

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวางแผนทดลองการปลูก แหล่งเมล็ดไม้ที่ใช้ปลูก วิธีการปลูก วัน เวลาปลูก การสร้างแปลงติดตามการทดแทนตามธรรมชาติรวมทั้งการดำเนินการตัดขยายระยะได้รายงานวิธีการดำเนินการไปในปีก่อนหน้านี้แล้ว ดังนั้น จึงไม่ขอกล่าวในรายละเอียดในครั้งนี้อาจจะกล่าวในรายละเอียดวิธีการที่จะติดตามความก้าวหน้าในปีนี้ เท่านั้น

1. การศึกษาการเติบโตต่อเนื่องของชนิดไม้สนพื้นเมืองและสนต่างถิ่นที่มีถิ่นกำเนิดต่างกัน

ทำการติดตามวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก (diameter at root collar) ความสูงของกล้าไม้ และตรวจสอบอัตราการรอดตายของสนทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมานี ชนิดละ 2 ถิ่นกำเนิด (ตารางที่ 1) ซึ่งปลูกทดสอบเมื่อปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู) ทุก 6 เดือน นับจากวันที่ทำการปลูก โดยมีผังการปลูกทดสอบไม้สนดังกล่าวที่ 7 ทั้งนี้จะทำการกำจัดวัชพืชน้อยปีละ 2 ครั้ง นอกจากนี้ในปีนี้จะดำเนินการล้อมรั้ว เพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยเข้ามาทำลายไม้สนที่ปลูกทดสอบอีกด้วย

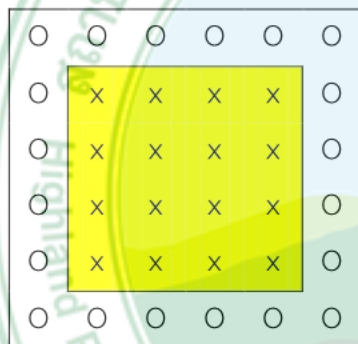
ตารางที่ 1 ชนิด ถิ่นกำเนิด และพิกัดแหล่งเก็บเมล็ดไม้สนทั้ง 5 ชนิด

ชนิด	ถิ่นกำเนิด	พิกัด
สนสามใบ	ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่	18.172233, 98.288274
	ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่	18.129371, 98.416143
สนสองใบ	บ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่	18.158131, 98.402781
	ห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ	18.152839, 98.421311
สนคาริเบีย	Limones, Honduras	18.156959, 98.431949
	Santa Carlos, Honduras	18.152855, 98.431045
สนโอคาร์ปา	Guamaca, Honduras	18.149411, 98.426908
	Mal Paso, Guatemala	18.174351, 98.294671
สนเทकुมานี	Rafael, Nicaragua	18.134502, 98.416889
	Yucul, Nicaragua	18.166383, 98.303070

ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 4

PM ₂	PO ₁	PC ₁	PK ₂	PT ₁	PC ₁	PO ₁	PT ₁	PM ₂	PT ₂
PC ₂	PT ₂	PO ₂	PK ₁	PM ₁	PK ₁	PC ₂	PK ₂	PO ₂	PM ₁
PT ₁	PM ₂	PM ₁	PK ₂	PO ₂	PO ₂	PT ₁	PO ₁	PC ₂	PM ₂
PK ₁	PC ₂	PT ₂	PC ₁	PO ₁	PK ₁	PK ₂	PM ₁	PC ₁	PT ₂

ถนน



○ = กล้าสนที่ปลูกเป็น buffer

✕ = กล้าสนที่จะทำการเก็บข้อมูลความโต

ภาพที่ 7 ผังการปลูกทดสอบไม้สนในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู)

หมายเหตุ: PK₁ คือ สนสามใบจากดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

PK₂ คือ สนสามใบจากดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่

PM₁ คือ สนสองใบจากบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่

PM₂ คือ สนสองใบจากห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ

PC₁ คือ สนคาริเบียจาก Limones, Honduras

PC₂ คือ สนคาริเบียจาก Santa Carlos, Honduras

PO₁ คือ สนโอคาร์ปาจาก Guimaca, Honduras

PO₂ คือ สนโอคาร์ปาจาก Mal Paso, Guatemala

PT₁ คือ สนเทคูมานีจาก Rafael, Nicaragua

PT₂ คือ สนเทคูมานีจาก Yucul, Nicaragua

2. การศึกษาระบบวนวัฒน์ในการจัดการไม้สนในปีที่ 2

2.1 การติดตามการเจริญทดแทนตามธรรมชาติต่อเนื่องของไม้สนสองใบ

2.1.1 ติดตามการเติบโต และการเจริญทดแทนของไม้สนสองใบในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง วัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู) โดยวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) ความสูงของไม้ต้น ไม้รุ่น และ ลูกไม้จากเบอร์ที่เคยติดไว้ในแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 40x40 เมตร ซึ่งได้ทำการวางแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร 4x4 เมตร และ 1x1 เมตร ที่เป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของไม้สนมาก จำนวน 3 แปลง และ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของไม้สนน้อย จำนวน 3 แปลง โดยทำการวัดข้อมูลทุกๆ 6 เดือน นับจากวันที่ทำการ วัดครั้งแรก ฉะนั้นครั้งต่อไปจะครบกำหนดการตรวจวัดข้อมูลในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2561 โดยหากพบต้นไม้ที่มีการเกิดขึ้นใหม่ (recruitment) ในแปลงจะทำการวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) ความสูง และติดเบอร์ที่ต้นไม้เพิ่ม

2.1.2 ข้อมูลไม้รุ่น (sapling) และกล้าไม้ (seedling) มาวิเคราะห์แนวโน้มการเจริญทดแทน ได้แก่ ความหนาแน่น ความโตเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย อัตราการเติบโต อัตราการเพิ่มขึ้นของกล้าไม้/ไม้รุ่น อัตราการตาย ตามธรรมชาติ การกระจายตามชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และ เสนอแนะวิธีการในการจัดการลูกไม้ กล้าไม้ และไม้รุ่นของไม้สน เพื่อส่งเสริมสนับสนุนกระบวนการทดแทน ตามธรรมชาติ เป็นต้น โดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ความหนาแน่น (density, D) เป็นจำนวนต้นของพืชชนิดนั้นต่อหน่วยพื้นที่ หรือต่อ แปลงตัวอย่าง หาได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างที่ศึกษา}} \times 100$$

2) ความโตเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ย หาได้จากค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) และ ค่าเฉลี่ยความสูงของข้อมูลไม้รุ่นที่เก็บมา

3) อัตราการเติบโต

- การวิเคราะห์การเติบโตทั้งหมด (Gross growth ; Gg) (Bertram *et al*, 1972) โดย สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

$$Gg = V_2 + M + C - I - V_1$$

โดย Gg คือ การเติบโตทั้งหมดของลักษณะที่สนใจในช่วงเวลาหนึ่ง

V_2 คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งที่สอง

V_1 คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งแรก

M คือ การตายในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic mortality)

C คือ การตัดฟันในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic cut)

I คือ ไม้เลื่อนชั้นในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic ingrowth)

- การวิเคราะห์การเติบโตสุทธิ (Net growth ; Gn) (Bertram *et al*, 1972) โดยสามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

$$Gn = V_2 + C - I - V_1$$

โดย Gn คือ การเติบโตสุทธิของลักษณะที่สนใจในช่วงเวลาหนึ่ง

V_2 คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งที่สอง

V_1 คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งแรก

C คือ การตัดฟันในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic cut)

I คือ ไม่เลื่อนชั้นในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic ingrowth)

- อัตราการเพิ่มขึ้นของกล้าไม้/ไม้รุ่น และอัตราการตายตามธรรมชาติ หาได้จากการนับจำนวนของกล้าไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n-1

อัตราการเพิ่มขึ้นของกล้าไม้, อัตราการตายตามธรรมชาติ

$$= \frac{(\text{จำนวนต้นไม้ปีที่ } n) - (\text{จำนวนต้นไม้ในปีที่ } n - 1)}{\text{จำนวนต้นไม้ในปีที่ } n - 1}$$

2.2 การติดตามการเติบโตต่อเนื่องของไม้สนคาริเบียที่เหลือจากการตัดขยายระยะ

2.2.1. ในการศึกษาการเติบโตต่อเนื่องของไม้สนคาริเบียหลังจากการตัดขยายระยะ ที่ 12 เดือน ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2561 นับจากวันที่ทำการตัดขยายระยะ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560 มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1) พื้นที่ศึกษาการตัดขยายระยะของไม้สนต่างถิ่น กรณีศึกษาไม้สนคาริเบีย

ข้อมูลเบื้องต้นลักษณะโครงสร้างของแปลงตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย พื้นที่ศึกษาแปลงตัวอย่างไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 8) พื้นที่โดยรอบแปลงตัวอย่างเป็นป่าเต็งรัง มีไม้พลวงเป็นไม้เด่น ดินเป็นดินร่วน ปนทราย มีค่าปฏิกริยาดินอยู่ที่ประมาณ 5.06 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินอยู่ที่ประมาณ 25 กรัมต่อกิโลกรัม ความหนาแน่นของดินอยู่ที่ 1.27 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.75 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 13.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สกัดได้ เท่ากับ 282.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมเท่ากับ 385.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียม เท่ากับ 154.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียม เท่ากับ 492.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในด้านสภาพภูมิอากาศ พบว่า มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ประมาณ 25-26 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 20 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 31-32 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนต่อปีอยู่ที่ประมาณ 1,287 มิลลิเมตรต่อปี

โดยพื้นที่แปลงตัวอย่างมีขนาด 5 ไร่ มีความกว้างเท่ากับ 40 เมตร ความยาวเท่ากับ 200 เมตร (ภาพที่ 9) ซึ่งเป็นแปลงสวนรวมพันธุ์สนคาริเบียของกรมป่าไม้ โดยจะทำการแบ่งตัดพื้นที่เป็น 5 บล็อก บล็อกละ 1 ไร่ ขนาด 40x40 เมตร ใน 1 บล็อกได้ทำการปลูกลูกต้นสน 32 ชุด แบ่งเป็นแถวด้านกว้าง 4 แถว ด้านยาว 32 แถว ในแต่ละชุดได้ปลูกลูกต้นสนทั้งหมด 9 ต้น ระยะปลูก 1.5x3 เมตร ต้นสนคาริเบียที่ปลูกมีอายุ 12 ปี ซึ่งดำเนินการปลูกในปี พ.ศ. 2548 ในแต่ละชุดได้ปลูกลูกต้นสนที่มีสายพันธุ์แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) และมีอัตราการรอดตายที่ต่างกัน ในลักษณะตามแผนผังแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 8 แปลงไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 9 แปลงตัวอย่างศึกษาการตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 2 ข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้สนคาร์เบียในแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาร์เบีย เพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์
ปี พ.ศ. 2548

No.	Lot. No.	Provenance	Origin
1	2071	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
2	2083	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
3	2086	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
4	2094	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
5	2169	HB Prog. 1981	Byfield, Queensland, Australia
6	2212	HB Prog. 1981	Limones, Honduras site No.P.C. 13
7	2220	HB Prog. 1981	Limones, Honduras site No.P.C. 14
8	2223	HB Prog. 1981	Limones, Honduras Rep.
9	2253	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
10	2256	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
11	2259	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
12	2261	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
13	2263	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
14	2272	HB Prog. 1981	Queensland, Australia site
15	2273	HB Prog. 1981	Queensland, Australia site
16	2279	HB Prog. 1981	St. Clara, Nicaragua
17	2046	HB Prog. 1981	La Mosquita, Honduras
18	2059	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
19	2062	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
20	2069	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
21	2085	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
22	2092	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
23	2093	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
24	2119	HB Prog. 1980	Card well, QLD, Australia
25	2120	HB Prog. 1980	Card well, QLD, Australia
26	2191	HB Prog. 1981	Karawala, Nicaragua site No.P.C.02

ตารางที่ 2 (ต่อ)

No.	Lot. No.	Provenance	Origin
27	2197	HB Prog. 1981	Karawala, Nicaragua site No.P.C.02
28	2204	HB Prog. 1981	Alamicamba, Nicaragua site No.P.C.03
29	2238	HB Prog. 1981	Guauaja, Honduras site Mo.P.C,03
30	2243	HB Prog. 1981	Guauaja, Honduras site Mo.P.C,03

2) ข้อมูลก่อน และหลังการตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย

จากข้อมูลเบื้องต้นลักษณะโครงสร้างของแปลงตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย ทำการแบ่งบล็อกทุกบล็อกเป็น 4 บล็อกย่อย ขนาดแปลง 20x20 เมตร เพื่อศึกษาแนวโน้มวิธี โดยมุ่งเน้นเรื่องการตัดขยายระยะที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ได้ทั้งหมดจำนวน 20 บล็อก ดังแสดงในภาพที่ 10

1-2	1-3	2-2	2-3	3-2	3-3	4-2	4-3	5-2	5-3
1-1	1-4	2-1	2-4	3-1	3-4	4-1	4-4	5-1	5-4

ภาพที่ 10 แผนผังการปลูกสนคาริเบียสายพันธุ์ที่ต่างกันและมีอัตราการรอดตายที่ต่างกันแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ณ สถานีวนวัฒนวิจัยอินทนิล จังหวัดเชียงใหม่

โดยแบ่งประเภทของบล็อกตามเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดจากภาพถ่ายเรือนยอด โดย H คือ บล็อกที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดสูง และ L คือ บล็อกที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดต่ำ ส่วน C คือบล็อกที่เป็นแปลงควบคุม ดังนั้นจึงกำหนดการศึกษาเป็น 5 รูปแบบ รูปแบบละ 3 ซ้ำ (บล็อก) ยกเว้นแปลงควบคุม (C) ที่มีจำนวน 8 ซ้ำ (บล็อก) ดังภาพที่ 11 มีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

2.1) ไม่มีการตัดขยายระยะ แปลงควบคุม (C) จำนวน 8 ซ้ำ

2.2) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 30 ของเปอร์เซ็นต์ของการปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดสูง H30 (ตัดหนัก) จำนวน 3 ซ้ำ

2.3) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 30 ของเปอร์เซ็นต์ของการปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ L30 (ตัดหนัก) จำนวน 3 ซ้ำ

2.4) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 50 ของเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดสูง H50 (ตัดเบา) จำนวน 3 ซ้ำ

2.5) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 50 ของเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ L50 (ตัดเบา) จำนวน 3 ซ้ำ

L30	L50	C	H50	C	H50	C	H30	C	C
-----	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	---

C L50 L30 H30 H50 H30 L30 L50 C C

ภาพที่ 11 บล็อกย่อยที่ใช้ในการศึกษาไม้สนคาริเปียตามแผนการทดลอง

หมายเหตุ: C = แปลงควบคุม ไม่มีการตัดขยายระยะ

H = แปลงที่มีเปอร์เซ็นต์ของการปกคลุมเรือนยอดจากภาพถ่ายเรือนยอดสูง

L = แปลงที่มีเปอร์เซ็นต์ของการปกคลุมเรือนยอดจากภาพถ่ายเรือนยอดต่ำ

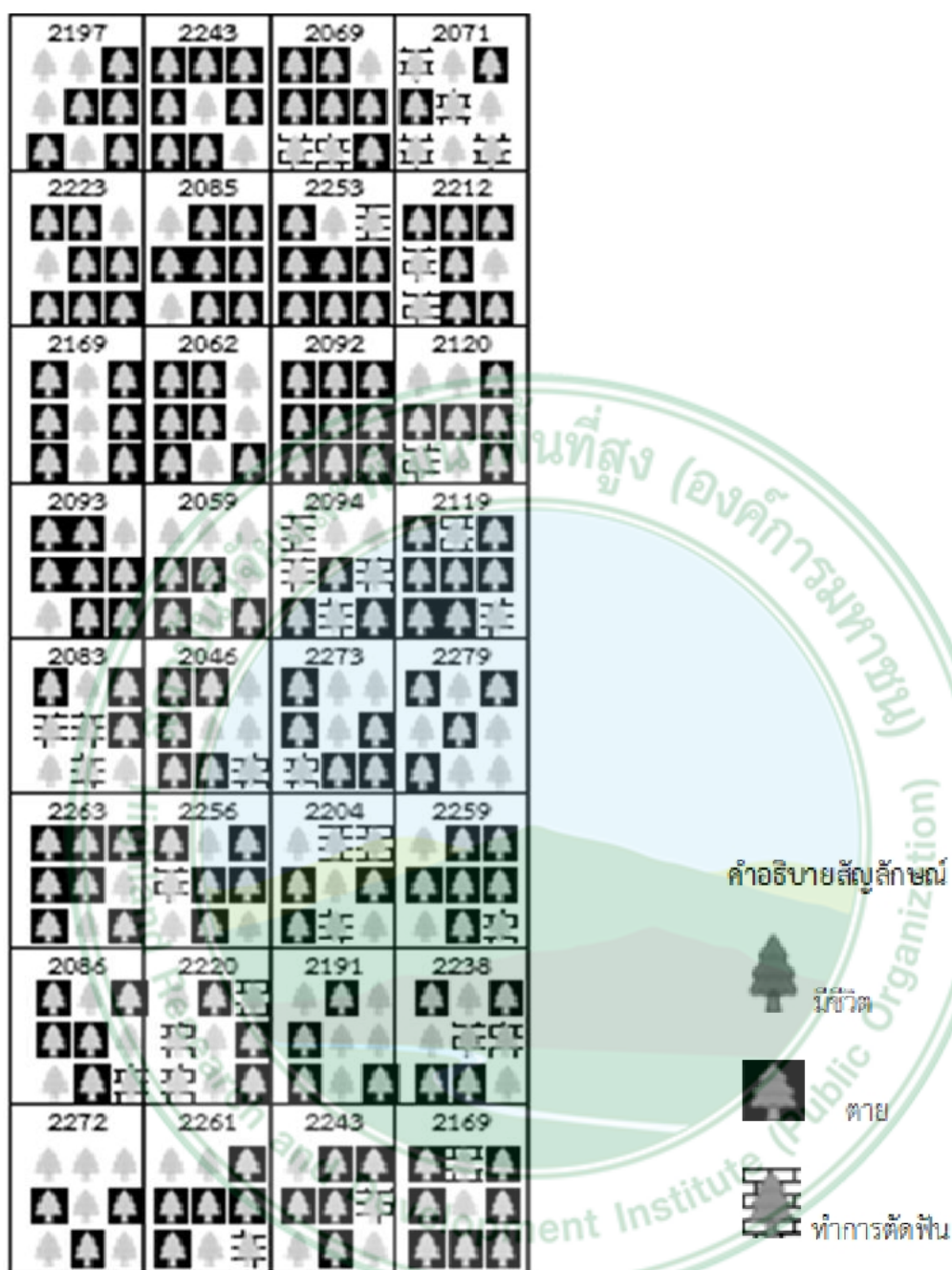
30 = แปลงที่มีการตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 30 ของเปอร์เซ็นต์ของการปกคลุมเรือนยอด (ตัดหนัก)

50 = แปลงที่มีการตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 50 ของเปอร์เซ็นต์ของการปกคลุมเรือนยอด (ตัดเบา)

การเลือกต้นที่จะตัดในแต่ละบล็อกจะคิดจากค่าสัดส่วนการตัดขยายระยะ และใช้ระบบเลือกตัด (selection thinning) โดยจะมีการเลือกเก็บต้นแม่ไม้ที่มีลักษณะดีของแต่ละสายพันธุ์ไว้ เพื่อเก็บเมล็ด โดยต้นอื่นๆ ที่ใกล้ต้นแม่ไม้จะถูกเลือกเป็นต้นแรกๆ ในการตัดขยายระยะและทำการตัดต้นไม้ตามจำนวนสัดส่วนที่ได้จากการคำนวณการปกคลุมเรือนจนครบตามแผนการทดลอง (ภาพที่ 12-16)

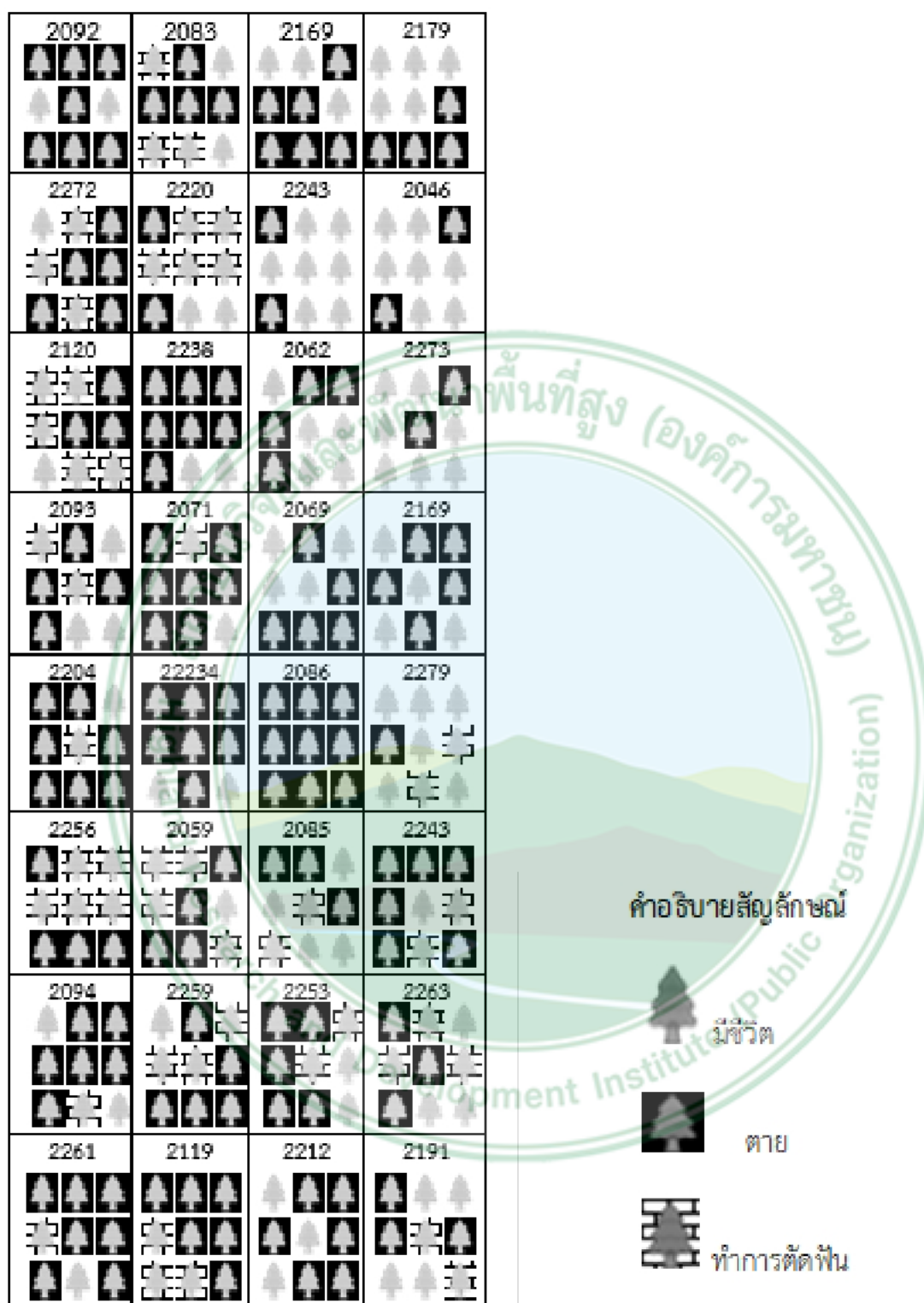


บล็อก 1



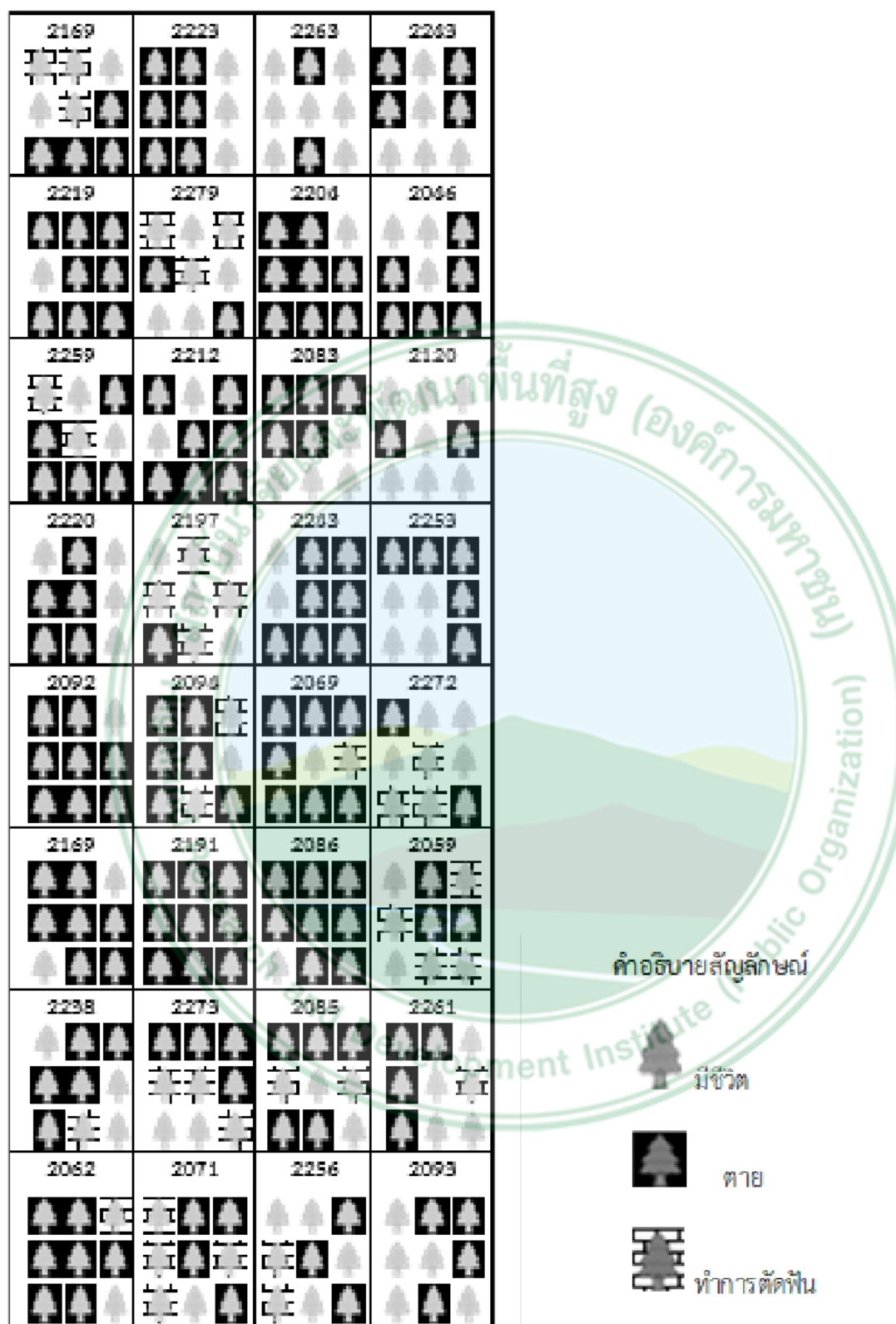
ภาพที่ 12 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยม แสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก1)

บล็อก 2



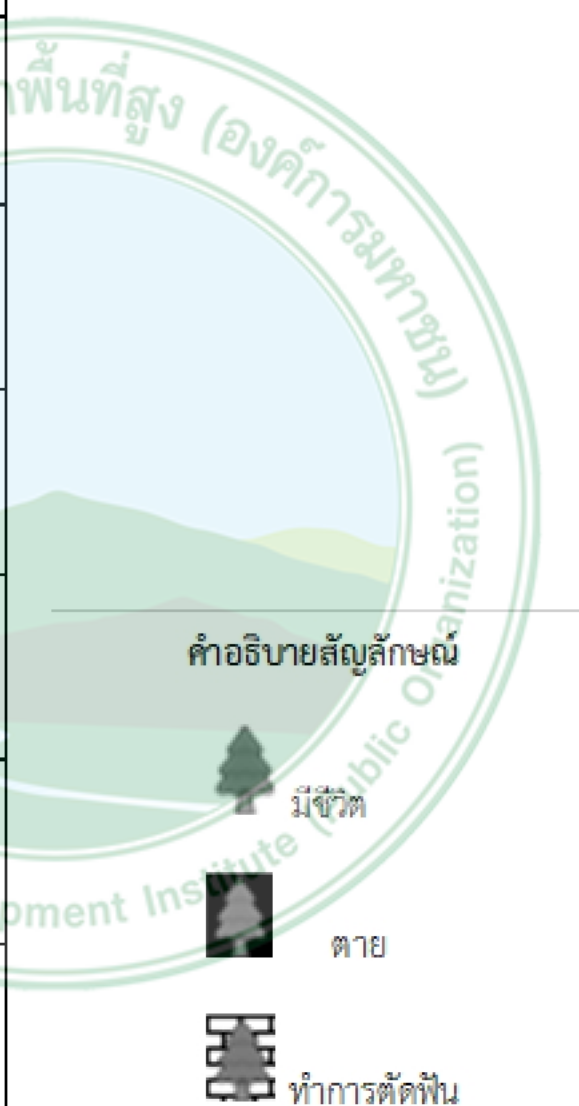
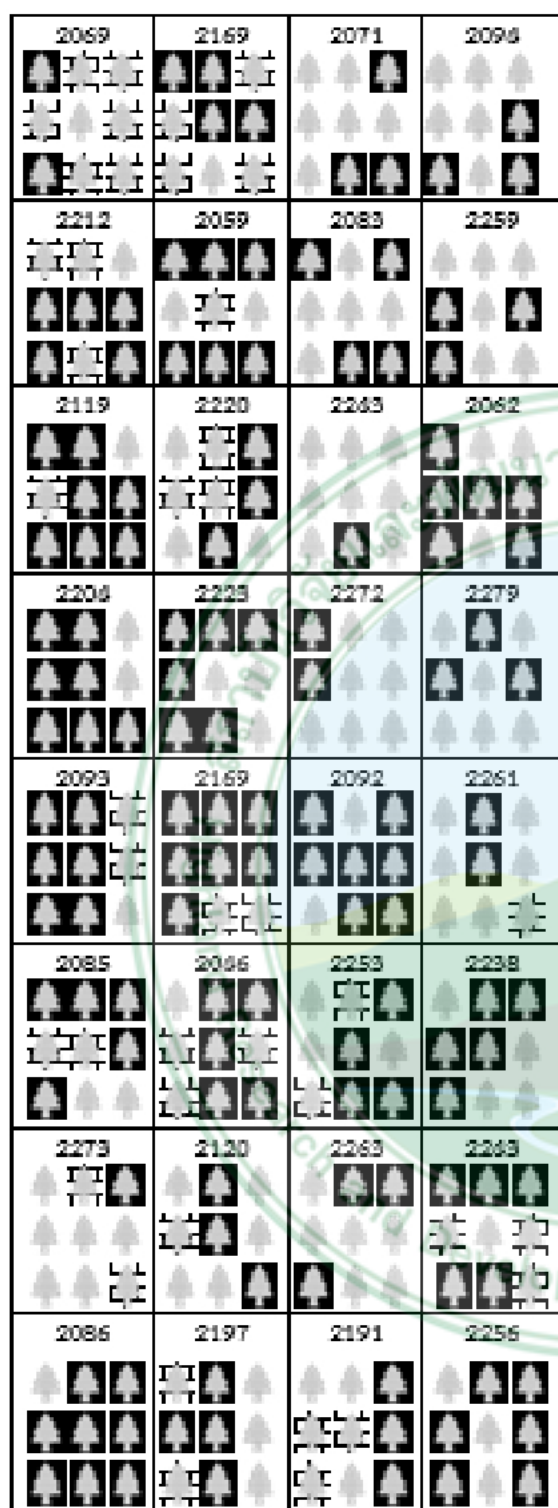
ภาพที่ 13 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยมแสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก 2)

บล็อก 3



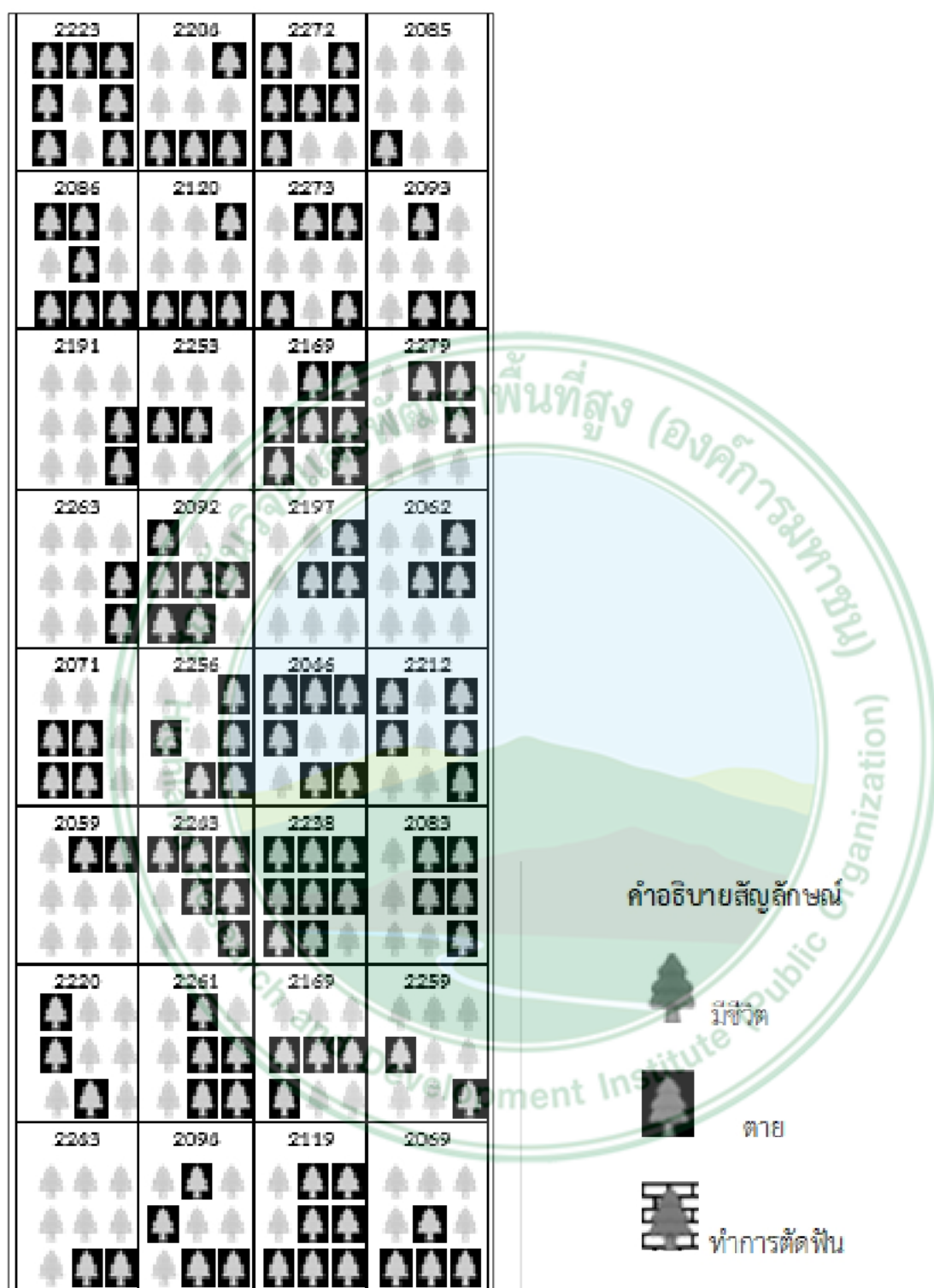
ภาพที่ 14 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยม
แสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก3)

บล็อก 4



ภาพที่ 15 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยม
แสดงรหัสของแหล่งพันธุกรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก4)

บล็อก 5



ภาพที่ 16 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยม
แสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก 5)

ดำเนินการในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล โดยแต่ละรูปแบบการตัดฟันมีขนาดแปลง 20x20 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ ยกเว้นแปลงควบคุมที่มีจำนวน 8 ซ้ำ ทั้งนี้การติดตามการเติบโตจะดำเนินการทุก 12 เดือน นับจากวันที่ทำการตัดขยายระยะในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 และได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 แล้ว

2.2.2 วิเคราะห์การเติบโตของไม้สนครีเปียหลังจากการตัดขยายระยะ ได้แก่ ความหนาแน่นของหมู่ไม้ ความโตเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย อัตราการเติบโตทางความโต และความสูง การปกคลุมเรือนยอดของหมู่ไม้ ภายหลังการตัดขยายระยะ เป็นต้น โดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ความหนาแน่นของหมู่ไม้ เป็นจำนวนต้นของพืชชนิดนั้นต่อหน่วยพื้นที่ หรือต่อแปลง ตัวอย่าง หาได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดที่หมู่ไม้อยู่}} \times 100$$

2) ความโตเฉลี่ย และความสูงเฉลี่ย หาได้จากค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) และค่าเฉลี่ยความสูงของข้อมูลไม้รุ่นที่เก็บมา

3) อัตราการเติบโตทางความโต หาได้จากค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก (DBH) ของไม้หนุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n-1

$$\text{อัตราการเติบโตทางความโต} = \frac{(\text{DBH ปีที่ } n) - (\text{DBH ในปีที่ } n-1)}{\text{DBH ปีที่ } n-1}$$

4) อัตราการเติบโตทางความสูง หาได้จากค่าความสูง (H) เฉลี่ย ของไม้หนุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n-1

$$\text{อัตราการเติบโตทางความโต} = \frac{(H \text{ ปีที่ } n) - (H \text{ ในปีที่ } n-1)}{H \text{ ปีที่ } n-1}$$

3. การประเมินศักยภาพพื้นที่และทดสอบการปลูกไม้สนส่งเสริมในพื้นที่ของเกษตรกร โดยกระบวนการมีส่วนร่วม

3.1 ประสานงานกับเจ้าหน้าที่สวนป่าบ้านวัดจันทร์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เพื่อร่วมกันคัดเลือกเกษตรกรที่เป็นสมาชิกโครงการปลูกสร้างเสริมป่าของป่าสนวัดจันทร์ จำนวน 5 ราย เพื่อเข้าร่วมโครงการปลูกทดสอบไม้สนในพื้นที่ สำหรับเป็นแปลงสาธิต

3.2 ทำการสอบถามข้อมูลประวัติการปลูกไม้สน การบำรุงรักษา สิทธิการครอบครองที่ดิน และการใช้ประโยชน์ไม้ในพื้นที่ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ รวมทั้งทำการรวบรวมข้อมูลภูมิศาสตร์ด้านป่าไม้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดฟัน และใช้ประโยชน์ไม้สนในพื้นที่ เพื่อหาแนวทางในการใช้ประโยชน์ไม้สนในปีต่อไป

3.3 ทำการวิเคราะห์สังคมพืชในพื้นที่ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) ในพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละรายจะทำการวางแปลงขนาด 1 ไร่ (ขนาด 40x40 เมตร) จำนวน 3 แปลง จากนั้นวางแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร จำนวน 16 แปลง ภายในมีแปลงย่อยขนาด 4x4 เมตร และ 1x1 เมตร ทั้งนี้ในแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร จะทำการสำรวจขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก และความสูง พร้อมชื้อชนิดพันธุ์ของไม้ต้น (tree) (ต้นไม้ที่มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกมากกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร) และภายในแปลงขนาด 4x4 เมตร จะทำการสำรวจเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก และความสูง พร้อมชื้อชนิดพันธุ์ของไม้รุ่น (sapling) (ต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร) นอกจากนี้จะทำการนับจำนวนของกล้าไม้ (seedling) (ต้นไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร) พร้อมสำรวจชื้อชนิดพันธุ์ ทั้งนี้จะดำเนินการเก็บตัวอย่างพรรณพืชที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ เพื่อนำไปตรวจสอบหาชื้อชนิดพันธุ์อีกครั้ง และหากในแปลงพบต้นสนที่เป็นต้นที่ชาวบ้านปลูกขึ้นอยู่แล้วจะบันทึกข้อมูลไว้ด้วย

2) ในพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละรายจะทำการถ่ายภาพเรือนยอด 4 จุด เพื่อวิเคราะห์การปกคลุมเรือนยอด และจะทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 10x40 เมตร เพื่อวาดภาพโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของสังคมพืช

3.4 เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ โดยเก็บตัวอย่างดินที่ 2 ระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ในแต่ละพื้นที่จะทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 3 จุด เก็บตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed sample) โดยใช้กระบอกรีดดิน (soil core) เพื่อเก็บตัวอย่างดินนำไปวิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น เนื้อดิน ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุนของดิน และเก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed sample) เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน เช่น ค่าความเป็นกรด ด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

3.5 ในพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละรายจะทำการปลูกเสริมไม้สน 3 ชนิด ได้แก่ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมานี่ โดยปลูกไม้สนชนิดละ 1 ไร่ ในแปลงที่ศึกษาสังคมพืชไว้เบื้องต้น รวม 3 ไร่ โดยวางแผนจะปลูกไม้สนประมาณ 10-30 ต้นต่อไร่ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของหมู่ไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่ และการปกคลุมเรือนยอดของพื้นที่ โดยจะเลือกปลูกไม้สนตามช่องว่างของเรือนยอดหมู่ไม้เดิมในแต่ละพื้นที่

3.6 ทำการวัดอัตราการรอดตายของไม้สนภายหลังปลูก 1 เดือน และวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก และความสูงของกล้าเมื่ออายุ 6 เดือน และ 1 ปี นับจากวันที่ปลูก ดูแลรักษากล้าสนที่ปลูก โดยการกำจัดวัชพืชแบบถาวรรอบโคนต้นที่ปลูก และการป้องกันไฟไหม้

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากไม้สนคาริเบียที่ได้จากการตัดขยายระยะและผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากยางสนคาริเบีย

4.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากไม้และร่างคู่มือการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้สนคาริเบีย

4.1.1 ทำการคัดเลือกสนคาริเบียที่มีอายุอย่างน้อย 10 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล และดำเนินการเก็บข้อมูลพื้นฐาน เช่น ความโต และความสูง

4.1.2 สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบประเภทอุปกรณ์สำนักงานที่ไม่ใช่โต๊ะ เก้าอี้ และตู้

4.1.3 จัดทำร่างคู่มือการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้สนคาริเบีย ซึ่งคู่มือจะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ เช่น ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับไม้สนคาริเบีย คุณสมบัติทางเคมี และกายวิภาคของเนื้อไม้ กลสมบัติ และสมบัติทางกายภาพของไม้สนคาริเบีย และวิธีการนำไม้สนคาริเบีย เพื่อไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากยางและร่างคู่มือการกรีดยางสนคาริเบีย

4.2.1 ทำการเก็บยางสนจากสนคาริเบียที่มีอายุอย่างน้อย 30 ปี โดยวิธีการกรีดเปลือกจากสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล

4.2.1 ทำการกลั่นยางสนด้วยอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส เพื่อแยกสารที่ระเหยได้ออกจากสารที่ไม่ระเหยแล้วทำการวิเคราะห์ผลผลิต (yield) และตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของผลผลิต เช่น ความถ่วงจำเพาะ และความหนืด หลังจากนั้นทำการประเมินการใช้ประโยชน์จากยางสน

4.2.3 ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากยางสนคาริเบีย เช่น สารเคลือบผิว สารกันน้ำ และสารให้ความหอม

4.2.4 จัดทำร่างคู่มือการกรีดยางสนคาริเบีย ซึ่งคู่มือจะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ เช่น ปริมาณยางสนที่เก็บได้ในสนชนิดต่างๆ การเลือกต้นสนที่เหมาะสมในการกรีดยาง คุณสมบัติทางกายภาพของยางสน วิธีการที่เหมาะสมในการกรีด หรือเก็บยางสน การใช้ประโยชน์ยางสนในรูปแบบต่างๆ

5. สถานที่ดำเนินงานวิจัย

พื้นที่บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่เกษตรกรที่ร่วมโครงการปลูกป่ากับสวนป่าบ้านวัดจันทร์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดเชียงใหม่