซึ่งเป็นไม้ที่มีลำต้นเปลาตรง ความสูงเมื่อโตเต็มที่ตั้งแต่ 20 เมตร ขึ้นไป ปราศจากกิ่งก้านจนใกล้ถึงเรือนยอด โคนต้นเป็นพูพอนมีรอยหยักเว้า เรือนยอดเป็นพุ่มกว้าง ลำต้นสีน้ำตาลปนเทา เปลือกนอกหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร แตกเป็นร่องตื้นตามความยาวของลำต้น เปลือกในมีสีน้ำตาลและเขียวอ่อน กระพี้หนาสีขาว เนื้อไม้มีสีน้ำตาลทอง เห็นเส้นวงปีชัดเจนและลายเส้นวงปีนี้จะบอกถึงอายุของสัก เป็นไม้ที่มีชื่อเสียงรู้จักกันแพร่หลายทั่วโลก เนื้อไม้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เนื่องจากมีคุณสมบัติ

ของเนื้อไม้ละเอียด ตกแต่งได้ง่าย ลวดลายสวยงาม และมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ พบมากในพื้นที่เป็นดินร่วนปนทรายที่อุดมสมบูรณ์ (กรมป่าไม้, 2556) ในอดีตการทำไม้สักในธรรมชาติได้กำหนดรอบตัดฟันไม้สักไว้ที่อายุ 60 ปี ภายหลังได้มีการเปลี่ยนแปลงกำหนดรอบตัดฟันที่อายุ 30 ปี อำนวย (2535) ได้กล่าวไว้ว่า กรมป่าไม้กำหนดรอบหมุนเวียน (rotation) ไม้สักสวนป่าไว้ 60 ปี นั้นนานเกินไป เป็นการสูญเสียโอกาส เสียเวลา และสูญเสียทางเศรษฐกิจ ด้วยไม้สักอายุ 40 ปี มีความโต (ขนาดเส้นรอบวงเพียงอก) ได้ 205 เซนติเมตร แสดงว่าสักมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยปีละ 5.1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไม้ที่โตเร็วพอสมควร และจะใช้เวลาเพียง 37 ปี จะโตถึงขนาดจำกัดคือ 190 เซนติเมตร ทั้งนี้เป็นการปลูกแบบธรรมชาติ ไม่มีการให้น้ำ ปุ๋ย แต่ประการใด แต่มีการกำจัดวัชพืช และตัดขยายระยะตามปกติเท่านั้น สิ่งเหล่านี้เป็นหลักฐานในการพิสูจน์ว่าสามารถรอบหมุนเวียนของไม้สักที่ปลูกลงได้อีก (อรุณี, 2553)

ผลจากโครงการวิจัยนี้จะได้อุปกรณ์ประกอบการตัดสินใจปลูกไม้เศรษฐกิจแต่ละชนิดที่สำคัญประกอบด้วย ผลผลิตในรูปของปริมาตร คุณสมบัติของเนื้อไม้ และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไม้ชนิดนั้น ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า รวมไปถึงการประเมินผลผลิตจากสวนป่าสักที่ปลูกโดยภาครัฐที่มีอายุมากกว่าสวนป่าของเกษตรกร เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการประเมินมูลค่าและความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าไม้เศรษฐกิจ ซึ่งตอบสนองต่อการซื้อขายคาร์บอนที่เกิดขึ้นในอนาคต

วิธีการศึกษา

กรอบการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์จากไม้เศรษฐกิจอย่างครบวงจร ประกอบด้วย การหาสมการเพื่อประเมินปริมาตรไม้และมวลชีวภาพเพื่อนำไปสู่การประเมินประสิทธิภาพของการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ พะยูง กระถิน วรรณคร์ลูกผสม ยางนา แดง และตะเคียนทอง และนำตัวอย่างไม้ไปศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการนำไปใช้ประโยชน์ รวมไปถึงการนำตัวอย่างไม้ไปแปรรูปเพื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์จากไม้ชนิดต่าง ๆ รวมไปถึงการประเมินผลผลิต สุขภาพ และมูลค่าของสักที่ปลูกโดยภาครัฐที่มีอายุมากกว่า 20 ปี โดยใช้สมการประเมินปริมาตรและประเมินการกักเก็บคาร์บอนที่มีการศึกษาไว้แล้ว (วรพรรณ และคณะ, 2561) ซึ่งผลของการศึกษาจะเป็นข้อมูลสำหรับการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าและการใช้ประโยชน์จากไม้ เป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ปลูก ผู้ประกอบกิจกรรม รวมไปถึงเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอีกด้วย การเชื่อมโยงของแต่ละโครงการย่อย แสดงตามภาพที่ 1

สถานที่ศึกษา

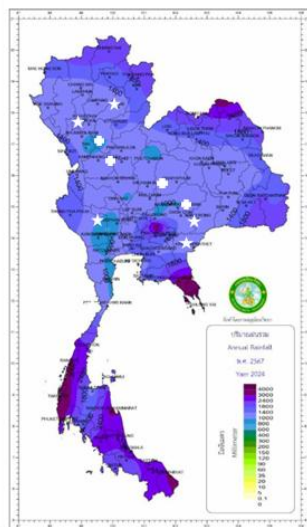
การศึกษานี้เป็นการศึกษาในไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ กระถินวรรณคร์ลูกผสม ยางนา พะยูง แดง และตะเคียนทอง ดำเนินการในพื้นที่แปลงทดลองของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ เนื่องจากทราบอายุและสามารถตัดเพื่อการศึกษาได้ โดยโครงการสร้างสมการประเมินปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เศรษฐกิจ การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้เศรษฐกิจ และการแปรรูปและการใช้ประโยชน์ไม้เศรษฐกิจ ดำเนินการในพื้นที่จังหวัดที่เป็นตัวแทนในแต่ละภาค (ตารางที่ 1) ส่วนในการศึกษาการประเมินผลผลิตสักในสวนป่าอายุเกิน 20 ปี ดำเนินการในพื้นที่สวนป่าสักที่อายุมากกว่า 20 ปี ของกรมป่าไม้ และขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ในจังหวัดลำปางและแพร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในจังหวัดขอนแก่นและเลย โดยให้มีอายุใกล้เคียงกันและปลูกในท้องที่จังหวัดเดียวกัน ที่ตั้งแปลงทดลองและลักษณะอากาศ (ปริมาณน้ำฝนรวม อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย) ในปี พ.ศ. 2567 แสดงตามภาพที่ 2



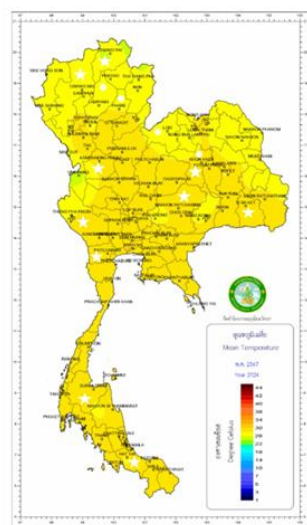
ภาพที่ 1 ผังแสดงการเชื่อมโยงของแต่ละโครงการย่อย

ตารางที่ 1 ชนิดไม้เศรษฐกิจและพื้นที่ศึกษา

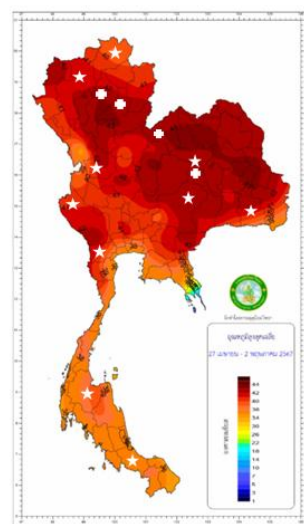
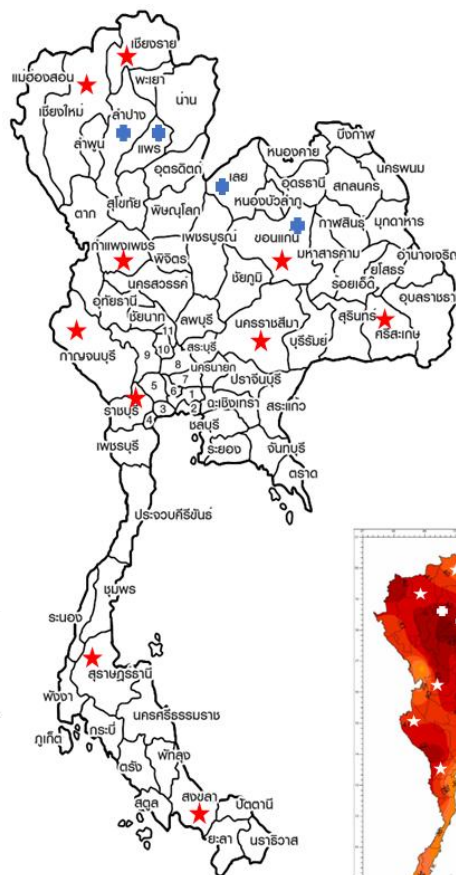
ชนิดไม้เศรษฐกิจ	ภูมิภาค	พื้นที่ศึกษา
กระถินณรงค์ลูกผสม	เหนือ	เชียงราย
	กลาง	ราชบุรี
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ขอนแก่น นครราชสีมา
	ใต้	สงขลา
ยางนา	เหนือ	กำแพงเพชร
	กลาง	กาญจนบุรี
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ศรีสะเกษ
	ใต้	สุราษฎร์ธานี
พะยุง	เหนือ	เชียงใหม่
	กลาง	ราชบุรี
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ขอนแก่น
	ใต้	สุราษฎร์ธานี สงขลา
ตะเคียนทอง	เหนือ	กำแพงเพชร
	กลาง	กาญจนบุรี
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ศรีสะเกษ
	ใต้	สุราษฎร์ธานี
แดง	เหนือ	เชียงใหม่ กำแพงเพชร
	กลาง	กาญจนบุรี
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ศรีสะเกษ
	ใต้	สงขลา



ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร)
ปี พ.ศ. 2567



อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
ปี พ.ศ. 2567



อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)

(ช่วง 27 เมษายน – 2 พฤษภาคม 2567)

หมายเหตุ

★ พื้นที่ศึกษาไม่เศรษฐกิจ 5 ชนิด

■ พื้นที่ศึกษาสวนป่าสัก

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2568)

ภาพที่ 2 ตำแหน่งพื้นที่ศึกษาและข้อมูลภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2567

วิธีดำเนินการศึกษา

สมการประเมินปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนของไม้เศรษฐกิจ

การสร้างสมการประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพ โดยใช้วิธี การศึกษาแบบ stratified clip technique (พงษ์ศักดิ์, 2538)

1) คัดเลือกชนิดไม้เศรษฐกิจที่ปลูกในแปลงทดลองของส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่มีอยู่ในแต่ละภูมิภาคอย่างน้อย 3 ภูมิภาค เพื่อเป็นตัวแทนของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน อย่างน้อย 5 ชนิด เช่น ยางนา มะค่าโมง ประดู่ พะยุง กระถินเทพา กระถินณรงค์ลูกผสม ดำเนินการในปีที่ หนึ่งจำนวนอย่างน้อย 3 ชนิด และปีที่สองอย่างน้อย 2 ชนิด หรือไม้เศรษฐกิจที่ปลูกในพื้นที่ของเกษตรกร

2) วัดข้อมูลต้นไม้ในแปลง เพื่อคัดเลือกต้นตัวอย่างจำนวน 5-8 ต้น ที่มีขนาดเล็ก-ใหญ่ เป็นตัวแทนของต้นไม้ในแปลง

3) ทำการตัดต้นไม้และแยกส่วนใบและกิ่งออกจากลำต้น

4) ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 0.0 เมตร 0.3 เมตร 1.3 เมตร และทุกระยะ 1 เมตร (2.3 เมตร 3.3 เมตร และจนถึงปลายยอด) บันทึกความสูงของต้นไม้

5) ตัดต้นไม้ออกเป็นท่อน และทำการชั่งน้ำหนักสดทั้งหมดของแต่ละส่วน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ

6) เก็บตัวอย่างส่วนลำต้น กิ่ง และใบ เพื่อนำไปหาค่าความชื้นในห้องปฏิบัติการ

7) เมื่อได้ค่าความชื้นแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่ามวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนต่าง ๆ

8) คำนวณปริมาตรของต้นไม้ตัวอย่าง

9) สร้างสมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดของต้นไม้ (DBH และความสูง) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของต้นไม้กับขนาดของต้นไม้

การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้เศรษฐกิจ

1) เก็บไม้ตัวอย่างที่ทำการศึกษามวลชีวภาพและปริมาตรของต้นไม้ ในส่วนตั้งแต่ระดับ 0.30 เมตร ถึง 2.30 เมตร ไปตัดขึ้นทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ให้ได้ขนาดและทำการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบ British Standard 373:1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

2) ขึ้นตัวอย่างถูกศึกษาใน 3 สภาวะ ได้แก่ ไม้สด (green): วัดขนาดและชั่งน้ำหนักทันที หลังแปรรูป ไม้แห้ง (air-dry): ฝั่งอากาศ 15 วัน ก่อนวัดขนาดและน้ำหนัก ไม้อบแห้ง (oven-dry): อบที่อุณหภูมิ 105 ± 3 °C จนน้ำหนักคงที่

3) ค่าที่วิเคราะห์ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity), ปริมาณความชื้น (Moisture content), ความหนาแน่น (Density) และการหดตัว (Shrinkage) จากไม้สดถึงแห้ง และถึงอบแห้ง ในทิศทางรัศมี สัมผัส และตามยาว

4) สูตรการคำนวณใช้ตามที่ระบุในมาตรฐาน รวมถึง

- Specific gravity = (Dry weight / Green volume) / Water density
- Moisture content (%) = ((Wet weight - Dry weight)/Dry weight) x 100
- Density = Weight / Volume (kg/m^3)
- Shrinkage (%) = ((Original length - Final length)/Final length) x 100

5) ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลด้วยเครื่องทดสอบไม้ ได้แก่ Static bending: MOR และ MOE, Compression parallel/perpendicular to grain, Shear parallel to grain ตัวอย่างที่มีขนาดตามมาตรฐาน โดยมีหน้าตัด 2x2 เซนติเมตร ความยาวตามที่กำหนดใน BS 373:1957

6) ค่าที่ได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และเปรียบเทียบค่าทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA)

การแปรรูปและการใช้ประโยชน์ไม้เศรษฐกิจ

นำไม้ตัวอย่างที่ทำการศึกษามวลชีวภาพและปริมาตรของต้นไม้ โดยใช้ส่วนที่เหนือระดับความสูง 2.30 เมตร เป็นต้นไป (ซึ่งเป็นไม้ขนาดเล็ก) ไปทดลองแปรรูปที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ สำหรับทดลองนำไม้ตัวอย่างไปแปรรูปและทำผลิตภัณฑ์จากไม้ที่สามารถทำได้ด้วยเครื่องมือหรือเครื่องจักรของโรงงานขนาดเล็ก ตามลักษณะและขนาดของไม้ตัวอย่างที่มีทั้งไม้ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สำหรับเป็นต้นแบบในการนำไม้ขนาดเล็กที่อาจไม่สามารถจำหน่ายในรูปแบบของไม้ท่อนหรือไม้แปรรูปได้ รวมทั้งไม้จากการตัดขยายระยะที่นำไม้ขนาดเล็กออกเพื่อส่งเสริมการเติบโตของไม้ที่เหลือในพื้นที่ มาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดมูลค่า เป็นการนำไม้มาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด ลดเศษเหลือทิ้งให้มากที่สุด

การประเมินผลผลิตสักในสวนป่าอายุเกิน 20 ปี

1) สํารวจคัดเลือกแปลงปลูกสักที่เป็นตัวแทนของช่วงอายุต่าง ๆ วางแปลงขนาด 40 x 40 เมตร หรือ 1 ไร่ จำนวนอย่างน้อย 3 แปลงย่อยในแต่ละแปลงปลูก บันทึกข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ที่ตั้งแปลงและทุกมุมแปลง

- 2) ทำการตรวจนับจำนวนต้นสักที่เหลืออยู่ในพื้นที่ 1 ไร่ วัดการเติบโตทั้งด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูงทั้งต้น และความสูงช่วงเป็นสินค้าของต้นสักทุกต้นในแปลงทดลองย่อย
- 3) คำนวณความหนาแน่นของสักในแต่ละแปลงปลูก
- 4) คำนวณหาผลผลิตของสวนป่าสัก ได้แก่ ปริมาตรรายต้น ปริมาตรหมู่ไม้ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี รูปทรงต้นไม้ รวมไปถึงการประเมินสุขภาพของต้นไม้
- 5) คำนวณค่าการกักเก็บคาร์บอนและความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในแต่ละแปลงปลูก โดยใช้สมการของวรพรรณ และคณะ (2561)
- 6) วิเคราะห์เปรียบเทียบการเติบโตและผลผลิตในแต่ละแปลงปลูก และเปรียบเทียบระหว่างสวนป่าของกรมป่าไม้ (ไม่มีการตัดขายระยะ) และสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ที่มีการตัดขายระยะ)
- 7) นำค่าความเพิ่มพูนรายปีมาประกอบการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่

ผลการศึกษา

สมการประเมินปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เศรษฐกิจ

ผลการศึกษา การสร้างสมการประเมินปริมาตรและมวลชีวภาพของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ อะเคเซีย พะยูง ตะเคียนทอง แดง และยางนา โดยทำการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ พบว่า

1. ข้อมูลของไม้เศรษฐกิจ แต่ละชนิดไม่มีอายุ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูง แสดงตามตารางที่ 2 และเมื่อตัดไม้ตัวอย่างแต่ละชนิดจำนวน 5-10 ต้น เพื่อทำการศึกษา มวลชีวภาพและปริมาตรของเนื้อไม้ (รวมเปลือกและไม่รวมเปลือก) ได้ข้อมูลปรากฏตามตารางที่ 3

2. ข้อมูลปริมาตรลำต้นทั้งเนื้อเปลือกและได้เปลือกของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด มาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในรูปของ DBH เพียงปัจจัยเดียว เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และลดความคลาดเคลื่อนในการวัดความสูง มาสร้างเป็นสมการประมาณปริมาตรลำต้นเนื้อเปลือกและไม่รวมเปลือก ผลการศึกษาแสดงได้ตามตารางที่ 4-5

3. การกักเก็บคาร์บอน รวมถึงการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะได้จากการคำนวณจากค่ามวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้ง ข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด มาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในรูปของ DBH เพียงปัจจัยเดียว เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และลดความคลาดเคลื่อนในการวัดความสูง มาสร้างเป็นสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินผลการศึกษาแสดงได้ตาม ตารางที่ 6

4. เพื่อศึกษาการรวมสมการประมาณปริมาตรลำต้นทั้งเนื้อเปลือก ปริมาตรลำต้นได้เปลือก และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด เพื่อสร้างสมการที่สามารถใช้สำหรับทุกพื้นที่ (ภาค) จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ตามวิธีของ Zar (1974) ด้วยการนำค่าปริมาตรลำต้นเนื้อเปลือก ปริมาตรไม่รวมเปลือก และมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน มาวิเคราะห์กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของทุกพื้นที่ พบว่า

4.1 อะเคเซีย จากการศึกษาในพื้นที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์พบว่า

1) ปริมาตรลำต้นเนื้อเปลือก ปริมาตรไม่รวมเปลือก ในกรณีใช้ตัวแปร DBH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope และ Elevation จึงไม่สามารถรวมสมการ (Pooled) ของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกัน แต่เมื่อนำค่าจากทุกพื้นที่ ยกเว้นพื้นที่เชียงรายที่มีอายุ 4 ปี พบว่าค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถสร้างสมการรวม ดังนี้

ตารางที่ 2 ข้อมูลของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ชนิดไม้	พื้นที่	อายุ (ปี)	DBH (เซนติเมตร)		ความสูง (เมตร)	
			ค่าเฉลี่ย	s.d.	ค่าเฉลี่ย	s.d.
อะเคเซีย	เชียงใหม่	4	8.26	2.49	9.59	1.98
	ขอนแก่น	15	21.10	8.22	25.68	6.64
	นครราชสีมา	16	22.74	7.63	26.28	2.91
	ราชบุรี	16	19.48	5.50	24.78	5.70
	สงขลา	18	20.30	6.43	23.82	5.07
พะยูง	เชียงใหม่	29	21.055	8.510	18.460	5.103
	ขอนแก่น	13	9.167	4.623	11.245	3.075
	ราชบุรี	12	16.670	6.754	11.925	2.101
	สงขลา	6	9.064	4.133	9.413	3.717
ตะเคียนทอง	กำแพงเพชร	20	15.92	7.58	12.46	3.64
	กาญจนบุรี	21	14.70	6.60	12.27	4.32
	ศรีสะเกษ	28	21.84	8.96	16.15	2.50
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	3.66	13.15	2.97
แดง	เชียงใหม่	12	13.34	4.83	12.61	2.79
	กำแพงเพชร	31	19.00	7.50	13.47	3.18
	กาญจนบุรี	29	24.02	6.50	23.23	2.24
	สงขลา	36	29.41	11.18	24.84	5.00
	ศรีสะเกษ	35	21.60	4.73	14.26	3.89
ยางนา	เชียงใหม่	8	9.44	4.23	8.49	2.47
	กำแพงเพชร	22	19.00	7.50	13.43	3.16
	กาญจนบุรี	22	21.50	9.16	16.95	4.26
	ศรีสะเกษ	39	28.42	9.07	22.68	3.72
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	3.66	13.15	2.97

ตารางที่ 3 มวลชีวภาพและปริมาตรของเนื้อไม้ของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ชนิดไม้	พื้นที่	อายุ (ปี)	มวลชีวภาพ เหนือพื้นดิน (ตัน/ตัน)	ปริมาตร เหนือเปลือก (ลบ.ม./ตัน)	ปริมาตร ใต้เปลือก (ลบ.ม./ตัน)
อะเคเซีย	เชียงราย	4	0.0242	0.033	0.028
	ขอนแก่น	15	0.3619	0.462	0.385
	ราชบุรี	16	0.2577	0.415	0.346
	สงขลา	18	0.2554	0.436	0.356
	นครราชสีมา	16	0.4454	0.551	0.448
พะยุง	เชียงใหม่	29	0.3347	0.380	0.319
	ขอนแก่น	13	0.0549	0.067	0.051
	ราชบุรี	12	0.1425	0.148	0.106
	สงขลา	6	0.0460	0.051	0.042
ตะเคียนทอง	กำแพงเพชร	20	0.1305	0.156	0.133
	กาญจนบุรี	21	0.1077	0.136	0.112
	ศรีสะเกษ	28	0.3326	0.389	0.288
	สุราษฎร์ธานี	24	0.1403	0.103	0.076
แดง	เชียงใหม่	12	0.0921	0.107	0.077
	กำแพงเพชร	31	0.1595	0.234	0.171
	กาญจนบุรี	29	0.5211	0.637	0.491
	สงขลา	36	0.7233	0.891	0.687
	ศรีสะเกษ	35	0.2702	0.332	0.250
ยางนา	เชียงใหม่	8	0.0274	0.038	0.027
	กำแพงเพชร	22	0.1595	0.234	0.171
	กาญจนบุรี	22	0.1827	0.359	0.278
	ศรีสะเกษ	39	0.4898	0.735	0.601
	สุราษฎร์ธานี	24	0.1403	0.103	0.076

ตารางที่ 4 สมการประมาณปริมาตรลำต้นเหนือเปลือกของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ชนิดไม้	พื้นที่	อายุ (ปี)	DBH (ซม.)	สมการแอลโลเมตริก ประมาณปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก	
อะเคเชีย	เขียงราย	4	8.26	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.4077}$	$R^2 = 0.9226$
	ขอนแก่น	15	21.10	$Vob = 0.0003 \times DBH^{2.435}$	$R^2 = 0.978$
	ราชบุรี	16	19.48	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.4976}$	$R^2 = 0.9676$
	สงขลา	18	20.30	$Vob = 0.0006 \times DBH^{2.1477}$	$R^2 = 0.9842$
	นครราชสีมา	16	22.74	$Vob = 0.0003 \times DBH^{2.3755}$	$R^2 = 0.9299$
พะยุง	เขียงใหม่	29	21.055	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3712}$	$R^2 = 0.9653$
	ขอนแก่น	13	9.167	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3415}$	$R^2 = 0.9198$
	ราชบุรี	12	16.670	$Vob = 0.0003 \times DBH^{2.1886}$	$R^2 = 0.9864$
	สงขลา	6	9.064	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3569}$	$R^2 = 0.9866$
ตะเคียนทอง	กำแพงเพชร	20	15.92	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3219}$	$R^2 = 0.9817$
	กาญจนบุรี	21	14.70	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.4081}$	$R^2 = 0.9812$
	ศรีสะเกษ	28	21.84	$Vob = 0.0003 \times DBH^{2.2737}$	$R^2 = 0.9956$
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.4908}$	$R^2 = 0.9659$
แดง	เขียงใหม่	12	13.34	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3197}$	$R^2 = 0.9443$
	กำแพงเพชร	31	19.00	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3823}$	$R^2 = 0.9285$
	กาญจนบุรี	29	24.02	$Vob = 0.0004 \times DBH^{2.2691}$	$R^2 = 0.9410$
	สงขลา	36	29.41	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3660}$	$R^2 = 0.9686$
	ศรีสะเกษ	35	21.60	$Vob = 0.000006 \times DBH^{3.489}$	$R^2 = 0.9608$
ยางนา	เขียงใหม่	8	9.44	$Vob = 0.0003 \times DBH^{2.0575}$	$R^2 = 0.9935$
	กำแพงเพชร	22	19.00	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.3822}$	$R^2 = 0.9284$
	กาญจนบุรี	22	21.50	$Vob = 0.0001 \times DBH^{2.6035}$	$R^2 = 0.9950$
	ศรีสะเกษ	39	28.42	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.474}$	$R^2 = 0.9938$
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	$Vob = 0.0002 \times DBH^{2.4493}$	$R^2 = 0.9819$

หมายเหตุ : Vob = ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

ตารางที่ 5 สมการประมาณปริมาตรลำต้นได้เปลือกของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ชนิดไม้	พื้นที่	อายุ (ปี)	DBH (ซม.)	สมการแอลโลเมตริก ประมาณปริมาตรลำต้นเหื้อเปลือก	
อะเคเซีย	เชียงราย	4	8.26	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.4995}$	$R^2 = 0.9187$
	ขอนแก่น	15	21.10	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.5182}$	$R^2 = 0.9811$
	ราชบุรี	16	19.48	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.5799}$	$R^2 = 0.9666$
	สงขลา	18	20.30	$V_{ub} = 0.0005 \times DBH^{2.1466}$	$R^2 = 0.9871$
	นครราชสีมา	16	22.74	$V_{ub} = 0.0003 \times DBH^{2.3618}$	$R^2 = 0.9187$
พะยุง	เชียงใหม่	29	21.055	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.36}$	$R^2 = 0.9707$
	ขอนแก่น	13	9.167	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.3423}$	$R^2 = 0.9148$
	ราชบุรี	12	16.670	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.2556}$	$R^2 = 0.9944$
	สงขลา	6	9.064	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.4264}$	$R^2 = 0.9887$
ตะเคียนทอง	กำแพงเพชร	20	15.92	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.4034}$	$R^2 = 0.9843$
	กาญจนบุรี	21	14.70	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.4376}$	$R^2 = 0.9909$
	ศรีสะเกษ	28	21.84	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.2633}$	$R^2 = 0.9990$
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	$V_{ub} = 0.00008 \times DBH^{2.6887}$	$R^2 = 0.9604$
แดง	เชียงใหม่	12	13.34	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.4883}$	$R^2 = 0.9485$
	กำแพงเพชร	31	19.00	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.3674}$	$R^2 = 0.9130$
	กาญจนบุรี	29	24.02	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.4164}$	$R^2 = 0.9334$
	สงขลา	36	29.41	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.4615}$	$R^2 = 0.9621$
	ศรีสะเกษ	35	21.60	$V_{ub} = 0.000005 \times DBH^{3.4743}$	$R^2 = 0.9604$
ยางนา	เชียงใหม่	8	9.44	$V_{ub} = 0.0002 \times DBH^{2.0849}$	$R^2 = 0.9889$
	กำแพงเพชร	22	19.00	$V_{ub} = 0.0001 \times DBH^{2.3673}$	$R^2 = 0.9129$
	กาญจนบุรี	22	21.50	$V_{ub} = 0.00006 \times DBH^{2.676}$	$R^2 = 0.9903$
	ศรีสะเกษ	39	28.42	$V_{ub} = 0.00008 \times DBH^{2.6134}$	$R^2 = 0.9910$
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	$V_{ub} = 0.00008 \times DBH^{2.6719}$	$R^2 = 0.9712$

หมายเหตุ : V_{ub} = ปริมาตรลำต้นได้เปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

ตารางที่ 6 สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ชนิดไม้	พื้นที่	อายุ (ปี)	DBH (ซม.)	สมการแอลโลเมตริก ประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน	
อะเคเซีย	เชียงราย	4	8.26	$Wt = 0.0856 \times DBH^{2.5894}$	$R^2 = 0.9485$
	ขอนแก่น	15	21.10	$Wt = 0.1241 \times DBH^{2.5358}$	$R^2 = 0.9801$
	ราชบุรี	16	19.48	$Wt = 0.0625 \times DBH^{2.7046}$	$R^2 = 0.9549$
	สงขลา	18	20.30	$Wt = 0.441 \times DBH^{2.1776}$	$R^2 = 0.994$
	นครราชสีมา	16	22.74	$Wt = 0.1517 \times DBH^{2.4605}$	$R^2 = 0.9493$
พะยุง	เชียงใหม่	29	21.055	$Wt = 0.0779 \times DBH^{2.6911}$	$R^2 = 0.8326$
	ขอนแก่น	13	9.167	$Wt = 0.2445 \times DBH^{2.3203}$	$R^2 = 0.8641$
	ราชบุรี	12	16.670	$Wt = 0.1027 \times DBH^{2.4812}$	$R^2 = 0.9781$
	สงขลา	6	9.064	$Wt = 0.1147 \times DBH^{2.5649}$	$R^2 = 0.9679$
ตะเคียนทอง	กำแพงเพชร	20	15.92	$Wt = 0.0501 \times DBH^{2.7186}$	$R^2 = 0.9709$
	กาญจนบุรี	21	14.70	$Wt = 0.0765 \times DBH^{2.6024}$	$R^2 = 0.9648$
	ศรีสะเกษ	28	21.84	$Wt = 2.9751 \times DBH^{1.4837}$	$R^2 = 0.8662$
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	$Wt = 0.1245 \times DBH^{2.7409}$	$R^2 = 0.9641$
แดง	เชียงใหม่	12	13.34	$Wt = 0.0934 \times DBH^{2.5805}$	$R^2 = 0.9798$
	กำแพงเพชร	31	19.00	$Wt = 0.0724 \times DBH^{2.524}$	$R^2 = 0.8999$
	กาญจนบุรี	29	24.02	$Wt = 0.1202 \times DBH^{2.5987}$	$R^2 = 0.992$
	สงขลา	36	29.41	$Wt = 0.1286 \times DBH^{2.4783}$	$R^2 = 0.9256$
	ศรีสะเกษ	35	21.60	$Wt = 0.0048 \times DBH^{3.5075}$	$R^2 = 0.9789$
ยางนา	เชียงใหม่	8	9.44	$Wt = 0.228 \times DBH^{2.0592}$	$R^2 = 0.9903$
	กำแพงเพชร	22	19.00	$Wt = 0.0724 \times DBH^{2.524}$	$R^2 = 0.8999$
	กาญจนบุรี	22	21.50	$Wt = 0.0578 \times DBH^{2.5577}$	$R^2 = 0.9472$
	ศรีสะเกษ	39	28.42	$Wt = 0.0338 \times DBH^{2.8096}$	$R^2 = 0.998$
	สุราษฎร์ธานี	24	12.09	$Wt = 0.1245 \times DBH^{2.7409}$	$R^2 = 0.9641$

หมายเหตุ : Wt = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ตันต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

$$Vob = 0.0003xDBH^{2.3812} \quad R^2 = 0.9570$$

$$Vub = 0.0002xDBH^{2.3976} \quad R^2 = 0.9447$$

โดย Vob = ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
 Vub = ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
 DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

2) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลในทั้ง 4 พื้นที่ ในกรณีใช้ตัวแปร DBH พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สามารถรวมสมการ (Pooled) ของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกัน สมการที่จะใช้ในการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจึงควรใช้สมการเฉพาะแต่ละพื้นที่

4.2 พะยุง จากการศึกษในพื้นที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์พบว่า

1) ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก ในกรณีใช้ตัวแปร DBH มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope และ Elevation จึงสามารถรวมสมการ (Pooled) ของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกัน ดังนี้

$$Vob = 0.0002xDBH^{2.3770} \quad R^2 = 0.9332$$

โดย Vob = ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
 DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก ในกรณีใช้ตัวแปร DBH พบว่าค่า Slope มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากพะยุงจากการศึกษามีอายุแตกต่างกัน ความหนาของเปลือกจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาตรลำต้นใต้เปลือกแตกต่างกัน จึงไม่ควรรวมสมการ (Pooled) ของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกัน สมการที่จะใช้ในการประมาณปริมาตรลำต้นใต้เปลือก จึงควรใช้สมการเฉพาะแต่ละพื้นที่

2) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลในทั้ง 4 พื้นที่ ในกรณีใช้ตัวแปร DBH พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope และ Elevation เนื่องจากอายุของพะยุงและปัจจัยของพื้นที่อาจส่งผลต่อปริมาณกระพี้และแก่น ทำให้น้ำหนักของพะยุงแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

จึงไม่สามารถรวมสมการ (Pooled) ของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกัน สมการที่จะใช้ในการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพะยุงจึงควรใช้สมการเฉพาะแต่ละพื้นที่

4.3 แดง จากการศึกษาในพื้นที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์พบว่า

1) ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก และปริมาตรลำต้นใต้เปลือก ในกรณีใช้ตัวแปร DBH มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Elevation จึงไม่สามารถรวมสมการของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกันได้ แต่เมื่อนำข้อมูลของทุกพื้นที่ โดยไม่รวมข้อมูลแดง อายุ 12 ปี จากพื้นที่เชียงใหม่ ซึ่งมีอายุน้อยกว่าตัวอย่างจากพื้นที่อื่น พบว่า ค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถรวมสมการเข้าด้วยกันได้ ดังนี้

$$Vob = 0.0001xDBH^{2.5739} \quad R^2 = 0.9206$$

$$Vub = 0.00007xDBH^{2.6429} \quad R^2 = 0.9150$$

โดย Vob = ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

Vub = ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

2) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลในทุกพื้นที่ ในกรณีใช้ตัวแปร DBH พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Elevation เนื่องจากอายุและปริมาณแก่นและกระพี้ขึ้นเนื่องจากปัจจัยของพื้นที่และอายุ ทำให้ความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งกับ DBH เกิดความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงไม่สามารถรวมสมการของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกัน แต่เมื่อนำข้อมูลของทุกพื้นที่ โดยไม่รวมข้อมูลแดง อายุ 12 ปี จากพื้นที่เชียงใหม่ ซึ่งมีอายุน้อยกว่าตัวอย่างจากพื้นที่อื่น พบว่า ค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถรวมสมการเข้าด้วยกันได้ ดังนี้

$$Wt = 0.0542xDBH^{2.7365} \quad R^2 = 0.9142$$

โดย Wt = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ตันต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

4.4 ตะเคียนทอง จากการศึกษาในพื้นที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์พบว่า

1) ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก และปริมาตรลำต้นใต้เปลือก ในกรณีใช้ตัวแปร DBH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope ส่วนค่า Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สามารถรวมสมการของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกันได้ สมการที่จะใช้ในการประมาณปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก และปริมาตรลำต้นใต้เปลือกของตะเคียนทองจึงควรใช้สมการเฉพาะแต่ละพื้นที่

2) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลในทุกพื้นที่ ในกรณีใช้ตัวแปร DBH พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope และค่า Elevation จึงไม่สามารถรวมสมการของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกันได้ แต่เมื่อนำข้อมูลของทุกพื้นที่ โดยไม่รวมข้อมูลตะเคียนทอง อายุ 24 ปี จากพื้นที่สุราษฎร์ธานี พบว่า ค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถรวมสมการเข้าด้วยกันได้ ดังนี้

$$Wt = 0.0850 \times DBH^{2.5747} \quad R^2 = 0.9482$$

โดย Wt = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ตันต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

4.5 ยางนา จากการศึกษาในพื้นที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์พบว่า

1) ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก และปริมาตรลำต้นใต้เปลือก ในกรณีใช้ตัวแปร DBH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope ส่วนค่า Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สามารถรวมสมการของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกันได้ แต่เมื่อนำข้อมูลของทุกพื้นที่ โดยไม่นำข้อมูลยางนา อายุ 24 ปี จากพื้นที่สุราษฎร์ธานี พบว่า ค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถรวมสมการเข้าด้วยกันได้ ดังนี้

$$Vob = 0.0001 \times DBH^{2.5080} \quad R^2 = 0.9853$$

$$Vub = 0.00008 \times DBH^{2.5845} \quad R^2 = 0.9777$$

โดย Vob = ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

Vub = ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

2) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลในทุกพื้นที่ ในกรณีใช้ตัวแปร DBH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Slope ส่วนค่า Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สามารถรวมสมการของทุกตัวอย่างเข้าด้วยกันได้ แต่เมื่อนำข้อมูลของทุกพื้นที่ โดยไม่นำข้อมูลยางนา อายุ 24 ปี จากพื้นที่สุราษฎร์ธานี พบว่า ค่า Slope และ Elevation มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถรวมสมการเข้าด้วยกันได้ ดังนี้

$$Wt = 0.0919xDBH^{2.4575} \quad R^2 = 0.9387$$

โดย Wt = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ตันต่อตัน)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้เศรษฐกิจ

1. กระถินณรงค์ (*Acacia auriculaformis*) อายุ 15 ปี จากแปลงปลูกทดลองในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

ดำเนินการตามมาตรฐานการทดสอบคุณสมบัติไม้ BS 373: 1957 Methods of testing small clear specimens of timber ผลการศึกษาพบดังนี้

1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ (wood physical properties)

(1) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดค่าความถ่วงจำเพาะของไม้กระถินณรงค์ อายุ 15 ปี โดยแบ่งเนื้อไม้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อไม้ส่วนแก่น (heartwood) เนื้อไม้ส่วนกระพี้ (sapwood) และเนื้อไม้ส่วนแก่นปนกระพี้ (heartwood mixed with sapwood) จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของไม้แต่ละส่วนมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ เนื้อไม้ส่วนแก่นมีค่าเฉลี่ย 0.56 เนื้อไม้ส่วนกระพี้มีค่าเฉลี่ย 0.56 และเนื้อไม้ส่วนแก่นปนกระพี้มีค่าเฉลี่ย 0.58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความถ่วงจำเพาะ เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะระหว่างไม้ในแต่ละส่วน ได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าค่า $p\text{-value} = 0.797$ ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 7 จึงสรุปได้ว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แสดงว่าตำแหน่งของเนื้อไม้ในลำต้นไม้ได้ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของไม้กระถินณรงค์อย่างเด่นชัด

ตารางที่ 7 ความถ่วงจำเพาะของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา

ส่วนของเนื้อไม้	ค่าเฉลี่ย	s.d.
heartwood	0.56	0.07
sapwood	0.56	0.10
mixed	0.58	0.07
F-test	0.229	
p-Value	0.797	

(2) ความหนาแน่น (density)

ความหนาแน่นของเนื้อไม้กระถินณรงค์ ตามส่วนต่าง ๆ ของเนื้อไม้ ภายใต้ระดับความชื้นที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ความชื้นไม้สด (green moisture content) ความชื้นไม้ในสภาพแห้งลม (air-dry) และความชื้นไม้ในสภาพแห้งมาตรฐาน หรือ ร้อยละ 12 (oven-dry at 12%) ผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของไม้ในแต่ละส่วนและระดับความชื้น พบว่า ความหนาแน่นของไม้กระถินณรงค์มีแนวโน้มลดลงตามระดับความชื้นที่ลดลงในทุกส่วนของเนื้อไม้ โดยที่ความชื้นไม้สูง (ร้อยละ 92-97) ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของไม้ทุกส่วนอยู่ระหว่าง 1,060-1,092 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อความชื้นลดลงเหลือประมาณร้อยละ 45 ความหนาแน่นเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 820-845 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่ความชื้นมาตรฐาน (ร้อยละ 12) ความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 627-650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับหลักการทั่วไปที่ว่า ค่าความหนาแน่นของไม้จะลดลงเมื่อปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ลดลง และสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้กระถินณรงค์ตามสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความหนาแน่นของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา

ส่วนของเนื้อไม้	ปริมาณความชื้น (%)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (kg/m ³)
heartwood	97.53	1,092
	47.87	835
	12.00	627
sapwood	92.34	1,060
	45.73	820
	12.00	650
mixed	92.34	1,060
	43.81	845
	12.00	627

(3) การหดตัว (shrinkage)

ค่าการหดตัวของไม้กระถินณรงค์จากสภาพไม้สด (green) ที่มีความชื้นสูง จนถึงสภาพอบแห้ง (oven-dry) โดยพิจารณาใน 3 ทิศทาง ได้แก่ ด้านรัศมี (radial) ด้านสัมผัส (tangential) และด้านตามยาว (longitudinal) (ตารางที่ 9) พบว่า

ตารางที่ 9 การหดตัวของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา

ส่วนของไม้	ความชื้น (%)	การหดตัวของเนื้อไม้ (%)					
		ด้านรัศมี		ด้านสัมผัส		ด้านตามยาว	
		ค่าเฉลี่ย	s.d.	ค่าเฉลี่ย	s.d.	ค่าเฉลี่ย	s.d.
heartwood	97.53 (67.31-124.59)	2.81 (1.72-4.60)	0.79	4.91 (3.52-6.55)	0.91	0.65 (0.22-1.28)	0.32
sapwood	92.34 (49.48-145.75)	2.88 (1.53-5.19)	1.08	5.98 (4.49-8.42)	1.12	0.72 (0.08-2.22)	0.78
mixed	87.06 (63.62-107.07)	2.78 (1.91-4.96)	0.99	6.08 (4.35-7.27)	0.95	0.80 (0.21-2.55)	0.71
F-test		0.028		4.214		0.144	
p-Value		0.973 ^{ns}		0.026*		0.867 ^{ns}	

(3.1) การหดของเนื้อไม้ส่วนแก่น (heartwood) มีปริมาณความชื้นเฉลี่ย ร้อยละ 97.53 มีค่าการหดตัวเฉลี่ยจากไม้สดถึงอบแห้ง ด้านรัศมี (radial) ด้านสัมผัส (tangential) และด้านตามยาว (longitudinal) เท่ากับ ร้อยละ 2.81 ร้อยละ 4.91 และร้อยละ 0.65 ตามลำดับ

(3.2) การหดของเนื้อไม้ส่วนกระพี้ (sapwood) มีปริมาณความชื้นเฉลี่ย ร้อยละ 92.34 มีค่าการหดตัวเฉลี่ยจากไม้สดถึงอบแห้ง ด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านตามยาว เท่ากับ ร้อยละ 2.88 ร้อยละ 5.98 และร้อยละ 0.72 ตามลำดับ

(3.3) การหดของเนื้อไม้ส่วนแก่นปนกระพี้ (heartwood mixed with sapwood) มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 87.06 มีค่าการหดตัวเฉลี่ยจากไม้สดถึงอบแห้งด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านตามยาว เท่ากับร้อยละ 2.78 ร้อยละ 6.08 และร้อยละ 0.80 ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าการหดตัวของไม้กระถินลูกผสมในแนวรัศมีและแนวตามยาวจากสภาพไม้สดถึงอบแห้ง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเนื้อไม้ส่วนแก่น กระพี้ และแก่นปนกระพี้ แต่การหดตัวในแนวสัมผัสพบว่า

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงความไวต่อทิศทางของเส้นไม้ในการแห้งตัวด้านตามยาวของส่วนแกนมีค่าน้อยกว่าส่วนอื่น ๆ

1.2) คุณสมบัติทางกล (wood mechanical properties)

ผลการศึกษาพบว่า แรงดัดสถิต (static bending) ค่าสัมประสิทธิ์แตกร้าว (modulus of rupture: MOR) เฉลี่ยเท่ากับ 99.83 เมกกะปาสคาล หรือ 1,018 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น (Modulus of elasticity: MOE) เฉลี่ยเท่ากับ 7,082 เมกกะปาสคาล หรือ 72,215 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงบีบ (compression) แรงบีบขนานเส้นไม้ (compression parallel to grain) เฉลี่ยเท่ากับ 58.69 เมกกะปาสคาล หรือ 598 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงบีบตั้งฉากเส้นไม้ (compression perpendicular to grain) เฉลี่ยเท่ากับ 22.56 เมกกะปาสคาล หรือ 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงเฉือนขนานเส้น (shear parallel to grain) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.61 เมกกะปาสคาล หรือ 169 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกลของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของกระถินณรงค์ จังหวัดนครราชสีมา
ที่ความชื้นร้อยละ 11.50

คุณสมบัติ	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	s.d.
Modulus of Rupture (MOR) (MPa)	60	99.83	18.23
Modulus of Elasticity (MOE) (MPa)	60	7,082	1,525
Compression parallel to grain (MPa)	50	58.69	8.51
Compression perp. to grain (MPa)	50	22.56	4.75
Shear parallel to grain (MPa)	120	16.61	1.65

จากผลการศึกษา ไม้กระถินณรงค์มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่เหมาะสมกับการใช้งานด้านงานไม้ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานโครงสร้างเบา เฟอ์นเจอร์ และวัสดุตกแต่งภายใน ค่าความหนาแน่นและแรงดัดที่ตีประกอกับความหดตัวที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลางทำให้ไม้ชนิดนี้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้อย่างหลากหลาย โดยควรคำนึงถึงการควบคุมความชื้นและทิศทางการใช้งานของไม้ เพื่อป้องกันการหดตัวและการแตกร้าว การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า กระถินณรงค์เป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการส่งเสริมการปลูกและใช้ประโยชน์จากไม้เศรษฐกิจในประเทศไทย โดยมีต้องมุ่งเน้นการปลูกและเก็บเกี่ยวในระยะสั้นเพียงเพื่อเป็นไม้เชื้อเพลิงหรือเป็นชิ้นไม้สับ

สำหรับวัตถุดิบในการผลิตเยื่อและกระดาษเท่านั้น แต่หากกระถินณรงค์ที่มีอายุมากกว่า 10 ปี เนื้อไม้สามารถใช้ประโยชน์ในด้านอื่นที่สร้างมูลค่าเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย

2. พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis*) ทำการศึกษาใน 3 พื้นที่ ได้แก่

- ท้องที่จังหวัดขอนแก่น (ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) อายุ 13 ปี
- ท้องที่จังหวัดราชบุรี (สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี) อายุ 13 ปี
- ท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ (สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล) อายุ 29 ปี

การทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบคุณสมบัติไม้ BS 373: 1957 Methods of testing small clear specimens of timber ผลการศึกษาพบดังนี้

1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ (wood physical properties)

(1) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดค่าความถ่วงจำเพาะของพะยุง 3 พื้นที่ โดยแบ่งเนื้อไม้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อไม้ส่วนแก่น (heartwood) เนื้อไม้ส่วนกระพี้ (sapwood) และเนื้อไม้ส่วนแก่นปนกระพี้ (heartwood mixed with sapwood) พบว่า พะยุงจากจังหวัดราชบุรีและขอนแก่น มีส่วนแก่นน้อยมาก การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น และการหดตัว จึงดำเนินการเฉพาะส่วนที่เป็นกระพี้ ส่วนพะยุงจากจังหวัดเชียงใหม่ มีแก่นพอเพียงสำหรับการวิเคราะห์ โดยผลการตรวจสอบความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะระหว่างไม้ในแต่ละส่วน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แนวโน้มค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าชัดเจนในส่วนแก่นและแก่นปนกระพี้ (ตารางที่ 11) ความถ่วงจำเพาะของไม้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.69-0.79 ซึ่งถือว่าเป็นไม้ heavy hardwood เมื่อเทียบกับไม้เศรษฐกิจอื่น ๆ ในประเทศไทย จัดอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็งตามธรรมชาติ (กลุ่มไม้แดงหรือไม้เต็งรัง)

(2) ความหนาแน่น (density)

ความหนาแน่นที่ระดับความชื้นมาตรฐาน (ร้อยละ 12) ของพะยุงจากจังหวัดขอนแก่นและราชบุรี มีค่าเท่ากับ 773 kg/m³ และ 1,172 kg/m³ ในขณะที่พะยุงจากเชียงใหม่ พบว่า ส่วนแก่น กระพี้ และแก่นปนกระพี้ มีค่าเท่ากับ 894.48 kg/m³ 847.71 kg/m³ และ 923.37 kg/m³ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยในทุกกลุ่มอยู่ในระดับสูง แสดงถึงศักยภาพของไม้พะยุงจากสวนปลูกในการใช้งานที่ต้องการไม้แข็งแรงและทนทาน (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 7 ความถ่วงจำเพาะของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของพะยูน จังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และ เชียงใหม่

ส่วนของเนื้อไม้	ค่าเฉลี่ย	s.d.
จังหวัดขอนแก่น อายุ 13 ปี		
heartwood	-	-
sapwood	0.69	0.04
mixed	-	-
จังหวัดราชบุรี อายุ 13 ปี		
heartwood	-	-
sapwood	0.71	0.05
mixed	-	-
จังหวัดเชียงใหม่ อายุ 29 ปี		
heartwood	0.78	0.08
sapwood	0.71	0.06
mixed	0.79	0.05
<i>p</i> -Value	0.093 ^{ns}	

หมายเหตุ ^{ns} คือ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05
พะยูนอายุ 13 ปี ส่วนของแก่นไม้เพียงพอสำหรับขึ้นทดสอบ

ตารางที่ 8 ความหนาแน่นของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของพะยูนจากจังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และ เชียงใหม่

พื้นที่ศึกษา	ความชื้น (%)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (kg/m ³)		
		heartwood	sapwood	mixed
จังหวัดราชบุรี อายุ 13 ปี	12	-	1,172.00	-
จังหวัดขอนแก่น อายุ 13 ปี	12	-	773.00	-
จังหวัดเชียงใหม่ อายุ 29 ปี	12	894.48	847.71	923.37

หมายเหตุ พะยูนอายุ 13 ปี ส่วนของแก่นไม้เพียงพอสำหรับขึ้นทดสอบ

(3) การหดตัว (shrinkage)

ค่าการหดตัวของพะยุง 3 พื้นที่ ใน 3 ทิศทาง ได้แก่ ด้านรัศมี (radial) ด้านสัมผัส (tangential) และด้านตามยาว (longitudinal) พบว่า พะยุงจากจังหวัดราชบุรี ค่าการหดตัวเรียงจากมากไปหาน้อยคือ ด้านสัมผัส (ร้อยละ 7.28) ด้านรัศมี (ร้อยละ 4.85) และด้านตามยาว (ร้อยละ 0.84) ตามลำดับ เป็นไปในทางเดียวกับพะยุงจากจังหวัดขอนแก่น คือ เมื่อเรียงจากมากไปน้อยพบว่า ด้านสัมผัส (ร้อยละ 7.88) ด้านรัศมี (ร้อยละ 5.47) และด้านตามยาว (ร้อยละ 1.10) ตามลำดับ ส่วนพะยุงจากจังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิเคราะห์สถิติด้วย One-way ANOVA พบว่า ด้านรัศมี (Radial Shrinkage) ไม้กระพี้มีค่าการหดตัวเฉลี่ยมากที่สุด (ร้อยละ 5.76) รองลงมาคือไม้แก่นปนกระพี้ (ร้อยละ 4.52) และไม้แก่นมีค่าน้อยที่สุด (ร้อยละ 3.79) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สะท้อนถึงลักษณะโครงสร้างที่ไม้กระพี้มีการอุ้มน้ำและการเปลี่ยนแปลงปริมาตรมากกว่าไม้แก่น ด้านสัมผัส พบว่าไม้กระพี้มีการหดตัวเฉลี่ยมากที่สุด (ร้อยละ 9.38) ตามด้วยไม้แก่นปนกระพี้ (ร้อยละ 8.86) และน้อยที่สุดคือไม้แก่น (ร้อยละ 5.96) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสูง ($p < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม้ที่ทิศทางสัมผัสมักมีการหดตัวมากกว่าทิศทางรัศมี ส่วนด้านตามยาว แม้ไม้แก่นจะมีค่าการหดตัวเฉลี่ยสูงกว่าเล็กน้อย (ร้อยละ 1.34) เทียบกับไม้กระพี้ (ร้อยละ 1.14) และไม้แก่นปนกระพี้ (ร้อยละ 1.03) แต่ผลการวิเคราะห์ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าค่าการหดตัวในแนวตามยาวมีเสถียรภาพค่อนข้างสูงในทุกกลุ่มเนื้อไม้ (ตารางที่ 13)

สรุปภาพรวมผลการศึกษาค่าการหดตัวไม้ส่วนกระพี้ มีแนวโน้มหดตัวมากกว่าในทุกทิศทาง โดยเฉพาะในด้านรัศมีและสัมผัส ไม้ส่วนแก่นมีการหดตัวน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญในแนวรัศมีและสัมผัส แต่ไม่มีความต่างในแนวตามยาว การหดตัวในแนวสัมผัส มากกว่าด้านรัศมีในทุกกรณี ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของไม้เนื้อแข็ง ผลการหดตัวของไม้สวนปลูก แสดงลักษณะโครงสร้างที่ใกล้เคียงไม้ธรรมชาติ สะท้อนถึงศักยภาพในการนำไปใช้ในงานแปรรูปที่ต้องการความมั่นคงทางมิติของไม้

1.2) คุณสมบัติทางกล (wood mechanical properties)

พะยุงจากขอนแก่น ผลการศึกษาค่าแรงดัดสถิต (static bending) ค่าสัมประสิทธิ์แตกร้าว (modulus of rupture: MOR) ค่าสัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น (Modulus of elasticity: MOE) แรงอัดขนานเส้น (Compression parallel to grain) แรงอัดตั้งฉากกับเส้น (Compression perpendicular to grain) และแรงเฉือน (Shear parallel to grain) จากตัวอย่างสามารถตรวจวัดค่าได้เพียงส่วนของกระพี้ พะยุงจากราชบุรี มีตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์แก่นน้อย และบางค่าคุณสมบัติไม่สามารถวิเคราะห์ส่วนของแก่นได้ ในขณะที่พะยุงจากเชียงใหม่ สามารถตรวจวัดได้ทุกส่วนของเนื้อไม้ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 9 การหัตถ์ของเนื้อไม้ในแต่ละส่วนของของพะยุงจากจังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และ เชียงใหม่

ส่วนของไม้	การหัตถ์ของเนื้อไม้ (%)					
	ด้านรัศมี		ด้านสัมผัส		ด้านตามยาว	
	ค่าเฉลี่ย	s.d.	ค่าเฉลี่ย	s.d.	ค่าเฉลี่ย	s.d.
จังหวัดราชบุรี อายุ 13 ปี						
heartwood	-	-	-	-	-	-
sapwood	4.85	0.78	7.28	0.94	0.84	0.52
mixed	-	-	-	-	-	-
จังหวัดขอนแก่น อายุ 13 ปี						
heartwood	-	-	-	-	-	-
sapwood	4.62	0.77	6.50	0.57	0.48	0.44
mixed	-	-	-	-	-	-
จังหวัดเชียงใหม่ อายุ 29 ปี						
heartwood	2.47	0.75	3.69	0.84	1.54	1.77
sapwood	4.28	1.03	6.94	1.29	0.64	0.49
mixed	2.45	0.92	6.05	1.45	0.56	0.36
p-Value	0.0042*		<0.01**		0.7353 ^{ns}	

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($p < 0.01$)

^{ns} หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกลของเนื้อไม้พะยุงจากจังหวัดขอนแก่น ราชบุรี และเชียงใหม่

คุณสมบัติ	ส่วนของเนื้อไม้	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	s.d.
จังหวัดราชบุรี อายุ 13 ปี				
MOR (MPa)	heartwood	7	105.04	34.69
	sapwood	59	117.54	21.89
	mixed	8	120.25	24.32
MOE (MPa)	heartwood	7	9,494	4,063
	sapwood	59	8,782	1,394
	mixed	8	8,711	1,046
Compression parallel to grain (MPa)	sapwood	21	62.91	7.69
Compression perp. to grain (MPa)	sapwood	21	36.02	3.30
Shear parallel to grain (MPa)	heartwood	4	21.11	2.77
	sapwood	77	23.88	2.76
	mixed	3	23.87	4.74
จังหวัดขอนแก่น อายุ 13 ปี (กระพี้)				
MOR (MPa)	sapwood	12	101.90	23.80
MOE (MPa)	sapwood	12	7,323	1,312
Compression parallel to grain (MPa)	sapwood	12	57.67	6.80
Compression perp. to grain (MPa)	sapwood	12	34.46	3.14
Shear parallel to grain (MPa)	sapwood	12	22.43	2.68

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คุณสมบัติ	ส่วนของเนื้อไม้	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	s.d.
จังหวัดเชียงใหม่ อายุ 29 ปี				
MOR (MPa)	heartwood	20	131.65	27.32
	sapwood	55	121.38	25.49
	mixed	16	121.47	25.34
MOE (MPa)	heartwood	20	11,527.04	2,501.98
	sapwood	55	10,624.35	2,021.66
	mixed	16	10,538.69	2,364.03
Compression parallel to grain (MPa)	heartwood	11	77.43	5.89
	sapwood	27	55.67	9.72
	mixed	6	69.23	7.54
Compression perp. to grain (MPa)	heartwood	11	36.95	8.21
	sapwood	27	32.09	5.70
	mixed	4	45.77	8.88
Shear parallel to grain (MPa)	Sapwood	192	23.34	3.70

การแปรรูปและการใช้ประโยชน์ไม้เศรษฐกิจ

การศึกษารั้วนี้ได้นำไม้ตัวอย่างจากการทดลองตามโครงการการศึกษาสมการประเมิน ปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เศรษฐกิจ และการศึกษาคุณสมบัติของเนื้อไม้เศรษฐกิจ (ใช้ส่วน ตั้งแต่ระดับ 0.30-2.30 เมตร) หรือเป็นการสร้างมูลค่าจากไม้ขนาดเล็กหรือไม้เศษที่เหลือจากการขาย ไม้ท่อนขนาดใหญ่ มาทดลองแปรรูปและทำเป็นผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

1) การแปรรูปและทำผลิตภัณฑ์จากไม้กระถินณรงค์ จากจังหวัดสงขลา ได้ผลดังนี้

- ต้นไม้ตัวอย่างจำนวน 5 ต้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 13.9-33.2 เซนติเมตร
- ปริมาตรทั้งหมด (ไม่รวมเปลือก) 2.24 ลูกบาศก์เมตร
- สามารถนำไม้มาใช้ประกอบเป็นเฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ ได้ 4 ตัว ปริมาตรรวม 0.08

ลูกบาศก์เมตร หรือสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ร้อยละ 3.63

- นำมาสร้างเก้าอี้ 4 ตัว (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เก้าอี้ไม้กระถินณรงค์

2. การแปรรูปและทำผลิตภัณฑ์จากไม้กระถินณรงค์ จากจังหวัดนครราชสีมา ได้ผลดังนี้

- ชั้นวางเอกสาร ใช้ไม้ 0.514 ลูกบาศก์ฟุต ต้นทุน 510 บาทต่อชิ้น (ภาพที่ 4 ก))
- กล่องใส่เอกสาร ใช้ไม้ 0.154 ลูกบาศก์ฟุต ต้นทุน 200 บาทต่อชิ้น (ภาพที่ 4 ข))

3. การแปรรูปและทำผลิตภัณฑ์จากไม้พะยูงจากจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า

- ต้นไม้ตัวอย่างจำนวน 5 ต้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 13.9-33.2 เซนติเมตร
- ปริมาตรทั้งหมด (ไม่รวมเปลือก) 2.24 ลูกบาศก์เมตร เมื่อเปิดปึกไม้แล้วได้ไม้แปรรูป

ปริมาตรรวม 0.08 ลูกบาศก์เมตร หรือสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ร้อยละ 3.63 (ภาพที่ 5)

- ทดลองนำไม้พะยูงมาทำเป็นผลิตภัณฑ์กล่องใส่ตะเกียบ ราคาต้นทุน 250 บาท (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากไม้กระถินณรงค์ (ก) ชั้นวางเอกสาร (ข) กล่องใส่เอกสาร



ภาพที่ 5 ไม้ท่อนและไม้แปรรูปของพะยูงจากจังหวัดเชียงใหม่ (ไม่รวมท่อนที่ 1-2)



ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง กล่องใส่ตะเกียบจากไม้พะยูน

3. การทำผลิตภัณฑ์จากไม้พะยูนจากจังหวัดขอนแก่น พบว่า

- ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ทำจากไม้พะยูนจากจังหวัดขอนแก่น และนำมาแปรรูปที่จังหวัดขอนแก่น ทำเป็นชั้นวางไข่ ซึ่งใช้ไม้ 0.057 ลูกบาศก์ฟุต ต้นทุน 275 บาทต่อชิ้น (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ชั้นวางไข่จากไม้พะยูน

การประเมินผลผลิตของสวนป่าสักอายุเกิน 20 ปี

การศึกษาการเติบโตของสักในแปลงของกรมป่าไม้ เป็นตัวแทนของสวนป่าที่ไม่มีการจัดการ โดยการตัดขยายระยะ และในส่วนสักในแปลงขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) เป็นตัวแทนของสวนป่าที่มีการจัดการโดยการตัดขยายระยะ ทำการศึกษาสวนป่าสักในท้องที่ภาคเหนือ และท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษา พบว่า

1. ท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดำเนินการในสวนป่าสักของกรมป่าไม้ ได้แก่ สวนป่าดงลาน และขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ได้แก่ สวนป่านาด้วง ผลการศึกษาพบว่าในสวนป่าของออป. อายุ 35 และ 39 ปี ที่มีการตัดขยายระยะ ทำให้จำนวนต้นไม้ในแปลงเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 30 ส่วนในแปลงอายุ 42 ปี มีการตัดขยายระยะไปแล้วจำนวน 2-3 ครั้ง ทำให้จำนวนต้นไม้ที่เหลืออยู่ มีเพียง 7 ต้นต่อไร่ ในขณะที่สวนป่าของกรมป่าไม้ไม่มีการตัดขยายระยะ แต่มีต้นไม้ที่ล้มตายเองตามธรรมชาติ ทำให้เหลือต้นไม้ในแปลงร้อยละ 57

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการเติบโตแล้ว จะเห็นได้ชัดเจนว่า ในแปลงสักของ ออป. ที่อายุ 42 ปี มี DBH สูงกว่าสวนป่าดงลานของกรมป่าไม้ ที่มีอายุ 41 ปี มาก ในขณะที่สวนป่าของ ออป. ที่อายุ 35 ปี มี DBH ที่ใกล้เคียงกับสวนป่าของกรมป่าไม้ แม้ว่าจะมีอายุน้อยกว่าถึง 6 ปี เช่นเดียวกับ ความสูง (ตารางที่ 15) ในขณะเดียวกันเมื่อคำนวณผลผลิตในรูปของปริมาตรไม้รวมเปลือก (Vub) มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าจากจำนวนต้นที่เหลืออยู่ในสวนป่าดงลานของกรมป่าไม้ ทำให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่มีค่าสูงสุด แต่เมื่อเปรียบเทียบรายต้นเฉลี่ยกับสวนป่านาด้วงที่มีอายุเท่ากับพบว่ามีค่าต่ำกว่า (ตารางที่ 16) อย่างไรก็ตามไม้สักจะได้ราคาสูงขึ้นกับขนาดของไม้ท่อน รวมทั้งรายได้จากไม้ที่ตัดขยายระยะออกไปด้วย การคงสภาพสวนป่าโดยไม่ได้ทำการตัดขยายระยะอาจช่วยในด้านการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจทำให้ได้รายได้ที่ต่ำกว่าแปลงที่มีการจัดการ

ตารางที่ 15 ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของสักในสวนป่าของกรมป่าไม้และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่จังหวัดขอนแก่น

Plantation	Age (years)	Tree density (tree/rai)	DBH (cm)	Height (m)
Dong Lan (RFD)	41	57	36.31	29.11
Na Doung (FIO)	42	7	58.86	30.18
Na Doung (FIO)	35	30	32.10	26.35
Na Doung (FIO)	39	32	28.67	20.84

ตารางที่ 16 ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (Vub) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสักในสวนป่าของกรมป่าไม้ (RFD) และขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (FIO) ในจังหวัดขอนแก่น

Plantation	Age (years)	Vub		AGB		carbon storage	CO ₂ absorption
		(m ³ /rai)	(m ³ /tree)	(ton/rai)	(ton/tree)	(ton/rai)	(ton/rai)
Dong Lan (RFD)	41	81.672	1.494	123.68	2.30	58.13	213.15
Na Doung (FIO)	42	17.634	2.684	16.49	2.51	7.75	28.41
Na Doung (FIO)	35	14.913	0.471	12.27	0.39	5.77	21.15
Na Doung (FIO)	39	21.176	0.707	14.91	0.50	7.01	25.69

2. ท้องที่ภาคเหนือ ดำเนินการในสวนป่าสักของกรมป่าไม้ ได้แก่ สวนป่าห้วยทาก สวนป่าแม่หยวก และสวนป่าของ ออป. ได้แก่ สวนป่าแม่มาย สวนป่าวังขึ้น ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบสวนป่าของกรมป่าไม้และสวนป่าของ ออป. ที่มีอายุใกล้เคียงกัน สักสวนป่าของออป. อายุ 41 ปี มี DBH และความสูง มากกว่าสักในสวนป่าของกรมป่าไม้ที่มีอายุมากกว่า คือ 43 ปี แต่สักในสวนป่าของออป. อายุ 21 ปี กลับมี DBH และความสูงน้อยกว่าสักในสวนป่าของกรมป่าไม้ที่มีอายุ 20 ปี สวนป่าของกรมป่าไม้ที่ไม่มีประวัติการตัดขยายระยะ มีจำนวนต้นไม้เหลือเพียง 22 ต้นต่อไร่ (ตารางที่ 17) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าในสวนป่าที่มีอายุ 20-21 ปี ของกรมป่าไม้แม้ว่าจะมีการเติบโตที่สูงกว่าแต่มีอัตราการรอดตายต่ำกว่าสักในสวนป่าของ ออป. การเติบโตนี้อาจเนื่องจากลักษณะของดินในพื้นที่ ทำให้ต้นไม้มีลักษณะการเติบโตที่ดี แม้ว่าจะเปรียบเทียบกับสวนป่าวังขึ้น จังหวัดแพร่ ของ ออป. ที่มีอายุมากกว่า (31 ปี)

ในขณะเดียวกันเมื่อคำนวณผลผลิตในรูปของปริมาตรไม่รวมเปลือก (Vub) มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าเป็นไปเช่นเดียวกับการเติบโตทาง DBH และความสูง แต่เนื่องจากจำนวนต้นไม้ที่เหลืออยู่ของสวนป่าวังขึ้น จังหวัดแพร่ ของ ออป. มีจำนวนมากกว่า ทำให้ค่าผลผลิตต่อพื้นที่ (1 ไร่) สูงกว่าสวนป่าของกรมป่าไม้ (ตารางที่ 18) อย่างไรก็ตามไม้สักจะได้ราคาสูงขึ้นกับขนาดของไม้ท่อน รวมทั้งรายได้จากไม้ที่ตัดขยายระยะออกไปด้วย การคงสภาพสวนป่าโดยไม่ได้ทำการตัดขยายระยะอาจช่วยในด้านการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจทำให้ได้รายได้ที่ต่ำกว่าแปลงที่มีการจัดการ

ตารางที่ 17 ความหนาแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของสักในสวนป่าของ
กรมป่าไม้และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่จังหวัดลำปางและจังหวัดแพร่

Plantation	Age (years)	Tree density (tree/rai)	DBH (cm)	Height (m)
Hui Tak (RFD)	43	14	31.48	19.55
Mae My (FIO)	41	20	34.52	25.34
Mae My (FIO)	21	30	13.52	13.27
Mae Yuak (RFD)	20	22	28.73	20.86
Wang Chin (FIO)	31	60	22.02	21.18

ตารางที่ 18 ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (Vub) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) การกักเก็บคาร์บอนและ
การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสักในสวนป่าของกรมป่าไม้ (RFD) และของ
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (FIO) ในจังหวัดลำปางและจังหวัดแพร่

Plantation	Age (years)	Vub		AGB		carbon	CO ₂
		(m ³ /rai)	(m ³ /tree)	(ton/rai)	(ton/tree)	storage (ton/rai)	absorption (ton/rai)
Hui Tak (RFD)	43	7.789	0.555	7.789	0.524	0.246	26.768
Mae My (FIO)	41	15.679	0.851	15.679	0.684	0.322	44.730
Mae My (FIO)	21	2.566	0.086	2.566	0.068	0.032	7.566
Mae Yuak (RFD)	20	9.914	0.478	9.914	0.398	0.187	30.763
Wang Chin (FIO)	31	17.476	0.299	17.476	0.204	0.096	43.572

สรุปผลการศึกษา

1. สมการประมาณปริมาตรของไม้และการกักเก็บคาร์บอนของไม้เศรษฐกิจ จากผลการศึกษาได้สร้างสมการสำหรับประมาณปริมาตรลำต้นทั้งเหนือเปลือก (รวมเปลือก) และใต้เปลือก (ไม่รวมเปลือก) และมวลชีวภาพสำหรับการนำไปประมาณการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไปของไม้เศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ อะเคเซีย พะยูง แดง ตะเคียนทองและยางนา โดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นตัวแทนอิสระเพียงตัวแปรเดียว ในการศึกษาได้สร้างสมการแยกตามพื้นที่ (ภาค) และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ตามวิธีของ Zar (1974) เพื่อรวมสมการของทุกพื้นที่เข้าด้วยกัน พบว่าชนิดไม้และค่าที่สามารถนำมาสร้างสมการรวมกันได้ มีดังนี้

1.1 สมการประมาณปริมาตรลำต้นเหนือเปลือกและใต้เปลือก

1) อะเคเซีย (ไม่รวมอะเคเซียอายุ 4 ปี จากจังหวัดเชียงราย)

$$Vob = 0.0003xDBH^{2.3812} \quad R^2 = 0.9570$$

$$Vub = 0.0002xDBH^{2.3976} \quad R^2 = 0.9447$$

2) พะยูง

$$Vob = 0.0002xDBH^{2.3770} \quad R^2 = 0.9332$$

3) แดง (ไม่รวมแดงอายุ 12 ปี จากจังหวัดเชียงใหม่)

$$Vob = 0.0001xDBH^{2.5739} \quad R^2 = 0.9206$$

$$Vub = 0.00007xDBH^{2.6429} \quad R^2 = 0.9150$$

4) ยางนา (ไม่รวมยางนา อายุ 24 ปี จากพื้นที่สุราษฎร์ธานี)

$$Vob = 0.0001xDBH^{2.5080} \quad R^2 = 0.9853$$

$$Vub = 0.00008xDBH^{2.5845} \quad R^2 = 0.9777$$

โดย Vob = ปริมาตรลำต้นเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

Vub = ปริมาตรลำต้นใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

1.2 สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

1) แดง (ไม่รวมแดงอายุ 12 ปี จากจังหวัดเชียงใหม่)

$$Wt = 0.0542xDBH^{2.7365} \quad R^2 = 0.9142$$

2) ตะเคียนทอง (ไม่รวมตะเคียนทองอายุ 24 ปี จากจังหวัดสุราษฎร์ธานี)

$$Wt = 0.0850xDBH^{2.5747} \quad R^2 = 0.9482$$

3) ยางนา (ไม่รวมยางนา อายุ 24 ปี จากพื้นที่สุราษฎร์ธานี)

$$Wt = 0.0919xDBH^{2.4575} \quad R^2 = 0.9387$$

โดย Wt = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ตันต่อตัน)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

นอกจากนั้น ไม่ควรใช้สมการรวมสำหรับการประมาณค่าผลผลิตในทุกพื้นที่ และควรแยกใช้สมการแต่ละพื้นที่เพื่อความถูกต้องมากกว่า

2. กลสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้เศรษฐกิจ

2.1 อะเคเซียมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่เหมาะสมกับการใช้งานด้านงานไม้ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานโครงสร้างเบา เฟอ์นเจอร์ และวัสดุตกแต่งภายใน ค่าความหนาแน่นและแรงดัดที่ดีประกอบกับความหดตัวที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลางทำให้ไม้ชนิดนี้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้อย่างหลากหลาย โดยควรคำนึงถึงการควบคุมความชื้นและทิศทางการใช้งานของไม้ เพื่อป้องกันการหดตัวและการแตกร้าว การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า อะเคเซียเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการส่งเสริมการปลูกและใช้ประโยชน์จากไม้เศรษฐกิจชนิดใหม่ในประเทศไทยอย่างยิ่ง

2.2 พะยูงอายุ 13 ปี ที่ปลูกในจังหวัดราชบุรี และพะยูง อายุ 29 จากจังหวัดเชียงใหม่ มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ของไม้เนื้อแข็งชั้นดี ในขณะที่พะยูงอายุ 13 ปี จากจังหวัดขอนแก่น ที่ยังไม่มีอาการเกิดแก่นไม้ แต่คุณสมบัติไม้ด้านความแข็งแรงมีค่าสูง อยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งตามหลักเกณฑ์ของกรมป่าไม้ แต่เนื่องจากเป็นเนื้อไม้ส่วนของกระพี้ ซึ่งเนื้อไม้ส่วนนี้มีโทนขาวหรือสีเทา การเข้าทำลายของมอด ปลวก หรือเชื้อราง่าย เนื้อไม้พะยูงส่วนกระพี้ไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้งานภายนอก หรือโครงสร้างส่วนที่ต้องสัมผัสน้ำหรือความชื้น เหมาะสำหรับการนำไปทำเครื่องมือเครื่องใช้ภายใน เช่น โต๊ะ ตู้ เตียง เครื่องใช้ในครัว เป็นต้น จากผลการศึกษานี้สามารถยืนยันศักยภาพของไม้พะยูงจากแปลงปลูกในประเทศไทยว่าเป็นทางเลือกที่มีคุณภาพสูงสำหรับการผลิตไม้เชิงพาณิชย์ และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการกำหนดขึ้นคุณภาพและการใช้งานทางวิศวกรรมของไม้ชนิดนี้ในอนาคต

3. การแปรรูปและการนำไม้เศรษฐกิจไปใช้ประโยชน์ในรูปของผลิตภัณฑ์จากไม้ จากการศึกษาพบว่า ไม้เศรษฐกิจส่วนท่อนแรกความยาวประมาณ 3 เมตร ซึ่งสามารถนำไปจำหน่ายในลักษณะของไม้ท่อนหรือไม้แปรรูปแล้ว ส่วนที่เหลือสามารถนำไปแปรรูปและสร้างเป็นผลิตภัณฑ์จากไม้ จากการศึกษาได้นำเศษไม้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ได้แก่ ชั้นวางเอกสาร กล่องใส่เอกสาร กล่องใส่ตะเกียบ และชั้นวางไข่ ซึ่งนอกจากเป็นการสร้างรายได้ เพิ่มมูลค่าของไม้ส่วนที่เหลือ และยังเป็นการจัดการทรัพยากรไม้ให้ลดปริมาณเศษเหลือให้น้อยที่สุด (zero waste)

4. ผลผลิตทั้งด้านปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าอายุมากของกรมป่าไม้ซึ่งเป็นสวนป่าที่ไม่มีการจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดขยายระยะ ดังนั้นการเติบโตจึงมีน้อยกว่าสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่มีการจัดการ อีกทั้งในด้านการรอดตายพบว่า สวนป่าของกรมป่าไม้ที่มีอายุมากและไม่มีการจัดการมีอัตราการรอดตายต่ำ ในขณะที่จากผลการศึกษาพบว่าสวนป่าของกรมป่าไม้ที่มีอายุประมาณ 20 ปี มีการเติบโตและให้ผลผลิตที่สูงกว่าสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่มีอายุใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามหากคาดการณ์ถึงรายได้หรือการนำไปใช้ประโยชน์ สวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่มีการตัดขยายระยะจะสามารถนำไม้ไปใช้ประโยชน์หรือจำหน่ายได้ ในขณะที่ผลผลิตที่เหลือในพื้นที่จนถึงเมื่อถึงอายุรอบตัดฟันจะสูงกว่าด้วยเช่นกัน รวมไปถึงหากประเมินถึงความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ค่าน้อยกว่าเช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากพื้นที่ในการศึกษาได้เก็บตัวอย่างจากจังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย เนื่องจากมีสวนป่าที่มีจำกัดทั้งในด้านของพื้นที่และอายุ และบางพื้นที่ไม่สามารถตัดตัวอย่างไม่ได้ สมการที่ได้สามารถเป็นตัวแทนของสวนป่าในภาคต่าง ๆ ได้ แต่จากการศึกษาพบว่าการสร้างสมการรวมสำหรับใช้กับทุกพื้นที่ยังมีข้อจำกัด บางชนิดต้องตัดบางพื้นที่ หรือบางชั้นอายุออก ในขณะที่บางชนิดไม้ที่ไม่สามารถนำข้อมูลมารวมเพื่อสร้างสมการรวมสำหรับใช้กับทุกพื้นที่ได้ การศึกษาต่อไปจึงควรเก็บข้อมูลให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการรวมต่อไป

2. จากคุณสมบัติของไม้เศรษฐกิจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ในไม้ที่มีอายุน้อยเนื้อไม้ส่วนของกระพี้ มีโทเนขาวหรือสีเทา การเข้าทำลายของมอด ปลวก หรือเชื้อราง่าย จึงไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้งานภายนอก หรือโครงสร้างส่วนที่ต้องสัมผัสน้ำหรือความชื้น แต่เหมาะสำหรับการนำไปทำเครื่องมือเครื่องใช้ภายใน เช่น โต๊ะ ตู้ เตียง เครื่องใช้ในครัว เป็นต้น และควรมีการศึกษาคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน เช่น ความต้านทานการผุพังโดยเชื้อรา (Decay Resistance) และความต้านทานต่อแมลง (Insect Resistance) โดยเฉพาะในส่วนของแก่นไม้ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความทนทานตามธรรมชาติที่สำคัญของไม้เศรษฐกิจแต่ละชนิด

3. เนื่องจากในการศึกษามุ่งเน้นการใช้ไม้ส่วนที่เหลือจากการศึกษาเรื่องคุณสมบัติของไม้ การสร้างผลิตภัณฑ์จากไม้ส่วนที่เหลือจึงมีจำกัด รวมทั้งการตัดต้นไม้ตัวอย่างเพื่อศึกษาการสร้าง สมการจำเป็นต้องตัดต้นไม้ที่มีขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ดังนั้นไม้ที่เหลือสำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์จึง ค่อนข้างจำกัดในด้านรูปแบบและขนาดของผลิตภัณฑ์ หากใช้ตัวอย่างจากต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่และ อายุมากขึ้น รวมทั้งหากมีผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากไม้ให้มีรูปแบบที่ทันสมัย จะเป็น การสร้างมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น

4. สวนป่าสักของภาครัฐ (กรมป่าไม้) ที่ไม่มีการจัดการ และทำให้ต้นไม้มีการตายตาม ธรรมชาติ ทำให้เสียโอกาสในการนำไม้ที่ตัดขยายระยะไปใช้ประโยชน์ การบริหารจัดการสวนป่าของ ภาครัฐจึงควรมีการจัดการเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในขณะที่หากต้องการวัตถุประสงค์เพื่อการลด โลกเรือนด้วยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ควรมีการเก็บข้อมูลจากสวนป่าของกรมป่าไม้ เพื่อ นำมาประมาณค่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นข้อมูลของประเทศต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2556. องค์ความรู้ไม้สักไทย. กรมป่าไม้, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2568. สรุปสภาวะอากาศทั่วไปในรอบปี พ.ศ. 2567แหล่งที่มา:
<https://tmd.go.th/climate/summaryyearly/2024-1>, 1 เมษายน 2568.
- กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่าไม้. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 3, รายงานเลขที่ ร.188). สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- กิตติพงศ์ ตั้งกิจ. 2563. เอกสารประกอบการสอนวิชาการใช้ประโยชน์วนผลิตภัณฑ์ (Forest Products Utilization). ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชิงชัย วิริยะบัญชา และ กันตนิษฐ์ ผิวสอาด. 2548. การประมาณผลผลิตด้าน ปริมาตรของลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่าไม้สัก. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- ทศพร วัชรานุกร, ชิงชัย วิริยะบัญชา และ กันตนิษฐ์ ผิวสอาด. 2548. การประเมิน ปริมาณการสะสมของคาร์บอนในต้นไม้ ในสวนป่าเพื่อการอุตสาหกรรม ในประเทศไทย, น. 137-157. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ ทางด้านป่าไม้ “ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธี สารเกียวโต”, 4-5 สิงหาคม 2548 ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ. 2538. ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 557 น.
- วรพรรณ หิมพานต์, เรืองจิ โยเนะดะ และนรินทร์ เทศสร. 2561. ตารางแสดงน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทย. โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้และ JIRCAS, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลผลิตป่าไม้. 2547. การใช้ประโยชน์ไม้ขั้นพื้นฐาน, โครงการส่งเสริมและพัฒนาการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อรุณี ภูสุดแสง. 2553. การปลูกและการจัดการสักเชิงเศรษฐกิจ สำหรับเกษตรกรและภาคเอกชน. กลุ่มงานเศรษฐกิจป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อานวย คอวนิช. 2535. อดีต ปัจจุบัน และอนาคตของสักในประเทศไทย. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 1-14 ใน สัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี วันที่ 5-8 สิงหาคม 2535 ณ โรงแรมเวียงทอง จังหวัดลำปาง. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

- British Standards Institution. (1957). BS 373:1957 – Methods of testing small clear specimens of timber. London: BSI.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change in tropical forests. A primer. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 55pp.
- Buvaneswaran, C, M. George, D. Perez, and M. Kanninen. 2006. Biomass of teak plantations in Tamil Nadu, India and Costa Rica compared. J. Trop. For. Sci. 18: 195-197
- Chave, J, C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra and T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia 145: 87-99.
- Hase, H and H. Foelster. 1983. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. For. Ecol. Manag. 6: 33-57.
- Hiratsuka M., C. Viriyabuncha, K. Peawsa-ad, S. Janmahasatien, A. Sato, Y. Nakayama, C. Matsunami, Y. Osumi and Y. Morikawa. 2005. Tree biomass and soil carbon in 17-and 22-year-old stands of teak (*Tectona grandis* L.f.) in northern Thailand. TROPICS 14: 377-382.
- Jha K.K. 2015. Carbon storage and sequestration rate assessment and allometric model development in young teak plantations of tropical moist deciduous forest, India. J. For. Res. - China. 26: 589-604.
- Kraenzel, M., A.Castillo, T.Moore and C. Potvin. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. For. Ecol. Manag. 173: 213-225.
- Meunpong, P., C.Wachrinrat, B.Thaiutsa, M.Kanzaki and K. Meekaew. 2010. Carbon pools of indigenous and exotic tree species in a forest plantation, Prachuap Khiri Khan, Thailand. Kasetsart J. (Natural Science) 44: 1044- 1057.
- Negi, M.S., V.N. Tandon and H.S. Rawat. 1995. Biomass and nutrient distribution in young teak (*Tectona grandis*) plantation in Tarai Region of Uttar Pradesh. Indian For. 121: 455-463.
- Nwoboshi, L.C. 1983. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. I. Linear growth and biomass production. For. Sci. 29: 159-165.

- Ola-Adams, B.A. 1993. Effects of spacing on biomass distribution and nutrient content of *Tectona grandis* Linn.f. (teak) and *Terminalia superba* Engl. & Diels. (afara) in south-western Nigeria. For. Ecol. Manag. 58: 299-319.
- Pérez Cordero, L.D. and M. Kanninen. 2003. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantation in Costa Rica. J. Trop. For. Sci. 15: 199-213.
- Purwanto, R.H. and M. Shiba. 2005. Allometric equations for estimating above ground biomass and leaf area of planted teak (*Tectona grandis*) forests under agroforestry management in East Java, Indonesia. For. Res. Kyoto. 76: 1-8.
- Singh, A.K., V.N. Pandey, and K.N. Misra. 1980. Stand composition and phytomass distribution of a tropical deciduous teak (*Tectona grandis*) plantation of India. J. Jap. For. Soc. 62: 128-137.

รายชื่อผู้ร่วมวิจัย

นางวรพรรณ	หิมพานต์	นายศุภชัย	นุชิต	นายบางรักษ์	เชษฐสิงห์
นายสุชาติ	นัมพิลา	นายดุริยะ	สถาพร	นางสาวอารียาพัชร	เพชรรัตน์
นางเบญจรัตน์	พรหมเพ็ญ	นายไกรเวช	ศรีบุตรตา	นายวิเชียรศักดิ์	เพชรดี
นายจรัส	ช่วยนะ	นายวรพจน์	คำใบ	นางสาวสมพร	คำชมภู
นางสาวอนงค์	สายเสน	นางสาวสุทิดา	รวมเงาะ	นางสาวรวราพร	โพธิสาร
นายนรินทร์	เทศสร	นางชนิษฐา	จันทโชติ	นางมารศรี	แก้วปราณี
นางเบญจวรรณ	คงรวย	นายนราวิชญ์	ช่างต่อ	นางสาวธนิดา	ภักดี
นางสาวกัญญารัตน์	ชยาภรณ์	นางกาญจนา	นัมพิลา	นางสาวสุพิศตรา	นาถมทอง
นางสาวอนัญญา	จ้อยชู	นางสาวกุลนิฐิพิศุ์	อุดมธนเดชน์	นางสาวกัลจาริณี	ชำนาญกิจ
นายสุรินทร์	แข่งขัน	นายปิยะวุฒิ	นาคพันธ์	นายธีรยุทธ	วงสอน
นายศักดิ์นรินทร์	พิมพ์หอม	นายพยุศักดิ์	กาญจนเลิศ	นางสาวสกวรัตน์	ไชยา
นางสาวรุชีตะห์	สาแม	นายก่อพงศ์	ฤกษ์วิเศษ	นายภาณุ	แก้วม่วง
นางสาวดารุณี	มาเพชร	นายบัณฑิตย์	เกาะเกตุ	นายกิตติพงศ์	เกียรติขวัญบุตร
นางสาวปาลิดา	แก้วทอง	นายดุริยา	เพียรสูงเนิน	นางสาวจันทร์จิรา	ระหงส์
นางสาวนวลมณี	จิตจักร	นางสาวปิยนุช	รับพร	นางสาวหฤทัย	คำแพงแก้ว
นางยุพิน	พันธัง	นายสิบตรี	ห้าวหาญ	นายพิทักษ์	ฉัตรทอง
นางสาวกฤษณพล	ทองเดิม	นางสาวกชกร	สุขเอี่ยม	นายวรศิลป์	แอ้วสกุลทอง
นายธนกฤต	คงยอด	นายสิทธิชัย	อุ่นใจ	นายรัฐพล	อภิรมยานนท์
นายกรกช	บุญปิ่น	นางถนอมศรี	ภูหัยต์	นางสาวสุรีพร	ต้นดา
นายไชยศิลป์	ปันทะอิน	นายประดิษฐ์	พระประเสริฐ	นายคมกริช	วุฒิคุณ
นายธวัฒน์	บุญสิทธิ์	นายอรรถพล	วงศ์วรรณ	นายนที	อินเหลา
นางสาวณิชารัตน์	กันธา	นางดาวหวัน	ประวาท	นายสาธิต	สวัสดิมงคล
นายจักรกฤษณ์	เสือดเดช	นายอรรถสิทธิ์	บุญรอด	นางสาวสุภาพร	ติบ้านโสภ
นางสาวชนิษฐา	ปฏิบัติทอง	นางปราริชาติ	ภูมิคอนสาร	นายไวยุทธ	ภูมิคอนสาร
นายอภิชาติ	บุญนำ	นายสมชาย	พันธ์สนิท	นายอัปดุลเลาะ	อาแด
นางสาวนฤมล	ภูทองหิน	นางสาวอาวีณะ	ศิลา	นางสาวน้ำฝน	อินทร์โคกสูง
นางสาวนรมน	ภูรินทร์	นายสมปอง	สุวรรณเกตุ	นายเทพประสิทธิ์	เทียะประสงค์
นายฉัตรราช	สุริยศ	นายประสงค์	อ้นปัก	นางศรีออน	ไชยทะวี

รายชื่อผู้ร่วมวิจัย (ต่อ)

นายคำ	ปู่ตี๋	นายจันทร	หม่องน่าน	นายสมพร	ปางวัน
นายวัชร	เรือนมี	นายพรมมา	สังกะพงษ์	นายชัยสิทธิ์	จำวิสูตร
นายสาคร	กัลป์หาวัล	นายเฉลิมเกียรติ	ช่วงสิมมา	นายชัยนาท	สีลาโล่
นายสมชาย	วังมา	นายเฉลิมพล	จันทรวร	นายรังสรรค์	ชุมชอบ
นายทองสุข	สุทะเงิน	นางสาวสุพัตรา	กล่อมอิม	นายสอน	ประวาฬ
นายสมบูรณ์	ปีสำโรง	นายเสริมสุข	ชิดกิ่ง	นายสมนึก	อันวารีย์
นางสมใจ	ชูวรรณเกตุ	นายสืบ	พราณเจริญ	นางอภิสร	ใจหาญ