O-ST 028

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มสธ. ครั้งที่ 3
The 3rd STOU Graduate Research Conference

ลักษณะทางกายวิภาค และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด

Anatomy structure and mechanical properties of 10 mangrove species

สุภัททา รุ่งโรจน์พานิช (Supatta Rungrojphanich) * ธีระ วีณิน (Teera Veenin) **
ทรงกลด จารุสมบัติ (Songklod Jarusombuti) ***

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด (2) ศึกษาความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด (3) ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะและกลสมบัติระหว่างไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาค ความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด โดยศึกษาตัวอย่างไม้ป่าชายเลนในพื้นที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี จำนวน10 ชนิด ได้แก่ แดงน้ำ ตะบบน้ำ ตะบูนขาว ตะบูนดำ ตาตุ่มทะเล ถั่วขาว ปอทะเล โปรงแดง โพรงนก และโพทะเล มาทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างทางกายวิภาคของเนื้อไม้อย่างหยาบด้วยแว่นขยายกำลังขยาย 15 เท่า และทำการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ แล้วศึกษาค่าความถ่วงจำเพาะ และค่ากลสมบัติของไม้ ได้แก่ แรงดัดสถิต แรงอัดขนานเสี้ยน แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน แรงเฉือนขนานเสี้ยน แรงดึงตั้งฉากเสี้ยน และความแข็ง พร้อมทั้งเปรียบเทียบความถ่วงจำเพาะ และค่ากลสมบัติของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด

ผลการศึกษาพบว่า ไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด มีลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบคล้ายคลึงกัน คือ มีการกระจายของพอร์ เป็นแบบพอร์กระจาย การเรียงตัวของพอร์ส่วนใหญ่เป็นแบบ พอร์เดี่ยว และพอร์แฝด ไม้ถั่วขาว มีค่าความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติต่างๆ สูงกว่าไม้ป่าชายเลนชนิดอื่นที่ทำการทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่า ไม้ตาตุ่มทะเล มีค่าความถ่วงจำเพาะ และค่ากลสมบัติต่างๆ ต่ำที่สุด

คำสำคัญ ป่าชายเลน ลักษณะทางกายวิภาคของไม้ ความถ่วงจำเพาะ กลสมบัติของไม้

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ aum-o-@hotmail.com
** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ teera50@yahoo.com
*** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ fforsoj@ku.ac.th

Abstract

The objectives of this research were : (1) study the anatomy of 10 mangrove species, (2) study specific gravity and mechanical properties of 10 mangrove species, (3) comparative study on the difference of specific gravity and mechanical properties between 10 mangrove species.

The anatomy structure specific gravity and mechanical properties of 10 mangrove species, *Amoora cucullata* Roxb., *Scolopia macrophylla* (Wight & Arn.) Clos, *Xylocarpus granatum* Koen., *Xylocarpus moluccensis* Roem., *Excoecaria agallocha* L., *Bruguiera cylindrica* Bl., *Hibiscus tiliaceus* L., *Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob., *Rapanea porteriana* (A. Dc.) Mez. and *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa at Khlung distric, Chanthaburi province, was studied the macroscopic anatomy structure was obsoe siry 15x handlens and photographed with stereoscopic microscope. the specific gravity and mechanical properties such as strength, static bending, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, shear parallel to grain, tension perpendicular to grain and hardness and compare the difference in specific gravity and mechanical properties of mangrove species.

The results showed that the anatomy structure of 10 mangrove species were similar. Pore distribution were diffuse porous. Arrangement of pores were solitary pore and multiple pore. *Bruguiera ylindrical* Bl. showed the highest specific gravity and mechanical properties than other properties mangrove species. And the results showed that *Excoecaria agallocha* L. had the lowest mechanical

Keywords: Mangrove forest, Anatomy structure, Specific gravity, Mechanical properties

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ aum-o-@hotmail.com

** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ teera50@yahoo.com

*** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ fforsoj@ku.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมไปด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ ที่ขึ้นอยู่ตามชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรือปากอ่าว ที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด ปัจจุบันประเทศไทยพบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้งหมด 35 วงศ์ 53 สกุล 74 ชนิด (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2549) ซึ่งจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยป่าชายเลนในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบพันธุ์ไม้ จำนวน 33 ชนิด และจากการสำรวจของกรมป่าไม้ เมื่อ พ. ศ. 2547 พบว่า ในช่วงระยะเวลา 29 ปี พื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดจันทบุรี ลดลงถึงร้อยละ 55 เนื่องจากปัญหาการบุกรุกพื้นที่เพื่อทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการนำไม้มาใช้ประโยชน์โดยไม่คำนึงถึงประสิทธิภาพ และความเหมาะสมกับประเภทของการใช้งานยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการทำไม้มากเกินความจำเป็น ซึ่งการศึกษาลักษณะทางกายวิภาค ความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติต่างๆ เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการเลือกใช้ประโยชน์ไม้ให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับประเภทของการใช้งาน แต่ในปัจจุบันยังมีการศึกษากลสมบัติของไม้ป่าชายเลนเพียง 11 ชนิด ดังนี้ ฉรงค์ และศิริ (2523) ได้ศึกษาคุณสมบัติไม้ป่าชายเลน 4 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* Roem.) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.) และหลุมพอทะเล (*Intsia bijuga* (Colebr.) O. Ktze.) สุชาติ (2541) ได้ศึกษากลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 7 ชนิด ได้แก่ แสมขาว (*Avicennia alba* Bl.) หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis* Ait.) หลุมพอทะเล (*Intsia bijuga* (Colebr.) O. Ktze.) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Bl.) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* Roem.) และตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.) ศักดิ์พิชิต และคณะ (2546) ได้ศึกษากลสมบัติของไม้ ป่าชายเลน 6 ชนิด ได้แก่ ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea* Voigt.) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Bl.) พังกาหัวสุ่มดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Savigny.) แสมทะเล (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) และแสมขาว (*Avicennia alba* Bl.) และสำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ (2547) ได้ศึกษาคุณลักษณะของไม้ป่าชายเลนไว้ 2 ชนิด ได้แก่ ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.) และตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* Roem.) ซึ่งพบว่าไม้ป่าชายเลนส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษา มีคุณสมบัติดี ความแข็งแรงและความทนทานต่อการใช้งานสูง เหมาะแก่การนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงควรศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างทางกายวิภาคอย่างหยาบ ความถ่วงจำเพาะ และลักษณะทางกลสมบัติของไม้ป่าชายเลนให้หลากหลายชนิดเพิ่มขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาลักษณะโครงสร้างทางกายวิภาคอย่างหยาบ ความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้เพิ่มเติมจากไม้ป่าชายเลนที่เคยมีผู้ศึกษาไว้แล้ว 11 ชนิด โดยทำการศึกษาไม้ป่าชายเลนจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ แดงน้ำ (*Amoora cucullata* Roxb.) ตะขบน้ำ (*Scolopia macrophylla* (Wight & Arn.) Clos) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.) ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* Roem.) ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha* L.) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica* Bl.) ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.) โปรงแดง (*Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob.) โพรงนก (*Rapanea porteriana* (A. Dc.) Mez.) และโพทะเล (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) โดยเลือกใช้ไม้จากป่าชายเลน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มาทำการศึกษาโครงสร้างอย่างหยาบด้วยแว่นขยายกำลังขยาย 15 เท่า แล้วหาค่าความถ่วงจำเพาะ และค่ากลสมบัติของไม้ ได้แก่ แรงดัดสถิต (static bending) แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

(compression perpendicular to grain) แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) แรงดึงตั้งฉากเสี้ยน (tension perpendicular to grain) และความแข็ง (hardness) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความถ่วงจำเพาะ และค่ากลสมบัติของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด เพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตรวจพิสูจน์ชนิดไม้ และสามารถใช้เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ไม้ป่าชายเลนอย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับประเภทของการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในวางแผนการส่งเสริมให้ประชาชนที่ทำนากุ้ง และผู้ที่มีที่ทำกินใกล้ป่าชายเลนหันมาสนใจปลูกป่าชายเลนมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด
2. ศึกษาความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติระหว่างไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ (1) การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบ (2) การศึกษาและเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะระหว่างไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด และ (3) การศึกษาและเปรียบเทียบกลสมบัติต่างๆ ได้แก่ แรงดัดสถิต แรงอัดขนานเสี้ยน แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน แรงเฉือนขนานเสี้ยน แรงดึงตั้งฉากเสี้ยน และความแข็ง ระหว่างไม้ ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยทำการเก็บตัวอย่างไม้ในพื้นที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี โดยเลือกไม้ที่มีขนาดลำต้นใกล้เคียงกัน และนำมาแปรรูปเป็นชิ้นไม้ทดสอบ ชนิดละ 20 ตัวอย่าง ดังนี้

1. การศึกษาลักษณะทางกายวิภาค ตัดชิ้นไม้ทดสอบขนาด 1 x 1 x 10 ซม. ทำการปาดผิวหน้าไม้ด้านหน้าตัด (cross section) แล้วทำการศึกษาด้วยแว่นขยาย (handlens) กำลังขยาย 15 เท่า บันทึกลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบของชิ้นไม้ทดสอบ จากนั้นนำไปถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (stereoscopic microscope)

2. การศึกษาค่าความถ่วงจำเพาะ โดยการตัดชิ้นส่วนไม้ขนานเส้นรัศมีทุกๆ 1 เซนติเมตร จากเปลือกไม้ด้านหนึ่งไปถึงเปลือกไม้อีกด้านหนึ่งโดยตัดผ่านใจไม้ (pith) ไม้ที่นำมาตัดตัวอย่างนี้ต้องเป็นไม้ที่ตัดฟันใหม่ เนื้อไม้ยังสดอยู่ แต่ถ้าไม้นั้นแห้งแล้วให้นำชิ้นไม้ทดสอบที่ตัดแบ่งแล้วไปแช่ในน้ำจนชิ้นไม้จมอยู่ใต้น้ำ จากนั้นนำชิ้นไม้ที่ได้ไปมาวัดขนาดด้วยเวอร์เนียร์แคลิเปอร์ แล้วหาปริมาตรสด (green volume) จากนั้นนำชิ้นไม้ไปอบแห้งจนไม้มีค่าน้ำหนักคงที่ บันทึกค่าน้ำหนักแห้ง (ovendried weight) แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Veenin, 2006) โดยใช้สูตร (Sluder, 1972)

$$\text{specific gravity} = \frac{\text{ovendried weight}}{\text{green volume}}$$

3. การศึกษากลสมบัติต่างๆ ได้แก่ แรงดัดสถิต (static bending) แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) แรงดึงตั้งฉากเสี้ยน (tension perpendicular to grain) และความแข็ง (hardness) ทำโดยตัดชิ้นไม้ทดสอบ ขนาดหน้าตัด 20 x 20 มม. นำไปผึ่งให้แห้ง ให้ได้ความชื้น 12% จากนั้นตัดให้ได้ความยาวตาม

มาตรฐานการทดสอบไม้ที่กำหนดไว้ ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบสากล (universal testing machine) และทำการบันทึกค่า จากนั้นนำชิ้นไม้ทดสอบไปหาค่าความชื้น

หลังจากทำการศึกษาหาค่าความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด แล้ว นำได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะ กลสมบัติแต่ละชนิดของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด ด้วยวิธี Duncan's multiple range test ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสำหรับใช้สำหรับตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทุกคู่ที่เป็นไปได้ โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบ ไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด มีลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบของเนื้อไม้คล้ายคลึงกัน โดยมีการกระจายของพอร์ (Distribution of pore) แบบกระจาย การเรียงตัวของพอร์ (Arrangement of pore) ส่วนใหญ่เป็นแบบเดี่ยว (Solitary pore) และแฝด (Radial multiple) ดังแสดงในภาพที่ 1 และตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางสรุปลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด

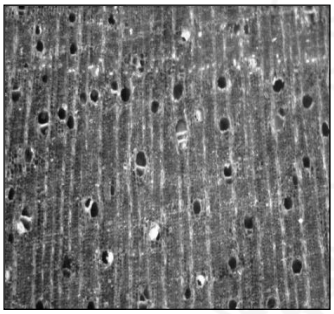
ชนิดไม้	Distribution of pore	Arrangement of pore	Inclusions of pore	Arrangement of parenchyma	อื่นๆ
แดงน้ำ (*Amoora cucullata* Roxb.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-3 cells)	Deposits	Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด
ตะขบน้ำ (*Scolopia macrophylla* (Wight & Arn.) Clos)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-4 cells)	Deposits	Diffuse P., Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด
ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-3 cells)	Deposits	Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด
ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* Roem.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-3 cells)		Diffuse P., Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด
ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha* L.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-3 cells)	Tylose	Diffuse P., Diffuse in aggregate, Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด
ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica* Bl.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-4 cells)	Tylose	Diffuse P.	เส้นรัศมีหนา
ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple, Tangential multiple (2-5 cells)		Vasicentric	เส้นรัศมีเห็นชัด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

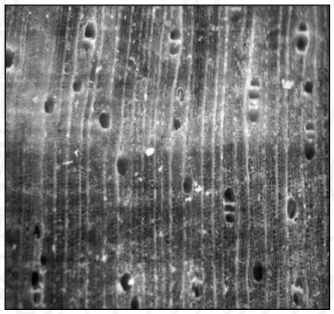
ชนิดไม้	Distribution of pore	Arrangement of pore	Inclusions of pore	Arrangement of parenchyma	อื่นๆ
โปรงแดง (*Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-7 cells)	Tylose	confluent P., Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด
โพรงนก (*Rapanea porteriana* (A. Dc.) Mez.)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-4 cells)			เส้นรัศมีหนา ภายในมีสารแทรกสีส้ม
โพทะเล(*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa)	Diffuse porous	Solitary pore, Radial multiple (2-3 cells)	Deposits	Diffuse P., Vasicentric, Terminal P.	เส้นรัศมีเห็นชัด

หมายเหตุ: Distribution of pore = การกระจายของพอร์, Diffuse porous = การกระจายแบบพอร์กระจาย
Arrangement of pore = การเรียงตัวของพอร์, Solitary pore = พอร์เดี่ยว
Radial multiple = พอร์แฝดแบบ Radial, Tangential multiple = พอร์แฝดแบบ Tangential
P. = พาเรงไคมา (parenchyma), Diffuse P. = พาเรงไคมาแบบกระจาย,
Diffuse in aggregate = พาเรงไคมาแบบกระจายเป็นกลุ่ม,Confluent P. = พาเรงไคมาแบบปีกต่อ,
Terminal P. = พาเรงไคมาปลายฤดู, Vasicentric = พาเรงไคมาแบบติดพอร์โดยรอบ

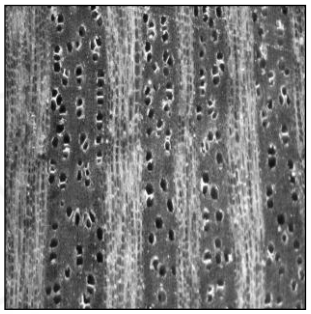
ภาพที่ 1 ภาพลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด



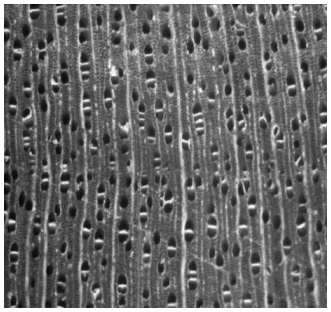
แดงน้ำ



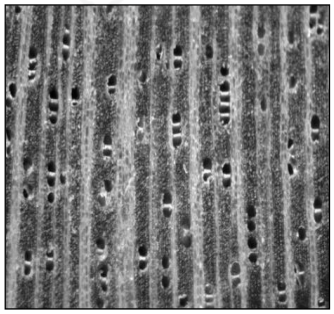
ตาตุ่มทะเล



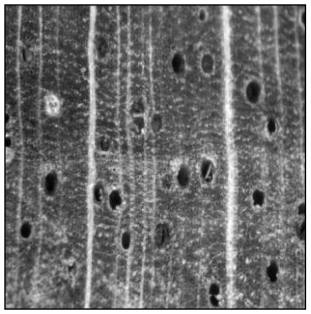
โพรงนก



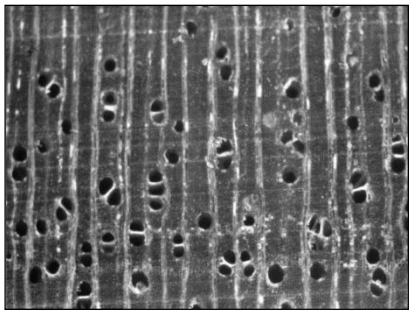
ตะขบน้ำ



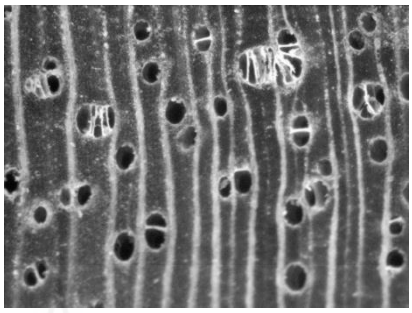
ถั่วขาว



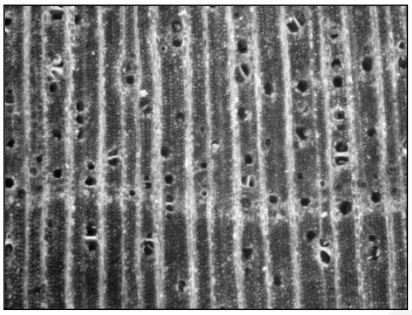
โพทะเล



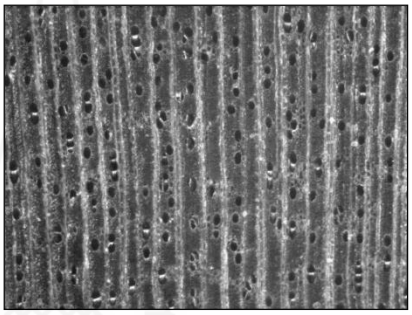
ตะบูนขาว



ปอทะเล



ไม้ตะบูนดำ



โปรงแดง

2. ค่าความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิด ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2 โดยแยกเป็น

2.1 ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่า ไม้ถั่วขาว มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด 0.81 รองลงมา คือ ไม้โปรงแดงไม้โพรงนก ไม้ตะบูนดำ ไม้ตะบบน้ำ ไม้ตะบูนขาว ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.74, 0.66, 0.62, 0.61, 0.60, 0.54, 0.53, 0.46 และ 0.42 ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้ตะบูนดำ ไม้ตะบบน้ำ และไม้ตะบูนขาว ที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ปอทะเล กับไม้โพทะเล ที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2.2 แรงดัดสถิต (static bending) แบ่งค่าทดสอบออกเป็น 2 ค่า ได้แก่ (1) ค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (modulus of rupture, MOR) และ (2) ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE)

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (modulus of rupture, MOR) ไม้ถั่วขาว มีค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (MOR) เฉลี่ยสูงที่สุด 132.60 MPa รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ไม้ตะบบน้ำ ไม้ตะบูนขาว ไม้แดงน้ำ ไม้โพทะเล ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนดำ ไม้ปอทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่า สัมประสิทธิ์การแตกหัก (MOR) เฉลี่ย 118.05 MPa, 102.52 MPa, 91.33 MPa, 89.70 MPa, 88.70 MPa, 85.13 MPa, 80.80 MPa , 80.07 MPa และ 56.80 MPa ตามลำดับและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (MOR) เฉลี่ยของ

ไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (MOR) เฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้ตะบูนขาว ไม้แดงน้ำ และไม้โพทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ตะบูนดำ กับไม้ปอทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

(2) ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) เฉลี่ยของไม้ถั่วขาว มีค่า สูงสุด 11435.00 MPa รองลงมาคือ ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะขบน้ำ ไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก ไม้แดงน้ำ ไม้โพทะเล ไม้ตะบูนดำ ไม้ปอทะเล และ ไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ย 8684.80 MPa, 7866.00 MPa, 7862.00 MPa, 7717.00 MPa, 7027.00 MPa, 6926.66 MPa, 6734.73 MPa, 5906 MPa และ 5177.00 MPa ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ยของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (MOE) เฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้ตะขบน้ำ ไม้โปรงแดง และไม้โพรงนกที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้แดงน้ำ กับไม้โพทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2.3 แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ไม้ถั่วขาว มีค่าแรงอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ยมากที่สุด 55.15 MPa รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนขาว ไม้โพทะเล ไม้ตะบูนดำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล และ ไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่าแรงอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ย 51.97 MPa, 49.31 MPa, 45.63 MPa, 42,75 MPa, 41.66 MPa, 40.87 MPa, 40.74 MPa, 37.78 MPa และ 29.12 MPa ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าแรงอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าแรงอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้โปรงแดง กับไม้โพรงนกที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้โพทะเล ไม้ตะบูนดำ ไม้ตะขบน้ำ และไม้แดงน้ำที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2.4 แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ไม้ถั่วขาว มีค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 39.29 MPa รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ ไม้ปอทะเล ไม้แดงน้ำ ไม้โพทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ย 36.29 MPa, 25.14 MPa, 22.81 MPa, 22.62 MPa, 22.61 MPa, 22.16 MPa, 18.15 MPa, 13.20 MPa และ 9.91 MPa ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนขาว และไม้ตะบูนดำที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ และปอทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2.5 แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) ไม้ถั่วขาว มีค่าแรงเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 17.55 MPa รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ไม้ตะขบน้ำ ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ และไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่าแรงเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ย 14.39 MPa, 13.75 MPa, 13.66 MPa, 12.85 MPa, 12.55 MPa, 12.54 MPa, 12.35 MPa,10.69 MPa และ 7.57 MPa และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าแรงเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้โปรงแดง ไม้ตะขบน้ำ ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล และไม้โพรงนก ที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ตะขบน้ำ ไม้แดงน้ำ

ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล ไม้โพรงนก และไม้ตะบูนขาวที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้โพทะเล ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนขาว และไม้ตะบูนดำที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2.6 แรงดึงตั้งฉากเสี้ยน (tension perpendicular to grain) ไม้ถั่วขาว มีค่าแรงดึงตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.07 MPa รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนดำ ไม้โพทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่าแรงดึงตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ย 1.65 MPa, 1.49 MPa, 1.48 MPa, 1.29 MPa, 1.27 MPa, 1.17 MPa, 1.02 MPa, 0.90 MPa และ 0.71 MPa ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าแรงดึงตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าแรงดึงตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก และไม้แดงน้ำที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้โพรงนก ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล และไม้ตะบูนขาวที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ปอทะเล ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะขบน้ำ และไม้ตะบูนดำที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนดำ และไม้โพทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้โพทะเล กับไม้ตาตุ่มทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2.7 ค่าความแข็ง (hardness) ไม้ถั่วขาว มีค่าความแข็ง เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7654.60 N รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ไม้ตะบูนดำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนขาว ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล โดยมีค่าความแข็งเฉลี่ย 7595.74 N, 4997.49 N, 4924.49 N, 4558.38 N, 4448.13 N, 4144.72 N, 4108.99 N, 3282.15 N และ 2056.83 N ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งเฉลี่ยของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Duncan's multiple range test ผลปรากฏว่า ค่าความแข็งเฉลี่ยของไม้ทุกชนิดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากไม้ถั่วขาว กับไม้โปรงแดง ที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ตะบูนดำ ไม้ตะขบน้ำ และไม้โพรงนกที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้ตะขบน้ำ ไม้โพรงนก และไม้ตะบูนขาวที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และไม้โพรงนก ไม้ตะบูนขาว ไม้แดงน้ำ และไม้ปอทะเลที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าความถ่วงจำเพาะ ค่ากลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลสมบัติต่างๆ ของไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด ที่สภาพความชื้น 10 + 2% ด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ชนิดไม้	SG Mean Min -	MOR (MPa) Mean Min - Max	MOE (MPa) Mean Min - Max	C // to grain (MPa) Mean Min - Max	C ⊥ to grain (MPa) Mean Min - Max	S (MPa) Mean Min - Max	T (MPa) Mean Min - Max	H (N) Mean Min - Max
ถั่วขาว (*Bruguiera ylindrica* Bl.)	0.81a 0.80 -	132.60a 118.30 - 146.90	11435a 10950 - 11920	55.15a 51.69 - 58.86	39.29a 38.61 - 39.98	17.55a 11.38 - 29.02	2.07a 1.65 - 2.44	7654.60a 6023.34 - 8652.42
โปรงแดง (*Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob.)	0.74b 0.72 -	118.05b 117.30 - 118.80	7862c 7364 - 8360	51.97b 49.01 - 54.42	36.28b 35.61 - 36.97	14.39b 7.98 - 17.52	1.65b 0.83 - 2.00	7595.74a 6023.34 - 8534.70
โพรงนก (*Rapanea porteriana* (A. Dc.) Mez.)	0.66c 0.64 -	85.13e 70.56 - 99.69	7717c 7126 - 8308	49.31b 39.24 - 53.46	25.14c 25.02 - 25.26	12.54bcd 10.37 - 13.97	1.50bc 0.67 - 2.04	4558.38bcd 4277.16 - 4708.80

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดไม้	SG Mean Min -	MOR (MPa) Mean Min - Max	MOE (MPa) Mean Min - Max	C // to grain (MPa) Mean Min - Max	C ⊥ to grain (MPa) Mean Min - Max	S (MPa) Mean Min - Max	T (MPa) Mean Min - Max	H (N) Mean Min - Max
ตะขบน้ำ (*Scolopia macrophylla* (Wight & Arn.) Clos)	0.61d 0.59 -	102.52c 98.83 - 106.20	7866c 7776 - 7954	40.87d 39.09 - 42.08	22.81d 22.46 - 23.16	13.75bc 9.60 - 15.79	1.17de 0.85 - 1.49	4924.50bc 3884.76 - 5787.90
ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.)	0.60d 0.55 -	91.33d 89.90 - 92.75	8685b 7890 - 9479	45.63c 39.09 - 51.86	22.62de 20.11 - 25.14	12.35cd 6.86 - 15.24	1.27cd 0.82 - 1.94	4448.13cd 3453.12 - 4983.48
ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* oem.)	0.62d 0.60 -	80.80f 76.18 - 85.42	6735e 6668 - 6801	41.66d 37.43 - 46.16	22.62de 21.83 - 23.40	10.70d 9.08 - 12.98	1.02de 0.61 - 1.45	4997.49b 3924.00 - 6337.26
แดงน้ำ (*Amoora cucullata* Roxb.)	0.54e 0.52 -	89.70d 87.70 - 91.69	7027d 6849 - 7205	40.74d 29.53 - 46.63	18.15f 16.69 - 19.62	13.65bc 13.39 - 14.06	1.48bc 0.70 - 2.29	4144.73d 3747.42 - 4453.74

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดไม้	SG Mean Min -	MOR (MPa) Mean Min - Max	MOE (MPa) Mean Min - Max	C // to grain (MPa) Mean Min - Max	C ⊥ to grain (MPa) Mean Min - Max	S (MPa) Mean Min - Max	T (MPa) Mean Min - Max	H (N) Mean Min - Max
ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.)	0.53e 0.43 -	80.07f 69.68 - 90.46	5906f 5666 - 6146	37.78e 32.14 - 42.99	22.16e 20.52 - 23.79	12.85bc 8.45 - 15.74	1.29cd 0.52 - 2.10	4108.99d 2197.44 - 5493.60
โพทะเล (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa)	0.46f 0.46 -	88.70d 77.71 - 99.69	6927d 5664 - 8189	42.75d 31.90 - 53.06	13.20g 12.75 - 13.65	12.55bcd 11.55 - 13.68	0.90ef 0.56 - 1.13	3282.15e 2217.06 - 4237.92
ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha* L.)	0.42g 0.41 -	56.80g 51.25 - 62.36	5177g 4848 - 5506	29.12f 26.32 - 31.64	9.91h 8.42 - 11.71	7.57e 6.58 - 8.08	0.71f 0.26 - 1.01	2056.83f 1491.12 - 2629.08

หมายเหตุ: SG = specific gravity, MOR = modulus of rupture, MOE = modulus of elasticity, C // to grain = compression parallel to grain, C _ // to grain = compression perpendicular to grain, S = shear parallel to grain, T = tension perpendicular to grain, H = hardness ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน ในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 % โดยค่า a มีค่าคุณสมบัตินั้นๆ สูงสุด ตามด้วย b, bc, bcd, c, cd, d, de, e, ef, g, h ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง มีค่าเฉลี่ยนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด ได้แก่ ไม้แดงน้ำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตาตุ่มทะเล ไม้ถั่วขาว ไม้โปรงแดง ไม้โพทะเล ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ และไม้ปอทะเล มีลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบคล้ายคลึงกัน คือ มีการกระจายของพอร์ เป็นแบบกระจาย (diffuse porous) การเรียงตัวของพอร์เป็นแบบเดี่ยว (solitary pore) และแฝด (multiple pore) สำหรับไม้ปอทะเลนั้น มีพอร์แฝดแบบ tangential multiple อยู่ด้วย การเรียงตัวของพาเรงไคมาในไม้ บางชนิดมีมากกว่าหนึ่งแบบ ซึ่งไม้ส่วนใหญ่ ได้แก่ ไม้แดงน้ำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ ไม้ตาตุ่มทะเล และไม้ โพทะเล มีการเรียงตัวของพาเรงไคมาเป็นแบบพาเรงไคมาปลายฤดู (terminal parenchyma) ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนดำ ไม้ตาตุ่มทะเล และไม้ถั่วขาว ยังพบการเรียงตัวของพาเรงไคมาเป็นแบบกระจาย (diffuse parenchyma) ตาตุ่มทะเล มีการเรียงตัวของพาเรงไคมา แบบกระจายเป็นกลุ่ม (diffuse in aggregate) ไม้ปอทะเล และไม้โพทะเล มีพาเรงไคมาเป็นแบบติดพอร์โดยรอบ (vasicentric parenchyma) ส่วนโปรงแดง มีพาเรงไคมาแบบปีกต่อ (confluent parenchyma)ไม้แดงน้ำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้โพทะเล และไม้ตะบูนขาว มีสารแทรก deposits อยู่เป็นบางพอร์ ส่วนไม้ตาตุ่มทะเล ไม้ถั่วขาว และไม้โปรงแดง มี tylose แทรกอยู่ในพอร์ และไม้โพรงนก มีสารสีส้มอยู่ในเส้นรัศมี

การศึกษาความถ่วงจำเพาะ พบว่า ไม้ถั่วขาว มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก ไม้ตะบูนดำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนขาว ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด กับไม้ยางพารา และไม้สัก จากการศึกษาของฉรงค์ และ ศิริ (2523) พบว่า ไม้ถั่วขาว และไม้โปรงแดง มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงกว่าไม้ยางพารา และไม้สัก ไม้โพรงนก มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงกว่าไม้สัก แต่มีค่าต่ำกว่าไม้ยางพารา ส่วนไม้แดงน้ำ ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตาตุ่มทะเล ไม้โพทะเล ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ และไม้ปอทะเล มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยต่ำกว่าไม้สัก และไม้ยางพารา แสดงว่า ไม้ถั่วขาว ไม้โปรงแดง และ ไม้โพรงนก มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้สักและไม้ยางพารา เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานต่างๆ

กลสมบัติของไม้ป่าชายเลนนั้น พบว่า ไม้ถั่วขาวมีค่ากลสมบัติต่างๆ ได้แก่ (1) แรงดัดสถิต (static bending) (2) แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) (3) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) (4) แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) (5) แรงดึงตั้งฉากเสี้ยน (tension perpendicular to grain) (6) ความแข็ง (hardness) มากที่สุด รองลงมาคือ ไม้โปรงแดง ส่วนไม้ตาตุ่มทะเล มีค่ากลสมบัติน้อยที่สุด ซึ่งไม้ป่าชายเลนที่นำมาทำการศึกษาทั้ง 10 ชนิด นั้น มีค่าความแข็งแรงสูงกว่ามาตรฐานไม้เนื้อแข็งปานกลางของกรมป่าไม้ ยกเว้นไม้ตาตุ่มทะเล ที่มีค่าความแข็งแรงต่ำกว่ามาตรฐานไม้เนื้อแข็งของกรมป่าไม้ จึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้งาน สอดคล้องกับการศึกษาของฉรงค์ และศิริ (2523) สุชาติ (2541) ศักดิ์พิชิต และคณะ (2546) ซึ่งพบว่าไม้ตะบูนขาว และไม้ตะบูนดำมีค่าความแข็งแรงสูงกว่ามาตรฐานไม้เนื้อแข็งปานกลางของกรมป่าไม้ นอกจากนี้ยังพบว่า ไม้บางชนิดมีค่ากลสมบัติใกล้เคียงกัน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนกันได้ เช่น ไม้ถั่วขาว และไม้โปรงแดง มีค่าความแข็งเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงสามารถใช้ทำไม้พื้น หรือใช้ในโครงสร้างที่ต้องการความแข็งสูงแทนกันได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติไม่แน่นอน คุณสมบัติต่างๆ ของไม้มีความคล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างไปตามช่วงอายุ และสภาพภูมิประเทศ ซึ่งการศึกษาไม้ในธรรมชาตินั้นไม่สามารถกำหนดอายุไม้ที่ชัดเจนได้ แต่สามารถเลือกไม้ที่มีอายุใกล้เคียงกันได้จากสมมติฐานที่ว่าไม้ในพื้นที่เดียวกันจะจะมีขนาดใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงอายุ ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคอย่างหยาบ ความถ่วงจำเพาะ และกลสมบัติของไม้ป่าชายเลนทั้ง 10 ชนิด ได้แก่ ไม้ถั่วขาว ไม้โปรงแดง ไม้โพรงนก ไม้ตะขบน้ำ ไม้ตะบูนขาว ไม้ตะบูนดำ ไม้แดงน้ำ ไม้ปอทะเล ไม้โพทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล ในพื้นที่อื่นเพิ่มเติม และควรศึกษาไม้ในชั้นอายุที่เท่ากันและต่างกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการตรวจพิสูจน์ไม้ และการเลือกใช้ไม้ให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับประเภทของการใช้งานที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ชัยสิทธิ์ ตระกูลศิริพาณิชย์, อภิรักษ์ อนันต์ศิริวัฒน์, ชาตรี มากนวล, วิจารณ์ มีผล, ทนุวงศ์ แสงเทียน, มงคล ข่มุกด์ และประนอม ชุมเรียง (2549) *พันธ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

ฉรงค์ โทณานนท์ และ ศิริ เจือวิจิตรจันนทร์ (2523) *ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย* กรุงเทพมหานคร กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้

ปิ่นสักก์ สุรัสวดี (2551) *รายงานสถานการณ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งของประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2550* กรุงเทพมหานคร บริษัท พลอยมีเดีย จำกัด

ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์, บุญส่ง สมเพาะ และ วิเชียร ปิยาจารประเสริฐ (2546) *กลสมบัติของไม้ป่าชายเลน 6 ชนิด* กรุงเทพมหานคร สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้

สุชาติ ไทยเพ็ชร์(2541) *กลสมบัติของไม้ป่าชายเลน* กรุงเทพมหานคร ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ (2547) *คุณลักษณะของไม้ไทย* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

Sluder, E.R. 1972. "Variation in specific gravity of yellow Poplar in the Southern Appalachians" Wood Sci. 5 pp 132-138.

Veenin, T. 2006. "Characterization of Wood Formation and Cell Wall Oraganization in Elite Lines of *Eucalyptus camaldulensis*" Ph.D. Thesis Kyoto University.