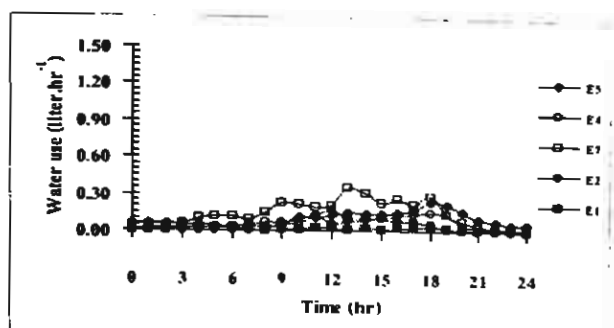


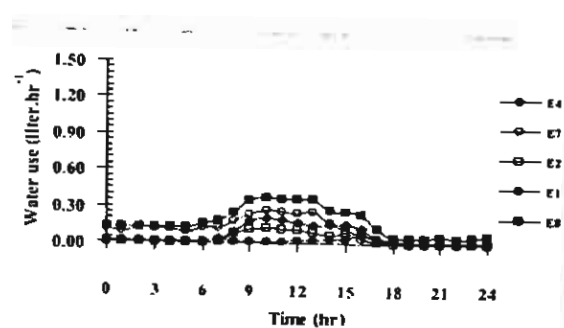
เรือนยอดมากขึ้นและในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม้ยูคาลิปตัส ที่ได้ทำการศึกษาผลปรากฏว่าเนื้อไม้ทั้งหมดยังเป็นกระพี้ และในการศึกษาครั้งนี้ได้ตัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นที่มีผลต่อการใช้น้ำออก กล่าวคือพิจารณาเฉพาะพื้นที่กระพี้อย่างเดียว จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพื้นที่กระพี้ (Sapwood area) กับปริมาณการใช้น้ำที่ไม้ยูคาลิปตัสใช้ไป ในแต่ละช่วงเวลา ผลปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงยกกำลัง (Power Function) ซึ่งมีรูปแบบการในแต่ละช่วงเวลาในรอบปี ดังแสดงในภาพที่ 15 และในไม้ชนิดอื่นที่ได้มีการศึกษาพบว่าการศึกษาในไม้ดินเปิดที่อายุ 6 ปีความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับการใช้น้ำมีรูปแบบสมการเส้นตรง (จตุพร, 2545) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม้ตัวอย่างบางต้นที่ไม่สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ได้ในบางช่วงเวลา และไม้ที่นำมาหาความสัมพันธ์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การใช้ไม้เฉลี่ยในรอบวัน ของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชันของไม้ตัวอย่าง
ทำการศึกษา

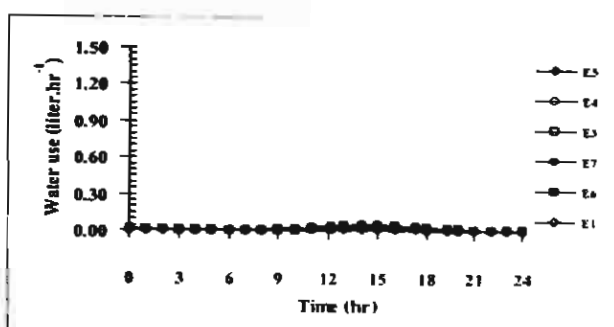
ครั้งที่	หมายเลขต้น	พื้นที่กระพี้ (ตารางเซนติเมตร)	การใช้ไม้เฉลี่ย รอบวัน (ลิตร)	ช่วงเวลา
1	Eu_1	10.05	0.43	สิงหาคม
1	Eu_2	21.38	0.89	สิงหาคม
1	Eu_4	45.98	1.64	สิงหาคม
1	Eu_5	62.55	2.42	สิงหาคม
1	Eu_7	82.70	3.45	สิงหาคม
2	Eu_1	12.12	0.47	ตุลาคม
2	Eu_2	24.06	0.89	ตุลาคม
2	Eu_4	51.49	1.68	ตุลาคม
2	Eu_7	93.27	2.82	ตุลาคม
2	Eu_8	130.43	4.40	ตุลาคม
3	Eu_1	12.92	0.13	ธันวาคม
3	Eu_3	35.06	0.28	ธันวาคม
3	Eu_4	52.31	0.35	ธันวาคม
3	Eu_5	72.75	0.51	ธันวาคม
3	Eu_6	83.78	0.52	ธันวาคม
3	Eu_7	105.18	0.56	ธันวาคม
4	Eu_1	14.37	0.74	มีนาคม
4	Eu_2	27.65	1.28	มีนาคม
4	Eu_3	37.09	1.94	มีนาคม
4	Eu_5	76.65	2.51	มีนาคม
4	Eu_6	92.19	2.73	มีนาคม
4	Eu_9	175.66	4.32	มีนาคม
5	Eu_1	15.80	1.02	พฤษภาคม
5	Eu_2	31.01	3.22	พฤษภาคม
5	Eu_3	39.71	3.46	พฤษภาคม
5	Eu_4	56.04	6.48	พฤษภาคม
5	Eu_6	94.64	7.10	พฤษภาคม
5	Eu_7	116.03	8.93	พฤษภาคม
6	Eu_2	32.43	3.76	กรกฎาคม
6	Eu_3	42.42	4.83	กรกฎาคม
6	Eu_4	58.17	7.05	กรกฎาคม
6	Eu_6	101.62	7.46	กรกฎาคม
6	Eu_8	170.10	8.91	กรกฎาคม
6	Eu_9	196.82	12.70	กรกฎาคม



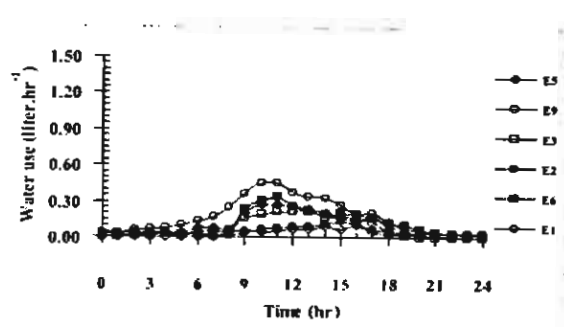
18 สิงหาคม 2545



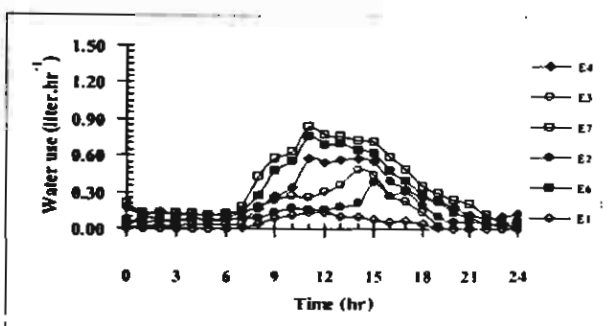
23 ตุลาคม 2545



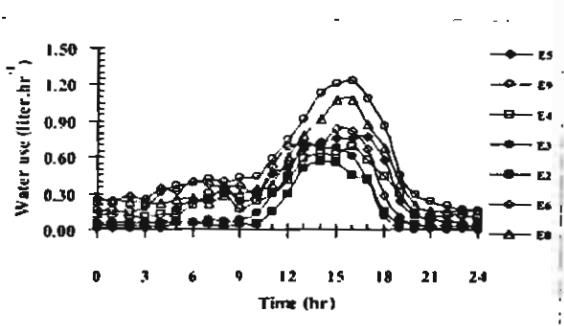
26 ธันวาคม 2545



3 มีนาคม 2546

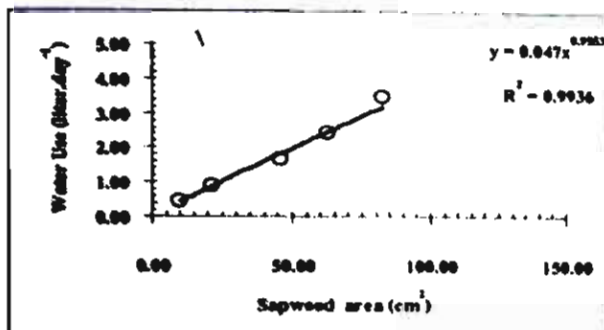


6 พฤษภาคม 2546

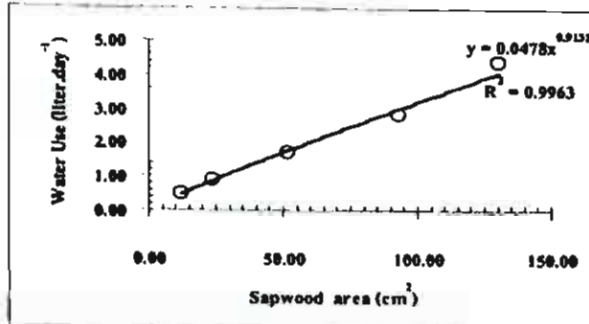


4 กรกฎาคม 2547

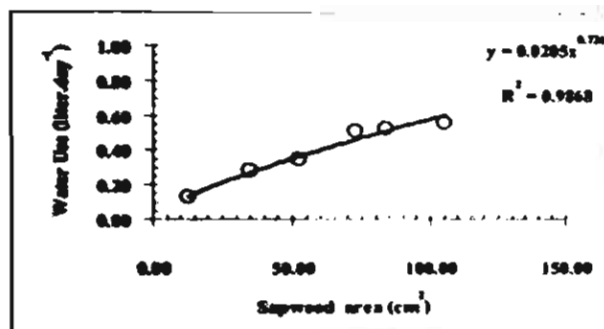
ภาพที่ 14 การใช้น้ำในรอบวันของไม้ยูคาลิปตัส อายุ 3 ปี ในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา



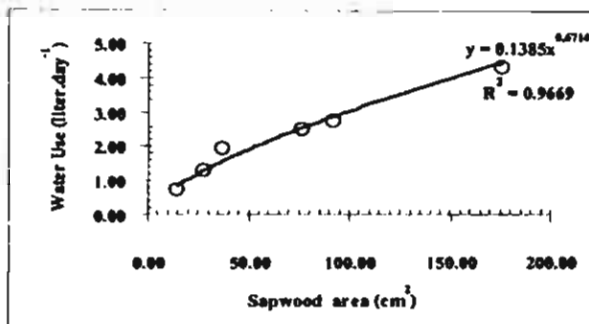
18 สิงหาคม 2545



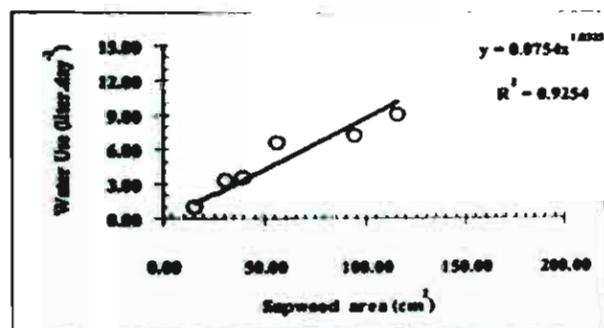
23 ตุลาคม 2545



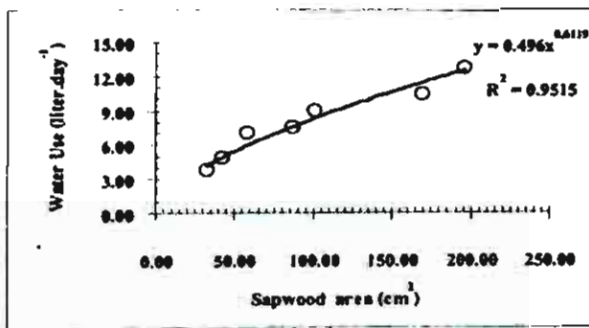
26 ธันวาคม 2545



3 มีนาคม 2546



6 พฤษภาคม 2546

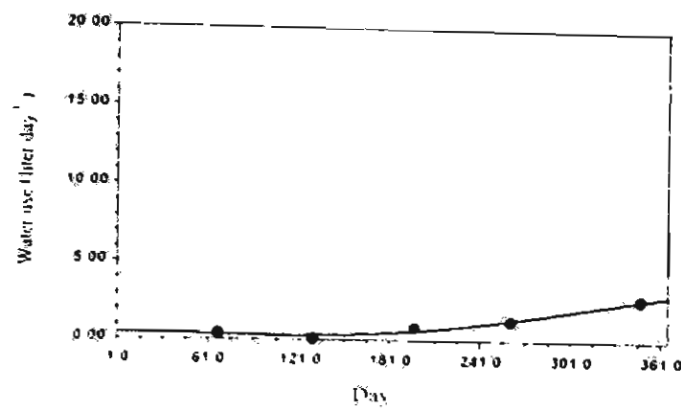


4 กรกฎาคม 2546

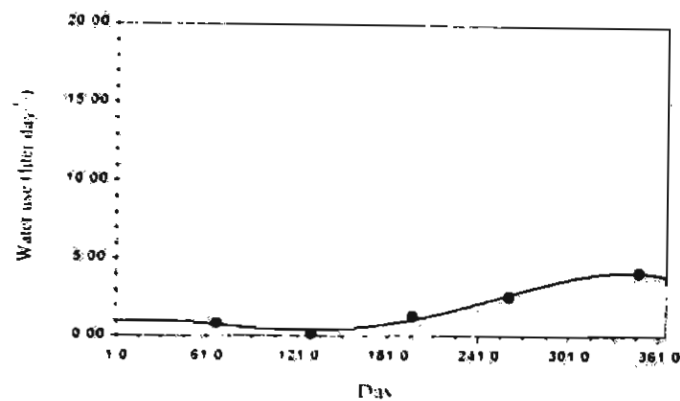
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ของพื้นที่กระพี้กับการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

3.3 การใช้น้ำในรอบปี

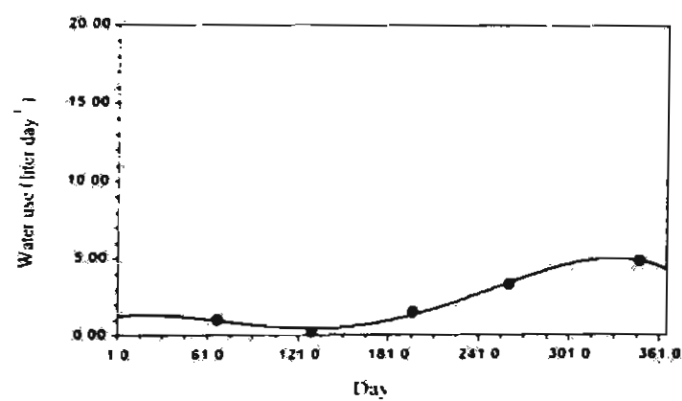
การใช้น้ำของต้นไม้โดยทั่วไปรูปแบบการใช้น้ำของต้นไม้จะมีความผันแปรในแต่ละชนิด ฤดูกาล ในต้นไม้ชนิดเดียวกันก็มีความแตกต่างกันไปในแต่ละต้น จากการศึกษาการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัส ผลปรากฏว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของต้นไม้ (ลิตร) และเวลา (วัน) มีความสัมพันธ์แบบ polynomial ดีกรี 4 ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 12 ภาพที่ 16 เมื่อทำการอินทิเกรตหาพื้นที่ใต้กราฟ จะได้ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี จากการศึกษา ผลปรากฏว่าไม้ยูคาลิปตัส มีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นตามขนาดความโตที่เพิ่มขึ้นซึ่งในไม้ต้นที่มีขนาด จากเล็กไปใหญ่ ตั้งแต่ ขนาด 3.98 5.62 6.68 8.05 9.32 10.07 10.66 12.30 และ 13.76 เซนติเมตร หรือการเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงออกเฉลี่ยเท่ากับ 8.94 เซนติเมตร การใช้น้ำในรอบปี เท่ากับ 368.706 645.60 805.76 1,100.61 1,494.09 1,719.64 2,026.87 2,744.13 และ 3,119.95 ลิตรต่อต้นต่อปี หรือเฉลี่ยในรอบปีปริมาณการใช้น้ำเท่ากับ 1558.37 ลิตรต่อต้นต่อปี แนวโน้มการใช้น้ำในรอบปีของไม้ยูคาลิปตัส มีแนวโน้ม ๑ เพิ่มขึ้นจากเดือนกุมภาพันธ์ และไปสูงสุดประมาณเดือนมิถุนายน จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม จะเห็นได้ว่า ความผันแปรของปริมาณการใช้น้ำการใช้น้ำของ ต้นไม้นั้นจะแตกต่างกันไปตามปริมาณพื้นที่กระพี้ของไม้ และความแตกต่างของฤดูกาล สมบุญ (2544) ได้สรุปไว้ว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสง ลม ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาพของดินมีผลต่อการคายน้ำและการดูดน้ำของพืช ในวันที่มีอุณหภูมิสูง แสงแดดจ้า ลมแรง ความชื้นในบรรยากาศต่ำ พืชจะมีการคายน้ำสูงและมีการดูดน้ำได้มากเพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากการคายน้ำ



DBH = 3.98 cm.

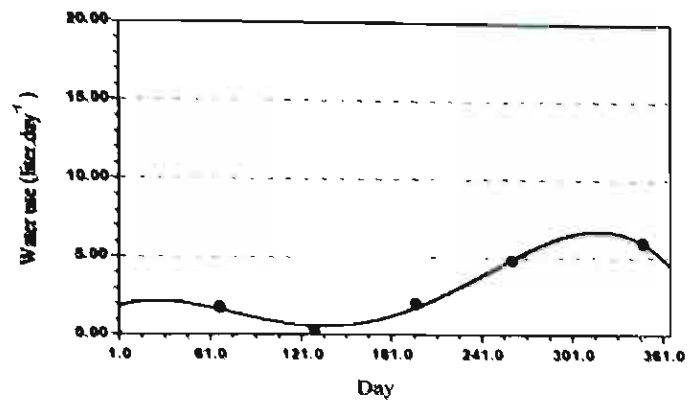


DBH = 5.62 cm.

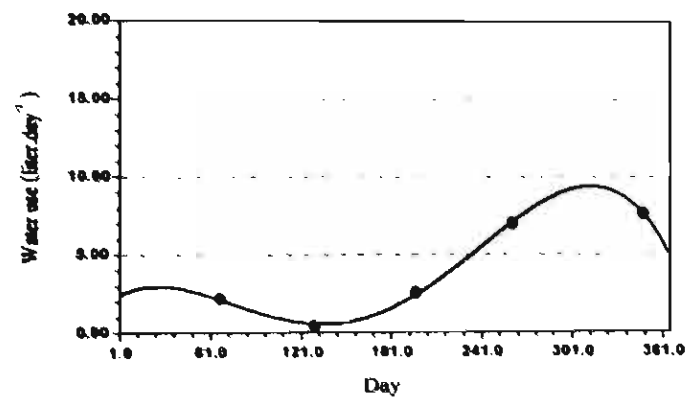


DBH = 6.68 cm.

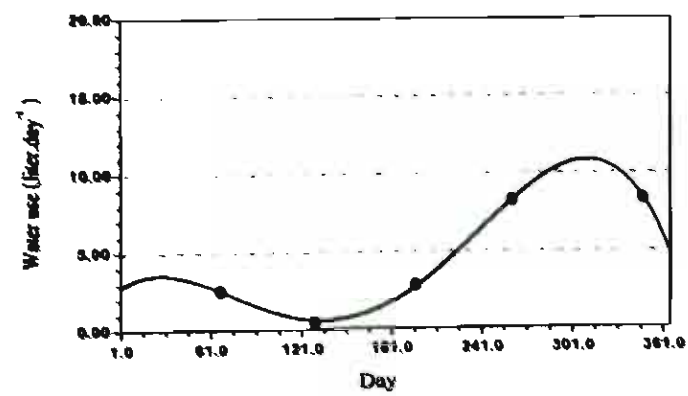
ภาพที่ 16 รูปแบบสมการการใช้น้ำในรอบปีของไม้ยูคาลิปตัสอายุ 3 ปี ที่มีขนาดชั้นเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH class) ตั้งแต่ 3.98-13.76 เซนติเมตรโดยวันที่ 1 คือวันเริ่มทำการศึกษาดตรงกับวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2545



DBH = 8.05 cm.

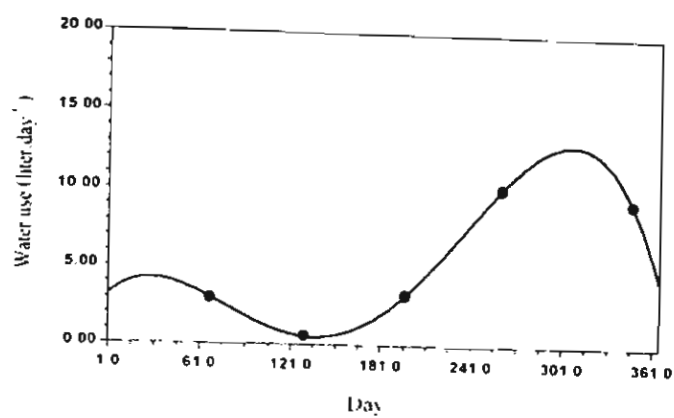


DBH = 9.32 cm.

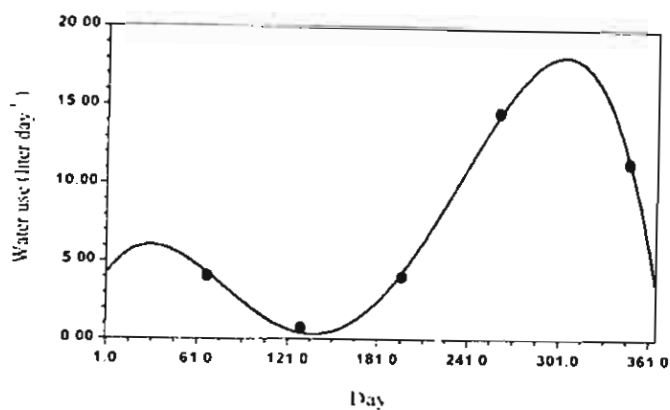


DBH = 10.07 cm.

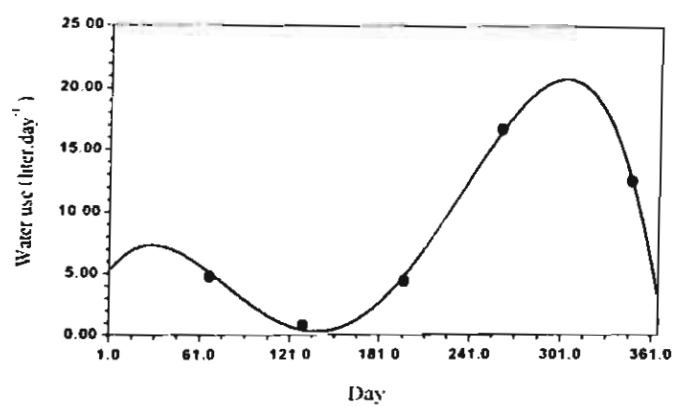
ภาพที่ 16 (ต่อ)



DBH = 10.66 cm.



DBH = 12.30 cm.



DBH = 13.76 cm.

ภาพที่ 16 (ต่อ)

ตารางที่ 12 รูปแบบสมการการใช้น้ำในรอบปีของไม้ยูคาลิปตัสอายุ 3 ปี ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกขนาดตั้งแต่ 3.98-13.76 เซนติเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลาง เพียงอก (เซนติเมตร)	รูปแบบสมการ	R ²
3.98	$Y = 0.2484 + (1.1854)X - (1974 \times 10^{-4})X^2 - (6.6374 \times 10^{-7})X^3 + (5.816 \times 10^{-10})X^4$	0.8199
5.62	$Y = 0.5650 + (6.3399 \times 10^{-2})X - (1.0918 \times 10^{-1})X^2 + (5.6797 \times 10^{-6})X^3 - (8.6013 \times 10^{-9})X^4$	0.9663
6.68	$Y = 0.5997 + (0.1318)X - (2.0581 \times 10^{-1})X^2 + (1.0107 \times 10^{-5})X^3 - (1.4893 \times 10^{-8})X^4$	0.9687
8.05	$Y = 0.5467 + (7.9548 \times 10^{-2})X - (1.4060 \times 10^{-1})X^2 + (7.6327 \times 10^{-6})X^3 - (1.1641 \times 10^{-8})X^4$	0.9955
9.32	$Y = 0.8798 + (0.3088)X - (5.2840 \times 10^{-1})X^2 + (2.7369 \times 10^{-5})X^3 - (4.1657 \times 10^{-8})X^4$	0.9935
10.07	$Y = 1.4295 + (0.1487)X - (2.3228 \times 10^{-1})X^2 + (1.1060 \times 10^{-5})X^3 - (1.5563 \times 10^{-8})X^4$	0.9569
10.66	$Y = 3.0965 + (9.2182 \times 10^{-2})X - (2.1281 \times 10^{-1})X^2 + (1.2310 \times 10^{-5})X^3 - (1.9578 \times 10^{-8})X^4$	0.9999
12.30	$Y = 3.9139 + (0.1707)X - (0.2920 \times 10^{-1})X^2 + (4.119 \times 10^{-6})X^3 - (2.0001 \times 10^{-8})X^4$	0.8199
13.76	$Y = 3.8347 + (0.1141)X - (2.2304 \times 10^{-1})X^2 + (1.1998 \times 10^{-5})X^3 - (1.7853 \times 10^{-8})X^4$	0.9246

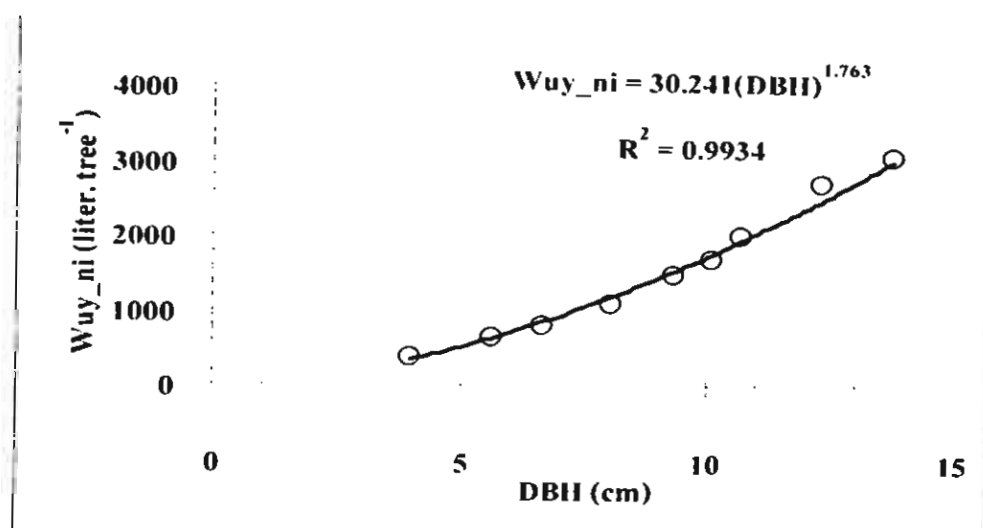
หมายเหตุ Y = ปริมาณการใช้น้ำในรอบปีของต้นไม้ (ลิตร)

X = จำนวนวัน (วัน) นับจากวันที่เริ่มศึกษา คือ 18 สิงหาคม 2545

เมื่อหาความสัมพันธ์การใช้น้ำในรอบปีกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกจะได้สมการการใช้น้ำรายต้นของไม้ยูคาลิปตัสในรอบปีมีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงยกกำลัง (Power Function) โดยมีรูปสมการ

$$Wuy_ni = 30.241(DBH)^{1.763} \quad R^2 = 0.9934$$

เมื่อ Wuy_ni คือ ปริมาณการใช้น้ำของไม้แต่ละต้นในพื้นที่ทำการศึกษา (ลิตรต่อต้น)



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์การใช้น้ำในรอบปีกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ของไม้ยูคาลิปตัส อายุ 3 ปี

3.4 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency ; WUE) จะพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำกับผลผลิตมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลผลิตมีความหมายอยู่ด้วยกัน 2 ด้านคือ ผลผลิตด้านเศรษฐกิจ (Economic Yield) และผลผลิตในทางชีววิทยา (Biological Yield) โดยผลผลิตด้านเศรษฐกิจนั้น จะพิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างเนื้อไม้ใน ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น หรือเรียกว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านเศรษฐกิจ (WUE_{ws}) ส่วนผลผลิตในทางชีววิทยานั้น พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งครั้งนี้จะใช้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด ที่เพิ่มพูนขึ้นในรอบ

หนึ่งปี หรือเรียกว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยา (WUE_{wt}) จากการศึกษา ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านเศรษฐกิจ (WUE_{ws}) และ ประสิทธิภาพการใช้น้ำในทางด้านชีววิทยา (WUE_{wt}) มีสูงสุดเท่ากับ 6.03 และ 6.54 กรัมต่อลิตร ในต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 12.30 เซนติเมตร และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.09 และ 3.43 กรัมต่อลิตร ในต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 8.05 เซนติเมตร และโดยเฉลี่ยแล้ว มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านเศรษฐกิจ (WUE_{ws}) และประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยา (WUE_{wt}) และเท่ากับ 4.66 และ 5.16 กรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ที่ได้ศึกษานั้นไม่ได้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามชั้นขนาดความโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเพียงอย่างเดียว เนื่องจากต้องนำความเพิ่มพูนของผลผลิตในส่วนต่าง ๆ และปริมาณน้ำที่ใช้ไปในช่วงเวลาเดียวกันมาคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ กฤษณากรณ์ (2547) ที่ได้ศึกษาการใช้น้ำ ในไม้ต่างถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ กระดินดอย จันทร์ทองใต้หวัน และ เมเปิลหอม ผลปรากฏว่าภายหลังการตัดสาขายาระยะแล้ว มี WUE_{ws} เท่ากับ 2.44 1.00 และ 3.71 กรัมต่อลิตร และ WUE_{wt} เท่ากับ 3.51 1.69 และ 6.83 กรัมต่อลิตร ผลปรากฏว่า WUE_{ws} มีค่าสูงกว่าไม้ต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิด แต่ WUE_{wt} ของไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงกว่าไม้ต่างถิ่น 2 ชนิด คือ กระดินดอย และ จันทร์ทองใต้หวัน ภายหลังจากการตัดสาขายาระยะแล้ว ยกเว้นไม้เมเปิลหอมชนิดเดียวที่มีค่าสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่าง WUE_{ws} และ WUE_{wt} ของไม้ยูคาลิปตัสที่มีค่าต่ำสุด และสูงสุดผลปรากฏว่ามีค่าเท่ากับ ร้อยละ 99 และ 92 ตามลำดับ ซึ่งนั่นหมายความว่าไม้ยูคาลิปตัสที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำมีแนวโน้มที่จะใช้น้ำในการเพิ่มพูนผลิตในส่วนที่เป็นเนื้อไม้สูงกว่าไม้ยูคาลิปตัส ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สูงกว่า ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความเพิ่มพูนของมวลชีวภาพในรอบปี (AGR) การใช้น้ำในรอบปี (Water Use) และประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัส (WUE)

EU_No.	DBH (cm)	AGR _{ws} (kg.yr. ⁻¹)	AGR _{wt} (kg.yr. ⁻¹)	Water Use (liter.yr. ⁻¹)	WUE _{ws} (g.liter ⁻¹)	WUE _{wt} (g.liter ⁻¹)
1	3.98	1.50	1.75	368.71	4.65	5.41
2	5.62	2.72	3.08	645.60	4.71	5.34
3	6.68	2.84	3.18	805.76	3.92	4.39
4	8.05	3.06	3.40	1,100.61	3.09	3.43
5	9.32	6.26	6.88	1,494.09	4.58	5.04
6	10.07	7.22	7.91	1,719.64	4.59	5.02
7	10.66	9.79	10.69	2,026.87	5.24	5.72
8	12.30	15.42	16.72	2,744.13	6.03	6.54
9	13.76	14.94	16.14	3,119.95	5.12	5.53
Average	8.94	7.08	7.75	1,558.37	4.66	5.16

4. การใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมุ่ไม้สวนป่าไม้ยูคาลิปตัส

4.1 การใช้น้ำในรอบปี

การใช้น้ำในของหมุ่ไม้ได้ทำการประเมินการใช้น้ำในรอบปีโดยนำขนาดความโตที่ระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกไปแทนค่าในสมการ

$$Wuy_ni = 30.241(DBH)^{1.763} \quad R^2 = 0.9934$$

เมื่อ Wuy_{ni} คือ ปริมาณการใช้น้ำของไม้แต่ละต้นในหมุ่ไม้ที่ทำการศึกษา
(ลิตรต่อต้น)

จากการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี ของหมูไม้ไผ่ยุคาลิปตัส ในชั้นอายุ 1 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่า 1.57 1.14 และ 1.06 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 156.86 114 23 และ 105.61 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 2 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 1.83 1.67 และ 1.31 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 183.41 167.33 และ 131.21 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 3 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 2.51 2.02 และ 1.39 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 251.08 201.99 และ 139.03 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 2.26 1.71 และ 1.66 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 225.77 171.21 และ 165.95 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 2.50 2.50 และ 1.97 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 250.32 250.27 และ 197.47 มิลลิเมตรต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันปริมาณการใช้น้ำของหมูไม้ไผ่ในชั้นอายุ 1 2 และ 5 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชั้นอายุ 3 ปี นั้นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัส แตกต่างกับกับแปลงที่ตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัสแตกต่างกันกับแปลงทั้งสองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และชั้นอายุ 4 ปี นั้นแปลงที่ตัดแตกหน่อกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งสองแปลงจะแตกต่างกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยุคาลิปตัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 14 15 และภาพที่ 18 19 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี) ของไม้ยูคาลิปตัสภายใต้
กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

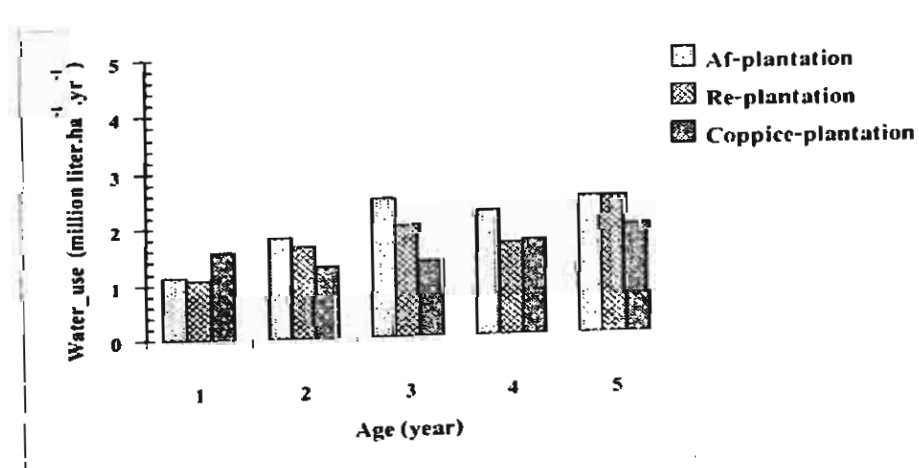
กระบวนการสืบพันธุ์	ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี)				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	1.14	1.83	2.51 a	2.26 a	2.50
Re-plantation	1.06	1.67	2.02 ab	1.66 b	2.50
Coppice-plantation	1.57	1.31	1.39 b	1.71 b	1.97
F -Test	1.03 ns	4.29 ns	7.54*	18.54**	3.84 ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ
ทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95
เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 18 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี) ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้
กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ตารางที่ 15 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (มิลลิเมตรต่อปี) ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการ
สืบพันธุ์ที่ต่างกัน

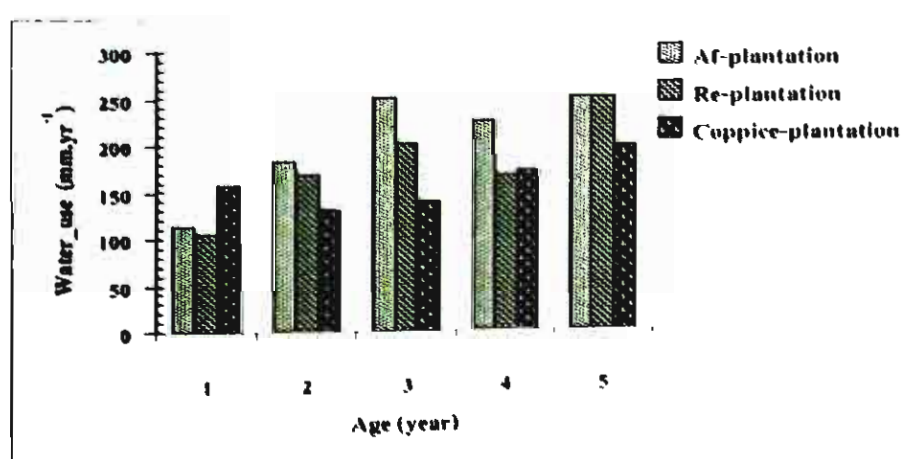
กระบวนการสืบพันธุ์	ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (มิลลิเมตรต่อปี)				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	114.23	183.41	251.06a	225.77a	250.32
Re-plantation	105.61	167.33	201.99ab	165.95b	250.27
Coppice-plantation	156.86	131.21	139.03b	171.21b	197.47
F -Test	1.03 ns	4.29 ns	754*	18.54**	3.84 ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ
ทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95
เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 19 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (มิลลิเมตรต่อปี)ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการ
สืบพันธุ์ที่ต่างกัน

4.2 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมุ่ไม้ยูคาลิปตัส (Water use Efficiency of Stand, WUES)

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมุ่ไม้ยูคาลิปตัสมีความจำเป็นต้องทราบผลผลิตมวลชีวภาพที่เพิ่มพูนขึ้นในรอบปี และทราบการใช้น้ำในรอบปี ถึงจะสามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำได้ การประมาณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมุ่ไม้ (Water Use Efficiency of Stand, WUES) ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบกับ ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นของหมุ่ไม้ (W_s) และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของหมุ่ไม้ (W_T) ที่เพิ่มพูนขึ้นในรอบปีกับปริมาณน้ำที่หมุ่ไม้ใช้ไปในรอบปี

ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมุ่ไม้ ($WUES_{ws}$)

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมุ่ไม้ ($WUES_{ws}$) ผลปรากฏว่าชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 3.68 6.40 และ 5.48 กรัมต่อลิตร ในชั้นอายุ 2 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ตัดแตกหน่อ 5.02 4.14 และ 3.77 กรัมต่อลิตร ในชั้นอายุ 3 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด 3.70 3.42 และ 2.13 กรัมต่อลิตร ในชั้นอายุ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกมาก่อน และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.63 3.06 และ 2.32 กรัมต่อลิตร ในชั้นอายุ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 4.24 3.36 และ 2.13 กรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 16 และภาพที่ 20

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านเศรษฐกิจนั้น แปลงที่ใช้ระบบการสืบพันธุ์แบบตัดแตกหน่อ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้า โดยเฉพาะในชั้นอายุ 3-5 ปี ส่วนแปลงที่ปลูกด้วยกล้านั้นมีการใช้น้ำดีกว่าอย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแต่ละชั้นอายุผล ปรากฏว่าในชั้นอายุ 2 และ 3 ปี ประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ทุก ๆ แปลงมีความ

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปีนั้นประสิทธิภาพการใช้น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัสในการศึกษาคครั้งนี้ผลปรากฏว่าในทุก ๆ พื้นที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น

ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางชีววิทยาของหมุ่ไม้ (WUES_{WT})

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางชีววิทยาของหมุ่ไม้ ผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ สูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 8.88 7.16 และ 7.02 ในชั้นอายุ 2 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 5.86 5.47 และ 4.96 ในชั้นอายุ 3 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.43 4.16 และ 2.77 ในชั้นอายุ 4 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 4.92, 3.21 และ 2.85 ในชั้นอายุ 5 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 4.61 3.60 และ 2.46 ดังแสดงในตารางที่ 17 และภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยานั้น แปลงที่ใช้ระบบการสืบพันธุ์แบบตัดแตกหน่อ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้า โดยเฉพาะในชั้น อายุ 3-5 ปี ส่วนแปลงที่ปลูกด้วยกล้านั้นมีการใช้น้ำดีกว่าอย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแต่ละชั้นอายุผล ปรากฏว่าในชั้นอายุ 2 และ 3 ปี ประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ทุก ๆ แปลงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปีนั้น ประสิทธิภาพการใช้น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยาของไม้ยูคาลิปตัสในการศึกษาคครั้งนี้ผลปรากฏว่าในทุก ๆ พื้นที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมุ่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{ws}$) ภายใต้
กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

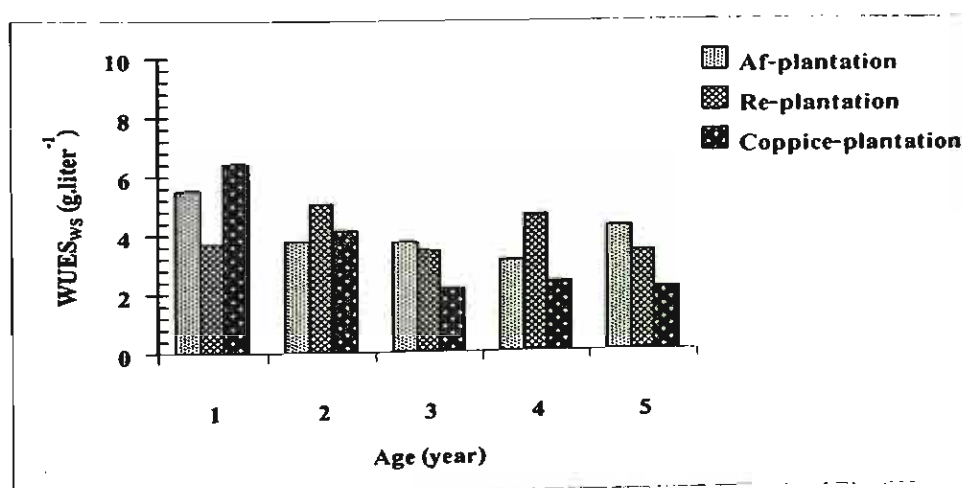
กระบวนการสืบพันธุ์	ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจ (กรัมต่อลิตร)				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	5.48a	3.77	3.70	3.06b	4.24a
Re-plantation	3.68b	5.02	3.42	4.63a	3.36b
Coppice-plantation	6.40a	4.14	2.13	2.32b	2.13c
F –Test	16.47**	1.89ns	3.05ns	23.24**	20.71**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ
ทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95
เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 20 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมุ่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{ws}$) ภายใต้
กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ตารางที่ 17 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยาของหมุ่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{WT}$) ภายใต้
กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

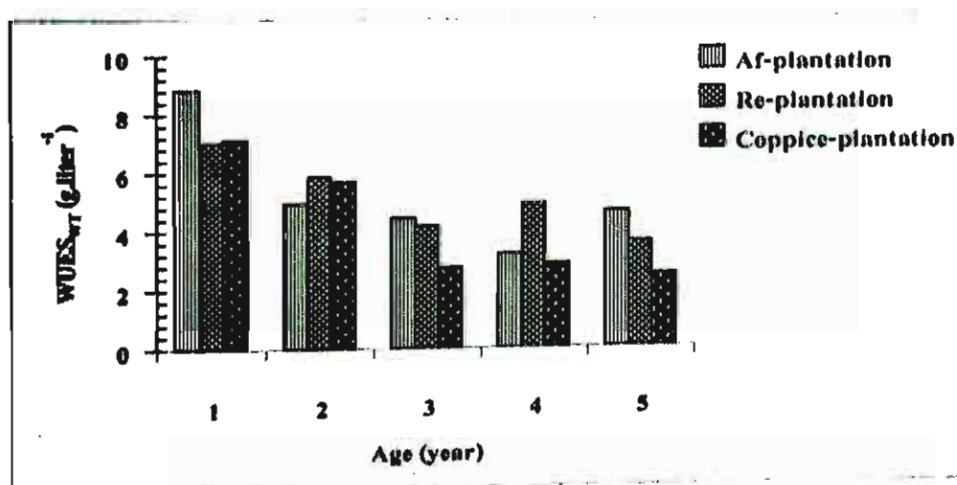
กระบวนการสืบพันธุ์	ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยา				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	8.88a	4.96	4.43	3.21b	4.61a
Re-plantation	7.02b	5.86	4.16	4.92a	3.60b
Coppice-plantation	7.16b	5.74	2.77	2.85b	2.46c
F -Test	5.22*	0.49ns	2.39ns	13.46**	18.28**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ
ทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95
เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางชีววิทยาของหมุ่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{WT}$) ภายใต้
กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5. คุณสมบัติดิน

การศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของดินในแปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้น สามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) สมบัติทางกายภาพ อันได้แก่ ปริมาณอนุภาคทราย ปริมาณอนุภาคทรายแป้ง ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ลักษณะของเนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดิน ความพรุนรวมของดิน และ 2) คุณสมบัติทางเคมี อันได้แก่ ปฏิกริยาดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดิน โดยปรากฏผลการศึกษาดังนี้

5.1 สมบัติทางกายภาพ

5.1.1 ปริมาณอนุภาคทราย (Sand)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณอนุภาคทรายในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่าปริมาณอนุภาคทราย มีค่าอยู่ระหว่าง 50.53-74.51 32.90-71.31 และ 38.53-67.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 22 เมื่อพิจารณาปริมาณอนุภาคทรายเฉลี่ย ผลปรากฏว่า แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดรองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และ มีค่าต่ำสุดทุกระดับความลึกที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้ระบบการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณอนุภาคทรายในแต่ละแปลงที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18 ปริมาณอนุภาคทรายในพื้นที่ที่ปลูกด้วยกล้าที่มีค่าสูงนั้นโดยส่วนใหญ่มีการไถพรวนในช่วงเตรียมพื้นที่ปลูกทำให้อนุภาคทรายฟุ้งกระจาย ส่วนพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อนั้น มีค่าต่ำกว่าเนื่องจากไม่ได้มีการไถพรวนภายหลังการตัดฟันไม้ออกในรอบแรก และเมื่อมีการตัดฟันในรอบที่สองและทำการปลูกใหม่ปริมาณอนุภาคทรายมีค่าต่ำสุดน่าจะเป็นผลมาจากการชะล้างที่เกิดจากฝนทำให้อนุภาคทรายมีค่าต่ำลง และปริมาณการสะสมอินทรีย์วัตถุมากขึ้นทำให้สัดส่วนปริมาณอนุภาคทรายมีค่าลดลง

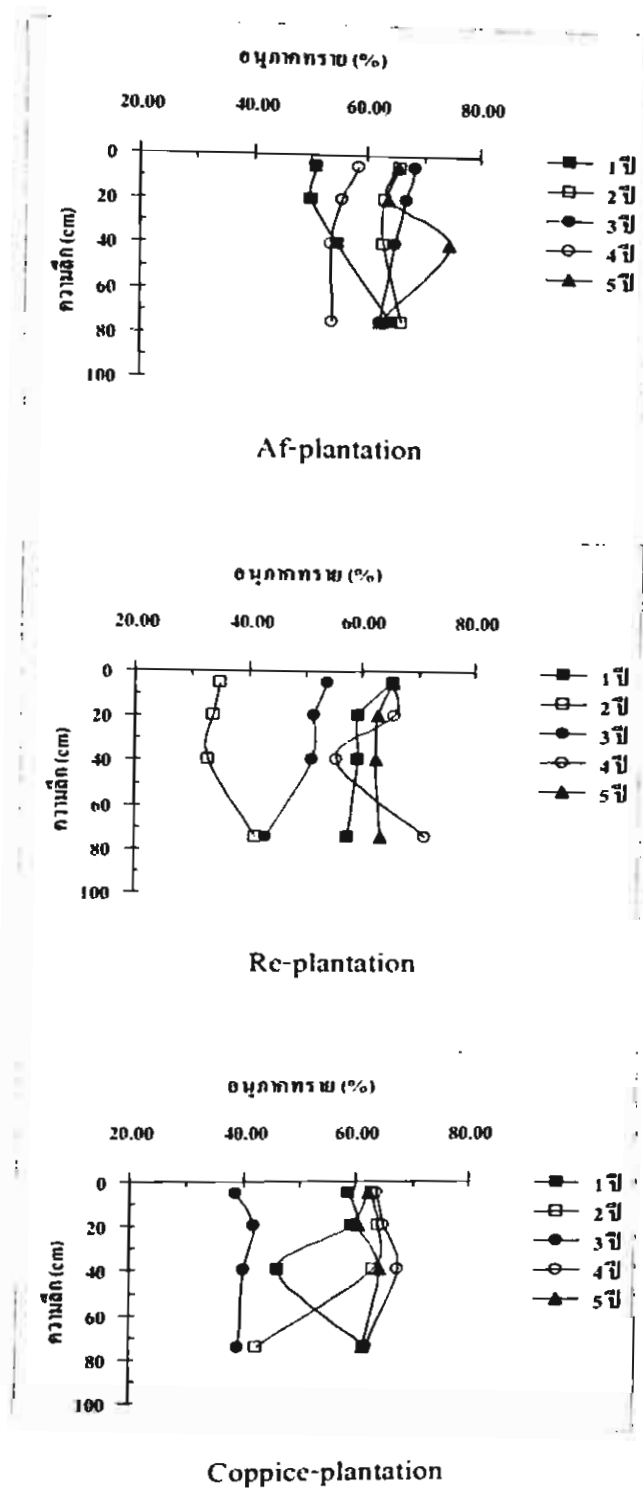
ตารางที่ 18 คุณสมบัติทางกายภาพของดินในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชันภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กระบวนการสืบพันธุ์	% อนุภาค			BD (g cm ⁻³)	PD (g cm ⁻³)	Pore (%)
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว			
0-10	Af-plantation	61.84	17.96	20.20	1.44	2.25	35.96
	Re-plantation	56.97	24.81	18.21	1.43	2.34	38.24
	Coppice-plantation	57.20	23.49	19.31	1.36	2.37	42.15
F-test		0.58ns	2.47ns	0.27ns	0.99ns	0.74ns	3.12ns
10-30	Af-plantation	59.81	18.24	21.95	1.57	2.30	31.48
	Re-plantation	54.61	24.13	21.26	1.61	2.42	32.67
	Coppice-plantation	58.13	20.79	21.08	1.59	2.41	33.27
F-test		0.60ns	1.54ns	0.05ns	0.31ns	0.88ns	0.19ns
30-50	Af-plantation	62.04	15.46	22.50	1.62	2.33	29.23
	Re-plantation	52.33	22.66	25.01	1.66	2.48	31.91
	Coppice-plantation	56.30	19.18	24.52	1.64	2.55	34.74
F-test		1.68ns	2.2 ns	0.34ns	0.5 ns	2.42ns	1.78ns
50-100	Af-plantation	61.75	16.86	21.39	1.63	2.35	30.53b
	Re-plantation	55.27	17.61	27.12	1.68	2.43	30.27b
	Coppice-plantation	57.30	17.25	25.46	1.62	2.50	35.64a
F-test		1.45ns	0.06ns	1.90ns	1.40ns	2.12ns	7.76*

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

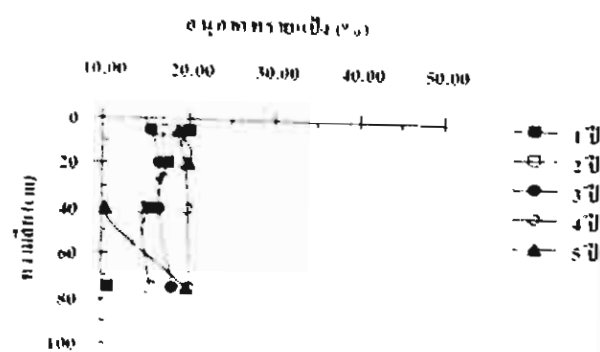
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



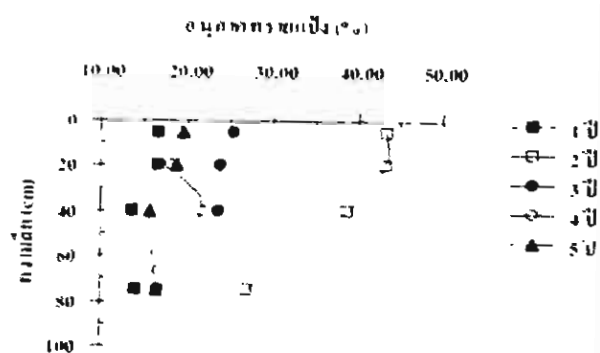
ภาพที่ 22 ปริมาณของอนุภาคทราย (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.2 ปริมาณอนุภาคทอเยนัง (SAR)

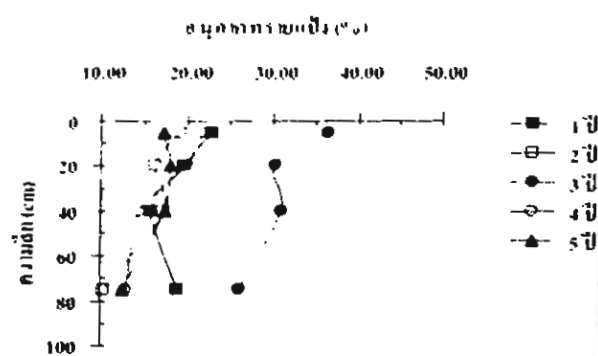
จากการวิเคราะห์หาปริมาณอนุภาคทอเยนังในแอสฟัลต์ที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่าปริมาณอนุภาคทอเยนัง มีค่าอยู่ระหว่าง 10.72-20.03 13.65-43.41 และ 10.36-36.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 23 เมื่อพิจารณาปริมาณอนุภาคทอเยนังเฉลี่ย โดยภาพรวมแล้ว ผลปรากฏว่า แอสฟัลต์ที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แอสฟัลต์ที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีต่ำสุด ในทุกระดับความลึก เมื่อเปรียบเทียบกับทางสถิติ ผลปรากฏว่าพบได้รายการการสืบพันธุ์ที่ต่างกับปริมาณอนุภาคทอเยนังในแอสฟัลต์ที่หิมะ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18



Af-plantation



Re-plantation

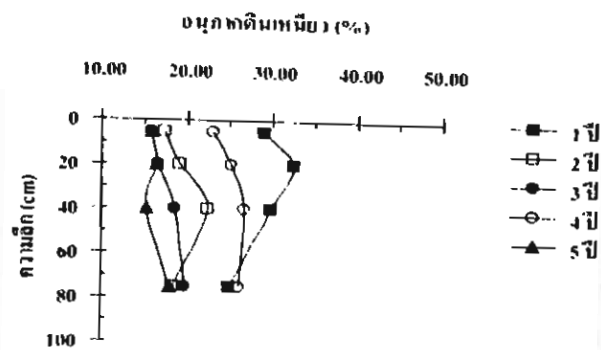


Coppice-plantation

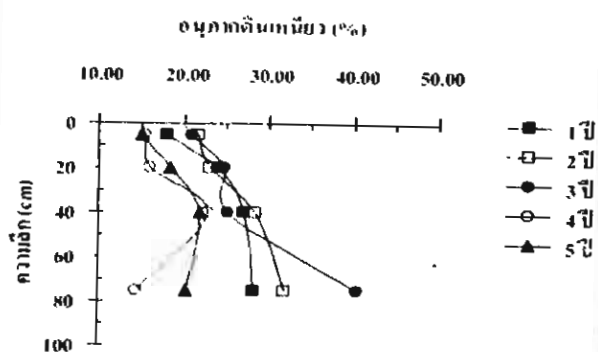
ภาพที่ 23 ปริมาณของอนูกาทรายแป้ง (%) ที่ระดับความสูง 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.3 ปริมาณอนุภาคดินเหนียว (Clay)

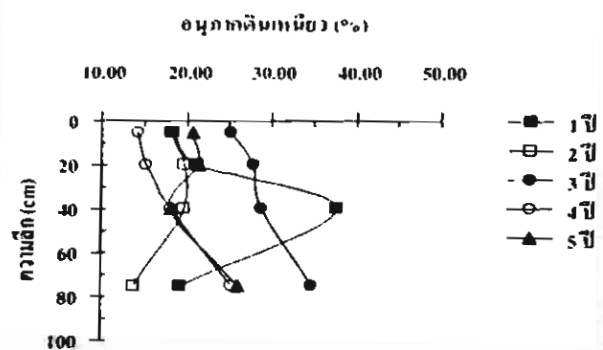
อนุภาคในกลุ่มขนาดดินเหนียวมีบทบาทมากที่สุดในการควบคุมหรือกำหนดคุณสมบัติของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) จากการวิเคราะห์หาปริมาณอนุภาคดินเหนียวในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่าปริมาณอนุภาคดินมีค่าอยู่ระหว่าง 15.16-32.45 14.55-40.46 และ 13.97-37.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 24 เมื่อพิจารณาปริมาณอนุภาคดินเหนียวเฉลี่ย โดยภาพรวมแล้ว ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-30 เซนติเมตรในพื้นที่ที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด แต่ที่ระดับความลึก 30-50 และ 50-100 เซนติเมตรนั้น ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วมีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ ผลปรากฏว่าภายใต้ระบบการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน ปริมาณอนุภาคดินเหนียวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับความลึก ดังแสดงในตารางที่ 18 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่าอนุภาคดินเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกดินในทุกพื้นที่ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วที่มีการสะสมอนุภาคดินเหนียวในดินที่ระดับลึกมากขึ้น น่าจะเป็นผลมาจากการเตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถพรวนมากกว่าแปลงอื่นๆ ทำให้อนุภาคดินเหนียวในส่วนประกอบดินมีการฟุ้งกระจายขึ้นมาอยู่ด้านบนและเมื่อชั้นอายุมากขึ้นอนุภาคดินเหนียวที่อยู่ด้านบนเคลื่อนที่ลงไปกับน้ำที่ซึมลงไปในหน้าตัดดิน (Percolation water) และไปตกตะกอนสะสมอยู่ในดินชั้นล่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และทำให้มีการสะสมในดินชั้นล่างเพิ่มมากขึ้นด้วย



Af-plantation



Re-plantation



Coppice-plantation

ภาพที่ 24 ปริมาณของอนุภาคดินเหนียว (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.4 ประเภทเนื้อดิน

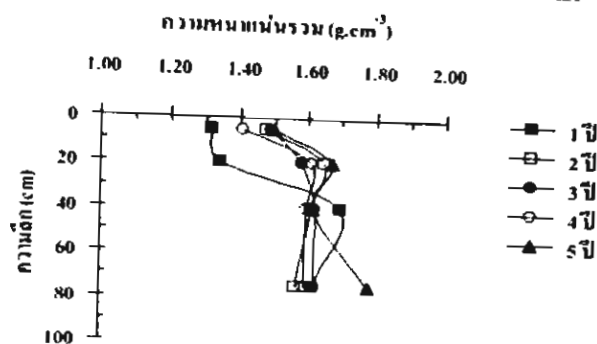
จากการจำแนกประเภทเนื้อดินในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ชั้นอายุ 1-5 ปี มีประเภทเนื้อดินทั้งหมด 7 ประเภท โดยในดินชั้นบน (ความลึก 0-10 เซนติเมตร) จะมีเนื้อดิน 4 ประเภทได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ส่วนดินชั้นล่าง (ความลึก 10-100 เซนติเมตร) มีทั้งหมด 7 ประเภท ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนเหนียว และดินเหนียว ดังแสดงในตารางที่ 19 ซึ่งโดยปกติแล้วเนื้อดินเป็นคุณสมบัติที่มีความเสถียรสูง มีการเปลี่ยนแปลงได้ยากมากภายใต้สภาวะปกติ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) แต่จากการศึกษาครั้งนี้เนื้อดินมีความหลากหลายมากซึ่งอาจเป็นผลมาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน บริเวณแปลงที่ศึกษามีการไถพรวนพื้นที่ในการเตรียมพื้นที่ปลูกและการไถพรวนในการกำจัดวัชพืช

**ตารางที่ 19 ประเภทเนื้อดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลาดูเลนซิสภายใต้กระบวนการ
สืบพันธุ์ที่ต่างกัน**

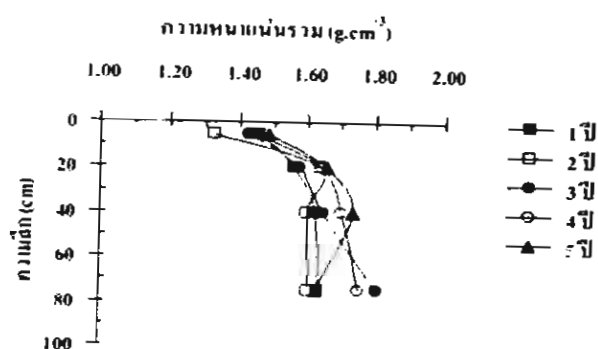
พื้นที่	ระดับความ ลึก (เซนติเมตร)	ประเภทเนื้อดิน				
		อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	10-30	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	30-50	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนเหนียว	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	50-100	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย
Re-plantation	0-10	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินทรายปนร่วน	ดินร่วนปนทราย
	10-30	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินทรายปนร่วน	ดินร่วนปนทราย
	30-50	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินทรายปนร่วน	ดินร่วนปนทราย
	50-100	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนเหนียว	ดินเหนียว	ดินทรายปนร่วน	ดินร่วนเหนียวปนทราย
Coppice-plantation	0-10	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	10-30	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	30-50	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	50-100	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนเหนียว	ดินเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย

5.1.5 ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density)

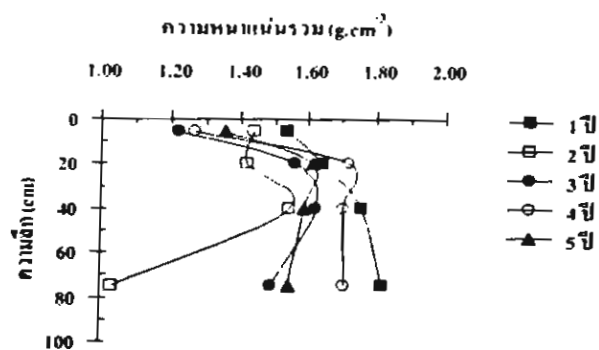
จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.32-1.77, 1.32-1.80 และ 1.27-1.82 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 25 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร แต่ที่ระดับลึก 10-30, 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วมีค่าสูงสุดทุกระดับความลึก เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันความหนาแน่นรวมของดิน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาดินชั้น 0-10 เซนติเมตร ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีความหนาแน่นรวมของดินต่ำกว่าแปลงอื่นๆ เท่ากับ 1.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งน่าจะมีผลมาจากปริมาณอินทรีย์วัตถุ ที่มีการสะสมในบริเวณดินชั้นบน และเมื่อพิจารณาแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกและไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ผลปรากฏว่าความหนาแน่นรวมของดินในชั้นนี้มีค่าใกล้เคียงกันมาก เท่ากับ 1.44 และ 1.43 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 18 และมีค่าใกล้เคียงกันกับ ดินชั้นบนที่มีการปลูกป่าเป็นเวลา 10 ปี ซึ่งมีความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 1.18-1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ศิริภา และคณิงกิจ, 2540) และที่ระดับความลึกเพิ่มมากขึ้นผลปรากฏว่าความหนาแน่นรวมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่และโดยเฉพาะพื้นที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีแนวโน้มที่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งน่าจะมีผลมาจากการไถเตรียมพื้นที่ปลูกทำให้ดินชั้นล่างมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาความหนาแน่นรวมของดินในการปลูกสร้างสวนป่าผลปรากฏว่าทุกระดับความลึกของดินมีความแตกต่างกัน (เสริมพงศ์, 2545)



Af-plantation



Re-plantation

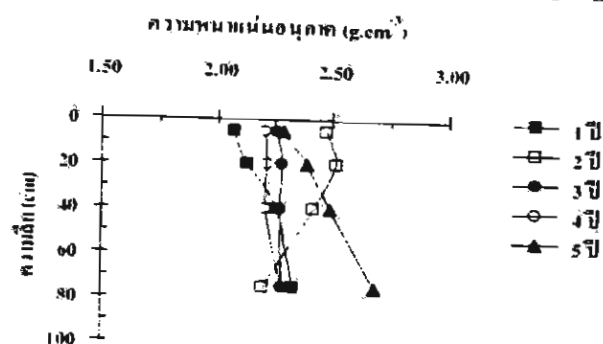


Coppice-plantation

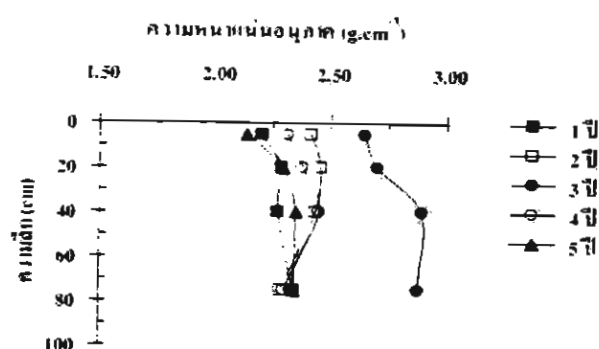
ภาพที่ 25 ความหนาแน่นรวมของดิน(%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.6 ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (particle density)

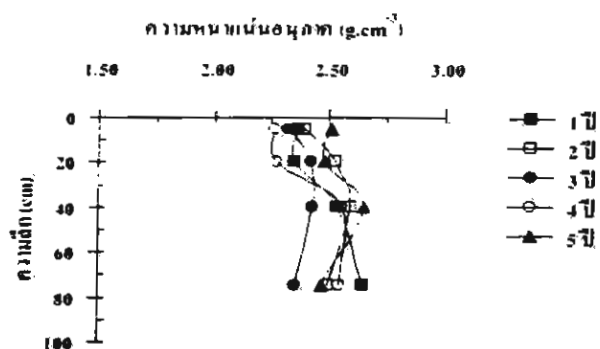
จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นอนุภาคของดิน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ใช้วิธีตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 2.07-2.67, 2.13-2.89 และ 2.26-2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 26 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นอนุภาคของดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่แตกหน่อค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10, 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร เท่ากับ 2.37, 2.55 และ 2.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ยกเว้นที่ระดับลึก 10-30 เซนติเมตร แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วมีค่าสูงสุด เท่ากับ 2.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นผลปรากฏว่าความหนาแน่นอนุภาคดินมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ทำการศึกษา



Af-plantation



Re-plantation

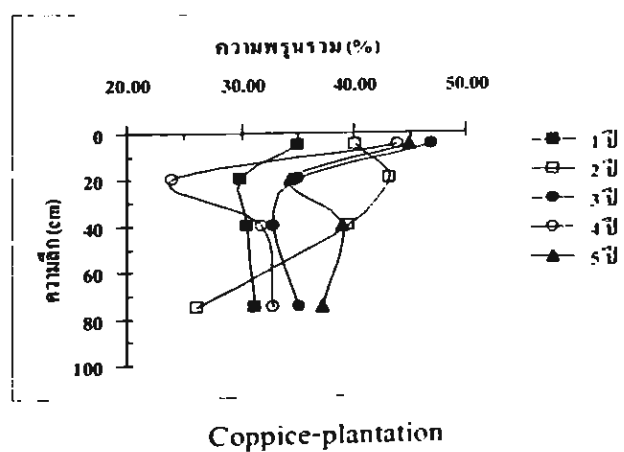
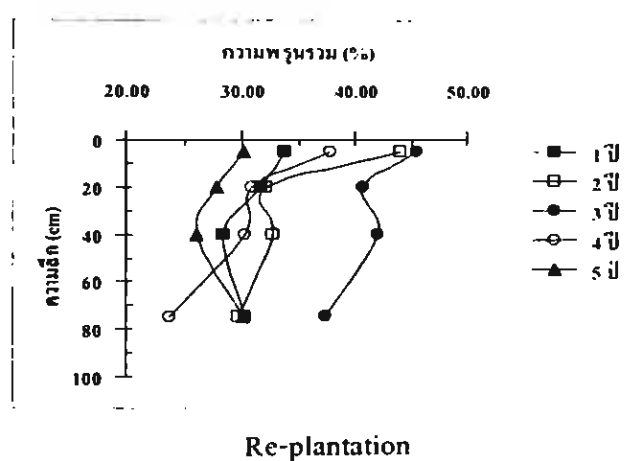
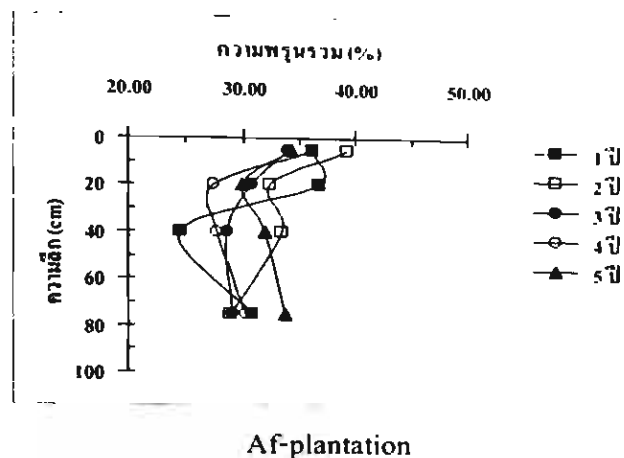


Coppice-plantation

ภาพที่ 26 ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบทอดที่ต่างกัน

5.1.7 ความพรุนรวมของดิน (soil porosity)

ความพรุนดินเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณช่องว่างของดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคดิน จากการวิเคราะห์หาค่าความพรุนรวมของดิน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 24.57-39.28, 23.74-44.13 และ 23.97-46.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 27 เมื่อพิจารณาค่าความพรุนรวมของดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร เท่ากับ 42.15 33.27 34.74 35.64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นผลปรากฏว่าความพรุนรวมของดิน มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ศึกษา ความพรุนรวมของดินที่ ลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจกล่าวได้ว่ามีผลมาจากอินทรีย์วัตถุในดินส่วนมากจะสะสมในดินชั้นบนของชั้นดินประกอบกับดินที่อยู่ลึกลงไปต้องรองรับน้ำหนักของดินส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปทำให้ความพรุนรวมของดินชั้นล่างมีค่าน้อยกว่าด้านบน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) อย่างไรก็ตามการปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสโดยวิธีตัดแตกหน่อมีแนวโน้ม ในการเพิ่มความพรุนให้กับดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ สูงกว่าการปลูกด้วยกล้าเนื่องจากไม่กิจกรรมจากการไถพรวนในการเตรียมพื้นที่ในรอบตัดพื้นที่ 2 แต่การปลูกด้วยกล้ามีการไถพรวน และการสะสมอินทรีย์วัตถุพื้นแปลงที่ตัดแตกหน่อในดิน



ภาพที่ 27 ความพรุนรวมของดิน (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2 คุณสมบัติทางเคมี

5.2.1 ปฏิกริยาของดิน (soil reaction)

ปฏิกริยาของดินหรือ pH ของดินเป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดิน ปฏิกริยาของดินจะนำไปพิจารณาถึงการเกิดความเป็นพิษหรือการขาดธาตุอาหารต่างๆในดิน จากการวิเคราะห์หาปฏิกริยาของดินในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.34-6.70 4.57-5.79 และ 4.82- 6.16 ตามลำดับ ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 28 เมื่อพิจารณาค่าปฏิกริยาของดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร เท่ากับ 5.88 6.02 6.18 และ 5.89 เมื่อเปรียบเทียบกับทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส กับพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและการตัดแตกหน่อเมื่อเปรียบเทียบกับทางสถิติผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับชั้นความลึกที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ เสริมพงศ์ (2545) ที่ได้ทำการศึกษาในพื้นที่สวนป่าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 14 ปี ผลปรากฏว่ามีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.19-4.46 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นผลปรากฏว่า pH มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ จะเห็นว่าแนวโน้มการลดลงของค่า pH สอดคล้องกับรายงานของ ศิริภาและคณิกิจ (2540) ที่ได้รายงานว่าการปลูกป่า 10 ปี pH ของดินมีค่าลดลง ซึ่งสาเหตุที่ลดลงนั้นเกิดจากการชะล้างโดยน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลผ่านชั้นดินพวก basic cation ถูกพัดพาให้สูญหายไปเพราะเมื่อน้ำฝนไหลซึมผ่านดินอยู่นั้นจะละลายเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีอยู่ในดินเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ทำให้น้ำที่ซึมผ่านดินมีปฏิกริยาเป็นกรดเมื่อกระบวนการนี้ดำเนินไปนานเข้าจนในที่สุดเมื่อพื้นผิวอนุภาคของดินมี H^+ มากขึ้น และมีปริมาณสูงกว่า basic cation ก็จะทำให้ดินมีปฏิกริยาเป็นกรด และนอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ เช่น เมื่ออินทรีย์วัตถุในดินเน่าเปื่อยลง จะมี organic acid ต่างๆ เกิดขึ้น กรดเหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นในดินจะทำให้ดินเป็นกรดเพราะ H^+ จากกรดเข้าไปใส่ที่พวกไอออนบวกทำให้ดินเป็นกรดได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

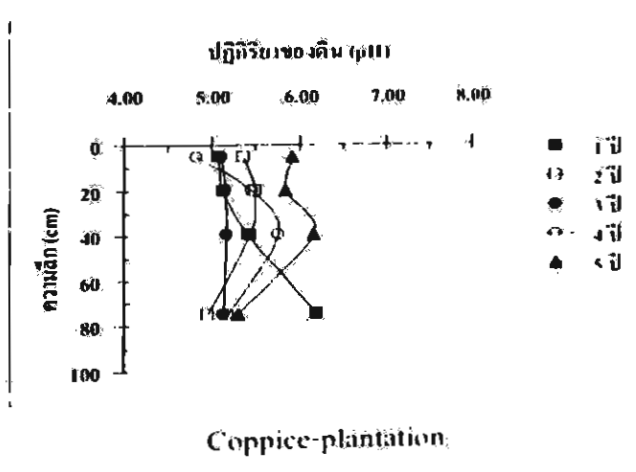
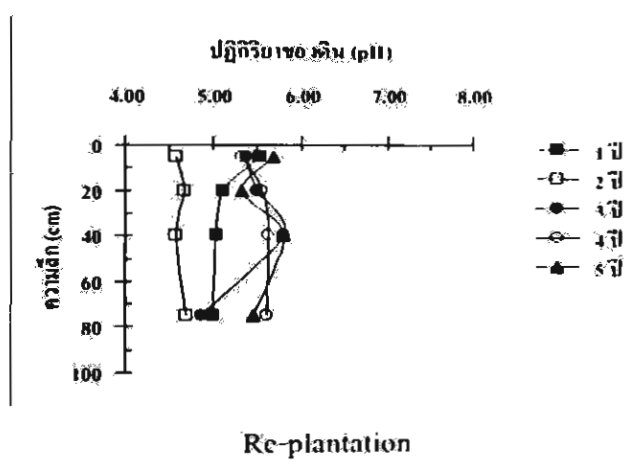
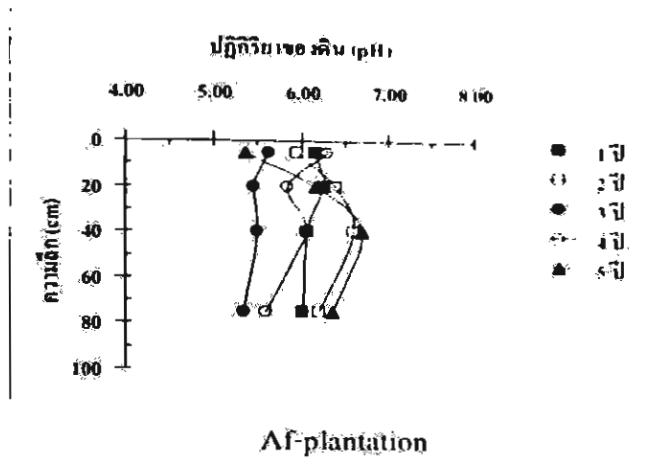
ตารางที่ 20 คุณสมบัติทางเคมีของดินในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูละหนีสภายใต้กระบวนการสับพันธุ์ที่ต่างกัน

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กระบวนการสับพันธุ์	pH	OM (%)	Available P (mg.kg ⁻¹)	Exchangeable bases			
					K (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	Na (mg.kg ⁻¹)
0-10	Af-plantation	5.88a	1.18	7.52	21.76	196.47	67.07	11.09
	Re-plantation	5.30b	1.20	10.41	15.37	109.84	47.39	15.78
	Coppice-plantation	5.26b	1.32	5.99	19.18	153.48	79.39	12.61
F-test		5.51**	0.44ns	0.76ns	0.72ns	0.57ns	1.60ns	1.54ns
10-30	Af-plantation	6.02a	0.95	4.34	10.88	210.10	57.05	14.08
	Re-plantation	5.23b	0.67	3.72	6.26	81.53	43.03	13.82
	Coppice-plantation	5.41b	0.85	3.19	8.93	148.38	65.47	13.88
F-test		7.56**	2.33ns	0.62ns	2.21ns	1.06ns	0.83ns	0.01ns
30-50	Af-plantation	6.18a	0.48	1.76	8.08	216.30	40.86	12.19
	Re-plantation	5.36b	0.47	1.69	5.89	85.47	51.50	14.49
	Coppice-plantation	5.59b	0.48	1.88	7.84	102.91	66.20	11.72
F-test		4.83**	0.01ns	0.09ns	0.87ns	2.28ns	0.49ns	0.90ns
50-100	Af-plantation	5.89a	0.52	1.60	6.47	151.58a	38.33	10.36
	Re-plantation	5.12b	0.30	1.20	7.09	38.40b	60.69	12.56
	Coppice-plantation	5.25b	0.46	1.21	9.49	72.15b	101.47	13.16
F-test		5.61**	2.29ns	0.94ns	1.03ns	10.61**	3.91ns	2.46ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

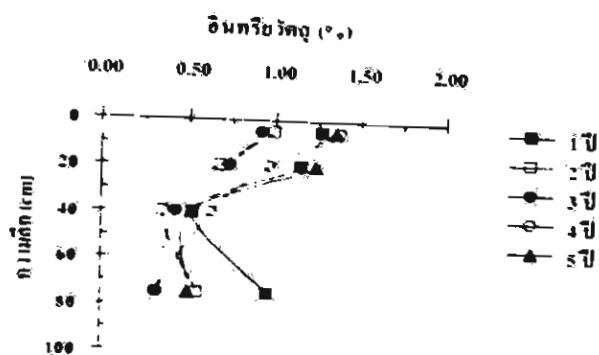
** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



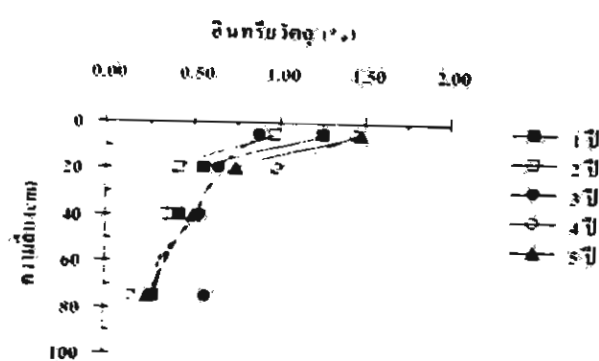
ภาพที่ 28 ปฏิกิริยาของดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร
ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.2 อินทรีย์วัตถุ (organic matter)

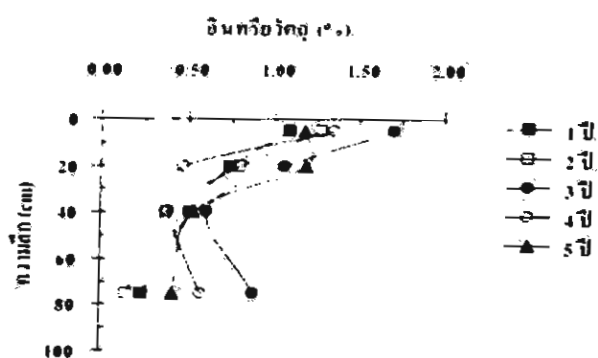
จากการหาวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.31-1.37 0.16-1.45 และ 0.16-1.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 10 และภาพที่ 29 เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ ที่ระดับความลึก 0-10 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.32 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดที่ระดับความลึก 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร เท่ากับ 0.95 0.46 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่ามีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในช่วงปีแรก ๆ ที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากในช่วงเริ่มปลูกการปกคลุมของเรือนยอดมีค่าน้อยอยู่ดังนั้นจึงมีการชะล้างสูง แต่ในช่วงอายุ 3-5 ปี มีแนวโน้มของการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งอาจจะมาจากเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่มีการปกคลุมเรือนยอดมากขึ้น มีการปลดปล่อยเศษซากพืชสู่ผิวดินมากขึ้นการชะล้างก็น้อยลง และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามระดับความลึก น่าจะมีสาเหตุมาจากการที่ ดินบนมีการทับถมของเศษซากพืช ทำให้มีการสะสมของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน



Af-plantation



Re-plantation

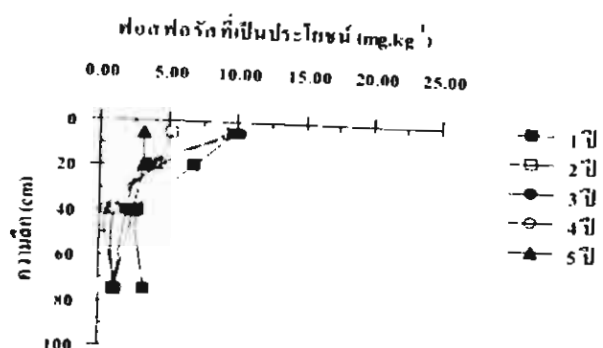


Coppice-plantation

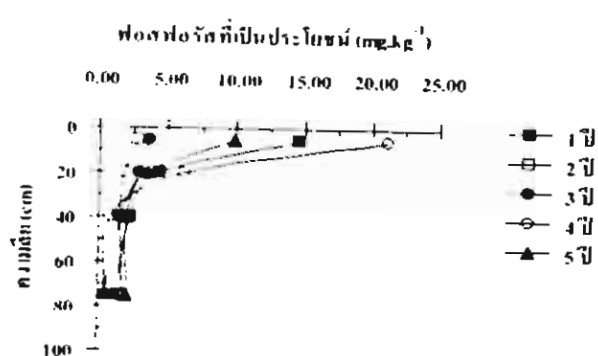
ภาพที่ 29 อินทรีย์วัตถุ (%) ของดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร
ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)

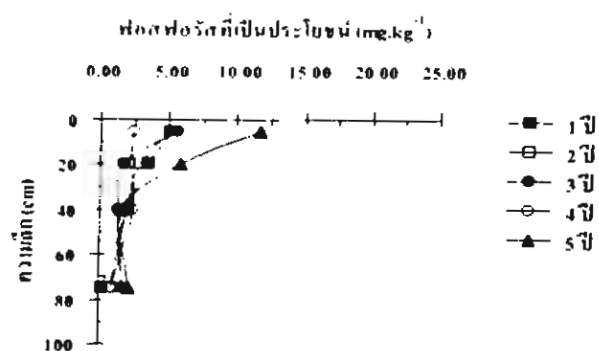
จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.44-10.23 0.48-21.13 และ 0.30-11.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 30 เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อนมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 10-30 30-50 เซนติเมตร และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับเท่ากับ 10.40 4.34 1.88 และ 1.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 20 อย่างไรก็ตาม ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่ได้รับมาจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่เป็นอินทรีย์วัตถุ และอินทรีย์วัตถุ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) แต่ในพื้นที่ศึกษาวัตถุดิบกำเนิดดินโดยภาพรวมแล้วมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วน่าจะมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่มากกว่าทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มที่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ เสริมพงศ์ (2545) ได้ศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่สวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 14 ปี ผลปรากฏว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-5 5-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 11.33 8.93 8.02 และ 6.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งผลปรากฏว่าการศึกษารังนี้ในพื้นที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกมาก่อนที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วมีค่าใกล้เคียงกับ (10.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ศึกษา



Af-plantation



Re-plantation

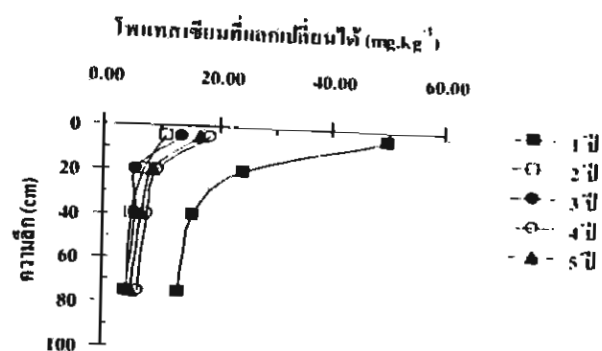


Coppice-plantation

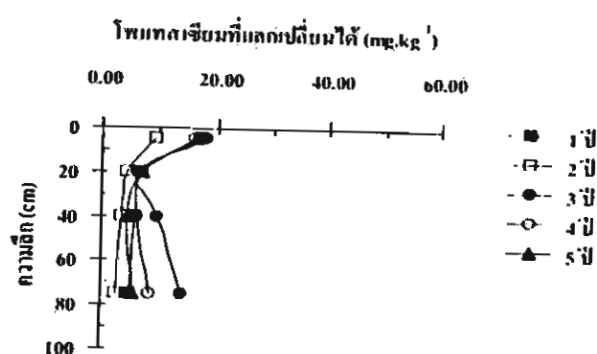
ภาพที่ 30 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบทพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.4 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium)

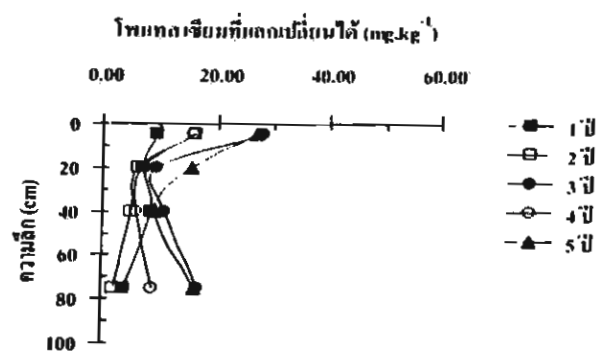
จากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ดัดแปลงดิน ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.93-49.90 2.59-18.20 และ 5.81-28.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 31 เมื่อพิจารณาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 21.76 10.88 8.08 และ 9.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและพื้นที่ที่ใช้ระบบดัดแปลงดินมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกช่วงประมาณ 0-50 เซนติเมตรและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับความลึกประมาณ 50-100 เซนติเมตร ส่วนในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อนมีแนวโน้มลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้นทุกระดับ



Af-plantation



Re-plantation

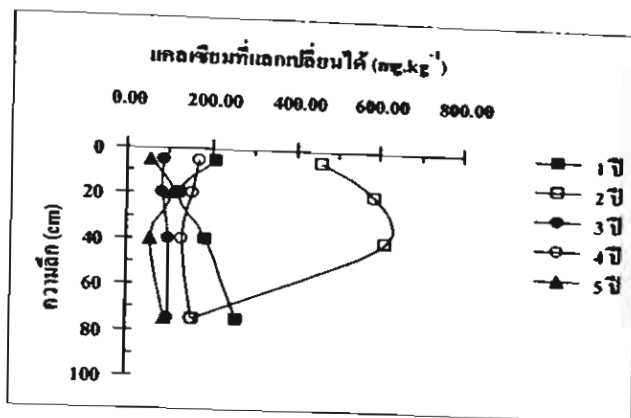


Coppice-plantation

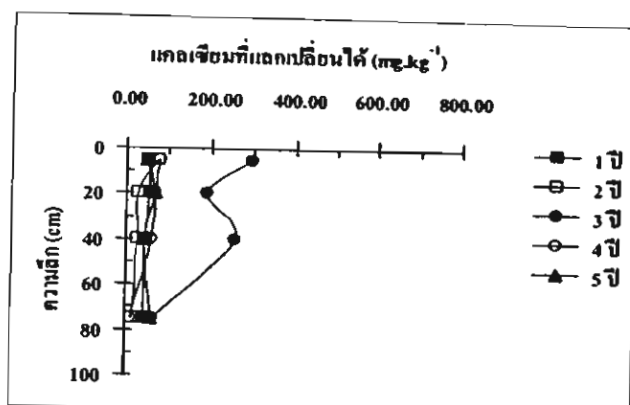
ภาพที่ 31 โพแทสเซียมที่แยกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.5 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium)

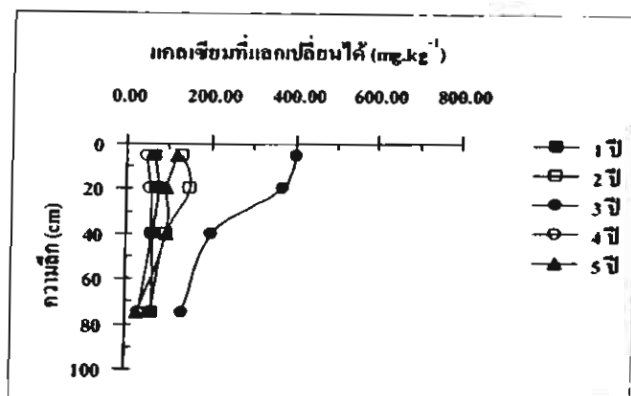
จากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 56.61-614.07 12.64-295.17 และ 27.36-402.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ตารางผนวกที่ 13 และภาพที่ 32 เมื่อพิจารณาค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 196.47 210.10 216.30 และ 151.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 และ 30-50 เซนติเมตร แต่ที่ระดับความลึก 50-100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์พื้นที่ในการปลูกไม้ยูคาลิปตัสผลปรากฏว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วมีแนวโน้มการลดลงของปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าแปลงตัดแตกหน่อ อาจจะเป็นผลมาจากการตัดฟันไม้ออกจากพื้นที่ เนื่องจากในส่วนที่เป็นลำต้นผลปรากฏว่ามีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงสุด มีค่าประมาณ ร้อยละ 0.725 ของมวลชีวภาพ (สุทธาทิพย์, 2539) เมื่อพิจารณาตามระดับความลึก ผลปรากฏว่าปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในดินชั้นบนนั้นเศษซากพืชที่ร่วงหล่นโดยเฉพาะใบเป็นส่วนที่ร่วงหล่นมากที่สุด และแคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่สลายตัวได้ช้า อีกทั้งเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และเสริมสร้างความแข็งแรงของเซลล์ จึงมีการชะล้างสู่เนื้อดินชั้นล่างได้น้อย (สุทธาทิพย์, 2539)



Af-plantation



Re-plantation

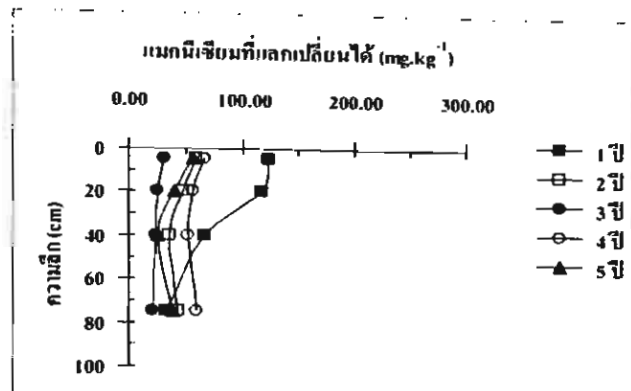


Coppice-plantation

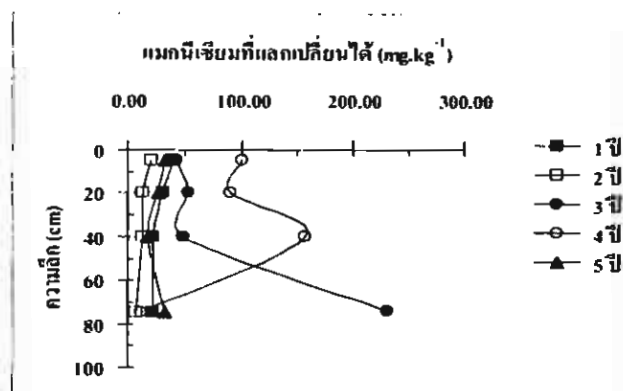
ภาพที่ 32 แกลเซียมที่แตกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร
ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบทพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.6 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium)

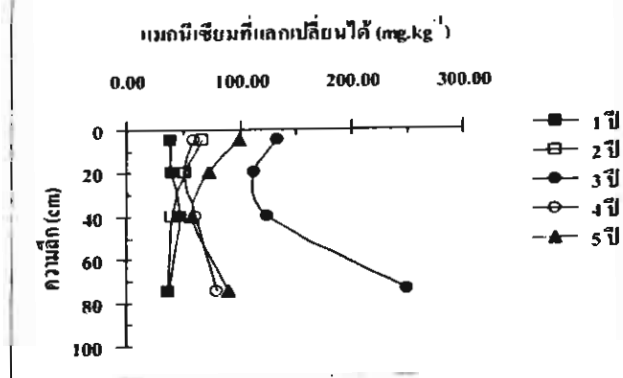
จากการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 20.13-122.64 7.11-230.40 และ 36.26-250.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14 และภาพที่ 33 เมื่อพิจารณาปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 79.39 65.47 66.20 และ 101.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยภาพรวมมีค่าสูงในแปลงตัดแตกหน่อ ปริมาณการปลดปล่อยแมกนีเซียมจากส่วนใบของไม้ยูคาลิปตัสที่ร่วงหล่น เนื่องจากปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นไม้มีความเข้มข้นอยู่ที่ใบสูงถึงร้อยละ 0.238 (สุทธาทิพย์, 2539) และในแปลงตัดแตกหน่อมีช่วงเวลาการสะสมของใบมากกว่าแปลงศึกษาอื่นทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงอื่น ๆ



Af-plantation



Re-plantation

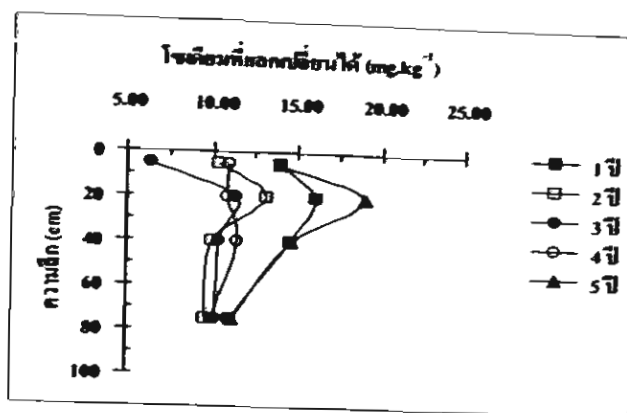


Coppice-plantation

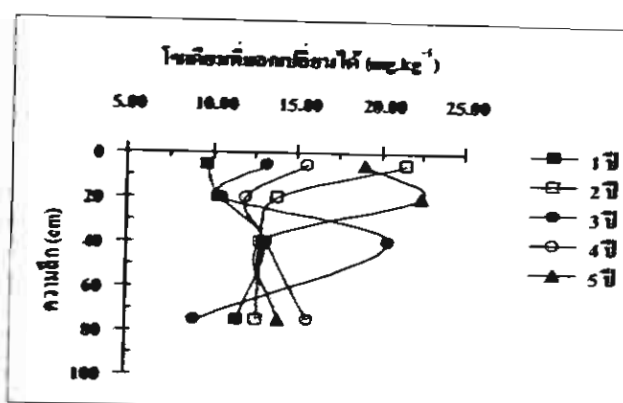
ภาพที่ 33 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.7 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium)

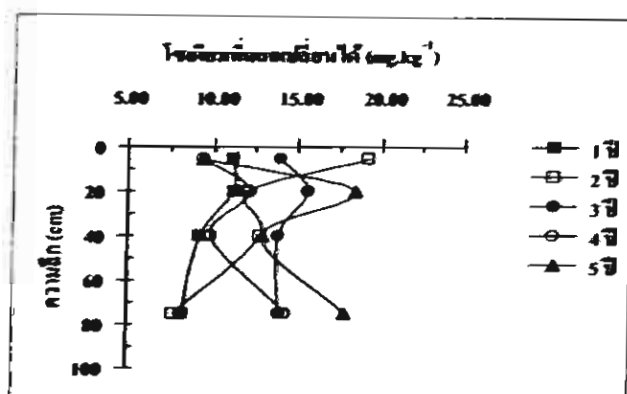
จากการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ใช้วิธีตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 6.32-18.97 8.94-22.33 และ 7.71-18.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ตารางผนวกที่ 15 และภาพที่ 34 เมื่อพิจารณาปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยโดยภาพรวมผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 และ 30-50 เซนติเมตร แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดในชั้นดินระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับเท่ากับ 15.78 14.41 14.08 และ 13.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



Af-plantation



Re-plantation



Coppice-plantation

ภาพที่ 34 ไนโตรเจนที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5. ผลตอบแทนด้านการเงินจากการลงทุนปลูกสร้างสวนป่ายุคาลิปตัส

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ 3 วิธีเพื่อพิจารณาถึงผลิตภาพของโครงการ ขนาดของโครงการ และผลิตภาพของการลงทุน อันจะทำให้เกิดการพิจารณาคัดเลือกโครงการในการลงทุนเป็นไปได้ ด้วยความเหมาะสมยิ่งขึ้น ได้แก่

Benefit – Cost Ratio (B/C ratio) หรืออัตราส่วนผลได้ต่อต้นทุน เป็นการเปรียบเทียบ ระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลได้และต้นทุนที่เกิดขึ้น โดยมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$B/C = \sum_{t=1}^n B_t(1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^n C_t(1+i)^{-t}$$

B_t = ผลได้ในปีที่ t

C_t = ต้นทุนในปีที่ t

i = อัตราส่วนลด

t = ปีที่ 1, 2, n โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ

เกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจในการลงทุน คือ $B/C > 1$

การวิเคราะห์โครงการโดยทั่วไป นิยมใช้อัตราส่วนของผลได้ต่อต้นทุนเป็นดัชนีเพื่อแสดงให้เห็นถึงผลิตภาพของโครงการ (Project Productivity)

Net Present Value (NPV) หรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เป็นการหามูลค่าปัจจุบันของโครงการ ว่า ผลกำไรจากการลงทุนมีมูลค่าในปัจจุบันเป็นเท่า โดยใช้อัตราดอกเบี้ยอัตราใดอัตราหนึ่งเป็นตัวหักลด มูลค่าปัจจุบันสุทธิหาได้จากสูตรการคำนวณดังนี้

$$B/C = \sum_{t=1}^n B_t/(1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^n C_t/(1+i)^{-t}$$

หรือ

$$B/C = \sum_{t=1}^n (B_t - C_t)/(1+i)^t$$

B_t = ผลได้ในปีที่ t

C_t = ต้นทุนในปีที่ t

i = อัตราส่วนลด

$t =$ ปีที่ 1, 2,, n โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ
เกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจในการลงทุน คือ $NPV > 0$ หรือมีค่าเป็นบวก

Internal Rate of Return (IRR) หรืออัตราผลตอบแทนของโครงการเป็นผลตอบแทนซึ่งอยู่ในรูปของร้อยละที่เกิดจากการลงทุนในโครงการ ซึ่งอัตราผลตอบแทนดังกล่าวก็คือ อัตราส่วนลดที่จะทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลได้มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน หรือมูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสเงินสดมีค่าเป็นศูนย์พอดี ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\sum_{t=1}^n (B_t - C_t) \cdot (1 + R)^{-t} = 0$$

B_t = ผลได้ในปีที่ t

C_t = ต้นทุนในปีที่ t

R = อัตราผลตอบแทนของโครงการ

$t =$ ปีที่ 1, 2,, n โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ

สำหรับค่า IRR คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$IRR = L.D.R. + (H.D.R. - L.D.R.) \cdot \frac{P.W. \text{ at } L.D.R.}{P.W. \text{ at } L.D.R. - P.W. \text{ at } H.D.R.}$$

IRR = อัตราผลตอบแทนของโครงการ

L.D.R. = Lower Discount Rate เป็นอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก

H.D.R. = Higher Discount Rate เป็นอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นลบ

P.W. at L.D.R. = มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก

P.W. at H.D.R. = มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นลบ

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการยอมรับโครงการ คือ เมื่อ $IRR >$ ค่าเสียโอกาสของทุน หรือ $IRR >$ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้

การใช้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เป็นวิธีการวัดผลของโครงการอีกวิธีหนึ่งที่ยอมรับกันมาก ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงผลิตภาพของทุน (Cost Productivity) โครงการใดที่มีอัตรา

ผลตอบแทนภายในโครงการสูงก็จัดไว้ในอันดับต้น ส่วนโครงการใดที่มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการต่ำกว่าก็จัดไว้ในอันดับถัดไป

ในการวิเคราะห์ผลสำเร็จของการลงทุนในการปลูกสร้างสวนป่าโดยทั่วไป จะคำนวณหาผลตอบแทนด้านการเงินเฉลี่ยต่อไร่ ซึ่งในที่นี้จะเป็นการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน(B/C) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละชั้นอายุ ชั้นคุณภาพพื้นที่และระยะปลูก และได้กำหนดอัตราดอกเบี้ยขึ้น 4 ระดับ คือ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

5.1 ต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส

ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนดำเนินโครงการ รวมทั้งค่าเสียโอกาส ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะต้นทุนทางตรง (Direct Costs) หรือ ต้นทุนขั้นต้น (Primary Costs) ซึ่งก็คือ มูลค่าของการใช้สิ่งทีใส่เข้าไปเพื่อการดำเนินการ และการบำรุงรักษาโครงการ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เป็นค่าใช้จ่ายโดยตรงของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านลงทุนและการดำเนินงาน ซึ่งในกรณีของการปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ได้แก่ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มเตรียมการเพาะปลูก การดูแลรักษาสวนป่าจนครบกำหนดตัดฟันไม้ขาย ส่วนต้นทุนทางอ้อม (Indirect Costs) หรือ ต้นทุนขั้นรอง (Secondary Costs) หมายถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้มักจะเกิดขึ้นกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่อยู่ภายนอกโครงการซึ่งได้แก่ ผลเสียภายนอกในการศึกษาครั้งนี้ไม่นำมาพิจารณา

ต้นทุนในการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสในครั้งนี้ จำแนกออกเป็น 3 หมวด ได้แก่

- 1) ค่าเช่าที่ดิน
- 2) ค่าจ้างแรงงานในการเตรียมพื้นที่วางแผนปลูก ปลูก ปลูกซ่อม ใส่ปุ๋ย และ

ถางวัชพืช

- 3) ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับกล้าไม้ ไม้หลักที่ใช้กำหนดตำแหน่งที่จะปลูก

และใส่ปุ๋ย

รายละเอียดเกี่ยวกับต้นทุนการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส เฉลี่ยต่อไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ปี 1-5 ในแต่ละระยะได้แสดงไว้ในตารางที่ 21 และ 22

ตารางที่ 21 แสดงรายละเอียดต้นทุนการปลูกสร้างสวนป่ามูลค่าผลิตภัณฑ์ของเกษตรกรสมาชิกบริษัทอะโกรไลน์ อายุ 1-5 ปี

รายการ	ปีที่1			ปีที่2			ปีที่3			ปีที่4			ปีที่5		
	Af.	Re.	Cop.	Af.	Re.	Cop.	Af.	Re.	Cop.	Af.	Re.	Cop.	Af.	Re.	Cop.
1. ค่าเช่าที่	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
2. ค่าจ้างแรงงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เตรียมพื้นที่	620	620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ค่ากำจัดตอเดิม	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
วางแผนปลูก	234	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ค่าไถกันไฟ	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
ปลูก	120	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ใส่ปุ๋ย	245	245	220	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กลบโคนเก็บความชื้น	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ทางวิจัยพืช	600	600	600	415	415	415	25	25	25	25	25	25	25	25	25
ปลูกซ่อม	175	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. ค่าวัสดุ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กล้าไม้	700	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ปุ๋ย	150	150	150	150	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 22 ต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสของเกษตรกรสมาชิกบริษัทอะโกรโคโน 3-5 ปี

แปลง	อายุ	ต้นทุน (บาทต่อไร่)	อัตราดอกเบี้ย (%)			
			5	10	15	20
New Plantation	3	3620.00	3364.76	3141.62	2945.10	2770.83
	4	3801.00	3532.99	3298.70	3092.35	2909.38
	5	3982.00	3701.23	3455.79	3239.61	3047.92
Re Plantation	3	3870.00	3602.85	3368.90	3162.49	2979.17
	4	4063.50	3782.99	3537.34	3320.61	3128.13
	5	4257.00	3963.14	3705.79	3478.74	3277.08
Coppices Plantation	3	2110.00	1926.66	1768.90	1632.05	1512.50
	4	2215.50	2022.99	1857.34	1713.66	1588.13
	5	2321.00	2119.33	1945.79	1795.26	1663.75

จากตารางที่ 21 และ 22 จะชี้ให้เห็นว่าต้นทุนในการปลูกสร้างสวนปาล์มในครั้งนี้นั้นในช่วงปีที่ 1 จะมีต้นทุนสูงในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าเนื่องจากกล้าไม่มีราคาที่สูง และต้องเสียค่าเตรียมพื้นที่ และในแปลงที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วจะมีค่าต้นทุนสูงสุดเนื่องจากต้องเสียค่าสารเคมีในการกำจัดกอ ที่มีในพื้นที่ด้วย และต้นทุนจะลดลงตามลำดับในปีต่อ ๆ ไป ส่วนปีที่จะนำมาวิเคราะห์การเงินในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้อายุ 3-5 มาวิเคราะห์ผลทางการเงินซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่ก็จะมีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการลงทุนมาแล้ว รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกมาก่อนและแปลงที่ตัดแฉกหน่อมีค่าต้นทุนต่ำสุด

5.2 รายได้เฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนปาล์ม

รายได้ในที่นี้ หมายถึง ผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนได้แก่ ผลได้ทางตรง (Direct Benefits) หรือผลได้ขั้นต้น (Primary Benefits) ซึ่งในกรณีของการปลูกสร้างสวนปาล์มได้แก่ รายได้จากการขายไม้ ส่วนผลได้ทางอ้อม (Indirect Benefits) หรือผลได้ขั้นรอง (Secondary Benefits) ได้แก่ มูลค่าของสินค้าหรือบริการที่ได้เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมส่วนควบอื่นๆ หรือเป็นผลได้ที่เกิดขึ้นภายนอกโครงการ ซึ่งเช่น รายได้ของอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการประเมิน

นอกจากนี้ ผลได้ยังจำแนกได้เป็น ผลได้ที่วัดเป็นตัวเงิน (Tangible Benefits) เช่น มูลค่าของผลผลิต และผลได้ที่วัดเป็นตัวเงินไม่ได้ เช่น ผลได้ทางด้าน การฟื้นฟูสภาพป่าไม้ในด้านการอนุรักษ์ การกระจายรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

รายได้เฉลี่ยต่อไร่จากสร้างสวนปาล์มยูคาลิปตัสหาได้จากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่คูณด้วยราคาของไม้ยูคาลิปตัส ตามปกติไม้ยูคาลิปตัสจะซื้อขายกันโดยการชั่งน้ำหนัก ดังนั้นราคาจึงมีหน่วยเป็นบาทต่อดิน ไม้ยูคาลิปตัสจะมีขนาดโคพอที่จะจำหน่ายเป็นสินค้าได้เมื่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตรงปลายท่อนตั้งแต่ 2.5 นิ้วขึ้นไป โดยจะใช้เวลาอย่างน้อย 3 ปี ในที่นี้เป็นการคำนวณหารายได้เฉลี่ยต่อไร่ ใน 3 ชั้นอายุ คือ 3 4 และ 5 ปี แต่ละชั้นอายุประกอบด้วย ไม้ชั้นคุณภาพที่ 1 (เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายท่อนมากกว่า 2.5 นิ้ว) ราคาซื้อขายตันละ 1,200 บาท ส่วนไม้ชั้นคุณภาพชั้นที่ 2 (เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายท่อนมากกว่า 1 นิ้วและที่โคนท่อน 2.5 นิ้ว) ราคาตันละ 900 บาทแต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการหักส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายในการตัดและขนส่งออกตันละ 300 บาท ดังนั้นเมื่อคิดหักลดและเหลือราคาไม้สุทธิคือ ตันละ 900 และ 600 บาท ในแต่ละชั้นคุณภาพไม้ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบว่าการลงทุนปลูกไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส นั้นผลปรากฏว่าในทุกชั้นอายุมีความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อวิเคราะห์ มูลค่าปัจจุบัน

สุทธิอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอัตราผลตอบแทนของโครงการที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่าง ๆ ตั้งแต่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 ถึง 20 บาทต่อปี ในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี นั้นพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนไม่ค่อยต่างกันมากนักแต่ในชั้นอายุ 5 ปีนั้น จะสูงกว่า ดังนั้นถ้ามีความจำเป็นในการตัดไม้ขายควรจะดำเนินการตัดเมื่อไม้อายุ 3 ปี แต่ถ้าต้องการมูลค่าเพิ่มควรไว้จนครบ 5 ปี อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่าง ๆ ตั้งแต่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 ถึง 20 บาทต่อปี ในชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี นั้นพบว่า อัตราผลตอบแทนของโครงการมีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยทุกระดับที่ทำการศึกษา นั่นคือมีความเหมาะสมในการลงทุนทุก ๆ ชั้นอายุตั้งแต่ 3-5 ปี และในชั้นอายุ 3 ปี มีความเหมาะสมในการลงทุนและตัดฟันไม้ออกมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 23 และ 24

ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสนั้นผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 3 ปีนั้นมีระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 เท่านั้นที่เหมาะสมกับการลงทุนเนื่องจากเมื่อพิจารณาที่ระดับดอกเบี้ยอื่น ๆ แล้วมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนนั้นไม่เหมาะสม และอัตราผลตอบแทนของโครงการ ก็มีค่าค่อนข้างต่ำ (7.27) และในชั้นอายุ 4 ปี นั้นผลปรากฏว่าไม่เหมาะสมกับการลงทุน เนื่องจาก มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอัตราผลตอบแทนของโครงการที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่เหมาะสมกับการลงทุนทุก ๆ ระดับอัตราดอกเบี้ยที่ได้กำหนดไว้ ในชั้นอายุ 5 ปี นั้นผลปรากฏว่าระดับอัตราดอกเบี้ยที่ระดับร้อยละ 15 ยังสามารถลงทุนได้ แต่ถ้าระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 20 จะไม่เหมาะสมกับการลงทุน เมื่ออัตราอัตราผลตอบแทนของโครงการ อยู่ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 17.36 และในชั้นอายุ 5 ปีมีความเหมาะสมในการลงทุนและตัดฟันไม้ออกมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 23 และ 24

ในแปลงตัดแควหน่อนั้นผลการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าชั้นอายุ 3 -5 ปี มีความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อวิเคราะห์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่าง ๆ พบว่ายังคุ้มค่าในการลงทุนและในชั้นอายุ 3 ปีนั้นผลการวิเคราะห์พบว่าผลตอบแทนในรูปของ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนของโครงการ ข้นข้างต่ำ แต่ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปีนั้น พบว่ามีความแตกต่างกันไม่มากนักในชั้นอายุ 4 ปี มีความเหมาะสมในการลงทุนและตัดฟันไม้ออกมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 23 และ 24

ตารางที่ 23 รายได้เฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนปาล์มภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับพื้นที่ไร่ละ 3-5 ปี

แปลง	อายุ	รายได้ (บาทต่อไร่)	อัตราดอกเบี้ย (%)		
			5	10	20
New Plantation	3	8973.20	7751.39	6741.7	5192.826
	4	10019.20	8242.817	6843.246	4831.788
	5	14092.81	11042.09	8750.527	5663.585
Re Plantation	3	6198.27	5354.298	4656.851	3586.961
	4	6606.88	5435.498	4512.589	3186.189
	5	11106.27	8702.052	6896.119	4463.36
Coppices Plantation	3	4273.83	3691.896	3210.993	2473.282
	4	7646.83	6291.07	5222.891	3687.709
	5	8934.58	7000.475	5547.669	3590.606

ตารางที่ 24 NPV B/C IRR ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ตามลาดูเลนทิส อายุ 3-5 ปี ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ต่างกัน

แปลง	อัตรา ดอกเบี้ย	อายุ 3 ปี		อายุ 4 ปี		อายุ 5 ปี	
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
New Plantation	5	2803.24	1.57		2815.03	1.52	1.88
	10	2109.30	1.46		1812.65	1.36	1.62
	15	1546.71	1.36	42.05	1041.86	1.22	28.19
	20	1087.80	1.26		445.61	1.10	1.23
Re Plantation	5	168.05	1.03		-230.38	0.96	1.42
	10	-202.82	0.96		-745.28	0.86	1.23
	15	-495.24	0.89	7.27	-1126.53	0.77	3.35
	20	-726.40	0.83		-1408.32	0.69	1.06
Coppices Plantation	5	623.74	1.20		2743.28	1.77	0.92
	10	373.14	1.13		1986.84	1.61	1.75
	15	173.32	1.07	20.33	1401.98	1.47	33.04
	20	13.26	1.01		946.53	1.35	1.54
							1.36
							27.64
							1.21

5.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

ความอ่อนไหวของโครงการ หมายถึง ความแปรปรวนหรือความไม่แน่นอนของโครงการที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากความผิดพลาดในการประเมินต้นทุนและหรือความผิดพลาดจากการคาดคะเนผลได้ โดยวิธีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เป็นการกำหนดล่วงหน้าว่าจะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ซึ่งย่อมมีโอกาสผันผวนได้มาก ดังนั้นในการวิเคราะห์ที่ทำขึ้นอย่างระมัดระวังนั้นจะสามารถบอกได้ว่า ถ้ามีบางสิ่งบางอย่างเปลี่ยนไปจากที่กำหนดไว้เดิม เช่น ต้นทุนเพิ่ม หรือราคาผลผลิตลดต่ำกว่าที่คาดไว้ ผลได้หรือผลตอบแทนของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการนี้ เพื่อให้ผู้มีหน้าที่ตัดสินใจเลือกโครงการได้พิจารณาถึงความเสี่ยงภัยอันเนื่องมาจากความผันแปรของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ได้กำหนดความอ่อนไหวของโครงการดังนี้

1. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้คงที่
2. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้คงที่
3. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้เพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์
4. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้เพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์

แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส

จากผลการศึกษาพบว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสเมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 หรือร้อยละ 10 ราคาไม้ คงที่ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 การลงทุนในโครงการนี้ยังมีความเหมาะสมในการลงทุนทุก ๆ ชั้นอายุที่ทำการศึกษาและที่เหมาะสมและให้ผลประโยชน์สูงสุดคือที่ระดับอายุ 5 ปี ดอกเบี้ยร้อยละ 5 ต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 มีความเหมาะสมในการลงทุนมากที่สุดเพราะ ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนของโครงการสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 25

แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส

จากผลการศึกษาพบว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ผลปรากฏว่าเมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และราคาไม้คงที่ นั้นเมื่อพิจารณา ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนของโครงการสูงที่สุดจะมีความเหมาะสมในการลงทุนที่ระดับอายุ 5 ปี และอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 และ 10 เท่านั้น ส่วนกรณีอื่น ๆ ขาดทุนทุกกรณี

ในชั้นอายุ 3 ปี พบว่า เมื่อต้นทุนไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ราคาและราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 เหมาะสมต่อการลงทุนส่วนระดับดอกเบี้ยอื่น ๆ ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน ในชั้นอายุ 4 ปี ไม่เหมาะสมในการลงทุนทุกกรณี ในชั้นอายุ 5 ปีนั้นที่ระดับดอกเบี้ยร้อยละ 20 ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ในชั้นอายุ 3 ปี นั้นที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 และ 10 เหมาะสมต่อการลงทุน ในชั้นอายุ 4 ปี ที่ระดับดอกเบี้ยร้อยละ 5 เหมาะสมต่อการลงทุนส่วนในชั้นอายุ 5 ปี นั้นที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5-15 นั้นเหมาะสม ถ้าอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 20 จะคุ้มทุนพอดี

เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และราคาไม้คงที่พบว่าในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี ไม่มีความเหมาะสมในการลงทุนทุกกรณี ส่วนในชั้นอายุ 5 ปี ที่ระดับดอกเบี้ยร้อยละ 5 และ 10 จะมีความเหมาะสมในการลงทุน และถ้าราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ ร้อยละ 10 ในชั้นอายุ 3 ปี นั้นที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 เท่านั้นที่มีคุ้มกับการลงทุนคือค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าเท่ากับ 1 ส่วนระดับดอกเบี้ยอื่น ๆ ยังไม่เหมาะสมในชั้นอายุ 4 ปี ไม่มีความเหมาะสมกับการลงทุนทุก ๆ กรณีส่วนในชั้นอายุ 5 ปีนั้นมีความเหมาะสมกับการลงทุนที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5-15 เท่านั้นที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 20 ไม่มีความเหมาะสมในการลงทุน และเมื่อพิจารณาทุก ๆ กรณีที่ทำการศึกษา ผลปรากฏว่าไม้ระดับอายุ 5 ปี ต้นทุนเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5 ราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 มีความเหมาะสมในการลงทุนมากที่สุดสำหรับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ดังแสดงในตารางที่ 26

แปลงตัดแตกหน่อ

จากผลการศึกษาพบว่าในแปลงตัดแตกหน่อ เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ราคาไม้คงที่ และที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5-15 มีความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อราคาไม้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 และ 10 พบว่ามีความเหมาะสมในการลงทุนทุกกรณีที่ทำการศึกษา และเมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10 ราคาไม้คงที่ ในชั้นอายุ 3 ปีที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 15 และ 20 ไม่เหมาะสมกับการลงทุน ส่วนที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 และ 10 มีความเหมาะสมกับการลงทุน เมื่อราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 พบว่าในชั้นอายุ 3 ปีที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 20 ไม่มีความเหมาะสมในการลงทุน ส่วนระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 - 15 มีความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 พบว่ามีความเหมาะสมในการลงทุนทุกกรณีที่ทำการศึกษา และเมื่อพิจารณาทุก ๆ กรณีที่ทำการศึกษาความอ่อนไหวของโครงการผลปรากฏว่าไม้ที่ระดับอายุ 5 ปี เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นอัตรา ร้อยละ 10 และราคาไม้เพิ่มขึ้นอัตราร้อยละ 10 ที่ระดับอัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 5 มีความเหมาะสมที่สุดในการลงทุนมากที่สุดสำหรับแปลงตัดแตกหน่อดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 25 NPV B/C IRR ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาสดูลเลนซิส อายุ 3-5 ปี ตามอัตราดอกเบี้ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและราคาไม้ในแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส

ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 5										
อายุ	อัตราดอกเบี้ย	ราคาไม้คงที่			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 5			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 10		
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
3 ปี	5	2555.83	1.49		3091.02	1.59		3626.20	1.70	
	10	1877.68	1.39	30.45	2343.16	1.48	33.74	2808.63	1.58	36.64
	15	1329.05	1.29		1736.41	1.38		2143.77	1.47	
	20	882.55	1.20		1241.08	1.29		1599.62	1.37	
4 ปี	5	2543.64	1.45		3111.09	1.55		3678.55	1.65	
	10	1561.12	1.30	22.38	2032.23	1.38	25.50	2503.33	1.47	28.24
	15	807.53	1.16		1201.89	1.24		1596.26	1.32	
	20	226.30	1.05		558.93	1.12		891.56	1.19	
5 ปี	5	4863.27	1.79		5610.27	1.91		6357.27	2.03	
	10	3088.31	1.55	26.40	3680.28	1.65	28.82	4272.26	1.75	30.95
	15	1781.29	1.34		2255.29	1.43		2729.29	1.52	
	20	812.09	1.17		1195.23	1.25		1578.38	1.33	
ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 10										
3 ปี	5	2308.42	1.42		2843.61	1.52		3378.80	1.62	
	10	1646.06	1.32	28.02	2111.54	1.41	31.47	2577.01	1.51	41.76
	15	1111.38	1.23		1518.74	1.32		1926.11	1.40	
	20	677.30	1.15		1035.83	1.23		1394.37	1.31	
4 ปี	5	2272.25	1.38		2839.70	1.48		3407.16	1.57	
	10	1309.59	1.24	20.07	1780.70	1.32	23.34	2251.80	1.41	26.21
	15	573.20	1.11		967.56	1.19		1361.92	1.26	
	20	6.99	1.00		339.62	1.07		672.26	1.14	
5 ปี	5	4569.04	1.71		5316.05	1.82		6063.05	1.94	
	10	2818.68	1.48	24.58	3410.65	1.57	27.12	4002.63	1.67	29.35
	15	1532.47	1.28		2006.47	1.37		2480.47	1.45	
	20	581.07	1.11		964.21	1.19		1347.35	1.27	

ตารางที่ 26 NPV B/C IRR ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3-5 ปี ตามอัตราดอกเบี้ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและราคาไม้ในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส

ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 5										
อายุ	อัตราดอกเบี้ย	ราคาไม้คงที่			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 5			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 10		
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
3 ปี	5	-91.26	0.98		279.45	1.05		650.16	1.12	
	10	-445.80	0.94	3.99	-123.38	0.98	8.47	199.05	1.04	12.78
	15	-723.78	0.85		-441.61	0.91		-159.43	0.97	
	20	-942.06	0.79		-693.71	0.85		-445.37	0.90	
4 ปี	5	-513.68	0.91		-241.90	0.96		242.75	1.04	
	10	-1008.17	0.82	1.18	-782.54	0.86	3.35	-380.18	0.93	6.95
	15	-1371.73	0.73		-1182.86	0.77		-846.04	0.84	
	20	-1638.05	0.66		-1478.74	0.69		-1194.64	0.75	
5 ปี	5	2273.24	1.35		2874.19	1.45		3475.14	1.54	
	10	995.26	1.17	15.51	1471.50	1.25	18.00	1947.73	1.33	20.08
	15	68.19	1.01		449.52	1.08		830.84	1.15	
	20	-606.88	0.88		-298.65	0.94		9.58	1.00	
ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 10										
3 ปี	5	-350.57	0.94		20.14	1.00		390.85	1.07	
	10	-688.79	0.87	0.97	-366.36	0.93	5.26	-43.94	0.99	9.49
	15	-952.31	0.81		-670.14	0.87		-387.97	0.92	
	20	-1157.73	0.76		-909.38	0.81		-661.03	0.86	
4 ปี	5	-796.97	0.87		-525.20	0.92		-40.54	0.99	
	10	-1271.06	0.78	0.00	-1045.43	0.82	1.29	-643.07	0.89	4.75
	15	-1616.93	0.70		-1428.06	0.74		-1091.24	0.80	
	20	-1867.77	0.63		-1708.46	0.66		-1424.37	0.72	
5 ปี	5	1967.11	1.29		2568.05	1.38		3169.00	1.47	
	10	714.27	1.12	13.94	1190.50	1.19	16.30	1666.74	1.27	18.56
	15	-191.50	0.97		189.82	1.03		571.15	1.10	
	20	-848.32	0.84		-540.09	0.90		-231.86	0.96	

ตารางที่ 27 NPV B/C IRR ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชัน 3-5 ปี ตามอัตราดอกเบี้ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและราคาไม้ในแปลงตัดแฉกหน่อ

ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 5										
อายุ	อัตราดอกเบี้ย	ราคาไม้คงที่			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 5			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 10		
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
3 ปี	5	470.34	1.15		738.75	1.23		1007.16	1.31	
	10	231.25	1.08	16.37	464.70	1.16	21.62	698.15	1.23	25.42
	15	41.48	1.01		245.79	1.09		450.09	1.16	
	20	-109.74	0.96		70.07	1.03		249.89	1.10	
4 ปี	5	2565.89	1.69		3004.29	1.81		3442.70	1.92	
	10	1825.04	1.54	31.15	2189.01	1.64	33.74	2552.97	1.75	36.01
	15	1253.47	1.40		1558.15	1.50		1862.83	1.60	
	20	809.47	1.28		1066.46	1.37		1323.44	1.46	
5 ปี	5	2795.66	1.66		3281.13	1.78		3766.60	1.90	
	10	1769.72	1.47	25.80	2154.44	1.57	28.31	2539.16	1.67	30.52
	15	1019.09	1.30		1327.14	1.39		1635.18	1.48	
	20	466.36	1.15		715.36	1.23		964.36	1.31	
ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 10										
3 ปี	5	316.93	1.09		585.34	1.17		853.75	1.25	
	10	89.36	1.03	12.49	322.81	1.10	18.41	556.26	1.18	25.51
	15	-90.36	0.97		113.95	1.04		318.25	1.11	
	20	-232.74	0.91		-52.93	0.98		126.89	1.05	
4 ปี	5	2388.50	1.61		2826.91	1.72		3265.31	1.84	
	10	1663.24	1.47	29.27	2027.20	1.57	31.97	2391.17	1.67	34.35
	15	1104.97	1.34		1409.64	1.43		1714.32	1.52	
	20	672.42	1.22		929.40	1.31		1186.38	1.39	
5 ปี	5	2595.43	1.59		3080.90	1.70		3566.37	1.81	
	10	1589.82	1.40	23.95	1974.54	1.50	26.58	2359.26	1.60	28.90
	15	856.09	1.24		1164.14	1.37		1472.19	1.41	
	20	317.59	1.10		566.59	1.21		815.59	1.25	

การเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ในชั้นอายุ 1 ปี นั้นแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด ในชั้นอายุ 2 3 4 และ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.30 6.74 9.22 8.89 และ 11.33 เซนติเมตรตามลำดับ ความสูงทั้งหมด ชั้นอายุ 1 และ 2 ปี ในแปลงที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อ มีค่าการเติบโตทางความสูงสูงสุด ในชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.39 8.52 12.28 12.73 และ 14.75 เมตรซึ่งนั้นแสดงว่าผลของกระบวนการสืบพันธุ์แบบตัดแตกหน่อนั้นมีผลต่อการเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูง ในช่วงปีแรก ๆ เท่านั้น เมื่อครบรอบตัดฟันกระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้ามีการเติบโตได้ดีกว่า

ผลผลิตมวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้นใน ชั้น อายุ 1 และ 2 ปี แปลงที่ตัดแตกหน่อให้ผลผลิตมวลชีวภาพสูงสุด ชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี พื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อนมีค่าสูงสุดในทุก ๆ ชั้นอายุ มีค่าเท่ากับ 7.81 14.35 27.10 34.79 และ 46.85 ตันต่อเฮกแตร์ตามลำดับ ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด ในชั้นอายุ 1 และ 2 ปี พื้นที่ที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด ชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี พื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อนมีค่าสูงสุด 11.79 20.62 33.48 38.40 และ 52.92 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุ และผลผลิตที่ได้รับในแต่ละชั้นอายุ อยู่ในรูป Logistic Growth Curve ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นและผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดมีปริมาณมากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นและเริ่มคงที่ช่วงอายุประมาณ 8-10 ปี ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 61.10 46.75 และ 38.68 ตันต่อเฮกแตร์ ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดนั้นมีรูปแบบเช่นเดียวกันกับผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น มีค่าเท่ากับ 68.77 55.02 และ 44.75 ตันต่อเฮกแตร์

อัตราการเติบโตสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่า RGR_H RGR_{ws} RGR_{wl} RGR_{wb} และ RGR_{wt} สูงสุดในชั้นอายุ 1 ปี ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 0.46 1.48 1.27 1.32 และ 1.40 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี ยกเว้น

RGR_{DBH} มีค่าสูงสุดในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 0.72 กิโลกรัมต่อกิโลกรัม ต่อปี อัตราการเติบโตสมบูรณ์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในชั้นอายุเพิ่มมากขึ้น ในชั้นอายุ 5 ปี AGR_{wl} มีค่าสูงสุดในแปลงที่ตัดแตกหน่อ AGR_{wb} AGR_{ws} และ AGR_{wt} และ มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วย กล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่า เท่ากับ 0.63 0.25 10.61 และ 11.53 ต้นต่อ แยกแตรต่อปี

ผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้นั้นพิจารณาในรูปของน้ำหนักสด โดยแบ่งชั้นคุณภาพไม้ ออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือไม้ชั้นที่ 1 ไม้ชั้นที่ 2 และเศษไม้ปลายไม้เป็นคุณภาพชั้นที่ 3 และเมื่อ พิจารณาในชั้นอายุผลปรากฏว่าการเพิ่มพูนของน้ำหนักส่วนที่เป็นไม้ชั้นคุณภาพชั้น 1 นั้นเพิ่มขึ้น ตามอายุ ในช่วงอายุ 3 ปีนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าและตัด แยกหน่อ แต่เมื่ออายุผ่านช่วงนี้ไปแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ผลต่อผลผลิตในไม้คุณภาพชั้นที่ 1 ในชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี มีค่าสูงสุดในพื้นที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคา ลิปตัส เท่ากับ 56.13 58.38 และ 111.38 ต้นต่อแยกแตรตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันไม้คุณภาพ ชั้นที่ 2 นั้นจะมีปริมาณค่อนข้างคงที่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ยกเว้นในแปลงที่ตัดแตกหน่อ ที่มีการ ลดลงอย่างชัดเจนจากช่วงอายุ 3 – 5 ปี ส่วนเศษไม้ปลายไม้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างชั้นอายุ 3-5 ปี

การใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัส จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาเช้าและสูงสุดในช่วงเวลาเที่ยงถึงบ่าย หลังจากนั้นต้นไม้จะลดปริมาณการใช้น้ำลงในช่วงเวลาเย็นและต่ำสุดในช่วงกลางคืน การใช้น้ำในมี ความผันแปรไปในแต่ละช่วงการใช้น้ำในรอบวันสูงสุดในเดือนกรกฎาคม การใช้น้ำในรอบวันต่ำสุด ในเดือนธันวาคม การใช้น้ำในรอบปี มีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นตามขนาดความโตที่เพิ่มขึ้นจากขนาด เล็กไปใหญ่ ไม้ที่มีขนาดใหญ่สุด พื้นที่กระพี 196.82 ตารางเซนติเมตรใช้น้ำเฉลี่ย 8.55 ลิตรต่อวัน และ 3119.95 ลิตรต่อปี ไม้ที่มีขนาดเล็กสุดพื้นที่กระพี 12.92 ตารางเซนติเมตรใช้น้ำ เท่ากับ 1.01 ลิตรต่อวันและ 368.71 ลิตรต่อปี แนวโน้มการใช้น้ำในรอบปีของไม้ยูคาลิปตัส มีแนวโน้ม เพิ่มขึ้น จากเดือนกุมภาพันธ์ และไป สูงสุดประมาณเดือนมิถุนายน จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง และมีค่าต่ำสุด ในช่วงเดือนธันวาคม การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำพบว่าการใช้ทางเศรษฐกิจ (WUE_{ws}) และ การใช้น้ำทางชีววิทยา (WUE_{wt}) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.66 และ 5.16 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณการใช้น้ำของหมุ่ไม้ผลปรากฏว่ามีแนวโน้มการใช้น้ำเพิ่มขึ้นเมื่อชันอายุเพิ่มมากขึ้น ในชันอายุ 1 มีการใช้น้ำมากสุดในแปลงที่ตัดแตกหน่อ ส่วนชันอายุ 2 3 4 และ 5 ปีนั้นมีการใช้น้ำสูงที่สุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีการใช้น้ำเท่ากับ 1.57 1.83 2.51 2.26 และ 2.50 ล้านลิตรต่อปี ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมุ่ไม้ทางเศรษฐกิจ ($WUES_{ws}$) และทางชีววิทยา ($WUES_{wt}$) มีแนวโน้มลดลงเมื่อชันอายุเพิ่มมากขึ้น $WUES_{ws}$ มีค่าสูงที่สุดในแปลงที่ตัดแตกหน่อ ในชันอายุ 1 ปี และต่ำสุดในแปลงที่ตัดแตกหน่อชันอายุ 3 และ 5 ปี เท่ากับ 6.40 และ 2.13 กรัมต่อลิตร $WUES_{wt}$ มีค่าสูงที่สุดในพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อชันอายุ 1 ปี และต่ำสุดในพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อชันอายุ 5 ปี เท่ากับ 7.16 และ 2.46 กรัมต่อลิตร

คุณสมบัติดินทางด้านกายภาพและทางเคมี นั้นภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้นโดยภาพรวมแล้วมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อความลึกเพิ่มมากขึ้นผลปรากฏว่าปริมาณอนุภาคทราย ปริมาณอนุภาคทรายแป้ง ความพรุนรวมของดินมีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณอนุภาคดินเหนียว ความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดิน มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ประเภทเนื้อดินมีทั้งหมด 7 ประเภท ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนเหนียว และดินเหนียว คุณสมบัติทางเคมีนั้นเมื่อความลึกเพิ่มมากขึ้นผลปรากฏว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มลดลง ยกเว้นปฏิกิริยาดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ผลตอบแทนด้านการเงินจากการลงทุนปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสนั้นเมื่ออายุ 5 ปี มีค่าสูงที่สุดในพื้นที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสเท่ากับ 4,257 บาทต่อไร่ และต้นทุนในการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสในช่วงปีที่ 1 จะมีต้นทุนสูงในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าเนื่องจากกล้าไม่มีราคาที่สูง และต้องเสียค่าเตรียมพื้นที่ และในแปลงที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วจะมีค่าต้นทุนสูงที่สุดเนื่องจากต้องเสียค่าสารเคมีในการกำจัดดอ ที่มีในพื้นที่

การลงทุนปลูกไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสนั้น ทุกชันอายุมีความเหมาะสมในการลงทุน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสนั้นชันอายุ 3 ปี มีระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 เท่านั้นที่เหมาะสมกับการลงทุน ชันอายุ 4 ปี นั้นไม่เหมาะสมกับการลงทุน เนื่องจาก มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอัตรา

ผลตอบแทนของโครงการที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่เหมาะสมกับการลงทุนทุก ๆ ระดับของอัตราดอกเบี้ยที่ได้กำหนดไว้ในชั้นอายุ 5 ปี นั้นที่ระดับอัตราดอกเบี้ยที่ระดับร้อยละ 15 ยังสามารถลงทุนได้ แต่ถ้าระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 20 จะไม่เหมาะสมกับการลงทุน ในแปลงตัดแตกหน่อนั้น ปรากฏว่าชั้นอายุ 3 -5 ปี มีความเหมาะสมในการลงทุน

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้านการเงินของการลงทุนปลูกสร้างสวนป่า ยูคาลิปตัส จะเห็นว่าอัตราผลตอบแทนทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ B/C NPV และ IRR จะแปรผันไปตามการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้น อัตราดอกเบี้ยและราคางูที่ จะมีผลทำให้ค่าของ B/C NPV และ IRR ลดลง และเมื่อราคาเพิ่มขึ้นก็ทำให้ค่า B/C NPV และ IRR เพิ่มขึ้น
- 2) เมื่อราคาไม้เพิ่มขึ้น อัตราดอกเบี้ยและต้นทุนคงที่ จะมีผลทำให้ค่าของ B/C NPV และ IRR เพิ่มขึ้น และถ้าต้นทุนเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า B/C NPV และ IRR ลดลง
- 3) เมื่ออายุของไม้เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับของอัตราดอกเบี้ย ต้นทุนและราคาไม้จะมีผลทำให้ค่าของ B/C NPV และ IRR เพิ่มขึ้น

ไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุระหว่าง 3 - 5 ปี อยู่ในช่วงที่มีอัตราการเจริญเติบโตหรือมีความเพิ่มพูนในอัตราเร่ง ซึ่งจะมีผลทำให้รายได้เพิ่มขึ้นจากเนื้อไม้ที่เพิ่มพูนขึ้น และรายได้ที่เพิ่มขึ้นรายปีนี้มีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนรายปี ทำให้อัตราผลตอบแทนในรูปของจะ B/C NPV และ IRR เพิ่มขึ้น ถ้าขยายระยะรอบหมุนเวียนตัดฟัน โดยปล่อยให้ต้นไม้อายุเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ อัตราความเพิ่มพูนของเนื้อไม้ในปีหลังๆ จะลดลงซึ่งจะมีผลทำให้อัตราผลตอบแทนลดลงด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาในแปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ปลูกด้วยกล้า และตัดแตกหน่อ ชั้นอายุ 1-5 ปี ในการคัดเลือกแปลงศึกษาได้คัดเลือกแปลงที่มีอายุต่างกันเพื่อศึกษา ข้อมูลที่ได้มาความแม่นยำอาจมีค่าถูกต้องน้อยกว่า ซึ่งถ้าได้คัดเลือกแปลงที่มีอายุตั้งแต่เริ่มต้นปลูกและติดตามเก็บข้อมูลจนครบรอบตัดฟันข้อมูลที่ได้จะมีความแม่นยำมากขึ้น

2. แปลงไม้ยูคาลิปตัสที่ศึกษารั้วนี้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งการจัดการพื้นที่มีความปรารถนาที่แตกต่างกันซึ่งถ้าให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้นควรมีแผนการจัดการและมีการตรวจเช็คการจัดการพื้นที่ให้อยู่ในมาตรฐานการจัดการที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

3. การศึกษาการใช้น้ำมีข้อจำกัดในเครื่องมือการศึกษาและเวลาการเก็บข้อมูลไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ทุกสภาพพื้นที่ทำให้การประเมินการใช้น้ำอาจมีค่าผิดพลาดได้ และในการเก็บข้อมูลการใช้น้ำควรมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นดิน ความเร็วลม ปริมาณความเข้มแสง และอุณหภูมิในเวลาเดียวกันเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ

4. การศึกษาในครั้งนี้ผลที่ได้พบว่าไม้ยูคาลิปตัสมีการใช้น้ำตลอดทั้งปีและมีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตมวลชีวภาพสูงกว่าไม้ชนิดอื่น ๆ หลายชนิด ดังนั้นจึงเป็นไม้ที่เหมาะสมที่จะส่งเสริมปลูกในพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้ง

5. ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยวิธีการตัดแตกหน่อควรมีการตัดฟันในช่วงอายุประมาณ 3 ปีเนื่องจากในช่วงอายุ 4-5 ปี อัตราการเติบโตสมบูรณ์มีค่าต่ำกว่าการปลูกด้วยกล้าและประสิทธิภาพการใช้น้ำค่อนข้างต่ำ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษณากรณ์ ปานข้า. 2547. ผลของการตัดสาขายาวระยะต่อการเติบโต การใช้น้ำและคุณสมบัติดินบางประการของสวนป่าไม้ต่างถิ่นในที่สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมป่าไม้. 2543. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2543. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คมสัน เรืองฤทธิ์สารกุล. 2543. ความผันแปรตามฤดูกาลของดัชนีพื้นที่ผิวใบ ความเข้มแสงสัมพัทธ์และ SAP FLOW ของไม้สักในสวนป่าอายุ 19 ปี ที่ผ่านการตัดสาขายาวระยะด้วยวิธีการต่าง ๆ ณ สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จตุพร ป่วนปันคำ. 2545. การใช้น้ำของไม้ตีนเป็ด อายุ 6 ปี ในพื้นที่สถานีวิจัยวนเกษตรตรวด อำเภอเมือง จังหวัดตรวด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล. 2537. การวัดปริมาณน้ำที่พืชใช้เพื่อการวางมาตรฐานการปลูกพืชลดระดับน้ำใต้ดินเค็มพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย, น. 217-240. ใน การประชุมวิชาการเรื่อง เทคโนโลยีกับการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วันที่ 19-20 สิงหาคม 2537. โรงแรมโฆษะ, ขอนแก่น.
- ศิริภา โพธิ์พินิจ และคณิงกิจ ลีมตระกูล. 2540. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินป่าไม้ภายหลังการปลูกป่า 10 ปี. เอกสารทางวิชาการ กลุ่มปฐพีวิทยาป่าไม้. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สันติรักษ์ สาลี. 2539. ผลของการตัดแต่งหน่อต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหน่อในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ที่ตัดให้แตกหน่อแบบแถวเว้นแถว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสริมพงศ์ นวลงาม และจรงค์ วัชรินทร์รัตน์. 2545. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์ 19-21: 96-103

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

Daiki Rika Kogyo Co. Ltd. 1990. **Three phase meter DIK-1121: Measurement of soil actual volume.** Tokyo, Japan.

Granier, A. 1987. Evaluation of transpiration in a Douglass-fir stand by means of sap flow measurements. **Tree Physiol.** 3 : 309-320.

Larcher, W. 1995. **Physiological Plant Ecology.** Springer, Germany.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 สมการที่อยู่ในรูป Allometric equation. ($Y = aX^b$) . ใช้ประมาณผลผลิตมวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลทูเลนซิส. Y = biomass production (kg) . $X = D^2H$: D = Diameter at breast height (cm.), H = Total Height (m.)

แปลง	อายุ	ส่วนของต้นไม้	ความสัมพันธ์	R^2
Af-plantation	1	Stem	$Y = 0.0338 (D^2H)^{0.8406}$	0.9942
		Branch	$y = 0.0163 (D^2H)^{0.7446}$	0.9744
		Leaf	$y = 0.0278 (D^2H)^{0.7096}$	0.9284
Af-plantation	2	Stem	$Y = 0.0248 (D^2H)^{0.9205}$	0.9919
		Branch	$y = 0.0008 (D^2H)^{1.1449}$	0.9914
		Leaf	$y = 0.0141 (D^2H)^{0.7459}$	0.987
Af-plantation	3	Stem	$Y = 0.0318 (D^2H)^{0.8973}$	1
		Branch	$y = 0.0057 (D^2H)^{0.8631}$	0.9498
		Leaf	$y = 0.0203 (D^2H)^{0.6257}$	0.8791
Af-plantation	4	Stem	$Y = 0.0174 (D^2H)^{1.0118}$	0.9992
		Branch	$y = 0.041 (D^2H)^{0.531}$	0.9321
		Leaf	$y = 0.0094 (D^2H)^{0.5843}$	0.875
Af-plantation	5	Stem	$Y = 0.0343 (D^2H)^{0.9251}$	0.9994
		Branch	$y = 0.0108 (D^2H)^{0.7732}$	0.9584
		Leaf	$y = 0.0022 (D^2H)^{0.8384}$	0.9461
Re-plantation	1	Stem	$Y = 0.0401 (D^2H)^{0.8023}$	0.9997
		Branch	$y = 0.0079 (D^2H)^{0.9327}$	0.8673
		Leaf	$y = 0.0419 (D^2H)^{0.6744}$	0.9071
Re-plantation	2	Stem	$Y = 0.0318 (D^2H)^{0.8817}$	0.9993
		Branch	$y = 0.004 (D^2H)^{0.975}$	0.9823
		Leaf	$y = 0.0289 (D^2H)^{0.6887}$	0.9742
Re-plantation	3	Stem	$Y = 0.0231 (D^2H)^{0.9387}$	0.9979
		Branch	$y = 0.0042 (D^2H)^{0.9068}$	0.9607
		Leaf	$y = 0.0222 (D^2H)^{0.6217}$	0.8114

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แปลง	อายุ	ส่วนของต้นไม้	ความสัมพันธ์	R ²
Re-plantation	4	Stem	$Y = 0.0482 (D^2H)^{0.8765}$	0.9981
		Branch	$y = 0.0317 (D^2H)^{0.6531}$	0.9071
		Leaf	$y = 0.0059 (D^2H)^{0.7164}$	0.9224
Re-plantation	5	Stem	$Y = 0.0364 (D^2H)^{0.8881}$	0.9985
		Branch	$y = 0.2362 (D^2H)^{0.1101}$	0.9385
		Leaf	$y = 0.0071 (D^2H)^{0.6218}$	0.922
Coppice-plantation	1	Stem	$Y = 0.0305 (D^2H)^{0.9254}$	0.9898
		Branch	$y = 0.0046 (D^2H)^{0.9227}$	0.9841
		Leaf	$y = 0.0221 (D^2H)^{0.7753}$	0.9213
Coppice-plantation	2	Stem	$Y = 0.0292 (D^2H)^{0.9511}$	0.9992
		Branch	$y = 0.0142 (D^2H)^{0.7775}$	0.9409
		Leaf	$y = 0.0017 (D^2H)^{1.0637}$	0.8971
Coppice-plantation	3	Stem	$Y = 0.0348 (D^2H)^{0.9469}$	0.9981
		Branch	$y = 0.0012 (D^2H)^{1.156}$	0.9606
		Leaf	$y = 0.0008 (D^2H)^{1.1879}$	0.9761
Coppice-plantation	4	Stem	$Y = 0.0620 (D^2H)^{0.8571}$	0.9929
		Branch	$y = 0.0011 (D^2H)^{1.1262}$	0.9782
		Leaf	$y = 0.0018 (D^2H)^{0.9638}$	0.9401
Coppice-plantation	5	Stem	$Y = 0.0342 (D^2H)^{0.9301}$	0.9981
		Branch	$y = 0.0135 (D^2H)^{0.7829}$	0.9463
		Leaf	$y = 0.0015 (D^2H)^{0.9178}$	0.9675

ตารางผนวกที่ 2 สมการความสัมพันธ์ Allometric equation, ($Y = aX^b$) ใช้ประมาณผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้ $Y =$ Economic production (kg) , $X = D^2H$ (D = Diameter at breight height (cm.), H= Total Height (m.)

แปลง	อายุ	ส่วนของต้นไม้	ความสัมพันธ์	R2
Af-plantation	3	Grade_1 Stem	$Y = 0.00830(D2H)1.1827$	0.9549
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0771 (D2H)0.9029$	0.9985
		Total Stem	$Y = 0.08820 (D2H)0.8896$	1
Af-plantation	4	Grade_1 Stem	$Y = 0.00620(D2H)1.2308$	0.9857
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0432 (D2H)0.9937$	0.9985
		Total Stem	$Y = 0.04380 (D2H)0.9968$	0.9991
Af-plantation	5	Grade_1 Stem	$Y = 0.01250(D2H)1.1445$	1
		Grade_2 Stem	$Y = 0.05610 (D2H)0.9618$	0.9995
		Total Stem	$Y = 0.05810 (D2H)0.9595$	0.9996
Re-plantation	3	Grade_1 Stem	$Y = 0.01030(D2H)1.1696$	0.9867
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0649 (D2H)0.9336$	0.9935
		Total Stem	$Y = 0.06400 (D2H)0.9412$	0.9982
Re-plantation	4	Grade_1 Stem	$Y = 0.00360(D2H)1.2975$	0.9631
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0461 (D2H)0.9814$	0.9919
		Total Stem	$Y = 0.05670 (D2H)0.9593$	0.9981
Re-plantation	5	Grade_1 Stem	$Y = 0.0004(D2H)1.8815$	0.9368
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0338 (D2H)1.0179$	0.9995
		Total Stem	$Y = 0.06860 (D2H)0.9297$	0.9989
Coppice-plantation	3	Grade_1 Stem	$Y = 0.08400(D2H)0.7621$	0.5322
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0741 (D2H)0.9277$	0.9928
		Total Stem	$Y = 0.07100 (D2H)0.9439$	0.9973
Coppice-plantation	4	Grade_1 Stem	$Y = 0.00190(D2H)1.3832$	0.9905
		Grade_2 Stem	$Y = 0.1188 (D2H)0.8573$	0.9915
		Total Stem	$Y = 0.01264 (D2H)0.852$	0.9931
Coppice-plantation	5	Grade_1 Stem	$Y = 0.00330(D2H)1.3144$	0.8891
		Grade_2 Stem	$Y = 0.0646 (D2H)0.9411$	0.9922
		Total Stem	$Y = 0.08410 (D2H)0.9113$	0.9989

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณของอนุภาคทราย (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	51.00	65.84	68.47	58.36	65.55a
	10-30	50.03	63.19	66.83	55.41	63.57a
	30-50	54.55	62.92	64.83	53.41	74.51b
	50-100	64.40	66.09	62.17	53.83	62.24a
F-test		0.90ns	0.06ns	0.52ns	0.83ns	6.12*
Re-plantation	0-10	65.45	34.93	53.70	65.45	65.33
	10-30	59.31	33.71	51.49	65.79	62.75
	30-50	59.31	32.90	51.25	55.55	62.64
	50-100	57.59	41.21	42.95	71.31	63.31
F-test		0.46ns	0.11ns	1.93ns	0.22ns	0.04ns
Coppice-plantation	0-10	58.81	62.68	38.53	63.81	62.16
	10-30	59.23	64.09	41.91	64.85	60.57
	30-50	46.35	63.15	40.18	67.45	64.38
	50-100	61.66	42.34	39.19	61.85	61.36
F-test		3.06ns	0.95ns	0.06ns	0.32ns	0.06ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ

ทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณของอนุภาคทรายแป้ง (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	20.03b	16.80	15.69	18.57	18.69
	10-30	17.53b	17.62	16.57	19.53	19.95
	30-50	15.71ab	14.69	16.57	19.98	10.33
	50-100	10.72a	15.60	18.19	20.01	19.80
F-test		4.40*	0.25ns	0.07ns	0.17ns	3.61ns
Re-plantation	0-10	16.57	43.41	25.38	19.16	19.54
	10-30	16.67	43.29	23.72	18.15	18.81
	30-50	13.65	38.69	23.62	21.73	15.60
	50-100	14.07	26.81	16.59	14.15	16.41
F-test		0.33ns	0.83ns	1.65ns	0.18ns	0.12ns
Coppice-plantation	0-10	22.89	19.20	36.34	21.89	17.15
	10-30	19.61	16.26	30.23	19.84	18.00
	30-50	15.86	17.22	30.94	14.43	17.45
	50-100	19.02	10.36	26.03	12.89	12.57
F-test		1.42ns	1.57ns	0.77ns	3.12ns	1.10ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ

ทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณของอนุภาคดินเหนียว (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	28.97	17.36	15.83	23.07	15.76
	10-30	32.45	19.19	16.59	25.07	16.47
	30-50	29.73	22.39	18.59	26.61	15.16
	50-100	24.88	18.31	19.64	26.16	17.96
F-test		0.21ns	0.22ns	0.77ns	0.37ns	0.56ns
Re-plantation	0-10	17.97	21.67	20.91	15.39	15.13
	10-30	24.02	23.00	24.79	16.07	18.44
	30-50	27.05	28.41	25.13	22.72	21.76
	50-100	28.33	31.97	40.46	14.55	20.28
F-test		0.55ns	1.85ns	18.87ns	0.30ns	0.47ns
Coppice-plantation	0-10	18.30	18.13	25.13	14.31	20.69
	10-30	21.17	19.65	27.86	15.31	21.43
	30-50	37.78	19.63	28.89	18.12	18.17
	50-100	19.32	13.97	34.79	25.26	26.07
F-test		2.79ns	0.52ns	1.16ns	1.50ns	0.43ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test
 ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
 * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 6 ความหนาแน่นรวมของดิน (g.cm^{-3}) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบทอดที่ต่างกัน

กระบวนการสืบทอด	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	1.32a	1.47	1.49	1.41	1.50a
	10-30	1.34a	1.64	1.58	1.61	1.67bc
	30-50	1.69b	1.60	1.62	1.59	1.62ab
	50-100	1.61b	1.56	1.62	1.59	1.77c
F-test		6.92**	2.83ns	0.33ns	1.79ns	8.79**
Re-plantation	0-10	1.46	1.32a	1.43a	1.44	1.49
	10-30	1.56	1.64b	1.58ab	1.64	1.66
	30-50	1.62	1.60b	1.64bc	1.70	1.74
	50-100	1.63	1.61b	1.80c	1.75	1.63
F-test		1.90ns	5.12*	7.32**	1.74ns	2.42ns
Coppice-plantation	0-10	1.54a	1.44	1.22a	1.27	1.35a
	10-30	1.64ab	1.42	1.56b	1.72	1.62b
	30-50	1.75bc	1.54	1.62b	1.70	1.59b
	50-100	1.82c	1.04	1.49b	1.71	1.55b
F-test		6.38*	0.63ns	20.14**	12.27**	4.74**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ

ทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 7 ความหนาแน่นอนุภาคดิน (g.cm^{-3}) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	2.07	2.47	2.25	2.20	2.28a
	10-30	2.13	2.52	2.27	2.21	2.39a
	30-50	2.26	2.41	2.27	2.20	2.49ab
	50-100	2.33	2.20	2.28	2.27	2.67b
F-test		1.55ns	0.41ns	0.10ns	0.63ns	7.02**
Re-plantation	0-10	2.19	2.41	2.64	2.31	2.13
	10-30	2.28	2.46	2.70	2.38	2.29
	30-50	2.27	2.43	2.89	2.45	2.34
	50-100	2.34	2.29	2.88	2.30	2.34
F-test		2.85ns	0.14ns	0.33ns	0.40ns	2.23ns
Coppice-plantation	0-10	2.36a	2.39	2.32	2.26	2.50
	10-30	2.34a	2.53	2.42	2.27	2.48
	30-50	2.53ab	2.59	2.43	2.56	2.65
	50-100	2.65b	2.50	2.35	2.54	2.47
F-test		4.26*	0.19ns	0.13ns	1.44ns	0.15ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ

ทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95
เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 8 ความพรุนดิน (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	36.14	39.28	34.01	36.11	34.24
	10-30	36.79	32.42	30.84	27.46	29.91
	30-50	24.57	33.34	28.58	27.66	31.98
	50-100	30.81	28.94	29.05	30.16	33.69
F-test		1.87ns	0.75ns	0.39ns	2.45ns	2.99ns
Re-plantation	0-10	33.73	44.13	45.45	37.81b	30.10
	10-30	31.72	32.20	40.74	30.88ba	27.83
	30-50	28.39	32.70	42.06	30.30ab	26.11
	50-100	30.30	29.77	37.34	23.74a	30.19
F-test		1.08ns	1.05ns	0.61ns	4.04*	0.45ns
Coppice-plantation	0-10	35.03	40.06	46.90	43.85	44.89
	10-30	29.85	43.22	34.97	23.97	34.32
	30-50	30.54	39.58	32.86	31.82	38.88
	50-100	31.26	26.15	35.17	32.85	37.22
F-test		1.56ns	0.85ns	5.24*	3.22ns	0.85ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ

ทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 9 ปฏิกริยาดิน (pH) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	6.17	5.95	5.62	6.30	5.36a
	10-30	6.27	6.40	5.45	5.84	6.16ab
	30-50	6.07	6.61	5.50	6.04	6.70b
	50-100	6.00	6.20	5.34	5.58	6.35b
F-test		1.05ns	0.62ns	0.05ns	0.16ns	4.61*
Re-plantation	0-10	5.54	4.57	5.37	5.32	5.69
	10-30	5.10	4.68	5.49	5.55	5.33
	30-50	5.03	4.57	5.79	5.62	5.79
	50-100	5.00	4.70	4.86	5.60	5.45
F-test		0.29ns	0.09ns	3.48ns	0.21ns	0.50ns
Coppice-plantation	0-10	5.07a	5.37	5.11	4.82	5.92
	10-30	5.12a	5.49	5.14	5.45	5.83
	30-50	5.41a	5.43	5.16	5.77	6.16
	50-100	6.21b	2.95	5.14	5.19	5.30
F-test		14.96**	2.32ns	0.00ns	2.84ns	2.82ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test
 ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
 * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	1.27b	0.99	0.92c	1.37b	1.35b
	10-30	1.15b	0.68	0.73bc	0.97ab	1.23b
	30-50	0.52a	0.34	0.42ab	0.63ab	0.51a
	50-100	0.95b	0.55	0.32a	0.31a	0.49a
F-test		8.04**	2.99ns	5.37*	3.48*	8.96**
Re-plantation	0-10	1.25b	0.97b	0.87	1.45b	1.46b
	10-30	0.56a	0.41a	0.65	0.99ab	0.74a
	30-50	0.42a	0.36a	0.54	0.54ab	0.50a
	50-100	0.28a	0.28a	0.57	0.16a	0.24a
F-test		22.12**	7.23**	0.40ns	4.05*	11.49**
Coppice-plantation	0-10	1.09b	1.27b	1.71	1.35b	1.17
	10-30	0.74ab	0.80ab	1.06	0.47a	1.18
	30-50	0.51a	0.37a	0.61	0.38a	0.53
	50-100	0.24a	0.16a	0.89	0.58a	0.42
F-test		4.70*	3.91*	2.69ns	23.25**	2.61ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg.kg^{-1}) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	9.74	5.25	10.23	9.23	3.16
	10-30	6.84	4.05	3.34	4.33	3.15
	30-50	2.85	1.12	1.93	0.44	2.43
	50-100	3.32	1.12	1.11	1.28	1.15
F-test		1.16ns	0.59ns	1.16ns	1.60ns	8.48ns
Re-plantation	0-10	14.57	2.84	3.69	21.13	9.83
	10-30	4.31	1.79	2.87	6.17	3.47
	30-50	2.35	1.61	1.61	0.89	2.02
	50-100	1.16	1.85	0.50	0.48	2.01
F-test		5.10*	3.17ns	3.61ns	3.84ns	1.56ns
Coppice-plantation	0-10	5.26b	5.05	5.61b	2.46	11.60
	10-30	3.51ab	2.88	1.65a	2.15	5.78
	30-50	2.09ab	1.98	1.33a	2.41	1.57
	50-100	0.30a	0.83	1.75a	0.83	2.14
F-test		4.06*	3.46ns	4.43*	0.50ns	0.73ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1}) ที่ระดับความลึก 0-10
10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบทอดที่
ต่างกัน

กระบวนการสืบทอด	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	49.90	10.72b	13.42	18.29	16.47b
	10-30	24.04	7.02ab	5.58	9.31	8.45a
	30-50	15.43	5.04a	5.64	7.63	6.63a
	50-100	13.06	3.93a	4.13	6.16	5.08a
F-test		2.81ns	4.33*	2.21ns	0.82ns	7.17**
Re-plantation	0-10	17.03b	9.45b	18.20	15.99	16.17
	10-30	6.70a	4.37a	6.03	7.10	7.12
	30-50	5.87a	3.46a	9.61	6.15	4.33
	50-100	4.87a	2.59a	13.88	8.48	5.62
F-test		4.47*	5.07*	2.99ns	2.02ns	1.46ns
Coppice-plantation	0-10	9.31	15.95b	28.09	15.73b	26.83
	10-30	6.89	6.21a	9.43	6.56a	15.58
	30-50	8.47	4.95a	10.89	5.81a	9.09
	50-100	3.86	1.97a	16.49	8.61a	16.00
F-test		0.88ns	5.88*	1.17ns	5.84*	1.69ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1}) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	209.89	461.74	86.01	167.74	56.99
	10-30	122.90	588.90	81.33	151.73	105.65
	30-50	183.96	614.07	96.61	130.24	56.61
	50-100	259.20	156.91	98.37	154.19	89.24
F-test		1.59ns	0.47ns	0.09ns	0.05ns	1.88ns
Re-plantation	0-10	50.93	75.73	295.17	80.70	46.67
	10-30	54.67	27.53	189.65	68.13	67.69
	30-50	42.47	28.77	254.57	58.01	43.53
	50-100	42.35	15.47	61.78	12.64	59.77
F-test		0.27ns	2.74ns	1.09ns	1.39ns	0.28ns
Coppice-plantation	0-10	66.52	131.81	402.67	48.17	118.22
	10-30	73.50	149.47	369.96	55.87	93.11
	30-50	64.62	93.77	201.68	61.05	93.45
	50-100	61.44	58.19	132.51	32.62	27.36
F-test		0.21ns	0.64ns	0.36ns	0.66ns	0.64ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการ

ทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1}) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	122.64	59.50	30.69	65.99	56.55b
	10-30	116.59	47.49	25.29	55.67	40.23ab
	30-50	67.17	35.60	23.78	52.29	25.45a
	50-100	31.94	42.65	20.13	59.08	37.86ab
F-test		2.94ns	0.83ns	1.17ns	0.17ns	4.96*
Re-plantation	0-10	40.53b	20.70	42.97a	99.85	32.91
	10-30	31.59ab	12.97	53.55a	90.17	26.87
	30-50	21.97b	12.79	49.49a	156.06	17.21
	50-100	22.25b	7.11	230.40b	11.61	32.09
F-test		4.60*	0.87ns	47.07**	0.68ns	0.41ns
Coppice-plantation	0-10	38.67	66.63	132.70	59.43	99.50
	10-30	40.60	51.59	111.87	50.41	72.88
	30-50	47.71	40.58	124.34	61.16	57.21
	50-100	36.26	36.97	250.13	80.09	90.23
F-test		0.32ns	0.69ns	0.84ns	0.30ns	0.23ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 15 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1}) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

กระบวนการสืบพันธุ์	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	13.91	10.35	6.32	10.93	13.92
	10-30	16.09	13.14	11.35	10.85	18.97
	30-50	14.56	9.98	10.39	11.39	14.63
	50-100	0.95	0.55	0.32	0.31	0.49
F-test		0.53ns	1.01ns	1.08ns	0.44ns	1.18ns
Re-plantation	0-10	9.64	21.52	13.15	15.61	18.97
	10-30	10.35	13.81	10.57	12.03	22.33
	30-50	13.07	12.83	20.47	13.11	12.96
	50-100	0.28	0.28	0.57	0.16	0.24
F-test		1.84ns	2.18ns	0.82ns	0.21ns	0.34ns
Coppice-plantation	0-10	11.16	19.21	13.94	9.34	9.41
	10-30	11.23	12.00	15.54	12.23	18.39
	30-50	9.16	12.79	13.87	9.89	12.89
	50-100	8.16	7.71	13.90	14.27	17.84
F-test		2.10ns	0.84ns	0.47ns	1.37ns	1.43ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test
 ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
 * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์