บทที่ 3
ผลการศึกษา

การศึกษาการเติบโต ผลผลิต การใช้น้ำ และคุณสมบัติดิน ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ได้ศึกษาในพื้นที่สวนป่าที่มีกระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน 2 รูปแบบ คือ 1) การปลูกด้วยกล้า ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส (Af-plantation) พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส (Re-plantation) 2) การตัดแตกหน่อ (Coppice-plantation) มีระยะปลูก 2 x 3 เมตร ขนาดแปลง 40 x 40 เมตร โดยทำการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2545-2546 สวนป่ามีอายุระหว่าง 1 - 5 ปี และศึกษาการใช้น้ำในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส (Af-plantation) อายุ 3 ปี ปรากฏผลดังนี้

1. <u>การเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส</u>

ศึกษาการเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากแปลงตัวอย่างทั้งหมด 45 แปลง ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และสุ่มวัดความสูงทั้งหมด (H) ของไม้ยูคาลิปตัสทุก ๆ ชั้นอายุ ระหว่าง ปี พ.ศ. 2545 - 2546 วิเคราะห์การเติบโตโดยใช้ค่าอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate; RGR) ซึ่งมีตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (RGR_{DBH}) และความสูงทั้งหมด (RGR_H) ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน ซึ่งได้แก่ การปลูกด้วยกล้า และการตัดแตกหน่อ ผลปรากฏดังนี้

1.1 การเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก

การวิเคราะห์การเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของไม้ในชั้นอายุ 1 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 4.30 3.42 และ 3.29 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบผลทางสถิติปรากฏว่า กระบวนการสืบพันธุ์มีผลต่อการเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ และในแปลงตัดแตกหน่อ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาการตัดแตกหน่อแบบแถวเว้นแถว ที่ระยะปลูก 2x2 และ 2x4 เมตร ใน ชั้นอายุ 1 ปี ของ สันติรักษ์ (2539) ผลปรากฏว่า เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าถึง 3.33 และ 2.71 เท่า

ตามลำดับ ในชั้นอายุ 2 และ 3 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด เท่ากับ 6.74 และ 9.22 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 5.77 และ 7.75 เซนติเมตร และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 5.67 และ 6.53 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่า ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ปลูกด้วยกล้ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน ผลปรากฏว่าระหว่างแปลงที่ตัดแตกหน่อและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกมาก่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูก ไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดในทุกชั้นอายุ เท่ากับ 8.89 และ 11.33 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 8.17 และ 9.74 เซนติเมตร และแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุดในทุกชั้นอายุ เท่ากับ 7.87 และ 8.36 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 4 ปี มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในชั้นอายุ 5 ปี ภายใต้วิธีการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสกับแปลงที่ตัดแตกหน่อ ส่วนแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสกับแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังแสดงใน ตารางที่ 3 และภาพที่ 6 อย่างไรก็ตามแปลงที่ตัดแตกหน่อโดยภาพรวมแล้วมีแนวโน้มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกจะเล็กกว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้า สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือ แปลงแตกหน่อโดยส่วนใหญ่จะมีจำนวนหน่อมากกว่า 2 หน่อขึ้นไป

จากการวิเคราะห์อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (RGR_{DBH}) ในชั้นอายุ 1 2 และ 3 ปี ผลปรากฏว่าค่า RGR_{DBH} ของไม้ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.72 0.35 และ 0.13 เซนติเมตรต่อเซนติเมตรต่อปี รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 0.69 0.29 และ 0.13 เซนติเมตรต่อเซนติเมตรต่อปี และแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.27 0.12 และ 0.06 เซนติเมตรต่อเซนติเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่า RGR_{DBH} สูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.06 0.05 และ 0.03 เซนติเมตรต่อเซนติเมตรต่อปี ชั้นอายุ 5 ปี ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่า RGR_{DBH} สูงสุดรองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่าน

การปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.11 0.07 และ 0.05 เซนติเมตรต่อเซนติเมตรต่อปี และเมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติในชั้นอายุ 1-4 ปี ผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีผลต่อค่าของ RGR_{DBH} อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในชั้นอายุ 2 ปี และ 4 ปี เท่านั้นที่ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ที่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับการตัดแตกหน่อได้ ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 3 และภาพที่ 6 ซึ่งความแตกต่างระหว่างระบบการสืบพันธุ์เดียวกันนั้นเป็นผลมาจากสภาพความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในพื้นที่มากกว่า เนื่องจากพื้นที่ที่มีการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อนนั้น ไม้ยูคาลิปตัสมีส่วนช่วยในการปรับปรุงดินให้ดีขึ้น ในชั้นอายุ 5 ปี ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามชั้นอายุแล้วค่า RGR_{DBH} มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ กฤษณากรณ์ (2545) ในไม้ต่างถิ่น 3 ชนิดได้แก่ เมเปิลหอม จันทร์ทองไต้หวัน และกระถินดอย อายุ 20 ปี ที่ปลูกบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางผลปรากฏว่าค่า RGR_{DBH} ของไม้ยูคาลิปตัสเมื่อครบรอบตัดฟันที่อายุ 5 ปี มีค่าสูงกว่าไม้ต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดอยู่ประมาณ 3.33 5.79 และ 6.11 เท่าตามลำดับ

1.2 การเติบโตทางด้านความสูง

จากการวิเคราะห์การเติบโตทางด้านความสูง ของไม้ ในชั้นอายุ 1 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่า ต่ำสุดเท่ากับ 6.53 4.39 และ 4.33 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่ากระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้ากับการตัดแตกหน่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ศึกษาปัจจัยทางด้านพื้นที่ไม่มีผลต่อความสูงเฉลี่ยของไม้ยูคาลิปตัสที่อายุ 1 ปี แต่การใช้วิธี ตัดแตกหน่อนั้นมีผลต่อความสูงในช่วงอายุ 1 ปี ซึ่งเป็นผลมาจากระบบรากที่แข็งแรงและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในชั้นเรือนราก และการมีหน่อจำนวนมากส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันทางด้านความสูง และจากการศึกษาการตัดแต่งหน่อของไม้ยูคาลิปตัส ของ สันติรักษ์ (2539) ผลปรากฏว่าจำนวนหน่อภายหลังจากการตัดฟัน 1 ปี ที่มีมากกว่าจะมีผลต่อการเติบโตทางด้านความสูงที่มากกว่าการเหลือจำนวนหน่อไว้น้อยกว่า ในชั้นอายุ 2 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าความสูงเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 8.82 8.52 และ 7.40 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกันผลปรากฏว่า

กระบวนการสืบพันธุ์ที่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันคือการตัดแตกหน่อและการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกมาก่อน มีค่าการเติบโตทางความสูงไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันกับการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งระหว่างกระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้นเป็นผลมาจากการตัดแต่งหน่อให้เหลือจำนวนน้อยลงจะส่งผลต่อการเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุหน่อเพิ่มมากขึ้นในช่วง 1-2 ปีแรก (สันติรักษ์, 2539) ในชั้นอายุ 3 ปี จากการวิเคราะห์ ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด และในแปลงที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่ารองลงมา ส่วนแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 12.28 10.29 และ 9.71 เมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันกันระหว่างกระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกระบวนการสืบพันธุ์ด้วยการตัดแตกหน่อกับการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติกับการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างไรก็ตามในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าความสูงต่ำสุดเป็นผลมาจากลักษณะรูปทรงของลำต้นและมีจำนวนหน่อต่อต้นมากกว่า 2 หน่อขึ้นไป ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าการเติบโตทางความสูงเฉลี่ยในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูก มีค่าสุดสูงเท่ากับ 12.73 และ 14.75 เมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติผลปรากฏว่า ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ต่างกัน และกระบวนการสืบพันธุ์เดียวกันคือการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ต่างกัน มีผลต่อการเติบโตทางความสูงของไม้ยูคาลิปตัส ในช่วงอายุของไม้ยูคาลิปตัสที่ชั้นอายุ 4 และ 5 ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง (RGR_H) ผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่า RGR_H สูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.46 0.30 และ 0.16 เมตรต่อเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 2 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.17 0.1 และ 0.08 เมตรต่อเมตรต่อปี ตามลำดับ ในชั้นอายุ 3 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.08 0.07 และ 0.03 เมตรต่อเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.04 และ 0.04 เมตรต่อเมตรต่อปี รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วย

กล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส โดยมีค่าเท่ากับ 0.11 และ 0.10 เมตรต่อเมตรต่อปี และแปลงตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.02 และ 0.03 เมตรต่อเมตรต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่า RGR_H ในชั้นอายุ 1-4 ปี มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาในชั้นอายุ 1 2 และ 4 ปี นั้นกระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกและไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ในชั้นอายุ 3 ปี นั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ และในชั้นอายุ 5 ปี ผลปรากฏว่า RGR_H มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 7 อย่างไรก็ตามแนวโน้มอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูงมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 3 การเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูง (H) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (RGR_{DBH}) และความสูง (RGR_{H}) ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ (ปี)	กระบวนการสืบพันธุ์	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)			ความสูง (เมตร)		
		ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546	อัตราการเติบโตสัมพัทธ์	ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546	อัตราการเติบโตสัมพัทธ์
1	Af-plantation	3.29	6.54 ab	0.69 b	4.39 ab	6.90 ab	0.46 b
	Re-plantation	3.42	6.97 b	0.72 b	4.33 a	5.86 a	0.30 a
	Coppice-plantation	4.30	5.64 a	0.27 a	6.53 b	7.61 b	0.16 a
	F -Test	3.50 ns	3.65*	13.00**	30.88**	7.18*	13.08**
2	Af-plantation	6.74 b	8.43 b	0.23 ab	8.52 b	9.37 b	0.10 a
	Re-plantation	5.77 a	8.26 b	0.35 b	7.40 a	8.76 a	0.17 b
	Coppice-plantation	5.67 a	6.41 a	0.12 a	8.82 b	9.59 b	0.08 a
	F -Test	12.47**	6.83*	7.91*	56.08**	29.25**	9.97**
3	Af-plantation	9.22 b	10.47 c	0.13 b	12.28 b	13.28 b	0.08 b
	Re-plantation	7.75 a	8.93 b	0.14 b	10.29 a	11.09 a	0.07 b
	Coppice-plantation	6.53 a	6.91 a	0.06 a	9.71 a	9.93 a	0.03 a
	F -Test	12.61**	16.85**	12.69**	19.40**	24.57**	3.70*
4	Af-plantation	8.89	9.45	0.06 b	12.73	13.24	0.04 a
	Re-plantation	8.17	8.47	0.03 a	10.83	12.03	0.11 b
	Coppice-plantation	7.87	8.25	0.05 ab	12.45	12.68	0.02 a
	F -Test	0.68 ns	0.91 ns	3.77*	3.05 ns	1.65 ns	6.93*
5	Af-plantation	11.33 b	12.16 b	0.07	14.75	15.33 b	0.04
	Re-plantation	9.74 ab	10.74 ab	0.11	13.67	15.07 b	0.10
	Coppice-plantation	8.36 a	8.76a	0.05	12.02	12.41 a	0.03
	F -Test	4.37*	6.47*	0.44 ns	3.46 ns	9.01*	1.52 ns

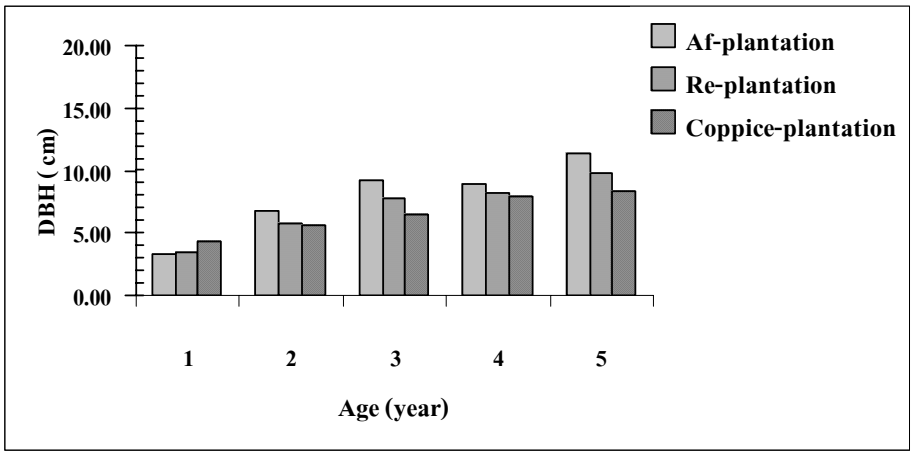
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

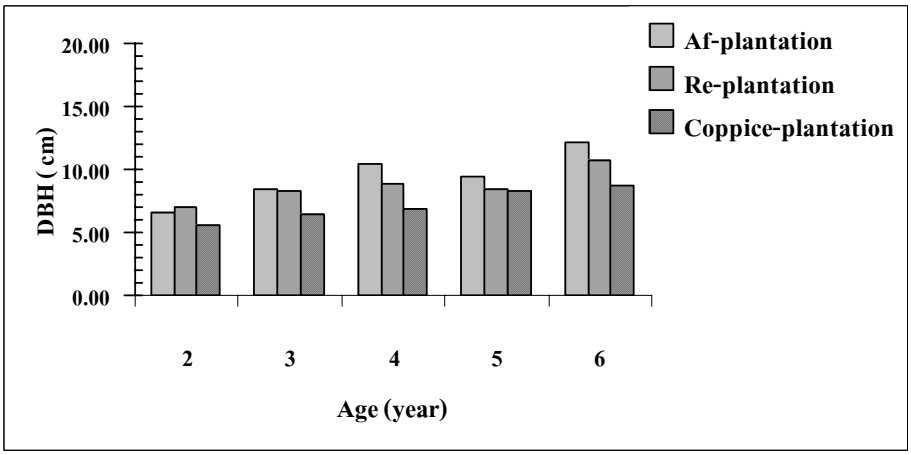
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

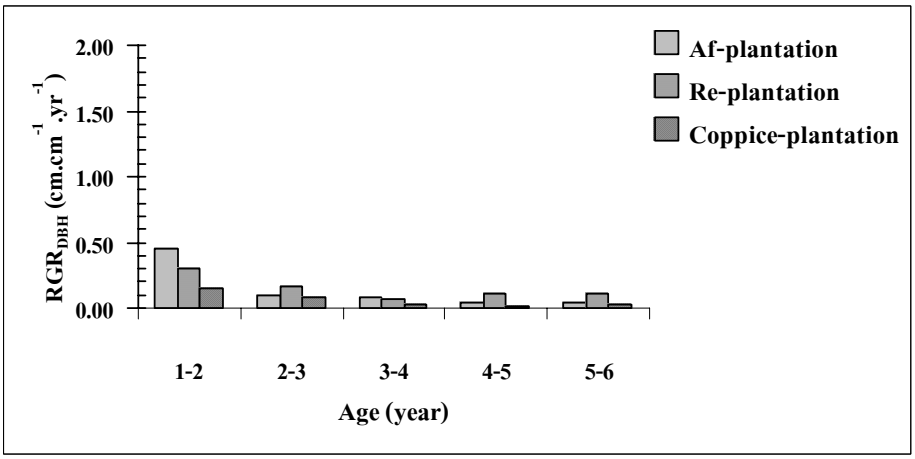
RGR เป็นค่าที่แสดงเมื่อไม้มีอายุในปีนั้นๆ ไปยังปีถัดไป



(ก)

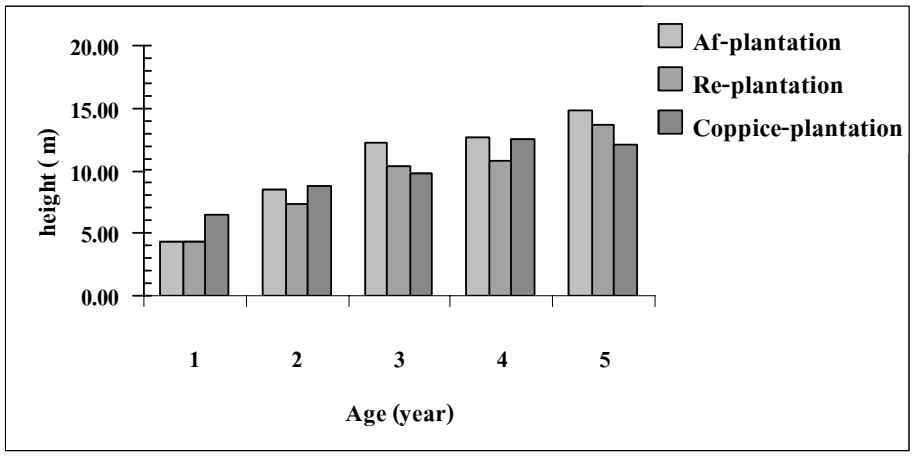


(ข)

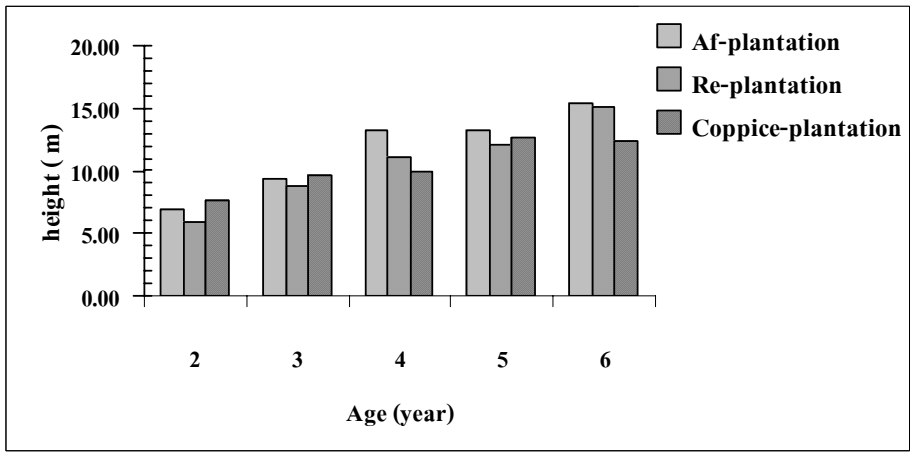


(ค)

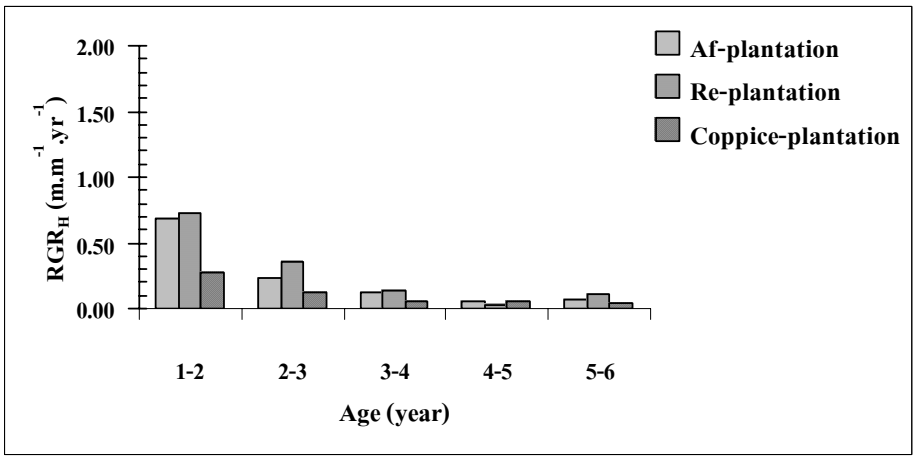
ภาพที่ 6 การเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ในปี พ.ศ.2545 (ก) พ.ศ. 2546(ข) และอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (RGR_{DBH}) (ค) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน



(ก)



(ข)



(ค)

<u>ภาพที่ 7</u> การเติบโตทางด้านความสูง (H) ในปี พ.ศ.2545 (ก) พ.ศ. 2546 (ข) และอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง (RGR_H) (ค) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

2. ผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน

2.1 การประมาณหาผลผลิตมวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหรือมิติต่าง ๆ ของต้นไม้กับผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (W_L) ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง(W_B) ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) และ ผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) โดยอาศัยสมการ Allometric Relation ซึ่งสมการที่ได้สามารถใช้ในการประมาณผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ โดยแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1

2.2 ผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินต่อพื้นที่

การศึกษาผลผลิตมวลชีวภาพได้ทำการวิเคราะห์หา ผลผลิตมวลชีวภาพ (Biomass) ส่วนที่เป็นมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) กิ่ง (W_B) ใบ (W_L) และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) วิเคราะห์หาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate; RGR) ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (RGR_{WS}) กิ่ง (RGR_{WB}) ใบ (RGR_{WL}) และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (RGR_{WT}) และวิเคราะห์หาอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (Absolute Growth Rate, AGR) ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (AGR_{WS}) กิ่ง (AGR_{WB}) ใบ (AGR_{WL}) และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (AGR_{WT}) ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน ในชั้นอายุ 1 – 5 ปี ผลปรากฏว่า

ผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (W_L)

จากการวิเคราะห์ผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (W_L) ปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.97 0.88 และ 0.41 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ ผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีผลต่อความแตกต่างของผลผลิตมวลชีวภาพของใบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 2 ปี จากการวิเคราะห์ ผลปรากฏว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 3.95 2.14 และ

1.67 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่า ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีผลต่อความแตกต่างกันของผลผลิตมวลชีวภาพใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในแปลงที่ปลูกด้วยกล้ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกและไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 3 ปี จากการวิเคราะห์ ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.56 2.17 และ 2.11 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่า กระบวนการสืบพันธุ์มีผลต่อความแตกต่างของผลผลิตมวลชีวภาพของใบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 4 ปี ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.94 1.03 และ 0.91 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่า กระบวนการสืบพันธุ์มีผลต่อความแตกต่างของมวลชีวภาพของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ในชั้นอายุ 5 ปี ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกมาก่อนมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.53 1.14 และ 0.94 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ ผลปรากฏว่ากระบวนการสืบพันธุ์มีผลต่อความแตกต่างของผลผลิตมวลชีวภาพของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 8 และจากการศึกษาผลผลิตมวลชีวภาพของใบ ผลปรากฏว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในช่วงตั้งแต่ชั้นอายุ 1-3 ปี หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงในช่วงอายุ 4-5 ปี นั่นเป็นผลมาจากในช่วงแรกนั้นต้นไม้มีเรือนยอดที่ยังไม่ชิดติดกันทำให้ปริมาณใบมีมาก แต่เมื่ออายุมากขึ้นเรือนยอดเริ่มชิดติดกันปริมาณใบจะมีมากอยู่บริเวณส่วนบนเรือนยอดปริมาณใบจึงมีจำนวนลดน้อยลง

เมื่อวิเคราะห์หาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (RGR_{WL}) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (AGR_{WL}) ผลปรากฏว่า ค่า RGR_{WL} ในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด ในชั้นอายุ 2 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ชั้นอายุ 3 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ชั้นอายุ 4 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงตัดแตกหน่อ และชั้นอายุ 5 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 1.47 0.61 0.32 0.16 และ 0.14 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น และภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันผลปรากฏว่า ค่า RGR_{WL} มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในช่วง 1-3 ปี เท่านั้น เมื่ออายุ 4-5 ปี ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่า AGR_{WL} ผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด ชั้นอายุ 2 ปี แปลงตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด ชั้นอายุ 3 และ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด ชั้นอายุ 5 ปี แปลงตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.80 1.33 1.26 0.67 และ 0.63 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น และภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน ในชั้นอายุ 1 2 4 และ 5 ปี ผลปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างไม่นัยสำคัญทางสถิติ และชั้นอายุ 3 ปีเท่านั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 8

ตารางที่ 4 ผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (W_L) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WL}) และ อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WL}) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ (ปี)	กระบวนการสืบพันธุ์	ผลผลิตมวลชีวภาพของใบ (ตันต่อเฮกแตร์) ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546	อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี)	อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)
1	Af-plantation	0.88	3.10 b	1.32 b	1.65
	Re-plantation	0.97	2.83 b	1.47 b	1.80
	Coppice-plantation	0.41	0.63 a	0.24 a	1.03
	F -Test	11.72 ns	2.45*	142.38**	0.86 ns
2	Af-plantation	2.14 a	3.20 a	0.61 b	1.14
	Re-plantation	3.95 b	4.90 b	0.35 a	1.09
	Coppice-plantation	1.67 a	2.37 a	0.27 a	1.33
	F -Test	14.66**	12.80**	6.11*	0.28 ns
3	Af-plantation	2.56	3.17	0.29 ab	1.26 b
	Re-plantation	2.11	2.60	0.32 b	0.96 ab
	Coppice-plantation	2.17	2.60	0.17 a	0.49 a
	F -Test	3.35 ns	4.78 ns	3.59*	5.79*
4	Af-plantation	0.91 a	1.00 a	0.09	0.67
	Re-plantation	1.03 a	1.20 a	0.11	0.50
	Coppice-plantation	1.94 b	2.20 b	0.16	0.48
	F -Test	14.72**	6.58**	0.53 ns	0.16 ns
5	Af-plantation	1.53 c	1.77 b	0.14	0.24
	Re-plantation	0.94 a	1.13 a	0.09	0.37
	Coppice-plantation	1.14 b	1.30 a	0.10	0.63
	F -Test	0.34**	0.24**	0.29 ns	1.25 ns

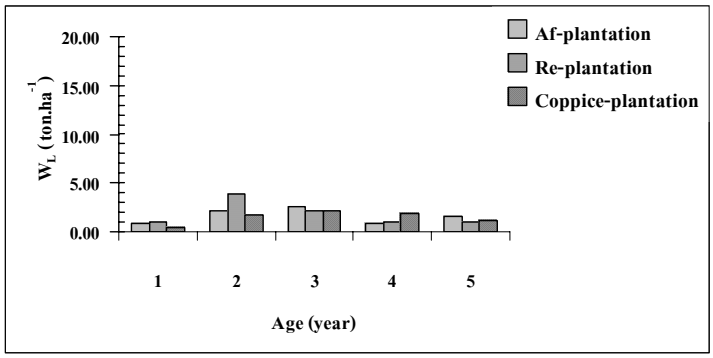
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

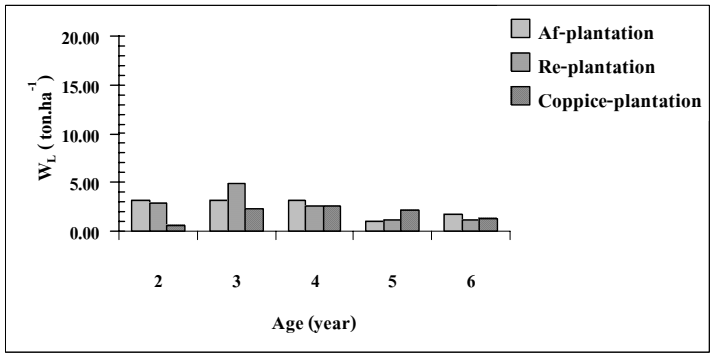
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

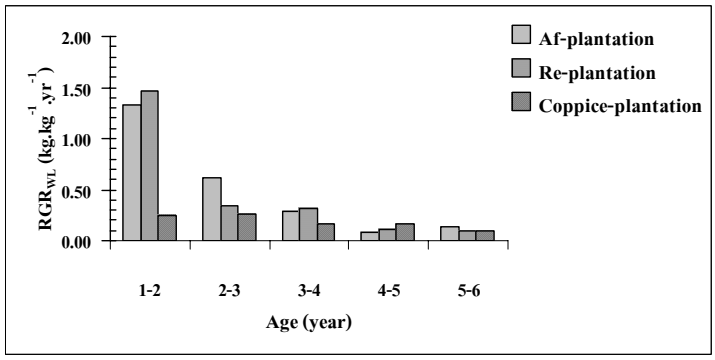
RGR และ AGR เป็นค่าที่แสดงเมื่อไม้มีอายุในปีนั้นๆ ไปยังปีถัดไป



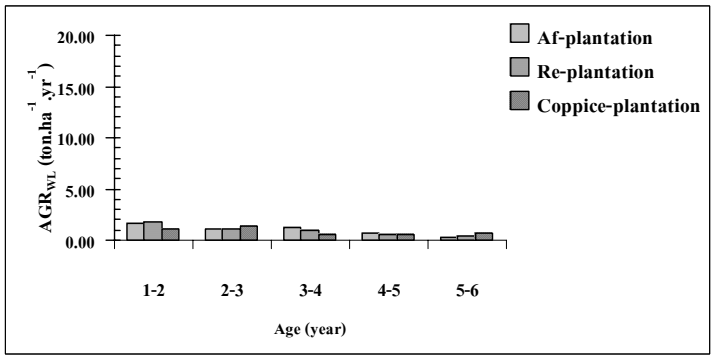
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 8 ผลผลิตมวลชีวภาพของใบ(W_L) ในปี พ.ศ. 2545 (ก) พ.ศ. 2546 (ข) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WL}) (ค) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WL}) (ง) ของไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ผลผลิตมวลชีวภาพกิ่ง (W_B)

จากการวิเคราะห์ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (W_B) ในชั้นอายุ 1 ปี ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุด เท่ากับ 3.58 0.60 และ 0.54 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในชั้นอายุ 2 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่งมีแนวโน้มเหมือนกับในแปลงชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 4.61 2.58 และ 1.34 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชั้นอายุ 3 ปี ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 3.82 2.65 และ 2.58 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชั้นอายุ 4 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า ในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่ามวลชีวภาพของกิ่งสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และไม่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.67 2.70 และ 2.55 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ชั้นอายุ 5 ปี ผลจากการวิเคราะห์ ปรากฏว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นแปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด ซึ่งผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่งที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ปรากฏว่า ในชั้นอายุ 1 2 และ 4 ปี นั้นแปลงที่สืบพันธุ์ด้วยกล้า และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในชั้นอายุ 3 และ 5 ปี นั้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 9 และในแปลงที่ตัดแตกหน่อผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในช่วง 1-2 ปีแรก ลดลงในช่วงปีที่ 3 และเพิ่มขึ้นในปีที่ 4 และ 5 นั้นมีสาเหตุมาจากการตัดแต่งหน่อทำให้ผลผลิตมวลชีวภาพกิ่งลดลง

เมื่อวิเคราะห์หาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (RGR_{WB}) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (AGR_{WB}) ผลปรากฏว่า ค่า RGR_{WB} ในชั้นอายุ 1 และ 2 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 1.27 และ 0.41 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี และมีความแตกต่างกันกับการตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในชั้นอายุ 1 ปี แต่ในชั้นอายุ 2 ปี นั้นผลปรากฏว่า การปลูกด้วยกล้ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส กับการตัดแตกหน่อจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นผลมาจากในแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีการตัดแต่งหน่อ

ออกเป็นบางส่วน ส่งผลให้ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่งมีอัตราการเติบโตสัมพัทธ์เพิ่มมากขึ้น ในชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี ผลปรากฏว่า การปลูกด้วยกล้าที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดทุกชั้นอายุ มีค่า RGR_{WB} เท่ากับ 0.22 0.14 และ 0.16 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี และภายใต้กระบวนการสืบพันธ์ที่ต่างกันเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติผลปรากฏว่าค่า RGR_{WB} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ RGR_{WB} มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่า AGR_{WB} ผลปรากฏว่า ชั้นอายุ 1-5 ปี นั้นค่า AGR_{WB} มีค่าสูงสุด ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ยกเว้นในชั้นอายุ 4 ปี ค่า AGR_{WB} มีค่าสูงสุด แปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าเท่ากับ 2.24 1.07 0.59 0.28 และ 0.25 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น และภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้นจากการวิเคราะห์ค่า AGR_{WB} ทางสถิติผลปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในช่วงปีแรกเท่านั้น เมื่ออายุ 2-5 ปี ผลปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 9

ตารางที่ 5 ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (W_B) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WB}) และ อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WB}) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ (ปี)	กระบวนการสืบพันธุ์	ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (ตันต่อเฮกแตร์) ปี พ.ศ. 2545	ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (ตันต่อเฮกแตร์) ปี พ.ศ. 2546	อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี)	อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)
1	Af-plantation	0.60 a	2.27	0.60 a	2.24 b
	Re-plantation	0.54 a	2.30	0.54 a	1.86 b
	Coppice-plantation	3.58 b	4.60	3.58 b	0.24 a
	F -Test	3.12**	8.30 ns	3.12**	12.00**
2	Af-plantation	1.34 a	2.47 a	1.34 a	1.07
	Re-plantation	2.58 a	3.70 a	2.58 a	0.97
	Coppice-plantation	4.61 b	5.97 b	4.61 b	0.71
	F -Test	27.10**	18.00**	27.10**	3.45 ns
3	Af-plantation	3.82	5.07 b	3.82	0.59
	Re-plantation	2.58	3.53 ab	2.58	0.50
	Coppice-plantation	2.65	3.13 a	2.65	0.41
	F -Test	1.02 ns	1.60*	1.02 ns	1.80 ns
4	Af-plantation	2.70 a	2.93 a	2.70 a	0.09
	Re-plantation	2.55 a	2.90 a	2.55 a	0.18
	Coppice-plantation	3.67 b	4.30 b	3.67 b	0.28
	F -Test	95.33**	28.62*	95.33**	1.16 ns
5	Af-plantation	4.55	5.23	4.55	0.25
	Re-plantation	4.31	4.80	4.31	0.19
	Coppice-plantation	4.63	5.10	4.63	0.17
	F -Test	28.59 ns	12.65 ns	28.59 ns	0.15 ns

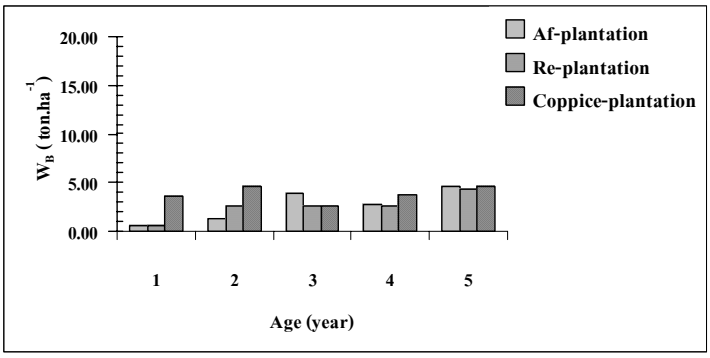
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

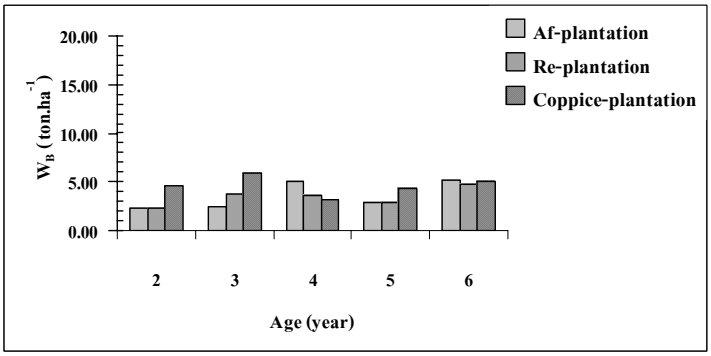
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

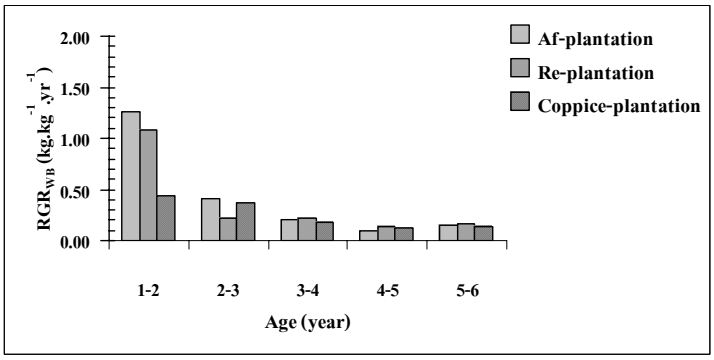
RGR และ AGR เป็นค่าที่แสดงเมื่อไม้มีอายุในปีนั้นๆ ไปยังปีถัดไป



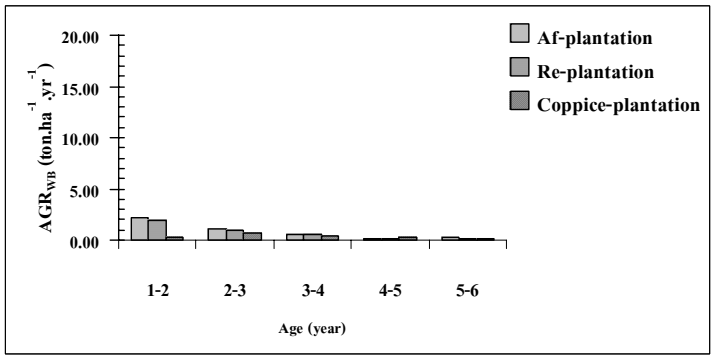
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 9 ผลผลิตมวลชีวภาพของกิ่ง (W_B) ในปี พ.ศ. 2545 (ก) พ.ศ. 2546 (ข) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WB}) (ค) และ อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WB}) (ง) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S)

จากการวิเคราะห์ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) ในชั้นอายุ 1 ปี ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ให้ผลผลิตมวลชีวภาพต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 7.81 1.83 และ 1.58 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งกระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีผลต่อมวลชีวภาพในส่วนที่เป็นลำต้นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ซึ่งผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นที่ต่างกันนั้นเกิดจากการที่ความสามารถในการเติบโตของไม้ที่ไว้หน่อมีมากกว่าและมีจำนวนหน่อที่มากด้วย ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นระหว่างแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 2 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูก และแปลงที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 14.34 10.76 และ 7.44 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีความแตกต่างกันกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสกับแปลงที่ตัดแตกหน่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี จากการวิเคราะห์ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นผลปรากฏว่าในแปลงที่ที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 27.21 และ 34.79 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาเป็นแปลงที่ตัดแตกหน่อ เท่ากับ 20.21 และ 31.87 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 17.53 และ 25.64 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งในชั้นอายุ 3 ปี ภายใต้วิธีการสืบพันธุ์ของไม้ยูคาลิปตัสไม่ว่าจะปลูกด้วยกล้า หรือตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่าผลผลิตมวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 4 ปี ผลปรากฏว่า แปลงที่ปลูกด้วยกล้ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแปลงที่ตัดแตกหน่อนั้นมีความแตกต่างกันกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแตกต่างกันกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ชั้นอายุ 5 ปี ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด และพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่ารองลงมา ส่วนแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 46.84 34.38 และ 33.52 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งแปลงที่ปลูกด้วยกล้ามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ปลูก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแปลงที่ตัดแตกหน่อมีความแตกต่างกันกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการ

ปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแตกต่างกันกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 10

เมื่อวิเคราะห์หาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (RGR_{WS}) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ของผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (AGR_{WS}) ผลปรากฏว่า RGR_{WS} ในชั้นอายุ 1 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ชั้นอายุ 2-5 ปี ผลปรากฏว่ามีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 1.48 0.75 0.33 0.26 และ 0.22 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี และแตกต่างกันกับแปลงที่ตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญในทุกชั้นอายุ เมื่อพิจารณา ค่า AGR_{WS} ผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี มีค่าสูงสุด ในแปลงที่ตัดแตกหน่อ เท่ากับ 9.82 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ในชั้นอายุ 2 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 8.50 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ในชั้นอายุ 3 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 9.36 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ในชั้นอายุ 4 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 7.56 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และในชั้นอายุ 5 ปี มีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 10.61 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 3 และ 4 ปี ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในชั้นอายุ 2 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในชั้นอายุ 5 ปีนั้น แปลงที่ตัดแตกหน่อและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แปลงทั้งสองจะแตกต่างกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 10 ซึ่งอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นนั้น จะเห็นว่าการตัดแตกหน่อจะมีค่าสูงกว่าการปลูกด้วยกล้าในช่วงปีแรกเท่านั้น ในปีที่ 2-3 ผลปรากฏว่ามีค่าลดลงอย่างชัดเจนซึ่งเป็นผลมาจากการตัดแต่งหน่อออกเป็นบางส่วน และเพิ่มขึ้นในช่วงปีที่ 4-5 อย่างไรก็ตาม อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ ในส่วนที่เป็นผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นในแปลงตัดแตกหน่อยังมีค่าที่ต่ำกว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าซึ่งเป็นผลมาจากการเติบโตทางด้านความสูงด้วยเนื่องจากการตัดแตกหน่อผลปรากฏว่าการเติบโตทางความสูงจะมีค่าน้อยกว่าการปลูกด้วยกล้า

ตารางที่ 6 ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WS}) และ อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WS}) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ (ปี)	กระบวนการสืบพันธุ์	ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (ตันต่อเฮกแตร์)		อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี)	อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)
		ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546		
1	Af-plantation	1.83 a	8.1 a	1.48 c	6.27 a
	Re-plantation	1.58 a	5.6 a	1.27 b	4.03 a
	Coppice-plantation	7.81 b	17.6 b	0.82 a	9.82 b
	F -Test	10.94**	6.9**	60.91**	4.30*
2	Af-plantation	10.76 ab	17.7	0.49 a	6.93
	Re-plantation	7.44 a	16.0	0.75 b	8.50
	Coppice-plantation	14.34 b	19.6	0.33 a	5.27
	F -Test	5.14*	0.9 ns	9.98**	2.75 ns
3	Af-plantation	27.10	36.5	0.30 b	9.36 b
	Re-plantation	17.53	24.4	0.33 b	6.82 ab
	Coppice-plantation	20.21	23.2	0.14 a	2.98 a
	F -Test	3.47 ns	4.6 ns	5.97*	7.15*
4	Af-plantation	34.79 b	41.7 b	0.18 b	6.90 b
	Re-plantation	25.64 a	13.48 ha	0.26 c	7.65 b
	Coppice-plantation	31.87 b	35.8 a	0.12 a	3.93 a
	F -Test	8.25*	6.6**	26.09**	24.90**
5	Af-plantation	46.84 b	57.4 b	0.20 b	10.61 b
	Re-plantation	34.38 a	42.7 a	0.22 b	8.33 a
	Coppice-plantation	33.52 a	37.7 a	0.12 a	4.20 a
	F -Test	10.88**	16.0**	18.95**	34.32*

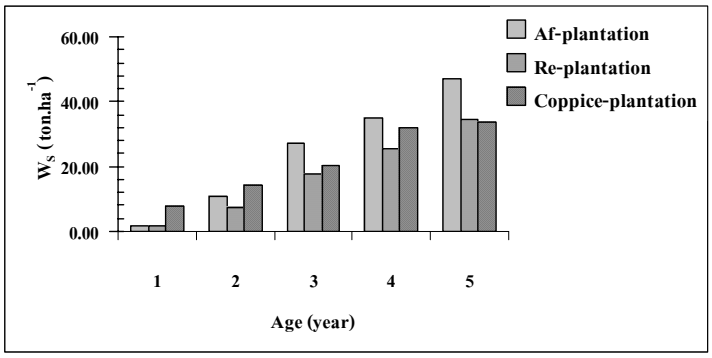
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

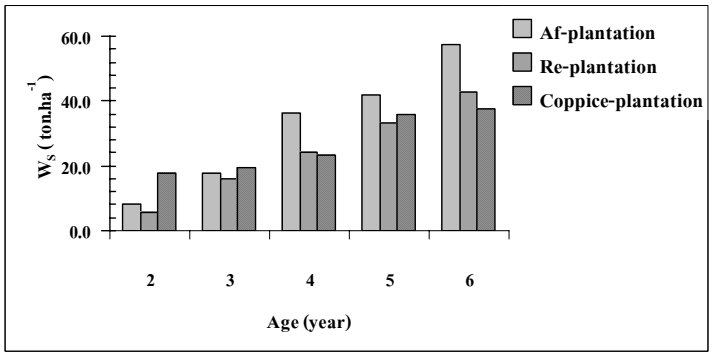
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

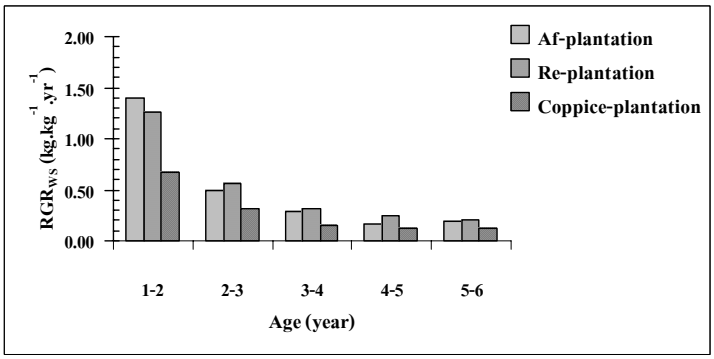
RGR และ AGR เป็นค่าที่แสดงเมื่อไม้มีอายุในปีนั้นๆ ไปยังปีถัดไป



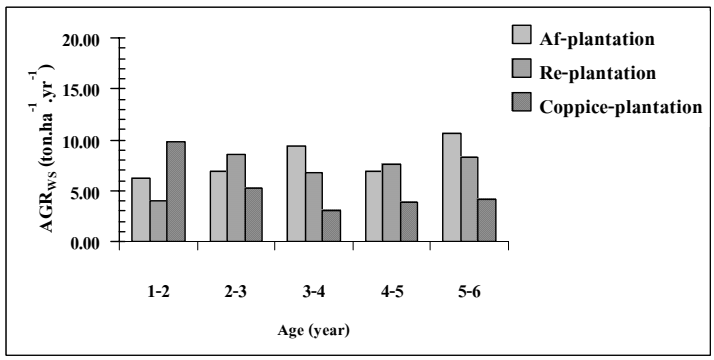
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 10 ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) ในปี พ.ศ. 2545 (ก) พ.ศ. 2546 (ข) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WS}) (ค) และ อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WS}) (ง) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T)

ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า ในชั้นอายุ 1 และ 2 ปี แปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 11.79 และ 20.62 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมา ได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อน โดยมีค่าเท่ากับ 3.31 และ 14.24 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าน้อยสุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.10 และ 13.98 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในชั้นอายุ 1 ปี เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ ผลปรากฏว่า กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าแตกต่างกันกับการตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติแต่เมื่ออายุ 2 ปี ผลปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด เท่ากับ 33.48 และ 38.40 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อ เท่ากับ 25.03 และ 37.47 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกมีค่าน้อยสุด เท่ากับ 22.23 และ 29.21 ตันต่อเฮกแตร์ ในชั้นอายุ 3 ปี นั้นพบว่ากระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าและตัดแตกหน่อมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ เมื่ออายุ 4 ปี พบว่า แปลงที่ตัดแตกหน่อและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส จะมีความแตกต่างกันระหว่างกระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และการตัดแตกหน่อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในชั้นอายุ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด เท่ากับ 64.43 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส เท่ากับ 48.63 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าน้อยสุด เท่ากับ 44.13 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่าง การใช้วิธีตัดแตกหน่อและการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีความแตกต่างกันกับการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 11

เมื่อวิเคราะห์หาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (RGR_{WT}) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ของผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (AGR_{WT}) ผลปรากฏว่าค่า RGR_{WT} .ในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด และในชั้นอายุ 2-5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.40 0.56 0.32 0.24 และ 0.21 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี ซึ่งค่า RGR_{WT} มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าใน

ชั้นอายุ 1 และ 4 ปี มีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้า และตัดแตกหน่อผลปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชั้นอายุ เมื่อพิจารณา ค่า AGR_{WT} ผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี แปลงตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด ในชั้นอายุ 2 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด ชั้นอายุ 3 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด ในชั้นอายุ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด และชั้นอายุ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด เท่ากับ 11.09 10.56 11.20 8.20 และ 11.53 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งในชั้นอายุ 1 และ 2 ปี ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้นมีความแตกต่างกันของค่า AGR_{WT} อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ในชั้นอายุ 3-5 ปีนั้น ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 11

ตารางที่ 7 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WT}) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WT}) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ (ปี)	กระบวนการสืบพันธุ์	ผลผลิตมวลชีวภาพขอเหนือพื้นดินทั้งหมด (ตันต่อเฮกแตร์)		อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อปี)	อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)
		ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546		
1	Af-plantation	3.31 a	13.47	1.40 c	10.16
	Re-plantation	3.10 a	10.80	1.26 b	7.69
	Coppice-plantation	11.79 b	22.90	0.67 a	11.09
	F -Test	8.95*	3.21 ns	89.56**	0.77 ns
2	Af-plantation	14.24	23.40	0.49 ab	9.14
	Re-plantation	13.98	24.53	0.56 b	10.56
	Coppice-plantation	20.62	27.97	0.32 a	7.31
	F -Test	3.04 ns	0.83 ns	4.49*	1.77 ns
3	Af-plantation	33.48	44.70 b	0.29 b	11.20 b
	Re-plantation	22.23	30.50 ab	0.32 b	8.29 ab
	Coppice-plantation	25.03	28.90 a	0.15 a	3.88 a
	F -Test	3.23 ns	4.41*	5.07*	6.68*
4	Af-plantation	38.40 b	45.63 b	0.17 a	7.23 b
	Re-plantation	29.21 a	37.40 a	0.24 b	8.20 b
	Coppice-plantation	37.47 b	42.30 b	0.12 a	4.83 a
	F -Test	8.09*	4.39*	17.91**	8.08*
5	Af-plantation	52.92 b	64.43 b	0.20 b	11.53 b
	Re-plantation	39.63 a	48.63 a	0.21 b	9.01b
	Coppice-plantation	39.29 a	44.13 a	0.12 a	4.84 a
	F -Test	11.19**	18.04**	8.60*	18.38**

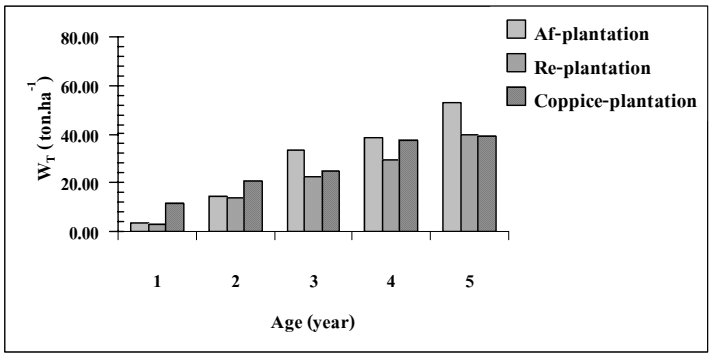
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

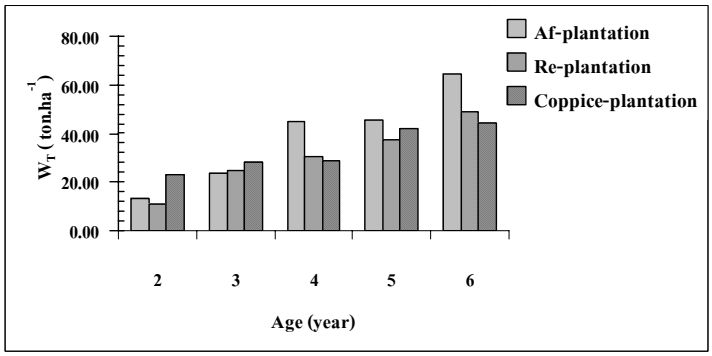
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

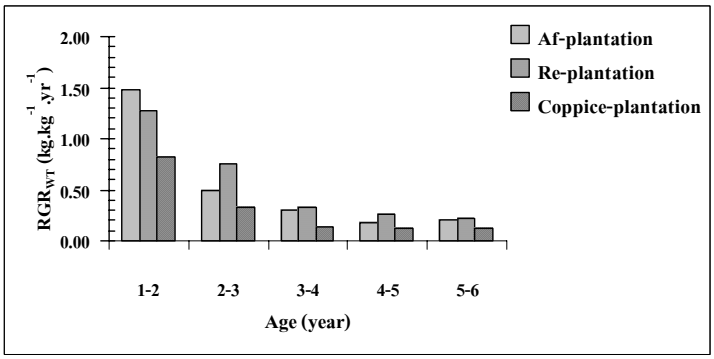
RGR และ AGR เป็นค่าที่แสดงเมื่อไม้มีอายุในปีนั้นๆ ไปยังปีถัดไป



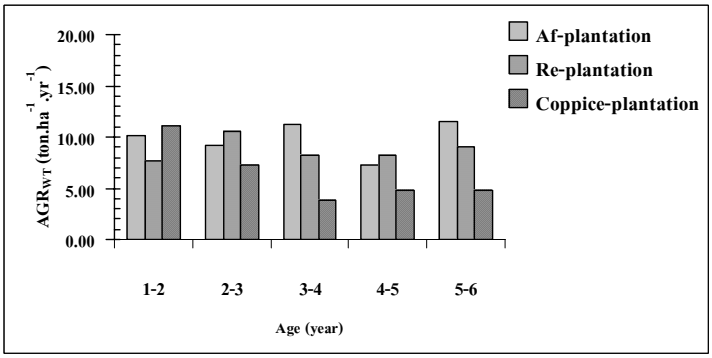
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 11 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) ในปี พ.ศ. 2545 (ก) พ.ศ. 2546 (ข) อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR_{WT}) (ค) และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR_{WT}) (ง) ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุและผลผลิตมวลชีวภาพ

ทำการศึกษาประมาณผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น และมวลชีวภาพทั้งหมดเหนือพื้นดิน โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุ และผลผลิตที่ได้รับในแต่ละชั้นอายุ ในรูป Logistic Growth Curve โดยมีรูปสมการดังนี้

$$y_i = \frac{a}{1 + be^{-cx}}$$

เมื่อ y_i = ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น(W_S) และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T)

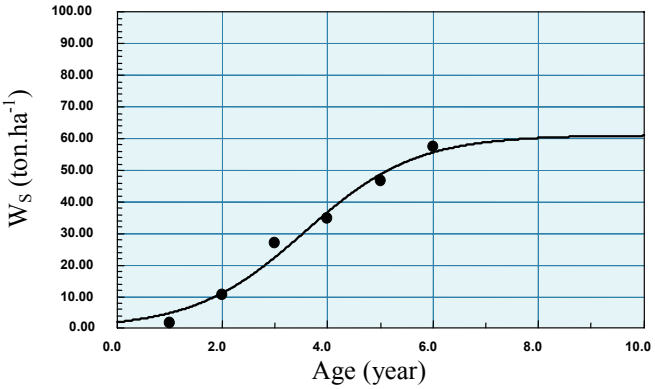
x = ชั้นอายุ

a, b และ c ค่าคงที่

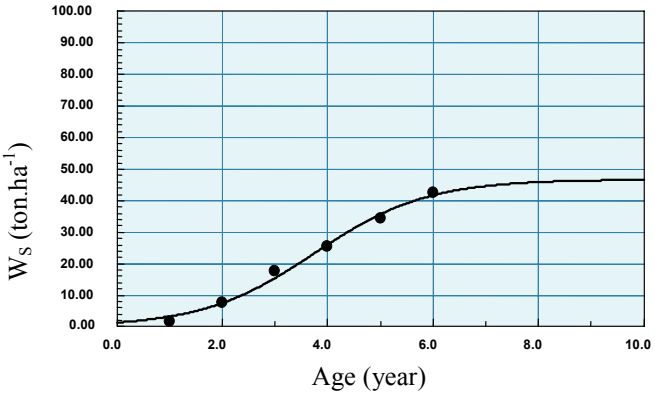
ค่าคงที่ a ที่ได้จากสมการ เป็นค่าผลผลิตมวลชีวภาพที่มีค่าได้สูงสุดเมื่อชั้นอายุเพิ่มมากขึ้นและ จากการศึกษาผลปรากฏว่า ผลผลิตส่วนที่เป็นลำต้นเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นจะได้รับผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 61.10 46.75 และ 38.68 ตันต่อเฮกแตร์ ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นมีค่าเท่ากับ 68.77 55.02 และ 44.75 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และว่าผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 1-4 ปี ในทุกพื้นที่ศึกษา และในช่วงอายุ 4-6 ปี นั้นจะเห็นว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส จะมีค่าสูงกว่าในพื้นที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อ ดังแสดงในตารางที่ 8 ภาพที่ 12 และ 13

ตารางที่ 8 ค่าคงที่ของความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุกับผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด ในรูป Logistic Growth Curve

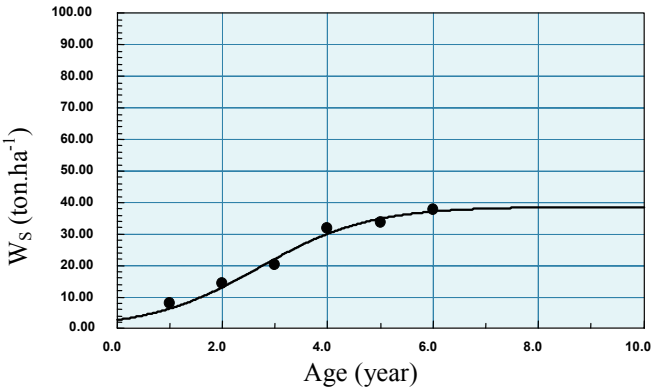
กระบวนการสืบพันธุ์	ค่าคงที่			R^2
	A	B	c	
ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S)				
Af-plantation	61.10	29.83	0.95	0.99
Re-plantation	46.75	33.97	0.94	0.99
Coppice-plantation	38.68	13.23	0.96	0.99
ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T)				
Af-plantation	68.77	22.60	0.90	0.99
Re-plantation	55.02	18.91	0.80	0.99
Coppice-plantation	44.75	8.95	0.90	0.99



Af-plantation

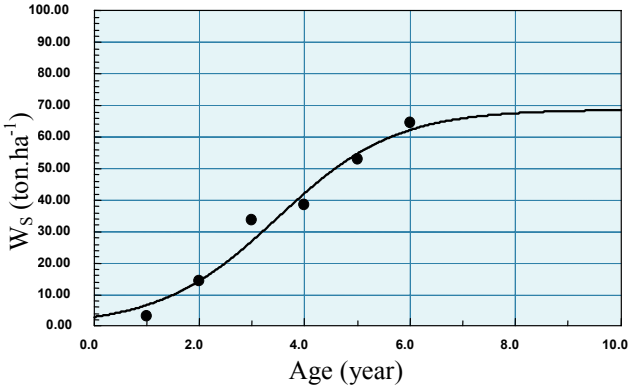


Re-plantation

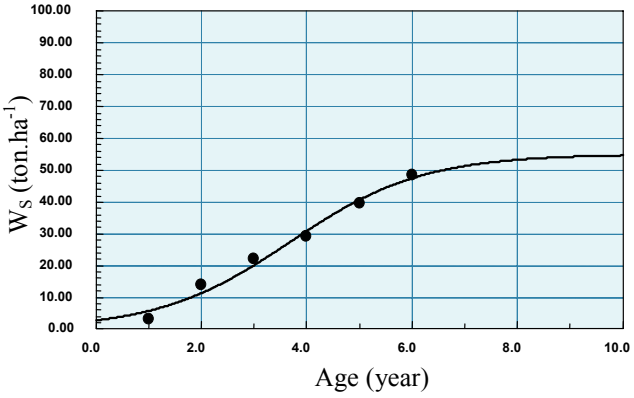


Coppice-plantation

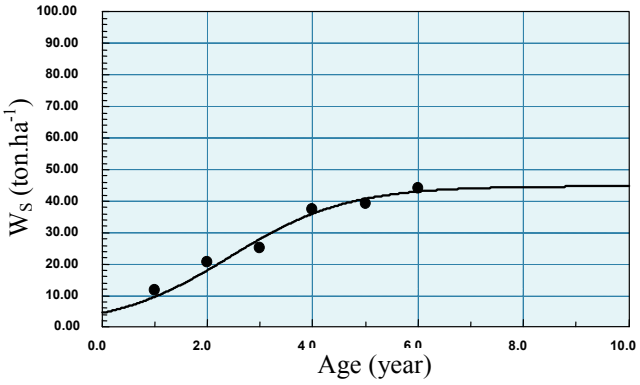
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุและผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น (W_S) ในรูป Logistic Growth Curve ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน



Af-plantation



Re-plantation



Coppice-plantation

ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุและผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (W_T) ในรูป Logistic Growth Curve ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

2.4 ผลผลิตในส่วนที่เป็นสินค้าได้

ผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้ที่คิดเป็นน้ำหนักสด ในการศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินส่วนที่เป็นสินค้าได้ที่โรงงานรับซื้อในราคาประกัน ทำการประมาณหาส่วนที่เป็นไม้ชั้นคุณภาพที่ 1 (เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายท่อนมากกว่า 2.5 นิ้ว) ส่วนที่ทำเป็นสินค้าได้ทั้งหมด (เส้นผ่าศูนย์กลางปลายท่อนมากกว่า 1 นิ้ว) ซึ่งทำการประเมินได้จากการหาส่วนที่เป็นสินค้าได้ทั้งหมดลบกับน้ำหนักสดของไม้ชั้นคุณภาพที่ 1 และส่วนที่เป็นเศษไม้ปลายไม้ ในชั้นอายุของไม้ยูคาลิปตัสที่ชั้นอายุ 3 4 และ 5 ปี ทำการประเมินน้ำหนักสดด้วยสมการที่สร้างขึ้นโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสดของ กับ ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกยกกำลังสองที่คูณกับความสูงทั้งหมด (D^2H) (ตารางผนวกที่ 2)

<u>ไม้ชั้นคุณภาพที่ 1 (เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายท่อนมากกว่า 2.5 นิ้ว)</u>

การประเมินผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้ ในชั้นอายุ 3 ปี ปรากฏว่าน้ำหนักสดส่วนที่เป็นสินค้า ในแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาเป็นแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อให้ผลผลิตต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 56.13 38.69 และ 17.56 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันในทางสถิติพบว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้ามีความแตกต่างกันกับการตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์เดียวกันต่างพื้นที่กันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ในชั้นอายุ 4 ปี จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 58.38 38.81 และ 44.56 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันในทางสถิติพบว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญในชั้นอายุ 5 ปี จากการวิเคราะห์ปรากฏว่าในแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาก็เป็นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 111.38 62.75 และ 55.31 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 9

<u>ไม้คุณภาพชั้นที่ 2</u>

ในชั้นอายุ 3 ปี จากการวิเคราะห์ส่วนที่เป็นสินค้าได้ที่เป็นไม้คุณภาพชั้น 2 ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้า

ในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 27.56 15.50 และ12.25 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันในทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าและการตัดแตกหน่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในชั้นอายุ 4 ปี ผลปรากฏว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัสและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 22.63 16.19 และ 13.88 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันในทางสถิติผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกันกับในชั้นอายุ 3 ปี ในชั้นอายุ 5 พบว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 21.00 16.88 และ 9.25 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันในทางสถิติพบว่าแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ทั้งสองแตกต่างกันกับแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 9

ไม้คุณภาพชั้น 3

ไม้ชั้นคุณภาพชั้น 3 เป็นส่วนที่โรงงานไม่รับซื้อในการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินส่วนที่ไม่สามารถขายได้ จากการศึกษาพบว่าในชั้นอายุ 3 ปีนั้นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงได้แก่แปลงตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุด เท่ากับ 2.94 2.88 และ 2.19 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันในทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ชั้นอายุ 4 ปี พบว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.81 2.75 และ 1.69 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้ามีความแตกต่างกันกับการตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ชั้นอายุ 5 ปี พบว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 7.31 4.63 และ 2.06 ตันต่อเฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้ ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3-5 ปี ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ	แปลง	ผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้ (ตันต่อเฮกแตร์) น้ำหนักสดทั้งหมด	น้ำหนักสดส่วนที่เป็นสินค้าได้	ชั้นคุณภาพที่ (1)	ชั้นคุณภาพที่ (2)	ชั้นคุณภาพที่ (3)
3	Af-plantation	74.56	71.63	56.13 a	15.50 b	2.94
	Re-plantation	53.13	50.94	38.69 ab	12.25 b	2.19
	Coppice-plantation	48.06	45.19	17.56 b	27.56 a	2.88
F-Value		2.37 ns	2.51 ns	6.06 *	16.20**	1.19 ns
4	Af-plantation	77.31	74.63	58.38	16.19 b	2.75 a
	Re-plantation	55.44	52.69	38.81	13.88 b	2.81 a
	Coppice-plantation	68.88	67.19	44.56	22.63 a	1.69 b
F-Value		4.19 ns	4.63 ns	3.64 ns	8.55 **	6.43 **
5	Af-plantation	122.75	120.63	111.38	9.25 b	2.06
	Re-plantation	88.38	83.81	62.75	21.00 a	4.63
	Coppice-plantation	79.50	72.19	55.31	16.88 b	7.31
F-Value		2.15 ns	2.67 ns	3.78 ns	5.18 *	1.10 ns

หมายเหตุ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาเป็นจำนวนร้อยละของไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้พบว่า

ไม้ชั้นคุณภาพที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบเป็นร้อยละของไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ตามชั้นคุณภาพต่อพื้นที่ ผลปรากฏว่า ในชั้นอายุ 3 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมา เป็นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ74.06 72.29 และ 36.75 ตามลำดับ ในชั้นอายุ 4 ปีพบว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าร้อยละของไม้เพิ่มมากขึ้นโดยแปลงที่ทำการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ 75.17 69.48 และ 64.50 ตามลำดับ ในชั้นอายุ 5 ปี แปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงตัดแตกหน่อและแปลงปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุดเท่ากับ ร้อยละ 90.57 70.19 และ 69.32 9 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ไม้คุณภาพชั้นที่ 2

ในชั้นอายุ 3 ปี พบว่าในแปลงที่ตัดแตกหน่อมีจำนวนร้อยละของไม้คุณภาพชั้น 2 มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุด เท่ากับ ร้อยละ 7.29 23.60 และ 21.91 ตามลำดับ ในชั้นอายุ 4 ปี พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับชั้นอายุ 3 ปี คือแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุด เท่ากับ ร้อยละ 33.02 25.44 และ 21.31 ตามลำดับ ชั้นอายุ 5 ปี พบว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุด เท่ากับ ร้อยละ 24.97 21.21 และ 7.73 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ไม้คุณภาพชั้น 3

ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าในชั้นอายุ 3 ปีแปลงตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าน้อยสุด เท่ากับร้อยละ 5.96 4.11 และ 4.03 ตามลำดับ ในชั้นอายุ 4 ปี พบว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคา

ลิปตัสมีค่าสูงสุดรองลงมาได้แก่แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ 5.09 3.51 และ 2.47 ตามลำดับ ในชั้นอายุ 5 ปี แปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าสูงสุดรองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ 8.70 5.71 และ 1.70 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สัดส่วนน้ำหนักสดที่เป็นร้อยละส่วนที่เป็นสินค้าได้ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3-5 ปี ภายใต้ระบบการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

อายุ	แปลง	น้ำหนักสดทั้งหมด	ร้อยละส่วนที่เป็นสินค้าได้ น้ำหนักสดส่วนที่เป็นสินค้าได้	ชั้นคุณภาพที่ (1)	ชั้นคุณภาพที่ (2)	ชั้นคุณภาพที่ (3)
3	Af-plantation	100	96.04	74.06	21.91	4.03
	Re-plantation	100	95.86	72.29	23.60	4.11
	Coppice-plantation	100	93.99	36.75	57.29	5.96
4	Af-plantation	100	96.48	75.17	21.31	3.52
	Re-plantation	100	94.96	69.48	25.44	5.09
	Coppice-plantation	100	97.53	64.50	33.02	2.47
5	Af-plantation	100	98.30	90.57	7.73	1.71
	Re-plantation	100	94.80	69.32	24.97	5.76
	Coppice-plantation	100	90.77	70.09	21.21	8.70

จากศึกษาการเติบโตและมวลชีวภาพ และผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้าได้ปรากฏว่าผลจากการนำระบบการสืบพันธุ์ไปปฏิบัติกับไม้ในสวนป่ายูคาลิปตัสในพื้นที่เกษตรกรนั้นมีผลต่อมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ คือ กิ่ง ใบ ลำต้น ในช่วง 1-2 ปีแรกเท่านั้น เมื่อพิจารณามวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้น จะมีค่าเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน แปลงที่ตัดแตกหน่อจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 2 ปีแรก แต่เมื่อถึงรอบตัดฟันแปลงที่สืบพันธุ์ด้วยกล้า กลับมีค่ามากกว่า มวลชีวภาพของกิ่งมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ปีเหมือนกับลำต้น แต่มวลชีวภาพของใบนั้นกลับแตกต่างไปจากลำต้นและกิ่ง เนื่องจากจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงปีแรกจนถึงปีที่ 2 -3 หลังจากนั้นจะมีค่าลดลงในปีต่อๆ มา ซึ่งเป็นผลมาจากระยะปลูกเนื่องจากเมื่ออายุเริ่มเข้าสู่ปีที่ 3 เรือนยอดปกคลุมเต็มพื้นที่ ผลผลิตส่วนที่เป็นสินค้า

ได้โดยภาพรวมแล้วมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ เมื่อพิจารณาตามชั้นคุณภาพไม้ พบว่าไม้ชั้นคุณภาพที่ 1 นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ และสัดส่วนร้อยละมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ภายใต้ระบบการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้นปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตของไม้ชั้นคุณภาพที่ 1

อย่างไรก็ตามในแปลงที่ปลูกด้วยกล้ายังมีค่าสูงกว่า และในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าภายใต้สภาพพื้นที่ต่างกันพบว่าในพื้นที่ที่ไม่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ให้ผลผลิตที่สูงกว่าซึ่งเป็นผลมาจากความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ ส่วนไม้ชั้นคุณภาพที่ 2 นั้น พบว่าเมื่ออายุเพิ่มขึ้นก็มีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อพิจารณาสัดส่วนร้อยละของไม้ชั้นคุณภาพที่ 2 กลับมีค่าลดลงซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มอายุตัดฟันจะทำให้ได้ไม้ที่มีคุณภาพที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้น สำหรับส่วนที่เป็นเศษไม้ปลายไม้นั้นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับไม้คุณภาพชั้นที่ 2

3. การใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัส

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัสอายุ 3 ปี ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสที่มีขนาดความโตแตกต่างกัน ใช้วิธีการวัดค่าการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในลำต้น (Sap Flow) ด้วยเครื่องมือ Thermal Dissipation Probe (TDP) รุ่น TDP-30 ผลิตโดย Dynamax Inc, USA โดยติดตั้งเข็มสัญญาณ (Probe) เข้าไปในบริเวณที่เป็นส่วนของกระพี้ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร ได้ผลการศึกษาดังนี้

3.1 การใช้น้ำในรอบวัน

จากผลการวิเคราะห์การใช้น้ำปรากฏว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่มีขนาดความโตแตกต่างกันมีลักษณะหรือแนวโน้มของการใช้น้ำที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือ ปริมาณการใช้น้ำของต้นไม้จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาเช้าและสูงสุดในช่วงเวลาเที่ยง ถึงบ่าย หลังจากนั้นต้นไม้จะลดปริมาณการใช้น้ำในช่วงเวลาเย็นและต่ำสุดในช่วงกลางคืน การใช้น้ำในรอบวันมีความผันแปรไปในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการการศึกษา โดยพบว่าปริมาณการใช้น้ำในรอบวันสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนมีการใช้น้ำมากที่สุดในต้นไม้ที่มีขนาดพื้นที่กระพี้ 196.82 ตารางเซนติเมตร โดยมีค่าเท่ากับ 12.70 ลิตรต่อวัน หรือเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 8.85 ลิตรต่อวัน และปริมาณการใช้น้ำในรอบวันเฉลี่ยต่ำสุด พบในเดือนธันวาคม ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด ในต้นไม้ที่มีขนาดพื้นที่กระพี้ 12.92 ตารางเซนติเมตร มีอัตราการใช้น้ำ 0.13 ลิตรต่อวัน หรือเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1.01 ลิตรต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 11 และ ภาพที่ 14 ซึ่งในช่วงเดือน กรกฎาคม ที่มีการใช้น้ำมากนั้นอาจมี

สาเหตุมาจากในช่วงเวลาดังกล่าวช่วงฤดูฝนแต่ปริมาณการตกของฝนจะมีน้อยกว่าปกติและเป็นช่วงท้องฟ้าเปิด ทำให้ช่วงดังกล่าวต้นไม้สามารถสังเคราะห์แสงได้สูงทำให้มีการคายน้ำทางใบเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการใช้น้ำสูงขึ้นด้วย และเมื่อพิจารณาในช่วงเดือน สิงหาคม และ ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนเหมือนกันแต่ปริมาณการใช้น้ำโดยภาพรวมจะมีค่าต่ำกว่าซึ่งก็สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ตกมาในพื้นที่และช่วงดังกล่าวท้องฟ้าปิดทำให้กิจกรรมการสังเคราะห์แสง ของต้นไม้ลดลงส่งผลให้การใช้น้ำโดยภาพรวมมีค่าต่ำกว่า และในช่วงเดือนธันวาคม ต้นไม้ที่ได้ศึกษามีการใช้น้ำโดยภาพรวมต่ำสุด ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูแล้ง ในพื้นที่ฝนที่ตกลงมามีน้อย ส่งผลให้การใช้น้ำในรอบวันต่ำแต่อย่างไรก็ตามต้นไม้ยังมีการใช้น้ำ และเป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงดังกล่าวอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนจะมีค่าต่ำกว่าปกติ โดยมีค่าอยู่ประมาณ 23-26 องศาเซลเซียส ซึ่งน่าจะเป็นไปได้ว่าต้นไม้ที่ศึกษาตอบสนองต่ออุณหภูมิ เนื่องจากการเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย ซึ่งอุณหภูมิที่ต่างกัน 2-3 องศาเซลเซียส สามารถนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตของพืชได้อย่างเด่นชัด (วงจันทร์, 2535) และอุณหภูมิในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ยรายปี มีค่าเท่ากับ 27.36 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วงดังกล่าวน่าจะส่งผลให้การคายน้ำลดลง และการใช้น้ำก็ลดลงด้วยตามลำดับด้วย

แนวโน้มการใช้น้ำของต้นไม้แต่ละต้นขึ้นอยู่กับขนาดของกระพี้ โดยต้นไม้ที่มีพื้นที่ของกระพี้มากจะมีปริมาณการใช้น้ำมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ในไม้สัก (*Tectona grandis*) ผลปรากฏว่าไม้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกมากก็จะส่งผลให้มีพื้นที่ของกระพี้มาก และจะมีค่า Sap Flow สูง (คมสัน, 2543) และ Larcher (1995) พบว่าพื้นที่กระพี้ มีอิทธิพลมากต่อ Sap Flow เนื่องจากพื้นที่กระพี้เป็นบริเวณที่ประกอบด้วย ท่อน้ำ(xylem) เป็นจำนวนมาก ที่คอยทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ สารอินทรีย์ และวัตถุดิบซึ่งเป็นสารละลาย จากรากขึ้นสู่ส่วนบนของลำต้น นอกจากนี้ รุ่งเรือง (2537) พบว่าต้นยูคาลิปตัสขนาดพื้นที่กระพี้ 36.44 ตารางเซนติเมตร มีค่า Sap Flow เฉลี่ย 14.13 ลิตรต่อวัน ขณะที่ต้นยูคาลิปตัสที่มีขนาดพื้นที่กระพี้ 148.26 ตารางเซนติเมตร มีค่า Sap Flow เฉลี่ย 48.24 ลิตรต่อวัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ผลปรากฏว่าอัตราการใช้น้ำสูงสุดในต้นไม้ที่มีขนาดพื้นที่กระพี้ 196.82 ตารางเซนติเมตร มีการใช้น้ำน้อยกว่าไม้ยูคาลิปตัสที่มีขนาดพื้นที่กระพี้ 148.26 ตารางเซนติเมตร ประมาณ 3.80 เท่า

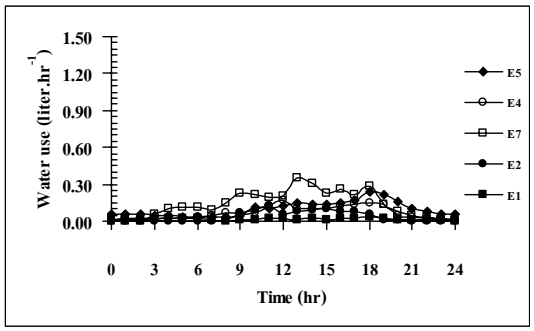
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กระพี้กับการใช้น้ำ

การใช้น้ำของต้นไม้ในการศึกษาครั้งนี้ประเมินได้จากค่าการใช้น้ำในรอบวันในแต่ละช่วงเวลาเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับ พื้นที่กระพี้ (Sapwood area) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำ ซึ่งต้นไม้เมื่อมีพื้นที่กระพี้เพิ่มมากขึ้นทำให้มีพื้นที่การไหลของของเหลวขึ้นสู่ส่วน

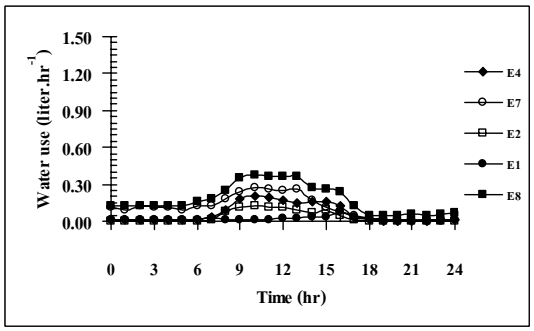
เรือนยอดมากขึ้นและในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม้ยูคาลิปตัส ที่ได้ทำการศึกษาผลปรากฏว่าเนื้อไม้ทั้งหมดยังเป็นกระพี้ และการศึกษาครั้งนี้ได้ตัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นที่มีผลต่อการใช้น้ำออก กล่าวคือพิจารณาเฉพาะพื้นที่กระพี้อย่างเดียว จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพื้นที่กระพี้ (Sapwood area) กับปริมาณการใช้น้ำที่ไม้ยูคาลิปตัสใช้ไป ในแต่ละช่วงเวลา ผลปรากฏว่ามีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงยกกำลัง (Power Function) ซึ่งมีรูปสมการในแต่ละช่วงเวลาในรอบปี ดังแสดงในภาพที่ 15 และในไม้ชนิดอื่นที่ได้มีการศึกษาพบว่ามีการศึกษาในไม้ตีนเป็ดที่อายุ 6 ปีความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกกับการใช้น้ำมีรูปแบบสมการเส้นตรง (จตุพร, 2545) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้มีไม้ตัวอย่างบางต้นที่ไม่สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ได้ในบางช่วงเวลา และไม้ที่นำมาหาความสัมพันธ์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การใช้น้ำเฉลี่ยในรอบวัน ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสของไม้ตัวอย่างทำการศึกษา

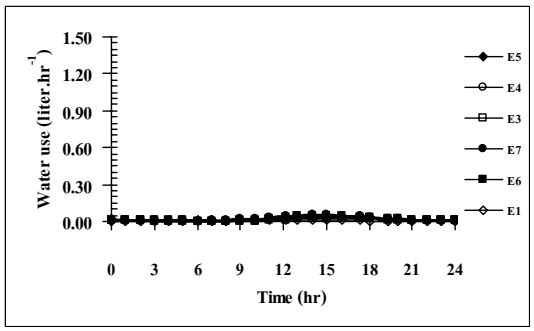
ครั้งที่	หมายเลขต้น	พื้นที่กระพี้ (ตารางเซนติเมตร)	การใช้น้ำเฉลี่ยรอบวัน (ลิตร)	ช่วงเวลา
1	Eu_1	10.05	0.43	สิงหาคม
1	Eu_2	21.38	0.89	สิงหาคม
1	Eu_4	45.98	1.64	สิงหาคม
1	Eu_5	62.55	2.42	สิงหาคม
1	Eu_7	82.70	3.45	สิงหาคม
2	Eu_1	12.12	0.47	ตุลาคม
2	Eu_2	24.06	0.89	ตุลาคม
2	Eu_4	51.49	1.68	ตุลาคม
2	Eu_7	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



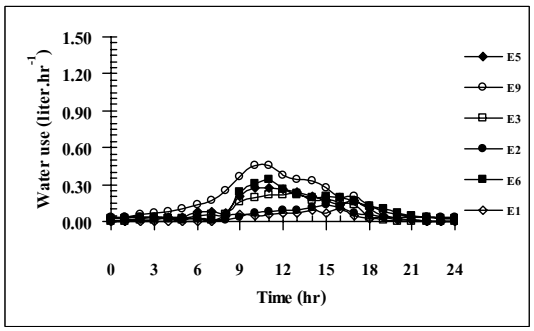
18 สิงหาคม 2545



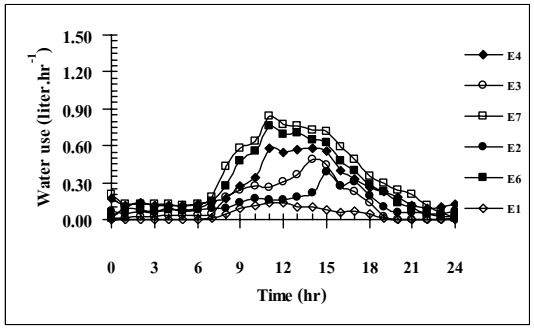
23 ตุลาคม 2545



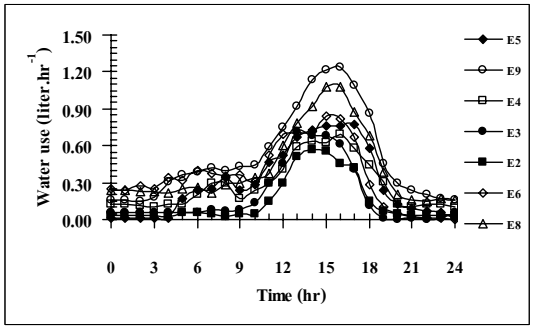
26 ธันวาคม 2545



3 มีนาคม 2546

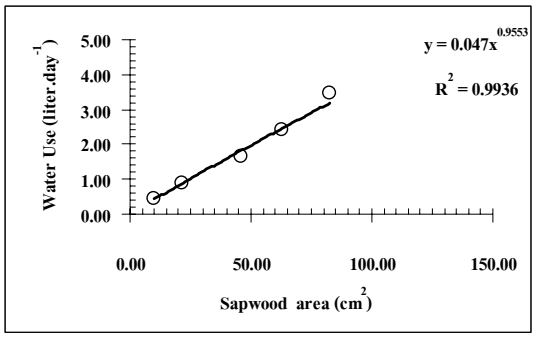


6 พฤษภาคม 2546

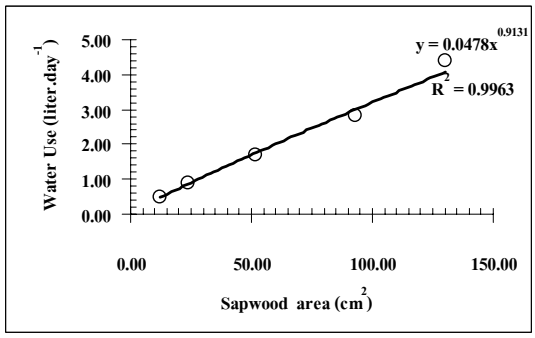


4 กรกฎาคม 2547

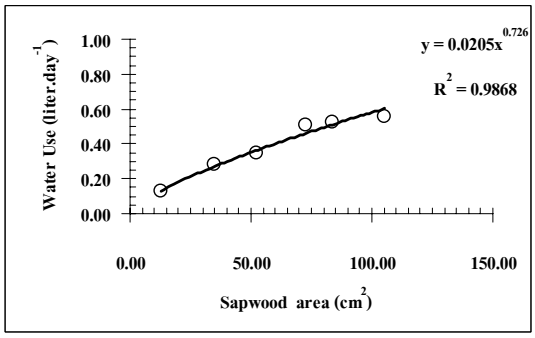
<u>ภาพที่ 14</u> การใช้น้ำในรอบวันของไม้ยูคาลิปตัส อายุ 3 ปี ในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา



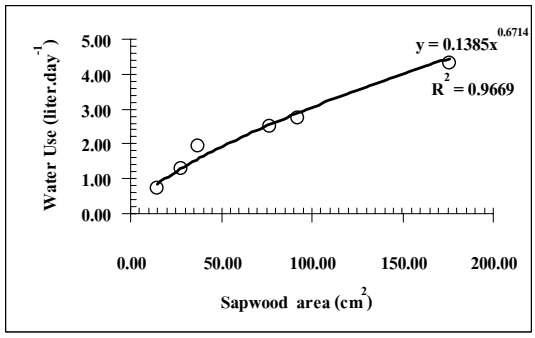
18 สิงหาคม 2545



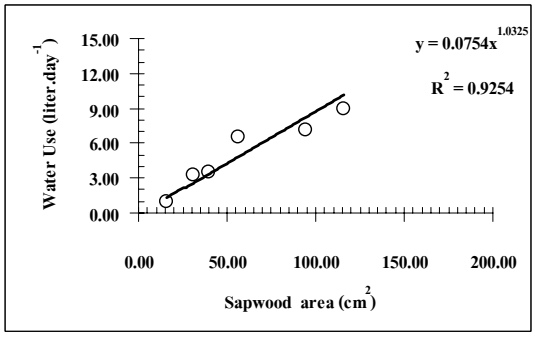
23 ตุลาคม 2545



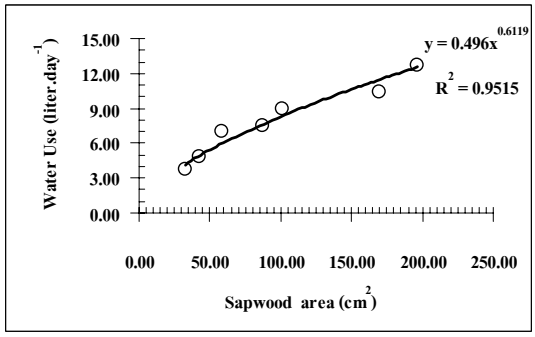
26 ธันวาคม 2545



3 มีนาคม 2546



6 พฤษภาคม 2546

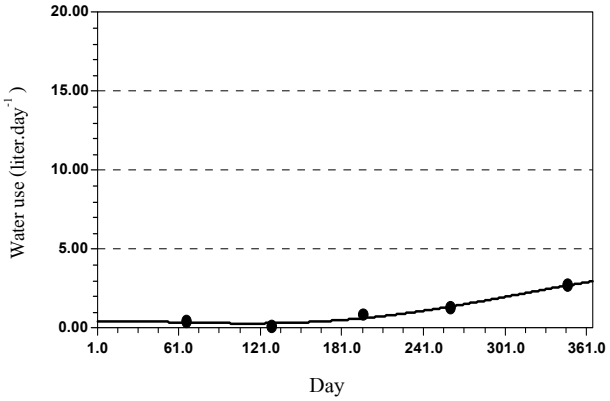


4 กรกฎาคม 2546

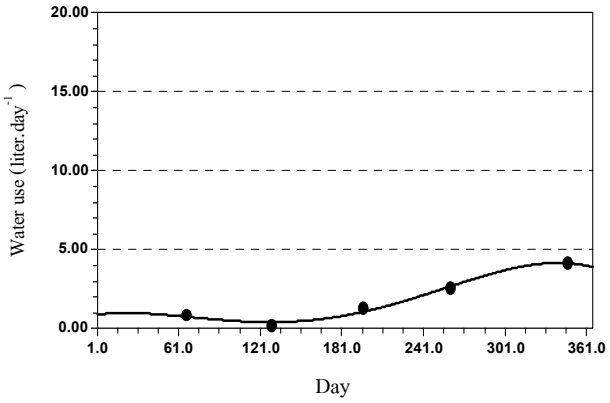
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ของพื้นที่กระพี้กับการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

3.3 การใช้น้ำในรอบปี

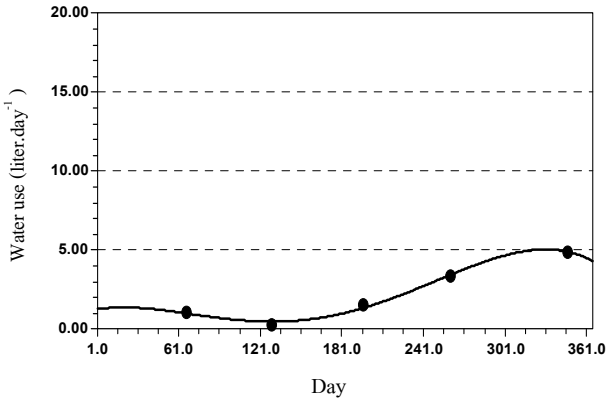
การใช้น้ำของต้นไม้โดยทั่วไปรูปแบบการใช้น้ำของต้นไม้จะมีความผันแปรในแต่ละชนิด ฤดูกาล ในต้นไม้ชนิดเดียวกันก็มีความแตกต่างกันไปในแต่ละต้น จากการศึกษาการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัส ผลปรากฏว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของต้นไม้ (ลิตร) และเวลา (วัน) มีความ สัมพันธ์แบบ polynomial ดีกรี 4 ดังแสดงไว้ใน 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 หรือการเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเท่ากับ 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 ๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนกุมภาพันธุ์ และไปสูงสุดประมาณเดือนมิถุนายน จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม จะเห็นได้ว่า ความผันแปรของปริมาณการใช้น้ำการใช้น้ำของ ต้นไม้นั้นจะแตกต่างกันไปตามปริมาณพื้นที่กระพี้ของไม้ และความแตกต่างของฤดูกาล สมบุญ (2544) ได้สรุปไว้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสง ลม ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาพของดินมีผลต่อการคายน้ำและการดูดน้ำของพืช ในวันที่มีอุณหภูมิสูง แสงแดดจ้า ลมแรง ความชื้นในบรรยากาศต่ำ พืชจะมีการคายน้ำสูงและมีการดูดน้ำได้มากเพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากการคายน้ำ



DBH= 3.98 cm.

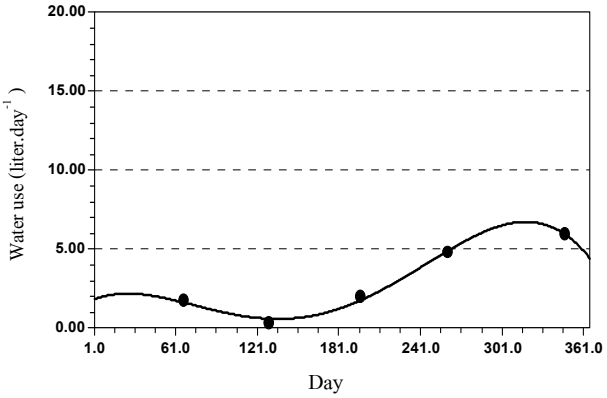


DBH = 5.62 cm.

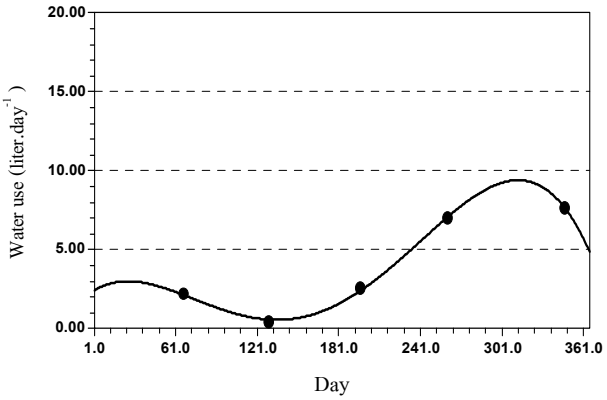


DBH = 6.68 cm.

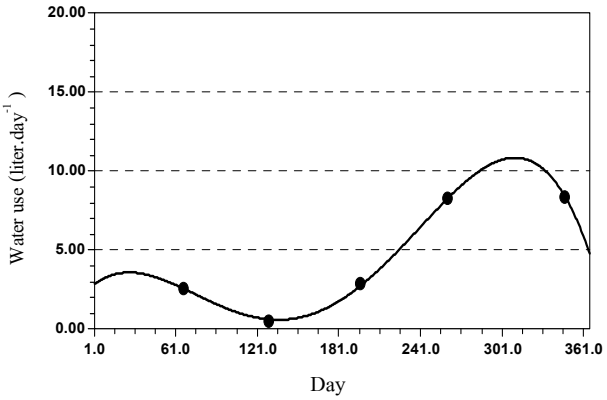
ภาพที่ 16 รูปแบบสมการการใช้น้ำในรอบปีของไม้ยูคาลิปตัสอายุ 3 ปี ที่มีขนาดชั้นเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH class) ตั้งแต่ 3.98-13.76 เซนติเมตรโดยวันที่ 1 คือวันเริ่มทำการศึกษาตรงกับวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2545



DBH = 8.05 cm.

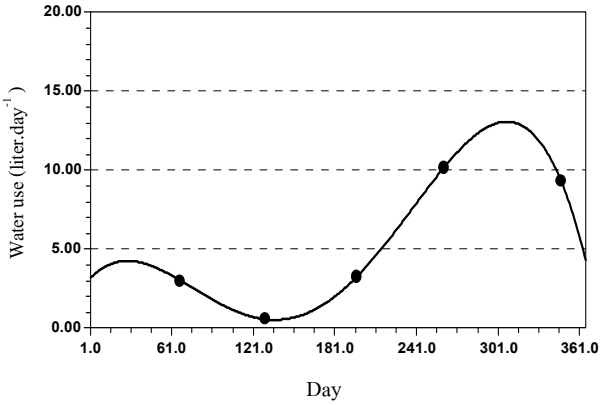


DBH = 9.32 cm.

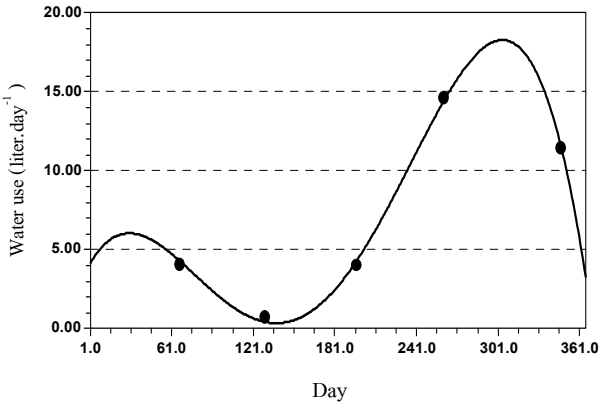


DBH = 10.07 cm.

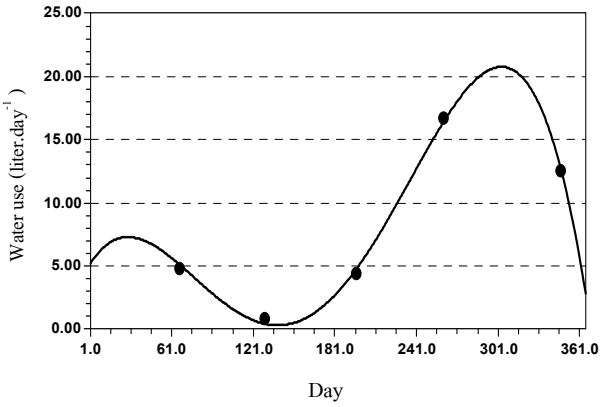
ภาพที่ 16 (ต่อ)



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

เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)	รูปแบบสมการ	R^2
3.98	$Y= 0.2484+(1.1854)X-(1974x10^{-4}) X^2 -(6.6374x10^{7})X^3 +(5.816x10^{-10})X^4$	0.8199
5.62	$Y= 0.5650+(6.3399x10^{-2})X-(1.0918x10^{-3})X^2 +(5.6797x10^{-6})X^3-(8.6013x10^{-9})X^4$	0.9663
6.68	$Y= 0.5997+(0.1318)X-(2.0581x10^{-3}) X^2 + (1.0107x10^{-5})X^3-(1.4893x10^{-8})X^4$	0.9687
8.05	$Y= 0.5467+(7.9548x10^{-2})X-(1.4060x10^{-3}) X^2 +(7.6327x10^{-6})X^3-(1.1641x10^{-8})X^4$	0.9955
9.32	$Y= 0.8798+(0.3088)X-(5.2840x10^{-3}) X^2 +(2.7369x10^{-5})X^3-(4.1657e\ x10^{-8})X^4$	0.9935
10.07	$Y= 1.4295+(0.1487)X-(2.3228x10^{-3}) X^2 +(1.1060x10^{-5})X^3-(1.5563x10^{-8})X^4$	0.9569
10.66	$Y= 3.0965+(9.2182x10^{-2})X-(2.1281x10^{-3}) X^2 +(1.2310x10^{-5})X^3-(1.9578x10^{-8})X^4$	0.9999
12.30	$Y= 3.9139+(0.1707)X-(0.2920x10^{-3}) X^2 + (4119x10^{-5})X^3-(2.0001x10^{-8})$	0.8199
13.76	$Y= 3.8347+(0.1141)X-(2.2304x10^{-3})X^2 + (1.1998x10^{-5})X^3-(1.7853x10^{-8})X^4$	0.9246

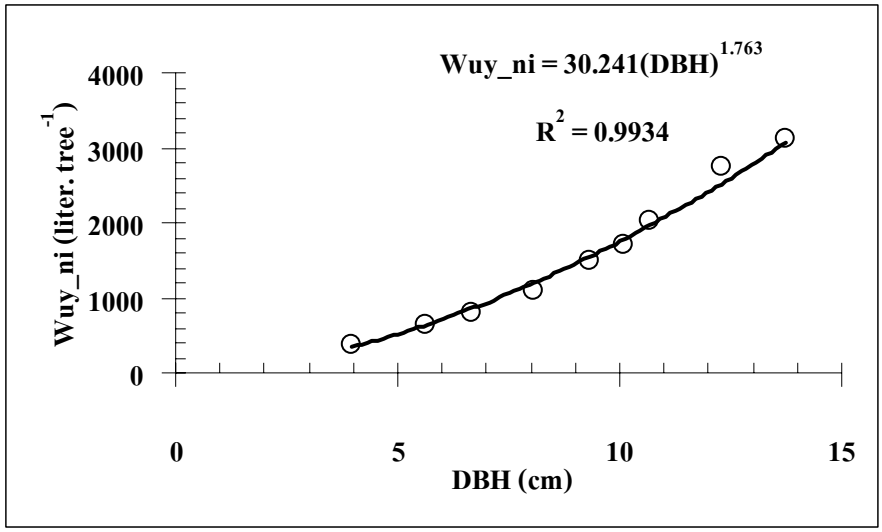
หมายเหตุ Y = ปริมาณการใช้น้ำในรอบปีของต้นไม้ (ลิตร)

X = จำนวนวัน (วัน) นับจากวันที่เริ่มศึกษา คือ18 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 จะพิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างเนื้อไม้ในส่วนผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้น 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 และโดยเฉลี่ยแล้วมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านเศรษฐกิจ (WUE_{WS}) และประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยา (WUE_{WT}) และเท่ากับ 4.66 และ 5.16 กรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ที่ได้ศึกษานั้นไม่ได้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามชั้นขนาดความโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเพียงอย่างเดียว เนื่องจากต้องนำความเพิ่มพูนของผลผลิตในส่วนต่าง ๆ และปริมาณน้ำที่ใช้ไปในช่วงเวลาเดียวกันมาคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ กฤษณากรณ์ (2547) ที่ได้ศึกษาการใช้น้ำ ในไม้ต่างถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ กระถินดอย จันทร์ทองไต้หวัน และ เมเปิลหอม ผลปรากฏว่าภายหลังการตัดสางขยายระยะแล้ว 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 กระถินดอย และ จันทร์ทองไต้หวัน ภายหลังจากตัดสางขยายระยะแล้ว ยกเว้นไม้เมเปิลหอมชนิดเดียวที่มีค่าสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่าง WUE_{WS} และ WUE_{WT} ของไม้ยูคาลิปตัสที่มีค่าต่ำสุด และสูงสุดผลปรากฏว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 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. การใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมู่ไม้สวนป่าไม้ยูคาลิปตัส

4.1 การใช้น้ำในรอบปี

การใช้น้ำในของหมู่ไม้ได้ทำการประเมินการใช้น้ำในรอบปีโดยนำขนาดความโตที่ระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกไปแทนค่าในสมการ

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

เมื่อ Wuy_ni คือ ปริมาณการใช้น้ำของไม้แต่ละต้นในหมู่ไม้ที่ทำการศึกษา (ลิตรต่อต้น)

จากการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี ของหมู่ไม้ไม้ยูคาลิปตัส ในชั้นอายุ 1 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่า 1.57 1.14 และ 1.06 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 156.86 114.23 และ 105.61 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 2 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 1.83 1.67 และ 1.31 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 183.41 167.33 และ 131.21 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 3 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 2.51 2.02 และ 1.39 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 251.08 201.99 และ 139.03 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 4 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 2.26 1.71 และ 1.66 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 225.77 171.21 และ 165.95 มิลลิเมตรต่อปี ในชั้นอายุ 5 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 2.50 2.50 และ 1.97 ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี หรือ 250.32 250.27 และ 197.47 มิลลิเมตรต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกันในทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันปริมาณการใช้น้ำของหมู่ไม้ในชั้นอายุ 1 2 และ 5 ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชั้นอายุ 3 ปี นั้นแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแตกต่างกันกับแปลงที่ตัดแตกหน่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแตกต่างกันกับแปลงทั้งสองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และชั้นอายุ 4 ปี นั้นแปลงที่ตัดแตกหน่อกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งสองแปลงจะแตกต่างกับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 14 15 และภาพที่ 18 19 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี) ของไม้ยูคาลิปตัสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

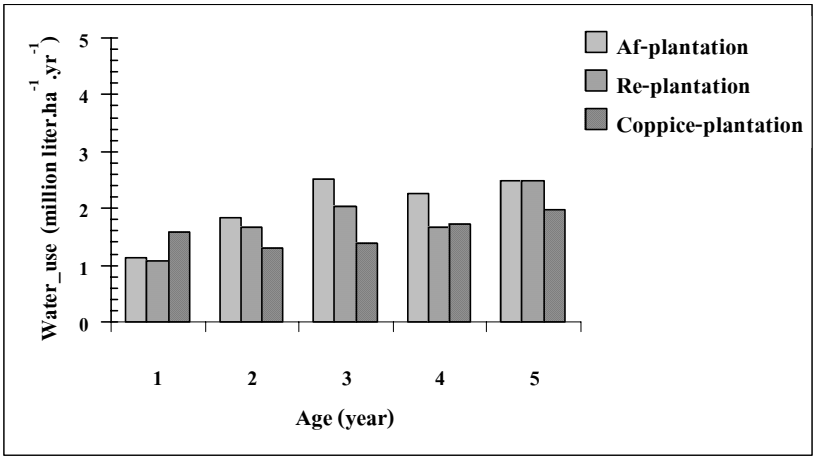
กระบวนการสืบพันธุ์	ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี)				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	1.14	1.83	2.51 a	2.26 a	2.50
Re-plantation	1.06	1.67	2.02 ab	1.66 b	2.50
Coppice-plantation	1.57	1.31	1.39 b	1.71 b	1.97
F -Test	1.03 ns	4.29 ns	7.54*	18.54**	3.84 ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 18 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (ล้านลิตรต่อเฮกแตร์ต่อปี) ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ตารางที่ 15 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (มิลลิเมตรต่อปี) ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

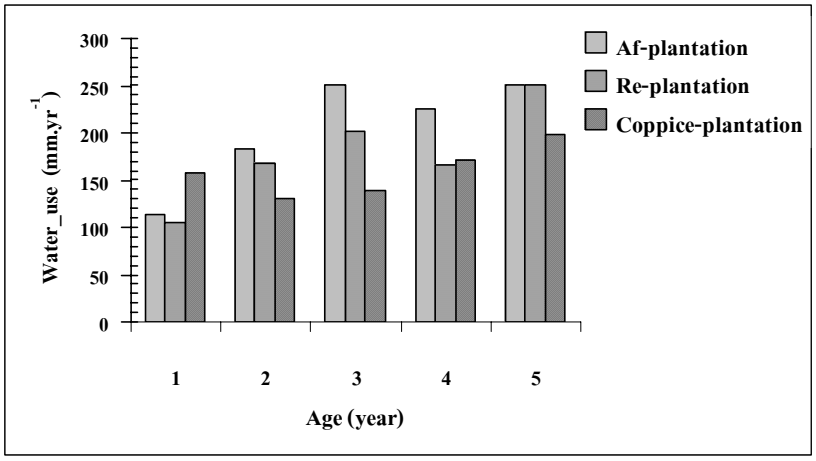
กระบวนการสืบพันธุ์	ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (มิลลิเมตรต่อปี)				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	114.23	183.41	251.06a	225.77a	250.32
Re-plantation	105.61	167.33	201.99ab	165.95b	250.27
Coppice-plantation	156.86	131.21	139.03b	171.21b	197.47
F -Test	1.03 ns	4.29 ns	754*	18.54**	3.84 ns

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 19 ปริมาณการใช้น้ำในรอบปี (มิลลิเมตรต่อปี)ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

4.2 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมู่ไม้ยูคาลิปตัส (Water use Efficiency of Stand, WUES)

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมู่ไม้นั้นมีความจำเป็นต้องทราบผลผลิตมวลชีวภาพที่เพิ่มพูนขึ้นในรอบปี และทราบการใช้น้ำในรอบปี ถึงจะสามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำได้การประมาณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของหมู่ไม้ (Water Use Efficiency of Stand, WUES) ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบกับ ผลผลิตมวลชีวภาพของลำต้นของหมู่ไม้ (W_S) และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของหมู่ไม้ (W_T) ที่เพิ่มพูนขึ้นในรอบปีกับปริมาณน้ำที่หมู่ไม้ใช้ไปในรอบปี

<u>ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมู่ไม้</u> ($WUES_{WS}$)

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมู่ไม้ ($WUES_{WS}$) 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 และประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ยูคาลิปตัสในการศึกษาครั้งนี้ผลปรากฏว่าในทุก ๆ พื้นที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น

ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางชีววิทยาของหมู่ไม้ ($WUES_{WT}$)

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางชีววิทยาของหมู่ไม้ ผลปรากฏว่าในชั้นอายุ 1 ปี แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ สูงสุด รองลงมาได้แก่แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 8.88 7.16 และ7.02 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 รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 4.92, 3.21 และ 2.85 ในชั้นอายุ 5 ปี ผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อ มีค่าต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 4.61 3.60 และ 2.46 ดังแสดงในตารางที่ 17 และภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยานั้น แปลงที่ใช้ระบบการสืบพันธุ์แบบตัดแตกหน่อ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้า โดยเฉพาะในชั้น อายุ 3-5 ปี ส่วนแปลงที่ปลูกด้วยกล้านั้นมีการใช้น้ำดีกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแต่ละชั้นอายุผล ปรากฏว่าในชั้นอายุ 2 และ 3 ปี ประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้ทุก ๆ แปลงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปีนั้น ประสิทธิภาพการใช้น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยาของไม้ยูคาลิปตัสในการศึกษาครั้งนี้ผลปรากฏว่าในทุก ๆ พื้นที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมู่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{WS}$) ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

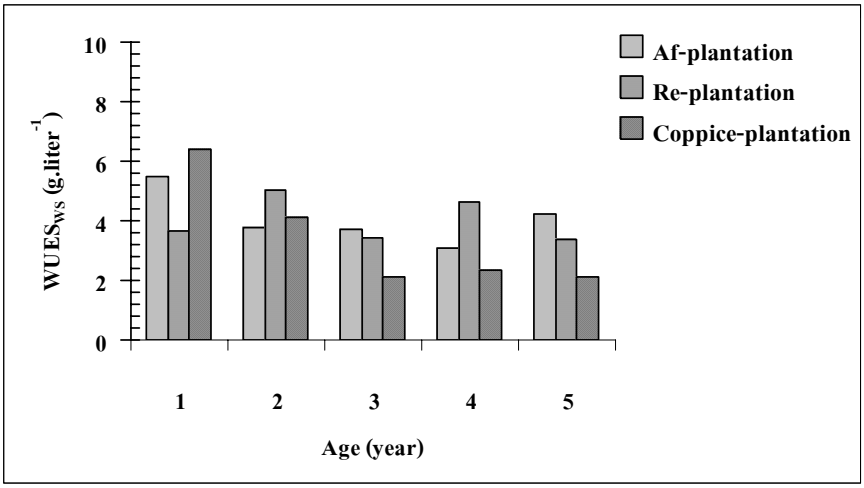
กระบวนการสืบพันธุ์	ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจ (กรัมต่อลิตร)				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	5.48a	3.77	3.70	3.06b	4.24a
Re-plantation	3.68b	5.02	3.42	4.63a	3.36b
Coppice-plantation	6.40a	4.14	2.13	2.32b	2.13c
F –Test	16.47**	1.89ns	3.05ns	23.24**	20.71**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 20 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางเศรษฐกิจของหมู่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{WS}$) ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ตารางที่ 17 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยาของหมู่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{WT}$) ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

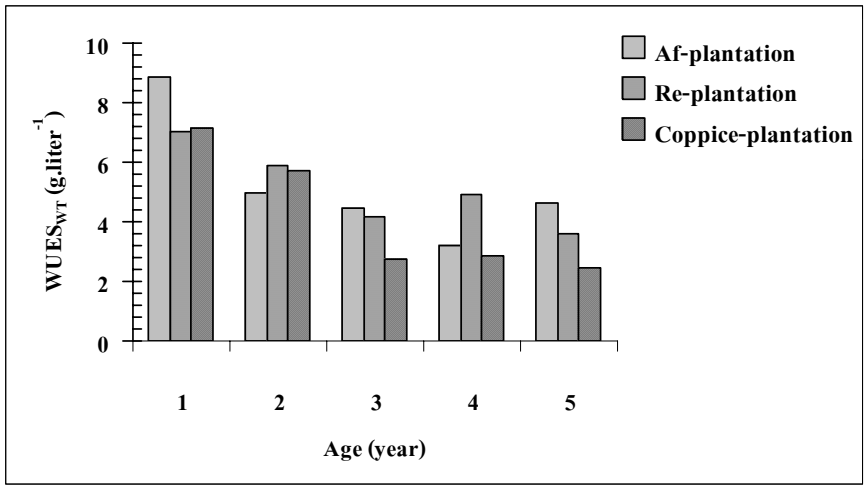
กระบวนการสืบพันธุ์	ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านชีววิทยา				
	อายุ (ปี)				
	1	2	3	4	5
Af-plantation	8.88a	4.96	4.43	3.21b	4.61a
Re-plantation	7.02b	5.86	4.16	4.92a	3.60b
Coppice-plantation	7.16b	5.74	2.77	2.85b	2.46c
F -Test	5.22*	0.49ns	2.39ns	13.46**	18.28**

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพการใช้น้ำทางชีววิทยาของหมู่ไม้ยูคาลิปตัส ($WUES_{WT}$) ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5. คุณสมบัติดิน

การศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของดินในแปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันนั้น สามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) สมบัติทางกายภาพ อันได้แก่ ปริมาณอนุภาคทราย ปริมาณอนุภาคทรายแป้ง ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ลักษณะของเนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดิน ความพรุนรวมของดิน และ 2) คุณสมบัติทางเคมี อันได้แก่ ปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ 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 แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าสูงสุดรองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และ มีค่าต่ำสุดทุกระดับความลึกที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้ระบบการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณอนุภาคทรายในแต่แปลงที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18 ปริมาณอนุภาคทรายในพื้นที่ที่ปลูกด้วยกล้าที่มีค่าสูงนั้นโดยส่วนใหญ่มีการไถพรวนในช่วงเตรียมพื้นที่ปลูกทำให้อนุภาคทรายฟุ้งกระจาย ส่วนพื้นที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อนั้น มีค่าต่ำกว่าเนื่องจากไม่ได้มีการไถพรวนภายหลังการตัดฟันไม้ออกในรอบแรก และเมื่อมีการตัดฟันในรอบที่สองและทำการปลูกใหม่ปริมาณอนุภาคทรายมีค่าต่ำสุดน่าจะเป็นผลมาจากการชะล้างที่เกิดจากฝนทำให้อนุภาคทรายมีค่าต่ำลงและปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุมากขึ้นทำให้สัดส่วนปริมาณอนุภาคทรายมีค่าลดลง

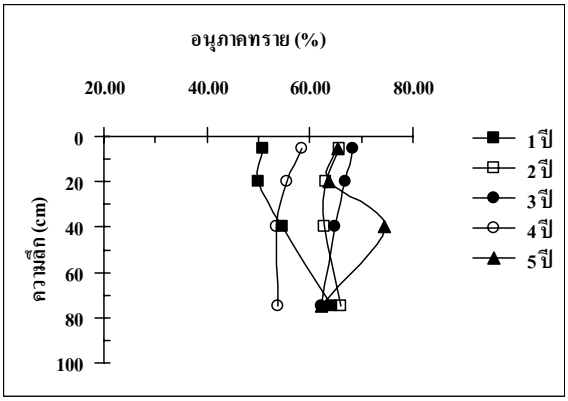
ตารางที่ 18 คุณสมบัติทางกายภาพของดินในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กระบวนการสืบพันธุ์	% อนุภาค			BD	PD	Pore
		ทราย	**ทรายแป้ง**	**ดินเหนียว**	($g.cm^{-3}$)	($g.cm^{-3}$)	(%)
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*

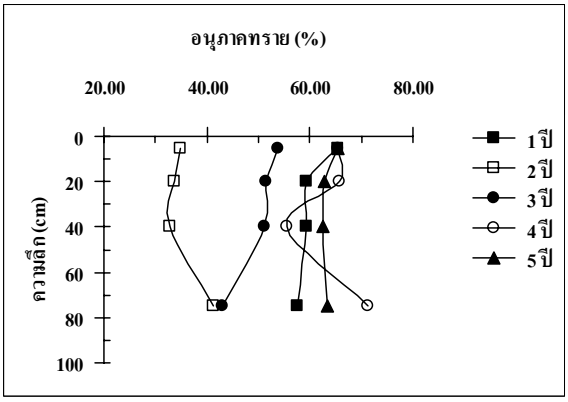
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

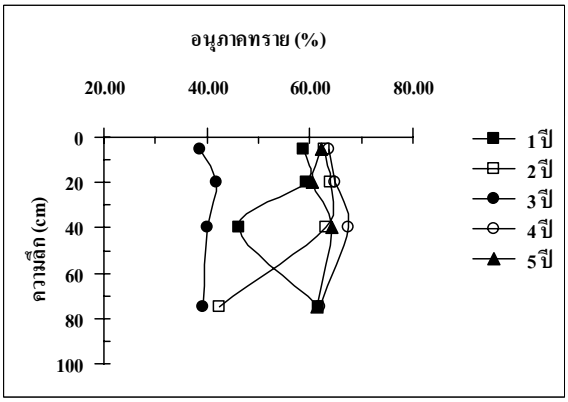
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



Af-plantation



Re-plantation

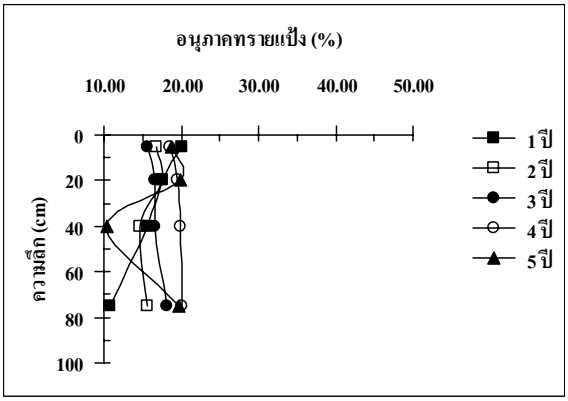


Coppice-plantation

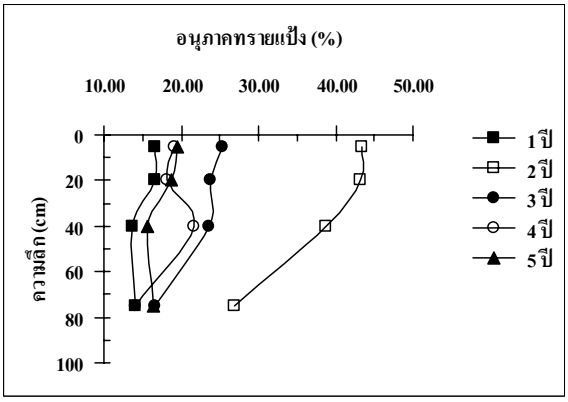
ภาพที่ 22 ปริมาณของอนุภาคทราย (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.2 ปริมาณอนุภาคทรายแป้ง (Silt)

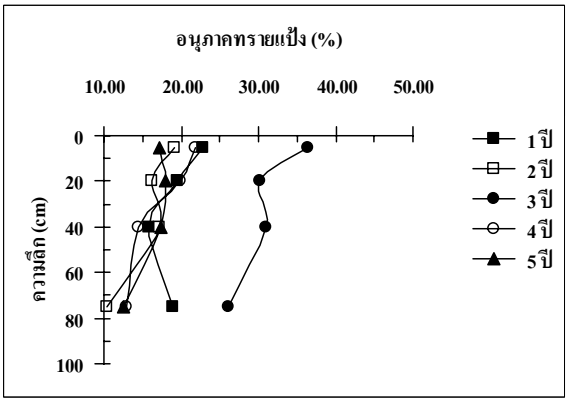
จากการวิเคราะห์หาปริมาณอนุภาคทรายแป้งในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่าปริมาณอนุภาคทรายแป้ง มีค่าอยู่ระหว่าง 10.72-20.03 13.65-43.41 และ 10.36-36.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 23 เมื่อพิจารณาปริมาณอนุภาคทรายแป้งเฉลี่ย โดยภาพรวมแล้ว ผลปรากฏว่า แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ตัดแตกหน่อ และแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีต่ำสุด ในทุกระดับความลึก เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ ผลปรากฏว่าภายใต้ระบบการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณอนุภาคทรายแป้งในแต่แปลงที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18



Af-plantation



Re-plantation

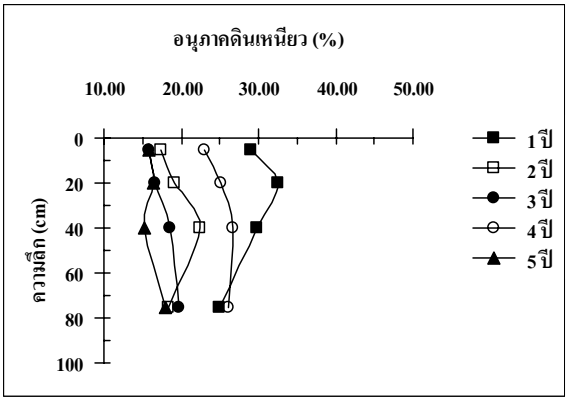


Coppice-plantation

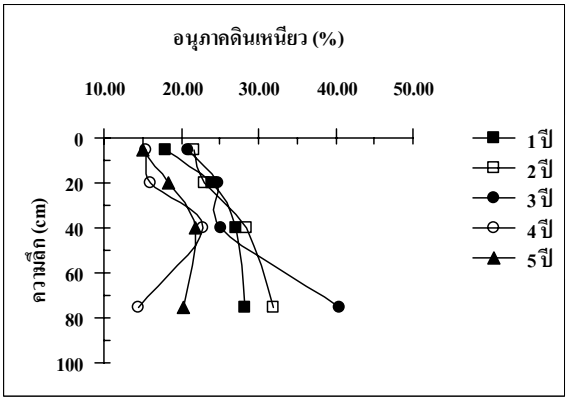
ภาพที่ 23 ปริมาณของอนุภาคทรายแป้ง (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.3 ปริมาณอนุภาคดินเหนียว (Clay)

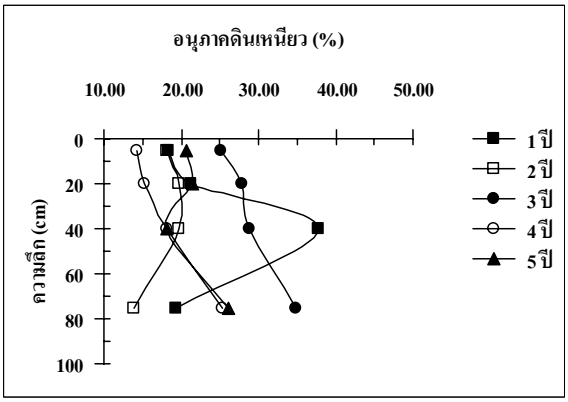
อนุภาคในกลุ่มขนาดดินเหนียวมีบทบาทมากที่สุดในการควบคุมหรือกำหนดคุณสมบัติของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) จากการวิเคราะห์หาปริมาณอนุภาคดินเหนียวในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่าปริมาณอนุภาคดินมีค่าอยู่ระหว่าง 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 เซนติเมตรในพื้นที่ที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุด 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

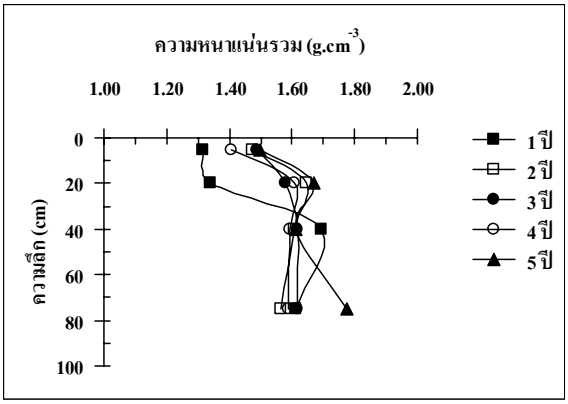
จากการจำแนกประเภทเนื้อดินในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ชั้นอายุ 1-5 ปี มีประเภทเนื้อดินทั้งหมด 7 ประเภท โดยในดินชั้นบน (ความลึก 0-10 เซนติเมตร) จะมีเนื้อดิน 4 ประเภทได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย 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 คามาลดูเลนซิสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

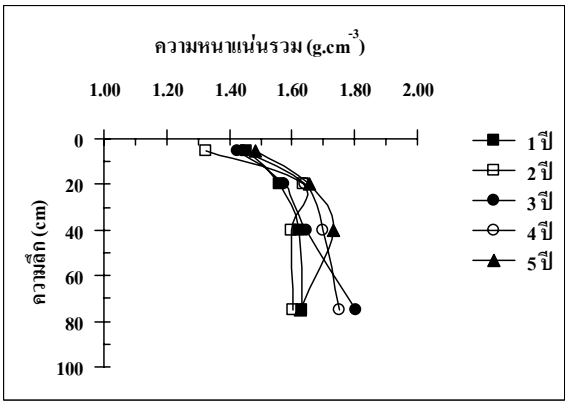
พื้นที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ประเภทเนื้อดิน อายุ (ปี)				
		1	2	3	4	5
Af-plantation	0-10	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	10-30	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	30-50	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนเหนียว	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)

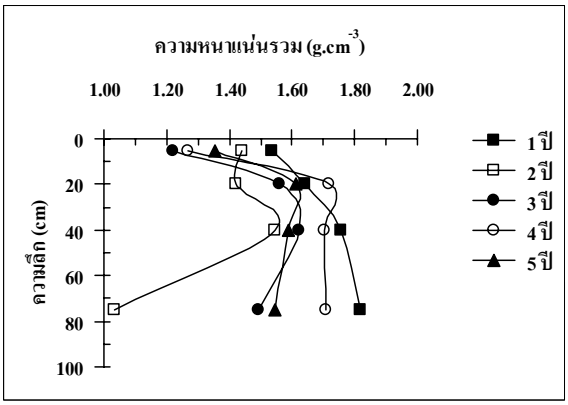
จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.32-1.77, 1.32-1.80 และ 1.27-1.82 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 25 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลู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



Af-plantation



Re-plantation

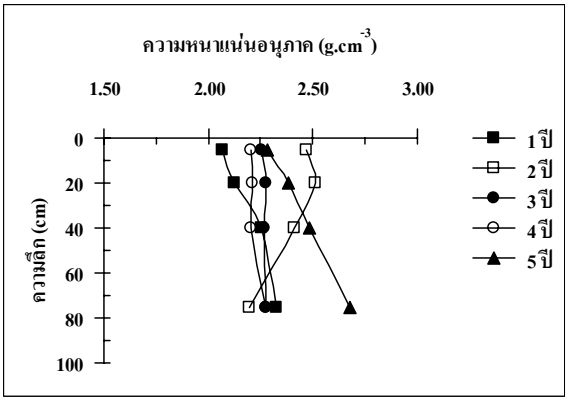


Coppice-plantation

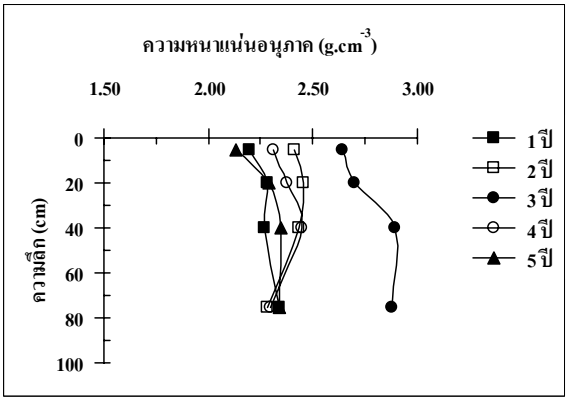
<u>ภาพที่ 25</u> ความหนาแน่นรวมของดิน(%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.6 ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (particle density)

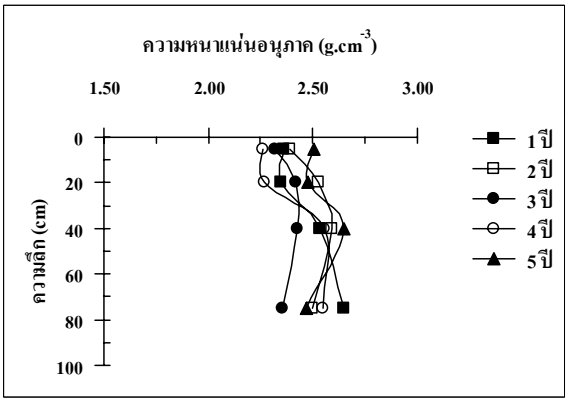
จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นอนุภาคของดิน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ใช้วิธีตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 2.07-2.67, 2.13-2.89 และ 2.26-2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 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 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นผลปรากฏว่าความหนาอนุภาคดินมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ทำการศึกษา



Af-plantation



Re-plantation

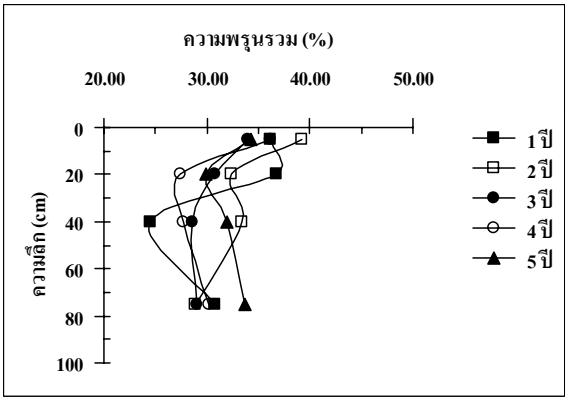


Coppice-plantation

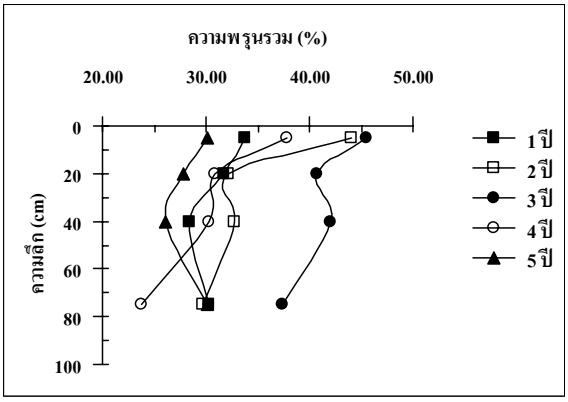
<u>ภาพที่ 26</u> ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (%) ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.1.7 ความพรุนรวมของดิน (soil porosity)

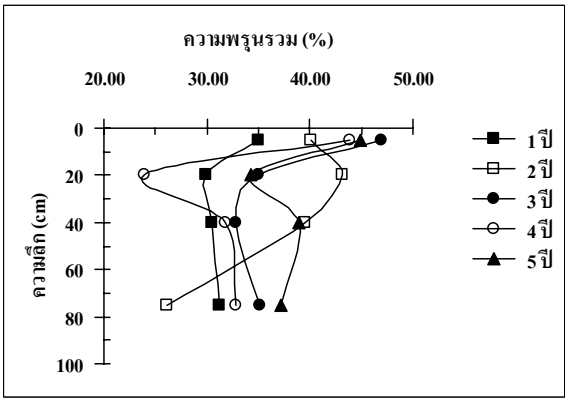
ความพรุนดินเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณช่องว่างของดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคดิน จากการวิเคราะห์วิเคราะห์หาค่าความพรุนรวมของดิน ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 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 ลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจกล่าวได้ว่ามีผลมาจากอินทรียวัตถุในดินส่วนมากจะสะสมในดินชั้นบนของชั้นดินประกอบกับดินที่อยู่ลึกลงไปต้องรองรับน้ำหนักของดินส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปทำให้ความพรุนรวมของดินชั้นล่างมีค่าน้อยกว่าด้านบน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) อย่างไรก็การปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสโดยวิธีตัดแตกหน่อมีแนวโน้ม ในการเพิ่มความพรุนให้กับดินที่ระดับความลึกต่างๆ สูงกว่าการปลูกด้วยกล้าเนื่องจากไม่กิจกรรมจากการไถพรวนในการเตรียมพื้นที่ในรอบตัดฟันที่ 2 แต่การปลูกด้วยกล้ามีการไถพรวน และการสะสมอินทรียวัตถุพื้นแปลงที่ตัดแตกหน่อในดิน



Af-plantation



Re-plantation



Coppice-plantation

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

5.2 คุณสมบัติทางเคมี

5.2.1 ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction)

ปฏิกิริยาดินหรือ pH ของดินเป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อขบวนการทางเคมีและชีวภาพในดินปฏิกิริยาของดินจะนำไปพิจารณาถึงการเกิดความเป็นพิษหรือการขาดธาตุอาหารต่างๆในดิน จากการวิเคราะห์หาปฏิกิริยาของดินในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.34-6.70 4.57-5.79 และ 4.82- 6.16 ตามลำดับ ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 28 เมื่อพิจารณาค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม่ยูคาลิปตัสค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร เท่ากับ 5.88 6.02 6.18 และ 5.89 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ด้วยกล้าที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส กับพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และการปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและการตัดแตกหน่อเมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับชั้นความลึกที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ เสริมพงศ์ (2545) ที่ได้ทำการศึกษาในพื้นที่สวนป่าไม้ยูคาลิปตัสอายุ14 ปี ผลปรากฏว่ามีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.19-4.46 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นผลปรากฏว่า pH มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ จะเห็นว่าแนวโน้มการลดลงของค่า pH สอดคล้องกับรายงานของ ศิริภาและคนึงกิจ (2540) ที่ได้รายงานว่าหลังการปลูกป่า 10 ปี pH ของดินมีค่าลดลง ซึ่งสาเหตุที่ลดลงนั้นเกิดจากการชะล้างโดยน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลผ่านซึมลงดินพวก basic cation ถูกพัดพาให้สูญหายไปเพราะเมื่อน้ำฝนไหลซึมผ่านดินอยู่นั้นจะละลายเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีอยู่ในดินเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ทำให้น้ำที่ซึมผ่านดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดเมื่อขบวนการนี้ดำเนินไปนานเข้าจนในที่สุดเมื่อพื้นผิวอนุภาคของดินมี H^+ มากขึ้น และมีปริมาณสูงกว่า basic cation ก็จะทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด และนอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ เช่น เมื่ออินทรียวัตถุในดินเน่าเปื่อยลง จะมี organic acid ต่างๆ เกิดขึ้น กรดเหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นในดินจะทำให้ดินเป็นกรดเพราะ H^+ จากกรดเข้าไปไล่ที่พวกไอออนบวกทำให้ดินเป็นกรดได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

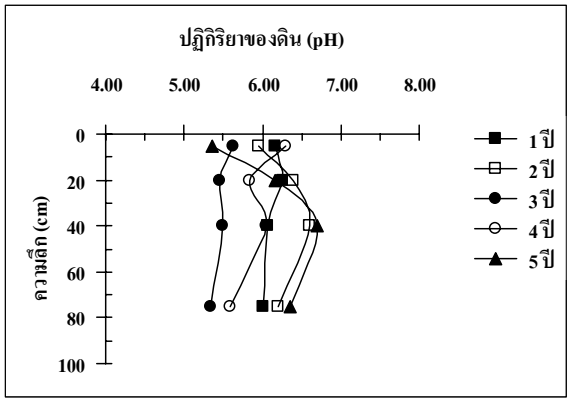
ตารางที่ 20 คุณสมบัติทางเคมีของดินในสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กระบวนการสืบพันธุ์	pH	OM (%)	Available P ($mg.kg^{-1}$)	Exchanggeable 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

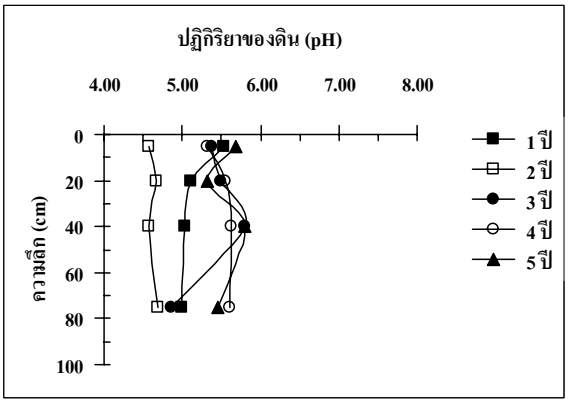
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

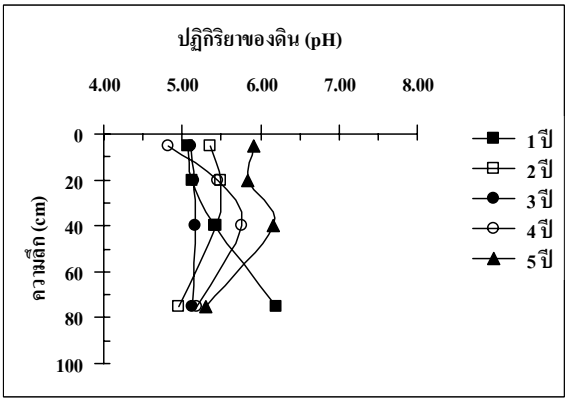
** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



Af-plantation



Re-plantation

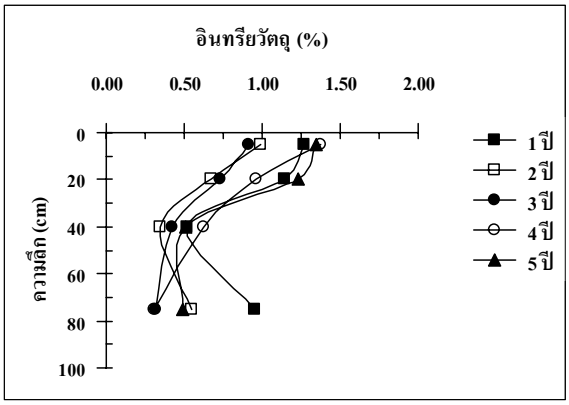


Coppice-plantation

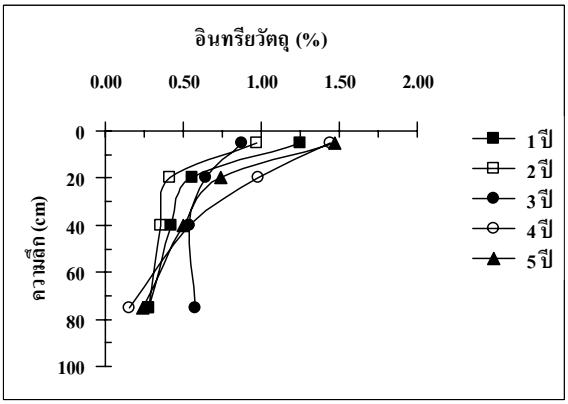
ภาพที่ 28 ปฏิกิริยาของดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.2 อินทรียวัตถุ (organic matter)

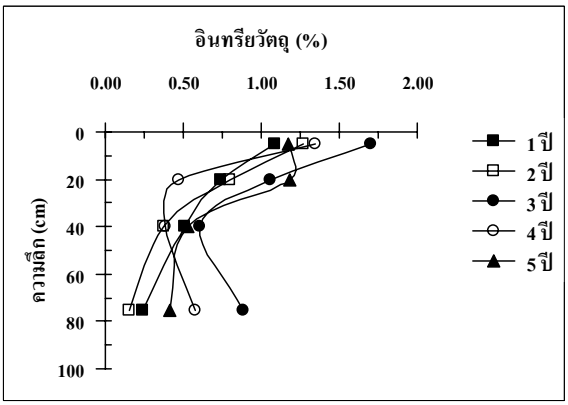
จากการหาวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.31-1.37 0.16-1.45 และ 0.16-1.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 10 และภาพที่ 29 เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ 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 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันมีปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่ามีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ปริมาณอินทรียวัตถุในช่วงปีแรก ๆ ที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากในช่วงเริ่มปลูกการปกคลุมของเรือนยอดมีค่าน้อยอยู่ดังนั้นมีการชะล้างสูง แต่ในช่วงอายุ 3-5 ปี มีแนวโน้มของการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุซึ่งอาจจะมาจากเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่มีการปกคลุมเรือนยอดมากขึ้น มีการปลดปล่อยเศษซากพืชสู่ผิวดินมากขึ้นการชะล้างก็น้อยลง และปริมาณอินทรียวัตถุที่มีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามระดับความลึก น่าจะมีสาเหตุมาจากการที่ ดินบนมีการทับถมของเศษซากพืช ทำให้มีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน



Af-plantation



Re-plantation

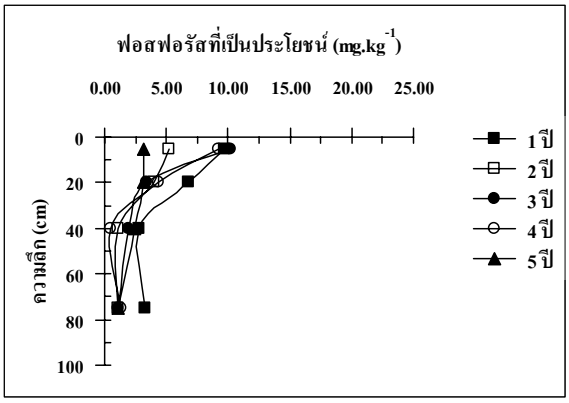


Coppice-plantation

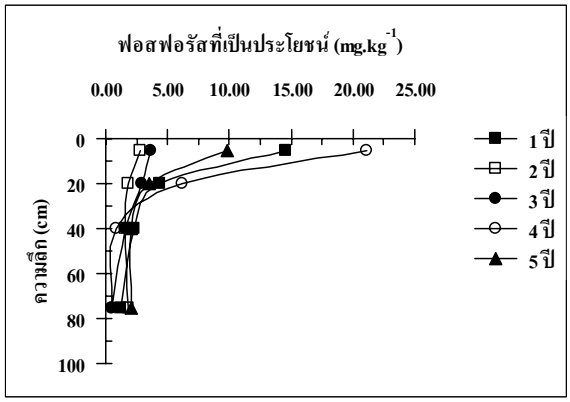
ภาพที่ 29 อินทรียวัตถุ (%) ของดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)

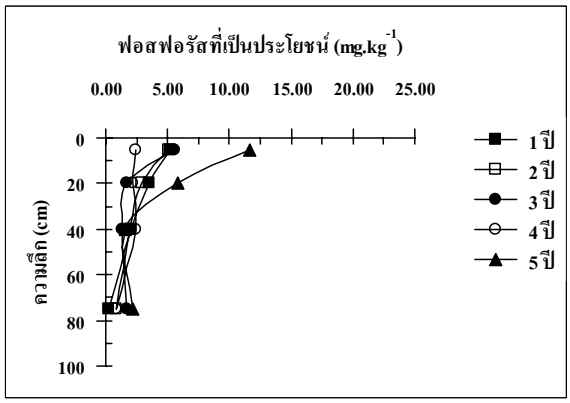
จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.44-10.23 0.48-21.13 และ 0.30-11.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 30 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 ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่ได้รับมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นอนินทรียวัตถุ และอินทรียวัตถุ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) แต่ในพื้นที่ศึกษาวัตถุต้นกำเนิดดินโดยภาพรวมแล้วมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วน่าจะมีการสะสมของอินทรียวัตถุในปริมาณที่มากกว่าทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มที่สูงกว่าพื้นที่อื่น 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 ซึ่งผลปรากฏว่าการศึกษาครั้งนี้ในพื้นที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่เคยผ่านการปลูกมาก่อนที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วมีค่าใกล้เคียงกับ (10.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ศึกษา



Af-plantation



Re-plantation

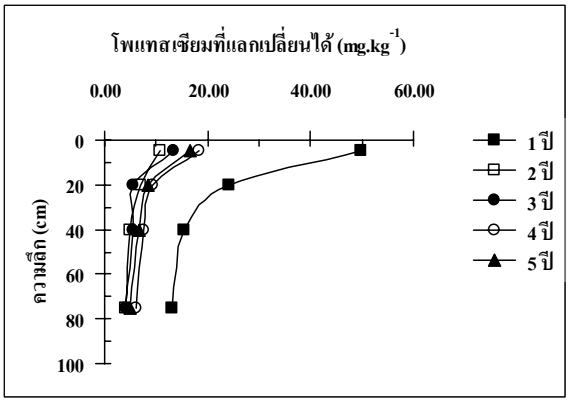


Coppice-plantation

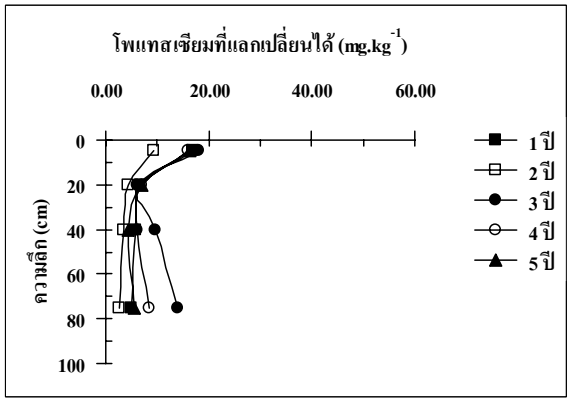
<u>ภาพที่ 30</u> ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.4 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium)

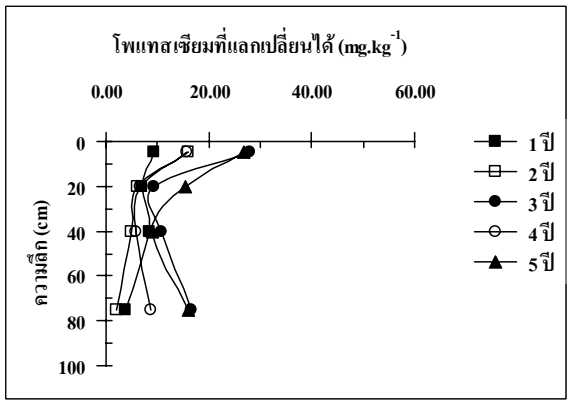
จากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.93-49.90 2.59-18.20 และ 5.81-28.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 31 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 เมื่อพิจารณาตามระดับความลึกผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสและพื้นที่ที่ใช้ระบบตัดแตกหน่อมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกช่วงประมาณ 0-50 เซนติเมตรและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่ระดับความลึกประมาณ 50-100 เซนติเมตร ส่วนในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัสมาก่อนมีแนวโน้มลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้นทุกระดับ



Af-plantation



Re-plantation

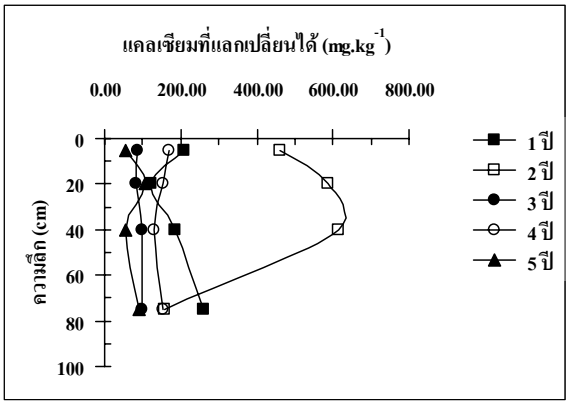


Coppice-plantation

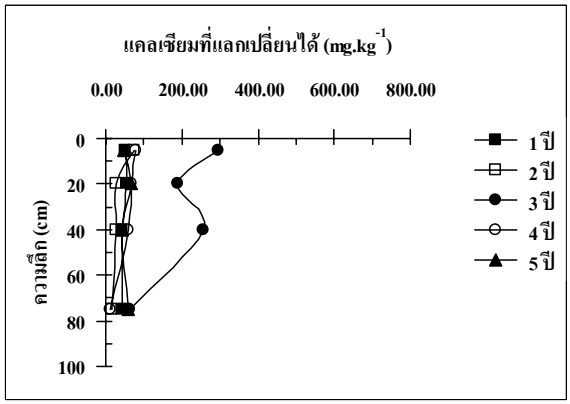
ภาพที่ 31 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.5 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium)

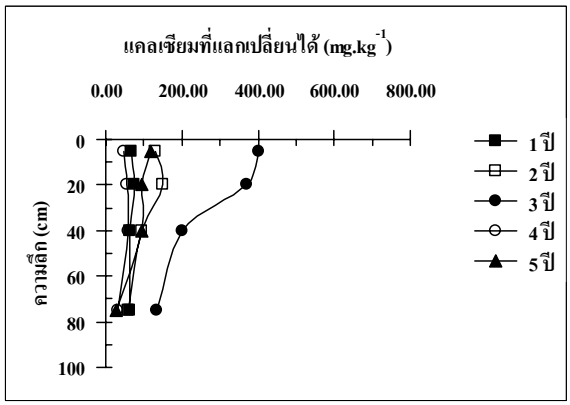
จากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 56.61-614.07 12.64-295.17 และ 27.36-402.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ตารางผนวกที่ 13 และภาพที่ 32 เมื่อพิจารณาค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม่ยูคาลิปตัสมีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ50-100 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

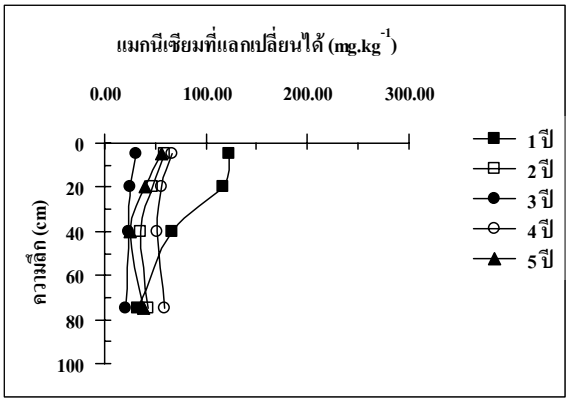


Coppice-plantation

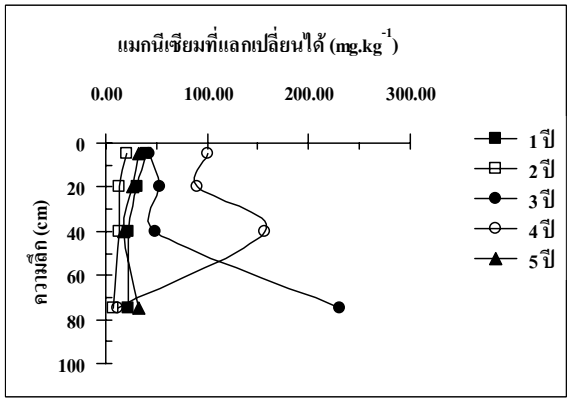
ภาพที่ 32 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.6 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium)

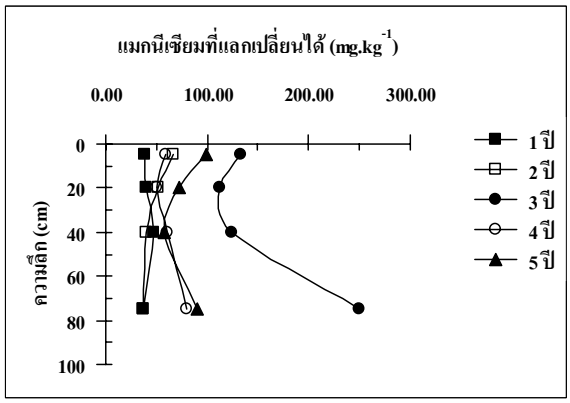
จากการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 20.13-122.64 7.11-230.40 และ 36.26-250.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14 และภาพที่ 33 เมื่อพิจารณาปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่าแปลงที่ตัดแตกหน่อ มีค่าสูงสุดในชั้นดินที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ50-100 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 79.39 65.47 66.20 และ 101.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติผลปรากฏว่าภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกันปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยภาพรวมมีค่าสูงในแปลงตัดแตกหน่อ ปริมาณการปลดปล่อยแมกนีเซียมจากส่วนใบของไม้ยูคาลิปตัสที่ร่วงหล่น เนื่องจากปริมาณแมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นไม้นั้นมีความเข้มข้นอยู่ที่ใบสูงถึงร้อยละ 0.238 (สุทธาทิพย์, 2539) และในแปลงตัดแตกหน่อมีช่วงเวลาการสะสมของใบมากกว่าแปลงศึกษาอื่นทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงอื่น ๆ



Af-plantation



Re-plantation

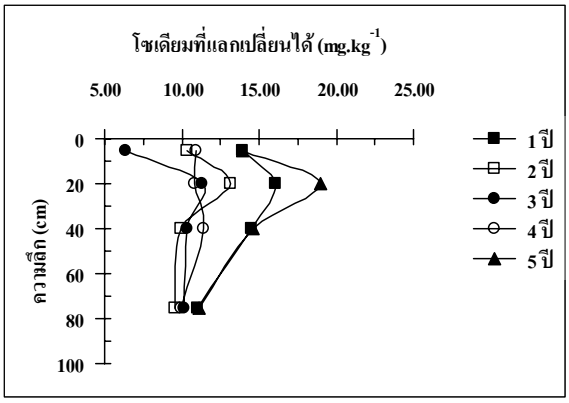


Coppice-plantation

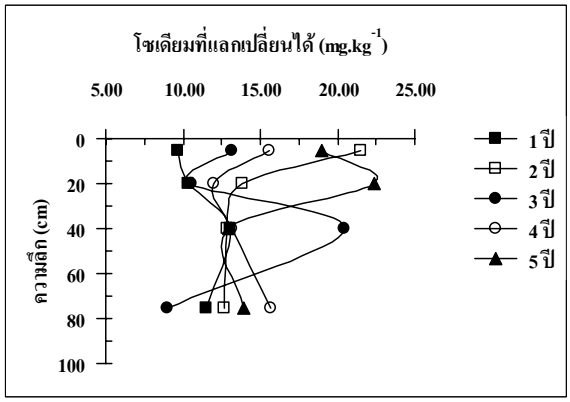
ภาพที่ 33 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5.2.7 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium)

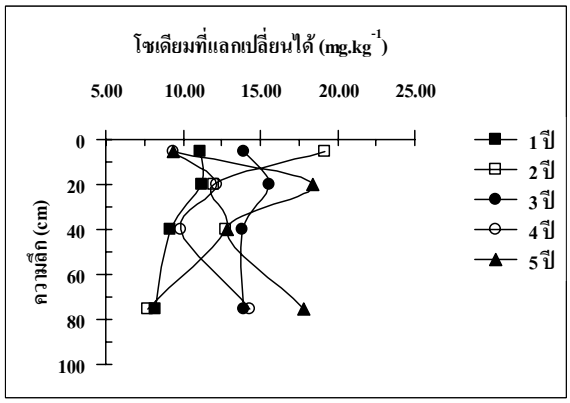
จากการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส พื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และแปลงที่ใช้วิธีตัดแตกหน่อ ผลปรากฏว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 6.32-18.97 8.94-22.33 และ 7.71-18.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ตารางผนวกที่ 15 และภาพที่ 34 เมื่อพิจารณาปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยโดยภาพรวมผลปรากฏว่าแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส 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

<u>ภาพที่ 34</u> โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-10 10-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร ของไม้ยูคาลิปตัส ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

5. ผลตอบแทนด้านการเงินจากการลงทุนปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ 3 วิธีเพื่อพิจารณาถึงผลิตภาพของโครงการ ขนาดของโครงการ และผลิตภาพของการลงทุน อันจะทำให้เกิดการพิจารณาคัดเลือกโครงการในการลงทุนเป็นไปได้ด้วยความเหมาะสมยิ่งขึ้น ได้แก่

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

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

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 เป็นการหามูลค่าปัจจุบันของโครงการว่า ผลกำไรจากการลงทุนมีมูลค่าในปัจจุบันเป็นเท่า โดยใช้อัตราดอกเบี้ยอัตราใดอัตราหนึ่งเป็นตัวหักลด มูลค่าปัจจุบันสุทธิหาได้จากสูตรการคำนวณดังนี้

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

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

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

B_t = ผลได้ในปีที่ t

C_t = ต้นทุนในปีที่ t

R = อัตราผลตอบแทนของโครงการ

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

สำหรับค่า IRR คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

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

IRR = อัตราผลตอบแทนของโครงการ

L.D.R. = Lower Discount Rate เป็นอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก

H.D.R. = Higher Discount Rate เป็นอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นลบ

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

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

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการยอมรับโครงการ คือ เมื่อ IRR > ค่าเสียโอกาสของทุน หรือ IRR > อัตราดอกเบี้ยเงินกู้

การใช้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เป็นวิธีการวัดผลของโครงการอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงผลิตภาพของทุน (Cost Productivity) โครงการใดที่มีอัตรา

ผลตอบแทนภายในโครงการสูงก็จัดไว้ในอันดับต้น ส่วนโครงการใดที่มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการต่ำกว่าก็จัดไว้ในอันดับถัดไป

ในการวิเคราะห์ผลสำเร็จของการลงทุนในการปลูกสร้างสวนป่าโดยทั่วไป จะคำนวณหาผลตอบแทนด้านการเงินเฉลี่ยต่อไร่ ซึ่งในที่นี้จะเป็นการคำนวณหาอัตราผลได้ต่อต้นทุน(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 มูลค่าของการใช้สิ่งที่ใส่เข้าไปเพื่อการดำเนินการ และการบำรุงรักษาโครงการ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เป็นค่าใช้จ่ายโดยตรงของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านลงทุนและการดำเนินงาน ซึ่งในกรณีของการปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ได้แก่ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มเตรียมการเพาะปลูก การดูแลรักษาสวนป่าจนครบกำหนดตัดฟันไม้ขาย ส่วนต้นทุนทางอ้อม (Indirect Costs) หรือ ต้นทุนขั้นรอง (Secondary Costs) หมายถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้มักจะเกิดขึ้นกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่อยู่ภายนอกโครงการซึ่งได้แก่ ผลเสียภายนอกในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้นำมาพิจารณา

ต้นทุนในการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสในครั้งนี้ จำแนกออกเป็น 3 หมวด ได้แก่

1) ค่าเช่าที่ดิน

2) ค่าจ้างแรงงานในการเตรียมพื้นที่วางแนวปลูก ปลูก ปลูกซ่อม ใส่ปุ๋ย และถางวัชพืช

3) ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับกล้าไม้ ไม้หลักที่ใช้กำหนดตำแหน่งที่จะปลูกและใส่ปุ๋ย

รายละเอียดเกี่ยวกับต้นทุนการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส เฉลี่ยต่อไร่ในภาคตะวันออกตั้งแต่ปีที่ 1-5 ในแต่ละระยะได้แสดงไว้ในตารางที่ 21 และ 22

ตารางที่ 21 แสดงรายละเอียดต้นทุนการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสของเกษตรกรสมาชิกบริษัทอะโกรไลน์ 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
วางแนวปลูก	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
ถางวัชพืช	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 ต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสของเกษตรกรสมาชิกบริษัทอะโกรไลน์ อายุ 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 จะชี้ให้เห็นว่าต้นทุนในการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสในครั้งนี้ในช่วงปีที่ 1 จะมีต้นทุนสูงในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าเนื่องจากกล้าไม้มีราคาที่สูง และต้องเสียค่าเตรียมพื้นที่และในแปลงที่เคยผ่านการปลูกมาแล้วจะมีค่าต้นทุนสูงสุดเนื่องจากต้องเสียค่าสารเคมีในการกำจัดตอ ที่มีในพื้นที่ด้วย และต้นทุนจะลดลงตามลำดับในปีต่อ ๆ ไป ส่วนปีที่จะนำมาวิเคราะห์การเงินในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้อายุ 3-5 มาวิเคราะห์ผลทางการเงินซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่ก็จะมีค่าสูงสุดในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการลงทุนมาแล้ว รองลงมาคือแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกมาก่อนและแปลงที่ตัดแตกหน่อมีค่าต้นทุนต่ำสุด

5.2 รายได้เฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส

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

นอกจากนี้ ผลได้ยังจำแนกได้เป็น ผลได้ที่วัดเป็นตัวเงิน (Tangible Benefits) เช่น มูลค่าของผลผลิต และผลได้ที่วัดเป็นตัวเงินไม่ได้ เช่น ผลได้ทางด้านการฟื้นฟูสภาพป่าไม้ในด้านการอนุรักษ์ การกระจายรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

รายได้เฉลี่ยต่อไร่จากสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสหาได้จากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่คูณด้วยราคาของไม้ยูคาลิปตัส ตามปกติไม้ยูคาลิปตัสจะซื้อขายกันโดยการชั่งน้ำหนัก ดังนั้นราคาจึงมีหน่วยเป็นบาทต่อตัน ไม้ยูคาลิปตัสจะมีขนาดโตพอที่จะจำหน่ายเป็นสินค้าได้เมื่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตรงปลายท่อนตั้งแต่ 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 ส่วนไม้คุณภาพชั้นที่ 2 (เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายท่อนมากกว่า 1 นิ้วและที่โคนท่อน 2.5 นิ้ว) ราคาตันละ 900 บาทแต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการหักส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายในการตัดและขนส่งออกตันละ 300 บาท ดังนั้นเมื่อคิดหักลดและเหลือราคาไม้สุทธิคือ ตันละ 900 และ 600 บาท ในแต่ละชั้นคุณภาพไม้ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบว่าการลงทุนปลูกไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส นั้นผลปรากฏว่าในทุกชั้นอายุมีความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อวิเคราะห์ มูลค่าปัจจุบัน

สุทธิอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอัตราผลตอบแทนของโครงการที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่างๆ ตั้งแต่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 ถึง 20 บาทต่อปี ในชั้นอายุ 3 และ 4 ปี นั้นพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนไม่ค่อยต่างกันมากนักแต่ในชั้นอายุ 5 ปีนั้น จะสูงกว่า ดังนั้นถ้ามีความจำเป็นในการตัดไม้ขายควรจะดำเนินการตัดเมื่อไม้อายุ 3 ปี แต่ถ้าต้องการมูลค่าเพิ่มควรไว้จนครบ 5 ปี อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่างๆ 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 และอัตราอัตราผลตอบแทนของโครงการ ก็มีค่าค่อนข้างต่ำ (7.27) และในชั้นอายุ 4 ปี นั้นผลปรากฏว่าไม่เหมาะสมกับการลงทุน เนื่องจาก มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอัตราผลตอบแทนของโครงการที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่เหมาะสมกับการลงทุนทุก ๆ ระดับอัตราดอกเบี้ยที่ได้กำหนดไว้ ในชั้นอายุ 5 ปี นั้นผลปรากฏว่าระดับอัตราดอกเบี้ยที่ระดับร้อยละ 15 ยังสามารถลงทุนได้ แต่ถ้าระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 20 จะไม่เหมาะสมกับการลงทุน เมื่ออัตราอัตราผลตอบแทนของโครงการ อยู่ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 17.36 และในชั้นอายุ 5 ปีมีความเหมาะสมในการลงทุนและตัดฟันไม้ออกมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 23 และ 24

ในแปลงตัดแตกหน่อนั้นผลการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าชั้นอายุ 3 –5 ปี มีความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อวิเคราะห์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่าง ๆ พบว่ายังคุ้มค่าในการลงทุนและในชั้นอายุ 3 ปีนั้นผลการวิเคราะห์พบว่าผลตอบแทนในรูปของ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนของโครงการ ข่อนข้างต่ำ แต่ในชั้นอายุ 4 และ 5 ปีนั้น พบว่ามีความแตกต่างกันไม่มาก ดังนั้นในชั้นอายุ 4 ปี มีความเหมาะสมในการลงทุนและตัดฟันไม้ออกมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 23 และ 24

ตารางที่ 23 รายได้เฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสของเกษตรกรสมาชิกบริษัทอะโกรไลน์ อายุ 3-5 ปี

แปลง	อายุ	รายได้ (บาทต่อไร่)	อัตราดอกเบี้ย (%)			
			5	10	15	20
New Plantation	3	8973.20	7751.39	6741.7	5900.026	5192.826
	4	10019.20	8242.817	6843.246	5728.508	4831.788
	5	14092.81	11042.09	8750.527	7006.618	5663.585
Re Plantation	3	6198.27	5354.298	4656.851	4075.462	3586.961
	4	6606.88	5435.498	4512.589	3777.506	3186.189
	5	11106.27	8702.052	6896.119	5521.779	4463.36
Coppices Plantation	3	4273.83	3691.896	3210.993	2810.114	2473.282
	4	7646.83	6291.07	5222.891	4372.102	3687.709
	5	8934.58	7000.475	5547.669	4442.064	3590.606

ตารางที่ 24 NPV B/C IRR ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 3-5 ปี ภายใต้กระบวนการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

แปลง	อัตราดอกเบี้ย	อายุ 3 ปี			อายุ 4 ปี			อายุ 5 ปี		
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
New Plantation	5	2803.24	1.57	42.05	2815.03	1.52	28.19	5157.50	1.88	32.88
	10	2109.30	1.46		1812.65	1.36		3357.94	1.62	
	15	1546.71	1.36		1041.86	1.22		2030.12	1.41	
	20	1087.80	1.26		445.61	1.10		1043.11	1.23	
Re Plantation	5	168.05	1.03	7.27	-230.38	0.96	3.35	2579.37	1.42	17.36
	10	-202.82	0.96		-745.28	0.86		1276.26	1.23	
	15	-495.24	0.89		-1126.53	0.77		327.89	1.06	
	20	-726.40	0.83		-1408.32	0.69		-365.44	0.92	
Coppices Plantation	5	623.74	1.20	20.33	2743.28	1.77	33.04	2995.89	1.75	27.64
	10	373.14	1.13		1986.84	1.61		1949.62	1.54	
	15	173.32	1.07		1401.98	1.47		1182.09	1.36	
	20	13.26	1.01		946.53	1.35		615.13	1.21	

5.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

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

1. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้คงที่
2. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้คงที่
3. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้เพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ และ10 เปอร์เซ็นต์
4. ต้นทุนเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ราคาไม้เพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์

<u>แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ไม่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส</u>

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

<u>แปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส</u>

จากผลการศึกษาพบว่าในแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่เคยผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ผลปรากฏว่าเมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และราคาไม้คงที่ นั้นเมื่อพิจารณาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ 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 เท่านั้นที่ระดับอัตราดอกเบี้ยรอยละ 20 ไม่มีความเหมาะสมในการลงทุน และเมื่อพิจารณาทุก ๆ กรณีที่ทำการศึกษา ผลปรากฏว่าไม้ระดับอายุ 5 ปี ต้นทุนเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5 ราคาไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 มีความเหมาะสมในการลงทุนมากที่สุดสำหรับแปลงที่ปลูกด้วยกล้าในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ยูคาลิปตัส ดังแสดงในตารางที่ 26

<u>แปลงตัดแตกหน่อ</u>

จากผลการศึกษาพบว่าในแปลงตัดแตกหน่อ เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ราคาไม้คงที่และที่ระดับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 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 พบว่ามีความเหมาะสมในการลงทุน ๆ กรณีที่ทำการศึกษา และเมื่อพิจารณาทุก ๆ กรณีที่ทำการศึกษาความอ่อนไหวของโครงการผลปรากฏว่าไม้ที่ระดับอายุ 5 ปี เมื่อต้นทุนเพิ่มขึ้นอัตราร้อยละ 10 และราคาไม้เพิ่มขึ้นอัตราร้อยละ 10 ที่ระดับอัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 5 มีความเหมาะสมที่สุดในการลงทุนมากที่สุดสำหรับแปลงตัดแตกหน่อดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 25 NPV B/C IRR ของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส 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	30.45	3091.02	1.59	33.74	3626.20	1.70	36.64
	10	1877.68	1.39		2343.16	1.48		2808.63	1.58	
	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	
4ปี	5	2543.64	1.45	22.38	3111.09	1.55	25.50	3678.55	1.65	28.24
	10	1561.12	1.30		2032.23	1.38		2503.33	1.47	
	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	26.40	5610.27	1.91	28.82	6357.27	2.03	30.95
	10	3088.31	1.55		3680.28	1.65		4272.26	1.75	
	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	28.02	2843.61	1.52	31.47	3378.80	1.62	41.76
	10	1646.06	1.32		2111.54	1.41		2577.01	1.51	
	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	
4ปี	5	2272.25	1.38	20.07	2839.70	1.48	23.34	3407.16	1.57	26.21
	10	1309.59	1.24		1780.70	1.32		2251.80	1.41	
	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	24.58	5316.05	1.82	27.12	6063.05	1.94	29.35
	10	2818.68	1.48		3410.65	1.57		4002.63	1.67	
	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

อายุ	อัตราดอกเบี้ย	ราคาไม้คงที่			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 5			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 10		
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 5										
3 ปี	5	-91.26	0.98		279.45	1.05		650.16	1.12	
	10	-445.80	0.91	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	
4ปี	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	
4ปี	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 คามาลดูเลนซิส อายุ 3-5 ปี ตามอัตราดอกเบี้ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและราคาไม้ในแปลงตัดแตกหน่อ

อายุ	อัตราดอกเบี้ย	ราคาไม้คงที่			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 5			ราคาไม้เพิ่มร้อยละ 10		
		NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR	NPV	B/C	IRR
ต้นทุนเพิ่มร้อยละ 5										
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	
4ปี	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	
4ปี	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	