



## อิทธิพลของวัชพืชต่อการรอดชีวิตและการเติบโตของต้นกล้าพรรณไม้ท้องถิ่น ในระหว่างการฟื้นฟูป่าในภาคเหนือของประเทศไทย

### Effects of weeds on survival and growth of planted seedlings of native forest tree species during forest restoration in Northern Thailand

พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์<sup>1\*</sup> พุทธิดา นิพนพานนท์<sup>1</sup> เตีย พนิตนาถ แชนนอน<sup>1</sup> และ สตีเฟ่น เอลเลียต<sup>1</sup>

<sup>1</sup> หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่าภาควิชาชีพศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

\*Corresponding Author; E-mail: pimonrat.t@cmu.ac.th

Received: 29 May 2017 | Revised: 1 February 2018 | Accepted: 24 August 2018

#### บทคัดย่อ

วัชพืชมักเป็นอุปสรรคต่อโครงการฟื้นฟูป่า โดยลดการตั้งตัวของต้นกล้าที่ปลูกในพื้นที่ การศึกษานี้เปรียบเทียบการอยู่รอด การเติบโตและสุขภาพของต้นกล้าไม้ท้องถิ่นในที่ที่มีและไม่มีวัชพืชที่ระยะเวลา 1.5-2 ปีหลังการปลูกต้นกล้าเพื่อฟื้นฟูป่าดิบเขา (1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล) จากที่ดินการเกษตรที่ถูกทิ้งร้างในจังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่ถูกปกคลุมด้วยหญ้ากินนี (*Panicum maximum* Jacq.) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ด้านคอร์ราก (RGR-RCD) ของต้นกล้าไม้ท้องถิ่น 4 ชนิดเป้าหมายถูกเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช และแปลงที่มีการกำจัดวัชพืช ไม้ท้องถิ่น 4 ชนิด คือ เสี้ยวดอกขาว (*Bauhinia variegata* L.) เต็ม (*Bischofia javanica* Blume) หมอนหิน (*Hovenia dulcis* Thunb) และนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* Buch.-Ham. ex D.Don) แปลงวงกลมรัศมี 5 เมตร (พื้นที่ 78.5 ตารางเมตร) จำนวน 10 แปลงถูกจัดตั้งขึ้นแบบสุ่มในพื้นที่ศึกษา โดยใน 5 แปลง วัชพืชถูกกำจัดด้วยการตัดทุกสองเดือนและอีก 5 แปลงไม่มีการกำจัดวัชพืช เก็บข้อมูลจำนวนต้นกล้าในแปลงก่อนการทดลองและที่ประมาณ 6 เดือนหลังจากเริ่มต้นการทดลอง วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคอร์ราก (RCD) ของต้นกล้าที่รอดตายทั้งหมดและให้คะแนนสุขภาพต้นกล้า ในช่วงระยะเวลาการศึกษา ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของการอยู่รอด สุขภาพและ RGR-RCD ของต้นกล้าระหว่างแปลงไม่กำจัดและกำจัดวัชพืช การศึกษาพบว่าต้นกล้าขนาดใหญ่รอดชีวิตได้ดีกว่าต้นกล้าขนาดเล็ก ต้นกล้าที่มีชีวิตรอดแล้วหลังปลูก 1.5 ปี (สิ้นสุดฤดูฝนที่สองหลังจากปลูก) แข็งแรง และเติบโตพอที่จะทนต่อการแข่งขันจากวัชพืชรอบๆ สำหรับไม้ท้องถิ่นทั้ง 4 ชนิด RGR-RCD เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย คือ 83.1% ต่อปีในนางพญาเสือโคร่ง (*P. cerasoides*) 40.4% ต่อปีในหมอนหิน (*H. dulcis*) 25.3% ต่อปีในเสี้ยวดอกขาว (*B. variegata*) และ 15.5% ต่อปีในเต็ม (*B. javanica*)

## ABSTRACT

Herbaceous weeds often hinder forest restoration projects by reducing establishment of planted tree seedlings. The study, presented here, compared survival and health of tree seedlings in the presence and absence of weeds, from 1.5 to 2 years after planting, to restore montane evergreen forest (1,300 m above sea level) from abandoned agricultural land in Chiang Mai Province. The grass *Panicum maximum* Jacq. was the dominant weed species. In addition, root collar relative growth rates (RGR-RCD) of four target native species in weedy plots were compared with those in weed-removal plots: *Bauhinia variegata* L., *Bischofia javanica* Blume, *Hovenia dulcis* Thunb, and *Prunus cerasoides* Buch.-Ham. ex D. Don. Ten 5-m-radius circular plots (78.5 m<sup>2</sup> each) were established randomly across the site. Five plots were cleared of weeds every two months and five were not. Alive planted tree seedlings were counted in the plots before the weeding treatment and at approximate six months after the start of the experiment. The root collar diameters (RCD) of all surviving seedlings were measured and each was assigned a health score. Over the study period, no significant differences in the survival, health and RGR-RCD of the planted seedlings were detected, between the weeded and non-weeded plots. Larger seedlings survived better than smaller ones. Consequently, planted seedlings, which had already survived for 1.5 years in the restoration site (i.e. to the end of the second rainy season after planting), had apparently grown robust enough to withstand the competition from surrounding weeds. RGR-RCD's of the four intensively studied species were (in descending order) 83.1% per year (*P. cerasoides*), 40.4% per year (*H. dulcis*), 25.3% per year (*B. javanica*) and 15.5% per year (*B. variegata*).

**คำสำคัญ:** การฟื้นฟูระบบนิเวศ พรวนไม้โครงสร้าง การปลูกต้นกล้า จังหวัดเชียงใหม่

**Keywords:** Ecosystem restoration, Framework tree species method, Seedling transplantation, Chiang Mai

## บทนำ

ความตระหนักถึงปัญหาของการลดลงของพื้นที่ป่า และเห็นความสำคัญของการฟื้นฟูพื้นที่ที่ถูกทำลาย เป็นที่มาของความพยายามฟื้นคืนระบบนิเวศป่า ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะรักษาความสมดุลของสภาพแวดล้อมได้ในระยะยาว วิธีการหนึ่งที่หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้ในการฟื้นฟูป่า คือวิธีการพรวนไม้โครงสร้าง (Forest Restoration Research Unit, 2006) ที่มีการเลือกชนิดพรวนไม้ไม่ท้องถิ่น 20-30 ชนิด จากพื้นที่ใกล้เคียง ผลัดกล้าไม้และนำไปปลูกในพื้นที่เป้าหมายที่ต้องการฟื้นฟู การคัดเลือกชนิดพันธุ์ คัดเลือกมาจากไม้ท้องถิ่นที่เป็นทั้งไม้เบิกนำ (Pioneer species) และไม้เสถียร (Climax species) โดยพรวนไม้ต้องมีคุณสมบัติ ได้แก่ นำมาขยายพันธุ์ได้ในเรือนเพาะชำ เมื่อนำไปปลูกในพื้นที่ ต้นกล้ามีอัตราการรอดตายสูง โตเร็ว แผ่ทรงพุ่มได้ดี สืบพันธุ์ออกผลเป็นอาหารดึงดูดสัตว์กระจายเมล็ดเข้ามาในพื้นที่

ในการฟื้นฟูป่าสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งหลังจากการปลูกต้นกล้า คือการกำจัดวัชพืช เนื่องจากวัชพืชในพื้นที่เป็นตัวขัดขวางการเจริญเติบโตของต้นกล้า และทำให้การฟื้นฟูระบบนิเวศล้มเหลวได้ (Elliott, 2000; Holl et al., 2000) ถึงแม้ว่า ก่อนหน้าที่มีการปลูกต้นกล้า จะมีการกำจัดวัชพืชด้วยการตัด แต่วัชพืชจะสามารถเจริญเติบโตขึ้นได้ใหม่ วัชพืชบางชนิดยากต่อการควบคุมเนื่องจากโครงสร้างทางกายภาพที่แข็งแรง กอที่ขึ้นอย่างหนาแน่น ลำต้นที่สูง โดยเฉพาะ หญ้ากินนี (*Panicum maximum* Jacq.) ที่แพร่กระจายได้ทั่วประเทศไทย หญ้ากินนีถูกนำเข้ามาในประเทศไทยเพื่อเป็นอาหารสัตว์ แต่ต่อมาหญ้าชนิดนี้กลับลุกลามและแพร่กระจายไปทั่วพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้าง เมื่อพื้นที่เหล่านั้นถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่สำหรับการฟื้นฟูป่า กล้าไม้ที่ถูกขนย้ายเข้าไปปลูกในพื้นที่จึงได้รับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การมีอยู่ของวัชพืชในพื้นที่หลังจากการปลูกต้นกล้า ทำให้เกิดการแก่งแย่งกับต้นกล้าที่ปลูก วัชพืชขัดขวางการเจริญของต้นกล้าได้หลายทาง (Adhikari, 1996) คือ 1) ตัวแก่งแย่งสารอาหาร (Froud-

William, 2007; Clarkson et al., 2003) 2) วัชพืชโตได้เร็วและ เรือนยอดของวัชพืชแก่งแย่งแสงกับพืชที่มีขนาดเล็กกว่า (Froud-William, 2007; Rajcan and Swonton, 2001) 3) นอกจากนั้นวัชพืชมีระบบรากที่ซับซ้อน และสามารถผลิต สารเคมีและปล่อยสู่ดิน (Allelopathic root exudate) ซึ่งไปมี ผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และการงอกของเมล็ดพืชอื่นใน พื้นที่ด้วย (Nava et al., 1987; Hussain and Abidi, 1991; Daneshgar and Shibu, 2009) และ 4) วัชพืชในพื้นที่ก็ยังเป็น เชื้อไฟที่ทำให้ไฟป่าเข้ามาในพื้นที่ที่ฟื้นฟูป่าได้อีกด้วย (Chazdon, 2003) ผลกระทบของวัชพืชต่อการเจริญของต้นกล้าอาจรุนแรง แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของต้นกล้าที่ปลูก

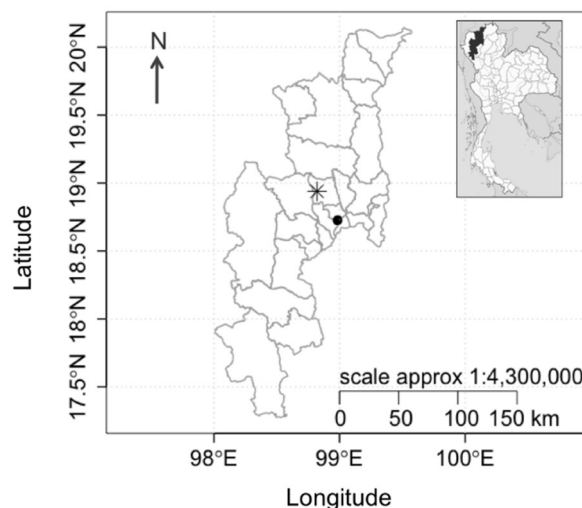
พืชชนิดต่างๆ มีความสามารถทนต่อการอยู่ร่วมกับ วัชพืชต่างกันออกไป การทนต่อวัชพืชในการศึกษานี้ หมายความว่า อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าของพืชนั้น ๆ เมื่ออยู่ร่วมกับ วัชพืชไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเมื่อปลูกในที่ที่มีการกำจัด วัชพืช การศึกษาในพืชเกษตร พบว่า ลักษณะของพืชที่มีแนวโน้ม สามารถทนต่อการแก่งแย่งกับวัชพืชได้ เช่น มีการเจริญทางด้าน ความสูง และผลิตใบได้เร็ว ใบใหญ่ และเรียงตัวแผ่ออกกว้าง ตอบสนองด้วยการยืดสูงหากถูกบังแสง และสะสมมวลชีวภาพ เพื่อสร้างลำต้น (Hasanuzzaman 2013)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการ กำจัดหญ้ากินนีต่อการรอดชีวิต สุขภาพ ของต้นกล้าที่พบในแปลง และเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ ของต้นกล้า 4 ชนิด ระหว่างแปลงไม่กำจัดวัชพืชและแปลงกำจัดวัชพืช โดยหาก ต้นกล้าชนิดใดเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ไม่กำจัดวัชพืช ก็จะ ชี้ให้เห็นว่าพืชนั้นสามารถอยู่ร่วมกับวัชพืชได้ ความสามารถในการ อยู่ร่วมกับวัชพืช เป็นคุณสมบัติหนึ่งที่จะเป็นประโยชน์ต่อการ คัดเลือกชนิด และการวางแผนการปลูกต้นกล้าในพื้นที่ฟื้นฟูได้

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีชื่อเรียกทั่วไปว่า ม่อนแจ่ม อยู่ภายใต้การ ดูแลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (18° 56' 19" N 98° 49' 15" E) พื้นที่นี้อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,300 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200 มิลลิเมตร ต่อปี โดยพื้นที่ศึกษาเป็นแปลงฟื้นฟูป่า (รูปที่ 1) ที่ปลูกต้นกล้าตั้งแต่ เดือนพฤษภาคมปี พ.ศ. 2555 (อายุแปลง 1.5 ปีขณะทำการวิจัย) พื้นที่ศึกษามีวัชพืชหลักคือ หญ้ากินนี (*Panicum maximum* Jacq.) การดำเนินการวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงสิงหาคม พ.ศ. 2557



รูปที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ศึกษา (\*) เทียบกับอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (●) แผนที่ย่อแสดงที่ตั้งจังหวัดเชียงใหม่

## การวางแผนเพื่อเก็บข้อมูล

พื้นที่ศึกษามีขนาดประมาณ 2,300 ตารางเมตร ทำการวางแผนวงกลมรัศมี 5 เมตร (พื้นที่วงละ 78.5 ตารางเมตร) จำนวน 10 วง กระจายในพื้นที่ โดยแปลงวงกลมทั้งหมดมีหญ้ากินนีปกคลุมอย่างน้อยร้อยละ 75 ของพื้นที่ แปลงวงกลมทั้ง 10 แปลงมีลักษณะเริ่มต้นที่ไม่แตกต่างกันในแง่ความหนาแน่นของต้นกล้าพืชท้องถิ่นที่ปลูก (22 - 23 ต้นต่อแปลง) และก่อนการทดลอง มีการเตรียมพื้นที่ศึกษาให้มีลักษณะเริ่มต้นที่เหมือนกันด้วยการกำจัดวัชพืชโดยตัดหญ้า (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

หลังจากเตรียมพื้นที่เสร็จแล้ว ทำการสุ่มให้แปลงวงกลม จำนวน 5 วง เป็นแปลงไม่กำจัดวัชพืชและอีก 5 วงเป็นแปลงกำจัดวัชพืช สำหรับการกำจัดวัชพืช ใช้วิธีตัดหญ้าด้วยมือและเครื่องตัดหญ้า โดยกำจัดวัชพืช 2 ครั้งระหว่างการทดลอง คือในเดือนพฤษภาคม และเดือนสิงหาคม

## การเก็บข้อมูลพืช

ในแปลงวงกลมทุกแปลงเก็บข้อมูลจำนวนกล้าไม้ที่รอดชีวิต และวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุกต้น โดยบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้า โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ จากนั้นนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากจากการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง ที่วัดก่อน (ธันวาคม-มกราคม) และหลังการทดลอง (สิงหาคม) ของกล้าไม้แต่ละชนิด มาคำนวณอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านคอรากของต้นกล้า (RGR; หน่วย = % ต่อปี) ดังสมการต่อไปนี้

$$RGR = \frac{\ln(RCD\ 2) - \ln(RCD\ 1) \times 365 \times 100}{\text{จำนวนวันระหว่างการเก็บข้อมูล}}$$

โดย RGR คือ อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ RCD 1 และ RCD 2 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเริ่มต้น และหลังจากการทดลอง

นอกจากนี้วัดความสูงของต้นกล้า โดยวัดจากโคนต้นถึงยอดเจริญบนสุดเพื่อหาความสัมพันธ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางคอราก

ทางด้านสุขภาพของต้นกล้า ให้คะแนนสุขภาพต้นกล้าที่รอดแต่ละต้น โดยคะแนนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 (ดัดแปลงจาก Forest Restoration Research Unit 2008) โดยให้คะแนน 1 สำหรับต้นที่มีลักษณะใกล้ตาย ใบเหลืองน้อย และ/หรือ เปลี่ยนสีคะแนน 2 สำหรับต้นกล้าที่มีลักษณะถูกทำลาย หรือเหี่ยวบาง

แต่ก็ยังคงสภาพต้นกล้าที่มีโอกาสรอดต่อไปได้ดี และคะแนน 3 สำหรับต้นกล้าที่มีใบสมบูรณ์ ลักษณะแข็งแรง ซึ่งคะแนนสามารถให้เป็นจุดทศนิยมได้เป็น 0.5, 1.5, 2.5 หากลักษณะต้นกล้าก้ำกึ่งระหว่างช่วงคะแนน

ในแปลงวงกลมประกอบด้วยพืชหลายชนิด เนื่องจากพื้นที่นี้มีการปลูกต้นกล้าไว้ก่อนแล้ว ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถกำหนดจำนวนชนิดและจำนวนต้นกล้าที่จะพบได้ในแต่ละแปลง ดังนั้นพืชเป้าหมายจึงถูกคัดเลือกจากพืชที่ปรากฏอยู่ในบริเวณมากกว่าพืชชนิดอื่น ซึ่งมีอยู่ 4 ชนิด ประกอบด้วย เสี้ยวดอกขาว (*Bauhenia variegata* L.: Family Fabaceae) เต็ม (*Bischofia javanica* Blume: Family Phyllanthaceae) หมอนหิน (*Hovenia dulcis* Thunb.: Family Rhamnaceae) และนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* Buch.-Ham. ex D. Don: Rosaceae) เป็นพืชที่พบในแปลงทดลองอย่างน้อย 4 จาก 10 แปลงวงกลม

## การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดทำในโปรแกรม R เวอร์ชัน 3.4.1 (R Development Core Team, 2017)

1. การรอดชีวิตของต้นกล้าในแปลง วิเคราะห์โดยใช้โมเดลเชิงเส้นโดยนัยทั่วไป (Generalized linear model: GLM) กับข้อมูลของต้นกล้าทุกต้นทุกชนิดที่พบในแปลง โดยให้ตัวแปรตาม คือ การรอดชีวิตหรือตาย (1 หรือ 0) และตัวแปรอิสระคือ การกำจัดวัชพืช ชนิดพืช โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเริ่มต้นเป็นความแปรปรวนร่วม ในโมเดลระบุชนิดของการแจกแจงข้อมูลตัวแปรตาม เป็นการแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)

2. สุขภาพต้นกล้า วิเคราะห์คะแนนสุขภาพเฉลี่ยของต้นกล้าทั้งหมดระหว่างแปลงที่มีการกำจัดวัชพืช และไม่กำจัดวัชพืช โดยใช้ข้อมูลคะแนนสุขภาพหลังการทดลอง (สิงหาคม) ทดสอบความแตกต่างโดยใช้ Mann-Whitney U test

3. การเจริญเติบโตของต้นกล้า วิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ด้านคอราก (RGR) ของพืชเป้าหมาย 4 ชนิด โดยใช้ Welch t-test จากนั้นใช้เทคนิควิธีการทำซ้ำ (Bootstrapping) เพื่อตรวจสอบผลของ t-test

4. เพื่อประโยชน์ในด้านการศึกษาการวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่อไป วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก และความสูงของต้นกล้า 4 ชนิด เป้าหมาย เพราะหากสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน การวิเคราะห์ตัวแปรหนึ่งก็จะแสดงแนวโน้มของอีกตัวแปรหนึ่งได้ วิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression)

## ผลการวิจัย

### การรอดชีวิตของกล้าไม้ในแปลงศึกษา

ร้อยละของต้นกล้าที่รอดตายในแปลงกำจัดวัชพืชคือ ร้อยละ 89 และ ในแปลงไม่กำจัดวัชพืชคือ ร้อยละ 83 การรอดชีวิตของต้นกล้าโดยวิเคราะห์จากต้นกล้าทุกต้นจากทุกชนิดที่พบในแปลงไม่กำจัดวัชพืช และกำจัดวัชพืช พบว่า การกำจัดวัชพืชไม่มีผลต่อการรอดชีวิตของพืช ต้นกล้าทุกชนิดรอดชีวิตไม่ต่างกัน แต่ทั้งนี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากเริ่มต้นมีผลต่อการรอดชีวิต (สัมประสิทธิ์  $0.19 \pm 0.08$ ,  $z = 2.130$ ,  $P = 0.03$ ) โอกาสในการรอดชีวิตจะเพิ่มขึ้นประมาณ 4% เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นทุกทุก 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 2)

### การกำจัดวัชพืชและสุขภาพของต้นกล้า

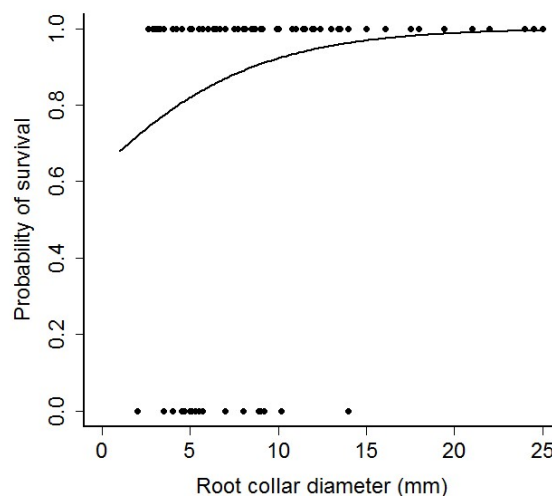
สำหรับต้นกล้าทุกชนิด คะแนนสุขภาพเฉลี่ยของแปลงกำจัดวัชพืช คือ 2.13 และแปลงไม่กำจัดวัชพืช คือ 1.92 คะแนนสุขภาพไม่แตกต่างกันเมื่อทดสอบทางสถิติ ( $w = 556.5$ ,  $P = 0.30$ )

### การกำจัดวัชพืชและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นกล้า 4 ชนิด

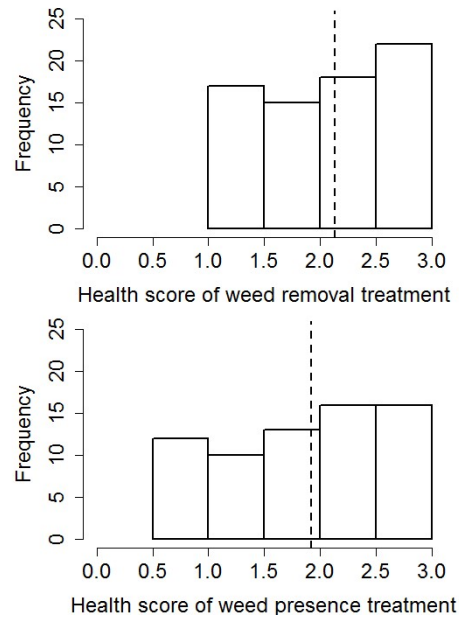
เมื่อทดสอบทางสถิติแยกตามชนิดพืช พบว่าพืชทั้ง 4 ชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันระหว่างแปลงที่กำจัดวัชพืชและไม่กำจัดวัชพืช (ตารางที่ 1, รูปที่ 3) ทั้งนี้ *B. javanica* แสดงแนวโน้มค่าความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์โดยในแปลงที่มีการกำจัดวัชพืช มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงกว่าแปลงที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช (Bootstrapping t-test) ในแปลงที่มีวัชพืช สามารถเรียงลำดับไม้ท้องถิ่นจากค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นกล้าจากมากไปน้อย คือ *P. cerasoides* (83.1 % ต่อปี) *H. dulcis* (40.4 % ต่อปี) *B. javanica* (25.3 % ต่อปี) และ *B. variegata* (15.5 % ต่อปี)

### ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากกับความสูง

โดยรวมจากพืช 4 ชนิด เส้นผ่านศูนย์กลางคอรากมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางบวก (รูปที่ 5) กับความสูงต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $y = 7.9951x$ , adjusted  $R^2 = 0.85$ ,  $F_{(1,88)} = 492.2$ ,  $P < 0.01$ ) แสดงให้เห็นว่าการใช้เส้นผ่านศูนย์กลางคอรากมีนัยที่สามารถชี้ให้เห็นถึงความสูงของต้นกล้าได้



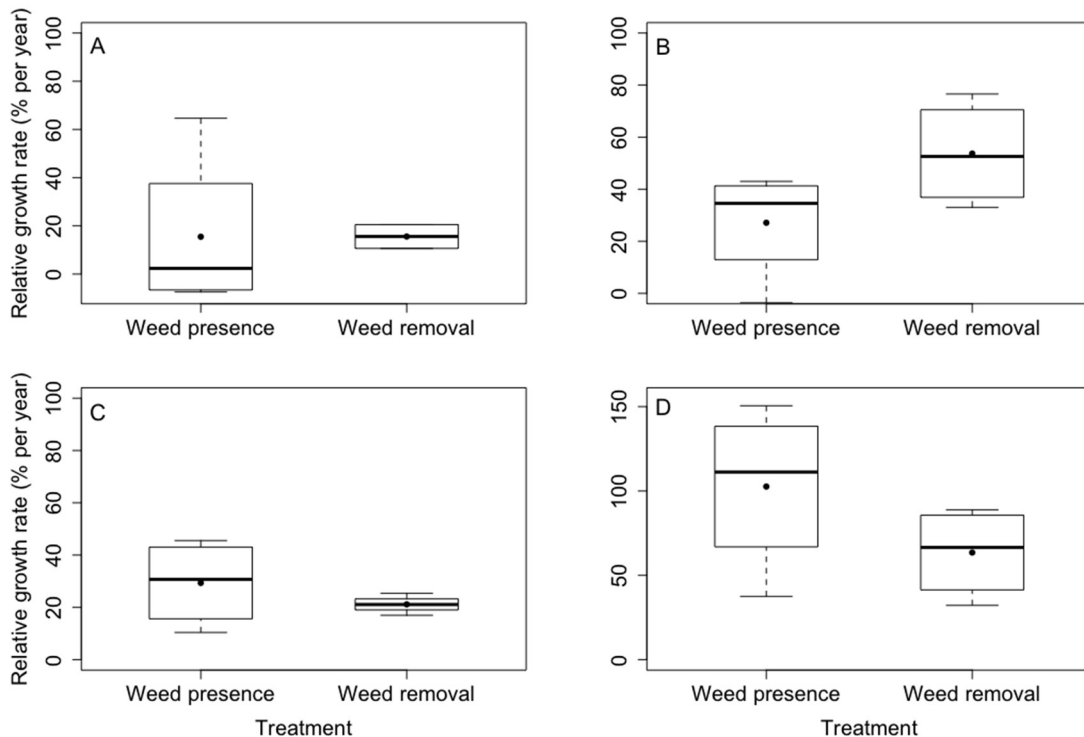
รูปที่ 2 ข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้า และโอกาสรอดชีวิตของต้นกล้า เส้นที่ดำแสดงโอกาสรอดชีวิตทำนายจากโมเดล GLM



รูปที่ 3 กราฟแสดงความถี่ (ฮิสโตแกรม) ของคะแนนสุขภาพระหว่างแปลงกำจัดวัชพืช (weed removal) และแปลงไม่กำจัดวัชพืช (weed presence) เส้นประแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนสุขภาพ

ตารางที่ 1 ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของแปลงไม่กำจัดวัชพืชกับแปลงกำจัดวัชพืช ( $\Delta$  RGR) และช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (95% CI) พร้อมกับผลของ Welch t-test และค่า P-value ของ Bootstrapping t-test ที่ใช้จำนวนซ้ำ 1,000 ซ้ำ

ชื่อวิทยาศาสตร์	$\Delta$ RGR (95% CI)	Welch Two Sample t-test	Bootstrapping t-test
<i>Buahinia variegata</i>	0.10 (-52.1, 51.9)	$t = -0.005, df = 3.46, P = 0.99$	$P = 0.99$
<i>Bischofia javanica</i>	26.6 (-62.6, 9.4)	$t = -1.80, df = 5.99, P = 0.12$	$P = 0.08$
<i>Hovenia dulcis</i>	8.2 (-17.1, 33.5)	$t = 0.95, df = 3.50, P = 0.40$	$P = 0.36$
<i>Prunus cerasoides</i>	39.1 (-34.0, 112.2)	$t = 1.40, df = 4.66, P = 0.22$	$P = 0.15$



**รูปที่ 4** Box-Whisker plot แสดงการกระจายตัวของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของพืช 4 ชนิด (A) *Buahinia variegata* (B) *Bischofia javanica* (C) *Hovenia dulcis* และ (D) *Prunus cerasoides* ในแปลงที่ไม่กำจัดวัชพืช (Weed presence) และแปลงกำจัดวัชพืช (Weed removal) กรอบสี่เหลี่ยมแสดงพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile range) เส้นสีดำแสดงค่ากลาง (Median) และจุดสีดำแสดงค่าเฉลี่ย (Mean)

## วิจารณ์ผลการวิจัย

### การรอดชีวิตและสุขภาพของต้นกล้าทุกต้นในแปลง

สำหรับต้นกล้าที่มีอายุ 1.5 ปี หลังจากถูกปลูกการรอดชีวิตไม่ได้ขึ้นอยู่กับกำจัดวัชพืช โดยการรอดชีวิตทั้งในแปลงไม่กำจัดวัชพืช และกำจัดวัชพืชมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 การรอดชีวิตที่สูงนี้อาจเป็นผลมาจาก ต้นกล้าที่อยู่ในพื้นที่ที่สามารถปรับตัวเข้ากับพื้นที่ได้แล้ว แต่ทั้งนี้การรอดชีวิตก็ไม่ได้เป็น 100% ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีโอกาสที่ต้นกล้าจะตายถึงแม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่มาเป็นเวลา 1.5 ปีแล้ว

การรอดชีวิตของต้นกล้าขึ้นกับขนาดของต้นกล้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของต้นกล้าเป็นปัจจัยที่ส่งผลถึงการรอดชีวิต โดยพบว่าต้นกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่ามีโอกาสรอดชีวิตได้ดีกว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความสูงของต้นกล้า ต้นกล้าสูงมักมีขนาดคอรากใหญ่ ในพื้นที่ที่พื้นฟูป่าที่มีวัชพืชปกคลุม ต้นกล้าที่สูงมีโอกาสได้รับแสงที่ดีกว่าต้นกล้าที่เตี้ย นอกจากนั้นขนาดลำต้นที่ใหญ่อาจแสดงให้เห็นถึงความแข็งแรง สามารถทนต่อความแห้งแล้งในพื้นที่ที่พื้นฟูได้ดีว่า (Veenendaal et al.1996) ดังนั้นเมื่อต้นกล้าขนาดใหญ่

ขึ้นจึงมีโอกาสรอดชีวิตได้มากขึ้น แต่ทั้งนี้ปัจจัยเรื่องการบดบังแสงจากการอยู่ร่วมกับวัชพืช กับผลจากขนาดของต้นกล้าต่อความแห้งแล้งอยู่เหนือความสนใจของการศึกษานี้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

ทางด้านสุขภาพต้นกล้าในแปลงกำจัดวัชพืช และแปลงไม่กำจัดวัชพืชมีลักษณะสุขภาพที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ข้อสังเกตหนึ่งหลังจากการกำจัดวัชพืชในแปลงคือ คือ ใบของต้นกล้าที่อยู่ในแปลงมีอาการเหี่ยวเฉา การกำจัดวัชพืชส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณแปลงเปลี่ยนแปลงและลมที่พัดเข้ามาในพื้นที่ปะทะกับต้นกล้าได้โดยตรง หากเปรียบเทียบกับแปลงไม่กำจัดวัชพืช ต้นหญ้าที่มีอยู่มีส่วนในการลดการปะทะของต้นกล้ากับลมที่พัดเข้ามา และบดบังแสงแดด การที่แปลงถูกเปิดโล่ง และลมที่พัดมาปะทะต้นกล้าได้โดยตรงอาจทำให้ต้นกล้าเกิดการคายน้ำมากขึ้น (Moore et al. 2003) และแสดงอาการใบเหี่ยวเฉา

### การกำจัดวัชพืชและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นกล้า 4 ชนิด

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของพืชเป้าหมาย 4 ชนิด พบว่า อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของพืชแต่ละชนิดโดย

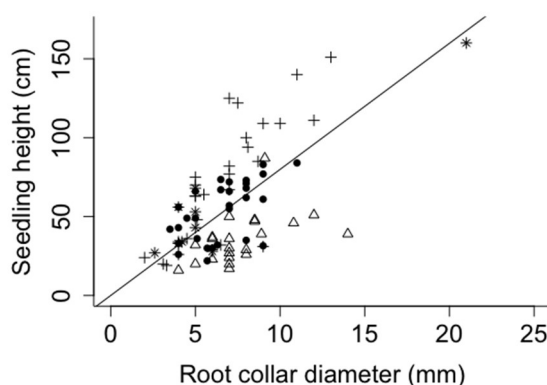
เฉลี่ยแล้ว ไม่แตกต่างกันระหว่างแปลงไม่กำจัดวัชพืชและแปลงกำจัดวัชพืช ซึ่งให้เห็นว่าพืชทั้ง 4 ชนิดนี้ เมื่อลงปลูกในพื้นที่ได้ 1.5 ปี สามารถเจริญร่วมกับวัชพืชได้ ข้อสังเกตหนึ่ง คือ ช่วงการกระจายของข้อมูล (Range) อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของพืชแต่ละชนิดที่กว้างไม่เท่ากัน โดยในแปลงที่ไม่กำจัดวัชพืชจะมีช่วงกว้างกว่าแปลงที่มีการกำจัดวัชพืช (รูปที่ 4) ซึ่งให้เห็นว่า การตอบสนองด้านการเจริญเติบโตเมื่ออยู่ร่วมกับวัชพืชอาจแปรผันไปตามต้นกล้าแต่ละต้น โดยบางต้นจะโตได้ดี แต่บางต้นก็จะมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ที่ต่ำ สังเกตได้ในเสี้ยวดอกขาว (*B. variegata*) และเตม (*B. javanica*) โดยจะเห็นว่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์มีค่าลบ ซึ่งหมายถึงมีลำต้นที่เหี่ยวเล็กลง การเจริญเติบโตลดลงเช่นนี้เป็นไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอิทธิพลจากความแห้งแล้งในฤดูแล้ง (Tyree et al., 2003; Song et al., 2016) ในทางกลับกันในแปลงกำจัดวัชพืช ต้นกล้าเสี้ยวดอกขาว (*B. variegata*) และหมอนหิน (*H. dulcis*) จะมีช่วงค่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ที่แคบกว่าในแปลงไม่กำจัดวัชพืช ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่า การกำจัดวัชพืชเปิดโอกาสให้ต้นกล้าแต่ละต้นตอบสนองด้านการเจริญเติบโตที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันมากกว่าในแปลงไม่กำจัดวัชพืช

ต้นกล้าเตม (*B. javanica*) มีแนวโน้มทนต่อการร่วมกับวัชพืชได้น้อยกว่าพืชอื่นอีก 3 ชนิด ถึงแม้ว่าอัตราการ

เจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นกล้าเตมจะไม่แตกต่างกันในแปลงไม่กำจัดและกำจัดวัชพืช เมื่อใช้เทคนิควิธีการทำซ้ำ เตม (*B. javanica*) แสดงแนวโน้มความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ โดยการเจริญเติบโตมีแนวโน้มลดลงเมื่อไม่กำจัดวัชพืช แสดงว่าเตม (*B. javanica*) อาจทนต่อวัชพืชได้น้อยกว่าพืชอื่นที่ใช้ในการศึกษานี้ แต่ทั้งนี้ยังต้องการการทดสอบเพื่อยืนยันต่อไป

#### ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากกับความสูง

ข้อเสนอแนะในด้านการประเมินและติดตามการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ได้จากการศึกษานี้ คือ การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากสามารถใช้เป็นตัวแปรที่ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นกล้าได้ เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับความสูง (รูปที่ 5) ซึ่งการวัดความสูงเป็นการวัดการเจริญเติบโตที่นิยมใช้ แต่ทั้งนี้ในการออกภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูล ผู้ศึกษาพบว่า การวัดความสูงเกิดความผิดพลาดได้ง่ายกว่าการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางคอราก และในบางครั้งหากต้นไม้โน้มเอียง การวัดความสูงจะต้องมีการปรับลำต้นให้ตรง ทำให้อาจเกิดความคลาดเคลื่อน และสร้างความเสียหายกับต้นกล้าได้ การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางคอราก จึงเป็นทางเลือกสำหรับการวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้า แต่ทั้งนี้การเก็บข้อมูลตัวแปรใดก็ขึ้นอยู่กับคำถามวิจัยด้วย



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากและความสูงของต้นกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด ( $y = 7.9951x$ ) ใช้สัญลักษณ์แทนชนิดดังนี้ (•) *Buahinia variegata* (+) *Bischofia javanica* (\*) *Hovenia dulcis* และ (Δ) *Prunus cerasoides*



### ข้อจำกัดในการวิจัย

ข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้มีด้วยกัน 2 ประการ คือ ขนาดตัวอย่างต้นกล้า และระยะเวลาการทดลอง ในเรื่องขนาดตัวอย่าง เนื่องจากพื้นที่ศึกษาได้รับการฟื้นฟูโดยปลูกต้นกล้าไปแล้วตั้งแต่ พ.ศ. 2555 ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถกำหนดจำนวนชนิดและจำนวนต้นกล้าที่จะพบได้ในแต่ละแปลง ดังนั้นพืชเป้าหมายจึงถูกคัดเลือกจากกลุ่มพืชที่ปลูกไปแล้ว และมีปรากฏอยู่ในบริเวณมากกว่าพืชชนิดอื่น นอกจากนั้น การกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องตัดหญ้า สร้างความเสียหายให้กับต้นกล้าได้ เช่น ตัดต้นกล้าขาดไป ทำให้แต่ละชนิดเหลือต้นกล้าสำหรับการเก็บข้อมูลน้อยกว่า 20 ต้นจึงเป็นเหตุให้ข้อมูลอาจไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ทางสถิติ การศึกษาในอนาคตควรเพิ่มขนาดตัวอย่างโดยจำเป็นต้องมีการปลูกต้นกล้าใหม่เพื่อทดลองในพื้นที่ที่ไม่มีการฟื้นฟูมาก่อน และเพิ่มความระมัดระวังในการกำจัดวัชพืช

ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งคือ ระยะเวลาการทดลองที่ครอบคลุมหนึ่งฤดูกาล ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของต้นกล้าทั้งการเจริญเติบโต และรอดชีวิตเพียงช่วงเวลาสั้น ดังนั้นในการศึกษาต่อไปจึงควรมีการเพิ่มระยะเวลาการเก็บข้อมูลให้ยาวขึ้น เพราะจะสามารถศึกษาถึงอิทธิพลของฤดูกาลกับการกำจัดวัชพืชต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้อีกด้วย นอกจากนั้นสิ่งที่ทำได้คืออาจทำการศึกษาในเรือนเพาะชำ โดยใช้การปลูกวัชพืชร่วมกับต้นกล้า (Additive method) (Radosevich, 1987)

### สรุปผลการวิจัย

สำหรับแปลงฟื้นฟูมีอายุ 1.5 ปี หลังจากปลูกต้นกล้า การกำจัดวัชพืชไม่ส่งผลต่อการรอดชีวิตของต้นกล้า แต่โอกาสการรอดชีวิตจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขนาดของต้นกล้า ดังนั้น ในการคัดเลือกต้นกล้าชนิดหนึ่ง ๆ เพื่อปลูกจึงควรเลือกต้นกล้าที่มีขนาดคอรากใหญ่กว่าก่อน

สำหรับต้นกล้าของพืชเป้าหมาย 4 ชนิด สามารถรอดชีวิตได้ดี (> 70 %) แม้ในแปลงที่ไม่กำจัดวัชพืช ทำให้เป็นพืชที่เหมาะสมที่จะปลูกได้ในพื้นที่ที่มีวัชพืชพอกพูนากินนี้ ทั้งนี้สามารถจัดอันดับพืช 4 ชนิดนี้ตามอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์และแนวโน้มการตอบสนองต่อการอยู่ร่วมกับวัชพืชได้ตามลำดับจากมากไปน้อย คือ นางพญาเสือโคร่ง (*P. cerasoides*) หมอนหิน (*H. dulcis*) เสี้ยวดอกขาว (*B. variegata*) และเตม (*B. javanica*)

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2557 ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่อนุเคราะห์พื้นที่วิจัยภายใต้ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ขอขอบคุณนายจตุภูมิ มีเสนา นายเจมส์ เอฟ แมกเวล นางสาวขวัญข้าว สิงหนณี นายทองหยด เชียงกันทา นางทองหลาว พิลา-กุล นางสมคิด คุณโกธา และนักศึกษาอาสาสมัคร สำหรับความช่วยเหลือในการออกภาคสนามเพื่อทำการทดลอง ระบุชนิดพืช และการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณ ผศ.ดร อังคณา อินตา และผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน สำหรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงบทความวิจัยนี้

### ภาคผนวก ชื่อชนิดไม้ท้องถิ่นที่พบในแปลงฟื้นฟูป่า

1. *Afzelia xylocarpa* (Kurz) Craib
2. *Alseodaphne andersonii* (King ex Hook.f.) Kosterm.
3. *Bauhinia variegata* L.
4. *Bischofia javanica* Blume
5. *Castanopsis calathiformis* (Skan) Rehder & E.H.Wilson
6. *Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.
7. *Syzygium albiflorum* (Duthie ex Kurz) Bahadur & R.C.Gaur
8. *Hovenia dulcis* Thunb
9. *Phoebe lanceolata* (Nees) Nees
10. *Prunus cerasoides* Buch.-Ham. ex D.Don.
11. *Sapindus rarak* DC.
12. *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.
13. *Castanopsis diversifolia* (Kurz) King ex Hook.f.
14. *Podocarpus nerifolius* D.Don
15. *Ficus auriculata* Lour.
16. *Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume

### เอกสารอ้างอิง

- Chazdon, R. L. (2003). Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspective of Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6(1): 51-71.
- Clarkson, B. D., McQueen, J. C., and Walbert, K. (2003). *Eupatorium cannabinum* Invasion of Ihupuku Swamp, Waverley. Centre for Biodiversity and Ecological Research, Department of Biological Sciences, The University of Waikato: CBER Contract Report No. 28.

- Daneshgar, P. and Shibu, J. (2009). *Imperata cylindrica*, an alien invasive grass, maintains control over nitrogen availability in an establishing pine forest. *Plant and Soil* 320(1): 209-218.
- Elliott, S. (2000). Defining forest restoration for wildlife conservation. pp. 13- 17 in Elliott, S., Kerby, J., Blakesley, D., Hardwick, K., Woods, K. and Anusarnsunthorn, V. (Eds). *Forest Restoration for wildlife conservation*. Chiang Mai University.
- Forest Restoration Research Unit. (2006). *How to plant a forest: the principles and practice of restoring tropical forest*. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand. pp. 65-72.
- Forest Restoration Research Unit. (2008). *Research for Restoring Tropical Forest Ecosystems: A Practical Guide*. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand. pp. 81-82.
- Froud – William, R. J. (2007). Chapter 2: Weed competition. Department of agriculture botany. University of reading, Whiteknights.
- Hasanuzzaman, M. (2013). Weed- crop competition. [http://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/crop-weed\\_competetion.pdf](http://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/crop-weed_competetion.pdf). Accessed 8 October 2013.
- Holl, K. D., Loik, M. E., Lin, E. H. V., and Samuels, I. A. (2000). Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration ecology* 8(4): 339-349.
- Hussain, F. and Abidi, N. (1991). Allelopathy exhibited by *Imperata cylindrica* (L.). P. Beauv. *Pakistan Journal of Botany* 23(1): 15 – 25.
- Moore R., Clark W. D., Vodopich D. S. (2003). *Botany*. 2nd ed. New York, NY: McGraw-Hill Companies, Inc. pp. 496-520.
- Nava, V. R., Fernandez, E. L., and del Amo, S. R. (1987). Allelopathic effects of green fronds of *Pteridium aquilinum* on cultivated plants, weeds, phytopathogenic fungi and bacteria. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 18(4): 357–379.
- R Development Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Available from URL <http://www.R-project.org>.
- Radosevich, S., R. (1987). Methods to study interactions among crops and weeds. *Weed Technology* 1: 190-198.
- Rajcan, I. and Swonton, C. J. (2001). Understanding maize–weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crop Research* 71(2): 139-150.
- Song, X., Li, J., Zhang, W., Tang, Y., Sun, Z., Cao, M. (2016). Variant responses of tree seedling to seasonal drought stress along an elevational transect in tropical montane forests. *Scientific Reports*. 6: 36438.
- Tyree, M. T., Engelbrecht, B. M. J., Vargas, G., and Kursar, T. A. (2003). Desiccation tolerance of five tropical seedlings in Panama relationship to a field assessment of drought performance. *Plant Physiology* 132(3): 1439–1447.
- Veenendaal, E. M., Swaine, M. D., Agyeman, V. K., Blay, D., Abebrese, I. K., and Mullins, C. E. (1996). Differences in plant and soil water relations in and around a forest gap in West Africa during the dry season may influence seedling establishment and survival. *Journal of Ecology* 84(1): 83–90.

