

# การพัฒนาแคปซูลเมล็ดไม้เพื่อการฟื้นฟูป่า

## Development of Seed Capsules for Forest Restoration

พรเทพ เหมือนพงษ์\*

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
วิทยาเขตบางเขน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Ponthep Meunpong\*

Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University,  
Bangkhen Campus, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Received: March 23, 2018; Accepted: April 2, 2018

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแคปซูลเมล็ดไม้และคัดเลือกชนิดของไม้ที่สามารถใช้ประโยชน์เพื่อฟื้นฟูป่าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เมล็ดไม้ที่มีสมบัติเหมาะสม จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ นนทรีป่า [*Peltophorum dasyrachis* (Miq.) Kurz] พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) และถ่อน [*Albizia procera* (Roxb.) Benth.] นำมาผลิตเป็นแคปซูลเมล็ดไม้ โดยมีองค์ประกอบที่ใช้ทำเป็นแคปซูล 5 รูปแบบ ได้แก่ (1) ปุ๋ยเคมี (2) ไมคอร์ไรซา (3) ปุ๋ยเคมี + ไมคอร์ไรซา (4) เมล็ดไม้เปล่าในแคปซูล และ (5) เมล็ดไม้เปล่า ผลการทดสอบพบว่าถ่อน พะยูง และประดู่ป่ามีอัตราการงอกและรอดตายสูงกว่าชนิดอื่น ๆ อีกทั้งยังสามารถเจริญเติบโตดีในพื้นที่ต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน ชนิดไม้เหล่านี้มีเมล็ดไม้ที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ดังนั้นจึงสามารถผลิตเป็นแคปซูลเมล็ดไม้ที่มีขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร น้ำหนักไม่เกิน 1 กรัม เป็นอย่างดี โดยการขึ้นรูปเป็นแคปซูลนั้นสามารถใช้ Bentonite clay ร่วมกับเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีส่วนช่วยให้รากของกล้าไม้สามารถหาอาหารได้มากขึ้น

คำสำคัญ : แคปซูลเมล็ดไม้; การฟื้นฟูป่า; อากาศยานไร้คนขับ

### Abstract

This study aims to develop seed capsules with pioneer tree species with fire and drought resistant for forest restoration by using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) instead of planting tree by forest workers. The appropriate species were selected including *Peltophorum dasyrachis* (Miq.) Kurz, *Dalbergia cochinchinensis* Pierre, *Phyllanthus emblica* L., *Pterocarpus macrocarpus* Kurz, and *Albizia procera* (Roxb.) Benth. Seed capsule were divided to 5 categories, i.e. (1) chemical fertilizer, (2) mycorrhiza, (3) chemical fertilizer + mycorrhiza, (4) seed in bentonite capsule, and (5) bare seed. The results showed that the most suitable species in both abandoned maize field and forest canopy gap

are *Albizia procera* (Roxb.) Benth, *Dalbergia cochinchinensis* Pierre, and *Pterocarpus macrocarpus* Kurz. with the highest germination and survival rate. These species have the ability to fix atmospheric nitrogen through symbiosis with bacteria or fungi in root nodules. The small seed size is appropriate for using in seed capsule with composed of Bentonite clay. Mycorrhiza is the most suitable composite to combine to the seed capsule for promoting seedling growth rate by promoting the growth of root. However, the success of forest restoration program is not only the germinating of seedling from capsule but it needs more concern of other threats e.g. forest fire, long period of drought or seed destroying by animals to get achievement.

**Keywords:** seed capsule; forest restoration; unmanned aerial vehicle (UAV)

## 1. คำนำ

การตั้งเป้าหมายว่าจะมีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศหรือมากกว่า 128 ล้านไร่ นั้น ดูจะไม่ใช่ง่าย เพราะปัจจุบันจากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 พบว่าภาพรวมพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2560 ถึง 2561 มีพื้นที่ป่า 102.15 ล้านไร่ หรือร้อยละ 31.58 ของพื้นที่ประเทศ (กรมป่าไม้, 2562) และต้องการเพิ่มพื้นที่ป่าอีกกว่า 26 ล้านไร่ เพื่อให้ถึงเป้าหมายที่ต้องการการปลูกป่าที่ผ่านมามักพบกับปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ได้แก่ (1) งบประมาณในการเพาะชำกล้าไม้ที่จำกัด (2) มีระยะเวลาสั้นในการอนุบาลกล้าไม้ไว้ในเรือนเพาะชำจึงทำให้ไม่สามารถผลิตกล้าไม้ที่มีขนาดและความแข็งแรงที่พร้อมไปปลูกได้ และ (3) พื้นที่ในการฟื้นฟูป่าเป็นพื้นที่ที่ทุรกันดารยากต่อการคมนาคมขนส่งทั้งกล้าไม้และตัวผู้เข้าไปปลูกป่าจากปัญหาดังกล่าว ประเทศจีนได้มีการฟื้นฟูป่าด้วยการโปรยเมล็ดไม้ทางอากาศมากกว่า 50 ปีแล้ว เป็นพื้นที่กว่า 136,400 เฮกตาร์ (The National Forestry Bureau, 2013) ในขณะที่ Pyke และคณะ (2013) กล่าวว่าสำหรับในภาคตะวันตกของสหรัฐอเมริกา การโปรยเมล็ดไม้ทางอากาศเป็นทางเลือกที่ดีในพื้นที่ที่ทุรกันดารภายหลังจากเกิดไฟป่า แม้ว่า การโปรยเมล็ดด้วยเครื่องบินหรือเฮลิคอปเตอร์จะ ได้ผลดี แต่ยังมีข้อจำกัดโดยเฉพาะเรื่องงบ

ประมาณในการบินแต่ละครั้งที่ต้องใช้ค่อนข้างมาก ปัจจุบันการปลูกป่าโดยการเมล็ดทางอากาศจึงต้องเน้นที่ความคุ้มค่าในการใช้งบประมาณ ความสะดวก และมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งหนึ่งในวิธีที่เริ่มมีการใช้จริงในต่างประเทศ คือ การใช้อากาศยานไร้คนขับ (unmanned aerial vehicle) หรือ UAV หรือ โดรน (drone) ในการปลูกป่าโดยให้ UAV บินที่ความสูง 2-3 เมตรเหนือพื้นดิน และปล่อยฝักบรรจุเมล็ดที่ทำด้วยวัสดุที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (biodegradable seed pod) เมื่อฝักที่บรรจุเมล็ดตกกระทบพื้นดินจะสามารถแทรกตัวลงในเนื้อดิน ซึ่งเมื่อได้รับความชื้นที่เหมาะสมแล้วจะสามารถงอกเป็นต้นกล้าต่อไป (Biocarbon, 2018) กล้าไม้เหล่านั้นจะสามารถใช้ปุ๋ยที่บรรจุอยู่ในฝักเพื่อเร่งการเจริญเติบโตให้พ้นจากการปกคลุมของหญ้าและวัชพืชต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อถกเถียงถึงระดับความสำเร็จในการปลูกป่าด้วยวิธีนี้ซึ่งยังต้องคำนึงถึงอุปสรรคอีกหลายด้าน เช่น การงอกของเมล็ด การรอดตายของกล้าไม้ สภาพพื้นที่ที่อาจถูกแข่งขันด้วยวัชพืช เมล็ดที่อาจถูกทำลายด้วยสัตว์ต่าง ๆ หรือไฟป่า ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงต้องหาหนทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาองค์แบบจำลองเมล็ดไม้ที่สามารถใช้โปรยเมล็ดเพื่อให้ใช้ร่วมกับ UAV รวมทั้งหาชนิดไม้ที่เหมาะสมกับการโปรยเมล็ดทางอากาศ

โดยมีเป้าหมายเพื่อนำไปใช้ในการฟื้นฟูป่าในพื้นที่ที่เสื่อมโทรม ซึ่งจะสามารถช่วยฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะพื้นที่สูงชัน ทุกกันดารยากต่อการเข้าถึง อีกทั้งยังเป็นการลดรายจ่ายของภาครัฐในการฟื้นฟูป่า เนื่องจากหากสามารถสร้างแคปซูลเมล็ดไม้ (seed capsule) ที่มีประสิทธิภาพสูง จะสามารถฟื้นฟูป่าได้พื้นที่จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็วกว่าการใช้วิธีการปลูกแบบเดิม

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่หลัก ได้แก่ (1) ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า ตั้งอยู่ที่ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นการทดสอบเพื่อควบคุมปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณแสง ปริมาณการให้น้ำที่เหมือนกันในทุกทรีทเมนต์ และคัดเลือกพื้นที่บริเวณบ้านสบซุ่น ตำบลป่าคา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน เป็นพื้นที่ที่ใช้ทดลองโปรยเมล็ดในพื้นที่เป้าหมายเสมือนจริง โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นไร่ข้าวโพด สวนลิ้นจี่ และข้าวไร่ มีจำนวน 244 หลังคาเรือน ประชากร 873 คน เป็นชาวเขาเผ่าม้ง นับถือศาสนาพุทธ โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นประเภทต่าง ๆ (2) แปลงไร่ข้าวโพดร้าง พิกัด 47Q 667492E 2112124N เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ โดยเฉพาะข้าวโพดมาอย่างต่อเนื่อง มีการเผาตอซังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จ มีการใส่ปุ๋ยบำรุงดิน และใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชเป็นประจำ และ (3) แปลงพื้นที่เปิดโล่งธรรมชาติ โดยจะเลือกพื้นที่ที่เป็นช่องว่างของป่าจากการล้มลงของต้นไม้ขนาดใหญ่ในป่าชั้นบน ในพื้นที่ใกล้เคียงกับโครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริบ้านสบซุ่น จังหวัดน่าน (รูปที่ 1) พิกัด 47Q 668161E 2110344N

### 2.2 ชนิดไม้และองค์ประกอบของแคปซูล

ผลการทดลองของผู้วิจัยเบื้องต้น (ไม่ได้แสดงผลในบทความนี้) พบว่าเมล็ดไม้ที่เหมาะสมกับการฟื้นฟูป่าซึ่งเป็นเมล็ดไม้ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา มีอัตราการงอก และตั้งตัวที่ดี รวมถึงสามารถทนทานต่อไฟป่าด้วย สามารถคัดเลือกชนิดไม้ 5 ชนิด ได้แก่ นนทรีป่าหรืออะราง (*Peltophorum dasyrachis* (Miq.) Kurz] พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) และถ่อน [*Albizia procera* (Roxb.) Benth.]

นำเมล็ดไม้ทั้ง 5 ชนิด มาทำเป็นแคปซูลเมล็ดไม้ (รูปที่ 2) ซึ่งหุ้มเมล็ดด้วยองค์ประกอบหลักคือ bentonite clay แล้วนำไปผสมกับส่วนประกอบแตกต่างกัน 5 แบบ ได้แก่ (1) ปุ๋ยเคมี (TRT1) (2) ไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza, TRT2) (3) ปุ๋ยเคมี + ไมคอร์ไรซา (TRT3) (4) เมล็ดไม้เปล่าในแคปซูล bentonite clay (TRT4) และ (5) เมล็ดไม้เปล่า (TRT5)



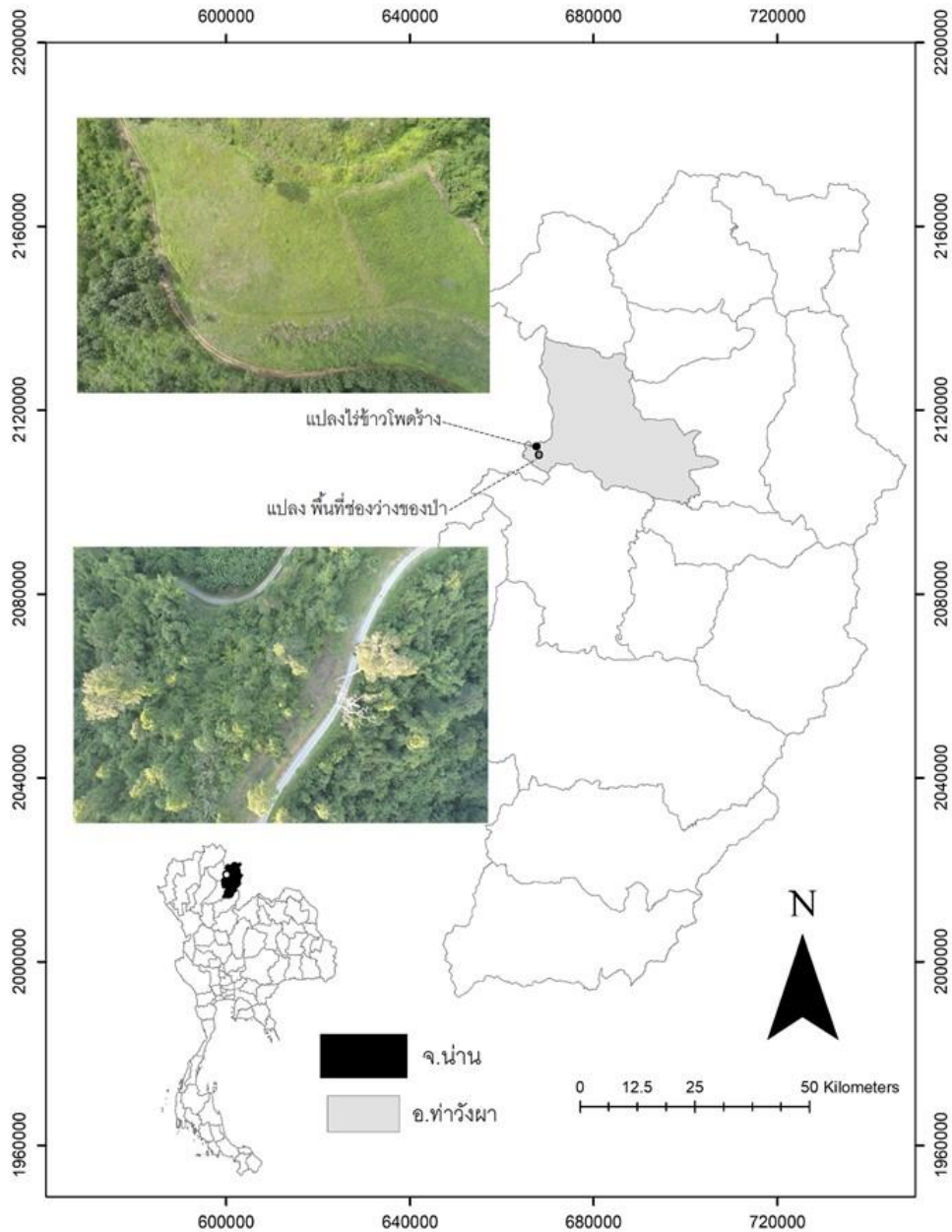
รูปที่ 2 แคปซูลเมล็ดไม้

### 2.3 การวางแผนการทดลอง

โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD with factorial design มี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของเมล็ดไม้ 5 ชนิด และองค์ประกอบของแคปซูล 5 รูปแบบ รวมเป็นทั้งสิ้น 25 ทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 20 แคปซูล สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ หลังจากวางแคปซูลบนกระเบื้องทราย

ตามแผนการทดลองแล้ว มีการควบคุมการรดน้ำด้วยการสเปรย์เป็นเวลา 40 วินาที จำนวน 1 ครั้งต่อวัน เปิดแสงโดยใช้หลอดนีออนตั้งแต่เวลา 06:00-18:00 น. ส่วนการทดลองในพื้นที่เสมือนจริงที่จังหวัดน่าน จะวางแคปซูลเป็นแถวตามแผนการ

ทดลองในสภาพพื้นที่จริง ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งไม่มีการรดน้ำตลอดการทดลอง โดยแคปซูลจะได้รับน้ำจากการน้ำฝนที่ตกตามธรรมชาติ



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

### 2.4 การวัดอัตราการงอกและการเจริญเติบโตด้านความสูงของกล้าไม้

เริ่มต้นวัดอัตราการงอกหลังจากกล้าไม้เริ่มแทงยอดอ่อนออกจากแคปซูล สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ หลังจากเมล็ดไม้งอกจนกระทั่งใบเลี้ยงคลี่ออกจนเห็นส่วนยอดแล้ว ได้ทำการวัดความสูงตั้งแต่โคนต้นถึงปลายยอดด้วยไม้บรรทัด ตามวิธีการของ Diane (2008) ทุก 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

### 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

นำข้อมูลอัตราการงอก อัตราการรอดตาย และความสูงแต่ละทรีทเมนต์มาวิเคราะห์แปรปรวนด้วยวิธี two-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี least significant difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ R (R software package)

## 3. ผลการวิจัย

### 3.1 ห้องปฏิบัติการ

การทดสอบอัตราการงอก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้า

ไม้ในห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 1) พบว่าปัจจัยชนิดของเมล็ดไม้และองค์ประกอบของแคปซูลมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน (interaction) ( $p < 0.001$ ) โดยพบว่าเมล็ดพะยุงเปล้ามีอัตราการงอกมากที่สุด รองลงมา คือ เมล็ดถ่อนเปล้า และเมล็ดนนทรีป่า เปล้า อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาทรีทเมนต์ที่แคปซูลผสมด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกัน พบว่าเมล็ดถ่อนที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี (AI + TRT1) และเมล็ดถ่อนที่บรรจุในแคปซูล bentonite clay (AI + TRT4) มีอัตราการงอกสูงที่สุด (5.33 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (รูปที่ 3) ส่วนอัตราการรอดตายนั้นพบว่าชนิดของเมล็ดไม้ที่แตกต่างกันมีอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยชนิดที่มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด คือ ประดู่ป่า (46.78 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับถ่อน (30.71 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่าชนิดของเมล็ดไม้ และองค์ประกอบของแคปซูล ส่งผลให้กล้าไม้มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยพบว่าถ่อนมีการเจริญเติบโตด้าน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบอัตราการงอก การรอดตาย และความสูงของกล้าไม้ใน 3 พื้นที่

พื้นที่ทดลอง	ปัจจัย	อัตราการงอก (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	การเจริญเติบโตด้านความสูง (เซนติเมตร)
ห้องปฏิบัติการ	ชนิดเมล็ดไม้ (S)	F = 28.063, P < 0.001	F = 3.513, P < 0.05	F = 11.465, P < 0.001
	องค์ประกอบ (C)	F = 54.024, P < 0.001	F = 0.205, P = 0.934	F = 3.670, P < 0.05
	S x C	F = 8.328, P < 0.001	F = 1.036, P = 0.438	F = 0.922, P = 0.550
ไร่ข้าวโพดร้าง	ชนิดเมล็ดไม้ (S)	F = 33.810, P < 0.001	F = 2.559, P < 0.05	F = 10.072, P < 0.001
	องค์ประกอบ (C)	F = 0.595, P = 0.668	F = 0.423, P = 0.791	F = 0.925, P = 0.457
	S x C	F = 1.117, P = 0.366	F = 1.013, P = 0.460	F = 0.648, P = 0.829
พื้นที่ช่องว่างของป่า	ชนิดเมล็ดไม้ (S)	F = 49.500, P < 0.001	F = 7.607, P < 0.001	F = 19.973, P < 0.001
	องค์ประกอบ (C)	F = 2.996, P < 0.05	F = 2.543, P = 0.051	F = 3.183, P < 0.05
	S x C	F = 1.648, P = 0.090	F = 0.881, P = 0.593	F = 0.876, P = 0.598

**ตารางที่ 2** อัตราการงอกเฉลี่ย ( $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) อัตราการรอดตายเฉลี่ยและการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของแคปซูลเมล็ดไม้ที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ในพื้นที่ที่ทดลอง 3 พื้นที่ (ตัวอักษรที่อยู่บนตัวเลขที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันในแต่ละพื้นที่ทดลองแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$ )

พื้นที่ทดลอง	ชนิดเมล็ด	อัตราการงอก (เมล็ด)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	การเจริญเติบโตด้านความสูง (เซนติเมตร)
ห้องปฏิบัติการ	นนทรีป่า	1.80 $\pm$ 2.65 <sup>c</sup>	7.50 $\pm$ 25.79 <sup>b</sup>	1.89 $\pm$ 1.92 <sup>bc</sup>
	พะยุง	4.27 $\pm$ 5.70 <sup>b</sup>	19.84 $\pm$ 19.58 <sup>b</sup>	1.47 $\pm$ 1.22 <sup>c</sup>
	มะขามป้อม	0.80 $\pm$ 1.01 <sup>d</sup>	22.22 $\pm$ 36.55 <sup>b</sup>	3.49 $\pm$ 4.15 <sup>b</sup>
	ประดู่ป่า	1.93 $\pm$ 1.67 <sup>c</sup>	46.78 $\pm$ 41.62 <sup>a</sup>	1.97 $\pm$ 1.35 <sup>bc</sup>
	ถ่อน	5.67 $\pm$ 2.97 <sup>a</sup>	30.71 $\pm$ 28.93 <sup>ab</sup>	6.23 $\pm$ 2.07 <sup>a</sup>
ไร่ข้าวโพดร้าง	นนทรีป่า	0.93 $\pm$ 1.67 <sup>c</sup>	21.11 $\pm$ 38.04 <sup>b</sup>	0.80 $\pm$ 1.34 <sup>c</sup>
	พะยุง	5.00 $\pm$ 2.73 <sup>b</sup>	27.51 $\pm$ 26.16 <sup>ab</sup>	2.79 $\pm$ 1.32 <sup>ab</sup>
	มะขามป้อม	0.93 $\pm$ 0.88 <sup>c</sup>	20.00 $\pm$ 36.84 <sup>b</sup>	1.68 $\pm$ 2.22 <sup>bc</sup>
	ประดู่ป่า	1.07 $\pm$ 1.28 <sup>c</sup>	15.56 $\pm$ 26.86 <sup>b</sup>	1.28 $\pm$ 1.52 <sup>c</sup>
	ถ่อน	7.07 $\pm$ 2.37 <sup>a</sup>	50.02 $\pm$ 30.21 <sup>a</sup>	3.89 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>
พื้นที่ช่องว่างของป่า	นนทรีป่า	0.93 $\pm$ 1.58 <sup>b</sup>	15.00 $\pm$ 35.10 <sup>c</sup>	0.73 $\pm$ 1.33 <sup>c</sup>
	พะยุง	5.33 $\pm$ 1.84 <sup>a</sup>	49.97 $\pm$ 23.65 <sup>ab</sup>	3.15 $\pm$ 1.19 <sup>b</sup>
	มะขามป้อม	0.80 $\pm$ 1.08 <sup>b</sup>	26.67 $\pm$ 45.77 <sup>bc</sup>	0.94 $\pm$ 1.74 <sup>c</sup>
	ประดู่ป่า	0.53 $\pm$ 0.74 <sup>b</sup>	23.33 $\pm$ 41.69 <sup>c</sup>	0.97 $\pm$ 1.83 <sup>c</sup>
	ถ่อน	4.80 $\pm$ 1.78 <sup>a</sup>	74.71 $\pm$ 23.59 <sup>a</sup>	4.23 $\pm$ 0.90 <sup>a</sup>

ความสูง (6.23 เซนติเมตร) มากที่สุด รองลงมา คือ ประดู่ป่า (3.49 เซนติเมตร) ในขณะที่พะยุงมีการเจริญเติบโตด้านความสูง (1.47 เซนติ เมตร) น้อยที่สุด (ตารางที่ 2) สำหรับองค์ประกอบต่าง ๆ (TRT1 - TRT5) พบว่าเมล็ดเปล้า (TRT5) มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากที่สุด รองลงมา คือ ปุยเคมี + ไมคอร์ไรซ่า (TRT3) (รูปที่ 4C)

### 3.2 ไร่ข้าวโพดร้าง

การศึกษาพบว่าชนิดของเมล็ดไม้และองค์ประกอบภายในแคปซูลไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แต่พบว่าชนิดของเมล็ดไม้ที่แตกต่างกันส่งผลให้แคปซูลมีอัตราการงอก อัตราการรอดตาย และการ

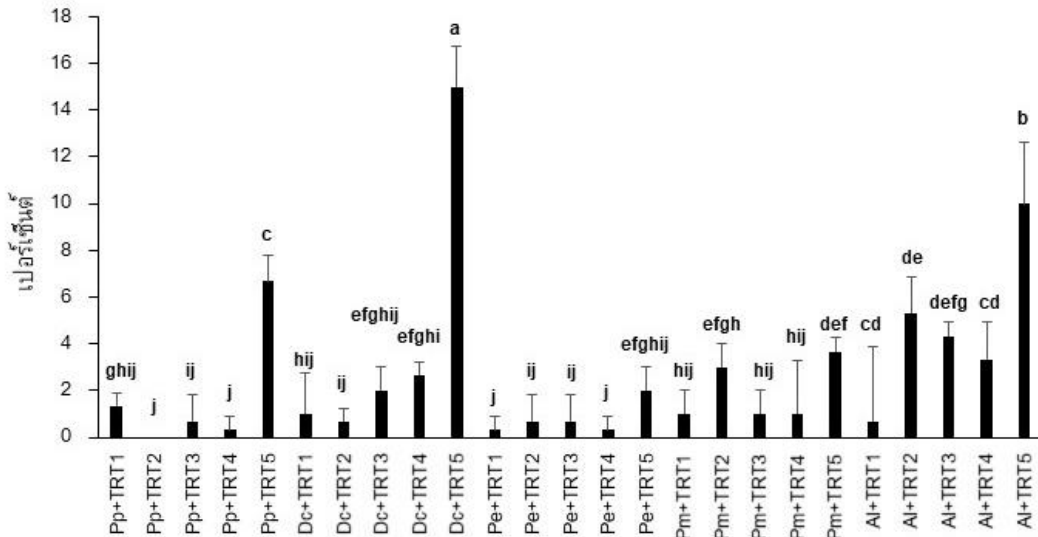
เจริญเติบโตทางด้านความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยพบว่าถ่อนมีอัตราการงอก (7.07 เปอร์เซ็นต์) อัตราการรอดตาย (50.02 เปอร์เซ็นต์) และมีการเจริญเติบโตด้านความสูง (3.89 เซนติเมตร) มากที่สุด รองลงมา คือ พะยุง ซึ่งมีอัตราการงอก 5 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดตาย 27.51 เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตด้านความสูง 2.79 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

### 3.3 พื้นที่ช่องว่างของป่า

การศึกษาพบว่าชนิดของเมล็ดไม้และองค์ประกอบภายในของแคปซูลไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แต่พบว่าชนิดของเมล็ดไม้นั้น ส่งผลให้อัตราการงอก

อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตด้านความสูงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยพบว่าก่อนมีอัตราการงอก (4.80 เปอร์เซ็นต์) อัตราการรอดตาย (74.71 เปอร์เซ็นต์) และการเจริญเติบโตทางด้านความสูง (4.23 เซนติ

เมตร) มากที่สุด รองลงมา คือ พะยุง ซึ่งมีอัตราการงอก (5.33 เปอร์เซ็นต์) และอัตราการรอดตาย (49.97 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับก่อน (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบของแคปซูลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีอัตรา



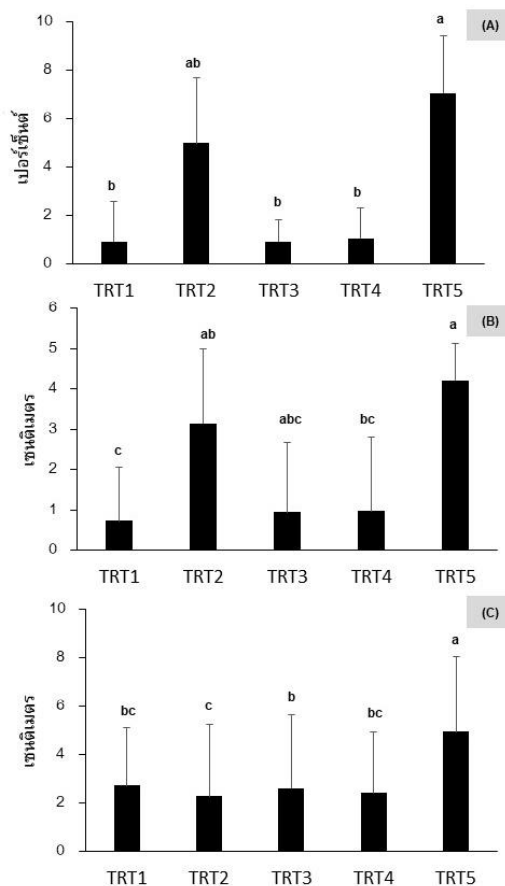
**รูปที่ 3** อัตราการงอกเฉลี่ยของเมล็ดไม้ 5 ชนิด ที่บรรจุในแคปซูลที่มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน 5 แบบ (Pp + TRT1 = นนทรีย์ป่าที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี, Pp + TRT2 = นนทรีย์ป่าที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมไมคอร์ไรซา, Pp + TRT3 = นนทรีย์ป่าที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมีและไมคอร์ไรซา, Pp + TRT4 = นนทรีย์ป่าที่บรรจุในแคปซูล bentonite clay, Pp + TRT5 = เมล็ดนนทรีย์ป่าเปล่า, Dc + TRT1 = พะยุงที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี, Dc + TRT2 = พะยุงที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมไมคอร์ไรซา, Dc + TRT3 = พะยุงที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมีและไมคอร์ไรซา, Dc + TRT4 = พะยุงที่บรรจุในแคปซูล bentonite clay, Dc + TRT5 = เมล็ดพะยุงเปล่า, Pe + TRT1 = มะขามป้อมที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี, Pe + TRT2 = มะขามป้อมที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมไมคอร์ไรซา, Pe + TRT3 = มะขามป้อมที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมีและไมคอร์ไรซา, Pe + TRT4 = มะขามป้อมที่บรรจุในแคปซูล bentonite clay, Pe + TRT5 = เมล็ดมะขามป้อมเปล่า, Pm + TRT1 = ประดู่ป่าที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี, Pm + TRT2 = ประดู่ป่าที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมไมคอร์ไรซา, Pm + TRT3 = ประดู่ป่าที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมีและไมคอร์ไรซา, Pm + TRT4 = ประดู่ป่าที่บรรจุในแคปซูล bentonite clay, Pm + TRT5 = เมล็ดประดู่ป่าเปล่า, Al + TRT1 = ก่อนที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี, Al + TRT2 = ก่อนที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมไมคอร์ไรซา, Al + TRT3 = ก่อนที่บรรจุในแคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมีและไมคอร์ไรซา, Al + TRT4 = ก่อนที่บรรจุในแคปซูล bentonite clay, Al + TRT5 = เมล็ดก่อนเปล่า; ตัวอักษรบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$ )

การงอก และการเจริญเติบโตทางด้านความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยพบว่าเมล็ดเปล้า (TRT5) มีอัตราการงอกสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากแคปซูลที่มีองค์ประกอบของไมคอร์ไรซา (TRT2, รูปที่ 4A) อีกทั้งเมล็ดเปล้ายังมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากแคปซูลที่มีองค์ประกอบของไมคอร์ไรซา (TRT2) และแคปซูลที่มีองค์ประกอบของปุ๋ยเคมีผสมกับไมคอร์ไรซา (TRT3) ดังแสดงในรูปที่ 4B

#### 4. วิจัยารณ์ผล

อัตราการงอกของเมล็ดไม้ในแคปซูลจากทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา ปรากฏผลที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เมล็ดไม้เปล้าที่ไม่บรรจุในแคปซูลมีอัตราการงอกของกล้าไม้สูงกว่าการบรรจุเมล็ดไม้ที่มีส่วนผสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุเมล็ดไม้ในแคปซูลส่งผลให้เมล็ดสามารถสัมผัสกับอากาศได้ยาก ซึ่งการงอกของเมล็ดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการงอก เมื่อเมล็ดเริ่มงอกจะเริ่มมีกระบวนการหายใจมากขึ้น ซึ่งก็ต้องใช้ออกซิเจนไปเผาผลาญอาหารภายในเมล็ดให้เป็นพลังงานให้มากขึ้นด้วย (Gay และคณะ, 1991) เมล็ดไม้ส่วนใหญ่จึงต้องรอเวลาจนกระทั่งวัสดุที่ใช้ผลิตแคปซูลละลายหมดเสียก่อนจึงจะเริ่มกระบวนการงอกได้ นอกจากนี้จากผลการศึกษายังพบว่าการงอกของเมล็ดมีอัตราการงอกที่ค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบกับทดสอบอัตราการงอกของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (ปรีชา, 2546) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการทดลองได้วางเมล็ดเหนือผิวดินเพื่อจำลองสถานการณ์ที่เมล็ดถูกโปรยจาก UAV จึงทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับทดสอบการงอกโดยวิธีปกติที่จะกลบเมล็ดด้วยวัสดุเพาะ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Peerzada และ Naeem (2018) ที่พบว่าจากการทดลองเพาะเมล็ดไม้

*Cenchrus biflorus* Roxb. นั้นมีอัตราการงอกสูงที่สุดเมื่อกลบเมล็ดที่ความลึก 2 เซนติเมตร และอัตรา



รูปที่ 4 (A) อัตราการงอกเฉลี่ยของแคปซูลเมล็ดไม้ในพื้นที่ช่องว่างของป่า (B) การเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของกล้าไม้ในพื้นที่ช่องว่างของป่า (C) การเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของกล้าไม้ในห้องปฏิบัติการ (เมื่อ TRT1 = แคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมี, TRT2 = แคปซูลที่ผสมไมคอร์ไรซา, TRT3 = แคปซูลที่ผสมปุ๋ยเคมีและไมคอร์ไรซา, TRT4 = แคปซูลที่มีแต่ bentonite clay, TRT5 = เมล็ดเปล้า; ตัวอักษรบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$ )



อัตราการงอกจะลดลงตามลำดับ หากกลบเมล็ดในความลึกที่มากกว่านี้ และหากวางเมล็ดบนผิววัสดุเพาะโดยไม่กลบ เมล็ดจะไม่มีการงอกเกิดขึ้นแต่อย่างใด ซึ่งต่างจาก Weller และคณะ, (2019) ที่ศึกษาในเมล็ดธัญพืชชนิด *Dinebra panicea* var. *brachiata* (Steud.) พบว่าเมล็ดสามารถงอกได้ดีที่ระดับผิวดินจนถึงความลึกไม่เกิน 0.2 เซนติเมตร และจะไม่พบการงอกของเมล็ดที่ถูกฝังลึกกว่า 0.5 เซนติเมตร

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลสำคัญต่อการงอกของแคปซูลเมล็ดไม้ คือ การถูกรบกวนโดยสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ เช่น การกัดกินเมล็ดโดยมด ซึ่งจะเจาะเข้าไปกินภายในเมล็ด การขนเมล็ดออกจากพื้นที่โดยสัตว์ฟันแทะจำพวกหนู ซึ่งมีรายงานผลการศึกษาดังสัตว์ที่เข้ามากรบกวนเมล็ดไม้ของ Zhou และคณะ (2015) ที่ใช้กล้องดักถ่ายภาพ และพบว่าหนู (*Rattus* spp.) จะเข้ามากินเมล็ดไม้มากที่สุด รองลงมา คือ กระรอก (*Dremomys rufigenis*) นก (*Copsychus malabaricus*) และชะมด (*Viverra zibetha*) การเปรียบเทียบผลการงอกของเมล็ดไม้บางพาราระหว่างในพื้นที่ป่าธรรมชาติกับในสวนยางพาราโดยการกลบเมล็ดในดิน พบว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติเมล็ดมีอัตราการงอก  $11.67 \pm 2.11$  เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับในสวนยางพาราที่มีอัตราการงอก สูงกว่าถึง 4 เท่า ( $44.33 \pm 4.25$  เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากเมล็ดในป่าธรรมชาติจะถูกกรบกวนโดยสัตว์ต่าง ๆ เนื่องจากเมล็ดของยางพารามีไขมัน 42 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ดึงดูดสัตว์ชนิดต่าง ๆ ให้มากินเป็นอาหาร หลังจากนั้นกล้าไม้ที่งอกส่วนใหญ่จะตายลงในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ในขณะที่ Chang และคณะ (2012) พบว่าสัตว์กัดแทะ (rodent) จะเป็นกลุ่มที่เข้ามากินเมล็ดไม้มากที่สุด ปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นยังมีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดไม้ด้วย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง หากปัจจัยต่าง ๆ ไม่เหมาะสมกล้าไม้จะไม่สามารถงอกเช่นกัน (Pearson *et al.*, 2002) สอดคล้องกับ Liu และ

คณะ (2017) ที่พบว่าไม้ *Dalbergia odorifera* จะเริ่มมีการงอกในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และมีอัตราการงอกที่สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ขึ้นไป อีกทั้งการนำเมล็ดที่มีถิ่นกำเนิดต่างกันจะส่งผลให้มีอัตราการงอกที่แตกต่างกันอันเป็นผลจากสภาพปัจจัยแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั่นเอง ซึ่งอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน จึงทำให้อากาศร้อนอบอ้าวในช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั้งปี 25.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศร้อนที่สุดในเดือนเมษายน ส่วนในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็น โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณเทือกเขาและยอดดอย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.3 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศหนาวที่สุดในเดือนธันวาคมและมกราคมที่ส่งผลให้เมล็ดไม้มีอัตราการงอกที่ไม่ดีเท่าที่ควร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

การเกิดกล้าไม้ในพื้นที่ที่เป็นช่องว่าง เช่น พื้นที่ที่เคยถูกบุกรุกเป็นแปลงเกษตรกรรม หรือขอบป่าที่เกิดขึ้นทั่วพื้นที่ภาคเหนือ ส่งผลให้พื้นที่ป่าถูกแบ่งออกเป็นช่องว่างเล็ก ๆ ก่อให้เกิดสภาพภูมิอากาศจุลภาค (micro climate) ที่แตกต่างจากสภาพพื้นที่ป่าดั้งเดิม ทั้งปริมาณแสง (incident light) ปริมาณความชื้น หรืออุณหภูมิของทั้งอากาศ และดิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่ออัตราการรอดตายของกล้าไม้ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว (Laurance และคณะ, 2011) ซึ่งการเลือกชนิดไม้ต้องคำนึงถึงการคัดเลือกชนิดไม้ที่สามารถตั้งตัว และเจริญเติบโตได้ในพื้นที่และควรเป็นพันธุ์ไม้ดั้งเดิม (native species) ในพื้นที่นั้นด้วย (Kupfer and Malanson, 1993) อัตราการรอดตายของกล้าไม้ในทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา เป็นผลจากการแตกต่างกันของชนิดไม้เป็นหลัก มีเพียงในแปลงพื้นที่เปิดโล่งในป่าธรรมชาติเท่านั้นที่ส่วนผสมของแคปซูลมีผลต่ออัตราการรอดตายของกล้าไม้ด้วย ชนิดไม้ที่มีอัตราการรอดตายสูงได้แก่ ไม้ถ่อน *Albizia procera* (Roxb.) Benth. เป็นชนิดไม้ที่มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดในทุกพื้นที่ การศึกษา ทั้งนี้เนื่องมาจากไม้ถ่อนเป็นชนิดไม้ที่มัก

พบเป็นชนิดไม้เบิกนำในพื้นที่ที่มีการทดแทนตามธรรมชาติ และยังมีรายงานผลด้วยอีกว่าเมล็ดไม้ขนาดใหญ่จะให้กล้าไม้ที่มวลชีวภาพ และพื้นที่ผิวใบมากกว่ากล้าไม้ก่อนที่เกิดจากเมล็ดขนาดเล็ก รวมถึงกล้าไม้ที่เกิดขึ้นจะสามารถทนความแห้งแล้งได้ดีกว่า กล้าไม้ก่อนขนาดเล็กจะไม่สามารถทนสภาวะแห้งแล้งได้มากกว่า 75 วัน (Ekta and Singh, 2000) อีกทั้งไม้ก่อนยังมีความสามารถในการฟื้นฟูในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม เช่นพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่ได้เป็นอย่างดี เช่น ผลการศึกษาของ Singh และคณะ (2004) ได้ศึกษาการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่ด้วยการปลูกไม้พฤษภ (Albizia lebeck) และสัก (Tectona grandis) พบว่าการปลูกไม้สักและพฤษภจะสามารถปรับปรุงดินโดยการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณไนโตรเจนในดินได้มากกว่าการปลูกไม้สัก ในขณะที่การปลูกไม้สักจะมีผลให้สมบัติดีกว่าไม้พฤษภเล็กน้อยเนื่องจากอัตราการย่อยสลายที่เร็วกว่าทำให้มีอัตราการคืนกลับของอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนลงสู่ดินได้เร็วกว่า จึงอาจกล่าวได้ว่าไม้ในกลุ่มไม้ก่อนเป็นชนิดไม้หนึ่งที่มีศักยภาพในการฟื้นฟูพุ่มป่าตนเอง นอกจากนี้ มีการใช้ไม้ในสกุล Albizia เช่น ไม้พฤษภในการฟื้นฟูป่าในประเทศแถบอเมริกาใต้ด้วย (Martínez และคณะ, 2015) ผลการศึกษายังพบว่าไม้มีอีกหลายชนิด ได้แก่ ยมหิน พะยูง และประดู่ป่าที่มีอัตราการรอดตายสูงกว่าชนิดอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน

องค์ประกอบของแคปซูลมีผลต่ออัตราการรอดตายของกล้าไม้ในห้วงทดลองและพื้นที่ช่องว่างของป่า โดยพบว่าเมล็ดเปล่าที่ไม่ได้หุ้มด้วยแคปซูลมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด อันเป็นผลเนื่องมาจากกล้าไม้ที่งอกเมล็ดเปล่าที่ไม่หุ้มจะมีความเจริญเติบโตทั้งด้านความสูงของลำต้น และรากที่ยังลึกลงดินโดยไม่มีอุปสรรคจากวัสดุที่นำมาสร้างเมล็ดกันไว้ ร่องลงมาได้แก่ แคปซูลที่มีองค์ประกอบของไมคอร์ไรซาเป็นหลักผสมกับโพลีเมอร์ หรือปุ๋ยเคมี ซึ่งเคยมีผลการศึกษาของ Wulandari และคณะ (2016) ได้ปลูก

ไมคอร์ไรซาในกล้าของต้นจามจุรี (*Albizia saman*) ที่ใช้ปลูกฟื้นฟูในพื้นที่การทำเหมืองแร่ พบว่ากล้าไม้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการกล้าไม้ที่ไม่มีการปลูกไมคอร์ไรซา มีผลการศึกษาจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ราไมคอร์ไรซาจะมีส่วนช่วยในการหาอาหารของกล้าไม้ส่งผลให้กล้าไม้มีอัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นทั้งในเรื่องเพาะชำ และการปลูกลงในพื้นที่ (Tawaraya and Turjaman, 2014) เนื่องจากกล้าไม้ได้รับน้ำและธาตุอาหาร เช่น ฟอสฟอรัสและไนโตรเจนจากไมคอร์ไรซา ในขณะที่ไมคอร์ไรซาได้รับสารอาหารที่จำเป็น เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และวิตามินจากพืชผ่านทางระบบราก เส้นใยของไมคอร์ไรซา (hyphae) ที่เจริญอยู่ภายนอกราก และภายในราก จะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหารให้แก่พืช ไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ที่รากยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของราที่เป็นสาเหตุของโรคพืช มีส่วนช่วยให้พืชรอดชีวิตเมื่อเจริญบนดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมได้ ได้แก่ ดินที่มีความเป็นกรดสูง ดินเค็ม และดินที่ขาดธาตุอาหาร เป็นต้น

ผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่ทดลองตามธรรมชาติซึ่งมีสภาพเป็นไร่ข้าวโพดร้าง และช่องว่างในป่าของป่าธรรมชาติ กล้าไม้ก่อนมีการเจริญเติบโตทางความสูงที่สุด ตลอดจนการทดลองในห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าก็ให้ผลการศึกษาไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากไม้ในสกุล *Albizia* เป็นไม้ในวงศ์ Mimosaceae ที่มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ (nitrogen-fixing tree) อีกทั้งยังมีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งและสามารถขึ้นอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีน้อยกว่า 3.00 มิลลิเมตร สามารถขึ้นในดินที่มีสภาพเป็นกรดจัด ดินเค็ม ดินที่ไม่ระบายน้ำหรือมีน้ำแช่ขัง ตลอดจนพื้นที่ที่มีการกัดเซาะหน้าดินสูง (DFSC, 2000) ไม้ในสกุลนี้หลายชนิดมีการเจริญเติบโตในระยะแรกที่รวดเร็ว และสามารถทนทานแม้ปลูกในพื้นที่แห้งแล้งหรือมี

ไฟป่าเกิดขึ้น จึงนิยมใช้เป็นชนิดไม้เพื่อการปลูกป่า เพื่อเป็นไม้ใช้สอย การปลูกป่าทดแทน หรือเป็นไม้เบิกนำในพื้นที่ที่สภาพดินมีปัญหา (NAS, 1980) สำหรับวัสดุที่เป็นองค์ประกอบในแคปซูลนั้นพบความแตกต่างเฉพาะกล้าไม้ในห้องปฏิบัติการที่กล้าไม้ซึ่งเป็นเมล็ดเปล่านั้นมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากในห้องปฏิบัติที่มีการควบคุมให้มีปัจจัยต่าง ๆ เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกล้าไม้ เมล็ดเปล่านั้นไม่มีอุปสรรคขัดขวางการงอกจึงสามารถเจริญเติบโตได้ก่อนเมล็ดไม้ที่ถูกบรรจุในแคปซูลที่ต้องรอระยะเวลาให้แคปซูลสลายตัวออกมาก่อนจึงจะสามารถเริ่มเจริญเติบโตได้

## 5. สรุป

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาแคปซูลเมล็ดไม้เพื่อการฟื้นฟูป่าในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแคปซูลเมล็ดไม้ และชนิดของไม้ที่สามารถใช้โปรยเมล็ดเพื่อฟื้นฟูป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการปลูกฟื้นฟูป่าด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดยเมล็ดไม้ที่ใช้จะเป็นพันธุ์ไม้เบิกนำตามธรรมชาติ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นการคัดเลือกทั้งชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมซึ่งสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่เคยมีการถูกบุกรุกทำลาย โดยพันธุ์ไม้นั้นจะต้องมีสมบัติในการปรับปรุงดินได้ดีด้วย ได้แก่ ถ่อน พะยูง และประดู่ป่าที่มีอัตราการงอกและอัตราการรอดตายสูงกว่าชนิดอื่น ๆ ในขณะที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน อีกทั้งชนิดไม้เหล่านี้ยังมีเมล็ดไม้ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาสามารถผลิตเป็นแคปซูลเมล็ดไม้ที่มีขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร น้ำหนักไม่เกิน 1 กรัม ได้เป็นอย่างดี โดยส่วนผสมที่ขึ้นรูปเป็นแคปซูลได้แก่ bentonite clay และองค์ประกอบในแคปซูลที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ ไมคอร์ไรซาที่มีส่วนช่วยให้รากของกล้าไม้สามารถหาอาหารได้มากยิ่งขึ้น เมล็ดไม้บางชนิดมีสมบัติเป็นอาหารของมด และ

สัตว์กัดแทะ เช่น ประดู่ป่าจึงควรหลีกเลี่ยง อย่างไรก็ตาม แม้การศึกษาในครั้งนี้จะได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้วก็ตามยังคงมีความจำเป็นจะต้องพัฒนาในส่วนของ UAV ที่เหมาะสมกับการโปรยเมล็ดในขั้นตอนต่อไป เพื่อประหยัดเวลางบประมาณ และกำลังคนในการดำเนินการได้ดียิ่งขึ้นกว่าการปลูกป่าในทดแทนในรูปแบบเดิม

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) รหัสโครงการ สพภ-วช5/2560 และห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ

## 6. รายการอ้างอิง

- กรมป่าไม้, ข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ พ.ศ. 2560-2561, แหล่งที่มา : <http://www.forest.go.th>, 3 มีนาคม 2562.
- กรมอุตุนิยมวิทยา, ภูมิอากาศจังหวัดน่าน, แหล่งที่มา : <http://climate.tmd.go.th/data/province>, 21 กุมภาพันธ์ 2562.
- ปรีชา สุวรรณคาม, 2546, วิธีการทดสอบการงอกของเมล็ดไม้ป่าบางชนิด, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- Biocarbon, Biodegradable seedpods; providing a scalable wetland solution, Available Source: <https://www.biocarbonengineering.com/services>, 3 March 2018.
- Chang, G., Jin, T.Z., Pei, J.F., Chen, X.N., Zhang, B. and Shi, Z.J., 2012, Seed dispersal of three sympatric oak species by forest rodents in the Qinling Mountains, Central China, *Plant Ecol.* 213: 1633-1642.

- Diane, L.H., 2008, Understanding forest seedling quality: Measurements and interpretation, *Tree Planters' Notes* 52(2): 24-30.
- DFSC, 2000, Seed Leaflet No. 7, *Albizia lebbbeck* (L.) Benth, Danida Forest Seed Centre.
- Ekta, K. and Singh, J.S., 2000, Influence of seed size on seedling growth of *Albizia procera* under different soil water levels, *Ann. Bot.* 86: 1185-1192.
- Gay, C., Corbineau, F. and Côme, D., 1991, Effects of temperature and oxygen on seed germination and seedling growth in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Envi. Exper. Bot.* 31: 193-200.
- Kupfer, J.A. and Malanson, G.P., 1993, Structure and composition of a riparian forest edge, *Phys. Geogr.* 14: 154-170.
- Laurance, W.F., Camargo, J.L.C., Luizado, R.C.C., Laurance, S.G., Pimm, S.L., Bruna, E.M., Stouffer, P.C., Williamson, G.B., Benitez-Malvido, J., Vasconcelos, H.L., van Houtan, K.S., Zartman, C.E., Boyle, S.A., Didham, R.K., Andrade, A. and Lovejoy, T.E., 2011, The fate of Amazonian forest fragments: A 32- year investigation, *Biol. Conserv.* 144: 56-67.
- Liu, X., Xu, D., Yang, Z. and Zhang, N., 2017, Geographic variations in seed germination of *Dalbergia odorifera*, *Indus. Crops Pro.* 102: 45-50.
- Martínez, O.J.A., Ackerman, E.J.M., Montiel, D.G. and Parrottad, J.A., 2015, Seed dispersal turns an experimental plantation on degraded land into a novel forest in urban northern Puerto Rico, *For. Ecol. Man.* 357: 68-75.
- NAS, 1980, Firewood Crops: Shrub and Tree Species for Energy Production, National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Pearson, T.R.H., Burslem, D.F., Mullins, C.E. and Dalling, J.W., 2002, Germination ecology of neotropical pioneers: Interacting effects of environmental conditions and seed size, *Ecology* 83: 2798-2807.
- Peerzada, A.M. and Naeem, M., 2018, Germination ecology of *Cenchrus biflorus* Roxb: effects of environmental factors on seed germination, *Range. Ecol. Man.* 71: 424-432.
- Pyke, D.A., Wirth, T.A. and Beyers, J.L., 2013, Does seeding after wildfires in rangelands reduce erosion or invasive species?, *Restor. Ecol.* 3: 415-421.
- Singh A.N., Raghubanshi, A.S. and Singh, J.S., 2004, Impact of native tree plantations on mine spoil in a dry tropical environment, *For. Ecol. Man.* 187: 49-60.
- Tawaraya, K. and Turjaman, M., 2014, Use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Reforestation of Degraded Tropical Forests, In Solaiman, Z., Abbott, L.K. and Varma, A. (Eds.), *Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration*, Springer, Berlin.
- The National Forestry Bureau, 2013, China Forestry Development Report 2013, China Forestry Publishing House, Beijing.
- Wuland, S., Cheng W. and Tawaraya K., 2016, Arbuscular mycorrhizal fungal inoculation

- improves *Albizia saman* and *Paraserianthes falcataria* growth in post-opencast coal mine field in East Kalimantan, Indonesia, For. Ecol. Man. 376: 67-73.
- Weller S.L., Florentinea, S.K. and Chauhan, B.S., 2019, Influence of selected environmental factors on seed germination and seedling emergence of *Dinebra panicea* var. *brachiata* (Steud.), Crop Prot. 117: 121-127.
- Zhou, H., Yue, H., Ai, X., Chen, G., Cun, M., Xie, J. and Tian, Y., 2015, Poor seed dispersal, seed germination and seedling survival explain why rubber trees (*Hevea brasiliensis*) do not expand into natural forests in Xishuangbanna, southwest China, For. Ecol. Man. 358: 240-247.