

ผลผลิตซากพืช และผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของไม้  
ยูคาลิปตัส กามาลดูเลนซิส

LITTERFALL AND NET PRIMARY PRODUCTIVITY IN  
SPACING TRIAL PLOTS OF *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS*

สรายุธ บุญยะเวชนีวิน<sup>๑</sup>

Sarayudh Bunyavejchewin

บุญฤทธิ ภูริยากร<sup>๑</sup>

Bunyolid Puriyakorn

สมบูรณ์ กীরติประยูร<sup>๑</sup>

Somboon Kiratiprayoon

ABSTRACT

Growth, above-ground biomass, litterfall and net primary productivity of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. aged 4 years were estimated in the spacing trial plots (1x1, 1x2, 2x2, 2x4, 4x4 and 4x8 m) at Ratchaburi Nursery Center.

Trees in the spacing of 4x8 m plot were outgrown in both dbh and height. Litterfall ranged from 83 to 385 g/m<sup>2</sup>/year, it peaked in winter. Stem, leaf and total above-ground biomass were greatest in the spacing of 1x1 m plot (53, 4 and 61 t/ha, respectively), while the 4x4 m spacing plot got the greatest branch biomass (3.3 t/ha). Net primary productivity ranged from 11 to 17 t/ha/year.

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ผลผลิตซากพืช และผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของไม้ยูคาลิปตัส กามาลดูเลนซิส อายุ ๔ ปี ได้ทำการศึกษาจากแปลงทดลองระยะปลูก ๑x๑ ๑x๒ ๒x๒ ๒x๔ ๔x๔ และ ๔x๘ ม. ที่ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ราชบุรี อ. เมือง จ. ราชบุรี

ระยะปลูกห่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูงมากกว่าระยะปลูกแคบ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกมีขนาดระหว่าง ๔.๗ ถึง ๑๐.๘ ซม. และความสูงระหว่าง ๔ ถึง ๑๓ ม. ผลผลิตซากพืชมีปริมาณระหว่าง ๘๓ ถึง ๓๘๕ กรัม/ม<sup>2</sup>/ปี โดยมีปริมาณสูงสุดในฤดูหนาว มวลชีวภาพส่วนลำต้น ใบ และส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมดสูงสุดในแปลงระยะปลูก ๑x๑ ม. (๕๓.๔ และ ๖๑ ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ) แปลงระยะปลูก ๔x๔ ม. มีมวลชีวภาพส่วนกิ่งสูงสุด (๓.๓ ตัน/เฮกแตร์) ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิมีค่าระหว่าง ๑๑ ถึง ๑๗ ตัน/เฮกแตร์/ปี

<sup>๑</sup> ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ บางเขน กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

## คำนำ

จากการที่พลังงานปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในต้นทศวรรษ ๒๕๒๐ ทำให้ประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทยหันไปสนใจแหล่งพลังงานอื่น ๆ เพื่อมาทดแทนพลังงานปิโตรเลียม ในจำนวนนี้พลังงานจากไม้เป็นแหล่งพลังงานหนึ่งที่ได้รับการสนใจอย่างมาก เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถสร้างทดแทนขึ้นได้ ได้มีการศึกษาถึงมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ เพื่อหาชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับท้องถิ่นแต่ละแห่ง ไม้ยูคาลิปตัส กามาลดูลენซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) เป็นพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งที่ได้รับการสนใจอย่าง

มาก ไม่เพียงเพื่อเป็นแหล่งพลังงานเท่านั้น หากในปัจจุบันมีการปลูกอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นวัตถุดิบในการทำเยื่อกระดาษ แต่เท่าที่ผ่านมาข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์ไม้ชนิดนี้ในประเทศไทย โดยเฉพาะด้านผลผลิตยังมีอยู่น้อยมาก เช่น การศึกษาของ สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และ บุญฤทธิ์ ภูริยากร (๒๕๒๘) วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อประมาณอัตราการเจริญเติบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ผลผลิตซากพืช และผลผลิตขึ้นปฐมภูมิสุทธิของไม้ยูคาลิปตัส กามาลดูลენซิส อายุ ๔ ปี ที่ใช้ระยะปลูกต่างๆ

## สถานที่ทำการศึกษา

การศึกษานี้ทำการศึกษาในแปลงทดลองปลูกไม้ยูคาลิปตัส กามาลดูลენซิส ที่ใช้ระยะปลูก ๑×๑ ๑×๒ ๒×๒ ๒×๔ ๔×๔ และ ๔×๘ ม. ที่ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ราชบุรี อ. เมือง จ. ราชบุรี แปลงทดลองแต่ละระยะปลูกมีขนาด ๒๐×๔๐ ม. โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block จำนวน ๔ ซ้ำ สภาพพื้นที่มีความลาดชันเล็กน้อย อยู่สูงจากระดับ

น้ำทะเลปานกลาง ๓๕ ม. สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรังที่ถูกบุกรุกแผ้วถางจนหมดสภาพป่า ดินบนถูกกัดชะไปหมด ดินประกอบด้วยกรวดมากกว่า ๗๐% ดินเป็นดินลูกรัง Reddish brown lateritic วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย สภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ๑,๐๑๗ มม. ต่อปี (พ.ศ. ๒๕๒๕-๒๕๒๙) ปกติฝนตกระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤศจิกายน

## วิธีการศึกษา

วางกระบะรองรับซากพืช ขนาด ๑×๑ ม. ขอบกระบะทำด้วยไม้สูง ๑๕ ซม. ด้านล่างกระบะกรุด้วยตาข่ายไนลอน ด้านบนเปิดโล่ง กระบะอยู่สูงจากพื้นดิน ๘๐ ซม. จำนวน ๔ กระบะต่อระยะปลูก โดยวางข้างละ ๒ กระบะ ยกเว้นระยะปลูก ๑×๑ และ ๑×๒ ม. วางจำนวน ๔ กระบะ ทำการเก็บซากพืชในกระบะทุกเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ๒๕๒๗ ถึงเดือนกรกฎาคม ๒๕๒๘ ซากพืชแต่ละเดือนนำไปแยกเป็นส่วนของใบ กิ่ง และอื่นๆ (ส่วนสืบท่อพันธุ์ เปลือก และชิ้นส่วนที่ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นส่วนใด) แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ ๘๕°C ๒๔ ชม. เพื่อชั่งน้ำหนักอบแห้ง

ทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ทุกต้น ในแปลงใน

เดือนกรกฎาคม ๒๕๒๘ (อายุ ๔ ปี) เฉพาะแปลงระยะปลูก ๑×๑ และ ๑×๒ ม. วัดเพียง ๒ แปลง เนื่องจากอีก ๒ แปลง ทำการตัดสายขยายระยะเพื่อศึกษาการแตกหน่อ

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลูเลนซิส แต่ละระยะปลูกคำนวณโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนลำต้น กิ่ง และใบ กับค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก อายุ ๓ ปี ซึ่งรายงานโดย สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และ บุญฤทธิ์ ภูริยากร (๒๕๒๘) ผลผลิตชั้นปฐมภูมิสุทธิส่วนเหนือพื้นดิน คำนวณโดยใช้ค่าผลต่างของมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินของอายุ ๔ และ ๓ ปี รวมกับค่าผลผลิตซากพืช ในช่วงอายุ ๓ ถึง ๔ ปี (เดือนสิงหาคม ๒๕๒๗ ถึงเดือนกรกฎาคม ๒๕๒๘)

## ผลและวิจารณ์ผล

### ผลผลิตซากพืช

ผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละระยะปลูกในแต่ละเดือนมีความผันแปร โดยมีปริมาณสูงสุดอยู่ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ (Figure 1) ซึ่งจัดอยู่ในช่วงฤดูหนาว ผลผลิตซากพืชส่วนใบเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ความ

สัมพันธ์ระหว่างผลผลิตซากพืชกับฤดูกาลนี้ ได้มีการรายงานในประเทศออสเตรเลีย (Attiwill *et al.* 1978 และ Baker 1983)

แปลงระยะปลูก ๑×๑ ม. มีผลผลิตซากพืชสูงสุด (๓๘๕ กรัม/ม.<sup>๒</sup>/ปี) รองลงไปคือ แปลงระยะปลูก ๒×๒ ม. (Table 1) ปริมาณซากพืชระหว่าง ๑๙๓-๓๘๕ กรัม/

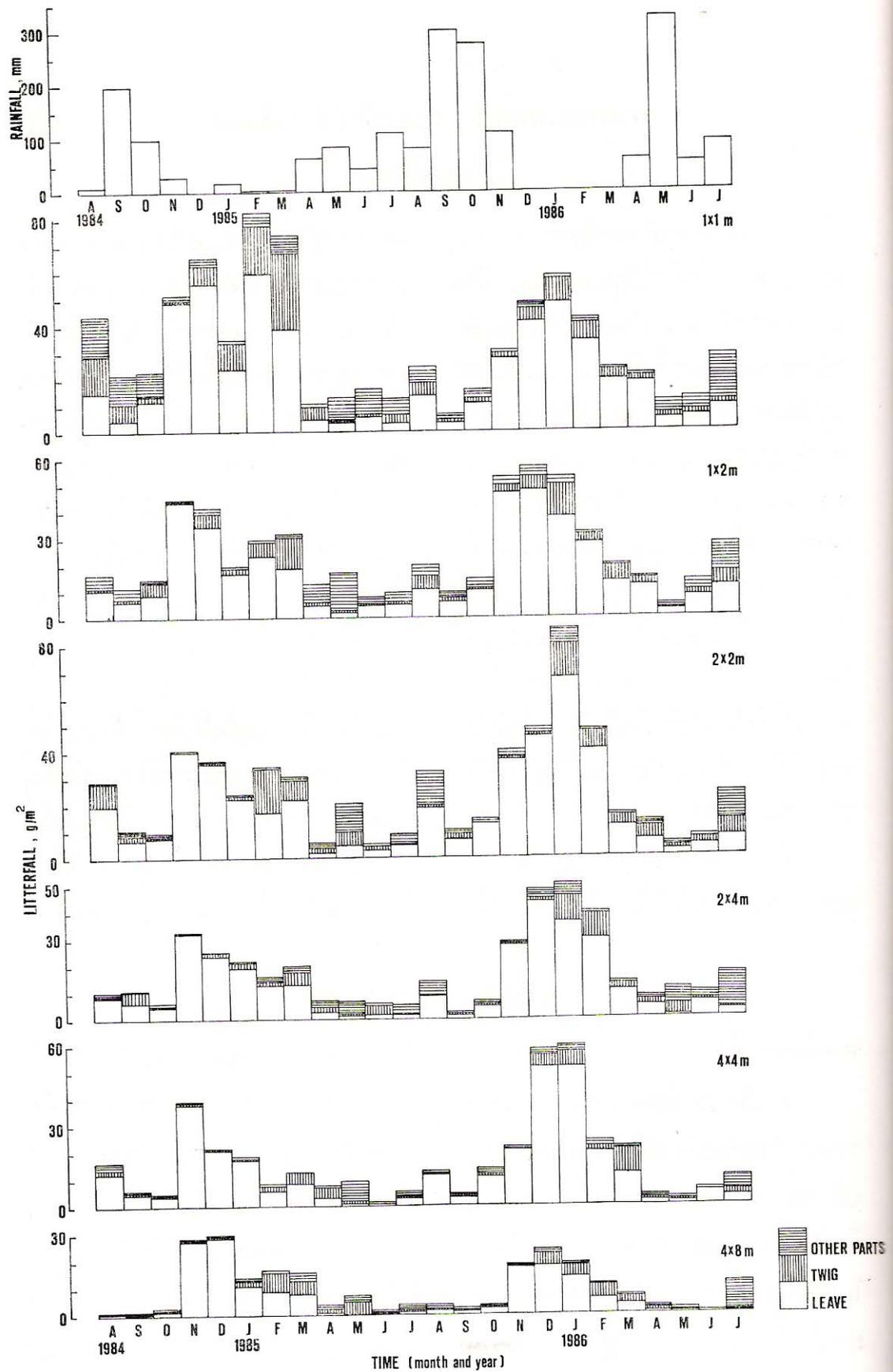


Figure 1. Monthly distribution of litterfall for *Eucalyptus camaldulensis*

Table 1. Annual litterfall in *Eucalyptus camaldulensis*

Period	Litterfall component	Unit	Spacing (m)					
			1×1	1×2	2×2	2×4	4×4	4×8
Aug 84- Jul 85	Foliage	g/m <sup>2</sup>	274.0	178.8	184.1	122.6	119.1	88.3
		kg/rai	438.4	286.2	294.5	196.2	190.7	141.2
		t/ha	2.740	1.788	1.841	1.226	1.191	0.883
	Twig	g/m <sup>2</sup>	96.9	37.9	46.2	22.9	14.7	21.5
		kg/rai	155.1	60.6	73.9	36.7	23.5	34.4
		t/ha	0.969	0.379	0.462	0.229	0.147	0.215
	Other	g/m <sup>2</sup>	77.6	39.7	24.0	18.5	15.7	13.7
		kg/rai	124.1	63.5	38.4	29.7	25.1	22.0
		t/ha	0.776	0.397	0.240	0.185	0.157	0.137
	Total	g/m <sup>2</sup>	448.5	256.5	254.3	164.1	149.6	123.6
		kg/rai	717.6	410.4	406.9	262.6	239.4	197.7
		t/ha	4.485	2.565	2.543	1.641	1.496	1.236
Aug 85- Jul 86	Foliage	g/m <sup>2</sup>	237.3	232.7	259.2	172.9	191.9	64.4
		kg/rai	379.7	372.4	414.8	276.6	307.1	103.0
		t/ha	2.373	2.327	2.592	1.729	1.919	0.644
	Twig	g/m <sup>2</sup>	41.1	46.7	43.1	30.5	25.6	18.9
		kg/rai	65.8	74.8	69.0	48.8	41.1	30.2
		t/ha	0.411	0.467	0.431	0.305	0.256	0.189
	Other	g/m <sup>2</sup>	44.5	35.8	41.7	40.7	20.2	18.3
		kg/rai	71.3	57.2	66.7	65.1	32.4	29.3
		t/ha	0.445	0.358	0.417	0.407	0.202	0.183
	Total	g/m <sup>2</sup>	323.1	315.3	344.1	244.1	237.9	101.6
		kg/rai	516.9	504.4	550.6	390.6	380.7	162.5
		t/ha	3.231	3.153	3.441	2.441	2.379	1.016
Mean	g/m <sup>2</sup>	385.8	285.9	299.2	204.1	193.7	83.0	
	kg/rai	617.2	457.4	478.7	326.6	310.0	132.7	
	t/ha	3.858	2.859	2.992	2.041	1.937	0.83	

ม.<sup>๒</sup>/ปี (ระยะปลูก ๔×๔ ม. ถึง ๑×๑ ม.) จัดอยู่ในพิสัยของผลผลิตซากพืชในป่าดิบที่มีสภาพแห้งแล้งที่มีไม้ยูคาลิปตัส ขึ้นร่วมอยู่ (dry sclerophyll forest) (Baker 1983) ผลผลิตซากพืชในแปลงระยะปลูก ๔×๔ ม. ในการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณผลผลิตซากพืช น้อยกว่ายูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซีส ที่ปลูก โดยระบบวนเกษตร ที่ จ. ศรีสะเกษ ที่ใช้ ระยะปลูกเดียวกัน (๒๒๐-๒๔๐ กรัม/ม.<sup>๒</sup>/ปี) (Petmak 1983 และ จักรพล จักรพล-วารฤทธิ์ ๒๕๒๘)

#### การเจริญเติบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิ

แปลงระยะปลูกห่างจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออก และความสูงมากกว่า ระยะปลูกแคบ (Table 2) การเจริญเติบโต

ด้านความสูงไม่แตกต่างกันมากเหมือนขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออก การที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออกแตกต่างกันมากก็เนื่อง จากอิทธิพลของระยะปลูก แต่ระยะปลูกจะมี อิทธิพลน้อยต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง ซึ่งการเจริญเติบโตด้านความสูงมักขึ้นอยู่กับ คุณภาพของพื้นที่ (site quality) ในทาง ป่าไม้จึงมักใช้ความสูงของต้นไม้เป็นตัวชี้ คุณภาพของพื้นที่ (Spurr and Barnes 1980) การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลาง และ ความสูง ตั้งแต่อายุ ๑ ปี แสดงไว้ใน Figure 2

มวลชีวภาพส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และ ส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมด ได้แสดงไว้ใน Table 3 แปลงระยะปลูก ๑×๑ ม. มี มวลชีวภาพส่วนลำต้น ใบ และส่วนเหนือ

Table 2. Mean diameter at breast height (dbh, cm) and mean height growth (m) of trees in the spacing trial plots

Age (years)	Dimension	Spacing (m)					
		1×1	1×2	2×2	2×4	4×4	4×8
3*	dbh	4.57	5.32	6.58	8.16	9.70	10.35
	height	8.68	9.10	10.14	11.12	12.37	12.52
4	dbh	4.67	5.58	7.19	8.64	10.15	10.80
	height	9.04	9.66	11.23	12.00	12.80	12.91

\* from Bunyavejchewin and Puriyakorn (1985).

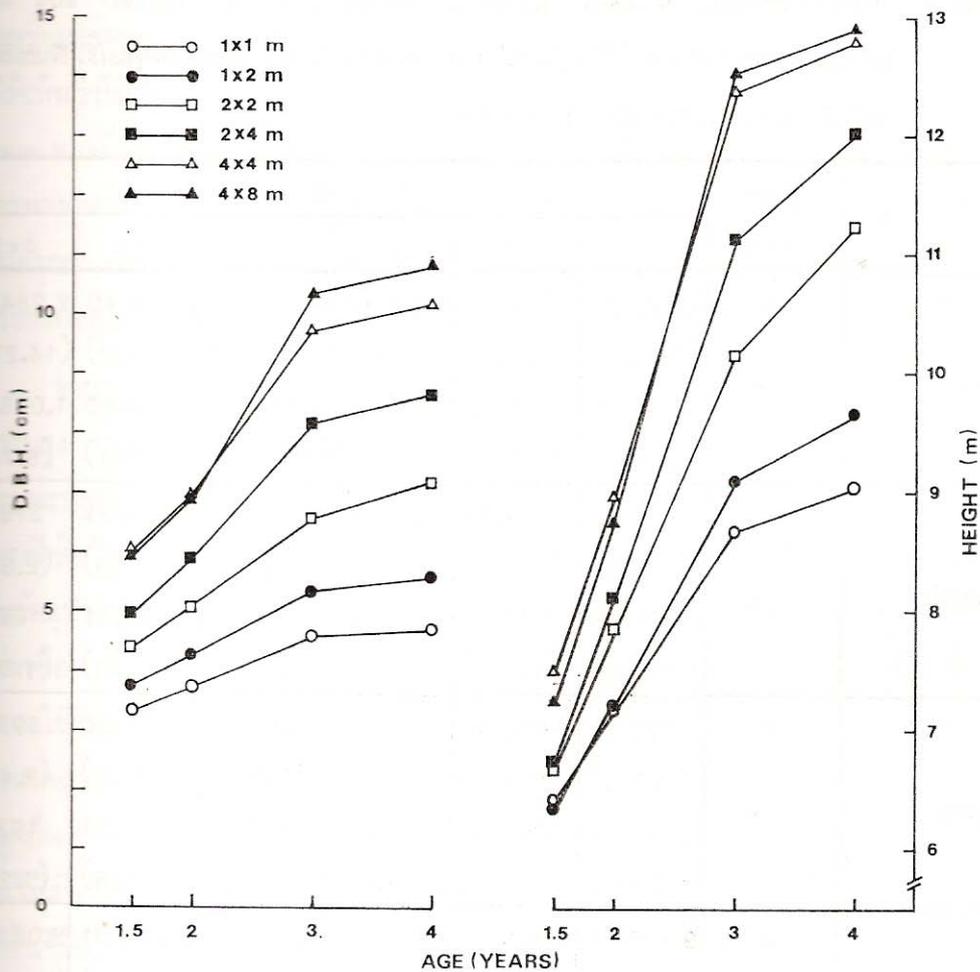


Figure 2. Diameter at breast height and total height growth in spacing trial plots of *Eucalyptus camaldulensis*

พื้นที่ทั้งหมดมากที่สุด คือ ๕๓ ๔ และ ๖๑ ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ ส่วนมวลชีวภาพส่วนกิ่งมีมากที่สุดในการะยะปลูก ๔x๔ ม. (๓.๓ ต้น/เฮกแตร์) เป็นที่น่าสังเกตว่ามวลชีวภาพในการะยะปลูก ๒x๒ ม. มากกว่าในการะยะปลูก ๑x๒ ม.

ถึงแม้ว่าแปลงระยะปลูก ๑x๑ ม. จะมีมวลชีวภาพมากกว่าแปลงระยะปลูกอื่นๆ แต่ความเพิ่มพูนจากอายุ ๓ ถึง ๔ ปี กลับต่ำกว่าแปลงระยะปลูก ๒x๒ และ ๔x๔ ม. ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูง ของ

Table 3. Above-ground biomass (kg/rai), annual litterfall (kg/rai) and net primary productivity (kg/rai/year) in *Eucalyptus camaldulensis*. Number within parentheses give in ton/ha

Component	Age (years)	Spacing (m)					
		1×1	1×2	2×2	2×4	4×4	4×8
Stem	4	8,538.81 (53.368)	5,224.71 (32.654)	5,618.86 (35.118)	4,385.08 (27.407)	3,504.40 (21.902)	2,284.51 (14.278)
	3*	6,795.49 (42.472)	3,848.83 (24.055)	3,771.42 (23.571)	2,948.64 (18.429)	2,054.60 (12.841)	1,078.92 (6.743)
Branch	4	484.80 (3.030)	350.13 (2.188)	421.80 (2.636)	470.99 (2.944)	537.31 (3.358)	378.91 (2.388)
	3*	381.75 (2.386)	277.88 (1.737)	298.58 (1.866)	324.80 (2.030)	230.41 (1.440)	168.08 (1.050)
Foliage	4	701.76 (4.386)	450.85 (2.818)	603.46 (3.772)	519.03 (3.244)	621.20 (3.882)	397.82 (2.486)
	3*	553.69 (3.461)	363.96 (2.275)	424.73 (2.655)	371.68 (2.323)	372.21 (2.326)	193.60 (1.210)
Total	4	9,725.37 (60.784)	6,025.68 (37.660)	6,644.12 (41.526)	5,375.10 (33.595)	4,662.91 (29.142)	3,061.24 (19.132)
	3*	7,730.93 (48.319)	4,490.67 (28.067)	4,494.73 (28.092)	3,645.15 (22.782)	2,657.22 (16.607)	1,440.60 (9.003)
Litterfall	3-4	717.60 (4.485)	410.40 (2.565)	406.96 (2.543)	262.67 (1.642)	239.44 (1.496)	197.76 (1.236)
Net primary productivity		2,712.04 (16.950)	1,945.41 (12.158)	2,556.35 (15.977)	1,992.62 (12.455)	2,245.13 (14.031)	1,818.40 (11.365)

\* from Bunyavejchewin and Puriyakorn (1985).

แปลงระยะปลูกแคบ (๑×๑ และ ๑×๒ ม.) ต่ำกว่าแปลงระยะปลูกที่กว้าง (Table 2) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในแปลงระยะปลูก ๑×๑ และ ๑×๒ ม. เมื่ออายุ ๓ ปี ควรจะมีการดำเนินการทางวนวัฒนวิทยาบางประการ เช่น ตัดสาขาระยะ หรือตัดทั้งหมด ทั้งนี้แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการปลูกสร้างสวนป่า

จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออก ความสูง และมวลชีวภาพส่วนลำต้นของแต่ละระยะปลูกสามารถใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจว่าระยะปลูกใดมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ในการปลูกสร้างสวนป่า กล่าวคือหากมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นพลังงาน ก็ควรใช้ระยะปลูก ๑×๑ ม. เพราะให้มวลชีวภาพส่วนลำต้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับระยะปลูกอื่น ๆ แต่ถ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อทำเป็น薪ไม้สับ (chipwood) เนื่องจากโรงงานทำ薪ไม้สับจะรับซื้อ ไม้ยูคาลิปตัส ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ๕ ซม. ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยจาก Table 2 และมวลชีวภาพส่วนลำต้น (Table ๓) แล้ว จะเห็นว่าระยะปลูกที่อยู่ในข่ายได้รับการพิจารณามีเพียง ๓ ระยะปลูก คือ ๒×๒ ๒×๔ และ ๔×๔ ม. เมื่อพิจารณามวลชีวภาพส่วนลำต้น เฉพาะส่วนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า ๕ ซม. ของแปลงระยะปลูก ๒×๒ ๒×๔ และ ๔×๔ ม. โดย

ประมาณจากขนาด ของค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ย (Table 2) เป็นหลักแล้ว จะเท่ากับ ๘๑ ๘๑ และ ๘๒% ของมวลชีวภาพส่วนลำต้นทั้งหมด (สมบูรณ์ กิริติประยูร ๒๕๓๐ ติดต่อบริษัท) หรือเท่ากับ ๒๘ ๒๕ และ ๒๐ ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ดังนั้นแปลงระยะปลูก ๒×๒ ม. จึงเป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดในแปลงระยะปลูก ๔×๔ ม. ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณน้อยกว่าการศึกษาที่ จ. ศรีสะเกษ ซึ่งปลูกด้วยระบบวนเกษตร (๕๐-๕๘ ตัน/เฮกตาร์) (Petmak 1983 และ จักรพล จักรพลวรฤทธิ์ ๒๕๒๘) ทั้งนี้เนื่องจากแปลงทดลองในการศึกษาครั้งนี้ มีสภาพดินเลว และปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าที่ จ. ศรีสะเกษ นอกจากนี้การปลูกโดยระบบวนเกษตรจะมีการดูแลรักษาที่ดีกว่า แต่กลับเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่า มวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมดของแปลงระยะปลูก ๑×๑ ม. มีปริมาณเท่ากับในแปลงปลูก *Eucalyptus fastigata* อายุ ๔ ปี ระยะปลูก ๑.๕×๑.๕ ม. ที่ประเทศนิวซีแลนด์ (Madgwick et al. 1980)

ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิ คือ อัตราการสร้างพลังงาน หรืออินทรีย์สาร จากขบวนการสังเคราะห์แสง โดยไม่รวมส่วนที่พืชนำ

ไปใช้ในขบวนการหายใจในหนึ่งหน่วยพื้นที่ ต่อหน่วยเวลา ซึ่งก็คือปริมาณอินทรีย์สารที่ มนุษย์หรือสัตว์สามารถเก็บเกี่ยวไปใช้ได้ นั่นเอง ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิส่วนเหนือพื้นดิน เมื่ออายุ ๔ ปี ของแปลงระยะปลูก ๑×๑ ม. มีปริมาณสูงสุด (๑๗ ตัน/เฮกแตร์/ปี) รอง

ลงไปคือระยะปลูก ๒×๒ และ ๔×๔ ม. ตาม ลำดับ ซึ่งก็ยังน้อยกว่าในแปลงยูคาลิปตัส คามาลดูลเดนซีสที่ปลูกโดยระบบวนเกษตร ที่ จ. ศรีสะเกษ ที่ใช้ระยะปลูก ๔×๔ ม. อายุ ๔ ปี (๒๑-๒๓ ตัน/เฮกแตร์/ปี) (Petmak 1983, และจักรพล จักรพลวรฤทธิ์ ๒๕๒๘)

### เอกสารอ้างอิง

จักรพล จักรพลวรฤทธิ์. ๒๕๒๘. ผลของ ความหนาแน่นต่อผลผลิตของสวนป่า ไม้ยูคาลิปตัส. กรุงเทพฯ ๖ วิทยาลัย- พันธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหา วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และ บุญฤทธิ์ ภูริ- ยากร. ๒๕๒๘. การเจริญเติบโต มวล ชีวภาพเหนือพื้นดิน และผลผลิตไม้ พื้นของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเดนซีส ใน กรมป่าไม้. รายงานการสัมมนา ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเดนซีส. หน้า ๑๐๕-๑๒๔. กรมป่าไม้ กระทรวง เกษตรและสหกรณ์.

Attiwill, P.M., H.B. Guthrie and R. Leuning. 1978. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L' Hérit.) forest. I. Litter production and

nutrient return. Australian Jour- nal of Botany 26 : 79-91.

Baker, T.G. 1983. Dry matter, nitrogen, and phosphorus content of litter- fall and branchfall in *Pinus radiata* and *Eucalyptus* forests. New Zealand Journal of Forestry Science 13 : 205-221.

Madgwick, H.A., P. Beets and S. Gallagher. 1980. Dry matter accumulation, nutrient and energy content of the above ground portion of 4-year-old stands of *Eucalyptus nitens* and *E. fastigata*. New Zealand Journal of Forestry Science 11 : 53-59.

Petmak, P. 1983. Primary productivity, nutrient cycling and organic matter turnover of tree plantations after agricultural intercropping practices in northeast Thailand. Ph. D. dissertation. Uni-

versity of the Philippines at Los Banos.

Spurr, S.H. and B.V. Barnes. 1980. Forest ecology. John Wiley & Sons. New York.