

รายงานงานวิจัย  
FOREST RESEARCH BULLETIN

เล่มที่ ๔๓  
สิงหาคม ๒๕๑๘

NUMBER 43  
AUGUST 1976

ผลของการตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติดินในสวนสน  
EFFECTS OF THINNING AND FERTILIZATION ON SOIL PROPERTIES  
OF PINE PLANTATION

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| วสันต์ เกตุปราณีต     | WASAN KAITPRANEET   |
| บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์    | BUNVONG THAIUTSA    |
| วิสุทธิ์ สุวรรณานันท์ | WISUT SUWANNAPINUNT |
| มานพ กำจรเจ็ด         | MANOP KAMCHRONCHIRD |

คณะวนศาสตร์

FACULTY OF FORESTRY

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

KASETSART UNIVERSITY

กรุงเทพฯ ๘

BANGKOK 9 THAILAND

## EFFECTS OF THINNING AND FERTILIZATION ON SOIL PROPERTIES OF PINE PLANTATION

### ABSTRACT

The effects of thinning and fertilization on soil properties were carried out in the 12-years old pine (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) plantation, Boh Luang, Chiangmai during 1974-1975. The objective of this investigation was to compare the variation of soil properties at the different depths after thinning and fertilizing. The 3 x 4 factorial experiment by randomized block design with plot sizes of 12 x 12 m<sup>2</sup> and 3 blocks (replications) were employed. The sample plots were thinned, 50% based on the initial basal area, by mechanical and selection methods. Three kinds of fertilizers: ammonium nitrate (32.5% N), ammonium phosphate (16% N, 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), and mixed fertilizer (17 - 17 - 17) were applied at the rates of 120 kg/rai (300 kg/acre). Soil samples collected at the depth of 0-20 cm and 20-50 cm were analysed one year after treating.

The results indicated that thinning and fertilization had no effect on the physical properties of soil, but they highly affected the soil pH. Soil potassium content was significantly changed due to fertilization alone. In regards to tree growth, the satisfactory responses were obtained from this investigation. Basal area of the trees was increased 31.31% after fertilizing with ammonium nitrate. Selection thinning also increased 77.77% by basal area. Furthermore, the maximum average basal area of the trees treated by the combination of selection thinning and ammonium nitrate application was higher than that of control 126.25%. Such information could be used as a guide of pine plantation management. This pine plantation should be thinned by selection method before 12 years of ages. Fertilization is recommended in the late rotation in order to reduce the interest of investment. However, it is also reasonable to apply fertilizers at the time of thinning.

## คำนิยม

งานวิจัย เรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเกี่ยวกับเงินและอาหารพืชป่าไม้ อันเป็นโครงการย่อยของโครงการวิจัยด้านวนศาสตร์และคุณสมบัติของไม้ ซึ่งมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศ.เลิศ จันทร์ภาพ เป็นหัวหน้าโครงการแม่บท และได้รับงบประมาณการวิจัยจากสำนักวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการวิเคราะห์ คุณสมบัติทางเคมีของดิน คุณุผลาทร ศรีสุสานนท์ ได้กรุณาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

กรมการวิจัยคณะวนศาสตร์ ได้กรุณาพิจารณาพิมพ์ผลงานวิจัยเรื่องนี้เป็นรายงาน วนศาสตร์วิจัยฉบับที่ ๔ โดยมีคุณสมจิตร ฉิมกุล เป็นผู้พิมพ์ต้นฉบับและจัดรูปเล่ม

ผู้ดำเนินงานวิจัยขอขอบคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| คำนำ  | ๑    |
| วิธีการทดลอง  | ๓    |
| ลักษณะพื้นที่   | ๓    |
| การวางแปลงตัวอย่าง  | ๓    |
| การเก็บข้อมูล   | ๕    |
| การวิเคราะห์หาค่า   | ๕    |
| การวิเคราะห์ข้อมูล  | ๖    |
| ผลและวิจารณ์ผล  | ๑๖   |
| ผลของการคัดสร้างขยายระยะและการใส่ปุ๋ยคอกผสมคี้ทางกายภาพของดิน<br>สวนสนสามใบ             | ๑๖   |
| ผลของการคัดสร้างขยายระยะและการใส่ปุ๋ยคอกผสมคี้ทางเคมีของดินสวนสนสามใบ                   | ๑๘   |
| ผลของการคัดสร้างขยายระยะและการใส่ปุ๋ยคอกความเข้มข้นทางเส้นผ่าศูนย์กลาง<br>ของไม้สนสามใบ | ๒๓   |
| สรุป  | ๒๕   |
| เอกสารอ้างอิง   | ๒๖   |

สารบัญ

หน้า

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Table 1. | Some physical properties of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiangmai, 1975.   | 7  |
| Table 2. | The average values of some physical properties of the 0-20 cm. depth of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiangmai, 1975. | 10 |
| Table 3. | Some chemical properties of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiangmai, 1975.   | 11 |
| Table 4. | The average values of some chemical properties of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiangmai, 1975.                       | 14 |
| Table 5. | The first year basal area increment in square centimeter after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiangmai.                           | 15 |

## คำนำ

เป็นที่ทราบกันแล้วว่ากรมป่าไม้ได้ดำเนินการปลูกสร้างสวนไม้สนสามใบ (Pinus kesiya Royle ex Gordon) มาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๖ เพราะเป็นไม้พื้นเมืองที่มีการเจริญเติบโตดี ไม้ไม่มีเส้นใยยาวเหมาะสำหรับทำเยื่อกระดาษ และสามารถที่จะใช้ประโยชน์ได้เมื่อไม้มีขนาดเล็กลงเพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมทำกระดาษ ปัจจุบันกรมป่าไม้ยังได้เร่งขยายการปลูกสนสามใบเพิ่มขึ้นทดแทนในบริเวณภูเขาที่ถูกแผ้วถางลง ตามโครงการพัฒนาป่าไม้พระราชทานอีกด้วย เพื่อให้ปริมาณไม้เพียงพอสนองความต้องการการใช้ไม้ของประชาชน และเพื่ออนุรักษ์ต้นน้ำลำธารเป็นผลสำเร็จในระยะเวลานี้ ดังนั้นเพื่อให้การปลูกสร้างสวนสนประสบผลสำเร็จ ความความมุ่งหมายดังกล่าว การปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาต่าง ๆ เช่น การกำจัดวัชพืช การลิดกิ่ง การค้ำค้ำวาง ขยายระยะและการใส่ปุ๋ย จึงเป็นงานที่ควรกระทำในขั้นตอนต่าง ๆ กันภายหลังการปลูกต้นไม้ในสวนป่าแล้ว

การค้ำค้ำวางขยายระยะ (Thinning) เป็นวิธีการอย่างหนึ่งของการตัดไม้เนื้อโตปานกลาง (intermediate cutting) โดยการลดจำนวนต้นไม้อ่อนหน่วยเนื้อที่ เพื่อจะปรับปรุงสภาพการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่ และนำไม้ที่มีลักษณะไม้ที่ออกมาใช้ประโยชน์ก่อนที่จะไร้ค่า (Ager, 1969) สิ่งที่จะกำหนดความควรเริ่มการค้ำค้ำวางขยายระยะเมื่อใดนั้นก็มิได้หลายประการ เช่น เมื่อหนุ่ไม้ในสวนป่าเริ่มมีเรือนยอดเบียดชิดกัน (Hawley, 1950) หรือเมื่อ Live Crown Ratio มีค่าต่ำกว่า ๓๐ % (Toumey and Korstian, 1950) เป็นต้น แต่ต้นไม้ที่เหลืออยู่จะเจริญเติบโตได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นเบาของการค้ำค้ำวางขยายระยะเป็นสำคัญ Brady (1969) แนะนำว่าการค้ำค้ำวางขยายระยะครั้งแรกไม่ควรตัดไม้เกินกว่า ๒๕ % ของปริมาณไม้เดิม ส่วนอาษา พรหมบุญญา (๒๕๑๘) พบว่า ในสวนสักควรค้ำค้ำวางขยายระยะ ๕๐ % ของพื้นที่หน้ากักดิน จะทำให้ไม้สักที่เหลืออยู่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามการค้ำค้ำวางขยายระยะนี้สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ช่องว่างระหว่างต้น (space) ที่เหมาะสม เพราะการค้ำค้ำวางขยายระยะ จะเป็นการเปิดเรือนยอด ทำให้ต้นได้รับแสงสว่างมากขึ้น ช่วยเร่งการสลายตัวของพวกเศษไม้ ปลายไม้ต่าง ๆ

และเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงชั้นของฮิวมัส (humus) ในดิน Tam (1969) กล่าวว่า การกักตุนน้ำ นอกจากจากป่าไม้จะเป็นการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืชออกไปจากป่าด้วย ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และจากการศึกษาของ บุญวงศ์ ไพบูลย์ และคณะ (๒๕๑๘) เกี่ยวกับคุณสมบัติของดินในสวนสักภายหลังการตัดล้างขยายระยะ พบว่าการตัดล้างขยายระยะไม้สักในระยะต้นความหนาแน่นเบาไม่เก็บ ๕๕ % ของพื้นที่หน้าตัดดินนั้นจะไม่กระทบกระเทือนต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน

ส่วนการใส่ปุ๋ยทางป่าไม้จะช่วยเพิ่มผลผลิต โดยการเร่งการเจริญเติบโตของต้นไม้ และได้เนื้อไม้ออกมาใช้ประโยชน์ในเวลาอันสั้น (Thaitsu, 1973) ซึ่งก็ยังช่วยส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ระบบรากของไม้โตได้ดี เป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน (Beale and Fricker, 1970) และจากการศึกษาของ Curlin (1963) พบว่าไม้ Shortleaf Pine ที่ได้รับการใส่ปุ๋ยจะมีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ถ้าหากทำการตัดล้างขยายระยะตามคู่มือไป พื้นที่หน้าตัดจะเพิ่มขึ้นถึง ๓๐๐ เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า การตัดล้างขยายระยะและการใส่ปุ๋ยนั้น นอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้แล้ว ยังมีผลต่อสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย เช่น คุณสมบัติของดิน ดังนั้นการศึกษาเรื่องนี้เพื่อต้องการทราบว่าภายหลังตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ยในส่วนสนสามใบแล้ว จะมีผลต่อคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมีอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและปรับปรุงสวนสนให้บรรลุผลสำเร็จตามแผนพัฒนาป่าไม้ของชาติต่อไป

## วิธีการทดลอง

### ลักษณะพื้นที่

การวิจัยเรื่องนี้ได้ทำการศึกษาในบริเวณสวนป่าสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์  
บ้านเขวาสองคา อำเภอสองคา จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งปลูกไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya*, Royle  
ex Gordon) เมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๖ มีระยะห่างระหว่างต้น ๒ x ๒ เมตร พรรณไม้พื้นล่างมีโดย  
ที่พบมีต้นนางพญา และเถาวัลย์บางชนิด และที่ระดับผิวดินในสวนสนปกคลุมไปด้วยไม้ไผ่สัตรีรังหล่น  
ลงมาทับถมกันหนาประมาณ ๑.๕ นิ้ว สภาพพื้นที่เป็นเขาเตี้ย ๆ มีความลาดชันประมาณ ๕ - ๒๐  
เปอร์เซ็นต์ สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๕๐๐ - ๑,๐๐๐ เมตร ลักษณะดินจัดอยู่ในกลุ่มดินกรด  
(Great soil group) red-yellow podzolic soil มีรูปลักษณะของดิน (soil  
profile) เป็นแบบ A<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>-B<sub>1</sub> (Moorman and Rojanasoonthon, 1968) รูปลักษณะของดิน  
มีลักษณะค่อนข้างร่วนและดินมีความลึกมาก อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีประมาณ ๒๕.๗ องศาเซลเซียส  
อุณหภูมิสูงสุด ๓๑.๕ องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด ๑๙.๗ องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย  
๑๒๕๕.๘ มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยปีละ ๑๐๘.๕ วัน และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง  
๖๕ - ๙๖ เปอร์เซ็นต์

### การวางแปลงตัวอย่าง

ได้ทำการทดลองระหว่าง พ.ศ. ๒๕๑๓ - ๒๕๑๔ โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด  
๑๒ x ๑๒ เมตร จำนวนทั้งหมด ๑๖ แปลง ในสวนสนสามใบซึ่งปลูกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๖  
มีระยะปลูก ๒ x ๒ เมตร ได้เลือกพื้นที่ที่มีความลาดชันต่างกันเพื่อวาง Block ได้ ๓ Block  
คือ

- |               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| Block ที่ I   | มีความลาดชันประมาณ ๕ เปอร์เซ็นต์  |
| Block ที่ II  | มีความลาดชันประมาณ ๘ เปอร์เซ็นต์  |
| Block ที่ III | มีความลาดชันประมาณ ๑๓ เปอร์เซ็นต์ |



แต่ละ Block วางในแนวตั้งฉากกับความลาดชัน ภายในแต่ละ Block  
 วางแปลงตัวอย่างขนาด ๓๖ x ๓๖ เมตร จำนวน ๓๖ แปลงเท่า ๆ กัน ระยะห่างระหว่างแปลง  
 ๔ เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด side effect แต่ละ block ทำการสุ่มเพื่อกำหนด  
 treatment combination ให้แก่แปลงย่อย ซึ่งประกอบด้วย ๓ x ๔ factorials คือ

Factor A เป็นชนิดของการตัดแต่งสายระยะ โดยแต่ละระดับตัดแต่งสายระยะ  
 ในระดับ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดแบ่งออกเป็น

- a<sub>0</sub> - control (ไม่ตัดแต่งสายระยะ)
- a<sub>1</sub> - mechanical thinning
- a<sub>2</sub> - selection thinning

Factor B เป็นชนิดของปุ๋ย แต่ละชนิดใส่ไฟฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมคือ ๓๒๐ กิโลกรัมต่อไร่  
 แบ่งออกเป็น

- b<sub>0</sub> - control (ไม่ใส่ปุ๋ยเลย)
- b<sub>1</sub> - ammonium nitrate (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> : 32.5 % N)
- b<sub>2</sub> - ammonium phosphate [(NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> : 16 % N, 20 % P ]
- b<sub>3</sub> - mixed fertilizer (17 % N, 17 % P, 17 % K)

เมื่อกำหนด treatment ให้แต่ละแปลงครบทุก Blocks แล้วก็ทำการตัดแต่ง  
 สายระยะเดือนตุลาคม ในปีแรกของการทดลอง และนำเฉพาะลำต้นออกจากแปลงพร้อมทั้ง  
 ทำการวัดวัชพืชออกหัวพื้นที่แปลงย่อย แล้วใส่ปุ๋ยโดยการหว่านทั่วทั้งแปลง

การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลง แปลงละ ๓ หลุม รวมทั้งหมด ๙๖ หลุม  
แต่ละหลุมเก็บดินที่ระดับลึก ๐ - ๒๐ เซนติเมตร และ ๒๐ - ๕๐ เซนติเมตร ได้ดินตัวอย่างทั้งสิ้น  
๙๖ ตัวอย่าง โขยเก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา  
ป่าไม้ คณะวนศาสตร์ และคุณสมบัติทางเคมี ที่กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์ดิน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินได้วิเคราะห์หา เนื้อดิน (soil texture) โยวิธี  
mechanical analysis ความหนาแน่นรวม (bulk density) โยวิธี (core method)  
ความหนาแน่นของอนุภาค (particle density) โยใช้ pycnometer และคำนวณหา  
porosity ของดินตัวอย่าง ทดความคงทนของดิน (soil stability) โยอาศัย  
Dispersion ratio ตามวิธีของ Middleton (1930) และหาปริมาณน้ำที่ซึมเข้าไปใช้ได้  
(available water) โยใช้ soil moisture extractor ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของดิน  
ได้วิเคราะห์หา pH โยวิธี 1 : 1 soil water suspensions แล้ววัดด้วย pH meter  
(Jackson, 1967) หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ โยวิธี Walkley and Black's rapid  
titration (Walkley and Black, 1934) หาปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โยวิธีของ  
Bray II (Jackson, 1967) ซึ่งวัดสี โยใช้เครื่อง Klett-Summersson's Colorimeter  
หาปริมาณโบดัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โยวิธีการของ Jackson (1967) ซึ่งวัดค่าด้วย Flame  
photometer หาปริมาณธาตุแมกนีเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โยวิธีสกัดของ  
Heald (1965) แล้ววัดเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ส่วนค่า  
C.E.C. ที่วิเคราะห์ Sodium Saturation ตามวิธีของ Chapman (1965) ผลการ-  
วิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ ๑ และ ๒

## การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Block Design และ  
วิเคราะห์ข้อมูลแบบ factorial experiment มี treatment combination  $3 \times 4$   
factorial โดยมี thinning เป็น factor A มี 3 ระดับ คือ control ( $a_0$ ),  
mechanical thinning ( $a_1$ ), selection thinning ( $a_2$ ) การใส่ปุ๋ยเป็น factor B  
มี 4 ระดับ คือ Control ( $b_0$ ),  $NH_4NO_3$  ( $b_1$ ),  $(NH_4)_3 PO_4 - N P : 16 - 20$  ( $b_2$ )  
Mixed Fertilizer - N P K : 17 - 17 - 17 ( $b_3$ ) ทำการศึกษา 3 Blocks  
(Replication) ทดสอบความแตกต่างอันเนื่องมาจากการตัดสายชะยาระยะ และการใส่ปุ๋ย  
ต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์บางอย่างของ ดินชั้นบนและคุณสมบัติทางเคมีบางอย่างในแต่ละชั้นดิน  
(soil depth)

Table 1. Some physical properties of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiengmai, 1975.

| Block | Treatment                     | Db, gm cm <sup>-3</sup> |        | Dp, gm cm <sup>-3</sup> |        | Pt, % | Dispersion Ratio, % |        | Available Water, % |        | Soil texture |
|-------|-------------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------|---------------------|--------|--------------------|--------|--------------|
|       |                               | 0 - 20                  | 0 - 20 | 0 - 20                  | 0 - 20 |       | 0 - 20              | 0 - 20 | 0 - 20             | 0 - 20 |              |
| I     | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 1.00                    | 2.42   | 58.68                   | 50.09  | 3.05  | clay                |        |                    |        |              |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 1.03                    | 2.32   | 55.60                   | 30.77  | 8.30  | sandy clay loam     |        |                    |        |              |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 1.10                    | 2.35   | 53.19                   | 45.18  | 2.72  | clay loam           |        |                    |        |              |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 0.82                    | 2.45   | 66.53                   | 55.27  | 5.69  | loam                |        |                    |        |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 0.92                    | 2.70   | 65.93                   | 60.68  | 5.26  | sandy loam          |        |                    |        |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 0.84                    | 2.44   | 65.57                   | 64.30  | 4.46  | loam                |        |                    |        |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 1.05                    | 2.37   | 55.70                   | 50.15  | 6.85  | sandy clay loam     |        |                    |        |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 1.02                    | 2.44   | 58.20                   | 53.23  | 4.84  | sandy clay loam     |        |                    |        |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 0.90                    | 2.34   | 61.54                   | 49.80  | 11.55 | sandy clay loam     |        |                    |        |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 0.97                    | 2.47   | 60.73                   | 30.66  | 9.30  | clay                |        |                    |        |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 0.81                    | 2.49   | 67.47                   | 53.94  | 7.39  | sandy clay          |        |                    |        |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 0.97                    | 2.38   | 59.24                   | 68.39  | 3.07  | sandy loam          |        |                    |        |              |

Table 1. Cont.

| Block | Treatment                     | Db, gm cm <sup>-3</sup> |        | Dp, gm cm <sup>-3</sup> |        | Pt, %  |                 | Dispersion Ratio, % |        | Available water, % |           | Soil texture |
|-------|-------------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|--------|-----------------|---------------------|--------|--------------------|-----------|--------------|
|       |                               | 0 - 20                  | 0 - 20 | 0 - 20                  | 0 - 20 | 0 - 20 | 0 - 20          | 0 - 20              | 0 - 20 | 0 - 20             | 0 - 20 cm |              |
| II    | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 1.14                    | 2.42   | 52.89                   | 16.83  | 4.33   | clay loam       |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 0.99                    | 2.55   | 61.68                   | 28.59  | 11.04  | clay loam       |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 1.08                    | 2.49   | 56.63                   | 16.01  | 6.38   | clay            |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 1.03                    | 2.43   | 57.61                   | 22.63  | 10.62  | clay            |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 0.97                    | 2.47   | 60.73                   | 24.88  | 3.28   | clay loam       |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 1.00                    | 2.33   | 57.08                   | 30.24  | 8.42   | loam            |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 0.89                    | 2.41   | 63.07                   | 30.99  | 8.95   | sandy clay loam |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 1.06                    | 2.45   | 56.73                   | 19.07  | 1.91   | clay            |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 0.99                    | 2.27   | 56.39                   | 35.26  | 3.11   | sandy clay loam |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 1.02                    | 2.41   | 57.68                   | 24.50  | 8.35   | sandy clay loam |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 1.07                    | 2.45   | 56.33                   | 22.89  | 6.82   | clay loam       |                     |        |                    |           |              |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 0.97                    | 2.39   | 59.41                   | 30.69  | 5.03   | clay loam       |                     |        |                    |           |              |

Table 1. Cont.

| Block | Treatment                     | Dp, gm cm <sup>-3</sup> |        | wt. % | Dispersion Ratio, % |        | Available water, % | Soil texture    |
|-------|-------------------------------|-------------------------|--------|-------|---------------------|--------|--------------------|-----------------|
|       |                               | 0 - 20                  | 0 - 20 |       | 0 - 20              | 0 - 20 |                    |                 |
| III   | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 1.03                    | 2.15   | 52.09 | 20.47               | 3.27   |                    | Sandy clay loam |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 0.88                    | 2.29   | 61.57 | 11.16               | 7.62   |                    | Clay loam       |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 1.00                    | 2.17   | 53.92 | 24.90               | 9.79   |                    | Sandy clay loam |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 0.99                    | 3.34   | 57.09 | 24.63               | 13.27  |                    | Clay loam       |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 0.99                    | 2.23   | 55.61 | 30.45               | 11.06  |                    | Clay loam       |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 0.87                    | 2.24   | 61.16 | 16.33               | 8.74   |                    | Clay            |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 1.14                    | 2.26   | 49.56 | 13.04               | 8.12   |                    | Clay            |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 0.85                    | 2.16   | 60.65 | 10.41               | 10.60  |                    | Clay            |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 0.94                    | 2.39   | 60.67 | 9.72                | 0.92   |                    | Sandy clay loam |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 0.80                    | 2.25   | 64.44 | 15.11               | 2.00   |                    | Clay            |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 0.93                    | 2.33   | 60.08 | 20.47               | 3.37   |                    | Sandy clay loam |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 1.00                    | 2.40   | 58.33 | 12.24               | 7.83   |                    | Clay            |

Table 2. The average values of some physical properties of the 0-20 cm. depth of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiengmai, 1975.

| Treatment combination         | $\rho$ , gm cm <sup>-3</sup> | Dp, gm cm <sup>-3</sup> | Pt. % | Dispersion Ratio, % | Available water, % | Soil texture    |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------|---------------------|--------------------|-----------------|
| a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 1.06                         | 2.33                    | 54.55 | 29.13               | 3.55               | sandy clay loam |
| a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 0.97                         | 2.39                    | 59.45 | 23.51               | 8.99               | clay loam       |
| a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 1.06                         | 2.34                    | 54.58 | 28.70               | 6.30               | sandy clay loam |
| a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 0.95                         | 2.74                    | 60.41 | 34.18               | 9.86               | clay loam       |
| a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 0.96                         | 2.47                    | 60.76 | 38.67               | 6.53               | sandy clay loam |
| a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 0.90                         | 2.34                    | 61.27 | 36.96               | 7.21               | clay loam       |
| a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 1.03                         | 2.35                    | 56.11 | 31.39               | 7.97               | sandy clay loam |
| a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 0.98                         | 2.35                    | 58.53 | 27.57               | 5.79               | clay            |
| a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 0.94                         | 2.33                    | 59.53 | 31.59               | 5.19               | sandy clay loam |
| a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 0.93                         | 2.38                    | 60.95 | 23.42               | 6.55               | clay loam       |
| a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 0.94                         | 2.42                    | 61.29 | 32.43               | 6.04               | sandy clay loam |
| a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 0.98                         | 2.39                    | 58.99 | 37.11               | 5.31               | sandy clay loam |
| Total average                 | 0.98                         | 2.40                    | 58.87 | 31.22               | 6.61               | clay loam       |

Table 3. Some chemical properties of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Iod, Chiengmai, 1975.

| Block | Treat ment                    | pH  |     | O.M. % |      | P (ppm) |    | K (ppm) |     | Ca (me/100gm soil) |      | C.I.C. (me/100gm soil) |      |       |
|-------|-------------------------------|-----|-----|--------|------|---------|----|---------|-----|--------------------|------|------------------------|------|-------|
|       |                               | 0   | 20  | 0      | 20   | 0       | 20 | 0       | 20  | 0                  | 20   | 0                      | 20   |       |
| I     | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 5.1 | 5.0 | 5.28   | 2.97 | 10      | 2  | 180     | 26  | 0.8                | 0.26 | 0.66                   | 0.22 | 8.50  |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 5.0 | 4.8 | 5.98   | 2.48 | 12      | 2  | 250     | 86  | 1.04               | 0.14 | 0.75                   | 0.06 | 10.81 |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 4.9 | 5.0 | 4.44   | 2.69 | 38      | 3  | 200     | 100 | 0.85               | 0.17 | 0.63                   | 0.06 | 8.00  |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 5.4 | 4.7 | 6.86   | 2.55 | 58      | 3  | 315     | 38  | 1.54               | 0.41 | 0.81                   | 0.32 | 10.90 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 5.1 | 4.7 | 8.12   | 3.46 | 48      | 3  | 290     | 38  | 3.94               | 0.22 | 2.89                   | 0.40 | 13.25 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 5.6 | 4.9 | 6.92   | 2.76 | 18      | 2  | 236     | 60  | 4.60               | 0.24 | 2.50                   | 0.80 | 12.26 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 5.2 | 4.8 | 6.68   | 2.76 | 13      | 2  | 188     | 32  | 1.17               | 0.20 | 0.97                   | 0.15 | 10.87 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 5.4 | 4.6 | 5.21   | 3.32 | 32      | 4  | 412     | 78  | 1.85               | 0.20 | 1.25                   | 0.18 | 12.00 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 5.1 | 4.8 | 5.21   | 2.62 | 12      | 2  | 288     | 50  | 2.13               | 0.19 | 1.39                   | 0.17 | 17.44 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 4.7 | 4.2 | 5.49   | 5.84 | 12      | 3  | 148     | 56  | 0.14               | 0.17 | 0.21                   | 0.05 | 9.00  |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 4.3 | 4.5 | 6.05   | 5.84 | 35      | 2  | 106     | 38  | 0.44               | 0.17 | 0.31                   | 0.07 | 8.40  |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 5.0 | 4.4 | 6.44   | 2.41 | 30      | 2  | 372     | 78  | 2.44               | 0.24 | 1.56                   | 0.16 | 10.87 |



Table 3. Cont.

| Block | Treat<br>ment                 | pH  | O.M. % |      | P (ppm) |    | K (ppm) |     | Ca (me/100 gm.<br>soil) |      | Mg (me/100 gm.<br>soil) |      | C.E.C. (me/<br>100 gm. soil) |      |
|-------|-------------------------------|-----|--------|------|---------|----|---------|-----|-------------------------|------|-------------------------|------|------------------------------|------|
|       |                               |     | 0      | 20   | 0       | 20 | 0       | 20  | 0                       | 20   | 0                       | 20   | 0                            | 20   |
| II    | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 5.1 | 4.9    | 5.07 | 1.78    | 8  | 1       | 264 | 53                      | 2.44 | 0.35                    | 1.74 | 0.46                         | 7.65 |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 5.2 | 5.1    | 5.84 | 1.22    | 21 | 1       | 305 | 148                     | 1.54 | 0.18                    | 1.03 | 0.23                         | 7.75 |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 5.1 | 5.0    | 5.14 | 1.36    | 32 | 2       | 242 | 88                      | 1.92 | 0.16                    | 1.24 | 0.27                         | 8.00 |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 5.1 | 4.5    | 4.30 | 2.06    | 12 | 1       | 288 | 86                      | 0.62 | 0.14                    | 0.60 | 2.24                         | 6.15 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 5.2 | 0.5    | 5.14 | 2.06    | 16 | 2       | 300 | 50                      | 1.47 | 0.21                    | 1.22 | 0.40                         | 7.31 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 5.4 | 5.2    | 6.47 | 1.71    | 22 | 1       | 427 | 205                     | 3.23 | 0.19                    | 2.01 | 0.19                         | 9.44 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 5.2 | 5.0    | 6.35 | 3.04    | 82 | 1       | 183 | 46                      | 4.26 | 0.25                    | 1.45 | 0.43                         | 9.44 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 4.9 | 4.7    | 4.09 | 1.01    | 22 | 1       | 214 | 118                     | 0.71 | 0.24                    | 0.47 | 0.34                         | 6.62 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 5.0 | 5.0    | 5.07 | 2.41    | 52 | 1       | 202 | 48                      | 1.75 | 0.26                    | 0.95 | 0.14                         | 5.06 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 5.2 | 4.7    | 6.26 | 1.01    | 15 | 1       | 420 | 236                     | 1.85 | 0.31                    | 1.28 | 0.48                         | 3.75 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 5.2 | 5.0    | 6.26 | 1.57    | 17 | 0       | 400 | 58                      | 1.92 | 0.28                    | 1.29 | 0.24                         | 4.27 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 4.9 | 4.5    | 5.77 | 1.43    | 10 | 1       | 276 | 98                      | 1.30 | 0.22                    | 0.96 | 0.19                         | 4.50 |

Table 3. Cont.

| Block | Treat<br>ment                 | pH  | O.M. % | P (ppm) | K (ppm) | Ca (me/100gm. Mg(me/100gm. soil) |     |     | C.E.C. (me/100gm. soil) |      |      |      |       |
|-------|-------------------------------|-----|--------|---------|---------|----------------------------------|-----|-----|-------------------------|------|------|------|-------|
|       |                               |     |        |         |         | 0                                | 20  | 0   | 20                      | 0    | 20   | 0    | 20    |
| III   | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 4.8 | 5.77   | 6.54    | 7       | 1                                | 216 | 172 | 0.39                    | 0.25 | 0.53 | 0.18 | 8.97  |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 4.9 | 2.41   | 1.92    | 12      | 0                                | 253 | 56  | 1.05                    | 0.19 | 0.58 | 0.05 | 10.52 |
|       | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 4.6 | 6.75   | 2.48    | 10      | 1                                | 93  | 53  | 0.36                    | 0.14 | 0.40 | 0.06 | 11.02 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 5.2 | 6.12   | 1.64    | 63      | 1                                | 372 | 53  | 0.98                    | 0.16 | 0.58 | 0.48 | 9.31  |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 4.8 | 5.84   | 2.20    | 7       | 1                                | 205 | 170 | 0.80                    | 0.24 | 0.65 | 0.07 | 10.37 |
|       | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 4.7 | 5.35   | 1.64    | 8       | 1                                | 222 | 154 | 0.36                    | 0.11 | 0.37 | 0.11 | 8.90  |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 4.8 | 4.93   | 1.99    | 27      | 2                                | 151 | 180 | 0.54                    | 0.16 | 0.34 | 0.11 | 9.06  |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 5.2 | 8.18   | 3.35    | 60      | 1                                | 416 | 88  | 2.37                    | 0.17 | 1.19 | 0.04 | 12.81 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 4.9 | 5.42   | 4.86    | 7       | 1                                | 191 | 50  | 0.86                    | 0.21 | 0.63 | 0.11 | 8.25  |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 5.0 | 3.53   | 1.92    | 9       | 1                                | 172 | 108 | 1.30                    | 0.19 | 0.46 | 0.04 | 9.25  |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> | 5.1 | 8.46   | 1.78    | 63      | 2                                | 246 | 200 | 1.92                    | 0.20 | 1.35 | 0.14 | 11.94 |
|       | a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> | 4.9 | 5.28   | 1.43    | 11      | 3                                | 398 | 164 | 0.62                    | 0.21 | 0.52 | 0.10 | 8.37  |

Table 4. The average values of some chemical properties of soil after thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiengmai, 1975.

| Treatment                     | pH   | O.M., % |      |      | P (ppm) |      |        | K (ppm) |      |      | Ca(me/100gm. soil) |      |       | Mg(me/100gm. soil) |      |      | C.E.C. (me/100gm. soil) |    |    |    |
|-------------------------------|------|---------|------|------|---------|------|--------|---------|------|------|--------------------|------|-------|--------------------|------|------|-------------------------|----|----|----|
|                               |      | 0       | 20   | 0    | 20      | 0    | 20     | 0       | 20   | 0    | 20                 | 0    | 20    | 0                  | 20   | 0    | 20                      | 0  | 20 |    |
| Combination                   | 0    | 20      | 0    | 20   | 0       | 20   | 0      | 20      | 0    | 20   | 0                  | 20   | 0     | 20                 | 0    | 20   | 0                       | 20 | 0  | 20 |
| a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | 5.0  | 4.9     | 5.37 | 3.76 | 8.3     | 1.3  | 220.0  | 83.7    | 1.21 | 0.29 | 0.98               | 0.29 | 8.37  | 0.29               | 0.98 | 0.29 | 8.37                    |    |    |    |
| a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | 5.0  | 4.9     | 4.74 | 1.87 | 15.0    | 1.0  | 271.3  | 96.7    | 1.21 | 0.17 | 0.79               | 0.11 | 9.69  | 0.11               | 0.79 | 0.11 | 9.69                    |    |    |    |
| a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | 4.9  | 4.9     | 5.44 | 2.14 | 26.7    | 2.0  | 178.3  | 80.3    | 1.04 | 0.16 | 0.76               | 0.13 | 9.00  | 0.13               | 0.76 | 0.13 | 9.00                    |    |    |    |
| a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | 5.2  | 4.6     | 5.76 | 2.08 | 44.3    | 1.7  | 325.0  | 59.0    | 1.05 | 0.24 | 0.66               | 0.35 | 8.79  | 0.35               | 0.66 | 0.35 | 8.79                    |    |    |    |
| a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | 5.0  | 4.8     | 6.37 | 2.57 | 23.7    | 2.0  | 265.0  | 86.0    | 2.07 | 0.22 | 1.59               | 0.29 | 10.31 | 0.29               | 1.59 | 0.29 | 10.31                   |    |    |    |
| a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 5.2  | 5.1     | 6.25 | 2.04 | 16.0    | 1.3  | 295.0  | 139.7   | 2.73 | 0.18 | 1.63               | 0.13 | 10.20 | 0.13               | 1.63 | 0.13 | 10.20                   |    |    |    |
| a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 5.1  | 4.9     | 5.99 | 2.60 | 40.7    | 1.7  | 174.0  | 86.0    | 1.98 | 0.20 | 0.92               | 0.23 | 9.79  | 0.23               | 0.92 | 0.23 | 9.79                    |    |    |    |
| a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 5.0  | 4.6     | 5.83 | 2.56 | 38.0    | 2.0  | 347.3  | 94.7    | 1.64 | 0.20 | 0.97               | 0.19 | 10.48 | 0.19               | 0.97 | 0.19 | 10.48                   |    |    |    |
| a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | 5.0  | 4.9     | 5.23 | 3.30 | 23.7    | 1.3  | 227.0  | 49.3    | 1.58 | 0.22 | 0.99               | 0.14 | 10.25 | 0.14               | 0.99 | 0.14 | 10.25                   |    |    |    |
| a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 5.0  | 4.4     | 5.09 | 2.92 | 12.0    | 1.7  | 246.7  | 133.3   | 1.10 | 0.22 | 0.65               | 0.19 | 7.30  | 0.19               | 0.65 | 0.19 | 7.30                    |    |    |    |
| a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 4.9  | 4.8     | 6.92 | 3.06 | 38.3    | 1.3  | 250.7  | 98.7    | 1.47 | 0.22 | 0.98               | 0.15 | 8.20  | 0.15               | 0.98 | 0.15 | 8.20                    |    |    |    |
| a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 4.9  | 4.5     | 5.83 | 1.76 | 17.0    | 2.0  | 348.7  | 113.3   | 1.45 | 0.22 | 1.01               | 0.15 | 7.91  | 0.15               | 1.01 | 0.15 | 7.91                    |    |    |    |
| Total average                 | 5.02 | 4.78    | 5.74 | 2.56 | 25.31   | 1.61 | 262.42 | 93.39   | 1.54 | 0.21 | 0.99               | 0.20 | 9.19  | 0.20               | 0.99 | 0.20 | 9.19                    |    |    |    |

**Table 5.** The first year basal area increment in square centimeter after Thinning and fertilization in pine plantation at Hod, Chiongal.

| Block       | Treatment combination         |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|             | a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> | a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> | a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> | a <sub>0</sub> b <sub>3</sub> | a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> |
| I           | 16.30                         | 30.44                         | 25.67                         | 26.60                         | 33.52                         | 33.12                         | 35.40                         | 32.23                         | 32.16                         | 51.91                         | 34.70                         | 37.05                         |
| II          | 17.51                         | 20.25                         | 20.94                         | 15.91                         | 20.48                         | 38.99                         | 35.02                         | 26.06                         | 28.47                         | 35.91                         | 29.05                         | 29.44                         |
| III         | 21.52                         | 25.27                         | 18.97                         | 24.15                         | 24.08                         | 29.42                         | 35.18                         | 33.08                         | 33.84                         | 37.35                         | 45.89                         | 47.71                         |
| Average     | 18.44                         | 25.32                         | 21.86                         | 22.22                         | 26.03                         | 33.84                         | 35.20                         | 30.46                         | 31.49                         | 41.72                         | 36.55                         | 38.07                         |
| % increment | -                             | 31.31                         | 18.55                         | 20.50                         | 41.16                         | 83.51                         | 90.89                         | 65.18                         | 70.77                         | 126.25                        | 98.21                         | 106.45                        |

## ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษามูลของกาบัตถศาสตร์ขยายระยะและการใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติดินในส่วนสนสามใบ อายุ ๑๒ ปี ในช่วงระยะเวลา ๕ ปี ระหว่างปี ๒๕๑๓ - ๒๕๑๘ พบปรากฏว่า คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินภายหลังจากการตัดถางขยายระยะและการใส่ปุ๋ยนั้น มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจาก ก่อนการทดลองเล็กน้อย กล่าวคือ กาบัตถศาสตร์ขยายระยะและการใส่ปุ๋ย มีแนวโน้มช่วยปรับปรุง คุณสมบัติดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ และคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน ในส่วนสนสามใบ ภายหลังจากการตัดถางขยายระยะที่ระดับเดียวกัน ด้วยวิธีต่างกัน พร้อมกับการใส่ปุ๋ย ได้แสดงไว้ใน Table 1 และ 3 ส่วนค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังกล่าวแสดงไว้ใน Table 2 และ 4

### ผลของการตัดถางขยายระยะและการใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติทางกายภาพของ ดินส่วนสนสามใบ

เนื้อดิน (soil texture) ของดินชั้นบน ซึ่งประกอบด้วยปริมาณอนุภาค หยาบ คั้น ตะกอน และดินเหนียว นั้น ภายหลังจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ชนิดของการตัดถางขยายระยะ และการใส่ปุ๋ย และ interaction ของการตัดถางขยายระยะกับการใส่ปุ๋ย ไม่มีผลทำให้ ปริมาณอนุภาคหยาบ คั้น ตะกอน และดินเหนียวของดินชั้นบนเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามใน Table 1 จะพบว่า ในแปลง control มีเนื้อดินเป็นแบบ clay, clay loam และ sandy clay loam แต่ในแปลงที่ทำการตัดถางขยายระยะและใส่ปุ๋ย นอกจากจะมีเนื้อดิน ทั้งสามแบบดังกล่าวแล้ว ยังมีแบบต่าง ๆ อีก คือ loam, sandy loam และ sandy clay ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดิน

ความหนาแน่นรวม (bulk density) ของดินชั้นบน ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ ปรากฏว่า การตัดถางขยายระยะและการใส่ปุ๋ยและ interaction ไม่มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินชั้นบนเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ดินชั้นบนมีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย ๐.๘๕ กรัมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 2) มีค่าต่ำสุดและสูงสุดระหว่าง ๐.๘๒ และ ๑.๐๘ กรัมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ (Table 1) แต่ใน Table 1 จะเห็นว่าแปลงที่ตัดถาง

ขยายระยะและไม่ได้ใส่ปุ๋ยกับแปลงที่คัดสายขยายระยะและใส่ปุ๋ยนี้ค่าความหนาแน่นรวมมีแนวโน้มน้อยกว่าค่าความหนาแน่นรวมของดินในแปลง control ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าหลังจากคัดสายขยายระยะแล้วมีเศษไม้และใบร่วงหล่นประกอบกับแห้งส่งสู่พื้นดินมากขึ้น ช่วงเวลาดิจกรมของจุลินทรีย์ทำให้ litter สลายตัวดีขึ้น เป็นผลให้ดินมีอินทรีย์วัตถุสะสมเล้ามาก เมื่อดินมีอินทรีย์วัตถุมาก ค่าความหนาแน่นรวมจึงน้อยลง

ความหนาแน่นอนุภาค (particle density) ของดินชั้นบน ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าภายหลังการคัดสายขยายระยะ การใส่ปุ๋ย และ interaction ไม่มีผลทำให้ความหนาแน่นอนุภาคของ ดินชั้นบนเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ดินชั้นบนมีความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ย ๒.๘๖ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 1) มีค่าต่ำสุดและสูงสุดระหว่าง ๒.๖๕ และ ๒.๙๖ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ (Table 1) แต่เป็นที่น่าสังเกต ดินในแปลงที่คัดสายขยายระยะและใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินในแปลงที่คัดสายขยายระยะแบบ Selection และไม่ได้ใส่ปุ๋ย ค่าความหนาแน่นอนุภาคดินมีแนวโน้มน้อยกว่าค่าความหนาแน่นอนุภาคของดินในแปลงอื่น ๆ ทั้งนี้ก็อาจเป็นเหตุผลเดียวกับ เรื่องความหนาแน่นรวม ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ปริมาณของว่างทั้งหมด (Total porosity) ของดินชั้นบน ภายหลังวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว ปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในการคัดสายขยายระยะ การใส่ปุ๋ย และ interaction ดินชั้นบนมีค่าปริมาณของว่างทั้งหมดเฉลี่ย ๕๔.๘๖ เปอร์เซ็นต์ (Table 2) มีค่าต่ำสุดและสูงสุดระหว่าง ๕๔.๘๖ และ ๖๙.๘๖ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1) แต่จาก Table 1 จะเห็นว่าในแปลงที่มีการคัดสายขยายระยะและไม่ได้ใส่ปุ๋ย กับแปลงที่มีการคัดสายขยายระยะและใส่ปุ๋ย ปริมาณของว่างทั้งหมดของดินชั้นบนมีแนวโน้มมากกว่า ในแปลง control ทั้งนี้ก็เป็นเหตุผลเช่นเดียวกับ เรื่องความหนาแน่นรวม ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นั่นคือเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก อนุภาคดินมีลักษณะกันอย่างหลวม ๆ จึงทำให้ปริมาณของว่างในดินมาก มีการระบายน้ำและอากาศดี ก็เหมาะแก่การเจริญเติบโตของต้นไม้

ปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ (available water) ภายหลังจากตัดสาข  
 ขยายระยะและใส่ปุ๋ย ไปทำให้ปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทาง  
 สถิติ ดินชั้นนี้มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์โดยเฉลี่ยทั้งหมด ๖.๖๑ เปอร์เซ็นต์ (Table 2)  
 มีปริมาณต่ำสุดและสูงสุดระหว่าง ๑.๙๖ และ ๑๓.๒๗ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1) และ  
 จากการสังเกตข้อมูลใน Table 1 จะเห็นว่าหลังจากตัดสาขขยายระยะและใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณน้ำ  
 ที่เป็นประโยชน์ของดินชั้นนี้มีแนวโน้มมากกว่าดินในแปลง control ซึ่งเรื่องนี้มีเหตุผล  
 สอดคล้องกับเรื่องปริมาณของว่างทั้งหมดในดิน และ เรื่องความหนาแน่นรวม กล่าวคือ เมื่อคืนค่า  
 ความหนาแน่นน้อย ปริมาณของว่างมาก ก็เป็นผลให้มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากตามไปด้วย

อัตราส่วนการแตกกระจาย (Dispersion Ratio) ของดินชั้นนี้ภายหลังจากตัดสาข  
 ขยายระยะและใส่ปุ๋ย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดินชั้นนี้มีอัตราส่วนการแตกกระจายเฉลี่ย  
 ๓๑.๒๒ เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเป็นดินที่ถูกชะล้างไ้ง่าย (erosive soil) ตาม Table 1  
 จะเห็นว่าแปลงที่ตัดสาขขยายระยะและใส่ปุ๋ย ค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินมีแนวโน้มสูงกว่า  
 ดินในแปลง control เล็กน้อย ทั้งนี้เหตุผลที่สอดคล้องกับเรื่องความหนาแน่นรวมและปริมาณ  
 ของว่างทั้งหมด กล่าวคือ เมื่อปริมาณของว่างทั้งหมดมาก ค่าความหนาแน่นรวมจะต่ำ และเป็นผล  
 ให้ดินมีอัตราส่วนการแตกกระจายสูง (วิทยุ ศันสุมิจ ๒๕๑๖)

ผลของการตัดสาขขยายระยะและการใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินสวนส้มสวนโม

ปฏิกิริยาของดินชั้นนี้ (pH) นั้น จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การตัดสาข  
 ขยายระยะและการใส่ปุ๋ย และ interaction ของการตัดสาขขยายระยะกับการใส่ปุ๋ยไม่มีผล  
 ทำให้ปฏิกิริยาของดินชั้นนี้เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ เทคนิคของการตัดสาขขยายระยะ การใส่ปุ๋ย  
 กับ interaction ของการตัดสาขขยายระยะกับการใส่ปุ๋ย มีผลทำให้ปฏิกิริยาของดินชั้นนี้  
 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง หลังการตัดสาขขยายระยะและการใส่ปุ๋ย ปฏิกิริยาของดินชั้นนี้ไม่  
 เปลี่ยนแปลงไปเพราะปริมาณน้ำฝนเป็นตัวการสำคัญที่ชะล้างเอาปุ๋ยและธาตุอาหาร จาก litter  
 ออกจากดินชั้นบนลงสู่ดินล่าง ทำให้ปฏิกิริยาของดินลดลง เนื่องมาจาก H<sup>+</sup> มาจากการสลายตัวของ  
 ของปุ๋ยแอมโมเนียมในดินร่วน กลายเป็นแอมโมเนียม (ภาควิชาปฐพีวิทยา ๒๕๑๕) ความปฏิกิริยา

ของดินชั้นบนอยู่ระหว่าง ๔.๔ - ๕.๒ ค่าปฏิกิริยาของดินชั้นล่าง ๔.๔ - ๕.๑ ซึ่งใกล้เคียงกับที่  
 เริงชัย ไผ่สีสุก (๒๕๐๘) และกิติ ศิริวิวัฒน์ (๒๕๑๖) ได้รายงานค่าปฏิกิริยาของดินในป่าสนต่ำกว่า  
 ๔.๕ และอยู่ระหว่าง ๔.๗ - ๕.๘ ตามลำดับ แต่ภาควิชาปฐพีวิทยา ๒๕๑๕ รายงานว่าดินพวก  
 Red-Yellow Podzolic soils มีปฏิกิริยาของดิน ตามธรรมชาติอยู่ระหว่าง ๕ - ๖ แสดงว่า  
 การใส่ปุ๋ยทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น เพราะค่าปฏิกิริยาของดินลดค่าลง มากศรีวรรณ สังพิทักษ์ชัย  
 (๒๕๑๘) กล่าวว่าดินชั้นบนบริเวณป่าห้วยบง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าปฏิกิริยาของดิน  
 ๕.๘ - ๖.๐ และดินชั้นล่างมีค่าปฏิกิริยาของดิน ๕.๘ - ๖.๑ ซึ่งค่าสูงกว่า จากที่ทำการทดลอง

ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินชั้นบนและชั้นล่าง หลังจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า  
 การตัดสาขารายระยะ และใส่ปุ๋ย และ interaction ไม่มีผลทำให้ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ  
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยของดินชั้นบน ๔.๗๔ - ๖.๗๖ เปอร์เซ็นต์  
 ดินชั้นล่าง ๑.๗๖ - ๓.๗๖ เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามจาก Table 3 จะเห็นว่าในแปลงที่  
 ทำการตัดสาขารายระยะ และ ใส่ปุ๋ย ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินชั้นบนมีแนวโน้มมากกว่าในแปลง  
 control นอกจากนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนมีมากกว่าดินชั้นล่าง และแปลงที่ทำการตัดสาขาราย  
 ระยะพร้อมทั้งใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต จะมีอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนมากที่สุด อาจเนื่อง  
 มาจากการใส่ปุ๋ยเร่ง vegetative growth ของพืชชั้นล่าง เมื่อตายจะเน่าสลายกลายเป็น  
 อินทรีย์วัตถุมากขึ้น หรืออาจมาจากเศษไม้ ปลายไม้ หลังการตัดสาขารายระยะในตอนแรก ซึ่ง  
 สอดคล้องกับการศึกษาของ สุพล สุพภักดิ์ (๒๕๑๖) ที่รายงานว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบน  
 มีมากกว่าดินชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และกิติ ศิริวิวัฒน์ (๒๕๑๖) รายงานว่าปริมาณ  
 อินทรีย์วัตถุในดินชั้นล่างของป่าสนธรรมชาติมีปริมาณค่าประมาณ ๐.๖ - ๑.๐ เปอร์เซ็นต์  
 หรือประมาณ ๐.๗๔ เปอร์เซ็นต์ (มากศรีวรรณ สังพิทักษ์ชัย ๒๕๑๘)

ปริมาณฟอสฟอรัสไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ไปตามชนิดการตัดสาขารายระยะและการ  
 ใส่ปุ๋ยทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยของดินชั้นบน ๘.๓ - ๘๘.๓ ppm.  
 ดินชั้นล่าง ๑ - ๒ ppm. (Table 4) ปริมาณฟอสฟอรัสจะมีมากไปหาน้อย ถิ่นแปรจากดินชั้นบน  
 ไปสู่ดินชั้นล่าง แปลงที่ไม่ตัดสาขารายระยะและใส่ Mixed Fertilizer มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด



อาจเนื่องมาจาก throughfall ซึ่ง Carlisle *et al.* (1969) ก็พบว่า ปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca, Mg และ Na จากฝนที่ตกลงมาบนเรือนยอดของ Sessile oak ที่เก็บได้มีปริมาณ ๔.๔๒, ๑.๓๗, ๒๔.๑๘, ๑๗.๑๕, ๘.๓๖ และ ๕๕.๕๕ กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปีตามลำดับ ตรงนี้ แสงแก้ว (๒๕๖๖) ก็พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในระบับดินชั้นบนมากที่สุดคืออยู่ในช่วง ๑๖.๘ - ๑๒๘.๘ ppm. ซึ่งตรงกับการศึกษาของ สุรพล สุทธิภักดิ์ (๒๕๖๖) ที่รายงานว่าฟอสฟอรัสในระบับดินชั้นบนและชั้นล่าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดออกมาได้จากดินชั้นบนมีมาก อาจเนื่องมาจากปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปไนดินที่ปฏิกริยาของดินต่ำกว่า ๕.๐ หน่วยปฏิกริยากับเหล็กและอลูมิเนียมเสียหมด (ภาควิชาปฐพีวิทยา ๒๕๖๔) และถูกตรึงอยู่ในดินปฏิกริยาของดินที่ ๖ - ๗ เข้าว่าเป็นระดับที่ค่อนข้างจะเหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ปุ๋ยแอมโมเนียฟอสเฟตละลายน้ำได้ดี และมีผลข้างทำให้ดินเป็นกรดเพราะว่ามีแอมโมเนียด้วย

ปริมาณไนโตรเจนที่แลกเปลี่ยนได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การคัดสายขยายระยะไม่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนเปลี่ยนแปลงกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง การใส่ปุ๋ยแต่ละระยะมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจน ในดินชั้นบนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันในดินชั้นล่าง ปฏิกริยารวมของการคัดสายขยายระยะและการใส่ปุ๋ย ไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยของดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ๑๓๘.๐ - ๓๔๘.๗ และ ๕๕.๓ - ๑๓๓.๓ ppm. ตามลำดับ (Table 4) ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในดินชั้นบนมีมากที่สุด ๓๔๘.๗ ppm. เมื่อทำการคัดสายขยายระยะแบบ Selection และใส่ปุ๋ยผสมครบทั้งสามธาตุ ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นนี้มาจาก เศษไม้ ปลายไม้ และใบร่วงหล่น ภายหลังจากการคัดสายขยายระยะ ปริมาณไนโตรเจนจะลดลงตามความลึกซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุรพล สุทธิภักดิ์ (๒๕๖๖) และ ตรงนี้ แสงแก้ว (๒๕๖๖) ในดินเป็นกรดจะมีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ เนื่องจากถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่ายมาก แต่ ภาควิชาปฐพีวิทยา (๒๕๖๔) พบว่าปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในดินบนและล่างมีประมาณ ๓.๗ และ ๕๕ ppm. ตามลำดับ

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การใส่ปุ๋ย การตัดสาขาง่ายระยะชนิดต่าง ๆ กัน และปฏิกริยารวมของการตัดสาขาง่ายระยะและใส่ปุ๋ย ไม่มีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมในดินทั้ง ๒ ระดับ เปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณ แคลเซียมโดยเฉลี่ยทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่างประมาณ ๑.๐๘ - ๒.๙๓ และ ๐.๖๖ - ๐.๖๘ me./100 gm. soil ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับที่ มกศรวิกรม สงพิทักษ์ชัย (๒๕๑๘) รายงาน ว่ามีประมาณ ๑.๐๘ และ ๐.๖๐ me./100 gm. soil ปริมาณแคลเซียมในดินชั้นบนมีมากที่สุด ๒.๙๓ me./100 gm. soil ในแปลงที่ทำการตัดสาขาง่ายระยะแบบ mechanical Thinning ควบคู่กับใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท ปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นอาจมาจากการสลายตัวของ Litter, เศษไม้ ปลายไม้ ที่เหลือจากการตัดสาขาง่ายระยะ

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การตัดสาขาง่ายระยะ การใส่ปุ๋ย ในระดับต่างกัน และปฏิกริยารวมของการตัดสาขาง่ายระยะและการใส่ปุ๋ย ไม่มีผลทำให้ ปริมาณแมกนีเซียมในดินชั้นบนและดินชั้นล่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณแมกนีเซียมโดยเฉลี่ย ในดินชั้นบนและชั้นล่างประมาณ ๐.๖๕ - ๑.๖๓ และ ๐.๖๖ - ๐.๓๕ me./100 gm. soil ตามลำดับ แมกนีเซียมในดินชั้นบนจะมีมากกว่าดินชั้นล่าง โดยเฉพาะในแปลงที่ทำ mechanical thinning กับใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้นมาจากการสลายตัวของไม้ที่ร่วงหล่นจากการตัดสาขาง่ายระยะ ซึ่งภาควิชาปฐพีวิทยา (๒๕๑๘) ได้รายงาน ว่ามี MgO อยู่ในใบอยู่ประมาณ ๑ - ๓ เปอร์เซ็นต์ หรือไต่มาจากการสลายตัวของ Shale ซึ่งมีแมกนีเซียมอยู่ ๑.๕ เปอร์เซ็นต์ในสวนสนในดินสวนป่าห้วยซุง อำเภอชนบท จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปริมาณแมกนีเซียมในดินชั้นบนและชั้นล่างมีประมาณ ๑.๖๖ และ ๑.๓๖ me./100 gm. soil ตามลำดับ (มกศรวิกรม สงพิทักษ์ชัย, ๒๕๑๘)

ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation Exchange Capacity, C.E.C.) ของดินที่ระดับความลึก ๐ - ๒๐ เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า การตัดสาขาง่ายระยะ การใส่ปุ๋ยในระดับต่าง ๆ กัน ตลอดจนปฏิกริยารวมของทั้งสอง ไม่มีผลทำให้ ค่า C.E.C. ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จาก Table 4 ค่า C.E.C. เฉลี่ยประมาณ

๓.๓๐ - ๑๐.๘๘ me./100 gm. soil และจะพบว่า ค่า C.E.C. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น  
ภายหลังการตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นถึงได้  
กลาวมาแล้วข้างต้น จึงทำให้ค่า C.E.C. สูงขึ้นด้วย (Meyer and Anderson, 1962)

จากการศึกษาในเรื่องนี้ปรากฏว่า ภายหลังการตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ยไม่มีผล  
ทำให้คุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมีส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ก็ตาม แต่จากข้อมูลใน Table 1 และ 3 จะสังเกตเห็นว่าภายหลังตัดล้างขยายระยะและ  
ใส่ปุ๋ย คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางอย่างของดินมีแนวโน้มเปลี่ยนไปเล็กน้อย แต่ไม่เด่นชัด  
และจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนั้นเปลี่ยนไปในลักษณะที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของต้นไม้  
มากขึ้น ดังแสดงใน Table 5 จะเห็นว่าภายหลังการตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ย จะทำให้  
ต้นไม้มีความเพิ่มสูงทางพื้นที่หน้าตัดมากกว่า เมื่อไม่ตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ย แต่อย่างไรก็ตาม  
สาเหตุที่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินในส่วนสนสามใบ ไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจาก  
ประการแรกเกี่ยวกับ Litter production มีจำนวนมากและสลายตัวช้า กล่าวคือจากการศึกษา  
ของ บุญวงศ์ ไชยอุทิศ และคณะ ๒๕๓๕ รายงานว่า การร่วงหล่นของ ใบสนจะมีปริมาณมาก  
ในเดือน กุมภาพันธ์ มีนาคม และ เมษายน และประกอบการศึกษาเกี่ยวกับผลของการตัดล้างขยาย  
ระยะและการใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติดินในส่วนสนสามใบ ได้ทำการตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ยในเดือน  
พฤษภาคม นอกจากนี้แปลงทดลองก็อยู่ใกล้สำนักงาน มีการป้องกันไฟเป็นอย่างดี จึงทำให้พื้นสวนสน  
มีเศษไม้สลายไม้ จากการตัดล้างขยายระยะและ litter ที่สะสมมาเป็นเวลานานมีเป็น  
จำนวนมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคเป็นอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการใส่ปุ๋ยของต้นไม้ และคือปุ๋ยที่ใส่  
มิได้สัมผัสดินทันที ประการที่สองถึงแม้ดินสนสามใบจะมีเศษไม้สลายไม้ และใบสนมากก็จริง  
แต่การสลายตัวเป็นไปอย่างช้ามาก เพราะว่ามีบริเวณที่ทำการศึกษามีสภาพดินฟ้าอากาศไม่เหมาะ  
ต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ที่จะช่วยสลายตัวพวกอินทรีย์วัตถุ เพราะอุณหภูมิต่ำ เมื่ออินทรีย์วัตถุ  
สลายตัวช้าจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ประการที่สามเกี่ยวกับ  
Nutrient uptake จากผลการศึกษาคาร์บอนรวม การคอมบองของปุ๋ยในส่วนสนสามใบ  
โดยการวิเคราะห์ใบ ของ เข้าว รัชพงษ์ ๒๕๓๕ ปรากฏว่าหลังจากใส่ปุ๋ยแล้วในใบจะมีปริมาณ  
ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น แสดงว่าหลังจากใส่ปุ๋ยแล้วคุณสมบัติทางเคมีของดินไม่เปลี่ยนแปลง เพราะปุ๋ย

ที่ใส่ถูกต้นไม้ดูดีขึ้นเสมออยู่ที่ไม่ ประการที่สี่เกี่ยวกับ undergrowth cover จากการสำรวจพบว่าในแปลงทดลองมีพืชชั้นกลางจำนวนมาก ซึ่งพืชชั้นกลางนี้จะเป็นอุปสรรคต่อแสงที่ส่องสู่ต้นสวน และถูกคนมาคุ่ออาหารจากปุ๋ยบ้างไม่มากนักน้อย จึงทำให้คุณสมบัติของดินในส่วนสนามไม้ไม่เปลี่ยนแปลง

ผลของการตัดตางขยายระยะและการใส่ปุ๋ยต่อความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้สน

ความเพิ่มพูนในรอบหนึ่งปีของไม้สนภายหลังจากการตัดตางขยายระยะและใส่ปุ๋ยถึงตัวเลขที่แสดงไว้ใน Table 5 นั้นแสดงให้เห็นว่าในชั้นมีการตัดตางขยายระยะมีพหุภาพในอันที่จะเพิ่มการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้สนมากกว่าการใส่ปุ๋ยอย่างเห็นได้ชัด ยิ่งไปกว่านั้นตัวเลขดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่า selection thinning มีผลต่อความเพิ่มพูนทางความโตของต้นไม้มากกว่า mechanical thinning และปุ๋ย ammonium nitrate ให้ผลดีกว่าปุ๋ย ammonium phosphate และปุ๋ยผสมตามลำดับ และการใช้ selection thinning ความถี่ไปกับการใส่ปุ๋ย ammonium nitrate จะทำให้ต้นไม้มีความเพิ่มพูนสูงที่สุด กล่าวคือการใช้ ammonium nitrate อย่างเดียวทำให้ความเพิ่มพูนเพิ่มขึ้นจากความเพิ่มพูนของ Control ๓๖.๓๗% selection thinning อย่างเดียวความเพิ่มพูนเพิ่มขึ้น ๓๖.๓๗% และถ้าใส่ปุ๋ยความถี่กับการตัดตางขยายระยะดังกล่าวความเพิ่มพูนจะเพิ่มขึ้นถึง ๖๖.๒๕% ของความเพิ่มพูนของ control

สาเหตุที่การตัดตางขยายระยะมีอิทธิพลในเรื่องนี้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยนั้นเป็นเพราะว่าสวนสนแห่งนี้ปลูกระยะ ๒ x ๒ เมตร จนอายุ ๑๒ ปีแล้วยังไม่เคยทำการตัดตางขยายระยะเลย ต้นไม้เบียดเสียดกันมาก สิ่งที่ต้นไม้เหล่านี้ต้องการมากที่สุดในระยะนี้ก็คือของว่าง ดังนั้นเมื่อทำการตัดตางขยายระยะต้นไม้ที่เหลืออยู่จึงต้องสนองต่อของว่างที่เพิ่งได้รับอย่างเต็มที่ มีผลทำให้การตัดตางขยายระยะช่วยเพิ่มความเพิ่มพูนของต้นไม้ถึง ๓๖.๓๗% เมื่อเปรียบเทียบกับความเพิ่มพูนของบริเวณที่ไม่ได้ทำการตัดตางขยายระยะเลย นอกจากนี้การที่ต้นไม้จนอยู่หนาแน่นเพราะไม่เคยตัดตางขยายระยะมาก่อน เดิมนั้นก็ทำให้พญาไม้ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่มากพอที่จะรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะพอควรได้ ต้นไม้จึงไม่จำเป็นต้องการหาคุ่ออาหารที่เพิ่มลงไปนัก ความเพิ่มพูนทางความโตของต้นไม้จึงต้องสนองต่อการตัดตางขยายระยะมากกว่าการใส่ปุ๋ย

เพราะเหตุผลที่วาระหว่างของว่างกับธาตุอาหารที่ให้แก่คนไม่มัน คนไม่ในกรณีนี้กล่าวถึงความต้องการของว่างมากกว่าธาตุอาหารนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยอย่างเดียวกับไนโตรเจนจะทำให้คนไม่มีความเพิ่มพูนสูงชันกว่า control ๓๑.๓๑ % แสดงว่าการใส่ปุ๋ยในส่วนสนไม้ไร่เป็นการลงทุนที่สูญเปล่า ทว่าผู้ดำเนินงานต้องศึกษาต่อไปว่าควรจะต้องเลือกใส่ปุ๋ยเมื่อไรจึงจะให้ผลตอบแทนสูงสุด ในขั้นต่อไปจะกล่าวได้ว่าควรทำการใส่ปุ๋ยพร้อมกับการตัดล้างชายระยะ เพราะทำให้ความเพิ่มพูนสูงชันกว่าการใส่ปุ๋ย ammonium nitrate อย่างเดียวถึง ๓๖.๓๕ % และถ้าพิจารณาในด้านการลงทุนแล้วอาจจะกล่าวต่อไปได้ว่าควรจะต้องใส่ปุ๋ยตอนปลาย ๆ รอบตัดฟัน ทั้งนี้เพื่อลดข้อกบเป็ยจากการลงทุนที่สูญ

## สรุป

การศึกษาผลของการตัดล้างขยายระยะและการใส่ปุ๋ยคอกผสมคีติมในส่วนสามไม้  
 คอยบอหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี ๒๕๑๓ - ๒๕๑๔ ครั้งนี้ ได้ใช้ ๓ x ๔  
 factorial experiment วางแผนการทดลองแบบ randomized block โดยใช้แปลงทดลอง  
 ขนาด ๑๒ x ๑๒ เมตร จำนวน ๑๒ แปลง เว้นช่องว่างระหว่างแปลง ๔ เมตร ทำการตัดล้าง  
 ขยายระยะในระยะ ๕๐ % ของพื้นที่หน้าตัดคิม โดยการไม้ตัดล้างขยายระยะเฉย ทำ mechanical  
 thinning และ selection thinning ไม้ใส่ปุ๋ยคอกคอกไม้ในระยะ ๑๒๐ กิโลกรัมต่อไร่  
 ไม้ใส่ปุ๋ยเฉย ใส่ปุ๋ย  $NH_4NO_3$  (32.5% N) ปุ๋ย  $(NH_4)_3PO_4$  (16% N, 20% P)  
 และปุ๋ยผสม (N P K : 17 - 17 - 17) ภายหลังจากตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ยแล้ว ๑ ปี  
 ได้เก็บตัวอย่างดิน เมื่อเดือนเมษายน ๒๕๑๔ แปลงละ ๑ หลุม ที่ระดับความลึก ๐ - ๒๐ และ  
 ๒๐ - ๕๐ เซนติเมตร รวมทั้งสิ้น ๑๒ ตัวอย่างมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติของดิน ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

ภายหลังจากตัดล้างขยายระยะและการใส่ปุ๋ย คุณสมบัติทางกายภาพของดินไม่เปลี่ยนแปลง  
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลทำให้ค่าปริมาตรของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และการ  
 ใส่ปุ๋ยจะมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้  
 ทำให้ดินไม่สามไม้ในแปลงที่ตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ย มีความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดมากกว่า  
 ในแปลงที่ไม้ตัดล้างขยายระยะและไม่ใส่ปุ๋ยเฉย (control) ไม้ใส่ปุ๋ย ammonium nitrate  
 อย่างเฉยทำให้ความเพิ่มพูนเพิ่มขึ้นจากความเพิ่มพูนของ control ๓๖.๓๖ เปอร์เซ็นต์  
 ทำ selection thinning อย่างเฉยความเพิ่มพูนเพิ่มขึ้น ๓๖.๓๖ เปอร์เซ็นต์ และทำ  
 selection thinning พร้อมกับใส่ปุ๋ย ammonium nitrate ความเพิ่มพูนจะเพิ่มขึ้นสูงสุด  
 ถึง ๖๖.๒๔ เปอร์เซ็นต์ของความเพิ่มพูนของ control จะเห็นว่าการตัดล้างขยายระยะและการ  
 ใส่ปุ๋ย มีผลต่อการเจริญเติบโตของไม้สามไม้ ดังนั้นการดำเนินงานปลูกสวนสามไม้ให้ได้ผลดี  
 จึงควรทำการตัดล้างขยายระยะและควรกระทำก่อนอายุ ๑๒ ปี ส่วนจะทำการตัดล้างขยายระยะ  
 เมื่ออายุเท่าไรนั้น ต้องศึกษาก่อน และถ้าหากต้องการจัดการสวนสามไม้ให้ได้ผลดีเลิศนั้น  
 ก็ควรตัดล้างขยายระยะและใส่ปุ๋ยด้วย ซึ่งการใส่ปุ๋ยก็ควรกระทำในตอนที่ปลาย ๆ ของรอบ  
 หมุนเวียนตัดฟัน ทั้งนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนปุ๋ย

เอกสารอ้างอิง

- กิติ ศิริวิไลสก. ๒๕๑๖. ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะเจริญเติบโตทางความสูงของไม้สนสามใบ กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ๓๓ หน้า
- เชาว์ ชัยพงษ์ศ. ๒๕๑๕. การตรวจวัดการตอบสนองของพืชในสวนสนสามใบโดยการวิเคราะห์ใบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ ๗๔ หน้า
- ตรงยศ แสงแก้ว. ๒๕๑๑. ความแปรผันของธาตุอาหารบางชนิดตามความลึกของดินในสวนสัก อายุ ๐, ๒, ๔, ๖ และ ๘ ปี ที่สวนสักแนวทวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- บุญวงศ์ ไชยอุทิศ สำนักรูป ชูบ เขื่อนนาค วิสุทธิ์ สุวรรณภักดิ์ วสันต์ เกตุปราณีต และสมพร ไชยจรัส. ๒๕๑๕. คุณสมบัติของดินในสวนสัก ภายหลังจากการทิ้งสางขยายระยะ รายงานวนศาสตร์วิจัย. เล่มที่ ๓๗ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ๒๖ หน้า
- บุญวงศ์ ไชยอุทิศ วสันต์ เกตุปราณีต วิสุทธิ์ สุวรรณภักดิ์ ชูบ เขื่อนนาค. ๒๕๑๕. การตรวจหล่นและปริมาณธาตุอาหารของซากพืชในสวนสนสามใบ. (กำลังพิมพ์)
- ภาควิชาปฐพีวิทยา. ๒๕๑๕. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ๕๑๓ หน้า
- มกศรีวรรณ ตั้งพิทักษ์ชัย. ๒๕๑๔. การทดลองดินกำมะถันกับไม้สนสามใบในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ ๔๘ หน้า

เรียงพิมพ์ เค้าสำเนา, ๒๕๐๕. การสำรวจไม้บนภูกระดึงอย่างทยาย ๆ โดยวิธี Stratified and Line Plot System. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ๔๓ หน้า

วิชาญ คัมภักดิ์, ๒๕๑๒. สมบัติทางฟอสฟอรัสของดินที่สัมพันธ์กับสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี บริเวณป่าดิบเขาคลองมอญ เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ ๕๕ หน้า

สุรพล สุทธิภักดิ์, ๒๕๑๓. คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินในสวนสักแหล่งวง อายุ ๑ - ๕ ปี จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

อาษา พรหมบุญณา, ๒๕๑๔. การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการตัดต่างขนาดระยะไม้สักในส่วนระดับต่าง ๆ กัน. รายงานผลการวิจัยภาควิชาการจัดการป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๒๒ หน้า (โหวเนียว)

Ager, B.H. 1969. Thinning and Mechanization : Some views on the Research Problem and an Analysis of Harvesting Costs. IUFRO Meeting Royal College of Forestry. Stockholm : 1-16

Baule, Hubert and Fricker, Claude. 1970. The Fertilizer Treatment of Forest Tree. Munchen : Jacket Design.

Brady, R.T. 1969. Thinning Practice in Great Britain. IUFRO Meeting Royal College of Forestry. Stockholm : 28-33.

Chapman, H.D. 1965. Cation-Exchange Capacity : Method of Soil Analysis. ASI mono # 9p. 891-901.



- 104
- Curlin, James W. 1963. Response of Natural stand of Shortleaf pine to Thinning and Fertilization with Nitrogen and Phosphorus. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27 : 234-236.
- Hawley, R.T. 1950. The Practice of Silviculture. New York : John Wiley and Sons, Inc, p. 5-11, 214-262.
- Heald, W.R. 1965. Calcium and Magnesium. American Society. Agronomy. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. New Delhi : Private Hall of India Ltd. 498 p.
- Meyer, B.S.; and D.B. Anderson. 1962. Plant Physiology. New Jersey : D. Van Nostrand Company, Inc. 748 p.
- Middleton, H.E. 1930. Properties of soil which influence soil erosion. USDA. Tech. Bull. 178 : 16
- Moormann, F.R. and S. Rojanasoonthon. 1968. Soil of Thailand : A Reconnaissance Survey with Map Showing the General Soil Condition. Soil Survey Report No. 72. Land Development Department, Ministry of National Development.
- Tamm, C.O. 1969. Site Damages by Thinning Due to Removal of Organic Matter and Plant Nutrients. IUFRO. Meeting Royal College of Forestry. Stockholm : 175-179.

Thaiutsa, Burvong. 1973. The Possibility of Forest Fertilization in Thailand. FAO/IUFRO Symposium on Forest Fertilization. Paris, Dec. 3-13, 1973. (mimeographed)

Toumey, J.; and L. Korstian. 1950. Forest Protection. New York : John Wiley and Sons, Inc. 355 p.

Walkley, A.; and C.A. Black. 1934. Rapid Titration Method for Determination of Organic Carbon. Soil Science. 37(1) : 29-38.

*Thaiutsa*