

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมและอายุของกล้าต่อการรอดตายและการเติบโตของพะยุงที่
ปลูกเสริมป่าธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ : ผลการศึกษาในปีแรก

The Effect of Environmental Factors and Seedling Age on the Survival
and Growth of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre)
for Enrichment Planting at Khao Yai National Park : Results from
the First Year

จุฑาทิพย์ รสสร้าง^{1,2}Juthathip Rossarang^{1,2}สมพร แม่ลิ้ม^{1,*}Somporn Maelim^{1,*}วาทีณี สวนผกา¹Wathinee Suanpaga¹¹ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

² สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 (ปราจีนบุรี) อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี 25000

Protected Areas Regional Office 1 (Prachin Buri) Mueang District, Prachin Buri Province 25000

*Corresponding Author, E-mail: fforspm@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 23 มีนาคม 2564

รับแก้ไข 11 พฤษภาคม 2564

รับลงพิมพ์ 18 พฤษภาคม 2564

ABSTRACT

The survival rate, growth, and relationship between the environmental factors and seedling growth of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre were reported. Planting was considered as treatment, with 6-months-old, 1-year-old, and 2-years-old seedlings planted in a dry evergreen forest, ecotone zones of deciduous forest mixed with dry evergreen forest, and mixed deciduous forest. The environmental factors were recorded monthly for a year. Growth and survival of *D. cochinchinensis* seedlings was measured every 3 months for a year. The results indicate that the survival rate of seedlings was significantly different among the various age classes of seedlings and among planting sites ($p < 0.05$). We observed the highest average survival rate for 6-months-old seedlings growing in dry evergreen forest. The averages of monthly increment in diameter at ground level (D_0) and height, for seedlings in various age classes, were significantly different during the first 3 months only. The averages of monthly increment in diameter at ground level (D_0) of 6-months-old, 1-year-old and 2-years-old seedling were 0.34, 0.38, and 0.11 mm./month, respectively, while the averages of increment in height were found

to be 1.17, 0.98, and 4.11 cm./month, respectively. The studies of relationships between growth characteristics of *D. cochinchinensis* seedlings and the environmental factors showed that soil temperature, rainfall, and soil moisture content were significantly related to diameter at ground level (D_0) and height of seedlings, while air temperature, rainfall, and light intensity were significantly related to their survival rate. With regards to the survival rate and the growth of *D. cochinchinensis*, it can be concluded that seedlings between the ages of 6 months - 1 year were suitable in enrichment planting.

Keywords: *Dalbergia cochinchinensis*, Environmental factors, Growth rate, Survival rate, Khao Yai national park

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราการรอดตาย การเติบโต และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการต่อการเติบโตของกล้าพะยู่ที่ปลูกเสริมในพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยนำกล้าพะยู่อายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี ไปปลูกในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าแนวรอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณกับป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ เก็บข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมทุกเดือน วัดการเติบโตและการรอดตายของกล้าทุก 3 เดือน เป็นเวลา 1 ปี พบว่า อัตราการรอดตายของกล้าพะยู่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชั้นอายุของกล้าและพื้นที่ปลูก ($p < 0.05$) โดยกล้าอายุ 6 เดือน และพื้นที่ป่าดิบแล้ง มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด ด้านการเติบโต พบว่า ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายเดือนของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินและความสูง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชั้นอายุของกล้าในช่วง 3 เดือนแรก โดยกล้า 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินเท่ากับ 0.34, 0.38 และ 0.11 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และความเพิ่มพูนเฉลี่ยด้านความสูงเท่ากับ 1.17, 0.98 และ 4.11 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของกล้าพะยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ พบว่า อุณหภูมิดิน ปริมาณน้ำฝน และความชื้นดิน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติบโตของกล้าพะยู่ ส่วนอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นแสง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราการรอดตาย เมื่อพิจารณาทั้งจากอัตราการรอดตายและการเติบโตของพะยู่ สามารถสรุปได้ว่ากล้าพะยู่อายุ 6 เดือน ถึง 1 ปี มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกเสริมป่าธรรมชาติ

คำสำคัญ: พะยู่ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม การเติบโต การรอดตาย อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

คำนำ

พะยู่ (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) อยู่ในวงศ์ FABACEAE ชื่อสามัญ คือ Siamese rosewood, Thailand rosewood และ Vietnamese

rosewood เป็นไม้ท้องถิ่นของเอเชีย มีถิ่นกำเนิดในคาบสมุทรมอินโดจีน ได้แก่ ประเทศลาว กัมพูชา เวียดนาม และไทย สำหรับประเทศไทยพบการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในสังคมป่าดิบแล้ง และ

ป่าเบญจพรรณ ทางภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Eiadthong and Tangmitcharoen, 2016) ไม้พะยุงเป็นไม้เนื้อละเอียด เนื้อแข็งทนทาน และชักเงาได้ดี จึงนิยมนำไปทำเครื่องเรือน เครื่องประดับบ้าน โต๊ะหมู่บูชา และเครื่องดนตรี เป็นต้น ปัจจุบันพะยุงถูกจัดให้มีสถานภาพอยู่ในภาวะมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable; VU) (IUCN, 1998) มีราคาแพงและเป็นไม้ที่มีความต้องการสูงในตลาดโลกโดยเฉพาะประเทศจีน จึงส่งผลให้เกิดการลักลอบตัดในพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยพิจารณาได้จากสถิติการดำเนินคดีเกี่ยวกับการป่าไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2563 ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่า มีการดำเนินคดีเกี่ยวกับไม้พะยุงรวมทั้งหมด 9,035 คดี ตรวจยึดไม้พะยุงคิดเป็นปริมาตรทั้งหมด 5,348 ลูกบาศก์เมตร (DNP, 2020) ซึ่งส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากรของพะยุงที่ลดลงในพื้นที่ป่าธรรมชาติ สำหรับมาตรการในการป้องกันแก้ไขสถานการณ์ปัญหาการลักลอบตัดไม้พะยุงนั้น ภาครัฐได้เร่งรัดการดำเนินการจับกุมและเอาผิดผู้กระทำผิด และได้มีการบรรจุพะยุงไว้ในบัญชีแนบท้ายที่ 2 ของอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งคุ้มครองชนิดพันธุ์สัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ หรือ ซีเตส (CITES)

จากข้อมูลการสำรวจไม้พะยุงในผืนป่าตะวันออก ซึ่งเป็นผืนป่าที่พบพะยุงเป็นจำนวนมาก และมีปัญหาการลักลอบตัดอยู่เสมอ พบว่า ไม้พะยุงมักขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ไม่พบต้นที่มีขนาดใหญ่ พบต้นกล้าที่เกิดจากเมล็ดมีเป็นจำนวนน้อยมาก เนื่องจากเมล็ดมีจำนวนน้อยหรือไม่ออกเมล็ดทุกปี ส่วนเมล็ดที่ได้อาจถูกแมลงและเชื้อโรคทำลาย รวมทั้งพื้นที่บริเวณนั้นถูกปกคลุมด้วยแมไม้อื่น แสงสว่างไม่เพียงพอต่อการเติบโตของกล้าพะยุงในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ส่งผลต่อการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ

ของพะยุงทำให้สูญเสียชีวิตพะยุงที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดี หรือเหลือไว้เพียงต้นที่มีลักษณะที่ไม่ดี อาจทำให้พันธุกรรมที่ดีของไม้พะยุงสูญหายไป ดังนั้น การปลูกเสริมเพื่อฟื้นฟูประชากรไม้พะยุง จึงเป็นการช่วยลดระยะเวลาของการทดแทนตามธรรมชาติให้สั้นลง ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการลดลงของประชากรและการกระจายพันธุ์ของไม้พะยุงในพื้นที่ที่เคยถูกบุกรุกและลักลอบตัดไม้พะยุงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (DNP, 2013)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการรอดตาย การเติบโตของกล้าพะยุงแต่ละช่วงอายุ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการต่อการเติบโตของกล้าพะยุง ในพื้นที่ป่าธรรมชาติในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ในการพิจารณาคัดเลือกกล้าพะยุงที่มีความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ของป่าแต่ละประเภทที่จะทำการปลูกพะยุงเพื่อเสริมในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป ตลอดทั้งเป็นแนวทางในการวางแผนการปลูกและดูแลรักษากล้าพะยุงให้เติบโตและมีอัตราการรอดตายเหมาะสม เพื่อเพิ่มความหลากหลายของพันธุกรรมพะยุงในป่าธรรมชาติ นำไปสู่ความสำเร็จของการปลูกเสริมเพื่อฟื้นฟูป่าธรรมชาติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยวางแผนทดลอง ใน 3 พื้นที่ (Figure 1) ได้แก่

1. พื้นที่ป่าดิบแล้ง บริเวณศูนย์บริการนักท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตำบลหมูสี อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พิกัด X: 762228 Y: 1591351

2. พื้นที่ป่าแนวรอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณ กับป่าดิบแล้ง บริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ขย.11 (คลองเพกา) ตำบลบ้านหอยอำเภอประจักษ์ศิลปาคม

จังหวัดปราจีนบุรี พิกัด X: 770858 Y: 1569028

3. พื้นที่ป่าเบญจพรรณ บริเวณหน่วยพิทักษ์ อุทยานแห่งชาติที่ ขย.12 (เนินหอม) ตำบลเนินหอม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี พิกัด X: 759896 Y: 1573744

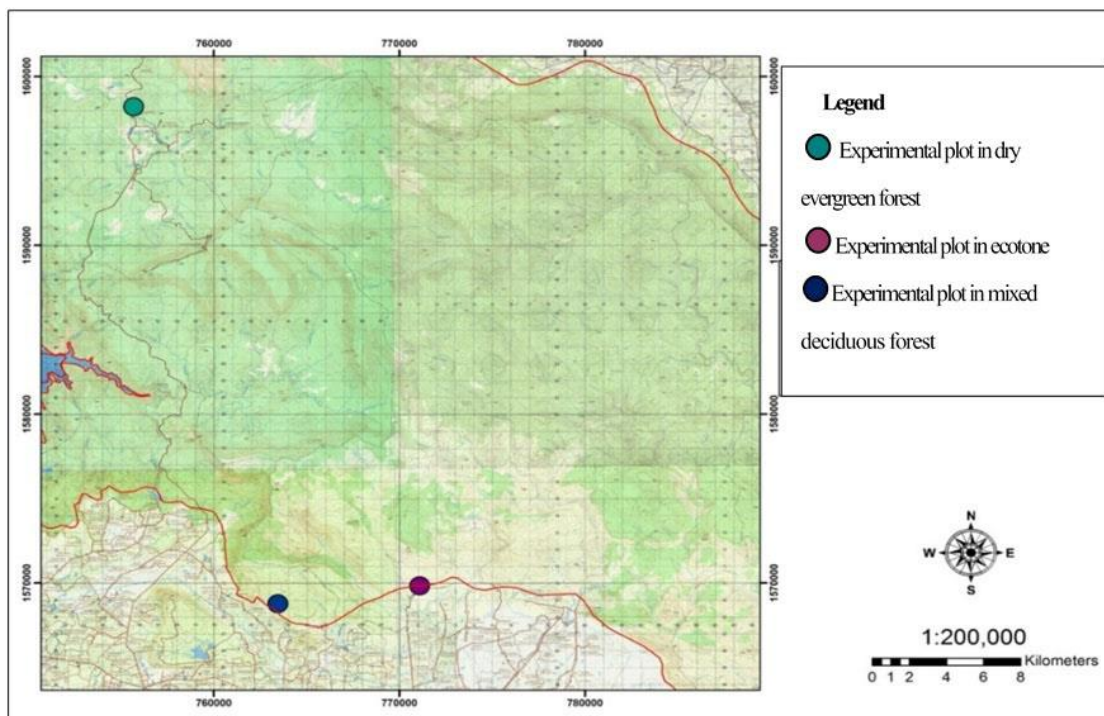


Figure 1 The study area and experimental plots at the Khao Yai national park.

การวางแผนการทดลอง

เตรียมกล้าพะยุงจากการเพาะเมล็ด แบ่งเป็นกล้าอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี เนื่องจากกล้าอายุ 2 ปี มีความสูงที่ส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายไปปลูกในพื้นที่ ก่อนนำไปปลูกจึงได้ตัดให้มีความสูงเหลือเพียง 10 เซนติเมตร เพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย จำนวนอย่างละ 108 ต้น วางแผนการทดลองแบบ Series of Experiments โดย

แต่ละพื้นที่ที่ใช้การทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ใช้กล้าพะยุง 3 ชั้นอายุ เป็นสิ่งทดลอง (ทรีทเมนต์) แต่ละซ้ำปลูกกล้าพะยุง 12 ต้น/ชั้นอายุ โดยใช้ระยะปลูก 60x60 เซนติเมตร โดยเริ่มปลูกตั้งแต่วันที่ 22-31 พฤษภาคม 2562 และเก็บข้อมูลจนถึง 31 พฤษภาคม 2563 เป็นระยะเวลา 12 เดือน

การเก็บข้อมูล

1. เก็บข้อมูลการเติบโตและการรอดตายของกล้าพะยูนในแปลงทดลอง โดยวัดการเติบโตทางด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดิน (D_0) และสำรวจการรอดตายของกล้าไม้ทุก ๆ 3 เดือน คือ เดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 หลังการปลูก

2. เก็บข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยทำการวัดอุณหภูมิดิน ความชื้นดิน ความเข้มแสง และใช้ Button Humidity & Temperature Data Logger เก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และสุ่มถ่ายภาพเรือนยอด (hemispherical photos) ด้วยกล้องถ่ายภาพที่ติดตั้งเลนส์ตาปลา ในแปลงทดลองของพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าแนวรอยต่อ และป่าเบญจพรรณ ทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือน ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนมอสิงโต (อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่) และสถานีอุตุนิยมวิทยานครนายก (เขาเขียว)

3. สุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความลึก 0–50 เซนติเมตร ของแปลงทดลองในแต่ละพื้นที่ พื้นที่ละ 3 ตัวอย่าง ให้ได้ตัวอย่างละ 200 กรัม เพื่อวิเคราะห์เนื้อดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) อินทรีย์วัตถุ (organic matter) และปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) โดยทำการเก็บจำนวน 1 ครั้ง ช่วงเดือนพฤษภาคม 2562 ก่อนการนำกล้าไม้ไปปลูกในแปลงทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ ของอัตราการรอดตาย การเติบโตทางด้านความสูง และขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางระดับชดดินโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) หากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะจัดกลุ่มของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยโปรแกรม R และวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการเติบโต อัตราการรอดตาย และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ เพื่อเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรข้างต้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์

อัตราการรอดตาย

จากการนำกล้าพะยูนมาปลูกเป็นระยะเวลา 12 เดือน ได้ทำการสรุปอัตราการรอดตายของกล้าเป็น 4 ช่วง คือ เดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 (Figure 2) จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนอัตราการรอดตายของกล้าพะยูนพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างชั้นอายุของกล้าและระหว่างพื้นที่ปลูก ($p < 0.05$) โดยกล้าพะยูนอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี เมื่อปลูกครบ 12 เดือน มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 91.67, 86.11 และ 52.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปลูก พบว่า ป่าดิบแล้ง ป่าแนวรอยต่อ และป่าเบญจพรรณ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยของกล้าไม้พะยูน เท่ากับ 86.11, 79.63 และ 64.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอัตราการรอดตายจะเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัดในเดือนที่ 6 หลังการปลูก (พฤศจิกายน) ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนเริ่มตกน้อยลงกำลังเข้าสู่ฤดูแล้ง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพียง 1.2 มิลลิเมตร

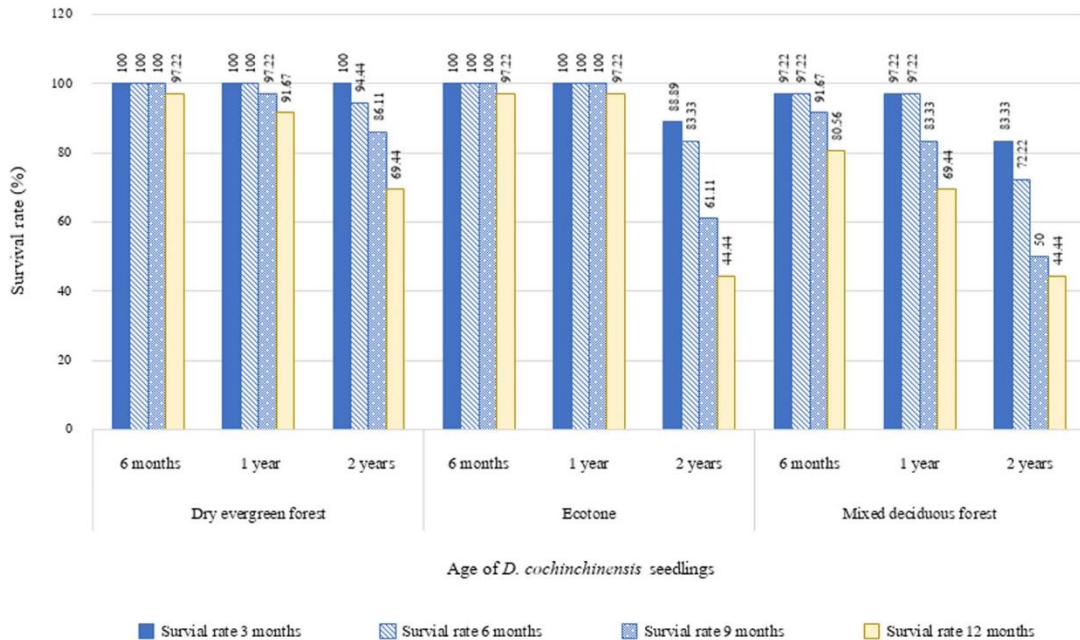


Figure 2 Survival rate of *D. cochinchinensis* seedlings growing at Khao Yai national park

ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Songkai *et al.* (1990) ที่ได้ทดลองเปรียบเทียบการรอดตายของการปลูกไม้ประดู่โดยใช้กล้าไม้ที่มีอายุ 6 เดือน 12 เดือน และโดยใช้เหง้า พบว่า อัตราการรอดตาย เท่ากับ 95, 96 และ 84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งอัตราการรอดตาย มีความใกล้เคียงกันทั้ง 3 ชั้นอายุ เนื่องจากเป็นการทดลองในเรือนเพาะชำ มีการควบคุมปัจจัยอื่นและบำรุงดูแลรักษากล้าไม้อย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ การรอดตายอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ปริมาณน้ำ การเข้าทำลายของโรคและแมลง และการเกิดไฟไหม้ในแปลง (Saenkamphaeng, 2017)

การเติบโตของกล้าพะยูน

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดิน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดินเฉลี่ยของกล้าพะยูนที่นำไปปลูกเสริมในพื้นที่ป่า โดย

ปลูกเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2562-พฤษภาคม 2563 ในพื้นที่ป่าดิบแล้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดินเฉลี่ยของกล้าอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี เท่ากับ 4.03, 5.04 และ 7.85 มิลลิเมตรตามลำดับ ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีค่าเท่ากับ 4.04, 5.87 และ 7.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีค่าเท่ากับ 4.27, 4.95 และ 7.95 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 1) จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดิน พบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างชั้นอายุของกล้าและระหว่างพื้นที่ป่าแต่ละประเภท ($p \geq 0.05$) 2. ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายเดือนของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดินความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายเดือนของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชดดินกล้าพะยูน โดยสรุปข้อมูลเป็น 4 ช่วง คือ 3, 6, 9 และ 12 เดือน หลังการปลูก พบว่า

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชั้นอายุของกล้า ($p < 0.05$) เฉพาะในช่วง 3 เดือนแรกเท่านั้น โดยกล้าอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ความเพิ่มพูนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.27, 0.32 และ 0.09 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.35, 0.47 และ 0.10 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.39, 0.36 และ 0.15 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งพบว่ากล้าอายุ 6 เดือน และ 1 ปี มีแนวโน้มเติบโตได้ดีกว่ากล้าอายุ 2 ปี จากการศึกษาของ Sonngai *et al.* (1990) ที่ได้ศึกษาการเติบโตของประดู่ที่ปลูกโดยใช้กล้าอายุ 6 เดือน 12 เดือน และโดยใช้เหง้าพบว่า การเติบโตสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 2.22, 2.34 และ 3.24 ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่ชี้ให้เห็นว่า กล้าอายุ 6 เดือน และ 1 ปี มีอัตราการเติบโตที่ใกล้เคียงและไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนพื้นที่ปลูกแต่ละประเภทมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวยังพบว่า การเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับซิดดินเริ่มมีค่าเฉลี่ยลดลงในช่วงเดือนที่ 6 ถึงเดือนที่ 9 เป็นช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ อยู่ในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพียง 1.2 มิลลิเมตร ส่งผลให้การเติบโตลดลงอย่างเห็นได้ชัด

3. ความสูง

ความสูงเฉลี่ยของกล้าพะยู่ที่นำไปปลูกเสริมในพื้นที่ป่า โดยปลูกเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2562 ถึง พฤษภาคม 2563 ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง มีความสูงเฉลี่ยของกล้าอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี เท่ากับ 23.51, 45.79 และ 18.94 เซนติเมตร ตามลำดับ ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีความสูงเฉลี่ย 31.50, 53.73 และ 24.56 เซนติเมตร ตามลำดับ และในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีความสูงเฉลี่ย

31.98, 45.76 และ 34.34 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความสูงของกล้าพะยู่ พบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพื้นที่ปลูกแต่ละประเภท ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชั้นอายุของกล้า ($p < 0.05$) โดยกล้าอายุ 1 ปี มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนกล้าอายุ 2 ปี ได้ถูกตัดให้มีความสูงเหลือเพียง 10 เซนติเมตร ก่อนนำไปปลูก จึงส่งผลให้ความสูงเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด

4. ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายเดือนของความสูง

ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายเดือนของความสูงกล้าพะยู่ โดยสรุปข้อมูลเป็น 4 ช่วง คือ 3, 6, 9 และ 12 เดือน หลังการปลูก พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชั้นอายุของกล้า ($p < 0.05$) เฉพาะในเดือนที่ 3 เท่านั้น โดยกล้าอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ความเพิ่มพูนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ -0.06, -1.57 และ 2.37 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.07, 2.37 และ 3.77 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ และในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.51, 2.13 และ 6.19 เซนติเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Table 1) จากค่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายเดือนของความสูงกล้าพะยู่ พบว่า การเติบโตด้านความสูงจะสูงสุดในช่วง 3 เดือนแรกของการปลูก เช่นเดียวกับการเติบโตด้านความโต เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนถึง 440 มิลลิเมตร และเมื่อพิจารณาจากชั้นอายุของกล้า พบว่า กล้าอายุ 2 ปี มีการเติบโตด้านความสูงดีกว่ากล้าอายุ 6 เดือน และ 1 ปี เนื่องจากกล้าอายุ 2 ปี ถูกตัดให้สั้นลงไม่เหลือใบ พืชจึงเร่งสร้างใบเพื่อใช้สร้างอาหาร ซึ่งในขณะนี้ความสูงของต้นกล้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ จากการสังเกตของผู้ศึกษา พบว่า ความสูงของ

Table 1 Average diameter at ground level (D_0), total height (H), mean monthly increment of D_0 and H of *D. cochinchinensis* seedlings in the study area at Khao Yai national park.

Forest types	Type of seedling	D_0 (mm)				Monthly increment of D_0 (mm. month ⁻¹)				H (cm)				Monthly increment of H (cm.month ⁻¹)			
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Dry evergreen forest	6 months	3.03	3.36	3.63	4.03	0.27 ^a	0.11	0.09	0.13	23.92 ^a	23.07 ^a	23.36 ^a	23.51 ^a	-0.06 ^a	-0.28	0.10	-0.04
	1 year	4.17	4.50	4.70	5.04	0.32 ^a	0.11	0.06	0.09	45.42 ^a	45.01 ^a	45.86 ^a	45.79 ^a	-1.57 ^a	-0.14	0.18	-0.22
	2 years	7.18	7.43	7.62	7.85	0.09 ^b	0.09	0.08	0.14	17.11 ^b	16.82 ^b	17.39 ^b	18.94 ^b	2.37 ^b	-0.24	0.09	-0.01
Ecotone	6 months	3.13	3.38	3.59	4.04	0.35 ^a	0.08	0.07	0.15	31.92 ^a	33.07 ^a	33.56 ^a	31.50 ^a	2.07 ^a	0.38	0.16	-0.67
	1 year	4.83	5.11	5.48	5.87	0.47 ^a	0.09	0.12	0.16	57.36 ^a	57.61 ^a	58.11 ^a	53.73 ^a	2.37 ^a	0.08	0.17	-1.79
	2 years	6.89	6.98	7.10	7.63	0.10 ^b	0.05	0.08	0.16	21.31 ^b	20.17 ^b	22.45 ^b	24.56 ^b	3.77 ^b	-0.61	0.09	0.54
Mixed deciduous forest	6 months	3.50	3.76	3.99	4.27	0.39 ^a	0.09	0.07	0.10	31.03 ^a	31.86 ^a	30.79 ^a	31.98 ^a	1.51 ^a	0.28	-	0.43
	1 year	4.04	4.35	4.58	4.95	0.36 ^a	0.10	0.09	0.08	41.06 ^a	41.60 ^a	42.67 ^a	45.76 ^a	2.13 ^a	0.18	0.09	0.36
	2 years	7.10	7.32	7.60	7.95	0.15 ^b	0.08	0.10	0.14	28.57 ^b	30.46 ^b	32.56 ^b	34.34 ^b	6.19 ^b	-0.05	0.24	0.26

Remark: Values in columns followed by the same letter indicate no significant difference at the 95% level of confidence as determined by the Duncan's New Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

กล้าพะยุงที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน ไม่ได้มาจากเพียงแค่กระบวนการเจริญเติบโตเท่านั้น แต่ยังพบว่ามีปัจจัยอื่นที่ส่งผลให้ความสูงของกล้าพะยุงเปลี่ยนแปลงได้แก่ สัตว์ป่าแทะกิน การแห้งและหักของยอดไม้ตามธรรมชาติ เป็นต้น

ทั้งนี้ การเติบโตของกล้าพะยุงทั้งด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินและความสูงมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Jaisue (2006) ซึ่งได้ศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเติบโตของกล้าพะยุง ณ สถานีวิจัยวนเกษตรตราด เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยวัดการเติบโตทุก 3 เดือน พบว่า กล้าพะยุงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินเท่ากับ 5.6-6.6 มิลลิเมตร มีความสูง เท่ากับ 33.8-35.00 เซนติเมตร

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

1. พื้นที่ป่าดิบแล้ง มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22.72 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย 87.07 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรเฉลี่ย 23.97 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 3,124 มิลลิเมตร ความชื้นดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร เฉลี่ย 6.21 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงเฉลี่ย 3,370 ลักซ์ ช่องว่างระหว่างเรือนยอดเฉลี่ย 19.30 เปอร์เซ็นต์ ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียว (clay) ดินมีความเป็นกรดรุนแรงมาก มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ยเท่ากับ 1.16, 21.51, 54.19 และ 17.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2)

2. พื้นที่ป่าแนวรอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณกับป่าดิบแล้ง มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.79 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย 77.25 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิดินเฉลี่ย 31.01 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,699 มิลลิเมตร ความชื้นดินเฉลี่ย 2.22 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงเฉลี่ย 13,320 ลักซ์ ช่องว่างระหว่างเรือนยอดเฉลี่ย 26.70 เปอร์เซ็นต์ ดินมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินมีความเป็นกรดจัดมาก มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ยเท่ากับ 2.38, 23.67, 45.25 และ 30.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2)

3. พื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.69 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย 76.50 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิดินเฉลี่ย 30.76 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,699 มิลลิเมตร ความชื้นดินเฉลี่ย 2.36 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงเฉลี่ย 14,180 ลักซ์ ช่องว่างระหว่างเรือนยอดเฉลี่ย 21.74 เปอร์เซ็นต์ ดินมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) ดินมีความเป็นกรดจัดมาก มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ยเท่ากับ 1.00, 51.55, 29.73 และ 28.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2)

จากผลการศึกษาสภาพอากาศมีความสอดคล้องกับ Chamoi (2012) ซึ่งได้รายงานข้อมูลปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 22.7-30.2 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าระหว่าง 61.55-89.23 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

Table 2 Environmental factors (EF) measured in the study area at Khao Yai national park.

EF Forest Types	AT (°C)	RH (%)	R (mm)	ST (°C)	SM (%)	CG (%)	L (lux)	Soil properties						
								Soil Texture	pH (1:1)	% OM	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Dry evergreen forest	22.72	87.07	3,124	23.97	6.21	19.30	3,370	Clay	4.42	2.65	1.16	21.51	54.19	17.82
Ecotone	27.79	77.25	1,699	31.01	2.22	26.70	13,320	Sandy Clay Loam	4.92	2.89	2.38	23.67	45.25	30.87
Mixed deciduous forest	27.69	76.50	1,699	30.76	2.36	21.74	14,180	Clay Loam	4.57	2.42	1.00	51.55	29.73	28.19

Remark: AT = Air temperature, RH = Relative humidity, R = Rainfall, ST = Soil temperature, SM = Soil moisture, CG = Canopy gap, L = Light intensity, OM =Organic matter

ต่อเดือน 329 มิลลิเมตร ส่วนฤดูแล้งอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนเพียง 0.3 มิลลิเมตร ด้านคุณสมบัติดินมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Wichienopparat *et al.* (2014) พบว่า ลักษณะของดินในแหล่งกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้พะยูนในกลุ่มป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่ ดินมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย และดินร่วนเหนียว ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัด (pH 3.7-5.1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางถึงสูงมาก โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปานกลางถึงสูง แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ เช่นเดียวกับปริมาณธาตุอาหารพืชจากการศึกษาครั้งนี้ ดังที่ได้อธิบายในข้างต้น เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของ Land Development Department (2004) พบว่า มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดดินไม่มีแร่ของธาตุต่างๆ เป็นองค์ประกอบ ตลอดทั้งดินมีค่าพีเอชที่อยู่ในระดับกรดจัด ซึ่งมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในดินอย่างเห็นได้ชัด (Department of Soil Science, 2001)

ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของกล้าพะยูนและปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการในพื้นที่ศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกล้าแต่ละอายุ การเติบโต อัตราการรอดตาย และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) แสดงข้อมูลดัง Table 3 พบว่า การเติบโตส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์

กับอุณหภูมิดิน ปริมาณน้ำฝน และความชื้นดิน โดยอุณหภูมิดินมีความสัมพันธ์ทางลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติบโตทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินและความสูง เนื่องจากดินที่มีอุณหภูมิสูงส่งผลให้รากดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้น้อยทำให้การเติบโตลดลง ส่วนปริมาณน้ำฝนและความชื้นดินมีความสัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินและความสูง กล่าวคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนและความชื้นดินมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินและความสูงเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mai *et al.* (2019) ซึ่งได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและการเติบโตของกล้าพะยูน พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีซึ่งส่งผลต่อความชื้นดินมีความสัมพันธ์ต่อการเติบโตของกล้าพะยูนอยู่ในระดับสูงมาก ส่วนอัตราการรอดตายมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณน้ำฝนเช่นเดียวกับการเติบโต แต่มีความสัมพันธ์ทางลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสง กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิอากาศและความเข้มแสงมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการรอดตายลดลง ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Moonchan (2017) ได้รายงานว่ารากพะยูนเติบโตได้ดีที่ความเข้มแสงสูง จากการศึกษานี้พบว่าในช่วงที่กล้าไม่เริ่มมีอายุมากขึ้นการรอดตายลดน้อยลงเป็นช่วงเดียวกับฤดูแล้งที่มีอุณหภูมิสูง ต้นไม้ในพื้นที่ที่ทิ้งใบเกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดทำให้ความเข้มแสงมากขึ้น จึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดตายที่ลดลง

Table 3 Relationships between the growth traits of 12 month old *D. cochinchinensis* seedlings and environmental factors.

Variables	D2	D3	H1	H2	H3	Sur1	Sur2	Sur3	AT	RH	R	ST	SM	L
D1	0.86**	0.58*	0.44	0.44	0.54	-0.20	-0.01	0.32	0.31	0.65*	0.63*	-0.81**	0.65*	-0.33
D2		0.32	0.20	0.06	0.61*	-0.11	0.06	0.37	0.29	0.51	0.53*	-0.72**	0.63*	-0.29
D3			0.34	0.52	0.25	-0.40	-0.31	-0.15	0.44	0.02	-0.14	-0.30	0.01	0.08
H1				0.86**	0.73**	-0.01	0.09	0.16	0.03	0.36	0.31	-0.73**	0.40	-0.25
H2					0.47	0.07	0.15	0.16	-0.10	0.32	0.26	-0.59*	0.31	-0.24
H3						0.11	0.22	0.40	0.06	0.39	0.53*	-0.83**	0.65*	-0.35
Sur1							0.97**	0.83**	-0.88**	0.37	0.13	-0.10	0.39	-0.67*
Sur2								0.90**	-0.87**	0.52	0.25	-0.29	0.51	-0.80**
Sur3									-0.65*	0.76**	0.50*	-0.52	0.78**	-0.81**

Remark: D1=Diameter at root collar of 6 months old seedling, D2= Diameter at root collar of 1 year old seedling, D3= Diameter at root collar of 2 years old seedling, H1= Height of 6 months old seedling, H2= Height of 1 year old seedling, H3= Height of 2 years old seedling, Sur1= survival rate of 6 months old seedling, Sur2= survival rate of 1 year old seedling, Sur3= survival rate of 2 years old seedling, AT= Air temperature, RH = Relative humidity, R = Rainfall, ST=Soil temperature, SM= Soil moisture, L= Light intensity, * = significant difference at p-value < 0.05, **= highly significant difference at p-value < 0.01

สรุป

จากการทดลองนำกล้าพะยูนอายุ 6 เดือน 1 ปี และ 2 ปี ไปปลูกเป็นเวลา 12 เดือน พบว่า กล้าพะยูนอายุ 6 เดือน มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ปลูก ในพื้นที่ป่าดิบแล้งกล้าพะยูนมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนการเติบโตของกล้าพะยูนทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินและความสูง มีความแตกต่างกันระหว่างชั้นอายุของกล้า ในช่วง 3 เดือนแรกของการปลูกเท่านั้น โดยความเพิ่มพูนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดินกล้าอายุ 6 เดือน และ 1 ปี มีแนวโน้มเติบโตดีกว่ากล้าอายุ 2 ปี ส่วนความเพิ่มพูนเฉลี่ยด้านความสูง กล้าอายุ 2 ปี มีอัตราการเติบโตที่ดีกว่า และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเติบโตของกล้าพะยูน พบว่า การเติบโตของกล้าพะยูน มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดิน ปริมาณน้ำฝน และความชื้นดิน ส่วนอัตราการรอดตายของกล้า มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน และความเข้มแสง

เมื่อพิจารณาจากอัตราการรอดตาย การเติบโตของกล้าพะยูนในช่วง 12 เดือนแรก และความสะดวกในการย้ายกล้าเพื่อนำไปปลูกในพื้นที่ ควรเลือกกล้าที่มีอายุระหว่าง 6 เดือน ถึง 1 ปี ในการปลูกเพื่อฟื้นฟูหรือปลูกเสริมในป่าธรรมชาติ เนื่องจากสามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี รวมทั้งประหยัดงบประมาณในการดูแลกล้าไม้ในเรือนเพาะชำ ทั้งนี้ การศึกษาเรื่องการเติบโตของกล้าพะยูน ควรมีระยะเวลาในการศึกษามากกว่า 1 ปี โดยศึกษาอย่างต่อเนื่องประมาณ 3-5 ปี เพราะพะยูนมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า ลักษณะการเติบโตแต่ละช่วงแตกต่างกัน และควรมีการศึกษาเรื่องโรคและแมลงที่ทำลายกล้า

พะยูนเพิ่มเติม เนื่องจากการตายของกล้าพะยูนบางส่วน พบว่ามีสาเหตุมาจากแมลงในพื้นที่

REFERENCES

- Chamoi, C. 2012. Leaf Litter Decomposition Rates and Fungal Diversity of *Lagerstroemia calyculata* Kurz. in the Dry Evergreen Forest and Mixed Deciduous Forest of Khao Yai National Park. M.S. Thesis, Kasetsart University. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation (DNP). 2013. Natural reproduction and the survival of rosewood in conservation forests. **Forest and Plant Conservation Research Pamphlet** 5(3):2-5.
- Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation (DNP). 2020. **Summary of the Forest offense Report of Agencies under the Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.** source: <http://portal.dnp.go.th/Content?contentId=2134>, May 2, 2021.
- Department of Soil Science. 2001. **Introduction to Soil Science.** 9th edn. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok.
- Eiadthong, W. and S. Tangmitcharoen. 2016. **Ecological Characteristics, Species Distribution and Demographic Status of the Siamese Rosewood in Thailand.** source: <http://www.conference.forest>.

- ku.ac.th/iDocument/edit_20150401_182245.pdf, February 7, 2020.
- IUCN. 1998. **IUCN Red List of Threatened Species.** source: <https://www.iucnredlist.org/species/32625/9719096>, February 10, 2021.
- Jaisue, R. 2006. **Growth and Survival Rate of Three Seedling Species Enrichment Planted in 24 Years-Old Mixed Reforestation at Trat Agroforestry Research Station.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- Land Development Department. 2004. **Handbook for Analyzing Soil Samples, Water, Plant Fertilizers, Soil Amendments and Analysis for Product Certification.** Office of Science for Land Development, Bangkok.
- Mai, B., Z. Hong, D. Xu, M. Luo, N. Zhang and X. Huang. 2019. Geographical variation and genetic stability of seedling traits of *Dalbergia cochinchinensis* from different provenances. **Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)** 43 (2): 168-174
- Moonchan, S. 2017. **Effect of Light Intensity on Growth and Photosynthesis Related Variables of Forest Tree Seedlings.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- Saenkamphaeng, P. 2017. **Effect of Spacings on Growth and Health of 2-4 Year-old *Dalbergia cochinchinensis* Pierre at Ratchaburi Silvicultural Research Station, Pak Tho District, Ratchaburi Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- Songchai, A., B. Boontawee, T. Vutivijam and R. Thaingam. 1990. Survival and growth of *Pterocarpus Macrocarpus* planted by stumps and containerized seedlings. **Thai Journal of Forestry** 9(1): 48-54.
- Wichienopparat, W, S. Nimpila and A. Sasrisang. 2014. **Soil Characteristics in Natural Distributions of *Dalbergia cochinchinensis*.** Royal Forest Department of Thailand, Bangkok.
-