Thesis Title Propagation of Native Forest Tree Species for Forest Restoration in Doi Suthep-Pui National Park.

Author Ms. Suphawan Vongkamjan

Ph. D. Biology

Examining Committee

Dr. Stephen Elliott	Chairperson
Assoc. Prof. Dr. Vilaiwan Anusarnsunthorn	Member
Mr. James F. Maxwell	Member
Mr. Somkiat Klunklin	Member
Dr. Sutthathorn Suwannaratana	Member

ABSTRACT

Restoring forest ecosystems by tree planting requires production of a planting stock, on a large scale, of a very wide range of indigenous forest tree species. Many of these species have proved difficult to propagate from seed, due to long dormancy periods or seed production too late for seedlings to grow large enough by planting time. The aim of this study was, therefore, to investigate how to improve propagation of native trees for forest restoration, based on an understanding of their reproductive ecology. The study included development of new techniques to germinate the seeds of 30 indigenous tree species, of potential value to forest restoration, but which had not previously been grown in nurseries. Seed germination in the nursery was compared with that of seeds sown in a forest gap, where the effects of seed predation were also investigated. For 10 species, with limited seed germination, vegetative propagation of was investigated using a novel non-mist system to propagate leafy stem cuttings, testing various chemical treatments to induce rooting. In addition, the seasonality of production of seeds and material for cuttings was investigated. The

aim was to examine whether knowledge of the reproductive ecology of native tree species could be used to predict which horticultural practices are likely to result in successful propagation.

The phenology of 32 forest tree species was recorded monthly over 12 months. Leaf fall occurred in the dry season, in response to declining soil moisture, whilst flushing occurred in the dry to early wet seasons. Most species (60%) flowered in April (hottest, driest time of year), when leafless or flushing with young leaves. Fruiting peaked in September (75% of species), whilst seed dispersal occurred over the late wet season to early dry season (August-January) (more than 50% of studied species). Consequently, most species required lengthy dormancy periods, to survive the dry season and germinate in the rainy season. Therefore, in order to accelerate seedling production in the nursery, treatments to break dormancy had to be developed.

Consequently, experiments to increase and accelerate seed germination were carried out on 30 indigenous forest tree species. Seven pre-treatments were tested to promote seed germination. Scarification increased seed germination for *Acrocarpus fraxinifolius*, scarification + soaking for *Afzelia xylocarpa*, scarification alone and scarification + soaking for three species (*Albizia chinensis*, *Elaeocarpus lanceifolius* and *Sindora siamensis*), and scarification and/or acid treatment for 3 minutes for *Cassia fistula*. Accelerated and more synchronous germination was achieved for three species (*Acrocarpus fraxinifolius*, *Albizia chinensis* and *Cassia fistula*) because of the treatments. Despite low germination percentages (38-47%) ten tree other species might still qualify as potentially useful for forest restoration, due to other attributes, such as high growth rate in containers or good field performance. On the other hand, germination of *Betula alnoides*, *Ficus hirta* and *Schleichera oleosa*, were unacceptably low for all treatments (≤ 20%). Therefore, other seed pre-treatments or alternative propagation systems must, therefore, be considered for these species. The

remaining three species had intermediate germination (*Afzelia xylocarpa*, *Elaeocarpus lanceifolius* and *Sindora siamensis*).

Shade dependence for germination and early seedling development would make a tree species unsuitable for forest restoration in open, degraded sites. Therefore, germination experiments were replicated in deep shade. Shade-dependence was found only for one species, *Elaeocarpus lanceifolius*. Shade-tolerance was demonstrated for eighteen species. Only seven species were shade-inhibited. However, four species produced mixed results. This indicates that very few tree species will be unable to grow in open degraded sites due to strong sunlight. It raises the possibility of planting pioneer and most climax tree species together in a single step for restoring forest to degraded sites.

To determine the influence of nursery conditions on germination and to investigate the possibility of direct seedling as an alternative to planting seedlings, seed experiments were also replicated in a forest gap. Fourteen species (47%) germinated better in the nursery than in the gap, five species germinated better in the gap than in the nursery and eleven species showed no difference in germination between nursery and gap. This indicates that nursery conditions generally enhance germination above natural levels.

The impact of seed predation on seed germination in the forest gap varied among species, with seed size and seed coat. The mean number of seeds removed was highest for *Eleaocarpus prunifolius*, *Irvingia malayana*, *Reevesia pubescens* and *Terminalia chebula*. Seven native tree species with high and rapid germination in the gap and no seed predation were identified as suitable for direct seeding. Except for the small seeds, burial did not seem to protect seeds from predators.

Some associations were found between ecological parameters and best treatments to break seed dormancy. Pre-treatments brought about significant

improvement in germination of seeds with thick integuments ($p=0.001$), large and medium seed size ($p=0.028$) and seed dormancy ($p=0.017$). Prolonged dormancy was significantly associated with better seed germination under gap conditions ($p=0.004$) and with thick integuments ($p=0.024$). Better seed germination under nursery conditions (compared with the gap) was significantly associated with the small seed size group ($p=0.0024$) and thin integuments ($p=0.016$). Heavy seed predation was strongly associated with large seed size group ($p=0.004$) and thick integuments (endocarp) ($p=0.040$).

The effects of various hormone treatments on leafy stem cuttings varied among the species tested. Only five of ten tree species achieved a maximum of 60% or more cuttings developing roots. Seradix #3 produced the best results with *Debregeasia longifolia* (68%) and *Saurauia roxburghii* (65%). IBA 3000 ppm produced the best results with *Ficus superba* (72%) and IBA 8000 ppm produced the best results with *Colona flagrocarpa* (63%). Also, *Morus macroura* cuttings (90%) grew roots most efficiently without any hormone treatment, with the non-treated control cuttings producing the highest success ranking scores. Unlike pre-treatments to promote seed germination, the chemical treatments to improve vegetative propagation showed no significant associations with ecological variables.

Relationships among ecological variables and best horticultural practices are clearly complex and will require further research, if useful, predictive models are to be developed.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การขยายพันธุ์ไม้ยืนต้นท้องถิ่นเพื่อการฟื้นฟูป่าในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
ชื่อผู้เขียน	นางสาวสุภาวรรณ วงค์คำจันทร์
วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต	สาขาวิชาชีววิทยา
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ดร.สตีเฟน เอลเลียต ประธานกรรมการ
	รศ.ดร.วิไลวรรณ อนุสารสุนทร กรรมการ
	นายเจมส์ เอฟ แมกซ์เวลส์ กรรมการ
	นายสมเกียรติ กลั่นกลิ่น กรรมการ
	ดร.สุทธาธร สุวรรณรัตน์ กรรมการ

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูระบบนิเวศของป่าโดยการปลูกต้นไม้ จำเป็นจะต้องมีการเตรียมต้นกล้า ซึ่งมักจะให้ครอบคลุมชนิดของพรรณไม้ท้องถิ่นมากหลายชนิด แต่พบว่าส่วนใหญ่ของพรรณไม้เหล่านี้ยากที่จะเพาะกล้าจากเมล็ด เนื่องจากเมล็ดมีช่วงพักตัวนาน หรือผลิตเมล็ดช้าเกินไป ทำให้กล้าไม้โตไม่ทันต่อฤดูการปลูก ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อหาวิธีที่จะปรับปรุงวิธีการขยายพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่จะใช้ในการฟื้นฟูป่า โดยอาศัยความเข้าใจถึงนิเวศวิทยาของการสืบพันธุ์ของพรรณไม้เหล่านี้ การศึกษารวมถึงการพัฒนาเทคนิคใหม่ๆ ในการเพาะเมล็ดของชนิดไม้ท้องถิ่น 30 ชนิด ที่มีศักยภาพในการฟื้นฟูป่า ที่ยังไม่เคยได้เพาะในเรือนเพาะชำมาก่อน ทำการเปรียบเทียบการเพาะเมล็ดในเรือนเพาะชำกับที่เพาะในพื้นที่โล่งในป่า ซึ่งจะดูผลกระทบจากสัตว์ที่มากินเมล็ดด้วย สำหรับไม้ยืนต้น 10 ชนิด ที่มีปัญหาในการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ได้ทำการทดลองโดยการปักชำกิ่ง เพื่อทดสอบการชักนำให้เกิดราก โดยอาศัยฮอร์โมนเร่งราก ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน โดยไม่ใช้ระบบพ่นไอหมอก นอกจากนี้ ยังทำการตรวจสอบช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการผลิตเมล็ดและกิ่งชำ จุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่า จะใช้ความรู้ทางนิเวศวิทยาของการสืบพันธุ์ของพรรณไม้ท้องถิ่น ในการที่จะทำนายว่าวิธีการปฏิบัติอย่างไร ที่มีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จในการขยายพันธุ์ดังกล่าว

การศึกษาชีพลักษณ์ของไม้ป่ายืนต้น จำนวน 32 ชนิด โดยการจดบันทึกทุกๆ เดือน ในเวลา 1 ปี พบว่า การร่วงของใบเกิดขึ้นในฤดูแล้ง ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความชื้นในดินที่ลดลง ขณะที่การแตกใบอ่อน เกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งไปจนถึงช่วงต้นฤดูฝน ส่วนใหญ่แล้วประมาณร้อยละ 60 ของจำนวนชนิดที่ทดลองทั้งหมด ออกดอกในเดือนเมษายน (ช่วงที่ร้อนจัดและแห้งแล้งที่สุดของปี) และเป็นเวลาที่ไม่มีใบหรือกำลังแตกใบอ่อน มีการออกผลสูงสุดในเดือนกันยายน (75% ของจำนวนชนิดทั้งหมด) ขณะที่การกระจายเมล็ดเกิดขึ้นมากในช่วงปลายฤดูฝน ถึงต้นฤดูแล้ง (สิงหาคม-มกราคม) (มากกว่า 50% ของชนิดที่ทำการศึกษา) สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาก็คือ ส่วนใหญ่ต้องการระยะเวลายาวนานในการพักตัวของเมล็ด เพื่อการอยู่รอดในฤดูแล้ง และงอกในฤดูฝน ดังนั้นในการเร่งผลิตต้นกล้าในเรือนเพาะชำ การเตรียมเมล็ดก่อนเพาะเพื่อทำลายการพักตัว จึงต้องมีการพัฒนาวิธีขึ้น

เพราะฉะนั้น เพื่อเพิ่มและเร่งการงอกของเมล็ดไม้ยืนต้นท้องถิ่น ได้ทำการทดลองจำนวน 30 ชนิด โดยการเตรียมเมล็ดก่อนทำการเพาะ 7 วิธี เพื่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ด การตัดบางส่วนของเมล็ด เพิ่มการงอกของเมล็ดสะเดาช้าง (*Acrocarpus fraxinifolius*), การตัดเมล็ดบางส่วน แล้วนำไปแช่น้ำเพิ่มการงอกของเมล็ดของมะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*), การตัดเมล็ดบางส่วนอย่างเดียว และ การตัดเมล็ดบางส่วนแล้วนำไปแช่น้ำ ช่วยเพิ่มการงอกของ เมล็ด 3 ชนิด [กางหลวง (*Albizia chinensis*), มุ่น (*Elaeocarpus lanceifolius*) และ มะค่าแต้ (*Sindora siamensis*)] และ การตัดเมล็ดบางส่วน และ/หรือ แช่น้ำกรด นาน 3 นาที สำหรับเมล็ดของคูณ (*Cassia fistula*) ปรากฏว่าเมล็ดถูกกระตุ้นให้งอกอย่างรวดเร็ว และสม่ำเสมอจำนวน 3 ชนิด [สะเดาช้าง (*Acrocarpus fraxinifolius*), กางหลวง (*Albizia chinensis*) และ คูณ (*Cassia fistula*)] แม้ว่าร้อยละของการงอกจะต่ำ (38-47%) ในจำนวน 7 ชนิด แต่ยังคงมีคุณสมบัติที่มีศักยภาพเป็นไม้โครงสร้าง เพราะว่าคุณสมบัติที่ดีข้ออื่นๆ เช่น มีอัตราการเจริญเติบโตสูงในภาชนะปลูก และง่ายต่อการดูแลรักษาในแปลงปลูก ในทางตรงกันข้าม การงอกของกำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*), มะเดื่อขน-ทอง (*Ficus hirta*) และมะโจ๊ก (*Schleichera oleosa*) ได้ผลไม่เป็นที่พอใจในการทดลอง ($\leq$ 20%) เพราะฉะนั้น ควรจะเตรียมเมล็ดโดยวิธีอื่น หรือใช้วิธีอื่นในการขยายพันธุ์ต่อไป ส่วนที่เหลืออีกจำนวน 3 ชนิด งอกได้เร็วและสม่ำเสมอในระดับปานกลาง [มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*), มุ่น (*Elaeocarpus lanceifolius*) และ มะค่าแต้ (*Sindora siamensis*)]

พรรณไม้ที่มีเมล็ดซึ่งต้องการร่มเงาในการงอกและการพัฒนาของต้นกล้าในระยะเริ่มแรกนั้น ทำให้ไม้เหล่านี้ไม่เหมาะสมในการใช้ฟื้นฟูป่าที่เสื่อมโทรมโล่งแจ้ง ดังนั้น จึงได้ทำการเพาะ

เมล็ดในที่มีร่มเงา จากการทดลองเพาะเมล็ดพบว่า ชนิดที่ต้องอาศัยร่มเงาในการงอก มีเพียงหนึ่งชนิด คือ มุ่น *(Elaeocarpus lanceifolius)* ชนิดทนร่มเงามีจำนวน 18 ชนิด เพียง 7 ชนิดเท่านั้นที่ชอบแสง อย่างไรก็ตาม มี 4 ชนิดเป็นชนิดผสม สิ่งเหล่านี้ชี้บ่งได้ว่ามีไม้จำนวนน้อยที่ไม่สามารถจะปลูกในป่าเสื่อมโทรมซึ่งมีแสงแดดจัด จึงมีความน่าจะเป็นไปได้ว่าในการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมสามารถจะปลูกไม้ชนิดเบิกนำ และชนิดเสถียรสูง พร้อมๆ กันในคราวเดียวได้

ในการตรวจสอบว่า สภาพภายในเรือนเพาะชำมีอิทธิพลต่อการงอก และความเป็นไปได้ในการหว่านเมล็ดโดยตรงแทนการปลูกด้วยต้นกล้า ได้ทำการทดสอบเมล็ดในช่องว่างในป่า พบว่า 14 ชนิด (47%) งอกในเรือนเพาะชำได้ดีกว่าในช่องว่างในป่า และ 5 ชนิด งอกในช่องว่างในป่าได้ดีกว่า และ 11 ชนิด ไม่มีความแตกต่างของการงอกในเรือนเพาะชำและในช่องว่างในป่า สิ่งเหล่านี้บ่งบอกถึง การงอกของเมล็ดภายใต้สภาวะของเรือนเพาะชำเพิ่มการงอกได้มากกว่าในสภาพธรรมชาติ

ผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดจากสัตว์ที่มากินเมล็ด ในสภาพป่าธรรมชาติ มีความแปรผันระหว่างชนิด, ขนาดของเมล็ด และ เปลือกหุ้มเมล็ด จำนวนเมล็ดเฉลี่ยที่ถูกเคลื่อนย้ายไปจากแปลงเพาะ พบว่า เมล็ดของปอหะแหย่ (*Elaeocarpus prunifolius*), กระบก (*Irvingia malayana*), โมลี (*Reevesia pubescens*) และสมอไทย (*Terminalia chebula*) ถูกเคลื่อนย้ายไปมากที่สุด พบว่าไม้ป่า 7 ชนิดที่มีการงอกสูง และรวดเร็ว ในช่องว่างของป่า และไม่มีสัตว์มากินเมล็ด มีความเหมาะสมในการหว่านเมล็ดโดยตรงในป่า การฝังเมล็ดดูเหมือนว่าจะไม่ได้ช่วยป้องกันสัตว์ที่มากินเมล็ด ยกเว้นเมล็ดขนาดเล็ก

การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางระบบนิเวศและการเตรียมเมล็ด ต่อการทำลายระยะพักตัวของเมล็ด พบว่า การเตรียมเมล็ดก่อนเพาะมีผลมากที่สุด ต่อเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดที่หนา ($p=0.001$), เมล็ดขนาดใหญ่และขนาดกลาง ($p=0.028$) และเมล็ดที่มีระยะพักตัวนาน ($p=0.017$) เมล็ดที่มีระยะพักตัวนานมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่งอกได้ดีในสภาวะการเพาะเมล็ดในช่องว่างในป่า ($p=0.004$) และมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่หนา ($p=0.024$) สภาวะการงอกของเมล็ดในเรือนเพาะชำ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกลุ่มของเมล็ดที่มีขนาดเล็ก ($p=0.006$), และมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่บาง ($p=0.016$) และพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมาก ($p=0.004$) ระหว่างสัตว์ที่มากินเมล็ดกับเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ และมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่หนา (endocarp) ($p=0.040$)

อิทธิพลของฮอร์โมนที่ใช้ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ต่อการทดลองปักชำกิ่ง มีความผันแปรไปตามชนิดของพรรณไม้ พบว่า จำนวน 5 ชนิด จากที่ใช้ทดลองทั้งหมดจำนวน 10 ชนิด มีการออกรากมากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งได้แก่ ไข่ปลา *(Debregeasia longifolia)* และ ส้านเห็บ (*Saurauia roxburghii*) ออกรากและยอดได้ดีเมื่อใช้เซราดิกส์ เบอร์ 3 (68% และ 65% ตามลำดับ), ผักเฮือด (*Ficus superba*) ออกรากได้ดีเมื่อใช้ IBA 3000 ppm (72%) และ ยาบใบยาว *(Colona flagrocarpa)* เมื่อใช้ IBA 8000 ppm (63%) อย่างไรก็ตาม ม่อนหลวง (*Morus macroura*) สามารถออกรากและยอดได้สูงถึงร้อยละ 90 โดยปราศจากสารเร่งราก หรือมีระดับคะแนนสูงที่สุดในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ใช้ฮอร์โมน การใช้สารเคมีเพื่อปรับปรุงการขยายพันธุ์ ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ ในเชิงระบบนิเวศ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางระบบนิเวศและวิธีการปฏิบัติในการขยายพันธุ์ที่ดีที่สุดนั้น มีความซับซ้อน และต้องอาศัยการทำวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อกำหนดรูปแบบที่จะเป็นประโยชน์ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University