โครงการวิจัย

การพัฒนาเทคนิคในการปรับเปลี่ยนสภาพสวนป่าไม้โตเร็วที่เป็นไม้ต่างถิ่น ให้เป็นป่าผสมที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่เป็นประโยชน์

Development Techniques for Changing Forests Consisting of Exotic Fast-Growing Tree Species into Mixed Forests by Introducing Beneficial Indigenous Tree Species

กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย
สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๔

การพัฒนาเทคนิคในการปรับเปลี่ยนสภาพสวนป่าไม้โตเร็วที่เป็นไม้ต่างถิ่นให้เป็นป่าผสมที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่เป็นประโยชน์

(Development of Techniques to Change a Plantation of Exotic Fast - Growing Tree Species into a Mixed Forests, by Under Planting Beneficial Indigenous Tree Species)

ทศพร วัชรางกูร Atsushi Sakai ธิติ วิสารัตน์ บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง

บทคัดย่อ

ในการปรับเปลี่ยนสวนป่าไม้โตเร็วให้เป็นป่าผสมที่เป็นไม้พื้นเมืองของเขตมรสุมเอเชีย ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของไม้พื้นเมืองภายใต้สภาพแสงสว่างที่แตกต่างกัน ระบบการปลูกแบบสองชั้นอายุโดยการปลูกไม้พื้นเมืองภายใต้สวนป่าไม้โตเร็วได้ดำเนินการในพื้นที่ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ดำเนินการศึกษาระหว่างปี 2529 ถึงปี 2552 ตรวจวัดอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโตด้านความสูงของกล้าไม้พื้นเมืองภายใต้การจัดการป่าไม้ที่แตกต่างกัน (การตัดขยายระยะโดยเลือกตัดแบบอิสระ แบบแถบ แบบกลุ่ม ในสวนป่าสองชั้นอายุ และแบบชั้นอายุเดียว) ผลการศึกษาพบว่า ยางนา ตะเคียนทอง และพะยูง จะต้องปลูกในพื้นที่เปิดโล่ง ส่วนไม้วงศ์ยางอื่นๆ (ยางแดง ตะเคียนหิน และเคี่ยมคะนอง) ปลูกได้ในระบบสองชั้นอายุ เนื่องจากไม้ตะเคียนทองและแดงปลูกได้ในสภาพแสงต่างๆ จึงสามารถนำไปปลูกได้ทั้งในระบบชั้นอายุเดียวและหลายชั้นอายุ หากพิจารณาในแง่ของการเจริญเติบโตของกล้าไม้และประสิทธิภาพของการตัดฟันไปใช้ประโยชน์ ควรเลือกการตัดขยายระยะแบบเลือกตัดเป็นกลุ่มในระบบที่มีสองชั้นอายุ

คำสำคัญ : การเจริญเติบโตของกล้าไม้ สภาพแสง ต้นไม้พี่เลี้ยง อัตราการรอดตาย การตัดขยายระยะ

Abstract

For the purpose of conversion of a fast-growing tree plantation into indigenous tree forest in monsoon Asia, growth performances of indigenous tree species under various light conditions were examined. An uneven-aged (two-aged) system in which indigenous trees were underplanted in a fast-growing tree plantation was applied for this conversion on a trial basis in the Sakaerat Silvicultural Research Station, Northeast Thailand. Experimental plots were established from 1986 to 2009 and survival rates and growth in terms of the height of indigenous tree seedlings were examined under various forestry operations (free selection thinning, stripe thinning, group selection thinning in two-aged system, and evenly aged system). The results suggest that *Dipterocarpus alatus*, *Hopea odorata*, and *Dalbergia cochinchinensis* could be planted in an open site without a two-aged system. It was recommended that other dipterocarp species (*D. turbinatus*, *H. ferrea*, and *Shorea henryana*) be planted under a two-aged system. Since *H. odorata* and *Xylia xylocarpa* var. *kerrii* adapted to various light conditions, they could be applied to both even- and uneven-aged systems. Group selection thinning was recommended in terms of both the growth performance of the seedlings and the efficiency for logging, when a two-aged system was selected.

Keywords : growth of seedling, light condition, nurse tree, survival rate, thinning

สารบัญ

หน้า

คำนำ	1
พื้นที่ทำการวิจัย	2
ผลการวิจัย	16
การเจริญเติบโตและการรอดตายของพันธุ์ไม้พื้นเมือง	16
ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้พื้นเมือง กับความสว่าง (lightness)	41
องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้	41
ระบบการตัดขยายระยะ (Thinning system)	42
สรุปผลการศึกษา	46
คำนิยม	47
เอกสารอ้างอิง	47

คำนำ

เพื่อบรรเทาปัญหาการลดลงและการเสื่อมสภาพของทรัพยากรป่าไม้ทั่วโลก (FAO, 2010) การปลูกฟื้นฟูสภาพพื้นที่ป่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ การนำพันธุ์ไม้พื้นเมืองชนิดต่างๆ มาใช้ในการปลูกป่า คาดว่าจะช่วยทำให้มีไม้ซุงท่อนที่มีคุณค่าสูงไว้ใช้ประโยชน์และจะทำให้เกิดการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เช่นเดียวกับการอนุรักษ์วัฒนธรรมท้องถิ่น อย่างไรก็ตามเทคนิคทางวนวัฒนวิทยาที่จะนำมาใช้กับการปลูกและบำรุงรักษาไม้พื้นเมืองยังไม่ได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคที่ใช้กับไม้โตเร็วที่เป็นไม้ต่างถิ่น เนื่องจากประสบการณ์ในการปลูกไม้พื้นเมืองหลายชนิดมีอยู่อย่างจำกัด และยังขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ที่ปลูก และลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ กัน (Montaginini and Jardan, 2005)

ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การปลูกสร้างสวนป่าพันธุ์ไม้พื้นเมืองไม่ประสบผลสำเร็จ คือ กล้าไม้พื้นเมืองมีการตายสูง ซึ่งมีสาเหตุจากปริมาณแสงในพื้นที่โล่งแจ้ง มีความร้อนแรงมาก (Norisada *et. al*., 2005 ; Hattori *et. al*., 2009) เพื่อที่จะศึกษาปัญหาดังกล่าว จึงได้นำวิธีการจัดการป่าไม้หลายชั้นอายุ (uneven-aged forest management) มาทดลองใช้ในพื้นที่เขตร้อน (Kamo *et. al*., 2009 ; Norisada *et. al*., 2005 ; Sakai *et. al*., 2009) ความก้าวหน้าเกี่ยวกับการศึกษาในป่าหลายชั้นอายุนี้ คือ การศึกษา “การปลูกเสริมป่า” (enrichment planting) ซึ่งได้ดำเนินการในประเทศมาเลเซีย (Chan *et. al*., 2008) ส่วนใหญ่ของการศึกษาดังกล่าว เป็นการศึกษาการจัดการหมู่ไม้แบบ “ระบบสองชั้นอายุ” (two-aged system) ซึ่งหมู่ไม้จะถูกตัดขยายระยะด้วยวิธีการและรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น การเลือกตัดแบบสุ่ม (random selection) ตัดเป็นแถบ (stripe thinning) และเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (group selection) เป็นต้น เพื่อที่จะทำให้การจัดการในระบบสองชั้นอายุประสบความสำเร็จ ในระบบนี้เรือนยอดของไม้ที่เหลืออยู่ภายหลังการตัดขยายระยะจะทำหน้าที่เป็นไม้ให้ร่มเงา (nurse tree) แก่กล้าไม้ขนาดเล็ก โดยจะช่วยลดความรุนแรงของแสงแดด ไฟที่เกิดในช่วงฤดูร้อนเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การปลูกสร้างสวนป่าในเขตมรสุมของประเทศไทยไม่ประสบความสำเร็จ (ITTO, 2006) การนำพันธุ์ไม้ป่าโตเร็วมาปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่เสื่อมสภาพ ทำให้การปลูกฟื้นฟูป่า สามารถป้องกันการเกิดไฟป่าในฤดูแล้งได้อย่างมีประสิทธิผล เนื่องจากพันธุ์ไม้โตเร็วสามารถปกคลุมพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว สามารถยับยั้งการแพร่พันธุ์และการเจริญเติบโตของหญ้าชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดไฟในฤดูแล้ง ดังนั้น การปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมืองภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็ว จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในเชิงตรรกะ ที่สามารถทำให้การนำพันธุ์ไม้พื้นเมืองมาปลูกในพื้นที่ที่เสื่อมสภาพ ขนาดใหญ่ ประสบความสำเร็จ

เป้าหมายของรายงานการวิจัยนี้ คือ การทบทวนผลการศึกษาที่ผ่านมาที่ดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช เพื่อที่จะได้มีความเข้าใจในเรื่องเทคนิคทางวนวัฒนวิทยาในการปลูกฟื้นฟู

พื้นที่ป่า รายงานนี้จะให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบการจัดการสวนป่าที่เหมาะสม [ระบบชั้นอายุสม่ำเสมอ (normal even-aged system) หรือระบบสองชั้นอายุ (two-aged system)] องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสม สำหรับระบบดังกล่าว และระบบการตัดขยายระยะที่จะนำมาใช้กับระบบสองชั้นอายุ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่จะนำมาปลูก

พื้นที่ทำการวิจัย

พื้นที่ที่ทำการวิจัยคือพื้นที่ของสถานีวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 25.6 °C และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,395 มม. (ข้อมูลเฉลี่ยระหว่าง ปี พ.ศ. 2542 - ปี พ.ศ. 2552) ตั้งอยู่ในเขตมรสุมที่มีฤดูฝนยาวกว่าฤดูแล้ง ฤดูแล้งมีระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ดินเป็นแบบ loamy acrisol ดินลึก เกิดจากแนวชั้นหินทรายในยุค Triassic ถึง Cretaceous period (Moor marn and Rojana Soon Thon, 1972) สภาพแวดล้อมดั้งเดิมของพื้นที่วิจัยเป็นป่าดิบแล้ง จนกระทั่งเมื่อปี พ.ศ. 2503 พื้นที่ถูกบุกรุกแผ้วถางโดยประชาชนในท้องถิ่นเพื่อทำการเกษตรกรรม ถึงแม้ว่าพื้นที่ป่าจะเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นเวลาเพียงสองทศวรรษก็ตาม แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ได้กลายสภาพเป็นไร่ร้างที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่มีต้นสูง เช่น หญ้าคา (*Imperata cylindrica*) และหญ้าพง (*Saccharum spontaneum*) โครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า (Research and Training in Re-afforestation Project, RTRP) เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2525 โดยเป็นความร่วมมือระหว่างกรมป่าไม้กับองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งประเทศญี่ปุ่น (JICA) โครงการดังกล่าวมีแผนที่จะดำเนินการปลูกไม้โตเร็วที่เป็นไม้ต่างถิ่นให้ได้เนื้อที่ 2,300 เฮกแตร์ ภายในปี พ.ศ. 2537 ในปัจจุบันพื้นที่ดังกล่าว ปกคลุมไปด้วยสวนป่าไม้โตเร็ว ซึ่งมีกระถินเทพา (*Acacia mangium*) และยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalytus camaldulensis*) เป็นชนิดพันธุ์ไม้หลักของสวนป่า

<u>ระบบการจัดการป่าหลายชั้นอายุที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช</u>

Fig. 1 แสดงแผนภาพแสดงขั้นตอนการปรับเปลี่ยนพื้นที่เสื่อมโทรมให้เป็นพื้นที่ป่าที่เจริญเติบโตเต็มที่ (mature stand) ที่มีองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้พื้นเมืองอยู่ร่วมกันกับสวนป่าไม้โตเร็ว ภายหลังจากการละทิ้งพื้นที่ทำการเกษตรและปล่อยให้เป็นพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ซึ่งปกคลุมด้วยทุ่งหญ้าที่มีลำต้นสูง เช่น หญ้าคาและหญ้าพง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดไฟป่าเสมอในฤดูแล้ง (step 1) การฟื้นฟูพื้นที่โดยการปลูกสร้างสวนป่า (ไม้โตเร็ว) ทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดไฟป่า (step 2) ผลการทดลองปลูกพันธุ์ไม้แสดงให้เห็นว่า กระถินเทพาเป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมในการปลูกฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมบริเวณสะแกราช (Ando and Iwasa, 1987) ภายหลังจากการปลูกไม้โตเร็ว ทำการตัดขยายระยะสวนป่าไม้โตเร็วแล้วนำกล้าไม้พื้นเมืองที่มีค่าทางเศรษฐกิจมาปลูกภายใต้เรือน

ยอดสวนป่าไม้โตเร็ว หรือปลูกในช่องว่าง (gap) ภายหลังการตัดขยายระยะไม้โตเร็ว (step 3) หลังจากนั้นมีการตัดขยายระยะเพิ่มเติม หรือการตัดไม้ออกไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของการใช้ไม้ ซึ่งจะทำให้เกิดพื้นที่ป่าที่ประกอบไปด้วยพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่มีค่า (step 4) ระบบการจัดการดังกล่าวจะทำให้เกิดพื้นที่ที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ สัตว์ป่า และแมลง สูงในปัจจุบัน (พ.ศ. 2554) พื้นที่ส่วนใหญ่ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จัดอยู่ในขั้นตอนที่ 2 (step 2) ในขณะที่พื้นที่ส่วนน้อยที่เป็นแปลงทดลองอยู่ในขั้นตอนที่ 3 และ 4

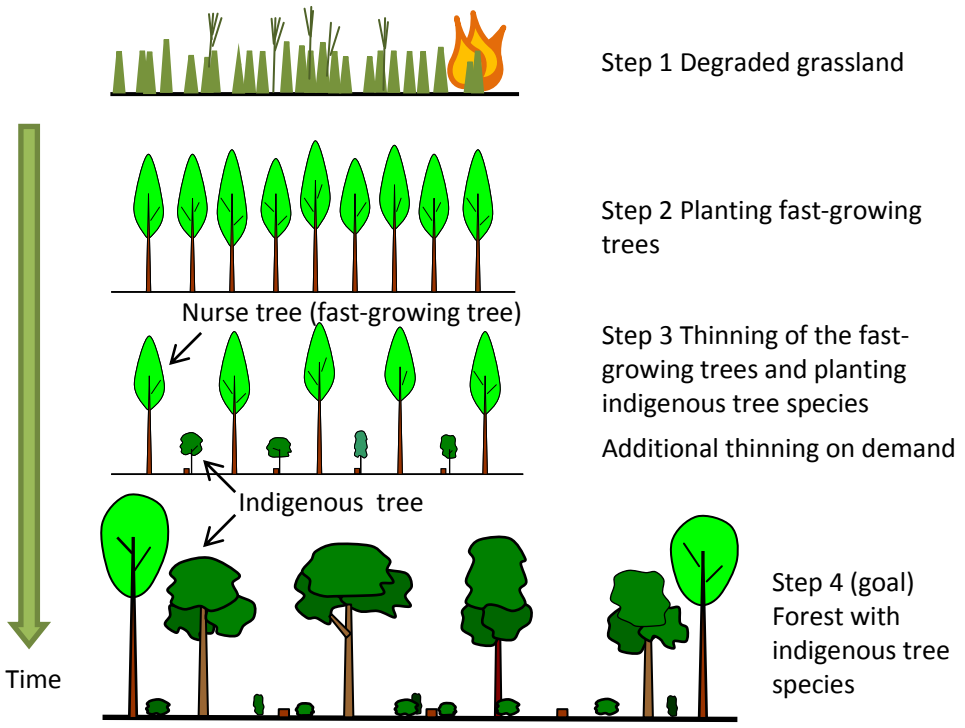


Fig. 1 A schematic diagram illustrating the course starting form degraded land to a forest composed of indigenous tree species

งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์ระบบสองชั้นอายุ (Two-aged system) ในการจัดการสวนป่าประกอบด้วย แปลงทดลอง 5 แปลง ตั้งอยู่ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2552 รายละเอียดของแปลงทดลองและชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูก ใน Table 1 และ Table 2 ตามลำดับ

Table 1 A list of the experimental plots for uneven-aged system at the Sakaerat Silvicultural Research Station

Experimental plot No	Year of setting	Nurse tree species	Stand age at underplanting	Indigenous tree species	Forestry operation	Grade of lightness
1	1986	*Eucalyptus camaldurensis*	3	*Hopea odorata*	no thinning	4
		Acacia auriculiformus	3	*H. odorata*	no thinning	4
		Senna siamea	3	*H. odorata*	no thinning	4
		-	-	*H. odorata*	open site	14
2	1989	*Leucaena leucocephala*	3	*Dipterocarpus alatus, D. turbinatus, H. odorata, Shorea henryana*	no thinning	5
		-	-		open site	15
3	1999	*Acacia mangium*	14	*Dipterocarpus alatus, D. turbinatus, H. odorata, Afzeria xylocarpa, Dalbergia cochinchinensis, Pterocarpus macrocarpus, Xylia xylocarpa var. kerrii, etc.*	no thinning	1
		A. mangium	14		stripe, 50%	7
		A. mangium	14		group selection thinning	11
		-	-		open site	16
4	2007	*A. mangium*	23	*H. odorata, H. ferrea, X. xylocarpa var. kerrii*	no thinning	3
		A. mangium	23		random selection, 33%	6
		A. mangium	23		random selection, 67%	8
		-	-		group selection thinning	12
5	2009	*A. mangium*	25	*D. alatus, H. odorata, H. ferrea, S. henryana, P. macrocarpus, etc.*	no thinning	2
		A. mangium	25		stripe 50%	9
		A. mangium	25		stripe 67%	10
		A. mangium	25		group selection thinning	13
		-	-		open site	17

Table 2 Descriptions of tree species examined at the Sakaerat Silvicultural Research Station. All species are indigenous to Thailand

Fmily name	Species name	Distribution *	Uses *	Exp. Plot No. planted
Dipterocarpaceae	*Dipterocarpus alatus*	Indochina, Myanmar, the Philippines	construction timber, dammar	2, 3, 5
	D. turbinatus	Indochina	*lack of information*	2, 3
	Hopea odorata	Indochina, Myanmar, Peninsular Malaysia	timber as "merawan", dammar	1, 2, 3, 4, 5
	H. ferrea	Indochina, Peninsular Malaysia	timber as "giam", dammar	4, 5
	Shorea henryana	Southern Indochina, Myanmar, Peninsular Malaysia	construction timber, ship building	2, 5
Leguminosae	*Dalbegia cochinchinensis*	Indochina	furniture, fine arts	3
	Pterocarpus macrocarpus	India, Myanmar, Indochina	construction timber, furniture	3, 5
	Xylia xylocarpa var. *kerrii*	Indochina, Myanmar	construction timber, furniture	3, 4
	Afzeria xylocarpa	Indochina, Myanmar	various woodworks	3

* Derived from PROSEA (1994; 1998) and Smitinand and Santisuk (1981)

<u>แปลงทดลองของงานวิจัย</u>

แปลงทดลองที่ 1

แปลงทดลองเริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2529 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการสวนป่าแบบสองชั้นอายุ (Table 1) (Sakai et.al. 2009) ในแปลงทดลองปลูกกล้าไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) ซึ่งเป็นไม้ในวงศ์ไม้ยาง (Family Dipterocarpaceae) ภายใต้เรือนยอดของสวนป่าไม้โตเร็ว 3 ชนิด ซึ่งอยู่ในวงศ์ไม้ตระกูลถั่ว (Leguminosae) 2 ชนิด คือ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) ขี้เหล็กหรือขี้เหล็กบ้าน (*Senna siamea*) และ *Eucalyptus camaldulensis* ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Myrtaceae เปรียบเทียบกับการปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง (open site) แปลงทดลอง มี 3 ซ้ำ (Fig. 2)

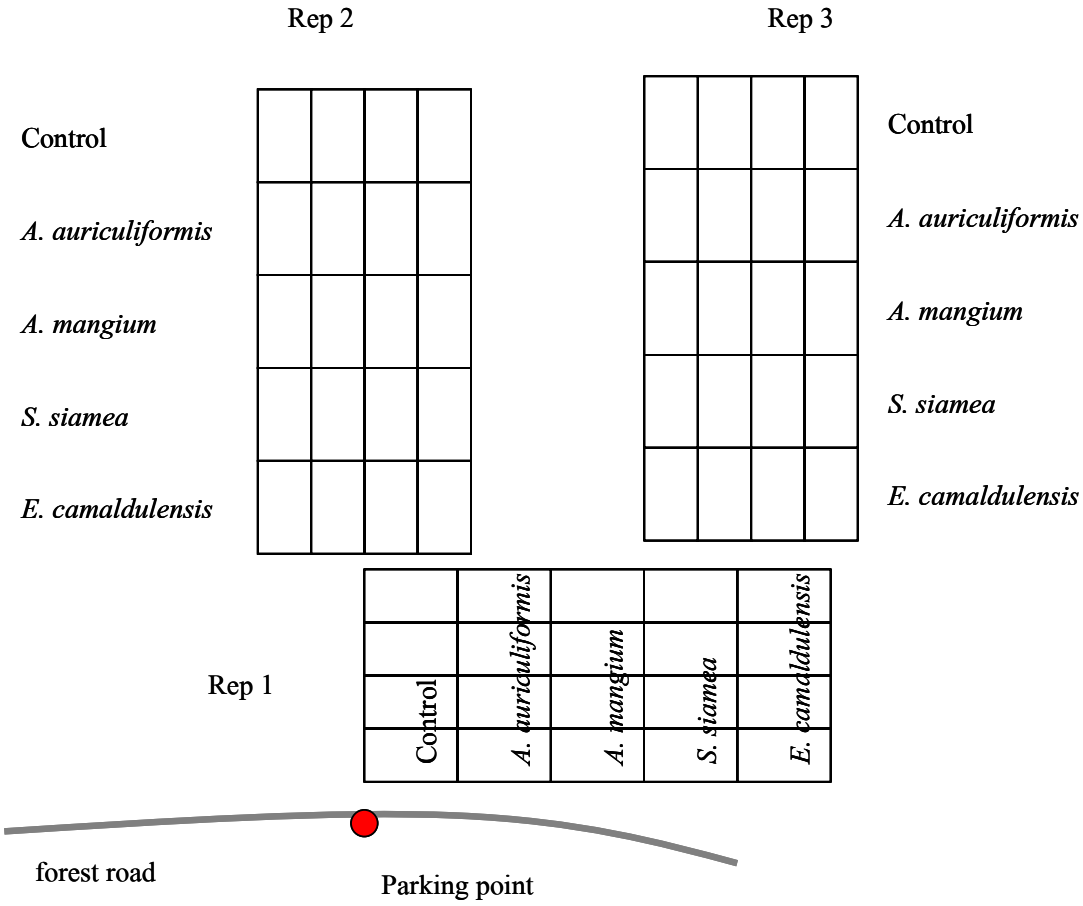


Fig. 2 The layout of *Hopea odorata* plot

แปลงทดลองที่ 2

แปลงทดลองจัดสร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2532 ปลูกไม้วงศ์ยาง 4 ชนิด คือ ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) เคี่ยมคะนอง (*Shorea henryana*) ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) และยางแดง (*Dipterocarpus* turbinatus) ภายใต้เรือนยอดสวนป่าไม้กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) เปรียบเทียบกับการปลูกไม้วงศ์ยาง 4 ชนิด ดังกล่าว ในพื้นที่โล่งแจ้ง (Fig. 3a - Fig. 3b)

แปลงทดลองที่ 3

ศึกษาการตัดขยายระยะสวนป่าไม้กระถินเทพาอายุ 14 ปี โดยวิธีการตัดเป็นแถบ (stripe thinning) หลังการตัดขยายระยะแล้วในปี พ.ศ. 2542 ปลูกกล้าไม้พื้นเมือง 10 ชนิด ประกอบด้วย พันธุ์ไม้วงศ์ไม้ยาง 3 ชนิด และวงศ์ถั่ว (*Leguminosae*) 6 ชนิด และไม้วงศ์อื่นอีก 1 ชนิด ภายใต้เรือนยอดไม้กระถินเทพาที่ทำการตัดขยายระยะดังกล่าว เปรียบเทียบกับการปลูกภายใต้เรือนยอดสวนป่าไม้กระถินเทพาที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ (แปลงควบคุม) นอกจากนี้แล้ว ยังทำการปลูกกล้าไม้พื้นเมืองดังกล่าวภายใต้แปลงที่ตัดขยายระยะโดยวิธีเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (group selection) ซึ่งจะเปิดพื้นที่สวนป่าออกเป็นช่อง (gap) เปรียบเทียบกับการปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมืองในพื้นที่โล่งแจ้ง แปลงทดลองมีขนาด 20 เมตร x 36 เมตร (Fig. 4a - Fig. 4e)

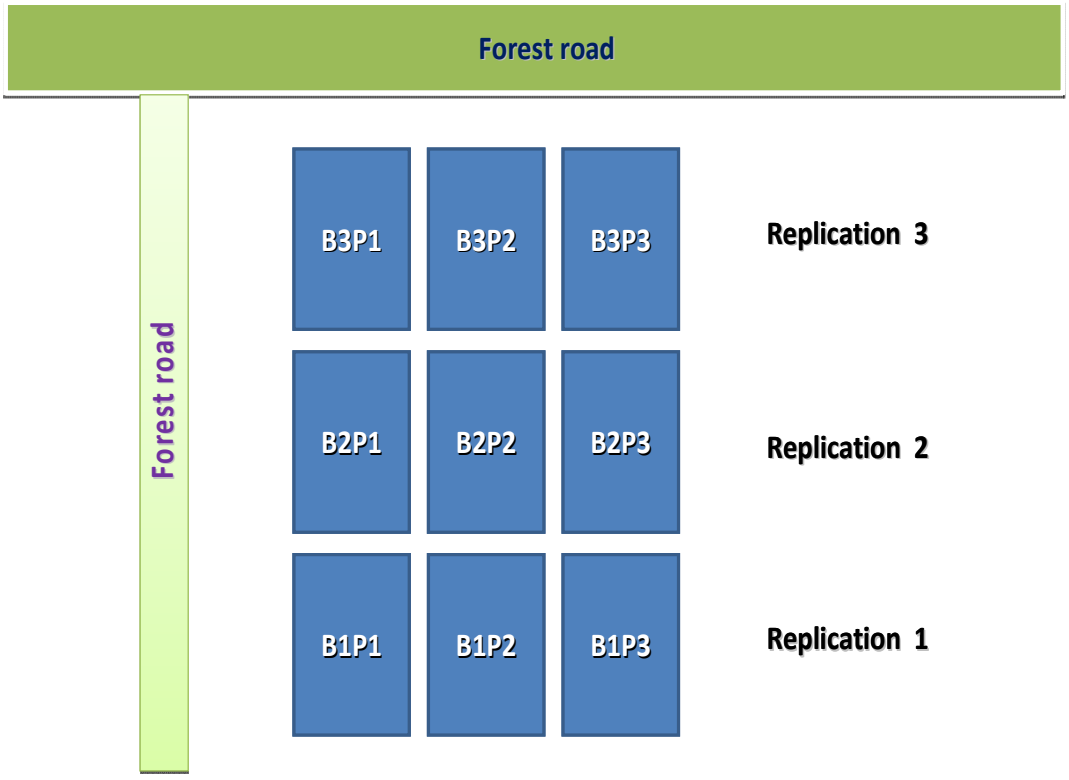


Fig. 3a Layout of underplanting four dipterocarps species under the canopy of *Leuceana leucocephala* plots

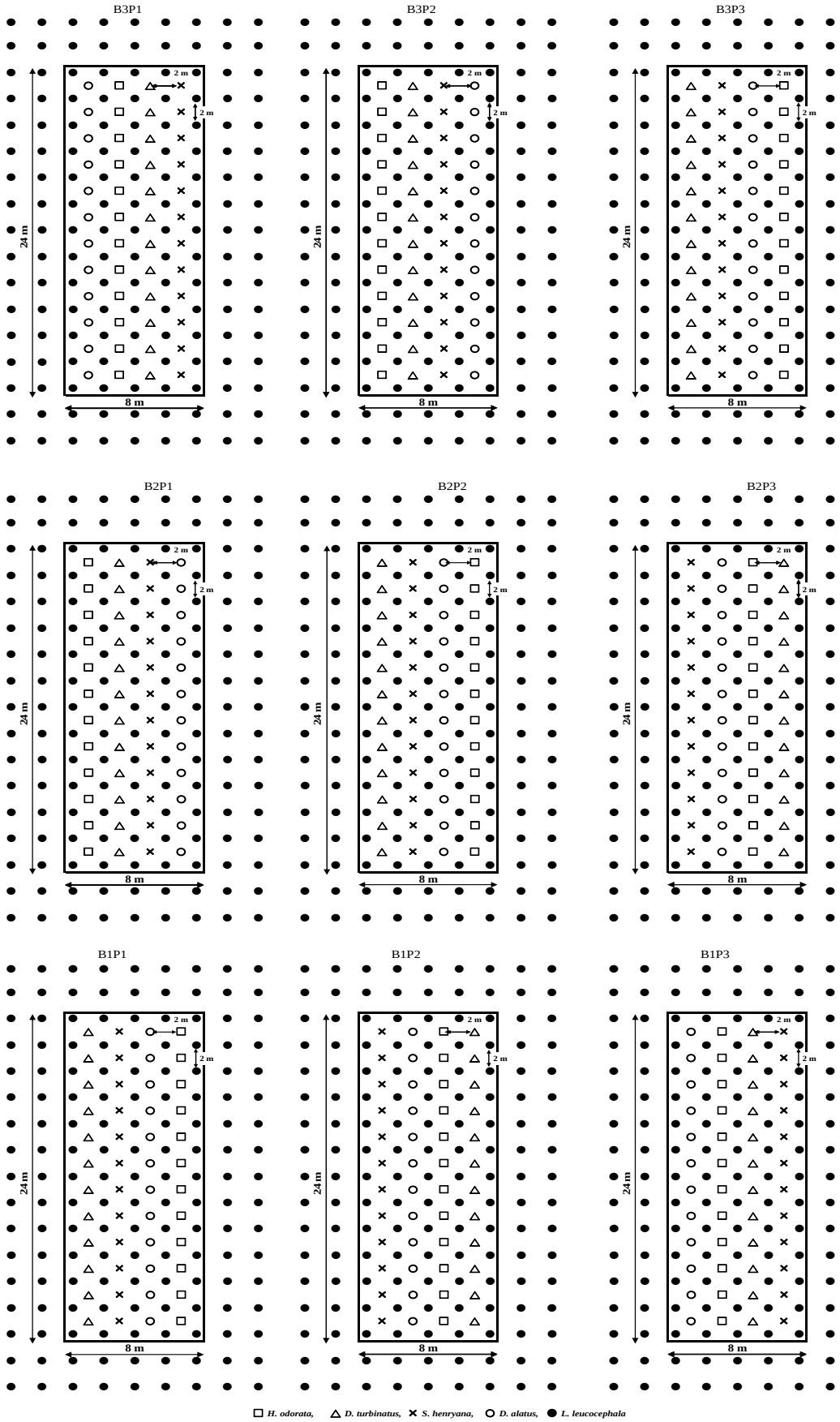
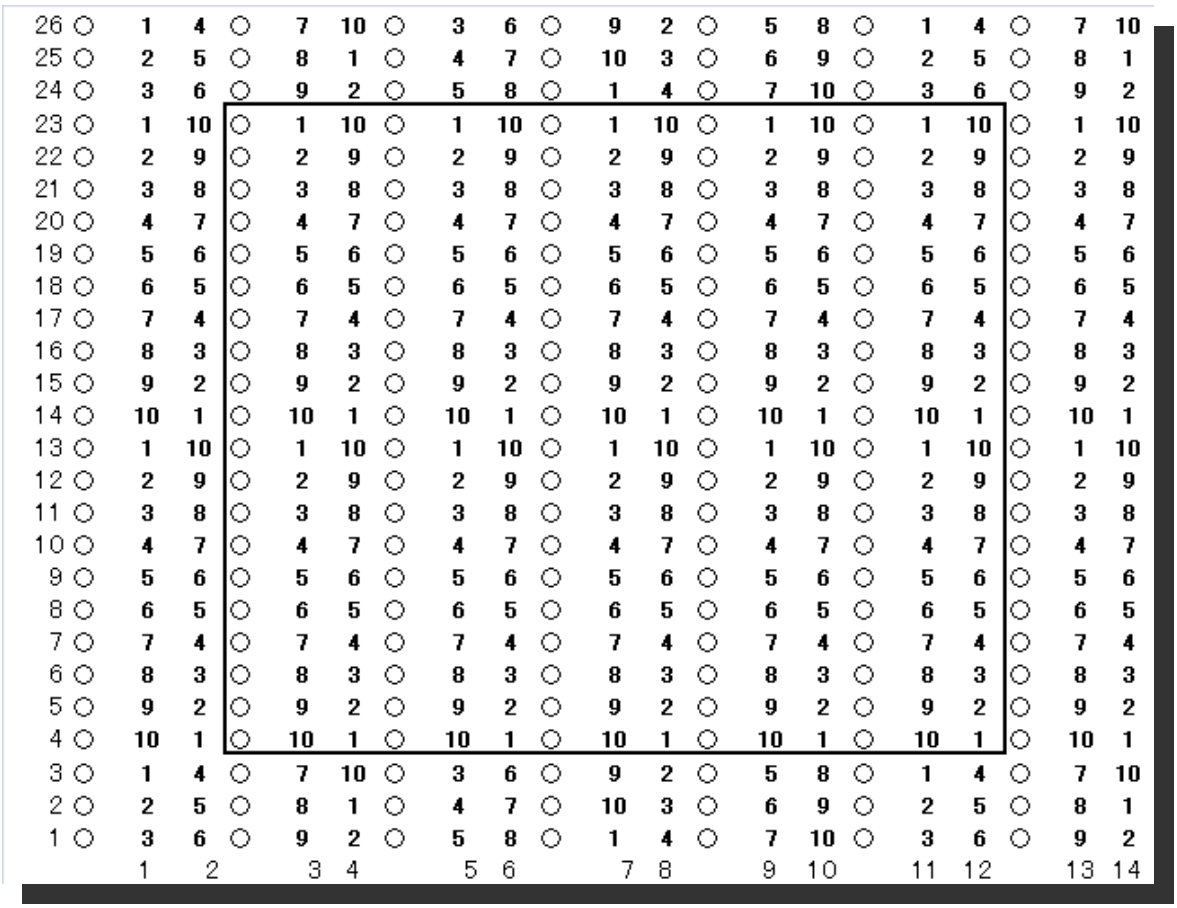


Fig. 3b Layout of experimental plot (plot no. 3) (planting positions)



26	1	4		7	10		3	6		9	2		5	8		1	4		7	10
25	2	5		8	1		4	7		10	3		6	9		2	5		8	1
24	3	6		9	2		5	8		1	4		7	10		3	6		9	2
23	1	10		1	10		1	10		1	10		1	10		1	10		1	10
22	2	9		2	9		2	9		2	9		2	9		2	9		2	9
21	3	8		3	8		3	8		3	8		3	8		3	8		3	8
20	4	7		4	7		4	7		4	7		4	7		4	7		4	7
19	5	6		5	6		5	6		5	6		5	6		5	6		5	6
18	6	5		6	5		6	5		6	5		6	5		6	5		6	5
17	7	4		7	4		7	4		7	4		7	4		7	4		7	4
16	8	3		8	3		8	3		8	3		8	3		8	3		8	3
15	9	2		9	2		9	2		9	2		9	2		9	2		9	2
14	10	1		10	1		10	1		10	1		10	1		10	1		10	1
13	1	10		1	10		1	10		1	10		1	10		1	10		1	10
12	2	9		2	9		2	9		2	9		2	9		2	9		2	9
11	3	8		3	8		3	8		3	8		3	8		3	8		3	8
10	4	7		4	7		4	7		4	7		4	7		4	7		4	7
9	5	6		5	6		5	6		5	6		5	6		5	6		5	6
8	6	5		6	5		6	5		6	5		6	5		6	5		6	5
7	7	4		7	4		7	4		7	4		7	4		7	4		7	4
6	8	3		8	3		8	3		8	3		8	3		8	3		8	3
5	9	2		9	2		9	2		9	2		9	2		9	2		9	2
4	10	1		10	1		10	1		10	1		10	1		10	1		10	1
3	1	4		7	10		3	6		9	2		5	8		1	4		7	10
2	2	5		8	1		4	7		10	3		6	9		2	5		8	1
1	3	6		9	2		5	8		1	4		7	10		3	6		9	2
	1	2		3	4		5	6		7	8		9	10		11	12		13	14

species of underplanting
(original forest)

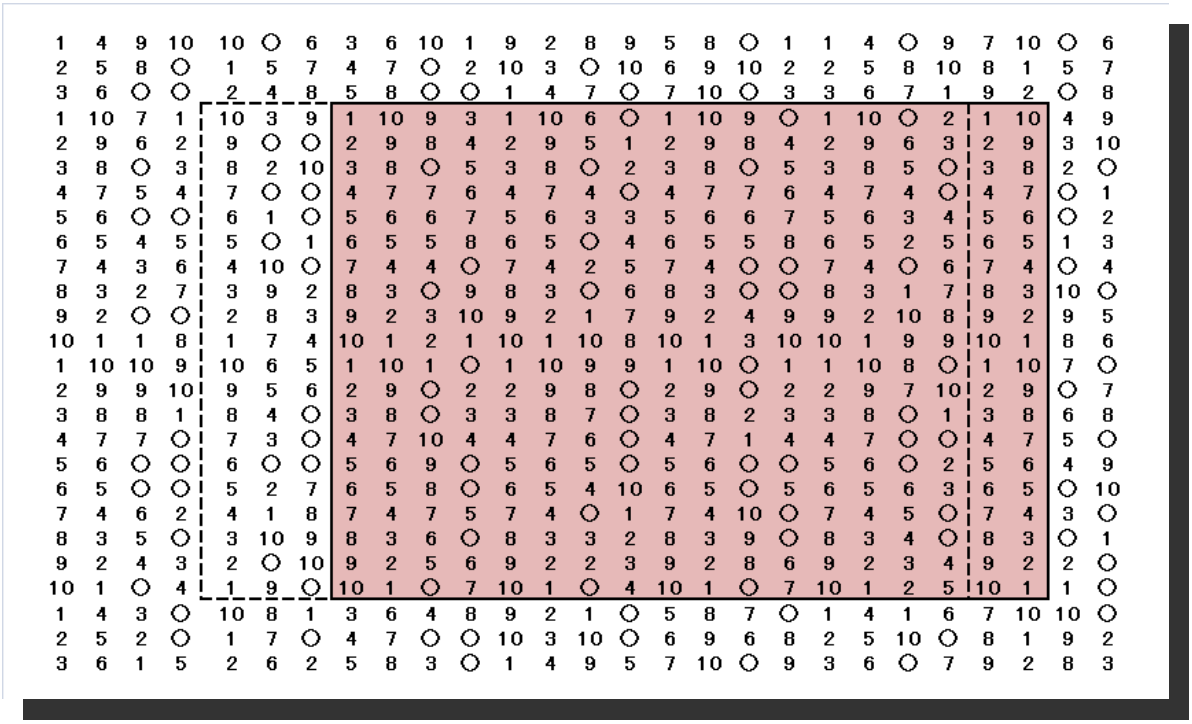
1: ***Mangifera indica*** **(MDF)**
2: ***Hopea odorata*** **(DEF)**
3: ***xylia kerrii*** **(DDF)**
4: ***Dipterocarpus terbinatus*** **(DEF)**
5: ***Dalbergia cochinchinensis*** **(MDF)**
6: ***Dalbergia nigrescen*** **(MDF)**
7: ***Pterocarpus macrocarpus***
8: ***Afzelia xylocarpa*** **(MDF)**
9: ***Dipterocarpus alatus*** **(DEF)**
10: ***Millettia leucantha*** **(MDF)**

Way of planting:

1) 3 seedlings are planted in triangular in one spot to obtain higher establishment ratio of seedlings planted.

2) Distance between seedlings are 0.8m.

Fig. 4a One-Line-Left plot



species of underplanting
(original forest)

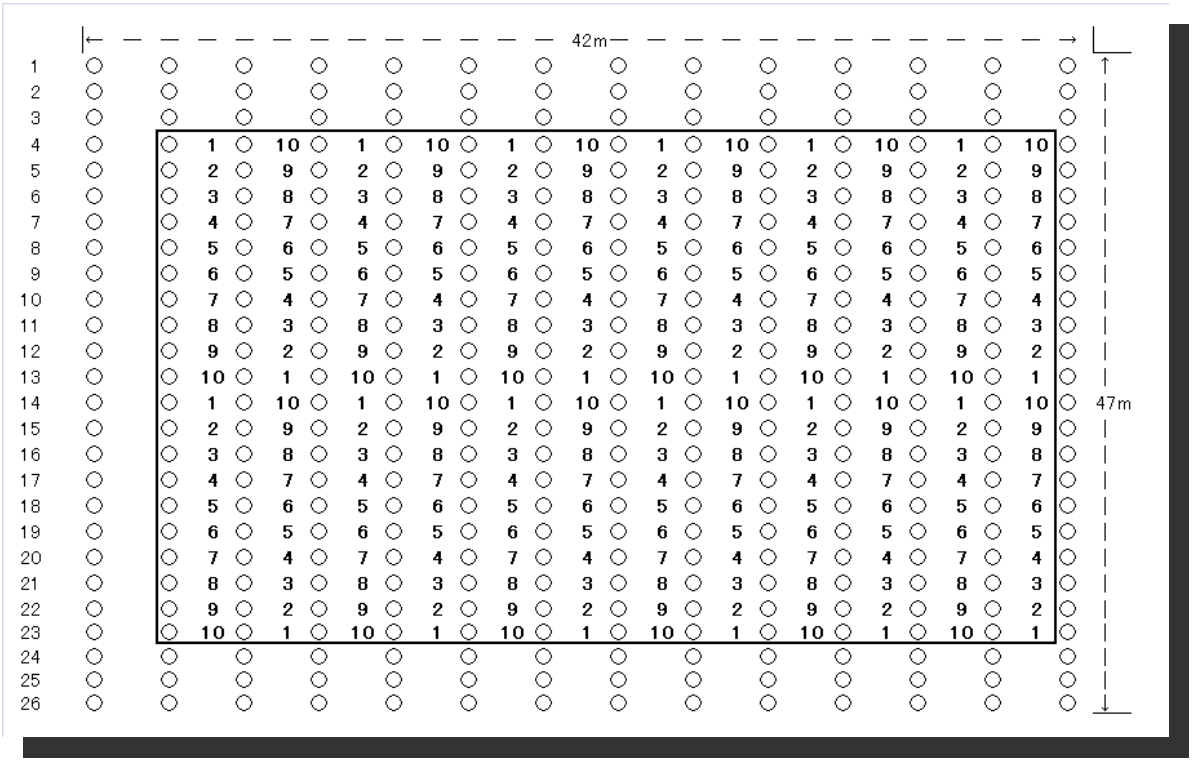
1: ***Mangifera indica*** **(MDF)**
2: ***Hopea odorata*** **(DEF)**
3: ***xylia kerrii*** **(DDF)**
4: ***Dipterocarpus terbinatus*** **(DEF)**
5: ***Dalbergia cochinchinensis*** **(MDF)**
6: ***Dalbergia nigrescen*** **(MDF)**
7: ***Pterocarpus macrocarpus***
8: ***Afzelia xylocarpa*** **(MDF)**
9: ***Dipterocarpus alatus*** **(DEF)**
10: ***Millettia leucantha*** **(MDF)**

Way of planting:
1) 3 seedlings are planted in triangular in one spot to obtain higher establishment ratio of seedlings planted.

2) Distance between seedlings are 0.8m.

In this plot, seedlings were planted in the spots where thinning for tending had been operated and tree had been died as well as in the spot where line thinning had been conducted.
when remaining Am grows up to more than 24cm in DBH whose pole could be used as sawn wood or 35cm in DBH whose pole could be used as plywood, the tree should be thinned and thereafter seedlings should be planted.

Fig. 4b Two-line-left plot



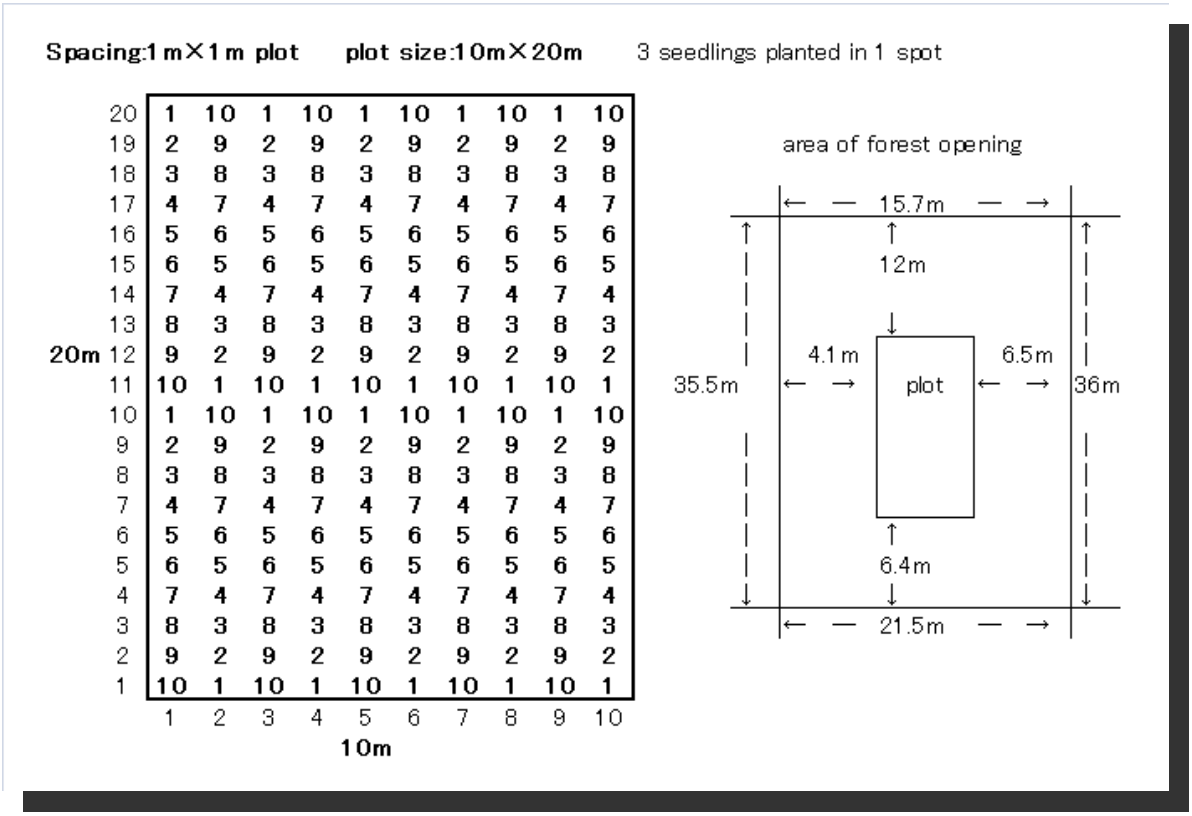
species of underplanting
(original forest)

1: ***Mangifera indica*** **(MDF)**
2: ***Hopea odorata*** **(DEF)**
3: ***xylia kerrii*** **(DDF)**
4: ***Dipterocarpus terbinatus*** **(DEF)**
5: ***Dalbergia cochinchinensis*** **(MDF)**
6: ***Dalbergia nigrescen*** **(MDF)**
7: ***Pterocarpus macrocarpus***
8: ***Afzelia xylocarpa*** **(MDF)**
9: ***Dipterocarpus alatus*** **(DEF)**
10: ***Millettia leucantha*** **(MDF)**

Way of planting:
1) 3 seedlings are planted in triangular in one spot to obtain higher establishment ratio of seedlings planted.

2) Distance between seedlings are 0.8m

Fig. 4c No thinning(control) plot



species of underplanting
(original forest)

1: ***Mangifera indica*** **(MDF)**
2: ***Hopea odorata*** **(DEF)**
3: ***xylia kerrii*** **(DDF)**
4: ***Dipterocarpus terbinatus*** **(DEF)**
5: ***Dalbergia cochinchinensis*** **(MDF)**
6: ***Dalbergia nigrescen*** **(MDF)**
7: ***Pterocarpus macrocarpus***
8: ***Afzelia xylocarpa*** **(MDF)**
9: ***Dipterocarpus alatus*** **(DEF)**
10: ***Millettia leucantha*** **(MDF)**

Way of planting:
1) 3 seedlings are planted in triangular in one spot to obtain higher establishment ratio of seedlings planted.

2) Distance between seedlings are 0.5m

Fig. 4d Gap area plot

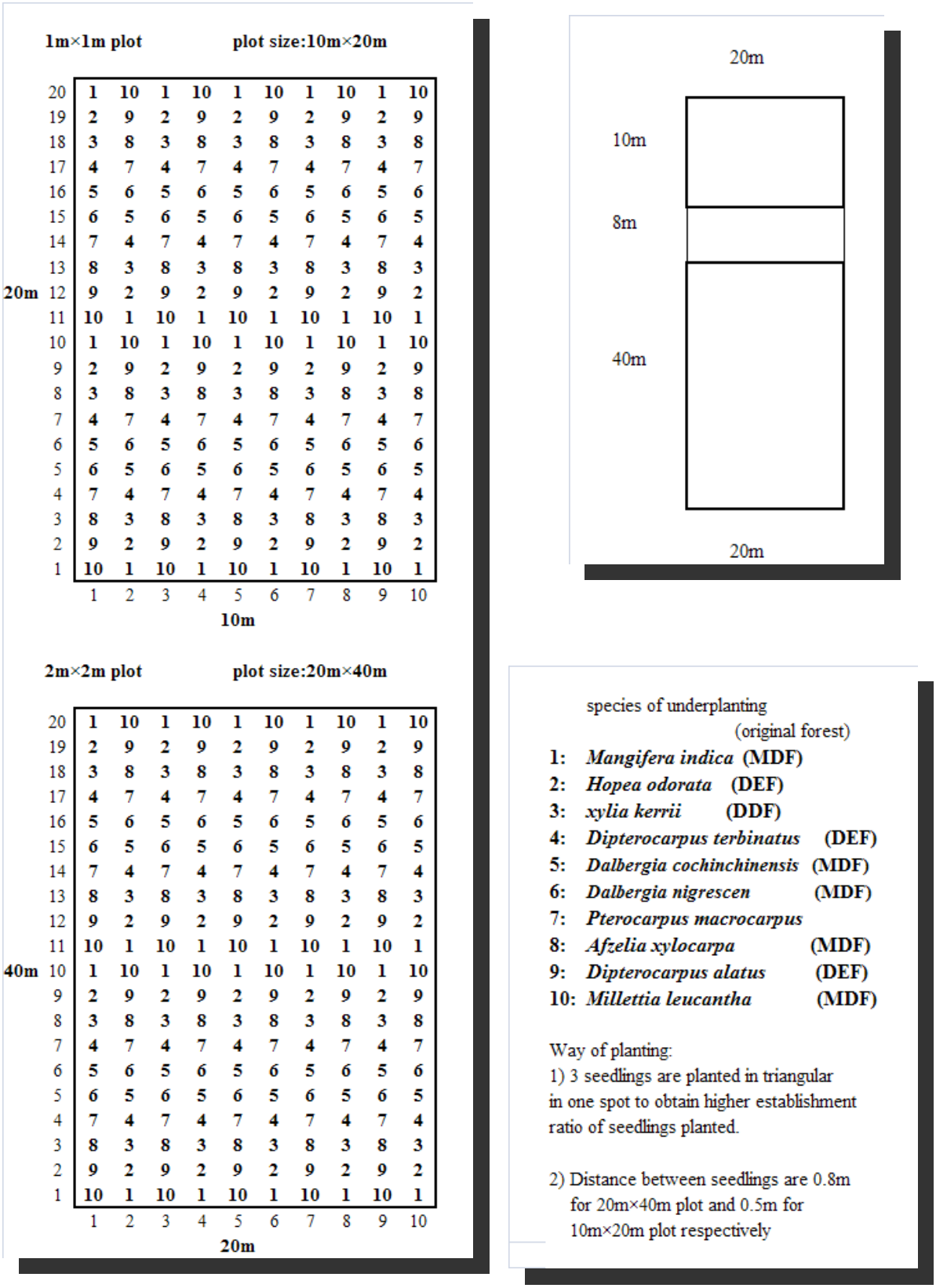


Fig. 4e Open area (1x1 m. and 2x2 m.) plots

แปลงทดลองที่ 4

ทดลองปลูกพันธุ์ไม้วงศ์ยาง 2 ชนิด คือ ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) และตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และวงศ์ถั่ว 1 ชนิด คือ แดง (*Xylia xylocarpa* var. kerrii) ภายใต้เรือนยอดสวนป่าไม้กระถินเทพา อายุ 23 ปี เพื่อทดสอบลักษณะการเจริญเติบโต (growth performance) ของพันธุ์ไม้พื้นเมือง ทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว ที่ปลูกภายใต้เรือนยอดของหมู่ไม้ที่เจริญเติบโตเต็มที่ (mature stand) (Sakai *et. al*., 2011) ดำเนินการปลูกกล้าไม้ในปี พ.ศ. 2550 ภายหลังการตัดขยายระยะสวนป่ากระถินเทพา โดยการตัดขยายระยะด้วยวิธีแบบอิสระ (free selection) และวิธีเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (group selection) ขนาดของแปลงทดลองแต่ละวิธี คือ 50 เมตร x 50 เมตร สัดส่วนของการตัดขยายระยะ (thinning rate) ในการตัดขยายระยะโดยวิธี free selection คือ 33% และ 67% ของพื้นที่หน้าตัดรวมของหมู่ไม้ (Fig. 5)

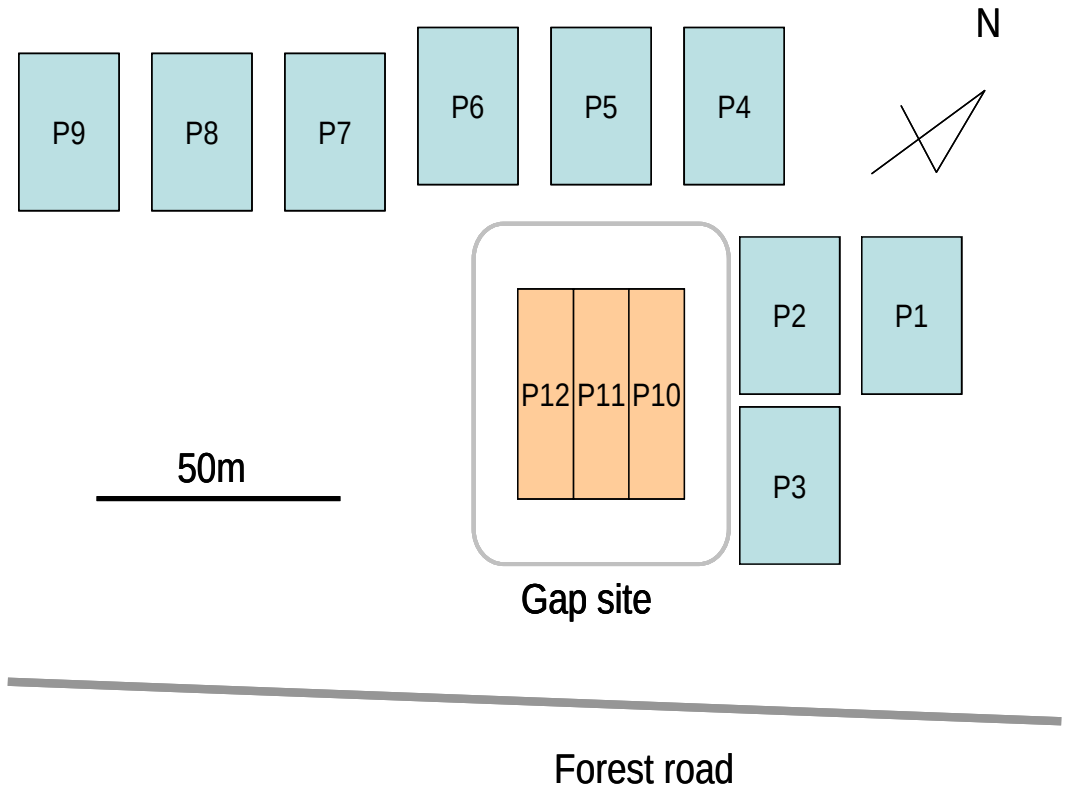


Fig. 5 Layout of experimental plots (Three indigenous tree species planted in a mature *Acacia mangium* plantation with different canopy openness)

แปลงทดลองที่ 5

ทดลองปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง 6 ชนิด ประกอบด้วย ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) เคี่ยมคะนอง (*Shorea henryana*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) และกฤษณา (*Aquilaria crassna*) ภายใต้สวนป่าไม้กระถินเทพาอายุ 25 ปี ในเดือนมกราคม 2552 ก่อนปลูก ทำการตัดขยายระยะโดยวิธีการตัดแบบเป็นแถบ (stripe thinning) และวิธีเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (group selection thinning) วิธีการตัดแบบเป็นแถบมี 2 วิธี คือ ตัดแถวเว้นแถว (one-row-cut-one-row-left) หรือตัดไม้ออก 50% และตัดสองแถวเว้นหนึ่งแถว (two-row-cut-one-row-left) หรือตัดไม้ออก 67% แปลงที่เลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่มมีขนาดแปลง 50 เมตร x 50 เมตร (2,500 ตารางเมตร) โดยประมาณ และดำเนินการปลูกพันธุ์ไม้ 6 ชนิด ดังกล่าว ในเดือนมิถุนายน 2552 โดยเปรียบเทียบกับการปลูกภายใต้เรือนยอดของสวนป่าไม้กระถินเทพาที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ (แปลงควบคุม) และปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดตายและลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้พื้นเมืองดังกล่าว (Fig. 6)

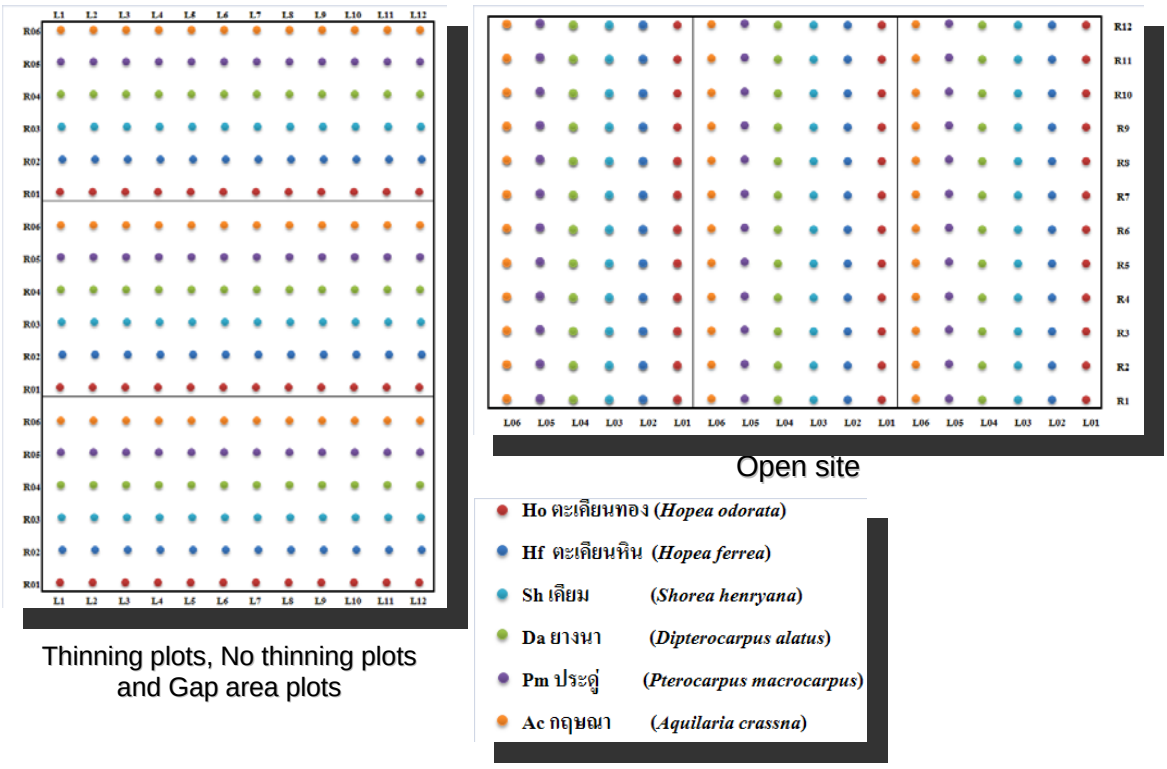


Fig.6 Layout of underplanting six indigineous tree species under canopy of *Acasia mangium* plantation

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตและการรอดตายของพันธุ์ไม้พื้นเมือง

แปลงทดลองที่ 1 ทดลองปลูกไม้ตะเคียนทอง ภายใต้เรือนยอดพันธุ์ไม้เบิกนำที่เป็นพันธุ์ไม้โตเร็ว คือ ขี้เหล็กบ้าน กระถินณรงค์ และยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

ภายหลังการปลูก 2 ปี การเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและความสูงของกล้าไม้ตะเคียนทองที่ปลูกภายใต้เรือนยอดไม้ขี้เหล็กบ้าน (*S. siamca*) และปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง (แปลงควบคุม) มีค่ามากกว่าในแปลงที่ปลูกภายใต้เรือนยอดไม้กระถินณรงค์ และไม้ยูคาลิปตัส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) และความสูงของไม้ตะเคียนทอง เมื่อปี พ.ศ. 2550 (ต้นไม้อายุ 17 ปี) ในแปลงที่มีระยะปลูก 2x8 ม. มีแนวโน้มว่ามีขนาดใหญ่ ส่วนแปลงที่มีระยะปลูก 2x4 ม. มีแนวโน้มว่ามีขนาดเล็ก เมื่อไม้ตะเคียนทองมีอายุ 17 ปี พบว่า ไม่ว่าพันธุ์ไม้เรือนยอดชั้นบนที่เป็นไม้ให้ร่ม (nurse tree) จะเป็นชนิดใด ระยะปลูกของพันธุ์ไม้ให้ร่มมีผลต่อการเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูงของไม้ตะเคียนทอง (Table 3)

Table 3 Change in stem diameter and height of Hopea odorata planted in fast-growing tree stands. Means of three replications are shown.

Nurse tree species	Spacing of the nurse trees	D_{30}(cm)									DBH(cm)			Tree height (m)											
		1992			1994			1995			2007			1992			1994			1995			2007		
Eucalyptus	4x8	1.1	a	y	1.9	-	y	2.4	-	y	5.8	-	z	1.06	-	y	1.25	-	z	1.55	-	y	5.09	ab	y
camaldulensis	2x8 (thinning)	1.0	ab	y	1.8	-	y	2.6	-	y	6.3	-	y	1.04	-	y	1.27	-	y	1.68	-	y	5.35	a	y
	4x4	1.0	ab	y	1.6	-	y	2.1	-	y	5.7	-	y	1.04	-	y	1.17	-	y	1.39	-	y	4.35	b	y
	2x4 (thinning)	0.9	b	y	1.6	-	y	2.2	-	y	5.9	-	z	1.01	-	z	1.15	-	y	1.41	-	y	4.90	ab	z
Acacia	4x8	1.1	a	y	1.8	-	y	2.2	-	y	5.8	ab	z	1.16	a	y	1.59	-	yz	1.66	-	y	4.93	a	y
auriculiformis	2x8 (thinning)	1.0	ab	y	1.8	-	y	2.5	-	y	6.7	a	y	1.07	ab	y	1.47	-	y	1.84	-	y	6.22	a	y
	4x4	1.0	ab	y	1.4	-	y	1.7	-	y	3.9	b	y	1.11	ab	xy	1.27	-	y	1.36	-	y	3.31	b	y
	2x4 (thinning)	0.8	b	y	1.4	-	y	1.8	-	y	3.8	b	z	1.02	b	z	1.20	-	y	1.48	-	y	3.47	b	z
Senna siamea	4x8	1.7	ab	x	4.2	ab	x	5.4	ab	x	10.8	b	y	1.41	-	x	2.54	-	x	3.49	ab	x	9.66	bc	x
	2x8 (thinning)	1.9	a	x	5.0	a	x	6.6	a	x	14.4	a	x	1.47	-	x	2.98	-	x	4.16	a	x	13.60	a	x
	4x4	1.5	b	x	3.8	b	x	5.0	b	x	12.3	ab	x	1.40	-	x	2.51	-	x	3.43	ab	x	11.6	ab	x
	2x4 (thinning)	1.6	ab	x	3.7	b	x	4.8	b	x	8.8	b	y	1.56	-	x	2.41	-	x	3.17	b	x	7.57	c	y
Nu nurse tree	Block 1	1.5	-	x	3.9	-	x	5.6	-	x	13.4	-	x	1.22	-	y	2.25	-	xy	3.12	-	x	11.78	-	x
(control)	Block 2	1.6	-	x	4.5	-	x	6.0	-	x	14.8	-	x	1.36	-	x	2.50	-	x	3.50	-	x	13.14	-	x
	Block 3	1.7	-	x	4.9	-	x	6.3	-	x	13.9	-	x	1.29	-	xy	2.62	-	x	3.55	-	x	11.90	-	x
	Block 4	1.7	-	x	4.6	-	x	6.3	-	x	12.7	-	x	1.42	-	x	2.67	-	x	3.71	-	x	10.14	-	x
Two-way ANOVA	Spacing	ns			ns			ns			**			ns			ns			ns			***		
	Species	***			***			***			***			***			***			***			***		
	Interaction	ns			ns			ns			ns			ns			ns			ns			*		

แปลงทดลองที่ 2 ทดลองปลูกพันธุ์ไม้วงศ์ยาง 4 ชนิด ภายใต้เรือนยอดสวนป่าไม้กระถินยักษ์

ภายหลังการตัดขยายระยะเป็นเวลา 20 เดือน พันธุ์ไม้วงศ์ยางทั้ง 4 ชนิด คือ ไม้ตะเคียนทอง ไม้ยางนา ไม้ยางแดงและไม้เคี่ยมคะนอง ที่ปลูกในแปลงตัดขยายระยะ 100% และ 75% มีแนวโน้มรอดตายมากกว่าพันธุ์ไม้วงศ์ยางที่ปลูกในแปลงตัดขยายระยะ 50% การเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 30 ซม. และ 1.30 ม. เหนือพื้นดินของพันธุ์ไม้วงศ์ยางทั้ง 4 ชนิดที่ปลูกในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ 100% และ 75% มีแนวโน้มเจริญเติบโตดีกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ 50% อย่างชัดเจน แต่แปลงที่ตัดขยายระยะ 100% และ 75% ไม่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของไม้ตะเคียนทอง

ที่ปลูกในแปลงที่ตัดขยายระยะ 75% และ 50% ดีกว่าในแปลงที่ตัดขยายระยะ 100% (Table 4) แต่อย่างไรก็ตาม อัตราการรอดตายของพันธุ์ไม้วงศ์ยางแต่ละชนิด มีสาเหตุจากปัจจัยอื่นด้วย อาทิเช่น การบำรุงรักษาแปลงทดลองที่อาจทำได้ไม่สม่ำเสมอทั่วกันทุกแปลง โดยเฉพาะการแผ้วถางวัชพืชภายในระยะ 1 ปีแรกภายหลังการปลูก

Table 4 Mean Stem diameter height and survival rate of Dipterocarps seedlings at 20 months after thinning

Treatment	*D. alatus*						*D. turbinatus*						*H. odorata*						*S. henryana*					
	D30 (cm)	SD (cm)	Ht (m)	SD (m)	SUR (%)	SD (%)	D30 (cm)	SD (cm)	Ht (m)	SD (m)	SUR (%)	SD (%)	D30 (cm)	SD (cm)	Ht (m)	SD (m)	SUR (%)	SD (%)	D30 (cm)	SD (cm)	Ht (m)	SD (m)	SUR (%)	SD (%)
100% Thinning (clear-cutting)	6.21	1.06	2.81	0.26	72.22	9.62	3.30	0.90	2.20	0.48	52.78	4.81	4.41	0.32	3.38	0.21	86.11	4.81	3.65	0.46	2.82	0.34	63.89	26.79
75% Thinning	7.40	0.15	3.31	0.11	83.33	22.05	3.26	1.16	2.21	0.58	80.56	12.73	5.34	0.80	4.03	0.53	72.22	17.35	3.37	0.55	2.51	0.71	75.00	16.67
50% Thinning	6.19	0.70	2.92	0.53	55.56	34.69	2.30	0.87	1.60	0.57	55.56	37.58	4.27	0.41	3.60	0.04	61.11	39.38	3.10	0.25	2.47	0.39	61.11	31.55

แปลงทดลองที่ 3 แปลงทดลองปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง 10 ชนิด ภายใต้เรือนยอดสวนป่าไม้กระถินเทพา

ภายหลังการปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง 6 เดือนไม้ยางนาและไม้ยางแดงที่ปลูกภายใต้เรือนยอดไม้กระถินเทพา ในแปลงตัดขยายระยะแบบตัดแถวเว้นแถว (one-line-left) หรือตัดขยายระยะ 50% และแบบตัดแถวเว้นสองแถว (two-line-left) หรือแบบตัดขยายระยะ 33% และแปลงควบคุม (ไม่ตัดขยายระยะ) มีอัตราการตาย (mortality rate, $\%yr^{-1}$) มากกว่าพันธุ์ไม้พื้นเมืองอื่นๆ และภายหลังการปลูกประมาณ 10 เดือน พันธุ์ไม้วงศ์ยาง 3 ชนิด คือ ยางนา ยางแดง และตะเคียนทอง มีอัตราการตายมากกว่าพันธุ์ไม้พื้นเมืองชนิดอื่นอย่างชัดเจน (Fig. 7a, Fig. 7b and Fig. 7c) ในแปลงที่ตัดขยายระยะเลือกแบบตัดเป็นกลุ่ม (gap area) อัตราการตายของพันธุ์ไม้วงศ์ยางทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว นับตั้งแต่ 6 เดือน ภายหลังจากการปลูกจนถึง 35 เดือน (Fig. 7d) มากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ส่วนในแปลงที่อยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง (open area) ที่มีระยะปลูก 1x1 ม. และ 2x2 ม. พบว่าใน 6 เดือนแรก หลังจากการปลูกพันธุ์ไม้วงศ์ถั่ว 3 ชนิด คือ แดง พะยูง และพี้จั่น มีอัตราการตายน้อยที่สุดแตกต่างจากพันธุ์ไม้ชนิดอื่นอย่างชัดเจน พันธุ์ไม้วงศ์ยาง ทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการตายค่อนข้างสูง แต่พันธุ์ไม้ในวงศ์อื่น เช่น มะม่วงป่า และมะค่าโมง มีอัตราการตายค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน เมื่อเวลาผ่านไป 2 ปี หลังจากการปลูก พันธุ์ไม้วงศ์ยางทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการตายสูงกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นอย่างชัดเจน ยกเว้นพื้นที่โล่งแจ้ง ในแปลงที่ระยะปลูกแคบ (1x1 ม.) ไม้มะค่าโมง มีอัตราการตายไม่แตกต่างจากพันธุ์ไม้วงศ์ยาง (Fig. 7e และ Fig. 7f)

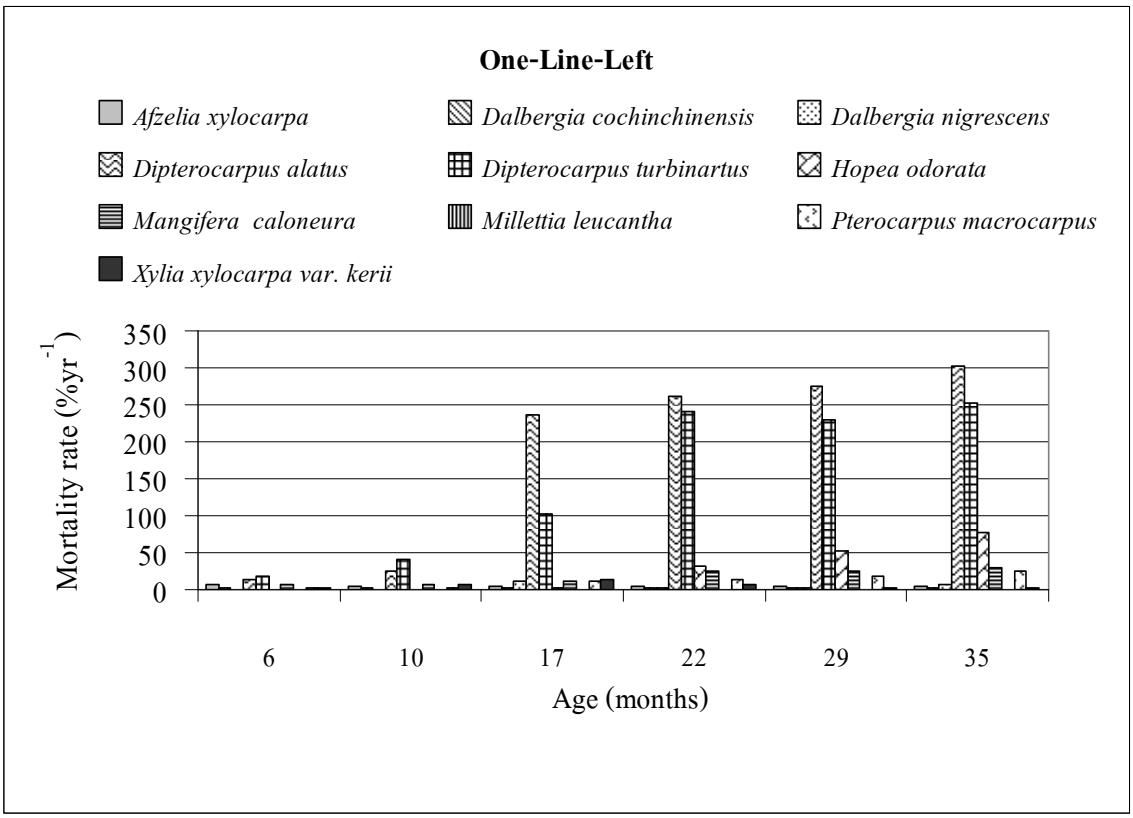


Fig. 7a Mortality rate of 10 indigenous tree species in one-line-left plot

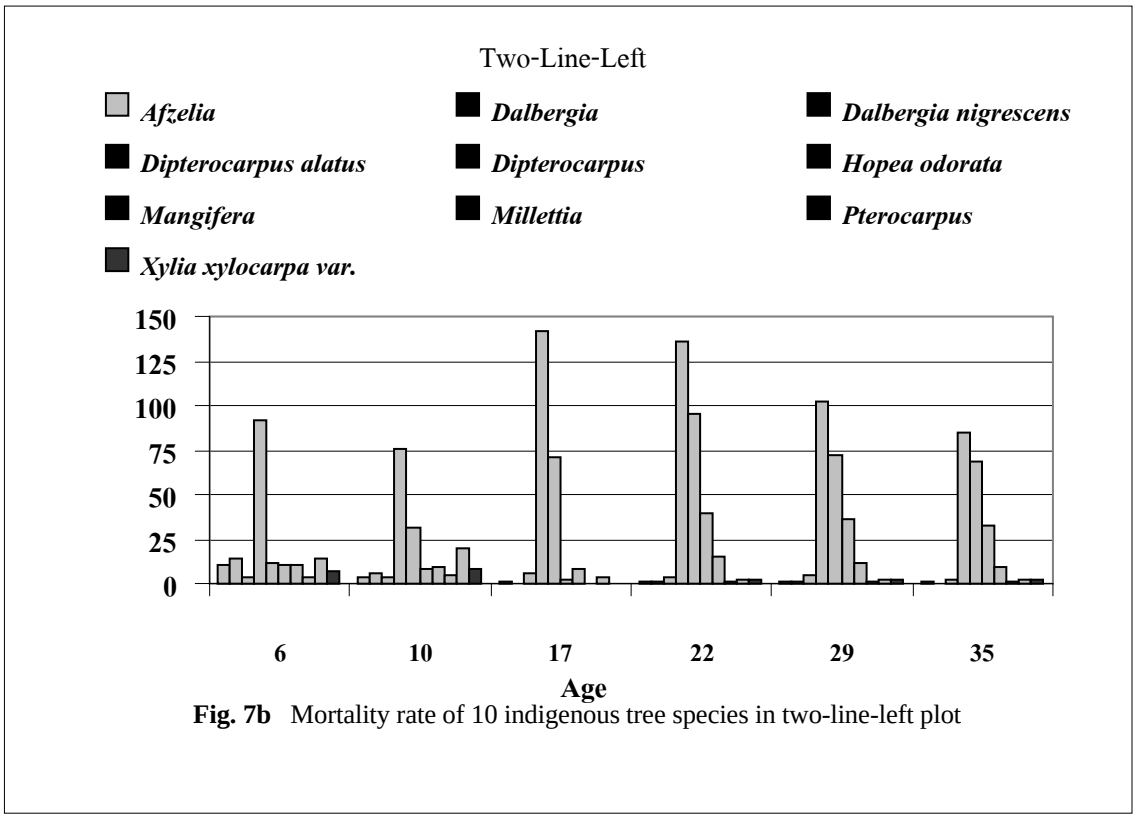


Fig. 7b Mortality rate of 10 indigenous tree species in two-line-left plot

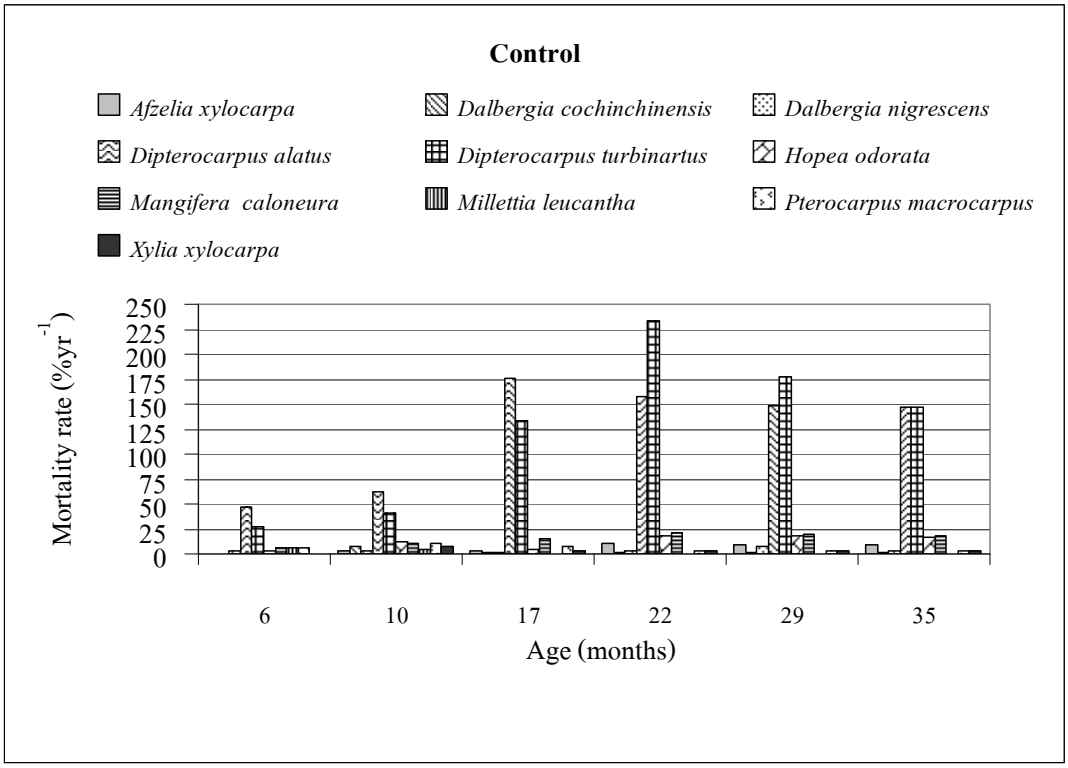


Fig. 7c Mortality rate of 10 indigenous tree species in no thinning (control) plot

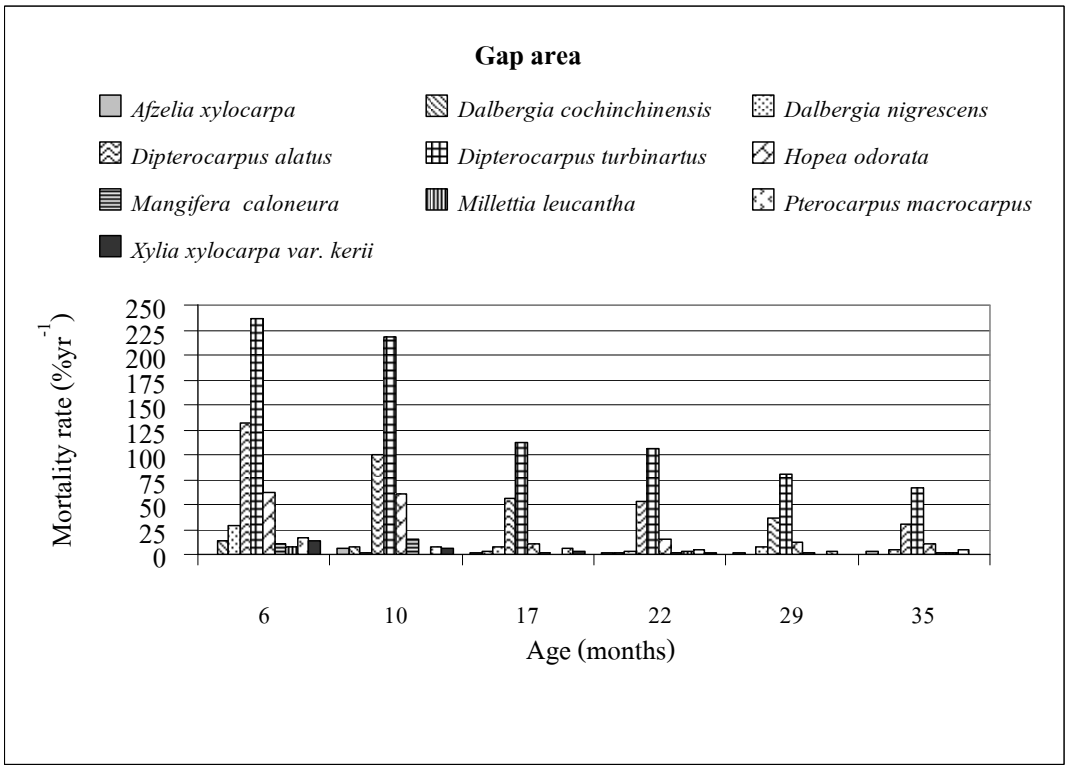


Fig. 7d Mortality rate of 10 indigenous tree species in gap area(selection group thinning) plot

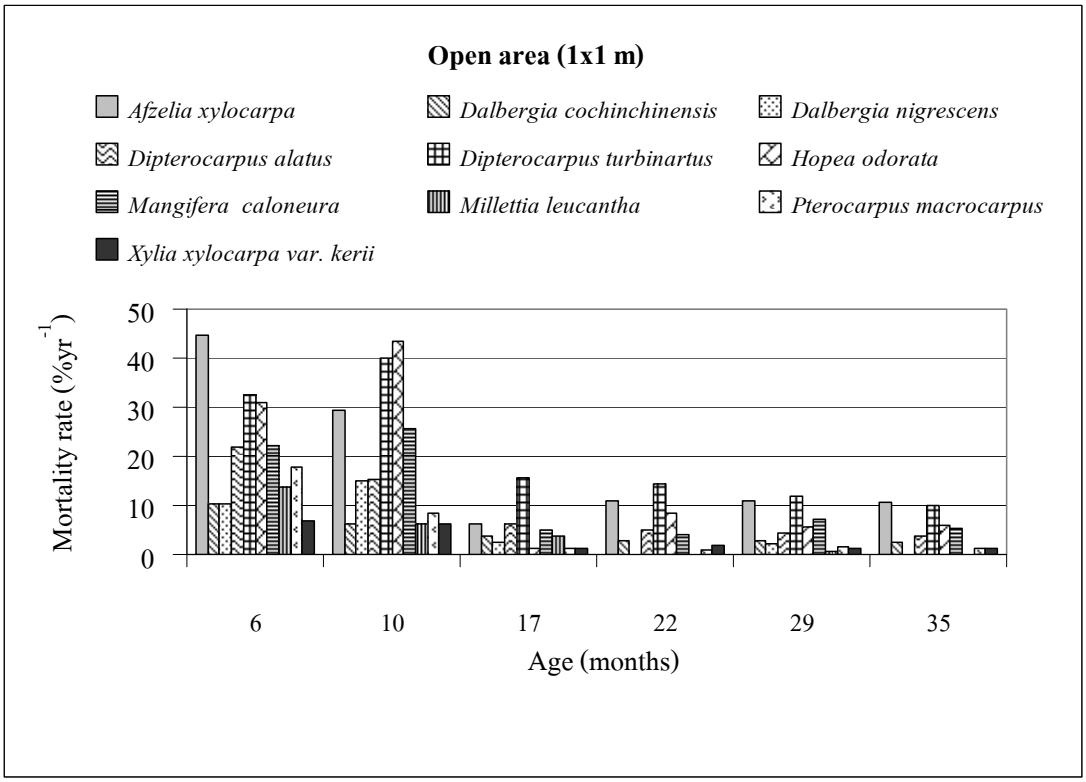


Fig. 7e Mortality rate of 10 indigenous tree species in open area (1x1 m.) plot

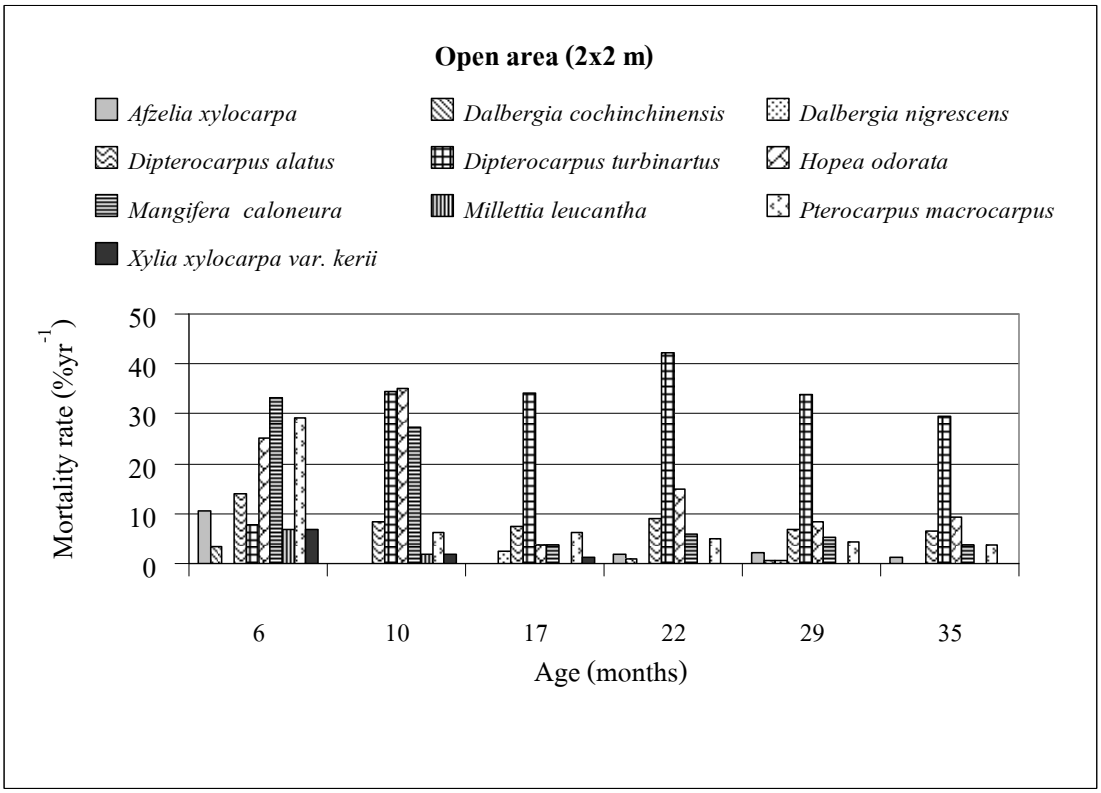


Fig. 7f Mortality rate of 10 indigenous tree species in open area (2x2 m.) plot

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้พื้นเมือง 10 ชนิด ผลปรากฏว่า ภายหลังการปลูก 6-10 เดือน อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate, %yr^{-1}) ทางด้านความสูงของไม้ยางแดง ยางนา ตะเคียนทอง พะยูง และสาธร ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบตัดแถวเว้นแถว และตัดแถวเว้นสองแถวมีแนวโน้มดีกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ (Fig. 8a และ Fig. 8b) แต่ในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ (แปลงควบคุม) อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของมะค่าโมงและแดง ดีที่สุด แต่แตกต่างจากยางนาและตะเคียนทองเพียงเล็กน้อย (Fig. 8c) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 30 ซ.ม. เหนือพื้นดิน (D30) พบว่า ในแปลงตัดขยายระยะแบบแถวเว้นแถว (50%) ไม้พะยูง ยางนา และสาธร มีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีที่สุดต่างจากชนิดอื่นอย่างชัดเจน ส่วนในแปลงตัดขยายระยะแบบแถวเว้นสองแถว (67%) และแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะนั้น อัตราการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น (Fig. 8a, Fig. 8b และ Fig. 8c) ในแปลงตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม(gap area) การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของพันธุ์ไม้พื้นเมือง ภายหลังการปลูก 6-10 เดือน แตกต่างกันเล็กน้อย และไม้พะยูงมีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูงดีที่สุด ในพื้นที่โล่งแจ้งที่มีระยะปลูก 1x1 เมตร ไม้สาธร แดง และยางแดง มีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูงดีกว่าไม้ชนิดอื่น ไม้มะม่วงป่า และไม้ตะเคียนทองมีอัตราการเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (D30) ดีกว่าไม้ชนิดอื่นอย่างชัดเจน (Fig. 8d) สำหรับในพื้นที่โล่งแจ้ง ระยะปลูก 2x2 เมตร มะค่าโมง แดง และมะม่วงป่า มีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (D30) และความสูงดีกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ (Fig. 8e)

ภายหลังการปลูก 35 เดือน พบว่า อัตราการตายของไม้ยางนา ยางแดง และตะเคียนทอง ในแปลงที่ตัดขยายระยะทั้งสองวิธี และแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะสูงกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ (วงศ์ไม้ถั่ว และวงศ์ไม้มะม่วง) อย่างชัดเจน โดยเฉพาะไม้ยางนาและยางแดง มีอัตราการตายสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น (Fig. 7a, Fig. 7b และ Fig. 7c) สำหรับในแปลงตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (gap area) และแปลงที่ปลูกในพื้นที่โล่งแจ้งก็มีแนวโน้มเป็นเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะ ไม้ยางแดงมีอัตราการตายสูงมากในทุกหน่วยทดลอง (Fig. 7d, Fig.7c และ Fig. 7f) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (D30) พบว่า ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบตัดแถวเว้นแถว อัตราการเจริญเติบโตทางความสูงของพันธุ์ไม้วงศ์ถั่ว คือ แดง สาธร ประดู่ และพะยูง มีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์ไม้วงศ์ยางอย่างเห็นได้ชัด ส่วนความแตกต่างทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น พบว่า ไม้ประดู่ แดง สาธร และมะค่าโมง มีขนาดความโตน้อยกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นอย่างชัดเจน (Fig. 8a) ส่วนในแปลงตัดขยายระยะแบบตัดแถวเว้นสองแถวไม้พะยูง แดง และตะเคียนทอง มีอัตราการเจริญเติบโตของความสูงดีกว่าไม้ชนิดอื่น (Fig. 8b) ส่วนทางด้านความโต ไม้แดง มะค่าโมง และพะยูงดีกว่าไม้ชนิดอื่น ส่วนในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ไม้แดง มะค่าโมง ประดู่ และตะเคียนทอง มีอัตราการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงดีกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น (Fig. 8c) ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบเลือกไม้ออกเป็นกลุ่ม (gap area) ไม้แดง พะยูง มะม่วงป่า ยางแดง และตะเคียนทอง มีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าไม้ชนิดอื่น และไม้แดง มะม่วงป่า และยางแดง มีอัตราการเจริญเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (D30) ดีกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น (Fig. 8d) เมื่อเปรียบเทียบในพื้นที่โล่งแจ้ง ที่มีระยะปลูก 1x1 เมตร

และ 2x2 เมตร ไม้แดง มีอัตราการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงดีที่สุด และไม้มะค่าโมง มีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความโตและความสูงน้อยที่สุด ทั้งในแปลงที่ปลูกด้วยระยะปลูก 1x1 เมตร และ 2x2 เมตร (Fig. 8e และ 8f)

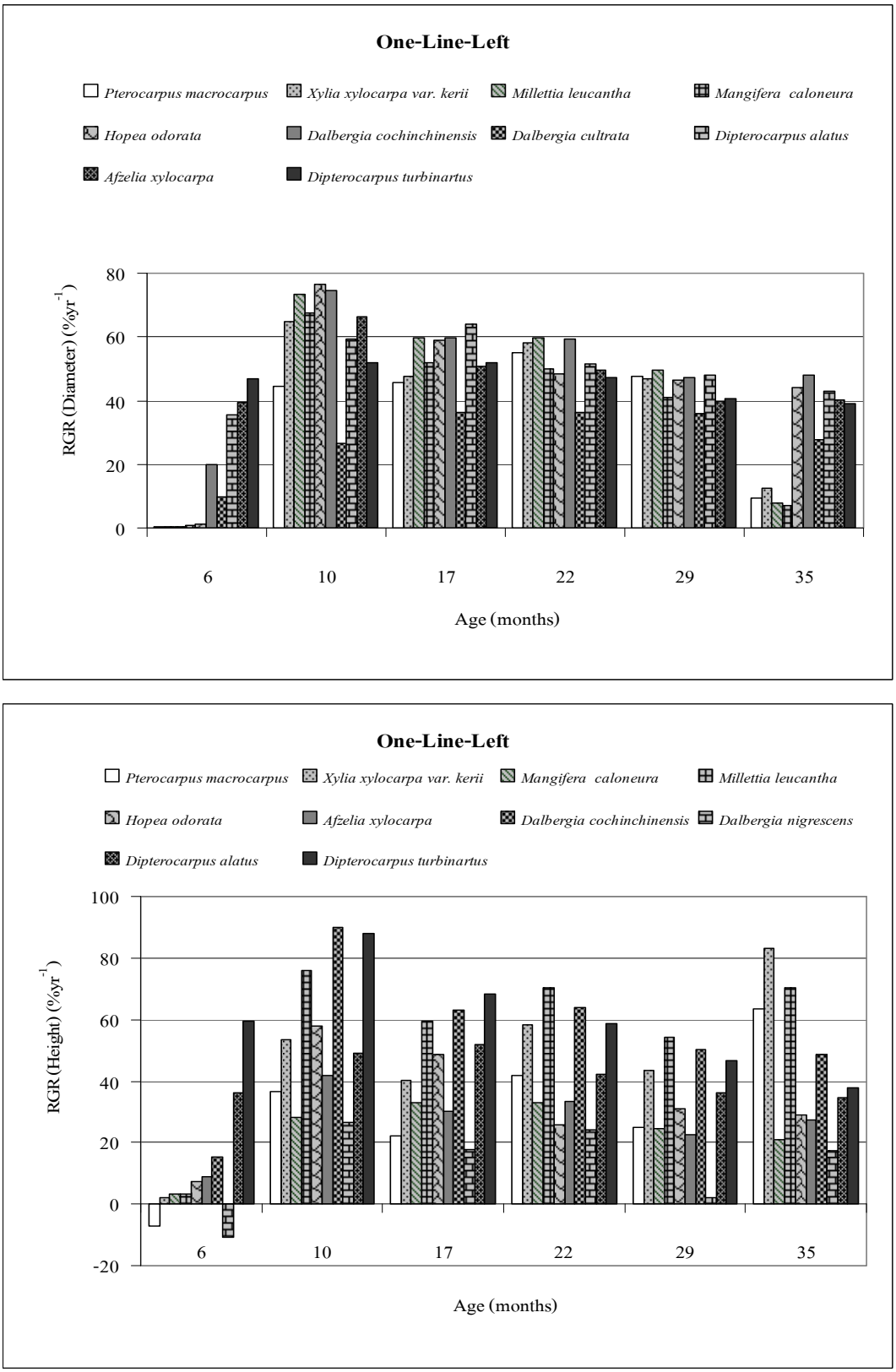
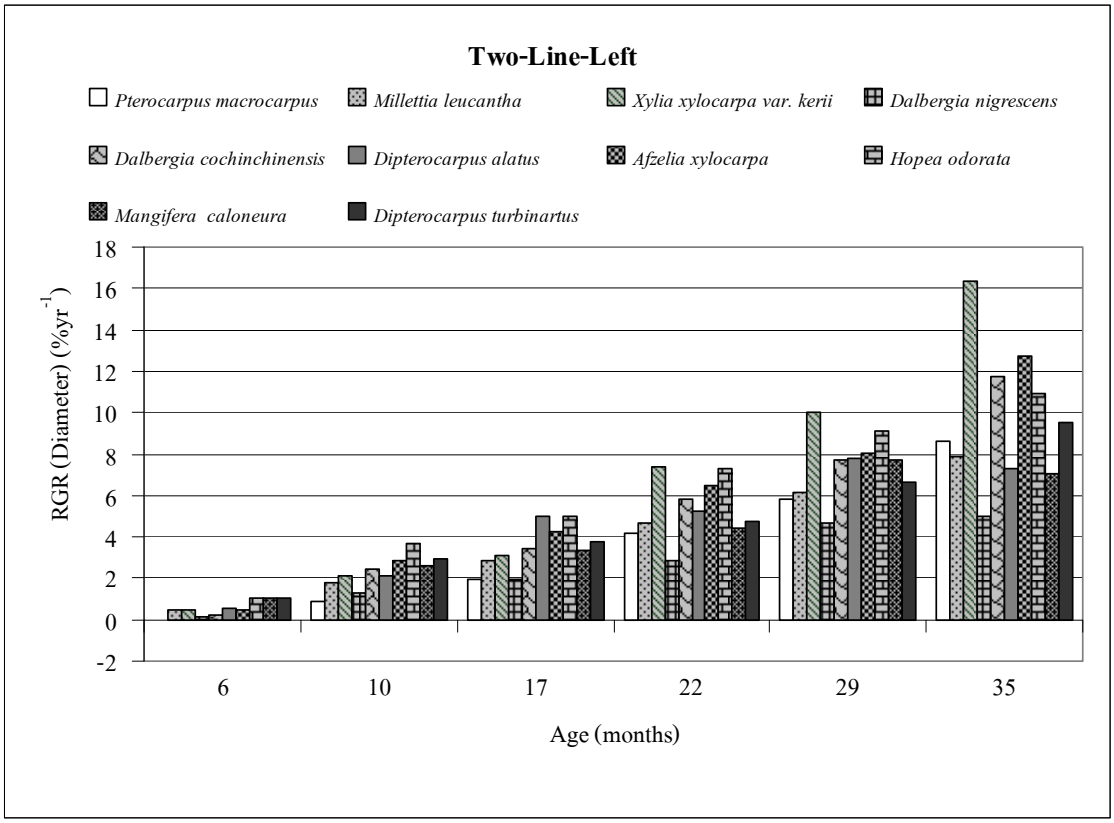


Fig. 8a Relative growth rate (diameter and height) One-line-left plot



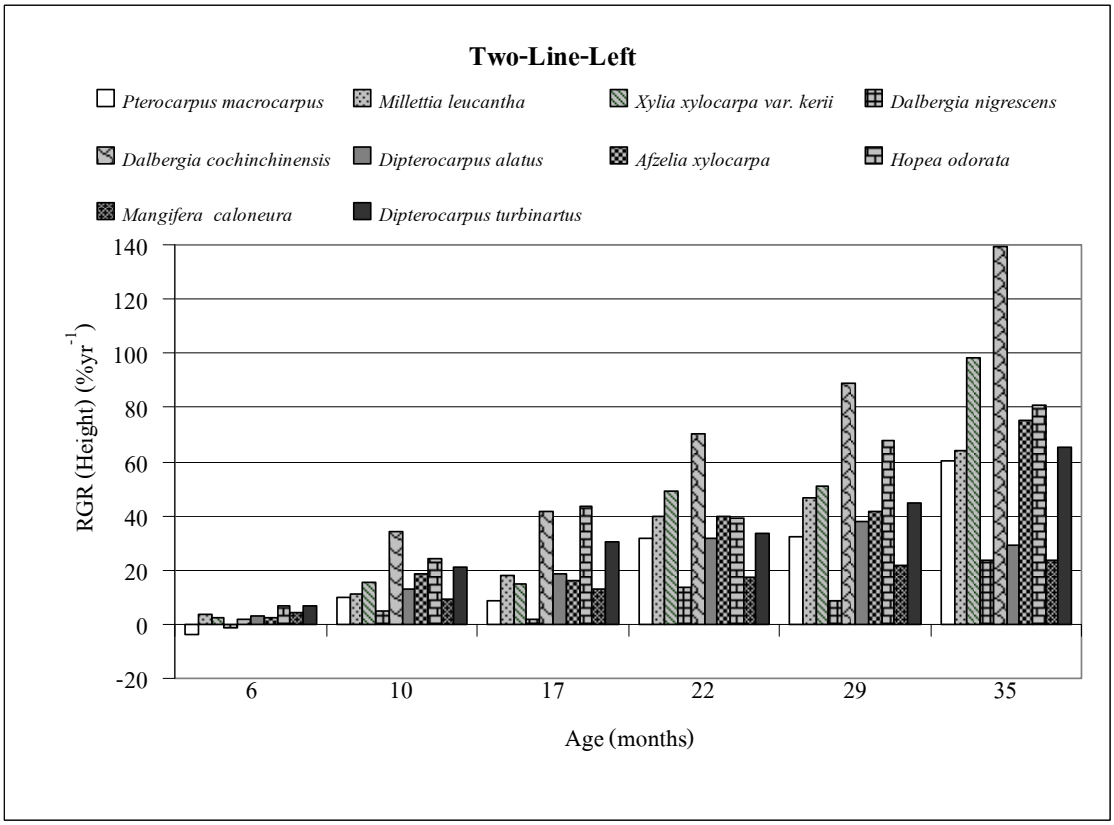
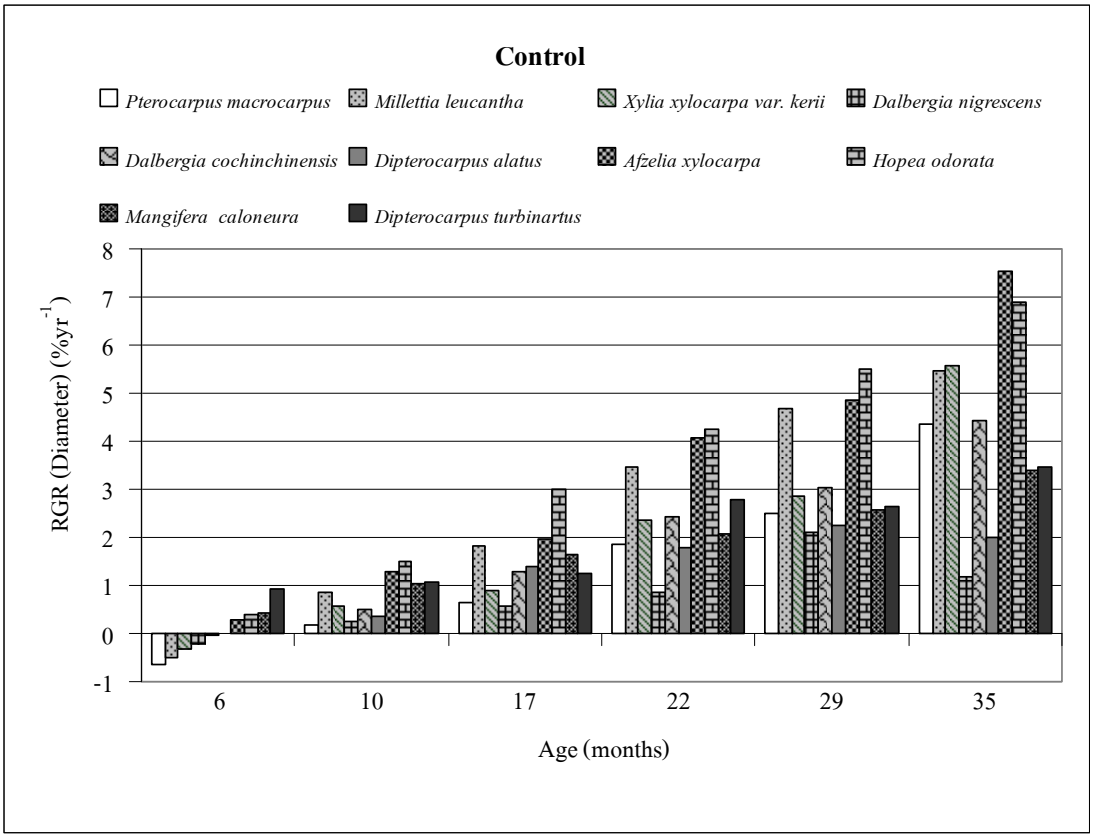


Fig. 8b Relative growth rate (diameter and height) in Two-line-left plot



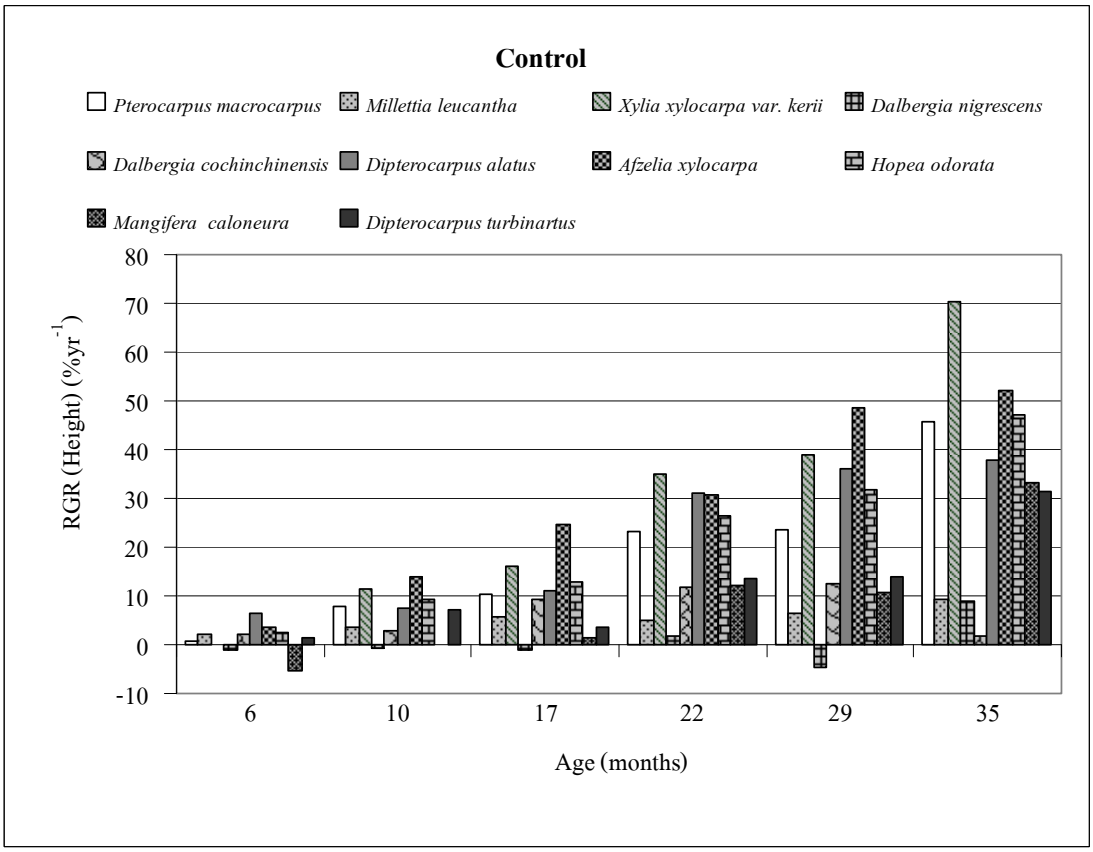
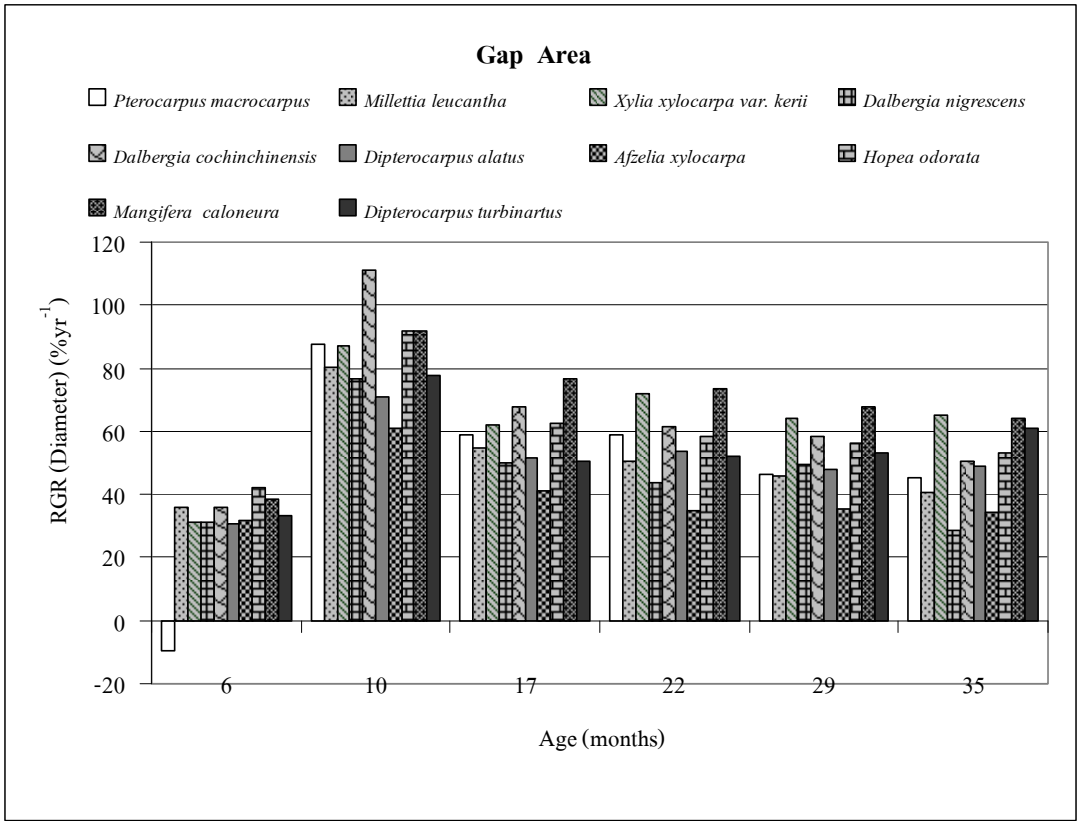


Fig. 8c Relative growth rate (diameter and height) in no thinning (control) plot



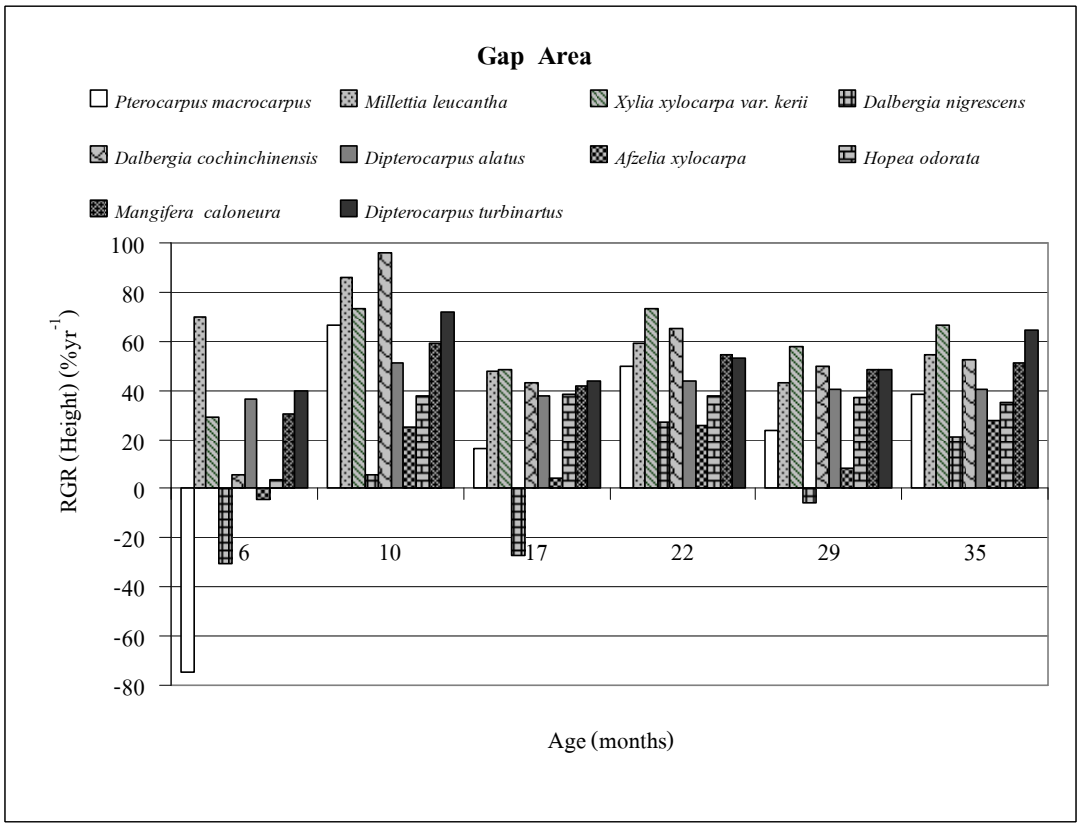
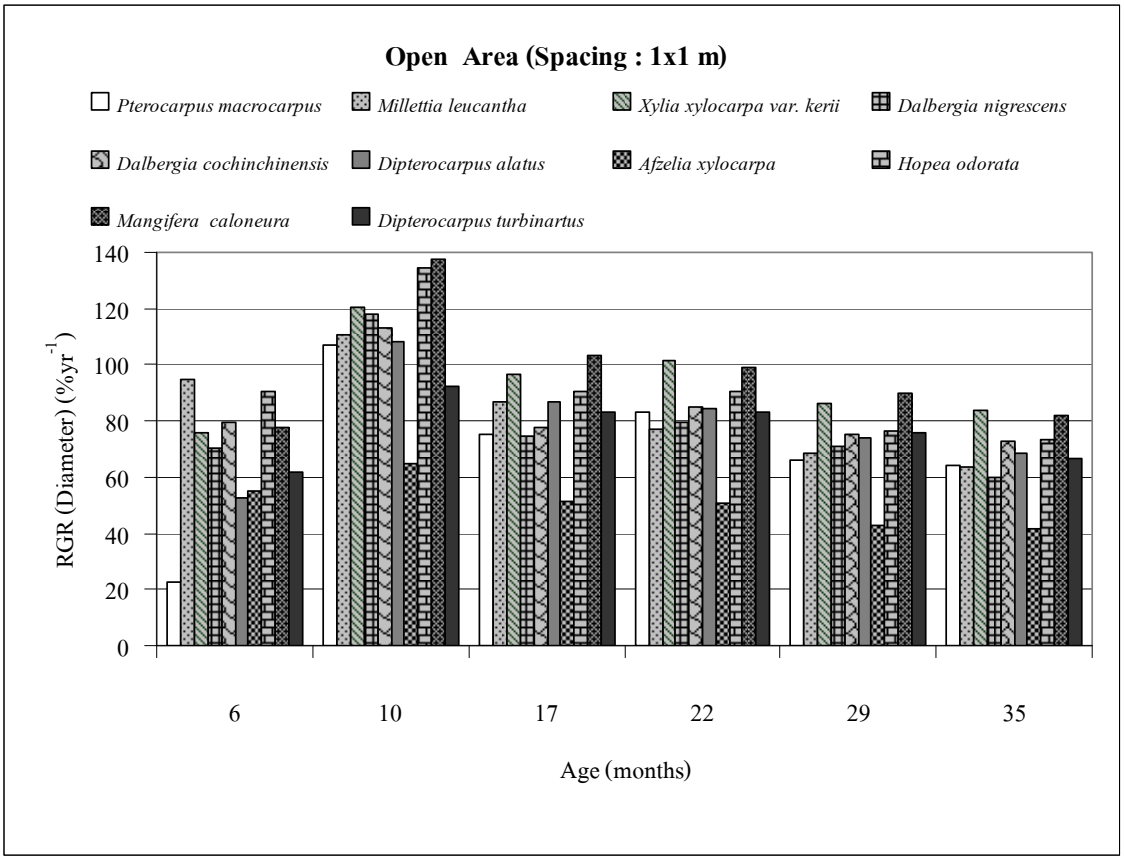


Fig. 8d Relative growth rate (diameter and height) in gap area (selection group thinning) plot



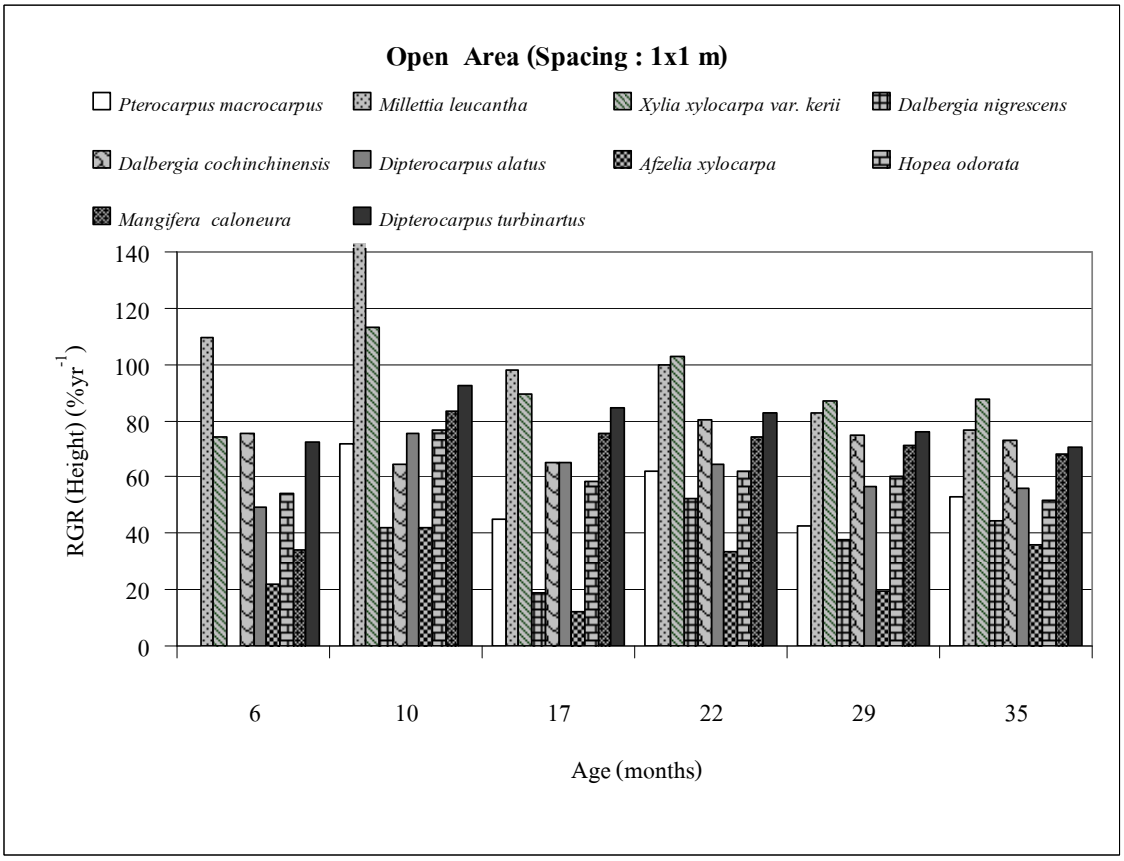
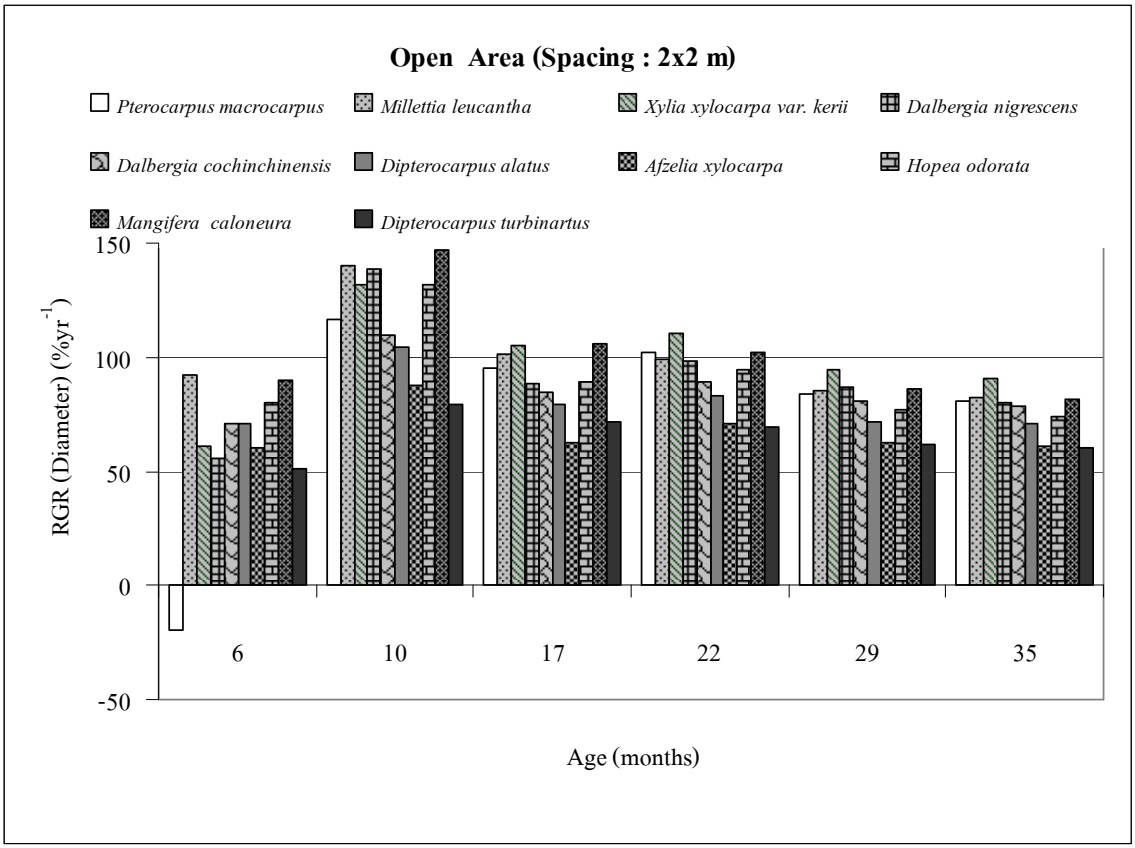


Fig. 8e Relative growth rate (diameter and height) in open area (1x1 m.) plot



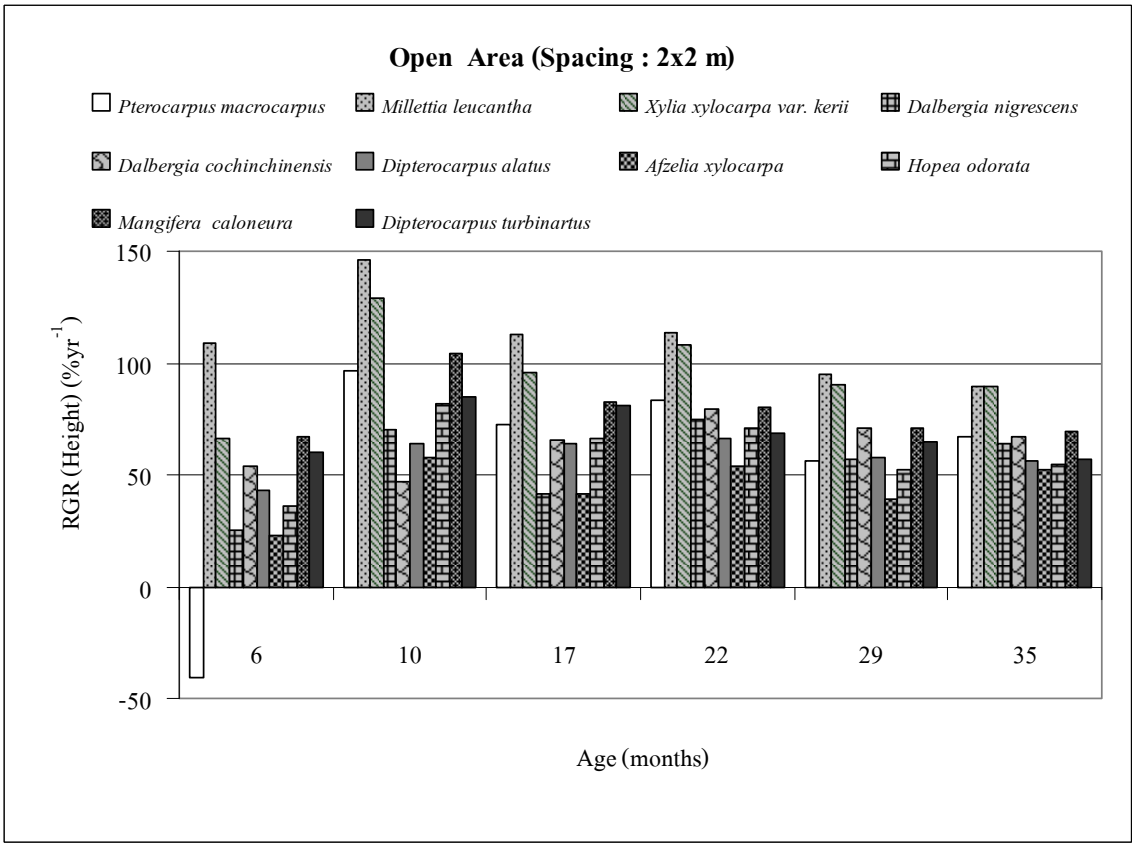


Fig. 8f Relative growth rate (diameter and height) in open area(2x2 m.) plot

แปลงทดลองที่ 4 แปลงทดลองปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง 3 ชนิด ภายใต้เรือนยอดสวนป่าไม้กระถินเทพา

ภายหลังการปลูก 30 เดือน ไม้ตะเคียนทอง (*H.odorata*) และไม้ตะเคียนหิน (*H. ferrea*) ที่ปลูกในทุกหน่วยทดลองมีอัตราการรอดตายสูงมาก (> 95%) ไม้แดง (*X. xylocarp*a var. *kerrii*) มีอัตราการรอดตายสูงในทุกหน่วยทดลอง เช่นกัน (> 90%) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพันธุ์ (species) หรือระหว่างหน่วยทดลอง (Control, 1/3 thinning, 2/3 thinning และ Gap) พบว่าอัตราการรอดตายของพันธุ์ไม้พื้นเมืองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Fig. 9)

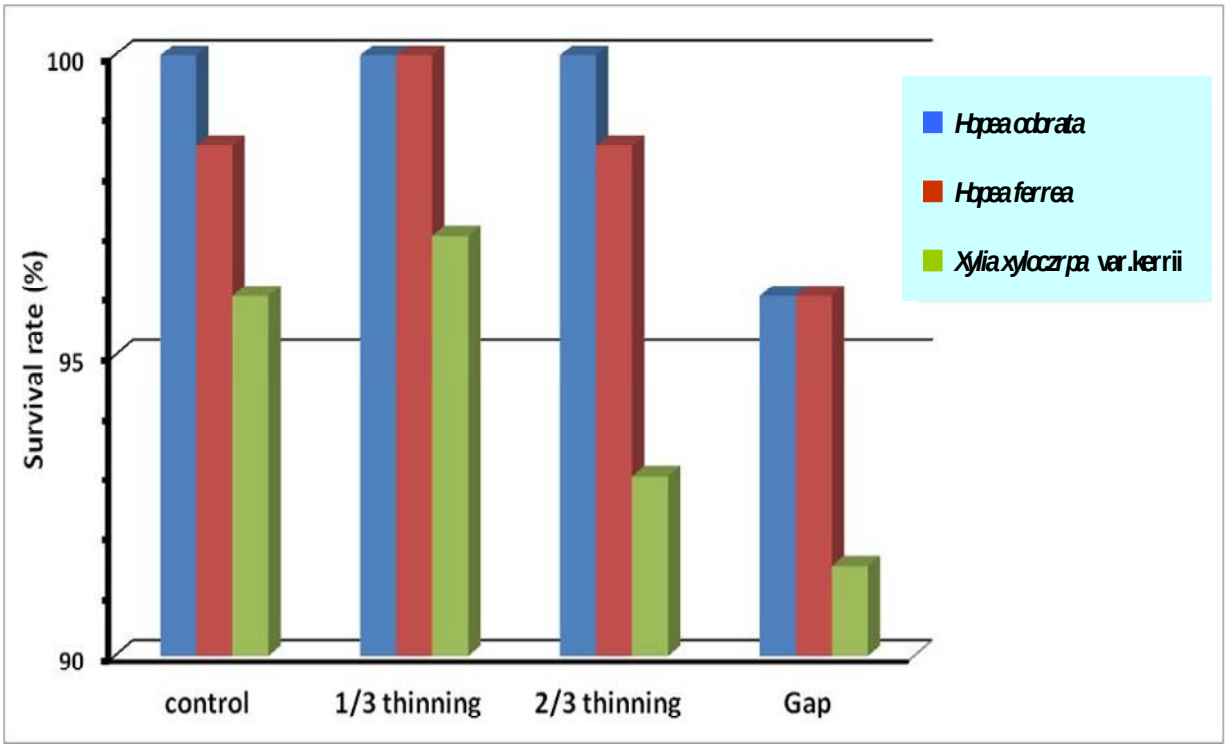


Fig. 9 Survival rate of three indigenous tree species under canopy of *Acacia mangium* plantations.

เมื่อกล้าไม้มีอายุ 30 เดือน กล้าไม้พื้นเมืองทุกชนิดที่ปลูกในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (Gap) มีขนาดใหญ่ที่สุด แต่ความแตกต่างระหว่างขนาดของกล้าไม้ ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบเลือกตัด (1/3 และ 2/3 thinning) หรือระหว่างแปลงที่ตัดขยายระยะแบบเลือกตัดกับแปลงควบคุม (control) มีความแตกต่างไม่ชัดเจน (Table 5 และ 6)

Table 5 Stem diameter (at 30 cm above the ground) of the seedlings at two and a half years after planting

Treatment	Plot	*Hopea odorata*				*Hopea ferrea*				*Xylia xylocarpa* var.*kerrii*			
		Mean (cm)	SD			Mean (cm)	SD			Mean (cm)	SD		
Control	1	1.53	0.41	cd	x	1.30	0.23	cd	y	0.76	0.19	d	z
	4	1.73	0.40	cd	x	1.55	0.21	bc	xy	1.35	0.55	cd	y
	7	1.10	0.29	d	x	1.16	0.16	d	xy	0.70	0.40	d	y
1/3 thinning	2	1.99	0.49	bc	x	1.54	0.29	bc	y	1.52	0.65	bcd	y
	5	1.93	0.44	bc	x	1.38	0.35	cd	y	1.45	0.72	bcd	y
	8	1.36	0.36	cd	x	1.35	0.19	cd	x	0.76	0.23	d	y
2/3 thinning	3	2.62	0.72	b	x	1.82	0.38	b	y	2.38	0.95	bc	x
	6	2.13	0.68	bc	xy	1.71	0.30	b	y	2.46	0.85	b	x
	9	2.00	0.60	bc	xy	1.63	0.49	bc	y	2.15	0.72	bc	x
Gap	10	3.46	1.57	a	x	2.22	0.38	a	y	4.27	1.72	a	x
	11	4.27	1.52	a	x	2.32	0.44	a	y	4.86	1.84	a	x
	12	3.67	1.11	a	y	2.16	0.47	a	z	5.19	1.66	a	x

Different letters to the right of the numerical value indicate significant difference at 5% level: a, b, c, d and e among plots in each species, and x, y, and z among species in each plot

Table 6 Height of the seedlings at two-and-a-half years after planting

Treatment	Plot	*Hopea odorata*				*Hopea ferrea*				*Xylia xylocarpa* var.*kerrii*			
		Mean (cm)	SD			Mean (cm)	SD			Mean (cm)	SD		
Control	1	141	36	cde	y	170	33	e	x	48	21	e	z
	4	162	36	bcde	y	205	45	cde	x	92	53	de	y
	7	114	34	e	y	179	43	de	x	40	23	e	y
1/3 thinning	2	173	39	bcd	x	200	40	cde	x	103	57	cde	y
	5	168	42	bcde	x	168	53	e	x	98	66	cde	y
	8	127	48	de	y	193	34	cde	x	47	21	e	y
2/3 thinning	3	208	57	b	x	220	59	bcd	x	158	68	bcd	x
	6	196	52	bc	x	225	61	abc	x	193	85	b	x
	9	183	42	bcd	x y	212	69	cde	x	167	56	bc	x
Gap	10	271	104	a	x	275	46	a	x	295	108	a	x
	11	312	102	a	x	267	60	ab	x	332	118	a	x
	12	289	75	a	y	264	61	ab	y	360	88	a	x

Different letters to the right of the numerical value indicate significant difference at 5% level: a, b, c, d and e among plots in each species, and x, y, and z among species in each plot

แปลงทดลองที่ 5 แปลงทดลองปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง 6 ชนิด ภายใต้เรือนยอดไม้กระถินเทพา

ภายหลังการย้ายปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง 6 ชนิด คือ ตะเคียนทอง ตะเคียนหิน เคี่ยมคะนอง ยางนา ประดู่ และกฤษณา ปรากฏว่ากล้าไม้กฤษณามีอัตราการตายสูงมาก จึงไม่ได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตระหว่างพันธุ์ไม้พื้นเมืองทั้ง 6 ชนิด ดังกล่าว อัตราการตาย (mortality rate) และการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate) ทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 30 ซม. จากพื้นดิน (D30) และความสูงของพันธุ์ไม้พื้นเมือง 5 ชนิด คือ ตะเคียนทอง ตะเคียนหิน เคี่ยมคะนอง ยางนา และ ประดู่ ในช่วงระยะเวลา 2 เดือน ถึง 24 เดือน ภายหลังการปลูกแสดงใน (Fig. 10 และ Fig. 11)

เมื่อพิจารณาอัตราการตายสัมพัทธ์ (relative mortality rate, % yr^{-1}) ของพันธุ์ไม้พื้นเมือง 5 ชนิด คือ ยางนา ตะเคียนหิน ตะเคียนทอง เคี่ยมคะนอง และประดู่ ภายหลังการย้ายปลูก พบว่า ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบสองแถวเว้นแถว หรือตัดไม้ออก 67% ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมดนั้น อัตราการรอดตายของกล้าไม้ทั้ง 5 ชนิด มีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน แต่ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบ ตัดแถวเว้นแถว หรือตัดไม้ออก 50% และแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ หรือแปลงควบคุม นั้น ไม้ยางนา มีอัตราการตายสูงกว่าพันธุ์ไม้พื้นเมืองอีก 4 ชนิด อย่างเห็นได้ชัด แต่พันธุ์ไม้พื้นเมือง 4 ชนิด มีอัตราการตายไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ในแปลงตัดขยายระยะไม้ออกเป็นกลุ่ม (gap area) ไม้ประดู่มีอัตราการตายสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ไม้ชนิดอื่นอย่างเด่นชัด ในแปลงที่ปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง ไม้ยางนามีอัตราการตาย

ต่ำสุด โดยเฉพาะใน plot A ที่แตกต่างจากพันธุ์ไม้ชนิดอื่นอย่างชัดเจน ส่วนไม้เคี่ยมคะนองที่ปลูกใน plot B มีแนวโน้มอัตราการตายสูงกว่าพันธุ์ไม้อื่นอย่างเห็นได้ชัด

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกล้าไม้พื้นเมือง เมื่ออายุ 24 เดือน ภายหลังการปลูก พบว่า กล้าไม้เคี่ยมคะนอง และตะเคียนทอง ที่ปลูกในแปลงตัดขยายระยะ 67% (ตัดสองแถวเว้นหนึ่งแถว) และ 50% (ตัดแถวเว้นแถว) และแปลงไม่ตัดขยายระยะ (แปลงควบคุม) มีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางด้านความโตและความสูงดีกว่าพันธุ์ไม้วงศ์ยางอีก 2 ชนิด คือ ไม้ยางนา และไม้ตะเคียนหิน ส่วนไม้ประดู่ (อยู่ในวงศ์ไม้ถั่ว) มีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางด้านความโตในแปลงที่ตัดขยายระยะ 50% และแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะดีกว่าพันธุ์ไม้วงศ์ยาง แต่พันธุ์ไม้วงศ์ยางมีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าไม้ประดู่ ในแปลงทดลองที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ไม้ประดู่มีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางด้านความโตดีกว่าไม้วงศ์ยาง แต่ทางด้านความสูงไม่แตกต่างกันมากนัก ไม้ยางนามีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูงเป็นลบ

ในแปลงที่ตัดขยายระยะไม้ (กระถินเทพา) ออกเป็นกลุ่ม (gap area) ไม้เคี่ยมคะนองและไม้ยางนามีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทั้งทางด้านความโตและความสูงดีกว่าพันธุ์ไม้อื่น พันธุ์ไม้วงศ์ยางทุกชนิดมีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าไม้ประดู่ (Fig. 11d)

ในแปลงที่ปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง (open area) ภายหลังจากการปลูก 12 เดือน ไม้ประดู่มีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางความโตมากกว่าพันธุ์ไม้วงศ์ยางอย่างชัดเจน แต่ความสูงไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ไม้วงศ์ยางด้วยกัน ไม้เคี่ยมคะนองและไม้ยางนามีแนวโน้มการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงดีกว่าไม้ตะเคียนทองและไม้ตะเคียนหิน (Fig. 11e และ Fig. 11f)

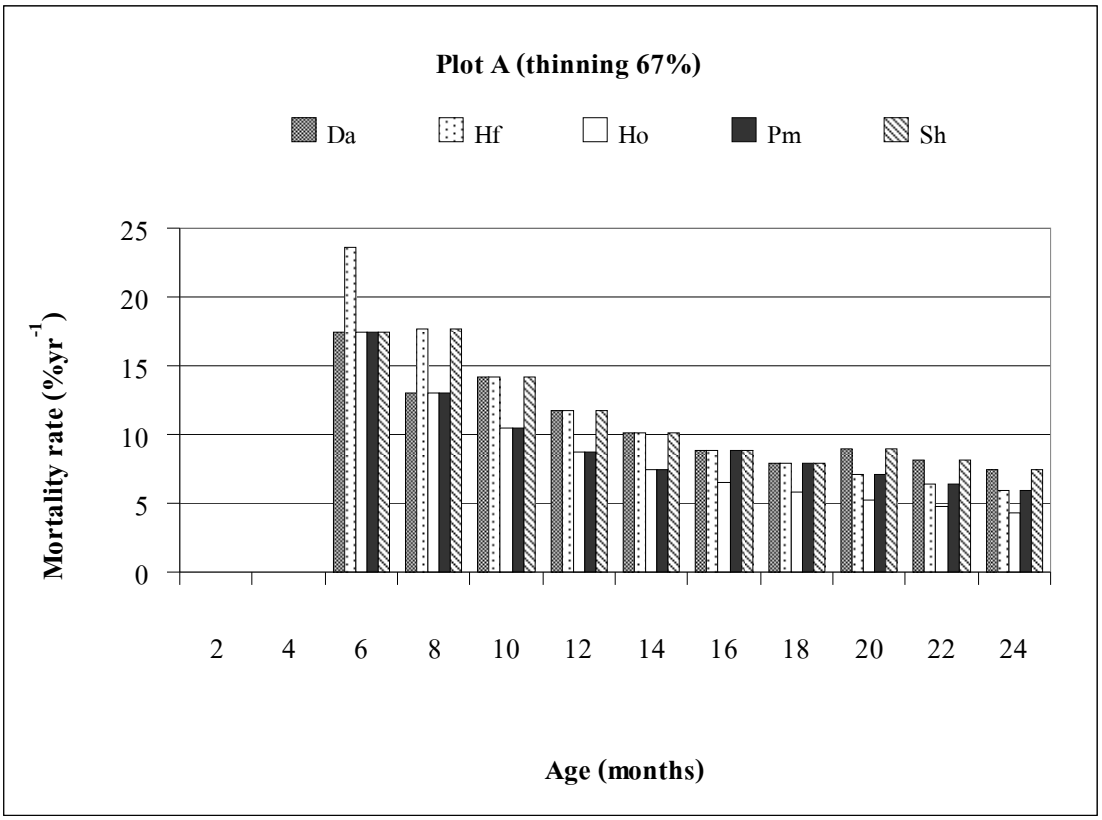


Fig. 10a Mortality rate of 67% thinning plot

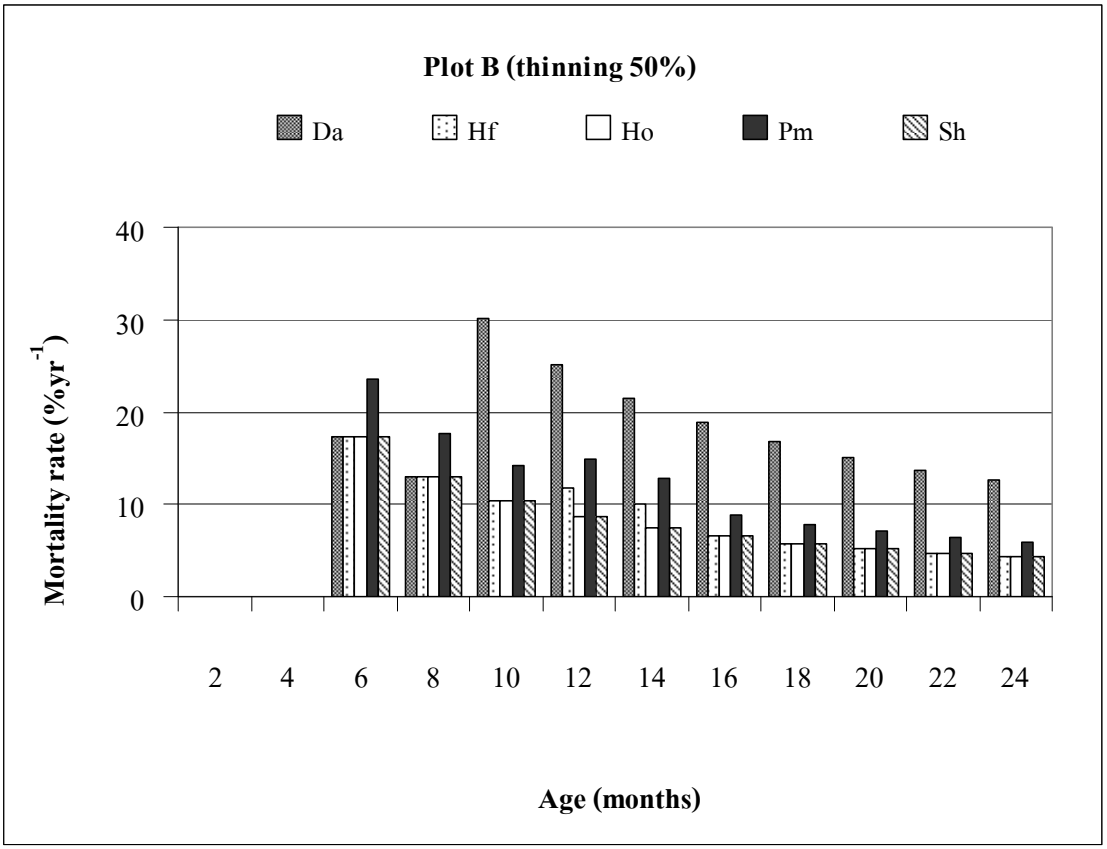


Fig. 10b Mortality rate of 50% thinning plot

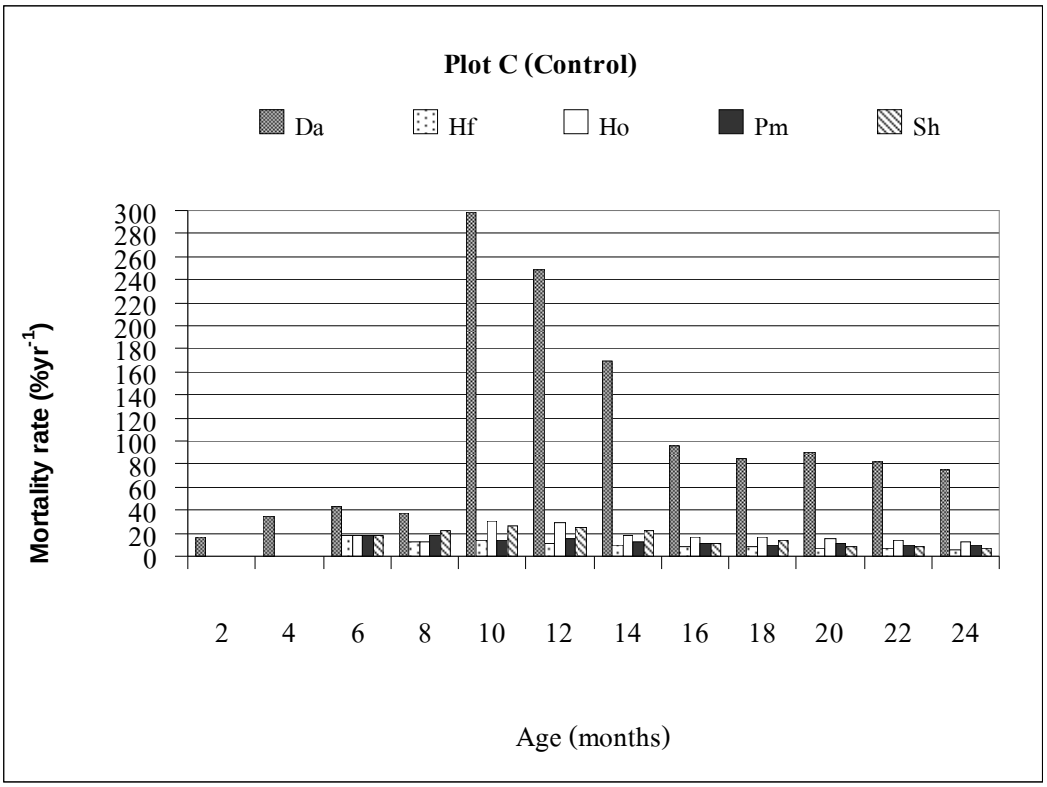


Fig. 10c Mortality rate of no thinning (control) plot

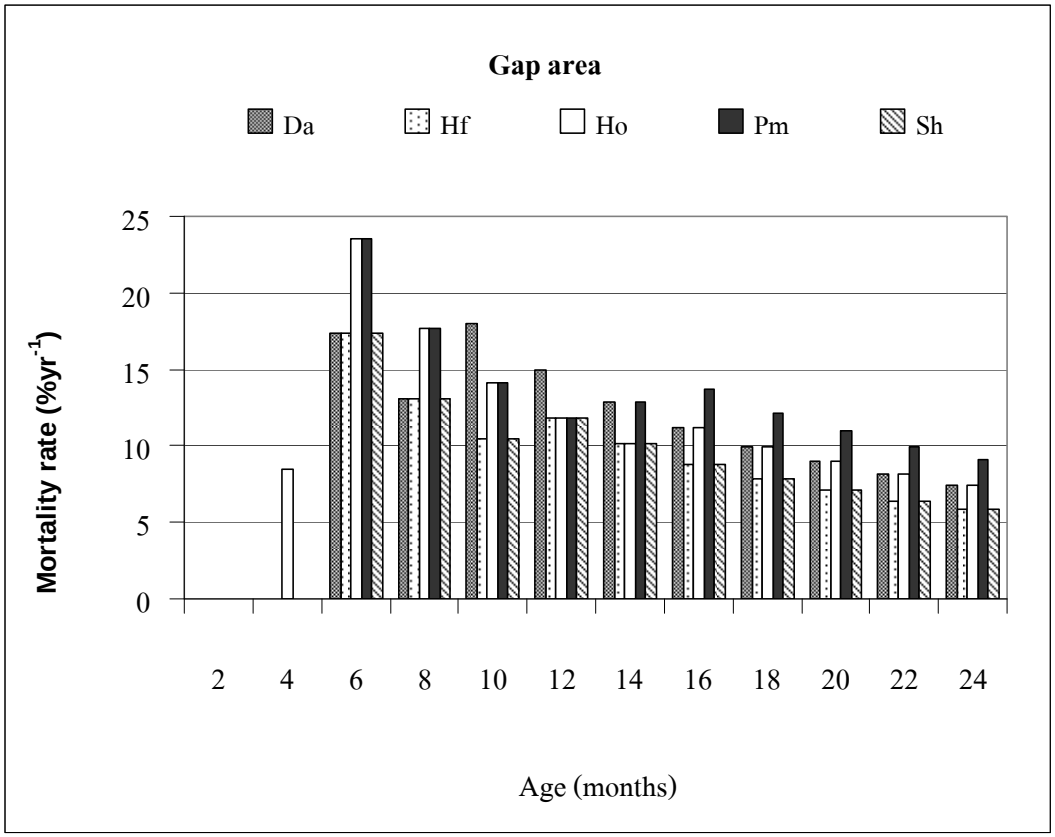


Fig. 10d Mortality rate of gap area (selection group thinning) plot

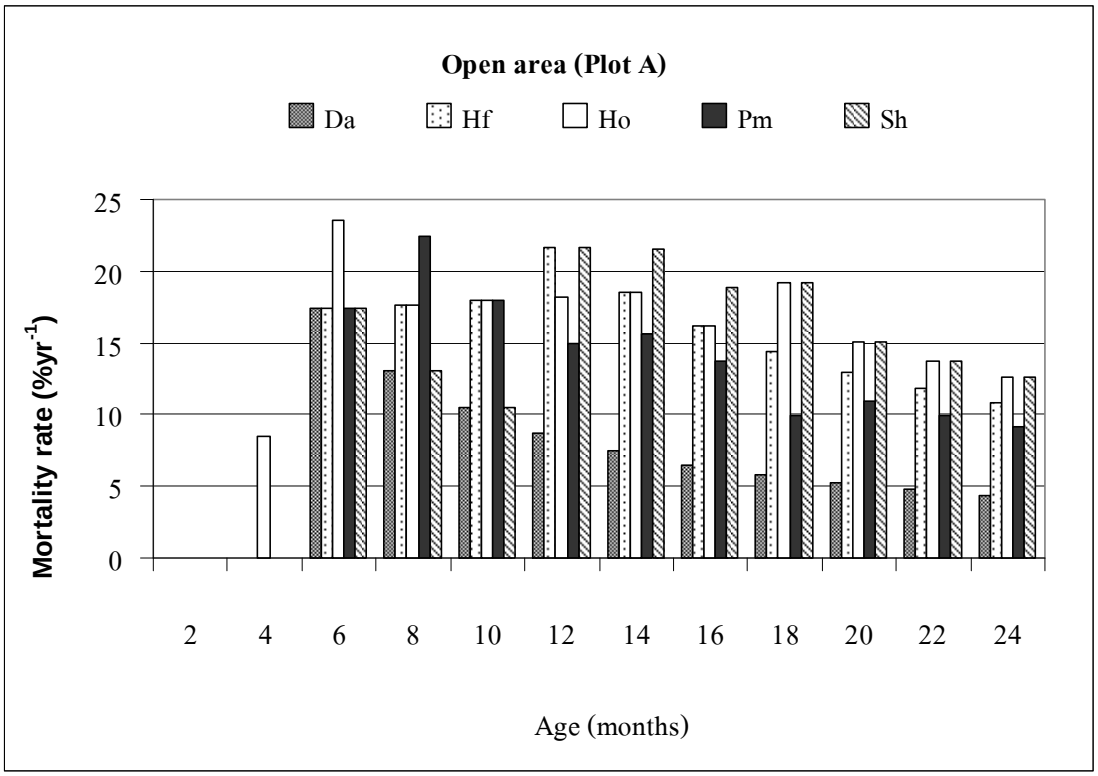


Fig. 10e Mortality rate of open area (A) plot

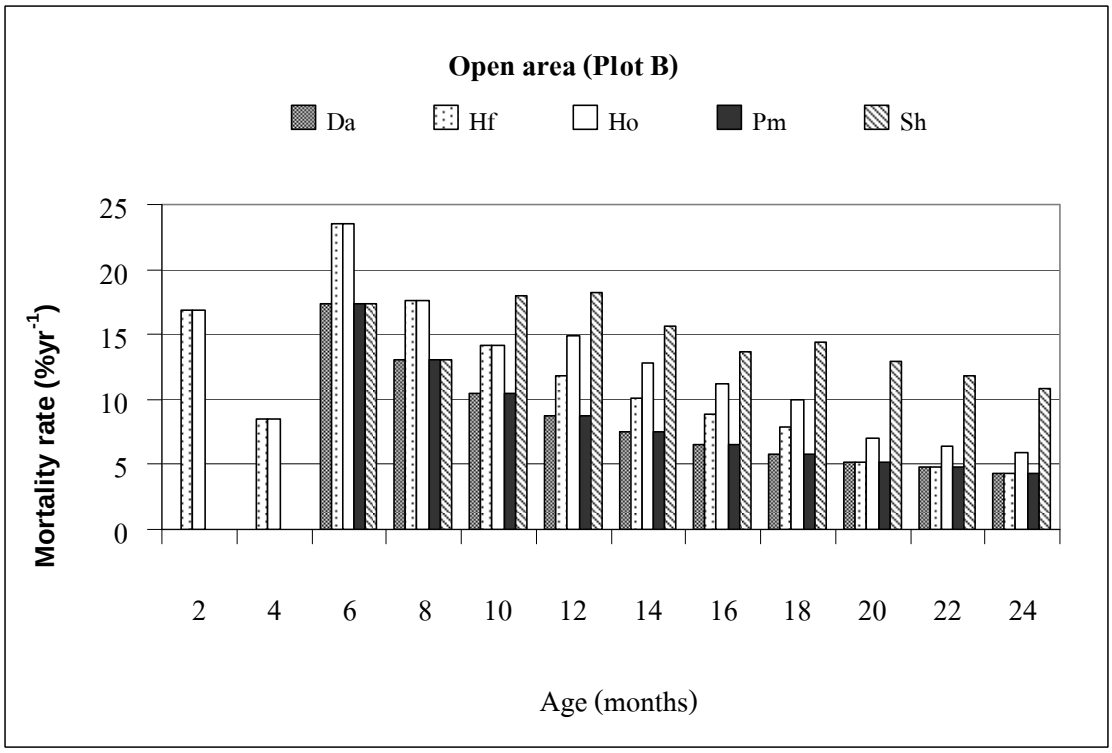
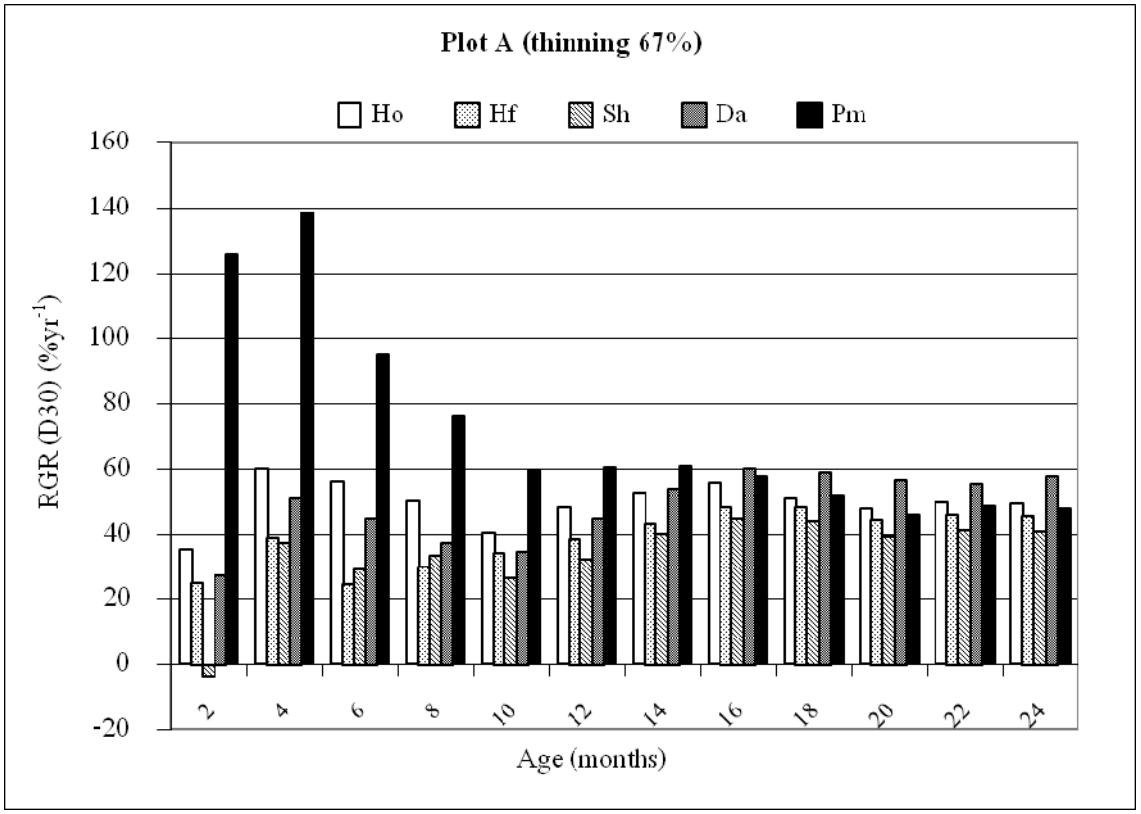


Fig. 10f Mortality rate of open area (B) plot



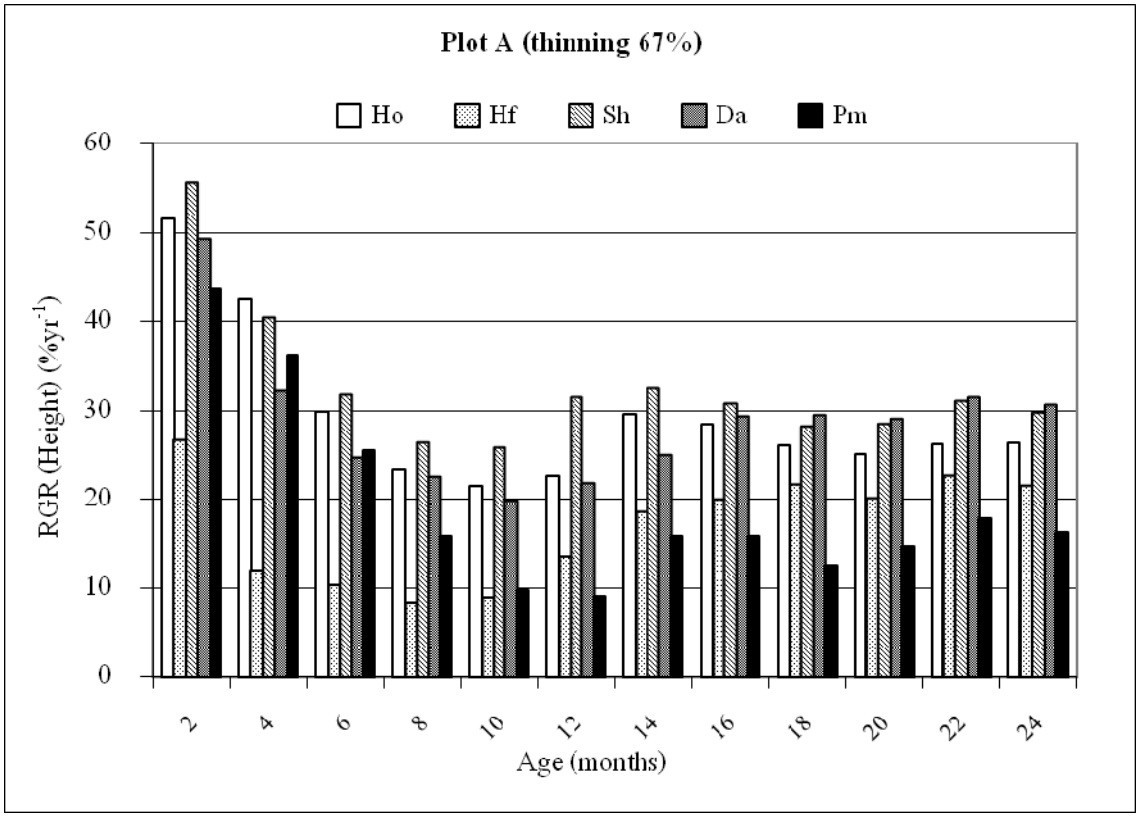
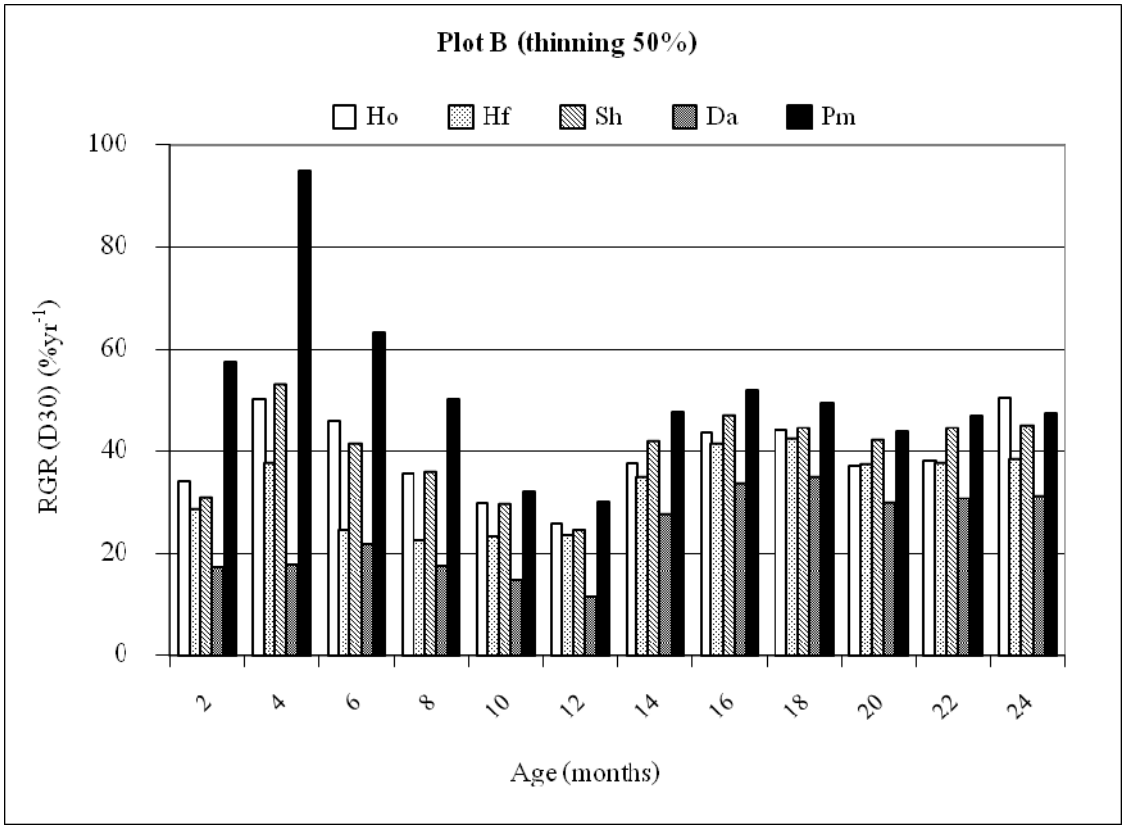


Fig. 11a Relative growth (diameter and height) in 67% thinning plot



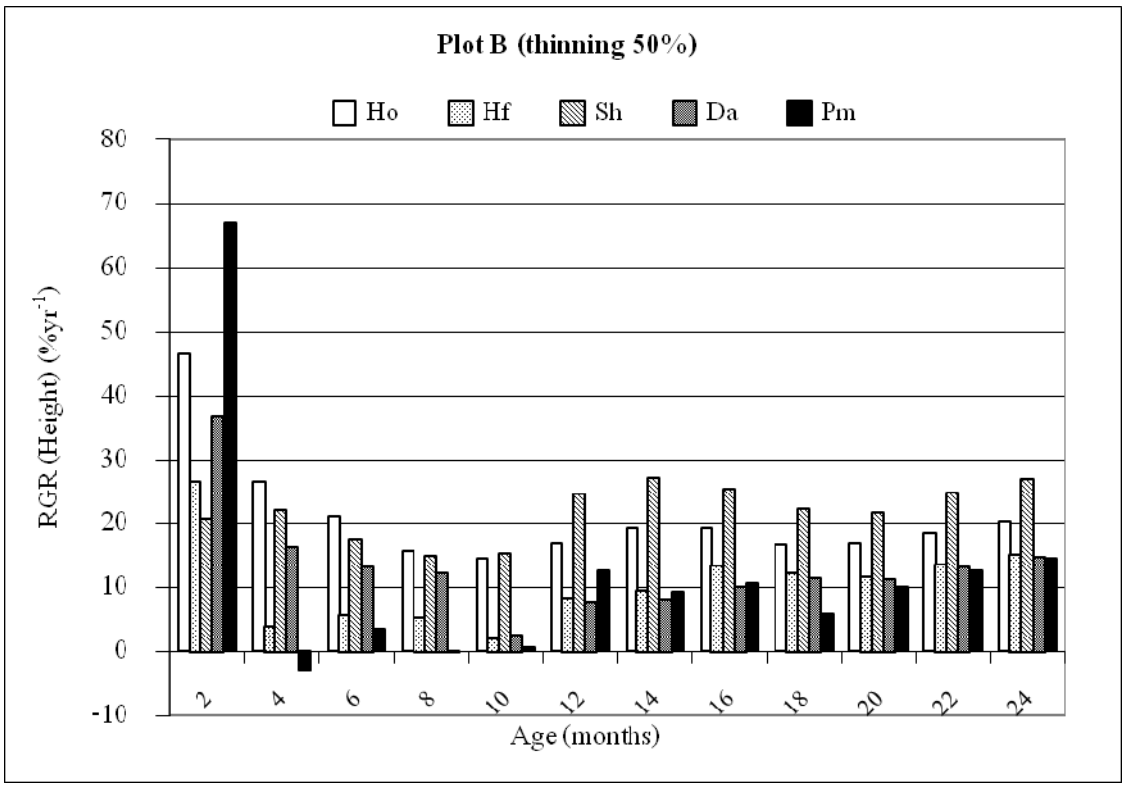
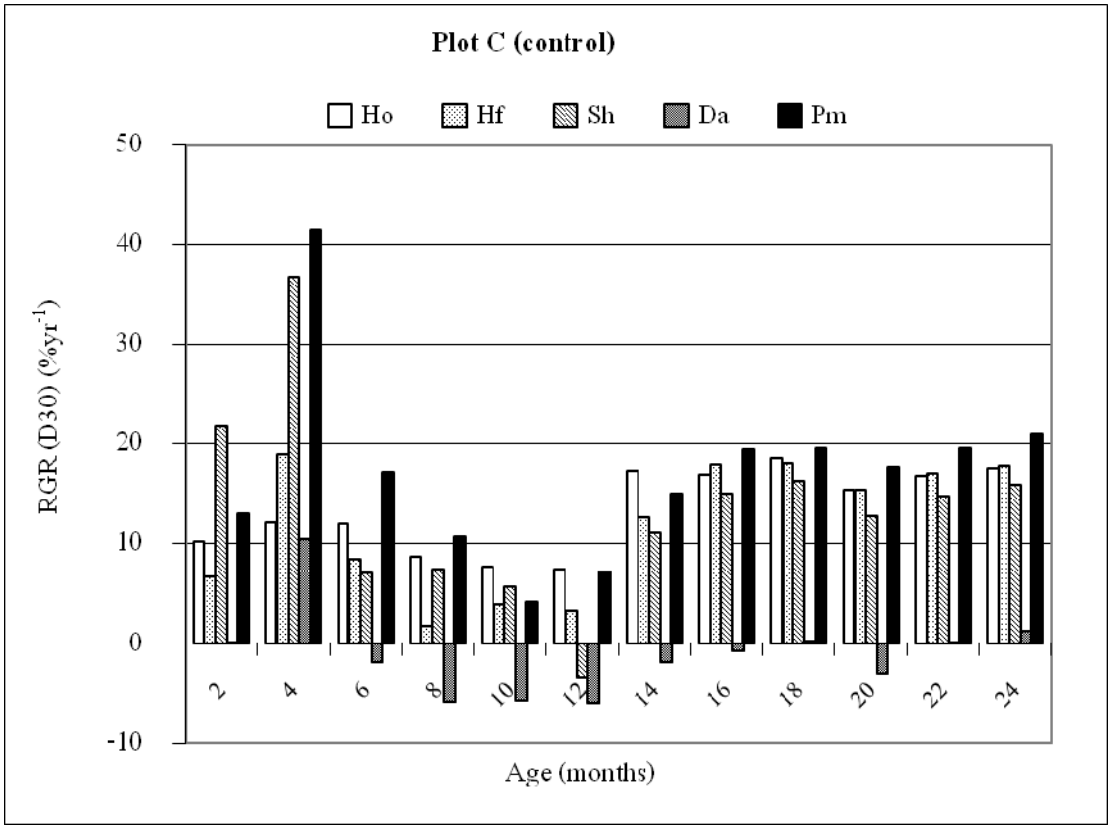


Fig. 11b Relative growth (diameter and height) in 50% thinning plot



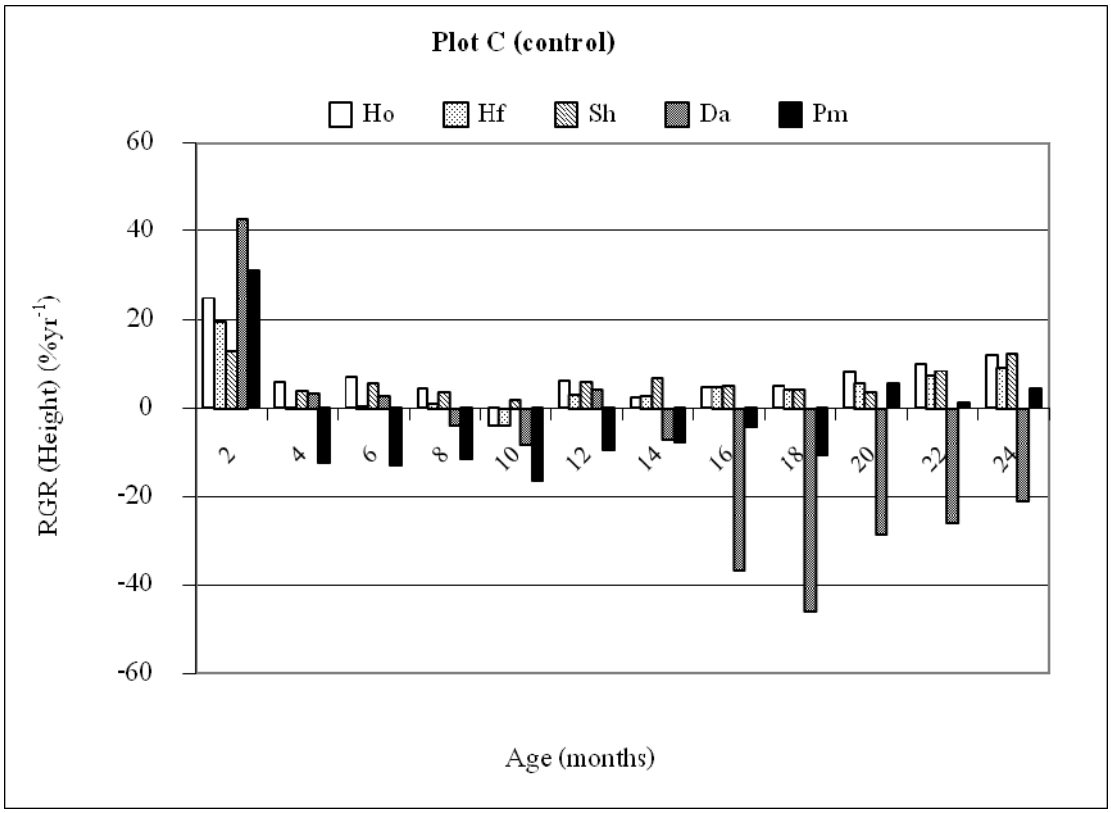
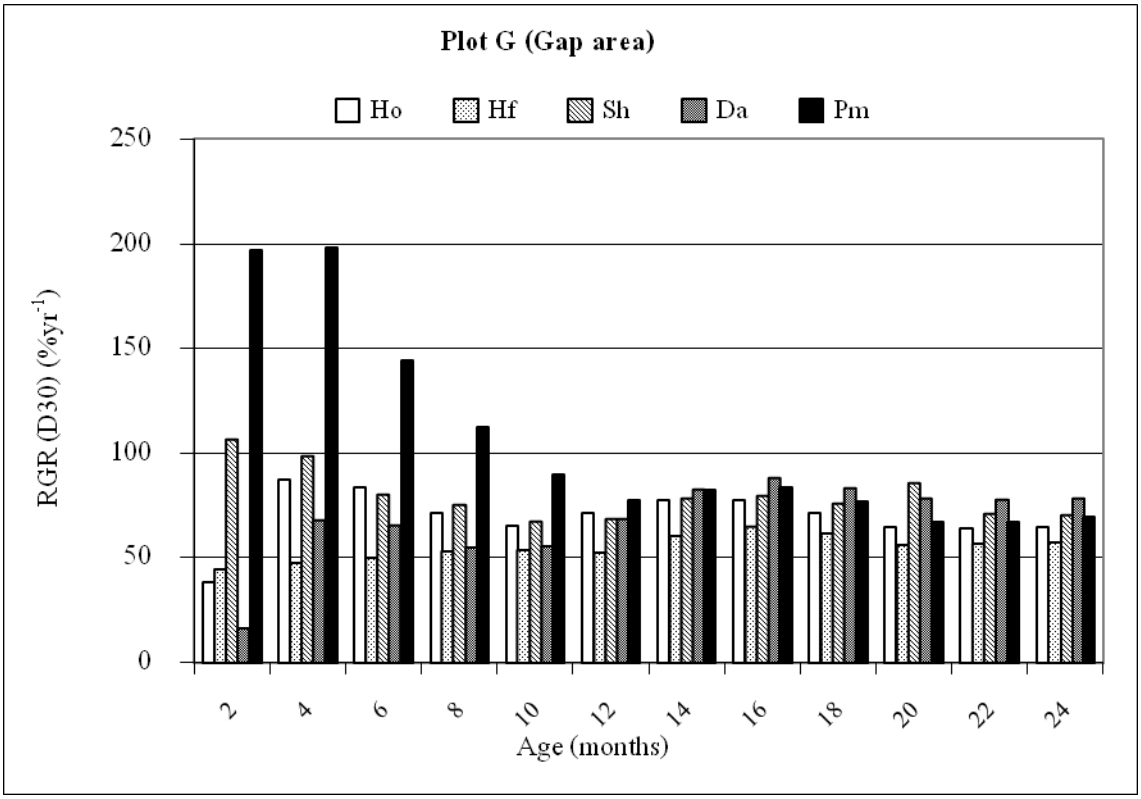


Fig. 11c Relative growth (diameter and height) in no thinning (control) plot



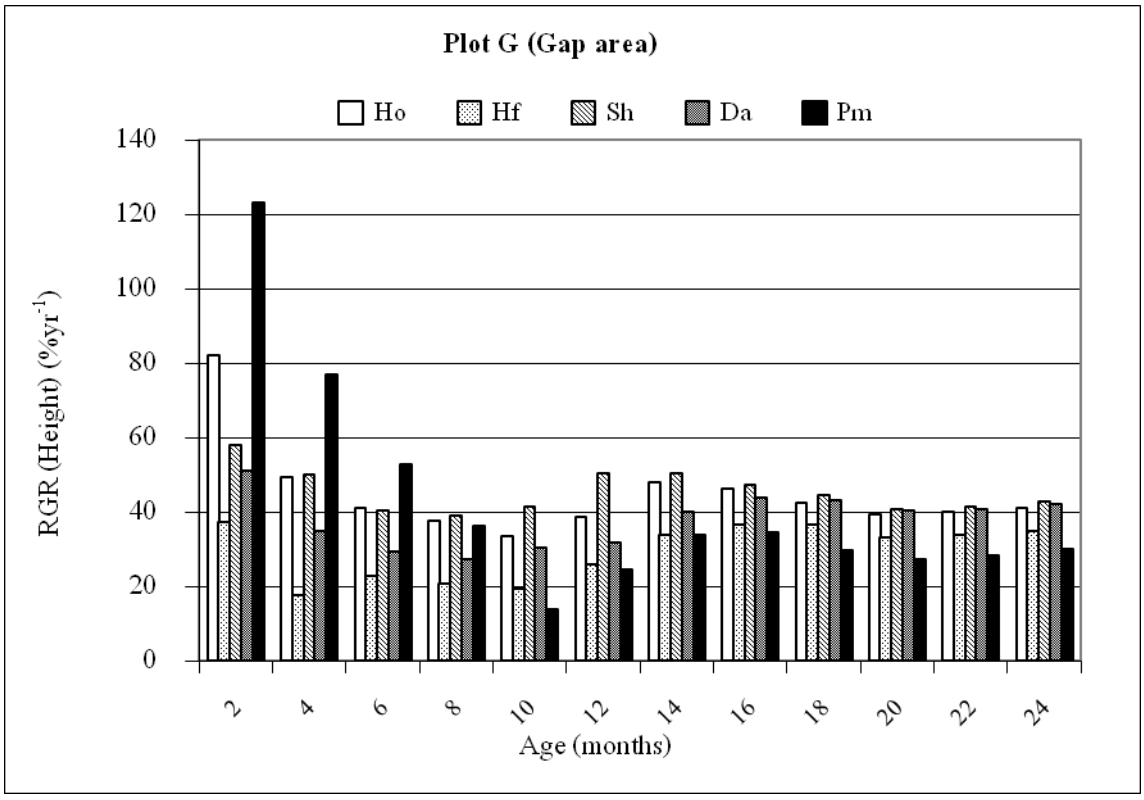
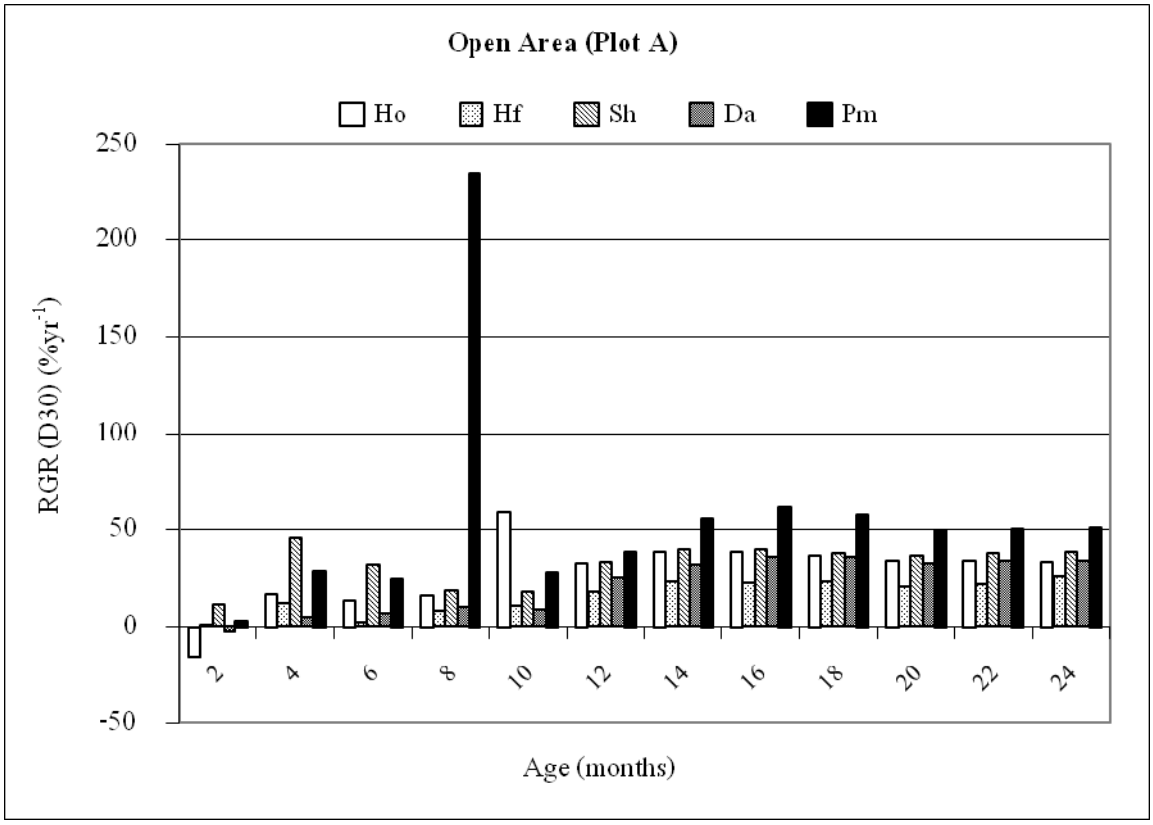


Fig. 11d Relative growth (diameter and height) in gap area plot



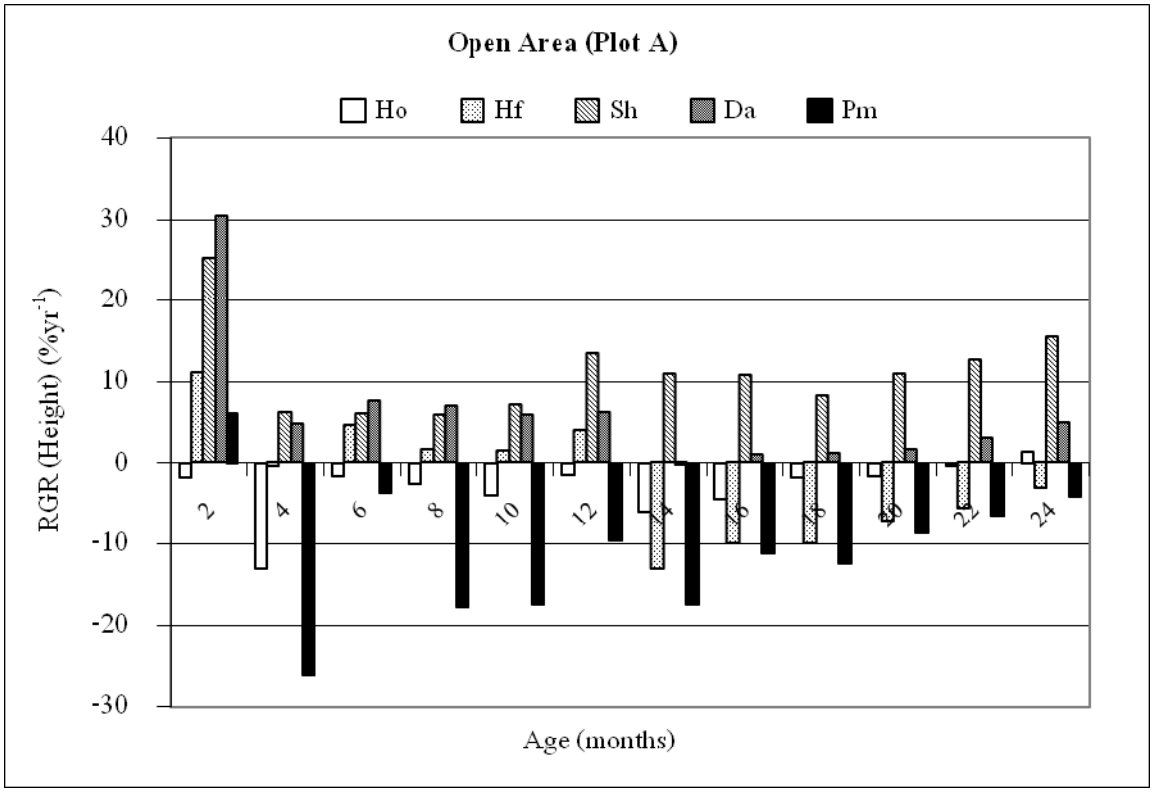
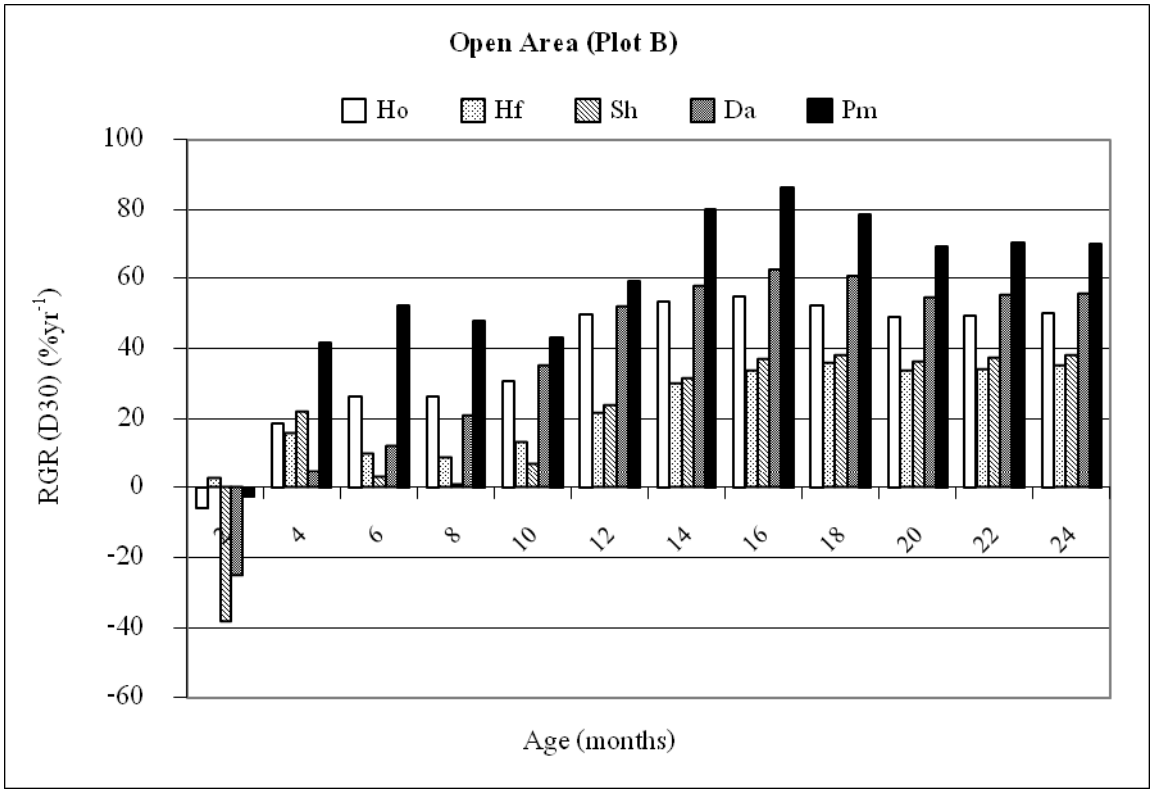


Fig. 11e Relative growth (diameter and height) in open are (A) plot



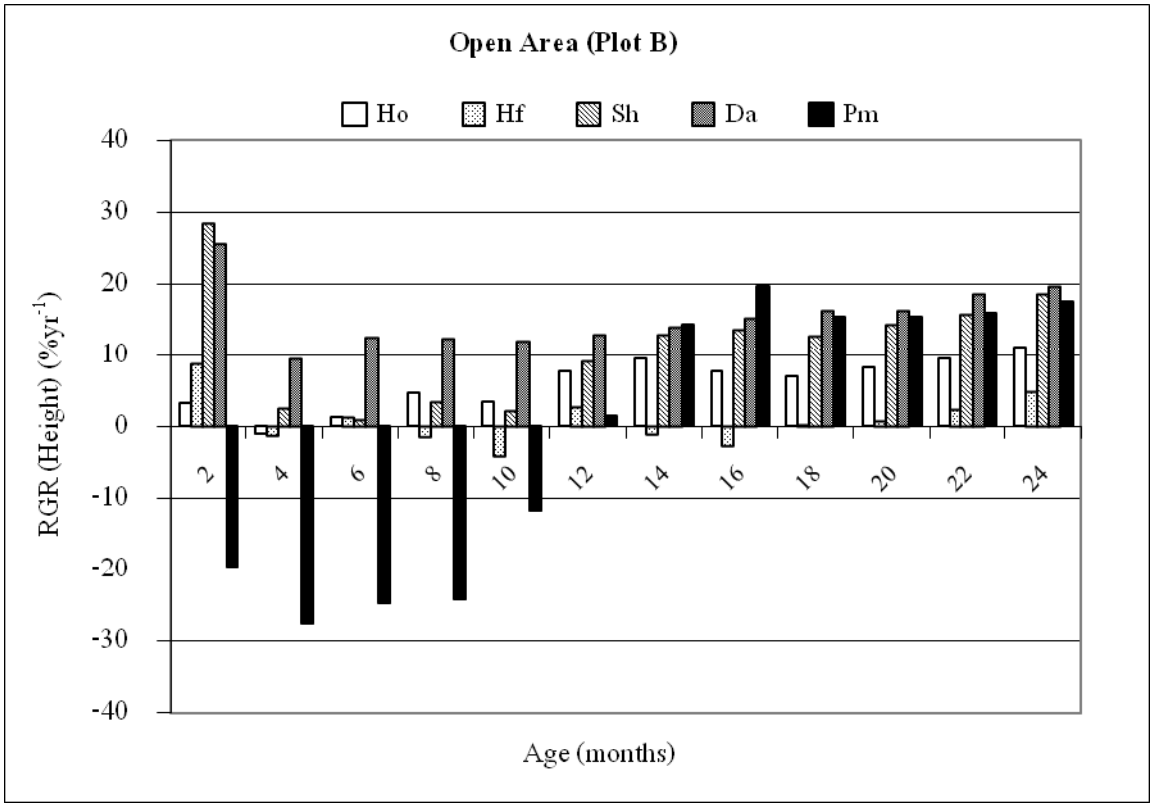


Fig. 11f Relative growth (diameter and height) in open are (B) plot

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้พื้นเมืองกับความสว่าง (lightness)

อัตราการรอดตายและขนาดของพันธุ์ไม้พื้นเมืองอายุ 1.5-3 ปี ในแต่ละแปลงทดลองแสดงไว้ใน Fig. 12 และ Fig. 13 ความสว่างสัมพัทธ์ (relative lightness) บนพื้นป่า (ที่ระดับความสูง 1 เมตร จากพื้นป่า ณ ช่วงเวลาที่ปลูกกล้าไม้ ซึ่งประมาณโดยใช้ข้อมูลจากผลงานวิจัยที่ทำการศึกษาก่อนหน้านี้และจากการเก็บข้อมูลของโครงการวิจัย ผลการจัดลำดับความสว่างสัมพัทธ์ แสดงใน Table 1

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ไม้วงศ์ยาง โดยทั่วไปแล้ว ไม้ยางแดงมีอัตราการรอดตายต่ำเช่นเดียวกัน (Fig. 12) การรอดตายของพันธุ์ไม้วงศ์ยางชนิดอื่นๆ มีอัตราการรอดตายตั้งแต่ปานกลางถึงสูงมากกว่า 60% ในทุกสภาพของแสงสว่าง โดยเฉพาะไม้ตะเคียนหินมีอัตราการรอดตายสูงมากในทุกสภาพแสงสว่าง พันธุ์ไม้วงศ์ยางส่วนใหญ่มีอัตราการรอดตายสูงมากในแปลงทดลองที่ทำการตัดขยายระยะด้วยวิธีเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (group selection) (Fig. 12)

พันธุ์ไม้วงศ์ยางมีแนวโน้มที่จะมีความสูงน้อย เมื่อขึ้นอยู่ในสภาพมืด (ภายใต้เรือนยอดของสวนป่ากระถินเทพาที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่ได้ตัดขยายระยะด้วยวิธีการเลือกตัดเป็นกลุ่ม (Fig. 13) การเจริญเติบโตทางด้านความสูงถูกจำกัดในพื้นที่โล่งแจ้ง (open site) เช่นเดียวกันกับในแปลงทดลองที่ได้รับผลกระทบจากการตัดขยายระยะน้อย (Fig. 13) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ไม้วงศ์ยาง ไม้ตะเคียนทองมีการเจริญเติบโตดีที่สุดในทุกสภาพแสงสว่าง ไม้ตะเคียนหินมีแนวโน้มที่มีความเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุด ในพื้นที่ที่เลือกตัดไม้เป็นช่องว่าง (gap) ไม้ยางนาในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะและแปลงที่ตัดขยายระยะอย่างเบา (light thinning) มีการเจริญเติบโตทางความสูงน้อยแต่มากกว่าพันธุ์ไม้วงศ์ยางชนิดอื่น ยกเว้นไม้ตะเคียนทองที่ปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง ในขณะเดียวกันกล้าไม้ยางแดงและกล้าไม้เคี่ยมคะนองมีแนวโน้มที่มีขนาดเล็กในทุกสภาพแสงสว่าง

พันธุ์ไม้วงศ์ถั่ว (Leguminosae) มีอัตราการรอดตายสูงมากกว่า 80% ในทุกสภาพแสงสว่าง (Fig. 12) พันธุ์ไม้ทุกชนิดในวงศ์ถั่วมีแนวโน้มของการเจริญเติบโตดี เมื่อได้รับแสงสว่างเพิ่มขึ้น และมีการเจริญเติบโตทางความสูงดีที่สุดเมื่อขึ้นอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง โดยเฉพาะไม้แดงและไม้พะยูงมีการเจริญเติบโตดีมากในพื้นที่โล่งแจ้ง (Fig. 13)

องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้

ไม้ตะเคียนทองเป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่ปลูกในงานวิจัยต่างๆ ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้พื้นเมืองชนิดอื่นๆ ดังนั้นจึงมีข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ชนิดนี้อยู่มาก ไม้ตะเคียนทองมีการเจริญเติบโตดีเมื่อปลูกภายใต้เรือนยอดของสวนป่าไม้ขี้เหล็ก (*Senna siamea*) เช่นเดียวกับการปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง (Sakai *et. al*., 2009) ไม้ตะเคียนทองมีอัตราการรอดตายสูงอีกด้วย เมื่อปลูกภายใต้เรือนยอดของสวนป่าไม้กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตทางความสูงของพันธุ์ไม้ชนิดนี้จะถูกจำกัดก็ตาม (unpubl. data) เพราะเหตุว่าไม้แคบ้านมีการเจริญเติบโตช้า การชิดกันของเรือนยอดจึงยังไม่เกิดขึ้น เมื่อนำไม้ตะเคียนทองไปปลูกภายใต้เรือนยอดของสวนป่าไม้ขี้เหล็ก ทำให้มีสภาพแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับกล้าไม้ตะเคียนทอง (Sakai *et. al*., 2009) ไม้ตะเคียนทองและพันธุ์ไม้วงศ์ยางชนิดอื่นๆ สามารถรอดตายและเจริญเติบโตได้ ภายใต้เรือนยอดไม้

กระถินยักษ์ แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ไม้ชนิดนี้สามารถทำให้เกิดสภาพแสงสว่างที่เหมาะสมด้วย แสงสว่างที่เหมาะสมดังกล่าวอาจเกิดจากพุ่มใบของเรือนยอดของพันธุ์ไม้ชนิดนี้มีลักษณะโปร่งบางก็เป็นได้ (unpubl. data) ในทางตรงกันข้ามการปลูกไม้ตะเคียนทองภายใต้เรือนยอดไม้กระถินเทพา (*A. mangium*) และไม้ยูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*) ในระยะยาวโดยไม่ทำการตัดขยายระยะสวนป่าอย่างหนัก ทำให้เกิดอันตรายที่ไม่สามารถแก้ไขได้ (เช่น ลำต้นคดงอ, เรือนยอดไม่สมบูรณ์ เป็นต้น) ต่อไม้ตะเคียนทอง (Sakai *et. al*., 2009 : 2010) โดยเฉพาะไม้กระถินเทพาดูเหมือนว่าไม่เหมาะสมที่จะเป็นพันธุ์ไม้ให้ร่ม (nurse tree) เนื่องจากมีพุ่มใบหนา Sakai *et. al.,* (2009) พบว่า มีความสัมพันธ์แบบได้อย่างเสียอย่าง (trade-off) ระหว่างพันธุ์ไม้ให้ร่มและพันธุ์ไม้ที่ปลูกใต้ร่ม (underplanted species) และเสนอแนะว่า ไม้ตะเคียนทองจะมีการรอดตายและการเจริญเติบโตได้ภายใต้เรือนยอดของสวนป่าไม้กระถินเทพา ถ้าได้ดำเนินการตัดขยายระยะสวนป่าในช่วงเวลาที่เหมาะสม

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่าไม้ยางนาและไม้ตะเคียนทองสามารถนำไปปลูกในพื้นที่โล่งแจ้งได้ ถ้ามีการดูแลและบำรุงรักษาพื้นที่สวนป่า อาทิ เช่น การแผ้วถางวัชพืช การป้องกันไฟป่าเป็นต้น อย่างระมัดระวัง พันธุ์ไม้ในวงศ์ไม้ถั่วที่นำมาปลูกทดลองที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชชอบสภาพพื้นที่โล่งแจ้งมากกว่าสภาพพื้นที่ที่อยู่ภายใต้ไม้ให้ร่ม (Fig. 12 และ Fig. 13) อย่างไรก็ตาม ควรระมัดระวังในการนำผลการศึกษาดังกล่าวไปใช้ปฏิบัติจริง เพราะว่าเป็นผลจากการดำเนินการวิจัยในพื้นที่ขนาดเล็กที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ การแผ้วถางวัชพืชและการตัดเถาวัลย์ต้องดำเนินการ 3 ครั้งต่อปี จนกระทั่งเรือนยอดของไม้ให้ร่มชิดกัน ข้อแนะนำประการหนึ่ง คือ การปลูกผสมพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อลดศักยภาพการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้และเพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าทำลายของโรคและแมลง

ระบบการตัดขยายระยะ (Thinning system)

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการตัดขยายระยะที่ทำให้เกิดผลกระทบน้อย (low-impact thinning) ซึ่งมีอัตราการตัดขยายระยะ (thinning rate) น้อยกว่า 50% วิธีการตัดขยายระยะที่ทำให้เกิดผลกระทบมาก (high-impact thinning) ซึ่งมีอัตราการตัดขยายระยะเท่ากับหรือมากกว่า 50% มีแนวโน้มทำให้เกิดผลด้านบวกต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้วงศ์ยาง (Fig. 14) ความเข้มแสงสัมพัทธ์ภายในช่องว่างของเรือนยอดถูกทำให้ลดลง 60-65% ของความเข้มแสงสัมพัทธ์ในพื้นที่โล่งแจ้ง (Sakai *et. al*., 2011) ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ระดับความเข้มแสงสัมพัทธ์ดังกล่าว จะเป็นสภาพแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับกล้าไม้พื้นเมือง ถึงแม้ว่า ไม้ยางนาและไม้ตะเคียนทองมีการเจริญเติบโตดีมากในพื้นที่โล่งแจ้ง แต่ในทางตรงกันข้ามอัตราการรอดตายของกล้าไม้ลดลง เป็นที่น่าสังเกตว่า ต้นไม้พื้นเมืองที่ปลูกในพื้นที่โล่งแจ้งมีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นไม้พื้นเมืองที่ปลูกภายใต้ร่มของสวนป่าไม้โตเร็ว ซึ่งขนาดที่ใหญ่กว่าอาจเป็นการชดเชยต้นที่ตายไป (แปลงทดลองที่ 3, unpubl data) Lapongam and Kelvin (2009) ได้รายงานว่าผลการศึกษากับพันธุ์ไม้วงศ์ยางที่ Sabah ประเทศมาเลเซีย คล้ายคลึงกันกับผลการศึกษานี้

จากผลการศึกษาดูเหมือนว่า วิธีการตัดขยายระยะแบบใดก็ตาม เป็นที่ยอมรับได้ถ้าเป็นวิธีที่ทำให้ความสว่าง (lightness) บนพื้นป่ามีค่าประมาณ 60-65% ของความสว่างในพื้นที่โล่งแจ้ง เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการทำไม้ออกจากสวนป่า วิธีการตัดขยายระยะแบบเป็นแถบ (stripe thinning) หรือ

วิธีการตัดขยายระยะแบบเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (group selection) ดูเหมือนว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าการตัดขยายระยะด้วยวิธีอิสระ (free thinning) เพราะว่า (1) คนงานสามารถคัดเลือกต้นไม้โดยวิธีกล (เช่น เลือกตัดต้นไม้แถวเว้นแถว หรือต้นเว้นต้น เป็นต้น) ได้โดยที่ผู้คัดเลือกไม้ต้องมีความชำนาญหรือประสบการณ์มาก และ (2) กล้าไม้พื้นเมืองที่ปลูกภายใต้ร่มของหมู่ไม้ที่ดำเนินการตัดขยายระยะจะได้รับความเสียหายน้อยกว่า อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะว่าวิธีการตัดขยายระยะแบบตัดเป็นแถบ (stripe thinning) ที่นำไปใช้กับสวนป่าไม้กระถินเทพาที่เจริญเติบโตเต็มที่ (mature stand) แล้วเป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเรือนยอดขนาดใหญ่ของไม้ให้ร่ม (nurse tree) ซึ่งมีความสูงประมาณ 23 เมตร นั้น จะเกี่ยวพันกันในขณะที่ทำไม้ออก ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงมาก (แปลงทดลองที่ 6) จากเหตุผลดังกล่าวอาจตั้งสมมุติฐานว่าการตัดขยายระยะแบบตัดเป็นแถบสมควรนำวิธีการตัดขยายระยะมาใช้กับสวนป่าไม้กระถินเทพาที่มีอายุน้อย (อายุ < 10-15 ปี) ได้ นอกจากนี้การตัดขยายระยะที่ทำเมื่อหมู่ไม้มีอายุน้อย (ตัดขยายระยะเร็วเกินไป) ในระยะยาวไม่สามารถรักษาสภาพแสงที่ดีไว้ได้ เพราะการชิดกันของเรือนยอดของหมู่ไม้เกิดขึ้นเร็วมากในสวนป่าที่มีอายุน้อย (แปลงทดลองที่ 1 และ 3) ในกรณีนี้การตัดขยายระยะเพิ่มเติม หรือ การทำไม้เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (harvest logging) จำเป็นต้องดำเนินการในอนาคตอันใกล้ (Sakai *et. al*., 2009) จากผลการศึกษา สามารถตั้งข้อสมมุติฐานได้ว่า การตัดขยายระยะแบบเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการทำไม้ออกจากสวนป่า เนื่องจากคนงานที่ทำไม้ออกไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางของต้นไม้ที่ทำออกโดยเฉพาะการตัดขยายระยะในขั้นตอนที่ 3 (Fig. 1) ดังนั้น วิธีการตัดขยายระยะแบบเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม น่าจะเป็นวิธีที่นำมาใช้กับระบบปรับเปลี่ยนสภาพสวนป่าไม้โตเร็วให้เป็นสวนป่าพันธุ์ไม้พื้นเมือง ซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้การเจริญเติบโตและสุขภาพของกล้าไม้พื้นเมืองดีแล้ว ยังทำให้การทำไม้ออกจากสวนป่ามีประสิทธิภาพดีด้วย

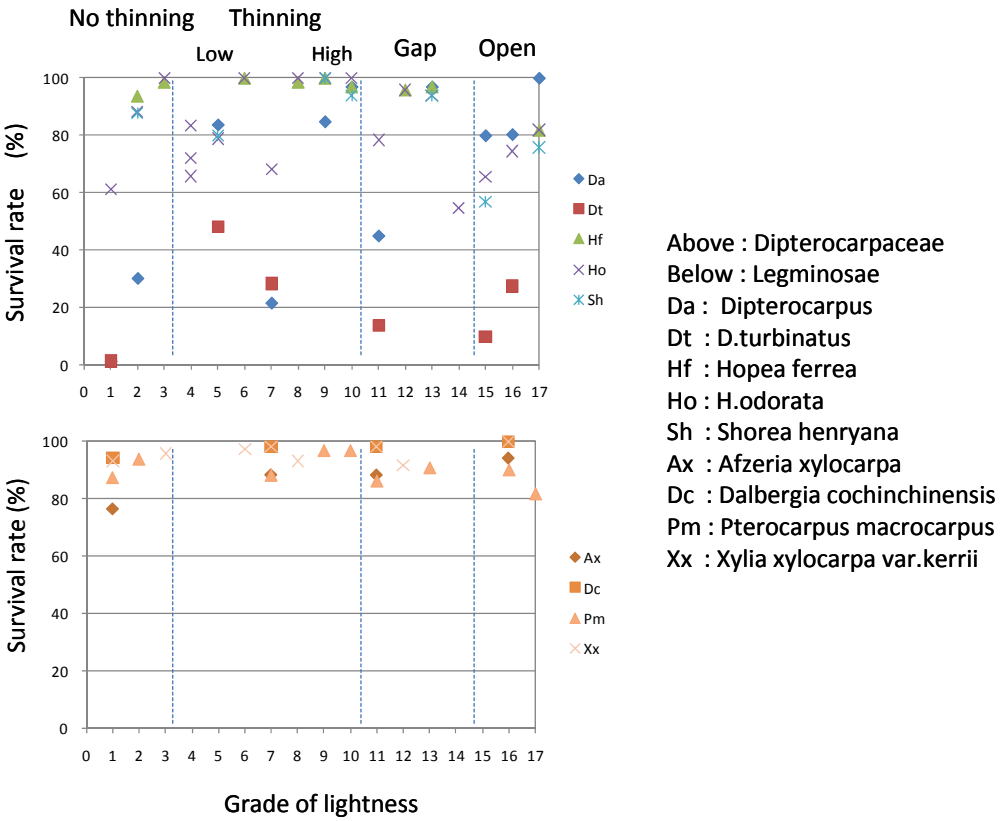


Fig. 12 Initial survival rates of the in various light conditions in the experimental plots at Sakaerat Station

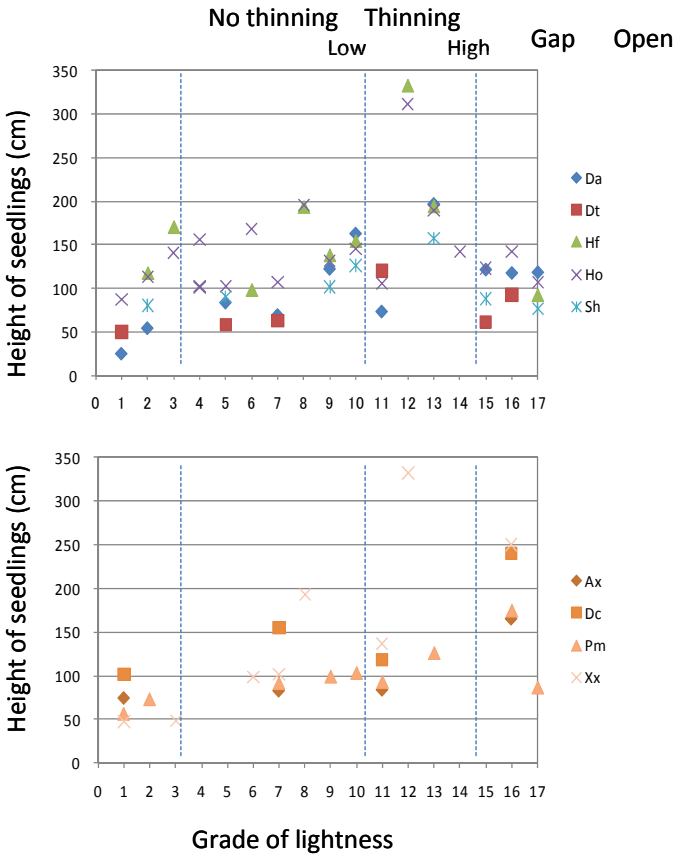


Fig. 13 Initial height of the indigenous tree seedling in various light conditions. Legends are as in Fig.2

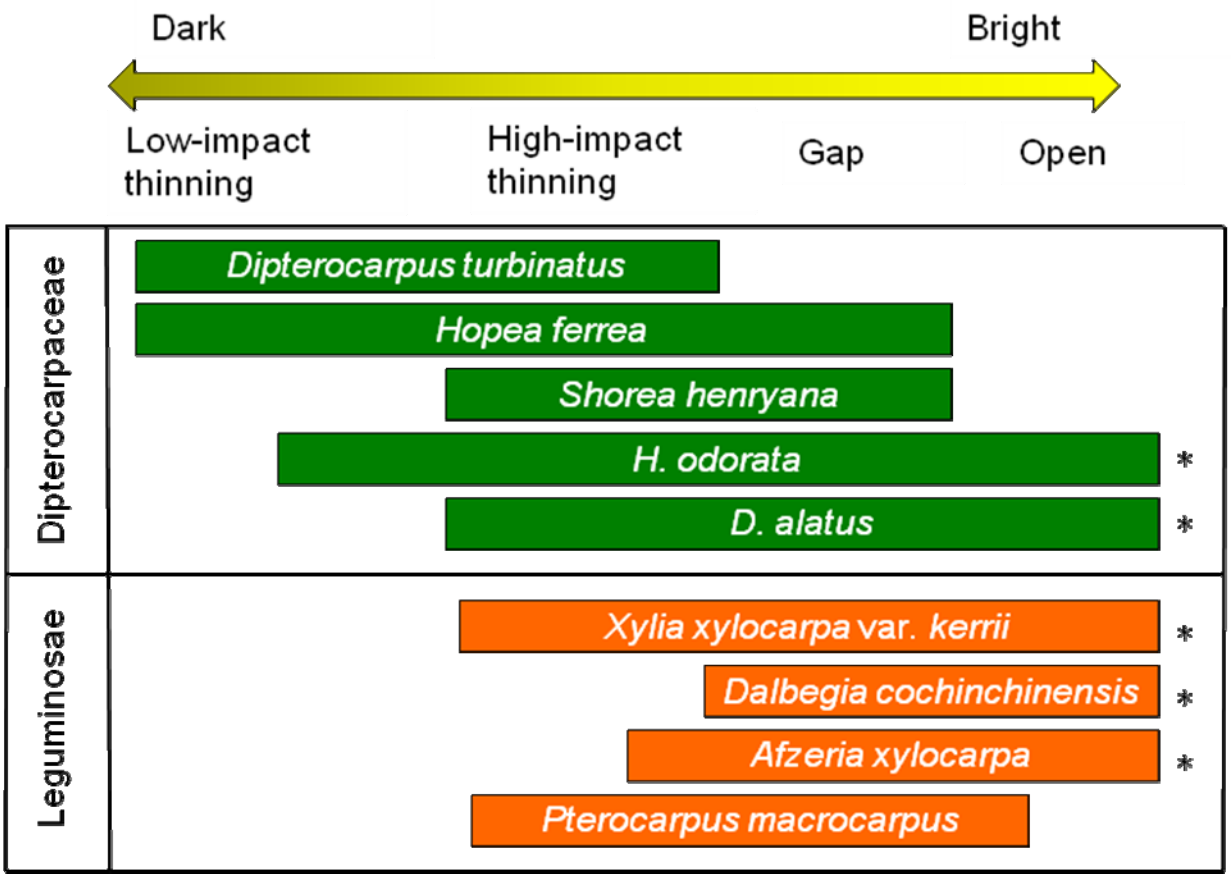


Fig. 14 A schematic diagram indicating suitable forestry operation (light conditions) for each indigenous tree species. The asterisks
(*) show tree species that could be planted in an open site

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ไม้พื้นเมืองบางชนิด เช่นยางนา ตะเคียนทอง พะยูง และพันธุ์ไม้วงศ์ถั่วชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นชนิดไม้ที่ผลิตไม้ซุงท่อนคุณภาพดีนั้น สามารถประสบผลสำเร็จในการปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง โดยไม่ต้องพึ่งพิงระบบสองชั้นอายุ (two aged system) (Fig. 14) แต่อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินการปลูกสร้างสวนป่า ต้องมีการกำจัดวัชพืชและการตัดเถาวัลย์ในพื้นที่ที่มีปัญหา เช่นเดียวกับการควบคุมไฟในระยะแรกของการปลูกป่าด้วยไม้ยางแดง ไม้ตะเคียนหิน และไม้เคี่ยมคะนอง น่าจะเป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับการปลูกในระบบสองชั้นอายุ ทั้งนี้ เนื่องจากพันธุ์ไม้ดังกล่าวมีลักษณะการเจริญเติบโตเลว ซึ่งชนิดพันธุ์ดังกล่าวน่าจะนำไปใช้ในการปลูกฟื้นฟู (rehabilitation) พื้นที่ป่าดั้งเดิมที่ถูกทำลายไปมากกว่าการปลูกเพื่อผลิตไม้ซุงท่อน (timber production) การวางแผนและการปฏิบัติในระยะยาวตามขั้นตอนของการปรับเปลี่ยนสภาพป่า (cf. Fig 1) และการบำรุงรักษาพื้นที่สวนป่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำ เนื่องจากไม้ตะเคียนทองและไม้แดงเป็นพันธุ์ไม้ที่สามารถปรับตัวได้ในทุกสภาพแสง (e.g. Sakai *et. al*., 2011) พันธุ์ไม้สองชนิดดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับหมู่ไม้ชั้นอายุสม่ำเสมอ (even-aged stand) และหมู่ไม้ชั้นอายุไม่สม่ำเสมอ (uneven-aged stand) หมู่ไม้ผสม ที่มีองค์ประกอบของพันธุ์ไม้ตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไป (mixed-species stand) ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตสูงนั้นเป็นสิ่งที่มีคุณค่าที่นักวิชาการป่าไม้ควรให้ความสนใจ เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ณ เวลาที่แตกต่างกัน (Montagnini and Jordan, 2005 ; Sakai *et. al*, 2009)

จากผลการศึกษานี้มีข้อเสนอแนะชนิดพันธุ์ไม้ที่มีการเจริญเติบโตช้าเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดพันธุ์อื่นที่นำมาทดลองปลูก และ/หรือพันธุ์ไม้ที่มีพุ่มใบโปร่งบาง (ตัวอย่างเช่น แคบ้าน กระถินยักษ์) มีความเหมาะสมที่จะเป็นไม้ให้ร่ม (nurse tree) ในระบบสองชั้นอายุ (two-aged system) ข้อแนะนำที่ได้จากประสบการณ์ในการศึกษานี้ คือ ควรปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมืองในขณะที่หมู่ไม้ให้ร่มมีอายุน้อย (3-5 ปี) และเก็บเกี่ยวผลผลิตของหมู่ไม้ให้ร่มทั้งหมด หรือครึ่งหนึ่งในระยะเวลา 5-8 ปี นับตั้งแต่การปลูกพันธุ์ไม้พื้นเมือง การเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้ายของไม้ให้ร่ม ควรดำเนินการภายในระยะเวลาหลายๆ ปี เพื่อหลีกเลี่ยงการทับซ้อนในแนวดิ่งระหว่างไม้ให้ร่มและไม้พื้นเมือง เมื่อถึงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวผลผลิต ไม้ให้ร่มจะมีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไม้เชื้อเพลิงและ/หรือ ถ่าน จากผลการศึกษาของ Sakai *et. al*., (2009) ชี้ให้เห็นว่าไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และกระถินเทพา สามารถนำไปปลูกเป็นไม้ให้ร่มได้ ถ้ามีการตัดขยายระยะแบบตัดหนักและบ่อยครั้ง ในกรณีของการใช้ประโยชน์ไม้กระถินเทพาที่เป็นไม้ซุงขนาดใหญ่ หรือการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อฟื้นฟูหรือบูรณะพื้นที่ป่าธรรมชาติ นั้น มีข้อแนะนำให้ใช้วิธีการตัดขยายระยะแบบเลือกตัดไม้ออกเป็นกลุ่ม (ขนาดของช่องว่าง ควรมีขนาดสองเท่าของความสูงของไม้ให้ร่มที่อยู่โดยรอบ) ซึ่งเป็นวิธีที่จะทำให้พันธุ์ไม้พื้นเมืองมีการเจริญเติบโตได้ดี และยังทำให้การปฏิบัติงาน (การทำไม้ออก) มีประสิทธิภาพอีกด้วย

คำนิยม

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณกรมป่าไม้และศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศญี่ปุ่น (JIRCAS) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณพนักงานเจ้าหน้าที่ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการจัดสร้างแปลงทดลองและการเก็บข้อมูลไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Ando U, Iwasa M (1987) Report of implementation results on Sakaerat Field Station, Phase I. Royal Forest Department, Bangkok

Chan HT, Shamsudin I, Ismail P (2008) An in-depth look at enrichment planting (Malayan Forest Records 47). Forest Research Institute of Malaysia, Kepong

FAO (2010) Global forest resources assessment 2010. Main report. FAO, Rome

Hattori D, Kenzo T, Kendawang JJ, Irino K, Tanaka S, Ichie T, Ninomiya I, Sakurai K (2009) Effects of light intensity and soil physico-chemical properties on seedling mortality and growth of six dipterocarp species planted for rehabilitation of degraded grassland, secondary forest and logged forest in Sarawak, Malaysia. Jpn J For Environment 51: 105-115

ITTO (2006) Achieving the ITTO objective 2000 and sustainable forest management in Thailand. ITTO, Yokohama

Kamo K, Inagaki M, Abe H, Jamalung L, Lapongan J (2009) Choise of suitable nurse tree species for rehabilitating degraded tropical land. In: Gotoh T and Yokota Y (ed) Development of Agroforestry Technology for the Rehabilitation of Tropical Forests (JIRCAS Working Report No. 60), JIRCAS, Tsukuba, pp 32-38

Lapongan, J. & Kelvin P. K. N. (2009) Growth performance of 18-year old indigenous species planted in Segaliud Lokan Forest Reserve, Sabah. In: Gotoh T and Yokota Y (ed) Development of Agroforestry Technology for the Rehabilitation of Tropical Forests (JIRCAS Working Report No. 60), JIRCAS, Tsukuba, pp 17-20

Montagnini F, Jordan CF (2005) Tropical Forest Ecology. Springer, Berlin

Moormann FR, Rojanasoonthon S (1972) The soils of the Kingdom of Thailand. Department of Land Development, Ministry of National Development, Bangkok

Norisada M, Hitsuma G, Kuroda K, Yamanoshita T, Masumori M, Tange T, Yagi H, Nyyim T. Sasaki S, Kojima K (2005) *Acacia mangium*, a nurse tree candidate for reforestation on degraded sandy soils in the Malay Peninsula. Forest Science 51: 498-510

PROSEA (1994) Plant Resources of South-East Asia 5(1). PROSEA Foundation, Bogor

PROSEA (1998) Plant Resources of South-East Asia 5(3). PROSEA Foundation, Bogor

Sakai A, Visaratana T, Vacharangkura T, Thai-ngam R, Tanaka N, Ishizuka M, Nakamura S (2009) Effect of species and spacing of fast-growing nurse trees on growth of an indigenous tree, *Hopea odorata* Roxb., in northeast Thailand. For Ecol Manage 257:644-652

Sakai A, Visaratana T, Vacharangkura T (2010) Size distribution and morphological damage to 17-year-old *Hopea odorata* Roxb. Planted in fast-growing tree stands in Northeast Thailand. Thai J For 29: 16-25

Sakai A, Visaratana T, Vacharangkura T, Ishizuka M, Nakamura S (2011) Growth performances of three indigenous tree species planted in a mature Acacia mangium plantation with different canopy openness under a tropical monsoon climate. JARQ 45: 317-326

Smitinand T, Santisuk T (1981) Dipterocarpaceae of Thailand with special reference to silvicultural ecology. The Malaysian Forester 44: 377-385