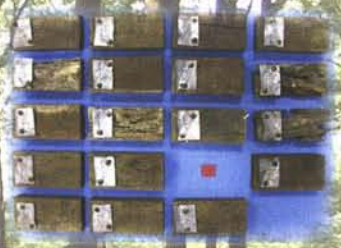
วิจัยการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

Research on Economic Value-added of *Azadirachta siamensis* Utilization



634.0.92
สนก

กรมป่าไม้

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้
กรมป่าไม้

ศูนย์ความรู้ (คคร.)
KNOWLEDGE CENTRE (KC)

020657

6 พ.ย. 2557

การใช้ประโยชน์
ไม้สะเดา
เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

Research on Economic Value – added of *Azadirachta siamensis* Utilization

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คณะผู้ดำเนินการ

ที่ปรึกษา

นางสาวมาลี	ศรีรัตนธรรม
นางสาวพรรณี	เด่นรุ่งเรือง
นางยศนันท์	พรหมโชติกุล
นายวรธรรม	อุ่นจิตติชัย

คณะทำงาน

นางยศนันท์	พรหมโชติกุล
นางสาวศรัณธร	สุขวัฒน์นิจกูล
นางสุวรรณา	อ่ำเผือก
นายบุญส่ง	สมเพาะ
นายวัลยุทธ	เฟื่องวิวัฒน์
นางลักษมี	สุทธิวิไลรัตน์
นายขวัญชัย	เจริญกรุง
นางสาววรัญญู	ราษฎร์เจริญ
นางสาวสุดารัตน์	เกาลวณิชย์
นางสาวปิยะวดี	บัวจงกล

ผลงานวิจัยในรายงานผลการวิจัยเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนโดยเฉพาะไม่ผูกพันกับกรมป่าไม้

คำนำ

เอกสารวิชาการเล่มนี้ เป็นรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ของแผนงาน **"การใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ"** ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ โดยสะท้อนถึงแนวคิดการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าให้ครอบคลุมในรายละเอียดด้านต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้น เรื่องราวของไม้สะเดาด้านกลสมบัติ สกายสมบัติ องค์ประกอบทางเคมี การใช้สารสกัดจากสะเดาในการป้องกันกำจัดปลวกใต้ดิน ความแข็งแรงและการเกิดโรค ความทนทานตามธรรมชาติ การป้องกันรักษาเนื้อไม้ การเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ตารางอบไม้ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาในด้านแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ไม้บางไม้อัด และการทำถ่านอัดแท่งเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำไม้สะเดาไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างถูกวิธี และเหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่า

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นทางเลือกให้เกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่า และผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมไม้ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ที่หลากหลาย เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของไม้สะเดาต่อไป

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้
กรมป่าไม้
2557

สารบัญ

หน้า

ชุดโครงการย่อยที่ 1: การวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์ไม้สะเดา

คุณสมบัติของไม้สะเดา..... 1

องค์ประกอบทางเคมีของสะเดา..... 13

ความแข็งแรงและการเกิดโรคของไม้สะเดา เพื่อพัฒนาคุณภาพไม้..... 22

ผลของขนาดไม้ทดลองต่อการศึกษาอายุความทนทานตามธรรมชาติ
ของไม้ กรณีศึกษา : ไม้สะเดา..... 34

ความทนทานของไม้สะเดาจากสวนป่าปลูกและการป้องกันรักษาเนื้อไม้..... 48

ประสิทธิภาพของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้
และแนวทางเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ..... 57

ชุดโครงการย่อยที่ 2: การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

ตารางอบไม้สะเดา 70

คุณสมบัติของไม้เศรษฐกิจโตเร็ว (ไม้สะเดา)
หลังจากแช่น้ำส้มควันไม้และอัดแน่น..... 83

ผลกระทบของอัตราส่วนเกล็ดชิ้นไม้กับซีเมนต์ต่อสมบัติ
ของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดา..... 92

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดา..... 106

ไม้บางไม้อัดจากไม้สะเดา..... 117

พลังงานจากไม้สะเดา..... 127

การใช้สารสกัดจากสะเดาในการป้องกันกำจัดปลวกใต้ดิน..... 140

สะเดา

Azadirachta indica A. Juss. var *siamensis* Val

ลักษณะทั่วไป

สะเดาอยู่ในวงศ์ MELIACEAE ชื่อสามัญที่เรียกทั่วไปหรือชื่อท้องถิ่นว่า Neem, Nim, Margosa, Yepa, Tamaka สำหรับชื่อท้องถิ่นในเมืองไทยเรียกแตกต่างกันไป ภาคกลางเรียก สะเดา ภาคใต้เรียก เดา กระเดา และภาคเหนือเรียก สะเลียม ชื่อทางการค้าว่า Neem tree เป็น

ไม้สะเดาเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่พอเหมาะจะอยู่ระหว่าง 21–32 ^{0}C และสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 44–45 ^{0}C ในระดับความสูงจากน้ำทะเล 50–500 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 450–1150 มม. (พรศักดิ์, 2532) และสามารถขึ้นได้ในสภาพดินเกือบทุกชนิด ให้ร่มเงาดีมีระบบรากหยั่งลึก ชอบแสง เป็นไม้ยืนต้น สูง 12–15 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มหนาทึบตลอดปี ให้ร่มเงาดีมีระบบรากหยั่งลึก ชอบแสง มีช่วงลำต้นสั้น เรือนยอดแผ่กว้างรูปไข่

ใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ ใบย่อยรูปใบหอก กว้าง 3–4 ซม. ยาว 4–8 ซม. ขอบใบหยักฟันเลื่อยฐานใบไม่เท่ากัน ไม้สะเดาจะทิ้งใบที่อยู่เฉพาะส่วนล่าง ๆ ประมาณเดือนมกราคมถึงมีนาคม และใบใหม่จะผลิขึ้นมาอย่าง รวดเร็วในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน

ดอกช่อ ออกที่ปลายกิ่งมีกลิ่นหอม กลีบดอกสีขาว ออกดอกระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ดอกมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงอย่างละ 5 กลีบ ยอดอ่อนที่แตกใหม่ มีสีน้ำตาลแดง

ผลสด รูปกระสวย มี 1 เมล็ด สีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อสุก ทุกส่วนมีรสขม ผลจะสุกระหว่างเดือนมีนาคมถึง มิถุนายน แล้วแต่สภาพท้องที่ ผลสะเดามีลักษณะคล้ายผลองุ่น มีขนาดยาว 1 – 2 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ผลสะเดาอินเดียจะมีเมล็ดเดียว ในแต่ละผลลักษณะผลจะกลมรี มีรสหวานเล็กน้อย เมล็ดจะมีผิวค่อนข้างเรียบหรือแตกเป็นร่องเล็ก ๆ ตามยาว ผิวสีเหลืองซีดหรือสีน้ำตาล

เปลือกไม้ค่อนข้างหนา สีน้ำตาลเทาหรือเทาปนดำ แตกเป็นร่องตื้นหรือเป็นสะเก็ดยาว ๆ เยื้องสลับกันไปตามความยาวของลำต้น เปลือกของกิ่งจะค่อนข้างเรียบ

ประโยชน์

ใบอ่อนและดอกใช้เป็นอาหาร และยาเจริญอาหาร ดอกแก้พิษเลือดกำเดา บำรุงธาตุ ผลแก้โรคหัวใจ ยางดับพิษร้อน เปลือกแก้ไข้มาลาเรีย และเป็นยาสมานแผล

ผลอ่อนใช้ถ่าย มีสรรพคุณแก้โรคหัวใจ แก้บวม เป็นยาระบาย แก้ริดสีดวง พยาธิ เมล็ดมีสรรพคุณฆ่าเชื้อ เมล็ดใช้รักษาโรคเบาหวาน น้ำมันจากเมล็ดสะเดาสามารถสกัดทำน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นโดยให้น้ำมันประมาณร้อยละ 40 น้ำมันนี้สามารถใช้ทำสบู่ ผสมยารักษาโรคและ

เครื่องสำอาง มีรายงานวิจัยพบว่า เมล็ดมีสารประกอบ azadirachtin, salannim, nimbin และ 6-desacetylnimbin ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าแมลงศัตรูพืช น้ำมันจากเมล็ดมีสรรพคุณแก้โรคผิวหนัง เนื้อหุ้มเมล็ดที่เน่าเปื่อยให้ก๊าซมีเทนสูง และเศษเหลือของเมล็ดหลังจากคั้นเอาน้ำมันไปแล้วใช้เป็นปุ๋ยได้อย่างดี เพราะมีธาตุอาหารมาก

สารสกัดจากใบมีฤทธิ์ ต่อต้านเชื้อรา ป้องกันการเกิดพิษที่ตับ ป้องกันการเกิดมะเร็ง ฆ่าตัวอสุจิ สารสกัดจากเมล็ดและใบ มีผลในการยับยั้งการลอกคราบของแมลง ยับยั้งการวางไข่ และไล่แมลง ใช้ได้ดีกับหนอนกระทู้หอม หนอนเจาะยอดกะหล่ำ หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนเจาะดอกมะลิ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจั๊กจั่น และเพลี้ยไก่แจ้ สำหรับเพลี้ยไฟ และไรแดงได้ผลปานกลาง ก้านใบและรากของสะเดา มีสรรพคุณแก้ไข้ เปลือกต้นมีสรรพคุณแก้ท้องเสีย แก้ไข้ (นันทวัน และอรนุช, 2542)

ลำต้นและกิ่งของสะเดาใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งให้ค่าความร้อน 4244 – 5043 แคลอรี่/กิโลกรัม (บุญฤทธิ์, 2544) สะเดามีเนื้อไม้สีแดงเข้มปนน้ำตาล เสี้ยนค่อนข้างสนเป็นริ้วแคบๆ เนื้อค่อนข้างหยาบแข็ง คุณสมบัติการใช้งาน คือ การเลื่อย การไส การเจาะ การกลึง การยึดเหนี่ยวตะปู และการขัดเงา ปานกลาง มีความทนทานตามธรรมชาติสูง คือ 6 ปี (สุชาติและคณะ, 2547) ไม้สะเดา ใช้ทำคาน กลอน ตง เสา ฝา เคร่า พื้น วงกบประตู หน้าต่าง และเครื่องเรือนต่าง ๆ เช่น โต๊ะ เก้าอี้ เตียง ของเล่น อุปกรณ์การเกษตรและภาชนะใส่ของ เป็นต้น การสกัดสารสะเดาจากใบและเมล็ด จะได้สาร Azadirachtin สามารถนำไปใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (ศักดิ์พิชิต และคณะ, 2548)

สารสกัดจากเปลือกต้นมีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งกรดและป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร สารสกัดจากใบมีฤทธิ์ ต่อต้านเชื้อรา ป้องกันการเกิดพิษที่ตับ ป้องกันการเกิดมะเร็ง ฆ่าตัวอสุจิ (นันทวัน และอรนุช, 2542) เปลือกมีสารแทนนินใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง กากสะเดาใช้เป็นปุ๋ยผสมเป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ใช้ปลูกเพื่อเป็นแนวกันลมและให้ร่ม

เอกสารอ้างอิง

นันทวัน บุญยะประภัสสร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542. สมุนไพรพื้นบ้าน, กรุงเทพฯ.

บุญฤทธิ์ ภูริยากร. 2544. การปลูกสร้างสวนป่าไม้สะเดาไทยเพื่อผลิตไม้ฟืนในอุตสาหกรรม เครื่องเคลือบดินเผา จังหวัดราชบุรี. ส่วนวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 48 หน้า.

พรศักดิ์ มีแก้ว. 2532. การปลูกไม้สะเดาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หน้า 243-260. ในแนะนำพรรณไม้ป่าโครงการอีสานเขียว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ และคณะ. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. สุขุมวิทมีเดีย มาร์เก็ตติ้งจำกัด. กรุงเทพฯ. 111 น.

สุชาติ ไทยเพ็ชร์, เกรียงศักดิ์ เสพย์ธรรม, ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์, อุฑารัตน์ ภู่ไพบูลย์, วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์, บุญส่ง สมเพาะ, วิเชียร ปิยจารประเสริฐ และบางรักษ์ เชษฐสิงห์. 2547. คุณลักษณะไม้ไทย. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 306 น.

คุณสมบัติของไม้สะเดา

THE PROPERTIES OF *Azadirachta indica* A. Juss.

บุญส่ง สมเพาะ[1]	(BOUNSONG SOMPOH)[1]
วิเชียร ปิยาจารประเสริฐ[1]	(WICHIAN PIYAJARAPRASERT)[1]
อนงคณี เรือนทิพย์[2]	(ANONGKANEE RUENTHIP)[2]
เชาวลิตร วงศ์ศรีแก้ว[3]	(CHAOWALIT WONGSRIKAEW)[3]
เทพประสิทธิ์ เทียวประสงค์[4]	(THEPPRASIT THIEWPRASONG)[4]
วรศิลป์ แอ๊วสกุลทอง[4]	(WORASILP AEWSAKULTHONG)[4]
ภัทร์สินี วงศ์ศรีแก้ว[4]	(PATSINEE WONGSRIKAEW)[4]

บทคัดย่อ

คุณสมบัติของไม้สะเดา ได้ทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2553–2555 โดยศึกษากลสมบัติและสกายสมบัติของไม้สะเดา จากแหล่งจังหวัดลพบุรี โดยทำการศึกษากลสมบัติทั้งในสภาพแห้งและเปียก

ผลการศึกษาปรากฏว่า ค่าทางกลสมบัติในสภาพแห้ง ของไม้สะเดา มีค่าต่างๆ คือ มอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป มอดุลัสยืดหยุ่น แรงเฉือนด้านรัศมี แรงเฉือนด้านสัมผัส แรงอัดขนานเสี้ยน แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านรัศมี แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านสัมผัส และแรงดึง เท่ากับ 116, 75.8, 11,000, 17.6, 21.1, 50.2, 23.1, 26.5 และ 155 เมกะปาสคาล หรือ 1,186, 773, 113,000, 180, 215, 512, 235, 270 และ 1,581 กก./ซม^2 ตามลำดับ ค่าความเหนียวจากการดัดกระแทก เท่ากับ 2.91 กก.–ม. ส่วนค่าความแข็งด้านรัศมี และด้านสัมผัส เท่ากับ 5,670 และ 6,459 นิวตัน หรือ 556 และ 633 กก. ตามลำดับ

ส่วนค่าทางกลสมบัติในสภาพเปียกของไม้สะเดานั้น มีค่าต่างๆ คือ มอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป มอดุลัสยืดหยุ่น แรงเฉือนด้านรัศมี แรงเฉือนด้านสัมผัส แรงอัดขนานเสี้ยน แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านรัศมี แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านสัมผัส และแรงดึง เท่ากับ 98.6, 59.2, 10,300, 14.3, 16.4, 41.1, 14.7, 17.9 และ 93.9 เมกะปาสคาล หรือ 1,005, 594, 105,200, 146, 167, 419, 149, 183 และ 957 กก./ซม^2 ตามลำดับ ค่าความเหนียวจากการดัดกระแทก เท่ากับ 4.33 กก.–ม. ส่วนค่าความแข็งด้านรัศมี และด้านสัมผัส เท่ากับ 5,261 และ 4,927 นิวตัน หรือ 516 และ 483 กก. ตามลำดับ

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร

[2] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร

[3] ลูกจ้างประจำ กรมป่าไม้

[4] พนักงานราชการ กรมป่าไม้

ส่วนค่าสกายสมบัติของไม้สะเดา มีค่าต่างๆ คือ การหดตัวตามแนวรัศมี การหดตัวตามแนวสัมผัส การหดตัวด้านยาวตามแนวเสี้ยน และการหดตัวทางปริมาตร เท่ากับ 5.02, 7.88, 0.69 และ 12.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความชื้นที่จุดหมาดเท่ากับ 22 เปอร์เซ็นต์ ค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 0.811 และค่าความแน่นที่สภาวะแห้ง เท่ากับ 847 กก./ม^3

คำหลัก: สะเดา, คุณสมบัติ

ABSTRACT

Mechanical properties of *Azadirachta indica* A. Juss. was conducted in 2010-2012. The physical and mechanical properties were studied. *A. indica* from Lopburi province were collected. In case of mechanical properties studied. Dry and wet condition of them were tested.

The result of mechanical properties on dry condition of *A. indica* revealed that modulus of rupture, stress at proportional limit, modulus of elasticity, radial side shearing, tangential side shearing, compression parallel to grain, radial side compression perpendicular to grain, tangential side compression perpendicular to grain and tension were 116, 75.8, 11,000, 17.6, 21.1, 50.2, 23.1, 26.5 and 155 Megapascal or 1,186, 773, 113,000, 180, 215, 512, 235, 270 and 1,581 kg/cm^2 respectively,The impact bending was 2.91 kg-m. and hardness on radial and tangential side were 5,670 and 6,459 Newton or 556 and 633 kg., respectively.

While the result of mechanical properties on wet condition of the samples revealed that modulus of rupture, stress at proportional limit, modulus of elasticity, radial shearing, tangential shearing, compression parallel to grain, radial compression perpendicular to grain, tangential compression perpendicular to grain and tension were 98.6, 59.2, 10,300, 14.3, 16.4, 41.1, 14.7, 17.9 and 93.9 Megapascal or 1,005, 594, 105,200, 146, 167, 419, 149, 183 and kg/cm^2 respectively,The impact bending was 4.33 kg-m. and hardness on radial and tangential side were 5,261 and 4,927 Newton or 516 and 483 kg., respectively.

And the result of physical properties testing of *A. indica* samples revealed that their radial shrinkage, tangential shrinkage, longitudinal shrinkage and volume shrinkage were 5.02, 7.88, 0.69 and 12.67 percent, respectively.moisture content at fiber saturation point was 22 percent, dry density was 847 kg/m^3, and the specific gravity was 0.811.

Keywords : *Azadirachta indica* A. Juss., wood properties

คำนำ

กลสมบัติไม้ (mechanical properties)หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัตถุใดๆที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก (external force) ที่มากระทำ ความสามารถต่อต้านหรือรับรองแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่าความแข็งแรง (strength) ความยากง่ายในการเสียรูป เรียกว่าความดื้อ (stiffness) ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใด ๆ เรียกว่าความเหนียว (toughness) และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไซ เรียกว่าความแข็ง (hardness)

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

สะเดา (***Azadirachta indica* A. Juss.**) อยู่ในวงศ์ MELIACEAE มีชื่อทางการค้าว่า Neem tree เป็นไม้ยืนต้น สูง 12–15 เมตร ทุกส่วนมีรสขม ยอดอ่อนที่แตกใหม่ มีสีน้ำตาลแดง เปลือกต้นสีเทาแตกเป็นร่อง ใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ ใบย่อยรูปใบหอก กว้าง 3–4 ซม. ยาว 4–8 ซม. ขอบใบหยักฟันเลื่อยฐานใบไม่เท่ากัน ดอกช่อ ออกที่ปลายกิ่งมีกลิ่นหอม กลีบดอกสีขาว ผลสด รูปกระสวย มี 1 เมล็ด สีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อสุก ส่วนใบอ่อนและดอก ใช้ประกอบอาหารได้ เมล็ดสะเดาสามารถสกัดทำน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นโดยให้น้ำมันประมาณร้อยละ 40 น้ำมันนี้สามารถใช้ทำสบู่ ผสมยารักษาโรคและเครื่องสำอาง เนื้อหุ้มเมล็ดที่เน่าเปื่อยให้ก๊าซมีเทนสูง และเศษเหลือของเมล็ดหลังจากคั้นเอาน้ำมันไปแล้วใช้เป็นปุ๋ยได้อย่างดี เพราะมีธาตุอาหารมาก สารสกัดจากเมล็ดและใบมีผลในการยับยั้งการลอกคราบของแมลง ยับยั้งการวางไข่ และไล่แมลง ใช้ได้ดีกับหนอนกระทู้หอม หนอนเจาะยอดกะหล่ำ หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนเจาะดอกมะลิ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจั๊กจั่น และเพลี้ยไก่แจ้ สำหรับเพลี้ยไฟ และไรแดงได้ผลปานกลาง ก้านใบและรากของสะเดา มีสรรพคุณแก้ไข้ เปลือกต้นมีสรรพคุณแก้ท้องเสีย แก้ไข้ เมล็ดมีสรรพคุณฆ่าเชื้อ ผลมีสรรพคุณแก้โรคหัวใจ แก้บวม เป็นยาระบาย แก้ริดสีดวง น้ำมันจากเมล็ดมีสรรพคุณแก้โรคผิวหนัง มีรายงานวิจัยพบว่า เมล็ดมีสารประกอบ azadirachtin, salannim, nimbin และ 6–desacetylnimbin ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าแมลงศัตรูพืช สารสกัดจากเปลือกต้นมีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งกรดและป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร สารสกัดจากใบมีฤทธิ์ ต่อต้านเชื้อรา ป้องกันการเกิดพิษที่ตับ ป้องกันการเกิดมะเร็ง ฆ่าตัวอสุจิ (นันทวันและอรนุช, 2542) ส่วนสุชาติและคณะ (2547) สรุปว่า สะเดามีเนื้อไม้สีแดงเข้มปนน้ำตาล เสี้ยนค่อนข้างสนเป็นริ้วแคบๆ เนื้อค่อนข้างหยาบ แข็ง คุณสมบัติการใช้งาน คือ การเลื่อย การไส การเจาะ การกลึง การยึดเหนี่ยวตะปู และการขัดเงาปานกลาง มีความทนทานตามธรรมชาติสูง คือ 6 ปี

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่องทดสอบกำลังไม้ Testomatric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (สำหรับการทดสอบกลสมบัติทุกชนิดยกเว้นแรงดึง) เครื่องทดสอบ GINIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สำหรับการทดสอบแรงดึง) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ได้แก่เวอร์เนีย คาลิเปอร์ ใช้วัดขนาดไม้ตัวอย่าง ตู้อบไม้ตั้งอุณหภูมิถึง 100° ซ และเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึงจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง

การเก็บและการเตรียมตัวอย่างไม้

เก็บตัวอย่างไม้สะเดา อายุประมาณ 16 ปี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากกว่า 20 เซนติเมตร จากสวนป่าเทอดดำริ ซึ่งเป็นสวนป่าเอกชน ในอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี นำมาเก็บไว้ที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดขอนแก่น จนมีความชื้นเท่ากับบรรยากาศ จากนั้นจึงทำการแปรรูปให้ได้ตามมาตรฐานอังกฤษ (British standard) คือมาตรฐาน BS 373 โดยการนำไปไสตกแต่งให้มีขนาด 2×2 ซม. แล้วนำไปตัดความยาวให้ได้ตามขนาดของชนิดการทดสอบกลสมบัติต่างๆ (test pieces) โดยจะทำการทดสอบทั้งในสภาพแห้ง (air-dry condition) และสภาพเปียก (wet condition) ตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบในสภาพแห้ง จะนำไปผึ่งไว้ให้แห้งในกระแสอากาศ ให้ได้ความชื้นประมาณ 12% ส่วนตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบในสภาพเปียก จะนำไปแช่ไว้ในน้ำ ให้ได้ไม้ที่มีความชื้นสูงกว่าจุดหมาด (fiber saturation point) เพื่อทำการทดสอบต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติไม้

การทดสอบกลสมบัติไม้

1. การทดสอบแรงดัดสถิตย์น้ำหนักกดกึ่งกลาง (static bending test central point loading) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด 2×2 ซม. ยาว 30 ซม. ให้น้ำหนักที่จุดกึ่งกลางของไม้ตัวอย่าง ซึ่งวางบนหมอนรองห่างกัน 28 ซม. โดยใช้ความเร็วของน้ำหนักกดคงที่ 6.604 มม./นาที โดยใช้ด้านรัศมีของไม้ตัวอย่างรับแรง จะได้ค่ามอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป และมอดุลัสยืดหยุ่น

2. การทดสอบแรงเดาะ (impact bending test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด 2×2 ซม. ยาว 30 ซม.วางบนฐานรองซึ่งห่างกัน 24 ซม. ลักษณะเช่นเดียวกับการทดสอบแรงดัด แล้วปล่อยลูกตุ้มน้ำหนักฟาดไปบนไม้ ณ จุดกึ่งกลางไม้ โดยใช้ด้านรัศมีรับแรง ค่าที่ได้บนหน้าตัด จะเป็นค่างานที่ทำให้ไม้หัก หน่วยเป็น กก-ม.

3. การทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain test) ใช้ตัวอย่างไม้ขนาด 2×2 ซม. ยาว 6 ซม. เข้าเครื่องกดตามแนวเสี้ยน โดยใช้ความเร็วกดคงที่ 0.635 มม./นาที

4. การทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด 2×2 ซม. ไม่จำกัดความยาว ใช้แผ่นเหล็กขนาดพื้นที่ 2×2 ซม.^{2} โดยวางแผ่นเหล็กบนตัวอย่างไม้ด้านรัศมี ใช้น้ำหนักกดในอัตราความเร็วคงที่ 0.635 มม./นาที

5. การทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด 2×2×2 ซม. เข้าเครื่องทดสอบแรงเฉือนกดตามแนวเสี้ยน โดยใช้น้ำหนักกดในอัตราความเร็วคงที่ 0.635 มม./นาที ทำการหาค่าแรงเฉือนทั้งด้านรัศมีและด้านสัมผัส

6. การทดสอบความแข็ง (hardness test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด 2×2 ซม. ไม่จำกัดความยาว นำเข้าเครื่องกดความแข็ง ในอัตราความเร็วคงที่ 6.35 มม./นาที โดยเป็นหัวทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.20 มม. กดลงบนเนื้อไม้จมลงครึ่งลูก ทั้งด้านรัศมีและด้านสัมผัส เป็นค่าความแข็ง

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

การทดสอบสกายสมบัติไม้

1. หาค่าความแน่น (density) และค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) นำไม้ที่ผ่านการทดสอบแล้ว มาเก็บตัวอย่างขนาด 2x2x2 ซม. มาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดแต่ละด้านเพื่อหาความแน่นและความถ่วงจำเพาะของไม้

2. การหดตัว (shrinkage) โดยการเตรียมตัวอย่างขนาด 2×2×2 ซม. ที่ปราศจากตำหนิ และพยายามให้ได้ด้านรัศมี (radial) และด้านสัมผัส (tangential) ให้มากที่สุด ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านความยาว (length) และทำการคำนวณหาปริมาตร (volume) ในแต่ละชิ้น โดยทำการชั่งและวัดในสถานที่และเวลาเดียวกันเรื่อยๆ จนกว่าตัวอย่างจะแห้งลงตามสภาพอากาศภายนอก หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปอบในตู้อบไม้ที่อุณหภูมิ 103±2°ซ จนอยู่ในสภาพแห้ง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดต่างๆ อีกครั้ง นำไปทำการหาค่าการหดตัวแต่ละด้าน

3. ค่าความชื้นที่จุดหมาด (fiber saturation point) หาได้จากการพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับการหดตัวด้านรัศมี (ดัดแปลงจาก พงศ์และคณะ, 2517)

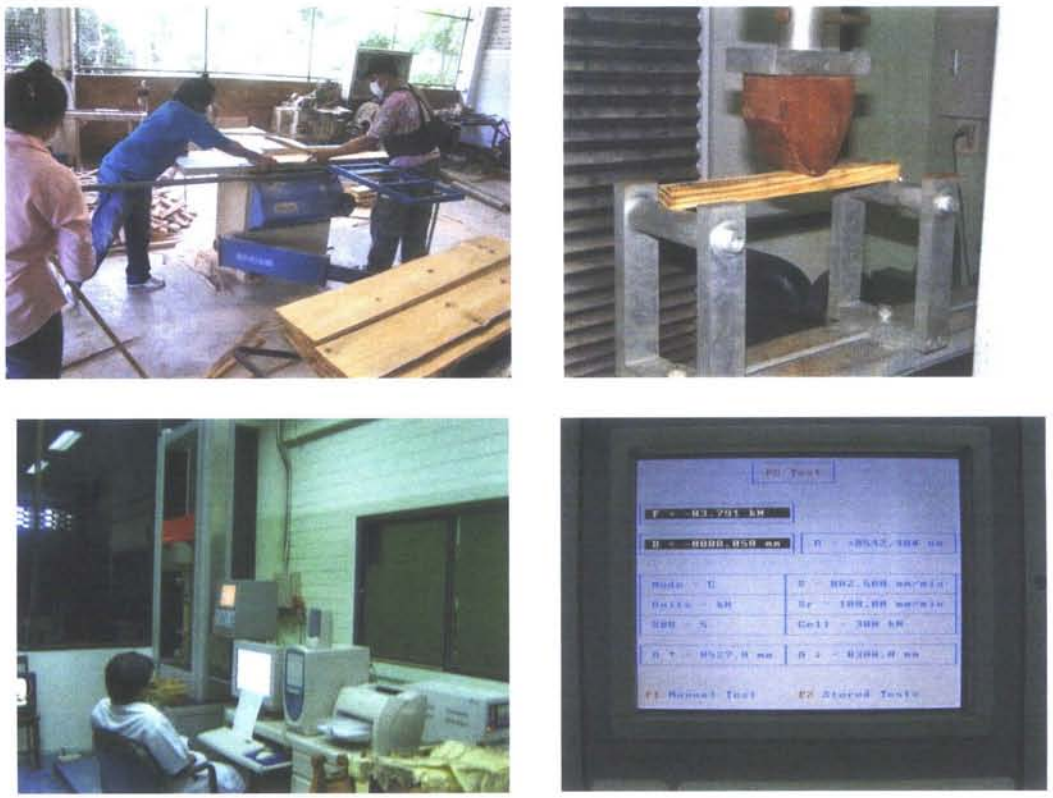


Figure 2 The conductions under the project.

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การศึกษาโครงการวิจัยกลสมบัติของไม้สะเดา ซึ่งดำเนินการในปี พ.ศ.2553-2555 ได้ผลการศึกษา ดังนี้ (Table 1-2)

ผลการศึกษาค่ากลสมบัติ (Table 1)

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้สะเดาตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง เท่ากับ 98.6 และ 116 เมกะปาสคาล หรือ 1,005 และ 1,186 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่า MOR สูงกว่า 100 เมกะปาสคาล หรือ 1,000 กก/ซม.^{2} ส่วนการเสียรูป ของไม้ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นการเสียรูปแบบหักตามเสี้ยน (cross grain tension) แต่มีบางส่วนที่เสียรูปแบบเป็นเสี้ยนขวาง (splintering tension) และเสียรูปแบบธรรมดา (simple tension)

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 59. 2 และ 65. 9 เมกะปาสคาล หรือ 594 และ 773 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOR) ของไม้ตัวอย่าง พบว่าอัตราส่วนของ r มีค่าประมาณ 60-65 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าไม้สะเดามีช่วงการยืดหยุ่น (elastic range) ที่มีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูง

Table 1. The mechanical properties of *Azadirachta indica* A. Juss.

type of properties	SI units	conditions (in SI units)		metric units	conditions (in metric units)	
		wet	air dry		wet	air dry
modulus of rupture (MOR)	**MPa**	98.6	116	kg/cm^2	1,005	1,186
stress at proportional limit	**MPa**	59.2	75.8	kg/cm^2	594	773
modulus of elasticity (MOE)	**MPa**	10,300	11,100	kg/cm^2	105,200	113,000
shearing (radial)	**MPa**	14.3	17.6	kg/cm^2	146	180
shearing (tangential)	**MPa**	16.4	21.1	kg/cm^2	167	215
compression // grains	**MPa**	41.1	50.2	kg/cm^2	419	512
compression_l_grains (radial)	**MPa**	14.7	23.1	kg/cm^2	149	235
compression_l_grains(tangential)	**MPa**	17.9	26.5	kg/cm^2	183	270
tension	**MPa**	93.9	155	kg/cm^2	957	1,581
impact bending	kg-m	4.33	2.91	kg-m	4.33	2.91
hardness (radial)	N	5,261	5,670	Kg	516	556
hardness (tangential)	N	4,927	6,459	Kg	483	633

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 10,300 และ 11,100 เมกะปาสคาล หรือ 105,200 และ 113,000 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความยากง่ายในการเสียรูป ที่มีต่อแรงที่มากระทำ

4. แรงเดาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้สะเดาตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 4.33 และ 2.91 กก.-ม. ตามลำดับ ค่านี้เป็นค่าที่ชี้ความเหนียวจากการดัดกระแทกของไม้ และจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ เนื่องจากไม้แต่ละชนิดจะมีลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้แตกต่างกันไป

5. แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้สะเดาตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 41.1 และ 50.2 เมกะปาสคาล หรือ 419 และ 512 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing และ shearing ซึ่งเป็นการเสียรูปที่เกิดขึ้นตามปกติของไม้ที่ทำการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน (ศักดิ์พิชิต, 2544)

6. แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้สะเดาตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 14.7 และ 23.1 เมกะปาสคาล หรือ 149 และ 235 กก/ซม^2 และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 17.9 และ 26.5 เมกะปาสคาล หรือ 183 และ 270 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงอัดในด้านสัมผัสจะมีค่าสูงกว่าด้านรัศมี ซึ่งค่าความแข็งแรงในด้านสัมผัสมักจะมีค่าสูงกว่าด้านรัศมีอยู่แล้ว

7. แรงดึง (tension) โดยผลการศึกษาค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้ง สภาวะแห้งของไม้สะเดาตัวอย่าง 93.9 และ 155 เมกะปาสคาล หรือ 1,758, 1,325 และ 1,271 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงดึงจะมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าแรงดัด (มอดุลัสแตกร้าว)

8. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้สะเดา ในด้านรัศมี มีค่าเท่ากับ 5,261 และ 5,670 นิวตัน หรือ 516 และ 556 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพเปียก และสภาพแห้งของด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 4,927 และ 6,459 นิวตัน หรือ 483 และ 633 กก. ตามลำดับ

จากผลที่ได้ดังกล่าว พบว่าค่าความแข็งของไม้สะเดา มีค่าความแข็งที่สูง เนื่องจากมีความแน่นของเนื้อไม้ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งของไม้คือ ความแน่นของเนื้อไม้

ผลการศึกษาค่าสกายสมบัติ (Table 2)

1. ความแน่นในสภาพแห้ง (dry density) มีค่าเท่ากับ 847 กก./ซม.^{2} ไม้สะเดามีค่าความแน่นค่อนข้างสูง นั่นคือเป็นไม้ที่มีน้ำหนักค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับไม้ชนิดอื่นๆ

2. ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) เท่ากับ 0.811

3. การหดตัว ไม้สะเดามีค่าการหดตัวด้านรัศมี ด้านสัมผัส ด้านยาวตามแนวเสี้ยน และทางปริมาตร เท่ากับ 5.02, 7.88, 0.69 และ.12.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม้สะเดามีค่าการหดตัวจากสภาพสดจนถึงสภาพแห้งที่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางจนถึงค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับไม้ทั่วๆไป

4. ค่าความชื้นที่จุดหมาด (fiber saturation point) เท่ากับ 22 เปอร์เซ็นต์

Table 2. The physical properties of *Azadirachta indica* A. Juss.

type of properties	
shrinkage	
-radial (%)	5.02
-tangential (%)	7.88
-length (%)	0.69
-volume (%)	12.67
specific gravity	0.811
dry density (kg/m^3)	847
fibre saturation point (%)	22

สรุปผล

จากการทดสอบหาค่ากลสมบัติของไม้สะเดา พบว่ามักจะมีค่าที่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป และเมื่อนำค่ามอดูลัสแตกร้าวในสภาพแห้งไปแบ่งประเภทไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (ณรงค์ และคณะ, 2528) แล้ว ปรากฏว่าไม้สะเดา จัดอยู่ในประเภทไม้ที่มีความแข็งแรงสูง (ค่ามอดูลัสแตกร้าวมากกว่า 1,000 กก./ซม.^{2} หรือ 100 เมกะปาสคาล) และมีความทนทานตามธรรมชาติสูง คือ 6 ปี (สุชาติและคณะ, 2547) จากค่าที่ได้ จึงพอถือได้ว่าไม้สะเดา เป็นไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่ากลสมบัติอื่นๆ คือค่าแรงอัด แรงเฉือน แรงดึง มอดุลัสยืดหยุ่น ความเหนียวจากการดัดกระแทก และความแข็ง จัดอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็งทั่วไปเช่นกัน แสดงว่าไม้สะเดามีโครงสร้างที่แข็งแรงพอสมควร จึงพอสรุปได้ว่า การใช้ประโยชน์ไม้สะเดาในสภาพแห้ง ในงานที่ต้องรับแรงมากๆ เช่นการก่อสร้าง เครื่องมือต่างๆ พอใช้งานได้ดี และถ้าทำการอาบน้ำยาไม้แล้ว จะทำให้ไม้มีค่าความทนทานมากขึ้น จะทำให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าสกายสมบัติต่างๆ คือค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่าเท่ากับ 0.811 และความแน่นในสภาวแห้ง มีค่าเท่ากับ 847 กก./ม.^{3} จะเห็นว่าไม้สะเดา เป็นไม้ที่ค่อนข้างหนัก ค่าความชื้นที่จุดหมาดมีค่าอยู่ที่ 22 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าค่อนข้างต่ำกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย ซึ่งไม้ทั่วไปจะมีความชื้นที่จุดหมาดประมาณ 28% (Hirizoglu, 2004) ส่วนค่าการหดตัวด้านสัมผัสอยู่ในระดับใกล้เคียงกับไม้ทั่วไป ส่วนค่าการหดตัวด้านรัศมีมีค่าสูงกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย จากคุณสมบัติที่ได้ จึงควรใช้ประโยชน์ไม้สะเดาในสภาพแห้ง เพื่อลดผลกระทบจากการหดตัว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัย ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทดสอบแรงดึงของไม้ตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กจังหวัดขอนแก่น และศูนย์ฯราชบุรี ที่ช่วยในการแปรรูปไม้ และขอขอบคุณกรมป่าไม้ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณและให้โอกาสในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ โทณานนท์, ศิริ เจือวิจิตรจันทร์, สุชาติ ไทยเพ็ชร์ และศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2528. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 176 น.

นันทวัน บุญยะประภัสสร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542. **สมุนไพรพื้นบ้าน**, กรุงเทพฯ.

พงศ์ โสโน, สงคราม ตรังรัฏฐพิทย์ และศิริ เจือวิจิตรจันทร์. 2517. **ปริมาณความชื้น การหดตัว ความถ่วงจำเพาะ และช่องว่างในไม้ไทย**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 56 น.

สุชาติ ไทยเพ็ชร์, เกรียงศักดิ์ เสพย์ธรรม, ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์, อุฑารัตน์ ภู่ไพบูลย์, วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์, บุญส่ง สมเพาะ, วิเชียร ปิยจารประเสริฐ และบางรักษ์ เชษฐสิงห์. 2547. **คุณลักษณะไม้ไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 306 น.

ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2544. **กลสมบัติของไม้และการใช้ประโยชน์ไม้**. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 145 น.

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

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

องค์ประกอบทางเคมีของสะเดา

Chemical Constituents of *Azadirachta indica* JUSS. Var. *siamensis* Val.

สุดารัตน์ เกาลวณิชย์ [1] (SUDARAT KAOLAWANICH)[1]

ปทุมวัน บุรัตน์ [2] (PATUMWAN BURAT)[2]

อุมาพร จงศิริ [2] (UMAPORN JONGSIRI)[2]

บทคัดย่อ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสะเดา (*Azadirachta indica* Juss. var. *siamensis* Val.) อายุ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี โดยสับแยกออกเป็นส่วนของเนื้อไม้ เปลือกไม้ และใบไม้ แล้วบดเป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงเลือกขนาด 40-60 เมช มาวิเคราะห์ตามมาตรฐานของการวิเคราะห์ด้านเยื่อและกระดาษ พบว่าตัวอย่างสะเดา มีความชื้น 6-10% การละลายในน้ำร้อนหลังสกัดด้วยแอลกอฮอล์-เบนซีนของเนื้อไม้ เปลือกไม้และใบไม้ มีค่าประมาณ 2%, 8% และ 15% ของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ การละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีนมีค่าประมาณ 6%, 8-10% และ 12% ตามลำดับ การละลายใน1% โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าประมาณ 16%, 37% และ 70% ตามลำดับ ปริมาณลิกนินมีค่า 30-38% ของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง เนื้อไม้มีปริมาณเซลลูโลสสูงมาก (64.97-66.69%) และมีปริมาณเถ้าต่ำมาก (0.49-0.55%)

ตรวจสอบกลุ่มสารสำคัญของสะเดาด้วยวิธีทางพฤกษเคมี พบกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์คูมาริน กลัยโคไซด์แบบไม่ระเหย และโพลีฟีนอล ทั้งในเนื้อไม้ เปลือกไม้และใบของสะเดา

คำหลัก: องค์ประกอบทางเคมี สารสำคัญ สะเดา

---

[1] นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ e-mail : bapelaa@hotmail.com

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ e-mail : patum-b@hotmail.com

ABSTRACT

Analysis of chemical composition of *Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val. at the age of 16 years from Lopburi province. Chopped the tree for separating wood, bark and leaves then ground to sawdust and sifted through 40-60 mesh sieve sizes were analyzed by standard analysis of pulp and paper, moisture content of the samples were 6-10%. Hot water solubility after extracted with alcohol-benzene of wood, bark and leaves were value about of 2 %, 8% and 15% by wt. of mfs., respectively. Alcohol-benzene solubility of the samples were value about of 6%, 8-10% and 12%, respectively. The solubility in 1% sodium hydroxide of the samples were value about of 16%, 37% and 70%, respectively. The content of lignin in the samples were value of 30-38% by wt. of mfs.. There were very high cellulose content (64.97-66.69%)and very low ash content (0.49-0.55%) in the wood.

Detection result of the active ingredient groups of *Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val. by phytochemical screening of flavonoid glycosides nonvolatile coumarin glycosides and polyphenol in wood, bark and leaves of *Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val.

Key words: Chemical constituents, Active ingredient, *Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val.

คำนำ

ในยุคของความพอเพียงการเลือกปลูกต้นไม้เป็นสิ่งสำคัญมาก ต้นไม้ที่ปลูกควรใช้ประโยชน์ได้หลายทาง คือ เป็นไม้เชิงการค้าได้(เติบโตได้ดี) ใช้สอยในชีวิตประจำวันเพื่อลดการขาดแคลนไม้ เป็นพืชอาหารของคนหรือสัตว์ เป็นยารักษาโรค เช่น ไม้สะเดา ไม้กระถินยักษ์ เป็นต้น

สะเดา (*Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val.) หรือ Siamese Neem Tree เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เป็นพันธุ์ไม้โตเร็ว ปลูกง่ายเจริญเติบโตได้ดี ขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด รากหยั่งลึก ชอบแสง ทนแล้ง ทนไฟ ปรับตัวได้ดี ทนต่อโรคและแมลงได้ดี เนื้อไม้มีสีน้ำตาลปนแดง แข็งแรง ทนทาน เนื้อค่อนข้างหยาบแต่เป็นมันเลื่อมนิยมใช้ก่อสร้างบ้าน เปลือกสีเทาอมน้ำตาลแตกสะเก็ดเป็นร่อง ผลกลมรี ผลแก่เป็นสีเหลือง ใบออกเป็นช่อสีออกเหลือง ใบและดอกอ่อนนิยมใช้เป็นอาหาร กิ่งทำแปรงสีฟัน และเปลือกเป็นส่วนผสมทำยาสีฟัน ทุกส่วนของสะเดามีคุณสมบัติเป็นยาทั้งสิ้น

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสารสำคัญในสะเดา จะทำให้ทราบปริมาณสารเคมีและกลุ่มสารสำคัญในไม้ดังกล่าว ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไม้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปวิจัยในขั้นต่อไป คือ นำมาสกัดเป็นสมุนไพรรักษาโรค หรือใช้เป็นสารตั้งต้นของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ อีกทั้งยังไม่เคยมีผู้ศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของสะเดา อันเป็นแนวคิดให้ทำการวิจัยเพื่อเป็นองค์ความรู้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องบดไม้	1.2 เครื่องร่อนแยกขนาด	1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า	1.4. เครื่องหล่อเย็น
1.5 เครื่องสับชิ้นไม้	1.6 ตู้อบ	1.7 เครื่องกลั่นน้ำ	

2. สารเคมีเออาร์เกรด

2.1 เอทานอล	2.2 เบนซีน	2.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์	2.4 กรดอะซีติก
2.5 กรดซัลฟุริก	2.6 แอมโมเนีย	2.7 เฟอร์ริกคลอไรด์	2.8 โซเดียมคลอไรท์
2.9 โซเดียมคลอไรด์	2.10 แมกนีเซียมริบบอน		

วัตถุดิบ

ตัวอย่างไม้และการตรียมตัวอย่างไม้

1. ตัวอย่างไม้

เก็บไม้และใบไม้สะเดาจากสวนป่าปลูก อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อายุ 16 ปี ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554

2. การเตรียมตัวอย่างไม้

นำตัวอย่างต้นสะเดาต้นที่ 1 ท่อนที่ 1 (ท่อนโคนยาว 1 เมตร) มาสับแยกเป็นส่วนเนื้อไม้ และเปลือกไม้ แล้วนำแต่ละส่วนของท่อนที่1 รวมกับตัวอย่างแต่ละส่วนของต้นที่2 ท่อนที่ 1 สำหรับท่อนที่ 2 ทำเช่นเดียวกับท่อนที่ 1 จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งในกระแสอากาศ แล้วคัดเลือกชิ้นตัวอย่างที่มีลักษณะดีมาบดเป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงเลือกขนาด 40-60 เมช มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามมาตรฐานการวิเคราะห์ด้านเยื่อและกระดาษ และขนาด 20-40 เมช มาใช้ในการตรวจสอบสารสำคัญทางพฤกษเคมี สำหรับใบไม้ คัดใบที่เขียวสด สมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลง มาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นและอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงเลือกขนาด 40-60 เมช มาวิเคราะห์เช่นเดียวกัน

วิธีการทดลอง

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกไม้ เนื้อไม้ และใบสะเดา ตามมาตรฐานการวิเคราะห์ด้านเยื่อและกระดาษ คือ ปริมาณความชื้น (TAPPI T258) ค่าการละลายในน้ำร้อน (TAPPI T207) ค่าการละลายในน้ำเย็น (TAPPI T207) ค่าการละลายใน1%โซเดียมไฮดรอกไซด์ (TAPPI T212) ค่าการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน (TAPPI T204) ปริมาณลิกนิน (Anonymous, 1940) ปริมาณโฮโลเซลลูโลส (E.L.Wise, 1946) ปริมาณเซลลูโลส (Micko, 1987) ปริมาณเถ้า (TAPPI T211) โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. การตรวจสอบสารสำคัญ

นำตัวอย่างเปลือกไม้ เนื้อไม้ และใบไม้สด หมักใน 80% ของแอลกอฮอล์ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน แล้วกวนเป็นครั้งคราว กรองเอาสารละลายใสมาระเหยแห้งบนหม้ออังไอน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นำสารสกัดแห้งที่ได้ไปตรวจหากลุ่มสารสำคัญตามวิธีของวีณา (2534)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกไม้ เนื้อไม้ และใบสะเดา จังหวัดลพบุรี อายุ 16 ปี ปรากฏใน Table 1

จาก Table 1 จะเห็นว่าค่าการละลายในน้ำร้อนหลังจากสกัดตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์-เบนซีนของใบสะเดามีค่าสูง(15.66%) โดยสูงกว่าเปลือกไม้และเนื้อไม้สะเดา (8.2-8.5%, 2.3-2.5%) ด้านการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีนของสะเดาพบว่า ใบสะเดามีค่า (12.69%) ซึ่งมากกว่าเปลือกไม้ (8-10%) และเนื้อไม้ (6.2-6.7%) โดยสารที่ละลายได้ในแอลกอฮอล์-เบนซีนจะเป็นสารจำพวกคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเล็กพวกโพลีฟีนอล (Michael, 2006) หากต้องการนำสารแทรก(สารที่ละลายได้ในน้ำหรือในแอลกอฮอล์-เบนซีน มาใช้ประโยชน์ควรเลือกจากใบสะเดา อย่างไรก็ดีใบจะเสื่อมสลายได้เร็วมากกว่าและให้ผลผลิตน้อยกว่าเนื้อไม้ การละลายใน 1%โซเดียมไฮดรอกไซด์ของใบและเปลือกมีค่าสูงมาก (70.08%, 37.68%) สำหรับเนื้อไม้มีค่า 16.98% แสดงว่าใบและเปลือกมีความทนทานต่อเชื้อเห็ดราน้อยมาก ปริมาณลิกนินในเนื้อไม้และเปลือกไม้มีค่าสูง คือ 30-32% และสูงมากในใบสะเดา (38.92%) โดยลิกนินจะทำหน้าที่เชื่อมสารต่างๆในไม้ เพิ่มความหนาแน่นและความทนทานของไม้ แสดงว่าสะเดาทุกตัวอย่างมีความแข็งแรงสูง เนื้อไม้จะใช้รับน้ำหนักได้ดี และใช้เป็นไม้เชื้อเพลิงได้ดี

ปริมาณเซลลูโลสในเนื้อไม้สะเดามีค่าสูงมาก (64-66%) แสดงว่าเนื้อไม้มีปริมาณเส้นใยมาก สามารถนำไปใช้ทำกระดาษได้ดีเพราะให้ผลผลิตเยื่อสูง และมีปริมาณเส้นใยน้อยในเปลือกและใบสะเดา (41.46%, 30.61%) ปริมาณขี้เถ้าในเปลือกและใบมีค่าสูง(7-8%) เหมาะใช้ในงานที่ต้องการนำขี้เถ้ามาใช้ประโยชน์และในเนื้อไม้สะเดามีขี้เถ้าต่ำ (0.49-0.55%) แสดงว่าเนื้อไม้สะเดานำมาใช้ทำเป็นไม้เชื้อเพลิงที่ดี เพราะปริมาณขี้เถ้าต่ำจะให้ค่าพลังงานความร้อนสูง

สำหรับการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างไม้ท่อนที่1 และท่อนที่2 พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้งในเนื้อไม้และเปลือกไม้สะเดา และได้ทำการตรวจสอบสารสำคัญในเนื้อไม้ เปลือกไม้และใบไม้สะเดา ปรากฏผลใน Table 2

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกไม้ เนื้อไม้ และใบสะเดาไทย จังหวัดลพบุรี อายุ 16 ปี ปรากฏใน Table 1

Table 1. Chemical compositions of parts of *Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val. from Lopburi provinces (% by wt. of mfs.)

Parts	M-C	Chemical composition (%w/w)						
	(%)	H-W(A-B)	C-W	A-B	1% NaOH	Lignin	Cellulose	Ash
Wood 1	7.2743	2.5098	5.3411	6.2542	16.9820	30.0577	64.9767	0.5522
Wood 2	6.3044	2.3666	5.4346	6.7236	16.0928	30.3970	66.6962	0.4984
Bark 1	6.8543	8.2037	14.1624	10.1975	37.3840	31.7221	41.9704	8.7636
Bark 2	6.8548	8.5055	13.1470	8.4814	37.6857	32.2140	41.4699	8.2216
Leaves	10.6120	15.6641	15.9360	12.6968	70.0836	38.9232	30.6112	7.2489

M-C = moisture content **C-W** = cold water solubility **NaOH** = sodium hydroxide solubility

H-W(A-B) = hot water solubility after extract with A-B **A-B** = alcohol-benzene solubility

Wood 1 = wood at 1 m. length from the base of tree no.1 mix wood at 1 m. length from the base of tree no.2

Wood 2 = wood at 1 m. length next above wood 1

mfs. = moisture free sample

Table2. Detection result of the active ingredient groups of parts of *Azadirachta indica* Juss. var. siamensis Val. from Lopburi province

Active ingredients groups / Parts	Anthraquinone glycosides	Cardiac glycosides	Alkaloids	Flavonoid glycosides	Saponin glycosides	Coumarin glycosides		Polyphenol	Cyanotic glycosides
						V.C.	**NV.C.**		
Wood	–	–	–	✓	–	–	✓	✓	–
Bark	–	–	–	✓	–	–	✓	✓	–
Leaves	–	–	–	✓	–	–	✓	✓	–

✓ mean Detect active ingredients

– mean No detect active ingredients

จาก Table 2 ตรวจพบกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์ คูมาริน กลัยโคไซด์แบบไม่ระเหย และโพลีฟีนอลในเนื้อไม้ เปลือกไม้ และใบของสะเดา สำหรับแทนนินซึ่งเป็นสาระสำคัญในกลุ่ม โพลีฟีนอลพบเป็นชนิด condensed tannin จากการตรวจพบกลุ่มสารสำคัญดังกล่าว แสดงว่าสะเดามีกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางเภสัช โดยกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์ ใช้รักษาโรค เช่น เส้นเลือดฝอยเปราะ เป็นยาขับปัสสาวะ ยาฆ่าแมลง ต้านเชื้อรา แก้อักเสบ ต้านเซลล์มะเร็ง เป็นต้น สำหรับคูมาริน กลัยโคไซด์ สามารถใช้แต่งกลิ่น เป็นยาเบื่อปลา สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด รับประทานป้องกันแสงแดด ไหม้เกรียมผิวหนัง (วีณา, 2534) สำหรับแทนนินสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (นิรนาม, 2554)

สรุปผล

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ เปลือกไม้ และใบของต้นสะเดา อายุ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี พบว่าสะเดามีค่าความชื้น 6-10% โดยค่าการละลายในน้ำร้อนและค่าการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีนของใบมีค่า 15.66% และ12.69 % ซึ่งมากกว่าเปลือกไม้(8.20-8.50%, 8.48-10.19%)และเนื้อไม้ (2.36-2.50%, 6.25-6.72%) ดังนั้นใบสะเดาจึงมีปริมาณสารแทรกมากสุด และเปลือกมีปริมาณสารแทรกมากกว่าเนื้อไม้ และเนื้อไม้มีความทนทานต่อเชื้อเห็ดรามากสุดปริมาณลิกนินในใบสะเดามีค่าสูง (38.92%) สำหรับในเปลือกและเนื้อไม้สะเดามีค่าใกล้เคียงกัน (30-32%) และเนื้อไม้สะเดามีปริมาณเซลลูโลสสูงมาก (64-66%) และมีปริมาณเถ้าต่ำมาก (0.49-0.55%) เนื้อไม้จึงเหมาะนำมาทำกระดาษ และทำเป็นไม้เชื้อเพลิงได้ดี และองค์ประกอบทางเคมีของไม้สะเดาท่อนที่ 1 และท่อนที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน จึงสามารถนำไม้ท่อนที่ 1 หรือ ท่อนที่ 2 มาใช้ประโยชน์ได้เหมือนกัน

2. ตรวจพบกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์ คูมาริน กลัยโคไซด์แบบไม่ระเหย และโพลีฟีนอลทั้งในเนื้อไม้ เปลือกไม้ และใบของสะเดา แสดงว่าสะเดามีกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางเภสัช สามารถใช้เป็นยารักษาโรคได้

3. การทราบองค์ประกอบทางเคมีและกลุ่มสารสำคัญของไม้ในแต่ละส่วนจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการนำไม้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมแผนงานวิจัยทุกท่าน คุณวสุธร มะลิเงิน และเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ที่มีส่วนช่วยให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ความแข็งแรงและการเกิดโรคของไม้สะเดา เพื่อพัฒนาคุณภาพไม้

Wood Strength and Pathogenecity on *Azadirachta siamensis* for Wood Improvement

ยศนันท์ พรหมโชติกุล[1] (YODSANAN PROMACHOTIKOOL)

อรุณี วีณิน[1] (ARUNEE VEENIN)

อินทิรา พันธาสุ[2] (INTHIRA PANTASU)

กิตติพัฒน์ ลิขิตวรโชติ[3] (KITTIPAT LIKITVORACHOT)

ปรียากรณ์ กล้าใจ[3] (PREEYAKORN KLAJAI)

น้ำตาล คุ้มตะโก[3] (NUMTAN KUMTAGO)

บทคัดย่อ

บทบาทของเชื้อราทำลายไม้มีผลต่อการเกิดโรคและความแข็งแรงจากการดัดของไม้สะเดาชั้นอายุ 16 ปี ภายหลังทดสอบกับเชื้อรา 6 species (*Loweporus medullae–panis, Fomitopsis feei, Irpex* sp., *Pycnoporus sanguineus, Gloeophyllum sepiarium* และ *G. stiatum*) ด้วยวิธี agar–block test และ sandwich test บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 เดือน ประเมินผลความทนทานตามธรรมชาติในรูปของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และค่าความสามารถในการต้านทานการแตกหัก (MOR) ค่าความสามารถในการต้านทานการโก่ง (MOE) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยค่า T–test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ไม้สะเดามีการสูญเสียน้ำหนักบริเวณโคนต้น และกลางต้นน้อยกว่าบริเวณปลายต้นในสัดส่วน 1:2:5 ไม้มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 4.48% จึงมีความทนทานตามธรรมชาติและมีอายุการใช้งาน 10–15 ปี ในทำนองเดียวกัน เนื้อไม้บริเวณโคนต้น และกลางต้น มีความแข็งแรงจากการดัดมากกว่าบริเวณปลายต้น และมีการเปลี่ยนแปลงของค่า MOR และ MOE เล็กน้อย ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงว่าไม้สะเดาเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความทนทานตามธรรมชาติ และมีความแข็งแรงจากการดัดตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

คำสำคัญ : ไม้สะเดา, ความทนทานของไม้, เชื้อราทำลายไม้, น้ำหนักที่สูญเสีย, ความแข็งแรงจากการดัด

---

[1] นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[3] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

Abstract

Wood-decay fungi play an important role in determining the pathogenicity and decreasing bending strength of wood. The degradation of 16-year old neem wood was verified by wood durability and strength in term of percent weight loss, modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE). The experiment was firstly carried out by agar block and wood stick sandwich method. The wood samples were selected from three parts of a stem: the bottom, the middle and the top, and then were exposed to six different wood-decay fungi for four-month incubation period at room temperature. After treatment, the data were analyzed by using T-test at 95% confidence level. The results showed that the bottom and the middle part had average percent weight losses lower than that of the top part of a stem, as well as the sequence of 1:2:5 weight loss ratio of the bottom : middle : top respectively. According to the result, it performed slightly change in weight loss about 4.48%, compare to "Durable" wood decay fungi and upheld about 10-15 years of service life. As the same results, it indicated that the average bending strength of the bottom and the middle part had higher than that of the top part. To summarize, the results indicated that wood-decay fungi were able to have influence over slightly change in weight loss, MOR and MOE on *A. siamensis*. Finally, it revealed that the 16-year old of neem wood demonstrated its natural durability and bending strength as hard wood followed by RFD standard.

Keyword : *Azadirachta siamensis*, wood durability, wood-decay fungi, weight loss, bending strength

คำนำ

ไม้สะเดา เป็นไม้โตเร็วอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่นใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงทดแทน ใช้ในทางเภสัชกรรม ทางการเกษตรตลอดจนใช้เป็นโครงสร้างอาคาร รวมทั้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือกล่าวได้ว่า ส่วนต่างๆ ของไม้สะเดาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น จึงได้ชื่อว่าเป็นพันธุ์พืชมหัศจรรย์ กลุ่มของไม้สะเดาประกอบด้วย สะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica*) สะเดาไทย (*A. siamensis*) และสะเดาเทียม (*A. excelsa*) อย่างไรก็ตาม สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่าง species โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น ลักษณะของใบ ขนาดของผิว สีของเปลือก นอกจากนั้นลักษณะทางกายวิภาคก็มีแตกต่างกัน

เมื่อกล่าวถึงเรื่องราวการใช้ประโยชน์จากไม้ทุกชนิด ปัจจัยหลักที่ต้องนำมาพิจารณาอันดับแรก ได้แก่ ความแข็งแรงในการรับแรงชนิดต่างๆ ความทนทานตามธรรมชาติของไม้ เมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่เสี่ยงต่อปัญหาของศัตรูทำลายไม้ เช่น เชื้อรา ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ไม้เสื่อมสภาพในการรับแรง โดยเฉพาะในรูปของโครงสร้างอาคารที่มีการรับน้ำหนักมากๆ ไม้สามารถหักลงได้ทันทีในขณะที่ลักษณะภายนอกไม่ปรากฏอาการที่เด่นชัด

ดังนั้น การศึกษาความแข็งแรงและการเกิดโรคของไม้สะเดา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องประเมินศักยภาพในการรับแรง และความทนทานตามธรรมชาติของไม้ในการใช้งาน ให้สอดคล้องกับคุณสมบัติของไม้ ซึ่งจะช่วยให้การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเกิดความคุ้มค่าต่อไป

วิธีการศึกษา

ดำเนินการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติ และความแข็งแรงจากการดัดของไม้สะเดาไทยชั้นอายุ 16 ปี ภายหลังถูกเข้าทำลายจากเชื้อราทำลายไม้จำนวน 6 species ได้แก่ *Loweporus medullae–panis*, *Fomitopsis feei*, *Irpex* sp., *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum sepiarium* และ *G. striatum* ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้

1.1 เพาะเลี้ยงเชื้อราทำลายไม้บนอาหารเทียม malt extract agar ความเข้มข้น 2% ในขวดทดลอง (Kolle' flask) บ่มที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยของเชื้อราเจริญเต็มขวดทดลอง

1.2 เตรียมไม้ทดลองจำนวน 3 กลุ่ม คือ ไม้ทดลองส่วนโคนต้น ส่วนกลางต้น และส่วนปลายต้น แต่ละส่วนของลำต้นมีความยาว 3 เมตร ทำการแปรรูปไม้ขนาด 2x2x1 ซม. ในแต่ละส่วนทำการสุ่มเลือกชิ้นไม้ จำนวน 10 ซ้ำ/เชื้อรา อบแห้งที่อุณหภูมิ 100±5°C เพื่อชั่งหาน้ำหนักคงที่

1.3 ทำการฆ่าเชื้อไม้ทดลองที่ผ่านการอบแห้ง ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121˚C ความดัน 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว นาน 25 นาที หลังจากนั้น นำไม้ทดลองวางในขวดทดลอง ด้วยวิธี aseptic technique ปิดขวดทดลองด้วยสำลีให้สนิท บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

1.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำไม้ออกจากขวดทดลอง ทำความสะอาดเส้นใยของเชื้อรา และอบแห้งที่อุณหภูมิ 100±5˚C ชั่งหาน้ำหนักคงที่ เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้เทียบกับน้ำหนักของไม้ก่อนทดลอง และประเมินความทนทานตามธรรมชาติ อายุการใช้งาน โดยเทียบกับระดับการสูญเสียน้ำหนัก ดังนี้

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

2. ศึกษาความแข็งแรงจากการดัดของไม้ภายหลังถูกเชื้อราทำลาย

2.1 เตรียม feeder strip ขนาด 2.5x5x1.5 ซม. ทำการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121˚C ความดัน 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว นาน 25 นาที นำไม้ทดลองวางในขวดทดลองจนกระทั่งเส้นใยของเชื้อราเจริญเต็มชิ้นไม้ โดยใช้ feeder strip จำนวน 12 ชิ้น/เชื้อรา

2.2 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2x2x30 ซม. จำนวน 10 ซ้ำ/เชื้อรา ทำการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำเช่นเดียวกับ feeder strip จากนั้นเรียงชิ้นไม้ทดลองประกบไม้เข้าหากัน โดยมี feeder strip ขั้นกลางแบบ sandwich ในกระบะทดสอบ ซึ่งมี vermiculite ที่ปลอดเชื้อเป็นตัวให้ความชื้น ปิดกระบะให้สนิท ทุกขั้นตอนปฏิบัติด้วยวิธี aseptic technique บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

2.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดไม้ทดลอง และผึ่งให้แห้งในกระแสอากาศประมาณ 20–30 วัน จนกระทั่งไม้แห้ง จากนั้นนำไม้ทดลองมาทดสอบความแข็งแรงจากการดัด ด้วยเครื่องทดสอบกำลังไม้ โดยให้แท่นรองรับชิ้นไม้ห่างกัน 25 ซม. และมีน้ำหนักกดด้วยหัวกดน้ำหนักตรงกึ่งกลางไม้ทดลอง ซึ่งเคลื่อนที่ลงอย่างช้าๆ ด้วยอัตราเร็วของน้ำหนักกด 0.6 ตรม./นาที จนกระทั่งไม้ทดลองแตกหัก เครื่องทดสอบกำลังไม้ จะบันทึกค่าความแข็งแรงจากการดัด ประกอบด้วย ค่าความสามารถในการต้านทานการแตกหัก (modulus of rupture = MOR) และค่าความสามารถในการต้านทานการโก่ง (modulus of elasticity = MOE) หรือความแข็งตึง (stiffness)

ผลและวิจารณ์ผล

1. ศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้

1.1 ผลการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดาชั้นอายุ 16 ปี ภายหลังถูกทำลายจากเชื้อรา 6 species ได้แก่ *Loweporus medullae-panis*, *Fomitopsis feei*, *Irpex* sp., *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum sepiarium* และ *G. striatum* (Table. 1) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ T-test เปรียบเทียบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า มีเชื้อราอย่างน้อย 1 คู่ ที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกัน จึงส่งผลให้ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติต่างกัน แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของเชื้อราที่เข้าทำลายไม้ มีผลให้ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติปานกลาง ได้แก่ เชื้อรา *L. medullae-panis* (6.25%) และ *P. sanguineus* (8.49%) ไม้มีอายุการใช้งาน 5-10 ปี ส่วนกลุ่มต่อมาเป็นกลุ่มของเชื้อราที่มีผลให้ไม้มีความทนทาน ได้แก่ เชื้อรา *F. Feei* (1.76%), *Irpex* sp.(3.73%), *G. sepiarium* (2.60%) และ *G. striatum* (4.03%) ไม้จะมีอายุการใช้งาน 10-15 ปี อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ศักยภาพของเชื้อราทั้ง 6 species ในการสร้างความเสียหายแก่ไม้สะเดา พบว่า เชื้อราทำความเสียหายมีการสูญเสียน้ำหนักของไม้เฉลี่ยเพียง 4.48% เท่านั้น ไม้จึงมีความทนทานต่อเชื้อรา และมีอายุการใช้งาน 10-15 ปี ผลลัพธ์ที่ได้ ชี้ให้เห็นว่าไม้สะเดาชั้นอายุ 16 ปี สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น หากมีการพัฒนาคุณภาพไม้ด้วยเทคโนโลยีป้องกันรักษาเนื้อไม้ จะช่วยให้ไม้มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น 3-5 เท่าของไม้ปกติ ซึ่งเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าได้อย่างคุ้มค่าและประหยัด

Table 1. Comparison of the average percent Weight losses of *Azadirachta siamensis* after caused by wood decay fungi.

Fungi species	Weight loss (%)	Natural Durability class	Service life (year)
Loweporus medullae-panis	6.25 [ab]	Moderate durable	5-10
Fomitopsis feei	1.76 [a]	durable	10-15
Irpex sp.	3.73 [a]	durable	10-15
Pycnoporus sanguineus	8.49 [b]	Moderate durable	5-10
Gloeophyllum sepiarium	2.60 [a]	durable	10-15
G. striatum	4.03 [a]	durable	10-15
Average	4.48	durable	10-15

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

1.2 ผลการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดาบริเวณส่วนต่างๆ ของลำต้น ได้แก่ ส่วนโคนต้น ส่วนกลางต้น และส่วนปลายต้น จาก Table. 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยของไม้ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของไม้ส่วนโคนต้น (2.02%) และส่วนกลางต้น (3.39%) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีระดับการสูญเสียน้ำหนักระหว่าง 1–5% ไม้จึงมีความทนทานต่อเชื้อราทำลายไม้ และมีอายุการใช้งาน 10–15 ปี ส่วนบริเวณปลายต้นมีการสูญเสียน้ำหนัก (10.38%) ในช่วง 5–10% ไม้จะมีความทนทานปานกลาง มีอายุการใช้งานประมาณ 5–10 ปี สำหรับเนื้อไม้ส่วนนี้มีความเสี่ยงต่อการถูกเชื้อราเข้าทำลายได้มากกว่าอีกสองส่วน หากมีปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา ไม้จะแปรสภาพจากมีความทนทานปานกลางเป็นไม้ที่มีสภาพ “ไม่มีความทนทาน”ได้ และอายุการใช้งานจะลดลงเหลือเพียง 2–5 ปี เท่านั้น นอกจากนั้น ยังพบว่าสัดส่วนการสูญเสียน้ำหนักของไม้บริเวณส่วนโคนต้น: ส่วนกลางต้น : ส่วนปลายต้น มีค่าเท่ากับ 1:2:5 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Englerth และ Scheffer (1954) ได้รายงานว่า ความทนทานของไม้ redcedar บริเวณส่วนโคนต้นและส่วนกลางต้นจะมากกว่าบริเวณส่วนปลายต้น เนื่องจากบริเวณโคนต้น มีส่วนของแก่นขยายเป็นวงกว้างตามอายุของไม้ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้น Thomas (1984) ได้ศึกษากายวิภาคของไม้ชั้นสูง พบว่า ภายในเนื้อไม้จะมีการพัฒนาของเซลล์บริเวณเยื่อเจริญ (cambium) ในด้านความสูง และความโตของลำต้น โดยมีการเจริญเป็นรูปทรงกรวยแหลม ซึ่งส่วนของกรวยแหลมจะเป็นเนื้อไม้ที่มีการพัฒนาของการเจริญเติบโตตลอดเวลา เรียกส่วนนี้ว่า Juvenile wood เป็นส่วนที่มีผนังเซลล์บาง ความหนาแน่นน้อย คุณภาพของเนื้อไม้จึงด้อยกว่าส่วนโคนลำต้น ซึ่งเป็นบริเวณด้านฐานของกรวยแหลม เนื้อไม้มีการเจริญเติบโตเต็มที่ (mature wood) จึงมีแก่นมากกว่ากระพี้ ไม้จึงมีคุณภาพดี มีความทนทานมากกว่าส่วนปลายลำต้น Scheffer และ Cowling (1966) รายงานว่า ไม้ที่มีอายุมากจะมีส่วนของแก่น และสารแทรกกระจายอยู่ตามผนังเซลล์และช่องว่างระหว่างเซลล์ ซึ่งสารแทรกต่างๆ มีบทบาทเหมือนเป็นสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ตามธรรมชาติ มีผลให้ไม้มีความทนทานมากขึ้น

Table 2. Comparison of percent Weight losses among three parts of timber after caused by wood decay fungi

Fungi species	% Weight loss		
	bottom	middle	top
Loweporus medullae-panis	3.39	5.40	12.42
Fomitopsis feei	0.40	1.04	5.24
Irpex sp.	1.98	2.29	9.03
Pycnoporus sanguineus	4.74	8.94	14.00
Gloeophyllum sepiarium	0.78	0.75	8.70
G. striatum	0.38	1.90	12.91
Average	2.02 [a]	3.39 [a]	10.38 [b]
Weight loss ratio	1	2	5

* Means with the Same Letter are not Significantly different according to DMRT at confidence interval 95%

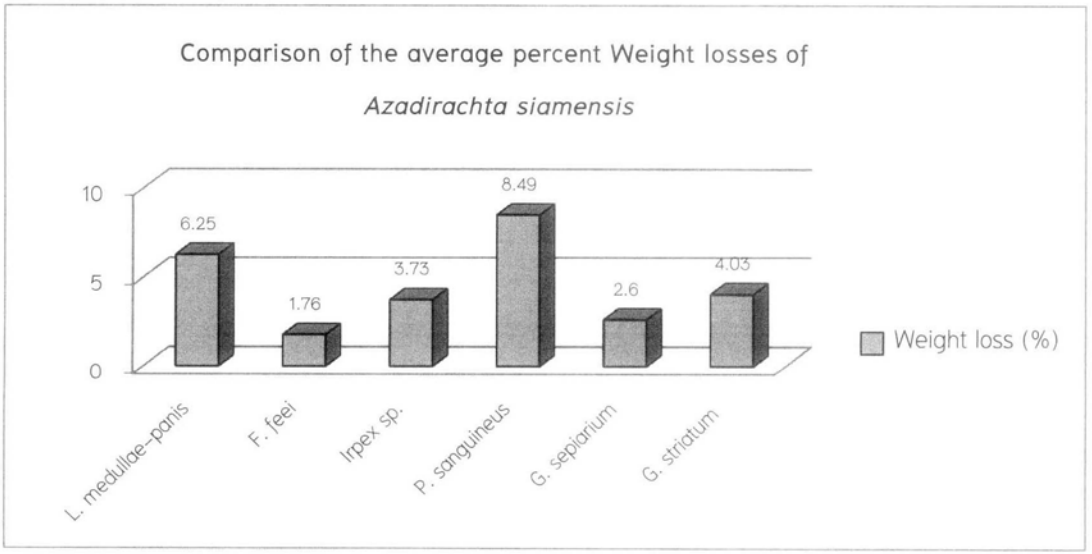


Figure 1. Average weight loss of *Azadirachta siamensis* after exposed to wood-decay fungi.

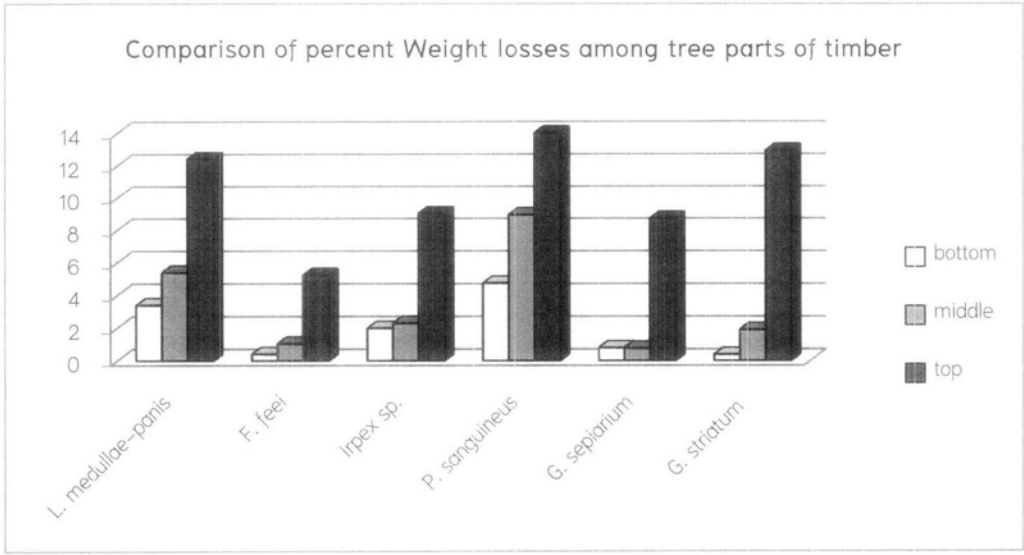


Figure 2. Average weight loss from three parts of *A. siamensis* stem after exposed to wood-decay fungi.

2. ศึกษาความแข็งแรงจากการดัดของไม้สะเดาภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย

ผลจากการทดสอบความแข็งแรงจากการดัดของไม้สะเดาภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย โดยวัดจากค่าความสามารถของไม้ในการต้านทานการแตกหัก (MOR) และค่าความสามารถของไม้ในการต้านทานการโก่งตัว (MOE) จาก Table. 3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงจากการดัด โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าไม้มีค่า MOR ต่ำที่สุด (95 Mpa) ภายหลังถูกเชื้อรา *L. medullae-panis* เข้าทำลาย แต่จะมีค่ามากที่สุด (133 Mpa) ภายหลังถูกเชื้อรา *G. sepiarium* เข้าทำลาย ในขณะที่มีตัวอย่างไม้ทดสอบอีกกลุ่มหนึ่ง มีค่า MOR ไม่แตกต่างกันทางสถิติภายหลังถูกทำลายจากเชื้อรา *F. feei*, *Irpex* sp., *P. sanguineus* และ *G. striatum* และมีค่า MORไม่แตกต่างจากไม้ชุด Control แสดงว่า ไม้สะเดาชั้นอายุ 16 ปี เป็นไม้ที่มีความทนทาน และมีค่าความสามารถในการต้านทานการแตกหักได้ดีเทียบเท่ากับไม้ปกติ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของไม้สะเดาตามมาตรฐานไม้เนื้อแข็งของกรมป่าไม้ (2548) ปรากฏว่า ไม้สะเดาชั้นอายุ 16 ปี เป็นไม้เนื้อแข็ง มีค่า MOR สูงกว่า 1,000 กก./ซม^2 มีความทนทานตามธรรมชาติมากกว่า 6 ปี ยกเว้นในกรณีที่ไม้ถูกทำลายจากเชื้อรา *L. medullae-panis* ไม้มีค่า MOR เท่ากับ 969 กก./ซม^2 จึงเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลางตามมาตรฐานกรมป่าไม้ ที่มีความแข็งแรงในการดัด 600-1,000 กก./ซม^2

เมื่อพิจารณาค่า MOE ของไม้สะเดา ปรากฏว่า ภายหลังจากไม้ถูกเชื้อราเข้าทำลาย ค่า MOE ที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่าไม้ชุด Control มีเพียงเชื้อรา *F. feei* ที่ทำลายไม้แล้วให้ค่า MOE (12,018 Mpa) ไม่แตกต่างจากไม้ชุด Control (11,079 Mpa) ผลการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าน่าจะเกิดความคลาดเคลื่อนในการคัดเลือกไม้ทดลอง จำนวนซ้ำของไม้ทดลองอาจน้อยเกินไป หรืออาจเกิดจากปัจจัยภายใน หรือปัจจัยภายนอกที่อยู่เหนือการควบคุม

Table 3. Comparison of bending strength of *A. siamensis* after caused by six decay fungi

Fungi species	MOR*		MOE*	
	Mpa	Kg/cm^2	Mpa	Kg/cm^2
Loweporus medullae-panis	95 [a]	969	15,533 [b]	158,387
Fomitopsis feei	118 [ab]	1,203	12,018 [a]	122,545
Irpex sp.	107 [ab]	1,180	16,476 [b]	168,002
Pycnoporus sanguineus	112 [ab]	1,142	16,904 [b]	172,366
Gloeophyllum sepiarium	133 [b]	1,356	16,190 [b]	165,086
G. striatum	117 [ab]	1,193	15,704 [b]	160,130
Control	116 [ab]	1,183	11,079 [a]	112,970

* Means with the Same Letter are not Significantly different according to DMRT at confident interval 95%

Table 4. Comparison of bending strength of *A. siamensis* after caused by wood decay fungi

Part of Timber	Control				Treated with Fungi			
	MOR*		MOE*		MOR*		MOE*	
	Mpa	Kg/cm^2	Mpa	Kg/cm^2	Mpa	Kg/cm^2	Mpa	Kg/cm^2
Bottom	123 [b]	1,254	10,647 [a]	108,565	129 [b]	1,315	16,175 [b]	164,933
Middle	118 [b]	1,203	11,778 [a]	120,098	112 [b]	1,142	15,519 [b]	158,244
Top	108 [a]	1,101	11,097 [a]	113,154	88 [a]	897	13,128 [a]	133,864

* Means with the Same Letter are not Significantly different according to DMRT at confident interval 95%

จาก Table. 4 แสดงผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงจากการดัดของไม้สะเดา บริเวณส่วนโคนต้น ส่วนกลางต้น และส่วนปลายต้น พบว่า เนื้อไม้ส่วนปลายต้นมีค่า MOR และค่า MOE น้อยกว่าบริเวณโคนต้น เนื่องจากเนื้อไม้บริเวณส่วนปลายต้น เป็นบริเวณที่มีการพัฒนาการเจริญเติบโตของเซลล์เนื้อไม้ตลอดเวลา เนื้อไม้บริเวณนี้จะมีผนังเซลล์บาง เป็นผลให้มีความหนาแน่นน้อย ความแข็งแรงของไม้จึงน้อยกว่าบริเวณส่วนโคนต้น ซึ่งเป็นส่วนที่เนื้อไม้มีการเจริญเติบโตเต็มที่ (mature wood) นอกจากนั้น Dadswell (1958) ชี้ให้เห็นว่า ไฟเบอร์ของไม้เนื้อแข็งบริเวณ mature wood จะมีความยาว

เป็น 2 เท่า ของไฟเบอร์บริเวณ juvenile wood และมีความแข็งแรงของไม้มากกว่า 40-60% ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว เป็นลักษณะเฉพาะของไม้ที่มีความยืดหยุ่น และดัดโค้งมากกว่าวัสดุอื่นๆ

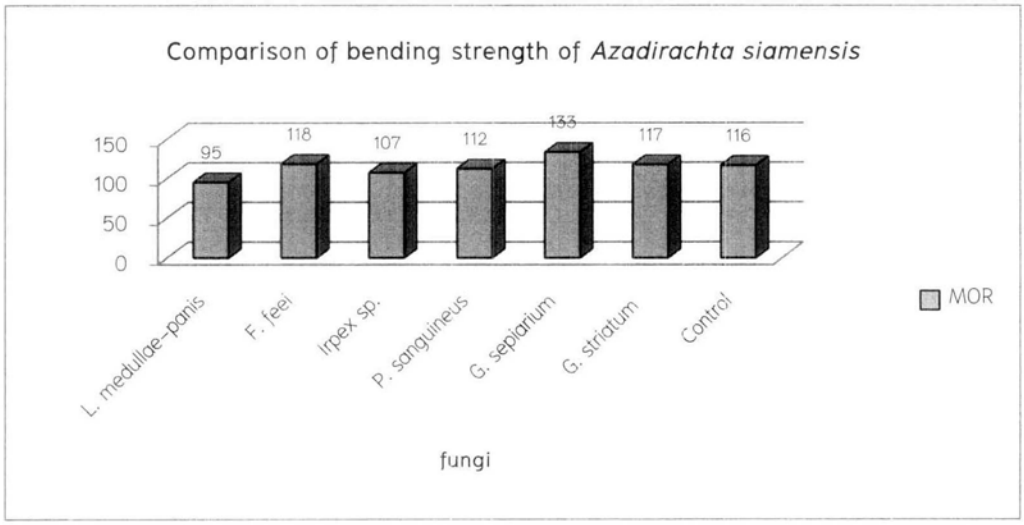


Figure 3. Modulus of rupture of neem wood after exposed to wood-decay fungi.

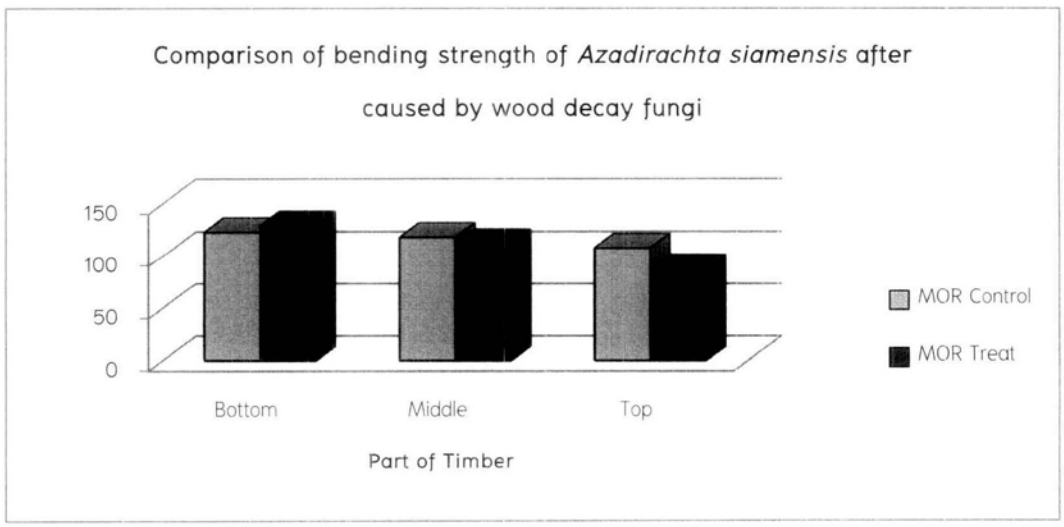


Figure 4. Comparison of modulus of rupture from three parts of a neem stem.

Figure 5. Experimental method (A) Agar block test and (B) Wood stick sandwich method.

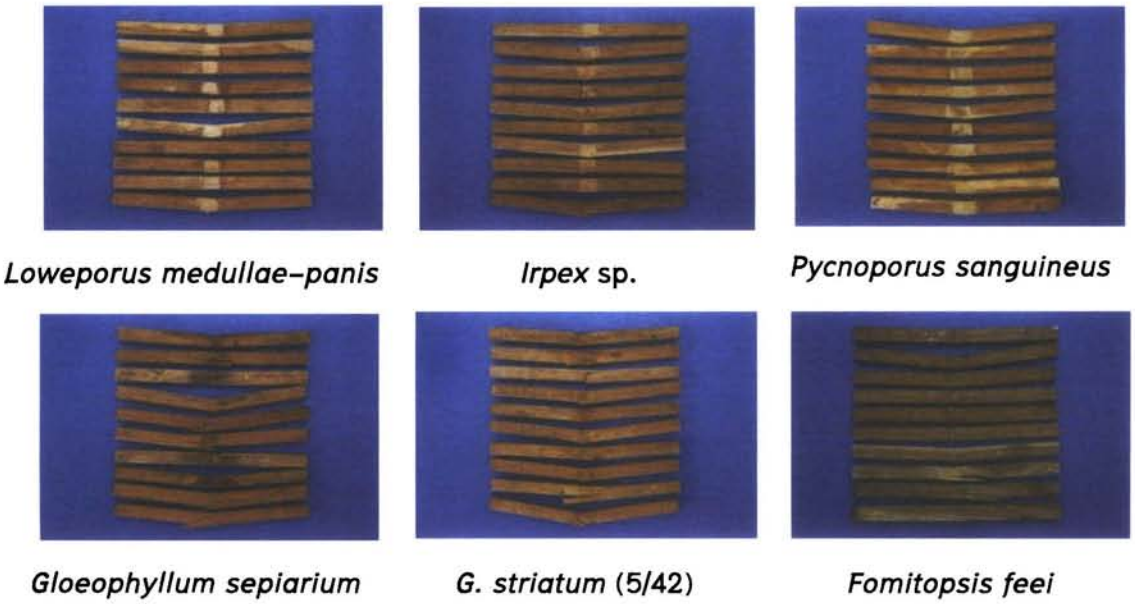


Figure 6. The characteristic of wood samples after using bending strength method.

สรุปผล

การศึกษาความสัมพันธ์ของการเกิดโรคและความแข็งแรงของไม้สะเดาชั้นอายุ 16 ปี ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลายเนื้อไม้บริเวณส่วนโคนต้น ส่วนกลางต้น และส่วนปลายต้น เมื่อประเมินความเสียหายจากการเกิดโรคในรูปของการสูญเสียน้ำหนัก พบว่า ไม้สะเดามีสัดส่วนของการสูญเสียน้ำหนักของไม้ส่วนโคนต้น : ส่วนกลางต้น : ส่วนปลายต้น มีค่า 1:2:5 ไม้มีสภาพการถูกทำลายไม่รุนแรง จึงมีความทนทานตามธรรมชาติต่อเชื้อรา และมีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 10-15 ปี ในด้านความแข็งแรงจากการดัดซึ่งวัดจากค่าความสามารถในการต้านทานการแตกหัก (MOR) และค่าความสามารถในการต้านทานการโก่ง (MOE) ผลลัพธ์ที่ได้สรุปว่า เนื้อไม้ส่วนโคนต้น และส่วนกลางต้น มีความแข็งแรงจากการดัดมากกว่าส่วนปลายต้น เนื่องจากสภาพธรรมชาติของเนื้อไม้สะเดาเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความ

ทนทานตามธรรมชาติ และความแข็งแรงจากการดัดตามมาตรฐานกรมป่าไม้ แม้ว่าไม่ผ่านกระบวนการป้องกันรักษาเนื้อไม้ จึงเหมาะสมต่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามหากมีการพัฒนาคุณภาพเนื้อไม้ จะช่วยให้ไม้มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น 3-5 เท่า ซึ่งเป็นกระบวนการใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ .กรุงเทพฯ. 15 หน้า

Dadswell, H. E. 1958. Wood Structure Variations Occurring During Tree Growth and Their Influence on Properties. J. Inst. Wood Sci. 1:11-33.

Englerth, G. H. and T. C. Scheffer. 1954. Tests of Decay Resistance of Four Western Pole Species. Rep. For. Prod. Lab., Madison. No. 2006.

Scheffer, T. C. and E. B. Cowling. 1966. Natural of Wood to Microbial Deterioration. Ann. Rev. of Phytopath. 4 : 147-170.

Thomas, R. J. 1984 The Characteristics of Juvenile Wood, In Proceedings of the Symposium on Utilization Changes in Wood Research in the Southern U.S., North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, pp.40-52.

ผลของขนาดไม้ทดลองต่อการศึกษาอายุความทนทานตามธรรมชาติของไม้ กรณีศึกษา: ไม้สะเดา

Effects of Sample Size to the Natural Durability of Wood, Case Study: *Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton

นางสาววรัญญู ราษฎร์เจริญ[1] **(WARANYU RATCHAROEN)**
นายบางรักษ์ เชษฐสิงห์[2] **(BANGRAK CHADTHASING)**

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยด้านอายุความทนทานของไม้เป็นเรื่องสำคัญพื้นฐานที่ควรกระทำเป็นอันดับต้นๆ เนื่องจากจะทำให้ผู้ใช้ไม้สามารถเลือกใช้ประโยชน์ไม้นั้นๆ ให้เหมาะสมกับอายุความทนทานของไม้ เพื่อหลีกเลี่ยงและป้องกันเนื้อไม้จากศัตรูทำลายไม้ ยืดอายุการใช้งานของไม้ให้ยาวนานยิ่งขึ้น การศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้มีการใช้ขนาดไม้ทดลองที่ต่างกัน ในประเทศไทยได้มีการศึกษาในเรื่องความทนทานตามธรรมชาติของไม้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2497 โดยใช้ไม้ทดลองขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด คือ 5x5x50 ซม. และ 2.5x5x50 ซม. ซึ่งทั้งสองขนาดนี้ไม่ได้มีการระบุไว้แน่ชัดว่านำมาตรฐานของประเทศใดหรือแหล่งใดมาใช้อ้างอิง ซึ่งในอนาคตอันใกล้นี้ประเทศในกลุ่มอาเซียนกำลังดำเนินการจัดทำมาตรฐานการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้ของประเทศในกลุ่มอาเซียน ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรเตรียมความพร้อมเพื่อให้ข้อมูลรองรับในการจัดทำมาตรฐานในครั้งนี้โดยด่วนที่สุด กรณีศึกษาในครั้งนี้ใช้ไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton) ซึ่งเป็นไม้โตเร็วและไม้ขนาดเล็กที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในปัจจุบัน มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาเปรียบเทียบผลของขนาดไม้ทดลองที่แตกต่างกันต่อความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดา และ 2) ศึกษาขนาดของไม้ทดลองที่เหมาะสมในการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติ ทำการทดลองกับไม้สะเดาซึ่งแปรรูปไม้ทดลองตามมาตรฐานของ American Wood-Preservers' Association Standard ที่ E7-93 เป็น 3 ขนาดๆ ละ 45 ท่อน ได้แก่ 2.5x5x50 ซม., 1.9x1.9x45 ซม., 0.4x3.8x25.4 ซม. และขนาดที่ใช้ในการศึกษาความทนทานไม้

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ waranyurat@yahoo.com

[2] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ chadthasing@yahoo.co.th

แบบไม้เหลี่ยมเล็ก (Stake test) ของกรมป่าไม้เดิม คือ 5x5x50 ซม. นำไปปักทดลองภาคสนามในแปลงทดลองกลางแจ้ง (Graveyard test) ภายใต้สภาพดินฟ้าอากาศจริงในแปลงทดลองความทนทานไม้ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดนครศรีธรรมราช และสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี เก็บบันทึกข้อมูลอายุความทนทานของไม้ พบว่า ภายหลังปักทดลองกลางแจ้ง 10 เดือน ไม้ขนาด 0.4x3.8x25.4 ซม. สิ้นอายุความทนทานมากที่สุด คือ 27 ท่อน ในขณะที่ขนาด 5x5x50 ซม. ไม่มีไม้ทดลองในแปลงใดสิ้นอายุความทนทานเลย และในแปลงทดลองความทนทานจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดนครศรีธรรมราช แทบไม่มีไม้ในทุกขนาดสิ้นอายุความทนทาน นอกจากนี้ ไม้ที่เหลือในทุกแปลงยังมีสภาพที่ถูกทำลายน้อยกว่า 25% และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับไม้ยางพารา ซึ่งเป็นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ ขนาด 1.9x1.9x45 ซม., 0.4x3.8x25.4 ซม. และ 5x5x50 ซม. ขนาดละ 10 ท่อน ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี พบว่า ภายหลังปักทดลอง 2 เดือน ไม้ยางพาราในแต่ละขนาดสิ้นอายุความทนทานลง 9, 1 และ 0 ท่อน ตามลำดับ และภายหลังปักทดลอง 6 เดือน ไม้ยางพาราสิ้นอายุความทนทานทุกท่อน

ผลการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่อาจสรุปได้แน่ชัดว่าขนาดของไม้ทดลองมีผลต่อการศึกษาอายุความทนทานของไม้ โดยเฉพาะไม้ทดลอง 2 ขนาด คือ 2.5x5x50 ซม. และ 5x5x50 ซม. ซึ่งกรมป่าไม้ใช้ในการศึกษาความทนทานของไม้มาโดยตลอดกว่าครึ่งทศวรรษ เนื่องจากระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลสั้นเกินไป เพราะโดยปกติแล้วการศึกษาอายุความทนทานของไม้เป็นการศึกษาซึ่งใช้ระยะเวลายาวนานชั่วอายุความทนทานไม้ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าไม้แต่ละชนิดจะสิ้นอายุความทนทานเมื่อใด ดังนั้น จึงควรมีการเก็บบันทึกข้อมูลผลการศึกษาอย่างต่อเนื่องจนสิ้นอายุความทนทานของไม้ และควรมีการศึกษาซ้ำกับไม้ชนิดอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ผลที่แน่ชัดและเชื่อถือได้

คำหลัก:// ไม้สะเดา// ความทนทานตามธรรมชาติ// ขนาด

ABSTRACT

The study of wood durability is a very important principal study for the purpose of the most appropriate utilization to the durability of each wood, avoid and protect wood from deterioration, and prolong wood service-life. The sample sizes are varied. In Thailand, the durability of wood has been studied since 1954 by using 2 sample sizes that are 5x5x50 cm. and 2.5x5x50 cm. which is not specified the source or standard. Further urgency need of this science is the ASEAN community approaching. Hence, Thailand has to set standard for durability of wood. This study is carried out by using *Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton (*Ai*) which is an

important fast-growing species at present. The objectives are 1) to compare *the* effect of vary sample sizes to the durability of *Ai* and 2) to find the suitable sample size of *Ai* for the wood durability study. The sample of *Ai* has been cut according to the American Wood-Preservers' Association Standard no. E7-93 to 3 sizes, 45 stakes each, which are 2.5x5x50 cm., 1.9x1.9x45 cm., 0.4x3.8x25.4 cm. and the RFD stake test size: 5x5x50 cm. All stakes have been penetrated into ground as a Graveyard test to the real weathering of wood durability plots in Chiang-Mai, Nakorn Sri Thammarat and Surat Thani Silvicultural Research Station. The wood durability of stakes has been collected. The results reveal that after 10 months sample size 0.4x3.8x25.4 cm. has 27 rejected stakes. The sample size 5x5x50 cm. has no rejected stake. And there are almost none rejected stake of all sizes in Chiang-Mai and Nakorn Sri Thammarat durability plots. The sample stakes in all plots are destroyed less than 25%. The compared study of *Hevea brasiliensis* Muell.Arg. (*Hb*), which is a perishable species, has been set in sizes of 1.9x1.9x45 cm., 0.4x3.8x25.4 cm. and 5x5x50 cm., 10 stakes each at Surat Thani Silvicultural Research Station. It shows that after 2 months each sample size of *Hb* rejects 9, 1 and 0 stakes, respectively. And after 6 months all stakes are rejected.

The results of this *Ai* study cannot obviously conclude that the sample size has effect to the durability of wood, especially to 2.5x5x50 cm. and 5x5x50 cm. sample sizes that the RFD has been use since the period of study is too short for the study of wood durability which is normally an unidentified period of study. So that the study of sample size effect to the durability of wood should be repeated for the correct and reliable results.

Keywords:// *Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton// Natural durability// size

คำนำ

ในปัจจุบัน ไม้โตเร็วและไม้ขนาดเล็กเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน ไม้โครงสร้าง วงกบ ประตู หน้าต่าง เสารั้ว ไม้ค้ำยันในด้านการเกษตร ไม้สะเดานับได้ว่าเป็นไม้โตเร็วที่น่าสนใจยิ่งในปัจจุบัน เนื่องจากมีการปลูกกันมากในหลายพื้นที่ อัตราการรอดตายสูง และโตเร็ว แต่เนื่องจากไม้สะเดาเป็นไม้โตเร็ว จึงมีข้อจำกัดและปัญหาในการใช้ประโยชน์คืออายุความทนทานตามธรรมชาติของไม้ และการถูกศัตรูทำลายไม้ต่างๆ เช่น ปลวก มอด เห็ดราต่างๆ เข้าทำลาย ทำให้อายุการใช้งานของไม้สั้นลง

งานวิจัยในครั้งนี้จึงสำคัญมาก เพราะการศึกษาเพื่อทราบอายุความทนทานตามธรรมชาติของไม้และการวิจัยพัฒนาเพื่อยืดอายุความทนทานของไม้ รวมทั้งการพัฒนาคุณภาพไม้เป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการเลือกใช้ไม้ที่มีอายุความทนทานที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เพื่อป้องกันรักษาเนื้อไม้จากศัตรูทำลายไม้ และเพื่อยืดอายุการใช้งานของไม้ให้ยาวนานยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การลดปริมาณความต้องการใช้ไม้ การนำเข้าไม้จากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ลดปัญหาการลักลอบตัดไม้ทำลายป่าของประเทศในระยะยาว และยังเป็นการสนับสนุนให้ประชาชนในประเทศใช้ไม้อย่างมีคุณภาพและคุ้มค่าอีกด้วย ส่วนการพัฒนาคุณภาพของไม้โดยใช้เทคโนโลยีและกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งเหมาะสำหรับภาคอุตสาหกรรม ก็จะนำไปสู่การพัฒนาเพื่อการส่งออกไม้ ประดิษฐกรรมและบรรจุภัณฑ์ไม้ เพื่อให้ได้ไม้ใช้ประโยชน์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของตลาดสากล

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาและประสบการณ์ของนักวิจัยในด้านความทนทานไม้พบว่า การศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้มีการใช้ขนาดไม้ทดลองที่ต่างกัน ซึ่งในประเทศไทยได้มีการศึกษาในเรื่องความทนทานตามธรรมชาติของไม้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2497 เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยใช้ไม้ทดลองที่แตกต่างกัน 2 ขนาด คือ 5x5x50 ซม. และ 2.5x5x50 ซม. ซึ่งทั้งสองขนาดนี้ไม่ได้มีการระบุไว้แน่ชัดว่านำมาตรฐานของประเทศใดหรือแหล่งใดมาใช้อ้างอิง ซึ่งในอนาคตอันใกล้นี้ประเทศในกลุ่มอาเซียนกำลังดำเนินการจัดทำมาตรฐานการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้ของประเทศในกลุ่มอาเซียน ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรเตรียมความพร้อมเพื่อให้ข้อมูลรองรับในการจัดทำมาตรฐานในครั้งนี้โดยด่วนที่สุด

นอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญยิ่งอีกอย่างหนึ่งคือ การศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้และความทนทานของไม้อาบน้ำยาในแปลงทดลองกลางแจ้งภาคสนามในสถานการณ์จริง หรือ Graveyard Test นั้น เป็นการศึกษาที่ต้องใช้เวลานานมาก และไม่อาจระบุระยะเวลาสิ้นสุดได้ เนื่องจากไม้แต่ละชนิดมีอายุความทนทานไม่เท่ากัน และเราไม่อาจทราบได้ว่าไม้แต่ละชนิดมีอายุความทนทานเท่าไร และจะสิ้นสุดอายุลงเมื่อใด การเก็บข้อมูลจึงต้องทำทุกปี อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หากมีการพัฒนาแนวทางการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติโดยการพัฒนาแบบจำลอง (Model) ที่สามารถเลียนแบบการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติได้อย่างใกล้เคียงที่สุดและสามารถยอมรับและใช้ผลการศึกษาจากแบบจำลองนั้นได้ ก็จะย่นระยะเวลาจากภาคสนามได้มาก และผลการทดลองสามารถเชื่อถือได้มากกว่าผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแต่เพียงอย่างเดียว อันจะเป็นนวัตกรรมและองค์ความรู้ที่สำคัญที่จะสนับสนุนข้อมูลในเรื่องความทนทานและอายุการใช้งานของไม้ รวมทั้งการนำไม้ไปใช้ประโยชน์ เพื่อตอบคำถามและตอบสนองความต้องการของประชาชนอีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของขนาดไม้ทดลองที่แตกต่างกันต่อความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดา และเพื่อศึกษาขนาดของไม้ทดลองที่เหมาะสมในการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติ

ความทนทานตามธรรมชาติ

ความทนทานตามธรรมชาติ (Natural durability) ของไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน และไม้จะแสดงออกเมื่ออยู่ในสภาวะที่เสี่ยงกับการผุพัง ยศนันท์ (2541) กล่าวว่า ความทนทานของไม้หมายถึง ความสามารถของไม้ในการต้านทานการเสื่อมสภาพจากศัตรูทำลายไม้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ความเสียหายที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อรา แมลง เพรียงเจาะไม้ และศัตรูทำลายไม้ประเภทอื่นๆ และความเสียหายที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ ความเสียหายจากการเสียดสี (mechanical wear) จากดินฟ้าอากาศ (weathering wear) และจากสารเคมี (chemical wear)

Déon (1990) กล่าวว่า ความทนทานตามธรรมชาติของไม้ (Natural durability of Wood) หมายถึง ความทนทานของไม้โดยปราศจากสารเคมีต่อตัวการทำลายไม้ ได้แก่ แมลง และเชื้อรา เป็นต้น การจะทราบความทนทานตามธรรมชาติของไม้แต่ละชนิดนั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินความทนทานตามธรรมชาติของไม้ชนิดต่างๆ ต่อไป

การวิจัยเกี่ยวกับการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ เป็นงานวิจัยที่ทำกันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ ในยุโรป อเมริการและออสเตรเลีย แต่เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศในทวีปต่างๆ เหล่านั้นผิดไปจากประเทศไทย จึงไม่สามารถที่จะนำผลการวิจัยเหล่านั้นมาใช้ได้โดยตรง และเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น สภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของเชื้อรา ลักษณะการเข้าทำลายและความรุนแรงของความเสียหายขึ้นอยู่กับเชื้อราแต่ละชนิด (Rananand and Crockcroft, 1983) รวมทั้งแมลงศัตรูทำลายไม้ที่สำคัญคือ มอด และปลวก ซึ่งนับเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่งและแก้ไขได้ยาก ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยเพื่อแก้ไขดัดแปลงและพัฒนากรรมวิธีการต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการที่จะนำมาใช้ในประเทศไทย

โดยปกติแล้วส่วนในของไม้ที่เป็นแก่นจะมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าส่วนนอกที่เป็นกระพี้ เมื่อพิจารณาถึงโครงสร้างของไม้ทั้งทางด้านฟิสิกส์และด้านเคมี พบว่า ไม้ที่มีสารแทรกในเนื้อไม้มากจะมีความหนาแน่นมาก และมักจะเป็นไม้ที่มีความทนทานด้วย โดยทั่วไปแล้วไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติสูงจะมีสีเข้มกว่าไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ ดังนั้นลักษณะความเข้มของสีเนื้อไม้ จึงเป็นตัวบ่งชี้พื้นฐานที่ดีของความทนทานตามธรรมชาติ ซึ่งสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในส่วนของแก่นก็คือผลของสารแทรกที่เกิดขึ้นเมื่อมีการสร้างแก่น (ยศนันท์, 2541)

การอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (Wood preservation) หรือการอาบน้ำยาไม้ เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการยืดอายุความทนทานของไม้ เป็นการนำเอาวิทยาศาตร์เข้ามาช่วยพัฒนาคุณภาพไม้และส่งเสริมการใช้ประโยชน์ไม้ โดยทำให้ไม้นั้นมีสารเคมี หรือตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อศัตรูทำลายไม้แทรกซึมเข้าไปอยู่ในเนื้อไม้ในปริมาณที่มากเพียงพอต่อการต้านทานการเข้าทำลายของศัตรูทำลายไม้ เป็นการใช้ตัวยาเคมีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงหรือเห็ดราทำลายไม้มาทาหรือพ่นลงไปบนผิวไม้ หรือโดยการจุ่มหรือแช่ไม้ในน้ำยาเคมี หรือด้วยการกระทำใดๆ ที่จะให้น้ำยาเคมีซึมเข้าไปในเนื้อไม้เพียงพอกับความต้องการในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้พ้นจากการ

ทำลายของแมลงหรือเห็ดราก็ได้ ไม้ที่นำมาใช้กันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นไม้โตเร็ว ไม้ขนาดเล็ก หรือไม้ที่ได้จากการตัดสางขยายระยะจากสวนป่า ซึ่งเนื้อไม้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยส่วนของกระพี้ ซึ่งเป็นส่วนที่มีคุณภาพความทนทานต่ำ ผุพังเสียหายเร็ว ไม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ลงทุนไป วิธีการอาบน้ำยาไม้มีอยู่หลายกรรมวิธี (Processes) ด้วยกัน ประกอบด้วยการอาบน้ำยาไม้อย่างง่าย แบบธรรมดาหรือแบบที่ไม่ใช้กำลังอัด (Non-pressure Treatment) และแบบที่ต้องใช้กำลังอัด (Vacuum and Pressure Treatment) ไม้แต่ละชนิดมีความสามารถในการอาบน้ำยา ความสามารถในการดูดซึมตัวยาต่างกัน ปกติการอาบน้ำยาไม้ น้ำยาจะซึมเข้าไปในส่วนของกระพี้ได้มากกว่า แต่ก็อาจมีข้อยกเว้นสำหรับกระพี้ของไม้ที่อาบน้ำยาได้ยาก การทดลองความทนทานไม้ในภาคสนาม ภายใต้สภาวะของดินฟ้าอากาศธรรมชาติ จะทำให้ได้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกับสภาพการใช้งานไม้อย่างแท้จริง (พจน์ และธีระ, 2523; 2528) จากการศึกษาของธีระและคณะ (2531) ซึ่งได้ทดลองความทนทานตามธรรมชาติของไม้และความทนทานของไม้อาบน้ำยา พบว่า ไม้ที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จะมีอายุความทนทานสูงขึ้นกว่าอายุความทนทานตามธรรมชาติ 3-5 เท่าตัว หรือกว่านั้น แต่จะสูงขึ้นมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้ ปริมาณตัวยาที่ซึมเข้าไปในเนื้อไม้ (Net retention) ซึ่งปริมาณตัวยาที่มีอยู่ในไม้อาบน้ำยาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์

ไม้สะเดา

ไม้สะเดา (Neem plant) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton เป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย เจริญได้ดีในที่แล้ง ใช้ประโยชน์ได้มากมายทั้งเป็นอาหารและสร้างที่อยู่อาศัย ในใบและเมล็ดสะเดามีสารอาซาดิเรซติน (Azadirachtin) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง ในเมล็ดมีน้ำมันที่เรียกว่า margosa oil ใช้เป็นสีย้อมผ้าและยาฆ่าพยาธิในสัตว์เลี้ยง ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด แต่ต้องรีบนำไปเพาะทันทีหลังจากเมล็ดร่วง มิฉะนั้นจะสูญเสียความสามารถในการงอกไปอย่างรวดเร็ว (กมลพรรณ และสุรีรัตน์, 2535)

สะเดาเป็นไม้โตเร็ว เจริญได้ดีในแถบร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 400-1,200 มม. เป็นพืชทนอากาศแห้งแล้งได้ดี สามารถขึ้นได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แต่จะเจริญเติบโตเร็วในสภาพดินที่ไม่ชื้นแฉะ และปริมาณน้ำฝนไม่เกิน 800 มม.

การขยายพันธุ์สะเดา

ใช้วิธีเพาะเมล็ด ซึ่งสามารถทำได้จำนวนมาก เพราะปริมาณของผลสะเดามีมากในทุกๆ ปี แต่ไม่สามารถเก็บเมล็ดไว้ได้นาน เพราะเมล็ดจะสูญเสียเปอร์เซ็นต์ความงอกงามได้เร็วมาก หลังจากเก็บผลสุกมาและเอาเนื้อออกหมดแล้วล้างเมล็ดให้สะอาด นำไปเพาะทันที จะงอกได้ดีมาก เมื่อสะเดา

เจริญเติบโตจะติดผลเมื่ออายุ 5 ปีขึ้นไป และให้ผลผลิตเต็มที่เมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไปปริมาณของผลสะเดาจะอยู่ระหว่าง 10–50 กก./ต้น/ ปี

ชนิดของสะเดา

สะเดา แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. สะเดาอินเดีย มีลักษณะขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ปลายของฟันเลื่อยแหลมโคนใบเบี้ยว ปลายใบแหลมเรียวแคบมาก ผลสุกในเดือน ก.ค.–ส.ค.

2. สะเดาไทย มีลักษณะของใบหยักเป็นฟันเลื่อย แต่ปลายของฟันเลื่อยทู่ โคนใบเบี้ยวแต่กว้างกว่า ปลายใบแหลม ผลสุกในเดือน เม.ย.– พ.ค.

3. สะเดาช้าง หรือต้นเทียม ไม้เทียม ขอบใบจะเรียบ หรือปัดขึ้นลงเล็กน้อย โคนใบเบี้ยว ปลายเป็นติ่งแหลม ขนาดใบและผลใหญ่กว่า 2 ชนิดแรก ผลสุกในเดือน พ.ค.– ส.ค.

** ต้นสะเดาอินเดีย และสะเดาไทย เป็นชนิด (Species) เดียวกัน แต่ต่างพันธุ์ (variety) ส่วนสะเดาช้างหรือต้นเทียม ไม้เทียม จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับสะเดาไทย และสะเดาอินเดีย แต่คนละชนิด (species) สะเดาทั้ง 3 ชนิด นี้จะมีลักษณะ ใบและต้นแตกต่าง กันดังกล่าวมาแล้ว

ประโยชน์ของสะเดา

1. เนื้อไม้ เหมาะสำหรับนำไปก่อสร้างบ้านเรือน ทำเสา เข็ม และ เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ รวมทั้งเป็นเชื้อเพลิงคุณภาพดี

2. เป็นอาหารและพืชสมุนไพร เช่น ในดอก และยอดอ่อน ใช้เป็นอาหาร และยาเจริญอาหาร ดอกแก้พิษเลือดกำเดา บำรุงธาตุ ผลแก้โรคหัวใจ ยางดับพิษร้อน เปลือกแก้ไข้มาลาเรีย และเป็นยาสมานแผล ผลอ่อนใช้ถ่ายพยาธิ เมล็ดใช้รักษาโรคเบาหวาน

3. เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลง สะเดามีสารชนิดหนึ่งชื่อ กะซ้าหอยแรคติหน สามารถนำมาสกัด เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงได้ พบมากที่สุดในส่วนของเมล็ด

4. ปลูกเพื่อเป็นแนวกันลมและให้ร่ม เนื่องจากมีใบหนาทึบ รากลึก ทนแล้ง ทนดินเค็ม และผลัดใบในเวลาสั้น

5. อื่นๆ เช่น น้ำมันจากเมล็ดสะเดาใช้ทำเชื้อเพลิงจุดตะเกียง เปลือกมีสารแทนนิน ใช้ในอุตสาหะกรรมฟอกหนัง กากสะเดาใช้เป็นปุ๋ย ผสมเป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น

การปลูกสะเดา

การเตรียมพื้นที่ ไถพรวนปรับพื้นที่ให้เรียบ เก็บเศษไม้และวัชพืช สุมเผาใน ช่วงฤดูร้อน แล้วปักหลักกำหนดระยะปลูก

ระยะปลูก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปลูก เช่น ต้องการไม้ขนาดเล็ก ใช้ระยะปลุก 1x2 หรือ 2x2 เมตร ต้องการไม้ใหญ่ สำหรับใช้ในการก่อสร้างและ ทำเฟอร์นิเจอร์ ใช้ระยะปลูก 2x4 หรือ 4x4 เมตร ต้องการเมล็ดไปทำสารฆ่าแมลง ใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร แต่เพื่อไม่ให้เสียพื้นที่ อาจปลูกระยะถี่ก่อน เมื่อเรือนยอด เบียดชิดกันจึงตัดสะเดาบางส่วนไปใช้ประโยชน์ ให้ต้นสะเดาที่เหลือ มีระยะห่างตาม วัตถุประสงค์การปลูกต่อไป

หลุมปลูก ขนาดที่เหมาะสม คือ กว้างxยาวxลึก ประมาณ 25x25x25 ซม.

วิธีปลูก หลังจากขุดหลุมปลูกแล้ว ตากดินประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อฆ่าเชื้อโรค ในดินแล้วจึงใส่ปุ๋ยร็อคฟอสเฟส รองก้นหลุม อัตรา 150-200 กรัมต่อหลุม หรือครึ่งกระป๋องนม แล้วนำกล้าไม้ที่เตรียมไว้ ย้ายลงปลูก ขนาดกล้าไม้ที่ เหมาะสมควรสูง 8-12 นิ้ว อายุประมาณ 4-5 เดือน ฤดูปลูกควรเป็นฤดูฝน โดยเลือกปลูกหลังจากวันที่ฝนตกหนัก ฉีกถุงพลาสติกใส่กล้าออก วางกล้าลงตรง กลางหลุม กลบดินและกดรอบๆ โคนต้นให้แน่น

การดูแลรักษา

1. การกำจัดวัชพืช ในปีแรกจำเป็นต้องเอาใจใส่กำจัดวัชพืชออกบ้าง เพื่อไม่ให้สูงคลุมเบียดบังแย่งแสง และอาหาร ต้นสะเดา

2. การใส่ปุ๋ย เมื่อกล้าไม้ที่ปลูกตั้งตัวแล้ว ควรเร่งการเจริญเติบโตด้วยการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ประมาณ 1 ช้อน กาแฟ โดยการ พรวนดินรอบโคนต้น แล้วปุ๋ยตาม

3. การริดกิ่ง หากต้องการให้สะเดามีลำต้นตรงเปลา ใช้ประโยชน์ในการแปรรูปได้มากขึ้น ควรหมั่นริดกิ่งอยู่ สม่ำเสมอ

4. การป้องกันไฟ ควรทำแนวกันไฟกว้างประมาณ 6-8 เมตร รอบแปลงปลูก เพื่อป้องกันไฟไหม้ ในฤดูแล้ง

วิธีการศึกษา

1. แปรรูปไม้สะเดาตามมาตรฐานของ American Wood-Preservers' Association Standard (AWPA) ที่ E7-93 เป็น 3 ขนาดๆ ละ 45 ท่อน ได้แก่ 2.5x5x50 ซม., 1.9x1.9x45 ซม., 0.4x3.8x25.4 ซม. และขนาดที่ใช้ในการศึกษาความทนทานไม้แบบไม้เหลี่ยมเล็ก (Stake test) ของกรมป่าไม้เดิม คือ 5x5x50 ซม.

2. นำไปปักทดลองภาคสนามในแปลงทดลองกลางแจ้ง (Graveyard test) ภายใต้สภาพดินฟ้าอากาศจริงในแปลงทดลองความทนทานไม้จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดนครศรีธรรมราช และสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี

3. เก็บบันทึกข้อมูลอายุความทนทานของไม้ สรุป และรายงานผล

Figure 1. Study plot at Surat Thani Silvicultural Research Station

Figure 2. Study plot in Chiang-Mai

Figure 3. Study plot in Nakorn Sri Thammarat

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการปักทดลองไม้ทดลองทั้ง 4 ขนาดภาคสนามในแปลงทดลองกลางแจ้ง (Graveyard test) ภายใต้สภาพดินฟ้าอากาศจริงในแปลงทดลองความทนทานไม้จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดนครศรีธรรมราช และสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี พบว่า ภายหลังปักทดลองกลางแจ้งไปแล้ว 10 เดือน ไม้ขนาด 0.4x3.8x25.4 ซม. สิ้นอายุความทนทานมากที่สุด คือ 27 ท่อน ในขณะที่ขนาด 5x5x50 ซม. ไม่มีไม้ทดลองในแปลงใดสิ้นอายุความทนทานเลย ส่วนในแปลงทดลองความทนทานจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดนครศรีธรรมราชแทบไม่มีไม้ในทุกขนาดสิ้นอายุความทนทาน (Table 1) นอกจากนี้ ไม้ที่เหลือในทุกแปลงยังมีสภาพที่ถูกทำลายน้อยกว่า 25% และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับไม้ยางพารา ซึ่งเป็นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ ขนาด 1.9x1.9x45 ซม., 0.4x3.8x25.4 ซม. และ 5x5x50 ซม. ขนาดละ 10 ท่อน ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี พบว่า ภายหลังปักทดลอง 2 เดือน ไม้ยางพาราในแต่ละขนาดสิ้นอายุความทนทานลง 9, 1 และ 0 ท่อน ตามลำดับ และภายหลังปักทดลอง 6 เดือน ไม้ยางพาราสิ้นอายุความทนทานทุกท่อน

Table 1. Number of rejected sample stakes size

Wood Durability Plot	Number of rejected stake of wood durability in vary sample sizes (stake)				
	0.4x3.8x25.4 cm	1.9x1.9x45 cm	2.5x5x50 cm	5x5x50 cm.	Total
Surat Thani Silvicultural Research Station	23	10	1	0	34
Wood Durability Plot in Chiang-Mai	2	0	0	0	2
Wood Durability Plot in Nakorn Sri Thammarat	2	5	0	0	7
Total	27	15	1	0	43

ผลการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุป และจัดชั้นความทนทานของไม้สะเดาได้แน่ชัด เนื่องจากตามเกณฑ์การศึกษาด้านความทนทานตามธรรมชาติไม้ของกรมป่าไม้ โดยธีระ และคณะ (2533) ได้แบ่งชั้นความทนทานของไม้ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้คือ

กลุ่ม		อายุความทนทาน
กลุ่มที่ 1	ผุพังง่าย (Perishable)	น้อยกว่า 2 ปี
กลุ่มที่ 2	ไม่ทนทาน (Non-durable)	2-6 ปี
กลุ่มที่ 3	ทนทานปานกลาง (Moderately durable)	6-10 ปี
กลุ่มที่ 4	ทนทาน (Durable)	มากกว่า 10 ปี

จากเกณฑ์ดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่าการศึกษาในครั้งนี้จนถึงปัจจุบัน (ประมาณ 12 เดือน) ไม้สะเดาส่วนใหญ่ยังไม่สิ้นอายุความทนทาน จำเป็นต้องมีการเก็บบันทึกข้อมูลผลการศึกษาต่อเนื่องต่อไป อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาของกรมป่าไม้ พบว่า ไม้สะเดาขนาด 5x5x50 ซม. มีพิสัยความทนทานตามธรรมชาติ 3.3-11.2 ปี และมีอายุความทนทานตามธรรมชาติเฉลี่ย 6.7 ปี

Figure 4. Rejected 0.4x3.8x25.4 cm. and 1.9x1.9x45 cm. *Ai* sample sizes

Figure 5. Compared study plot of *Hb* at Surat Thani Silvicultural Research Station

สรุป

ผลการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่อาจสรุปได้แน่ชัดว่าขนาดของไม้ทดลองมีผลต่อการศึกษาอายุความทนทานของไม้ โดยเฉพาะไม้ทดลอง 2 ขนาด คือ 2.5x5x50 ซม. และ 5x5x50 ซม. ซึ่งกรมป่าไม้ใช้ในการศึกษาความทนทานของไม้มาโดยตลอดกว่าครึ่งทศวรรษ เนื่องจากระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลสั้นเกินไป เพราะโดยปกติแล้วการศึกษาอายุความทนทานของไม้เป็นการศึกษาซึ่งใช้ระยะเวลายาวนานชั่วอายุความทนทานไม้ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าไม้แต่ละชนิดจะสิ้นอายุความทนทานเมื่อใด ดังนั้น จึงควรมีการเก็บบันทึกข้อมูลผลการศึกษาอย่างต่อเนื่องจนสิ้นอายุความทนทานของไม้ และควรมีการศึกษาซ้ำกับไม้ชนิดอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ผลที่แน่ชัดและเชื่อถือได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยป้องกันรักษาป่าที่ ชม. 23 (ดอยสะเก็ด) ส่วนป้องกันและปราบปรามที่ 4 (นครศรีธรรมราช) และสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำการศึกษาทดลองในครั้งนี้ ตลอดถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยนี้ทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กมลพรรณ นามวงศ์พรหม และสุรีรัตน์ คิ้วฮก. 2535. การขยายพันธุ์สะเดาในหลอดทดลองโดยการกระตุ้นให้เอมบริโอและชิ้นส่วนต้นอ่อนแตกยอดจำนวนมาก. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 10, 1–12

กรมป่าไม้. 2541. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2541. บริษัท เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง จำกัด. 144 น.

จารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2542. การป้องกันรักษาเนื้อไม้: ข้อมูลและแนวทางการปฏิบัติเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 38 น.

ธีระ วีณิน, ศุภศรี อภินันท์ธรรม, ประสิทธิ์ นิ่มนวลฉวี และอรุโณทัย วงศ์ศิริ. 2533. ความทนทานตามธรรมชาติของไม้บางชนิด ใน การประชุมวิชาการป่าไม้ 2533. กรมป่าไม้. น. 197–220.

ธีระ วีณิน, ศุภศรี อภินันท์ธรรม และอรุโณทัย วงศ์ศิริ. 2531. รายงานผลการทดลองของไม้อาบน้ำยา. เอกสารวิชาการกรมป่าไม้ เลขที่ ร. 295. 31 น.

พจน์ อนุวงศ์ และธีระ วีณิน. 2523. คำบรรยายเรื่องการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 43 น.

----------. 2528. คำบรรยายเรื่องการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ ใน การอบรมหลักสูตรการป้องกันและกำจัดศัตรูทำลายไม้. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 42 น.

ยศนันท์ พรหมโชติกุล. 2541. เชื้อราทำลายไม้. ร. 531 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 260 น.

วรัญญู ราษฎร์เจริญ. 2546. ความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดาเทียม (Azadirachta excelsa (Jack) Jacobs) ที่อายุต่างๆ. กลุ่มพัฒนาคุณภาพไม้ สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้. กรุงเทพฯ. 15 น.

----------. 2548. ความทนทานตามธรรมชาติของไม้บางชนิดในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น. กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และป้องกันรักษาเนื้อไม้. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 21 น.

วรัญญู ราษฎร์เจริญ. 2549. ความทนทานตามธรรมชาติและความทนทานภายหลังการอาบน้ำยาของไม้บางชนิดในประเทศไทย. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. กรมป่าไม้. 87 น.

----------. 2551. การศึกษาทดลองความทนทานตามธรรมชาติของไม้และการศึกษาความทนทานของไม้อาบน้ำยา. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. กรมป่าไม้. 40 น.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2544. ทิศทางและแผนวิจัย ปีงบประมาณ 2544-2546 กับนโยบายและแนวทางการวิจัยของชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2545-2549). 39 น.

อภัย รณะนันท์. 2528. การรักษาเนื้อไม้. วนผลิตภัณฑ์ 471. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์. คณะวนศาสตร์. 169 น.

Anonymous. 1962. Timber Preservative Plant Operators' Manual of Recommended Practice. Borax Consolidated Ltd., London. 45 p.

Anonymous. 1975. American Wood Preservative' Association Standards American Wood-Preserers' association, Washington, D.C. 237 p.

Anonymous. 1984. Timber Preservative Plant Operators' Manual of Recommended Practice-Borax Holimgs Ltd., London. 52 p.

Déon, G. 1990. Manual for the Preservation of Wood in the Tropics. Centre Technique Forestier Tropical Division of CIRAD. France. 112 p.

Eaton, R.A. and M.D.C. Hale. 1993. Wood: decay, pests and protection. Chapman&Hall. London. 546 p.

Findlay, W.P.K. 1985. Preservation of Timber in the Tropics. Martinus Nijhoff and Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. 273 p.

http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B2

http://www.vegetweb.com/%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B2/

Rananand, A. and R. Crockcroft. 1983. Wood Preservation in Thailand. Styrelsen for Teknisk Utveckling. Sweden. 57 p.

ความทนทานของไม้สะเดาจากสวนป่าปลูกและการป้องกันรักษาเนื้อไม้

Durability of *Azadirachta indica* A. Juss. wood from plantation and its protection

สุวรรณา อ่ำเผือก [1] **(SUWANNA UMPHAUK)**

ยุวดี แก้วมณี [2] **(YUWADEE KHAEWMANEE)**

ราเชนย์ เพชรประสงค์ [2] **(RACHEN PATPRASONG)**

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินของไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.) อายุ 16 ปี จากสวนป่าปลูกในท้องที่จังหวัดลพบุรี โดยวางแปลงทดสอบในท้องที่จังหวัดสระบุรี เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ไม้สะเดามีความทนทานตามธรรมชาติในระดับ"ทนทาน" เนื้อไม้ถูกปลวกใต้ดินเข้าทำลายเสียหายเล็กน้อย โดยมีค่าความเสียหายเฉลี่ย 16.29 % ซึ่งค่าความเสียหายนี้ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อไม้สะเดาผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยสารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ 3 ชนิด คือ Chromated Copper Arsenate (CCA), Chromated Copper Boron (CCB) และ Ammonical Copper Quaternary (ACQ) ที่ระดับความเข้มข้น 1% 3% และ 6% โดยมีค่าความเสียหายของไม้ลดลงเหลือ 5.71%- 9.14% นอกจากนี้ ยังพบว่า การอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้โดยวิธีการแช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สะเดาได้ดีกว่าวิธีการจุ่มเป็นเวลา 5 นาที แต่อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้อาจสั้นเกินไป ทำให้ไม่สามารถเห็นประสิทธิภาพที่แตกต่างกันของสารป้องกันรักษาเนื้อไม้แต่ละชนิดได้อย่างชัดเจน ดังนั้น หากต้องการศึกษาประสิทธิภาพ ในเรื่องดังกล่าว ควรต้องใช้ระยะเวลาในการทดสอบที่ยาวนานมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป

คำหลัก : ไม้สะเดา ความทนทานแบบฝังดิน การอาบน้ำยาไม้ สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ การจุ่ม การแช่

---

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

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

ABSTRACT

To examine the natural durability of *Azadirachta indica* A. Juss. wood from plantation was conducted in Saraburi province. The 16 years thinning wood from Lop Buri province was evaluated for its durability in the under-ground condition. After 6 months exposure period, we found that *Azadiracta indica* A. Juss. wood specimens were 16.29% destroyed by subterranean termites and could be classified as durable wood. This percentage of wood damage was decreased significantly to 5.71%-9.14% when treated with 3 types of water-borne wood preservatives : Chromated Copper Arsenate (CCA), Chromated Copper Boron (CCB) and Ammonical Copper Quaternary (ACQ) by using 1%, 3%, and 6% of concentration respectively. Moreover, treating wood by 3 hours soaking in preservative solution showed better wood protection performance than 5 minutes dipping method. However, this field testing duration was not long enough to evaluate efficiency of the tested wood preservatives in this condition, it should be more than 6 months for further study.

Keywords : *Azadirachta indica* A. Juss., wood durability, under-ground condition, wood preservation, water borne wood preservatives, dipping, soaking

คำนำ

สะเดามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Azadirachta indica* A Juss. อยู่ในวงศ์ Meliaceae มีชื่อสามัญที่เรียกทั่วไปว่า Neem, Nim, Margosa, Yepa, Tamaka สำหรับชื่อท้องถิ่นในเมืองไทยเรียกแตกต่างกันไป ภาคกลางเรียก สะเดา ภาคใต้เรียก เดา กระเดา และภาคเหนือเรียก สะเลียม สะเดา เป็นพันธุ์ไม้เศรษฐกิจที่ได้รับการสนับสนุนให้ปลูกสร้างเป็นสวนป่า มีผู้นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายและเป็นที่รู้จักกันทั่วไปเนื่องจากเป็นไม้อเนกประสงค์ชนิดหนึ่ง เนื้อไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ทั้งในการก่อสร้าง ทำเครื่องเรือน ทำฟืน ทำเชื้อเพลิง และอุปกรณ์ต่างๆ นอกจากนี้ส่วนอื่นๆของลำต้น เช่น ใบ ดอก สามารถนำมาเป็นอาหารและยังมีสรรพคุณทางยาอีกมากมาย (ขวัญชัย,2540; ศักดิ์พิชิตและคณะ, 2548 ; Anon, 2013)

เนื่องจากสะเดาเป็นพันธุ์ไม้โตเร็วชนิดหนึ่งที่สามารถเติบโตได้ในดินทุกสภาพ ทำให้สะเดาจากสวนป่าปลูกที่มีการดูแลจัดการที่ดีนั้น มีขนาดลำต้นที่ใหญ่เพียงพอที่จะนำไปใช้งานได้ถึงแม้อายุยังน้อย ซึ่งการนำไม้สะเดาเหล่านี้ไปใช้งานให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จำเป็นต้องศึกษาวิจัย

คุณสมบัติในด้านต่างๆของไม้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณสมบัติด้านความทนทานของไม้ ตลอดจนแนวทางการป้องกันรักษาเนื้อไม้เพื่อเพิ่มอายุความทนทานให้แก่ไม้ก่อนการนำไปใช้งาน ทั้งนี้ เนื่องจากไม้โตเร็วส่วนใหญ่นั้น มักถูกศัตรูทำลายไม้ เช่น ปลวก มอด และเชื้อรา เข้าทำลายได้ง่าย ผุพังเร็ว ทำให้ไม้เหล่านี้มีอายุการใช้งานสั้น ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม้มีการใช้ประโยชน์ได้ในวงจำกัด ไม่หลากหลายเท่าที่ควร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความทนทานของไม้สะเดาจากสวนป่าปลูกและแนวทางในการยืดอายุความทนทานของไม้สะเดาโดยอาศัยหลักการอาบน้ำยาไม้ป้องกันรักษาเนื้อไม้ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ไม้ อย่างคุ้มค่าและหลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

1. การจัดเตรียมไม้ทดลอง

แปรรูปไม้สะเดาอายุ 16 ปี จากสวนป่าปลูก ท้องที่จังหวัดลพบุรี และไม้ยางพารา (*Hevea blasiliensis*, Rubberwood) ให้มีขนาด 2.5 x 5.0 x 10.0 เซนติเมตร ไสเรียบทั้งสี่หน้า สำหรับการทดลองในครั้งนี้เลือกใช้เนื้อไม้ส่วนที่เป็นแก่น

2. การอาบน้ำยาไม้ทดลอง

อาบน้ำยาไม้สะเดา ด้วยสารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้ประเภทละลายน้ำ จำนวน 3 ชนิด คือ Chromated Copper Arsenate (CCA), Chromated Copper Boron (CCB) และ Ammonical Copper Quaternary (ACQ) โดยใช้ระดับความเข้มข้น 1% 3% และ 6 % ด้วยวิธีการจุ่มและการแช่ในสารละลายป้องกันรักษาเนื้อไม้เป็นเวลา 5 นาที และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ คำนวณปริมาณการรับน้ำยา จากนั้นผึ่งแห้งในกระแสอากาศประมาณ 1 เดือน ติดรหัสประจำชิ้นเตรียมลงแปลงทดสอบความทนทานต่อไป

3. การทดสอบความทนทาน

ทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินของไม้สะเดา ทั้งที่ผ่านอาบน้ำยา และไม่อาบน้ำยา (Control) โดยเลือกพื้นที่วางแปลงทดลองที่เป็นพื้นราบเรียบเสมอกัน มีการระบายน้ำที่ดี น้ำไม่ท่วมขัง แผ้วถางวัชพืชและทำความสะอาดบริเวณแปลงทดลอง ขุดดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ปรับพื้นดินด้านล่างให้เรียบ จากนั้นจัดเรียงไม้ทดลองแต่ละชนิดแบบสุ่มโดยมีไม้ยางพาราทดสอบร่วมด้วย และจัดให้มีระยะห่างระหว่างท่อน 10 เซนติเมตร บันทึกรหัสและวาดแผนผังตำแหน่ง

ไม้ทดลองแต่ละชิ้น ใช้ดินโรยกลบชิ้นไม้ทดลอง และปรับผิวหน้าดินให้เรียบเสมอกัน พรมน้ำเล็กน้อย เพื่อให้ดินมีความชื้น

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินของไม้ทดลองในครั้งนี้ ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ อำเภอพุแค จังหวัดสระบุรี โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Block Design แบ่งเป็น 7 ซ้ำ (Replication) เป็นระยะเวลา 6 เดือน

4. การประเมินความเสียหาย

เมื่อครบกำหนด 6 เดือน นำไม้ทดลองทั้งหมดขึ้นจากแปลงทดลอง ล้างทำความสะอาด ตรวจสอบและประเมินเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของไม้ทดลอง โดยใช้การประเมินด้วยสายตา (Visual rate) นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและจัดระดับความทนทานตามรายละเอียดด้านล่าง (ยุพาพร 2540, สุวรรณา และกฤษณา 2555)

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

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินของไม้สะเดาจากสวนป่าปลูก โดยใช้ไม้สะเดาที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (Control) เปรียบเทียบกับไม้สะเดาที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาชนิดต่างๆ โดยวางแปลงทดสอบที่จังหวัดสระบุรีเป็นเวลา 6 เดือนซึ่งแสดงผลการทดสอบใน Table 1 ถึง 3 และ Figure 1 พบว่าความเสียหายของไม้สะเดาทดลองส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากปลวก โดยพบปลวกใต้ดินเข้าทำลายไม้สะเดาในแปลงทดลอง จำนวน 4 ชนิด *คือ Microtermes obesi , Globitermes sulphureus, Microcerotermes crassus* และ *Ancistrotermes pakestanicus* พบการผุพังเนื่องการทำลายของเชื้อราบนชิ้นไม้สะเดาน้อยมาก

Table 1. Average damage (%) of the tested *Azadirachta indica* A. Juss. wood specimens in each block after 6 months field exposure period.

Block No.	1	2	3	4	5	6	7
Average damage (%)	10.36a	7.00a	8.45a	8.00a	8.73a	9.09a	6.72a

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

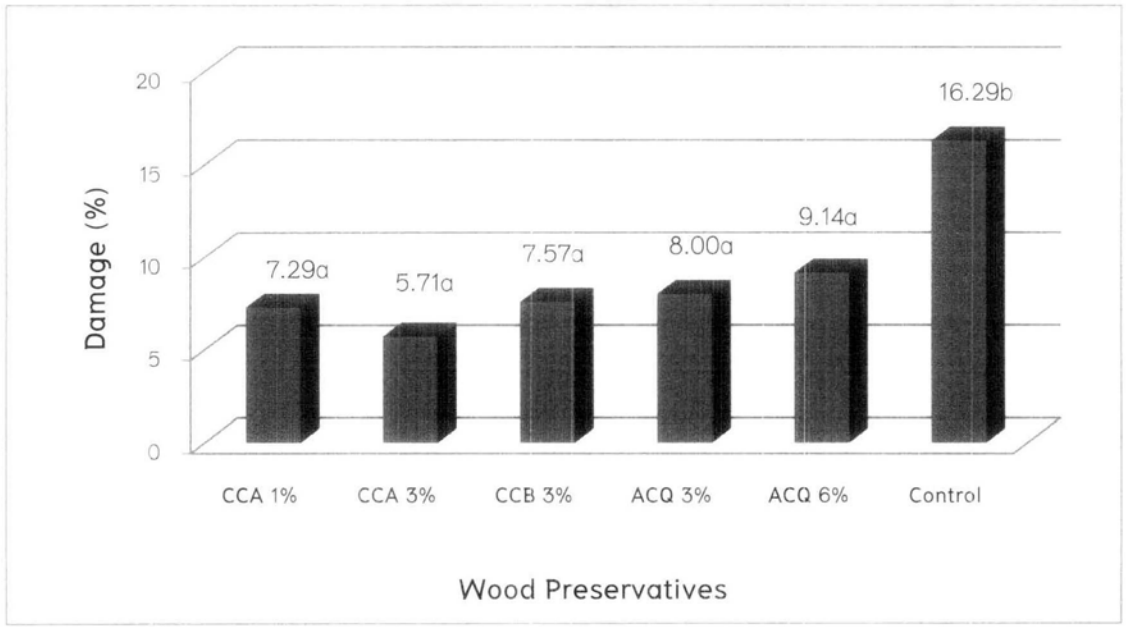


Figure1. Effects of some wood preservatives on *Azadirachta indica* A. Juss. wood in the under- ground condition for 6 months exposure period

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

Table2. Percentage of damage of *Azadirachta indica* Juss. wood treated with some wood preservatives in the under- ground condition for 6 months exposure period

Wood Preservatives	Treatment	Retention (kg/m3)	Average damage (%)
CCA 1%	Dipping	0.15	11.00
	Soaking	0.27	4.14
CCA 3%	Dipping	0.24	9.43
	Soaking	0.81	2.00
CCB 3%	Dipping	0.28	7.00
	Soaking	0.74	7.57
ACQ 3%	Dipping	0.28	12.86
	Soaking	0.93	5.43
ACQ 6%	Dipping	0.62	12.00
	Soaking	1.63	4.00
Control	No treatment	-	16.29
Rubberwood	No treatment	-	95.73

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

Table 3. Effects of treating methods on *Azadirachta indica* A. Juss. wood in the under- ground condition for 6 months exposure period

Treatment	Damage (%)
Dipping	10.46a
Soaking	4.63b
Control (no treatment)	16.29c

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

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินของไม้สะเดาจากสวนป่าอายุ 16 ปี จำนวน 7 ซ้ำ (Block) ดังแสดงใน Table 1 ผลปรากฏว่า ไม้ทดลองใน block ต่างๆ นั้น มีอัตราการถูกทำลายที่ใกล้เคียงกันในทางสถิติ โดยมีค่าความเสียหายของไม้ทดลองเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.72-10.37 % จากผลการทดลองใน Table 2 และ 3 จะเห็นได้ว่าไม้สะเดาที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยา (Control) ถูกปลวกเข้าทำลายเสียหายไม่มากนัก โดยมีค่าเป็น 16.29% จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ 'ทนทาน' (durable) ในขณะที่ไม้ยางพาราที่ทดสอบร่วมกันนั้น พบว่า ถูกทำลายเสียหายรุนแรงถึง 95.73 % จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ 'ผุพังง่าย' (perishable)

การที่ไม้สะเดามีความทนทานตามธรรมชาติในระดับ 'ทนทาน' นั้น น่าจะเป็นผลมาจากชนิดและปริมาณของสารแทรกที่สะสมอยู่ภายในแก่นของไม้สะเดา ที่อาจมีคุณสมบัติในการต้านทานศัตรูทำลายไม้ เช่น ปลวกและเชื้อราได้ โดยมีรายงานการพบสาร Beta-sitosterol, 24-Methylenelophenol และ Nimatone ในแก่นของไม้สะเดา ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการกำจัดแมลง นอกเหนือจากสารในกลุ่ม Limonoids เช่น Azadirachtin , Meliantrol และ Nimocinolide ที่มีรายงานพบในเมล็ดและใบของสะเดา ซึ่งต่างก็มีประสิทธิภาพในการต้านทานแมลงและเชื้อรา (Adebowale and Adedire, 2006; Anon,2013; Eaton and Hale,1993) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Asamoah และคณะ (2011) ซึ่งได้ทดลองนำสารสกัดด้วยน้ำของแก่นไม้สะเดามาอาบน้ำยาไม้ *Alstonia* พบว่า สามารถต้านทานการเข้าทำลายเนื้อไม้ของปลวกได้

แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม้สะเดาเป็นไม้โตเร็ว ลักษณะของเนื้อไม้จึงมักประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระพี้มากกว่าส่วนที่เป็นแก่น ส่วนที่เป็นกระพี้นี้มีแป้งและน้ำตาลซึ่งเป็นอาหารของศัตรูทำลายไม้สะสมอยู่มาก จึงมักถูกทำลายเสียหายผุพังได้ง่าย ดังนั้น หากต้องนำไม้สะเดาจากสวนป่าปลูกเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ นั้น ควรต้องทำการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เสียก่อน เพื่อเพิ่มอายุความทนทานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นกระพี้ โดยใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้และกรรมวิธีการอาบน้ำยาที่เหมาะสม ก่อนนำไม้สะเดานั้นไปใช้งาน

จากผลการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สะเดาทดลอง ดังแสดงใน Figure 1 และ Table 2 และ 3 โดยนำไม้สะเดาทดลองมาอาบน้ำยาด้วยสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ทั้ง 3 ชนิด คือ CCA, CCB และACQ ที่ระดับความเข้มข้น1% 3% และ 6% พบว่า สามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สะเดาได้เป็นอย่างดี โดยไม้สะเดาที่ผ่านการอาบน้ำยาเหล่านี้ มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของไม้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าเป็น 5.71-9.14% ซึ่งค่าเหล่านี้จัดว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไร ก็ตาม ในช่วงระยะเวลาของการทดสอบ 6 เดือนนี้อาจสั้นเกินไปสำหรับไม้ที่มีความทนทานอย่างสะเดา ทำให้ไม่สามารถเห็นประสิทธิภาพที่แตกต่างกันของสารป้องกันรักษาเนื้อไม้แต่ละชนิดได้อย่างชัดเจน ดังนั้น หากต้องการศึกษาประสิทธิภาพในเรื่องดังกล่าว ควรต้องใช้ระยะเวลาในการทดสอบที่ยาวนานมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป

เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีในการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้สะเดาในครั้งนี้ (Table 2 และ 3) จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีมีผลต่อความทนทานของไม้สะเดาอย่างชัดเจน โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยวิธีการแช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นั้น ตัวยาหรือสารป้องกันรักษาเนื้อไม้สามารถดูดซึมเข้าไปในเนื้อไม้สะเดาทดลองได้มากกว่ากรรมวิธีการจุ่มเป็นเวลา 5 นาที ส่งผลให้ไม้สะเดาที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้โดยวิธีการแช่นั้น ถูกทำลายเสียหายน้อยกว่าไม้สะเดาที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้โดยวิธีการจุ่มและไม้สะเดาที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยา (Control) อย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าความเสียหายเป็น 4.63% , 10.46% และ 16.29% ตามลำดับ นอกจากกรรมวิธีที่ใช้ในการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้จะมีอิทธิพลต่อการดูดซึมตัวยาของไม้แล้ว ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่มีผลต่อการดูดซึมตัวยาของไม้อีก เช่น ชนิดและประเภทของตัวยา ลักษณะของเนื้อไม้ซึ่งมีความหยาบความละเอียดที่แตกต่างกัน ความชื้นของไม้ และปริมาณสารแทรกที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อไม้ เป็นต้น (Nicolas and Siua, 1973; Eaton and Hale 1993)

สรุปผล

1. ไม้สะเดาจากสวนป่าปลูกจากจังหวัดลพบุรี อายุ 16 ปี มีความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินในระดับ 'ทนทาน' เมื่อทดสอบเป็นเวลานาน 6 เดือน แต่อย่างไรก็ตาม หากนำไม้สะเดาไปใช้ประโยชน์นั้น ควรทำการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เสียก่อน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สะเดาก่อนนำไปใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นกระพี้ซึ่งมักถูกทำลายเสียหายจากศัตรูทำลายไม้ได้ง่าย

2. การอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ ประเภทละลายน้ำ CCA CCB และACQ ที่ระดับความเข้มข้น 1% 3% และ 6% นั้น สามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สะเดาได้ โดยการอาบน้ำยาไม้ด้วยวิธีการแบบแช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมงจะให้ผลในการป้องกันรักษาเนื้อไม้สะเดาจากสวนป่าปลูกได้ดีกว่าวิธีการจุ่มเป็นเวลา 5 นาที

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองวิจัย ขอบคุณ คุณกฤษณา ชายกวด นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ ที่ให้ความอนุเคราะห์การจำแนกชนิดและประเภทของปลวก ทำให้การทดลองครั้งนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอบคุณหัวหน้าศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ จังหวัดสระบุรี ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบความทนทานของไม้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2540. สะเดา : มิติใหม่ของการป้องกันและกำจัดแมลง ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 215 น.

ยุพาพร สรนุวัตร. 2540. ความทนทานตามธรรมชาติของไม้สะเดาเทียมต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน. *ใน* ผลงานวิจัยการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเทียม. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ . 183-190 น.

สุวรรณา อ่ำเผือก และ กฤษณา ชายกวด. 2555. การศึกษาเปรียบเทียบความทนทานแบบฝังดินของไม้สักจากสวนป่าต่อการเข้าทำลายของปลวก. *ใน*รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 134-140 น.

ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ และคณะ. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. สุขุมวิทมีเดีย มาร์เก็ตติ้งจำกัด. กรุงเทพฯ. 111น.

Anon. 2013. *Azadirachta indica* Juss. http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/new_grasses/azaind.htm. . Access 21 November 2013.

Anon. 2013. Chemistry of neem. http://www.neemfoundation.org/neem-articles/about-neem-tree/chemistry-of-neem.html. Access 21 November 2013.

Adebowale, K.O. and Adedire, C.O. 2006. Chemical composition and insecticidal properties of the underutilized *Jatropha curcas* seed oil. African Journal of Biotechnology. Vol. 5(10), pp. 901-906. Access 21 November 2013.

Asamoah, A and *et al.* 2011. Efficacy of extractives from parts of Ghanian pawpaw, avocado and neem on the durability of alstonia. African Journal of Environmental Science and Technology. Vol. 5(2), pp. 131-135.

Eaton, R.A. and M.D.C. Hale. 1993. Wood: decay, pests and protection. Chapman&Hall. London. 546 p.

Nicolas, D.D. and J.F. Siua. 1973. Factors Influencing the Treatability of Wood. pp. 299-343. *In* Nicolas, D.D.(ed.). Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments. Vol I. Syracuse University Press, Syracuse, New York.

ประสิทธิภาพของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ และแนวทางเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

The Efficacy on wood of *Azadirachta indica* var. siamensis to the attack of subterranean termites and value added

ขวัญชัย เจริญกรุง (Khwanchai Charoenkrung)[1]
วรรษชล เพ็งแย้ม (Wassachon Pengyam)[2]
ธิดาวรรณ ชมเดช (Tidawan chomdech)[2]
นฤชา จากปล้อง (Naroecha Jakpong)[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้สะเดา (*Azadirachta indica* var. siamensis) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ดำเนินการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม กับปลวกใต้ดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทยชนิด *Coptotermes gestroi* Wasmann โดยใช้วิธีการทดสอบแบบบังคับ (no choice test) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในห้องปฏิบัติการ และในภาคสนามใช้วิธีการทดสอบแบบเลือกอิสระ (choice test) เป็นระยะเวลา 6 เดือน ในการทดสอบใช้ตัวอย่างไม้สะเดาจากสวนป่าเทอดดำริ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี จำนวน 3 ต้น รวม 11 ตัวอย่าง ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และในภาคสนามใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดสอบ พบว่า ทุกตัวอย่างของไม้สะเดาในการทดสอบทั้ง ในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม มีระดับความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (acceptable) มีความเสียหายน้อย สามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ เหมาะเป็นไม้ที่ควรส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจต่อไป

คำหลัก: //ไม้สะเดา//การป้องกันกำจัด//ปลวกใต้ดิน

---

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

[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

The durable efficacy of Neem woods (*Azadirachta indica* var. siamensis) from Therddamri plantation Lopburi Province to the attack of subterranean termites. The experiments were conducted by using most economically subterranean termite, *Coptotermes gestroi* Wassmann. One experiment was conducted in laboratory for 8 weeks using "no choice test" with CRD method. Another experiments was conducted in the field for 6 months using "choice test" with RCBD method. Both experiments were performed in 4 replications. Result revealed that all of the samples of Neem wood were resistant to termite attack. It should to promote for economically usage.

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

คำนำ

กรมป่าไม้ ได้มีแนวคิดในการจัดทำโครงการวิจัยเชิงบูรณาการในการใช้ประโยชน์ไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ไม้จากสวนป่าเศรษฐกิจชนิดโตช้า เช่น ไม้สัก และไม้ประดู่ ไม้เศรษฐกิจโตปกติ เช่น ไม้สะเดาเทียม และไม้สะเดาป่า ไม้สะเดาบ้าน ไม้เศรษฐกิจโตเร็ว เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ในตระกูลกระถิน (Acacia) เป็นต้น ไม้สะเดา เป็นไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย การศึกษาประสิทธิภาพของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินและแนวทางการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

ไม้สะเดามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Azadirachta indica* A Juss. var. siamensis Valeton อยู่ในวงศ์ Meliaceae และมีชื่อสามัญที่เรียกทั่วไปหรือชื่อท้องถิ่นว่า Neem, Nim, Margosa, Yepa, Tamaka สำหรับชื่อท้องถิ่นในเมืองไทยเรียกแตกต่างกันไป ภาคกลางเรียก สะเดา ภาคใต้เรียก เดา กระเดา และภาคเหนือเรียก สะเลียม ไม้สะเดาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและสามารถขึ้นได้ในสภาพดินเกือบทุกชนิด ลำต้นและกิ่งของสะเดาใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งให้ค่าความร้อน 4,244 – 5,043 แคลอรี่/กิโลกรัม (บุญฤทธิ์, 2544) ไม้สะเดามีเนื้อไม้ที่สวยงาม แข็งแรง เสี้ยนตรงเนื้อละเอียด ใสกบตกแต่งได้ง่าย ใช้ทำคาน กลอน ตง เสา ฝา เคร่า พื้น วงกบประตู หน้าต่าง และเครื่องเรือนต่างๆ เช่น โต๊ะ เก้าอี้ เตียง ของเล่น อุปกรณ์การเกษตรและภาชนะใส่ของ เป็นต้น การสกัดสารสะเดาจากใบและเมล็ด จะได้สาร Azadirachtin สามารถนำไปใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (ขวัญชัย, 2541) ซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตของเกษตร และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีอีกด้วย

การนำไม้จากสวนป่าเหล่านี้ออกไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการแปรรูปไม้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมทั้งการนำไปพัฒนาใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ในรูปแบบต่างๆ กัน มักจะประสบกับปัญหาในด้านแมลงศัตรูทำลายไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลวกใต้ดิน ซึ่งเป็นศัตรูทำลายไม้ที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจ ในประเทศไทยพบว่ามีปลวกอยู่สิบกว่าชนิด ที่พบเข้าทำความเสียหายให้แก่ไม้ใช้ประโยชน์ในอาคารบ้านเรือนทั้งในเขตเมืองและชนบท โดยกว่าร้อยละ 90 ของความเสียหายในอาคารที่อยู่ในเขตเมือง เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ซึ่งการทำลายที่เกิดขึ้นจากปลวกนี้ ส่งผลทำให้ไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์มีอายุการใช้งานที่สั้น ไม่คงทน และไม่เป็นที่นิยมของผู้ใช้ไม้ผู้ผลิตหรือผู้ลงทุนในอุตสาหกรรมไม้ชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าไม้หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากไม้ หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบนั้น มักจะถูกปลวกเข้าทำลาย และก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอยู่เสมอๆ (Harris, 1964; Hickin, 1971) ดังนั้นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นมาจากไม้เหล่านี้ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาและทดสอบในด้านความทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกเสียก่อน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นในด้านความทนทานต่อศัตรูทำลายไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลวกใต้ดิน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณานำไปสู่การพัฒนาหรือปรับปรุงแนวทางในการยืดอายุไม้ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์จากไม้เหล่านี้ให้มีคุณภาพดี แข็งแรงและทนทานต่อปลวกมากยิ่งขึ้น เพื่อการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

วิธีการศึกษา

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้สะเดา (*Azadirachta indica* var. siamensis) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ดำเนินการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม โดยในห้องปฏิบัติการใช้วิธีการทดสอบแบบ Modified Wood Block Test ซึ่งเป็นการทดสอบในรูปวิธีการบังคับ (no choice test) โดยใช้ปลวกชนิด *Coptotermes gestroi* Wasmann ซึ่งเป็นปลวกที่ใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ส่วนในการทดสอบในภาคสนาม ใช้วิธีการทดสอบแบบเลือกอิสระ (choice test) (JWPAS, 1981) โดยได้ดำเนินการทดสอบความทนทานของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ จากพื้นที่สวนป่าเทอดดำริ ตำบลศิลาทิพย์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี มีรายละเอียดในแต่ละชุดดังต่อไปนี้

1. ไม้ทดลองต้นที่ 1 ตัวอย่างที่ 1
2. ไม้ทดลองต้นที่ 1 ตัวอย่างที่ 2
3. ไม้ทดลองต้นที่ 1 ตัวอย่างที่ 3
4. ไม้ทดลองต้นที่ 1 ตัวอย่างที่ 4
5. ไม้ทดลองต้นที่ 2 ตัวอย่างที่ 1
6. ไม้ทดลองต้นที่ 2 ตัวอย่างที่ 2

7. ไม้ทดลองต้นที่ 2 ตัวอย่างที่ 3
8. ไม้ทดลองต้นที่ 2 ตัวอย่างที่ 4
9. ไม้ทดลองต้นที่ 2 ตัวอย่างที่ 5
10. ไม้ทดลองต้นที่ 3 ตัวอย่างที่ 1
11. ไม้ทดลองต้นที่ 3 ตัวอย่างที่ 2

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้ในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดปริมณฑล เก็บตัวอย่างปลวกเพื่อนำไปจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้ในการดักจับปลวก และนำปลวกไปเพาะเลี้ยงสำหรับใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

เพาะเลี้ยงปลวกชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ได้แก่ปลวก *C.gestroi* Wasmann ซึ่งเป็นปลวกที่อยู่ในวงศ์ Rhinotermitidae สำหรับใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยจัดเตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด 45 x 150 x 60 ซม. สำหรับเป็นที่อยู่ของปลวก รองพื้นบ่อซีเมนต์ด้วยดินหรือทรายเพื่อให้เป็นที่เก็บความชื้น เพื่อให้สภาพแวดล้อมภายในบ่อซีเมนต์ใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติของปลวก หล่อน้ำไว้รอบๆ บ่อซีเมนต์เพื่อป้องกันไม่ให้ปลวกหนีจากแหล่งเพาะเลี้ยง และปูรองด้วยชิ้นไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารของปลวก

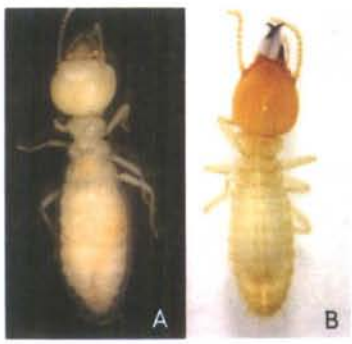


Figure 1. *C. gestroi* Wasmann (A) Worker (B) Soldier

วิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ใช้วิธีการทดสอบแบบบังคับ (no choice test) โดยนำชิ้นตัวอย่างไม้สะเดา (*A. indica* var. siamensis) ขนาด 2.5 x 2.5 x 1 ซม. และทรีทเมนต์ควบคุม (control) ซึ่งใช้ไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ขนาดเดียวกัน ทดสอบในกล่องพลาสติกขนาด 8 x 11x 5 ซม. ซึ่งได้ใส่ทรายที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อและให้ความชื้นแล้ว โดยใช้ปลวกทดลองประมาณ 400 ตัว ในแต่ละทรีทเมนต์ ทำการทดสอบทั้งหมดจำนวน 4 ซ้ำ (replication) ใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้นประมาณ 8 สัปดาห์

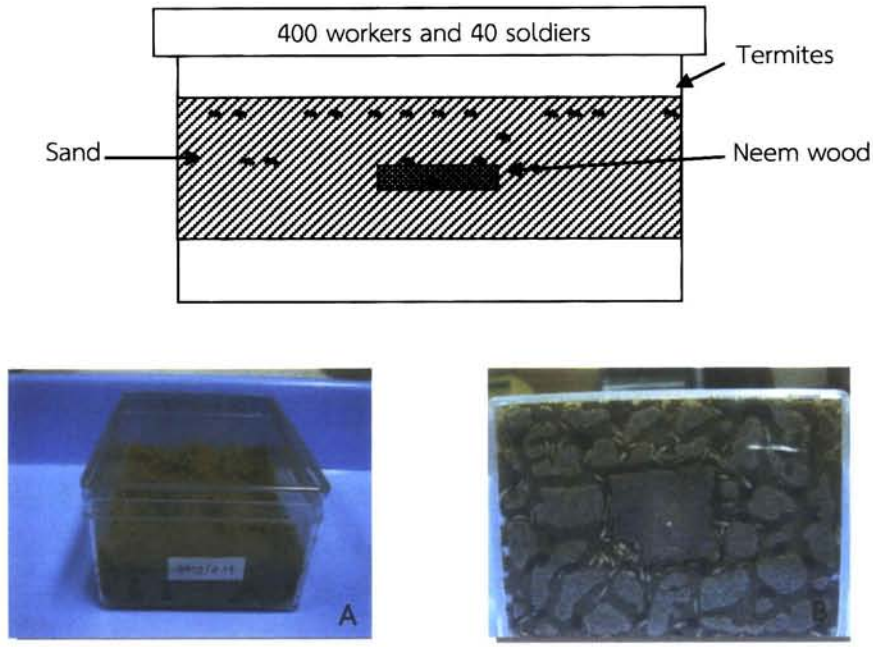


Figure 2. Laboratory test. (A) In plastic block (B) Termites attack wood

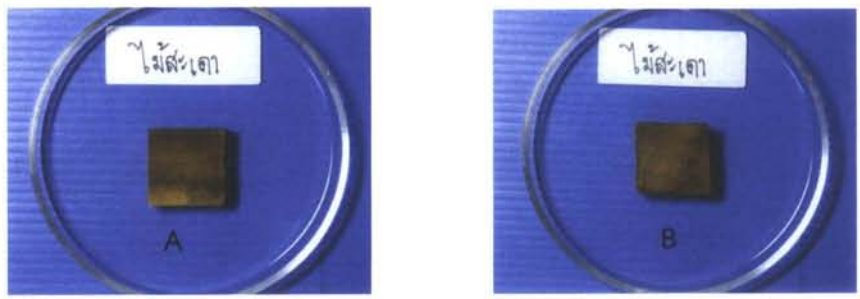


Figure 3. Size of Neem wood were 2.5 x 2.5 x 1 cm. (A–C) Wood from Lopburi site

การวางแผนการทดลอง

ในห้องปฏิบัติการใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) เปรียบเทียบความทนทานของไม้สะเดาตัวอย่างต่างๆ และมีทรีทเมนต์ควบคุมเปรียบเทียบจำนวน 1 ทรีทเมนต์ ตามแบบหุ่นสถิติดังนี้

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_j$; เมื่อ $i = 1,2,...,t$

$j = 1,2,...r$

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

τ_i = อิทธิพลของทรีทเมนต์

ε_j = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

การบันทึกและประเมินผลการทดสอบ

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

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

Weight loss (%) = ค่าน้ำหนักที่สูญหาย

W_1 = น้ำหนักไม้ก่อนการทดสอบ

W_2 = น้ำหนักไม้หลังการทดสอบ

ระดับเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวก ดังนี้

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

แนวทางการพิจารณา

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

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบความทนทานของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ ข้อมูลที่ได้ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของไม้ทดสอบ นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ถ้าค่าเฉลี่ยนั้น มีนัยสำคัญทางสถิติ ตามวิธีการ Duncan's multiple range tests (อนันต์ชัย, 2539)

การทดสอบในภาคสนาม

การเตรียมแปลงทดสอบ

ออกศึกษาสำรวจพื้นที่ที่จะใช้ในการวางแปลงทดสอบความทนทานของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ โดยใช้พื้นที่บริเวณศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดราชบุรี หลังจากได้พื้นที่แล้วทำความสะอาดและปรับพื้นที่ รวมทั้งสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้ที่พบในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบ

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

การทดสอบแบบไม่สัมผัสดิน

นำบ่อซีเมนต์ทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. สูง 60 ซม. หัวท้ายเปิด จำนวนเท่ากับจำนวนซ้ำที่จะทดสอบ วางในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ โดยมีระยะห่างแต่ละจุดเท่ากับ 1 เมตร ปูรองพื้นด้วยทรายหยาบ นำชิ้นตัวอย่างไม้สะเดาซึ่งมีขนาด 5 x 10 x 2.5 ซม. และไม้ยางพารา(ทรีทเมนต์ควบคุม) จำนวนทั้งหมด 4 ซ้ำ วางบนอิฐบล็อกเพื่อให้อยู่ในระดับเหนือดิน

การทดสอบแบบสัมผัสดิน

ทำการทดสอบในพื้นที่โล่งโดยใช้ไม้สะเดาขนาด 5 x 5 x 30 ซม. และไม้ยางพารา(ทรีทเมนต์ควบคุม) จำนวนทั้งหมด 4 ซ้ำ ปักลงพื้นดินให้ลึก 10 ซม. ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 30 x 30 ซม.

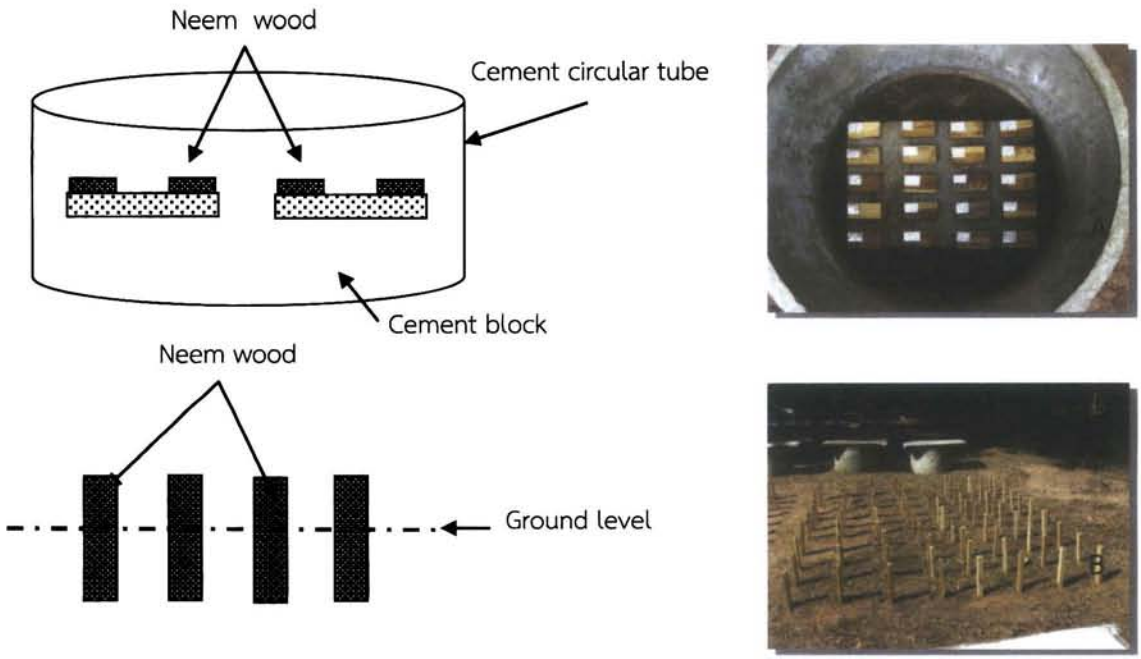


Figure 4. Field test (A) Above ground (B) On ground

การวางแผนการทดลอง

ในการทดสอบในภาคสนามนี้ ได้กำหนดวิธีการทดลองในลักษณะชิ้นงานทดสอบทั้งในลักษณะไม่สัมผัสดินและสัมผัสดิน โดยวิธีเลือกอิสระ (choice test) ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) เปรียบเทียบความทนทานของตัวอย่างไม้สะเดาจากต้นต่างๆ ต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ และมีทรีทเมนต์ควบคุมเปรียบเทียบจำนวน 1 ทรีทเมนต์ในแต่ละซ้ำ ตามแบบหุ่นสถิติดังนี้

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

$j = 1,2,...t$

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม

ρ_i = อิทธิพลของบล็อค

τ_j = อิทธิพลทรีทเมนต์

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลองวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินผลการทดลอง

การทดสอบในภาคสนาม ใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งสิ้นไม่ต่ำกว่า 6 เดือน บันทึกและประเมินผลการทดสอบ โดยการประเมินความเสียหายของไม้สะเดาด้วยสายตา (visual rating) และบันทึกอัตราการเข้าทำลายเป็นเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลาย (ยุพาพร และ จารุณี, 2540) เช่นเดียวกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

แนวทางการพิจารณา

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

การวิเคราะห์ข้อมูล

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

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ดำเนินการทดสอบความทนทานของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม โดยมีผลการทดสอบดังนี้

การทดสอบความทนทานของไม้สะเดา จากสวนป่าเทอดดำริ ตำบลศิลาทิพย์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม ตามตารางที่ 1-2

Table 1. Average percentage of damage on 11 samples of *A. indica* var. siamensis from Lopburi province in laboratory.

Samples of *A. Indica* var. siamensis	Average percentage of damage	Score level
Sample from Lopburi		
1. No. 1 Sample 1	4.63[a]	1
2. No. 1 Sample 2	4.14[a]	1
3. No. 1 Sample 3	4.76[a]	1
4. No. 1 Sample 4	4.20[a]	1
5. No. 2 Sample 1	2.90[a]	1
6. No. 2 Sample 2	2.62[a]	1
7. No. 2 Sample 3	4.28[a]	1
8. No. 2 Sample 4	2.37[a]	1
9. No. 2 Sample 5	3.34[a]	1
10. No. 3 Sample 1	0.45[a]	1
11. No. 3 Sample 2	4.00a[a]	1
Control	45.71[b]	4

Table 2. Average percentage of damage on 11 samples of *A. indica* var. siamensis from Lopburi province in field trial

Samples of *A. Indica* var. siamensis	On ground		Above ground	
	Average percentage of damage	Score level	Average percentage of damage	Score level
Sample from Lopburi				
1. No. 1 Sample 1	0.00[a]	0	0.00[a]	0
2. No. 1 Sample 2	0.00[a]	0	0.00[a]	0
3. No. 1 Sample 3	0.00[a]	0	2.50[a]	1
4. No. 1 Sample 4	0.00[a]	0	0.00[a]	0
5. No. 2 Sample 1	8.75[b]	1	0.00[a]	0
6. No. 2 Sample 2	5.00[ab]	1	2.50[a]	1
7. No. 2 Sample 3	2.50[a]	1	6.25[a]	1
8. No. 2 Sample 4	0.00[a]	0	0.00[a]	0
9. No. 2 Sample 5	0.00[a]	0	0.00[a]	0
10. No. 3 Sample 1	0.00[a]	0	0.00[a]	0
11. No. 3 Sample 2	1.25[a]	1	5.00[a]	1
Control	100.00[c]	4	100.00[b]	4

ไม้สะเดาจากสวนป่าเทอดดำริ ตำบลศิลาทิพย์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบของ Japan Wood Preservative Associations (JWPAS) ไม้ทดสอบที่ทำการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนามต้องสามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ โดยมีค่าระดับความเสียหายไม่เกิน 2 (ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์) และไม้ที่เป็นทรีทเมนต์ควบคุมต้องมีความเสียหายมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในภาคสนาม เพราะฉะนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ในการทดสอบความทนทานของไม้สะเดาจากสวนป่าเทอดดำริ ต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ จากต้นสะเดาจำนวน 3 ต้น 11 ตัวอย่าง ได้แก่สะเดาต้นที่ 1 จำนวน 4 ตัวอย่าง, ต้นที่ 2 จำนวน 5 ตัวอย่าง และต้นที่ 3 จำนวน 2 ตัวอย่าง ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และภาคสนาม ณ ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดราชบุรี ทั้งการทดสอบลักษณะแบบไม่สัมผัสดินและแบบสัมผัสดิน พบความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกในไม้ทดสอบโดยรวมอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ แสดงให้เห็นว่า ไม้สะเดาจากแหล่งนี้ทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษาสามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้

สำหรับไม้ที่ไม่สามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกรวมทั้งแมลงศัตรูทำลายไม้อื่นๆ ควรจะมีแนวทางการปฏิบัติเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ดังนี้

การพัฒนาอายุความทนทานของไม้ จะช่วยให้การป้องกันรักษาเนื้อไม้ก่อนการนำไปใช้ประโยชน์มีประสิทธิภาพสูง ปัจจัยที่สำคัญมีดังนี้

1. ความทนทานตามธรรมชาติ (natural durability) หรือความทนทานโดยเนื้อแท้ของไม้ ซึ่งมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูทำลายไม้ต่างๆ โดยไม่มีการใช้สารเคมีหรือกรรมวิธีการอื่นใดมาช่วยให้ไม้นั้นมีความทนทานเปลี่ยนไป

2. ลักษณะการใช้ไม้ (exposure) คือความเสี่ยงของไม้ที่จะถูกศัตรูทำลายไม้เข้าทำลาย เช่น การใช้ไม้ในลักษณะที่สัมผัสดินและอยู่กลางแจ้ง ย่อมมีความเสี่ยงต่อการที่ปลวกและเชื้อราทำลายไม้เข้าทำลายมากกว่าการใช้ไม้ในลักษณะที่อยู่ในร่มและไม่สัมผัสดิน

3. อายุการใช้งานที่ต้องการ ด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจ ไม้ที่จะต้องใช้งานในลักษณะที่ต้องการอายุการใช้งานยาวนาน หรือเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างที่ซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงได้ยาก ควรจะต้องผ่านขบวนการอาบน้ำยาที่มีประสิทธิภาพการป้องกันสูง

การอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (Wood Preservation) เป็นการนำเอาวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์ไม้ในกิจการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน สาธารณูปโภคและอื่นๆ เพื่อให้การใช้ไม้เหล่านั้นมีความคงทนถาวร และใช้การไปได้นานยิ่งขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติของไม้

การป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้มีความทนทานดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติให้สามารถใช้งานได้นานกว่าปกติ อาจทำได้หลายกรรมวิธี ความแตกต่างของกรรมวิธีที่นำมาใช้ทำให้มีปริมาณของตัวยาอยู่ในเนื้อไม้ต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ไม้ที่ได้ผ่านกรรมวิธีการอาบน้ำยาแล้วนั้นทนทานต่อการเข้าทำลายของศัตรูทำลายไม้ต่างกันไปด้วย วิธีการมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ การอาบน้ำยาอย่างง่ายหรือการอาบน้ำยาไม้แบบไม่ใช้กำลังอัด (non-pressure processes) และการอาบน้ำยาไม้ด้วยกำลังอัด (pressure processes)

การอาบน้ำยาไม้อย่างง่ายมีวิธีการดำเนินการอยู่หลายวิธี ที่รู้จักและใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ การใช้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ทาหรือพ่นลงบนผิวไม้ การไม้จุ่มหรือแช่ไม้ในน้ำยา การต้มไม้ในน้ำยาร้อนแล้วนำมาแช่ในน้ำเย็น การอาบน้ำยาต้นไม้ที่ยังยืนต้นและมีชีวิตอยู่ การใช้น้ำยาเทลงไปในรูที่เจาะไว้ในไม้ เป็นต้น

การอาบน้ำยาไม้ด้วยกำลังอัด หรือตามที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “การอัดน้ำยาไม้” โดยใช้เครื่องจักร ซึ่งปัจจุบันนิยมทำการอาบน้ำยาไมด้วยกำลังอัดกันมากที่สุด เพราะได้ผลดีกว่ากรรมวิธีอื่นมาก โดยสามารถอัดน้ำยาเข้าไปในไม้ได้ลึกและสม่ำเสมอดีกว่า ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถควบคุมปริมาณของยาที่จะให้เข้าไปในไม้ได้ตามต้องการอีกด้วย สามารถทำการอาบน้ำยาไม้ได้ครั้งละมากๆ ภายในเวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมง และอาบได้ดีทั้งไม้สดและไม้แห้ง

สรุปผล

ผลการทดสอบการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้สะเดา (*Azadirachta indica* var. siamensis) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ได้ผลการทดสอบดังนี้

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้สะเดา (*Azadirachta indica* var. siamensis) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ดำเนินการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนามกับปลวกใต้ดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทยชนิด *Coptotermes gestroi* Wasmann โดยใช้วิธีการทดสอบแบบบังคับ (no choice test) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในห้องปฏิบัติการ และในภาคสนามใช้วิธีการทดสอบแบบเลือกอิสระ (choice test) เป็นระยะเวลา 6 เดือน ในการทดสอบใช้ตัวอย่างไม้สะเดาจากสวนป่าเทอดดำริ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี จำนวน 3 ต้น รวม 11 ตัวอย่าง ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และในภาคสนามใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดสอบ พบว่า ทุกตัวอย่างของไม้สะเดาในการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม มีระดับความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวกอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (acceptable) มีความเสียหายน้อย สามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวกได้ เหมาะเป็นไม้ที่ควรส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้สะเดา (*Azadirachta indica* var. siamensis) ต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน สำเร็จลุล่วงลงได้ ต้องขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

จารุณี วงศ์ข้าหลวง. การป้องกันรักษาเนื้อไม้ ข้อมูลและแนวทางการปฏิบัติเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 35 หน้า.

ยุพาพร สรนุวัตร และ จารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2540. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบทางชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงและสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ในการป้องกันปลวกใต้ดิน *Coptotermes gestroi* Wasmann. เอกสารเผยแพร่กรมป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร. 14 หน้า.

สุชาติ ไทยเพ็ชร และคณะ. 2551. ไม้สักสวนป่า ไม้เศรษฐกิจที่สำคัญ. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร. 56 หน้า.

อนันต์ชัย เชื่อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 350 หน้า.

JWPAS, 1981. 14-Qualititive standards for termiticide, preservative termiticides and soil-posonning termiticide Japan Wood Preservative Association. 4-2-5, Toranomon Minato-ku (Tokyo) 105 p.

ตารางอบไม้สะเดา

KILN-DRYING SCHEDULE FOR *Azadirachta indica* A. Juss.

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[1] (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)
ปิยะวดี บัวจงกล[1] (PIYAWADE BAUCHONGKOL)
วีรญา ธรรมขันธ์[2] (WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

สะเดาเป็นไม้โตเร็วที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกโดยกรมป่าไม้ ไม้ที่ใช้ทดลองได้จากสวนป่าท้องที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ทำการตัดโค่นเมื่อปี พ.ศ. 2554 และแปรรูปเป็นไม้แผ่นขนาดความกว้าง 100 มิลลิเมตร ความยาว 200 มิลลิเมตร และความหนา 20 มิลลิเมตร เลือกแผ่นไม้ที่ปราศจากตำหนิ นำมาชั่งน้ำหนัก และเข้าอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 ^{0}C สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่หน้าตัดของแผ่นไม้ พบว่าเกิดรอยแตกบริเวณผิวหน้าไม้ที่ระดับ 3 หลังจากนั้นอบจนความชื้นของแผ่นไม้ตัวอย่างเป็นศูนย์ พบการแตกแบบรังผึ้งอยู่ในระดับ 4 และการเสียรูปอย่างถาวรอยู่ในระดับ 1 โดยค่าความแตกต่างของการเสียรูปประมาณ 0-0.10 มิลลิเมตร จากนั้น นำมาอบด้วยเตาอบไม้มาตรฐานโดยใช้ตารางอบที่สร้างขึ้นทำการคำนวณเวลาที่ใช้อบไม้ ปกติความชื้นนอกอาคารเฉลี่ยในประเทศไทย อยู่ที่ 15 % ผลการคำนวณใช้เวลาในการอบประมาณ 9½ วัน

คำหลัก: ไม้สะเดา ตารางอบไม้ รอยแตกปริ การแตกแบบรังผึ้ง การเสียรูป

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

Neem (*Azadirachta indica*) is one of fast growing species that remarkable characteristic attracted by the Royal Forest Department. Experimented Neem tree was collected from private plantation at Chai Badan site, Lopburi province. Dimension of planed sawn timber was 20x100x200 millimeters. The defects-free of sawn timbers were used for the experiment. Each test pieces were weighted at green and oven dried condition at $103\pm2^{\circ}$c until reached constant weight. Test results showed that there were 3 types of defects observed, 1) surface checking, mostly fell at level 3, 2) honeycombing at level 4 and 3) deformation at level 1 which was lower than the origin dimension about 0-0.10 mm.

Drying schedule were produced and estimation for drying time was calculated for 15 percents moisture content of sawn timber would be 9 and a half days operation. This drying schedule needs to readjust before regular kiln drying.

Keywords: Neem (*Azadirachta indica*), kiln drying, check, honey combing, deformation

คำนำ

การอบไม้ เป็นกรรมวิธีปฏิบัติก่อนการใช้ประโยชน์ไม้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีไม้จำนวนมากและมีดินฟ้าอากาศแถบโซนร้อนชื้นมักเกิดปัญหาในด้านการใช้ประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้ที่สลับซับซ้อนมักเกิดตำหนิ เช่น เกิดรอยปริแตก (checks) ตาม ผิวไม้ (Terazawa, 1965) หรือการเกิดรอยแตกแบบรังผึ้ง (honey comb), ศรัณธร (2539), กล่าวว่าการเกิดรอยแตกแบบรังผึ้ง เป็นการแตกตามแนวเสี้ยนภายในเนื้อไม้ มักจะเกิดตามแนวรัศมี นอกจากนี้ยังมีตำหนิที่เกิดการหดตัวทำให้เกิดการเสียรูปอย่างถาวร (deformation) Soontonbura et al, (2001) กล่าวว่า การสร้างตารางอบไม้ มักใช้ข้อมูลประกอบด้วย ค่า checks, honeycomb และ deformation มาคำนวณเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน เพื่อสร้างเป็นตารางอบไม้ นอกจากนี้ วรกิจ และคณะ (2541) กล่าวว่า ตำหนิต่าง ๆ ในไม้แปรรูปยังมีลักษณะแตกต่างกันออกไปอีก เช่น เกิดการโค้ง โก่ง บิด ห่อ ยุบตัว และแตกไส้ เป็นต้น บุญยง (2546) ได้เคยทดลองอบไม้สะเดาเทียม พบว่า เกิดตำหนิที่เกิดจากการห่อตัวมากที่สุด ผลจากการสร้างตารางอบไม้สะเดาที่ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เมื่อนำไม้สะเดามาแปรรูปแล้วทำการอบไม้ตามตารางอบไม้ที่จัดทำขึ้นจนเหลือความชื้นระหว่าง 8-16 % เหมาะสำหรับสภาวะอากาศของประเทศไทย จะทำให้ได้ไม้ที่แห้ง และไม่เกิดตำหนิตามที่กล่าวมาข้างต้น นำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมไม้ตัวอย่าง

ไม้สะเดา อายุประมาณ 16 ปี จากท้องที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี นำมาแปรรูป และไสเรียบทั้ง 4 หน้า ขณะสด จากนั้นตัดเป็นแผ่นไม้ตัวอย่าง ขนาดความกว้าง 100 มิลลิเมตร ความยาว 200 มิลลิเมตร และความหนา 20 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น โดยแผ่นไม้ต้องปราศจากตำหนิ

2. วิธีทดสอบ

ชั่งน้ำหนักไม้ทุกแผ่นก่อนเข้าอบที่อุณหภูมิ 103±2°C วางไม้ให้ด้านกว้างตั้งขึ้น (Figure 1) จากนั้น ทุกๆ 1 ชั่วโมง นำแผ่นไม้ออกมาชั่งน้ำหนักและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผิวหน้าและลักษณะตำหนิที่เกิดขึ้น บันทึกข้อมูลการเกิดตำหนิ และคำนวณหาความชื้นในเนื้อไม้เพื่อจะได้ทราบว่า ไม้มีความชื้นเหลือเท่าไร และทราบถึงการเกิดและการเปลี่ยนแปลงของตำหนิไม้ที่เกิดมากที่สุดเมื่อเวลาใด

Figure 1 Weighting and drying specimens.

เมื่อตำหนิที่เกิดกับแผ่นไม้ที่ผิวหรือหน้าตัดไม้ปิดลง (สังเกตจากรอยแตกปริ: degree of check ลดลง) ทำการเปรียบเทียบความรุนแรงของการเกิดตาม Figure 2 ทำการชั่งน้ำหนักไม้ที่ลดลง โดยอาจชั่งน้ำหนักทุก 5 หรือ 6 ชั่วโมง หรือตามความจำเป็นและเหมาะสม จนกระทั่งความชื้นในแผ่นไม้ตัวอย่างลดลงเหลือ 1% อาจใช้เวลาประมาณ 15–60 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความแน่นของชนิดไม้ อบแผ่นไม้ต่ออีกประมาณ 15–30 ชั่วโมงเพื่อให้แน่ใจว่าแผ่นไม้ไม่มีความชื้นเหลืออยู่

แผ่นไม้ที่แห้งสนิทแล้วนำมาผ่ากึ่งกลางชิ้นไม้ตรวจสอบการเกิดตำหนิการแตกแบบรังผึ้ง (honeycombing) โดยเปรียบเทียบความรุนแรงของการเกิดตาม Figure 3 และการยุบตัว (deformation) ของแผ่นไม้ตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งตาม Figure 4 ตำหนิที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวชี้วัดเพื่อปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของตารางอบไม้ ต่อไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การนำแผ่นไม้สะเดามาอบในเตาอบและบันทึกข้อมูลน้ำหนัก ปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ การเกิดตำหนิ และรอยแตกปริมาสร้างตารางอบไม้สะเดาได้ผลการทดสอบ ดังนี้

1. ระยะเวลาอบไม้ตัวอย่างสะเดาจนความชื้นในไม้เหลือ 1% และ 0%

แผ่นไม้สะเดาตัวอย่างมีปริมาณความชื้นในเนื้อไม้เฉลี่ยอยู่ที่ 49.47% ทำการอบที่อุณหภูมิ 103±2^{o}C และชั่งน้ำหนักหาปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงจนเหลือปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ 1% จากนั้น อบต่อจนไม้ไม่มีความชื้น นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความชื้นภายในไม้ (Figure 5)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า แผ่นไม้สะเดาตัวอย่างมีปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ 1% ใช้ระยะเวลาในการอบทั้งสิ้น 39 ชั่วโมง จากนั้นอบต่ออีกเป็นเวลา 28 ชั่วโมง จนไม้ไม่มีความชื้น

2. ตำหนิที่เกิดจากการอบไม้ในระยะแรก

เมื่อนำแผ่นไม้สะเดาตัวอย่างเข้าอบ ทุก 1 ชั่วโมง นำแผ่นไม้สะเดา (Figure 6) ออกมาสังเกตดูตำหนิที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับภาพแสดงลำดับชั้นรอยแตกปริตาม Figure 3 พบว่า แผ่นไม้สะเดาเกิดตำหนิในระยะแรก อยู่ที่ระดับ 3

3. การยุบตัวหลังอบแห้งจนไม้ไม่มีความชื้น

เมื่ออบแผ่นไม้สะเดาตัวอย่างจนไม้ไม่มีความชื้น นำมาผ่ากึ่งกลางแล้ววัดระยะการยุบตัวตาม Figure 4 พบว่า แผ่นไม้สะเดาตัวอย่างมีค่าการยุบตัวเฉลี่ยประมาณ 0.10 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับตารางแสดงระดับการยุบตัว (Table 1) พบว่าไม้สะเดามีระดับการยุบตัวอยู่ที่ ระดับ 1

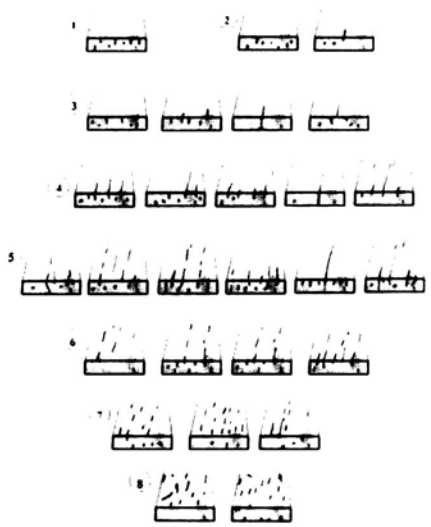


Figure 2. Degree of check.

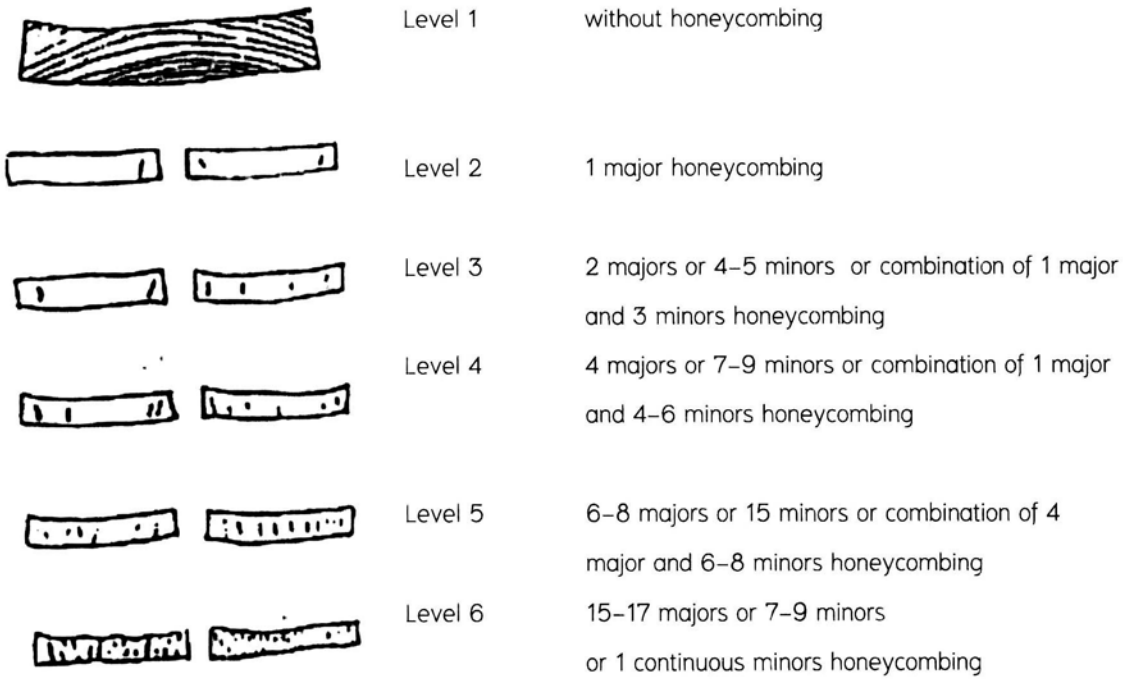


Figure 3. Degree of honeycombing.

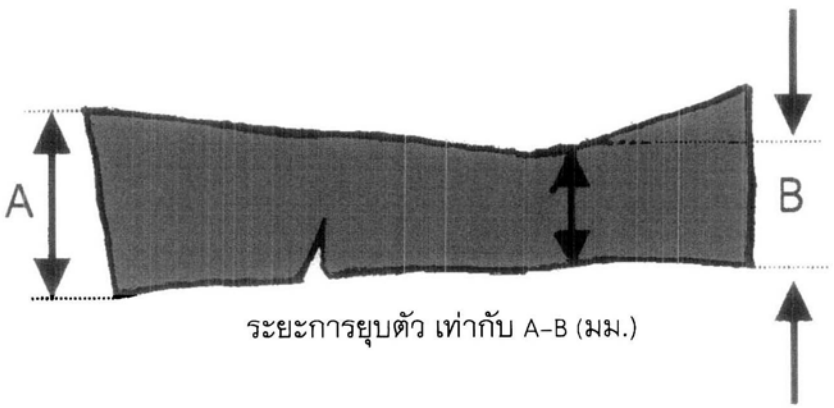


Figure 4. Measuring deformations.

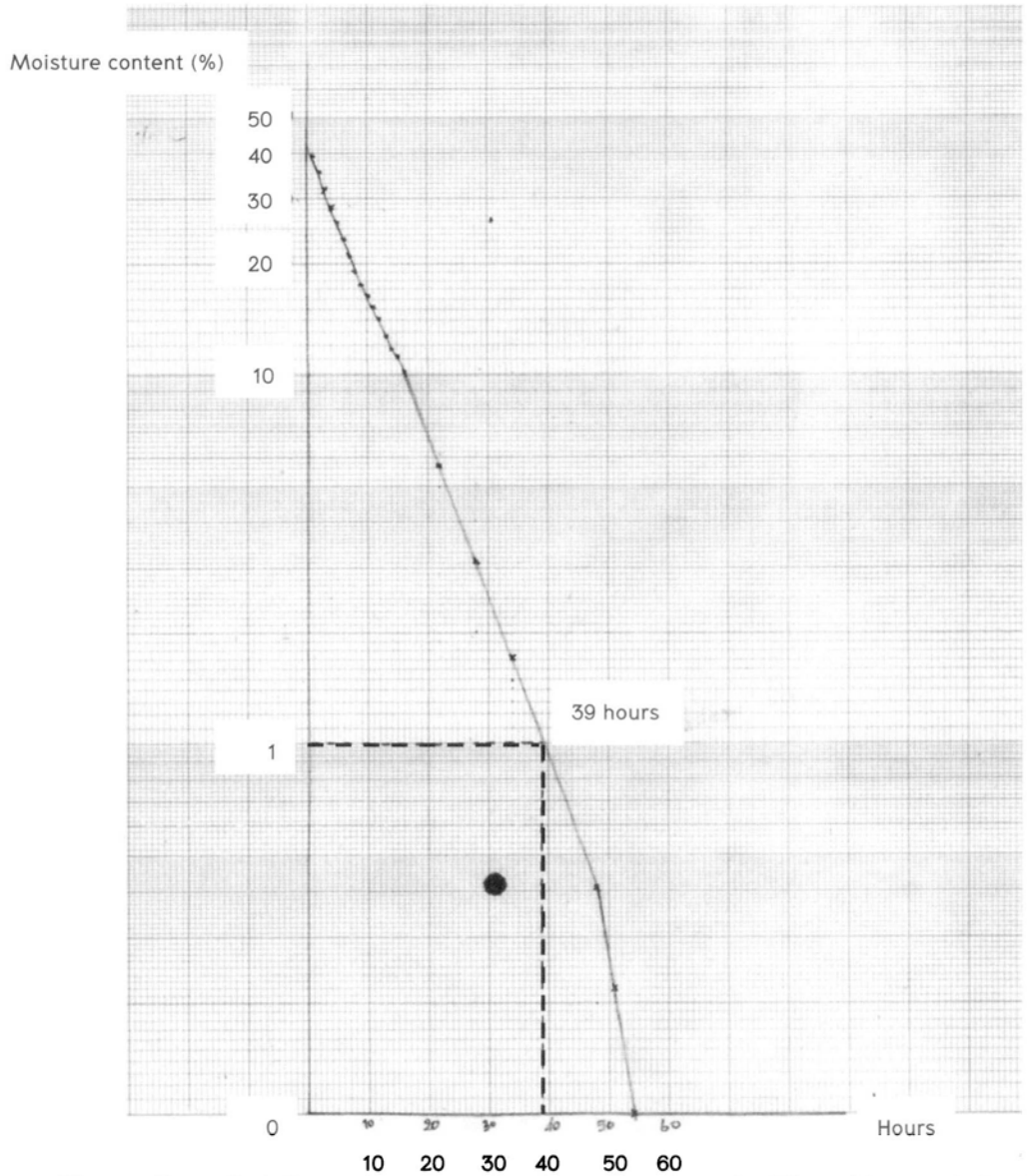


Figure 5. Relationship between moisture lost down to 1% and hours drying time.

Table 1. Degree of deformation.

Degree of deformation	Differential from A –B (mm)
No 1	0.0 – 0.3
No 2	0.3 – 0.5
No 3	0.5 – 0.8
No 4	0.8 – 1.2
No 5	1.2 – 1.8
No 6	1.8 – 2.5
No 7	2.5 – 3.5
No 8	Above 3.5

4. ตำหนิกลางแผ่นไม้แตกแบบรังผึ้ง

นำแผ่นไม้สะเดาที่ไม่มีความชื้นและผ่ากึ่งกลางแล้ว (Figure 7) มาเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดตำหนิแตกแบบรังผึ้ง (Figure 3) พบว่า แผ่นไม้สะเดาตัวอย่างมีระดับของการเกิดตำหนิแตกแบบรังผึ้งระดับ 4

Figure 6. Check on early stage.

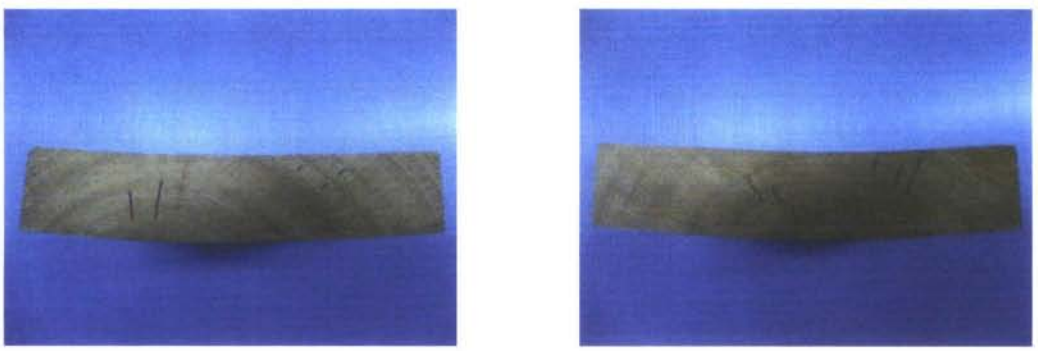


Figure 7. Measuring honeycombing.

5. การสร้างตารางอบไม้

นำผลที่ได้จากตรวจวัดในข้อ 2-4 คือ

ค่ารอยแตกปริที่เกิดช่วงแรกของการอบ	เท่ากับ 3
ค่าการยุบตัว	เท่ากับ 1
ค่าการเกิดรอยแตกแบบรังผึ้ง	เท่ากับ 4

นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานแสดงตำหนิที่เกิดจากการอบไม้ (Table 2) จะเห็นได้ว่า จากระดับตำหนิที่เกิดทั้งสามชนิดมีผลให้ค่าอุณหภูมิเริ่มแรกของการอบ (initial temperature) อุณหภูมิสุดท้ายของการอบ (final temperature) และค่าความแตกต่างของกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก

(wet bulb depression) เมื่อพิจารณาทั้งสามปัจจัยแล้วพบว่า ระดับตำหนิการแตกแบบรังผึ้งมีความรุนแรงจึงเลือกสภาวะที่จะใช้การสร้างตารางอบไม้ตามปัจจัยนี้ โดย

ค่าอุณหภูมิเริ่มแรกของการอบที่ $49^{\circ}C$

อุณหภูมิสุดท้ายของการอบที่ $73^{\circ}C$

ค่าความแตกต่างของกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกที่ $3.3^{\circ}C$

นำค่าที่ได้สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณความชื้นในการอบไม้ (Figure 8) จากกราฟดังกล่าวจะได้ค่าความแตกต่างของกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก และหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นสมดุลของไม้ (Figure 9) นำค่าที่ได้มาสร้างตารางอบไม้สะเดา ดังแสดงใน Table 3

Table 2. Degree of defects from each stand point of drying condition

Variety of defects	Drying condition	Degree of defects							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Check on early stage	Initial temp.($^{\circ}C$)	70	65	60	55	53	50	47	45
	Wet Bulb Depression ($^{\circ}C$)	6.5	5.5	4.3	3.6	3.0	2.3	2.0	1.8
	Final temp. ($^{\circ}C$)	95	90	85	83	82	81	80	79
Deformation	Initial temp. ($^{\circ}C$)	70	66	58	54	50	49	48	47
	Wet Bulb Depression ($^{\circ}C$)	6.5	6.0	4.7	4.0	3.6	3.3	2.8	2.5
	Final temp. ($^{\circ}C$)	95	88	83	80	77	75	73	70
Honeycomb	Initial temp. ($^{\circ}C$)	70	55	50	49*	48	45	-	-
	Wet Bulb Depression ($^{\circ}C$)	6.5	4.5	3.8	3.3*	3.0	2.5	-	-
	Final temp. ($^{\circ}C$)	95	83	77	73*	71	70	-	-

Remark: * Select the lowest initial temperature from each defect result.

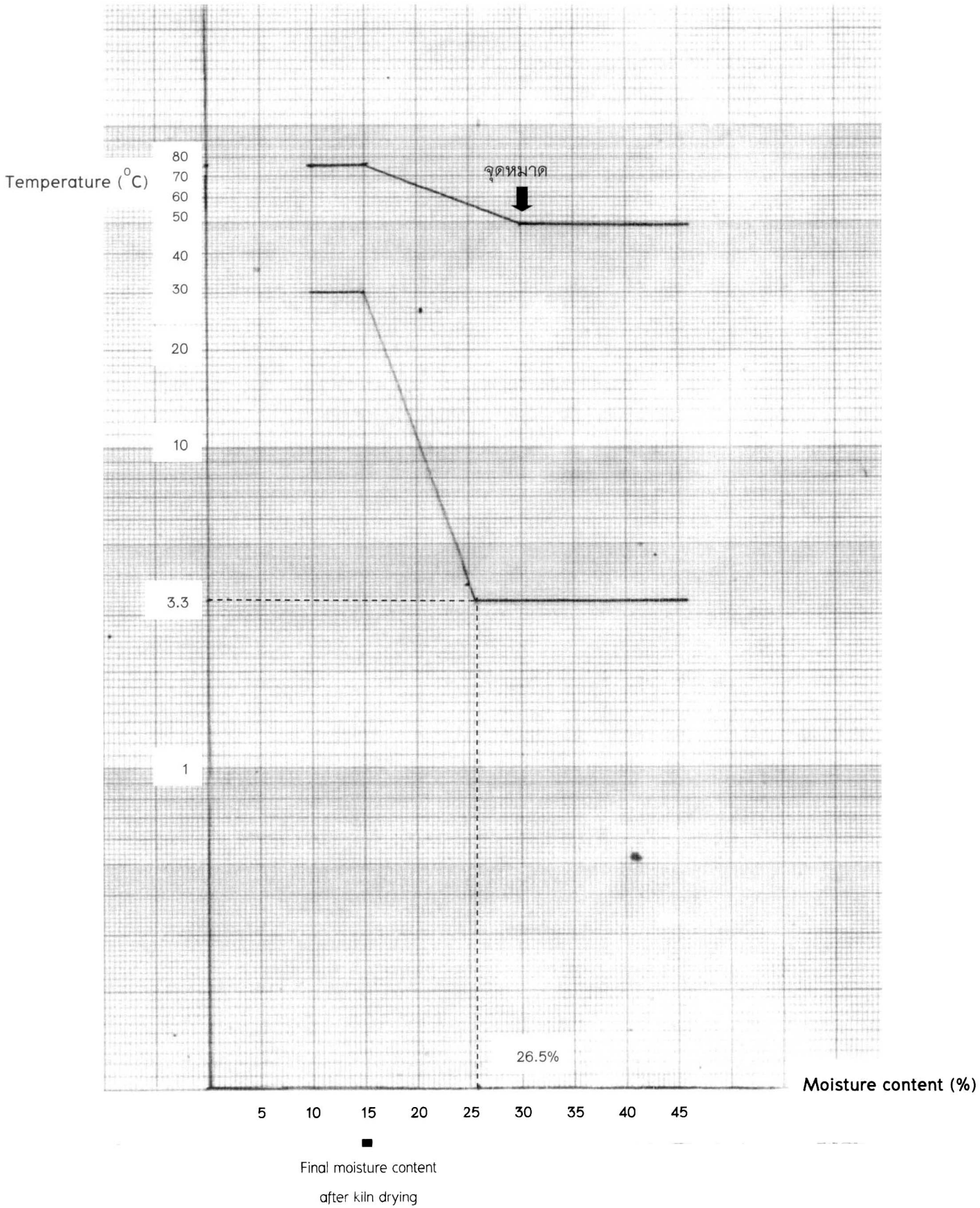
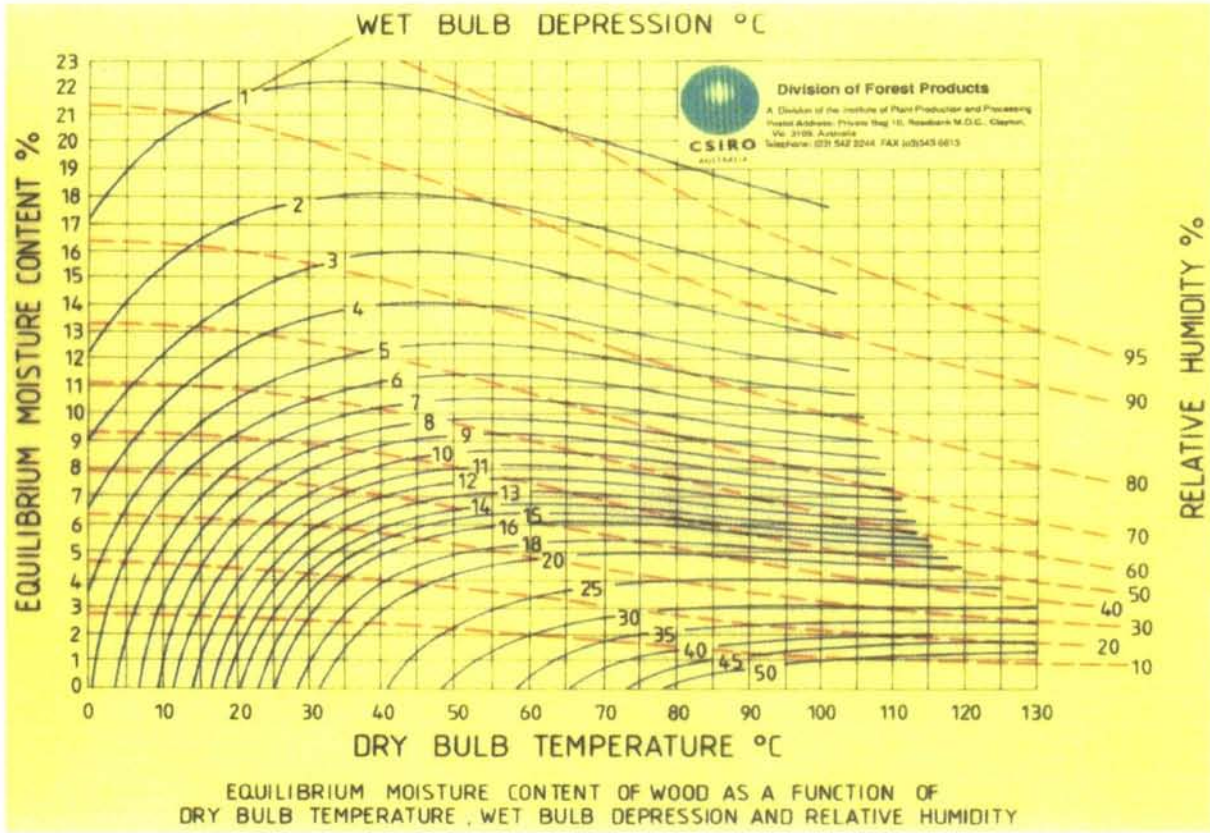


Figure 8. Relationship between temperature and moisture content on kiln drying.



Source : RFD 2554.

Figure 9. Relationship between equilibrium moisture content of wood as a function of dry bulb temperature, wet bulb depression and relative humidity.

Table 3. Kiln Drying Schedule for 2 cm. thickness of 16 years old *Azadirachta siamensis.*

Moisture content (%)	Dry bulb temperature (^{O}C)	Wet and dry bulb depression (^{O}C)	Relative humidity (%)
Fresh			
40–35	49	3.3	83.5
35–30	49	3.3	83.5
30–25	49	3.5	82.0
25–20	53	9.1	59
20–15	65	20.4	31.0
<15	75	30.0	19.5

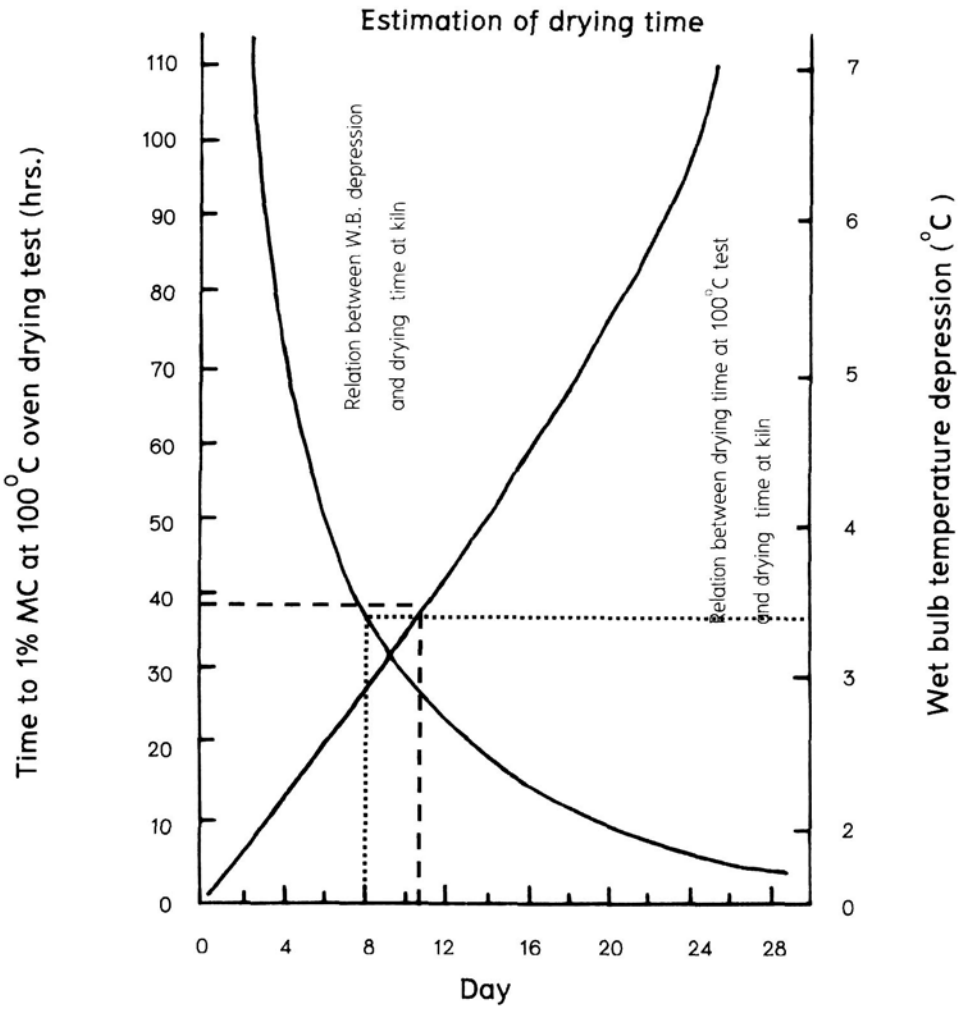
6. การคำนวณหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบไม้

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความชื้นภายในไม้ (Figure 5) การทดลองอบแผ่นไม้สะเดาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 103±2°C จากปริมาณความชื้นในเนื้อไม้เฉลี่ยอยู่ที่ 49.47% จนไม้เหลือความชื้น 1% ใช้ระยะเวลา 39 ชั่วโมง นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานแสดงการประมาณช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอบไม้ (Figure 10) พบว่า

1. จากค่าแกน y ทางด้านซ้ายมือเมื่อใช้ระยะเวลาในการอบไม้ในเตาอบจนมีความชื้นที่ 1% ใช้เวลา 39 ชั่วโมง จะได้ค่าประมาณการเวลาในการอบ 10½ วัน

2. ค่าความแตกต่างของกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งที่ได้จาก Table 2. มีค่าเท่ากับ 3.3°C เมื่อนำค่าที่ได้มาเทียบในกราฟตามแกน y ทางด้านขวามือ พบว่า จะได้ค่าประมาณการเวลาในการอบ 8 วัน

3. นำผลที่ได้จากการอ่านกราฟตามข้อ 1. และ ข้อ 2. มาหาค่าเฉลี่ย จะได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบไม้ให้มีความชื้น 15% ใช้เวลาประมาณ 9½ วัน



Source : RFD 2554.

Figure 10. Estimation of drying time at IF type dry kiln.

เนื่องจากประเทศไทยมีปริมาณความชื้นสมดุลในไม้กับบรรยากาศประมาณ 8–16% (ศรัณธร, 2539) หากต้องการอบไม้ให้มีความชื้นเฉลี่ย 15% ก็สามารถคำนวณหาระยะเวลาในการอบไม้โดยพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความชื้นภายในไม้ (Figure 5) เมื่อปริมาณความชื้นในไม้ลดลงเหลือ 15% ต้องใช้เวลาในการอบไม้ตัวอย่างประมาณ 10½ ชั่วโมง และค่าที่ได้จากกราฟแสดงการประมาณช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอบไม้ (Figure 10) ค่าความแตกต่างของกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งที่ได้จาก Table 2 มีค่าเท่ากับ 3.3^{0}C จะได้ค่าประมาณการเวลาในการอบ 8 วัน ดังนั้นเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบไม้ให้มีความชื้น 15% ใช้เวลาประมาณ 9½ วัน

สรุปได้ว่า เมื่อต้องการอบไม้สะเดาจากน้ำหนักสดแรกชั่ง ให้มีความชื้นลดลงเหลือ 15% จะต้องใช้เวลาในการอบนาน 9½ วัน

สรุปผลและวิจารณ์ผล

ผลการทดลองอบไม้สะเดาตัวอย่างจากสวนป่าท้องที่ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี โดยเลือกชิ้นไม้ปราศจากตำหนินำมาอบที่อุณหภูมิ 103±2°C สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การเกิดรอยแตกปริ (checks) ตามผิวไม้ในลักษณะต่างๆ จะเกิดรอยแตก อยู่ในระดับ 3 มากที่สุด

2. การเสียรูปอย่างถาวร (deformation) เกิดในระดับ 1 ทั้งหมด โดยมีค่าของความแตกต่างระหว่าง 0–0.1 มม. สำหรับระดับที่ 2–8 ไม่ปรากฏแต่อย่างใด

3. การเกิดรอยแตกแบบรังผึ้ง (honeycomb) เกิดในระดับ 4 ทั้งหมด สำหรับระดับ 1–2 และระดับ 5–6 ไม่ปรากฏแต่อย่างใด

4. การคำนวณหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบไม้ ผลของการตรวจวัดปรากฏว่า การอบไม้ตัวอย่างจากน้ำหนักสดเมื่อแรกชั่ง จนถึงความชื้น 1% ใช้เวลาในการอบนาน 39 ชั่วโมง

5. หากต้องการอบไม้จากความชื้นในไม้เมื่อเริ่มแรกที่ 49.47% จนถึงความชื้น 15%ตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จะใช้เวลาในการอบนาน 9½ วัน

6. จากตารางอบไม้สะเดาที่สร้างขึ้นนี้ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับไม้ขนาดเล็กเพื่อพิจารณานำไปใช้ประโยชน์กับไม้ชนิดอื่นๆ ที่ยังไม่เคยมีตารางอบได้ โดยพิจารณาคุณสมบัติไม้ที่ใกล้เคียงกันกับไม้สะเดา

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
KNOWLEDGE CENTRE (KLC)

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอบคุณ คุณวรกิจ สุนทรบุระ ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้อง และถ่ายทอดความรู้ด้านการอบไม้แก่คณะผู้วิจัย

ขอบคุณ คุณชัยยันต์ แพงวงค์ และคุณพิทักษ์ หางาม ผู้ช่วยนักวิจัยที่ช่วยในการจัดเก็บไม้สะเดาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2554. **การสร้างตารางอบไม้.** งานแปรรูปและผลิตภัณฑ์ไม้. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 28 น.

บุญยง สุรีย์พงษ์. 2555. **ตารางสำหรับอบไม้สักจากสวนป่า กรณีการศึกษาวิจัยสวนป่าไม้สักที่ปลูกโดยเกษตรกรในท้องที่ อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี.** *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. น. 141-168.

ปฤญจ์ ศรีอรัญ. 2542. **การผึ่งและอบไม้.** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 144 น.

ศรัณธร สุขวัฒน์นิจกูล. 2539. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการผึ่งไม้และอบไม้** เลขที่ ร.476. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้. 12 น.

Soontonbura, W. and Sukwatnijakul, S. 2001. **Kiln-drying schedule of 7 years old Acacia mangium.** Forest Research Office, RFD. 7 P.

Terazawa, Dr.Shin. 1965. **Methods for Easy Determination of Kiln Drying Schedule of Wood.** Wood Industry. 20 (5).

คุณสมบัติของไม้เศรษฐกิจโตเร็ว (ไม้สะเดา) หลังจากแช่น้ำส้มควันไม้และอัดแน่น

Properties of Fast growing trees (*Azadirachta indica* A. Juss) after treated with wood vinegar and densified.

นางสาวศรัณธร สุขวัฒน์นิจกูล (SARUNTORN SUKWATNIJAKUL)
นายทินกร พิริยโยธา (TINAKORN PIRIYAYOTHA)
นางสาวกัญธิชา ปัสวาส (KANTHICHA PASWAS)

บทคัดย่อ

ไม้สะเดาเป็นไม้เศรษฐกิจโตเร็ว หนึ่งชนิดพรรณไม้ที่กรมป่าไม้ ส่งเสริมเกษตรกรปลูกเพื่อเพิ่มรายได้และเพิ่มพื้นที่สีเขียวของประเทศ การนำไม้สะเดาอายุ 16 ปี มาทดลองใช้ประโยชน์โดยเพิ่มมูลค่าเนื้อไม้ให้ใกล้เคียงกับไม้สะเดาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมีอายุมากกว่าเป็นการลดเวลาการใช้ประโยชน์เนื้อไม้ การทดลองไม้ตามธรรมชาติของสะเดาอายุ 16 ปี โดยนำไปแช่ในน้ำส้มควันไม้ ผลการทดลองพบว่าไม้สะเดาอายุ 16 ปี ที่ผ่านการแช่ในน้ำส้มควันไม้ นาน 15 นาทีแล้วนำไปอัดร้อนที่อุณหภูมิ 180-200 ^{0}ซ. ด้วยความดันที่ 100-120 กก/ซม^{2} เวลาที่ใช้อัดร้อนนาน 15 นาที ให้ผลทางกลสมบัติใกล้เคียงกับไม้สะเดาที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติ คือ มีค่าความแน่น 0.78-0.88 กรัม/ลบ.ซม. ค่า MOR 135.86-151.78 MPa และค่า MOE 15061-16011 MPa เนื้อไม้หลังอัดร้อนมีสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงไม้สะเดา ที่เจริญเติบโตโดยธรรมชาติที่มีค่าความแน่น 0.86 กรัม/ลบ.ซม. ค่า MOR 147 MPa และค่า MOE 12240 MPa เป็นต้น กล่าวโดยสรุปได้ว่าการนำไม้สะเดาที่มีอายุ 16 ปี นำมาเพิ่มมูลค่าเนื้อไม้โดยการแช่ในน้ำส้มควันไม้แล้วทำการอัดร้อนและความดันที่เหมาะสม สามารถเพิ่มคุณสมบัติเนื้อไม้ด้านกลสมบัติและสกายสมบัติ ได้ชั้นหนึ่ง หากมีการพัฒนาโดยอัดผิวหน้าไม้ให้เป็นลวดลายต่างๆ ตามต้องการจะเป็นการขยายการใช้งานไม้โตเร็วได้อีกทางหนึ่ง

คำหลัก : //ไม้สะเดาและการเพิ่มมูลค่าเนื้อไม้ //กลสมบัติและสกายสมบัติไม้สะเดา

ABSTRACT

Neem is one of the fast growing trees that Royal Forest Department had promoted to the public to plant as for increased farmers' income as well as increasing green areas of the country. To put more value-added to this 16 years old Neem sawntimber, by dip in wood vinegar and high temperature pressing. Finding that after Neem sawntimber dipped in wood vinegar for 15 minutes, then pressed with 180-200 ^{0}c temperature under 100-120 kg/cm^{2} pressure for another 15 minutes long, mechanical properties of sawntimbers slightly equal to old Neem from forest. Density of tested Neem sawntimbers were 0.78-0.88 gm/cm^{3}, MOR between 135.86-151.78 MPa and MOE between 15061-16011 MPa which surface color was shiny brown than non treated sawntimber. Compare to old Neem from forest which its density was 0.86 gm/cm^{3}, MOR 147 MPa and MOE 12240 MPa. Therefore, this treated Neem sawntimbers improve its mechanical and physical properties. To further study, improving figure surface of sawntimber may bring to consideration as well as proper equipments and machines to suit the purposes.

Key word : //Neem sawntimber and its value-added// Physical and Mechanical properties

คำนำ

ไม้สะเดามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Azadirachta indica A Juss. Var. Siamensis Valeton อยู่ในวงศ์ Meliaceae และมีชื่อสามัญหรือท้องถิ่นว่า สะเดา ภาคใต้ เรียก เดา กระเดา และภาคเหนือเรียก สะเลียม (บุญฤทธิ์, 2544) สะเดาเป็นไม้เอนกประสงค์มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ ทั้งยังมีสรรพคุณทางยาโดยใช้เป็นยาระบาย แก้โรคพิษในโลหิต บำรุงธาตุ (ชิงชัย, 2536)

การใช้ประโยชน์เนื้อไม้เหมาะกับการทำเครื่องเรือน เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ของเล่น เครื่องมือการเกษตร และภาชนะใส่ของ เป็นต้น (ขวัญชัย, 2540) เพราะเนื้อไม้สะเดาสวยงาม แข็งแรง นอกจากนี้ยังมีเสี้ยนตรง เนื้อละเอียดไสกบตกแต่งได้ง่าย

น้ำส้มควันไม้ ได้จากการเผาถ่านและควันกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลแกมแดง มีกลิ่นไหม้ ทิ้งไว้จนตกตะกอนและแยกตัวออกจากกันโดยธรรมชาติ น้ำส้มควันไม้มีประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง ความสามารถในการยืดอายุการใช้งานของเนื้อไม้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของไม้แปรรูปพร้อมใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ให้หลากหลายมากขึ้น ดังนั้น การศึกษาคุณสมบัติไม้เศรษฐกิจโตเร็วหลังจากแช่น้ำส้มควันไม้และอัดแน่น ช่วยให้ความรู้ด้านวิชาการการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาได้หลายทางเลือก

วัตถุประสงค์

ศึกษาลักษณะทางสกายสมบัติ และกลสมบัติของไม้สะเดา หลังแช่น้ำส้มควันไม้และใช้แรงอัดความร้อนเพิ่มความแน่นเพื่อเป็นวัตถุดิบงานผลิตภัณฑ์ไม้

วิธีการวิจัย

แผนการทดลอง :

1. คัดเลือกไม้ตัวอย่างสะเดาแปรรูป จากโคนสูงขึ้นมา 3 เมตร
2. สุ่มขนาดไม้แปรรูปสำหรับงานไม้ทั่วไป
3. เพิ่มคุณภาพเนื้อไม้ โดยการแช่น้ำส้มควันไม้และอัดแน่นด้วยความร้อนและแรงดัน

วิธีการศึกษา

วัตถุดิบ :

ไม้สะเดาจากแปลงปลูกไม้เศรษฐกิจโตเร็ว จังหวัดลพบุรี หมายทอนจากโคนถึงความสูงที่ 3.00 เมตร จำนวน 20 ท่อน ไม้ตัวอย่างมีอายุ 16 ปี

การเตรียมไม้ตัวอย่าง

แปรรูปไม้โดยการเลื่อยแบบตะ ไม้แปรรูปมีความหนา 25 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายแผ่นไว้โดยพ่นสี ที่หัวไม้ นำไม้แปรรูปที่คัดเลือกแล้วมาซอยเป็นไม้ตัวอย่าง ขนาด 50x25x350 มิลลิเมตร และ 100x25x350 มิลลิเมตร แล้วนำมาผึ่งกระแสอากาศ ทำการสุ่มไม้ตัวอย่างแต่ละขนาด จำนวนทั้งสิ้น 50 ชิ้น

Figure 1-3 Neem logs process and stack for test.

แผนการทดลองการเพิ่มคุณภาพเนื้อไม้

แผนการเพิ่มคุณภาพเนื้อไม้โดยการแช่น้ำส้มควันไม้และอัดด้วยความดันสูงและความร้อนโดยใช้เวลาที่ต่างกัน ดังนี้

วิธีทดลอง

1. Steam pressing ทำการนึ่งที่ความดันไอน้ำ 1 กก./ซม^2 นาน 20 นาที หลังจากนั้นอัดเย็นที่แรงดัน 100-120 กก./ซม^2 นาน 15 นาที
2. Hot pressing อัดด้วยความร้อนนาน 15 นาที ที่แรงดันอัด 100-120 กก./ซม^2 อุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส
3. Soak and hot pressing ไม้สะเดาแช่น้ำส้มควันไม้นาน 15 นาที แล้วอัดด้วยความร้อนนาน 15 นาที ที่แรงดัน 100-120 กก./ซม^2 อุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

Figure 4 Circular saw

Figure 5 Jointer planer

Figure 6 Hydraulic hot press

Figure 7 Electric oven

Figure 8 Electric balance

Figure 9 Universal test machine

Figure 10 Plastic bucket

ลักษณะทางกายภาพ

เป็นไม้เนื้อละเอียดแข็ง สีน้ำตาลอ่อนแกมนวล สามารถมองเห็นกระพี้และแก่นอย่างเด่นชัด มีตาอยู่ประปราย

Table 1 Physical properties of Neem sawntimber before and after tested

Before tested	After tested		
	Steam pressing (01)	Hot pressing (02)	Soak & hot pressing (03)
สีเนื้อไม้นวลแกมน้ำตาลอ่อนมองเห็นแก่นและกระพี้แยกจากกันชัดเจน	สีเนื้อไม้ซีดกว่าก่อนทดลอง มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ผิวหน้าที่ถูกอัดจะเรียบกว่าของเดิม	สีเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาล ผิวหน้ามันและเรียบมีน้ำหนักมากกว่าก่อนทดลอง	สีเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลเข้ม กว่า (02) ผิวหน้าเรียบวาว มีน้ำหนักมากกว่าก่อนทดลอง บางชิ้นแตกตามเสี้ยน

หมายเหตุ (01) Steam pressing นึ่งความดันไอน้ำ 1 กก./ซม^2 นาน 20 นาที อัดเย็นที่แรงดัน 100–120 กก./ซม^2 นาน 15 นาที

(02) Hot pressing อัดด้วยความร้อนนาน 15 นาที ที่แรงดัน 100–120 กก./ซม^2 อุณหภูมิ 180–200 องศาเซลเซียส

(03) Soak and hot pressing ไม้สะเดาแช่น้ำส้มควันไม้นาน 15 นาที อัดด้วยความร้อนนาน 15 นาที อุณหภูมิ 180–200 องศาเซลเซียส ที่แรงดัน 100–120 กก./ซม^2

Table 2 Means of Neem sawntimber Mechanical properties before and after tested

Mechanical Properties	Steam pressing (01)		Hot pressing (02)		Soak & hot pressing (03)		Natural timber*
	50 mm. width	100 mm. width	50 mm. width	100 mm. width	50 mm. width	100 mm. width	20 x 20 x300 mm.
Density (gm/cm^3)	0.58–0.86	0.68–0.72	0.78–0.85	0.65–0.91	0.78–0.88	0.78–0.83	0.86
MOR (Mpa)	101.35	113.57	107.69	115.67	151.73	135.86	147
MOE (Mpa)	9936.90	11584.53	11256.85	12489.38	16011.00	15061.00	12240
Hardness (kg)	4715.00	4610.50	5959.25	6470.50	4941.50	5623.00	7320

* ที่มา : ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย เลขที่ ร. 188 สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ (2548)

Table 3 Difference of finished sizes at 23 mm. stopper.

Neem size 50 x 25 x 350 mm.

Size before tested	Size after tested		
	Steam pressing (01)	Hot pressing(02)	Soak & Hot pressing (03)
W x T x L (mm.)	W x T x L (mm.)	W x T x L (mm.)	W x T x L (mm.)
50 x 25 x 350	49.69 x 24.25 x 350	50.75 x 22.81 x 350	51 x 22.75 x 350
% Spring back from 23 mm. stopper	5.4	-0.82	-1.08

Neem size 100 x 25 x 350 mm.

Size before tested	Size after tested		
	Steam pressing (01)	Hot pressing (02)	Soak & Hot pressing (03)
W x T x L (mm.)	W x T x L (mm.)	W x T x L (mm.)	W x T x L (mm.)
100 x 25 x 350	99.88 x 24.06 x 350	99.44 x 22.63x 350	100.31 x 22.50 x 350
% Spring back from 23 mm. stopper	4.6	-1.60	-2.17

สรุปผลและแนวทางพัฒนา

ลักษณะทางสกายสมบัติ

สีเนื้อไม้ตามธรรมชาตินวลแกมเหลืองถึงน้ำตาลอ่อนเมื่อผ่านการอัดร้อน ปรากฏว่าสีผิวหน้าเป็นสีน้ำตาลเข้มและมีความมันวาวกว่าลักษณะทางธรรมชาติ อีกประการหนึ่งน้ำหนักชิ้นไม้เพิ่มขึ้นเนื่องจากความแน่นเพิ่มขึ้นจากเดิม ลักษณะเช่นนี้เหมาะทำเป็นพื้นรองรับน้ำหนัก เช่น พื้นบ้าน หรือ พื้นโต๊ะ

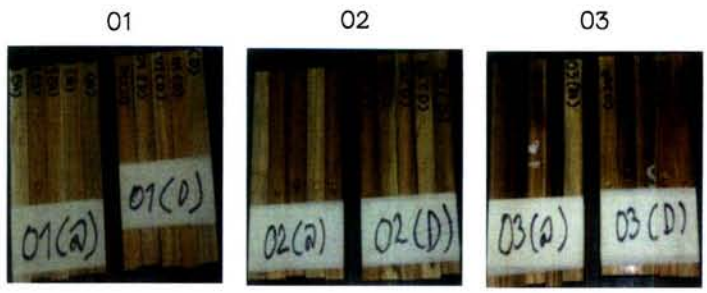


Figure 11 Neem sawntimber after tested

ลักษณะทางกลสมบัติ

ชิ้นไม้ตัวอย่างกว้าง 50 มม. และ 100 มม. ผลทางกลสมบัติ มีความแตกต่างกันไม่มากนัก ทั้งนี้เมื่อทำการอัดแน่นโดยให้ความหนาเดิมลดลงประมาณ 2 มม. ความแน่นของไม้ตัวอย่างเป็น 0.7-0.8 ก/ซม^3 การพองกลับ (spring back) ในการอัดร้อนไม่มีการพองกลับ (-0.82 ถึง -2.17%) แต่การอัดเย็นปรากฏว่ามีการพองกลับขึ้นไปประมาณ 5.4% เห็นได้ว่าในการอัดแน่นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การพองกลับของความหนาลดลงคือ ความร้อนและความชื้นภายในไม้ตัวอย่าง ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งเนื่องจากเป็นไม้ที่มีอายุเพียง 16 ปี การยุบตัวอาจเกิดขึ้นง่ายเนื่องจากความแข็งแรงของผนังเซลล์ไม่มากพอ จึงเกิดการแตกปริในไม้ตัวอย่างบางชิ้น โดยทั่วไปค่าทางกลสมบัติเกือบเท่าไม้ตามธรรมชาติ ดูกราฟ Fig.12 ถึง Fig.15 ตารางที่ 2 และตารางที่ 3

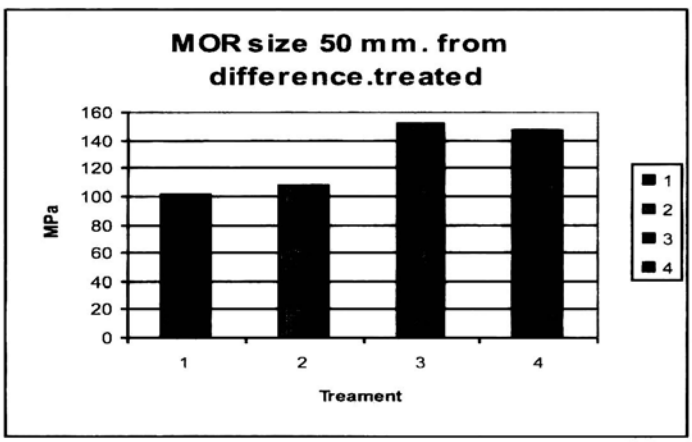


Figure 12 MOR size 50 mm. from difference treated.

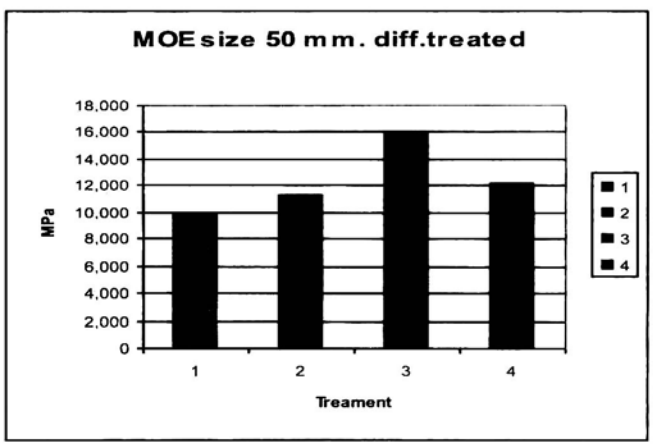


Figure 13 MOR size 50 mm. from difference treated.

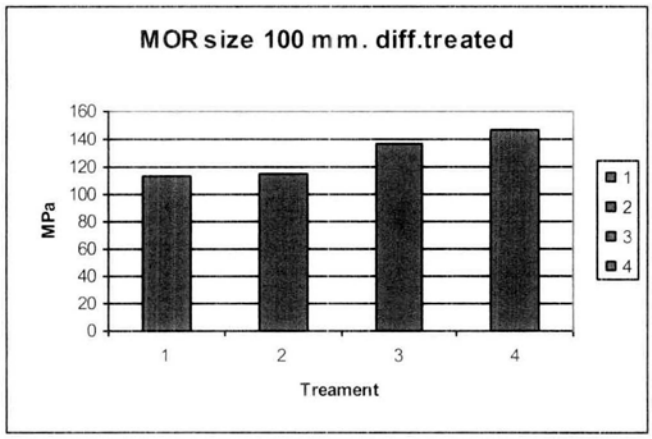


Figure 14 MOR size 100 mm. from difference treated.

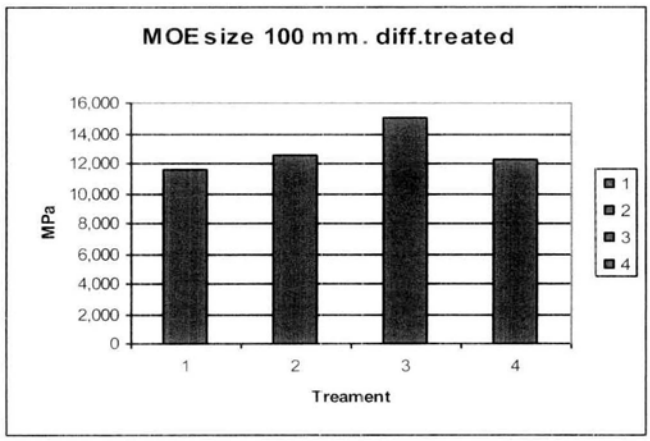


Figure 15 MOR size 100 mm. from difference treated.

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่าการเพิ่มมูลค่าไม้เศรษฐกิจโตเร็ว เช่น ไม้สะเดา ทำการอัดร้อนเพิ่มค่าความแน่นและค่ากลสมบัติสามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวาง เพื่อเป็นวัตถุดิบหนึ่งของอุตสาหกรรมไม้ภายในประเทศได้

ในอนาคตหากอัดผิวหน้าไม้ตัวอย่างให้เป็นลวดลายตามต้องการเพื่อเพิ่มความสวยงามหรือเพิ่มขนาดของไม้ตัวอย่างที่ทดลองนี้ เป็นแนวทาง การพัฒนาคุณภาพเนื้อไม้และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองให้เหมาะสมเพื่อภาคเอกชน สามารถนำไปต่อยอดการใช้ไม้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะทำงานวิจัยขอขอบคุณ คุณวัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ และคุณปิยะวดี บัวจงกล นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ ที่ได้อนุเคราะห์และช่วยเหลือแปรรูปไม้เสร็จตามกำหนด คุณมานะชัย หมื่นนรินทร์ ช่างเครื่องมือกล คุณวรวิทย์ ลงวุฒิ ช่างไม้ ผู้จัดเตรียมไม้สะเดาตัวอย่าง และคุณกำชัย คำสีดา ตรวจร่าง พิมพ์ ทาน สุดท้ายขอบคุณ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่กรุณาจัดสรรงบประมาณ

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2542. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการฉบับที่ 1 โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 32 หน้า.

บุญฤทธิ์ ภูริยากร. 2544. การปลูกสร้างสวนป่าไม้สะเดาไทยเพื่อผลิตฟืนในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา จังหวัดราชบุรี. ส่วนวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 48 หน้า.

พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2544. ถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้. โครงการส่งเสริมการปลูกป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะที่ 2 กรมป่าไม้และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น. 47 น.

ไม้เนื้อเข็งของประเทศไทย. เลขที่ ร. 188 กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ (พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2548)

สุธี วิสุทธิเทพกุล และคณะ. 2554. การใช้ประโยชน์ไม้สักตัดขยายระยะด้านผลิตภัณฑ์.

วรชาติ ศรีบุญแสน. 2546. ไม้ป่าของไทย. กลุ่มงานวิชาการ สำนักบริหารจัดการในพื้นที่อนุรักษ์ 1 กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ. 99 น.

อภิชาต ขาวสอาด, วีระพงษ์ สวงโท และประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์. 2539. สัก. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 30 น. (เอกสารโรเนียว)

ผลกระทบของอัตราส่วนเกล็ดชิ้นไม้กับซีเมนต์ต่อสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดา

THE EFFECTS OF WOOD PARTICLE AND CEMENT RATIO ON THE PROPERTIES OF PARTICLE CEMENT BOARDS FROM *Azadirachta indica* A. Juss.

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[1] **(VALLAYUTH FUEANGVIVAT)**

ปิยะวดี บัวจงกล[1] **(PIYAWADE BAUCHONGKOL)**

วีรญา ธรรมขันธ์[2] **(WEERAYA THAMMAKHAN)**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำเศษไม้ปลายไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.) จากการตัดฟันและแปรรูปมาผลิตเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์โดยนำชิ้นเกล็ดไม้สะเดามาปรับสภาพ ดังนี้ 1) ไม่ปรับสภาพ 2) ปรับสภาพโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 4 ระดับ คือ 1) 25:75 2) 30:70 3) 35:65 4) 40:60 และใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ 2 ชนิดคือ 1) แคลเซียมคลอไรด์ 3% 2) โซเดียมเมตตาซิลิเกต 3% ร่วมกับสารส้ม 0.5% ในการผลิต โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 878-2537 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่างๆ ของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดาสรุปได้ว่า การนำไม้สะเดามาผลิตเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์โดยไม่ต้องปรับสภาพชิ้นเกล็ดไม้สะเดา และใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ที่ 30:70 หรือ 35:65 โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ แต่ต้องปรับปรุงสมบัติในด้านการพองตัวตามความหนาของแผ่นให้ต่ำลง และต้องเพิ่มค่าความต้านแรงดัด และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นโดยเพิ่มปริมาณสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ หรือปรับสภาพชิ้นเกล็ดไม้ด้วยกรรมวิธีอื่น เช่น แช่ในน้ำร้อน หรือแช่ในสารเคมี เป็นต้น

คำหลัก: แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ ไม้สะเดา สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

Research study for particle cement board from Neem tree (*Azadirachta indica*) residual that treated by various 2 treatment conditions; 1) non treatment (non soaking) 2) soaking in water at room temperature. Lab size boards were manufactured by Neem tree and cement ratio 4 level were 25:75, 30:70, 35:65 and 40:60 and 2 accelerators type that 1) calcium chloride: $CaCl_2$ 3% 2) aluminium sulfate: $Al_2(SO_4)_3$ 0.5% and sodium metasilicate: Na_2SiO_3 3%. All experimental boards were tested and analyzed the results for properties according to TISI 878-2537.

Suitable matrix for manufacturing particle cement board from Neem tree is particle and cement ratio 30:70 or 35:65 and $CaCl_2$ for accelerator. Adding more accelerators or soaking in hot water or chemical can be reduced thickness swelling and increased mechanical properties (MOR and MOE).

Key words: wood cement board, Neem ((*Azadirachta indica*), accelerator

คำนำ

แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ (Wood Cement Board) เป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มหนึ่งในแผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood Mineral-bonds Panels) และรวมอยู่ในพวกผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบ (Wood-based Panels) ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางไม้ (Wood Science and Technology) ชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจมากในการวิจัยทดลองพัฒนาตลอดช่วง 30 ปีที่ผ่านมา สิ่งเร่งเร้าในความก้าวหน้าของผลิตภัณฑ์ไม้อัดสารแร่นั้นเนื่องมาจากวิกฤตการณ์น้ำมัน ซึ่งกาวสังเคราะห์ (Synthetic Resin) ผลิตจากน้ำมันทำให้ต้นทุนการผลิตแผ่นไม้ประกอบอื่นๆ ที่ใช้กาวมีราคาสูงขึ้น และวิกฤตการณ์ด้านป่าไม้ซึ่งไม้ใหญ่ๆ จากป่าธรรมชาติเริ่มขาดแคลน จึงหันมาให้ความสนใจและต้องนำไม้โตเร็วจากป่าปลูกมาใช้ ประกอบกับการตระหนักถึงอันตรายจากฝุ่นผงใยหิน (Asbestos fiber) จากแผ่นกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน (Asbestos-cement Board) และสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) จากแผ่นไม้อัดไม้ประกอบที่ใช้กาวเป็นสารเชื่อม

จากสภาวะการณ์ดังกล่าวประกอบกับลักษณะการรวมคุณสมบัติที่ดีของไม้และสารแร่ ซึ่งซีเมนต์ถูกนำมาใช้มากที่สุด จึงทำให้แผ่นไม้อัดซีเมนต์มีความเหมาะสมในการประยุกต์เป็นวัสดุเพื่อการก่อสร้างได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากสมบัติในการดูดซึมน้ำ (Water absorption) ได้น้อยกว่าไม้จริง (Solid Wood) เป็นฉนวนป้องกันเสียงและความร้อน (Sound and Thermal Insulation) ทนทานต่อการทำลายของแมลงและเห็ดรา (Insect and Fungal Resistance) และทนทานต่อการเผาไหม้ (Fire Resistance) ได้เป็นอย่างดี จึงทำให้แผ่นไม้อัดซีเมนต์ได้รับความสนใจนำมาใช้ในการก่อสร้างจนสามารถพัฒนาเป็น

องค์อาคาร (Members) ได้ทั้งหลัง เรียกว่า อาคารสิ่งก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefab Buildings) เช่น บ้าน สำนักงาน โรงพยาบาล โรงเรียน เป็นต้น

ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตใหม่ๆ รวมทั้งพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิต ตลอดจนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานการใช้งานที่ดีควบคู่ไปกับการพัฒนารูปแบบ ในการนำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ไปใช้งานให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการไปพร้อมกับการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมประเภทนี้ นอกจากนั้น การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการผลิต ไม่ว่าจะเป็นด้านวัตถุดิบและกระบวนการผลิตนับเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตได้แก่ ชนิดไม้และสารเคมีเติมแต่ง เป็นปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนมีความสัมพันธ์กระทบถึงปัจจัยในกระบวนการผลิตทั้งระบบหากมีการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและปริมาณของวัตถุดิบอย่างใดอย่างหนึ่ง ย่อมเป็นผลกระทบให้กระบวนการผลิตต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วยการแก้ไขปัญหาจึงต้องดำเนินการเป็นรูปแบบการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ผลในการนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในโรงงาน จนเกิดประสิทธิภาพได้ต่อไป

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากเศษไม้ปลายไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.) จากการตัดฟันและแปรรูปของสวนป่าเอกชน ท้องที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อายุ 16 ปี นำเศษไม้ปลายไม้ที่เหลือจากการแปรรูป มาทำเป็นชิ้นไม้สับ (wood chip)

นำชิ้นไม้สับมาตีเป็นชิ้นเกล็ดไม้ (flake) จากนั้น นำเกล็ดไม้มาร่อนเพื่อคัดขนาดด้วยตะแกรงเพื่อแยกเอาชิ้นเกล็ดไม้ที่มีขนาดใหญ่และฝุ่นละเอียดออก ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ได้นำไปทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์โดยมีปัจจัยในการทดลอง ดังนี้

1. การปรับสภาพของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาก่อนนำไปทำแผ่นชิ้นไม้อัด โดย
   1.1 ไม่ปรับสภาพ
   1.2 ปรับสภาพโดยแช่น้ำอุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 จำนวน 4 ระดับ คือ 25:75 30:70 35:65 และ 40:60
3. สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ (accelerator) 2 ชนิด คือ
   3.1 แคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride; $CaCl_2$) 3%
   3.2 โซเดียมเมตตาซิลิเกต (sodium metasilicate; Na_2SiO_3) 3% ร่วมกับสารส้ม (potassium aluminium sulfate; alum; $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 878-2537

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดาที่ทำการศึกษากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 878-2537 แสดงให้เห็นว่า

1. ความหนาแน่น

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1128.87-1357.90 กก./ม.^{3} (Table 1)

2. ความหนา และปริมาณความชื้น

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดามีค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.24-11.95 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.34% – 12.08% (Table 1)

3. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.63% – 23.49% โดยแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ปรับสภาวะโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ 25:75 และใช้แคลเซียมคลอไรด์ 3% เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 10.63% (Table 1 และ Figure 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยเดี่ยวของการปรับสภาพของชิ้นเกล็ดไม้ก่อนนำไปทำแผ่นชิ้นไม้อัดมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ปัจจัยเดี่ยวของอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ และชนิดของสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนปัจจัยร่วมพบว่า มีเพียงปัจจัยร่วมของอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์กับชนิดของสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อ ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

3.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 และ 40:60 ที่ใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ที่อัตราส่วน 35:75 เมื่อใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.2 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 และ 35:65 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 40:60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 1. Physical properties of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

Treatment	Ratio	Accelerator type	Density ($Kg/m.^3$)	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)
TISI 878-2537			1100-1300	10 ± 1.0	9 -15	-	< 2
Non soaking	25:75	$CaCl_2$ 3%	1356.64	10.24	9.23	19.92	1.61
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	1300.64	10.26	8.34	23.49	1.30
	30:70	$CaCl_2$ 3%	1319.07	10.81	10.92	13.75	2.09
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	1256.06	10.65	9.13	18.44	1.69
	35:65	$CaCl_2$ 3%	1233.51	11.03	11.11	15.64	2.44
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	1213.34	11.00	8.51	19.18	3.52
	40:60	$CaCl_2$ 3%	1184.82	11.87	10.24	20.73	3.46
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	1141.17	11.67	10.18	23.13	4.10
24 hrs. soaking in water	25:75	CaCl2 3%	1301.82	10.48	12.08	10.63	1.23
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	1357.90	10.26	9.15	17.49	3.64
	30:70	CaCl2 3%	1297.84	10.65	9.70	14.06	1.74
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	1286.72	10.58	9.83	19.32	1.63
	35:65	CaCl2 3%	1251.20	11.14	10.28	16.60	2.56
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	1191.04	11.05	8.57	18.45	2.78
	40:60	CaCl2 3%	1142.45	11.95	11.58	17.41	3.34
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	1128.87	11.65	10.32	21.14	4.24

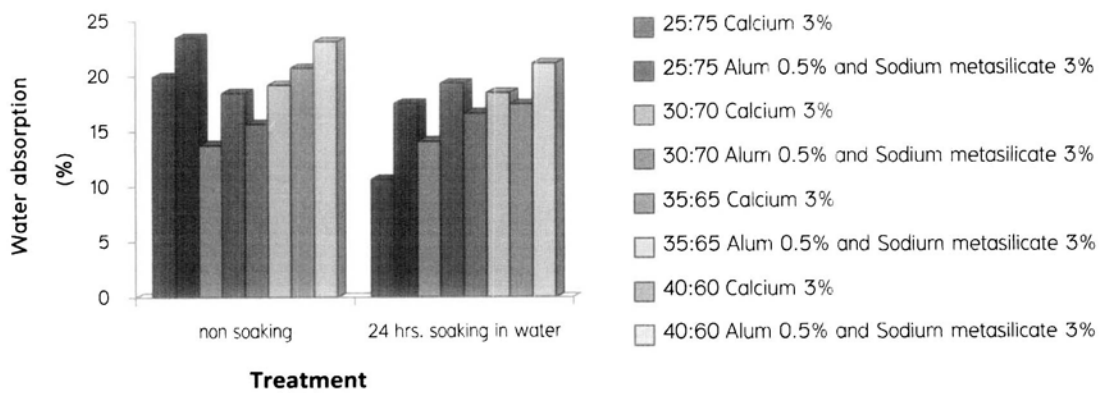


Figure 1. Water absorption of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

3.3 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ปรับสภาพโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ไม่ปรับสภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.4 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 3% เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกต 3% ร่วมกับสารส้ม 0.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.23%–4.24% พบว่า มีเพียงแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทำจากไม้สะเดาที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ปรับสภาพ ที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทำจากไม้สะเดาที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาปรับสภาพ ที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 30:70 ที่ใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิด และแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ปรับสภาพ ที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 30:70 ที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่าการพองตัวตามความหนาผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 878–2537 กำหนด (Table 1 และ Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยวของอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และปัจจัยเดี่ยวของชนิดสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

4.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และ 30:70 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 35:65 และ 40:60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.2 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.50–5.77 MPa พบว่าไม่มีแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดาที่มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 878–2537 (Table 2 และ Figure 3)

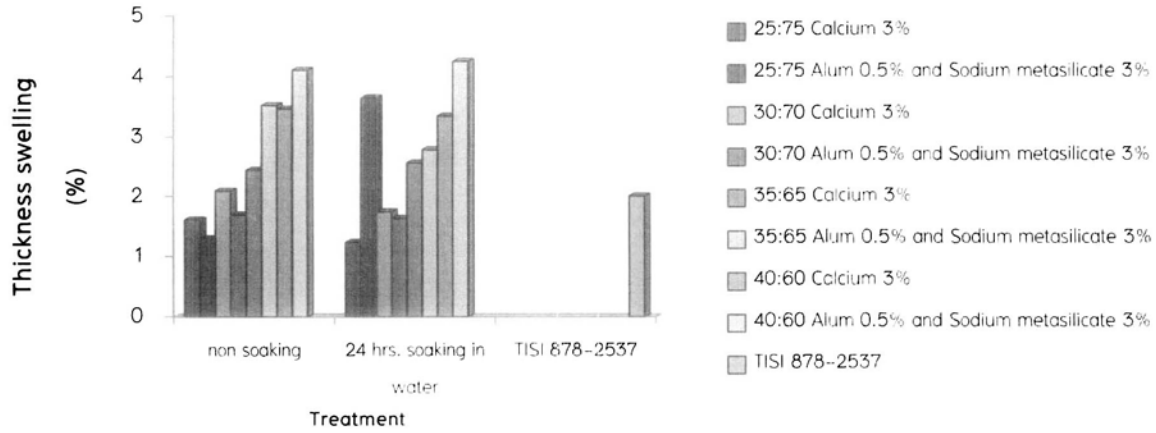


Figure 2. Thickness swelling of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยเดี่ยวของอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ และชนิดของสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนปัจจัยร่วมพบว่า มีเพียงปัจจัยร่วมของการปรับสภาพชิ้นเกล็ดไม้สะเดากับชนิดของสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

5.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ปรับสภาพเมื่อใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันมีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.2 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ปรับสภาพโดยแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันมีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5.3 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 30:70 35:65 และ 40:60 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่าสูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.4 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 874– 1,954 MPa พบว่าไม่มีแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดาที่มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 878–2537 (Table 2 และ Figure 4)

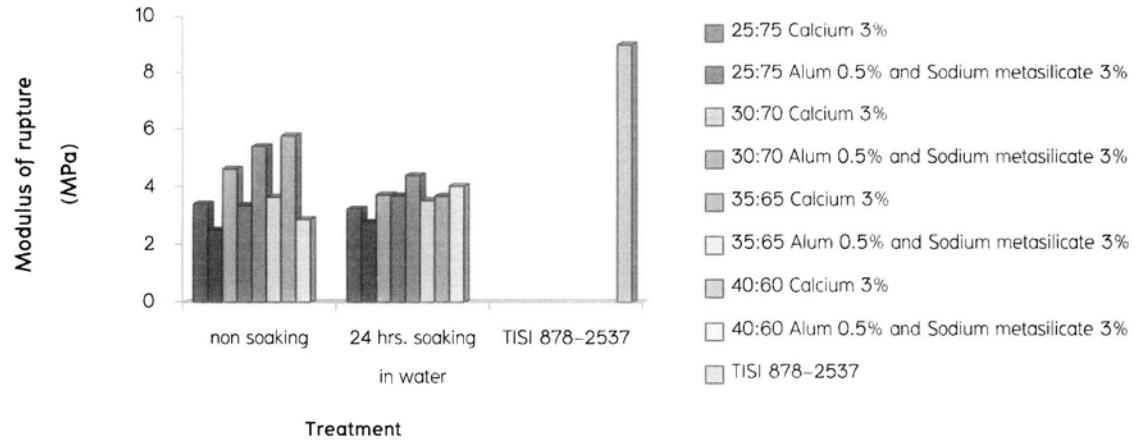


Figure 3. Modulus of rupture of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยวของอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ และปัจจัยร่วมของอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ กับชนิดของสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

6.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ทุกอัตราส่วนเมื่อใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

6.2 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 และ 35:65 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 40:60 โดยที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 30:70 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และ 35:65 ตามลำดับ

7. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.18 – 0.61 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ผ่านการปรับสภาพที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 30:70 35:65 และ 40:60 และแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ผ่านการปรับสภาพแล้วที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 และ 35:65 ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 878–2537 กำหนด (Table 2 และ Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยวของชนิดสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดาที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุปผล

คุณลักษณะของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ผ่านการปรับสภาพ และปรับสภาพโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 35:65 และ 40:60 ใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ คือ แคลเซียมคลอไรด์ และโซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มในการผลิต ผลสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาปรับสภาพโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ 25:75 และใช้แคลเซียมคลอไรด์ 3% เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 10.63%

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากไม้สะเดาอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 และ 35:65 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 40:60

การปรับสภาพชิ้นเกล็ดไม้สะเดาโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์มีผลให้ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำลดลง

เมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์ 3% ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยจะต่ำกว่าแผ่นที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกต 3% ร่วมกับสารส้ม 0.5% เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์

2. การพองตัวตามความหนา

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาปรับสภาพโดยแช่น้ำอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และใช้แคลเซียมคลอไรด์ 3% เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.23%

Table 2. Mechanical properties of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

Treatment	Ratio	Accelerator type	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Internal bonding (MPa)
TISI 878-2537			≥ 9	≥ 3,000	≥ 0.5
Non soaking	25:75	$CaCl_2$ 3%	3.42	1,261	0.46
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	2.50	1,777	0.18
	30:70	$CaCl_2$ 3%	4.63	1,939	0.57
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	3.36	1,876	0.34
	35:65	$CaCl_2$ 3%	5.41	1,941	0.54
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	3.65	1,394	0.34
	40:60	$CaCl_2$ 3%	5.77	1,811	0.61
		Na_2SiO_3 3% and $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3$ 0.5%	2.88	874	0.28
24 hrs. soaking in water	25:75	CaCl2 3%	3.24	1,562	0.59
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	2.78	1,954	0.34
	30:70	CaCl2 3%	3.73	1,640	0.52
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	3.70	1,794	0.28
	35:65	CaCl2 3%	4.40	1,560	0.58
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	3.53	1,509	0.27
	40:60	CaCl2 3%	3.68	1,129	0.49
		Na2SiO3 3% and K2SO4.Al2(SO4)3 0.5%	4.03	1,280	0.23

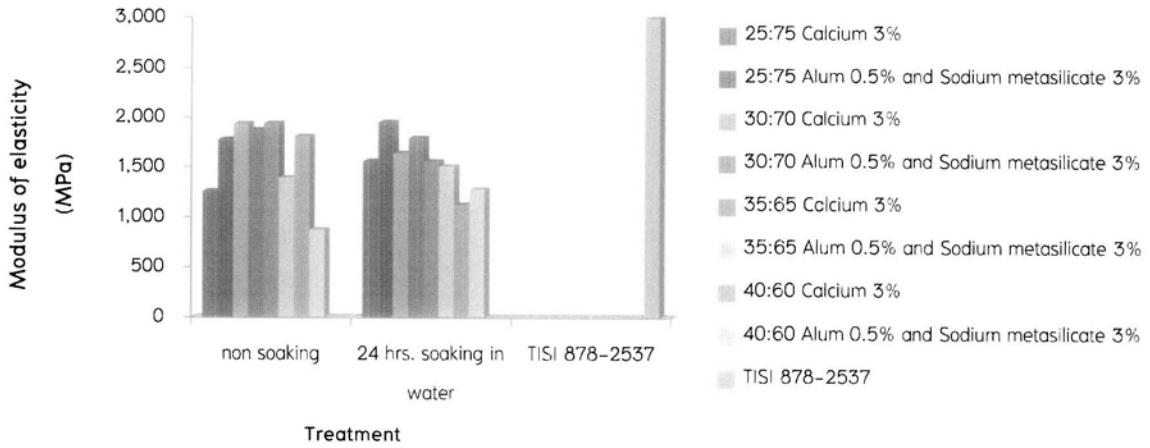


Figure 4. Modulus of elasticity of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

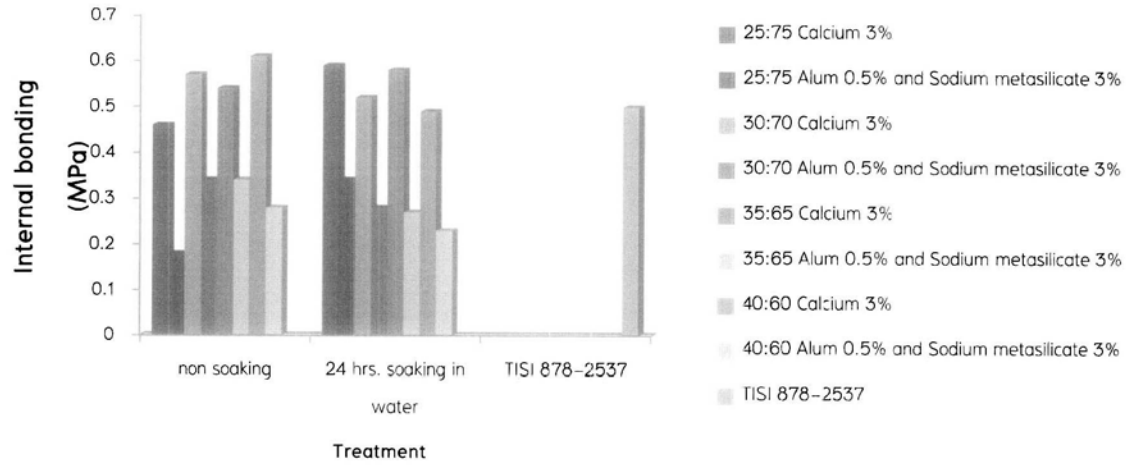


Figure 5. Internal bonding of wood cement boards from *Azadirachta indica* A. Juss.

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และ 30:70 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 35:65 และ 40:60 และเมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์

3. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ผ่านการปรับสภาพอัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 40:60 และใช้แคลเซียมคลอไรด์ 3% เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.77 MPa

เมื่อใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ปรับสภาพโดยแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์และใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันไม่มีผลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ย แต่ถ้าใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ปรับสภาพ สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมคือ แคลเซียมคลอไรด์

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 30:70 35:65 และ 40:60 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และแผ่นที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ทำจากชิ้นเกล็ดไม้สะเดาปรับสภาพโดยแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 และใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้มเป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1,954 MPa

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 25:75 30:70 และ 35:65 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 40:60 เมื่อใช้สารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันไม่มีผลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาไม่ผ่านการปรับสภาพที่อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ 40:60 ใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.61 MPa

เมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดาจะมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นชิ้นที่ใช้โซเดียมเมตตาซิลิเกตร่วมกับสารส้ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้สะเดาสรุปได้ว่าหากต้องการนำไม้สะเดามาผลิตเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์โดยใช้ชิ้นเกล็ดไม้สะเดาที่ไม่ผ่านการปรับสภาพควรใช้อัตราส่วนของชิ้นเกล็ดไม้สะเดาต่อปูนซีเมนต์ที่ 30:70 หรือ 35:65 โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ แต่ต้องปรับปรุงค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นให้ต่ำลง และต้องเพิ่มค่าความต้านแรงดัด และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นโดยเพิ่มปริมาณสารเร่งการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ หรือปรับสภาพชิ้นเกล็ดไม้ด้วยกรรมวิธีอื่น เช่น แช่ในน้ำร้อน หรือ แช่ในสารเคมี เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2534. **สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.

ธีระชาติ รื่นไกรฤกษ์ และ สุเชษฐ์ เอี่ยมเชย. 2532. **ความคงทนของดินซีเมนต์.** รายงานฉบับที่ วว.120. กองวิเคราะห์และวิจัย, กรมทางหลวง, กรุงเทพฯ. 134 น.

ธวัช จิรายุส. 2529 **ก. แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1(3) : 11-25.

_____. 2529 ข. ก้าวใหม่ของผลิตภัณฑ์ไม้-ซีเมนต์ในรอบปี 2529. วารสารสักทอง 11(4) : 15-23.

ธวัช จิรายุส และ ไชยพร อุ่นจิตติชัย. 2530. **ผลของสารเคมีบางชนิดที่มีต่อการจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส,** น. 231-237. ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2530 สาขาวนผลิตภัณฑ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ธวัช จิรายุส และ สมชัย เบญจชย. 2532. **แผ่นไม้อัดสารแร่.** อนุสารไม้อัดบางนา 18(3): 30-32.

_____. 2535. **การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการทำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากทางใบปาล์มน้ำมัน,** น. 163-172. ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2535. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ธวัช จิรายุส, สมชัย เบญจชย และ อุทารัตน์ ภู่ไพบูลย์. 2536. **แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้เสม็ด**, น. 212-222. ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2536. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ปรีชา เกียรติกระจาย, ชัยรัตน์ ตียานุกูลมงคล, ธีระชัย จันทรเสนา และ อำนวย คอวนิช. 2525. **แผ่นชิ้นไม้ผสมซีเมนต์อัดจากไม้ยูคาลิปตัสและไม้สัก**, น. 162-170. *ใน* การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2525 สาขาวนผลิตภัณฑ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2537. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้-อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง**. มอก.878-2537. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 23 น.

สมชัย เบญจชย. 2534. **การเกาะยึดแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์**, น. 229-238. *ใน* การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2534. กรมป่าไม้, กรุงเทพ ฯ.

_____. 2535. **ผลกระทบของลักษณะชิ้นไม้ การปรับสภาพไม้และอัตราส่วนไม้ต่อซีเมนต์ต่อสมบัติของแผ่นไม้อัดซีเมนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนันตชัย เชื่อนธรรม. 2539. **หลักการวางแผนการทดลอง.** ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.

Andy W.C.L. and P.H. Short 1989. **Pretreating hardwood for cement-bonded excelsior board**. Forest Products J. 39(10) : 68-70.

Badejo, S.O.O. 1988. **Effect of flake geometry on properties of cement-bonded particleboard from mixed tropical hardwoods**. Wood Sci. and Technol. 22(4) : 357-369.

Coutts, R.S.P. and V. Ridikas, 1982. **Refined wood fibre-cement Products.** Appita 35(5): 395-400.

ISO. 1972. **Fiber building boards – Hard and medium boards – Determination of water absorption and of swelling in thickness after immersion in water**. ISO 769 : 1972.Switzerland. 4 p.

ISO. 1987. Cement-bonded particleboards – Boards of Portland or equivalent cement reinforced with fibrous wood particles. ISO 8335 : 1987. Switzerland. 9 p.

Lee, A.W.C. 1984. **Physical and mechanical properties of cement bonded southern pine excelsior board.** Forest Product J. 34(4) : 30-34.

Lee A.W.C., Z. Hong, D.R. Phillips and C.Y. Hse. 1987. **Effect of cement/wood ratios and wood storage conditions on hydration temperature, hydration time, and compressive strength of wood-cement mixtures.** Wood and Fiber Sci.19(3) : 262-268.

Moslemi, A.A. and S.C. Pfister. 1987. **The influence of cement/wood ratio and cement type on bending strength and dimensional stability of wood-cement composite panels.** Wood and Fiber Sci. 19(2) : 165-175.

Moslemi, A.A., J.F. Garcia and A.D. Hofstrand. 1983. **Effect of various treatments and additives on wood-portland cement-water systems.** Wood and Fiber Sci. 15(2) : 164-176.

Simatupang, M.H., G.H. Schwarz and F.W. Broker. 1978. **Small Scale plants for The Manufacture of Mineral-bonded Wood Composites.** Eighth World Forest Cong., Jakarta, Indonesia. 21 p.

Zhengtian, L. and A.A. Moslemi. 1985. **Influence of chemical additives on the hydration characteristics of western larch wood-cement-water mixtures**. Forest Products J. 35(7/8) : 37-43.

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดา

MEDIUM DENSITY FIBERBOARD FROM *Azadirachta indica* A. Juss.

ปิยะวดี บัวจงกล[1] (PIYAWADE BAUCHONGKOL)

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[1] (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)

วีรญา ธรรมขันธ์[2] (WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.) ผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. และ 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาว 3 ชนิด คือ 1) Modify starch 2) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ ไม่เกิน 5.0 มก./ล. (E_2) 3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ ไม่เกิน 0.5 มก./ล. (E_0) ในปริมาณ 10% ของเยื่อแห้ง โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดา สรุปได้ว่า ไม้สะเดามีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (E_2) เพราะแผ่นที่ได้มีคุณลักษณะที่ดีแต่ต้องปรับปรุงค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นให้น้อยลง หากต้องการแผ่นที่ไม่มีสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ควรใช้ modify starch เป็นสารเชื่อมแต่ต้องเพิ่มปริมาณสารที่ใช้มากขึ้น

คำหลัก: แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ไม้สะเดา ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ แป้งสังเคราะห์

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

Research study for medium density fiberboard (MDF) made from Neem (*Azadirachta indica*). The density of experiment boards at 650 and 750 kg./cu.m. processed with various 3 glue types; 1) modify starch 2) urea formaldehyde (UF) less than 5.0 mg/l formaldehyde emission (E_2) 3) urea formaldehyde (UF) less than 0.5 mg/l formaldehyde emission (E_0) content at 10% (by dry weight of fiber). Properties of boards were tested by TISI 966-2547 and JIS A 5906-1994. The data gathered were analyzed by statistical method.

The results demonstrated that Neem at 750 kg./cu.m. with 10% UF (E_2) (by dry weight of fiber) suitable for manufacturing MDF but thickness swelling were decrease. Non-emission MDF made by modify starch but increase glue content.

Key words: medium density fiberboard (MDF), Neem ((*Azadirachta indica*), moisture content, density, modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bond, water absorption, thickness swelling, Urea formaldehyde (UF), modify starch

คำนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นไม้ประกอบสามารถใช้งานได้หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเป็นวัสดุแผ่นไม้ประกอบชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนไม้ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในงานเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจาก มีน้ำหนักเบา ความเป็นฉนวนป้องกันเสียงและความร้อน ความทนทานต่อการทำลายของแมลงและเห็ดรา จึงทำให้ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในต่างประเทศ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่ใช้ไม้ยางพารา และยูคาลิปตัส ซึ่งมีการแข่งขันที่สูงมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาวัตถุดิบในการผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ใหม่แก่โรงงานอุตสาหกรรม จึงได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมของไม้สะเดาเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต

ไม้สะเดามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Azadirachta indica* A. Juss. vas. *siamensis* Valeton อยู่ในวงศ์ Meliaceae และมีชื่อสามัญที่เรียกทั่วไปหรือชื่อท้องถิ่นว่า Neem, Nim, Margosa, yepa, tamaka สำหรับชื่อท้องถิ่นในเมืองไทยเรียกต่างกันไปคือ สะเดา (ภาคกลาง) เดา กระเดา (ภาคใต้) สะเรียม (ภาคเหนือ) ไม้สะเดา เป็นไม้ขนาดกลาง – ขนาดใหญ่ เป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นได้ดีในแถบแห้งแล้งทั่วไป มีความสามารถในการทนแล้ง และที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เจริญเติบโตเร็ว แตกหน่อได้ง่าย เหมาะสำหรับการปลูกสร้างสวนป่า

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดา (*Azadirachta indica*) ของสวนป่าเทอดดำริ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อายุ 16 ปี นำมาสับเป็นชิ้นไม้สับ และแยกเยื่อโดยใช้กรรมวิธีการแยกเยื่อแบบแอสพลุนด์ เยื่อที่ได้นำไปทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยใช้กาวปริมาณ 10% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ดังนี้

1) Modify starch เป็นกาวที่ไม่มีสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์
2) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ ไม่เกิน 5.0 มก./ล. (E_2)
3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ ไม่เกิน 0.5 มก./ล. (E_0)

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม JIS A 5906-1994

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาที่ทำการศึกษากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 แสดงให้เห็นว่า

1. ความหนา และปริมาณความชื้น

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้ไม้สะเดามีค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.73-9.94 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.16% – 7.99% (Table 1)

2. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 81.06% – 252.43% โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ E_2 ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 81.06% (Table 1 and Figure 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยร่วมและปัจจัยเดี่ยวของชนิดกาว และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาว E_0 และ กาว E_2 ที่ความหนาแน่นของแผ่นเท่ากันค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้ Modify starch อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 1. Physical properties of medium density fiberboard from *Azadirachta indica* A. Juss..

Glue type	Density ($kg./m.^3$)	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)
TISI 966-2547		10 ± 1.0	4.00 – 10.00	-	≤8.00
JIS A 5906-1994		10 ± 1.0	5.00 – 13.00	-	≤12.00
Modify starch	650	9.83	5.27	252.43	100.26
	750	9.83	5.16	191.88	86.30
UF (E_2)	650	9.83	7.99	109.72	22.65
	750	9.94	7.43	81.06	19.53
UF (E_0)	650	9.75	5.37	108.76	28.06
	750	9.73	5.35	88.26	27.95

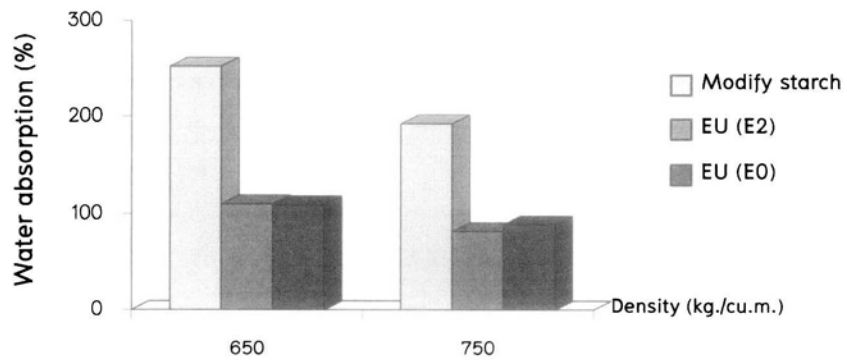


Figure 1. Water absorption of medium density fiberboard from *Azadirachta indica* A. Juss..

3. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19.53% – 100.26% ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด (Table 1 and Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยร่วมและปัจจัยเดี่ยวของชนิดกาว และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

เมื่อแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาที่ใช้กาว E_0 และ กาว E_2 ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แผ่นที่ใช้ Modify starch มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

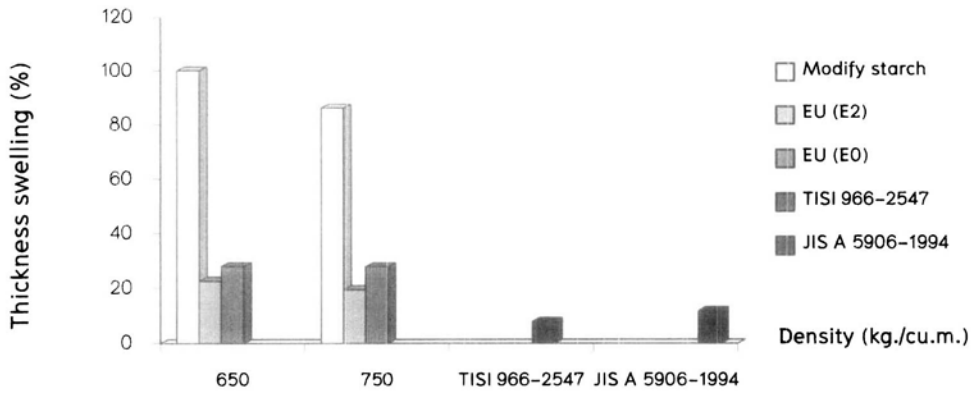


Figure 2. Thickness swelling of medium density fiberboard from *Azadirachta indica* A. Juss..

4. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 11.44 – 22.60 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาว E_2 ที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 (Table 2 and Figure 3)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยเดี่ยวของความหนาแน่นของแผ่น และปัจจัยร่วมของชนิดกาวและความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

4.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. เมื่อใช้กาวแตกต่างชนิดกัน ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. แผ่นที่ใช้กาว E_2 และกาว E_0 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนแผ่นที่ใช้กาว E_0 และ Modify starch มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,096 – 2,514 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ความหนาแน่น

ของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว E_0 และกาว E_2 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 ส่วนแผ่นที่ใช้ Modify starch มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นผ่านทั้งเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 และ มอก. 966-2547 (Table 2 and Figure 4)

Table 2. Mechanical properties of medium density fiberboard from *Azadirachta indica* A. Juss.

Glue type	Density ($kg./m.^3$)	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Internal bending (MPa)
TISI 966-2547		≥22.00	≥2,500	≥0.60
JIS A 5906-1994		≥25.00	≥2,000	≥0.40
Modify starch	650	13.73	1,735	0.17
	750	18.21	2,514	0.14
UF (E_2)	650	11.44	1,096	0.27
	750	22.60	2,028	0.42
UF (E_0)	650	11.98	1,234	0.20
	750	20.41	2,086	0.30

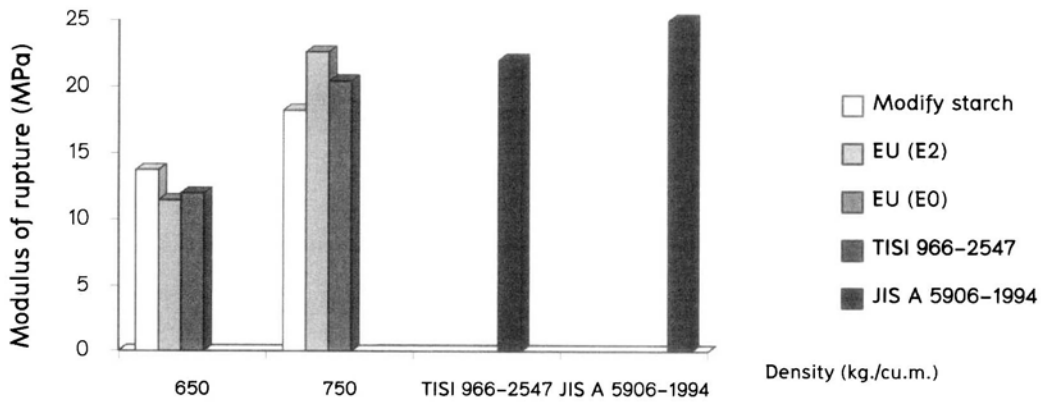


Figure 3. Modulus of rupture of medium density fiberboard from *Azadirachta indica.*

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยวของชนิดกาวที่ใช้และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

5.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ระดับความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยแตกต่างกันจากแผ่นที่ระดับความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาว E_0 และกาว E_2 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้กาว Modify starch อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

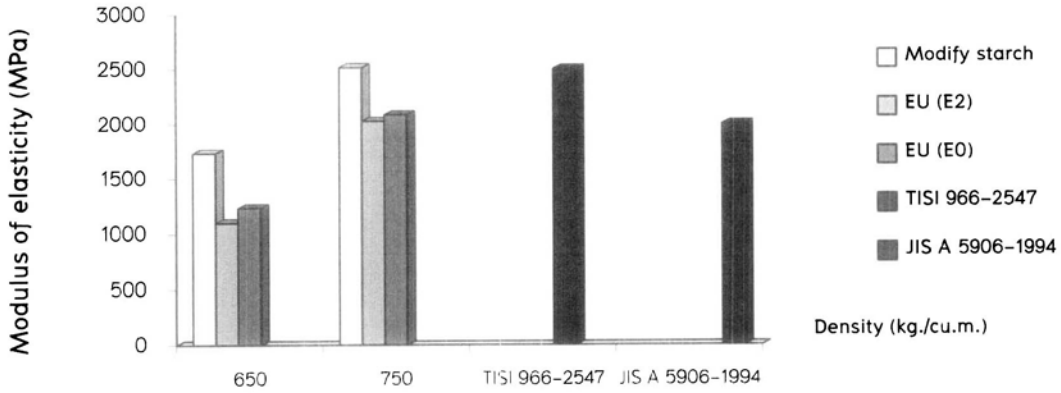


Figure 4. Modulus of elasticity of medium density fiberboard from *Azadirachta indica.*

6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.14 – 0.42 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว E_2 มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 กำหนด (Table 2 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยร่วมและปัจจัยเดี่ยวของชนิดกาว และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

6.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาที่ใช้กาว Modify starch เมื่อความหนาแน่นของแผ่นต่างกันค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

6.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาที่ใช้กาว E_0 และกาว E_2 ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

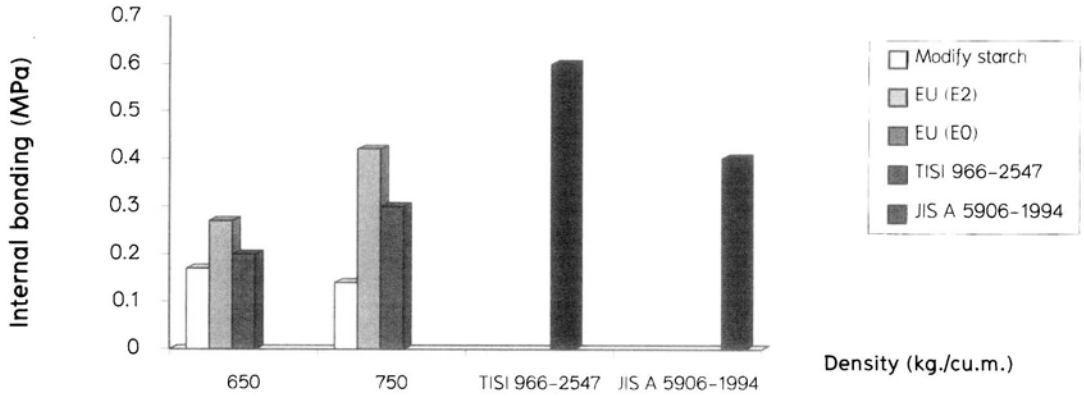


Figure 5. Internal bonding of medium density fiberboard from *Azadirachta indica.*

สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาที่ความหนาแน่นของแผ่น 650 และ 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว Modify starch กาว E_2 และกาว E_0 ในการผลิต ผลสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ E_2 ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 81.06%

ชนิดกาวที่ใช้ และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่มีความหนาแน่นเท่ากันเมื่อใช้กาว E_2 และกาว E_0 ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าใช้ Modify starch ค่าการดูดซึมน้ำจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด

ชนิดกาวที่ใช้ และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันจะมีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยไม่แตกต่างกันเมื่อใช้กาว E_0 และกาว E_2 แต่ถ้าใช้กาว Modify starch ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ค่าความต้านแรงดัด

มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาว E_2 ที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยเท่ากับ 22.60 เมกกะพาสคัล ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. JIS A 5906-1994

เมื่อความหนาแน่นของแผ่นเพิ่มขึ้นค่าความต้านแรงดัดจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. เมื่อใช้กาวแตกต่างชนิดกันค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกัน แต่แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยแผ่นที่ใช้กาว E_2 จะไม่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้กาว E_0 แต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้กาว Modify starch อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. แผ่นที่ใช้กาว E_2 และกาว E_0 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 2,028 และ 2,086 เมกกะพาสคัล ตามลำดับ ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 ส่วนแผ่นที่ใช้ Modify starch มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 2,514 MPa ซึ่งผ่านทั้งเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 และ มอก.966-2547

เมื่อความหนาแน่นของแผ่นเพิ่มขึ้นค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ระดับความหนาแน่นเดียวกันใช้กาว E_0 และกาว E_2 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้กาว Modify starch อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้สะเดาที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว E_2 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 เมกกะพาสคัล ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 กำหนด

ชนิดกาว และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดาที่ใช้ Modify starch เมื่อความหนาแน่นของแผ่นต่างกันค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกัน แต่แผ่นที่ใช้กาว E_0 และ กาว E_2 เมื่อความหนาแน่นของแผ่นต่างกันค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้สะเดา สรุปได้ว่า ไม้สะเดามีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (E_2) เพราะแผ่นที่ได้มีสมบัติที่ดี แต่ต้องปรับปรุงสมบัติในด้านการพองตัวตามความหนาของแผ่นให้น้อยลง หากต้องการแผ่นที่ไม่มีสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ควรใช้ Modify starch เป็นสารเชื่อมแทนกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์แต่ต้องเพิ่มปริมาณสารที่ใช้เพื่อเป็นการเพิ่มค่าความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และลดค่าการพองตัวตามความหนา

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณ คุณชัยยันต์ แพงวงค์ และคุณพิทักษ์ หางาม ผู้ช่วยนักวิจัยที่ช่วยในการจัดเก็บ และทำชิ้นไม้สับจากไม้สะเดาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2534. **สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.

นิคม แหลมสัก. 2533. **กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด.** สัมมนาปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

บุญชุบ บุญทวี, สุขสันต์ สายวา และ พรศักดิ์ มีแก้ว. 2540. **การศึกษาเรื่องไม้สะเดาไทย.** ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 28 น.

บุญนำ เกี่ยวข้อง และ มยุรี ดวงเพชร. 2542. **คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้.** ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจิตร กฤษณบำรุง. 2529. **หลักการแยกเยื่อวัตถุดิบด้วยกรรมวิธีแอสพลุนด์เพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งและแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง.** มอก.966-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

อนันตชัย เชื่อนธรรม. 2539. **หลักการวางแผนการทดลอง.** ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.

Japanese Industrial Standard. 1994. **Japanese Industrial Standard: medium density fiberboards.** No. JIS A 5906-1994.

Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. **Principle of Wood Science and Technology.** Vol II. Springer-Verlag, New York.

Maloney, T.M. 1993. **Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Updated edition.** Miller Freeman Inc., California.

ไม้บางไม้อัดจากไม้สะเดา

VENEER AND PLYWOOD OF *Azadirachta indica* A. Juss.

ปิยะวดี บัวจงกล[1] (PIYAWADE BAUCHONGKOL)

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[1] (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)

วีรญา ธรรมขันธ์[2] (WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.) อายุ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี ทำเป็นไม้บางและแผ่นไม้อัด 3 ชั้น โดยใช้กาว 4 ชนิด คือ 1) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (urea formaldehyde: UF) 2) กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (phenol formaldehyde : PF) 3) กาว methylene diphenyl diisocyanate (MDI) และ 4) กาว emulsion polymer isocyanate (EPI) ในปริมาณ 190 กรัมต่อตารางเมตร โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 178-2549

จากข้อมูลคุณลักษณะของแผ่นไม้อัดจากไม้สะเดาสรุปได้ว่า ความหนาแน่นของไม้บางสะเดาอยู่ในระดับ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แผ่นไม้อัดสะเดาประเภทการใช้งานภายนอกที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานและเป็นค่าที่สูงสุด

ABSTRACT

Research study for veneer and 3 layers plywood made from Neem (*Azadirachta indica*) 16 years old from Lop Buri province. The experiment boards processed with various 4 glue types; 1) urea formaldehyde (UF) 2) phenol formaldehyde (PF) 3) methylene diphenyl diisocyanate (MDI) and 4) emulsion polymer isocyanate (EPI) content at 190 g/m.^{2} (single glue line). Properties of boards were tested by TISI 178-2549.

The results demonstrated that veneer density of Neem at 0.76 g./cm.^{3} Plywood made from MDI mechanical properties is the best and passed industrial standard.

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คำหลัก: ไม้บาง แผ่นไม้อัด ไม้สะเดา

Key words: veneer, plywood, neem (*Azadirachta indica*

คำนำ

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 รัฐบาลได้มีการประกาศปิดป่าสัมปทานป่าบกทั่วประเทศเพื่อต้องการรักษาพื้นที่ป่าของประเทศ ทำให้ไม่มีการทำไม้ออกจากป่า ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนไม้ใช้สอยซึ่งมีปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมไม้บางและไม้อัด เนื่องจากอุตสาหกรรมประเภทนี้ใช้ไม้และกาวเป็นวัตถุดิบในการผลิตที่สำคัญ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ไม้ซุงขนาดใหญ่ที่มีคุณภาพ มีลักษณะเปลาตรง ปราศจากตำหนิต่างๆ ได้แก่ พูโพรง ไส้ผุ รอยแตกร้าว ปุ่มตาแข็งขนาดใหญ่ และตำหนิที่เกิดจากการเจาะไชของแมลงต่างๆ มาเป็นวัตถุดิบในการป้อนโรงงาน ดังนั้นจึงต้องพิถีพิถันคัดเลือกไม้ซุงเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ไม้ที่ดีมีคุณลักษณะเป็นที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบผลิตไม้บางและไม้อัด ชนิดไม้ที่นิยมใช้ เช่น ไม้สัก (*Tectona grandis*) ไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ไม้ยมหอม (*Toona* sp.) ไม้ยมหิน (*Chukrasia* sp.) ไม้กะบาก (*Anisoptera* sp.) และไม้สยา (*Shorea* spp.) เป็นต้น

ปัจจุบันชนิดไม้ซุงชั้นคุณภาพ (veneer logs) จากไม้เหล่านี้เกิดการขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ป่าไม้ของเราก็ไม่อาจเอื้ออำนวยผลผลิตให้ใช้ไม้ได้ตามที่ต้องการ จึงจำเป็นที่จะต้องทำทุกวิถีทางเพื่อให้ได้ไม้มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต มีการสั่งไม้จากต่างประเทศเข้ามาเป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานเพื่อให้กิจการดำเนินการต่อไป ซึ่งไม่อาจเลือกชนิดไม้ตามที่ต้องการได้ จำเป็นที่จะต้องจัดหาและเลือกใช้ไม้ชนิดอื่นมาใช้ในการผลิตไม้อัด เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบทดแทนไม้จากป่าธรรมชาติ เนื่องจากไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A.. Juss. var.siamensis Valeton) เป็นไม้ที่มีการส่งเสริมให้ปลูกทั่วไปในทุกภูมิภาคของประเทศ เนื้อไม้มีคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ที่น่าจะนำมาใช้ในการทำไม้บางไม้อัดได้ จึงนับเป็นไม้อีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการทดลองในกระบวนการผลิตแผ่นไม้บางและไม้อัด

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยผลิตแผ่นไม้อัดจากไม้สะเดา (*Azadirachta indica*) ของสวนป่าเทอดดำริ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อายุประมาณ 16 ปี ตัดให้เป็นท่อนยาว 50 เซนติเมตร จากนั้น นำไปทำเป็นไม้บางและไม้อัดโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. **การเตรียมไม้บางจากไม้สะเดา**
   - 1.1 ต้มไม้ซุงสะเดาที่อุณหภูมิ 80-90°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
   - 1.2 นำไม้สะเดามาปอกด้วยเครื่องปอกไม้บาง ให้มีความหนาประมาณ 1.6 มิลลิเมตร

1.3 นำไม้บาง (veneer) ที่ได้ไปผึ่งกระแสอากาศจนแห้งพอสมดุลกับบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง

1.4 คัดเลือกไม้บางที่ปราศจากตำหนิส่วนหนึ่งไปหาการหดตัว โดยตัดเป็นแผ่นขนาด 10X10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 10 แผ่น

1.5 ตัดไม้บางที่เหลือให้ได้ขนาด 40X40 ตารางเซนติเมตร แล้วนำเข้าเครื่องอบร้อนให้มีความชื้นเหลือประมาณ 5-8%

2. การทดลองการหดตัวของไม้บางจากไม้สะเดา

2.1 นำแผ่นไม้บางที่ตัดได้ขนาดแล้วจากข้อ 1.4 มาแช่น้ำจนอิ่มตัว แล้วใช้ผ้าเช็ดน้ำออกให้แห้งพอหมาดๆ ทำการวัดขนาดความกว้าง (ด้านสัมผัส: tangential) ความยาว (ด้านยาว: longitudinal) และความหนา (ด้านรัศมี: radial) ด้วยเครื่องวัดขนาด โดยทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งที่ทำการวัดบนไม้บางแต่ละแผ่นไว้ด้วย

2.2 หลังจากนั้นให้นำไม้บางดังกล่าว ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัม เพื่อหาปริมาณความชื้นโดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักอบแห้ง บันทึกขนาด และน้ำหนักครั้งแรกของแผ่นไม้บางแต่ละแผ่นแล้วนำไปผึ่งกระแสอากาศ

2.3 ในแต่ละวัน ให้ทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาตรงตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้พร้อมชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลไว้แล้วนำไปผึ่งกระแสอากาศทำเช่นนี้ทุกวันจนครบ 6 วัน นำแผ่นไม้บางตัวอย่างไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2^{O}C อบให้แห้งเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ นำไม้บางตัวอย่างออกมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักบันทึกข้อมูลเก็บไว้

2.4 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหดตัว (% shrinkage) และร้อยละของปริมาณความชื้น (% moisture content)

3. การทดลองทำแผ่นไม้อัดจากไม้สะเดา โดยใช้ไม้บางที่เตรียมไว้ในข้อ 1.5

3.1 การทดลองนี้ทำแผ่นไม้อัดชนิด 3 ชั้น โดยนำแผ่นไม้บางข้างต้นมาทากาวในปริมาณ 190 กรัมต่อตารางเมตร โดยกาวที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

3.1.1 กาวที่ใช้ทำแผ่นไม้อัดประเภทใช้งานภายใน

- กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde: UF)

3.1.2 กาวที่ใช้ทำแผ่นไม้อัดประเภทใช้งานภายนอก

- กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol formaldehyde: PF)
- กาว Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)
- กาว Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)

3.2 แผ่นไม้อัดที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบหาค่าความต้านแรงดัด (modulus of rupture) ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ความต้านแรงเฉือน (shear strength) และค่าการแตกที่ไม้ (wood failure) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 178-2549

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

คุณลักษณะของไม้บาง

ไม้สะเดาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อายุประมาณ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี มีขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 21.65 เซนติเมตร มีความหนาแน่นของไม้บางประมาณ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อไม้บางที่ได้ค่อนข้างหยาบ มีสีแดงปนน้ำตาลมีลักษณะเสี้ยนสน เมื่อนำไม้บางที่ได้จากการปอกไปทดสอบการหดตัว จะเห็นได้ว่า

การหดตัวของไม้บางสะเดาจากกระพี้ทางด้านสัมผัสและรัศมี (Table 1 and Figure 1) อยู่ในระดับ 4.78% และ 3.86% ตามลำดับ ส่วนการหดตัวที่ระดับความชื้นประมาณ 5-8% การหดตัวของไม้บางสะเดาจากกระพี้ทางด้านสัมผัสและรัศมี อยู่ในช่วง 4.55-4.60% และ 3.25-3.50% ตามลำดับ

Table 1. Relationship between moisture contents and veneer shrinkages of *Azadirachta indica* A. Juss.

Veneer	Moisture content	Veneer shrinkage (%)		
	(%)	Tangential	Radial	Longitudinal
Sapwood Density 0.75 g./cm.^{3}	117.34	0	0	0
	21.20	1.03	0.23	0.07
	13.85	3.38	1.41	0.10
	11.94	4.32	2.88	0.11
	10.59	4.81	3.07	0.12
	0	4.78	3.86	0.16
Heartwood Density 0.77 g./cm.^{3}	116.39	0	0	0
	21.12	1.34	0.30	0.02
	13.95	3.99	1.87	0.09
	11.81	4.95	2.06	0.14
	10.57	5.09	2.48	0.16
	0	5.42	3.09	0.18

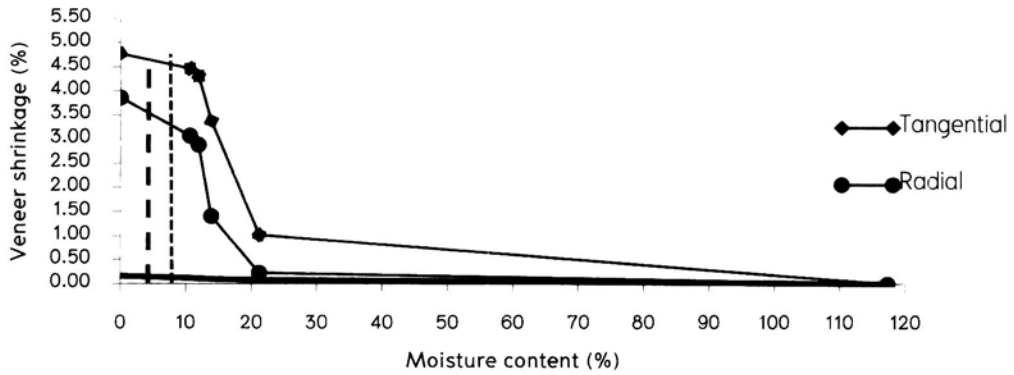


Figure 1. Relationship between sapwood veneer shrinkages from different section.

เมื่อเปรียบเทียบกับการหดตัวของไม้บางสะเดาจากแก่นทางด้านสัมผัสและรัศมี (Table 1 and Figure 2) อยู่ในระดับ 5.42% และ 3.09% ตามลำดับ และการหดตัวที่ระดับความชื้นประมาณ 5-8% การหดตัวของไม้บางสะเดาจากแก่นทางด้านสัมผัสและรัศมี อยู่ในช่วง 5.20-5.25% และ 2.60-2.75% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ไม้บางสะเดาจากแก่นมีการหดตัวด้านสัมผัสสูงกว่าไม้บางสะเดาจากกระพี้ ซึ่งการหดตัวของไม้บางนี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดตำหนิระหว่างการอบไม้บาง ไม้บางที่มีการหดตัวสูง มักมีแนวโน้มที่จะเกิดรอยแตกแยกบนผิวไม้ รอยฉีกขาดบนผิวไม้บาง เกิดการโค้งงอ ทำให้ผิวและขอบไม้บางมักเป็นลูกคลื่น เป็นผลให้คุณภาพในการติดกาวของไม้อัดต่ำลง (มนตรี, 2537)

เมื่อเปรียบเทียบการหดตัวจากไม้ชนิดอื่นๆ ที่มีความหนาแน่นในระดับที่แตกต่างกัน ดัง Table 2 จะเห็นว่า การหดตัวของไม้บางสะเดาอยู่ในระดับใกล้เคียงกับไม้บางสะเดาเทียม (*Azadirachta excels*) แต่ต่ำกว่าไม้บางยางนา (*Dipterocarpus alatus*) แสดงให้เห็นว่า การโค้งตัวของไม้บางจากไม้สะเดามีการโค้งงอน้อย

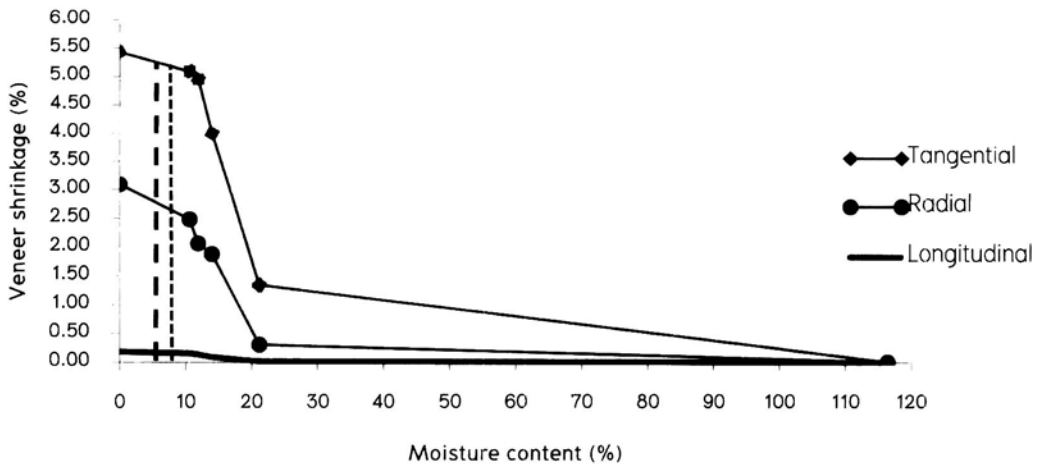


Figure 2. Relationship between heartwood veneer shrinkages from different section.

Table 2. Relationship between moisture contents and veneer shrinkages from different species.

Veneer speciese		Density ($g./cm.^3$)	Veneer shrinkage (%)		
			Tangential	Radial	Longitudinal
Azadirachta indica	Sapwood	0.75	4.78	3.86	0.16
	Heartwood	0.77	5.42	3.09	0.18
Azadirachta excelsa[1]	Sapwood	0.48	5.62	2.37	0.44
	Heartwood	0.51	6.84	2.18	0.10
Dipterocarpus alatus[1]	Sapwood	0.68	11.06	6.32	0.28
	Heartwood	0.75	12.60	6.89	0.25

Source : [1] **Montri** (2537)

คุณลักษณะของไม้อัด

เมื่อทำการทดสอบสมบัติของแผ่นไม้อัดจากกาว UF ที่ใช้งานภายใน และแผ่นไม้อัดจากกาว PF MDI และ EPI ที่ใช้งานภายนอกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.178-2549 พบว่า

1. ความหนา และปริมาณความชื้น

แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดามีค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.62 - 5.05 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.64% - 9.98% (Table 3)

2. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 60.04-94.90 MPa พบว่า แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดาทุกชนิดกาวที่ใช้มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 178-2549 (Table 4 and Figure 3) โดยแผ่นไม้อัดภายนอกที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 94.90 MPa เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6,922 - 9,927 MPa พบว่า แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดาทุกชนิดกาวที่ใช้มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 178-2549 (Table 4 and Figure 4) โดยแผ่นไม้อัดภายนอกที่ใช้กาว MDI มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 9,927 MPa เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้ไม่มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 3. Physical properties of plywood from *Azadirachta indica*.

Glue type	Thickness (mm.)	Moisture content (%)
TISI 178-2549	5 ± 0.2	7.00 – 15.00
Urea Formaldehyde (UF)	5.05	9.50
Phenol Formaldehyde (PF)	4.62	9.98
Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)	4.80	7.64
Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)	4.72	7.74

Table 4. Mechanical properties of plywood from *Azadirachta indica*.

Glue type	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Shear strength (MPa)	Wood failure (%)
TISI 178-2549	34	≥4,500	-	-
Urea Formaldehyde (UF)	63.85	7,054	0.85	90
Phenol Formaldehyde (PF)	76.78	8,338	1.26	45
Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)	94.90	9,927	1.69	50
Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)	60.04	6,922	0.49	25

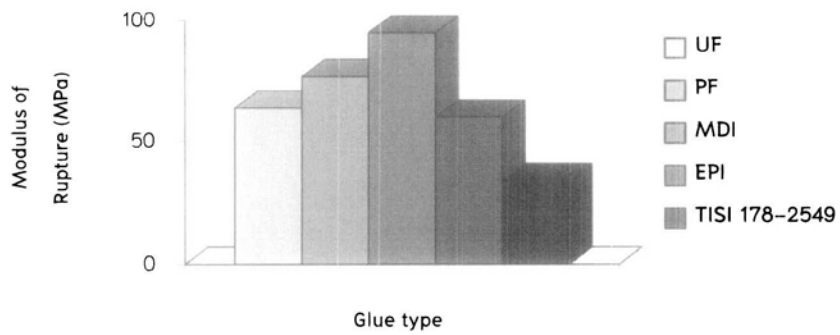


Figure 3. Modulus of rupture of *Azadirachta indica*.

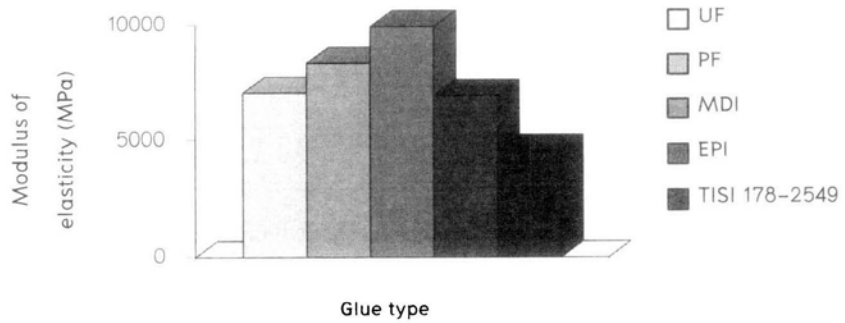


Figure 4. Modulus of elasticity of *Azadirachta indica*.

4. การติดกาว

ค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.49 – 1.69 MPa โดยมีค่าการแตกที่ไม้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 25-90% พบว่า แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.69 MPa และมีค่าการแตกที่ไม้เฉลี่ยเท่ากับ 50% ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 178-2549 ที่กำหนดว่าไม้อัดที่มีค่าความต้านแรงเฉือนมากกว่า 1 MPa จะไม่คำนึงถึงค่าการแตกที่ไม้ (Table 5, 6 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า กาว MDI มีค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว PF กาว UF และ กาว EPI ตามลำดับ โดยค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 5. Shear strength and wood failure of TISI 178-2549

Shear strength (f_v) (MPa)	Wood failure (%)
$0.2 \leq f_v < 0.4$	≥ 80
$0.4 \leq f_v < 0.6$	≥ 60
$0.6 \leq f_v < 1.0$	≥ 40
$1.0 \leq f_v$	non assigned

Table 6. Shear strength and wood failure of plywood from *Azadirachta indica.*

Glue type	Shear strength (MPa)	Wood failure (%)
Urea Formaldehyde (UF)	0.85	90
Phenol Formaldehyde (PF)	1.26	45
Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)	1.69	50
Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)	0.49	25

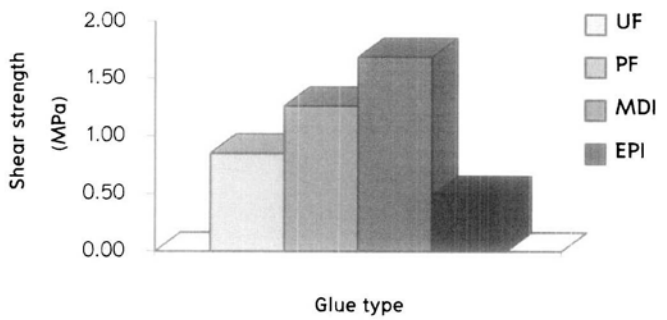


Figure 5. Shear strength of *Azadirachta indica.*

ค่าการแตกที่ไม้ของแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว UF ซึ่งเป็นกาวภายในที่ทดสอบในสภาวะแห้งจะมีค่าสูงกว่าแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาวชนิดอื่นซึ่งเป็นกาวภายนอกที่ทดสอบในสภาวะเปียก โดยแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว EPI จะมีค่าการแตกที่ไม้ต่ำสุด

สรุปผล

การนำไม้สะเดาอายุประมาณ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี ทดลองทำไม้บางและแผ่นไม้อัดทั้งประเภทใช้งานภายในและภายนอกมาเปรียบเทียบกับไม้อัดที่ทำจากไม้ชนิดอื่น พบว่า

1. ความหนาแน่นของไม้บางสะเดาอยู่ในระดับ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สูงกว่าความหนาแน่นของไม้บางสะเดาเทียม แต่มีค่าใกล้เคียงกับไม้บางยางนา

2. การหดตัวของไม้บางสะเดาทางด้านสัมผัสและรัศมีอยู่ในระดับเดียวกับไม้บางสะเดาเทียม แต่หดตัวน้อยกว่าไม้บางยางนา

3. เมื่อใช้กาวต่างชนิดกันทำแผ่นไม้อัดสะเดา ค่าความต้านแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นไม้อัดจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. แผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว PF กาว UF และ กาว EPI ตามลำดับ

5. ค่าการแตกที่ไม้ของแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว UF ซึ่งเป็นกาวภายในที่ทดสอบในสภาวะแห้งจะมีค่าสูงกว่าแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาวชนิดอื่นซึ่งเป็นกาวภายนอกที่ทดสอบในสภาวะเปียก โดยแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว EPI จะมีค่าการแตกที่ไม้ต่ำสุด

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน คุณชัยยันต์ แพงวงค์ และคุณพิทักษ์ หางาม ผู้ช่วยนักวิจัยที่ช่วยในการจัดเก็บไม้สะเดาที่ใช้ในการทดลอง จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

มนตรี พรหมโชติกุล, วินัย โสมณวัตร์ และ ศรัณธร สุขวัฒน์นิจกูล 2537. **การทำไม้บางไม้อัดจากไม้สะเดาเทียม.** ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 36 น

สมศักดิ์ พัฒนประภาพันธ์, ธวัช จิรายุส, และ มนตรี พรหมโชติกุล. 2527. **การศึกษาการหดตัวของไม้บาง.** น. 188-203. *ใน* เอกสารทางวิชาการ เล่ม 2 การประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2527 "การป่าไม้เพื่อการพัฒนาชนบท". กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นไม้อัด. มอก.178-2549.** กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ ฯ.

อนวัทย์ สุโขธนัง, บุญยง สุรีย์พงษ์, เทียนชัย ศรีจรูญ, พรพิมล อมรโชติ และ สุทธิพร สุทธิจารีย์. 2545. **การใช้ประโยชน์ไม้ตัดสางขยายระยะจากสวนป่า.** ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 22 น.

Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. **Principle of Wood Science and Technology.** Vol II. Springer-Verlag, New York.

พลังงานจากไม้สะเดา

Energy from *Azadirachta siamensis*

ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์[1] (LAKSAMEE SUTTHIWILAIRATANA)

ประภัสสร ภาคอรรถ[2] (PRAPASSORN PAKART)

ขวัญรพี สิทตรีสอาด[3] (KHWANRAPEE SITTHEESAARD)

วัชรินทร์ แซ่ฟุ้ง[4] (WATCHARIN SAEFUNG)

บทคัดย่อ

การทดลองนำส่วนของไม้สะเดา คือ เศษไม้สะเดาขนาดเล็ก กิ่งขนาดเล็ก และปีกไม้ มาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงาน โดยนำมาทำถ่านอัดแท่ง พบว่า เมื่อใช้ถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 100, 200, 300 และ 400 กรัม สามารถผลิตถ่านอัดแท่งได้ทุกส่วนผสม ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดคือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ซึ่งมีค่างานที่ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.36 อัตราการเผาไหม้เฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 4.09 กรัมต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 26.63 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,748.85 แคลอรีต่อกรัม สำหรับการทำถ่านอัดแท่งโดยใช้ถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม ผสมกับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้น 5, 8, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตถ่านอัดแท่งได้ทุกส่วนผสมเช่นกัน ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดคือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 5% ซึ่งมีค่างานที่ได้เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.06 อัตราการเผาไหม้เฉลี่ยเท่ากับ 5.65 กรัมต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 33.87 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5,710.71 แคลอรีต่อกรัม

คำหลัก : ไม้สะเดา//เศษไม้สะเดา//พลังงาน//ถ่านอัดแท่ง

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

[2] นักวิชาการเผยแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

[3] นักวิชาการเผยแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

[4] เจ้าพนักงานการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

ABSTRACT

A study on energy potential of *Azadirachta siamensis* was conducted by making charcoal briquette from wood residue. Charcoal briquettes were made by combining 4,000 g of fine charcoal with tapioca starch at 100, 200, 300 and 400 g. The charcoal briquette made with 4,000 g fine charcoal and 200 g tapioca starch gave the best overall results, providing a work done value of 1.36, a burning rate value of 4.09 g/min, a heat utilization efficiency of 26.63 percent and a calorific value of 5,748.85 cal/g. Charcoal briquettes were also made by combining 4,000 g of fine charcoal with tapioca starch glue at 5, 8, 10 and 15 percent concentration by weight. The result found that the best combination was the charcoal briquette from 4,000 g of fine charcoal mixed with tapioca starch glue at 5 percent, providing a work done value of 2.06, a burning rate value of 5.65 g/min, a heat utilization efficiency of 33.87 percent and a calorific value of 5,701.71 cal/g.

Keywords: *Azadirachta siamensis*//wood residue//energy//charcoal briquette

คำนำ

จากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ราคาของพลังงานแทบทุกชนิดเริ่มขยับราคาตามไปด้วย การหาพลังงานทดแทนเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากในขณะนี้ การนำเศษวัสดุที่เหลือใช้หรือเศษชีวมวลต่างๆ มาผ่านกระบวนการเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานก็เป็นการช่วยแก้ปัญหานี้ได้เป็นอย่างดีอีกวิธีหนึ่ง ไม้สะเดา เป็นไม้ที่มีเนื้อไม้เหมาะสำหรับนำไปก่อสร้างบ้านเรือน ทำเสาเข็ม และทำเฟอร์นิเจอร์ ในการนำไม้สะเดาไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ จะต้องมีเศษเหลือใช้ กิ่งขนาดเล็กหรือเศษวัสดุ ในรูปทรงที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก การนำเศษวัสดุเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ด้วยการนำมาทำถ่านอัดแท่ง เป็นการเพิ่มมูลค่าเศษวัสดุโดยนำมาผ่านกระบวนการเผาและอัดขึ้นรูปให้เป็นแท่งถ่านเพื่อให้มีความหนาแน่นมากขึ้น อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานได้สะดวกขึ้น ซึ่งการเผาเศษวัสดุให้เป็นถ่านเป็นการปรับปรุงคุณภาพวัสดุ ทำให้มีค่าพลังงานความร้อนมากขึ้น และหากเลือกใช้ตัวประสานที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูป ก็จะทำให้ถ่านอัดแท่งมีค่าพลังงานความร้อนและประสิทธิภาพการใช้งานดียิ่งขึ้นไปอีก อันจะส่งผลให้มีแหล่งเชื้อเพลิงที่มีคุณค่ามากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนารูปแบบการใช้ทรัพยากรจากไม้หรือวัสดุอื่น ๆ อย่างคุ้มค่าประหยัด และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์

1. เตาถังเดี่ยว
2. เศษไม้สะเดาขนาดเล็ก
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. ตู้อบความชื้น
5. เครื่องชั่ง
6. โถดูดความชื้น
7. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งแบบอัดเย็น
8. แป้งมันสำปะหลัง
9. เครื่องบดย่อย
10. เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงของกรมป่าไม้
11. หม้ออลูมิเนียมเบอร์ 24

วิธีการ

1. การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

นำเศษไม้สะเดาขนาดเล็ก กิ่งขนาดเล็ก และปีกไม้ มาเผาให้เป็นถ่าน (ภาพที่ 1) นำถ่านที่ได้จากการเผาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดย่อย (ภาพที่ 2) จากนั้นนำไปทดลองอัดให้เป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งแบบอัดเย็น โดยใช้ผงถ่านบด 4,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นตัวประสานในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 1 จับเวลาและวัดความยาวของแท่งถ่านที่อัดได้ทั้งหมดจากส่วนผสมแต่ละอัตราส่วน นำแท่งถ่านไปผึ่งให้แห้งเพื่อเตรียมนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งาน (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบดกับแป้งมันสำปะหลังที่ปริมาณต่าง ๆ กัน

ถ่านเศษไม้สะเดาบด (กรัม)	แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)
4,000	100
4,000	200
4,000	300
4,000	400

2 การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

นำเศษถ่านทดลองอัดให้เป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งแบบอัดเย็น โดยใช้ผงถ่านบด 4,000 กรัม ผสมกับกาวแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 2 จับเวลาและวัดความยาวของแท่งถ่านที่อัดได้ทั้งหมดจากส่วนผสมแต่ละอัตราส่วน นำแท่งถ่านไปผึ่งให้แห้งเพื่อเตรียมนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งาน

ตารางที่ 2 อัตราส่วนระหว่างถ่านบดกับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ถ่านเศษไม้สะเดาบด (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของกาวแป้งมันสำปะหลัง (เปอร์เซ็นต์)
4,000	5
4,000	8
4,000	10
4,000	15

จากนั้นนำตัวอย่างถ่านอัดแท่งที่ได้ ไปวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อนโดยใช้ Adiabatic oxygen bomb calorimeter ตามวิธีการของ ASTM D 3172 and D 5865 และทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานโดยการต้มน้ำด้วยเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงของกรมป่าไม้ (ภาพที่ 4) เติมน้ำในหม้อต้มน้ำอลูมิเนียมเบอร์ 24 น้ำหนักน้ำเท่ากับ 3,700 กรัม (ปริมาตร ¾ ของปริมาตรหม้อ) ปิดฝาหม้อ ต้มน้ำโดยใช้ถ่านอัดแท่งจำนวน 400 กรัม เป็นเชื้อเพลิง สังเกตการแตกปะทุของถ่าน ปริมาณควันขณะติดไฟ บันทึกอุณหภูมิของน้ำตลอดเวลาจนกระทั่งน้ำเดือด บันทึกเวลาที่ใช้ไป จากนั้นเปิดฝาหม้อแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำเดือดต่ออีก 30 นาที บันทึกน้ำหนักน้ำและถ่านที่เหลือ หางานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่าน โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป}}{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ}}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งาน (\%)} = \frac{MCp\ (T2-T1) + (M-MI)\ L \times 100}{MfH1-MkH2}$$

เมื่อ M = น้ำหนักน้ำที่ใช้ทดลอง (กรัม)

Ml = น้ำหนักน้ำที่เหลือหลังการเดือด (กรัม)

L = ความร้อนแฝงของน้ำเท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม

Cp = ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม

T1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)

T2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

Mf = น้ำหนักของเชื้อเพลิง (กรัม)

Mk = น้ำหนักของเชื้อไฟ (กรัม)

H1 = ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)

H2 = ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อไฟ (แคลอรีต่อกรัม)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

การทดลองทำถ่านอัดแท่งจากเศษไม้สะเดา โดยใช้ถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 100, 200, 300 และ 400 กรัม (ภาพที่ 5) พบว่าสามารถผลิตถ่านอัดแท่งที่มีความยาวเท่ากับ 330, 321, 300 และ 282 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยส่วนผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม ให้ความยาวแท่งถ่านมากที่สุดเท่ากับ 330 เซนติเมตร และมีอัตราการผลิตสูงสุดเท่ากับ 0.97 เซนติเมตรต่อวินาที

ตารางที่ 3 ความยาวของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลังที่ปริมาณต่างๆ กัน

ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (วินาที)	ความยาวแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ (เซนติเมตร)	อัตราการผลิต (เซนติเมตร/วินาที)
100	340	330	0.97
200	348	321	0.92
300	350	300	0.85
400	364	280	0.76

เมื่อนำถ่านอัดแท่งไปทดสอบค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานด้วยเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม มีค่างานที่ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.36 มีอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 4.09 กรัมต่อนาที และมีประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 26.63 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 6) ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม มีค่างานที่ได้เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 1.02 ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราการเผาไหม้สูงที่สุด คือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม ซึ่งมีค่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยเท่ากับ 4.51 กรัมต่อนาที และมีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำที่สุด เท่ากับ 21.55 เปอร์เซ็นต์

ถ่านอัดแท่งที่มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม โดยมีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,816.12 แคลอรีต่อกรัม ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 200, 300 และ 400 กรัม มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,748.85, 5,678.55 และ 5,577.66 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ ประสิทธิภาพการใช้งาน และพลังงานความร้อนเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลังที่ปริมาณต่าง ๆ กัน

ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	100	200	300	400
งานที่ได้เฉลี่ย	1.02	1.36	1.25	1.28
อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย (กรัมต่อนาที)	4.51	4.09	4.15	4.43
ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	21.55	26.63	25.29	26.56
พลังงานความร้อนเฉลี่ย (แคลอรีต่อกรัม)	5,816.12	5,748.85	5,678.55	5,577.66

2. การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

เมื่อทดลองทำถ่านอัดแท่งโดยใช้ถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม ผสมกับกาวแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนของแป้งต่อน้ำโดยน้ำหนักเท่ากับ 5, 8, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 7) พบว่าทุกส่วนผสมสามารถอัดเป็นแท่งถ่านได้ โดยมีความยาวของแท่งถ่านเท่ากับ 335, 325, 312 และ 327 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5) โดยส่วนผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 5 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวแท่งถ่านมากที่สุดเท่ากับ 335 เซนติเมตร และมีอัตราการผลิตสูงสุดเท่ากับ 0.97 เซนติเมตรต่อวินาที

ตารางที่ 5 ความยาวของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของกาวแป้ง (เปอร์เซ็นต์)	ระยะเวลาที่ใช้ (วินาที)	ความยาวแท่งถ่านที่ได้ (เซนติเมตร)	อัตราการผลิต (เซนติเมตร/วินาที)
5	345	335	0.97
8	340	325	0.95
10	365	312	0.85
15	360	327	0.90

เมื่อนำถ่านอัดแท่งไปทดสอบค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานด้วยเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่างานที่ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 2.06 และมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานสูงที่สุด เท่ากับ 33.87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 8) ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 8 เปอร์เซ็นต์ มีค่างานที่ได้เฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.32 สำหรับค่าอัตราการเผาไหม้ พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราการเผาไหม้ต่ำที่สุด คือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยเท่ากับ 5.32 กรัมต่อนาที ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราการเผาไหม้สูงที่สุด คือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยเท่ากับ 6.22 กรัมต่อนาที และมีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำที่สุดเท่ากับ 24.41 เปอร์เซ็นต์

ถ่านอัดแท่งที่มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,710.71 แคลอรีต่อกรัม ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 8, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,638.59, 5,520.41 และ 5,514.72 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

ภาพที่ 1 ถ่านที่ได้จากการเผาเศษไม้สะเดาขนาดเล็ก

ภาพที่ 2 ถ่านที่บดแล้วเพื่อเตรียมนำไปอัดแท่ง

ภาพที่ 3 การผึ่งถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อเตรียมนำไปทดสอบ และหาประสิทธิภาพการใช้งาน

ภาพที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานโดยใช้เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงของกรมป่าไม้

ภาพที่ 5 การผสมถ่านบดกับแป้งมันสำปะหลังเพื่อนำไปอัดแท่ง

ภาพที่ 6 ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างผงถ่านบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม

ภาพที่ 7 การผสมถ่านบดกับกาวแป้งมันสำปะหลังเพื่อนำไปอัดแท่ง

ภาพที่ 8 ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างผงถ่านบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 ค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ ประสิทธิภาพการใช้งาน และพลังงานความร้อนเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของกาวแป้งมันสำปะหลัง (เปอร์เซ็นต์)	5	8	10	15
งานที่ได้เฉลี่ย	2.06	1.32	1.67	1.72
อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย (กรัมต่อนาที)	5.65	6.22	5.32	5.61
ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	33.87	24.41	29.77	30.57
พลังงานความร้อนเฉลี่ย (แคลอรีต่อกรัม)	5,710.71	5,638.59	5,520.41	5,514.72

จากตารางที่ 4 และ 6 เห็นได้ว่าถ่านอัดแท่งที่มีอัตราการเผาไหม้สูง จะมีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ เช่น ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม มีค่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมอื่น ๆ คือเท่ากับ 4.51 กรัมต่อนาที และมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 21.55 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 8 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 6.22 กรัมต่อนาที และมีประสิทธิภาพการใช้งาน 24.41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมอื่น

ๆ ด้วยเช่นกัน สิริลักษณ์และคณะ (2538) กล่าวว่า ถ่านที่มีอัตราการเผาไหม้สูงแม้จะทำให้น้ำเดือดเร็วจริง แต่ถ่านจะเผาไหม้หมดไปเร็ว และจะสิ้นเปลืองถ่านมากกว่าถ่านที่มีอัตราการเผาไหม้ต่ำ ดังนั้น ถ่านที่มีอัตราการเผาไหม้ต่ำกว่าจะถือว่ามีลักษณะที่ดีกว่าถ่านที่มีอัตราการเผาไหม้สูง และเนื่องจากถ่านที่มีอัตราการเผาไหม้สูงจะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่า เชื้อเพลิงจะหมดเร็วกว่า ก็ย่อมหมายถึงประสิทธิภาพการใช้งานต่ำกว่าด้วยนั่นเอง นอกจากนี้ยังพบว่าค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งที่ได้ จะลดลงตามปริมาณแป้งมันสำปะหลังหรือระดับความเข้มข้นของกาวแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น โดยพลังงานความร้อนเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100, 200, 300 และ 400 กรัม มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,816.12, 5,748.85, 5,678.55 และ 5,577.66 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ และพลังงานความร้อนเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้น 5, 8, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยลดลงตามความเข้มข้นของกาวแป้งที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเท่ากับ 5,710.71, 5,638.59, 5,520.41 และ 5,514.72 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองทำถ่านอัดแท่งจากถ่านเศษตอรากไม้ยูคาลิปตัส ที่ใช้ถ่านบด 3,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง 100, 200, 300 และ 400 กรัม พบว่าถ่านอัดแท่งที่ได้มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 3,118.12, 3,100.04, 3,047.80 และ 3,026.82 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งลดลงตามปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ (ลักษมี และ จิระพงษ์, 2548) และสอดคล้องกับผลการทดลองผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกกล้วยที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้น 5, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 6,104.26, 5,765.62 และ 5,718.25 แคลอรีต่อกรัม (ลักษมี 2554) ซึ่งค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยจะลดลงตามระดับความเข้มข้นของกาวที่เพิ่มขึ้นตามลำดับเช่นกัน

สรุปผล

1. การทำถ่านอัดแท่งจากเศษไม้สะเดา โดยใช้ถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 100, 200, 300 และ 400 กรัม สามารถผลิตถ่านอัดแท่งได้ทุกส่วนผสม ส่วนผสมที่สามารถผลิตถ่านอัดแท่งมีความยาวมากที่สุดและมีอัตราการผลิตสูงที่สุด คือ ส่วนผสมที่มีถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม โดยมีความยาวของแท่งถ่านทั้งหมดเท่ากับ 330 เซนติเมตร และมีอัตราการผลิตสูงสุดเท่ากับ 0.97 เซนติเมตรต่อวินาที ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ซึ่งมีค่างานที่ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.36 อัตราการเผาไหม้เฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.09 กรัมต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 26.63 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5,748.85 แคลอรีต่อกรัม

2. การทำถ่านอัดแท่งจากเศษไม้สะเดา โดยใช้ถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม ผสมกับกาวแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้น 5, 8, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตถ่านอัดแท่งได้ทุกส่วนผสมเช่นกัน ส่วนผสมที่สามารถผลิตถ่านอัดแท่งมีความยาวมากที่สุดและมีอัตราการผลิตสูงที่สุด คือ ส่วนผสมที่มีถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความยาวของแท่งถ่านเท่ากับ 335 เซนติเมตร และมีอัตราการผลิตสูงสุดเท่ากับ 0.97 เซนติเมตรต่อวินาที ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเศษไม้สะเดาบด 4,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 5% ซึ่งมีค่างานที่ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 2.06 อัตราการเผาไหม้เฉลี่ยเท่ากับ 5.65 กรัมต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 33.87 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5,710.71 แคลอรีต่อกรัม

เอกสารอ้างอิง

ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์. 2554. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุชีวมวล. เอกสารทางวิชาการ. งานพัฒนาพลังงานจากไม้, กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้. 11 หน้า.

ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์. และ จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2548. พลังงานจากตอรากไม้ยูคาลิปตัส. เอกสารทางวิชาการ. กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้. 22 หน้า.

สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์, มาลี ภานุนำภา, วิจิตร อ่องสมหวัง, ลักษมี เสชนะ และ วินัย ปัญญาธัญญะ. 2538. การศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านไม้ Acacias จำนวน 17 ชนิด. หน้า 55-65 ใน รายงานประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2537. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

การใช้สารสกัดจากสะเดาในการป้องกันกำจัดปลวกใต้ดิน

Using the extract from Neem to prevention and control of subterranean termites

ขวัญชัย เจริญกรุง (Khwanchai Charoenkrung)[1]

วรรษชล เพ็งแย้ม (Wassachon Pengyam)[2]

ธิดาวรรณ ชมเดช (Tidawan chomdech)[2]

นฤชา จากปล้อง (Naroecha Jakpong)[2]

บทคัดย่อ

การใช้สารสกัดจากสะเดาในการป้องกันกำจัดปลวกใต้ดิน ได้ทำการทดสอบด้วยวิธี Feeding test และ Contact test โดยใช้สารสะเดาที่สกัดจากธรรมชาติ จำนวน 5 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับทรีทเมนต์ที่ไม่ได้ใช้สารสกัด ผลการศึกษาพบว่าสารทั้งหมดมีฤทธิ์ในการกำจัดปลวก และมีผลต่อพฤติกรรมการเคลื่อนไหว และยับยั้งการกินอาหารของปลวกซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการตายของปลวกในระดับที่น่าสนใจด้วย

Abstract

Study on the efficacy of the extraction from 5 samples Neem plant extracts. By feeding and contact test methods. The result reveled that mode of action of the neem extractive on termite from the laboratory was classified as killing and antifeedant which result in final motality of tested termites.

---

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

[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คำนำ

ปลวกจัดเป็นศัตรูทำลายไม้ที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจสูงที่สุด โดยทำความเสียหายต่อพืชที่ปลูกไว้ ต้นไม้ในป่าธรรมชาติ ตลอดจนไม้ใช้ประโยชน์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ที่ใช้ประโยชน์ในอาคารบ้านเรือน รวมถึงวัสดุอื่นๆ ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบนั้น มักถูกปลวกเข้าทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอยู่เสมอๆ (Pearce, 1999) วิธีการในการป้องกันและกำจัดที่นิยมใช้กันโดยทั่วๆ ไปในปัจจุบันนี้ คือการใช้สารเคมีซึ่งเป็นวิธีการที่ให้ผลดีและมีประสิทธิภาพสูง จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นประเทศไทยเราจึงต้องมีการนำเข้าสารเคมีปราบศัตรูพืชหรือสารเคมีป้องกันกำจัดปลวกในปีหนึ่งนับเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (สุภาณี, 2540) ซึ่งการนำเข้าสารเคมีปราบศัตรูพืชชนิดต่างๆ เป็นจำนวนมากมายในแต่ละปีส่งผลให้ประเทศต้องเสียดุลการค้า และจากการใช้สารเคมีกันอย่างมากมายและแพร่หลาย เป็นเหตุให้เกิดอันตรายทั้งทางตรงคือเป็นพิษต่อคนและสัตว์ รวมถึงมีผลกระทบในทางอ้อมต่อการสูญเสียทางเศรษฐกิจ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเกิดการสูญเสียสมดุลในธรรมชาติไปเป็นอันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบนิเวศป่าไม้ ซึ่งมีความซับซ้อนและเป็นที่มาของความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของทรัพยากรธรรมชาติทั้งหลายภายในประเทศ และจากการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชติดต่อกันเป็นเวลานานจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดการต้านทานต่อสารเคมีขึ้น ทั้งในโรคและแมลงต่างๆ รวมทั้งก่อให้เกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาสารเคมีกลุ่มใหม่ๆ ที่มีความปลอดภัยสูงขึ้นมาใช้เพิ่มเติมอีกหลายชนิด และปัจจุบันก็ได้มุ่งศึกษาและค้นคว้าหาสารฆ่าแมลงในกลุ่มใหม่ๆ โดยจะเน้นให้มีผลทางชีววิทยาที่เฉพาะเจาะจงต่อศัตรูที่เป็นเป้าหมาย โดยอาจใช้จุลินทรีย์ หรือ สารคล้ายฮอร์โมน (hormone) สารยับยั้งการสร้างไคติน (chitin synthesis inhibitors) ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาของแมลงรวมถึงสารเคมีที่ไม่แสดงผลในการฆ่าแมลงโดยตรง แต่จะมีผลต่อพฤติกรรมของแมลง เช่น การเป็นสารล่อ (attractant) หรือสารขับไล่ (repellent) หรือสารยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) เป็นต้น ซึ่งสารเคมีในกลุ่มเหล่านี้ เช่น methoprene, hexaflumaron หรือ insect regulator อื่นๆ ก็ได้มีการศึกษาวิจัยและทดสอบใช้ในการป้องกันกำจัดปลวกอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ (Howard, 1980; Su และคณะ 1985; Su และ Scheffrahn, 1990; 1993) นอกจากนี้การศึกษาในปัจจุบันยังมุ่งเน้นในการที่จะค้นคว้าหาโครงสร้างทางเคมีของสารฆ่าแมลงชนิดใหม่ๆ จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (natural product) เพื่อนำไปใช้เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์ และพัฒนาสารฆ่าแมลงชนิดใหม่ที่มีกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างไปจากเดิมซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาแมลงสร้างความต้านทานได้

ดังนั้นการศึกษาเพื่อพัฒนาสารสกัดและกรรมวิธีการใช้สารสกัดจากสะเดา ให้สามารถนำมาใช้ทดแทนสารเคมีปราบศัตรูพืช หรือสารเคมีป้องกันกำจัดปลวกในอนาคตต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว อีกทั้งเป็นการช่วยให้เกษตรกรในชนบท

สามารถมีรายได้จากการเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย เป็นการสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมออกไปสู่ภูมิภาคและชนบท และสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นนโยบายหลักที่รัฐบาลได้กำหนดไว้ เพื่อเป็นการส่งเสริม สนับสนุน และตอบสนองต่อนโยบายของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวก

ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกทำลายไม้ชนิด *Coptotermes gestroi* ในบริเวณอาคารบ้านเรือนทั้งในเขตเมืองและชนบท ในท้องที่อำเภอรังสิตและธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม อำเภอเมือง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี เพื่อใช้ในการทดสอบ

กรรมวิธีการดักจับปลวกสำหรับนำมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

1. การดักจับปลวกโดยใช้กล่องเหยื่อไม้ยางพารา มีขั้นตอนในการดักจับดังนี้

- นำกล่องกระดาษบรรจุด้วยไม้ยางพาราที่มีขนาด 5×30× 2.5 ซม. (ก×ย×หนา) จนเต็มกล่องแล้วปิดฝาให้สนิท
- นำกล่องเหยื่อไม้ยางพาราที่ให้ความชื้นไว้เรียบร้อยแล้ว ไปวางไว้ตามมุมห้อง ซอกอาคาร ริมฝาผนังหรือตรงบริเวณที่สำรวจพบว่ามีเส้นทางเดินของปลวกชนิด *C. gestroi* ปิดกล่องด้วยผ้าพลาสติกหรือวัสดุอื่นให้มิดชิดทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1–2 เดือน
- ออกไปเก็บกล่องเหยื่อไม้ยางพาราที่มีปลวกจำนวนมากเข้ามาอยู่ภายในกล่องแล้ว และนำไปเพาะเลี้ยงภายในห้องปฏิบัติการ
- เปลี่ยนกล่องเหยื่อใหม่ลงแทนที่ในบริเวณเดิม เพื่อดักจับปลวกในครั้งต่อไป

2. เพาะเลี้ยงปลวกในห้องปฏิบัติการ

นำปลวกที่ดักจับมาจากแต่ละสถานที่ แยกเลี้ยงลงในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้โดยที่ก้นบ่อซีเมนต์ปูรองพื้นไว้ด้วยวัสดุดินหรือทราย เพื่อเป็นแหล่งเก็บความชื้นภายในรัง และปูรองไว้ด้วยชิ้นไม้ยางพารา เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารให้น้ำหรือความชื้นภายในบ่อเพาะเลี้ยงโดยการฉีดพ่นน้ำวันเว้นวัน

- ทำความสะอาดบริเวณปากขอบบ่อเพาะเลี้ยงทุกวันเพื่อกำจัดเส้นทางเดินดินที่ปลวกทำขึ้นมาเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ปลวกหนีออกจากบ่อเพาะเลี้ยง

- ดูแลให้อาหารปลวกประมาณเดือนละ 2 ครั้ง

ศึกษาและทดสอบปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกต่อสารสกัดสะเดาในห้องปฏิบัติการ

สารสกัดจากสะเดา จำนวน 5 ตัวอย่าง นำมาจากตัวอย่างสารสกัดซึ่งเกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านในพื้นที่จังหวัดสิงห์บุรี, พระนครศรีอยุธยา, อ่างทอง, นครปฐม และราชบุรี เป็นต้น

1. เตรียมสารสกัดสะเดา ชนิดของสารสกัดสะเดาที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 5 ตัวอย่าง นำมา treted บนกระดาษกรอง ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อทดสอบฤทธิ์ตกค้างของสารสกัดสะเดา

2. เตรียมสารสกัดสะเดา ชนิดของสารสกัดสะเดาที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 5 ตัวอย่าง นำมา treted บนกระดาษกรอง แล้วทดสอบทันที

การทดสอบทางชีววิทยา

การเตรียมปลวกสำหรับใช้ในการทดสอบ

นำปลวกที่เพาะเลี้ยงไว้ให้ปรับตัวอยู่ในสภาพห้องทดลองแล้ว 1-2 อาทิตย์ มาแยกตัวออกโดยการนำชิ้นไม้ที่มีปลวกอยู่ภายในมาเคาะให้ตัวปลวกร่วงหล่นออกมาจากชิ้นไม้ลงบนถาด นำกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ฉีดพ่นน้ำให้ความชื้นเล็กน้อย วางทับไว้บนตัวปลวกที่อยู่ในถาด ทิ้งไว้ประมาณ 10-15 นาที จนกว่าปลวกจะขึ้นมาเกาะอยู่บนกระดาษกรอง จากนั้นจึงย้ายปลวกที่เกาะอยู่บนกระดาษกรองไปเคาะลงในถาดอีกใบหนึ่งซึ่งมีกระดาษกรองชิ้นๆอยู่ เพื่อให้ปลวกหลบอยู่ใต้กระดาษกรองเป็นการป้องกันการสูญเสียความชื้นจากลำตัวปลวกทดลอง

1. การทดสอบปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวก เมื่อทดสอบโดยวิธี feeding test โดยใช้กระดาษกรอง เป็นแหล่งอาหารและความชื้น

1.1 การเตรียมตัวอย่างสารสกัดสะเดาเพื่อใช้ในการศึกษาและทดสอบ

- นำสารทดสอบที่เตรียมไว้ 1 ml. มาหยดลงบนกระดาษกรอง Wattman No.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 ซม. โดยแบ่งหยดด้านละ 0.5 ml. พลิกด้านแล้วหยดเพิ่มอีก 0.5 ml.

1.2 ขั้นตอนการศึกษาและทดสอบ

- นำปลวกงานที่แยกไว้ในถาดมานับจำนวน โดยในแต่ละหน่วยทดลองใช้ปลวกงานจำนวน 50 ตัว ปลวกทหาร 5 ตัว ใส่ลงใน Petri-dish ซึ่งบรรจุกระดาษกรองที่ treat สารสกัดสะเดาไว้เรียบร้อย ปิดฝาไว้ โดยแต่ละ treatment ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ

- สังเกตและจดบันทึกปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกทดลอง บันทึกอัตราการตายที่ระยะเวลาทุก 6 ชั่วโมง จนครบ 1 วัน หลังจากนั้นตรวจเช็คที่ระยะเวลา 3, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

- ในการประเมินผลจะคิดจากเปอร์เซ็นต์การตาย (% mortality) ผ่านสูตรของ Abbottซึ่งจะใช้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง เนื่องจากผลของสารโดยคำนวณผ่านสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ตายที่แท้จริง} = \frac{P' - C}{100 - C} \times 100$$

เมื่อ P' = เปอร์เซ็นต์ตายในสัตว์ทดลอง

C = เปอร์เซ็นต์ตายใน Control

2. การทดสอบปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกโดยวิธี Contact test คือ

- นำปลวกที่นับจำนวนและแยกไว้ (50w 5s) ใส่ลงใน Petri-dish ซึ่งบรรจุกระดาษกรอง ที่ treated ด้วยสารสกัดสะเดา โดยปล่อยให้ปลวกเดินสัมผัสกับสารบนกระดาษกรองเป็นระยะเวลา 15 นาที

- ย้ายปลวกทั้งหมดไปยัง Petri-dish ใหม่ที่มีกระดาษกรองซึ่งไม่ได้ treated ด้วยสารสกัด

- สังเกตและศึกษาปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกทุกระยะ 30 นาที, 1 ชั่วโมง และทุก 6 ชั่วโมง จนครบ 1 วัน และทุก 3 วัน, 5 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ ทำการตรวจนับจำนวนตัวปลวกที่ยังมีชีวิตอยู่ แล้วนำไปคิดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การตายสะสมที่แท้จริงของปลวกทดลอง

- บันทึกข้อมูลอัตราการกินอาหารของปลวก เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง (7 วัน) โดยการประเมินด้วยสายตา

3. ประเมินผลและวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของสารสกัดต่อปลวกทำลายไม้ ในการประเมินความเป็นพิษของสารสกัดเพื่อพัฒนาเป็นสารฆ่าแมลงนั้น จะใช้วิธีการประเมินความเป็นพิษในลักษณะเฉียบพลัน (สุภาณี, 2540)

- ทำการประเมินความเป็นพิษโดยใช้ค่า LT (Lethal time) คือค่าที่ใช้บอกระดับความเป็นพิษโดยเฉพาะอย่างยิ่งมักใช้ในการศึกษาความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง การบอกความเป็นพิษจะใช้ระยะเวลาในการทำให้สัตว์ทดลองตาย เมื่อได้รับสารในปริมาณเดียวกัน ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นวินาที นาที ชั่วโมงหรือเป็นวัน ซึ่งอาจประเมินเป็นค่า LT_{50} หรือ LT_{100} คือ ระยะเวลาที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50% หรือ 100% ในความเข้มข้นระดับหนึ่ง

- การประเมินระดับการกินอาหารของปลวกเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง

จากการประเมินการกินอาหารของปลวกด้วยสายตาสามารถจัดแบ่งเป็น 4 ระดับคะแนน คือ

0 = ไม่กินเลย

1 = กินเล็กน้อย ไม่เกิน 15 %

2 = กินปานกลาง 15 % ไม่เกิน 50 %

3 = กินมากกว่า 50 % ขึ้นไป

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาและทดสอบปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกต่อสารสกัดจากสะเดา โดยวิธี feeding test ในลักษณะการทดสอบทันที ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า สารสกัดจากสะเดาทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถทำให้ปลวกตายได้ 100% ภายในเวลา 7 วัน (Lt_{100}=7 วัน) เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง (7วัน) จากระดับการกินอาหาร พบว่าปลวกกินอาหารที่ treated ด้วยสารสกัดจากสะเดาทุกตัวอย่างในระดับคะแนน ตั้งแต่ 1-2 โดยปลวกจะกินอาหารที่มีในสารสกัดจากสะเดาตัวอย่างที่ 5 ได้มากกว่าตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ control มีอัตราการกินอาหารสูงสุดถึงระดับ 3 ส่วนในการทดสอบในลักษณะฤทธิ์ตกค้าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า สารสกัดจากสะเดาทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถทำให้ปลวกตายได้ 100% ภายในเวลา 7 วัน (Lt_{100}=7 วัน) เช่นกัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง (7วัน) จากระดับการกินอาหาร พบว่าปลวกกินอาหารที่ treated ด้วยสารสกัดจากสะเดาทุกตัวอย่างในระดับคะแนน ตั้งแต่ 2-3 ในขณะที่ control มีอัตราการกินอาหารที่ระดับ 3 จะสังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกที่ทดสอบในลักษณะพิษตกค้าง ปลวกจะมีเปอร์เซ็นต์การตายที่ต่ำกว่า treated สารสะเดาแล้วทดสอบทันที ในทุกช่วงเวลา แต่ไม่ว่าอย่างไรก็ตาม ทั้ง 2 ลักษณะสามารถมีฤทธิ์กำจัดปลวกได้ภายในระยะเวลา 7 วันเช่นกัน

ข้อสังเกต สำหรับปลวกที่กินอาหารที่มีสารสกัดจากสะเดาในทุกตัวอย่าง พบว่าตัวปลวกมีสีขุ่นขาวกว่าเดิม และเริ่มเฉื่อยชา เคลื่อนไหวช้าลง ไม่กินอาหาร และตายในเวลาต่อมา

ผลการศึกษาและทดสอบปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกต่อสารสกัดจากสะเดา โดยวิธี contact test ทั้งในลักษณะการทดสอบทันทีและในลักษณะพิษตกค้าง แสดงไว้ในตารางที่ 3-4 พบว่า ผลการทดสอบเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบแบบ feeding test โดยสารสกัดจากสะเดาทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถทำให้ปลวกตายได้ 100% ภายในเวลา 14 วัน (Lt_{100}=14 วัน) เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง (14วัน) จากระดับการกินอาหาร พบว่าปลวกกินอาหารที่ treated ด้วยสารสกัดจากสะเดาทุกตัวอย่างในระดับคะแนน ตั้งแต่ 2-3 โดยปลวกจะกินอาหารที่มีในสารสกัดจากสะเดาตัวอย่างที่ 5 ได้มากกว่าตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ control มีอัตราการกินอาหารสูงสุดถึงระดับ 3

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวกเมื่อทดสอบกับสารสกัดสะเดา โดยวิธี feeding test ในการทดสอบทันที

สารสกัดสะเดา	อัตราการตายที่แท้จริง (% real mortality)					ระดับการกินอาหารที่ 7 วัน
	6 ช.ม.	12 ช.ม.	1 วัน	3 วัน	7 วัน	
ทดสอบทันที						
ตัวอย่างที่ 1	25.31^{cd}	30.16^{c}	51.00^{d}	82.58^{cd}	100.00^{b}	1
ตัวอย่างที่ 2	17.28^{bc}	24.62^{c}	31.29^{c}	73.85^{bc}	100.00^{b}	1
ตัวอย่างที่ 3	22.81^{cd}	29.16^{c}	34.86^{c}	74.89^{cd}	100.00^{b}	1
ตัวอย่างที่ 4	28.80^{d}	38.17^{d}	45.43^{d}	87.68^{d}	100.00^{b}	1
ตัวอย่างที่ 5	10.77^{b}	14.07^{b}	17.65^{b}	71.29^{bc}	100.00^{b}	2
Control	0.25^{a}	0.50^{a}	1.00^{a}	2.50^{a}	9.50^{a}	3

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวกเมื่อทดสอบกับสารสกัดสะเดา โดยวิธี feeding test ในการทดสอบฤทธิ์ตกตกค้างที่ระยะเวลา 1 เดือน

สารสกัดสะเดา	อัตราการตายที่แท้จริง (% real mortality)					ระดับการกินอาหารที่ 7 วัน
	6 ช.ม.	12 ช.ม.	1 วัน	3 วัน	7 วัน	
ผลตกค้าง (ทิ้งไว้ 4 สัปดาห์)						
ตัวอย่างที่ 1	5.50^{a}	7.00^{ab}	9.00^{abc}	44.88^{bc}	100.00^{b}	3
ตัวอย่างที่ 2	2.00^{a}	2.50^{ab}	2.50^{ab}	35.72^{b}	100.00^{b}	3
ตัวอย่างที่ 3	15.50^{b}	17.50^{c}	18.50^{c}	62.21^{d}	100.00^{b}	2
ตัวอย่างที่ 4	9.00^{a}	11.00b^{c}	11.50^{bc}	59.19^{d}	100.00^{b}	2
ตัวอย่างที่ 5	3.00^{a}	3.50a^{b}	4.00^{abc}	51.55^{cd}	100.00^{b}	3
Control	0.00^{a}	0.00^{a}	0.00^{a}	2.00^{a}	4.50^{a}	3

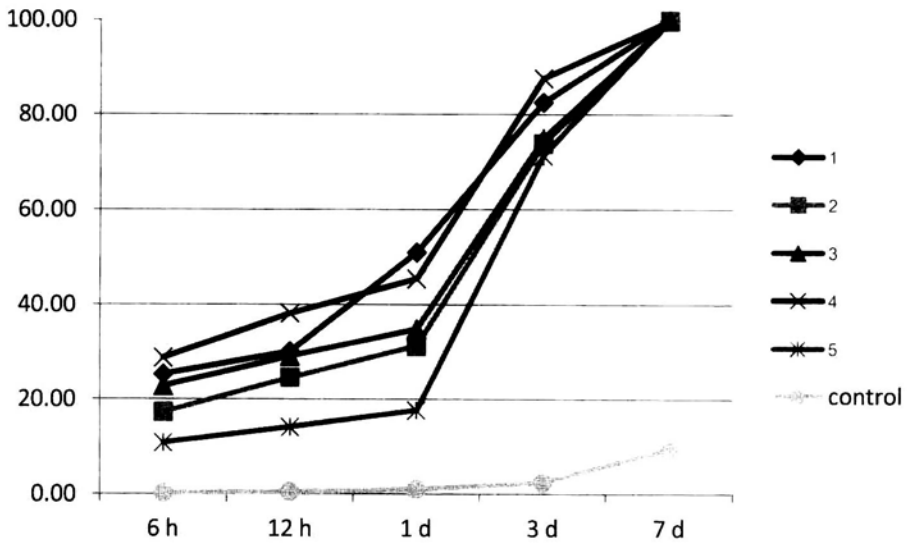
ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวกเมื่อทดสอบกับสารสกัดสะเดา โดยวิธี contact test ในการทดสอบทันที

สารสกัดสะเดา	อัตราการตายที่แท้จริง (% real mortality)						ระดับการกินอาหารที่ 14 วัน
	6 ช.ม.	12 ช.ม.	1 วัน	3 วัน	7 วัน	14 วัน	
ทดสอบทันที							
ตัวอย่างที่ 1	12.28^{cd}	14.08^{c}	24.74^{d}	39.50^{bc}	44.76^{bc}	100.00^{b}	2
ตัวอย่างที่ 2	7.76^{bc}	11.56^{c}	14.63^{c}	34.87^{b}	44.20^{bc}	100.00^{b}	2
ตัวอย่างที่ 3	10.78^{cd}	14.08^{c}	16.16^{c}	35.91^{b}	44.20^{bc}	100.00^{b}	2
ตัวอย่างที่ 4	13.77^{d}	18.58^{d}	21.70^{d}	42.04^{c}	45.85^{c}	100.00^{b}	2
ตัวอย่างที่ 5	5.26^{b}	6.03^{b}	7.56^{b}	34.36^{b}	41.98^{b}	100.00^{b}	3
Control	0.25^{a}	0.50^{a}	1.00^{a}	2.50^{a}	9.50^{a}	32.50^{a}	3

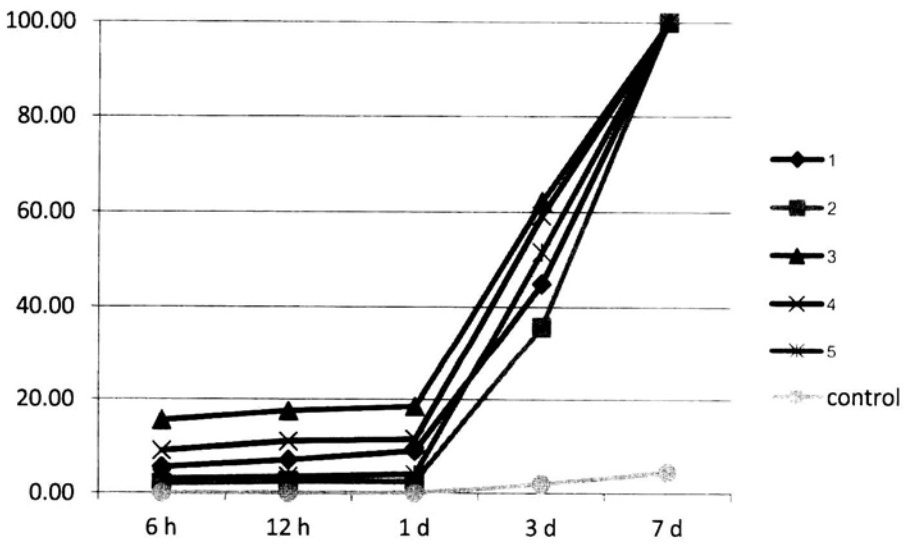
ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวกเมื่อทดสอบกับสารสกัดสะเดา โดยวิธี contact test ในการทดสอบฤทธิ์ตกตกค้างที่ระยะเวลา 1 เดือน

สารสกัดสะเดา	อัตราการตายที่แท้จริง (% real mortality)						ระดับการกินอาหารที่ 14 วัน
	6 ช.ม.	12 ช.ม.	1 วัน	3 วัน	7 วัน	14 วัน	
ผลตกค้าง (ทิ้งไว้ 4 สัปดาห์)							
ตัวอย่างที่ 1	2.50^{bc}	3.00^{ab}	4.00^{abc}	20.91^{bc}	38.76^{c}	100.00^{b}	3
ตัวอย่างที่ 2	0.50^{a}	0.50^{a}	0.50^{ab}	16.33^{b}	37.18^{bc}	100.00^{b}	3
ตัวอย่างที่ 3	7.00^{c}	8.50^{b}	9.00^{c}	29.57^{d}	38.72^{c}	100.00^{b}	3
ตัวอย่างที่ 4	4.00^{bc}	5.00^{ab}	5.50^{bc}	28.06^{cd}	40.31^{c}	100.00^{b}	3
ตัวอย่างที่ 5	1.00^{a}	1.50^{a}	1.50^{ab}	24.50^{cd}	34.04^{b}	100.00^{b}	3
Control	0.00^{a}	0.00^{a}	0.00^{a}	2.00^{a}	4.50^{a}	28.50^{a}	3

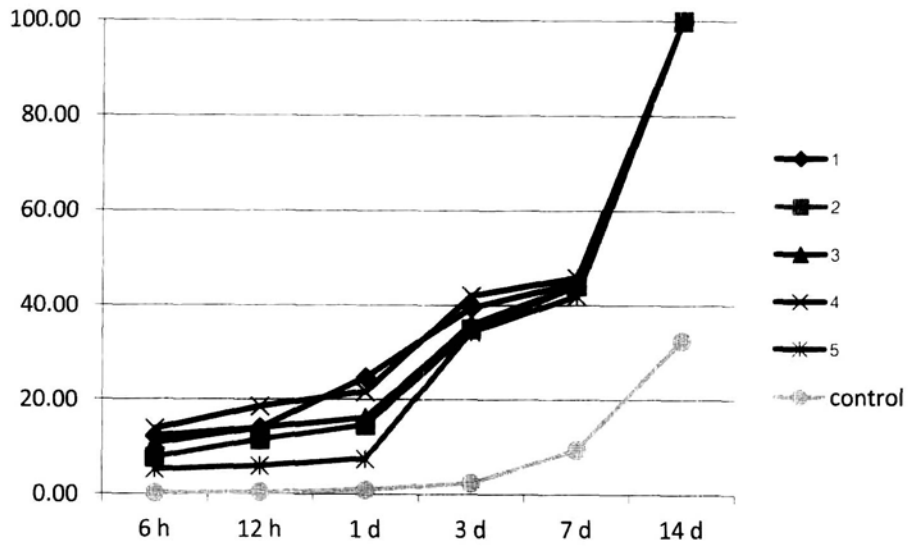
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงของปลวก เมื่อทดสอบกับสารสกัดจากสะเดา จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยวิธี feeding test ในลักษณะการทดสอบทันที



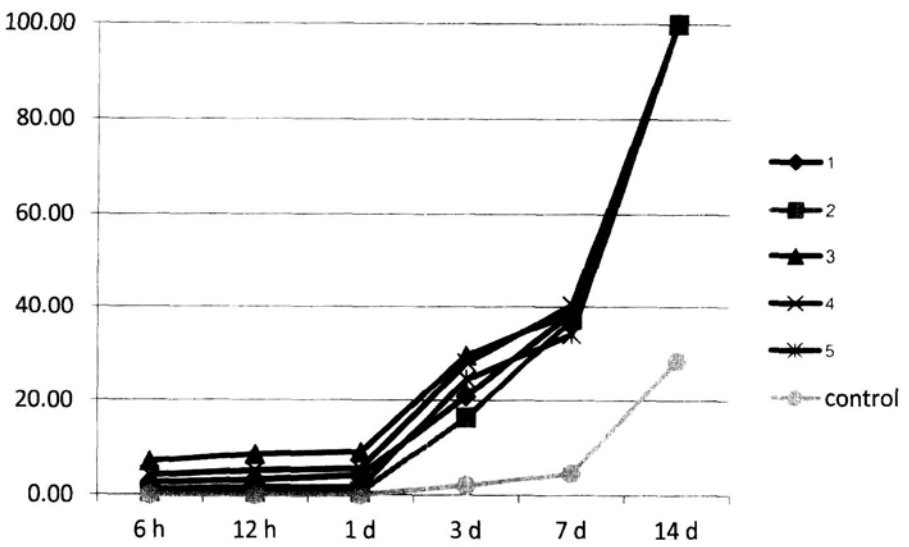
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงของปลวก เมื่อทดสอบกับสารสกัดจากสะเดา จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยวิธี feeding test ในลักษณะการทดสอบฤทธิ์ตกค้าง 1 เดือน



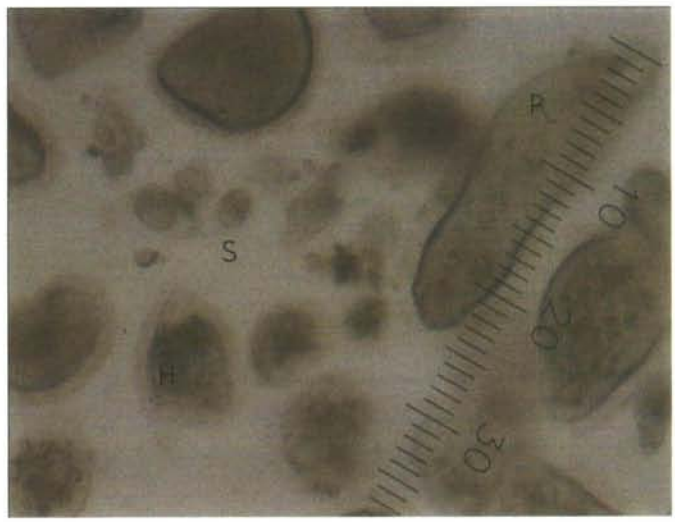
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงของปลวก เมื่อทดสอบกับสารสกัดจากสะเดา จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยวิธี contact test ในลักษณะการทดสอบทันที



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงของปลวก เมื่อทดสอบกับสารสกัดจากสะเดา จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยวิธี contact test ในลักษณะการทดสอบฤทธิ์ตกค้าง 1 เดือน



นอกจากนี้ได้นำการศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับชนิดและปริมาณ protozoa ที่อยู่ภายในลำไส้ปลวกชนิด *C. gestroi* ซึ่งใช้ในการศึกษาทดสอบครั้งนี้ พบว่าภายในลำไส้ปลวกจะมี protozoa อยู่ 3 ชนิด ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการผลิต enzyme ช่วยในการย่อย cellulose (Yoshimura *et* al. 1992) คือ *Pseudotrichonympha* sp. (P) เป็น protozoa ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีรูปร่างคล้ายกระสวย *Holomastigotoides* sp. (H) เป็น protozoa ขนาดกลางมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรูปไข่ และ *Spirotrichonympha* sp. (S) เป็น protozoa ขนาดเล็กที่สุด มีรูปร่างคล้ายกรวย (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 รูปร่างลักษณะของ protozoa 3 ชนิด (P,H, S) ที่ถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์

สรุปผล

ผลการศึกษาและทดสอบปฏิกิริยาการตอบสนองของปลวกต่อสารสกัดจากสะเดา โดยวิธี feeding test ในลักษณะการทดสอบแบบ tread สารสกัดแล้วทดสอบทันทีกับ tread สารสกัดแล้วทิ้งไว้ 1 เดือนจึงนำมาทดสอบเพื่อดูฤทธิ์ตกค้าง สารสกัดจากสะเดาทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถทำให้ปลวกตายได้ 100% ภายในเวลา 7 วัน (Lt_{100}=7 วัน) ในขณะที่การทดสอบวิธี contact test ทั้งในลักษณะการทดสอบทันทีและในลักษณะพิษตกค้าง ผลการทดสอบเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบแบบ feeding test โดยสารสกัดจากสะเดาทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถทำให้ปลวกตายได้ 100% ภายในเวลา 14 วัน (Lt_{100}=14 วัน)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการใช้สารสกัดจากสะเดาในการป้องกันกำจัดปลวกใต้ดินสำเร็จลุล่วงลงได้ ต้องขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2541. สะเดา มิติใหม่ของการป้องกันและกำจัดแมลง. ภาคกีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 229 หน้า

ยุพาพร สรนุวัตร และสุวรรณา เป็นสุข. 2541. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับไม้สะเดาเทียม *Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs และปลวกทำลายไม้ในประเทศไทย เอกสารวิชาการเลขที่ ร. 511. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 12 หน้า

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 164 หน้า

Howard, R.W. 1980. Effects of methoprene on colony foundation by alates of *Reticutitermes flavipes* (arollar). Journal of the Georgia Entomological Society 15: 281–285 [227]

Pearce, M.J. 1999. Termites Biology and Pest management. CAB International Wallingford, Oxon OX 10 8DE, UK. 172 pp.

Su, N.Y.& R.H. Scheffrahn. 1990. Potential of insect growth regulators as termiticides: a review. Sociobiology 17: 313–328.

_____. 1993. Laboratory Evolution of two chitin synthesis inhibitors, Hexaflumuron and Diflubenzuron, as bait toxicants against formosan and eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal Economic Entomology 86 (5): 1453–1457.

Su, N. Y., Tamashiro, M. & Haverty, M. 1985. Effects of three insect growth regulators, feeding substrates, and colony origin on surival and presoldier production of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 78: 1259–1263 [227p].

กำหนดส่ง

พิมพ์ที่ : **อักษรสยามการพิมพ์** 16 ซอยบางแวก 2 แยก 4 แขวงคูหาสวรรค์ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
โทรศัพท์ 0-2410-8719 โทรสาร 0-2410-7813 E-mail : aksornsiam@yahoo.co.th
นายประพล รุ่งรุจิโรจน์ ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา 2557

634.0.92 BT20057
สนก วิจัยการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

BT20057

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BT20057

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900