กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ต้องขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธาธร ไชยเรืองศรี อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้โอกาสตัวผู้วิจัยได้มีโอกาสในการทำปัญหาพิเศษในหัวข้อนี้ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนถึงการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นให้สามารถผ่านปัญหาต่างๆไปได้ด้วยดี จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนารักษ์ ไชพันธ์แก้ว และ อาจารย์ ดร.วิทยา ภีระ ที่ได้กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นคณะกรรมการในการตรวจสอบปัญหาพิเศษ และได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องและให้ความรู้เพิ่มเติม ซึ่งช่วยในการแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้สมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพี่แทน พี่อ้อมและทุกคนในหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า (FORRU) ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ นอกจากนี้ยังขอบคุณพี่หงษ์ ลุงพล และทุกคนในบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด คอยช่วยเหลือด้านต่างๆซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวเลาหสม ที่เห็นความสำคัญของการศึกษาและส่งเสริมให้ผู้เขียนได้รับการศึกษาที่ดีจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่แห่งนี้ ตลอดจนเป็นกำลังใจสำคัญในการทำสิ่งต่างๆรวมถึงงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วง

พรปวีณ์ เลาหสม

หัวข้อปัญหาพิเศษ ความหลากหลายพรรณไม้พื้นล่างในพื้นที่ฟื้นฟูเหมืองหินปูนบริษัทปูนซีเมนต์ (ลำปาง) จำกัด

ชื่อผู้เขียน นางสาวพรปวีณ์ เลาหสม

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธาธร ไชยเรืองศรี	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนารักษ์ ไชพันธ์แก้ว	กรรมการ
อาจารย์ ดร. วิทยา ภีระ	กรรมการ

บทคัดย่อ

ศึกษาสังคมพรรณไม้พื้นล่างในพื้นที่ฟื้นฟูหลังทำเหมืองหินปูนด้วยวิธีพรรณไม้โครงสร้างในพื้นที่บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด พืชพื้นล่างสามารถบ่งชี้ความสมบูรณ์ของพื้นที่ได้เช่นเดียวกับไม้ยืนต้น โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของพืชพื้นล่างระหว่างแปลงฟื้นฟูที่มีการเตรียมพื้นที่ด้วยวิธีถมดิน วิธีระเบิดหินและป่าธรรมชาติ และติดตามความก้าวหน้าในการฟื้นฟู โดยวางแปลงรูปวงกลมรัศมี 5 เมตร จำนวน 5 วง ในแต่ละพื้นที่ บันทึกชนิดของพืชพื้นล่างที่พบ ประเมินการปกคลุมพื้นที่ เก็บข้อมูลกายภาพและโครงสร้างป่า เก็บข้อมูลสองครั้งในเดือนธันวาคม 2561 และกุมภาพันธ์ 2562 พบพืชพื้นล่างทั้งสิ้น 26 วงศ์ 52 ชนิด แปลงธรรมชาติพบจำนวน 27 ชนิด รองลงมาคือแปลงฟื้นฟูถมดินและแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน 22 และ 12 ชนิดตามลำดับ พบว่าป่าธรรมชาติมีค่าความหลากหลายมากที่สุด รองลงมาเป็นแปลงฟื้นฟูที่ทำการถมดินและระเบิดหินตามลำดับ คือ 2.90, 2.57 และ 1.99 ในแปลงฟื้นฟูระเบิดหินพืชพื้นล่างที่พบมากคือ หญ้าขจรจบ (*Pennisetum pedicellatum*) ซึ่งเป็นพืชที่พบในขั้นบุกเบิกของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ในแปลงฟื้นฟูถมดินจะพบ สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) และ เสี้ยวดอกแดง (*Buahinia purpurea)* ส่วนในพื้นที่ป่าธรรมชาติจะพบเป็นกล้าไม้ของไม้ต้นเป็นส่วนใหญ่ เช่น กะตังใบ (*Leea indica*) แสดงให้เห็นว่าการเตรียมพื้นที่โดยการถมดินทำให้ฟื้นตัวของระบบนิเวศเกิดได้เร็วกว่าการระเบิดหิน

Research Title Diversity of Ground Flora in Restoration Area of The Siam Cement (Lampang) Co., Ltd Limestone Quarry

Author Miss Pornpawee Laohasom

B.S. Biology

Examining Committee

Assist Professor Dr. Sutthathorn Chairuangsri Chairperson

Assist Professor Dr. Wanaruk Saipunkaew Member

Lecturer Dr. Wittaya Pheera Member

Abstract

Ground flora communities in framework species method restoration area of Siam cement (Lampang) Co. Ltd. limestone quarries were studied. The ground flora community can indicate the integrity of the area as well as trees or seedling. The objectives of this study were to compare species diversity of ground flora between natural forest and restoration areas with different site preparation methods (adding top soil and rock explosion) and to monitor the progress of restoration process. In each study site, five circular plots with 5 meters radius were randomly located. Ground flora species and percentage cover were determined in December 2018 and February 2019. The physical factors and forest profile were recorded. The total number of ground flora species found in this study was in 52 species, 27 families. The highest diversity was recorded in natural forest followed by restoration area with rock explosion and adding top soil with the value of 2.81, 2.50 and 1.99, respectively. Dominant species in restoration site with rock explosion was Desho grass (*Pennisetum pedicellatum*) which normally found in a pioneer stage of succession. Purple Orchid tree (*Buahinia purpurea)* and Siam Weed (*Chromolaena odorata*) were the dominant species of restoration area with adding top soil. In natural forest, most of the ground flora found were seedling of tree such as Bandicoot berry (*Leea indica*). It can indicate that

preparation site with adding top soil method can promote ecosystem recovery better than rock explosion method.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบาญ	จ
สารบาญภาพประกอบ	ฉ
สารบาญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ และวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	28
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก ก	33
ภาคผนวก ข	37
ประวัติผู้เขียน	48

สารบาญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 เหมืองหินปูนลำปาง	12
ภาพ 2 แปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่ด้วยการถมดิน	13
ภาพ 3 แปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่ด้วยการระเบิดหิน	13
ภาพ 4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนปี 2561 – 2562 ในจังหวัดลำปาง	14
ภาพ 5 ความเข้มแสงในพื้นที่ป่าธรรมชาติ แปลงฟื้นฟูถมดิน และแปลงฟื้นฟูระเบิดหินในช่วงเดือนธันวาคม 2561 - กุมภาพันธ์ 2562	18
ภาพ 6 พืชพื้นล่างที่พบในป่าธรรมชาติ	23
ภาพ 7 พืชพื้นล่างที่พบในแปลงฟื้นฟูถมดิน	24
ภาพ 8 พืชพื้นล่างที่พบในแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน	24
ภาพ 9 top view และ side view ของป่าธรรมชาติ	27
ภาพ 10 top view และ side view แปลงฟื้นฟูถมดิน ปีพ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012)	27
ภาพ 11 top view และ side view ของแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน. ปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012)	26

สารบาญตาราง

		หน้า
ตาราง 1	การแบ่งระดับเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชพื้นล่าง ตาม Braun Blanquet scale	15
ตาราง 2	ข้อมูลความสูงแปลงป่าธรรมชาติ ป่าฟื้นฟูถมดิน และแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน	18
ตาราง 3	ปริมาณอินทรียวัตถุในป่าธรรมชาติ แปลงฟื้นฟู พ.ศ. 2555 ที่เตรียมพื้นที่ด้วยการใส่หน้าดินและระเบิดหิน	19
ตาราง 4	จำนวนชนิด ความหลากหลายและความสม่ำเสมอ ในการกระจายตัวของพืชพื้นล่าง	19
ตาราง 5	พืชพื้นล่างที่พบในพื้นที่ศึกษา	20
ตาราง 6	ดัชนีความคล้ายคลึง (Sorensen’s Index) ของพืชพื้นล่าง ในแปลงป่าธรรมชาติ แปลงฟื้นฟูถมดิน และแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน	25
ตาราง 7	แสดงชนิดกล้าไม้ที่พบในแปลงฟื้นฟูถมดินและแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน	25
ตาราง 8	ชนิดพืชพื้นล่างที่พบในการสำรวจ	33
ตาราง 9	ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างป่าธรรมชาติ	37
ตาราง 10	ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูถมดินปี พ.ศ. 2555	41
ตาราง 11	ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน พ.ศ. 2555	45

บทที่ 1
บทนำและวัตถุประสงค์

บทนำ

ในปัจจุบันการเพิ่มของประชากรมนุษย์อย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการความต้องการในการใช้ทรัพยากรและการใช้ที่ดินในการทำกิจกรรมต่างๆ ที่มากขึ้น การทำเหมืองหินปูนเป็นการใช้ที่ดินซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบนิเวศทำให้ต้นไม้ สัตว์ป่า และจุลินทรีย์หายไปจากพื้นที่โดยกระบวนการต่างๆ เช่น การขุด เจาะ และระเบิดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ เช่น ทำให้สูญเสียหน้าดิน ดินที่เหลืออยู่มีแร่ธาตุอาหารและจุลินทรีย์น้อย และดินอัดแน่นจากการใช้เครื่องจักรหนัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) ถ้าปล่อยให้พื้นที่หลังจากการทำเหมืองเกิดการฟื้นฟูตามธรรมชาติอาจต้องใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 50–100 ปี สภาพพื้นที่จึงจะกลับมาเหมือนเดิมได้ หรืออาจไม่เกิดการฟื้นฟูตามธรรมชาติได้เลย (Thinh *et al*., 2012) เพราะฉะนั้นการฟื้นฟูจึงเป็นสิ่งจำเป็นในพื้นที่เหมืองเพื่อให้พื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์และระบบนิเวศสามารถทำหน้าที่ได้ดังเดิม

บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำวังแห่งเทือกเขาขุนตาล ที่ความสูงระหว่าง 279-593 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 6,748 ไร่ ซึ่งเคยเป็นป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ และเป็นต้นน้ำของห้วยน้อยใหญ่ต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการใช้ปูนซีเมนต์ในภาคก่อสร้างและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศที่กำลังพัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรม โดยพระบาทสมเด็จพระปรเมนทรมหาวชิราวุธฯ พระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้มีพระบรมราชโองการให้จัดตั้งบริษัทปูนซีเมนต์ขึ้นเพื่อความยั่งยืนของของประเทศไทยแทนการนำเข้าปูนซีเมนต์คุณภาพต่ำจากประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งมีพื้นที่ประทานบัตรทั้งหมด 6,748 ไร่ พื้นที่ป่าอนุรักษ์ 884 ไร่ โดยภายในปี พ.ศ. 2585 พื้นที่เหมืองหิน 5,864 ไร่ จะได้รับการฟื้นฟูให้กลับมาเป็นป่าอีกครั้ง (หน่วยแผนและพัฒนาส่วนเหมือง, 2560)

จากปัญหาพื้นที่ป่าที่มีความเสื่อมโทรมจากการทำเหมืองหินปูน หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่าจึงร่วมมือกับบริษัทปูนซีเมนต์ ฟื้นฟูป่าให้กลับมามีสภาพนิเวศที่ใกล้เคียงกับสภาพป่าท้องถิ่นดั้งเดิม โดยใช้วิธีการฟื้นฟูแบบพรรณไม้โครงสร้าง โดยการปลูกพรรณไม้ท้องถิ่น 20-30 ชนิด ที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว ประกอบด้วยไม้เบิกนำและไม้เสถียรที่โตเร็ว เช่น ซ้อ (*Gmelina arborea*), เติม (*Bischofia javanica*), งิ้วแดง (*Bombax ceiba*), สมอพิเภก (*Terminalia bellirica*) และมะกอกป่า (*Spondias pinnata*) เป็นต้น ซึ่งมีอัตราการรอดตายของพืชสูงและดึงดูดสัตว์ป่าได้ดี (FORRU, 2006) ซึ่งต้นไม้ที่ปลูกจะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับลูกไม้ที่จะเข้ามาเติบโตในพื้นที่อีกครั้ง โดยในปี พ.ศ. 2555 ได้มีการฟื้นฟูป่าโดยวิธีพรรณไม้โครงสร้างในแปลงฟื้นฟูที่มีการเตรียมพื้นที่

ก่อนทำการปลูกกล้าไม้ต่างกัน คือ มีการถมดินหรือการระเบิดหินเพื่อทำการเปิดหน้าดินก่อนทำการปลูกกล้าไม้

งานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของพรรณพืชพื้นล่างทั้งในส่วนของกล้าไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุกในป่าธรรมชาติ และพื้นที่ฟื้นฟูที่มีลักษณะในการเตรียมพื้นที่ในการฟื้นฟูต่างกัน เพื่อเป็นการติดตามความก้าวหน้าการฟื้นตัวของแปลงฟื้นฟูในพื้นที่หลังทำเหมืองหินปูน

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาความหลากหลายของพืชพื้นล่างของป่าธรรมชาติ ป่าฟื้นฟูปี พ.ศ. 2555 ที่มีการเตรียมพื้นที่ต่างกัน
2. เปรียบเทียบความคล้ายคลึงของพืชพื้นล่างระหว่างป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูปี พ.ศ. 2555 ที่มีการเตรียมพื้นที่ต่างกัน

บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

เหมืองหินปูน

หินปูน (limestone) จัดอยู่ในกลุ่มหินตะกอนที่เกิดจากการทับถมของตะกอนคาร์บอเนตในท้องทะเล ทั้งจากสารอนินทรีย์และซากสิ่งมีชีวิต เช่น ปะการัง และกระดองของสัตว์ทะเลซึ่งทับถมกันภายใต้ความกดดันและตกผลึกใหม่เป็นแร่แคลไซต์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตปูนซีเมนต์ แหล่งหินปูนลำปาง อ.แจ้ห่ม สามารถพบได้ในรูปของเขาหินปูนหรือในชั้นดินใต้ผืนป่าตั้งแต่ความลึกประมาณ 1 เมตร (หน่วยแผนและพัฒนาส่วนเหมือง, 2560) ในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยสามารถผลิตหินปูนได้มากถึง 1.4 ล้านตัน/ปี (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2561) เพื่อตอบสนองความต้องการปูนซีเมนต์ภาคการก่อสร้างและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ

ในปี พ.ศ. 2554 จำนวนเหมืองที่เปิดกิจการในประเทศไทยมีจำนวน 599 แห่งทั่วประเทศ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2557) ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่มาก แสดงให้เห็นถึงจำนวนป่าที่จะต้องสูญเสียไปเนื่องจากการทำเหมือง พื้นที่หลังจากการทำเหมืองมักจะถูกปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการใช้ประโยชน์ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นมีทั้งความเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง ไม่พบพรรณไม้เสถียรในพื้นที่ รวมถึงดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและมีลักษณะเป็นดินอัดแน่นแข็งและพืชไม่สามารถขึ้นปกคลุมได้เนื่องจากธาตุอาหารในดินต่ำ สาเหตุต่างๆเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคสำคัญทำให้การฟื้นตัวตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ยากและอาจจะใช้เวลาอย่างน้อย 50 – 100 ปีในการที่จะฟื้นตัวกลับมาเป็นป่าเหมือนเดิม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557; Thinh *et al.,* 2012; Elliott *et al*., 2013)

การทำเหมืองของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด ใช้วิธีการทำเหมืองแบบ Semi Open Cut Mining ซึ่งเป็นการพัฒนาหน้าเหมืองจากด้านในของภูเขา ที่ผสมผสานเทคนิคการทำเหมืองแบบ Open Cut (การตัดยอด) และ Open Pit (การขุดตัก) โดยจะเว้นพื้นที่ขอบแนวประทานบัตรเพื่อให้เป็นพื้นที่ป่ากันชนตลอดแนวขอบเหมือง ส่วนพื้นที่ภายในจะทำการระเบิดเพื่อทำเหมือง (หน่วยแผนและพัฒนาส่วนเหมือง, 2560) ทำให้ไม่เห็นตัวเหมืองจากภายนอก ในการทำเหมืองจะขุดหน้าดินจนถึงส่วนของชั้นหินปูนที่ต้องการ โดยส่วนหน้าที่ขุดออกมาจะนำไปไว้นอกบ่อขุด จากนั้นจึงทำการระเบิดเอาหินที่ต้องการ ขนใส่รถบรรทุกต่างๆ ส่งไปยังโรงโม่หิน ซึ่งอยู่ห่างออกไป หลังจากนั้นเมื่อขุดเจาะหินที่ต้องการไปหมดแล้ว จะนำหน้าดินที่นำออกไปนอกบ่อมาถมกลับคืน (เหมืองแม่เมาะ, 2557) และมีการกดทับด้วยรถบรรทุกซ้ำไปมาเพื่อให้ดินจับตัวกันลดการพังทลายของดิน ทำเป็นทางแบบขั้นบันไดลดระดับลงไปเรื่อยๆ

การฟื้นฟูป่า

การฟื้นฟูป่า คือ การจัดการพื้นที่เพื่อเร่งการฟื้นตัวของระบบนิเวศให้กลับมาสู่สภาวะเดิม หรือเกิดความสมดุลของระบบนิเวศในพื้นที่ได้เร็วยิ่งขึ้น เป้าหมายของการฟื้นฟูป่าคือ ระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพและการทำงานที่คล้ายคลึงกับสภาพของพื้นที่ที่มีมาแต่เดิม การฟื้นฟูป่าไม่จำเป็นต้องปลูกพรรณไม้ทุกชนิดที่เคยมีในพื้นที่ แต่เน้นไปที่การช่วยสร้างระบบนิเวศเริ่มต้น จากนั้นจึงให้ธรรมชาติเกิดกระบวนการฟื้นตัวต่อไปได้เอง การฟื้นฟูป่าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติของพื้นที่โดยไม่มีการปลูกต้นไม้เพิ่ม (Accelerated Natural Regeneration: ANR) หรือการปลูกต้นไม้เพิ่มเพื่อสร้างระบบนิเวศใหม่ที่สมบูรณ์ โดยวิธีการฟื้นฟูป่าที่เลือกใช้จะขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการทำลายพื้นที่ (Elliott *et al*., 2013)

การฟื้นฟูป่าสมัยก่อนให้ความสำคัญกับการปลูกไม้ยืนต้นไม่กี่ชนิด เช่น สัก(*Tectona grandis*), สนสองใบ (*Pinus merkusii*), ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus globulus*) เพราะว่ามีคุณค่าทางเศรษฐกิจ แต่ไม้ยืนต้นเหล่านี้ไม่ค่อยสามารถดึงดูดสัตว์ป่าได้ และความหลากหลายทางชีวภาพน้อยกว่าในป่าธรรมชาติเนื่องจากสนใจแต่ไม้เศรษฐกิจ แต่ปัจจุบันหน่วยวิจัยฟื้นฟูป่าได้เสนอวิธีพรรณไม้โครงสร้างในการฟื้นฟู เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะป่าไม่พลัดใบ โดยสามารถฟื้นฟูพื้นที่ให้กลับมามีสภาพสมบูรณ์ได้ในเวลาประมาณ 6 – 8 ปี วิธีการนี้ใช้ต้นไม้ท้องถิ่น ทั้งพรรณไม้เสถียร (Climax tree species) และพรรณไม้เบิกนำ (Pioneer tree species) 20 - 30 ชนิด ปลูกร่วมกันในครั้งเดียว ซึ่งพรรณไม้โครงสร้างจะมีลักษณะที่สำคัญ คือ เจริญเติบโตได้เร็ว มีอัตราการรอดตายสูง มีทรงพุ่มกว้างและหนาแน่น ติดดอกและผลง่าย และดึงดูดสัตว์ให้เข้ามาในพื้นที่ การปลูกไม้เบิกนำและไม้เสถียรร่วมกัน พรรณไม้เบิกนำ ซึ่งเป็นไม้ที่โตเร็ว จะช่วยให้ร่มเงากับพรรณไม้เสถียรที่ไม่ต้องการแสงมากในการเจริญเติบโต ทำให้โตร่วมกันไปในพื้นที่ และการที่พรรณไม้นี้สามารถติดผลง่ายจะช่วยดึงดูดสัตว์เข้ามาในพื้นที่ทำหน้าที่เป็นเป็นตัวช่วยในการกระจายเมล็ดพันธุ์ ทำให้เกิดความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในพื้นที่เพิ่มขึ้น โดยกลุ่มพรรณไม้ที่เลือกมาใช้ปลูกมีด้วยกัน 3 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มไม้มะเดื่อและไทร (วงศ์ Moraceae) กลุ่มไม้จำพวกถั่วหรือมีเมล็ดภายในฝัก (วงศ์ Fabaceae) และกลุ่มไม้จำพวกก่อ (วงศ์ Fagaceae) โดยกลุ่มไม้จำพวกก่อเป็นพืชที่พบมากในป่าดิบทางภาคเหนือของประเทศไทย (FORRU, 2006)

พืชวงศ์มะเดื่อและไทรมีความโดดเด่นมากในป่าทางภาคเหนือ มีคุณสมบัติที่ดีเยี่ยมในการเป็นพรรณไม้โครงสร้าง บางชนิดเจริญเติบโตได้รวดเร็ว มีผลที่กินได้จึงดึงดูดนกให้เข้ามากิน โดยภายในผลจะมีสารที่มีฤทธิ์เหมือนยาระบาย เมื่อนกกินเข้าไปก็จ่ายออกมา ในมูลนกจะมีเมล็ดที่นกกินมาจากที่อื่น เมื่อตกลงดินเมล็ดงอกถือเป็นการเพิ่มชนิดพืชภายในบริเวณนั้น (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า,

2541) การฟื้นฟูป่าด้วยวิธีพรรณไม้โครงสร้างควรมีพืชวงมะเดื่อและไทรประมาณร้อยละ 20 ของชนิดพรรณไม้ทั้งหมดที่จะนำไปใช้ฟื้นฟูป่า (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2543)

พืชวงศ์ถั่วหรือมีเมล็ดภายในฝัก เป็นพืชท้องถิ่นในป่าภาคเหนือ หลายชนิดมีความเหมาะสมในการใช้เป็นไม้โครงสร้าง ไม้กลุ่มนี้จะมีปกที่ราก ทำให้เกิดการตรึงไนโตรเจนขึ้นโดยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในปมราก แล้วนำมาสร้างเป็นโปรตีน เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้ไม้กลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และเมล็ดก็ยังเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ได้อีกด้วย (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2541)

พืชกลุ่มก่อ พบมากทางภาคเหนือ เจริญเติบโตค่อนข้างช้า แต่ก็ให้ร่มเงาที่แน่นหนา ทำให้วัชพืชลดจำนวนลงได้ดี สัตว์สามารถกินเนื้อ และเมล็ดได้ (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2541)

นอกจากนี้การเลือกพรรณไม้โครงสร้างต้องคำนึงถึงสังคมพืชเดิมในพื้นที่โดยจะเลือกพรรณไม้ที่มีอยู่ในระบบนิเวศป่าซึ่งเป็นเป้าหมายของการฟื้นฟูเสริมเข้าไปในกลุ่มพรรณไม้โครงสร้างด้วย ซึ่ง FORRU (2009) ได้ทำการศึกษาชนิดพันธุ์พืชที่มีความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ป่าผลัดใบ ทางเหนือของประเทศไทย และมีลักษณะที่ใช้เป็นพรรณไม้โครงสร้างได้ โดยนำกล้าไม้ 23 ชนิดไปปลูกบริเวณพื้นที่ห้วยตึงเฒ่า เปรียบเทียบวิธีการกำจัดวัชพืช 4 วิธี พบว่ากล้าไม้มีอัตราการรอดตายหลังปลูก 2 สัปดาห์มากกว่า 90% เช่น พฤกษ์ ตีนเป็ด หว้าขี้กวาง ซ้อ มะขามป้อม มะกอก สมอพิเภก เป็นต้น

พรรณไม้โครงสร้างที่ปลูกจะสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกล้าไม้ใหม่โดยให้ร่มเงาทำให้ปริมาณวัชพืชลดลง และมีการสะสมของอินทรีย์สารและธาตุอาหารในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้กล้าไม้ธรรมชาติกลับเข้ามาในพื้นที่ได้เร็วขึ้น

การฟื้นฟูป่าในพื้นที่เหมือง

การฟื้นฟูป่าในพื้นที่เหมืองจำเป็นต้องมีการปรับปรุงสภาพพื้นที่ก่อนที่จะดำเนินการฟื้นฟูเหมือง เนื่องจากพื้นหลังการทำเหมืองมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการปลูกกล้าไม้ ซึ่งการปรับปรุงสภาพพื้นที่มีหลากหลายวิธี เช่น การไถดินหรือระเบิดลึก 90 เซนติเมตร กว้าง 1 เมตร โดยไม่ผสมดินให้เข้ากันเพื่อให้น้ำและอากาศผ่านดินไปสู่ใต้ผิวดินในระดับที่รากพืชลงไปถึงการระเบิด, การใส่หน้าผิวทดแทนโดยการถมดินลงไป หรืออีกวิธีคือการสร้างเนินดินเป็นวิธีการทางกายภาพ ที่จะปรับคุณภาพดินให้อากาศเข้าได้และลดน้ำขังในดิน (Elliott, 2018)

นอกจากนี้ยังต้องทำการปรับปรุงสารอาหารในดินโดยการใส่ปุ๋ย, ใช้พืชคลุมดิน เช่นพืชตระกูลถั่วที่เป็นไม้ล้มลุกรอบพื้นที่ฟื้นฟู เช่น ปอเทือง (*Crotalaria juncea*), ถั่วพร้า

(*Canavalia ensifomis*), ถั่วฮามาด้า (*Stylosanthes hamata*) เก็บเมล็ดแล้วไถกลบจะทำให้ซากพืชถูกย่อยกลายเป็นหน้าดิน หรือสามารถเป็นประโยชน์ในดินชั้นล่าง และยังช่วยลดการเจริญเติบโตของวัชพืช โดยไม่ต้องใช้ยาฆ่าวัชพืช ป้องกันดินถล่ม ปรับโครงสร้างดิน ระบายน้ำและอากาศ เพิ่มสารอาหารในดิน และส่งเสริมสิ่งมีชีวิตในดิน (Elliott, 2018)

การเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่เหมือง

พื้นที่หลังจากการทำเหมืองมักจะถูกปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการใช้ประโยชน์ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นมีทั้งความเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง ไม่พบพรรณไม้เสถียรในพื้นที่ รวมถึงดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและมีลักษณะเป็นดินอัดแน่นแข็งและพืชไม่สามารถขึ้นปกคลุมได้เนื่องจากธาตุอาหารในดินต่ำ สาเหตุต่างๆเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคสำคัญทาให้การฟื้นตัวตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ยากและอาจจะใช้เวลาอย่างน้อย 50 – 100 ปีในการที่จะฟื้นตัวกลับมาเป็นป่าเหมือนเดิม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539; Thinh *et al.,* 2012; Elliott *et al*., 2013)

โดยปัญหาที่พบในพื้นที่เหมืองมี 2 สาเหตุหลัก คือ

1. สภาพดินที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืช โดย Wenjun *et al*. (2008) ทำการศึกษาการฟื้นตัวตามธรรมชาติของพื้นที่เหมืองหิน ในประเทศจีนตอนใต้ ซึ่งป่าเดิมของพื้นที่เป็นป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forest) มีพรรณไม้เสถียรเดิมจำพวก Lauraceae, Euphorbiaceae และ Fagaceae เก็บข้อมูลโดยวาง Quadrat ขนาด 5X5 และ 1X1 ตารางเมตร เก็บข้อมูลของชนิดพืช ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และการปกคลุมของพืชจำพวกหญ้า พบว่า พืชที่สามารถเข้ามาเจริญเติบโตในพื้นที่เหมืองหินได้เองนั้นเป็นพวกหญ้า (Gramineous herbs) เฟิร์น (Ferns) และ ไม้พุ่ม (Shrubs) เนื่องมาจากสภาพของดินหลังการทำเหมืองนั้นมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ดินมีลักษณะอัดกันแน่น ความชื้นในดินต่ำ ดินมีธาตุอาหารต่ำ และจุลินทรีย์ในดินมีจำนวนลดลง (Li-ping *et al*., 2009; Oliveira *et al*., 2011)

2. สภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงและแห้งแล้ง (Jing *et al*., 2014) ส่งผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ลดกระบวนการย่อยสลายซึ่งเป็นการเปลี่ยนธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

พรรณพืชพื้นล่าง

พืชพื้นล่างส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก เป็นพืชล้มลุก 1 ปี (annual) หรือมากกว่า 1 ปี (perennial) ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ในเรือนยอดชั้นต่ำสุดของสังคมพืช พืชพื้นล่างที่มีเนื้อไม้ ได้แก่ ไม้ล้มลุก (herbaceous), ไม้พุ่ม (shrub) ที่ออกดอกและผลที่ความสูงไม่เกิน 1.5 เมตร ไม้ที่ขึ้นปกคลุมผิวดิน หรือพืชที่มีความสูงไม่เกิน 1.5 เมตร รวมถึงไม้เถา (vine) และกลุ่มเฟิร์น (ferns) และพรรณไม้ที่เจริญตามก้อนและหน้าผา (epilithie species and geophttic species) พืชพื้นล่างส่วนมากมักมีอายุน้อยกว่า 1 ปี หรือเติบโตและตายไปตามฤดูกาล (มนู, 2542)

พืชพื้นล่างสามารถบอกได้ถึงการทำหน้าที่ของระบบนิเวศป่าได้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแทนที่และโครงสร้างของสังคมพืชพื้นล่าง เป็นตัวบ่งชี้ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ เนื่องจากพืชพื้นล่างมีองค์ประกอบ โครงสร้าง หน้าที่ และมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศด้วย (George and Bazzaz, 2003; Gilliam and Robert, 2003; Nilson and Wardle, 2005) โดยเฉพาะพืชล้มลุกในวงศ์หญ้า และวงศ์กก ถือเป็นผู้ผลิตที่สำคัญเนื่องจากเป็นอาหารของสัตว์กินพืช และแมลงต่างๆ เช่น สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นพืชคลุมดินป้องกันการสูญเสียน้ำ ซึ่งพืชพื้นล่างบางชนิดสามารถบอกได้ว่าเป็นพืชเบิกนำถือว่าเป็นพืชกลุ่มแรกที่ช่วยชักนำไม้ดั้งเดิมให้กลับเข้ามาเจริญทดแทนตามธรรมชาติ เนื่องจากพืชเบิกนำส่วนใหญ่มีความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ที่เหมาะสมต่อพื้นที่ป่าถูกทำลายและป่าเสื่อมโทรม เช่น เป็นพันธุ์พืชที่มีความต้องการแสงสว่างในการตั้งตัวสูง เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้เนื้ออ่อน และเป็นกลุ่มพืชที่มีช่วงอายุสั้นจึงมักพบเป็นพืชอายุเดียวในพื้นที่ โดยพบได้ตั้งแต่กลุ่มพืชล้มลุก เช่น สาบเสือ หญ้าคา และหญ้าพง เป็นต้น (กรมป่าไม้, 2555) หรือไม้พุ่มและไม้ต้นขนาดใหญ่แตกต่างกันตามข้อจำกัดในแต่ละพื้นที่

Adhikari (1996) ศึกษาความสัมพันธ์ของพืชพื้นล่างที่มีต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของกล้าไม้ยืนต้น โดยตรวจสอบการฟื้นตัวของกล้าไม้ธรรมชาติ (ความหนาแน่น อัตราการเจริญ อัตราการตาย) ชนิดของพรรณไม้ ความหลากหลายและจำนวนต้นของกล้าไม้ตลอดจนความสัมพันธ์ที่มีต่อพรรณไม้พื้นล่างภายในกลุ่มสังคมพืชต่างๆในบริเวณป่าเสื่อมโทรม ด้วยการเลือกสังคมพืชพื้นล่าง 3 กลุ่ม เพื่อศึกษาปริมาณของพืช คือ กลุ่มสังคมสาบหมา (*Eupatorium adenophorum*) สังคมหญ้าคา (*Imperata cylindrica*) และสังคมกูดเกี๊ยะ (*Pteridium aquilinum*) และได้เลือกสังคมพืชเพิ่มอีก 2 แห่ง ในการศึกษานี้คือ สังคมผสมของหญ้าคา (*Imperata cylindrica*) และสังคมพืชผสมของพืชพื้นล่างซึ่งประกอบด้วย หญ้าขจรจบ (*Pennisetum pedicellatum*) หญ้ากาบไผ่ (*Setaria parvifolia*) และสาบหมา (*Eupatorium adenophorum*) จากการศึกษาพบว่า สังคมสาบหมาเป็น

บริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดสำหรับการตั้งตัวและการเจริญของกล้าไม้และใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ได้ว่า ก่อแป้น (*Castanosis diversifolia*) กะตังใบ (*Leea indica*) และตองหอม (*Phoebe lanceolata*) จะเจริญได้ดีในพื้นที่ดังกล่าว อย่างไรก็ตามสังคมเฉพาะของพืชพื้นล่างกลุ่มอื่นไม่สามารถจะใช้ในการบ่งชี้ชนิดของกล้าไม้ที่สามารถตั้งตัวและเจริญได้ดี เนื่องจากไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ที่เด่นชัดระหว่างชนิดของกล้าไม้กับชนิดของพรรณไม้พื้นล่างในสังคมหญ้าคาและกูดเกี๊ยะ

Aubin *et al*. (2008) และ Herault *et al*. (2005) พบว่าพืชพื้นล่างของป่าธรรมชาติ และป่าปลูกมีความแตกต่างอย่างชัดเจน ความแตกต่างของพืชพื้นล่างระหว่างป่าปลูกกับป่าธรรมชาติ อาจเกิดขึ้นมาจากการเตรียมพื้นที่ปลูก เพราะการไถ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะจำเพาะที่สำคัญของพื้นที่ได้ (Franklin *et al*., 2000) การจัดการพื้นที่ปลูก ไม่ว่าจะเป็นการไถ การตัดกิ่งเล็มกิ่ง การทำให้วัชพืชเบาบางลง รวมถึงการควบคุมวัชพืช เป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพื้นล่าง (Hartley, 2002) โดยทั่วไปการทำให้วัชพืชเบาบางลงจะทำให้พืชล้มลุก และไม้พุ่ม มีการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้น แต่การกระทำนี้ย่อมเป็นการรบกวนสังคมพืชในพื้นที่ โดยทำให้แสงเพิ่มขึ้น เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นป่าให้มีความชื้นต่ำลง พืชล้มลุกในป่าส่วนมากจะอ่อนไหวกว่าเมื่อต้องแข่งขันกับพืชกลุ่มเบิกนำ และอาจแห้งตายได้เมื่อพื้นล่างของป่าโดนรบกวน โดย Aubin *et al*. (2008) ได้ทำการศึกษาว่าการปลูกต้นไม้นั้นจะทำให้ระบบนิเวศทั้งระบบกลับมาสมบูรณ์ได้หรือเป็นแค่การเพิ่มพื้นที่เนื้อไม้เท่านั้น โดยเปรียบเทียบโครงสร้างของสังคมพืชพื้นล่างระหว่างป่าปลูกสน ป่าปลูกผลัดใบกับป่าที่ปล่อยให้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติพบว่า ชนิดพืชที่ต้องการแสง กระจายโดยลมจะพบในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ระยะแรก ส่วนกลุ่มที่มีเนื้อไม้ เฟิร์น และกระจายโดยมด พืชล้มลุกที่มีดอก จะพบในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ระยะสุดท้าย แม้ว่าการทำงานและสภาพแวดล้อมของพื้นในป่าปลูกผลัดใบมีการเปลี่ยนแปลงไปเหมือนกับป่าที่ถูกปล่อยให้เกิดขึ้นเองที่มีอายุมากแล้วแต่โครงสร้างของพืชพื้นล่างยังคงมีการพัฒนาน้อยและจำนวนชนิดของพืชพื้นล่างของกลุ่มที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของป่ายิ่งมีจำนวนน้อยมาก ส่วนการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชพื้นล่างในป่าปลูกสนนั้นแตกต่างไปจากลักษณะของป่าธรรมชาติอย่างสิ้นเชิง ในระยะแรกของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในทุกพื้นที่แหล่งเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้าเมล็ดที่มีอยู่ในดินไม่สามารถเจริญเติบโตได้และไม่ได้รับเมล็ดพันธุ์จากที่อื่นเข้ามาใหม่จะคาดเดาได้ว่าชั้นของกล้าไม้ที่เกิดขึ้นจะประกอบด้วยชนิดพรรณไม้ที่เหมือนกับชั้นเรือนยอด (Rivera and Aide, 1998; Marcano-Vega *et al*., 2002) การเข้ามาของกล้าไม้ในการปลูกป่านั้นขึ้นอยู่กับการเข้ามาของเมล็ดจากพื้นที่ที่อยู่ข้างเคียง ดังนั้นความหลากหลายและความหนาแน่นของพืชใต้ชั้นเรือนยอดจึงขึ้นอยู่กับสัตว์ที่กระจายเมล็ดเข้ามาในพื้นที่เป็นหลัก (Haggar *et al*., 1997; Wunderle, 1997; Lamb, 1998; Holl *et al*., 2000; Zanne and Chapman, 2001) และป่าที่มีอายุมากซึ่งมีชั้นเรือนยอดที่มีความ

หลากหลายและซับซ้อนจะมีจำนวนของกล้าไม้ที่เข้ามานั้นมากกว่าป่าอายุน้อยที่ถูกรบกวนซึ่งมีเรือนยอดเป็นแบบเดียวสม่ำเสมอจากต้นไม้ที่มีอายุไล่เลี่ยกัน (Lozada *et al*., 2007)

การศึกษาไม้พื้นล่างในบริเวณ Tehsil Shakargarh ประเทศอินเดีย พบว่าสังคมพืชพื้นล่างมีการเปลี่ยนแปลงแบ่งได้ออกเป็น 2 ช่วงเวลาอย่างชัดเจน คือ 1. หน้าร้อนและหน้าหนาว เป็นช่วงที่ต้นไม้และไม้พุ่มออกดอก และพื้นดินไม่มีการปกคลุมของพืชสีเขียว 2.หน้าฝน เป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดสำหรับพืช พื้นดินถูกปกคลุมไปด้วยสีเขียวของพืชที่มีอายุปีเดียว (annual) ในพื้นที่นี้พบพืช 317 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์ Poaceae รองลงมาคือ Asteraceae (Din Khan *et al*., 2008)

ชวพิชญ์ (2548) ศึกษาจำนวนชนิด และความหลากหลายของพืชพื้นล่างในพื้นที่ฟื้นฟูป่าด้วยวิธีพรรณไม้โครงสร้าง ระหว่างแปลงทดลองที่มีการปลูกกล้าไม้ และแปลงควบคุมที่ไม่มีการปลูกอะไรเลย พบพรรณไม้ทั้งหมดไม่รวมกล้าไม้ที่ปลูก 52 ชนิด พืชพื้นล่างที่พบมาก ได้แก่ กูดเกี๊ยะ (*Pteridium aquilinum*) หญ้าหางหมาจิ้งจอก (*Setaria geniculata*) สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) หญ้าจุกขาว (*Mitracarpus villosus*) และการทดลองการใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆกันในปริมาณที่แตกต่างกันบริเวณหลุมปลูกกล้าไม้ พบว่ามีผลต่อจำนวนชนิด การกระจาย จำนวนของพืชพื้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงความหนาแน่นของพืชพื้นล่างบางชนิด เช่น หญ้าขจรจบ (*Pennissetum polystachyon*)

D'Amato *et al.* (2009) เปรียบเทียบสังคมพืชชั้นใต้เรือนยอด (พวกไม้ล้มลุก, ไม้พุ่ม กล้าไม้ และลูกไม้) ในบริเวณตะวันตกของ Massachusetts ประเทศอเมริกา ระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่เคยถูกตัดไม้ (eastern hemlock forests) เมื่อประมาณ 108-136 ปี พบว่าในป่าสมบูรณ์ประกอบไปด้วยไม้ล้มลุกและไม้พุ่มของพืชพื้นล่างที่มีจำนวนมากกว่าป่าที่ถูกรบกวนประมาณ 4เท่าและมีความหลากหลายมากกว่าด้วย อีกทั้งความหนาแน่นของกล้าไม้ และลูกไม้ก็มากกว่า ซึ่งอาจเนื่องมาจากความหนาแน่นของต้นไม้ชั้นเรือนยอด ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจน แสงความชื้น และธาตุอาหาร ที่แตกต่างกันระหว่างทั้งสองป่านี้พบว่าป่าสมบูรณ์มากกว่าป่าที่เคยถูกตัด พืชพื้นล่างที่พบได้ทั่วไปในป่าสมบูรณ์คือ *Aralia nudicaulis*, *Dryopteris intermedia*, และ *Viburnum alnifolium* การที่สังคมพืชพื้นล่างในป่าที่ถูกรบกวนจะกลับคืนมาเหมือนป่าที่สมบูรณ์ได้นั้นขึ้นอยู่กับ มีการถูกรบกวนอีกหรือไม่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของชั้นเรือนยอด ธาตุอาหาร และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆด้วย

อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter)

ดินป่าไม้เขตร้อนทั่วไปมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติต่ำ และดินตื้น พืชพรรณจึงใช้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งอาหาร (Sanchez, 1976) ป่าไม้ที่ถูกทำลายจะมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำลง เมื่อมีการฟื้นฟูป่าไม้การเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุในดินจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชพรรณในป่าไม้ จึงสามารถใช้ปริมาณอินทรียวัตถุบอกความก้าวหน้าของการฟื้นฟูได้

อินทรียวัตถุเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัวของเศษซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตในดิน อินทรียวัตถุมีความสำคัญต่อกิจกรรมต่างๆในดินมาก โดยอินทรียวัตถุทำหน้าที่จับยึดโครงสร้างของดิน เป็นวัสดุที่สามารถเก็บน้ำและธาตุอาหารให้แก่พืช และเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ดิน เมื่ออินทรียวัตถุถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชหลายชนิดออกมาอย่างช้าๆ อินทรียวัตถุผิวดินยังทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิดิน และรักษาสภาพความชื้นดินให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยสารประกอบฮิวมัสในดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากกว่าแร่ดินเหนียวซิลิเกตถึง 5 เท่าตัว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) โดยเฉพาะดินป่าไม้ที่ได้รับเศษพืชจากใบไม้ และวัชพืชต่างๆเพิ่มเติมอยู่เสมอ การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินป่าไม้มีอัตราการสลายตัวต่ำกว่าในพื้นที่เกษตรกรรม จึงหลงเหลือปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนเพิ่มขึ้นทุกปี สำหรับดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการไถพรวน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนกับชั้นไถพรวนลึกประมาณ 30 เซนติเมตรจะมีค่าใกล้เคียงกัน และจะมีค่าต่ำมากในดินล่าง อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินพื้นที่เกษตรกรรมจะมีค่าสูง เนื่องจากมีอุณหภูมิสูง และอากาศถ่ายเทสะดวก จุลินทรีย์ดินจึงย่อยสลายอินทรียวัตถุได้มาก และมีอินทรียวัตถุหลงเหลืออยู่ในดินลดลงทุกปี (อภิศักดิ์, 2550)

ปริมาณของอินทรียวัตถุสามารถดูได้จากปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ปริมาณของน้ำฝนสามารถทำให้การเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณซากพืชที่จะถูกย่อยสลายก็จะเพิ่มขึ้น และถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะไปกระตุ้นกิจกรรมของพวกจุลินทรีย์เพิ่มอัตราการย่อยสลาย ทำให้ยากต่อการเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน (สดุดี, 2527)

อิทธิพลของพืชพรรณส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฮิวมัสของดินขึ้นอยู่กับปริมาณการเพิ่มของพืชและสัตว์รวมถึงอัตราการสลายตัวของเศษซาก ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยมีเหตุผลที่แสดงว่าปริมาณคาร์บอนของดินทุ่งหญ้า (Mollisols) มีสูงกว่าดินป่าไม้ (Alfisols) เพราะในดินทุ่งหญ้ามีปริมาณวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์ฮิวมัสอยู่สูงกว่า การสังเคราะห์ฮิวมัสอยู่บริเวณใกล้ๆราก ซึ่งในทุ่งหญ้ามีระบบรากพืชแพร่กระจายมากกว่าดินในป่าไม้มาก และการระบาย

อากาศที่จำกัดในทุ่งหญ้า เป็นการช่วยสงวนรักษาอินทรียวัตถุไว้ (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, 2557)

อิทธิพลของสภาพพื้นที่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เพราะมีอิทธิพลต่อภูมิอากาศ การระเหยน้ำ การคายน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชนิดของพืชพรรณ ซึ่งโดยทั่วไปในดินที่ชื้นหรือมีการระบายน้ำทีไม่ดีนั้นปกติจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสะสมอยู่สูง เพราะดินขาดอากาศทำให้อินทรีย์วัตถุไม่ถูกทำลาย

อินทรียวัตถุในดินของพื้นที่หลังการทำเหมืองก็มักจะมีปริมาณที่ต่ำ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นมีความเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง ดินไม่มีสิ่งปกคลุม มีลักษณะเป็นดินอัดแน่นแข็งและพืชไม่สามารถขึ้นปกคลุมได้ เนื่องจากธาตุอาหารในดินต่ำ มีการศึกษาพบว่าค่าอินทรียวัตถุในพื้นที่หลังการทำเหมืองหินปูนที่ อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง มีค่าอยู่ที่ 1.235 g/100g (ณัฐิกา, 2557) ส่วนพื้นที่หลังการทำเหมืองเหล็กมีค่าอินทรียวัตถุเท่ากับ 0.040 g/100g (Matias *et al.,* 2009)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

พื้นที่วิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดพื้นที่ศึกษาในบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูของเหมืองหินปูนลำปาง บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่ พิกัด 47Q 0562432 2051082 UTM หมู่ที่ 5 ตำบลบ้านสา อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ในพื้นที่ลุ่มน้ำวังของบริเวณเทือกเขาขุนตานที่ความสูง 279-593 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาหินปูน เหมืองแห่งนี้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ส่วนของการฟื้นฟูป่าในเหมืองหินปูนลำปางอยู่ในการดูแลของหน่วยแผนและพัฒนาส่วนเหมือง ร่วมมือกับหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า (FORRU) เนื่องจากการทำเหมืองวิธี Semi Open Cut ให้มีพื้นที่บริเวณรอบเป็นพื้นที่ป่ากันชน (ภาพ 1) โดยให้คงสภาพและนิเวศดั้งเดิมมากที่สุดเพื่อให้ง่ายต่อการฟื้นฟูให้กลับมามีสภาพนิเวศเดิมมากที่สุด (หน่วยแผนและพัฒนาส่วนเหมือง, 2560)

ภาพ 1 เหมืองหินปูนลำปาง

การศึกษาในครั้งนี้เลือกป่าธรรมชาติซึ่งเป็นส่วนของป่าอนุรักษ์และแปลงฟื้นฟูอายุ 7 ปี (ปี พ.ศ. 2555) ที่มีลักษณะต่างกัน เพื่อทำการเปรียบเทียบความต่างของทุกแปลง

1. แปลงป่าธรรมชาติ มีลักษณะเป็นป่าผลัดใบผสมไผ่ พืชที่พบในพื้นที่ เช่น พฤกษ์ ยมหิน งิ้วป่า สักสมอพิเภก เป็นต้น มีไม้ผลัดใบที่พบได้ยากในพื้นที่ เช่น กระพี้จั่น ตะคร้อ และส้มกบ เป็นต้น (หน่วยวิจัยและฟื้นฟูป่า, 2555)

2. แปลงฟื้นฟู เป็นพื้นที่หลังการทำเหมืองหินปูนซึ่งมีลักษณะเป็นชั้นหิน และได้รับการเตรียมพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศใน 2 ลักษณะได้แก่

- ระเบิดหิน เพื่อทำให้ชั้นหินแตก จากนั้นจึงขุดและเตรียมหลุมเพื่อปลูกกล้าไม้ (ภาพ 2)
- ถมดิน ในการเตรียมพื้นที่พื้นหินจะถูกระเบิดให้แตก จากนั้นจึงถมด้วยดินที่ได้จากระบบการผลิตของเหมืองให้มีความลึกประมาณ 1 – 2 เมตร ก่อนจะขุดและเตรียมหลุมปลูกกล้าไม้ (ภาพ 3)

ภาพ 2 แปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่ด้วยการถมดิน

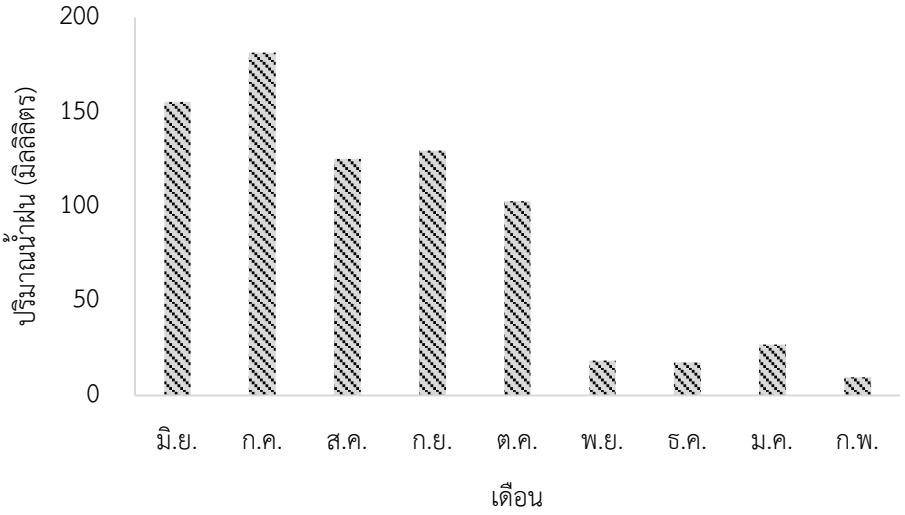
ภาพ 3 แปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่ด้วยการระเบิดหิน

แปลงฟื้นฟูทั้ง 2 ที่จะปลูกพรรณไม้โครงสร้างจำนวน 12 ชนิด ที่ความหนาแน่น 500 ต้น/ไร่ โดยรองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยคอกและโพลิเมอร์เจล

ช่วงเวลาที่ทำการวิจัยตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 - กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562 ลักษณะของภูมิอากาศอ้างอิงจาก สถานีกรมอุตุวิทยา จังหวัดลำปาง ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 240 เมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

เดือนธันวาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 17.6 มิลลิลิตร อุณหภูมิเฉลี่ย 24.4 ° C

เดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 9.6 มิลลิลิตร อุณหภูมิเฉลี่ย 25.9 ° C (ภาพ 4)



ภาพ 4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนปี 2561-2562 ในจังหวัดลำปาง

อุปกรณ์

- เสาเหล็กยาว 2 เมตร
- สายวัดความยาว 50 เมตร
- light-meter (lux meter) รุ่น TM-204 TENMARS
- ถุงสำหรับเก็บตัวอย่างดิน
- จอบ
- กล้องถ่ายรูป
- ถุงเก็บสำหรับเก็บตัวอย่างพืช
- แถบรัดสายไฟโลหะ
- สายวัด
- เวอร์เนียคาลิปเปอร์
- สายวัดความยาว 50 เมตร

- เชือกฟาง
- สายวัด

วิธีการวิจัย

1. การสำรวจพืชพื้นล่าง

1.1. วางแปลงวงกลมรัศมี 5 เมตร แบบสุ่มในป่าธรรมชาติ และแปลงฟื้นฟูปี พ.ศ. 2555 (ถมดิน) กับแปลงฟื้นฟูปี พ.ศ. 2555 (ระเบิดหิน) 5 แปลงในพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่ง

1.2. สุ่มวาง Quadrat ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร จำนวน 4 ครั้ง/แปลง เก็บข้อมูลพืชพื้นล่างทั้งกลุ่มไม้พุ่มไม้ล้มลุกและกล้าไม้ ที่มีความสูงต่ำกว่า 1.5 เมตร บันทึกชื่อวิทยาศาสตร์ และบันทึกค่าเปอร์เซ็นที่ปกคลุมพื้นที่โดยใช้ Braun Blanquet scale (Braun-Blanquet, 1932) (ตาราง 1) เก็บข้อมูลใน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ในแปลงวงกลมทั้งห้าแปลง

1.3. ถ่ายรูปและเก็บตัวอย่างพืชพื้นล่างที่ขึ้นในแปลงนำไปจำแนกชนิด

ตาราง 1 การแบ่งระดับเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชพื้นล่างตาม Braun Blanquet scale

สัญลักษณ์	เปอร์เซ็นต์ปกคลุม
0.1	1>
1	1-5
2	6-25
3	26-50
4	51-75
5	76-100

2. การสำรวจข้อมูลกล้าไม้

2.1. เลือกเฉพาะกล้าไม้ที่มีความสูงไม่เกิน 1.50 เมตร ในแปลงวงกลมรัศมี 5 เมตร ที่เป็นแปลงเดียวกันกับการเก็บข้อมูลพืชพื้นล่าง

2.2 ทำการติด Tag, วัดคอราก และความสูง

3. การเก็บข้อมูลทางกายภาพ

3.1. เก็บตัวอย่างย่อยของดิน 500 กรัม จากแต่ละแปลงวงกลม เพื่อนำมารวมเป็น 1 ตัวอย่างใส่ลงในถุงพลาสติก นำไปตรวจวัดค่า organic matter โดยวิธี Walkley-Black titration (Walkley and Black, 1934) โดยใช้ค่ามาตรฐานของ Faculty of Agriculture Central Soil Laboratory

3.2. วัดปริมาณความเข้มแสงในแต่ละแปลงวงกลมโดยใช้ lux meter โดยวัด 1 ครั้ง ต่อ 1 แปลง

4. การศึกษาโครงสร้างป่า (Forest profile)

4.1 วางแปลงขนาด 10 x 50 เมตร โดยลากเส้นสำรวจความยาว 50 เมตร และมีความกว้างออกไปจากเส้นสำรวจด้านละ 5 เมตร

4.2 เก็บข้อมูลพรรณไม้ยืนต้นที่มีเส้นรอบวงตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ทุกต้น และบันทึกข้อมูลต้นไม้แต่ละต้น ดังนี้

- ชนิดของต้นไม้
- ระยะห่างของต้นไม้จากเส้นสำรวจและระยะบนเส้นสำรวจ
- ความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอด
- ความกว้างทรงพุ่ม

4.3. นำข้อมูลที่ได้มาแสดงโครงสร้างป่า (forest profile) ของแต่ละแปลงทางด้านบน (top view structure) และการปกคลุมของเรือนยอด (crown cover chart) โดยใช้โปรแกรม SexI-FS

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าร้อยละการปกคลุมของพืชพื้นล่างแต่ละชนิดในแต่ละ แปลง มาคำนวณหาตัวแปรด้านนิเวศวิทยาเชิงปริมาณดังต่อไปนี้

5.1. Species diversity (Shannon – Wiener Diversity Index: H)

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

โดย $p_i = n_i / N$

H คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด

p_i คือ สัดส่วนความหนาแน่นของชนิดที่พบในสถานที่นั้น

N คือ ผลรวมจำนวนตัวทั้งหมดของทุกชนิดที่พบในสถานที่นั้น

โดย H มีค่าต่ำสุดได้ที่ 0 ซึ่งหมายความว่าจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตมีเพียงชนิดเดียว และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตเพิ่มสูงขึ้น

5.2. Evenness (Shannon-Wiener's Evenness Index: E_H)

$$E = H / \ln S$$

โดยที่ E คือ ค่าดัชนีการกระจาย

H คือ ค่าดัชนีความหลากหลาย

S คือ จำนวนพืชพื้นล่างในจุดเก็บตัวอย่างนั้น

โดย E มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 (ค่ามากที่สุด คือ 1 หมายความว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนตัวเท่ากัน หรือ เรียกว่ามีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ)

5.3. Similarity Index (Sorensen' s Index)

$$SI = (2C / A+B) \times 100$$

เมื่อ C = จำนวนชนิดที่พบในทั้งสองสังคมพืช

A = จำนวนชนิดทั้งหมดในสังคมพืช A

B = จำนวนชนิดทั้งหมดในสังคมพืช B

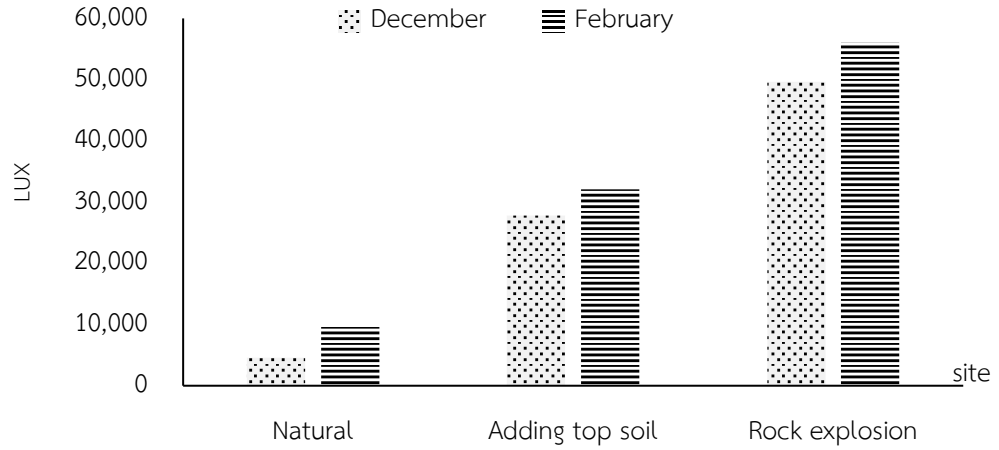
บทที่ 4
ผลการวิจัย

การเก็บข้อมูลกายภาพ

จากการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงศึกษา พบว่าแปลงฟื้นฟูถมดินมีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด รองลงมาคือแปลงฟื้นฟูระเบิดและป่าธรรมชาติตามลำดับ คือ 460 เมตร, 420 เมตร และ 330 เมตรจากระดับน้ำทะเล (ตาราง 2) ส่วนค่าความเข้มแสงพบว่าแปลงธรรมชาติมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 7,075 LUX ส่วนแปลงฟื้นฟูที่ทำการระเบิดหินมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 52,850 LUX มากกว่าแปลงฟื้นฟูที่ทำการถมดินคือ 29,940 LUX (ภาพ 5) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุพบมากที่สุดที่แปลงป่าธรรมชาติ คือ 12.01 g/100g โดยปริมาณอินทรียวัตถุในแปลงระเบิดหินเท่ากับ 2.66 g/100g มีค่ามากกว่าแปลงถมดินที่มีค่าเท่ากับ 1.99 g/100g (ตาราง 3)

ตาราง 2 ข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเลของแปลงป่าธรรมชาติ ป่าฟื้นฟูถมดิน และแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน

ป่าธรรมชาติ(เมตร)	แปลงฟื้นฟูถมดิน (เมตร)	แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน (เมตร)
330	460	420



ภาพ 5 ความเข้มแสงในพื้นที่ป่าธรรมชาติ แปลงฟื้นฟูถมดิน และแปลงฟื้นฟูระเบิดหินในช่วงเดือนธันวาคม 2651 - กุมภาพันธ์ 2562

ตาราง 3 ปริมาณอินทรียวัตถุในป่าธรรมชาติ แปลงฟื้นฟู พ.ศ. 2555 ที่เตรียมพื้นที่ด้วยการใส่หน้าดินและระเบิดหิน

	ป่าธรรมชาติ (g/100g)	**แปลงฟื้นฟูถมดิน (g/100g)**	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน (g/100g)**
ธันวาคม	12.01	2.21	3.14
กุมภาพันธ์	-	1.77	2.19
ค่าเฉลี่ย	12.01	1.99	2.67

การสำรวจพรรณพืชพื้นล่าง

1. จำนวนชนิด ความหลากหลายและความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของพืชพื้นล่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยดัชนีทางนิเวศวิทยาพบว่าแปลงธรรมชาติมีความหลากหลายและความสม่ำเสมอมากที่สุดทั้งในเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ใช้ Shannon – Wiener Diversity Index และ Shannon-Wiener's Evenness Index โดยมีความหลากหลายและความสม่ำเสมอเฉลี่ยอยู่ที่ 2.90 และ 0.88 ตามลำดับ (H_{Dec} = 2.77, H_{Feb} = 2.81)(E_{Dec} = 0.91, E_{Feb} = 0.88) อีกทั้งยังพบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ 21 ชนิดในป่าธรรมชาติ และ 24 ชนิด ในเดือนกุมภาพันธ์ แต่พบจำนวนชนิดและความหลากหลายน้อยที่สุดในแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน คือ 10 ชนิดในเดือนธันวาคม และ 11 ชนิดในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าความหลากหลายเท่ากับ 1.80 และ 1.99 ในเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าโดยรวมของความหลากหลายและความสม่ำเสมอเท่ากับ 1.99 และ 0.80 (ตาราง 4)

ตาราง 4 จำนวนชนิด ความหลากหลายและความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของพืชพื้นล่าง

แปลง		Species richness	Species diversity		Species evenness	
			ในแต่ละเดือน	โดยรวม	ในแต่ละเดือน	โดยรวม
ธรรมชาติ	ธันวาคม	21	2.77	2.90	0.91	0.88
	กุมภาพันธ์	24	2.81		0.88	
แปลงฟื้นฟูถมดิน	ธันวาคม	16	2.25	2.57	0.81	0.78
	กุมภาพันธ์	19	2.50		0.85	
แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน	ธันวาคม	10	1.80	1.99	0.78	0.80
	กุมภาพันธ์	11	1.99		0.83	

2. ชนิดพรรณพืชพื้นล่างในเหมืองหินปูนลำปาง

จากการศึกษาในป่าธรรมชาติและแปลงฟื้นฟูพบพืชพื้นล่างทั้งหมด 26 วงศ์ 52 ชนิด (ตาราง 5) โดยพบวงศ์ Caesalpinioideae มากที่สุด พบวงศ์ Poaceae รองลงมา โดยแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน พบว่าพืชพื้นล่างมีเปอร์เซนต์ความถี่และการปกคลุมมากที่สุดคือ หญ้าขจรจบ (*Pennisetum pedicellatum*), ปืนนกไส้ (*Bidens pilosa*) ส่วนแปลงฟื้นฟูถมดินชนิดที่มีความถี่และการปกคลุมสูงสุดได้แก่ เสี้ยวแดง (*Bauhinia purpurea*), กระถิน (*Leucaena leucocephala)* และ สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ซึ่งลักษณะวิสัยของพืชที่พบส่วนใหญ่จะเป็นกล้าไม้จากไม้ยืนต้นรองลงมาเป็นพืชล้มลุกและไม้พุ่มตามลำดับ และพบความถี่และการปกคลุมของต้น กะตังใบ (*Leea indica*), หญ้าใบไผ่ (*Acroceras munroanum*) และว่านจูงนาง (*Geodorum attenuatum*) มากในป่าธรรมชาติ (ตาราง 5)

ตาราง 5 พืชพื้นล่างที่พบในพื้นที่ศึกษา

N = ป่าธรรมชาติ, S = แปลงฟื้นฟูถมดิน, R = แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน

T = Tree, Sh = Shrub, H = Herbaceous

Family	**Sciencetific name**	**% Frequency**			**Braun Blanquet**			**Habit**
		N	**S**	**R**	**N**	**S**	**R**	
Annonaceae	*Miliusa velutina* (Dunal)Hook.f. & Thoms.	0	0	0	2	0	0	T
	Polyalthia viridis Craib	2.5	0	0	2	0	0	T
Apocynaceae	*Alstonia scholaris* (L) R.Br.	0	2.5	0	0	2	0	T
	Alstonia rostrata C.E.C.Fisch.	2.5	0	0	0.1	0	0	T
Asclepiadaceae	*Cryptolepis buchanani* Roem. & Schult.	12.5	0	0	2	0	0	H
Asteraceae	*Bidens pilosa* L.	0	12.5	7.5	0	2	4	H
	Chromolaena odorata (L.) R.M.King & H.Rob.	5	2.5	0	2	4	3	Sh
	Crassocephalum crepidioides (Benth.) S.Moore	0	2.5	0	0	0.1	0	H
	Tridax procumbens (L.) L.	0	0	0	0	2	2	H
Bignoniacae	*Stereospermum neuranthum* Kurz.	2.5	0	0	0.1	0	0	T

ตาราง 5 พืชพื้นล่างที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

Family	Sciencetific name	% Frequency			Braun Blanquet			Habit
		N	S	R	N	S	R	
Bombaceceae	*Bombax ceiba* Linn.	0	2.5	0	0	0.1	0	T
Burseraceae	*Protium serratum* Engl.	2.5	0	0	0.1	0	0	T
Caesalpinioideae	*Bauhinia acuminata* Linn.	7.5	0	0	2	0	0	Sh
	Bauhinia purpurea L.	0	85	0	0	5	0	T
	Bauhinia purpurea L.	0	85	0	0	5	0	T
	Bauhinia variegata L.	0	10	0	0	2	0	T
	Bauhinia viridescens Desv.	15	0	0	2	0	0	Sh
	Caesalpinia sappan L.	0	5	0	0.1	2	0	T
	Cassia siamea (Lamk.) Irwin et Barneby	0	12.5	0	0	2	0	T
	Tamarindus indica L.	2.5	0	0	0.1	0	0	T
Combretaceae	*Anogeissus acuminata* Will. var. Lanceolata Clarke	0	15	0	0	2	0	T
	Terminalia chebula Retz.	0	2.5	0	0	0.1	0	T
Convolvulaceae	*Aniseia martinicensis* (Jacq.) Choisy	0	27.5	7.5	0	2	2	H
Euphorbiaceae	*Antidesma sootepense* Craib	2.5	0	0	0.1	0	0	Sh/T
	Bridelia tomentosa Blum	22.5	0	0	2	0	0	Sh/T
	Croto roxburghii N.P. Balakr	0	0	0	3	0	0	T
	Suregada multiflora (A. Juss.) Baill.	7.5	0	0	2	0	0	T
Faboideae	*Pterocarpus indicus* Willd.	0	2.5	0	0	0.1	0	T
	Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	0	2.5	12.5	0	0.1	2	H
Lamiaceae	*Ocimum gratissimum* Linn	0	0	2.5	0	0	2	Sh
Meliaceae	*Chukrasia tabularis* A. Juss.	0	10	0	0	2	0	T
	Toona ciliata M. Roem.	5	0	0	2	0	0	T

ตาราง 5 พืชพื้นล่างที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

Family	Sciencetific name	% Frequency			Braun Blanquet			Habit
		N	S	R	N	S	R	
Mimosoideae	*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit	0	32.5	27.5	0	3	3	T
	Xyliaxylocarpa Taub. var. Kerrii Nielsen	7.5	0	0	2	0	0	T
Moraceae	*Artocarpus lacucha* Roxb. ex Buch.-Ham.	2.5	0	0	0.1	0	0	T
Myrsinaceae	*Embelia subcoriacea* (C. B. Clarke) Mez	2.5	0	2.5	0.1	0	0.1	T
Orchidaceae	*Geodorum attenuatum* Griff.	37.5	0	0	3	0	0	H
Papilionoideae	*Millettia brandisiana* Kurz	30	0	0	3	0	0	T
Phyllanthaceae	*Flueggea virosa* (Roxb. ex Wild.) Voigt	10	5	0	2	2	0	Sh
Poaceae	*Acroceras munroanum* (Balansa) Henr.	42.5	0	0	3	0	0	H
	Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf	0	0	5	0	0	2	H
	Imperata cylindrica (L.) Raeusch.	0	0	37.5	0	0	3	H
	Paspalum vaginatum Sw.	0	2.5	0	0	0.1	0	H
	Pennisetum pedicellatum Trin.	0	35	100	0	3	5	H
Rubiaceae	*Canthium glabrum* Blume	27.5	0	0	3	0	0	Sh/T
	Canthium parvifolium Roxb.	15	0	0	2	0	0	Sh
	Morinda coreia Buch.-Ham	0	0	2.5	0	0	0.1	T
Sapindaceae	*Lepisanthes tetraphylla* (Vahl) Radlk.	7.5	0	0	2	0	0	T
	Zollingeria dongnaiensis Pierre	7.5	0	0	2	0	0	T

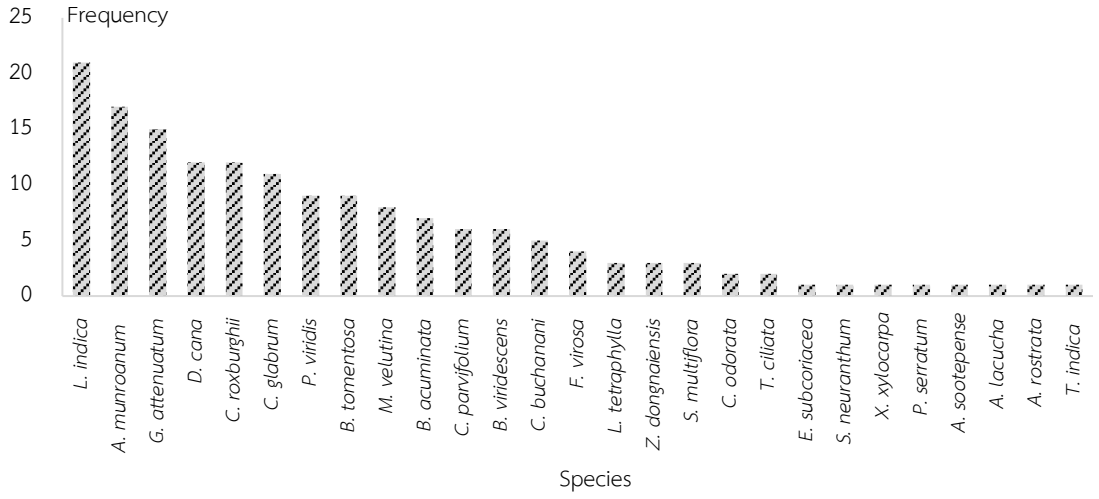
ตาราง 5 พืชพื้นล่างที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

Family	Sciencetific name	% Frequency			Braun Blanquet			Habit
		N	S	R	N	S	R	
Tiliaceae	*Grewia abutilifolia* Vent. ex Jass.	0	12.5	0	0	2	0	T
Verbenaceae	*Congea tomentosa* Roxb.	0	5	0	0	2	0	H
	Gmelina arborea Roxb	0	2.5	0	0	0.1	0	T
Vitaceae	*Leea indica* (Burm. f.) Merr.	52.5	0	0	3	0	0	Sh
	จำนวนชนิด	27	22	12				

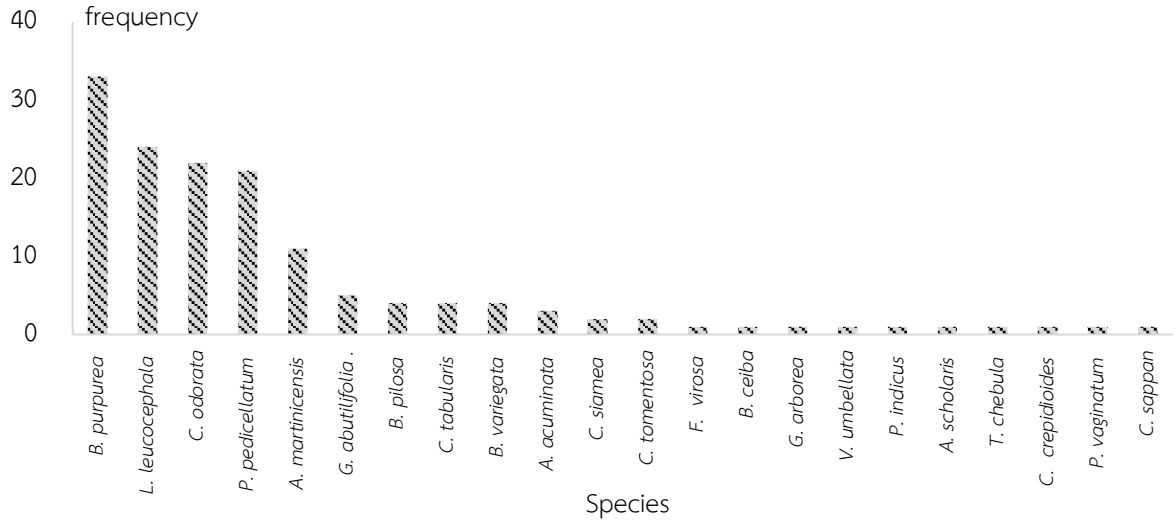
พืชพื้นล่างในป่าธรรมชาติพบทั้งหมด 27 ชนิด พบมากสุด 3 อันดับ ได้แก่ กะตังใบ (*Leea indica*) หญ้าใบไผ่ (*Acroceras munroanum*) และว่านจูงนาง (*Geodorum attenuatum*) (ภาพ 3)

พืชพื้นล่างในแปลงฟื้นฟูถมดินพบทั้งหมด 22 ชนิด พบมากสุด 3 อันดับ ได้แก่ เสี้ยวดอกแดง (*Bauhinia purpurea*), กระถิน (*Leucaena leucocephala)* และ สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) (ภาพ 4)

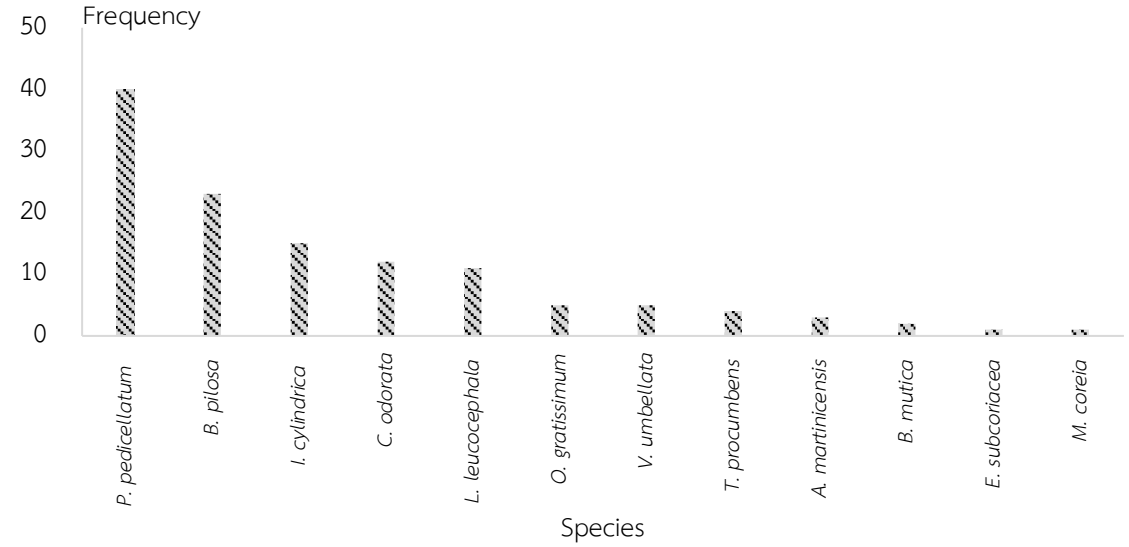
พืชพื้นล่างในแปลงฟื้นฟูถมดินพบทั้งหมด 12 ชนิด พบมากสุด 3 อันดับ ได้แก่ หญ้าขจรจบ (*Pennisetum pedicellatum*), ปืนนกไส้ (*Bidens pilosa*), หญ้าคา (*Imperata cylindrica*) (ภาพ 5)



ภาพ 6 พืชพื้นล่างที่พบในป่าธรรมชาติ



ภาพ 7 พืชพื้นล่างที่พบในแปลงฟื้นฟูถมดิน



ภาพ 8 พืชพื้นล่างที่พบในแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน

3. ความคล้ายระหว่างสังคมพืช

จากการคำนวณค่าดัชนีความคล้ายกันระหว่างสังคมพืช พบว่าแปลงฟื้นฟูถมดินและแปลงฟื้นฟูระเบิดหินมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด คือ 0.312 ส่วนป่าธรรมชาติและแปลงฟื้นฟูระเบิดหินจะมีค่าดัชนีความความคล้ายคลึงรองลงมาเท่ากับ 0.105 และค่าดัชนีความคล้ายคลึงน้อยที่สุดคือระหว่างป่าธรรมชาติและแปลงฟื้นฟูถมดินเท่ากับ 0.083

ตาราง 6 ดัชนีความคล้ายคลึง (Sorensen's Index) ของพืชพื้นล่างในแปลงป่าธรรมชาติ แปลงฟื้นฟูถมดิน และแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน

	ป่าธรรมชาติ	**แปลงฟื้นฟูถมดิน**	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน**
ป่าธรรมชาติ	1		
แปลงฟื้นฟูถมดิน	0.083	1	
แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน	0.105	0.312	1

การเก็บข้อมูลกล้าไม้

ในปี พ.ศ. 2555 พันธุ์ไม้ที่ปลูกลงในแปลงฟื้นฟูป่าทั้งสองพื้นที่มีจำนวน 12 ชนิด โดยในการสำรวจครั้งนี้ในแปลงฟื้นฟูถมดินพบกล้าไม้ของต้นไม้ที่ปลูกจำนวน 5 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดได้แก่เสี้ยวดอกแดง (*Bauhinia purpurea*) จำนวน 625 ต้น และกล้าไม้ที่เข้ามาในพื้นที่ตามธรรมชาติจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปอยาบ (*Grewia abutilifolia*), ประดู่ (*Pterocarpus indicus*) และกระถิน (*Leucaena leucocephala*) (ตาราง 7)

ตาราง 7 แสดงชนิดกล้าไม้ที่พบในแปลงฟื้นฟูถมดินและแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน

ชนิด	**จำนวนชนิดที่พบ**	
	แปลงฟื้นฟูถมดิน	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน**
ชนิดที่ปลูกเพื่อการฟื้นฟู		
Alstonia scholaris (L) R.Br.	5	-
Baccaurea ramiflora Lour.	-	-
Bauhinia purpurea L.	625	-
Bischofia javanica Blume	-	-
Bombax ceiba Linn.	1	-

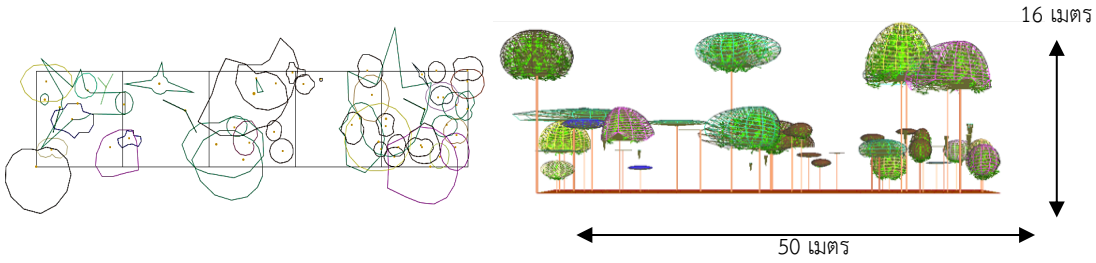
ตาราง 7 แสดงชนิดกล้าไม้ที่พบในแปลงฟื้นฟูถมดินและแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน (ต่อ)

ชนิด	จำนวนชนิดที่พบ	
	แปลงฟื้นฟูถมดิน	แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน
Ficus geniculata Kurz.	-	-
Ficus hispida L.f	-	-
Gmelina arborea Roxb	1	-
Phyllanthus emblica L.	-	-
Spondias pinnata (L.f.) Kurz	-	-
Syzygium cumini (L.) Skeels.	-	-
Terminalia bellirica (Gaertn.) Roxb.	3	-
ชนิดที่ไม่ได้ปลูก		
Grewia abuilifolia Vent. ex Jass.	6	-
Leucaena leucocephala (Lamk.) de Wit	4	3
Pterocarpus indicus Willd.	1	-

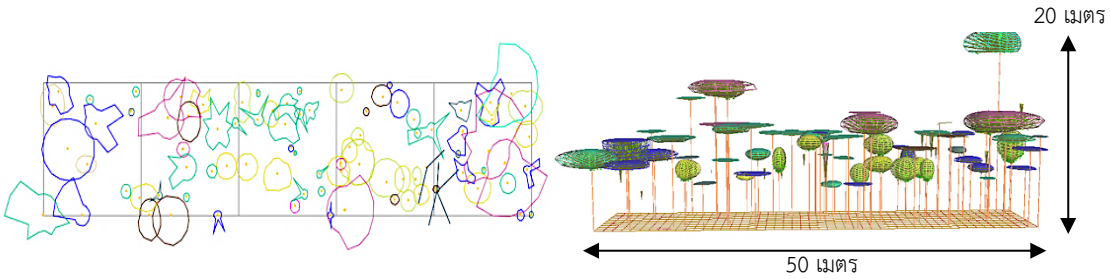
การศึกษาโครงสร้างป่า (forest profile diagram)

จากการสำรวจต้นไม้ในแปลง ขนาด 10 x 50 ตารางเมตร เพื่อจัดทำภาพตัดขวางของแปลงที่ทำการวิจัยทั้งหมด พบว่า

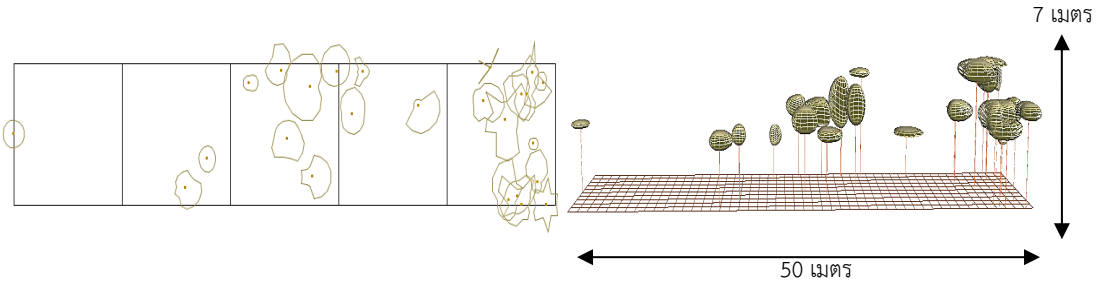
1. ป่าธรรมชาติ พบต้นไม้จำนวน 52 ต้น 15 ชนิด ต้นไม้ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม มีจำนวนมาก เป็นต้นไม้ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ลักษณะเรือนยอด 2 ชั้น และกว้าง (ภาพ 9)
2. แปลงฟื้นฟูถมดิน พบต้นไม้จำนวน 86 ต้น 10 ชนิด ต้นไม้ขึ้นแบบกระจายจำนวนมาก ลักษณะเป็นเรือนยอด 2 ชั้น (ภาพ 10)
3. แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน พบไม้ยืนต้นจำนวน 25 ต้น 7 ชนิด มีปริมาณไม้ยืนต้นน้อยที่สุดขึ้นเป็นกลุ่ม มีเรือนยอดชั้นเดียว (ภาพ 11)



ภาพ 9 top view และ side view ของป่าธรรมชาติ



ภาพ 10 top view และ side view ของแปลงฟื้นฟูถมดิน



ภาพ11 top view และ side view ของแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลพืชพื้นล่าง 2 ครั้งในเดือนธันวาคม และเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าปริมาณความเข้มแสงที่แตกต่างกันในแต่ละแปลง โดยในแปลงฟื้นฟูที่มีการเตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินมีปริมาณความเข้มแสงเฉลี่ยมากที่สุด แตกต่างจากป่าธรรมชาติและแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการถมดินที่จะมีปริมาณความเข้มแสงเฉลี่ยน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินพบว่ามีไม้ยืนต้นค่อนข้างน้อยทำให้ไม่มีเรือนยอดปกคลุมจึงทำให้วัดปริมาณแสงที่ส่องถึงได้มาก ส่วนในป่าธรรมชาติและแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการถมดินมีปริมาณไม้ยืนต้นหนาแน่นกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการถมดินมีปริมาณความเข้มแสงเฉลี่ยมากกว่าป่าธรรมชาติ เนื่องจากแปลงฟื้นฟูถมดินต้นไม้มีการทิ้งใบทำให้มีปริมาณแสงส่องลงมามาได้มาก แต่ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลยังไม่มีการทิ้งใบ ทำให้วัดปริมาณความเข้มแสงเฉลี่ยได้น้อยที่สุด

ปริมาณอินทรียวัตถุที่นำไปตรวจวิเคราะห์พบว่าในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่ด้วยการระเบิดหินที่พบพืชพื้นล่างส่วนใหญ่เป็นพวกหญ้าและวัชพืชมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มากกว่าแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการใส่หน้าดินที่พบว่าพืชส่วนใหญ่เป็นกล้าไม้จากไม้ยืนต้น โดยชนิดพืชพรรณที่ขึ้นอยู่ก็เป็นอิทธิพลหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เช่นในการศึกษาของสดุดี (2527) พบว่าปริมาณคาร์บอนของดินทุ่งหญ้า (mollisols) มีสูงกว่าดินป่าไม้ (alfisols) เนื่องจากทุ่งหญ้ามีวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์ฮิวมัสได้ดีกว่า ระบบรากแพร่กระจายได้ดีกว่าดินป่าไม้ และการระบายที่จำกัดของพืชพวกหญ้าทำให้สามารถรักษาอินทรียวัตถุได้ดี ทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุที่มากกว่า อีกสาเหตุที่อาจทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในแปลงระเบิดหินมีมากกว่าคือการเก็บตัวอย่างดิน เพราะว่าลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหิน และได้มีการคัดหินออกก่อนนำไปตรวจจึงทำให้เหลือแต่ตัวเนื้อดิน ต่างจากแปลงฟื้นฟูถมดินที่ไม่มีการแยกดินก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์

ในแปลงที่ทำการวิจัยทั้งหมดพบพืชพื้นล่างรวมกันทั้งสิ้น 26 วงศ์ 52 ชนิด โดยในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการใส่หน้าดินพบจำนวนชนิดมากกว่าแปลงที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหิน เป็นเพราะอิทธิพลของสภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ การระเหยและการคายน้ำซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชนิดของพืชพรรณ (สดุดี, 2527) โดยในแปลงธรรมชาติที่นำมาเป็นป่าอ้างอิงมีจำนวนชนิดมากที่สุดแต่มีความหนาแน่นน้อยกว่าเมื่อเทียบกับแปลงฟื้นฟูทั้งหมด เพราะว่าปริมาณแสงที่ส่องถึงมีน้อยทำให้ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของไม้พื้นล่าง โดยในแปลงป่าฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินที่มีปริมาณความเข้มแสงมากที่สุด จะพบว่าพืชพื้นล่างที่ขึ้นมีความหนาแน่นมาก แต่มีจำนวนชนิดน้อยกว่าในป่าธรรมชาติ โดยในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินพืชที่พบส่วนใหญ่เป็นหญ้าที่ ซึ่ง

เป็นวัชพืชที่สามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้รวดเร็วในพื้นที่ที่มีแสงแดดจ้า แต่ในป่าธรรมชาติที่มีปริมาณความเข้มแสงน้อยที่สุดจะพบจำนวนชนิดของพืชพื้นล่างมากที่สุดเนื่องจากเป็นพื้นที่อนุรักษ์ไม่ให้มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ทำให้ยังคงมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เป็นจำนวนมาก

ดัชนีความหลากหลายและความสม่ำเสมอของ Shannon-wiener เมื่อเทียบกับป่าธรรมชาติแล้ว แปลงฟื้นฟูที่ทำการถมดินจะมีค่าความหลากหลายและความสม่ำเสมอใกล้เคียงป่าธรรมชาติมากกว่าแปลงฟื้นฟูที่ทำการระเบิดหินทั้งในเดือนธันวาคมและเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามจำนวนชนิดที่พบในแต่ละแปลงที่ทำการสำรวจ เนื่องจากกล้าไม้ที่ทำการปลูกในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินมีอัตราการเจริญช้ากว่ากล้าไม้ที่ปลูกในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการใส่หน้าดิน (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2555) ทำให้พืชที่สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่เหมืองได้เอง เช่น หญ้าและไม้พุ่ม (Wenjun *et al*., 2008) เข้ามาในพื้นที่และเจริญเติบโตได้ดีกว่ากล้าไม้ที่ทำการปลูกทำให้มีจำนวนชนิด และความหลากหลายมีน้อยกว่าแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการใส่หน้าดิน ส่งผลต่อเนื่องทำให้ไม่มีสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดเข้ามาเพราะไม่มีพืชที่สามารถบริโภคเป็นอาหารหรืออยู่อาศัยได้

จากการศึกษาดัชนีความคล้ายคลึงของ Sorensen พบว่าแปลงฟื้นฟูที่ทำการถมดินและระเบิดหินมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าเมื่อเทียบกับป่าธรรมชาติเนื่องจากในพื้นที่ทั้งสองได้ทำการปลูกกล้าไม้ชนิดเดียวกัน และก่อนทำการฟื้นฟูมีลักษณะพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองเหมือนกัน พืชพื้นล่างที่พบเหมือนกันในแปลงฟื้นฟูทั้งสองที่ส่วนมากเป็นพวกหญ้า เช่น หญ้าขจรจบ *(Pennisetum pedicellatum)* ที่สามารถเข้ามาเจริญเติบโตในพื้นที่เหมืองได้เอง และกล้าไม้ที่ไม่ได้ทำการปลูกในการฟื้นฟู คือ กระถิน (*Leucaena leucocephala*) ที่แพร่เข้ามาพื้นที่ข้างเคียงโดยลมและสัตว์ที่กระจายเมล็ด พืชพื้นล่างที่พบในทั้งสามแปลง คือ สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ที่สามารถผลิตเมล็ดจำนวนมาก รวมถึงการกระจายพันธุ์ด้วยการลอยตามแรงลมทำให้พืชชนิดนี้ระบาดได้อย่างรวดเร็ว (พัชริดา พงษปภัสร์, 2561) โดยทั้งกระถินและสาบเสือเป็นพืชต่างถิ่นรุกราน (Invasive alien species) ซึ่งส่งผลกระทบต่อพันธุ์ไม้ท้องถิ่น (สวทช, 2545) อาจทำให้ความหลากหลายของระบบนิเวศลดลง

พืชพื้นล่างที่พบมากคือ หญ้าขจรขบ (*Pennisetum pedicellatum)* เสี้ยวแดง (*Bauhinia purpurea*) และสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) พืชกลุ่มนี้จะพบได้ในแปลงฟื้นฟูที่ทำการวิจัย โดยหญ้าขจรจบมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่สูงสุดในแปลงระเบิดหิน แสดงว่าพืชกลุ่มนี้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ฟื้นฟูได้ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ได้รับแสงมาก ไม่มีต้นไม้ปกคลุมสามารถเพิ่มจำนวนได้รวดเร็วมาก เพราะว่าหญ้าขจรจบเป็นวัชพืชที่แก่งแย่งธาตุอาหารและน้ำกับพืชทั่วไป โดยเฉพาะกับพืชยืนต้น จึงสามารถสังเกตได้ว่าในบริเวณที่มีหญ้าขจรจบขึ้นอยู่มากจะไม่ค่อย

พบพืชอื่นเจริญ แต่หญ้าขจรจบพบได้น้อยในแปลงป่าธรรมชาติซึ่งจะพบกะตังใบ (*Leea indica*) เป็นพืชเด่นทำให้มีความแตกต่างกันในสังคมพืชพื้นล่างระหว่างป่าธรรมชาติกับแปลงฟื้นฟู

จากการสำรวจกล้าไม้ในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการใส่หน้าดินจะพบว่ามีปริมาณของเสี้ยวแดงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากต้นเสี้ยวแดงเป็นหนึ่งในชนิดต้นไม้ที่ใช้ในการฟื้นฟูจำนวนมาก ซึ่งเสี้ยวแดงสามารถออกดอกและติดผลได้ตลอดปีและโตได้ดีในเขตร้อนชื้น ต่างจากแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินที่อาจมีลักษณะไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นไม้ทำให้ไม่พบกล้าไม้ที่ทำการปลูกในพื้นที่ฟู พบแต่กล้าไม้ของต้นกระถิน *(Leucaena leucocepphala)* ที่มาจากป่าข้างเคียงโดยลมหรือสัตว์ ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่แห้งแล้ง

การศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าทางด้านบน เพื่อดูการปกคลุมของเรือนยอด พบว่าโครงสร้างของสังคมพืชยืนต้นในแต่ละแปลงวิจัยมีความหลากหลายแตกต่างกัน ในแปลงฟื้นที่เตรียมพื้นที่โดยการระเบิดหินไม่ค่อยมีต้นไม้ใหญ่ เป็นพื้นที่โล่งแจ้ง ทำให้แสงสามารถส่องลงมาได้อย่างทั่วถึงทำให้พืชพื้นล่างสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะวัชพืชที่ชอบแสงจึงสอดคล้องกับความเข้มแสงที่วัดได้มากกว่าทุกแปลง ซึ่งหญ้าหรือวัชพืชเป็นกลุ่มพืชบุกเบิกในการเปลี่ยนแปลงแทนที่สามารถบอกได้ว่าเป็นขั้นบุกเบิกของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (Thompson, 2018) แต่ในแปลงฟื้นฟูที่เตรียมพื้นที่โดยการใส่หน้าดินพบว่ามีกล้าไม้ของต้นเสี้ยวแดงและไม้พุ่มเป็นพืชพื้นล่างอยู่จำนวนมาก เนื่องจากมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีเรือนยอดค่อนข้างกว้าง แสงส่องลงมาได้ค่อนข้างมากทำให้เมล็ดที่ร่วงจากต้นแม่เจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเป็นขั้นต่อไปของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ซึ่งต่อจากขั้นบุกเบิก ส่วนในป่าธรรมชาติวัดค่าความเข้มแสงได้น้อยเนื่องจากลักษณะของป่าเป็นป่าทึบ และมีชั้นของเรือนยอดมากกว่าแปลงฟื้นฟูที่เตรียมหน้าดินโดยการถมดิน จึงทำให้แสงส่องลงมาไม่เท่ากัน แต่มีจำนวนชนิดของไม้ยืนต้น ไม้ล้มลุกและพืชพื้นล่างมากกว่าเนื่องเป็นแปลงป่าอนุรักษ์ซึ่งใกล้เคียงกับ climax community และมีความสมดุลมากที่สุด

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

1. แปลงป่าธรรมชาติเป็นแปลงที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุดโดยพบจำนวนชนิดและความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพื้นล่างมากกว่าแปลงฟื้นฟู
2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อสังคมพืชพื้นล่างคือปริมาณแสงที่ส่องถึง และชนิดของพืชพรรณ เช่น วัชพืช หรือพืชรุกรานต่างถิ่น
3. วิธีการเตรียมพื้นที่ในการฟื้นฟูพื้นที่หลังการทำเหมืองโดยการใส่หน้าดินได้ผลดี เช่น ทำให้ความหลากลายเพิ่มทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ได้เร็วกว่าการระเบิดหิน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2539. รายงานการจัดการดินเหมืองแร่ร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 1 กองแผนงาน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ. หน้า 6-7.

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2560. Mineral Production of Thailand 2017-2017. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://www1.dpim.go.th/dt/pper/000001340616334.pdf (24 มกราคม 2562)

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2555. รายงานสถิติแร่ประจาปี 2553-2554 (1). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www1.dpim.go.th/dt/pper/000001341219410.pdf (24 มกราคม 2562)

ชวพิชญ์ ไวทยากร. 2548. สังคมพืชพื้นล่างในพื้นที่ฟื้นฟูป่าด้วยวิธีพรรณไม้โครงสร้าง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชริดา พงษปภัสร์. 2561. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น มิตรหรือศัตรู, มูลนิธสืบนาคะเสถียร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.eub.or.th/bloging/เกร็ดความรู้/ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น-มิตร/ (13 มีนาคม 2562)

ปราณี นางงาม ปรียานันท์ แสนโภชน์ วัชรศักดิ์ มาเกิด และ กฤษณธร ศรีถูเวียง. 2553. พรรณไม้พื้นล่างในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลันนเรศวร.

มนู ปนาทกูล. 2542. ความหลากหลายของพรรณไม้พื้นล่างตามแนวลำน้ำแม่มอน ที่ระดับความสูง 475 เมตร ถึง 575 เมตร ณ อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์ภูมิอากาศ ส านักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. 2562. สภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ.2561. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=5 (24 มีนาคม 2562)

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.sa.ac.th/biodiversity/contents/7result/result00.html (13 มีนาคม 2562)

สุดดี วรรณพัฒน์. 2527. นิเวศวิทยาของพืช. หน้า 67-74. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

หน่วยแผนและพัฒนาส่วนเหมือง. 2560. ศูนย์การเรียนรู้การฟื้นฟูเหมืองหินปูนลำปาง. บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด.

เหมืองแม่เมาะ. 2557. การทำเหมืองถ่านหิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://maemohmine. egat.co.th /mining_technology/mining2.html(24 มกราคม 2562)

หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า. 2541. ป่าเพื่ออนาคต: การปลูกไม้ท้องถิ่นเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศของป่า ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Aubin, I., Messier, C. and Bouchard, A. 2008. Can plantations develop understory biological and physical attributes of naturally regenerated forests. Biological Conservation. 141: 2461- 2476.

Adhikari, B.P. 1996 Relationship between Forest Regeneration and Ground Flora Diversity in Deforested Gaps in Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. M.S. Thesis, Graduate School, Chiang Mai University, Thailand.

Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts. 1980. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.,London.

Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology (Transl. G. D. Fuller and H. S. Conrad). McGraw-Hill, New York. 539 pp.

D'Amato, A.W., Orwig, D.A. and Foster, D.R. 2009. Understory vegetation in old-growth and second-growth Tsuga canadensis forests in western Massachusetts. Forest Ecology and Management. 257 : 1043–1052.

Elliott, S. D., Blakesley, D., and Hardwick, K.. 2013. Restoring Tropical Forests: a practical guide, Royal Botanic Gardens Kew.

Forest Restoration Research Unit. 2006. How to Plant a Forest : The Principles and Practice of Restoring Tropical Forests. Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand

Forest Restoration Research Unit. 2008. Research for Restoring Tropical Forest Ecosystems: A Practical Guide Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand.

Forest Restoration Research Unit. 2009. Report to The Biodiversity Research and Training Program Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

Franklin, J.F., Lindenmayer, D., MacMahon, J.A., McKee, A., Magnuson, J., Perry, D.A., Waide, R. and Foster, D. 2000. Threads of continuity: ecosystem disturbance, recovery, and theory of biological legacies. Conservation Biology in Practice 1 : 8-16.

George, L.O. and Bazzaz, F.A. 2003. The herbaceous layer as a filter determining spatial pattern in forest tree regeneration. In: Gillium, F.S. and Roberts, M.R. (Eds.), The herbaceous layer in forests of Eastern North America. Oxford University Press, New York, pp.265- 282.

Gilliam, F.S. and Roberts, M.R. 2003. The herbaceous layer in forests of Eastern North America. Oxford University Press, New York

Herault, B., Honnay, O. and Thoen, D. 2005. Evaluation of the ecological restoration potential of plant communities in Norway spruce plantations using a life-trait based approach. Journal of Applied Ecology. 42 : 536-545.

Hagger, J., Wightman, K. and Fisher, R. 1997. The potential of plantations to forest woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. Forest Ecology Management. 99 : 55-64.

Holl, K. D., Loik, M.E., Lin, E.H. and Samuels, I.A. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. Restoration Ecological. 6 : 339-349.

Hartley, M.J. 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forest. Forest Ecology and Management. 155 : 81-95.

Jing, K., Zongping, P., Min, D., Gan, S., and Xin, Z. 2014. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the drought resistance of the mining area repair plant Sainfoin. International Journal of Mining Science and Technology. Vol. 24, Page 485-489.

John N. Thompson. 2018. Ecological succession, *In* Britannica. [online]. Available : https://www.britannica.com/print/article/178264 [2019, March. 16]

Khopai, O. 2000. Effects of Forest Restoration Activities on the Species Diversity of Ground Flora and Tree Seedling. M.S. Thesis, Graduate School, Chiang Mai University, Thailand.

Li-ping, W., Wei-Wei, Z., Guang-xia, G., Kui-mei, Q., and Xiao-pei, H. , 2009. Selection experiments for the optimum combination of AMF-plant-substrate for the restoration of coal mines. Mining Science and Technology. Vol. 19pp. 0479-0482.

Lamb, D. 1998. Large-scale ecological restoration of degraded tropical forest lands: The potential role of timber plantations. Restoration Ecological. 6 : 271-279.

Lozada, T., de Koning, G.H.J., Marche, R., Klein, A.M., and Tscharntke, T. 2007. Tree recovery and seed dispersal by birds : Comparing forest, agroforestry and abandoned agroforestry in coastal Ecuador. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 8 : 131- 140.

Matias, S. R., Pagano, M. C., Muzzi, F. C., Oliveira, C. A., Carneiro, A. A., Horta, S. N., and Scotti, M. R. 2009. Effect of rhizobia mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing microorganisms in the rhizophere of native plants used to recover an iron ore area in Brazil: European Journal of Soil Biology. Vol. 45. pp. 259-266.

Nilsson, M.-C. and Wardle, D.A. 2005. Understory vegetation as a forest ecosystem driver : evidence from the northern Swedish boreal forest. Frontiers in Ecology and the Environment. 3 : 421-428.

Oliveira, G., Nunes, A., Clemente A., and Orreia, O. 2011. Effect of substrate treatments on survival and growth of Mediterranean shrubs in a revegetated quarry: An eight-year study. Ecological Engineering. Vol. 37. Page 255-259.

Sankamethawee, W., Anusarnsunthorn, W. and Maxwell, J.F. 2003. Vascular ground flora of Mai Muang Nao Arboretum, Chiang Mai Province. BRT research report 2003 (30-30).

Stephen Elliott. 2018. Special Problems of Forest Restoration on Mined Sites. [online]. Available : https://www.forru.org. (2019, March. 16)

Thinh, V. T., Doherty, Jr. P. F., and Huyvaert, K. P. 2012. Effects of different logging schemes on bird communities in tropical forests: A simulation study. Ecological Modelling. Vol. 243. pp. 95-100.

Wenjun, D., Hai, R., Shenglei, F., Jun, W., Long, Y., and Jinping, Z. 2008. Natural recovery of different areas of a desearted quarry in South China. Journal of Environmental Sceinces. Vol. 20, pp. 476-481.

Wunderle, J.M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. Forest Ecology Management. 99 : 223-235.

Zanne, A.E. and Chapman, C.A. 2001. Expediting forest regeneration in tropical grasslands : distance and isolation from seed sources in plantations. Ecolocy Apply. 11 : 1610-1612

ภาคผนวก ก
รายชื่อพรรณไม้ที่พบในการสำรวจพืชพื้นล่าง

ตาราง 8 ชนิดพืชพื้นล่างที่พบในการสำรวจ

ชื่อวิทยาศาสตร์	**ชื่อสามัญ**	**ป่าธรรมชาติ**	**แปลงฟื้นฟูถมดิน**	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน**	**Habit**
Miliusa velutina (Dunal)Hook.f. & Thoms.	ขางหัวหมู	/			Seedling
Polyalthia viridis Craib	ยางโอน	/			Seedling
Alstonia rostrata C.E.C.Fisch.	น่องขาว		/		Seedling
Alstonia scholaris (L) R.Br.	พญาสัตบรรณ		/		Seedling
Cryptolepis buchanani Roem. & Schult.	เถาเอ็นอ่อน	/			Herb
Bidens pilosa L.	ปืนนกไส้		/	/	Herb
Chromolaena odorata (L.) R.M.King & H.Rob.	สาบเสือ	/	/	/	Shrub
Crassocephalum crepidioides (Benth.) S.Moore	หญ้าคออ่อน	/			Herb
*Tridax procumbe*ns (L.) L.	ตีนตุ๊กแก			/	Herb
Stereospermum neuranthum Kurz.	แคทราย	/			Seedling
Bombax ceiba Linn.	งิ้ว		/		Seedling
Protium serratum Engl.	มะแฟน	/			Seedling
*Tridax procumbe*ns (L.) L.	ตีนตุ๊กแก			/	Herb
Stereospermum neuranthum Kurz.	แคทราย	/			Seedling
Bombax ceiba Linn.	งิ้ว		/		Seedling
Protium serratum Engl.	มะแฟน	/			Seedling

ตาราง 8 ชนิดพืชพื้นล่างที่พบในการสำรวจ (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	**ชื่อสามัญ**	**ป่าธรรมชาติ**	**แปลงฟื้นฟูถมดิน**	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน**	**Habit**
Anogeissus acuminata Will. var. *Lanceolata* Clarke	ตะเคียนหนู		/		Seedling
Terminalia chebula Retz.	สมอ		/		Seedling
Aniseia martinicensis (Jacq.) Choisy	จิงจ้อ		/		Herb
Antidesma sootepense Craib	มะเม่าสาย	/			Seedling
Bridelia tomentosa Blume	สีฟันกระบือ	/			Seedling
Croton roxburghii N.P. Balakr.	เปล้าหลวง	/			Seedling
Suregada multiflora (A. Juss.) Baill.	ขันทองพยาบาท	/			Seedling
Bauhinia acuminata Linn.	กาหลง	/			Shrub
Bauhinia purpurea L.	เสี้ยวดอกแดง		/		Seedling
Bauhinia variegata L.	เสี้ยวดอกขาว		/		Seedling
Bauhinia viridescens Desv.	เสี้ยวฟ่อม	/			Shrub
Caesalpinia sappan L.	หนามขี้แรด	/			Seedling
Cassia siamea (Lamk.) Irwin et Barneby	ขี้เหล็ก	/	/		Seedling
Dalbergia cana Graham ex *Kurz*	กระพี้จั่น	/			Seedling
Leucaena leucocephala (Lamk.) de Wit	กระถิน		/	/	Seedling
Pterocarpus indicus Willd.	ประดู่		/		Seedling
Tamarindus indica L.	มะขาม		/		Seedling

ตาราง 8 ชนิดพืชพื้นล่างที่พบในการสำรวจ (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	**ชื่อสามัญ**	**ป่าธรรมชาติ**	**แปลงฟื้นฟูถมดิน**	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน**	**Habit**
Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	ถั่วแป๋		/	/	Herb
Xylia xylocarpa Taub. var. *Kerrii* Nielsen	แดง	/			Seedling
Ocimum gratissimum Linn	กะเพราป่า			/	Shrub
Chukrasia tabularis A. Juss.	ยมหิน	/			Seedling
Toona ciliata M. Roem.	ยมหอม		/		Seedling
Artocarpus lacucha Roxb. ex Buch.-Ham.	หาด	/			Seedling
Embelia subcoriacea (C. B. Clarke) Mez	นมนาง	/		/	Seedling
Geodorum attenuatum Griff.	ว่านจูงนาง	/			Herb
Flueggea virosa (Roxb. ex Wild.) Voigt	ก้างปลาขาว	/	/		Shrub
Acroceras munroanum (Balansa) Henr.	หญ้าใบไผ่	/			Herb
Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf	หญ้าขน		/		Herb
Imperata cylindrica (L.) Raeusch.	หญ้าคา		/		Herb
Paspalum vaginatum Sw.	หญ้าเห็บ		/		Herb
Pennisetum pedicellatum Trin.	หญ้าขจรจบ		/	/	Herb
Canthium glabrum Blume	เขากวาง	/			Seedling
Canthium parvifolium Roxb.	หนามมะเค็ด	/			Shrub
Morinda coreia Buch.-Ham	ยอป่า			/	Seedling
Lepisanthes tetraphylla (Vahl) Radlk.	มะเฟืองช้าง	/			Seedling

ตาราง 8 ชนิดพืชพื้นล่างที่พบในการสำรวจ (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	**ชื่อสามัญ**	**ป่าธรรมชาติ**	**แปลงฟื้นฟูถมดิน**	**แปลงฟื้นฟูระเบิดหิน**	**Habit**
Zollingeria dongnaiensis Pierre	ขี้หนอน	/			Seedling
Grewia abutilifolia Vent. ex Jass.	ปอยาบ		/		Seedling
Congea tomentosa Roxb.	เครือออน	/			Herb
Gmelina arborea Roxb	ซ้อ		/		Seedling
Leea indica (Burm. f.) Merr.	กะตังใบ	/			Shrub

ภาคผนวก ข
รายชื่อพรรณไม้ในการศึกษาโครงสร้างป่า

ตาราง 9 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างป่าธรรมชาติ

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ(X)	GBH (m)	Tree height (m)
0 01	หยาบ	unknow 2	0	0	0.60	24.23
0 02	แคหางค่าง	*Markhamia stipulata* Seem.ex K. Schum. Var. kerrii Sprague	1.8	1.7	0.19	4.85
0 03	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.	4.2	4.9	0.32	11.31
0 04	แดง	*Xylia xylocarpa* Taub var. Kerrii Nielson	8.6	2	0.38	12.92
0 05	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.	10.75	2.9	0.24	4.04
0 06	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	20.87	2.3	0.50	24.23
0 08	เสมสาน	*Sennagarrettiana* (Crai bH.S.Irwin & Barneby	23	4.1	0.12	3.23
0 09	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	24	0.72	0.51	12.92
0 10	เม่าสาย	*Antidesma sootepense* Craib	24.7	2.5	0.14	4.04

ตาราง 9 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างป่าธรรมชาติ (ต่อ)

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ(X)	GBH (m)	Tree height (m)
0 11	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	27.6	3.6	0.19	9.69
0 12	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	28.6	1.63	0.25	10.50
0 13	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	36.62	4.28	0.18	8.88
0 14	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	37.45	5	0.37	8.08
0 15	ตะเคียนหนู	*Anogeissus acuminata* Will. var. Lanceolata Clarke	39.7	2.6	0.65	25.84
0 16	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	40.48	4.24	0.24	9.69
0 17	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	40.6	5	0.52	21.00
0 54	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	40	1.8	0.15	7.27
0 19	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	42	2	0.22	9.69
0 20	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	44.6	2.2	0.11	6.46
0 21	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	44.7	2	0.45	19.38
0 22	แดง	*Xylia xylocarpa* Taub var. Kerrii Nielson	45.7	0	0.71	22.61
0 23	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken	46.8	0.95	0.12	6.46
0 24	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	47.6	4.3	0.14	7.27

ตาราง 9 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างป่าธรรมชาติ (ต่อ)

No.	**Local Name**	***Scientific Name***	**ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)**	**ระยะบนเส้นสำรวจ(X)**	**GBH (m)**	**Tree height (m)**
0 25	แดง	*Xylia xylocarpa* Taub var. Kerrii Nielson	48.6	2	0.20	7.27
026	เปล้าใหญ่	*Croton oblongifolius* Roxb.	8.74	3.3	0.	8.08
0 27	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	50	6	12	6.46
0 28	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	48.7	6.4	0.14	4.50
0 29	มะแฟน	*Protium serratum* (Wall.) Engl	50	8.9	0.20	6.00
0 30	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	50	10	0.28	6.00
0 31	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	46.4	10	0.15	4.50
0 32	นมนาง	*Xantolis cambodiana* (Pierre ex Dubarb) P.Royen	47.17	7.16	0.15	4.00
0 33	unknow3	unknow3	46.56	7.15	0.32	8.00
0 36	นมนาง	*Xantolis cambodiana* (Pierre ex Dubarb) P.Royen	44.7	9.63	0.16	4.50
0 35	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib)H.S.Irwin & Barneby	45	6	0.24	7.00
0 37	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	38.4	10	0.30	6.00

ตาราง 9 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างป่าธรรมชาติ (ต่อ)

No.	**Local Name**	***Scientific Name***	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	**GBH (m)**	**Tree height (m)**
0 38	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	33	9.12	0.20	6.00
0 39	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	31	8.6	0.16	5.00
0 40	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	29.65	9.81	0.21	6.00
0 55	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	27.83	8.7	0.45	9.60
0 41	ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	25.3	7.6	0.95	11.20
0 42	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	25.5	9.2	0.22	8.00
0 43	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	17.3	5.8	0.61	9.60
0 44	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	14.3	8.6	0.63	11.20
0 45	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	10.17	6.53	0.12	5.00
0 47	กระพี้จั่น	Millettia brandisiana Kurz	8.1	8.3	0.28	6.40
0 48	ปริชาต	unknow4	6	7.8	0.15	6.40
0 49	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	4.8	6.6	0.73	12.80
0 50	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	2.8	6.2	0.77	11.20
0 51	เสมสาน	*Senna garrettiana* (Craib) H.S.Irwin & Barneby	1	7.04	0.60	6.40
0 52	ตะเคียนหนู	*Anogeissus acuminata* Will. var. Lanceolata Clarke	1.2	8.9	0.16	11.20

ตาราง 10 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูถมดินปี พ.ศ. 2555

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
1 11	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	0	0	0.38	7.0
1 23	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	4	0	0.29	6.0
1 24	พญาสัตบรรณ	*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.	4.5	3.8	0.11	2.2
1 26	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	9.9	1.3	0.20	6.0
1 28	เติม	*Bischofia javanica* Blume	10.9	0	0.11	2.5
1 27	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	11.86	1.5	0.22	4.0
1 29	เติม	*Bischofia javanica* Blume	13.1	0	0.14	5.0
1 30	ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb	14.26	5	0.70	9.0
1 31	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	14.7	3.56	0.21	9.0
1 32	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	14.7	1.4	0.21	6.0
1 03	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	17.3	3.25	0.36	9.0
1 33	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	17.9	0	0.18	5.0
1 34	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	18.8	3.74	0.13	4.0
1 35	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	20.8	3.75	0.13	4.0
1 44	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	24	3.1	0.22	8.0
1 45	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	25.84	4.7	0.25	8.0
1 46	งิ้ว	*Bombax ceiba* Linn.	25.84	0.74	0.12	4.0

ตาราง 10 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูถมดินปี พ.ศ. 2555 (ต่อ)

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
1 47	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	26.7	1.6	0.26	8.0
1 48	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	28.25	3.1	0.17	6.0
1 49	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	28.5	1.76	0.28	8.0
1 50	ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb	30.9	0.4	0.50	10.0
1 51	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	29.36	0	0.16	4.0
1 52	ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb	30.5	3.9	0.51	10.0
5 01	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	30.5	3.3	0.15	6.0
5 02	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	32.4	3.75	0.31	8.0
5 03	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	32.4	3.75	0.16	6.0
5 04	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	35.17	2.5	0.23	6.0
5 06	เติม	*Bischofia javanica* Blume	36	1.2	0.31	7.0
5 05	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	36.87	2.7	0.16	6.0
5 07	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	37.4	1.14	0.16	6.0
5 08	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	38.18	2.73	0.12	6.0
5 09	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	39.31	3.62	0.37	9.0

ตาราง 10 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูถมดินปี พ.ศ. 2555 (ต่อ)

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
5 11	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	38.48	1.6	0.12	6.0
5 10	เติม	*Bischofia javanica* Blume	40.2	2	0.31	8.0
5 12	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	40.3	1.8	0.31	8.0
5 13	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	42.95	3.22	0.19	6.0
5 14	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	42.5	4.55	0.34	8.0
5 15	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	44.5	2	0.13	5.0
1 16	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	5.35	6.91	0.20	6.5
1 18	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	9.5	9.25	0.38	11.3
1 20	ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb	12.8	7.3	0.56	12.9
1 21	ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb	14.1	8.9	0.44	12.9
1 22	เติม	*Bischofia javanica* Blume	14.9	7.5	0.14	4.0
1 36	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	16.4	8.3	0.21	4.0
1 37	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	17.9	6.5	0.22	6.5
1 38	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	19.7	6.9	0.28	8.1
1 39	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	20.4	8.5	0.20	6.5
1 40	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	22	7.2	0.33	8.1
1 41	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	22	9.2	0.31	8.1
1 42	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	23.5	7.8	0.13	4.8

ตาราง 10 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูถมดินปี พ.ศ. 2555 (ต่อ)

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
1 43	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	24.8	6.8	0.35	8.1
1 53	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	25.4	.1	0.40	8.1
1 54	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	25	8.4	0.31	8.1
1 56	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	26.3	9.3	0.28	5.7
1 55	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	26.3	7.6	0.40	8.1
1 57	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	27.3	7.9	0.17	3.2
1 58	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	30.6	9.4	0.22	4.8
1 59	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	31.36	5.06	0.12	6.5
1 60	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	32.5	6	0.11	4.8
8 01	เติม	*Bischofia javanica* Blume	33.1	7.8	0.19	4.8
8 02	เติม	*Bischofia javanica* Blume	34.8	8.9	0.16	3.2
8 03	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	35.5	9.8	0.36	6.5
8 04	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	36.3	8.5	0.19	6.5
8 05	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	38	7.2	0.15	6.5
8 06	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	38.3	6.15	0.34	8.1
8 07	เสี้ยวแดง	*Bauhinia purpurea* Linn	39.8	6.4	0.26	8.1
8 08	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	42.8	7.9	0.16	6.5
8 09	ผักฮือด	*Ficus virens Aiton*	43	6.3	0.31	8.1
8 10	ผักเฮือด	*Ficus virens Aiton*	45.8	8.5	0.29	4.8

ตาราง 10 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูถมดินปี พ.ศ. 2555 (ต่อ)

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
8 11	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	46	7.2	0.16	8.1
8 12	unknow1	unknow1	48	9.1	0.45	17.8
8 13	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	49.4	8.2	0.35	8.1
8 14	สมอพิเพก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	49.75	5.85	0.15	8.9

ตาราง 11 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน พ.ศ. 2555

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
1	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	21.7	3.6	0.14	3.2
2	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	24.7	4.5	0.18	4.8
3	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	27.42	3.29	0.17	4.8
4	เพกา	*Oroxylum indicum* (L) Kurz	29.9	4.36	0.35	5.92
5	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	31.3	1.36	0.21	5.76
6	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	32.3	4.36	0.18	6.4
7	มะม่วง	*Mangifera indica* L.	37.4	2	0.14	3.2

ตาราง 11 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน พ.ศ. 2555 (ต่อ)

No.	Local Name	*Scientific Name*	ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)	ระยะบนเส้นสำรวจ (X)	GBH (m)	Tree height (m)
8	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx* Pierre	44	4.7	0.18	4
9	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	43.4	2.3	0.21	4.8
10	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	45.4	1	0.27	7.2
11	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	46.94	2.8	0.17	7.2
12	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	47.4	2.8	0.3	7.2
13	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	47.9	4.3	0.33	7.04
14	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	48.9	3.6	0.105	6.72
51	สมอพิเภก	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb.	0	5	0.114	4
52	มะกอกป่า	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	17.9	3.26	0.35	4
53	สัก	*Tectona grandis* L.f.	15.9	1.22	0.19	4
54	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	25.3	4.7	0.15	4.8
55	สัก	*Tectona grandis* L.f.	27.55	1.95	0.22	4
56	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	45.73	0.25	0.135	5.6
57	มะม่วง	*Mangifera indica* L.	46.5	0.57	0.22	4.8

ตาราง 11 ข้อมูลการสำรวจโครงสร้างแปลงฟื้นฟูระเบิดหิน พ.ศ. 2555 (ต่อ)

No.	**Local Name**	***Scientific Name***	**ระยะจากเส้นสำรวจ (Y)**	**ระยะบนเส้นสำรวจ (X)**	**GBH (m)**	**Tree height (m)**
58	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	46.93	0	0.2	5.6
59	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	48.36	1.62	0.11	5.6
60	มะม่วง	*Mangifera indica* L.	47.97	4.3	0.11	3.2
61	กระถิน	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	49.15	0	0.15	5.6

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล พรปวีณ์ เลาหสม

วัน เดือน ปีเกิด 17 กันยายน 2539

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2558 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2556 มัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ปีการศึกษา 2554 มัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสารสาสน์วิเทศน์บางบอน

ที่อยู่ 716/2 ถ.ถวาย ต.ท่าฉลอม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

เบอร์โทรศัพท์ 084 - 6415577

E-mail Address Laohasom.pornpawee@gmail.com

Facebook Pornpawee Laohasom