

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเติบโตของกล้าไม้กฤษณาภายใต้ความเข้มแสงที่ต่างกัน

Growth of *Aquilaria Crassna* Pierre Seedlings Under
Different Light Intensities

ชนะ ผิวเหลือง¹

กรกฎ สายแวว²

Chana Piewluang¹

Korakot Saiwaew²

¹ งานวิจัยและจัดการเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้

โทรศัพท์: 0-2561-4292-3 ต่อ 429, 430; 08-1267-5681 โทรสาร: 0-2940-7396 e-mail: cpiewluang@yahoo.com

² ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้

จังหวัดสระบุรี 18180 โทรศัพท์: 0-3634-1305; 08-6723-2569 e-mail: e100sw@hotmail.com

รับต้นฉบับ 16 มกราคม 2550

รับลงพิมพ์ 24 มีนาคม 2551

ABSTRACT

Growth of *Aquilaria crassna* Pierre seedlings under different light intensities was investigated at the Central Forest Seed Centre, Muak-Lek, Saraburi. A Completely Randomized Design with five treatments and four replications was used. Treatment 1 (T1) was the open-area where neither sides was covered with the shading net. Treatment 2 (T2) was only topside of the nursery covered with shading net of 70%. Treatment 3 (T3) was all 5 sides of the nursery covered with shading net of 50%. Treatment 4 (T4) was all 5 sides of the nursery covered with shading net of 80%. In these four treatments, seedlings stayed under individual treatment for twelve months. Meanwhile, Treatment 5 (T5), seedlings from less light intensity were moved to higher light intensity in every 3 months periodically (T4 to T3 to T2 and to T1, respectively). Height, diameter at root collar and survival of the seedlings were measured at 1, 3, 6, 9 and 12 months, respectively. The results from this study revealed that survival at 6-12 months, and height and diameter at root collar at 1-9 months of *Aquilaria crassna* seedlings in the five treatments were significant difference. Survival and growth of the seedlings were not significant difference at 1-3 months and 12 months, respectively. Treatment 4 encouraged *Aquilaria crassna* seedlings to attain the greatest survival and growth. However, *Aquilaria crassna* seedlings in Treatment 1 and 2 had the lowest survival and growth. Therefore, it can be concluded that all 5 sides of the nursery covered with shading net of 80% was the suitable treatment for this species seedlings at the nursery stage. Moreover, 6 months old seedling was an appropriate stage to transfer from the nursery covered with shading net of 80% to the nursery covered with shading net of 50% for further maintenance.

Keywords: *Aquilaria crassna* Pierre, Light intensity, Seedling survival, Seedling growth

บทคัดย่อ

การเติบโตของกล้าไม้กฤษณาภายใต้ความเข้มแสงที่ต่างกัน ได้ดำเนินการศึกษาที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) มีทั้งหมด 5 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1: เปิดโล่งหรือไม่คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสงทั้งห้าด้าน, กรรมวิธีที่ 2: คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 70% เฉพาะด้านบน, กรรมวิธีที่ 3: คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 50% โดยรอบห้าด้าน และกรรมวิธีที่ 4: คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 80% โดยรอบห้าด้าน กล้าไม้ที่อยู่ภายใต้ความเข้มแสงในแต่ละกรรมวิธี นาน 12 เดือน ตลอดเวลา และ กรรมวิธีที่ 5: ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่มีความเข้มแสงน้อยกว่าไปยังกรรมวิธีที่มีความเข้มแสงมากกว่าทุกๆ ช่วงระยะเวลา 3 เดือน โดยกล้าไม้ที่อยู่ภายใต้ความเข้มแสงในกรรมวิธีที่ 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 3 เดือนต่อกรรมวิธี และแต่ละกรรมวิธีมี 4 ซ้ำ ทำการตรวจวัดความสูง ความโตที่ระดับคอราก และการรอดตายของกล้าไม้เมื่อกล้าไม้มีอายุครบ 1, 3, 6, 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า การรอดตาย และ ความสูงและความโตของกล้าไม้กฤษณาภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกันห้ากรรมวิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อกล้าไม้มีอายุ 6-12 เดือน และ 1-9 เดือน ตามลำดับ การรอดตายและการเติบโตของกล้าไม้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อกล้าไม้มีอายุ 1-3 เดือน และ 12 เดือน ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ 4 ทำให้กล้าไม้มีการรอดตาย การเติบโตทางความสูงและความโตมากที่สุด แต่กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ทำให้กล้าไม้มีการรอดตายและการเติบโตต่ำที่สุด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า เรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 80% โดยรอบห้าด้านเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกล้าไม้กฤษณาในระยะเรือนเพาะชำ และกล้าไม้กฤษณาอายุ 6 เดือน ที่เลี้ยงอยู่ในเรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 80% โดยรอบห้าด้าน เป็นช่วงที่เหมาะสมที่จะนำกล้าไม้ชนิดนี้ไปเลี้ยงต่อไปในเรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 50% โดยรอบห้าด้าน

คำสำคัญ: ไม้กฤษณา ความเข้มแสง การรอดตาย การเติบโตของกล้าไม้

คำนำ

ในปัจจุบันไม้กฤษณา (*Aquilaria crassna* Pierre) นับเป็นไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เพราะผลิตผลเนื้อไม้ชนิดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นยาสมุนไพร เครื่องหอม เครื่องอุปโภคและบริโภค (ชมรมไม้กฤษณา (ไม้หอม) แห่งประเทศไทย, 2548) อีกทั้งเนื้อไม้มีมูลค่าค่อนข้างสูง (200-60,000 บาท/กิโลกรัม) ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ทำให้พันธุ์ไม้ชนิดนี้ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกอย่างแพร่หลาย (กาญจนา, 2546) ดังนั้น การเตรียมกล้าไม้ให้มีความแข็งแรงเติบโตดีและสามารถต้านทานโรคและแมลงได้ดี นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การปลูกสร้างสวนป่าประสบผลสำเร็จ

(สง่าและอรอด, 2510)

การเติบโตของกล้าไม้ในเรือนเพาะชำขึ้นอยู่กับทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในของกล้าไม้ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ธาตุอาหาร ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และลักษณะทางพันธุกรรมของพืช เป็นต้น (Lavender, 1984) ดังนั้น ความเข้มแสงนับเป็นปัจจัยภายนอกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อกระบวนการต่างๆ ของการเติบโตของกล้าไม้ เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง การเปิด-ปิดของปากใบ การขยายตัวและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ และการร่วงหล่นของใบ เป็นต้น (พงษ์ศักดิ์, 2521)

กล้าไม้ที่ได้รับแสงน้อยจะมีการเติบโตทาง

ความสูงเร็ว ทำให้ลำต้นของกล้าไม้คดงอและเกิดโรคต่างๆ ได้ง่าย ในทางกลับกันกล้าไม้ที่ไม่ได้รับแสงมากจะมีการรอดตายน้อยและมีการเติบโตช้าในระยะแรกหลังการย้ายชำ เรือนเพาะชำกล้าไม้ทั่วไปให้แสงแก่กล้าไม้ประมาณ 60% (พิน, 2539) แต่พรรณไม้ชนิดหนึ่งๆ มีความต้องการแสงในระยะกล้าไม้ที่ต่างกัน ฉะนั้นการควบคุมปริมาณความเข้มแสงในเรือนเพาะชำให้เหมาะสมต่อกล้าไม้แต่ละชนิดช่วยส่งเสริมให้กล้าไม้ชนิดนั้นๆ เติบโตได้ดี นักวิชาการป่าไม้หลายท่านได้ศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเติบโตของกล้าไม้ชนิดต่างๆ พบว่า กล้าไม้ยางนาที่ได้รับความเข้มแสงระหว่าง 30-100% มีอัตราการเติบโตใกล้เคียงกัน ขณะที่กล้าไม้ยางนาที่ได้รับความเข้มแสง 10% มีอัตราการเติบโตและความแข็งแรงน้อยที่สุด (จินตนา และคณะ, 2534) ส่วนกล้าหวายข้อดำที่ได้รับความเข้มแสง 10% มีความสูงดีที่สุด กล้าที่ได้รับความเข้มแสง 30% และ 50% มีความโตที่ระดับคอรากใกล้เคียงกันและมากที่สุด กล้าที่ได้รับความเข้มแสง 50% มีผลผลิตมวลชีวภาพรวม ผลผลิตมวลชีวภาพราก ผลผลิตมวลชีวภาพลำต้นสูงกว่ากล้าที่ได้รับความเข้มแสงอื่นๆ และกล้าที่ได้รับความเข้มแสง 10%, 30% และ 50% มีอัตราการรอดตายใกล้เคียงกัน ขณะที่กล้าไม้ที่ได้รับความเข้มแสง 100% มีความสูง ความโตที่ระดับคอราก ผลผลิตมวลชีวภาพ สัดส่วนระหว่างยอด/ราก และอัตราการรอดตายต่ำที่สุด (สกลศักดิ์และวลัยพร, 2543)

ไม้กฤษณา (*Aquilaria crassna* Pierre) ปรากฏตามธรรมชาติในป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้งในภาคกลางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (สมภัทร และจงรัก, 2547) ลักษณะโครงสร้างของป่าไม้ทั้งสองประเภทนี้มีความหนาแน่นของแม่ไม้ ไม้หนุม และกล้าไม้ค่อนข้างสูง ทำให้ปริมาณแสงที่ผ่านลงสู่พื้นดินมีน้อย ดังนั้น กล้าไม้ที่จะเติบโตได้ดีต้องเป็นกล้าไม้ของพันธุ์ไม้ชนิดที่ทนร่มหรือกึ่งทนร่ม Forest and Landscape

Denmark (2004) รายงานว่า ไม้กฤษณาเป็นพันธุ์ไม้ที่ต้องการแสงมากชนิดหนึ่ง (light demanding species) อย่างไรก็ตาม ระดับของความเข้มแสงที่มีความเหมาะสมต่อการเติบโตของกล้าไม้กฤษณาในเรือนเพาะชำยังไม่มีการศึกษาแต่อย่างใด ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ

1. เพื่อหาความเข้มแสงที่มีความเหมาะสมต่อการเติบโตของกล้าไม้กฤษณาในเรือนเพาะชำ
2. เพื่อศึกษาการตอบสนองของกล้าไม้กฤษณาต่อความเข้มแสงในระดับต่างๆ
3. เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกล้าไม้ชนิดนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาค้นคว้านี้ดำเนินการในเรือนเพาะชำของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี โดยเพาะเมล็ดไม้กฤษณาที่เก็บมาจากสวนป่าของไม้ชนิดนี้ในจังหวัดตราด ลงในกระบะเพาะพลาสติกซึ่งใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุเพาะ ก่อนและหลังเพาะเมล็ดไม้ ราววัสดุเพาะด้วยสารเคมีกำจัดเชื้อรา (Benlate) เพื่อกำจัดและป้องกันการเกิดเชื้อรา

เมื่อเมล็ดพันธุ์ออกเป็นกล้าไม้ย้ายชำกล้าไม้ที่มีความสูงประมาณ 1 นิ้ว ลงในถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 4x9 นิ้ว (แบบพับข้าง) ที่บรรจุขุยมะพร้าวผสมหน้าดินผสมปุ๋ยคอก (อัตราส่วน 3:1:1) เป็นวัสดุย้ายชำ วางกล้าไม้แบบสุ่มตลอดจำนวน 4 ซ้ำ (replications) ซ้ำละ 10 กล้า บนโต๊ะตะแกรงลวดซึ่งยกสูงจากพื้นคอนกรีตประมาณ 40 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราตามธรรมชาติและเพื่อการรดรดด้วยอากาศและโต๊ะวางกล้าไม้ตั้งอยู่ภายในเรือนเพาะชำที่แต่ละเรือนจัดให้มีการเข้มแสงแตกต่างกัน 4 ระดับ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มี 5 กรรมวิธี (treatments) ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1: เปิดโล่งหรือไม่คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสงทั้งห้าด้าน

กรรมวิธีที่ 2: คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่าย
พลาสติกพรางแสง 70% เฉพาะด้านบน

กรรมวิธีที่ 3: คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่าย
พลาสติกพรางแสง 50% โดยรอบห้าด้าน

กรรมวิธีที่ 4: คลุมเรือนเพาะชำด้วยตาข่าย
พลาสติกพรางแสง 80% โดยรอบห้าด้าน และ

กรรมวิธีที่ 5: ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นทุกช่วง
ระยะเวลา 3 เดือน

ในกรรมวิธีที่ 1-4 กล้าไม้้อยู่ภายใต้ความเข้ม
แสงของแต่ละกรรมวิธีต่อเนื่องนาน 12 เดือน ส่วน
กรรมวิธีที่ 5 กล้าไม้้อยู่ภายใต้ความเข้มแสงของ
กรรมวิธีที่ 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ นาน 3 เดือน/
กรรมวิธี โดยย้ายกล้าไม้จากเรือนเพาะชำที่มีระดับ
ความเข้มแสงน้อยกว่าไปยังเรือนเพาะชำที่มีระดับ
ความเข้มแสงมากกว่า กล่าวคือ ย้ายกล้าไม้จาก
กรรมวิธีที่ 4 ไป กรรมวิธีที่ 3, กรรมวิธีที่ 3 ไป กรรมวิธี
ที่ 2 และ กรรมวิธีที่ 2 ไป กรรมวิธีที่ 1 ตามลำดับ เมื่อ
กล้าไม้้อยู่ภายในแต่ละกรรมวิธีครบกำหนดช่วงระยะ
เวลา 3 เดือน ในการนี้ไม่ได้ดำเนินการวัดความเข้มของ
แสงที่แท้จริงในแต่ละเรือนเพาะชำที่จัดให้มีการศึกษาฯ
ข้อมูลทางด้านอุณหภูมิภายในเรือนเพาะชำต่างๆ ที่
ใช้เป็นสถานที่ทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1

ดูแลรักษากล้าไม้ที่ใช้ในการศึกษาเหมือน
กับการบำรุงรักษากล้าไม้ในเรือนเพาะชำทั่วไป โดย
ดำเนินการรดน้ำกล้าไม้วันละสองครั้ง (เช้า-เย็น) พ่น
สารเคมีกำจัดเชื้อราสองสัปดาห์ต่อครั้งในช่วงฤดู
ฝนและพ่นยาฆ่าแมลงเมื่อจำเป็น

เก็บข้อมูลการเติบโตทางด้านความโตที่
ระดับคอราก ความสูง และการรอดตายของกล้าไม้ เมื่อ
กล้าไม้มีอายุครบ 1, 3, 6, 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ

วิเคราะห์ความแตกต่างของการเติบโตทาง
ด้านความสูง ความโตที่ระดับคอรากและการรอดตาย

ของกล้าไม้ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละกลุ่ม โดยใช้วิธี
การของ Duncan's Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์

อัตราการรอดตาย

การรอดตายของกล้าไม้ในห้ากรรมวิธี ไม่มี
ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อกล้าไม้มี
อายุ 1 และ 3 เดือน แต่การรอดตายของกล้าไม้มีความแตก
ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 99% และ 95%
เมื่อกล้าไม้มีอายุ 6-9 เดือน และ 12 เดือน ตามลำดับ โดย
กรรมวิธีที่ 4 ทำให้กล้าไม้มีการรอดตายสูงที่สุด ขณะที่
กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ทำให้กล้าไม้มีการรอดตายต่ำที่สุด เมื่อ
สิ้นสุดการทดลอง (Table 2)

ความสูงของกล้าไม้

ความสูงของกล้าไม้ในห้ากรรมวิธี มีความแตก
ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 99% เมื่อกล้าไม้
มีอายุ 1 และ 6 เดือน, และ 95% เมื่อกล้าไม้มีอายุ 3 และ 9
เดือน ตามลำดับ แต่ความสูงของกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 3-
5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อกล้า
ไม้มีอายุ 12 เดือน โดย กรรมวิธีที่ 4 ทำให้กล้าไม้มีความ
สูงมากที่สุด ขณะที่ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ทำให้กล้าไม้มี
ความสูงน้อยที่สุด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Table 3)

ความโตที่ระดับคอรากของกล้าไม้

ความโตของกล้าไม้ในห้ากรรมวิธี มีความแตก
ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% เมื่อกล้าไม้
มีอายุ 1 และ 9 เดือน, และ 99% เมื่อกล้าไม้มีอายุ 3 และ 6
เดือน ตามลำดับ แต่ความโตของกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 3-5
ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อกล้า
ไม้มีอายุ 12 เดือน โดย กรรมวิธีที่ 4 ทำให้กล้าไม้มีความ
โตมากที่สุด ขณะที่ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ทำให้กล้าไม้มี
ความโตน้อยที่สุด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Table 3)

Table 1. Climatic information inside studied nurseries exposed to three different light intensities

Date	Opened nursery*			50% light intensity nursery**			20% light intensity nursery**		
	Temperature (°C)		Rainfall (mm)	Relative humidity (%)	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Temperature (°C)
	Max.	Min.							
June 2006	33.60	21.40	232.54	76.56	28.00 (33.00)	74.67 (68.85)	28.00 (31.00)	73.33 (65.44)	
July 2006	31.60	20.50	188.80	80.87	27.80 (31.20)	73.60 (67.33)	26.80 (31.20)	76.25 (63.07)	
August 2006	33.00	21.00	71.30	77.25	26.40 (31.40)	73.40 (63.80)	26.10 (31.90)	72.75 (59.90)	
September 2006	33.50	20.00	119.66	77.66	27.70 (32.80)	77.50 (65.14)	26.60 (32.20)	76.63 (60.69)	
October 2006	33.50	18.00	131.90	78.80	28.80 (33.40)	73.00 (60.36)	25.70 (32.30)	82.43 (59.11)	
November 2006	34.00	12.40	16.80	72.23	29.00 (33.70)	71.09 (55.88)	24.40 (32.80)	79.26 (58.23)	
December 2006	NA	NA	NA	NA	24.50 (31.00)	74.06 (56.76)	21.50 (29.90)	72.93 (55.56)	
January 2007	35.80	11.50	-	76.50	24.80 (33.00)	73.28 (59.05)	21.80 (32.80)	72.09 (57.44)	
February 2007	35.00	9.50	-	81.80	26.80 (35.70)	79.94 (64.28)	25.00 (34.20)	73.61 (53.60)	
March 2007	37.00	16.50	48.10	96.30	30.50 (36.00)	73.50 (68.00)	28.20 (36.30)	70.81 (52.50)	
April 2007	36.40	19.00	148.00	91.30	29.20 (36.00)	78.30 (77.75)	29.20 (36.50)	69.00 (62.00)	
May 2007	35.80	19.60	290.70	90.30	29.20 (31.60)	72.62 (64.30)	28.20 (31.90)	75.33 (66.91)	
June 2007	36.20	19.50	216.60	88.20	29.60 (32.80)	77.72 (68.50)	29.20 (32.80)	78.44 (66.53)	

Remark: Opened nursery, approximately 50%, and 20% light intensity nursery were set up for treatment 1, 3 and 4, respectively.

* = The data were recorded by the Dairy Farming Promotion Organization of Thailand, Muak-lek, Saraburi.

** = The data were measured two times a day, at 8 am, and 2 pm. The 2 pm recorded data were shown in brackets.

NA = Not available

Table 2. Survival percentages of *Aquilaria crassna* seedlings in the nurseries under different light intensities at the age of 1-12 months

Treatment	Survival (%)				
	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months
1	100	100	90 b	-	-
2	100	100	100 a	-	-
3	100	100	100 a	10.00 c	5.00 b
4	100	100	100 a	77.50 a	47.50 a
5	100	100	100 a	45.00 b	7.50 b
Overall mean	100	100	98	44.16	20
Significance level	ns	ns	**	**	*

Remark: 1. ** = Significant at $P < 0.01$; * = Significant at $P < 0.05$; ns = Non Significant different at $P < 0.05$.

2: Means in the same column that are not significant different indicated by the same letter.

3: All seedlings of treatment 1 and 2 at the age of 9 and 12 months, respectively, were dead so that their data were excluded from the statistical analysis.

Table 3. Growth of *Aquilaria crassna* seedlings in the nurseries under different light intensities at the age of 1-12 months

Treatment	Height (cm)					Diameter at root collar (mm)				
	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months
1	6.16 c	12.10 a	13.82 b	-	-	1.57 ab	2.30 b	1.85 d	-	-
2	6.61 b	11.57 ab	12.12 b	-	-	1.47 abc	2.53 a	2.51 b	-	-
3	7.03 a	12.35 a	14.00 b	39.25 a	22.75	1.61 a	2.40 ab	2.53 b	5.33 a	3.35
4	6.51 bc	10.60 b	14.27 b	18.72 b	36.79	1.35 c	1.73 c	2.14 c	2.76 b	3.93
5	6.75 ab	10.85 b	18.45 a	23.91 ab	25.75	1.43 bc	1.82 c	2.94 a	4.48 ab	3.84
Overall mean	6.61	11.50	14.53	27.30	28.43	1.48	2.16	2.39	4.20	3.71
Significance level	**	*	**	*	ns	*	**	**	*	ns

Remark: 1: ** = Significant at $P < 0.01$; * = Significant at $P < 0.05$; ns = Non Significant different at $P < 0.05$.

2: Means in the same column that are not significant different indicated by the same letter.

3: All seedlings of treatment 1 and 2 at the age of 9 and 12 months, respectively, were dead so that their data were excluded from the statistical analysis.

ความแตกต่างของการรอดตายของกล้าไม้ในสามช่วงหลังของการเก็บข้อมูล (Table 2) การเติบโตทางความสูงและความโตที่ระดับคอรากของกล้าไม้ในช่วงแรกของการเก็บข้อมูล (Table 3) มีความผันแปรอย่างกว้างขวาง ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของเรือนเพาะชำที่ใช้ในการศึกษาทุกกรรมวิธีมีผลกระทบต่อการรอดตายและการเติบโตของกล้าไม้ก่อนขึ้นข้างมาก อาจเป็นผลมาจากแต่ละกรรมวิธีได้รับความเข้มแสงและระยะเวลาของการได้รับแสงแตกต่างกันทำให้อุณหภูมิและความชื้นที่มีอยู่ในแต่ละกรรมวิธีต่างกัน โดยพื้นที่เปิดโล่ง (กรรมวิธีที่ 1) มีอุณหภูมิสูงกว่าทั้งเรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 50% (กรรมวิธีที่ 3) และ เรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 80% (กรรมวิธีที่ 4) แม้ว่าอุณหภูมิภายในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่ชัดเจนนัก (Table 1) แต่อุณหภูมิของอากาศสูงมีผลทำให้กล้าไม้สูญเสียความชื้นมากขึ้นทั้งจากวัสดุย้ายชำและการคายน้ำของกล้าไม้ น้ำเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งของการมีชีวิตและการเติบโตของพืชจึงมีผลกระทบต่อการรอดตายและการเติบโตของกล้าไม้ จากการสังเกตกล้าไม้ในเรือนเพาะชำแต่ละกรรมวิธี พบว่า กล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีใบส่วนบนของเรือนพุ่มเหลือง และปลายใบของกล้าไม้ไหม้ ยอดแห้ง และใบร่วงหล่น เมื่อกล้าไม้มีอายุครบ 1 และ 3 เดือน ตามลำดับ ขณะที่กล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 5 และ 4 ปรากฏอาการดังกล่าวเมื่อกล้าไม้มีอายุครบ 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ ลักษณะอาการของกล้าไม้ดังกล่าวยังคงปรากฏอยู่ตลอด จนกระทั่งกล้าไม้เริ่มตายเมื่อกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 1-3, และ 4-5 มีอายุประมาณ 6-7 และ 8 เดือน ตามลำดับ และกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 4 ส่วนใหญ่ยังคงแสดงลักษณะของกล้าไม้ที่มีความแข็งแรงมากกว่ากล้าไม้ในกรรมวิธีอื่นๆ เมื่อสำรวจระบบรากของกล้าไม้ที่ตาย พบว่า รากไม่เน่าเปื่อยและไม่พบการ

พัฒนาของรากฝอย แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมของเรือนเพาะชำที่ได้รับความเข้มแสงสูง (กรรมวิธีที่ 1-3) ทำให้กล้าไม้ก่อนขึ้นข้างมีการรอดตายและการเติบโตต่ำกว่าทั้งกล้าไม้ในเรือนเพาะชำที่ได้รับความเข้มแสงต่ำ (กรรมวิธีที่ 4) และกล้าไม้ที่ได้รับความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้นทุก 3 เดือน (กรรมวิธีที่ 5) (Table 2 และ 3) ซึ่ง พงษ์ศักดิ์ (2521) กล่าวว่า ผลของแสงต่อการเติบโตของต้นไม้ในทางอ้อมแสดงออกในลักษณะการแห้งตายของใบเนื่องมาจากการคายน้ำมากเกินไปเมื่อต้นไม้อยู่ในที่ที่มีความเข้มแสงสูง และแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถเร่งหรือหยุดยั้งการร่วงหล่นของใบ และ Suhardi and Darmawan (1991) กล่าวว่า อุณหภูมิได้ผิวดินภายใต้พื้นที่ที่มีร่มเงามากและปานกลางต่ำกว่าพื้นที่เปิดโล่ง อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับผลการทดลองของ Priadjadi (1996) ที่สรุปว่าความเข้มแสงและอุณหภูมิของอากาศมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเพิ่มพูนของเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคน (basal diameter) และการตาย (mortality) ของกิ่งปักชำไม้สาแหรกและควรดูแลรักษากิ่งปักชำของไม้ชนิดนี้ในสถานที่ที่มีร่มเงามาก และ Tennakoon *et al.* (1996) พบว่า การเติบโตทางความสูงของกล้าไม้ตระกูลยางภายใต้ความเข้มแสงต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความเข้มแสง รวมทั้ง ชนะและกรกฎ (2550) พบว่า สภาพแวดล้อมภายในเรือนเพาะชำที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักมีแนวโน้มที่ช่วยส่งเสริมการรอดตายและการเติบโตของกล้าไม้กฤษณา

การรอดตายในสองช่วงแรกของการเก็บข้อมูล (กล้าไม้อายุ 1 และ 3 เดือน) (Table 2) ความสูงและความโตที่ระดับคอรากในช่วงสุดท้ายของการเก็บข้อมูล (กล้าไม้ อายุ 12 เดือน) (Table 3) กล้าไม้กฤษณาในสภาพแวดล้อมเรือนเพาะชำ 5 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมเรือนเพาะชำที่ได้รับความเข้มแสงสูง (กรรมวิธีที่ 1-3) แสดงผลกระทบทางด้านลบต่อการรอดตายและการเติบโตของกล้าไม้ ฤกษ์อย่างค่อยเป็นค่อยไป ทำให้กล้าไม้ในสภาพแวดล้อมเรือนเพาะชำเหล่านี้ยังคงมีการรอดตายสูง (90-100%) นานมากกว่า 6 เดือน (Table 2) อาจเป็นเพราะสามช่วงแรกของการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงฤดูฝน-ต้นฤดูแล้ง (มิถุนายน-ธันวาคม) (Table 1) ทำให้เรือนเพาะชำกรรมวิธีต่างๆ มีความชื้นและอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนักและเพียงพอต่อการมีชีวิตของกล้าไม้ แต่การรอดตายของกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 1-3 และ 5 ลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อกล้าไม้มีอายุ 9 เดือน (Table 2) อาจเป็นเพราะเป็นช่วงฤดูแล้งและฤดูร้อน (มกราคม-มีนาคม) (Table 1) ซึ่งปริมาณความชื้นที่มีอยู่ภายในเรือนเพาะชำกรรมวิธีดังกล่าวต่ำและไม่เพียงพอต่อการมีชีวิตของกล้าไม้ แม้ว่ากล้าไม้ได้รับการรดน้ำสองครั้งต่อวัน ประกอบกับกล้าไม้ที่รอดตายในกรรมวิธีดังกล่าวมีการเติบโตใกล้เคียงกับกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 4 จึงทำให้การเติบโตของกล้าไม้ในกรรมวิธีที่ 3-5 เมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกัน (Table 3) ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการทดลองของจินตนาและคณะ (2534) ที่พบว่า กล้าไม้ยางนาในเรือนเพาะชำที่ได้รับความเข้มแสง 30, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการเติบโตทางความโตและความสูงไม่แตกต่างกัน

นักนิเวศวิทยาป่าไม้เขตร้อนส่วนใหญ่แบ่งชนิดไม้ป่าเขตร้อนออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ โดยใช้ลักษณะของพื้นที่ที่เมล็ดไม้งอกและตั้งตัวเป็นกล้าไม้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนก ได้แก่ ชนิดไม้เบิกนำหรือชนิดไม้ที่เมล็ดไม้งอกและตั้งตัวเป็นกล้าไม้ในพื้นที่เปิดโล่ง (pioneer species or gap species) และชนิดไม้ที่เมล็ดไม้งอกและตั้งตัวเป็นกล้าไม้ในพื้นที่ที่มีร่มเงา (non-pioneer species or climax species) (Raich and Wooi, 1990) หรือโดยใช้การตอบสนองต่อแสงของชนิด

ไม้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนก ได้แก่ ชนิดไม้เบิกนำเป็นไม้ที่ต้องการแสง (light-demander species) และไม้ที่ไม่เป็นไม้เบิกนำเป็นพันธุ์ไม้ทนร่ม (shade-tolerator species) (Kamaluddin, 1998) ชนิดไม้ส่วนใหญ่ของกลุ่มหลังผลิตเมล็ดไม้ที่มีความอ่อนไหวต่อการลดความชื้นและการเก็บรักษาไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ รวมทั้งไม่สามารถเก็บรักษามล็ดไม้ไว้ได้นาน (recalcitrant seeds) (Tompsett, 1994) และไม้เหล่านี้มีความเคยชินกับสภาพแวดล้อมที่มีร่มเงาของเรือนพุ่มไม้บดบัง ทำให้ยังคงความมีชีวิตและเติบโตอย่างช้าๆ ภายใต้สภาพแวดล้อมนี้ในช่วงแรกของการตั้งตัว แต่ถ้าสภาพแวดล้อมที่กล้าไม้ขึ้นอยู่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงโดยเกิดพื้นที่ว่างที่มีขนาดใหญ่ และหรือการนำกล้าไม้กลุ่มนี้ไปเลี้ยงดูในสถานที่ที่มีความเข้มแสงสูงเกินไป แสงจะไปหยุดยั้งกระบวนการต่างๆ ของกล้าไม้ (photoinhibition) (Critchley and Smillie, 1981) ใบไม้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองซึ่งเกิดจากสารคลอโรฟิลล์ในใบถูกชะล้างโดยแสง (Kamaluddin and Grace, 1994) ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการทดลองครั้งนี้ที่พบว่ากล้าไม้ที่เลี้ยงดูประจำในเรือนเพาะชำกรรมวิธีที่ 1-3 และ 5 (กล้าไม้ที่เพิ่มความเข้มแสงมากขึ้นทุกช่วงสามเดือน) แสดงลักษณะและอาการของกล้าไม้ดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งปลายใบของกล้าไม้ไหม้ยอดแห้ง ใบร่วงหล่น และกล้าไม้ตายในที่สุด ขณะที่กล้าไม้ในเรือนเพาะชำกรรมวิธีที่ 4 ปรากฏลักษณะเหล่านี้น้อยมาก ทำให้กล้าไม้ในสภาพแวดล้อมนี้มีการรอดตายและการเติบโตเมื่อสิ้นสุดการทดลองดีกว่ากล้าไม้ในเรือนเพาะชำกรรมวิธีที่ 1-3 และ 5 (Table 2 และ 3) ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการทดลองของ Langenheim *et al.* (1984) ที่พบว่ากล้าไม้ *Agathis robusta* และ *Agathis microstachya* แสดงอาการของ Photoinhibition และใบได้รับความเสียหาย เมื่อย้ายกล้าไม้สองชนิดนี้จากพื้นที่ที่มีความเข้มแสง 6% ไปเลี้ยงดูในพื้นที่เปิดโล่ง อย่างไรก็ตาม

อาจกล่าวได้ว่า สภาพแวดล้อมของเรือนเพาะชำกรรมวิธีที่ 4 เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงดูกล้าไม้กฤษณาในระยะเรือนเพาะชำ

ความรุนแรงของความเสียหายของกล้าไม้ที่ได้รับผลกระทบจากแสงขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความเข้มแสงที่กล้าไม้ได้รับ ดังนั้น แนวทางการลดความเสียหายของกล้าไม้ที่ได้รับผลกระทบจากแสงให้น้อยลง โดยการค่อยๆ เพิ่มความเข้มแสงให้แก่กล้าไม้ (Kamaluddin, 1998) ซึ่งผลจากการทดลองครั้งนี้ พบว่าการเพิ่มความเข้มแสงให้แก่กล้าไม้ทุกช่วงสามเดือน (กรรมวิธีที่ 5) ไม่สามารถลดความรุนแรงของความเสียหายของกล้าไม้ที่เกิดจากแสงได้ ขณะที่ กล้าไม้ในเรือนเพาะชำกรรมวิธีที่ 4 มีการรอดตายลดลง เมื่อกล้าไม้มีอายุมากกว่า 6 เดือน (Table 2) ซึ่งอาจเกิดจากความเข้มแสงน้อยจนทำให้กล้าไม้จำนวนหนึ่งไม่สามารถสร้างอาหารได้พอเพียงสำหรับการเติบโต ทำให้กล้าไม้แคระแกรนเหี่ยวเฉาและตายลงไปในที่สุด ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า กล้าไม้กฤษณาอายุ 6 เดือน เป็นช่วงที่เหมาะสมที่จะนำกล้าไม้ชนิดนี้ไปเลี้ยงดูในเรือนเพาะชำที่มีความเข้มแสงมากขึ้น คือ เรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 50% โดยรอบห้ายด้านหรือกรรมวิธีที่ 3 เพื่อให้กล้าไม้มีการเติบโตที่ดีต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การรอดตาย และการเติบโตทางความสูง และความโตของกล้าไม้กฤษณาในสภาพเรือนเพาะชำห้ายกรรมวิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อกล้าไม้มีอายุ 6-12 เดือน และ 1-9 เดือน ตามลำดับ ขณะที่ตัวชี้วัดดังกล่าวข้างต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อกล้าไม้มีอายุ 1-3 เดือน และ 12 เดือน ตามลำดับ

2. เรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 80% โดยรอบห้ายด้านหรือกรรมวิธีที่ 4 เหมาะ

สมสำหรับการเลี้ยงดูกล้าไม้กฤษณาในระยะเรือนเพาะชำไม่เกิน 6 เดือน

3. กล้าไม้กฤษณาอายุ 6 เดือน ที่เลี้ยงดูอยู่ในเรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 80% โดยรอบห้ายด้าน เป็นช่วงที่เหมาะสมที่จะนำกล้าไม้ชนิดนี้ไปเลี้ยงดูต่อไปในเรือนเพาะชำที่มีความเข้มแสงมากขึ้น คือ เรือนเพาะชำที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 50% โดยรอบห้ายด้านหรือกรรมวิธีที่ 3

ในการผลิตกล้าไม้กฤษณาไม่ว่าจะเพาะกล้าไม้ในภาชนะหรือวัสดุเพาะชำใดๆ ในระยะ 6 เดือนแรก ควรให้กล้าไม้กฤษณาอยู่ภายใต้ร่มเงา 80 เปอร์เซ็นต์ ก่อน หลังจากนั้นจึงค่อยๆ เปิดแสงให้เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ จะทำให้ได้กล้าไม้กฤษณาที่แข็งแรงและสมบูรณ์ดีพอที่จะนำไปใช้ปลูกในภาคสนามได้เป็นอย่างดีต่อไป

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ คุณสมยศ กิจคำ ข้าราชการบำนาญ (อดีตนักวิชาการป่าไม้ 8ว) และคุณวิเชียร สุมันตกุล ข้าราชการบำนาญ (อดีตนักวิชาการป่าไม้ 9ชข) ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขตรวจทานรายงานทางวิชาการฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น คุณชัยสิทธิ์ เลียงศิริ หัวหน้าศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง ที่อนุญาตให้ใช้พื้นที่ในเรือนเพาะชำและวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งคุณนุสรณ์ ศรีม่วง ลูกจ้างประจำของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคกลาง จังหวัดสระบุรี ที่ช่วยเหลือในการเตรียมวัสดุย้ายชำ ย้ายชำกล้าไม้ ดูแลกล้าไม้ และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกล้าไม้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา จินตกานนท์. 2546. เทคโนโลยีการเกษตร: พระสนธยา วายาโม กับ ไม้กฤษณาที่วัดบ้านโป่ง.

- นิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. 15(316):34-35.
- จินตนา นุพบรรพต, ฌัญฐากร เสมสันต์ และ รัตนะ ไทยงาม. 2534. อิทธิพลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนา. น. 168-197. ใน รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิจัย ครั้งที่ 5. 27-29 มีนาคม 2534. ณ อาคารศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- ชนะ ผิวเหลือง และ กรกฎ สายแวว. 2550. ผลของวัสดุย้ายชำต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้กฤษณา. กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย, สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้.
- ชมรมไม้กฤษณา (ไม้หอม) แห่งประเทศไทย. 2548. เกษตรตามกระแส: ข้อคิด ข้อฝาก และปัญหาของการปลูกไม้กฤษณา. นิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. 18(368): 24-27.
- พิน เกื้อกุล. 2539. เทคนิคการเพาะชำกล้าไม้. สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ. 2521. การเจริญเติบโตของต้นไม้. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สถลศักดิ์ รั่มะรังสิ และ วลัยพร สถิตวิบุรณ์. 2543. การเจริญเติบโตของกล้าหวายข้อดำภายใต้ความเข้มแสงระดับต่างๆ. น. 1-18. ใน รายงานวนวัฒนวิจัยประจำปี พ.ศ. 2543. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- สง่า สรรพศรี และ อรรถ บุญนิธิ. 2510. การเจริญเติบโตของไม้ยางนาในป่าธรรมชาติ. รายงานวนศาสตร์วิจัยเล่มที่ 1. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 31 หน้า.
- สมภัทร คลังทรัพย์ และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2547. ไม้กฤษณา: ความเป็นไปได้ในการปลูกเชิงเศรษฐกิจ. สถานีวิจัยวนเกษตรตราด, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Critchley, C. and Smillie, R.M. 1981. Leaf chlorophyll fluorescence as an indication of high light stress (photoinhibition) on *Cucumis sativus* L. **Australian Journal of Plant Physiology** 67: 1161-1165.
- Forest & Landscape Denmark. 2004. *Aquilaria crassna* Pierre. Seed leaflet No. 100.
- Kamaluddin, M. and Grace, J. 1994. Photoinhibition and light acclimation in seedlings of *Hopea odorata*. **Bangladesh Journal of Forest Science** 23: 48-55.
- Kamaluddin, M. 1998. Manipulation of growth light environment for storage of seedlings of shade-tolerant forest tree species in nursery. pp. 286-296. In Marzalina, M., Khoo, K.C., Jayanthi, N., Tsan, F.Y. and Krishnapillay, B. (Eds.). **Proceedings of IUFRO Seed symposium 1998: Recalcitrant Seeds**. 12-15 October 1998. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Langenheim, J.H., Osmand, C.B., Brooks, A. and Ferrar, P.J. 1984. Photosynthetic responses to light in seedlings of selected Amazonian and Australian rainforest tree species. **Oecologia** 63: 215-224.
- Lavender, D.P. 1984. **Plant physiology and nursery environment: Interactions affecting seedling growth forest manual: Production of bareroot seedlings**. pp. 133-142. In Duryes, M.L. and Landis, T.D. (Eds.). **Matinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers**. The Hague/Boston/Lancaster.
- Priadjati, A. 1996. Effects of light intensity and air temperature on the production of cuttings and

- the rooting ability of *Shorea leprosula* stock plants. pp. 160-164. *In* Yapa, A.C. (Ed). **Proc. Intl. Symp. Recent Advances in Tropical Tree Seed Technol. and Planting Stock Production.** ASEAN Forest Tree Seed Centre, Muak-Lek, Saraburi, Thailand.
- Raich, J.W. and Wooi, K.H. 1990. Effects of canopy openings on tree seed germination in a Malaysian dipterocarp forest. **Journal of Tropical Ecology** 6 : 203-217.
- Suhardi and A. Darmawan, 1991. Effect of light intensity, soil type, and inoculation on mycorrhizal formation and initial growth of *Shorea academia* seedlings. **Ann. Rep. PUSREHUT** 1: 47-62.
- Tennakoon, D.M., Gunatilleke, I.A.U.N., Gunatilleke, C.V.S., Hafeel, K.M. and Ashton, P.M.S. 1996. Ectomycorrhizal infection and plant growth in *Shorea* (Dipterocarpaceae) seedlings grown under different light regimes. pp. 184-190. *In* Yapa, A.C. (ed). **Proc. Intl. Symp. Recent Advances in Tropical Tree Seed Technol. and Planting Stock Production.** ASEAN Forest Tree Seed Centre, Muak-Lek, Saraburi, Thailand.
- Tompsett, P.B. 1994. Capture of genetic resources by collection and storage of seed: a physiological approach. pp. 61-71. *In* Leakey, R.R.B. and Newton, A.C. (Eds.). **Tropical Trees: The Potential for Domestication and the Rebuilding of Forest Resources.** HMSO, London.
-