

รายงานวนศาสตร์วิจัย

FOREST RESEARCH BULLETIN

เล่มที่ ๔๒

กรกฎาคม ๒๕๑๘

ห้องสมุดคณะวนศาสตร์

FACULTY OF FORESTRY LIBRARY

NUMBER 42

JULY 1976

ปริมาณธาตุอาหารในใบสนสามใบที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

NUTRIENT COMPOSITION OF NEEDLES FROM FERTILIZED AND UNFERTILIZED PINUS KESIYA ROYLE ex GORDON

เขาวี	ชัยพงษ์	CROW	CHUTPONG
บุญวงศ์	ไผ่ลูกสัตว์	BUNVONG	THAIUTSA
จวบ	เข้มนาค	CHOOB	KHEMMARK
วิสุทธิ์	สุวรรณภินันท์	WISUT	SUWANNAPINUNT
วสันต์	เกตุปราณีต	WASAN	KAITPRANEET

คณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรุงเทพฯ ๘

FACULTY OF FORESTRY
KASETSART UNIVERSITY
BANGKOK 9, THAILAND

NUTRIENT COMPOSITION OF NEEDLES FROM FERTILIZED AND
UNFERTILIZED PINUS KESIYA ROYLE ex GORDON

ABSTRACT

Fertilization was carried out at Bau-Luang Pine Plantation, Amphur Hod, Chiangmai Province, since April 1974. Randomized block design was employed with three blocks, each block consisted of 4 plots (12 x 12 meters) and 4 treatments, namely; control, ammonium nitrate, ammonium phosphate, and completed fertilizer. A hundred and forty-four needle samples of Pinus kesiya Royle ex Gordon were collected from 3 trees in each plot and four samples per tree which two of them from the upper crown and the others from the bottom in the opposite side of the crown. Diameter growth at breast height of every tree in each plot was recorded to determine the effect of fertilizers.

The results indicated that every kind of fertilizers increased nitrogen content in needle highly significant, but the needle phosphorus content was not affected by fertilization. Only completed fertilizer increased potassium content in needle highly significant. Statistical analyses shew that nitrogen, phosphorus and potassium content in the upper and lower crown were highly significant different. Nitrogen and phosphorus content in the upper crown were greater than those of the lower but potassium content in the lower crown was greater than that of the upper.

The effect of fertilization on basal area increment was non-significantly different even though its trend was increased after fertilizer treatment. Furthermore, the relationships between nitrogen content in needle and basal area increment after the application of ammonium nitrate fertilizer were found out.

คำนิยม

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเกี่ยวกับดินและอาหารพืชป่าไม้ อันเป็นโครงการย่อยของโครงการวิจัยด้านวนวัฒนวิทยาและคุณสมบัติของไม้ ซึ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศ จันทนภาพ เป็นหัวหน้าโครงการ และได้รับงบประมาณการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการช่วยวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ส่วนการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชไม้ คุณวิศิษฐ์ โชติสกุล และคุณสำเนา เพชรฉวี แห่งกองเกษตรเคมี ได้กรุณาให้ใช้ห้องปฏิบัติการ และให้คำแนะนำในการวิเคราะห์

กรมการวิจัยคณะวนศาสตร์ ได้กรุณาพิมพ์ผลงานวิจัยเรื่องนี้เป็นรายงานวนศาสตร์วิจัย ฉบับที่ ๕๒ โดยมีคุณสมจิตร ฉิมกุล และคุณชอนลิน มีแสงคง เป็นผู้ช่วยเหลือในการพิมพ์ต้นฉบับและจัดรูปเล่ม

ผู้กำเนิงานวิจัยขอขอบคุณผู้มีนามข้างต้นทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	๑
ลักษณะหนังสือ	๕
วิธีการศึกษา	๖
การวางแผนตัวอย่าง	๖
การเก็บข้อมูล	๗
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	๘
ผลและวิจารณ์ผล	๙
ผลของการใส่ปุ๋ยคอกปริมาณไนโตรเจนในใบ	๙
ผลของการใส่ปุ๋ยคอกปริมาณโพสเฟอรัสในใบ	๑๒
ผลของการใส่ปุ๋ยคอกปริมาณโปแตสเซียมในใบ	๑๕
ผลของการใส่ปุ๋ยคอกการเจริญเติบโตของไม้สน	๑๗
สรุปผล	๒๐
เอกสารอ้างอิง	๒๒

LIST OF TABLES

Table	Page
1 Average nitrogen content in pine needle, one year after fertilization, at Bau Luang pine plantation, Hod, Chiangmai.	10
2 Average phosphorus content in pine needle, one year after fertilization, at Bau Luang pine plantation, Hod, Chiangmai.	14
3 Average potassium content in pine needle, one year after fertilization, at Bau Luang pine plantation, Hod, Chiangmai.	16
4 Average basal area increment of <u>Pinus kesiya</u> , one year after fertilization, at Bau Luang pine plan- tation, Hod, Chiangmai.	18

คำนำ

วัตถุประสงค์สำคัญอย่างหนึ่งของการปลูกสร้างสวนป่าคือเพื่อให้ได้เนื้อไม้มาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เพื่อให้การปลูกสร้างสวนป่าบรรลุจุดประสงค์ดังกล่าวและได้ผลดี ควรทำการบำรุงรักษาและศึกษาวิจัยความคุ้มกันไม่คุ้ม การใส่ปุ๋ยเป็นวิธีหนึ่งที่จะเร่งให้ต้นไม้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ไม้เนื้อไม้ออกมาใช้ในระยะเวลานั้น การปลูกสร้างสวนป่าไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในประเทศไทย ทั้งนี้เพราะนอกจากไม้สนสามใบจะเป็นไม้เนื้ออ่อนที่โตเร็วแล้ว ยังมีเส้นใย (fiber) ค่อนข้างยาวเหมาะที่จะนำไปทำเยื่อกระดาษได้อย่างดี การใส่ปุ๋ยกับสวนสนสามใบเพื่อเร่งการเจริญเติบโตจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่ง

การใส่ปุ๋ยในสวนป่าไม้มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ ไม้เนื้อไม้ออกมาใช้ในเวลาอันรวดเร็ว ลดอันตรายจากอากาศเย็นจัดและแห้งจัด ลดความรุนแรงของการทำลายด้วยโรคและแมลง เพิ่มการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่มีค่าต่าง ๆ ที่ขึ้นอยู่ใน site ที่โลว ปรับปรุงคุณสมบัติของดิน ส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ระบบรากออกไปได้ดี และทำให้เมล็ดงอกได้ดี (Baule and Fricker, 1970) ความจำเป็นในการใส่ปุ๋ยนอกจากมีผลดีต่อต้นไม้แล้ว Chamblade (1959) ได้กล่าวถึงความจำเป็นของการใส่ปุ๋ยสำหรับดินในแถบร้อนว่าดินส่วนมากมีธาตุอาหารต่ำ เพราะมีโอกาสถูกชะล้างได้มาก มีแนวโน้มจะเป็นกรดเพิ่มขึ้น ดินมีอินทรีย์วัตถุน้อย และอินทรีย์วัตถุสลายตัวได้เร็ว เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ และดินมีความสามารถในการเก็บธาตุอาหารไว้ได้น้อย

Baule and Fricker (1970) ได้กล่าวถึงวิธีการใส่ปุ๋ยไว้ดังนี้ การหว่านด้วยมือเหมาะสำหรับพื้นที่เล็ก ๆ ต้องการใส่ปุ๋ยในความเข้มข้นที่มาก และทำให้การกระจายของปุ๋ยดี แต่ในบางท้องที่ที่มีปัญหาเกี่ยวกับการตรึงฟอสฟอรัสมากไม่ควรใช้วิธีนี้ ควรใช้วิธีหว่านลงบนดินแล้วไถกลบก่อนปลูก ส่วนในอเมริกาเหนือไม่มีการตรึงฟอสฟอรัส Kawana (1969) แนะนำว่าควรใช้วิธีการหว่าน

ปุ๋ยลงบนพื้นป่า หรือจะใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแบบพ่นก็ได้ โดยทั่วไปการใส่ปุ๋ยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้การกระจายของปุ๋ยสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ และต้นไม้ป่าในไร่ประโยชน์ได้มากที่สุด การใส่ปุ๋ยโดยใช้เครื่องหว่านหรือเครื่องพ่น หรือใช้เครื่องบินโปรยนั้นการกระจายของปุ๋ยมักไม่สม่ำเสมอสม่ำเสมอตลอดพื้นที่ และมีข้อเสียอีกอย่างคือ ปุ๋ยที่ใช้โปรยหรือพ่นอาจไปเกาะติดใบไม้ทำให้ใบไหม้เป็นจุดหรือใบแห้งตายได้ แต่ก็มีข้อดีคือเหมาะสำหรับการใช้ในพื้นที่กว้างขวางและประหยัดแรงงาน

ถึงแม้ว่าไม้สนจะปลูกและขึ้นอยู่ได้ใน site ที่แล้ว แต่ก็ยังเป็นพวกที่ต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดินมากเหมือนกัน ไม้สนชอบสนองได้คือปุ๋ย N, P, K ในหลาย ๆ การทดลอง เช่น Pinus banksiana, Pinus resinosa, Pinus strobus) ซึ่งเค็บโคคเมื่อได้รับสัดส่วนของ N : P : K = 1 : 2 : 5 ไม้สนต้องการ K อย่างเห็นได้ชัด และควรพิจารณาถึง Mg ด้วย ความต้องการ K ที่น้อยที่สุดของไม้สนยังมากกว่าความต้องการ N และ P และการตอบสนองของไม้สนต่อปุ๋ยจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางก้านเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าทางก้านสูง (Baule and Ericker, 1970)

ไม้สนมีความสามารถในการดูดซับ N ทั้งในรูปของ NH_4^+ และ NO_3^- (Overrein, 1967; McFee and Stone, 1968) โดย NO_3^- จะเคลื่อนย้ายได้ง่ายและรากดูดซับได้ง่ายกว่าสำหรับในดินที่เป็นกรด ส่วน NH_4^+ จะเคลื่อนที่ได้ง่ายกว่าสำหรับในดินที่เป็นด่าง (Russell, 1961) นอกจากนี้ Cool and Davis (1957) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยที่มี NH_4^+ จะทำให้ pH ของดินต่ำลงเป็นเวลานาน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากขบวนการ nitrification หรือ oxidation ของ NH_4^+ ทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ข้อเสียของดินที่เป็นกรดมากขึ้นก็คือ cation ถูกชะล้างให้สูญหายไปได้ง่าย เป็นผลให้ดินมี Al และ Mn เข้มข้นมากขึ้น จนมีปริมาณมากเกินไปถึงขั้นเป็นพิษต่อพืชและเมื่อดินเป็นกรดปริมาณฟอสเฟตที่เป็ประโยชน์ได้ในดินก็ลดลงโดยการรวมกับ Fe และ Al เป็น Fe phosphate และ Al phosphate

ไม้สนสามารถตอบสนองต่อปุ๋ย P ในดินต่าง ๆ กันได้หลายชนิด โดยมีปัจจัยที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของไม้สน คือความสามารถในการละลายได้ของ P ในดิน และวิธีการ

ใส่ปุ๋ย ซึ่ง ๒ ปัจจุบันนี้เกี่ยวข้องกับปริมาณ P ที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช (Shoulder and McKee, 1973) วิธีการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องจะช่วยให้พืชมีการตอบสนองต่อปุ๋ยที่ได้ Pritchett and Swinford (1961) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ย P โดยการคลุกเคล้าให้เข้ากับดินในเวลาเตรียมปลูก เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการใส่ปุ๋ย P ส่วนวิธีการใส่แบบหว่านที่ผิวดินนั้นไม่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของไม้ Loblolly pine เลย (Zahner, 1959) รูปของ P ที่ละลายน้ำได้จะอยู่ในรูปไอออนของ $H_2PO_4^-$ ซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินที่เป็นกรด Fe หรือ Al oxide และ hydroxide มีส่วนสำคัญมากในการตรึง P โดยจะเกิดสารประกอบของ $Fe(H_2O)_3(OH)_2$ $H_2PO_4^-$ หรือ $Al(H_2O)_3(OH)_2$ $H_2PO_4^-$ ได้มากกว่า $FePO_4$ หรือ $AlPO_4$ นอกจากนี้ เหล็กหรืออลูมิเนียมฟอสเฟตที่เป็นตะกอนยังสามารถดูดซับ $H_2PO_4^-$ เอาไว้ได้ด้วย ส่วนการตรึง P โดย clay mineral นั้นก็มีความการตรึงเช่นเดียวกับการตรึง P โดย Fe และ Al ทั้งนี้เพราะ Al ที่อยู่ทางในดินหรือที่ผิวของ clay มีผลในการตรึง P นั่นเอง (Hemwall, 1957) และ Shoulders and McKee (1973) สรุปว่า P จะเป็นประโยชน์ต่อไม้ส่วนใหญ่ได้มากขึ้น ถ้าหากดินมี pH อยู่ในช่วง ๕.๕ - ๖.๐

เทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวัดผลการตอบสนองของพืชต่อปุ๋ยที่ใส่ลงไปในนั้นมีหลายวิธี เช่น การตรวจวัดขนาดของต้นไม้มิฉะนั้นอัตรา top : root ratio อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ของต้นไม้มักได้ถึงขนาด การหมุนแปลง การทดสอบความทนทานเย็น การเปลี่ยนแปลงสีของใบ รวมทั้งการตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารในใบ (Stoekeler and Arnevan, 1962) ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ (foliar analysis) นี้ถูกนำไปใช้กันมาก ทั้งนี้โดยอาศัยหลักการที่ว่า ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับความเจริญเติบโตของพืชนั้น ในส่วนของพืชย่อมจะต้องมีธาตุอาหารเหล่านั้นอยู่ในใบในรูปใดก็ตาม ความเข้มข้นของธาตุอาหารจะมีมากขึ้นหรือน้อยแตกต่างกันไปแล้วแต่ขบวนการทางกายภาพ ขบวนการทางเคมีและสภาวะแวดล้อมที่พืชนั้นตั้งอยู่ การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบก็เป็นการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในขณะใดขณะหนึ่ง (Aldrich, 1967) และมีเหตุผลที่จะเชื่อถือได้ว่าถ้าหากในดินหรือวัตถุที่พืชเจริญเติบโตอยู่มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่มากก็ย่อมมีธาตุอาหารชนิดนั้นอยู่ในส่วนของพืชเป็นปริมาณมากด้วย (ถวิล คุรุทกุล ๒๕๑๒) การวิเคราะห์พืชนั้นนิยมใช้ใบไม้มาวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการอันเป็นมูลฐานที่ว่าใบนอกจากเป็นแหล่ง

ของขนาดการสังเคราะห์แสงแล้วยังเป็นแหล่งสะสม carbohydrate และธาตุอาหารอื่น ๆ ด้วย
ระดับของธาตุอาหารที่มีอยู่ในใบจึงมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเจริญเติบโตของพืช และใน
เวลาเดียวกันก็มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระดับธาตุอาหารในดินด้วย (Villiers and
Beyer, 1961)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบถึงผลกระทบของไม้สนสามใบ
ตลอดจนของปุ๋ยที่ใช้ โดยศึกษาจากปริมาณธาตุอาหารในใบและความเพิ่มพูนทางดินที่หน้าตัด เพื่อจะได้
ทราบผลว่าชนิดปุ๋ยที่ใช้นั้นมีประโยชน์ต่อไม้สนหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติคือสวนสนสามใบ
ในที่ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกันต่อไป

ลักษณะพื้นที่ศึกษา

ส่วนพื้นที่ทำการศึกษเกี่ยวกับเรื่องนี้ คือ ส่วนสโตนพลาท อำเภอสอด จังหวัด เชียงใหม่ ตั้งอยู่ทางทิศชายฝั่งของถนนสายเชียงใหม่ไปแม่ฮ่องสอน บริเวณเส้นรุ้งที่ ๑ องศา ๑๕ ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ ๙๘ องศา ๑๕ ลิปดา ตะวันออก โดยปลูกไม้สนสามใบ (*Pinus, kesiya, Royle ex Gordon*) เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๐๖ มีอายุ ๓๓ ปี มีระยะห่างระหว่างต้น ๒ x ๒ เมตร ลักษณะเรือนยอดเป็นรูปกรวยคว่ำ มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูงเพียงอกเฉลี่ย ๓๓.๘ เซนติเมตร มีความสูงใกล้เคียงกันคือประมาณ ๓๐.๐๐ เมตร จากการปลูกในระยะใช้ที่ดิน นอกจากทำให้ต้นสนมีความสูงใกล้เคียงกันแล้ว ยังทำให้ความยาวของ เรือนยอดสั้นเนื่องจากมีการเบียดบังแสงแก่ซึ่งกันและกัน ไม้ต้นล่างมีน้อยมากเพราะได้ร่มเงาเล็กน้อย จึงพบมีหนามหันและเถาวัลย์บางชนิดและที่ระดับนิวตันใน ส่วนสโตนพลาทไปทวยไม้ไม้ที่ร่วงหล่นลงมาทับถมกันหนาประมาณ ๓.๕ นิ้ว เป็นส่วนที่อยู่ในความควบคุมของรัฐบาล คือ กรมป่าไม้ บริเวณแปลงที่ทำการทดลองอยู่บนเนินเขาห่างจากที่ทำการของสวน ประมาณ ๓๐๐ เมตร ความลาดชันของพื้นที่ประมาณ ๕ - ๑๐ องศา ความสูงจากระดับน้ำทะเล ประมาณ ๕๕๐ เมตร

ลักษณะดินในบริเวณที่ทำการทดลองจัดอยู่ในกลุ่มดินหลัก (great soil group) Red-yellow podsollic soil มีรูปก้นข้างของดิน (soil profile) เป็นแบบ A₁-A₂-B_t ซึ่งรูปก้นข้างของดินเห็นได้ชัด มีความลึกมากถึงแม้อยู่บนเนินเขา ดินชั้นบนมีสีแสดปนเทา ชั้นล่างมีสีแสดเข้ม เนื้อดินเป็นดิน loam ดินบนมี pH 5.0. และดินล่างมี pH 4.9 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ 8.3 ppm. ในชั้นดินบนและ 1.3 ppm. ในชั้นดินล่าง มีปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 220.0 ppm. ในชั้นดินบนและ 83.7 ppm. ในชั้นดินล่าง สำหรับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินคือ ๒๕.๕ C ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ๑,๒๕๕.๕ มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตกเฉลี่ย ๑๐๔.๕ วัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ๖๕ - ๗๐ %

วิธีการศึกษา

การศึกษามูลคอบดินของกรรไใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสามใบ โดยการวิเคราะห์ใบไม้ได้ทำการ
ทดลอง ๗ พืชที่สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ใช้เวลาในการ
ทดลอง ๓ ปี คือเริ่มทดลองตั้งแต่เดือนเมษายน ๒๕๖๓ ถึงเดือนเมษายน ๒๕๖๕ วิธีการทดลอง
มีดังต่อไปนี้

การวางแผนทดลอง

ได้สำรวจสวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดจันทบุรี ซึ่งไม่เคยได้รับการใส่ปุ๋ยหรือค้ำจุนขยายระยะมาก่อน
เป็นสวนป่าที่ปลูกเมื่อปี ๒๕๐๖ ต้นไม้มีอายุ ๓๓ ปี มีระยะห่างระหว่างต้น ๒ x ๒ เมตร ทำการ
เลือกพื้นที่วางแผนทดลองในบริเวณที่เป็นตัวแทนของสวนโดยจัดเป็น block ความกว้างฉาก
กับความลาดชัน รวม ๓ block แต่ละ block ประกอบด้วย ๔ แปลง แต่ละแปลงมีขนาด
เท่า ๆ กัน คือขนาดของแปลง ๑๒ x ๑๒ ตารางเมตร และแต่ละแปลงห่างกัน (๔ เมตร เพื่อจัด
ไว้เป็น border row แล้วจัดสมแต่ละแปลงภายในแต่ละ block ต้นไม้เพื่อใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ กัน
เป็น Treatment มีชนิดของปุ๋ยดังนี้คือ

Treatment A	control	(ไม่ใส่ปุ๋ยเลย)
Treatment B	Ammonium nitrate (32.5% N)	
Treatment C	Ammonium phosphate (16 % N 20% P ₂ O ₅)	
Treatment D	Mixed fertilizer (17 - 17 - 17)	

ทำการใส่ปุ๋ยในอัตรา ๓๐ กิโลกรัมต่อไร่ หรือแปลงละ ๓๐๕ กิโลกรัมใช้วิธีการ
ใส่ปุ๋ยแบบหว่านให้กระจายทั่วพื้นที่เท่ากันโดยตลอด

การเก็บข้อมูล

๑. การศึกษาการเจริญเติบโตของไม้สน ทำการวัดการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูงเพียงจุด (dbh.) ของไม้สนทุกต้นในแปลงตัวอย่าง โยงวัดทั้งก่อนใส่ปุ๋ยและหลังใส่ปุ๋ยไปแล้วเป็นเวลา ๑ ปี โดยจุดวัดก็ได้ทำเครื่องหมายเอาไว้เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการวัด ครั้งหลัง วัดเส้นผ่าศูนย์กลางด้วย caliper

๒. การศึกษ ปริมาณธาตุอาหารในใบ เก็บตัวอย่างใบจากแปลงย่อยละ ๓ ต้น โยงการสุ่มหลังจากใส่ปุ๋ยไปแล้ว ๑ ปี หรือต้นไม้เจริญเติบโตได้ ๑ เดือน จมูกเจริญเติบโต ยกเว้นไม่เก็บตัวอย่างใบจากต้นไม้แถวรอบนอกทุกต้นของทุกแปลง ในแต่ละต้นที่สุ่มเลือกมาเก็บตัวอย่างใบต้นละ ๔ จุด เก็บที่ส่วนบนของเรือนยอด ๒ จุด และตรงส่วนกลางของเรือนยอดอีก ๒ จุด ในทิศทางตรงกันข้าม ตัวอย่างใบที่เก็บใส่ลงในถุงน้ำที่เตรียมไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ก่อนการวิเคราะห์ทำการสุ่มตัวอย่างใบ จำนวน ๒ ตัวอย่าง จากที่เก็บมาแต่ละจุด แต่ละตัวอย่างหนักประมาณ ๕ กรัม มี ตัวอย่าง ใบทั้งหมด ๑๔๔ ตัวอย่าง วิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียมในใบไม้สนที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์

วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบไม้สนในการศึกษา ครั้งนี้ใช้วิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ ปริมาณไนโตรเจนในใบไม้ไม่ใช้วิธี Macro - Kjeldahl method ปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม้ใช้วิธี Vanadomolybdophosphoric yellow color method ซึ่งย่อยสลายด้วยวิธี wet oxidation แล้วอ่านค่าด้วย spectrophotometer Coleman Model 6/35 ปริมาณโปตัสเซียมในใบไม้ไม่ใช้วิธีย่อยสลายตัวอย่างพืชด้วย wet oxidation และอ่านค่าด้วย Flame Photometer Beckman Model B ส่วนสมบัติทางเคมีของดินนั้น หา pH โยงวิธี 1 : 1 soil water suspensions pH meter หาปริมาณฟอสฟอรัสโยงวิธี Bray II หาปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โยง Flame photometer

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

๑. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในใบไม้สนภายใต้การใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ กัน

ใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Randomized Block Design โดยข้อมูลของปริมาณธาตุอาหารที่ใส่อยู่ในรูป nested classification หรือ sample within-sample ทำ ๓ ซ้ำ (replications) มีจำนวนตัวอย่าง ๒๕ ตัวอย่างมีชนิดของปุ๋ยเป็น treatment ซึ่งมี ๔ treatment คือไม่ใส่ปุ๋ยเลย (control) ใส่ปุ๋ย ammonium nitrate, ใส่ปุ๋ย ammonium phosphate และใส่ปุ๋ย N - P - K

๒. การศึกษาการเจริญเติบโตของไม้สนภายใต้การใส่ปุ๋ย

ใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Randomized Block Design โดยมีชนิดของปุ๋ยเป็น Treatment มี ๔ Treatment คือไม่ใส่ปุ๋ยเลย (control), ใส่ปุ๋ย ammonium nitrate, ใส่ปุ๋ย ammonium phosphate และใส่ปุ๋ย N - P - K ทำ ๓ ซ้ำ (replications) ทำการทดสอบความแตกต่างเนื่องจากการใส่ปุ๋ยที่มีต่อความเพิ่มพื้นที่หน้าตัด (basal area increment) ของไม้สน

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาถึงผลของการตอบสนองของการใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ กับถั่วไม้สนสามใบ โดยการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน และการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้สนสามใบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง (เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ในช่วงระยะเวลา ๑ ปี ซึ่งทำการศึกษาในระหว่างปี ๒๕๑๓ - ๒๕๑๔ ผลปรากฏว่า ปุ๋ยทั้ง ๓ ชนิด คือแอมโมเนียมไนเตรท แอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยผสมที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม อยู่ครบ มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจน และโปแตสเซียมในใบไม้สนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม้ไม่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลาง เมื่อคิดเทียบเป็นพื้นที่ หน่อดอกที่ระยิบสูงเพียงอกแล้วก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญภายหลังจากการใส่ปุ๋ยแล้วหนึ่งปี นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนยังพบอีกว่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ส่วนบนของเรือนยอดรวมทั้งส่วนล่างของเรือนยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สำหรับผล การศึกษาเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังนี้

ผลของการใส่ปุ๋ยต่อปริมาณไนโตรเจนในใบ

ปริมาณไนโตรเจนในใบไม้สนภายหลังจากการใส่ปุ๋ยเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ในระยะ ๑ ปี ใน Table 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นภายหลังจากการใส่ปุ๋ย และผล การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติก็ปรากฏว่าผลของการใส่ปุ๋ยที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนในใบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งก็ตรงกับผลการทดลองของ Agee and Biswell (1970), McKee and Sommers (1971) และ Moshler et al., (1970)

Table 1 Average nitrogen content in pine needle, one year after fertilization, at Bau Luang pine plantation, Hod, Chiangmai.

Treatment	Position	Nitrogen (% dry wt.)			Average
		Block 1	Block 2	Block 3	
Control	Upper crown	0.962	1.004	0.886	0.957
	Lower crown	0.903	0.978	0.880	0.923
NH ₄ NO ₃	Upper crown	1.755	1.720	1.649	1.708
	Lower crown	1.660	1.709	1.641	1.670
(NH ₄) ₃ PO ₄	Upper crown	1.251	1.335	1.322	1.303
	Lower crown	1.235	1.271	1.300	1.269
N + P + K	Upper crown	1.298	1.296	1.318	1.304
	Lower crown	1.255	1.260	1.279	1.265
lsd (.05)	=	0.031			
lsd (.01)	=	0.042			

for the same position.

จากผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาณไนโตรเจนในใบไม้ที่ใส่ปุ๋ย ๓ ชนิด จะเห็นว่าปริมาณ
 ไนโตรเจนแตกต่างกันระหว่างปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท กับปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยผสมจาก
 Table 1 การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทมีปริมาณไนโตรเจนที่ส่วนยอด ๑.๓๐๕ เปอร์เซ็นต์
 ที่ส่วนล่างของเรือนยอด ๑.๒๓๖ เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตและปุ๋ยผสมจะมี
 ปริมาณไนโตรเจนที่ส่วนยอด ๑.๓๐๓ เปอร์เซ็นต์ และ ๑.๓๐๘ เปอร์เซ็นต์และที่ส่วนล่าง
 ของเรือนยอดมี ๑.๒๖๕ เปอร์เซ็นต์ และ ๑.๒๖๕ เปอร์เซ็นต์ค่าสัม ความแตกต่างของปริมาณ
 ไนโตรเจนที่แตกต่างกันเนื่องจากชนิดปุ๋ยมีอธิบายได้จากผลของปุ๋ยที่ใส่ลงไป กล่าวคือปุ๋ยทั้ง ๓ ชนิด
 มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนอยู่ในไม่พาคัน ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนมากที่สุด คือ
 ๑๒.๕ เปอร์เซ็นต์ ส่วนปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ๑๒ เปอร์เซ็นต์และปุ๋ยผสม
 มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ๑๓ เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทจึงมีเปอร์เซ็นต์
 ไนโตรเจนมากกว่าทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบไม้มากตามไปด้วย ส่วนปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต
 และปุ๋ยผสมมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนอยู่ใกล้เคียงกับปริมาณธาตุอาหารจึงไม่แตกต่างกัน ซึ่ง
 Williers and Beyer (1961) ก็กล่าวไว้ว่า ระดับธาตุอาหารในใบไม้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด
 กับระดับธาตุอาหารในดิน และสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเจริญเติบโตด้วย และ Wells (1965)
 สรุปไว้ว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างธาตุอาหารในดินกับธาตุอาหารในใบของไม้ loblolly
 pine สำหรับความแตกต่างระหว่างปริมาณไนโตรเจนในใบตรงส่วนบนและส่วนล่างของเรือน
 ยอดนั้น จากผลการทดลองปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือปริมาณไนโตรเจนที่
 ส่วนบนของเรือนยอดมีมากกว่าส่วนล่าง ทั้งนี้เนื่องจากส่วนบนของเรือนยอดได้รับแสงแดดมากกว่า
 ส่วนล่าง ทำให้ขบวนการต่าง ๆ ในต้นไม้ดำเนินไปได้มากกว่า รวมทั้งขบวนการสังเคราะห์โปรตีน
 ที่มี amino acid เป็นองค์ประกอบมีปริมาณ enzyme และ chlorophyll อยู่มาก
 ซึ่งส่วนต้นมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบทั้งนั้นจึงทำให้ส่วนบนของเรือนยอดมีไนโตรเจนอยู่มากกว่า
 ซึ่งตรงกับที่ Wells and Metz (1963) ได้ศึกษาพบว่าในไม้ loblolly pine มีปริมาณ
 ไนโตรเจนตรงส่วนบนของเรือนยอดมากกว่าส่วนล่าง และ Raupach (1967) ก็พบว่าในไม้
Pinus radiata ตรงส่วนบนของเรือนยอดที่สูงที่สุด มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด คือที่สูง ๒๒ ฟุต
 จากระดับพื้นดิน มีปริมาณไนโตรเจนในใบ ๑.๕๖ เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับ ๑๐ ฟุต มีเพียง ๑.๒๘
 เปอร์เซ็นต์

ผลของการใส่ปุ๋ยคอกปริมาณสูงฟอสฟอรัสในใบ

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม้สนตายหลังการใส่ปุ๋ยเป็นเวลา ๓ ปี เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ดังแสดงใน Table 2 จะเห็นว่า การใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ไม่ได้ ทำให้ฟอสฟอรัสในใบเพิ่มมากขึ้น และผลการวิเคราะห์ทางสถิติก็ปรากฏว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบ ภายหลังการใส่ปุ๋ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหนึ่งอาจเนื่องมาจากหลายเหตุผลด้วยกันคือเกี่ยวกับวิธีการใส่ปุ๋ย การทดลองนี้ใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแบบหว่านค้ำยมือให้ทั่วพื้นที่ ทั้งนี้เพราะสะดวกและทำให้ปุ๋ยกระจายไปทั่วพื้นที่ คิดว่าการใส่ปุ๋ยด้วยวิธีอื่น แต่อาจมีปัญหาเรื่องฟอสฟอรัสถูกตรึงไว้กับดินได้ ซึ่งตรงกับผลการทดลองของ Meagler and Armon (1933), Pritchett and Swinford (1961) และ Zahner (1959) เหตุผลต่อมาที่เกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสแล้วไม่มีการตอบสนองคือความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินในบริเวณที่ทำการทดลองนี้ดินมีลักษณะค่อนข้างเป็นกรด คือมี pH ๕.๐ ในดินบนและ ๔.๕ ในดินล่าง ผลของความเป็นกรดของดินทำให้ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ถูกตรึงโดย Fe หรือ Al oxide และ hydroxide ที่สำคัญมาก โดยจะเกิดเป็นสารประกอบ Fe หรือ $Al(H_2O)_3(OH)_2H_2PO_4$ นอกจากนี้เหล็กหรืออลูมิเนียมฟอสเฟตที่ตกตะกอนแล้วยังสามารถถูกตรึง $H_2PO_4^-$ ซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเอาไว้ได้ด้วย (Hamwall, 1957) ซึ่ง Cook and Davis (1957) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยที่มี NH_4^+ ทำให้ pH ของดินต่ำลงเป็นเวลานาน พื้นที่เป็นผลเนื่องมาจากขบวนการ nitrification หรือ oxidation ของ NH_4^+ ให้เกิดเป็นกรด

ข้อเสียของดินที่เป็นกรดทำให้ความเข้มข้นของ Fe และ Al มีมากขึ้นและรวมกับฟอสฟอรัสกลายเป็นเหล็กหรืออลูมิเนียมฟอสเฟต ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลง และมานพ กัจจรวเรศ (๒๕๑๕) ได้ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยที่มีค่าคุณสมบัติทางเคมีของดินในสวนสนเขตอบอุ่น อำเภอออค จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นการทดลองเกี่ยวกับครั้งนี้ ก็พบว่า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท และแอมโมเนียมฟอสเฟต ทำให้ pH ของดินแตกต่างจากแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเหตุผลเกี่ยวกับเรื่องความเป็นกรดของดินนี้น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม้สนไม่ตอบสนองต่อยุ่ที่ใส่ลงไป นอกจากนี้ Moshler et al., (1970) ทดลองพบว่า

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ loblolly pine จะแตกต่างกันระหว่างพวกที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส
ควบคุมกับการใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว นั่นคือฟอสฟอรัสจะเป็นประโยชน์มากขึ้น เมื่อดิน
เป็นกรดน้อยลง และ Shoulder and McKee (1973) รายงานว่า ฟอสฟอรัสจะเป็นประโยชน์
ต่อไม้ส่วนใหญ่มากขึ้น ถ้าหากดินมี pH อยู่ในช่วง ๕.๕ - ๖.๐

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อการดูดซับฟอสฟอรัสเหมือนกัน คือ
การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการดูดซับฟอสฟอรัสที่น้อยลง อาจเป็นผลเนื่องจากไนโตรเจนไปเร่ง
การเจริญเติบโตทางเรื่อเยื่อมาก ทำให้การเจริญเติบโตของเรื่อรากหยุดงัก ซึ่งสอดคล้อง
กับผลการทดลองของ Maftoun and Pritchett (1970) และอีกสาเหตุหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้
ในแง่ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงก่อนใส่ฟอสฟอรัสในการทดลองนี้ ไตแก่การมี mycorrhiza อยู่ด้วย
คือปุ๋ยที่มีไนโตรเจนอยู่ด้วยจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของ mycorrhiza ซึ่ง Richard and
Willson (1963) ก็พบว่า การเพิ่มไนโตรเจนลงไปจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของ mycorrhiza
ในไม้ caribbean pine และกล้าไม้ที่ขาด mycorrhiza จะเจริญเติบโตช้าและมีปริมาณ
ฟอสฟอรัสในใบน้อย และ Henderson and Stone (1970) รายงานว่า mycorrhiza ใน
รากไม้สนมีผลต่อการดูดซับธาตุอาหารของไม้สน โดยเฉพาะฟอสฟอรัส

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบที่ส่วนบนและส่วนล่างของเรื่อเยื่อ
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือส่วนบนของเรื่อเยื่อที่มีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าส่วนล่าง ดูได้จาก
Table 2 ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของแสงแดด กล่าวคือส่วนบนของเรื่อเยื่อได้รับแสงแดดมากกว่า
ส่วนล่าง ตรงส่วนล่างของเรื่อเยื่อมีการเบียดบังแสงแดดซึ่งกันและกัน เพราะมีระยะห่างระหว่าง
ต้นเพียง ๒ x ๓ เมตร และส่วนบนของเรื่อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตต้องใช้ enzyme ต่าง ๆ
หลายชนิดสำหรับขบวนการ metabolism รวมทั้งสารประกอบ phytin, phospholipid
และ nucleoprotein ที่ใช้เป็นโครงสร้างของ protein และ cell ของพืช ซึ่งล้วนมี
ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบทั้งสิ้นทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ส่วนบนมากกว่าส่วนล่างของเรื่อเยื่อ
ซึ่งตรงกับที่ Wells and Metz (1963) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบ loblolly pine
ที่ส่วนบนของเรื่อเยื่อมีมากกว่าส่วนล่างและ Raupach (1967) ก็ศึกษาปริมาณธาตุอาหารใน

Pinus radiata ในระดับความสูงต่าง ๆ กันพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสบริเวณเรือนยอดที่สูงจากพื้น
 มากขึ้นจะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากขึ้น นอกจากนี้ Wells and Metz (1963) ยังกล่าวว่า ถ้ายังมี
 การแก่งแย่งทาง เรือนยอดของตนไม่มากนัก จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารทุกส่วนต่าง ๆ ของเรือนยอด
 แตกต่างกันมากขึ้น

Table 2 Average phosphorus content in pine needle,
 one year after fertilization, at Bau Luang pine plantation,
 Hod, Chiangmai.

Treatment	Position	Phosphorus (% dry wt.)			Average
		Block 1	Block 2	Block 3	
Control	Upper crown	0.100	0.124	0.087	0.104
	Lower crown	0.095	0.112	0.077	0.095
NH ₄ NO ₃	Upper crown	0.099	0.124	0.081	0.101
	Lower crown	0.092	0.110	0.073	0.092
(NH ₄) ₃ PO ₄	Upper crown	0.105	0.125	0.084	0.105
	Lower crown	0.093	0.115	0.073	0.094
N + P + K	Upper crown	0.109	0.124	0.084	0.106
	Lower crown	0.092	0.114	0.072	0.093
lsd (.05)	=	0.006			for the same position
lsd (.01)	=	0.010			

ผลของการใส่ปุ๋ยต่อปริมาณไม้ที่สะสมในใบ

ปริมาณไม้ที่สะสมในใบไม้สนสามใบภายใต้การใส่ปุ๋ยเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย
ดังแสดงใน Table 3 จะเห็นว่า การใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณไม้ที่สะสมในใบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปุ๋ยผสมที่มี
ธาตุไนโตรเจนและผลการศึกษาทางสรีรวิทยาของผลของการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณ
ไม้ที่สะสมในใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้เพราะว่าไม้สนมีความต้องการธาตุไนโตรเจน
อย่างเห็นได้ชัด ความต้องการไนโตรเจนที่น้อยที่สุดของไม้สนยังมากกว่าความต้องการไนโตรเจนและ
ฟอสฟอรัสเฉลี่ยอีก (Baule and Ricker, 1970) การทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ
Kawana et al. (1969) ซึ่งพบว่าในบริเวณที่มีการระเหยน้ำสูงและมีการชะล้างสูง Pinus
resinosa จะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ผลจากการชะล้าง
ทำให้ไม้ที่สะสมอยู่ในใบ เมื่อเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนลงไปทำให้ต้นไม้ตอบสนองได้ง่าย และ Jourbitsky
and Strousberg (1966) สรุปว่า ปริมาณผลผลิตของพืชกับปริมาณไม้ที่สะสมในใบจะสัมพันธ์
โดยตรงกับปริมาณไม้ที่สะสมในใบในดิน ถ้าหากยังไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปมากซึ่งจะถูกขังไว้ในดิน
เช่นเดียวกับ Wells (1965) บอกว่า ปริมาณความชื้นของไม้ที่สะสมในใบ loblolly
pine จะสัมพันธ์กับความชื้นของไม้ที่สะสมในดิน

สำหรับปริมาณไม้ที่สะสมในใบตรงส่วนบนและส่วนล่างของเรือนยอดนั้น จากผลการ
ทดลอง ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือปริมาณไม้ที่สะสมในใบที่ส่วนล่างของ
เรือนยอดมีมากกว่าที่ส่วนบน ทั้งนี้อธิบายได้จากเหตุผลที่ว่า โยทัวไปแล้ว ไม้ที่สะสมจะมีความชื้น
ที่มากและ ตัวอย่าง ไม้ที่เก็บมาในการทดลองนี้ ตรงส่วนล่างของเรือนยอดก็จัดกับส่วนของใบที่มีอายุ
มากกว่าที่ส่วนบนของเรือนยอด จึงมีโอกาสที่จะได้มีไม้ที่สะสมได้เต็มที่และมากกว่าส่วนบนของ
เรือนยอด ทำให้ปริมาณไม้ที่สะสมในใบที่ส่วนล่างของเรือนยอดมากกว่าส่วนบน ซึ่งสอดคล้องกับ
Well and Metz (1963) ที่พบกันเองเหมือนกันว่าในไม้ loblolly pine ที่ส่วนล่างของ
เรือนยอดจะมีมากกว่าส่วนบนแต่ในไม้ Pinus radiata นั้น Raupach (1967) ศึกษาพบว่า
ไม้ที่มีความแตกต่างกันของปริมาณไม้ที่สะสมในใบที่ระดับต่าง ๆ ของเรือนยอด

Table 3 Average potassium content in pine needle,
year after fertilization, at Bau Luang pine plantation,
Hod, Chiangmai.

Treatment	Position	Potassium (% dry wt.)			Average
		Block 1	Block 2	Block 3	
Control	Upper crown	0.317	0.366	0.394	0.359
	Lower crown	0.366	0.390	0.448	0.401
NH ₄ NO ₃	Upper crown	0.329	0.366	0.414	0.369
	Lower crown	0.354	0.386	0.455	0.398
(NH ₄) ₂ PO ₄	Upper crown	0.329	0.366	0.410	0.368
	Lower crown	0.349	0.390	0.451	0.397
N + P + K	Upper crown	0.668	0.664	0.668	0.667
	Lower crown	0.688	0.688	0.697	0.691
Lsd (.05)	=	0.066			
		for the same position			
Lsd (0.1)	=	0.089			

ผลของการใส่ปุ๋ยคอก การเจริญเติบโตของไม้สน

การเจริญเติบโตของไม้สนภายหลังการใส่ปุ๋ยเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยในระยะ
เวลา ๑ ปี เมื่อคิดเทียบออกมาเป็นความเพิ่มทางพื้นที่หน้าตัด (basal area increment)
ที่ระดับสูงเพียงออก ใน Table 4 ไม้สนแสดงการเจริญเติบโตให้เห็นเด่นชัดและเมื่อวิเคราะห์
ข้อมูลทางสถิติ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างของการเจริญเติบโตของไม้สนที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย ทั้งนี้
อาจเป็นเพราะการทดลองเพิ่งทำได้เพียง ๑ ปี ว่าเป็นเวลาอันสั้นสำหรับไม้สนสามใบที่มีอายุ
๑๑ ปี และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑๓.๘ เซนติเมตร ถ้าหากมีระยะเวลาการทดลองนานกว่านี้
อาจมีผลตอบสนองต่อปุ๋ยทางด้านกรเจริญเติบโตได้ นอกจากนั้นการที่การเจริญเติบโตของไม้สน
สามใบไม่ตอบสนองต่อชนิดปุ๋ยต่าง ๆ ที่ใส่ลงไปในการทดลองนี้อาจเป็นเพราะต้นไม้ที่ปลูกเป็นพืชชนิด
กันมาก เนื่องจากมีระยะปลูก ๒ x ๒ เมตรเท่านั้น ทั้งนี้ต้นไม้จึงแอ่งแย่งกันเจริญเติบโตทาง
ความสูงเพื่อรับแสงแดดมากกว่าการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลาง ผลการตอบสนองของปุ๋ย
อาจช่วยส่งเสริมในการเจริญเติบโตด้านความสูงแล้วก็เป็นได้ แต่ Baule and Fricker
(1970) ระบุว่าไม้สนส่วนใหญ่จะตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ลงไปในการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่า
ศูนย์กลางมากกว่าทางด้านความสูง เช่นภายหลังการใส่ปุ๋ยทำให้ slash pine มีการเจริญเติบโต
ทางเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น และ Moehring (1966) ทดลองใส่ปุ๋ยกับไม้ Loblolly pine
ก็ให้ผลทำนองเดียวกัน

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดและ
ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในใบภายหลังการใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียในกรณี
ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นอย่างมากและสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของไม้สน
ส่วนปุ๋ยผสมกับปุ๋ยแอมโมเนียผสมฟอสเฟตไม่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบแตกต่างกัน และขณะเดียวกัน
ความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แสดงว่าไม้สนสามใบในท้องที่ที่ตอบสนอง
ต่อปุ๋ยแอมโมเนียในกรณีที่ดีที่สุด จึงคาดว่าถ้าหากได้กับข้อมูลเกี่ยวกับความเพิ่มพูนทางพื้นที่
หน้าตัดต่อไปอีกหลาย ๆ ปีแล้ว ความเพิ่มพูนนี้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแน่ ซึ่ง Paavilainen
(1972) กล่าวว่าไม้สนจะตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางได้ดี

Table 4 Average basal area increment of Pinus kesiya,
 one year after fertilization, at Bau Luang pine plantation,
 Hod, Chiangmai.

Treatment	Basal Area Increment (cm. ²)				Total Average
	Block 1	Block 2	Block 3		
Control	16.30	17.51	21.52	55.33	18.44
NH ₄ NO ₃	30.44	20.25	25.27	75.96	25.32
(NH ₄) ₃ PO ₄	25.67	20.94	18.97	65.58	21.86
N + P + K	26.60	15.91	24.15	66.66	22.22
Total	99.01	74.61	89.91	253.33	

โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในรูปไนเตรททั้งนี้เพราะต้นสนเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจะมี assimilation activity เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มจำนวนใบและ Chlorophyll

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในใบกับความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดภายใต้การใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ นั้น การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียในใบจะทำให้ความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดสูงสุด แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในใบกลับต่ำกว่าต้นไม้ใส่ปุ๋ยชนิดอื่นและไม่ใส่ปุ๋ยเล็กน้อย ที่เป็นเช่นนี้เพราะปุ๋ยแอมโมเนียในใบไม่มีฟอสฟอรัสอยู่ด้วย และการใส่ปุ๋ยชนิดนี้ทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะลดลง ส่วนปุ๋ยแอมโมเนียมีฟอสเฟตและปุ๋ยผสมทำให้ความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในใบก็ต่ำกว่าจากไม่ใส่ปุ๋ยมากนัก ทั้งนี้เพราะฟอสฟอรัสในปุ๋ยที่ใส่ลงไปนั้นพืชเอาไปใช้ประโยชน์ได้น้อย เนื่องจากความเป็นกรดของดินนั่นเอง และปริมาณฟอสฟอรัสในใบในต้นไม้ใส่ปุ๋ยทั้งสองชนิดมีครึ่งส่วนของเรือนยอดมากกว่าต้นไม้ใส่ปุ๋ยเล็กน้อย และตรงส่วนกลางของเรือนยอดน้อยกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุเกี่ยวกับความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสที่ส่วนบนของเรือนยอดกับส่วนล่างซึ่งที่ใกล้ลำมาแล้ว

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโบตัส เข็มในใบกับความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดภายใต้การใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ นั้น ปุ๋ยผสมทำให้มีปริมาณโบตัส เข็มในใบสูงกว่าปุ๋ยชนิดอื่นที่มีปริมาณโบตัส เข็มในใบใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างจากไม่ใส่ปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยผสมไม่ได้ทำให้ความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นมากที่สุดตามปริมาณโบตัส เข็มในใบ ทั้งนี้อธิบายได้จากเหตุผลที่ว่า เมื่อโบตัส เข็มเข้าไปอยู่ในต้นไม้แล้วทำหน้าที่เป็น functional boron ไม่ใช่ structural boron ไม่ก็กลายเป็นสารประกอบอินทรีย์เหมือนธาตุอื่น ๆ และจะอยู่ในรูปเกลืออินทรีย์หรืออินนินทรีย์ซึ่งเป็นตัวส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพืช นอกจากนี้ไม้สนในการทดลองนี้ได้รับโบตัส เข็มในปริมาณที่เพียงพออยู่แล้ว โดยสังเกตได้จากผลการวิเคราะห์ดินในบริเวณที่ทำการทดลอง ซึ่งมีปริมาณโบตัส เข็มที่โลกเปลี่ยนแปลงได้สูง คือเฉลี่ยในดินบน 220.0 ppm และ 28.3 ppm ในดินล่าง กิจกรรมต่าง ๆ ในต้นไม้จึงดำเนินไปได้ตามปกติถึงแม้ไม่ได้รับโบตัส เข็มจากปุ๋ยที่ใส่ลงไป แต่โบตัส เข็มก็มีคุณสมบัติในการถูกขับเข้าไปในต้นไม้ได้ง่าย จึงทำให้ปริมาณโบตัส เข็มในใบไม้ใส่ปุ๋ยผสม มีมากเกินความจำเป็น

สรุปผล

การศึกษาดังกล่าวการตอบสนองของการใส่ปุ๋ยโดยการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารใน ใบไม้ต้นสามใบในส่วนสแอมทล่าง อำเภอฮอก จังหวัดเชียงใหม่ ภายหลังจากใส่ปุ๋ยเป็นเวลา ๒ ปี คือใส่ปุ๋ยใน เดือนเมษายน ๒๕๑๓ แล้วทำการศึกษาในเดือนเมษายน ๒๕๑๕ โดยการใส่ปุ๋ย ๓ ชนิด ด้วยกันคือ ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท แอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยผสมที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมครบทั้งสามธาตุ ทำการ เก็บตัวอย่างใบไม้สามใบทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมทั้งหมดในใบ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้สน รวมทั้ง เก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์สมบัติทาง เคมีและกายภาพบางประการ เพื่อประกอบผลการ ศึกษา ผลการทดลองพอสรุปได้ดังนี้

๑. ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในใบไม้สนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ภายหลังจาก ใส่ปุ๋ยและปริมาณธาตุไนโตรเจนตรงส่วนบนของ เรือนยอดกับส่วนล่างของ เรือนยอดก็แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญยิ่ง ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงสุด

๒. ปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม้สนไม่มีความแตกต่างกับภายหลังจาก ใส่ปุ๋ยแต่ปริมาณ ฟอสฟอรัสที่ส่วนบนของ เรือนยอดและ ส่วนล่างของ เรือนยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือปริมาณ ฟอสฟอรัสที่ส่วนบนของ เรือนยอดเฉลี่ย ๐.๑๐๑ เปอร์เซ็นต์ และที่ส่วนล่างของ เรือนยอดเฉลี่ย ๐.๐๘๓ เปอร์เซ็นต์

๓. ปริมาณโปแตสเซียมในใบไม้สนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งภายหลังจาก ใส่ปุ๋ย และปริมาณโปแตสเซียมที่ส่วนบนและส่วนล่างของ เรือนยอดก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่ ส่วนล่างของ เรือนยอดมีมากกว่าส่วนบน ปุ๋ยผสมทำให้มีปริมาณโปแตสเซียมในใบสูงสุด

๔. การเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางเมื่อคิดเป็นพื้นที่หน้าตัดที่ระดับสูงเพียงอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังจาก ใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตามผลของการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียม ไนเตรททำให้ความเพิ่มพูนทางพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นสูงกว่าปุ๋ยชนิดอื่นค่อนข้างมากและสัมพันธ์กับ ปริมาณธาตุ ไนโตรเจนในใบด้วย

ผลจากการศึกษาเรื่องนี้ ทำให้เห็นแนวทางที่จะศึกษาในทางปฏิบัติคือ

- ๑) ศึกษาเพิ่มเติมโดยขยายระยะเวลาออกไปอีกหลาย ๆ ปี จนกว่าจะหมดอิทธิพลจากปุ๋ยที่ใส่เพื่อระยะเวลาที่ต้นไม่ได้รับผลจากปุ๋ย
- ๒) ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยกับสวนป่าไม้โตเร็วชนิดอื่น ๆ ในท้องที่ต่าง ๆ กันรวมถึงสวนสัก
- ๓) ศึกษาระยะของปุ๋ยที่ต้นไม่ตอบสนองได้ก็และไม่สิ้นเปลืองมาก
- ๔) ศึกษาถึงการปรับปรุงดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย เพื่อให้ปุ๋ยมีประโยชน์ต่อต้นไม้ได้เต็มที่ นอกจากนี้มีข้อเสนอแนะว่าในการทดลองครั้งนี้ว่าในการปฏิบัติจริง ๆ การใส่ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสอยู่ด้วย ควรทำการปรับปรุงดินควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้เพราะในการทดลองนี้ไม่สนใจว่ามีไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ได้ ควรปรับปรุงความเป็นกรดของดินโดยการใส่ปูนขาวควบคู่ไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ถวิล ทรัพย์กุล. ๒๕๑๒. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ไทรเนี้ยว)
- มานพ กำจรเจ็ด ๒๕๑๕. ผลการตัดแต่งขยายระยะและใส่ปุ๋ยต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินในสวนส้ม บัญชาพิเศษปริญญโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- Agee, J.K. and H.H. Biswell. 1970. Some Effect of Thinning and Fertilization on Ponderosa Pine and Understory Vegetation. Jour. For. 68 : 709 - 711.
- Aldrich, S.E. 1967. Plant Analysis : Problem and Opportunities. In Soil Science Society of America. Soil Testing and Plant Analysis. Part 2. Plant Analysis. Soil Science Society of America Inc., Wisconsin.
- Baule, H. and C. Fricker. 1970. The Fertilizer Treatment of Forest Trees. Jacket Design, Munchen. 259 p.
- Chaminade, M.R. 1959. Principle of Fertilizer Use in Tropical and Subtropical Countries. Fertilite. 8 : 3 - 9.
- Henwall, J.B. 1957. The Fixation of Phosphorus by Soils. Adv. Agron. 9 : 95 - 111.

- Henderson, G.S. and E.L. Stone, Jr. 1970. Interaction of Phosphorus Availability, Mycorrhizae, and Soil Fumigation on Coniferous Seedlings. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 314 - 318.
- Jourbitsky, Z.I. and D.V. Strousberg. 1966. Foliar Analysis of the Tea Plant; Nitrogen and Phosphorus Status. Fertilite. 26 : 3 - 6.
- Kawana, A. 1969. Forest Fertilization in Japan. Jour. For. 67 : 485 - 487.
- Kawana, A., G.K. Kydias and A.L. Leaf. 1969. Response of Pinus resinosa Plantation to Potassium Fertilization on a Potassium Deficient Site. Plant and Soil. 30 : 439 - 445.
- Maftoun, M. and W.L. Fritchett. 1970. Effect of Added Nitrogen on the Availability of Phosphorus to Slash Pine on Two Lower Coastal Plain Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 685 - 690.
- McFee, W.W. and E.L. Stone Jr. 1968. Ammonium and Nitrate as Nitrogen Sources for Pinus radiata and Picea glauca. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32 : 879 - 884.
- McKee, W.H., Jr., and R.A. Sommers. 1971. Slash Pine Response Equally to Nitrogen Application in Fall and Spring. USDA Forest Service Research Note So - 128.
- Meagher, M.D. and K.A. Armson, 1963. The Effect of Phosphorus Placement on the Growth of White Spruce Seedlings. Jour. For. 63 : 918 - 920.

Moehring, D.M. 1966. Diameter Growth and Foliar Nitrogen in Fertilized Loblolly Pine. USDA Forest Service Research Note SO - 43.

Moschler, W.W., G.D. Jones and R.E. Adams. 1970. Effect of Loblolly Pine Fertilization on a Piedmont Soil : Growth, Foliar Composition, and Soil Nutrient, Ten Years After Establishment. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 683 - 690.

Overreim, L.N. 1967. Immobilization and Mineralization of Tracer Nitrogen in Forest Raw Humus. 1 Effect of Temperature on the Interchange of Nitrogen After Addition of Urea, Ammonium and Nitrate ⁻¹⁵. Plant and Soil. 37 : 1 - 19.

Paavilainen, E. 1972. Reaction of Scot Pine on Various Nitrogen Fertilizers on Drained Peatland. Valtion Painatuskeskus, Helsinki. 122 p.

Pritchett, W.L. and K.R. Swinford. 1961. Response of Slash Pine to Colloidal Phosphate Fertilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25 : 397 - 400.

Raupach, M. 1967. Soil and Fertilizer Requirements For Forest of Pinus radiata. Adv. Agron. 19 : 307 - 350.

Richard, B.W. and G.L. Wilson. 1963. Nutrient Supply and Mycorrhizae Development in Caribbean Pine. For. Sci. 9 : 405 - 412.

Russell, E.W. 1961. Soil Condition and Plant Growth. Wileys and Sons. Inc., New York.

Shoulders, E. and W.H. McKee, Jr. 1973. Pine Nutrition in the West
Gulf Coastal Plain. USDA Forest Service, General Technical
Report SO - 2.

Stoeckeler, J.H. and H.F. Arnenan. 1962. Fertilizer in Forestry.
Adv. Agron. 12 : 127 - 195.

Villiers, J.I. and C.F. Beyer. 1961. Leaf Analysis as a Guide to
Fertilization in Commercial Orange Growing. in Reuther,
W. Plant Analysis and Fertilization Problem. American Institute
of Biological Science, Washington D.C.

Wells, C.G. 1965. Nutrient Relationships Between Soil and Needles of
Loblolly Pine (Pinus taeda L.). Soil Sci. Soc. Amer. Proc.
29 : 621 - 624.

Wells, C.G. and L.J. Metz. 1963. Variation in Nutrient Content of
Loblolly Pine Needles with Season, Age, Soil and Position on the
Crown. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27 : 90 - 93.

Zahner, R. 1959. Fertilizer Trials with Loblolly Pine in Southern
Arkansas. Jour. For. 57 : 812 - 816.
