



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้)

ปริญญา

การบริหารทรัพยากรป่าไม้

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสัก ในโครงการ
ส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

Effect of Thinning on Growth and Yield of Teak Plantation in Economic Tree
Planting Promotion Project, Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan

นามผู้วิจัย นายกฤษฎา จันทร์ทองศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์จรงค์ รัชรินทร์รัตน์, วท.ค.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สันต์ เกตุปรมณีต, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์อรุณี ภูสุตแสง, M.S.)

กรรมการ

(อาจารย์วินัย ทรัพย์รุ่งเรือง, บธ.ม.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์สันต์ เกตุปรมณีต, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 3 เดือน เมษายน พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสัก
ในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

Effect of Thinning on Growth and Yield of Teak Plantation

in Economic Tree Planting Promotion Project,

Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan

โดย

นายกฤษฎา จันทร์ทองศรี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1367-9

กฤษฎา จันทร์ทองศรี 2549: ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวน
ป่าสักในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปรินญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การบริหารทรัพยากรป่าไม้) สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้
โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประชานกรรมการที่ปรึกษา:
อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ค. 70 หน้า
ISBN 974-16-1367-9

การศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสัก ในโครงการ
ส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ ได้ดำเนินการในสวนสักอายุ 11 ปี ระยะปลูก 2x2 ตารางเมตร จำนวน 5
สวน ในพื้นที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ในแต่ละสวนได้วางแปลง ขนาด 40x40 ตารางเมตร
ในพื้นที่ที่ผ่านและไม่ผ่านการตัดขยายระยะ ทำการเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่สวนป่า การเติบโต และ
ผลผลิต ตลอดจนการวิเคราะห์ห้วงปี เพื่อศึกษารูปแบบการเติบโตและผลผลิตเปรียบเทียบความ
แตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Pair sample T-test

ผลการศึกษา พบว่าในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะและไม่มีการตัดขยายระยะมีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ปริมาตรไม้ทั้งหมด ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ต่อไร่ 13.24
และ 11.54 ซม. 14.67 และ 10.69 ม. 27.07 และ 32.18 ลบ.ม. 21.19 และ 16.86 ลบ.ม. ตามลำดับ
และเมื่อพิจารณาความกว้างของวงปี พบว่าภายหลังการตัดขยายระยะ 2 ปี การเติบโตและผลผลิต
ของไม้สักที่มีขนาดเล็ก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม้สักที่มีการตัดขยาย
ระยะเมื่ออายุ 8-9 และ 9-10 ปี มีความกว้างของวงปี 0.60 และ 0.47 ซม.ตามลำดับ ในขณะที่ไม้สักที่
ไม่ทำการตัดขยายระยะมีความกว้างของวงปี 0.42 และ 0.31 ซม. ตามลำดับ แต่การตัดขยายระยะ
ส่งผลต่อการเติบโตของไม้ขนาดใหญ่ โดยไม้สักที่มีการตัดขยายระยะมีความกว้างของวงปี 1.10
และ 1.70 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่ไม้สักที่ไม่ทำการตัดขยายระยะมีความกว้างของวงปี 0.91 และ
1.00 ซม. ตามลำดับ สำหรับรูปแบบการเติบโตของไม้สัก พบว่า ช่วง 5 ปีแรกที่ปลูก ไม้สักมีอัตรา
การเติบโตค่อนข้างเร็ว เมื่อต้นไม้ อายุ 6-9 ปี มีอัตราการเติบโตลดลง

กฤษฎา

ลายมือชื่อนิติ

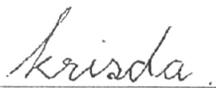
ลายมือชื่อประธานกรรมการ

28/10/49

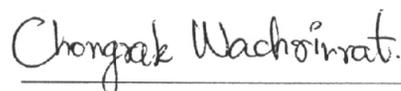
Krisda Juntongsree 2006: Effect of Thinning on Growth and Yield of Teak Plantation in Economic Tree Planting Promotion Project, Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan. Master of Science (Forest Resource Administration), Major Field: Forest Resource Administration, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Mr. Chongrak Wacharinrat, Ph.D. 70 pages. ISBN 974-16-1367-9

The study on effect of thinning on growth and yield of Teak plantation in tree planting promotion project was carried out at Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan. Five Teak plantations with 2x2 m² spacing were investigated. Each plantation, 2 plots of 40x40 m² in size of each, both thinned and non-thinned plots were set up and measured growth and yield. Ring width analysis was determined for growth pattern and yield comparison. Pair sample T-test was employed as statistical analysis.

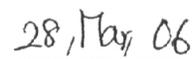
The results showed that growth and yield of thinned and unthinned plots in terms of DBH, height, total volume, commercial volume were 13.24 and 11.54 cm, 14.67 and 10.69 m, 27.07 and 32.18 m³, 21.19 and 16.86 m³, respectively. For ring width analysis, 2 years after thinning plots it was found that there was non-significant different in growth of remained small trees between thinned and unthinned. For thinned plots, ring width of 8-9 and 9-10 year-old remained Teak were 0.60 and 0.47 cm, respectively while ring width of Teak in thinned and unthinned plots were 0.42 and 0.31 cm, respectively. But, thinning affected to growth of big size of the remained large trees, ring width of those in thinned and unthinned plots were 1.10, 1.70 cm and 0.91, 1.00 cm, respectively. For Teak growth pattern, Teak was fast growth rate during 1-5 years-old and was gradually decreasing in growth rate during 6-9 years-old.



Student's Signature



Thesis Advisor's Signature



สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
ลักษณะทางวนวัฒนวิทยาของไม้สัก	4
การวิเคราะห์ห่วงปี	9
การเติบโต	10
การประเมินปริมาตรต้นไม้	13
ผลผลิต	17
การตัดขยายระยะ	18
โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ	22
ลักษณะพื้นที่และภูมิอากาศ	27
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	34
สรุปและข้อเสนอแนะ	55
สรุป	55
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	58
ภาคผนวก	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	การเติบโตของสวนป่าไม้สัก อายุ 10 ปี ในท้องที่ภาคเหนือของประเทศไทย	12
2	ข้อมูลอัตราการรอดตายและความหนาแน่นของสวนสัก 5 แห่ง	35
3	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรทั้งหมด (V_t) กับ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงทั้งหมด (Ht) ของไม้สัก ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ	38
4	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ทำเป็นสินค้าได้ (V_c) กับ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ (H_c) ของไม้สัก ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ	39
5	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรทั้งหมด (V_t) กับ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงทั้งหมด (Ht) ของไม้สัก ในแปลงที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ	40
6	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ทำเป็นสินค้าได้ (V_c) กับ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ (H_c) ของไม้สัก ในแปลงที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ	41
7	ข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตของไม้สักในสวนป่าเอกชนอำเภอตากฟ้า	44
8	ผลการการเติบโตและผลผลิตของแปลงไม้สักที่ตัดและไม่ตัดขยายระยะ จากการวิเคราะห์ไม้สักตัวอย่าง	53
9	ผลการวิเคราะห์ความกว้างวงปีที่ 9 และ 10 ของต้นสักในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะและ ตัดขยายระยะ	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ข้อมูลปริมาณไม้สักทั้งต้นตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทนของแปลงสัก ที่ทำการตัดขยายระยะได้	65
2	ข้อมูลปริมาณไม้สักที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทน ของแปลงสักที่ทำการตัดขยายระยะ	66
3	ข้อมูลปริมาณไม้สักทั้งต้นตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทน ของแปลงสักที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ	67
4	ข้อมูลปริมาณไม้สักที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทน ของแปลงสักที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ	68
5	ปริมาณไม้ทั้งหมดของต้นสักตัวอย่าง ในแปลงสักตัวแทนที่มีการตัดขยายระยะ	69
6	ปริมาณไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่าง ในแปลงสักตัวแทนที่มีการตัดขยายระยะ	69
7	ปริมาณไม้ทั้งหมดของต้นสักตัวอย่าง ในแปลงสักตัวแทนที่ไม่มีการตัดขยายระยะ	70
8	ปริมาณไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่าง ในแปลงสักตัวแทนที่ไม่มีการตัดขยายระยะ	70

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	ขั้นตอนการดำเนินการปลูกสร้างสวนป่า 8
2	แผนที่ตำแหน่งพื้นที่ศึกษาในอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 28
3	การกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของแปลงไม้สัก ที่ไม่ตัดขยายระยะและตัดขยายระยะ A) สวนสักที่ 1 B) สวนสักที่ 2 D) สวนสักที่ E) สวนสักที่ 4 F) สวนสักที่ 5 G) เฉลี่ยทุกสวน 36
4	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความกว้างวงปีของต้นสักตัวอย่างในแปลงสัก ที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะในระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 46
5	รูปแบบการเพิ่มพูนของความกว้างของวงปีต่ออายุไม้ในแปลงสัก ที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ 48
6	รูปแบบการเติบโตทางความสูงทั้งหมดของไม้สักที่ผ่านการตัดขยายระยะ และไม่ตัดขยายระยะ 49
7	รูปแบบการเพิ่มพูนผลผลิตทางปริมาตรทั้งหมดของไม้สักที่ ผ่านการตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ 50
8	รูปแบบการเติบโตทางความสูงที่เป็นสินค้าได้ของไม้สักที่ ผ่านการตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ 51
9	รูปแบบการเพิ่มพูนผลผลิตทางปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ของไม้สักที่ ผ่านการตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ 52

**ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสัก
ในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์**

**Effect of Thinning on Growth and Yield of Teak Plantation
in Economic Tree Planting Promotion Project,
Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan**

คำนำ

ในอดีตประเทศไทยมีป่าไม้สักที่มีคุณภาพดี และมีสภาพอุดมสมบูรณ์แห่งหนึ่งของโลก การส่งออกไม้สัก กล่าวได้ว่าเป็นสินค้าสำคัญที่ทำรายได้สู่ประเทศและสนับสนุนการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมของประเทศตลอดมา ความต้องการไม้สักภายในประเทศได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ตามภาวะการณ์การเติบโตของเศรษฐกิจ การส่งออก การลงทุน และจำนวนประชากรของประเทศ ซึ่งขยายตัวมากขึ้น ในขณะที่แนวโน้มในการผลิตไม้สักภายในประเทศและทิศทางการนำเข้าไม้สัก จากต่างประเทศกลับเริ่มมีภาวะที่จำกัดตัวลงทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ (สุริยชัย, 2535)

ภายหลังจากที่รัฐบาลออก พรบ. ยกเลิกสัมปทานการทำไม้(ปิดป่า)ทั่วประเทศปี 2532 ป่า ธรรมชาติ ที่หลงเหลืออยู่ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เป็นป่าอนุรักษ์ทั้งหมด ดังนั้นการปลูกสร้างสวนป่า คุณภาพสูงในเชิงปริมาณ (พื้นที่) และคุณภาพ (ผลผลิตสูง) ให้ตรงกับความต้องการของตลาดและ แข่งขันได้ในเชิงธุรกิจ นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นหัวใจของยุทธศาสตร์ที่สำคัญของการจัดการ สวนป่าเพื่ออุตสาหกรรม หรือเชิงพาณิชย์ในอนาคต โดยปัจจัยแวดล้อม สภาพดิน สภาพภูมิ ประเทศ มีความสำคัญต่อความสำเร็จ หรือล้มเหลวของการปลูกสร้างสวนป่า จากสถานการณ์ ดังกล่าวทำให้รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญของการปลูกสร้างสวนป่าเป็นอย่างมากโดยได้ กำหนดนโยบายไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ฉบับที่ 1 ปี พ.ศ. 2504 เป็นต้น มาจนถึงปัจจุบันคือ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) เพื่อดำเนินการฟื้นฟูสภาพป่าเสื่อมโทรมโดย พยายามส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องปลูกป่าเพื่อทดแทนป่าธรรมชาติที่ถูกทำลาย จึงก่อให้เกิดโครงการต่างๆ มากมายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มพื้นที่ป่าและหนึ่งในโครงการ ทั้งหลายเหล่านั้นก็มีโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจเกิดขึ้นในปี 2536 เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรที่ มีที่ดินผืนใหญ่และมีเงินทุนในการปลูกป่าหันมาสนใจรูปแบบของสวนป่าเพื่อการค้า โดยมีการ

สนับสนุนด้านเงินทุนแบบให้เปล่าและจัดเจ้าหน้าที่ไปส่งเสริมรวมทั้งให้คำแนะนำในการปลูกและบำรุงรักษาสวนป่าให้กับเกษตรกร ซึ่งไม้ที่เกษตรกรปลูกส่วนใหญ่เป็นไม้พื้นเมืองโดยเฉพาะไม้สักเป็นที่นิยมปลูกกันมากรวมทั้งสิ้นกว่า 2 ล้านไร่ และในพื้นที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ มีผู้เข้าร่วมโครงการในปี พ.ศ.2537 จำนวน 177 ราย คิดพื้นที่ปลูกป่าทั้งสิ้น 2,623 ไร่ (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครสวรรค์, 2537) โดยเกษตรกรในพื้นที่มีแนวทางการปลูกสัก เริ่มตั้งแต่การ ปรับหน้าดินเพื่อกำจัดวัชพืช นำกล้าไม้สักที่ภาครัฐนำมาให้ปลูกระยะ 2x2 เมตร ทำการลิดกิ่ง พรวนดิน และใส่ปุ๋ย แต่เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่ทำการตัดขยายระยะเมื่อไม้สักอายุได้ประมาณ 5-11 ปี ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการตัดฟันที่กระทำในหมู่ไม้ที่ยังไม่แก่เต็มที่ เพื่อเร่งการเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่ และเพื่อเป็นการเพิ่มพูนผลผลิตเนื้อไม้ให้เจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอในอัตราสูงสุด ในสภาพปัจจุบันสวนป่าสักของผู้เข้าร่วมโครงการขาดการเข้าไปดูแล โดยไม่มีแนวทางการจัดการที่เหมาะสม

ปัจจุบันการปลูกสวนป่าในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจของผู้เข้าร่วมโครงการในท้องที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ดำเนินการมาถึงช่วงระยะของการตัดฟัน แต่ผลจากการลงพื้นที่พบว่ากลุ่มที่ได้รับการส่งเสริมมีทั้งกลุ่มที่ตัดขยายระยะและกลุ่มที่ไม่ตัดขยายระยะสวนไม้สัก จึงนำไปสู่แนวทางการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างในเรื่องการเติบโตและผลผลิตระหว่างสวนสักที่มีการตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะเพื่อหาแนวทางในการดำเนินการที่จะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่กลุ่มผู้ปลูกสร้างสวนป่าสักต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสักในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ
2. เพื่อศึกษารูปแบบการเติบโตของไม้สักอายุ 11 ปี ที่ตัดและไม่ตัดขยายระยะ
3. เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการสวนป่าไม้สักของโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางวนวัฒนวิทยาของไม้สัก

ไม้สัก มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Tectona grandis* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Labiatae และมีชื่อท้องถิ่นในประเทศไทยว่า เคาะเขียโอ (ละว้า-เชียงใหม่) ปายี้ (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) ปิฮิ ปิฮือ เปือย (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) สัก (กลาง) เสบายี้ (กะเหรี่ยง-กำแพงเพชร) แบ่งได้ออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่ สักทอง สักหิน สักหยาบ สักไซ และสักขี้ควาย ตามลักษณะของเนื้อไม้ ไม้สักทองจะให้คุณภาพของเนื้อไม้ดีที่สุด ความแข็งแรงอยู่ระหว่างสักหิน และสักหยาบ เนื้อไม้ไม่ประหลาดเหมือนสักไซ และสักขี้ควาย เนื้อไม้สีเหลืองทอง เห็นวงปีเด่นชัด ลวดลายสวยงามเป็นระเบียบ พบมากในบริเวณที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีชนิดดินร่วนปนทราย (sandy loam) (อภิชาติ และคณะ, 2536) ไม้สัก (Teak) มีลำต้นเปลาตรง ความสูงเมื่อโตเต็มที่ตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไปปราศจากกิ่งก้านจนใกล้จะถึงเรือนยอด โคนต้นเป็นพูพอนหรือรอยหยักเว้า ยอดเป็นพุ่มกว้าง สีของลำต้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา เปลือกแตกเป็นร่องตื้นๆ ตามความยาวของลำต้น เปลือกนอกหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร เปลือกในมีสีน้ำตาลและเขียวอ่อน กระจุกขาวและหนา เนื้อไม้มีสีน้ำตาลทอง เห็นวงปีชัดเจนและลายเส้นวงปีจะบอกถึงอายุของต้นสักนั้น (โครงการพัฒนาป่าชุมชน, 2536) ไม้สักในประเทศไทย ขึ้นอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 16°-20° 30' เหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 97° 30'-101° 20' ตะวันออก ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับป่าไม้สักประเทศพม่า รวมพื้นที่ที่มีไม้สักขึ้นอยู่ตามธรรมชาติประมาณ 30,000 ตารางกิโลเมตร กระจายอยู่ในจังหวัดต่างๆ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แม่ฮ่องสอน แพร่ น่าน สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ ตาก กำแพงเพชร นครสวรรค์ อุทัยธานี ขอนแก่น นครพนม หนองคาย และกาญจนบุรี (จจิต, 2535)

ปัจจัยควบคุมการเติบโตของไม้สัก

การเติบโต (Growth) ของไม้ในสวนป่าขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมของไม้, ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีการจัดการหมู่ไม้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะทางพันธุกรรม

ขจิต (2535) รายงานว่าพันธุกรรมของไม้สักก็มีความสำคัญต่อการเติบโต ดังนั้นการคัดเลือกแม่ไม้เป็นสิ่งจำเป็นในการปลูกสร้างสวนป่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกไม้แต่ละต้นที่มีลักษณะภายนอกดีเด่น และเหมาะสมกับความต้องการ และปรับปรุงพันธุ์ต่อไปซึ่งการปรับปรุงจะได้ผลดีแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของกรรมพันธุ์ของแม่ไม้สักที่คัดเลือกไว้เป็นแม่พันธุ์ ไม้ในป่าธรรมชาติหรือในสวนป่า จะมีลักษณะของ Phenotype แต่ละลักษณะแตกต่างกันในระหว่างต้นไม้หรือกลุ่มไม้ ซึ่งความแตกต่างนี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการปรับตัวของต้นไม้แต่ละต้น หรือแต่ละกลุ่มเพื่อการอยู่รอด และการเติบโตของไม้เอง การคัดเลือกแม่ไม้จึงเป็นการเลือกไม้ที่มีลักษณะของ Phenotype ที่ดีเด่นกว่าต้นอื่นๆ โดยหวังไว้ว่า Phenotype ที่เลือกไว้ได้นั้นจะไม่เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม แต่เป็นลักษณะของ Genotype เพื่อที่จะสามารถนำแม่ไม้ที่มีลักษณะของ Genotype ที่ดีเด่นนั้นไปขยาย หรือปรับปรุงพันธุ์ต่อไป ธนิต (2522) กล่าวว่า ไม้สักที่คัดเลือกได้แล้วจะทำการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ทั้งนี้เพราะการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนี้จะช่วยทำให้เพิ่มจำนวนของต้น ไม้ที่มีลักษณะดีได้มากขึ้น โดยที่มิได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรม หรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็โดยการผ่าเหล่า ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จากการทดลองของศูนย์บำรุงพันธุ์ไม้สัก ได้เลือกเอาวิธีการติดตากับเหง้าสักอายุ 1-2 ปี ซึ่งพบว่าวิธีติดตาแบบเปิดสองลิ้น ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จะได้ผลดีที่สุด ไม้สักที่ได้รับการติดตาจากแม่ไม้พันธุ์ดีแล้วนำมาเลี้ยงในเรือนเพาะชำประมาณ 3-4 เดือน ก็สามารถนำมาปลูกต่อไปได้ประมาณเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม

แหล่งเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้เพื่อให้ได้กล้าไม้สักที่ดี โดยทั่วไปควรจะเก็บจากแม่ไม้ที่มีลักษณะดี ในบริเวณเดียวกัน ไม่มีต้น ไม้ที่มีลักษณะไม่ดีขึ้นปะปน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ดังนั้นแม่ไม้หรือกลุ่มของแม่ไม้ควรจะต้องรอบด้วยต้น ไม้ที่มีคุณภาพดีพอสมควร (สุทัศน์, 2536)

ประสิทธิ์ (2538) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินลักษณะการเติบโตและรูปร่างของแม่ไม้จำนวน 16 แม่ไม้ อายุ 33 ปี ที่ปลูกในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ซึ่งปลูกโดยใช้กล้าจากการขยายพันธุ์ด้วยการติดตาจากแม่ไม้ เพื่อบอกว่าแม่ไม้แต่ละแม่ไม้ที่คัดเลือกมา มีลักษณะทางพันธุกรรมดีหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับแม่ไม้อื่น โดยดูจากการเติบโตทางความสูง, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและปริมาตร, รูปร่างของลำต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง

สถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของอัตราการรอดตายของแม่ไม้ทั้ง 16 สายพันธุ์ แต่แตกต่างกันในเรื่องของสุขภาพลำต้น

สมหวัง (2540) ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อผลิตกล้าไม้สักให้ได้จำนวนมากนั้น ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการขยายเพิ่มปริมาณกล้าไม้สักจากเมล็ดที่มีพันธุกรรมที่ดี แต่อัตราการเพิ่มปริมาณมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของต้นกล้าสัก, สภาพแวดล้อม อาหารและสารควบคุมการเติบโตพืชที่เหมาะสม, ส่วนของพืช และความสมบูรณ์ของชิ้นพืชที่นำมาเลี้ยง และจำนวนรอบของการเปลี่ยนย้ายอาหาร

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

อภิชาติ และคณะ (2536) ได้สรุปปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมการเติบโตของไม้สัก ไว้ดังนี้ คือ

1. ไม้สักในพื้นที่ชุ่มชื้นจะเติบโตดีกว่าในพื้นที่แห้งแล้ง ความชื้นหรือปริมาณน้ำฝนที่พอเหมาะแก่การเติบโตของไม้สักอยู่ระหว่าง 1,250-2,500 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงแล้งที่ชัดเจน 3-5 เดือน จึงจะทำให้ไม้สักเติบโตได้เนื้อไม้ที่มีคุณภาพดี
2. อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเติบโตและการพัฒนาของไม้สักอยู่ระหว่าง 27-36°C ในเวลากลางวัน และ 20-30°C ในเวลากลางคืน ไม้สักที่กระจายอยู่ในสภาพธรรมชาติจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 13°C (ในเดือนที่อากาศเย็นที่สุด) ถึง 40°C (ในเดือนที่อากาศร้อนที่สุด)
3. ไม้สักเป็นไม้ที่ชอบแสงสว่าง ความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสม คือ 75-95% ของปริมาณแสงกลางวันที่ได้รับเต็มที่
4. ดินที่เหมาะสมกับการเติบโตของไม้สักได้ดีที่สุด มักเป็นดินที่มีการระบายน้ำอย่างดีไม่แน่นมาก ดินค่อนข้างลึกถึงลึกมาก ดินร่วนปนทรายซึ่งเป็นดินที่เกิดจากหินปูน สำหรับดินที่ไม่เหมาะสมกับไม้สัก คือ ดินเหนียว ดินลูกรัง และดินทราย

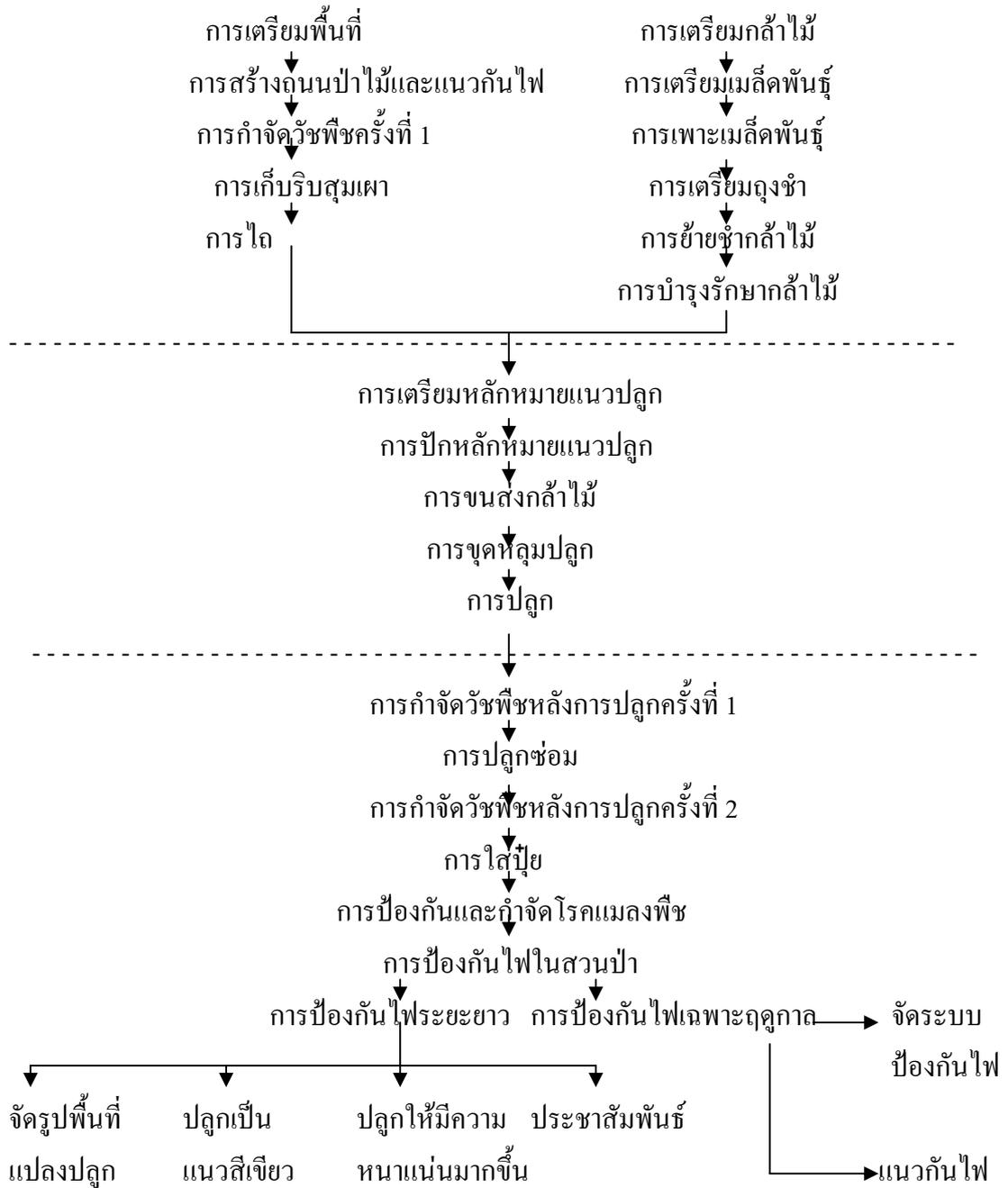
บุญเลิศ (2534) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตกับสมบัติของดิน จากผลผลิตของไม้สักในสวนป่าสักอายุ 18 ปี ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จำนวน 10 สวน พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของไม้สัก ได้แก่ สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน โดยตรวจดูสภาพดินในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าพื้นที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทราย ที่มีปริมาณแคลเซียมในดินสูงมีผลต่อการเติบโตของไม้สักอย่างเห็นได้ชัด

5. ลักษณะภูมิประเทศ ไม้สักตามธรรมชาติขึ้นอยู่ในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 200-1,000 เมตร สำหรับในประเทศไทยพบไม้สักขึ้นอยู่ทั่วไปประมาณ 200-750 เมตรจากระดับน้ำทะเล พื้นที่ควรเป็นพื้นที่ราบถึงลาดชันเล็กน้อย ไม่เกิน 15% ลักษณะพื้นที่ที่มีไม้ไผ่ขึ้นอยู่ในถิ่นเดิมจะแสดงให้เห็นว่าเป็นพื้นที่ที่เหมาะสม แต่ในกรณีมีหญ้าคาอยู่ในพื้นที่นั้นมากกว่า แสดงว่าพื้นที่ไม่อุดมสมบูรณ์นัก และพื้นที่ที่ไม่มีป่าสักขึ้นมาก่อนจะต้องพิจารณารายละเอียดในการวางแผนการปลูก

3. การจัดการสวนป่า

ความเหมาะสมในการจัดการสวนป่า คือการปรับปรุงและพัฒนาารูปแบบการจัดการสวนป่าสักเพื่อเพิ่มอัตราการเติบโตของต้นสักให้โตถึงขนาดที่ต้องการให้เร็วขึ้น ซึ่งจะสามารถลดรอบอายุตัดฟันให้สั้นลง ในขณะที่เดียวกันก็สามารถเพิ่มผลผลิตลดต้นทุน และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรนั้น ส่วนหนึ่งโดยการปรับปรุงและพัฒนาารูปแบบให้เป็นการจัดการที่ละเอียดประณีต ด้วยการจัดการที่ดีทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ปลูก การปลูก การบำรุงรักษา ตลอดจนใช้ปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ย และเน้นแรงงานในการกำจัดวัชพืช และการป้องกันไฟในระยะแรก จากนั้นให้ทำความสะอาดและใส่ปุ๋ย เป็นระยะจนถึงตัดฟัน ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมาก แต่ได้ผลตอบแทนที่คุ้มกับการลงทุน (มนันยา และ โชติรัตน์, 2535) ซึ่งขั้นตอนการดำเนินการปลูกสวนป่าสักสามารถแสดงรายละเอียด (ภาพที่ 1)

สายันท์ (2529) ได้ศึกษาผลของความหนาแน่นต่อผลผลิตของสวนป่าไม้สักในแปลงทดลองบริเวณสวนป่าห้วยทาก จังหวัดลำปาง พบว่าระยะปลูกที่ต่างกันมีผลต่อปริมาตรลำต้นเฉลี่ยต่อต้นและปริมาณมวลรวมชีวภาพของส่วนต่างๆ มีแนวโน้มของความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระดับความหนาแน่นของสวนป่าไม้สัก ยิ่งความหนาแน่นมากคือ 2500 ต้น/เฮกตาร์ เมื่อต้นสักมีอายุมากขึ้นอัตราการเพิ่มความเพิ่มพูนจะลดน้อยลง



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการปลูกสร้างสวนป่า
 ที่มา: โครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า (2532)

สันต์ และคณะ (2520) พบว่าในสวนสักที่ปลูกถั่วลิสงแทรก และที่ไม่ปลูกถั่วลิสงแทรกจะไม่แตกต่างกันในเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี แต่การเติบโตทางด้านความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นสักจะแตกต่างกัน คือ ในสวนสักที่ปลูกถั่วลิสงแทรกจะมีการเติบโตทางความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า แสดงว่าการปลูกถั่วแทรกจะช่วยให้ผลผลิตทางอ้อมด้วยคุณสมบัติทางกายภาพ และความอุดมสมบูรณ์ดีขึ้น และทำให้ได้ผลผลิตทางอ้อมด้วย

การวิเคราะห์ห่วงปี

โครงสร้างเนื้อไม้ ประกอบด้วย เปลือก เนื้อเยื่อท่อลำเลียงอาหาร ท่อลำเลียงน้ำ พังงเซลล์ และวงปี คือ ชั้นเซลล์ของไม้ซึ่งถูกผลิตขึ้นในต้น ไม้หรือพุ่มไม้เดี่ยว โดยนับเป็นหนึ่งวงปีซึ่งประกอบด้วยรูปแบบผลผลิตตามฤดูกาลเติบโตของเนื้อเยื่อพังกเซลล์บาง (เนื้อไม้ต้นฤดู) และเนื้อเยื่อพังกเซลล์หนา (เนื้อไม้ปลายฤดู) (Duangsathaporn, 2005)

ชาญ (2513) ได้วิเคราะห์ต่อใช้เพื่อหาความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างเดียว ถ้าต้องการหาความเพิ่มพูนทางความสูง และทางปริมาตรจะต้องทำการวิเคราะห์ลำดับ การวิเคราะห์ทั้งสองวิธีอาศัยความจริงที่ว่าในปีหนึ่ง ๆ ไม้เจริญเติบโตทั้งทางความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง และทางปริมาตร ถ้าผ่าครึ่งลำต้นของต้นไม้จะเห็นรูปสามเหลี่ยมซ้อนขึ้นมา ความเพิ่มพูนรายปีอาจสม่ำเสมอหรือไม่ก็ได้ แล้วแต่สภาพสิ่งแวดล้อมและปัจจัยอื่นๆ การวัดเพื่อนับวงปีของต้นไม้ในระดับความสูงที่แตกต่างกัน เริ่มจากวงปีที่อยู่ระดับโคนต้นซึ่งจะมีจำนวนวงปีมากที่สุด และจะมีจำนวนวงปีที่ลดลงตามลำดับความสูงที่มากขึ้น เมื่ออยากรู้ระยะเวลาการเติบโตต่างกันก็ปีต้องนำจำนวนวงปีที่ความสูงต่างกันมาลบ

โดยวัตถุประสงค์ในการนับและวิเคราะห์ระยะห่างของวงปีมีดังนี้

1. เพื่อหาค่าความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ตลอดจนอายุ หรือในช่วงระยะหนึ่ง
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของอัตราความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางต่ออิทธิพลภายนอกที่มีต่อต้นไม้ทุกชนิด

3. เพื่อหาความสัมพันธ์ของอัตราความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางต่ออิทธิพลภายนอกที่มีต่อต้นไม้แต่ละต้น

การวิเคราะห์ห่วงปีจะทำให้ทราบถึงการประมาณการด้านอายุของไม้ตั้งแต่เริ่มปลูกโดยการนับการเติบโตของวงปีในส่วนของลำต้น จากรูปแบบของความกว้าง และความแคบของวงปี เพื่อยืนยันอายุของไม้ เหตุผลเดียวกันนี้ สามารถนำมาวิเคราะห์หาวงปีของเศษไม้ที่ไม่ทราบอายุโดยวงปีจะบอกถึงแหล่งที่มีอยู่ของไม้ได้ และความกว้างของวงปีไม่ได้บอกถึงสภาพอากาศเพียงอย่างเดียว แต่รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงด้านอายุไม้ การเติบโตภายในลำต้น ที่ตั้งลักษณะที่ชัดเจนและความสามารถในการผลิต เพื่อทราบถึงวัตถุประสงค์การเกิดของสภาพอากาศจึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดการเปลี่ยนแปลงในความกว้างของวงปีสัมพันธ์กับอายุหรือหัวข้ออื่น และการเติบโตของวงปีโดยการวัด และส่วนที่มีความแตกต่างที่ความถี่ต่ำเป็นการเข้าใจถึงความยาวของอนุกรม (Fritts, 1976)

ในปัจจุบันฐานการคำนวณการเรียงตามลำดับเวลาบนวงปีได้จากการวัดความกว้างแต่ละวงรูปแบบ และความหนาแน่นอาจแตกต่างกันตามเครื่องมือวัด Cofecha คือมาตรฐาน โปรแกรมรูกษกาลเวลาเพื่อตรวจสอบเทคนิคการสมมติฐานที่สำคัญ (cross dating) เป็นกระบวนการจัดลายรัศมีแต่ละวงของต้นไม้ ในพื้นผิวตัวอย่างที่ดีที่สุดของความกว้างวงปีเป็นผลที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศแต่ละพื้นที่ (Wimmer and Vetter, 1999)

การเติบโต

การเติบโต (growth) คือ กระบวนการสะสมและเพิ่มพูนเซลล์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต โดยกระบวนการทางธรรมชาติของพืชเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณซึ่งไม่กลับคืน (irreversible) หมายถึงการเพิ่มขนาด มวลสาร หรือปริมาตรของเซลล์พืชโดยเกิดจากผลรวมของการแบ่งเซลล์ และการขยายของเซลล์ การพัฒนา (development) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ หมายถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทั้งภายนอก และวิภาคภายใน ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์มีการจัดแบบแผนของรูปร่างที่สลับซับซ้อนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ (species) ของเซลล์ต่างๆ ไปเป็นเนื้อเยื่อ และอวัยวะต่อไป (plant morphogenesis) (สมบุญ, 2538)

การเติบโตของต้นสักขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ดิน น้ำ อุณหภูมิ และแสงสว่าง ดินที่เหมาะสมต่อการเติบโตของต้นสัก ได้แก่ ดินแบบตะกอนทับถม ที่มีผิวหน้าดินลึก และระบายน้ำดี (Puri, 1960) การขยายตัวของต้นไม้ของเนื้อไม้ในลำต้น และราก เกิดขึ้นเนื่องจากการรองรับขนาดของเรือนยอด ถ้าไม่มีแรงอื่นๆ มากระทำกับต้นไม้ การขยายตัวของลำต้นเฉพาะส่วนที่เรือนยอดปกคลุมจะเป็นรูปทรงกรวย (conical) และส่วนของลำต้นภายใต้เรือนยอดจะเป็นรูปทรงกระบอก (cylinder) (วิสุทธ์, 2526)

Husch *et al.* (1972) กล่าวว่า การเติบโตและพัฒนาของต้นไม้ มีปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตอยู่ 2 ปัจจัยซึ่งกระทำร่วมกัน คือปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factors) และปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพสิ่งแวดล้อม (environment factor) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยคงที่ ได้แก่ ดิน สภาพภูมิประเทศ และปัจจัยผันแปร ได้แก่ ลักษณะภูมิอากาศและการแก่งแย่ง ซึ่งคล้ายกับที่ Toumey (1947) ได้กล่าวว่า การเติบโต และพัฒนาของต้นไม้แตกต่างกันไปตามปัจจัยภายในของต้นไม้แต่ละชนิด และอิทธิพลภายนอก สิ่งจำเป็นสำหรับการเติบโตของต้นไม้ ได้แก่ สารอาหาร สารประกอบพวกไนโตรเจน เกลือแร่ธาตุ ฮอร์โมน วิตามิน และสารอื่นๆ อีกหลายอย่าง การเติบโตมีทั้งทางความสูง และความโต ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) (พงษ์ศักดิ์, 2521) นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตของต้นไม้แต่ละชนิด ได้แก่ อายุ ความหนาแน่น และสภาพพื้นที่ (Hocker, 1979)

Baker (1950) กล่าวว่า การเติบโตของต้นไม้สามารถแสดงได้ในรูปตัว S ที่เรียกว่า Sigmoid curve ซึ่งแบ่งการเติบโตออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นระยะที่เริ่มมีการสร้างส่วนต่างๆ ซึ่งจะมีการเติบโตได้อย่างช้า เรียกระยะนี้ว่า Formation period ช่วงที่สองเป็นช่วงที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะยาวนานกว่าในช่วงแรก เรียกระยะนี้ว่า Grand period of growth และช่วงที่มีการเติบโตเต็มที่ ซึ่งเรียกระยะนี้ว่า Period of maturity เป็นช่วงที่มีการเติบโตน้อยแต่เป็นช่วงที่ยาวนานที่สุด และมีความผันแปรมากที่สุดเนื่องจากต้นไม้แต่ละชนิดมีอายุยืนยาวต่างกัน

สมเกียรติ (2520) ได้ศึกษาวิจัยผลผลิตของสวนป่าไม้สักในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า สวนป่าไม้สักที่มีอายุ 10 ปี มีการเติบโตทางด้านความโต และทางด้านความสูงสรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเติบโตของสวนป่าไม้สัก อายุ 10 ปี ในท้องที่ภาคเหนือของประเทศไทย

ชั้นคุณภาพแหล่งไม้	การเติบโต	
	เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)	ความสูงทั้งหมด (เมตร)
ดี	15.01	17.0
ค่อนข้างดี	13.07	15.0
ปานกลาง	11.12	13.0
ค่อนข้างต่ำ	9.18	11.0
ต่ำ	7.23	9.0

สมเพิ่ม และ ธนิต (2510) ได้ศึกษาถึงความเพิ่มพูนรายปีของสวนสักแม่หวด และสวนสักห้วยไร่ในชั้นอายุต่างๆ กันพบว่าสภาพพื้นที่ ไม้สักในสวนอายุต่างๆ ของสวนสักทั้งสองแห่งซึ่งมีพื้นที่แตกต่างกันมีอัตราการเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกพื้นที่ปลูกจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง

สนิท และ คณะ (2515) ได้ทำการศึกษาอินทรีย์วัตถุในสวนสัก จากการเติบโตของต้นสักชั้นอายุต่างๆ กันในแปลงเผาไฟ และไม่เผาไฟ มีการเติบโตใกล้เคียงกัน แต่ในแปลงเผาไฟจะสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากไฟช่วยกระตุ้นในการเติบโต สรุปได้ว่าไม้สักอายุ 6-10 ปี มีอัตราการเติบโตสูงสุด สวนสักอายุ 1-5 ปี การเติบโตค่อนข้างน้อย และสวนสักอายุ 11-12 ปี การเติบโตปานกลาง

การประเมินปริมาตรต้นไม้

1. หลักทั่วไปในการประเมินปริมาตรไม้

การประเมินปริมาตรต้นไม้ คือ การคำนวณปริมาตรของต้นไม้จากวิธีมาตรฐานวิธีการใดวิธีการหนึ่ง โดยพยายามให้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด (ปีสตี, 2534) ซึ่งโดยทั่วไปการประเมินปริมาตรของต้นไม้จะขึ้นกับค่าตัวแปร 3 ค่า คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (diameter) ความสูง (height) และรูปทรง (form) ซึ่งอาจแสดงได้ดังสมการ

$$V = bhf$$

โดย

V	=	ปริมาตรของต้นไม้
b	=	พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้
h	=	ความสูงของต้นไม้
f	=	ค่าแสดงลักษณะรูปทรงของต้นไม้หรือค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณลด

2. พื้นที่หน้าตัด (basal area)

การคำนวณพื้นที่หน้าตัดส่วนใหญ่จะตั้งสมมติฐานว่าพื้นที่หน้าตัดจะมีลักษณะเป็นวงกลม โดยจะมีสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่หน้าตัด} &= \frac{\pi(d)^2}{4} = 0.785 d^2 \\ &= \frac{(g)^2}{4\pi} = 0.0796 g^2 \end{aligned}$$

ส่วนใหญ่การคำนวณพื้นที่หน้าตัดจะทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแล้วนำไปคำนวณหาพื้นที่หน้าตัด (ปีสตีและขวัญชัย, 2546)

3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (diameter) และเส้นรอบวง (girth)

เนื่องจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและเส้นรอบวง เป็นค่าของขนาดต้นไม้ที่วัดง่ายที่สุด และมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างต่ำกว่าการวัดมิติอื่นๆ ของต้นไม้ ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้สามารถใช้คาดคะเนปริมาณไม้ในป่า (stock) ได้ดี และการเพิ่มขึ้นของปริมาตรของต้นไม้จะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $2/3$ ขณะที่ความสูง และค่า form factor $1/3$ ส่วน Philip (1994) และ Hessler (1975) ได้รายงานว่าการเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้มีปริมาณ $2/3$ ถึง $3/4$ ของการเติบโตด้านปริมาตรหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความสูงและค่า form factor มีสัดส่วน $1/4$ ถึง $1/3$ ต่อการเติบโตทางปริมาตร ซึ่งจะเห็นว่าความสัมพันธ์ของการเพิ่มปริมาตรของต้นไม้กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีค่ามากกว่าตัวแปรอื่นๆ ดังนั้นการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจึงจำเป็นสำหรับการประเมินปริมาตรของต้นไม้

หลักการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือเส้นรอบวงโดยทั่วไปจะวัดที่ระดับอก (breast height) เรียกว่า เส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (diameter at breast height) หรือที่เรียกทั่วๆ ไปว่า dbh และ Banyard (1973) กล่าวว่า เส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกจะใช้เป็นตัวแทนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้

4. ความสูง (height)

ปัสลีและขวัญชัย (2546) ประเภทความสูงของต้นไม้มีหลายแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ของผู้แบ่งในที่นี้จะแบ่งประเภทการวัดความสูงที่มีการใช้มากในประเทศไทย คือ

4.1 ความสูงทั้งหมด (total height) คือ ความสูงของต้นไม้ตั้งแต่ระดับพื้นดิน จนถึงจุดสูงสุดของเรือนยอดต้นไม้

4.2 ความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ (merchantable height) คือ ความสูงตั้งแต่พื้นดินจนถึงจุดที่จะมีการใช้ประโยชน์ไม้ โดยทั่วไปการกำหนดความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ มี 2 แบบ คือ

1) Fixed top limit เป็นการวัดความสูงของต้นไม้จนถึงจุดที่ลำต้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง หรือ เส้นรอบวงค่าใดค่าหนึ่ง ที่กำหนดให้เป็นขนาดที่ใช้ทำเป็นสินค้าได้

2) Utilization point เป็นการวัดความสูงของต้นไม้โดยคำนึงถึงจุดที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จริงๆ สำหรับในประเทศไทยนิยามวัดความสูงของต้นไม้จนถึงกิ่งแรกของต้นไม้กิ่งแรก เพราะมีสมมติฐานว่าถ้าเหนือนี้ขึ้นไป ไม้จะมีตำหนิหรือมีการใช้ประโยชน์ได้น้อย การกำหนดแบบนี้เหมาะกับไม้ใบกว้างที่รูปทรงของลำต้น และเรือนยอดไม่สมมาตร

5. รูปทรงต้นไม้ (form)

ลักษณะตามธรรมชาติของต้นไม้จะมีความเร็ว ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามส่วนต่างๆ ของลำต้น และจะมีผลทำให้ปริมาตรของต้นไม้แตกต่างกันไป รูปทรงของต้นไม้ คือ รายละเอียด หรือลักษณะที่เกิดจากความเร็วของต้นไม้ หรือท่อนไม้ จากส่วนโคนไปส่วนปลายลักษณะรูปทรง และความเร็วของต้นไม้ นั่น เราสามารถศึกษาจากรายละเอียดหน้าตัดตามยาวของลำต้น หรือ stem profile ของต้นไม้ที่จะให้ได้ผลดีที่สุด นอกจากการศึกษา stem profile แล้ว ลักษณะรูปทรงของต้นไม้ยังสามารถศึกษาได้จากค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1 ฟอรั่มแฟกเตอร์ (form factor) คือ ค่าที่ใช้อธิบายลักษณะรูปทรงของต้นไม้ คำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาตรจริงของต้นไม้กับปริมาตรรูปทรงกระบอกที่มีขนาดความโตและความยาวเท่ากับขนาดความโต และความสูงของต้นไม้ (ปีสตี, 2534)

$$F = \frac{V_s}{V_c}$$

เมื่อ F = ค่าฟอรั่มแฟกเตอร์
 V_s = ปริมาตรจริงของต้นไม้
 V_c = ปริมาตรรูปทรงกระบอกที่มีความโตและความยาว เท่ากับความโตและความสูงของต้นไม้

5.2 Form Quotient คือ อัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (ใต้หรือเหนือเปลือก) จุดใดจุดหนึ่งบนลำต้นของต้นไม้กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (ใต้หรือเหนือเปลือก) ในกรณีจุดที่วัดเส้นผ่าศูนย์กลางจุดบนอยู่กึ่งกลางความสูงทั้งหมด เราเรียกว่า Normal Form

Quotient และในกรณีจุดที่วัดเส้นผ่าศูนย์กลางจุดบนอยู่ที่ระดับกึ่งกลางของความสูงจากระดับออก
ขึ้นไป เราเรียกว่า Absolute Form Quotient (Banyard, 1973)

นอกจากนี้ยังมี Form Quotient อีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดี นั่นคือ Girard Form
Class ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใต้เปลือกท่อนที่ 1 สำหรับไม้ท่อนที่มีความ
ยาว 16 ฟุต หรือประมาณ 5 เมตร กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหนือเปลือกที่ระดับความสูงเพียงอก
(Banyard, 1973)

$$\text{Girard Form Class} = \frac{d_{E1}}{D}$$

เมื่อ d_{E1} = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใต้เปลือกที่ปลายท่อนที่ 1
 D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหนือเปลือกที่ระดับความสูงเพียงอก

5.3 ค่าความเรียว (taper value) คือ อัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใต้เปลือกที่
ปลายท่อน ณ ระดับต่างๆ บนลำต้นของต้นไม้กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหนือเปลือกที่ระดับความ
สูงเพียงอก (ปัสลี, 2534)

$$T = \frac{d_i}{D}$$

เมื่อ T = ค่าความเรียว
 d_i = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใต้เปลือกที่ปลายท่อนที่ i
 D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหนือเปลือกที่ระดับความสูงเพียงอก

ผลผลิต

ผลผลิต (yield) หมายถึง จำนวนหรือปริมาณทั้งหมดที่สามารถตัดฟันได้จริงๆ ในเวลาที่กำหนดซึ่งปริมาณทั้งหมดของหมู่ไม้ในเวลาที่กำหนดใดๆ ก็คือ ผลผลิตของหมู่ไม้นั้นๆ โดยที่ตลอดระยะเวลาของการเติบโตตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงอายุที่กำหนดไม่ได้มีการตัดขยายระยะไม้ออกไป (Spurr, 1952) ผลผลิตของหมู่ไม้จะผันแปรไปตามปัจจัยต่างๆ คือ ชนิดไม้ องค์ประกอบของหมู่ไม้ คุณภาพแหล่งไม้ ชั้นอายุ ความหนาแน่น การรบกวนจากภายนอก และการปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยา (Toumey, 1947)

ผลผลิตในทางป่าไม้ มีความหมายอยู่ด้วยกัน 2 ด้าน คือ เศรษฐกิจ (economic yield) ซึ่งหมายถึง ผลผลิตที่ใช้ในทางการค้า เช่น ในรูปไม้ท่อน ไม้แปรรูป ไม้ฟืน ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดปริมาณออกมาเป็นขนาดลูกบาศก์ หรือน้ำหนัก ส่วนอีกด้านหนึ่ง คือ ผลผลิตในทางชีววิทยา (biological yield) เป็นผลผลิตจากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการดูดซับธาตุอาหารไปใช้เสริมสร้างให้เกิดอินทรีย์วัตถุในส่วนต่างๆ ของพืช ปริมาณผลผลิตทางชีววิทยา มักบอกเป็นมวลชีวภาพ (biomass) ในรูปน้ำหนักแห้ง ซึ่งเรียกว่า ปริมาณผลผลิตทางชีวภาพ (biomass production) ซึ่งจะบอกเป็นปริมาณต่อพื้นที่มาตรฐาน (พงศ., 2529) และ ทวีโชค (2539) ได้เน้นอีกว่า มวลชีวภาพนั้นเป็นผลมาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง เรียกว่า ผลผลิตมวลชีวภาพ ซึ่งนิยามวัดในรูปน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ต่อเวลา นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตมวลชีวภาพนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นไม้ หรืออายุของสวนป่า แต่อัตราการเพิ่มพูนของมวลชีวภาพจะลดลงเมื่อหมู่ไม้เริ่มมีเรือนยอดติดกันซึ่งระยะเวลาที่ต้นไม้จะมีเรือนยอดติดกันก็ขึ้นอยู่กับชนิดไม้ และระยะปลูก

ตารางผลผลิตอาจสร้างได้จาก Multiple regression analysis โดยคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดต่อเอเคอร์ ธรรมชาติแหล่งไม้ และอายุของไม้แต่ละชนิด ในตารางผลผลิตจะประกอบด้วยขนาดและความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น ได้แก่ ความแตกต่างของแหล่งไม้ อายุ ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัด จำนวนต้นไม้ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง และอาจมีค่าการเติบโตเฉลี่ยรายปี หรือการเติบโตรายปีรวมอยู่ด้วย (Chapman and Meyer , 1949)

Husch *et al.* (1972) ได้แบ่งตารางผลผลิตของหมู่ไม้ที่มีอายุสม่ำเสมอ (even-aged stand) ตามตัวแปรอิสระออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Normal yield table เป็นตารางผลผลิตที่ใช้ค่าตัวแปรอิสระ 2 ตัว คือ อายุ และชั้นคุณภาพพื้นที่ ส่วนตัวแปรตามอาจมีตัวเดียวหรือมากกว่าก็ได้ และสร้างมาจากข้อมูลที่เก็บมาจากหมู่ไม้ที่มีไม้เต็มพื้นที่
2. Empirical yield table คล้ายกับตารางผลผลิตแบบแรกแต่สร้างมาจากข้อมูลของแปลงตัวอย่างที่เก็บในหมู่ไม้ที่มีความหนาแน่นในระดับเฉลี่ย ไม่ใช่เก็บจากหมู่ไม้ที่มีอยู่เต็มพื้นที่ ฉะนั้นจึงเป็นตารางที่แสดงค่าผลผลิตที่ได้จากหมู่ไม้ที่มีความหนาแน่นในระดับเฉลี่ย
3. Variable density yield table เป็นตารางผลผลิตที่ใช้ความหนาแน่นของหมู่ไม้ (stand density) เพิ่มเข้ามาเป็นตัวแปรอิสระอีกตัวหนึ่ง และในตารางจะแสดงผลผลิตในแต่ละระดับของจำนวนต้น ไม้

ในการศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตนั้น รวบรวมข้อมูลจากแปลงตัวอย่างที่ครอบคลุมด้านความหนาแน่น ซึ่งตารางผลผลิตอาจสร้างได้จาก Variable density yield table โดยคำนวณจากข้อมูลตัวแปรอิสระ คือ ความเบียดเสียด (อาจจะกำหนดเป็นเชิงปริมาณ เช่น จำนวนต้นต่อหน่วยเนื้อที่) และผลผลิตอาจแสดงในรูปปริมาตร ไม้, พื้นที่หน้าตัด, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงก็ได้

การตัดขยายระยะ

การปลูกสร้างสวนป่าเป็นงานหลักของงานป่าไม้ในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์ทั้งในทางชีววิทยา (biological basis) ในอันที่จะรักษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ไปให้อยู่ในระดับพอเหมาะพอควร และทางเศรษฐศาสตร์ (economic basis) เพื่อผลิตไม้ออกมาให้ได้มากที่สุดภายในเวลา เนื้อที่ และการลงทุนอันจำกัด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว การปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาต่างๆ เช่น การกำจัดวัชพืช การลิดกิ่ง การใส่ปุ๋ย และการตัดขยายระยะ (thinning) เป็นกรรมวิธีอย่างหนึ่งของการตัดไม้ เมื่อโตปานกลาง (intermediate cutting) โดยการลดจำนวนต้นไม้ต่อหน่วยพื้นที่ลง เพื่อปรับปรุงสภาพการเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่ และนำไม้ที่ไม่ได้ออกมาใช้ประโยชน์ก่อนที่จะสูญเสียไป จึงเป็นงานที่ควรกระทำในขั้นตอนต่างๆ กันภายหลังการปลูกต้นไม้ในสวนป่าแล้ว (ชัยรัตน์, 2519)

การตัดขยายระยะมีผลต่อการพัฒนาของต้นไม้ เนื่องจากการตัดขยายระยะช่วยลดการแก่งแย่งของต้นไม้ทั้งทางเรือนยอด และเรือนราก ในทางเรือนรากอาจไม่มีผลมากนักเพราะรากมีการเชื่อมต่อกันได้ ส่วนในทางเรือนยอดนั้นจะปรากฏให้เห็นชัดเจนทั้งนี้เพราะช่องว่างที่เปิดขึ้นทำให้ใบได้รับแสงมากขึ้น ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้นส่งผลให้การเติบโตของต้นไม้เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากได้รับแสงมากขึ้นทำให้อัตราการลิดกิ่งลดลง ค่าอัตราส่วนเรือนยอด หรืออัตราส่วนความสูงของเรือนยอดที่ยังมีชีวิตอยู่กับความสูงทั้งหมดของลำต้น ซึ่งค่าดังกล่าวนี้ใช้เป็นตัวชี้วัดการเติบโตของต้นไม้ได้ (วิสุทธ์, 2526) และการตัดขยายระยะจะเป็นการเปิดช่องว่างให้ลมพัดผ่านหมู่ไม้มากขึ้นทำให้ลำต้น และเรือนยอดเคลื่อนไหวบริเวณโคนต้นจะได้รับ Stress มากที่สุดเพราะเป็นส่วนฐานที่เคลื่อนไหว ในบริเวณนี้จึงขยายใหญ่มากกว่าส่วนอื่นๆ (Jacobs, 1939) ดังนั้นการตัดขยายระยะจึงทำให้ต้นไม้มีความเรียว (taper) มากขึ้น เรณู และคณะ (2546) รายงานว่าประโยชน์ของการตัดขยายระยะสวนป่าไม้สักอายุ 5-6 ปี คือ ลดการสูญเปล่าของไม้สักตัดขยายระยะในช่วงอายุนี้ นอกจากนี้ยังทำให้เกษตรกรผู้ปลูกป่ามีรายได้จุนเจือครอบครัวได้เร็วขึ้น

พิทยา (2520) ได้ศึกษาพบว่า การเติบโตเพิ่มพูนทางด้านปริมาตรของลำต้น และประสิทธิภาพของใบต่อผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของไม้สักในสวนป่าอายุ 14 ปี โดยเปรียบเทียบระหว่างสวนป่าที่ผ่านการตัดขยายระยะในระดับ 45% ของพื้นที่หน้าตัดของลำต้นทั้งหมดไปแล้วเป็นเวลา 6 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด (ลำต้น กิ่ง ใบ) น้อยกว่า สวนป่าที่ไม่มีการตัดขยายระยะ

วิธีการตัดขยายระยะ

วิธีการตัดขยายระยะมี 5 วิธี ดังต่อไปนี้

1. การตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง (low thinning)

วิธีนี้การตัดขยายระยะที่เก่าแก่ที่สุด ซึ่งต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดต่ำจะเป็นต้นที่ถูกคัดเลือกตัดออกก่อนตามลำดับขึ้นไปจนถึงต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดบน กล่าวคือ ต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดเป็น Overtopped หรือ Suppressed จะถูกคัดเลือกตัดออกก่อน เมื่อการตัดกระทำหนักขึ้น พวก Intermediate และ Co dominant ก็จะถูกคัดเลือกตัดออกพวก Dominant บางต้นอาจจะถูกตัดออกด้วย

ถ้าหากการตัดกระทำหนักมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งแบ่งความหนักเบาของการตัดออกเป็น 4 เกรด โดยมีเกรด A กระทำเบาที่สุด จนถึง เกรด D ที่หนักที่สุด การคัดเลือกตัดฟันไม้ออกในแต่ละเกรดจะแตกต่างกันไปตามความรู้สึกของผู้ปฏิบัติแต่ละคน (วิสุทธิ, 2526)

ข้อดีของ Low thinning อยู่ที่การตัดฟันไม้ออก เพราะกระทำได้ง่าย ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของพัฒนาการของต้นไม้ในหมู่ไม้ ผู้ที่มีความชำนาญน้อยก็สามารถใช้วิธีนี้ได้ หากเกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการคัดเลือกไม้ออก ผลเสียหายที่จะเกิดกับหมู่ไม้ก็ไม่ค่อยรุนแรงมากนัก เพราะไม้ Dominant และ Co dominant ซึ่งเป็นไม้ที่มีลักษณะดี ยังคงเหลืออยู่ในหมู่ไม้เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะให้ผลตอบแทนทางการเงินได้น้อยที่สุดจากการนำไม้ที่ถูกตัดออกไปขาย เพราะไม้ที่ถูกตัดออก เป็นไม้ขนาดเล็ก การนำไปใช้ประโยชน์จึงมีจำกัด และอาจจะไม่เป็นที่ต้องการของตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าการตัดขยายระยะครั้งนั้นเป็นการตัดครั้งแรกของหมู่ไม้นั้น (วิสุทธิ, 2526)

2. การตัดขยายระยะไม้ชั้นบน (crown thinning)

วิธีนี้การคัดเลือกเอาต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดปานกลางและลำต้นขนาดปานกลางขึ้นไป ออก เพื่อส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ที่เหลือ ซึ่งเป็นต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดบนเช่นเดียวกับต้นไม้ที่ถูกคัดเลือกตัดออกไป ต้นที่โค่นตัดออกส่วนใหญ่มีชั้นเรือนยอดเป็นพวก Co dominant แต่พวก Dominant และ Intermediate บางต้นที่ไปขัดขวางการเติบโตของต้นไม้ที่ต้องการจะเหลือไว้ก็อาจจะโค่นตัดออกไปด้วย ดังนั้นต้นไม้ที่จะเหลือไว้ภายหลังการตัดขยายระยะโดยวิธีนี้คือต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดเป็น Dominant และ Co dominant บางต้น ผลของการตัดขยายระยะโดยวิธีนี้ที่เกี่ยวกับลักษณะของหมู่ไม้ คือจะทำให้ได้ป่าที่มีสองชั้นเรือนยอด คือพวกเรือนยอดบนเป็นพวก Dominant และ Co dominant ที่ต้องการเหลือไว้ และพวกเรือนยอดต่ำเป็นพวก Overtopped และ Intermediate เป็นชั้นเรือนยอดของต้นไม้ที่มีอายุเท่ากัน ทำให้กิ่งล่างๆ ของต้นไม้ไม่ค่อยจะแห้งตายจึงทำให้การลิดกิ่งตามธรรมชาติของต้นไม้ที่เหลือเป็นไปได้น้อยลง แต่จะทำให้เพิ่ม Live Crown Ratio ให้สูงขึ้น (วิสุทธิ, 2526)

3. การตัดขยายระยะแบบเลือกตัด (selection thinning)

วิธีนี้เป็นการเลือกตัดต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดบนที่เป็น Dominant ออก เพื่อที่จะส่งเสริมการเติบโตของต้นไม้ที่มีเรือนยอดต่างๆ รองลงไป ต้นไม้พวก Overtopped และ Intermediate ซึ่งต้นไม้พวกนี้มีลักษณะไม่ดี มีการเติบโตช้า เป็นต้นที่ต้องการส่งเสริมให้เติบโตจนถึงรอบตัดฟันสุดท้าย ดังนั้นเมื่อพิจารณาทางด้านพันธุกรรมแล้ว Selection thinning จึงไม่เป็นวิธีการที่ดีที่จะใช้กับหมู่ไม้ที่จะมีการสืบพันธุ์ทดแทนตามธรรมชาติ เมื่อครบอายุตัดฟันของมันแล้ว หรือใช้หมู่ไม้นี้เป็นแหล่งเมล็ดเพื่อการสืบพันธุ์ต่อไป ผลดีของการตัดขยายระยะวิธีนี้ จะทำให้ได้รับเงินตอบแทนคืนมาในช่วงก่อนถึงอายุตัดฟันได้มาก และเร็วกว่าวิธีการตัดอื่นแต่ระยะเวลาที่ต้องใช้ในการปลูกต้นไม้จนถึงขนาดตัดฟันจะยาวนานขึ้น และจะทำให้ผลผลิตของไม้ลดลงไม่ว่าจะเป็นในรูปของปริมาตรไม้หรือมวลของไม้ ถ้ายิ่งต้นไม้พวกที่แข็งแรงถูกตัดออกยิ่งมากเพียงไร ผลผลิตก็ยิ่งลดลงมากตามด้วย (วิสุทธิ์, 2526)

4. การตัดขยายระยะเชิงกล (mechanical thinning)

วิธีนี้เป็นการตัดขยายระยะที่พิจารณาระยะห่างระหว่างต้นไม้โดยแทบไม่ได้คำนึงถึงลักษณะชั้นเรือนยอดของต้นไม้เลย การตัดจะกำหนดไว้ให้เป็นระบบ เช่น เลือกตัดแถวเว้นแถว หรือตัดแถวเว้นสองแถว หรือตัดต้นเว้นต้น เป็นต้น การตัดไม้ออกเป็นแถวๆ ทำให้การทำไม้ออกได้ง่าย อันตรายที่ต้นไม้ที่ยังเหลืออยู่จะได้รับก็มีน้อย และอาจใช้ Row thinning ควบคู่กับการตัดวิธีอื่น โดยทำ Row thinning เป็นช่วงๆ เช่น ทุกๆ 7 – 8 แถว โดยหวังที่จะใช้แถวนี้เป็นทางชักลากไม้ที่ถูกตัดออกจึงเหมาะกับป่าปลูกที่มีระยะปลูกแน่นอนและยังมีอายุน้อยที่ยังไม่เคยได้รับการตัดขยายระยะมาก่อนเลย มักจะเป็นพวก Dominant และ Co dominant แทบทั้งสิ้น ข้อเสียอันหนึ่งของ Mechanical thinning ก็คือการทำดินดีๆ บางต้น ต้องถูกคัดเลือกตัดออกไปโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และยังเหลือต้นเลวบางต้นไว้เช่นกัน (วิสุทธิ์, 2526)

5. การตัดขยายระยะเสรี (free thinning)

วิธีนี้เป็นการตัดขยายระยะที่ทำเพื่อช่วยเหลือการเติบโตของต้นไม้ที่ต้องการเหลือไว้ โดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะมีชั้นเรือนยอดเป็นอย่างไร และตำแหน่งที่ขึ้นอยู่จะเป็นอย่างไร และกระทำโดยไม่ได้คำนึงถึงวิธีการตัดวิธีหนึ่งวิธีใด โดยเฉพาะการทำ Free thinning อาจจะนำวิธีการตัดหลาย

วิธีมาประยุกต์รวมกันเป็น Free thinning ครั้งหนึ่งๆ ก็ได้ จึงทำให้การตัดขยายระยะโดยวิธีนี้เหมาะกับป่าที่มีอายุ ความหนาแน่น และองค์ประกอบไม่ค่อยสม่ำเสมอ เช่น ป่าธรรมชาติทั่วไป สวนป่าหรือป่าปลูกซึ่งมีความสม่ำเสมอมาก จึงไม่อาจใช้ Free thinning นี้ได้ (วิสุทธิ์, 2526)

ระยะเวลาในการตัดขยายระยะ

การตัดขยายระยะควรทำทันทีเมื่อต้นไม้เริ่มมีเรือนยอดชิดกัน การตัดขยายระยะกระทำครั้งแรกเมื่อไม้มีอายุ 5-7 ปี และกระทำต่อไปทุกๆ 5 ปี อย่างไรก็ตามไม่ควรกำหนดเวลาแน่นอน เพราะการเติบโตของไม้สักแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น วิธีการ ความหนาแน่นบนดินที่ดี และมีการบำรุงรักษาดี ไม้สักอาจเติบโตอย่างเต็มที่ การตัดขยายระยะครั้งแรกก็ทำเมื่อ ต้นไม้มีอายุ 3-4 ปี สิ่งที่จะชี้บอกว่าควรตัดขยายระยะ เมื่อใดนั้นก็หลายอย่าง เช่น เมื่อเรือนยอดเริ่มชิดกัน หรือเมื่อ Live or Crown Ratio มีค่าต่ำกว่า 30% (ชัยรัตน์, 2519) โดย นฤตย์ และอาษา (2514) กล่าวถึงการตัดขยายระยะ 50% ของพื้นที่หน้าตัดเดิมจะทำให้ไม้สักที่เหลือเติบโตได้ดีที่สุด โดยการเลือกวิธีใดนั้นให้พิจารณาลักษณะของเรือนยอด ลักษณะของลำต้น และระยะห่างระหว่างต้นควบคู่กัน แต่ถ้าการปลูกป่าให้มีระยะปลูกที่เหมาะสมตามอัตราการเติบโตของชนิดพรรณไม้ที่เลือกปลูก และให้เหมาะกับระยะเวลาของอายุรอบตัดฟันก็จะทำให้ไม่ต้องมีการตัดขยายระยะ ซึ่งจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายของการปลูกบำรุงรักษาป่าได้มาก

โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ

การปลูกสร้างสวนป่าของประเทศไทย

กรมป่าไม้ (2540) ได้รายงานตั้งแต่ปี พ.ศ.2449- พ.ศ.2540 ถึงการปลูกสร้างสวนป่าของกรมป่าไม้สามารถแยกประเภทหรือวัตถุประสงค์ของการปลูกสร้างสวนป่าเป็นช่วง ๆ ตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อมได้ดังนี้

1. ช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ.2449 – พ.ศ.2508

การปลูกสร้างสวนป่าตลอดระยะเวลาประมาณ 60 ปี ในช่วงนี้กรมป่าไม้เน้นการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ โดยปลูกไม้ท้องถิ่นที่มีค่าทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญเพื่อทดแทนไม้ซุงที่ทำออกจากป่า

ธรรมชาติ เช่น ปลูกไม้สักในท้องที่ภาคเหนือ ปลูกไม้ประดู่ ไม้แดง ไม้พุง ในท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกไม้ยางนา ไม้ตะเคียนทอง และไม้หลุมพอ ในท้องที่ภาคใต้ เป็นต้น

2. ช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ.2508 – พ.ศ.2518

ประมาณปี พ.ศ.2508 กรมป่าไม้ได้ตระหนักถึงปัญหาความเสื่อมโทรมของพื้นที่ต้นน้ำ จึงได้เริ่มการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อการปรับปรุงพื้นที่ต้นน้ำ โดยปลูกไม้เพื่อปกคลุมพื้นที่สำหรับช่วยในการอนุรักษ์ดิน และน้ำเป็นเป้าประสงค์แรก โดยไม่หวังผลจากเนื้อไม้ที่ปลูกเป็นสำคัญชนิดไม้ที่ปลูกเป็นพวกไม้สน เช่น สนสองใบ และสนสามใบ ตลอดจนไม้โตเร็วที่ไม่ผลัดใบซึ่งมีเรือนยอดกว้าง กิ่งก้านมาก เช่น ไม้กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ พญาเสือโคร่ง ขณะเดียวกันในพื้นที่ราบก็ปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจควบคู่กันไป

3. ช่วงปี พ.ศ.2518 – พ.ศ.2521

ทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลายและเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วทั้งในพื้นที่สูงซึ่งเป็นป่าต้นน้ำลำธาร และในพื้นที่ราบทั้งนี้เนื่องจากประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ต้องการพื้นที่ทำกินเป็นเหตุให้ป่าสงวนแห่งชาติถูกบุกรุกทำลายจนเสื่อมโทรมทั่วประเทศเกินกำลังที่สภาพป่าจะฟื้นคืนเองได้โดยธรรมชาติ รัฐบาลโดยกรมป่าไม้จึงได้เริ่มโครงการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อปรับปรุงป่าสงวนแห่งชาติที่เสื่อมโทรมขึ้น โดยเน้นการปลูกไม้โตเร็วทุกประเภทที่เหมาะสมกับพื้นที่ราบ เพื่อให้ต้นไม้เติบโตขึ้นปกคลุมพื้นที่โดยเร็ว เป็นการยึดพื้นที่คืนจากรายฎที่บุกรุกพื้นที่ป่าสงวนอย่างผิดกฎหมาย ดังนั้นชนิดไม้ที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพวกไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถินณรงค์ ไม้นนทรี และกรมป่าไม้เริ่มตระหนักถึงความสำคัญของราษฎรชนบทต่อการพัฒนาป่าไม้ โดยเริ่มแก้ปัญหาด้วยการจัดหมู่บ้านป่าไม้ขึ้น แต่การปลูกป่ายังคงดำเนินการ โดยรัฐเช่นเดิม

4. ช่วงปี พ.ศ.2521 – พ.ศ.2530

เป็นช่วงที่ทั่วโลกประสบปัญหาวิกฤติด้านพลังงาน การปลูกไม้โตเร็วเพื่อพลังงานควบคู่กันเพื่อการใช้สอย ตลอดจนการปลูกไม้โตเร็วเอนกประสงค์จึงเริ่มขึ้น โดยกรมป่าไม้กำหนดให้ปลูกภายใต้โครงการปลูกป่าชุมชนในท้องที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ

5. ช่วงปี พ.ศ.2530 – พ.ศ.2535

เป็นช่วงของการปลูกป่าเชิงพาณิชย์โดยภาคเอกชนรายใหญ่ทำการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับทำเยื่อ และกระดาษแต่ก็ถูกคัดค้านจากรายธุรกิจหรือองค์กรเอกชนอย่างรุนแรงทั้งนี้เนื่องจากภาคเอกชนมุ่งเน้นเฉพาะผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของตนเพียงฝ่ายเดียวเป็นหลัก โดยมีได้คำนึงถึงชีวิตความเป็นอยู่ของราษฎรในท้องถิ่นแต่อย่างใด ในช่วงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจของกรมป่าไม้ เพื่อปรับโครงสร้างการเกษตร และ โครงการพัฒนาป่าชุมชน

6. ช่วงปี พ.ศ.2536 – พ.ศ.2540

กรมป่าไม้เน้นการปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่เฉพาะแต่เพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร แต่มีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในมุมกว้าง ทั้งในแง่ของการปรับปรุงสภาพภูมิอากาศ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนการลดปริมาณมลพิษในอากาศ เป็นต้น ดังนั้นพื้นที่ปลูกป่าจึงครอบคลุมอยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ทั้งหมด สำหรับการปลูกป่าเพื่อเศรษฐกิจ และใช้สอยจะเน้นให้เอกชนรายย่อยหรือราษฎรปลูกในพื้นที่กรรมสิทธิ์ภาครัฐจะเน้นการปลูกป่าในเชิงอนุรักษ์เป็นสำคัญ

สุเทพ (2544) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจในพื้นที่รอบศูนย์เพาะชำกล้าไม้ที่ 1 จังหวัดมหาสารคาม พบว่า ความรู้ความสามารถของเกษตรกรเป็นปัจจัยเดียวที่มีผลต่อคุณภาพของต้นไม้ การมีแรงงานและความรับผิดชอบของเกษตรกรมีผลต่อการจัดการสวนป่า และขนาดพื้นที่ถือครองที่ดินความสนใจในโครงการ การสนับสนุนกล้าไม้จากราชการ และความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นผู้นำในการปลูกป่า

โครงการของกรมป่าไม้ที่เกี่ยวกับการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ

กรมป่าไม้ (2539) รายงานไว้ว่า ในการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจภาคเอกชนนั้นกรมป่าไม้ได้ดำเนินการตามนโยบายที่สำคัญของรัฐบาล โดยได้กำหนดให้มีโครงการต่างๆ 3 โครงการ ดังนี้

1. โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสทรงครองราชย์ปีที่ 50 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อชักชวนให้ภาคเอกชน และประชาชนทุกหมู่เหล่า ร่วมกันปลูกป่าในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่เสื่อมโทรมจำนวน 5 ล้านไร่ ภายใน 3 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ.2537-2539) รวมทั้งการปลูกป่าในเขตเมือง ที่สาธารณะประโยชน์ สองข้างถนน สองฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง สถานที่ราชการ และพื้นที่อื่น ๆ เพื่อถวายเป็นราชสักการะแด่องค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เนื่องในวโรกาสทรงครองราชย์ปีที่ 50

2. โครงการปรับโครงสร้าง และระบบการผลิตการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการปลูกไม้โตเร็ว เพื่อลดพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และพื้นที่นาข้าวที่ไม่เหมาะสม ระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ.2537-2539) เป้าหมาย 430,000 ไร่ โดยรัฐสนับสนุนปัจจัยการผลิต ได้แก่ ก๊าซปุ๋ยไร่ละ 440 กิโลกรัม ปุ๋ยไร่ละ 20 กิโลกรัม และจัดหาสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำจากธนาคารเพื่อการเกษตร และสหกรณ์ให้กับเกษตรกรในอัตราร้อยละ 5 ต่อปี

3. โครงการส่งเสริมเกษตรกรปลูกป่าหรือโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจในที่ดินกรรมสิทธิ์ และพื้นที่ที่มีสิทธิครอบครองตามกฎหมาย เป้าหมาย 5 ล้านไร่ ในเวลา 5 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ.2537-2541) โดยรัฐบาลสนับสนุนด้านเงินทุนให้เปล่าแก่เกษตรกรในอัตราไร่ละ 3,000 บาท แบ่งจ่ายในระยะเวลา 5 ปี โดยปีแรก 800 บาท/ไร่ และลดลงปีละ 100 บาท/ไร่ จนปีสุดท้ายเหลือ 400 บาท/ไร่

สวัสดิ์ (2543) ได้ศึกษาพบว่า โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจจะสัมฤทธิ์ผลเพียงใด ขึ้นอยู่กับ การได้รับการประชาสัมพันธ์จากหน่วยงานของรัฐ การได้รับการชักชวนจากญาติพี่น้อง หรือเพื่อนบ้าน จำนวนพื้นที่ดินที่ถือครอง และจิตสำนึกของความเป็นเจ้าของสวนป่าของเกษตรกร

วัตถุประสงค์ของโครงการ

กรมป่าไม้ในฐานะผู้รับผิดชอบโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจได้กำหนด วัตถุประสงค์ของโครงการ (กรมป่าไม้, 2542) ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกป่าไม้เศรษฐกิจในพื้นที่ดินกรรมสิทธิ์ และสิทธิครอบครอง

2. เพื่อสนองความต้องการใช้ไม้เศรษฐกิจในประเทศในระยะยาวให้เพียงพอ
3. เพื่อสร้างงานและอาชีพที่มั่นคงแก่ราษฎรให้มีสภาพความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น
4. เพื่อลดการบุกรุกทำลายป่า

วิธีดำเนินการ

กรมป่าไม้ (2542) ได้ให้แนวทางการดำเนินโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ภาคเอกชนและเกษตรกรปลูกไม้เศรษฐกิจที่ตลาดมีความต้องการสูง รอบอายุการตัดฟันไม่ยาวนาน เช่น สัก ประดู่ สะเดาเทียม เป็นต้น
2. ดำเนินการในที่ดินกรรมสิทธิ์ ได้แก่ ที่ดินที่มีโฉนด ที่ดินในเขตปฏิรูปที่ดิน ที่ดินในเขตนิคมสร้างตนเอง หรือนิคมสหกรณ์ ข้อพิพาท (2542) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการทำสวนป่าเอกชนในอำเภอ สดึก จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าขนาดพื้นที่ถือครองโดยเฉพาะพื้นที่ว่างของเอกชนให้ความสนใจที่จะร่วมโครงการปลูกสวนป่าที่รัฐให้การสนับสนุนด้านการเงิน และยังเอื้อประโยชน์ทางด้านกฎหมาย
3. ในการดำเนินการรัฐจะให้การช่วยเหลือเป็นเงินลงทุนเพื่อการปลูกป่าแบบให้เปล่าไร่ละ 3,000 บาท โดยแบ่งจ่ายเป็น 5 ปี คือปีละ 800 บาท 700 บาท 600 บาท 500 บาท และ 400 บาทต่อไร่ตามลำดับ สำหรับเกษตรกรที่ปลูกไม้ตั้งแต่ 2 – 100 ไร่
4. รัฐเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีการปลูกสวนป่า การจัดการสวนป่า ศึกษาการตลาดไม้ การแปรรูปไม้ – ผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการพัฒนาพันธุ์ ถ่ายทอดให้แก่เกษตรกร และผู้ลงทุนอุตสาหกรรมไม้
5. ส่งเสริมให้มีองค์กรเกษตรกรในรูปสหกรณ์ผู้ปลูกสวนป่าภาคเอกชน

การดำเนินโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจในท้องที่จังหวัดนครสวรรค์

ตั้งแต่เริ่มโครงการในปีงบประมาณ 2537 ถึงปีงบประมาณ 2539 กรมป่าไม้ได้ดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรทั่วประเทศเข้ามามีส่วนร่วมในการปลูกป่าทั้งสิ้น 139,049 ราย คิดเป็นเนื้อที่ 2,077,009.63 ไร่ ซึ่งในจำนวนนี้มีเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการขอยกเลิกโครงการก่อนกำหนดจำนวน 21,968 ราย คิดเป็นเนื้อที่ 305,994 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 14.73 ของพื้นที่ปลูกป่าทั้งหมด (โครงการพัฒนาป่าชุมชน, 2536) ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ได้เริ่มดำเนินงานตามโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2537 จนถึงปีงบประมาณ 2542 มีผู้เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้นจำนวน 1,459 ราย คิดเป็นพื้นที่ปลูกป่าทั้งสิ้น 25,492.75 ไร่ สำหรับพื้นที่อำเภอตากฟ้ามีผู้เข้าร่วมโครงการปีพ.ศ.2537 จำนวน 177 ราย คิดพื้นที่ปลูกป่าทั้งสิ้น 2,623 ไร่ (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครสวรรค์, 2537)

ลักษณะพื้นที่และภูมิอากาศ

การศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าสัก ภายใต้โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ ในท้องที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งสภาพพื้นที่มีความลาดชัน 0-5 เปอร์เซ็นต์ (พื้นที่ลูกคลื่นลาดเล็กน้อย) ความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 250-300 เมตร พื้นดินส่วนใหญ่จะเป็นเนินดิน ที่เกิดจากการสลายตัวของหินต่างๆ เช่น หินปูน หินบะซอลท์ หินแอนดิไซต์ หินทราย และหินแกรนิต ดินที่พบจะเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี หรือดีปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) มีลักษณะภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้าเมืองร้อน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,111 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 28.1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 74 เปอร์เซ็นต์ (กรมป่าไม้, 2546)



ภาพที่ 2 แผนที่ตำแหน่งพื้นที่ศึกษาอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

ที่มา: กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศ และการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดนครสวรรค์ (ม.ป.ป.)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่
2. เทปวัดระยะ
3. สายวัด
4. Global Positioning System: GPS
5. เลื่อยตัดไม้
6. กระจายทราย
7. เครื่องตัดไม้
8. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
9. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

1. การเลือกพื้นที่และวางแผนตัวอย่าง

การศึกษาได้ดำเนินการในท้องที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ในโครงการส่งเสริมเกษตรกรปลูกไม้เศรษฐกิจ ปี พ.ศ.2536 ทำการเลือกสวนป่าไม้สักที่ปลูกปี พ.ศ.2537 - พ.ศ.2548 ไม้สักอายุได้ 11 ปี ซึ่งเป็นสวนป่าที่ได้รับการส่งเสริมในปีแรก แปลงตัวอย่างที่เลือกทั้งหมดมีลักษณะดังนี้ มีระยะการปลูก 2x2 เมตร และเป็นแปลงที่มีช่วงเวลาการตัดขยายระยะมาแล้ว 2 ปี (ปี พ.ศ. 2546) ทำการวางแผนทดลองขนาด 40x40 เมตร จำนวน 10 แปลงในสวนสักอายุ 11 ปี จำนวน 5 สวน แบ่งเป็นพื้นที่ทำการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง (low thinning) จำนวน 5 แปลง และไม่มีการตัดขยายระยะจำนวน 5 แปลง

2. การเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง

ในแปลงตัวอย่างชั่วคราวขนาด 40x40 เมตร แต่ละแปลงที่เลือกไว้จำนวน 10 แปลง คือแปลงที่ทำการตัดขยายระยะมาแล้วเป็นเวลา 2 ปี และแปลงที่มีอายุเท่ากันแต่ไม่มีการตัดขยายระยะอย่างละ 5 แปลง ได้มีการเก็บข้อมูลเป็นขั้นตอน ดังนี้

2.1 บันทึกข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่สำรวจ เช่น การป้องกันไฟ การดูแลรักษา การกำจัดวัชพืช การระบาดของโรคและแมลง ลักษณะของดิน และการระบายน้ำ

2.2 สำรวจนับไม้ทุกต้นในทุกแปลงวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกที่ระดับ 1.30 เมตร (D)

2.3 จัดขนาดเส้นรอบวงเพียงอกของแต่ละแปลงออกเป็น 5 กลุ่ม โดยสุ่มเลือกต้นไม้สักแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) จากแต่ละชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกชั้นละ 1 ต้นตามหลักฐานนิยม โดยเลือกต้นไม้ที่มีขนาดความถี่สูงสุดเป็นตัวแทนเพื่อหาค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นขนาดที่ได้จำแนกไว้แล้ว เพื่อให้ได้ต้นไม้ตัวอย่างที่มีการกระจายของขนาดและเป็นตัวแทนของต้นไม้ทั้งหมดในแปลงอย่างเหมาะสมจำนวน 10 ต้น

2.4 เลือกสวนสัก 1 สวน เพื่อเป็นแปลงตัวแทนที่ตัดและไม่ตัดขยายระยะอย่างละ 1 แปลงทำการตัดไม้สักตัวอย่างที่เลือกไว้ในข้อ 2.3 แล้ววัดขนาดต่างๆ ของไม้สักตัวอย่างที่ตัดลง โดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนต้นชิดดินที่ระดับ 30 เซนติเมตร (D_0) และระดับ 1.30 เมตร (D) แล้ววัดความสูงทั้งหมด (Ht) และความสูงถึงระดับที่เป็นสินค้าได้ 10 เซนติเมตร (Hc) ซึ่งเป็นขนาดต่ำสุดที่มีการซื้อขายในปัจจุบัน

2.5 ทำการตัดแวนไม้ตามขวางของท่อนไม้ที่ระดับ 1.30 เมตร จากไม้สักตัวอย่างทั้งหมดมาส่งกองลี้จตุรกรรมเพื่อนับจำนวนวงปีถือเป็นการวิเคราะห์ทางกายวิภาค จัดทำแผน โครงร่างข้อมูลจากการตรวจวัดระยะห่างวงปีเพื่อการจัดลายไม้แล้วนำมาเปรียบเทียบระยะเวลากับการเติบโตของไม้จากแปลงการตัดขยายระยะ และไม่ตัดขยายระยะ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหา อัตราการรอดตาย จากสมการ

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ที่เหลือ}}{\text{จำนวนต้นไม้ที่เริ่มปลูก}} \times 100$$

2. คำนวณหาความหนาแน่นต่อพื้นที่

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้}}{\text{พื้นที่ (ไร่)}}$$

3. การวิเคราะห์ปริมาตรไม้รายต้น

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ปริมาตรไม้รายต้น นำมาวิเคราะห์ดังนี้

3.1 การคำนวณปริมาตรไม้ตัวอย่าง คำนวณโดยใช้สูตร Smalian คำนวณไม้ท่อนสั้น เนื่องจากการคำนวณไม้ท่อนยาวนั้นอาจจะคลาดเคลื่อนจากความจริง ทั้งนี้เพราะความเปลี่ยนแปลงของความเรียวจากลำต้นตั้งแต่โคนจนถึงจุดที่ทำสินค้าได้ ดังนั้น เพื่อให้การคำนวณปริมาตรในเบื้องต้นนี้มีความถูกต้องสูงสุด (maximum likelihood) จึงต้องคำนวณด้วยท่อนสั้นๆ ไม้แต่ละต้นจึงถูกแบ่งย่อยออกมายาวท่อนละ 1 เมตร จำนวนหลายท่อน แล้วรวมเป็นปริมาตรไม้ทั้งต้นอีกครั้ง หนึ่ง อนึ่งการนำสูตร Smalian มาคำนวณไม้ท่อนสั้นๆ นั้นจะทำให้ปริมาตรไม้ใกล้เคียงกับปริมาตรทรงกระบอกมากที่สุด ดังนี้

3.1.1 ปริมาตรทรงกระบอก (cylinder)

$$V_c = B \times L$$

$$V_c = \text{ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)}$$

$$B = \text{พื้นที่หน้าตัดวงกลม (ตารางเมตร)}$$

$$L = \text{ความยาว (เมตร)}$$

3.1.2 สูตร Smalian

$$V_s = \left(\frac{B+b}{2}\right) \times L$$

B = พื้นที่หน้าตัดที่โคนท่อน (ตารางเมตร)

b = พื้นที่หน้าตัดที่ปลายท่อน (ตารางเมตร)

L = ความยาว (เมตร)

V_s = ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)

3.1.3 การคำนวณปริมาตรไม้ในแปลงตัวอย่าง (sample plot) โดยนำข้อมูลปริมาตรไม้ทั้งต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด

4. การวิเคราะห์ผลผลิต (yield)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลผลิต (yield) นำมาคำนวณหาปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าทุกต้นในแต่ละแปลงตัวอย่าง โดยใช้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาตรไม้รายต้น (tree volume)

ปริมาตรต่อแปลง คือ ผลรวมของปริมาตรไม้ทุกต้น ทุกแปลงที่มีการตัดขยายระยะ และทุกแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะแบ่งเป็นปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ทั้งหมดในแปลงคิดเทียบเป็นผลผลิตต่อไร่ พร้อมทั้งคำนวณค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ค่าเฉลี่ยของความสูงทั้งหมด และที่เป็นสินค้าได้ของไม้

ข้อมูลทั้งหมดที่ได้ คือ ผลผลิตต่อไร่เป็นปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้, ปริมาตรไม้ทั้งหมด, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย, ความสูงทั้งหมดเฉลี่ย และความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้เฉลี่ย

5. การวิเคราะห์การเติบโตจากวงปี

วิธีการวิเคราะห์ห่วงปี

5.1 การวางรัศมี

หาจุดศูนย์กลางของตอ (pith) ให้ได้ และลากเส้นรัศมี 4 เส้น ให้เส้นรัศมีทั้งสี่มีความยาวเท่ากันหรือใกล้เคียงกับสองเท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของตอ และเส้นรัศมีแต่ละเส้นให้วางห่างกันเท่าที่จะทำได้ คือพยายามให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน

5.2 การนับจำนวนวงปี

5.1.2 ให้ปักเข็มหมุดที่จุดศูนย์กลางของตอ 1 อัน

5.2.2 นับวงปีออกไปตามเส้นรัศมีจนครบ 10 วง ให้ปักเข็มหมุดไว้ 1 อัน

5.2.3 ทุก ๆ 10 วงปี เรียกว่าทศวรรษ

5.2.4 เศษของทศวรรษสุดท้ายให้นับและหมายเหตุเอาไว้

5.2.5 วัดระยะตามเส้นรัศมีทุก ๆ วงปี และบันทึกค่าไว้

ข้อมูลที่ได้จากวงปีสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านการเติบโตในแต่ละปีได้ ซึ่งจะบอกได้ถึงสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปของพื้นที่นั้นได้

6. การวิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านการเติบโตและผลผลิตของต้นสักตัวอย่างระหว่างในแปลงที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ โดยใช้ Paired Samples T-test

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่สวนป่าสักทั้ง 5 สวน

สภาพโดยรวมของสวนสักที่ 1 พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5 % อยู่ติดภูเขา เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาลปนแดง มีการจัดการ คือเจาะน้ำบาดาลเพื่อผันน้ำขึ้นไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำเพื่อใช้ในการรดกล้าสักในระยะ 5 ปี แรกที่ปลูก มีการปรับหน้าดิน การกำจัดวัชพืช ไล่ปุ๋ย ปลูกซ่อม ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง

สภาพโดยรวมของสวนสักที่ 2 พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5 % อยู่ติดภูเขา เป็นดินเหนียว ดินมีสีดำ มีการจัดการ คือเจาะน้ำบาดาลเพื่อผันน้ำขึ้นมารดกล้าสัก ในระยะ 3 ปี แรกที่ปลูก มีการปรับหน้าดิน การกำจัดวัชพืช ไล่ปุ๋ย ปลูกซ่อม ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง

สภาพโดยรวมของสวนสักที่ 3 พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5 % เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินสีน้ำตาลเข้ม มีการแบ่งพื้นที่เพื่อปลูกสวนไผ่ มีการจัดการ คือในระยะ 3 ปี แรกที่ปลูก มีการปรับหน้าดิน การกำจัดวัชพืช ไล่ปุ๋ย ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง

สภาพโดยรวมของสวนสักที่ 4 พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5 % เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินสีน้ำตาลปนแดง ล้อมรอบด้วยพื้นที่ทางการเกษตร มีการจัดการ คือ ระยะ 2 ปี แรกที่ปลูก มีการปรับหน้าดิน การกำจัดวัชพืช ไล่ปุ๋ย ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง

สภาพโดยรวมของสวนสักที่ 5 พื้นที่ราบ เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินสีเข้มของสีน้ำตาล ล้อมรอบด้วยพื้นที่ทางการเกษตร มีการจัดการ คือ ระยะ 2 ปี แรกที่ปลูก มีการปรับหน้าดิน การกำจัดวัชพืช ไล่ปุ๋ย ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง

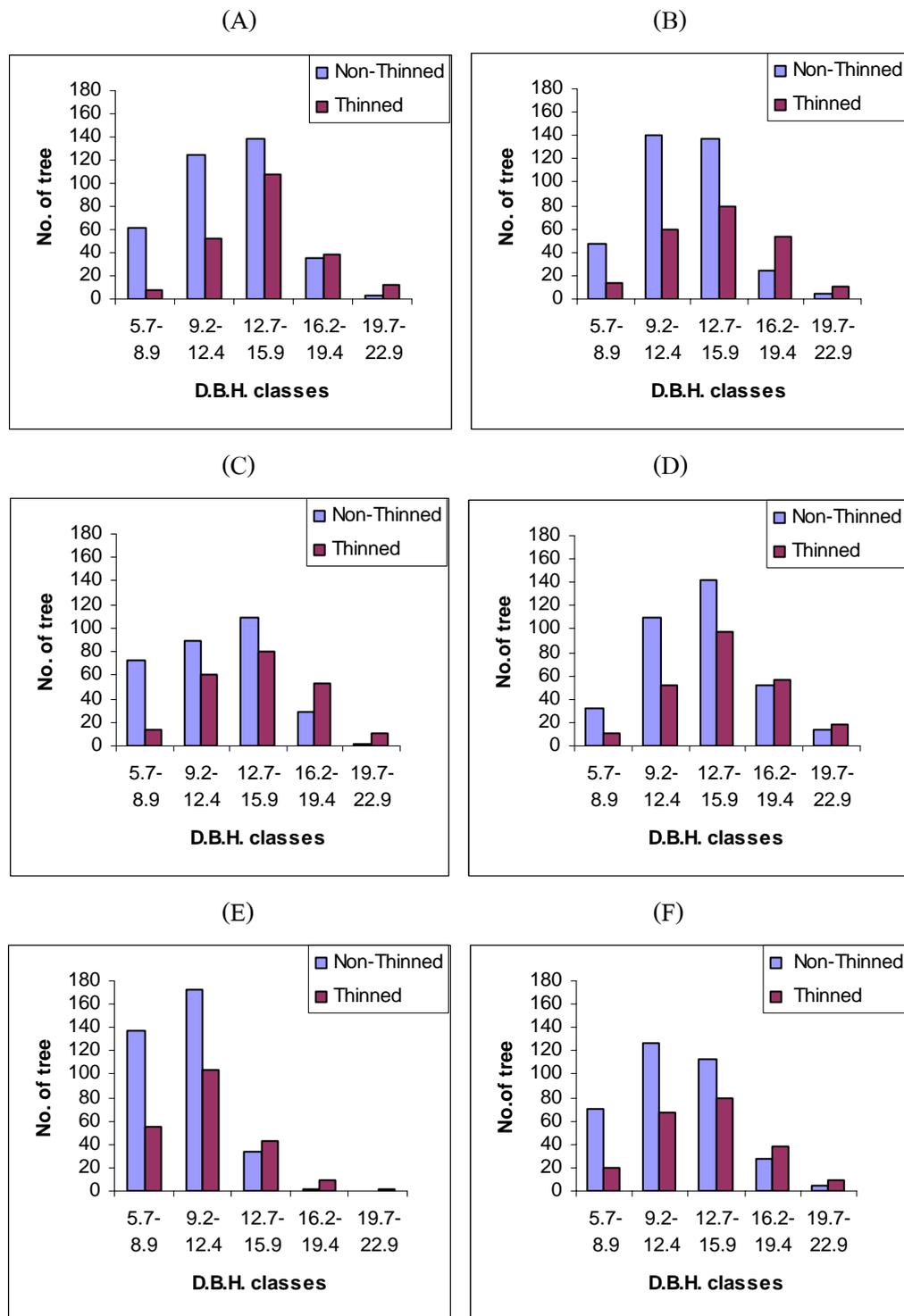
2. ความหนาแน่น และอัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายและความหนาแน่นของไม้สัก ในทั้ง 5 สวน ที่ไม่มีการตัดขยายระยะมีค่าระหว่าง 75.75 – 90.75% หรือคิดเป็นความหนาแน่นระหว่าง 303 – 363 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่มีการตัดขยายระยะพบว่า มีอัตราการรอดตาย 51.50 – 58.75 % หรือคิดเป็นไม้ที่ถูกตัดขยายระยะ 24.25 – 36.25 % เมื่อมีการตัดขยายระยะพบว่า ทั้ง 5 แปลงมีการตัดขยายระยะประมาณ 24.25 – 36.25 % หรือคิดเป็นความหนาแน่น 97 – 145 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนสวนสักแปลงที่ 3 มีอัตราการรอดตายน้อยที่สุด 75.75 % หรือมีความหนาแน่น 303 ต้นต่อไร่ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลอัตราการรอดตายและความหนาแน่นของสวนสัก 5 แห่ง

Plot No.	Survival rate (%)		Stand density (tree/rai)		Thinned Trees (%)	No. of Thinned trees
	Thinned	Non-Thinned	Thinned	Non-Thinned		
1.	54.50	90.75	218	363	36.25	145
2.	54.00	88.88	216	355	34.88	139
3.	51.50	75.75	206	303	24.25	97
4.	58.75	87.50	235	350	28.75	115
5.	53.25	86.50	213	346	33.25	133
Average	54.40	85.88	217	343	31.48	126

เมื่อพิจารณาถึงชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 3 พบว่าส่วนใหญ่การตัดขยายระยะได้ตัดเฉพาะไม้ชั้นล่าง โดยไม้ที่ถูกตัดขยายระยะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกระหว่าง 5.7 – 22.9 เซนติเมตร ซึ่งวิธีนี้เรียกว่าการตัดขยายระยะแบบ Low Thinning



ภาพที่ 3 การกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของแปลงไม้สักที่ไม่ตัดขยายระยะและตัดขยายระยะ A) สวนสักที่ 1 B) สวนสักที่ 2 C) สวนสักที่ 3
D) สวนสักที่ 4 E) สวนสักที่ 5 F) เฉลี่ยทุกสวน

3. การเติบโตและผลผลิต

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ตลอดจนปริมาตรทั้งหมด และปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ ซึ่งจำเป็นต้องประมาณค่าโดยใช้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก หาสมการความสูง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาตรรายต้น

การคำนวณปริมาตรไม้ในแปลงตัวอย่าง (sample plot) โดยนำข้อมูลปริมาตรไม้ทั้งต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด โดยใช้รูปแบบสมการทั้งหมด 9 models (Spurr, 1952) ดังนี้

Model 1	$V = a + b D^2 + c D^2 H + d H^2$
Model 2	$V = a + b D + c DH + d D^2 + e H + f D^2 H$
Model 3	$V = a + b D + c DH + d D^2 + e D^2 H$
Model 4	$V = a + b D^2 + c H + d D^2 H$
Model 5	$V = a + b D^2 H$
Model 6	$V = a + b D + c D^2$
Model 7	$\log V = a + b \log D + c \log H$
Model 8	$\log V = a + b \log D^2 H$
Model 9	$\log V = a + b \log D$

โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ตามตารางภาคผนวกที่ 5, 6, 7 และ 8 ซึ่งผลการวิเคราะห์ Regression analysis ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ

นำข้อมูล คือ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูงทั้งหมด จากตารางภาคผนวกที่ 5, 6, 7 และ 8 มาแทนค่าใน Model ทั้ง 9 Model ต่อจากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจงสองทาง (two - way classification) ของปริมาตรไม้ที่ได้จากการแทนค่าใน Model ทั้ง 9 Models กับปริมาตรที่ได้จากการใช้สูตร Smalian ดังตารางในภาคผนวกที่ 1, 2, 3 และ 4

ดังนั้น สมการที่เหมาะสมที่จะใช้ในการประมาณปริมาตรไม้สักรายต้นในการศึกษาครั้งนี้ โดยพิจารณาจากค่า F (F-Value), Coefficient of determination (R^2) ประกอบในการเลือก

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรทั้งหมด (V_t) กับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงทั้งหมด (Ht) ของไม้สัก ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ

Model	Regression equation	R^2	F-Value
1.	$V_t = 0.03348 - 0.00222 D^2 + 0.00014 D^2 Ht + 0.00036 Ht^2$	1.000	1654.0
2.	$V_t = 0.00719 - 0.03446 D + 0.02291 Ht + 0.00008 D^2 Ht$	0.999	551.7
3.	$V_t = -0.21214 - 0.04870 D + 0.00221 DHt + 0.00003 D^2 Ht$	1.000	4015.7
4.	$V_t = -0.02217 - 0.00237 D^2 + 0.00927 Ht + 0.00015 D^2 Ht$	1.000	1111.2
5.	$V_t = -0.01265 + 0.00004 D^2 Ht$	0.998	1794.2
6.	$V_t = 0.03446 - 0.01232 D + 0.00133 D^2$	0.998	446.3
7.	$\log V_t = -4.64898 + 2.32775 \log D + 0.89504 \log Ht$	0.990	833.0
8.	$\log V_t = -4.75224 + 1.10203 \log D^2 Ht$	0.955	2453.1
9.	$\log V_t = -4.201082 + 2.86114 \log D$	0.998	1851.4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ทำเป็นสินค้าได้ (V_c) กับ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ (H_c) ของไม้สัก ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ

Model	Regression equation	R^2	F-Value
1.	$V_c = -0.01294 + 0.00019 D^2 + 0.00004 D^2 H_c + 0.00008 H_c^2$	1.000	74707.2
2.	$V_c = -0.02767 + 0.00336 D - 0.00003 H_c + 0.00005 D^2 H_c$	1.000	244551.7
3.	$V_c = -0.02783 + 0.00338 D - 0.00001 D H_c + 0.00005 D^2 H_c$	1.000	253911.8
4.	$V_c = -0.01503 + 0.00016 D^2 + 0.00046 H_c + 0.00004 D^2 H_c$	1.000	753911.8
5.	$V_c = 0.00788 + 0.00005 D^2 H_c$	0.999	4649.7
6.	$V_c = 0.10018 - 0.02938 D + 0.00204 D^2$	0.998	658.9
7.	$\log V_c = -4.15447 + 2.13942 \log D + 0.75513 \log H_c$	1.000	27032.3
8.	$\log V_c = -3.75161 + 0.85991 \log D^2 H_c$	1.000	7778.6
9.	$\log V_c = -6.93964 + 5.05937 \log D$	0.982	166.2

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรทั้งหมด (V_t) กับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงทั้งหมด (H_t) ของไม้สัก ในแปลงที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ

Model	Regression equation	R^2	F-Value
1.	$V_t = -0.03189 + 0.00001 D^2 H_t + 0.00071 H_t^2$	0.991	110.0
2.	$V_t = 0.02217 + 0.02586 D - 0.023880 H_t$ $+ 0.000002 D^2 H_t$	0.993	48.8
3.	$V_t = -0.04865 + 0.00849 D + 0.00001 D^2 H_t$	0.993	139.5
4.	$V_t = -0.08151 + 0.01144 H_t + 0.00002 D^2 H_t$	0.992	131.8
5.	$V_t = 0.01298 + 0.00003 D^2 H_t$	0.978	133.9
6.	$V_t = -0.04022 + 0.00591 D + 0.00030 D^2$	0.993	134.8
7.	$\log V_t = -7.46548 - 3.41348 \log D + 9.57657 \log H_t$	0.968	30.1
8.	$\log V_t = -4.20705 + 0.94883 \log D^2 H_t$	0.966	86.3
9.	$\log V_t = -3.84825 + 2.48134 \log D t$	0.966	85.4

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ทำเป็นสินค้าได้ (Vc) กับ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (D) และความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ (Hc) ของไม้สัก ในแปลงที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ

Model	Regression equation	R ²	F-Value
1.	$V_c = -0.10088 + 0.00173 D^2 - 0.00009 D^2 H_c - 0.00059 H_c^2$	1.000	-
2.	$V_c = -0.34754 + 0.04984 D - 0.02628 H_c - 0.00005 D^2 H_c$	1.000	-
3.	$V_c = -0.32011 + 0.04295 D - 0.00239 D H_c + 0.00003 D^2 H_c$	1.000	-
4.	$V_c = -0.10657 + 0.00202 D^2 - 0.00565 H_c - 0.00012 D^2 H_c$	1.000	-
5.	$V_c = 0.01549 + 0.00005 D^2 H_c$	0.991	219.0
6.	$V_c = -0.17870 + 0.05881 D - 0.00074 D^2$	0.995	101.9
7.	$\log V_c = -3.80739 - 2.10584 \log D + 0.35388 \log H_c$	0.994	76.6
8.	$\log V_c = -3.45325 + 0.754362 \log D^2 H_c$	0.991	230.2
9.	$\log V_c = -4.11028 + 2.62637 \log D$	0.992	243.7

จะเห็นได้ว่าทุกความสัมพันธ์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของปริมาณจากค่า $D^2 H$ โดยเลือกสมการที่ 8 ได้มีการศึกษา โดยนักวิจัยหลายท่าน เช่น เกรียงศักดิ์ (2533), จักรพล (2528) และจิระพงษ์ (2538) ดังนั้นจึงแสดงสมการที่ใช้คำนวณปริมาณไม้สักรายต้นที่ได้ในรูปแบบ $\log V = \log a + b \log D^2 H$ หรือ $V = aD^b$ ดังนี้

แปลงที่ตัดขยายระยะ

$$V_t = 0.00001 (D^2 Ht)^{1.10203} \quad (r^2 = 0.955) \quad \dots (1)$$

$$V_c = 0.00017 (D^2 Hc)^{0.85991} \quad (r^2 = 1.000) \quad \dots (2)$$

แปลงที่ไม่ตัดขยายระยะ

$$V_t = 0.00006 (D^2 Ht)^{0.94883} \quad (r^2 = 0.966) \quad \dots (3)$$

$$V_c = 0.00035 (D^2 Hc)^{0.75362} \quad (r^2 = 0.991) \quad \dots (4)$$

ทำการหาความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก กับ ความสูงทั้งต้นและที่ทำเป็นสินค้าได้ จากตาราง 3-6 ในรูป ความสัมพันธ์ $D = aH^b$ ในแปลงสักที่มีการตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะได้สมการความสูงทั้งหมด 4 สมการ ดังนี้

แปลงที่ตัดขยายระยะ

$$D = 3.16745 (Ht)^{0.59594} \quad (r^2 = 0.988) \quad \dots (1)$$

$$D = 0.00020 (Hc)^{3.86681} \quad (r^2 = 0.932) \quad \dots (2)$$

แปลงที่ไม่ตัดขยายระยะ

$$D = 2.38600 (Ht)^{0.61560} \quad (r^2 = 1.000) \quad \dots (3)$$

$$D = 0.13934 (Hc)^{1.47093} \quad (r^2 = 0.979) \quad \dots (4)$$

4. การเติบโต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลผลิต (yield) นำมาคำนวณหาปริมาตรทั้งหมดได้กับความสูงทั้งหมดและที่ทำเป็นสินค้า ในแปลงสวนสักทุกแปลงที่ทำการตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ โดยใช้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาตร และความสูงไม้รายต้นต่อแปลง ดังแสดงในตารางที่ 7

ซึ่งพบว่า เมื่อนำค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกรายต้นในสวนสักทุกแปลงแทนค่าใน Model 8 ได้ค่าเฉลี่ยของสวนสักทั้ง 5 สวน ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 13.24 เซนติเมตร ความสูงไม้ทั้งหมด 14.67 เมตร และที่ทำเป็นสินค้าได้ 6.26 เมตร ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ต่อไร่ 21.19 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ มากกว่าแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 11.54 เซนติเมตร ความสูงไม้ทั้งหมด 10.69 เมตร และที่ทำเป็นสินค้าได้ 5.20 เมตร ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ต่อไร่ 16.86 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แต่ค่าปริมาตรไม้ทั้งหมดต่อไร่ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะ 27.07 ลูกบาศก์เมตร น้อยกว่าแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะ 32.18 ลูกบาศก์เมตร โดยข้อมูลผลผลิตที่ได้เป็นข้อมูลผลผลิตต้นสักอายุ 11 ปี

ตารางที่ 7 ข้อมูลผลผลิตของไม้สักในสวนป่าเอกชนอำเภอตากฟ้า

Plot No.	Thinning					Non - Thinning				
	Ave.	Ave.	Ave.	Total	Mer.	Ave.	Ave.	Ave.	Total	Mer.
	D.B.H.	tree H.	Mer. H.	Volume	Volume	D.B.H.	tree H.	Mer. H.	Volume	Volume
	(cm.)	(m.)	(m.)	(m ³ /rai)	(m ³ /rai)	(cm.)	(m.)	(m.)	(m ³ /rai)	(m ³ /rai)
1.	14.16	15.32	7.04	29.66	23.83	12.22	11.09	5.63	25.57	13.47
2.	13.35	14.76	5.98	25.73	19.34	11.48	10.66	5.15	35.97	18.81
3.	13.37	14.77	6.11	24.80	19.24	11.26	10.50	5.05	30.55	16.02
4.	14.01	15.13	6.87	31.13	25.18	12.63	11.32	5.91	43.77	23.17
5.	11.29	13.35	5.31	24.05	18.36	10.12	9.88	4.26	25.06	12.86
Ave.	13.24	14.67	6.26	27.07	21.19	11.54	10.69	5.20	32.18	16.86

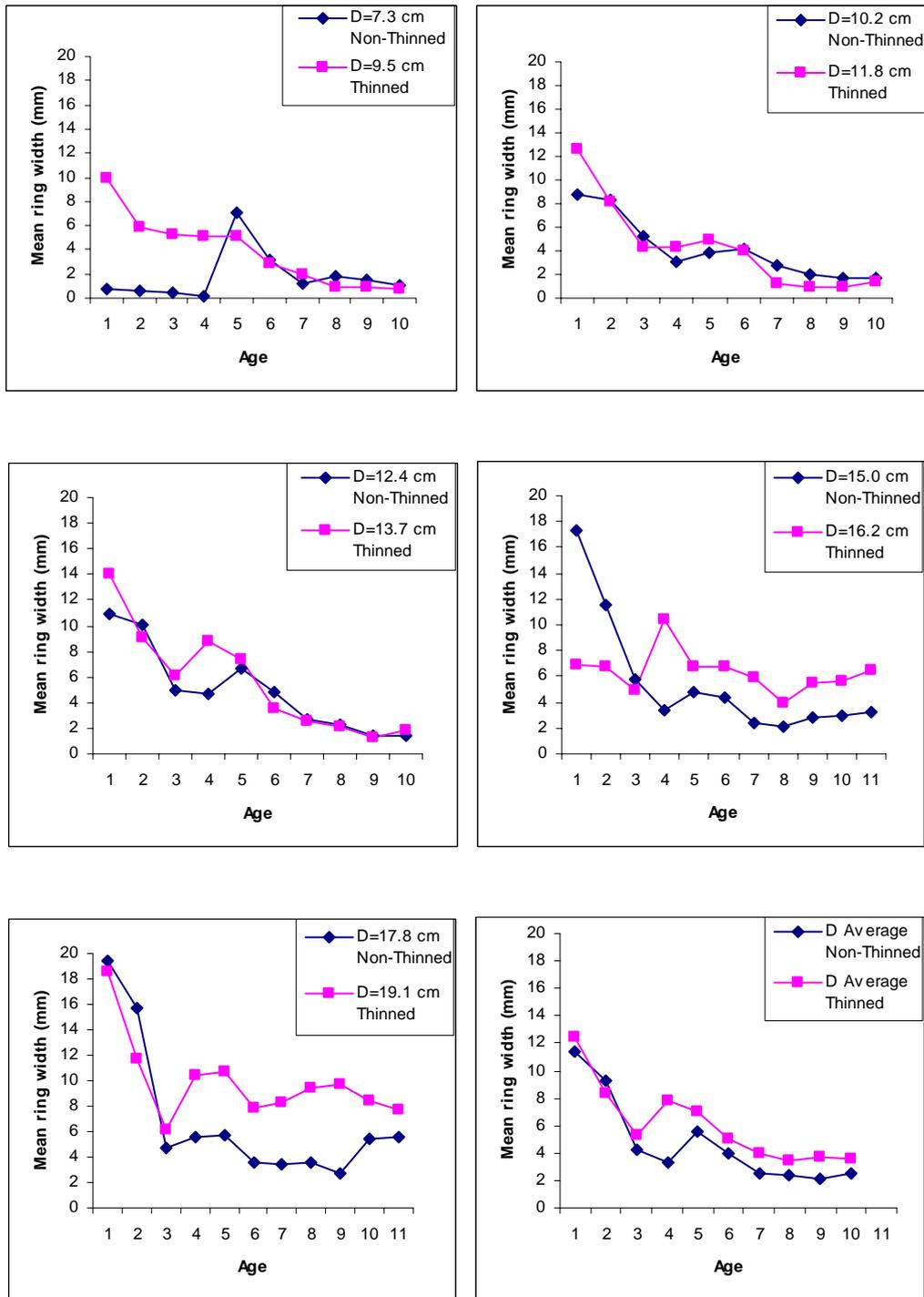
หมายเหตุ:

Ave. D.B.H. (cm.)	=	เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย (ซม.)
Ave. tree H. (m.)	=	ความสูงทั้งหมดเฉลี่ย (ม.)
Ave. Mer. H. (m.)	=	ความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้ (ม.)
Total Volume (m ³ /rai)	=	ปริมาตรไม้ทั้งหมด (ลบ.ม. / ไร่)
Mer. Volume (m ³ /rai)	=	ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ (ลบ.ม. / ไร่)

5. การวิเคราะห์รูปแบบการเติบโต

ศึกษาการเติบโตของต้นสักตัวอย่างจากความกว้างวงปี ซึ่งเริ่มปลูกเมื่อ ปีพ.ศ. 2537 – 2548 รวมอายุ 11 ปี เพื่อคุณลักษณะการเติบโตของไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกที่แตกต่างกัน 5 กลุ่ม พบว่า การเติบโตในระยะ 5 ปี แรกที่ปลูก มีการเติบโตสูงอย่างต่อเนื่อง โดยมีความกว้างวงปีแปลงสักที่ตัดขยายระยะเฉลี่ยที่ 12.54, 8.43, 5.72, 8.02 และ 7.87 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความกว้างวงปีแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะเฉลี่ยที่ 11.43, 9.32, 4.12, 3.87 และ 5.92 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่การเติบโตในปีที่ 6-10 ปี มีการเติบโตลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีความกว้างวงปีแปลงสักที่ตัดขยายระยะเฉลี่ยที่ 5.78, 4.62, 4.13, 4.29 และ 4.16 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความกว้างวงปีแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะเฉลี่ยที่ 4.79, 2.98, 2.52, 2.31 และ 2.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่แสดงในภาพที่ 4

ซึ่งวิเคราะห์ผลได้ว่า ในระยะ 5 ปีแรกที่ปลูก มีการเติบโตของไม้สักอย่างรวดเร็วแต่การเติบโต ในปีที่ 6-9 ปี มีอัตราการเติบโตลดลง ทั้งนี้เนื่องจากต้นสักในแปลงสักเริ่มมีการแก่งแย่งพื้นที่ทางเรือนยอดและธาตุอาหารในดิน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ขวัญชัย (2542) ที่ศึกษาเรื่อง ผลของปัจจัยภูมิอากาศและการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของไม้สนสามใบสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 4 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความกว้างวงปีของต้นสักตัวอย่างในแปลงสักที่ตัดและไม่ตัด ขยายระยะในระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก

6. ผลวิเคราะห์การตัดขยายระยะต่อการเติบโต

การศึกษาถึงความแตกต่างของความกว้างวงปีไม้สัก แปลงปลูกปี พ.ศ. 2537 สวนป่าไม้สัก ภายใต้โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ของต้นสักตัวอย่างในแปลงสักที่ตัดขยายระยะในปี พ.ศ. 2546 และไม่ตัดขยายระยะ โดยนำค่าความกว้างวงปีไม้สัก ในช่วงปี พ.ศ. 2546 ถึงปี พ.ศ. 2548 มาวิเคราะห์หาความกว้างของวงปีที่เพิ่มขึ้นในระดับ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับ ความสูงทั้งหมด, ปริมาตร ไม้ทั้งหมด, ความสูงที่เป็นสินค้าได้และ ปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ ผลดังภาพที่ 5-9

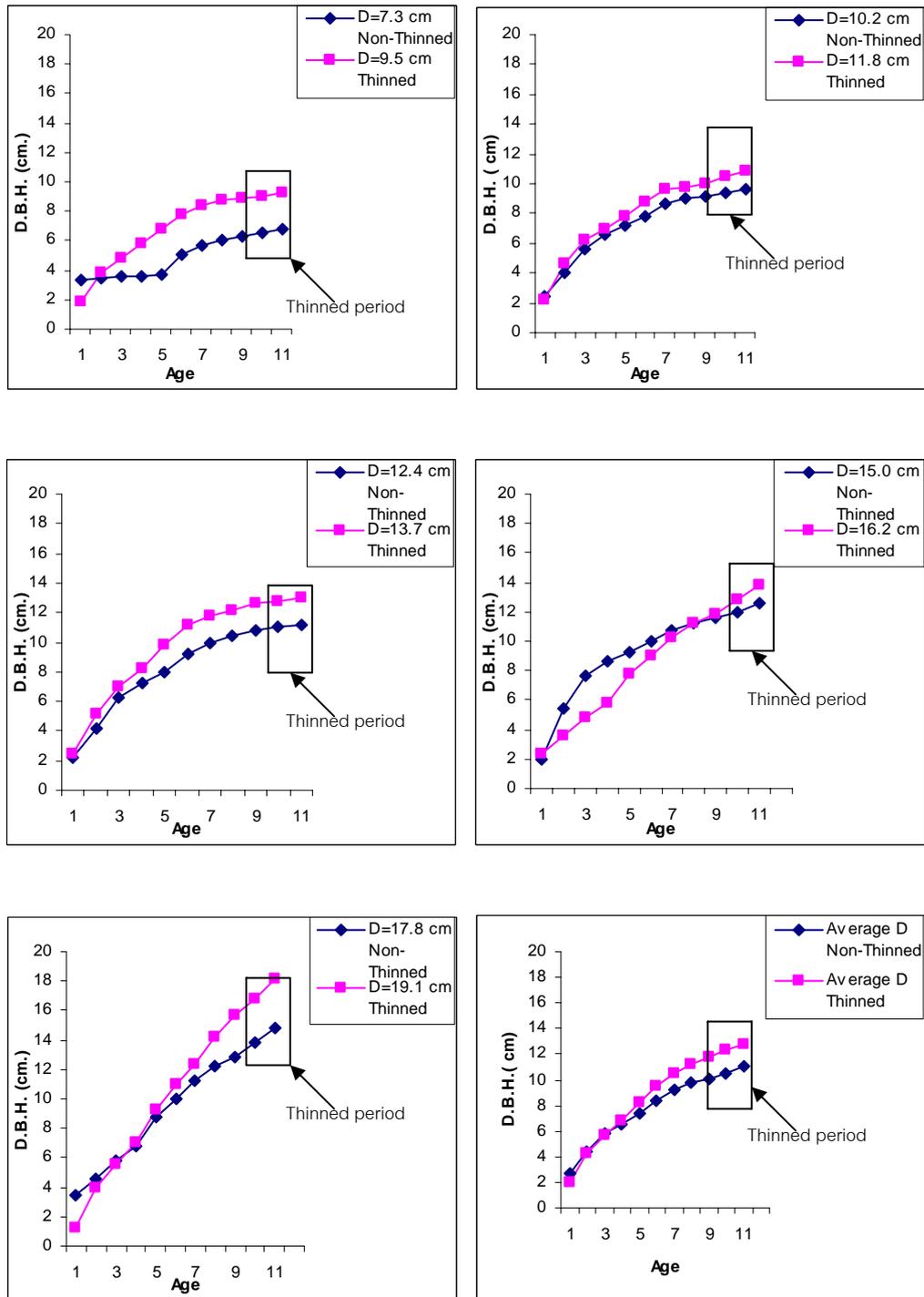
ภาพที่ 5 ในช่วงปีที่ 8-9 และ9-10 มีค่าความกว้างของวงปีเฉลี่ยในแปลงที่มีการตัดขยายระยะเท่ากับ 6.00 และ4.70 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะเท่ากับ 4.20 และ 3.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ภาพที่ 6 ในช่วงปีที่ 8-9 และ9-10 มีค่าความเพิ่มพูนทางความสูงทั้งหมดในแปลงสักที่มีการตัดขยายระยะเท่ากับ 0.40 และ0.30 เมตร ตามลำดับ และในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะเท่ากับ 0.20 และ0.30 เมตร ตามลำดับ

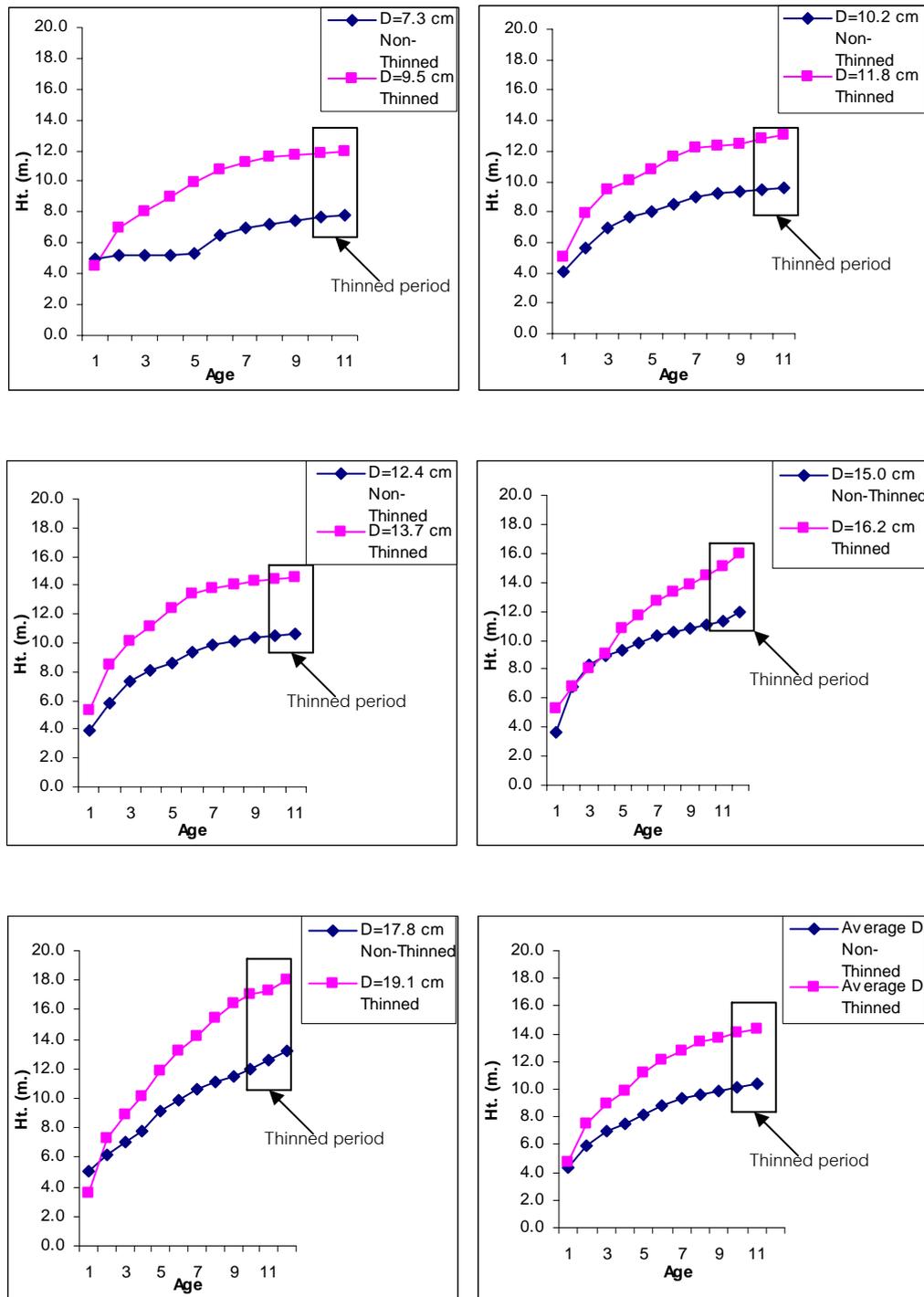
ภาพที่ 7 ในช่วงปีที่ 8-9 และ9-10 มีค่าความเพิ่มพูนทางปริมาตรทั้งหมดในแปลงสักที่มีการตัดขยายระยะเท่ากับ 0.01 และ0.01 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะเท่ากับ 0.01 และ0.01 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ภาพที่ 8 ในช่วงปีที่ 8-9 และ9-10 มีค่าความเพิ่มพูนทางความสูงที่เป็นสินค้าได้ในแปลงสักที่มีการตัดขยายระยะเท่ากับ 0.90 และ0.60 เมตร ตามลำดับ และในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะเท่ากับ 0.39 และ0.50 เมตร ตามลำดับ

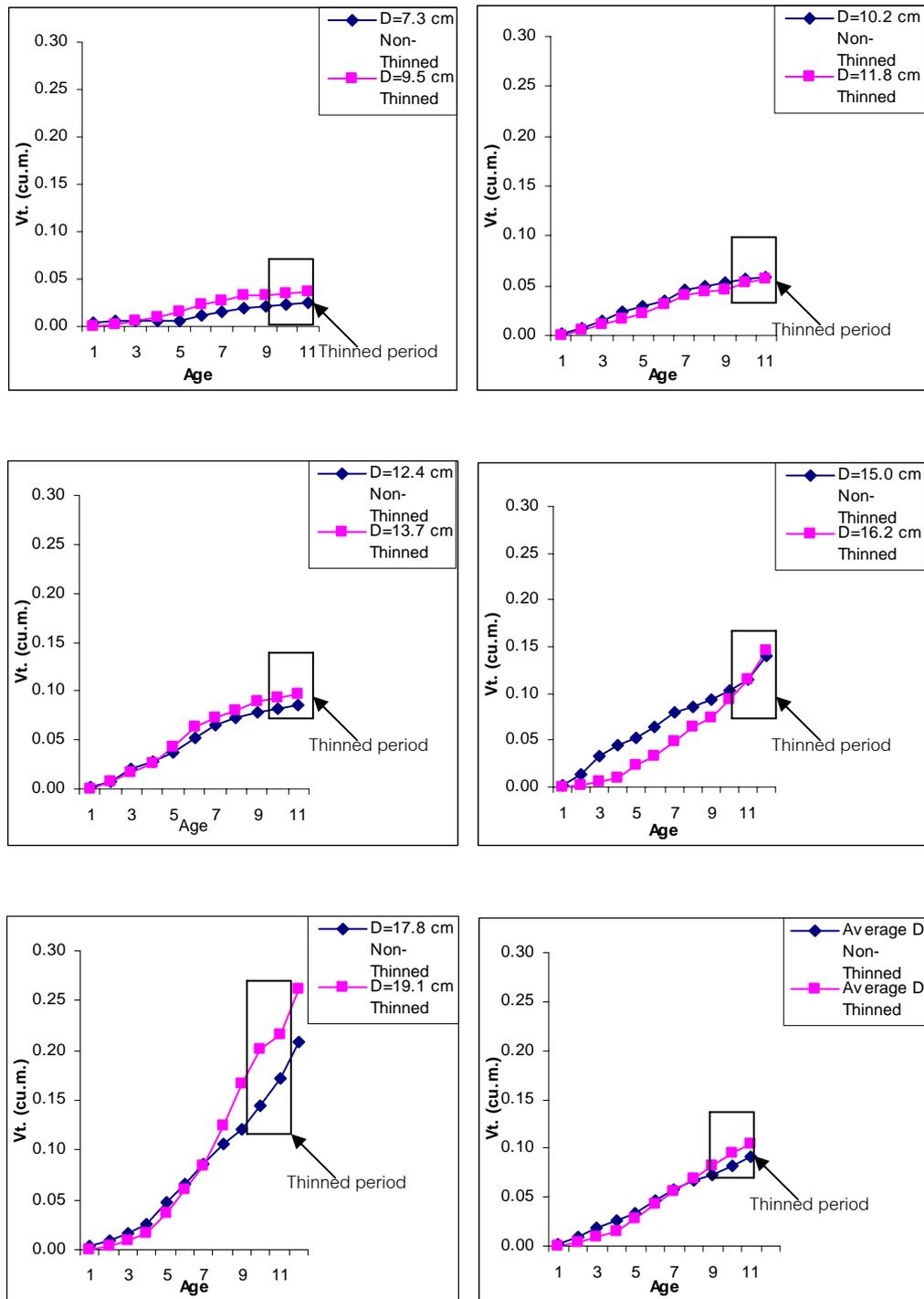
ภาพที่ 9 ในช่วงปีที่ 9-10 มีค่าความเพิ่มพูนทางปริมาตรที่เป็นสินค้าได้เพิ่มขึ้นตามความกว้างวงปีในแปลงที่มีการตัดขยายระยะเท่ากับ 0.02 และ0.01 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะเท่ากับ 0.006 และ0.01 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ



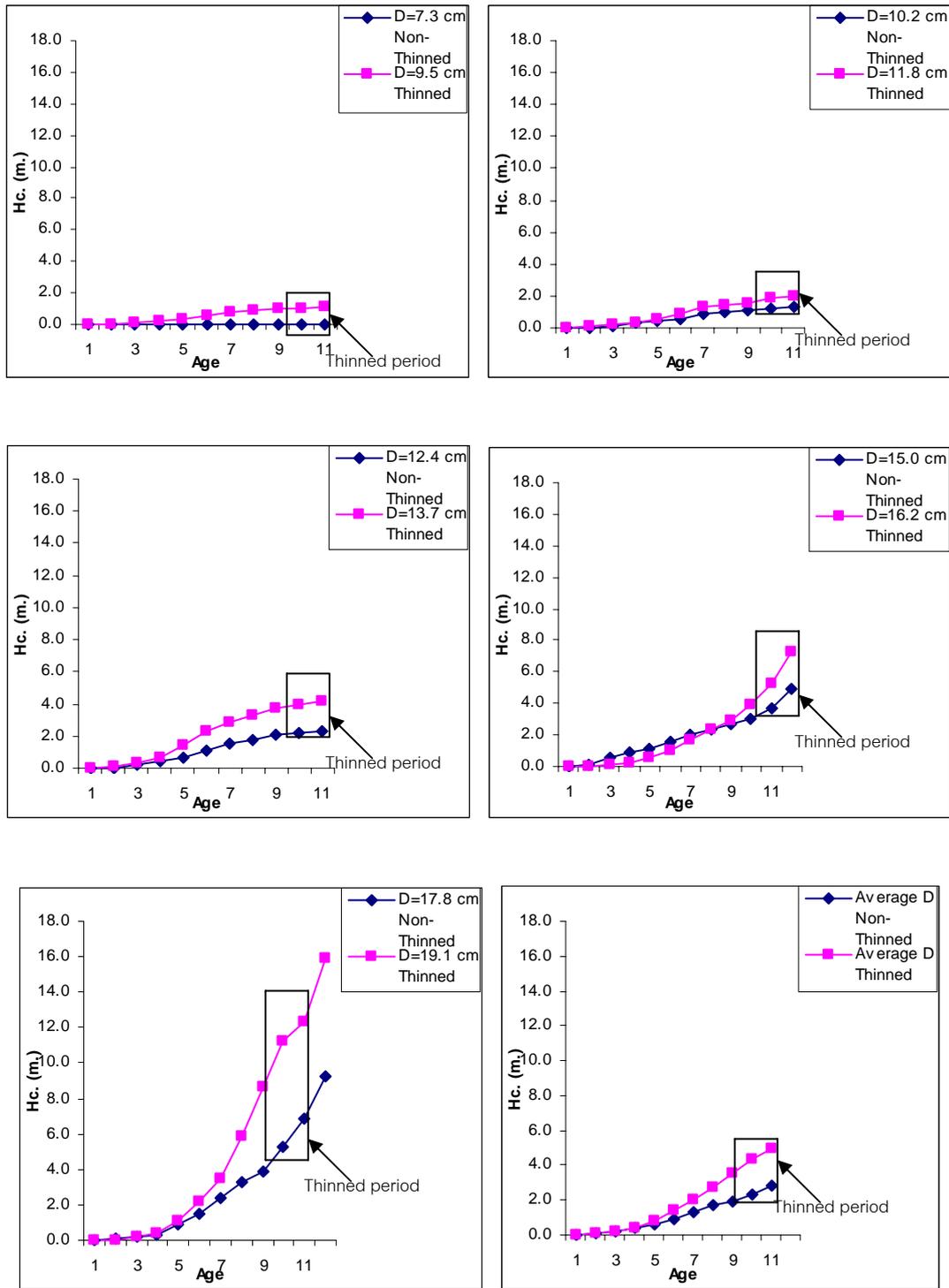
ภาพที่ 5 รูปแบบการเพิ่มพูนของความกว้างของวงปีต่ออายุไม้ในแปลงสักที่ตัดและไม่ตัดขยายระยะ



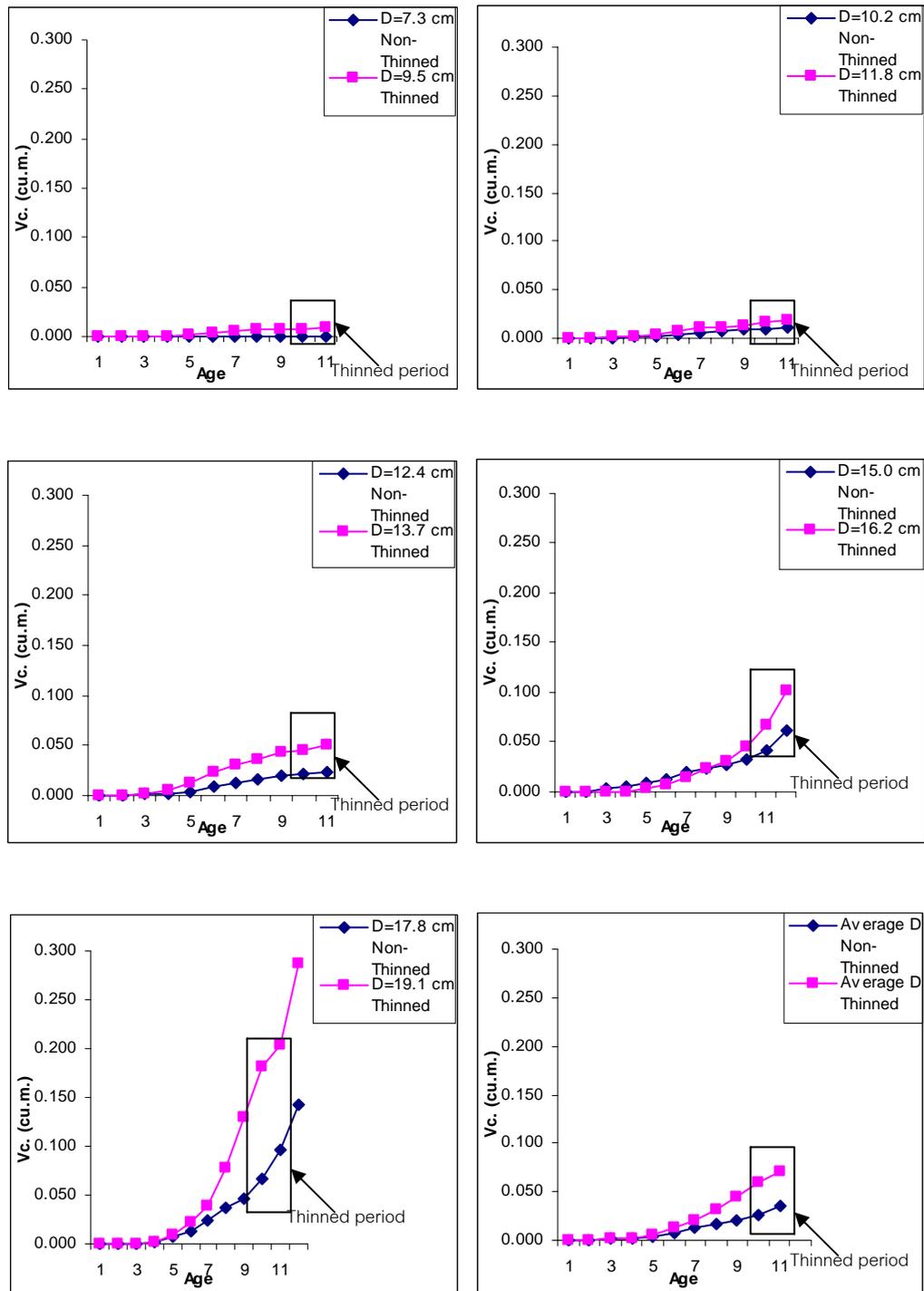
ภาพที่ 6 รูปแบบการเติบโตทางความสูงทั้งหมดของไม้สักที่ผ่านการตัดและไม่ตัดขยายระยะ



ภาพที่ 7 รูปแบบการเพิ่มพูนผลผลิตทางปริมาตรทั้งหมดของไม้สักที่ผ่านการตัดและไม่ตัดขยายระยะ



ภาพที่ 8 รูปแบบการเติบโตทางความสูงที่เป็นสินค้าได้ของไม้สักที่ผ่านการตัดและไม่ตัดขยายระยะ



ภาพที่ 9 รูปแบบการเพิ่มพูนผลผลิตทางปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ของไม้สักที่ผ่านการตัดและไม่ตัด ขยายระยะ

จากผลที่ปรากฏในภาพที่ 5-9 นี้ จะเห็นว่าการเติบโตด้านความกว้างวงปีที่ 9-10 ในระดับเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกขนาดต่างกัน 5 กลุ่ม ของไม้สักตัวอย่างในแปลงสักที่ตัดขยายระยะจะมีการเติบโตได้ดีใกล้เคียงกับไม้สักในแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะ เหมือนกันกับค่าความสูงทั้งหมด, ปริมาตรทั้งหมด, ความสูงที่ทำเป็นสินค้าได้และปริมาตรที่เป็นสินค้าได้ แต่ต้นสักตัวอย่างในระดับเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกลุ่มที่ 5 ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะจะมีการเติบโตมากกว่าแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 8 ผลการการเติบโตและผลผลิตของแปลงไม้สักที่ตัดและไม่ตัดขยายระยะจากการวิเคราะห์ไม้สักตัวอย่าง

ตัวแปร	Dt (cm.)	Ht (m.)	Vt (cu.m.)	Vc (cu.m.)
Thinned	14.06	15.20	.14	.14
Non-Thinned	12.54	11.20	.09	.08
T-test	8.317 ^{**}	63.246 ^{**}	2.705 ^{ns}	1.859 ^{ns}

จากการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของเนื้อไม้ทั้งหมด (Dt) ระหว่างแปลงที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ พบว่าแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 12.54 น้อยกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ 14.06 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 8.317$; Sig = 0.001)

จากการเปรียบเทียบขนาดความสูงของเนื้อไม้ทั้งหมด (Ht) ระหว่างแปลงที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ พบว่าแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะมีความสูงเฉลี่ย 11.20 น้อยกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ 15.20 ซึ่งความสูงของเนื้อไม้ทั้งหมด (Ht) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 63.246$; Sig = 0.000)

และจากการเปรียบเทียบปริมาตรของเนื้อไม้ทั้งหมด (Vt) เนื้อไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ (Vc) ระหว่างแปลงที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะ พบว่าแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะมีปริมาตรเฉลี่ย 0.09 และ 0.08 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ น้อยกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ 0.14 และ 0.14 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาตรของเนื้อไม้ทั้งหมด (Vt) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($t = 2.705$; Sig = 0.054) แต่ความสูงเนื้อไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ (Vc) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 1.859$; Sig = 0.160)

ผลจากข้อมูลตารางที่ 8 พบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ความสูงและปริมาตรเนื้อไม้ทั้งหมดและเนื้อไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ในแปลงที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะมีการเติบโตด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ความสูงที่แตกต่างกันอย่างไม่ชัดเจน แต่มีการเติบโตด้านปริมาตรเนื้อไม้ที่ไม่แตกต่างกันที่ชัดเจน เนื่องจากอยู่ในระยะการปรับตัวของต้นไม้ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะได้ 2 ปี

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความกว้างวงปีที่ 9 และ 10 ของต้นสักในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะและตัดขยายระยะ

ตัวแปร	ความกว้างวงปีที่ 9 (mm.)	ความกว้างวงปีที่ 10 (mm.)
Thinned	5.04	3.75
Non-Thinned	2.15	3.37
T-test	-1.432 ^{ns}	-0.577 ^{ns}

จากการเปรียบเทียบค่าความกว้างวงปีที่ 9 ของต้นสักตัวอย่างในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะมีค่าเฉลี่ย 2.15 มิลลิเมตร น้อยกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ 5.04 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -1.432$; Sig = 0.226)

จากการเปรียบเทียบค่าความกว้างวงปีที่ 10 ของต้นสักตัวอย่างในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะมีค่าเฉลี่ย 3.37 มิลลิเมตร น้อยกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ 3.75 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -0.577$; Sig = 0.595)

ผลการวิเคราะห์ความกว้างวงปีที่ 9 และ 10 พบว่าค่าการเติบโตของความกว้างวงปีต้นสักช่วงวงปีที่ 9 และ 10 ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการตัดขยายระยะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวงปี ในระยะ 2 ปี ที่มีการตัดขยายระยะ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในการศึกษาเกี่ยวกับการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้สัก ซึ่งได้ศึกษาจากสวนป่าของภาคเอกชนที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ สภาพทั่วไปของสวนสัก พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5 % เป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย ดินมีสีดำ หรือสีน้ำตาลเข้ม มีการจัดการ คือ มีการรดน้ำกล้าสัก ในระยะ 2-5 ปี แรกที่ปลูก มีการไถพรวน การกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ย ปลูกซ่อม ไม่มีการระบาดของโรคและแมลง สรุปได้ดังนี้

1. ผลจากการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ พบว่า

1.1 การวิเคราะห์หาผลผลิตจากปริมาตรไม้สักอายุ 11 ปี ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 13.24 เซนติเมตร ความสูงไม้ทั้งหมด 14.67 เมตร และที่ทำเป็นสินค้าได้ 6.26 เมตร ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ต่อไร่ 21.19 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับมากกว่าแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 11.54 เซนติเมตร ความสูงไม้ทั้งหมด 10.69 เมตร และที่ทำเป็นสินค้าได้ 5.20 เมตร ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ต่อไร่ 16.86 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แต่ค่าปริมาตรไม้ทั้งหมดต่อไร่ในแปลงสักที่ตัดขยายระยะ 27.07 ลูกบาศก์เมตร น้อยกว่าแปลงสักที่ไม่ตัดขยายระยะ 32.18 ลูกบาศก์เมตร

1.2 การวิเคราะห์ผลการตัดขยายระยะต่อการเติบโตจากความกว้างวงปีไม้สักตัวอย่างในแปลงที่ตัดขยายระยะและไม่ตัดขยายระยะในช่วง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เนื่องจากความกว้างของวงปีในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะยังมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ไม้ที่มีขนาดใหญ่ในแปลงที่ตัดขยายระยะมีแนวโน้มของการเติบโตมากกว่าไม้ในกลุ่มเดียวกันที่ไม่ตัดขยายระยะ

2. การเติบโตของต้นสักตัวอย่างจากการวิเคราะห์ความกว้างวงปี ซึ่งเริ่มปลูกเมื่อ ปีพ.ศ. 2537 – 2548 รวมอายุ 11 ปี เพื่อคุณลักษณะการเติบโตของไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกที่แตกต่างกัน 5 กลุ่ม พบว่า ในระยะ 5 ปีแรกที่ปลูก มีการเติบโตของไม้สักอย่างรวดเร็วแต่การเติบโต

ในปีที่ 6-9 ปี มีอัตราการเติบโตลดลง ทั้งนี้เนื่องจากต้นสักในแปลงสักเริ่มมีการแก่งแย่งพื้นที่ทางเรือนยอดและธาตุอาหารในดิน และเมื่อมีการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างในช่วง 2 ปี หลังต้นไม้ยังมีได้ตอบสนองต่อการตัดขยายระยะอย่างชัดเจน โดยเฉพาะไม้ขนาดเล็ก สำหรับไม้ขนาดใหญ่มีแนวโน้มว่าการตัดขยายระยะจะมีผลทำให้ อัตราการเติบโต และผลผลิตของไม้สูงขึ้น โดยควรมีการตัดขยายระยะในช่วงที่ไม้สักอายุได้ 6-8 ปี

3. จากการศึกษาการเติบโตด้านความกว้างวงปีและผลผลิตด้านปริมาตรไม้ต่อไร่สามารถนำมาวางแผนการจัดการได้ว่าการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างมีผลต่อการเติบโตของไม้ขนาดใหญ่เท่านั้น สำหรับไม้ขนาดเล็กที่เหลืออยู่มีอัตราการเติบโตไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ตัดขยายระยะ ดังนั้นการตัดขยายระยะแบบ Low Thinning จึงเหมาะกับการส่งเสริมให้ไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่เหลืออยู่เติบโตเร็วขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากระยะเวลาที่ทำการศึกษา การเติบโต 2 ปี หลังจากทำการตัดขยายระยะเป็นระยะเวลาค่อนข้างสั้น จึงทำให้ไม่เห็นผลการเติบโตระหว่างแปลงตัดขยายระยะกับไม่ตัดขยายระยะที่ชัดเจน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงระยะเวลาการเติบโตที่เห็นผลชัดเจนต่อไป
2. เนื่องจากการวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะผลของการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง (low thinning) ต่อการเติบโตและผลผลิตเท่านั้น ไม่ได้มีการนำการตัดขยายระยะรูปแบบอื่นมาศึกษาควบคู่ด้วย เพื่อหารูปแบบการตัดขยายระยะที่เหมาะสมต่อพื้นที่นั้น
3. จากการศึกษาเรื่องวงปีทำให้ได้ทราบว่า การวิเคราะห์ห่วงปีสามารถอธิบายถึงแนวทางการจัดการของเจ้าของสวนป่าได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในด้านนี้เพื่อขยายผลของการดูแลสวนป่าที่เหมาะสมได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2539. การปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. วนเกษตรกลยุทธ์เพื่อลดความเสี่ยงต่อการปลูกป่าเอกชน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. คู่มือการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจ ตามระเบียบกรมป่าไม้วาดด้วยการเบิกจ่ายเงินโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ พ.ศ. 2542. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2539. รายงานความเหมาะสมของดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์. น. 50. ใน โครงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแผนการใช้ที่ดิน. กองสำรวจจำแนกดิน, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยาง. 2533. รูปทรง อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้เลื้อย อายุ 4 ปี ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดนครสวรรค์. (ม.ป.ป.) แผนที่จังหวัดนครสวรรค์. ข้อมูลทั่วไปจังหวัดนครสวรรค์.
แหล่งที่มา:<http://www.61.19.192.250/intra/e-nakhonsawan/e-service/image/mapinfo1.jpg>,
9 มีนาคม 2549

ขจิต สุนทรากร. 2535. การคัดเลือกแม่ไม้จากสวนป่าไม้สัก อายุ 15 ปี. น. 60. ใน วิธีการวิจัยและพัฒนาการปลูกสร้างสวนป่า. ศูนย์วิจัยป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ขวัญชัย ดวงสถาพร. 2542. ผลของปัจจัยภูมิอากาศ และการตัดสางขยายระยะต่อการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- โครงการพัฒนาป่าชุมชน. 2536. การปลูกไม้ป่า. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- โครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า. 2532. การวางแผนและเทคนิคในการปลูกสร้างสวนป่าและบำรุงรักษาสวนป่า. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- จักรพล จักรพลวรฤทธิ์. 2528. ผลของความหนาแน่นต่อผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2538. ลักษณะทางสถาปัตยกรรมและการเจริญเติบโตสกุลอะคาเซีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาญ บุญญศิริกุล. 2513. การผลิตป่าไม้เบื้องต้น. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชัยรัตน์ อร่ามศรี. 2519. ปัญหาเกี่ยวกับการตัดสายขยายระยะ. น. 87. ใน ปัญหาเกี่ยวกับการปลูกสร้างสวนสัก สรุปผลการฝึกภาคฤดูร้อน วิชา306421. ปฏิบัติการวนวัฒนวิทยาภาคสนาม 2 คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ช่อทิพย์ อานันท์รัตนกุล. 2542. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำสวนป่าเอกชนในอำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวีโชค จำรัสฉาย. 2539. ผลของการตัดสายขยายระยะต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสตามลาดชันทิศ ที่ปลูกด้วยระยะปลูกต่างกันในสวนป่าสมเด็จ จ. กาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนิด ยิ่งวรรณศิริ. 2522. การกระจายพันธุ์ของไม้สัก. ใน รายงานการประชุมกรมป่าไม้ประจำปี 2523. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

นฤตย์ พันธุ์บุรณะ และอาษา พรหมบุบผา. 2524. **รากฐานการจัดการป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญเลิศ ศรีสุขใส. 2534. **การเจริญเติบโตและผลผลิตของไม้สักในสวนป่า อายุ 18 ปี องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ เพ็ชรอนุรักษ์. 2538. **การประเมินลักษณะการเจริญเติบโตและรูปร่างของแม่ไม้สัก 16 สายพันธุ์ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัสลี ประสมสินธ์. 2534. **คู่มือปฏิบัติการการคณิตป่าไม้**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปัสลี ประสมสินธ์ และขวัญชัย ดวงสถาพร. 2546. **คู่มือการฝึกปฏิบัติงานภาคสนามการคณิตป่าไม้ I ภาควิชาการจัดการป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงศ์ โสโน. 2529. **ปัญหาข้อพิจารณา เกี่ยวกับไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสในประเทศไทย**. สำนักส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พงศ์ศักดิ์ สหุณาฟู. 2521. **การเติบโตของต้นไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิทยา เพชรมาก. 2520. **ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สักที่ตัดสางขยายระยะและไม่ตัดสางขยายระยะ ณ ท้องที่อำเภอวัง จังหวัดลำปาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนันยา เตชะธิตี และโชติรัตน์ วิมุกตะลพ. 2535. **การศึกษาความเป็นไปได้ของการปลูกสักเชิงเศรษฐกิจโดยเกษตรกร. น. 324. ใน การสัมมนา 50 ปี สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี**. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- เรณู สุวรรณรัตน์, เทอดพงศ์ สุภาเพิ่ม, วิชิต สนธิวิณิช และปรีชา อัมพوخ. 2546. การใช้ประโยชน์ไม้สักตัดสายขยายระยะอายุ 5-6 ปี ในการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์. ส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- วิสุทธิ สุวรรณภินันท์. 2539. ระบบวนวัฒน์, พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สายันท์ สุรภาพไมตรี. 2529. ผลของความหนาแน่นต่อผลผลิตของสวนป่าไม้สัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุเทพ ปวเรศวิทยาพาร. 2544. การประเมินผลการส่งเสริมการปลูกป่าของราษฎร กรณีศึกษาหมู่บ้าน เป้าหมายของศูนย์เพาะชำกล้าไม้ที่ 1 จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์. 2536. ไม้สักทอง การลงทุนปลูกไม้สักเพื่อการค้า. เทคโนโลยีสารสนเทศ, นนทบุรี.
- สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครสวรรค์. 2537. ทะเบียนหลักฐานการจ่ายเงินตามโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจ, จังหวัดนครสวรรค์.
- สันต์ เกตุปราณีต, บุญวงศ์ ไทยอุดม, ไพฑูรย์ กาญจนพินพงศ์ และสมศักดิ์ สุขวงศ์. 2520. การปรับปรุงดินในสวนสักโดยการปลูกพืชคลุมดินแบบแทรก, น. 195. ใน สถิตย์ วัชรกิตติ. ผลงานศึกษาและวิจัยสาขาวนศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2509-2520. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สนิท อักษรแก้ว, ชูบ เข็มขนาด และทวี แก้วละเอียด. 2515. การศึกษาอินทรีย์วัตถุในสวนสัก, น. 111. ใน สถิตย์ วัชรกิตติ. ผลงานศึกษาและวิจัยสาขาวนศาสตร์ระหว่างปี พ.ศ. 2509-2520. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเกียรติ จันทร์ไพแสง. 2520. **ผลผลิตของสวนป่าไม้สัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเพิ่ม กิตตินันท์ และชนิด ยิ่งวรรณศิริ. 2510. ความเพิ่มพูนรายปีของสวนสักแม่หวดและสวน
สักห้วยไร่, น. 203. ใน รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 1. จัดสัมมนาโดย
ความร่วมมือระหว่างคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กับกรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สมหวัง หวังเศรษฐกุล. 2540. **การเพิ่มปริมาณกล้าสักจากเมล็ดพันธุ์กรรมดีโดยใช้เทคนิคการ
เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุริยัน มูลสาร. 2535. การนำเข้าและส่งออกไม้สักของประเทศไทย, น. 261. ใน การสัมมนา 50 ปี
สวนสักห้วยทาก เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สวัสดิ์ รัชฎาวรรณพงษ์. 2543. **การมีส่วนร่วมในโครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจของเกษตรกร
ในท้องที่อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชาติ ขาวสะอาด, สมเกียรติ จันทร์ไพแสง, วีระพงษ์ สวงโท, ทวี ไชยเรืองศิริกุล และประสิทธิ์
เพ็ชรอนุรักษ์. 2536. ไม้สัก, น. 4, 10. ใน เอกสารส่งเสริมการปลูกไม้ป่า. ฝ่ายวนวัฒนวิจั
กองบำรุง กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Baker., F. S. 1950. **Principle of Silviculture**. Mcgraw – Hill Book Company, New York.

Banyard, J.R. 1973. **Forest Mensuration : Fundamentals**, Course 9. U.S.A.

Chapman, H.H. and W.H. Meyer. 1949. **Forest Mensuration**. McGraw- Hill Book Company, Inc., New York.

Duangsthatporn, Khawanchai. 2005. **Tree ring analysis in tree growth estimation**. Ph. D. Thesis. Kasetsart University, Bangkok.

Fritts, H. C. 1976. **Tree rings and climate**. Academic press, New York.

Hocker, H. W., Jr. 1979. **Introduction of Forest Biology**. John Wiley & Sons Inc., New York.

Husch, B., C. I. Miller and T.W. Beers. 1972. **Forest Mensuration**. The Ronald Press Company, New York.

Ilessalo, Y. 1975. **Variation of growth due to climatic conditions and their significance to growth studies**. Proc. IUFRD 12th Congr. (3)25:233-238 p.

Jacobs, M.R. 1939. **A Study of the Effect of Sway on Trees**. Australia Commonwealth Forestry Bur. Bull.

Philip, M.S. 1994. **Measuring Trees and Forests**. UK University Press, Cambridge.

Puri G.S.. 1960. **Indian Forest Ecology**. Oxford Book & Stationery Co. England.

Spurr, S.H. 1952. **Forest Inventory**. The Ronald Press Company, New York.

Toumey, J. W. 1947. **Foundations of Silviculture**. John Wiley & Sons Inc., New York.

Wimmer R. and Vetter R.E. 1999. **Tree-Ring Analysis**. 10 East 40 th Street, Suite 3203, New York.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลปริมาตร ไม้สักทั้งต้นตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทนของแปลงสักที่ทำการตัดขยายระยะได้

ต้นที่สุ่ม	B 4	B 62	B 46	B 154	B 174
DBH (cm)	9.50	11.80	13.70	16.20	19.10
H _t (m)	11.90	14.00	15.20	16.90	18.00
V ₁ (cu. m)	0.00866	0.01249	0.01796	0.02844	0.04395
V ₂	0.00744	0.01059	0.01407	0.02154	0.02984
V ₃	0.00604	0.00892	0.01179	0.01948	0.02364
V ₄	0.00461	0.00721	0.01094	0.01875	0.02283
V ₅	0.00351	0.00582	0.01003	0.01756	0.02204
V ₆	0.00287	0.00518	0.00917	0.01606	0.02113
V ₇	0.00230	0.00478	0.00787	0.01443	0.02023
V ₈	0.00180	0.00439	0.00667	0.01249	0.01948
V ₉	0.00135	0.00385	0.00582	0.01033	0.01839
V ₁₀	0.00097	0.00278	0.00479	0.00812	0.01686
V ₁₁		0.00218	0.00385	0.00667	0.01477
V ₁₂		0.00205	0.00278	0.00561	0.01220
V ₁₃		0.00157	0.00218	0.00441	0.00980
V ₁₄		0.00107	0.00182	0.00295	0.00768
V ₁₅			0.00115	0.00205	0.00584
V ₁₆				0.00169	0.00352
V ₁₇				0.00107	0.00193
V ₁₈					0.00157
V _t (cu. m.)	0.0395	0.0729	0.11089	0.19165	0.2968

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลปริมาตร ไม้สักที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทน ของ
แปลงสักที่ทำการตัดขยายระยะ

ต้นที่สุ่ม	B 4	B 62	B 46	B 154	B 174
DBH (cm)	9.50	11.80	13.70	16.20	19.10
H _c (m)	1.00	3.00	7.00	11.00	14.0
V ₁ (cu. m)	0.00866	0.01249	0.01796	0.02844	0.04395
V ₂		0.01059	0.01407	0.02154	0.02984
V ₃		0.00892	0.01179	0.01948	0.02364
V ₄			0.01094	0.01875	0.02283
V ₅			0.01003	0.01756	0.02204
V ₆			0.00917	0.01606	0.02113
V ₇			0.00787	0.01443	0.02023
V ₈				0.01249	0.01948
V ₉				0.01033	0.01839
V ₁₀				0.00812	0.01686
V ₁₁				0.00667	0.01477
V ₁₂					0.01220
V ₁₃					0.00980
V ₁₄					0.00768
V _c (cu. m)	0.00860	0.03200	0.08180	0.16570	0.28280

ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลปริมาณไม้สักทั้งต้นตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทนของแปลงสักที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ

ต้นที่สุ่ม	b 75	b 130	b 179	b 91	b 332
DBH (cm)	7.30	10.20	12.40	15.00	17.80
H _t (m)	8.10	10.00	11.20	12.70	14.00
V ₁ (cu. m)	0.00541	0.01066	0.01557	0.02081	0.03477
V ₂	0.00332	0.00818	0.01193	0.01552	0.02554
V ₃	0.00232	0.00739	0.01003	0.01208	0.01950
V ₄	0.00230	0.00690	0.00917	0.01094	0.01690
V ₅	0.00192	0.00626	0.00841	0.00977	0.01443
V ₆	0.00157	0.00560	0.00763	0.00866	0.01220
V ₇	0.00115	0.00461	0.00623	0.00763	0.00980
V ₈	0.00088	0.00287	0.00461	0.00667	0.00818
V ₉		0.00230	0.00421	0.00582	0.00700
V ₁₀		0.00180	0.00193	0.00498	0.00541
V ₁₁			0.00147	0.00357	0.00404
V ₁₂				0.00218	0.00304
V ₁₃				0.00115	0.00206
V ₁₄					0.00126
V _t (cu. m.)	0.01660	0.056570	0.08120	0.10970	0.16410

ตารางผนวกที่ 4 ข้อมูลปริมาตร ไม้สักที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่างในสวนสักที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทนของ
แปลงสักที่ไม่ทำการตัดขยายระยะ

ต้นที่สุ่ม	b 130	b 179	b 91	b 332
DBH (cm)	10.20	12.40	15.00	17.80
H _c (m)	4.00	6.00	7.00	9.00
V ₁ (cu. m)	0.01066	0.01557	0.02081	0.03477
V ₂	0.00818	0.01193	0.01552	0.02554
V ₃	0.00739	0.01003	0.01208	0.01950
V ₄	0.00690	0.00917	0.01094	0.01690
V ₅		0.00841	0.00977	0.01443
V ₆		0.00763	0.00866	0.01220
V ₇			0.00763	0.00980
V ₈			0.00667	0.00818
V ₉				0.00700
V _c (cu. m.)	0.03310	0.06270	0.09210	0.14830

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาตรไม้ทั้งหมดของต้นสักตัวอย่างในแปลงสักตัวแทนที่มีการตัดขยายระยะ

Plot No.	D.B.H. (cm.)	Ht. (m.)	Vt. (cu.m.)
1.	9.50	11.90	0.0395
2.	11.80	14.00	0.0729
3.	13.70	15.20	0.1109
4.	16.20	16.90	0.1916
5.	19.10	18.00	0.2968
Average	14.06	15.20	0.1423

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่างในแปลงสักตัวแทนที่มีการตัดขยายระยะ

Plot No.	D.B.H. (cm.)	Hc. (m.)	Vc. (cu.m.)
1.	9.50	11.90	0.0086
2.	11.80	14.00	0.0320
3.	13.70	15.20	0.0818
4.	16.20	16.90	0.1657
5.	19.10	18.00	0.2828
Average	14.06	15.20	0.5709

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาตรไม้ทั้งหมดของต้นสักตัวอย่างในแปลงสักตัวแทนที่ไม่มีการตัดขยายระยะ

Plot No.	D.B.H. (cm.)	Ht. (m.)	Vt. (cu.m.)
1.	7.30	8.10	0.0166
2.	10.20	10.00	0.0566
3.	12.40	11.20	0.0812
4.	15.00	12.70	0.1097
5.	17.80	14.00	0.1641
Average	12.54	11.2	0.0856

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ตัวอย่างในแปลงสักตัวแทนที่ไม่มีการตัดขยายระยะ

Plot No.	D.B.H. (cm.)	Hc. (m.)	Vc. (cu.m.)
1.	-	-	-
2.	10.20	10.00	0.0331
3.	12.40	11.20	0.0627
4.	15.00	12.70	0.0921
5.	17.80	14.00	0.1483
Average	11.08	11.2	0.0840