บทนำ

ในปี พ.ศ. 2547 ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 10.6 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกยางพาราทั้งประเทศ และกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตไม้ยางพารา สามารถส่งออกในรูปของไม้ท่อนและไม้แปรรูปไปยังประเทศต่าง ๆ กว่า 50 ประเทศทั่วโลกมีมูลค่าถึง 9,276 ล้านบาทต่อปี (กรมศุลกากร, 2547 อ้างโดย สำนักแผนงานและสารสนเทศ, 2547) เนื่องจากได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศในการนำไปแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ปัจจุบันความต้องการวัตถุดิบหรือไม้ยางพาราจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเฉลี่ยถึงปีละ 17 เปอร์เซ็นต์ และคาดว่าในช่วงปี 2550 จะมีความต้องการไม้ยางจาก 4.53 เป็น 6.65 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (จำนงค์ และกรรณิการ์, 2544) ทำให้มีแนวโน้มการโค่นล้มต้นยางพาราที่มีอายุน้อยเพิ่มขึ้น ในช่วงอายุ 8-15 ปี และ 16-23 ปี สูงถึง 20.7 และ 53.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากที่ในอดีตมีการโค่นล้มต้นยางพาราเมื่ออายุประมาณ 25-30 ปี 68 เปอร์เซ็นต์ (พาณิช, 2544; อัญชนา, 2545) อย่างไรก็ตาม การผลิตไม้ยางพารากลับไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยมีการโค่นล้มต้นยางพาราเพื่อปลูกแทนได้เพียงปีละ 200,000 ไร่ต่อปี จากการส่งเสริมให้ปลูกแทนถึง 400,000 ไร่ต่อปี เช่นเดียวกับขนาดไม้ยางพาราส่วนใหญ่ยังอยู่เกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานที่ตลาดต้องการ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 นิ้ว และขนาดความยาวเกินกว่า 2 เมตร ซึ่งพบว่า มีเพียง 6.9 และ 5.2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (อัญชนา, 2545) ฉะนั้นแม้ว่าปริมาณความต้องการไม้ยางพารายังคงสูงแต่เมื่อคุณภาพของไม้ยางพาราส่วนใหญ่ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยเฉพาะขนาดและลักษณะของไม้ที่มีผลโดยตรงต่อราคาไม้ยางพารา เนื่องจากการตัดไม้ยางพาราในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสมเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้เกษตรกรขายได้ในราคาที่ค่อนข้างต่ำกว่าปกติ ดังนั้น การนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรไม้ยางพารา น่าจะเป็นข้อมูลทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจถึงช่วงระยะเวลาและเกณฑ์จำแนกที่เหมาะสมในการโค่นล้มต้นยางพาราพันธุ์ RRIM600 ได้ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการจัดการด้านการเจริญเติบโตของไม้และเพิ่มมูลค่าในการขายไม้ยางพาราให้กับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมไม้ยางพาราได้ รวมทั้งประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนเกี่ยวกับการผลิตไม้ยืนต้นและคุณสมบัติของเนื้อไม้ต่อไป

การตรวจเอกสาร

ยางพาราจัดเป็นไม้เนื้ออ่อนสีขาวอมเหลือง เนื้อไม้หยาบปานกลาง เสี้ยนตรง มีความแข็งแรงในระดับปานกลาง ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.64 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ไฟเบอร์ยาว 1.10-1.78 มิลลิเมตร และกว้าง 26-30 ไมครอน มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 0.62-0.70 ความชื้น 12-15 เปอร์เซ็นต์ และไม่ปรากฏวงปีในเนื้อไม้ (สถาบันวิจัยยาง, 2547) ซึ่งในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ไม้ยางพาราท่อนจำนวน 40 ลูกบาศก์เมตร การให้ผลผลิตน้ำยางหรือไม้ยางจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางชีวภาพ คือ พันธุ์ยาง สำหรับพันธุ์ RRIM600 ซึ่งปลูกมากที่สุดในประเทศไทยประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด จัดเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง (สถาบันวิจัยยาง, 2546ก) และให้ปริมาณเนื้อไม้ต่ำกว่าพันธุ์ที่ให้เนื้อไม้สูง แต่หากได้รับการจัดการที่ดีจะสามารถให้เนื้อไม้สูงใกล้เคียงกับพันธุ์ที่ให้เนื้อไม้สูงได้ (จำนง และกรรณิการ์, 2544; สถาบันวิจัยยาง, 2546ข) และปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ สภาพอากาศ พื้นที่ปลูก ความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการต่าง ๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2546) ที่จะส่งผลต่อการสะสมของมวลชีวภาพต้นยางพารา โดยมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและส่วนต่าง ๆ ของต้น (จินตณา และสุนทรี, 2544) ในการประเมินพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืชนั้น ปัจจุบันได้มีการนำแบบจำลอง (model) มาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากสามารถนำผลการจำลองที่ได้มาวิเคราะห์ผลกระทบหรือขีดจำกัดที่มีต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืชได้ (Goudriaan and van Laar, 1990) ซึ่งส่วนใหญ่ทำการศึกษาในกลุ่มพืชผัก ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับ (Gary *et al.*, 1998) โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าจริง เช่น ปัจจัยด้านธาตุไนโตรเจน การสะสมปริมาณคาร์บอน การใช้น้ำ ความเข้มแสง ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ ดังเช่น แบบจำลองปริมาณไนโตรเจนและการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อผลผลิตข้าว (รังสรรค์, 2544) แบบจำลองผลผลิตอ้อยจากความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบและการเจริญเติบโตของต้นอ้อย (อรรถชัย และคณะ, 2540) แบบจำลองลักษณะทรงพุ่มที่มีต่อคุณภาพผลแอปเปิ้ล (Costes *et al.*, 1999) แบบจำลองรูปแบบการเจริญเติบโตของระบบรากพืชจำพวก *Gliricidia sepium* จากความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของรากและความชื้นในดิน (Ozier-Lafontaine *et al.*, 1999) เป็นต้น ส่วนในด้านการผลิตไม้มีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองด้านการเจริญเติบโต จากความสัมพันธ์ของค่ามวลชีวภาพในช่วงอายุต่าง ๆ คาดคะเนการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้น เส้นรอบวงลำต้นและปริมาตรไม้ ซึ่งพบว่า มีค่าใกล้เคียงกับสภาพจริงและสามารถร่นระยะเวลาในการศึกษาได้หลายปี (Avery and Burkhart, 1994; Brown, 1997) และยังสามารถนำไปวิเคราะห์การผลิตไม้ต่อพื้นที่ในอนาคตได้ (FAO, 2000) เช่น การคาดคะเนปริมาตรไม้สักโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและขนาดลำต้น (ชิงชัย และกันดินันท์, 2545) การประเมินการเจริญเติบโตของต้นยูคา

ลิปตัสจากอัตราการใช้น้ำในต้น (Calder, 1992) เป็นต้น สำหรับการผลิตยางพารานั้น พบว่า มีการนำประสิทธิภาพในการสร้างมวลชีวภาพและความสัมพันธ์ของน้ำในดินและพืช ร่วมกับระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) สร้างแบบจำลองเพื่อประเมินและจำแนกพื้นที่ปลูกที่มีศักยภาพบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันออกได้ โดยพบว่า มีศักยภาพให้ผลผลิตน้ำยางอยู่ในช่วง 250-400 กิโลกรัม/ไร่/ปี ขณะที่ทางภาคใต้จะมีศักยภาพการปลูกยางสูงกว่าภาคอื่น ๆ และสามารถให้ผลผลิตน้ำยางสูงกว่า 400 กิโลกรัม/ไร่/ปี (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพและปริมาตรไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในแต่ละช่วงอายุ
2. เพื่อประเมินและวิเคราะห์ปริมาตรของต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในแต่ละช่วงอายุ
3. เพื่อศึกษาแบบจำลอง (Crop Production Model) ที่เหมาะสมสำหรับไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600

ระยะเวลาในการทดลอง : เดือนพฤษภาคม 2549 – มิถุนายน 2550

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และแปลงทดลองสถานีวิจัยเทพา อ. เทพา จ. สงขลา

วิธีการทดลอง

1. ศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นยางพารา

ทดลองโดยใช้ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งปลูกในสถานีวิจัยเทพา อ.เทพา จ.สงขลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) จำนวน 5 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ใช้จำนวนตัวอย่าง 80 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ต้นยางพาราอายุ 2 ปี (ระยะต้นยางอ่อน)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ต้นยางพาราอายุ 5 ปี (ระยะก่อนเปิดกรีด 2 ปี)

ทรีตเมนต์ที่ 3 ต้นยางพาราอายุ 12 ปี (ระยะสิ้นสุดการเปิดกรีดหน้าที่ 1)

ทรีตเมนต์ที่ 4 ต้นยางพาราอายุ 16 ปี (ระยะสิ้นสุดการเปิดกรีดหน้าที่ 2)

ทรีตเมนต์ที่ 5 ต้นยางพาราอายุ 26 ปี (ระยะต้นยางแก่)

1. การบันทึกข้อมูลด้านมวลชีวภาพ

บันทึกค่าความสูงต้น เส้นรอบวงลำต้นที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร (DBH) และสุ่มเก็บตัวอย่างมวลชีวภาพโดย ใช้วิธีตัดฟันพืช (harvesting method) (จินดณา และสุนทรี, 2544) ดังนี้

1.1 ใบ

ตัดแยกใบจากกิ่งเพื่อชั่งน้ำหนักมวลสดในแปลง นำตัวอย่างใบที่ได้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และชั่งมวลแห้ง

1.2 กิ่ง

ตัดแยกกิ่งหลักและกิ่งแขนงเพื่อวัดขนาดและชั่งมวลสด สุ่มตัวอย่างจากกิ่งที่ขนาดใกล้เคียงกัน ความยาวท่อนละ 5 เซนติเมตร จำนวน 10 กิ่งต่อต้น นำไปอบและชั่งมวลแห้ง

1.3 ลำต้น

ตัดลำต้นที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 0.01-1.30 เมตร ซึ่งเป็นขนาดตัวแทนของไม้ท่อนสำหรับแปรรูป เพื่อชั่งมวลสดและตัดเป็นท่อนๆ ละ 5 เซนติเมตร ทุกๆ ระยะความยาว 30 เซนติเมตร นำไปอบและชั่งมวลแห้ง

1.4 น้ำยาง

บันทึกปริมาณน้ำยางสดที่กรีดได้และคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (dry rubber content; DRC) โดยใช้ระบบกรีดครึ่งลำต้น กรีดวันเว้นวัน (1/2S d/2) ทุกเดือน นำไปอบและชั่งมวลแห้ง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติไม้ยางพารา

1. คุณสมบัติทางกลและกายภาพของเนื้อไม้

สุ่มตัวอย่างจากส่วนของลำต้นและแปรรูปไม้ยาง เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติดังนี้ 1) การดัดสถิต (static bending) ได้แก่ มอดุลัสแตกร้าว (Modulus of rupture) มอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ความเหนียว (Toughness) และความเค้นที่จุดสัดส่วน(Proportional stress) 2) การอัด ได้แก่ ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (Compression // to grain) ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน(Compression _|_ to grain) 3) การเฉือนด้านสัมผัส (Tangential) และด้านรัศมี (radial) 4) ความเค้นดึงขนานเสี้ยน (Tensile stress // to grain) และ 5) ความแข็ง (Hardness)

2. คุณสมบัติทางเคมี

วิเคราะห์สารประกอบทางเคมี โดยใช้ตัวอย่างไม้จากลำต้นไม่รวมเปลือกยาวท่อนละ 5 เซนติเมตร ทุกๆ ระยะความยาว 30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ปริมาณสารแทรก ปริมาณลิกนิน โฮโลเซลลูโลส แอลฟาเซลลูโลส และเพนโตแซนในเนื้อไม้

3. ปริมาณธาตุอาหาร

วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม โดยสุ่มตัวอย่างใบจำนวน 250 ใบต่อต้น และตัวอย่างจากการบดเนื้อไม้จากส่วนของกิ่ง ลำต้นเช่นเดียวกับวิธีการชั่งมวลชีวภาพ

เปรียบเทียบความแตกต่างและความสัมพันธ์ของแต่ละคุณสมบัติในแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

2. ศึกษาปริมาตรไม้ยางพาราและการประเมินปริมาตรไม้ยางพารา

ทดลองโดยใช้ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งปลูกในสถานีวิจัยเทพา อ.เทพา จ.สงขลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ในแต่ละทรีตเมนต์ใช้จำนวนตัวอย่างพื้นที่ 1 ไร่ หรือจำนวน 80 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ต้นยางพาราอายุ 2 ปี (ระยะต้นยางอ่อน)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ต้นยางพาราอายุ 5 ปี (ระยะก่อนเปิดกรีด 2 ปี)

ทรีตเมนต์ที่ 3 ต้นยางพาราอายุ 12 ปี (ระยะสิ้นสุดการเปิดกรีดหน้าที่ 1)

ทรีตเมนต์ที่ 4 ต้นยางพาราอายุ 16 ปี (ระยะสิ้นสุดการเปิดกรีดหน้าที่ 2)

ทรีตเมนต์ที่ 5 ต้นยางพาราอายุ 26 ปี (ระยะต้นยางแก่)

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตต้นยางพารา ได้แก่ ความสูงต้น ความสูงคาคบ (ความสูงจากโคนต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร ถึงกิ่งหลัก) เส้นรอบวงลำต้นที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร และจำนวนกิ่ง ข้อมูลสุขภาพของต้น ได้แก่ โรคและความเสียหายของหน้ากรีด นำข้อมูลที่ได้คำนวณ

ปริมาตรของต้นยางพารา และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นกับเส้นรอบวงลำต้น ความสูง พื้นที่หน้าตัดและอายุต้น ในรูปแบบสมการแอลโลเมตริก (allometric) (ทศพร และชิงชัย, 2545) และสมการเชิงเส้นตรง (linear regression) โดยใช้แบบจำลองประเมินปริมาตรไม้ยางพารา (รักชาติ, 2536) จากสมการต่างๆ ดังนี้

1. การคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

$$\text{DBH} = \frac{GBH}{\pi}$$

โดยที่ DBH= ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)
GBH= ขนาดเส้นรอบวงระดับอก (เซนติเมตร)

2. การคำนวณปริมาตรไม้

2.1 คำนวณปริมาตรไม้ท่อน

ดัดแปลงจากวิธี Smalian Formula (Philip, 1994) คือ

$$\text{ปริมาตรไม้} = (\frac{\pi}{4})\left[\frac{(Dl)^2 + (Ds)^2}{2}\right](H)$$

โดยที่ Dl = เส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่หน้าตัดด้านกว้าง (เมตร)
Ds = เส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่หน้าตัดด้านแคบ (เมตร)
H = ความยาวของท่อนไม้ (เมตร)

2.2 คำนวณปริมาตรไม้ทั้งต้น

นำข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก และความสูง เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาตรไม้ทั้งต้น โดยคำนวณปริมาตรไม้ด้วยสมการ

$$V = a+bD^2H$$

โดยที่ V= ปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เมตร)
D= เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)

H= ความสูง (เมตร)

2.3 คำนวณปริมาตรไม้ต่อหน่วยพื้นที่

คำนวณปริมาตรไม้ในแปลงต่อไร่ โดยนำข้อมูลจากข้อ 2.1 และ ข้อ 2.2 และใช้แบบจำลองการคำนวณปริมาตรไม้ด้วยสมการเชิงเส้นตรง

$$Y = a+bA+cH+dB$$

โดยที่ Y= ปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เมตร)

A= อายุ (ปี)

H= ความสูง (เมตร)

B= พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตรต่อไร่)

3. ศึกษาการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินผลผลิตยางพารา

การศึกษานี้ วิเคราะห์ผลผลิตยางพาราโดยใช้สมการและแบบจำลองการผลิตพืช โดยอ้างอิงและดัดแปลงจาก สมเจตต์ และคณะ (2545) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.1 การประเมินดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกยางพารา

3.1.1 การประเมินดัชนีความเหมาะสมจากปัจจัยด้านดินปลูกยางพารา

วิเคราะห์ลักษณะสภาพพื้นที่ปลูก ได้แก่ ความลาดชัน (%) ความชื้นในดิน เนื้อดิน และความอุดมสมบูรณ์ เช่น ธาตุอาหารในดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อินทรีย์คาร์บอนในดิน และ pH เป็นต้น ที่ระดับความลึก 0-25 และ 25-50 เซนติเมตร นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมโดยใช้สมการ

$$I_S = \frac{A1xA2xA3...An}{10^{2n-2}}$$

โดยที่ I_S = ดัชนีความเหมาะสมของปัจจัยด้านดินปลูกยางพารา

A= คะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์

n= จำนวนปัจจัย

3.1.2 การประเมินดัชนีความเหมาะสมจากปัจจัยด้านภูมิอากาศในแปลงปลูกยางพารา

บันทึกข้อมูลสภาพอากาศในรอบปีการศึกษา คือ เมษายน 2549-มีนาคม 2550 ได้แก่ ปริมาณแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน บริเวณแปลงทดลองทุกเดือน เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์และประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมโดยใช้สมการ

$$Ic = \frac{A1xA2xA3...An}{10^{2n-2}}$$

โดยที่ I_C = ดัชนีความเหมาะสมของปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ

A= คะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์

n= จำนวนปัจจัย

นำผลการประเมินดัชนีความเหมาะสมจากปัจจัยด้านดินปลูกยางพารา (ข้อ 3.1.1) และดัชนีความเหมาะสมจากปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศในแปลงปลูกยางพารา (ข้อ 3.1.2) วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกยางพาราโดยใช้สมการ

$$I_L = \frac{(I_C)x(I_S)}{10^2}$$

โดยที่ I_L = ดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกยางพารา

I_C = ดัชนีความเหมาะสมของปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ

I_S = ดัชนีความเหมาะสมของปัจจัยด้านดินปลูกยางพารา

3.2 การประเมินผลผลิตโดยใช้แบบจำลองการผลิตพืช

ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผลผลิตเพื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตในแปลงจริง โดยใช้แบบจำลองการผลิตมวลชีวภาพสังเคราะห์สูงสุดของยางพารา (Radiation-thermal rubber production potential rubber model)

$$Bn = \frac{(0.36 \times bgm \times KLAI)}{\frac{1}{L} + (0.25 \times ct)}$$

โดยที่ Bn = ผลผลิตมวลรวม (กก./เฮคแตร์)

Bgm = อัตราการผลิตมวลชีวภาพรวมสูงสุด (กก./เฮคแตร์/วัน)

= f x bo + (1-f) x bc

เมื่อ f = สัดส่วนของจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดและความยาวช่วงวันเฉลี่ย

bo = ปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดที่ยางสังเคราะห์ได้ในวันฟ้าหลัว

bc = ปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดที่ยางสังเคราะห์ได้ในวันฟ้าใส

KLAI = อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด

L = ช่วงอายุการเก็บผลผลิต

ct = อัตราการสูญเสียของมวลชีวภาพเนื่องจากการหายใจ (กก./เฮคแตร์/วัน)

$= c30 \times (0.044 + 0.0019t + 0.001\ t^2)$

โดยที่ t = อุณหภูมิรายวันเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

c30 = ค่าคงที่สำหรับการคำนวณในยางพารา

นำผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองดังกล่าวคำนวณผลผลิตประเมินโดยใช้สมการ

$Ym = 0.25 \times Bn \times I_L$

โดยที่ Ym= ผลผลิตประเมิน (กก./ไร่/ปี)

Bn = ผลผลิตมวลรวม (กก./เฮคแตร์)

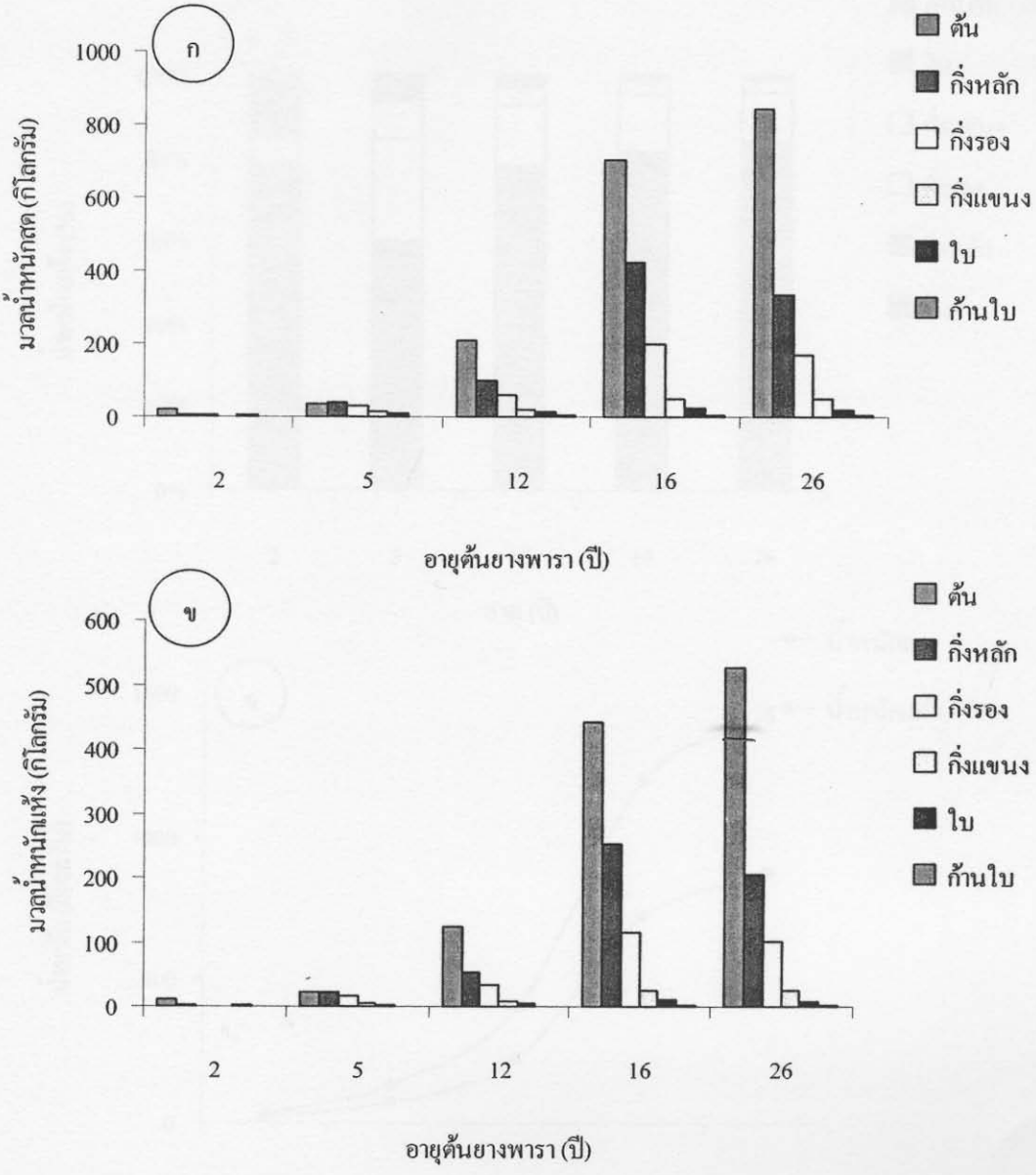
I_L = ดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกยางพารา

ผลและวิจารณ์

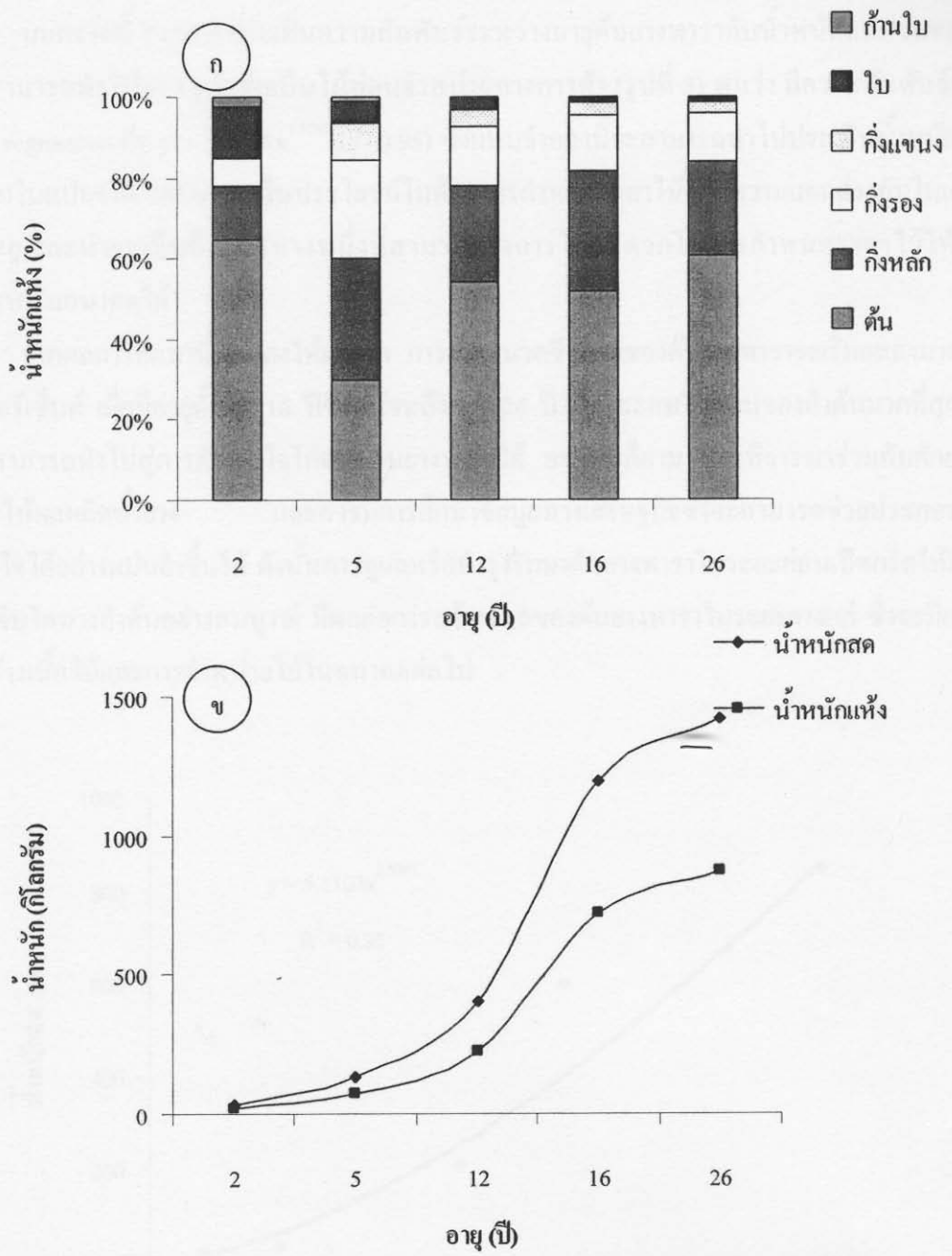
1. ศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นยางพารา

1.1 มวลสดและมวลแห้งในส่วนต่าง ๆ ของต้นยางพารา

จากการทดลอง พบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นยางพารามีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยต้นยางพาราทุก ๆ อายุ มีมวลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในส่วนของลำต้นสูงกว่าส่วนอื่นๆ ของต้นรองลงมา คือ ส่วนของกิ่งหลัก (1st branch) กิ่งรอง (2nd branch) และกิ่งแขนง (3rd branch) ขณะที่ส่วนของใบและก้านใบเป็นส่วนที่มีมวลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ในต้นยางพาราอายุ 5 ปี กลับมีสัดส่วนของกิ่งมากกว่าส่วนของลำต้น ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะขนาดของลำต้นยังมีขนาดเล็กและมีปริมาณกิ่งในทรงพุ่มค่อนข้างมาก ส่วนในต้นยางพาราอายุ 26 ปี มีส่วนของลำต้นสูงกว่ากิ่งค่อนข้างมาก (รูปที่ 1ก และรูปที่ 1ข) ทั้งนี้เป็นเพราะ ต้นยางพารามีขนาดของลำต้นใหญ่ และมีจำนวนกิ่งในทรงพุ่มค่อนข้างน้อยเนื่องจากมีการร่วงของกิ่งมาก ปรากฏการณ์เช่นนี้ถือเป็นลักษณะอย่างหนึ่งของต้นยางพารา ซึ่งปริมาณการร่วงจะขึ้นกับขนาดต้นและอายุต้น (Suthisong, 2005) และจากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์มวลแห้งตั้งต้น พบว่า มวลต้นที่อายุ 2 12 16 และ 26 ปี อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน โดยมีมวลต้น 52.03-64.53 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นที่อายุ 5 ปี ซึ่งที่มีมวลต้น 30.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมวลของกิ่งหลักต้นอายุ 5 และ 16 ปี มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 29.68 และ 30.10 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดที่อายุ 2 ปี คือ 13.59 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับมวลกิ่งรองและกิ่งแขนงซึ่งมีมากในต้นอายุ 5 ปี 24.24 และ 9.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้อยที่สุดในต้น 2 ปี คือ 6.83 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่มวลใบและก้านใบกลับพบว่า มีมากที่ในต้นอายุ 2 ปี คือ 12.74 และ 2.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีน้อยที่สุดในต้นอายุ 26 ปี คือ 1.05 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว แสดงว่า ต้นยางพารามีการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยเฉลี่ยอยู่ในส่วนของลำต้นและกิ่งก้านมากที่สุดประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมวลใบและก้านใบมีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เนื่องจาก ต้นยางพาราจะมีการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นและกิ่งมากขึ้นตามพัฒนาการของอายุ (จินตฌา และสุนทรี, 2544) จึงทำให้มีมวลสะสมในส่วนของลำต้นและกิ่งมากกว่าส่วนอื่นๆ และเมื่อพิจารณามวลสดและมวลแห้งทั้งต้น พบว่า มวลสดและมวลแห้งทั้งต้นของต้นยางอายุ 26 ปี มีน้ำหนัก 1,423.66 และ 870.55 กิโลกรัม ซึ่งมีมวลสดและมวลแห้งมากกว่าต้นยางอายุ 2 ปี (97.62 และ 98.02 เปอร์เซ็นต์) 5 ปี (90.91 และ 91.70 เปอร์เซ็นต์) 12 ปี (71.56 และ 73.83 เปอร์เซ็นต์) และ 16 ปี (16.01 และ 17.17 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (รูปที่ 2ก และรูปที่ 2ข)



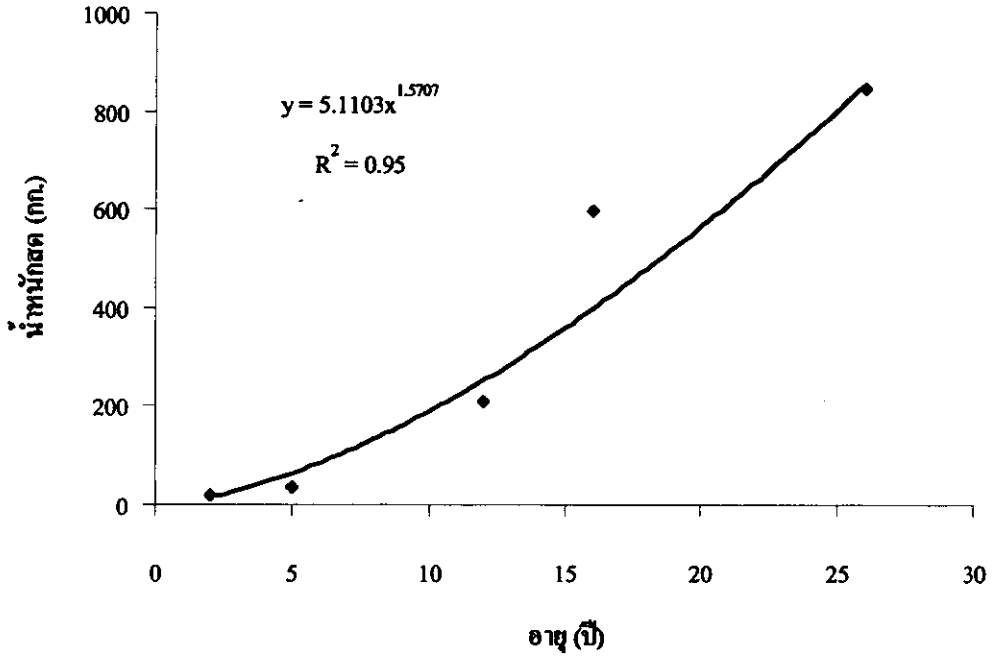
รูปที่ 1 มวลน้ำหนักสด (ก) และมวลน้ำหนักแห้ง (ข) จากส่วนต่าง ๆ ของต้นยางพารา อายุ 2, 5, 12, 16 และ 26 ปี



รูปที่ 2 สัดส่วนของมวลน้ำหนักแห้งจากส่วนต่าง ๆ ของต้นยางพารา (ก) และมวลน้ำหนักสดและแห้งทั้งต้น (ข) ของต้นยางพาราอายุ 2, 5, 12, 16 และ 26 ปี

นอกจากนี้ จากการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างอายุต้นยางพารากับน้ำหนักสดส่วนของลำต้นที่สามารถนำไปแปรรูปหรือเป็นไม้ท่อนจำหน่ายทางการค้า (รูปที่ 3) พบว่า มีความสัมพันธ์แบบ power regression คือ $y = 5.1103x^{1.5707}$ (r^2=0.95) ซึ่งแบบจำลองนี้จะสามารถนำไปประเมินน้ำหนักของไม้ท่อนในแปลงได้ และน่าจะเป็นประโยชน์ในด้านการกำหนดราคาไม้ให้มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ และน่าจะเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถจัดการได้สะดวกในการกำหนดราคาไม้ให้เป็นมาตรฐานในอนาคตได้

จากผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า การสร้างมวลชีวภาพของต้นยางพาราจะเริ่มลดลงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีอายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไปจนถึงอายุ 26 ปี และสะสมในส่วนของลำต้นมากที่สุด ซึ่งน่าจะสามารถนำไปสู่การตัดสินใจโค่นล้มต้นยางพาราได้ อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาร่วมกับศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำยาง และควรมีการศึกษาข้อมูลทางเศรษฐกิจซึ่งจะสามารถช่วยประกอบการตัดสินใจได้อย่างแม่นยำขึ้นได้ ดังนั้นการดูแลหรือบำรุงรักษาต้นยางพาราในระยะก่อนเปิดกรีดให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างสมบูรณ์ มีผลต่อการสร้างมวลของต้นยางพาราในระยะยางแก่ ซึ่งจะมีผลต่อการสร้างเนื้อไม้และการจำหน่ายไม้ในอนาคตต่อไป



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสดของลำต้นและอายุต้นยางพารา

1.2 ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นยางพารา

ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของยางพารามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยในส่วนของใบยางพารามีเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงกว่าส่วนอื่น ๆ ทุกช่วงอายุของต้นยางพารา เช่น ลำต้นและน้ำยาง โดยในใบมีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงที่สุดอยู่ในช่วง 3.41-2.73 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างทางสถิติกับธาตุอื่นๆ รองลงมา คือ ธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม อยู่ในช่วง 0.81-1.32 และ 0.72-1.84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม พบในปริมาณน้อยที่สุดและใกล้เคียงกัน คือ 0.17-0.21 และ 0.24-0.31 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุ ส่วนฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าใกล้เคียงกันทุกช่วงอายุ (รูปที่ 4ก) ขณะที่ในส่วนของลำต้น พบว่า ทุกธาตุมีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (0.23-0.34 เปอร์เซ็นต์) โพแทสเซียม (0.13-0.36 เปอร์เซ็นต์) และแคลเซียม (0.10-0.36 เปอร์เซ็นต์) สูงที่สุดในทุกช่วงอายุ และมีปริมาณใกล้เคียงกันเมื่อต้นยางพารามีอายุมากกว่า 5 ปี จนถึง 26 ปี โดยมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (0.03-0.04 เปอร์เซ็นต์) ในปริมาณน้อยที่สุดในทุกอายุของต้นยางพารา (รูปที่ 4ข) ส่วนในน้ำยางทุกธาตุมีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยพบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนมีค่าสูงที่สุดในต้นยางอายุ 12 และ 16 ปี (0.67 และ 0.64 เปอร์เซ็นต์) ส่วนธาตุแคลเซียมพบมากที่สุดในต้นยางอายุ 26 ปี (0.58 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ โพแทสเซียม (0.29-0.31 เปอร์เซ็นต์) และฟอสฟอรัส (0.10-0.13 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งใกล้เคียงกับแมกนีเซียม (0.10-0.14 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (รูปที่ 4ค)

จากผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า ต้นยางพาราในแต่ละช่วงอายุมีความต้องการธาตุอาหารในแต่ละชนิดต่างกัน เนื่องจากในแต่ละช่วงอายุต้องการธาตุอาหารสำหรับสร้างส่วนต่างๆ ของลำต้นและผลผลิตต่างกัน (สถาบันวิจัยยาง, 2547) ด้วยสาเหตุนี้ จึงทำให้ต้นยางอายุ 2 ปี มีความต้องการธาตุไนโตรเจนสูงทั้งในส่วนของใบและต้น ขณะที่ต้นยางอายุ 5-26 ปี มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงที่สุดเช่นเดียวกัน แต่ในลำต้นกลับพบว่า มีปริมาณใกล้เคียงกับธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม ทั้งนี้เนื่องจากต้นยางอายุ 2 ปี ยังเป็นช่วงยางอ่อนที่มีความต้องการธาตุไนโตรเจนเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้นเพียงอย่างเดียว ขณะที่ต้นยางอายุ 5-26 ปี จำเป็นต้องมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมเพื่อใช้สำหรับการสร้างผลผลิตน้ำยาง และใช้ธาตุแคลเซียมสำหรับใช้สร้างส่วนของเนื้อไม้บริเวณกิ่ง ก้าน และลำต้นมากขึ้น (จินตฌา และสุนทรี, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาง ซึ่งพบว่า มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียมและแคลเซียมมากกว่าธาตุฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่า ต้นยางพารามีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียมและแคลเซียมในสัดส่วนที่มากกว่าธาตุอื่นๆ เพราะมีธาตุเหล่านี้เป็นองค์ประกอบอยู่มาก ทั้งในส่วนของใบและน้ำยาง ซึ่งทั้งสองส่วนนี้ต้องสูญเสียไปเนื่องจากการกรีดยางและการผลัดใบทุกปี จากผลการวิเคราะห์นี้ จึงน่าจะนำไปใช้สำหรับการ

จัดการธาตุอาหารได้ตรงกับความต้องการของยางพาราได้ โดยเฉพาะธาตุแคลเซียมที่พบว่า ต้นยางมีความต้องการมากในระดับที่ใกล้เคียงกับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ทั้งระยะยางอ่อนจนกระทั่งยางแก่ ซึ่งต่างจากการแนะนำการใส่ปุ๋ยยางในปัจจุบันที่มุ่งเน้นเฉพาะการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เช่น 20-8-20 และ 30-5-18 สำหรับยางก่อนเปิดกรีดและหลังเปิดกรีดตามลำดับ (นุชนารถ, 2543) ถึงแม้ว่า ต้นยางพาราจะได้รับธาตุแคลเซียมจากในดินโดยระดับที่เพียงพอของยางพารา คือ 0.30 meq/100 g รวมทั้งอาจได้รับจากคำแนะนำให้ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตรองก้นหลุม (นุชนารถ, 2547) ในระยะแรกของการปลูกก็ตาม แต่หากพื้นที่ปลูกมีความเป็นกรดสูง มักส่งผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของธาตุแคลเซียมลดลงได้ (สรัญญา และคณะ, 2548) ดังนั้น การจัดการให้ต้นยางพาราสามารถเจริญเติบโตและมีการสะสมมวลชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงอาจจำเป็นต้องมีการใส่สารปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก เช่น การใส่ปูนโดโลไมต์ (สรัญญา และคณะ, 2550) และยิปซั่ม (ระวี และคณะ, 2550) ซึ่งสามารถเพิ่มการสะสมมวลชีวภาพของพืชและยางพาราได้ดีกว่าการไม่ใส่

1.3 การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในใบและต้นยางพารา

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต (total non-structural carbohydrate; TNC) และไนโตรเจน (N) ในใบและลำต้นยางพาราช่วงเดือนสิงหาคม 2549 – มีนาคม 2550 (ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากเป็นช่วงต้นยางผลัดใบ) ให้ผลการทดลองดังนี้

1.3.1 การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต

เดือนสิงหาคมคาร์โบไฮเดรตในใบทุกช่วงอายุมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 31.65 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนกันยายนและตุลาคม คือ 57.53 และ 55.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีค่าเฉลี่ยลดลงเล็กน้อยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-มีนาคม คือ 44.92 45.42 43.97 และ 44.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 47.09 44.38 45.09 46.74 และ 47.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 5ก) ขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในต้นยางพาราทุกช่วงอายุมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนสิงหาคม คือ 19.23 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม คือ 38.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุ พบว่า ต้นยางอายุ 2 ปี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 25.20 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้นยางอายุ 5 12 16 และ 26 ปี มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 31.33 31.44 30.07 และ 29.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 5ข)

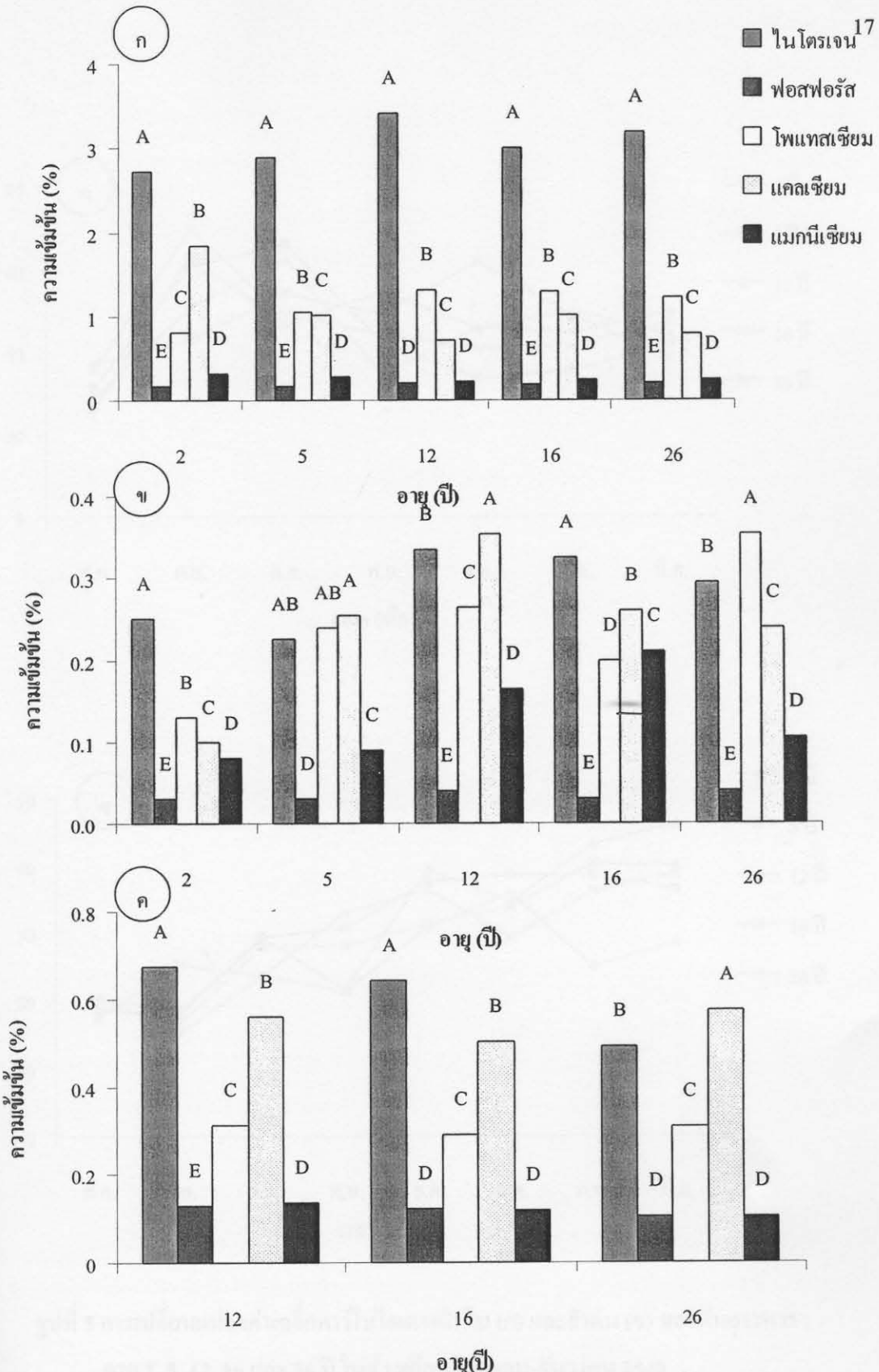
1.3.2 การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงจากเดือนสิงหาคม คือ 2.90 เปอร์เซ็นต์ จนถึงเดือนมกราคม คือ 2.49 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในเดือนมีนาคม คือ 3.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุ พบว่า ต้นยางอายุ 2 ปี มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ต้นยางอายุ 12 26 5 และ 16 ปี ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 2.78 2.75 2.69 และ 2.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 6ก) ส่วนปริมาณไนโตรเจนในลำต้น พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วง 0.26-0.29 เปอร์เซ็นต์ ตลอดช่วงเดือนสิงหาคม-มีนาคม เช่นเดียวกับในแต่ละช่วงอายุ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วง 0.26-0.29 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 6ข)

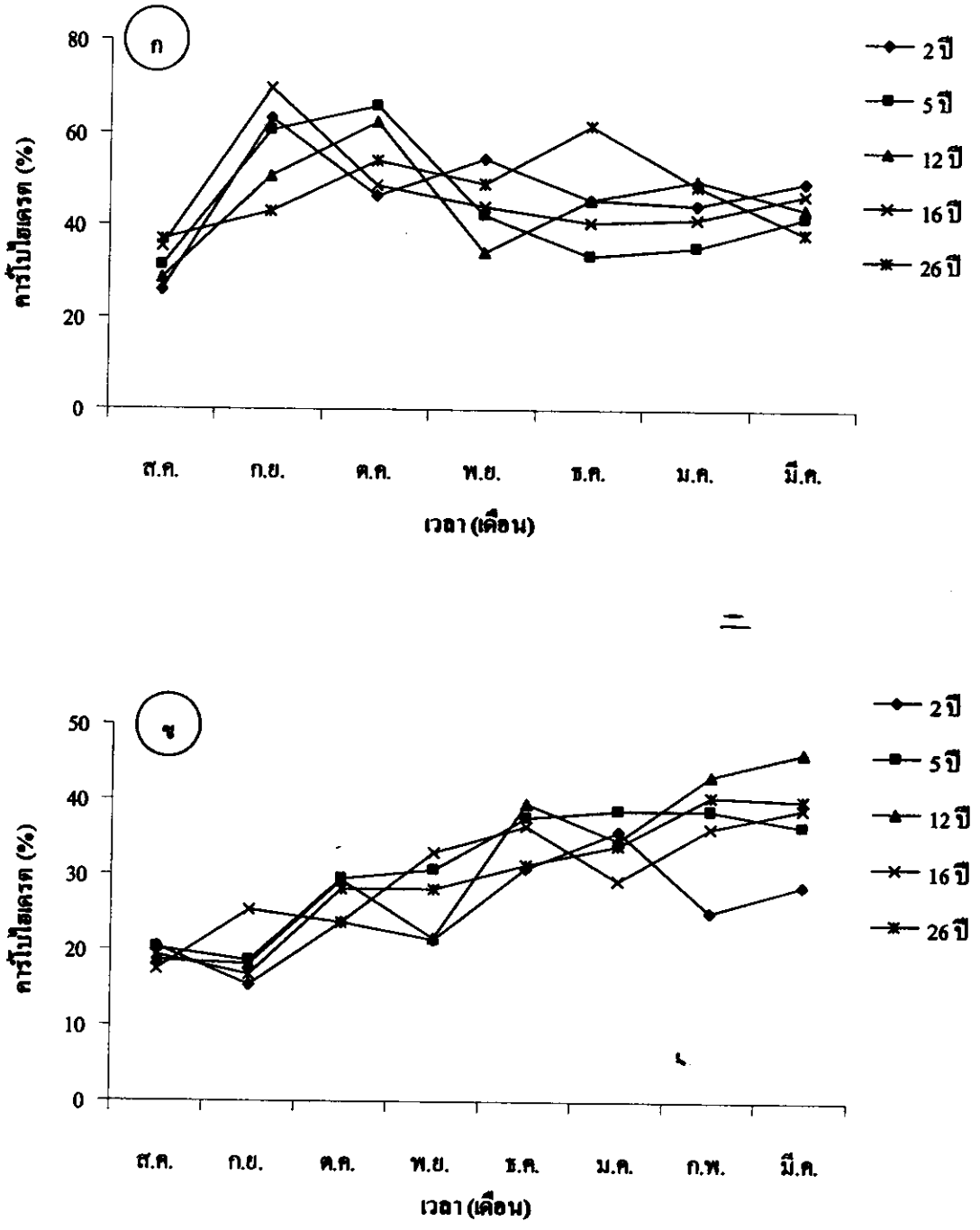
1.3.3. อัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน (C:N ratio)

อัตราส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในใบยางโดยเฉลี่ยทุกช่วงอายุมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม คือ 10.93 และเพิ่มขึ้นเป็น 20.17 ในเดือนกันยายน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม คือ 21.05 หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงจนมีค่า 14.47 ในเดือนมีนาคม ในแต่ละช่วงอายุ พบว่า ต้นยางอายุ 16 ปี มีอัตราส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 17.58 รองลงมา คือ อายุ 26 ปี เท่ากับ 17.42 แต่น้อยที่สุดในต้นยางอายุ 12 ปี คือ 16.22 (รูปที่ 6ก) ขณะที่การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในลำต้น โดยเฉลี่ยทุกช่วงอายุมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนสิงหาคม คือ 69.36 เป็น 146.63 ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุดในเดือนมีนาคม ในแต่ละช่วงอายุ พบว่า ต้นยางอายุ 12 ปี มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 123.42 รองลงมา คือ ต้นยางอายุ 16 ปี คือ 121.22 และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี คือ 88.46 (รูปที่ 7ก และ 7ข)

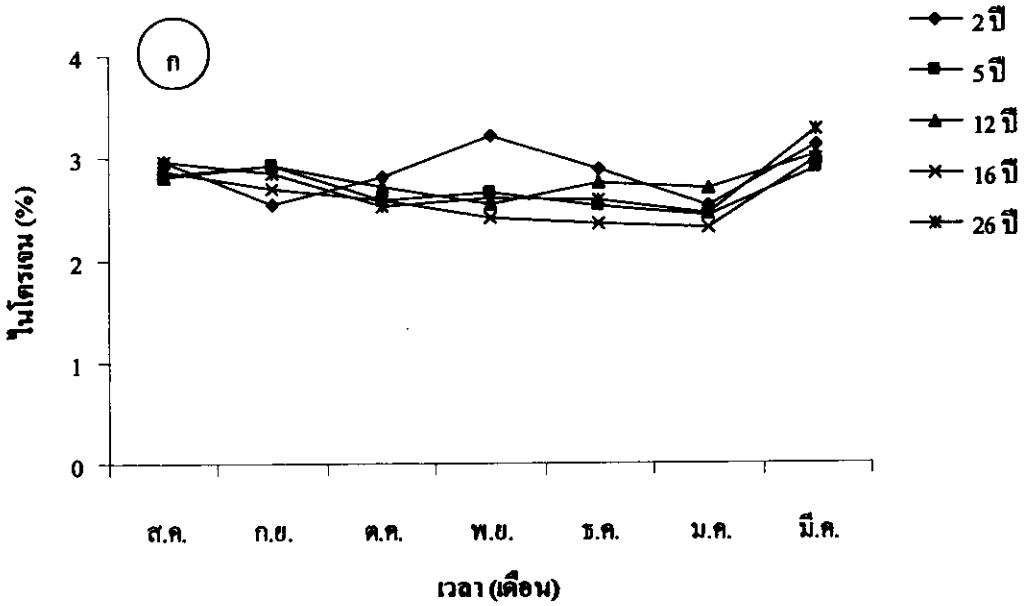
จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในใบและต้นยางพารา แสดงให้เห็นว่า การสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและต้นมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา โดยมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในต้นมากขึ้นจนกระทั่งถึงช่วงเริ่มผลัดใบในเดือนมกราคม-มีนาคม แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ในแต่ละช่วงอายุ พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีค่าใกล้เคียงกันในต้นยางอายุ 5 12 16 และ 26 ปี และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี แสดงให้เห็นว่า ปริมารคาร์โบไฮเดรตน่าจะเป็นตัวบ่งบอกถึงความพร้อมและการให้ผลผลิตน้ำยางได้ สอดคล้องกับรายงานวิจัยที่พบว่า ช่วงยางผลัดใบและช่วงพักกรีดต้นยางจะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในต้นมากกว่าช่วงผลิใบใหม่และช่วงเปิดกรีด ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในต้นจะถูกดึงไปใช้สร้างใบและผลผลิตน้ำยางมากขึ้น (Silpi *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบมีค่าน้อยในช่วงผลิใบใหม่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะช่วงผลิใบต้นยางต้องนำอาหารสะสมเพื่อสร้างใบใหม่และใช้สำหรับการออกดอก เช่นเดียวกับในพืชอื่นๆ เช่น ลองกอง (เสาวคนธ์, 2549) และส้มโอ (ชนินทร์, 2547) ซึ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบต่ำลงในช่วงที่มีการออกดอก

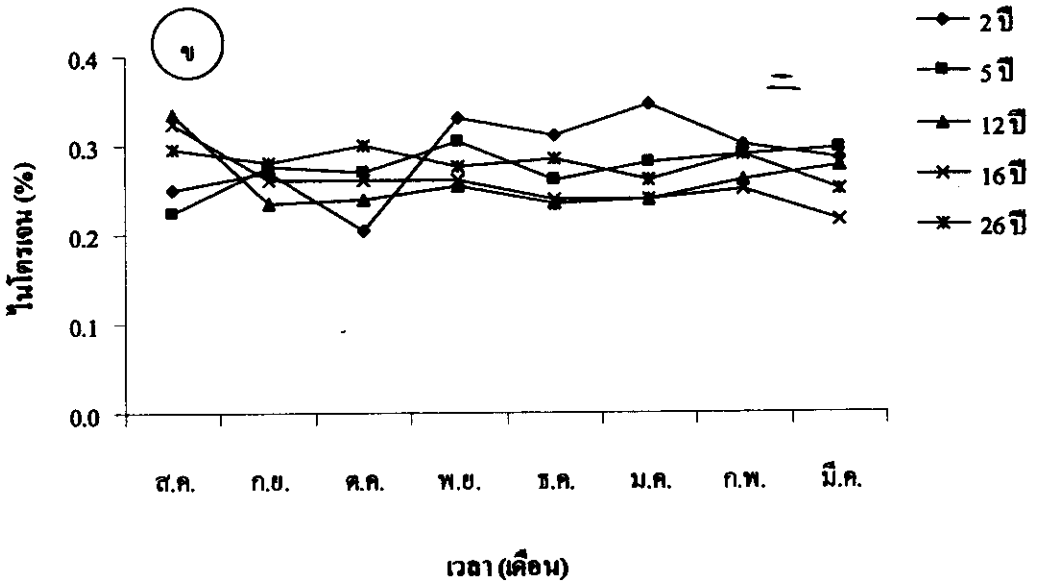


รูปที่ 4 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารในใบ (ก) ลำต้น (ข) และน้ำยาง (ค) ของต้นยางพาราอายุ 2, 5, 12, 16 และ 26 ปี



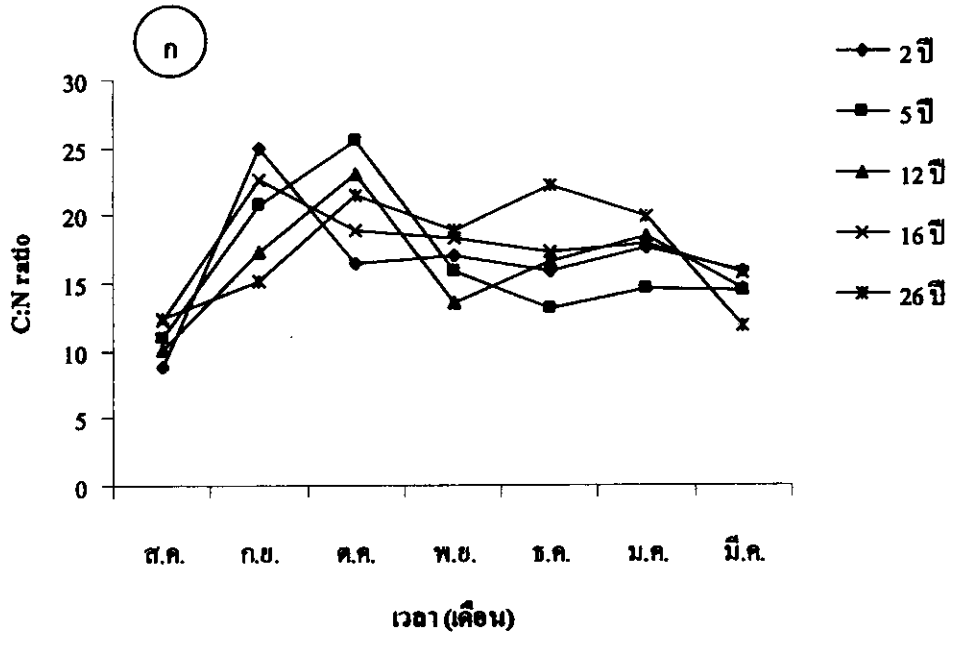
รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยคาร์โบไฮเดรตในใบ (ก) และลำต้น (ข) ของต้นยางพารา อายุ 2, 5, 12, 16 และ 26 ปี ในช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2549 และมกราคม-มีนาคม 2550

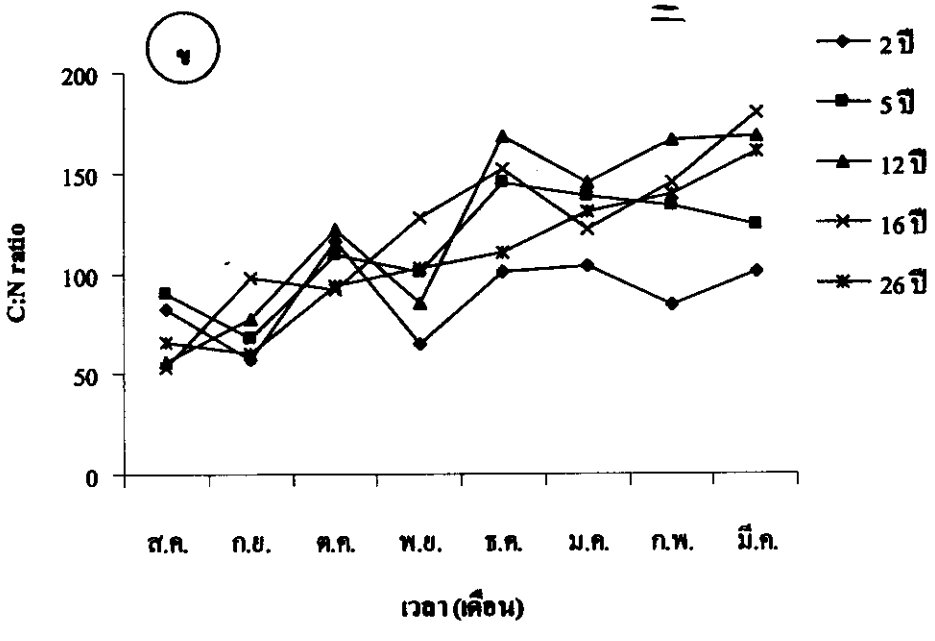




รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยไนโตรเจนในใบ (ก) และลำต้น (ข) ของต้นยางพารา อายุ 2, 5, 12, 16 และ 26 ปี ในช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2549 และมกราคม-มีนาคม 2550

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

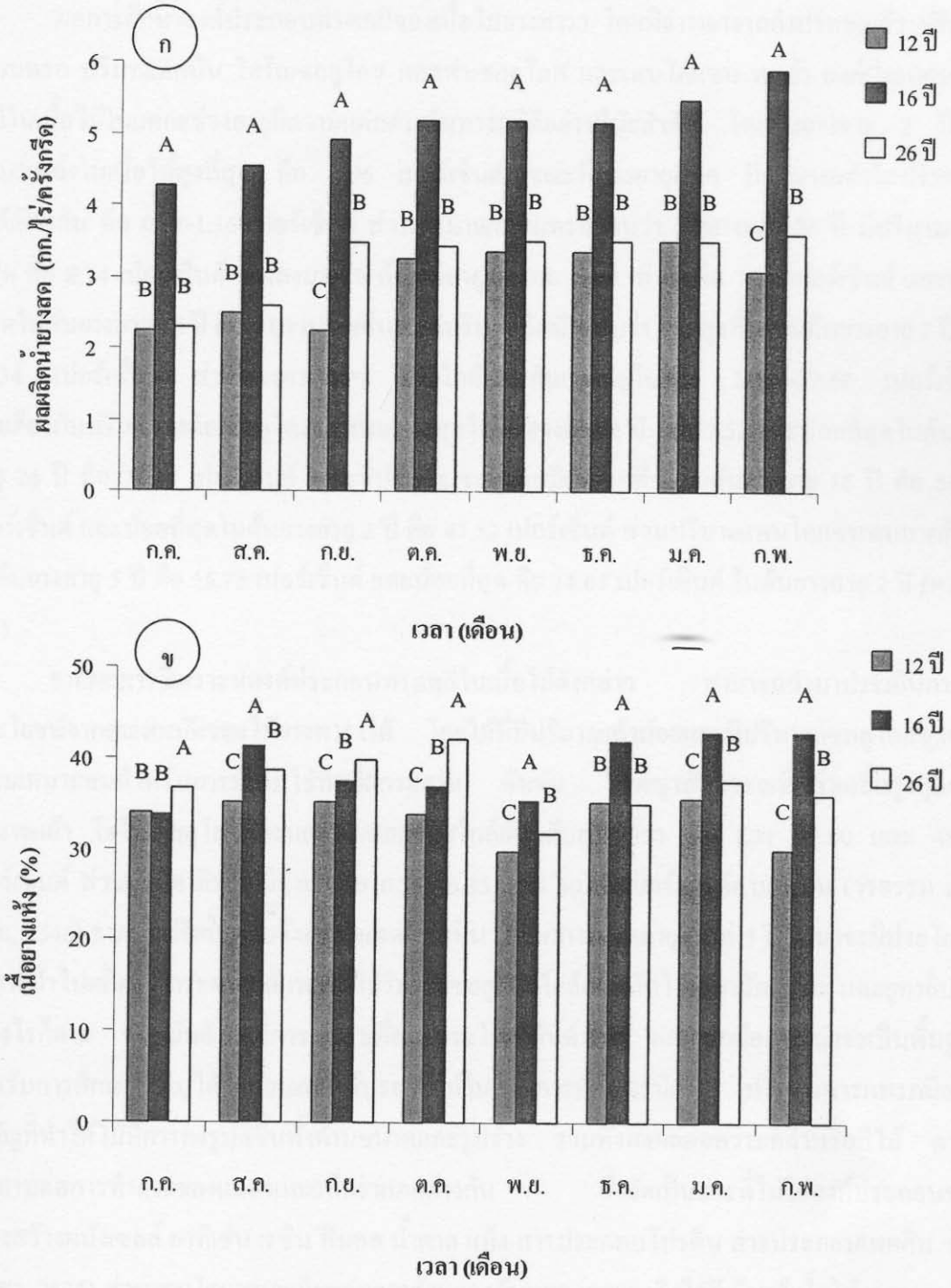




รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน C:N ในใบ (ก) และลำต้น (ข) ของต้นยางพารา อายุ 2, 5, 12, 16 และ 26 ปี ในช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2549 และมกราคม-มีนาคม 2550

1.4 ผลผลิตน้ำยางสดและเนื้อยางแห้ง

ปริมาณผลผลิตน้ำยางสดเฉลี่ยในช่วงเดือนกรกฎาคม 2549 – กุมภาพันธ์ 2550 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ช่วงอายุ โดยต้นยางพาราอายุ 16 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5.08 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้งกรีด (80 ต้นต่อไร่) ส่วนต้นยางพาราอายุ 26 และ 12 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.24 และ 2.94 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้งกรีด ตามลำดับ และในแต่ละช่วงเวลารอบปีนั้น ผลผลิตทั้ง 3 ช่วงอายุ เพิ่มขึ้นจากเดือนกรกฎาคม 2549 – กุมภาพันธ์ 2550 (รูปที่ 8ก) เช่นเดียวกับปริมาณผลผลิตเนื้อยางแห้ง เฉลี่ยจากรอบปีที่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในต้นยางพาราอายุ 16 ปี ให้ค่าสูงที่สุด คือ 39.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ต้นยางพาราอายุ 26 และ 12 ปี เท่ากับ 37.12 33.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 8ข) จากผลการทดลองนี้ พบว่า ผลผลิตยางพาราในช่วงอายุ 12 ปี และ 26 ปี ศักยภาพในการให้ผลิตต่ำกว่าช่วงอายุ 16 ปี ซึ่งช่วงอายุ 12 ปี เป็นช่วงเริ่มต้นการให้ผลผลิตและมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ส่วนช่วงอายุ 26 ปี เป็นช่วงที่มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงและเป็นช่วงยางแก่ (จินตณา และสุนทรี, 2544) จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการสร้างน้ำยางน้อยกว่าช่วงอายุ 16 ปี ขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณาในช่วงรอบปีที่ทำการศึกษาผลผลิตน้ำยางมีแนวโน้มสูงขึ้นจนกระทั่งผลัดใบ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาดังกล่าว โดยพบว่า ในช่วงเดือนกันยายน 2549 – มกราคม 2550 เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนสูงที่สุดในรอบปีที่ผ่านมา คือ อยู่ในช่วง 146.90-301.40 มิลลิเมตร เป็นเวลาตลอดทั้ง 5 เดือน (รูปผนวกที่ 2) จึงน่าจะมีส่วนทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นกว่าช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคมทั้ง 3 ช่วงอายุ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ สุเมธ และคณะ (2550) ที่พบว่า ต้นยางพาราที่ได้รับน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้น้ำ จะให้ผลผลิตน้ำยางสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่ได้รับน้ำหรืออาศัยน้ำฝน เนื่องจาก ปริมาณน้ำที่ถูกดูดไปใช้จะเข้าสู่ท่อน้ำยางและเพิ่มปริมาณการไหลของน้ำยาง ทำให้มีปริมาณและอัตราการไหลของน้ำยางสูงขึ้น (Pakianathan, 1977) เช่นเดียวกับ ธเนศ (2546) ได้รายงานว่า การให้น้ำแก่ต้นยางพารา สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ 10-30 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับแรงดูดซับไอน้ำในบรรยากาศ (VPD) และปริมาณน้ำที่ได้รับด้วย



รูปที่ 8 ปริมาณน้ำยางสดเฉลี่ยกิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน (ก) และเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (ข) ของยางพาราอายุ 12, 16 และ 26 ปี ในช่วงเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2549 และมกราคม-กุมภาพันธ์ 2550

1.5 คุณสมบัติทางเคมีของเนื้อไม้

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ยางพารา โดยพิจารณาจากค่าปริมาณเถ้า ปริมาณสารแทรก ปริมาณลิกนิน โฮโลเซลลูโลส แอลฟาเซลลูโลส และเพนโตแซน พบว่า องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อไม้ในแต่ละช่วงอายุมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยต้นยางอายุ 2 ปี มีปริมาณเถ้าในเนื้อไม้สูงที่สุด คือ 1.96 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ช่วงอายุอื่นๆ มีปริมาณเถ้าในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ 0.91-1.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณสารแทรก พบว่า ต้นยางอายุ 26 ปี มีปริมาณมากที่สุด คือ 8.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ต้นยางอายุ 5 และ 12 ปี เท่ากันคือ 7.73 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 16 ปี คือ 7.03 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณลิกนิน พบว่า มีค่าสูงที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี คือ 24.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่วงอายุอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วง 21.90-22.69 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับปริมาณโฮโลเซลลูโลส ที่พบมากที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี คือ 77.52 และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 26 ปี คือ 74.54 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณเซลลูโลสมีค่ามากที่สุดในต้นยางอายุ 16 ปี คือ 54.90 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี คือ 47.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณเพนโตแซนพบมากที่สุดในต้นยางอายุ 5 ปี คือ 15.75 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุด คือ 14.67 เปอร์เซ็นต์ ในต้นยางอายุ 2 ปี (ตารางที่ 1)

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อไม้ดังกล่าว สามารถนำมาประเมินการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของไม้ยางพาราได้ โดยไม้ที่มีปริมาณเถ้าน้อยและมีปริมาณเซลลูโลสสูงจะมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ทำเยื่อกระดาษ ดังเช่น ไม้พญาสัตบรรณที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดของปริมาณเถ้า โฮโลเซลลูโลสและแอลฟาเซลลูโลสใกล้เคียงกับยางพารา คือ 1.31 62.80 และ 48.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเท่ากับ 0.33 63.35 และ 50.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (วรธรรม และคณะ, 2546) จากค่าเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ต้นยางพาราอายุตั้งแต่ 5 ปี จึงน่าจะมีประโยชน์ในการนำไปผลิตเยื่อกระดาษได้ เพราะมีปริมาณเซลลูโลสใกล้เคียงกับไม้พญาสัตบรรณ และยูคาลิปตัส อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านนี้ และจากข้อมูลนี้น่าจะเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไปได้ ส่วนการใช้ประโยชน์ในด้านการทำเฟอร์นิเจอร์ ปริมาณสารแทรกมีส่วนสำคัญที่ทำให้ไม้มีการคงรูปดีขึ้นทั้งด้านขนาดและรูปร่าง รวมทั้งส่งผลต่อความคล้ำหรือสีไม้ ความทนทานต่อการทำลายของแมลงและเห็ดราแตกต่างกัน ซึ่งจัดเป็นสารที่ไม่ใช่องค์ประกอบของโครงสร้างผนังเซลล์ อาทิเช่น เรซิน ฟีนอล น้ำตาล แป้ง สารประกอบโปรตีน สารประกอบเพคติน ฯลฯ (ปรีชา, 2526) ส่วนเพนโตแซนจะมีผลต่อการต้านแรงดันทะลุและแรงดึงได้ดี ถึงแม้เนื้อไม้ยางพาราอายุ 2 ปี จะมีปริมาณสารแทรกมากกว่าอายุ 16 ปี แต่มีแนวโน้มน้อยกว่าช่วงอายุอื่น ๆ รวมทั้งปริมาณเพนโตแซนที่ต่ำกว่านั้น แสดงให้เห็นว่า ช่วงอายุเนื้อไม้ที่มากขึ้นน่าจะมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อแปรรูป ซึ่งเนื้อไม้อายุ 26 ปี จัดเป็นช่วงอายุที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตัดฟันเพราะมี

ปริมาณสารแทรกสูงที่สุดและมีเพนโตแซนค่อนข้างมากเช่นกัน ขณะที่อายุ 5-16 ปี กลับมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกัน จึงมีความเป็นไปได้ว่า เนื้อไม้มีคุณสมบัติทางเคมีที่ใกล้เคียงกัน และน่าจะเป็นเหตุผลที่ยังทำให้ไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อไม้เมื่อนำไปแปรรูป แม้มีการตัดฟันต้นยางในช่วงระยะอายุน้อยเพิ่มขึ้น เช่น อายุ 8-15 ปี และ 16-23 ปี (พาณิช, 2544; อัญชนา, 2545) ส่วนปริมาณลิกนินมีแนวโน้มลดลงตามอายุของต้นยางพารา ทั้งนี้อาจเกิดจากความเข้มข้นลดลงตามขนาดของลำต้น เช่นเดียวกับไม้พญาสัตยาบรรณ (วรธรรม และคณะ, 2546) อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติทางเคมีของไม้ยางพาราจะมีสัดส่วนแตกต่างกันออกไป ตามสายพันธุ์และวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จึงควรใช้มาตรฐานการวิเคราะห์เดียวกันในการประเมินเปรียบเทียบ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของเนื้อไม้ยางพาราในแต่ละช่วงอายุ

อายุ (ปี)	องค์ประกอบทางเคมี (%)					
	เถ้า (Ash)	สารแทรก (Extractive)	ลิกนิน (Lignin)	โฮโลเซลลูโลส (Holocellulose)	แอลฟาเซลลูโลส (α Cellulose)	เพนโตแซน (Pentosan)
2	1.96A	7.51C	24.34A	77.52A	47.52D	14.67B
5	1.05B	7.73B	22.38C	76.15B	50.06C	15.75A
12	1.12B	7.73B	22.69B	75.87B	51.86B	15.53AB
16	1.16B	7.03D	22.03D	76.13B	54.90A	15.20AB
26	0.91B	8.14A	21.90D	74.54C	51.82B	15.35AB
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	10.71	1.12	0.35	0.24	0.91	2.34

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี $LSD_{0.05}$

1.6 คุณสมบัติเชิงกลและกายภาพ

จากผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็นคุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อไม้ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละช่วงอายุของยางพารา (ตารางที่ 2) ทั้งนี้การวิเคราะห์สมบัติเชิงกลจากค่าการดัดสถิตย์ พบว่า ต้นยางอายุ 5 ปี มีค่ามอดุรัสแตกร้าวสูงที่สุด คือ 89.33 MPa ซึ่งใกล้เคียงกับต้นยางอายุ 2 และ 16 ปี คือ 88.67 และ 88.00 MPa ส่วนต้นยางอายุ 26 ปี มีค่าน้อยที่สุด คือ 77.33 MPa และใกล้เคียงกับต้นยางอายุ 12 ปี คือ 78.00 MPa ส่วนค่ามอดุลัสยืดหยุ่นมีค่ามากที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี คือ 11855.00 MPa แต่น้อยที่สุดในต้นยางอายุ 26 ปี คือ 8689.00 MPa ขณะที่ความเหนียวมีค่าใกล้เคียงกันทุกช่วงอายุ คือ 0.10-0.15 MPa และไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ความเค้นที่จุดสัดส่วนมีค่ามากที่สุดในต้นยางอายุ 5 ปี และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 26 ปี คือ 80.45 และ 64.72 MPa ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์การอัด พบว่า ความเค้นอัดขนานเสี้ยนมีค่าสูงสุดในต้นยางอายุ 5 ปี คือ 42.43 MPa และน้อยที่สุด คือ 34.47 MPa ในต้นยางอายุ 16 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับต้นยางอายุ 26 ปี คือ 35.19 MPa และความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนมีค่ามากที่สุดในต้นยางอายุ 12 ปี คือ 22.98 MPa และใกล้เคียงกับอายุ 16 ปี คือ 22.82 MPa และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี คือ 15.41 MPa ส่วนผลการวิเคราะห์การเฉือนในด้านสัมผัสมีค่าสูงใกล้เคียงกันในต้นยางอายุ 12 16 และ 26 ปี คือ 20.02 20.73 19.40 MPa ตามลำดับ เช่นเดียวกับการเฉือนด้านรัศมีที่ใกล้เคียงกันทุกช่วงอายุ ยกเว้นอายุ 12 ปี ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ 12.92 MPa ความเค้นดึงขนานเสี้ยน พบว่า มีค่ามากที่สุดและใกล้เคียงกันในต้นยางอายุ 12 และ 26 ปี คือ 148.88 และ 148.74 MPa ตามลำดับ แต่ความแข็งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน และการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พบว่า ตัวอย่างเนื้อไม้ที่วิเคราะห์มีปริมาณความชื้นต่างกัน 2 กลุ่ม คือ อายุ 2 และ 12 ปีมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 9.56 และ 9.51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอายุ 5 16 และ 26 ปีมีค่าต่ำกว่าและใกล้เคียงกัน คือ 8.55 8.58 และ 8.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนความถ่วงจำเพาะมีค่าสูงที่สุดในต้นยางอายุ 16 ปี คือ 0.66 และน้อยที่สุดในต้นยางอายุ 2 ปี ซึ่งเท่ากับต้นยางอายุ 26 ปี คือ 0.58

ในการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและทางกายภาพของไม้ยางพารานั้น สามารถประเมินคุณภาพไม้แต่ละช่วงอายุโดยรวมได้ดังนี้ จากค่าการดัดสถิตย์ ไม้ที่มีมอดุลัสแตกร้าว มอดุลัสยืดหยุ่น ความเหนียว และความเค้นที่จุดสัดส่วนสูง แสดงให้เห็นถึง ความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านคานดง ขื่อ เพดานได้ดี เพราะแตกร้าวน้อย ไม่เปราะง่ายและความเหนียวสูง (วิรัช, ม.ป.ป.) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์มีแนวโน้มว่า ไม้ยางที่อายุ 2 และ 5 ปี มีคุณสมบัติดังกล่าวสูงกว่าไม้ยางอายุอื่นๆ จากค่าการอัดเป็นการวัดความสามารถของไม้ที่ทนต่อการอัดของน้ำหนักในแนวขนานและตั้งฉากเสี้ยน ค่าเหล่านี้บ่งบอกถึงความสามารถของไม้ในการนำไปใช้งานด้านเสาอาคาร เสาเข็ม ไม้ค้ำ คานหัวเสา ฯลฯ ส่วนการเฉือนในแนวสัมผัส (tangential) และแนวรัศมี (radial) รวมถึงความเค้นดึงขนานเสี้ยนเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความยากง่ายในการแตกของไม้ที่ตอกยึดด้วยตะปูหรือน็อต สำหรับการใช้งานโครงหลังคาที่รับแรง

ดึง คาน และข้อต่อไม้ เป็นต้น ขณะที่ความแข็ง บ่งบอกการขัดข่วนและเสียดสี เช่น ไม้พื้น และกระสวย ด้าย (วิรัช, ม.ป.ป.) ซึ่งทุกช่วงอายุไม้ยางพารา พบว่า มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ขณะที่คุณสมบัติทางกายภาพ โดยปกติแล้วปริมาณความชื้นของเนื้อไม้จะมีผลต่อสมบัติเชิงกลอื่นๆ ของไม้ ในการวิเคราะห์จึงควบคุมให้มีค่าประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ (Matan and Kyokong, 2003) และจากการทดลองนี้ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 8.50-9.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะบอกให้ทราบถึงปริมาณของสารที่ประกอบขึ้นเป็นผนังเซลล์เนื้อไม้ในหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงความแข็งแรงของเนื้อไม้ได้ โดยไม้ที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมักมีความแข็งแรงสูงด้วย (วิรัช, ม.ป.ป.) และจากผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าสูงที่สุดในไม้ยางอายุ 16 ปี คือ 0.66 แต่กลับน้อยที่สุดในอายุ 2 และ 26 ปี คือ 0.58 ดังนั้นจากการประเมินคุณสมบัติเชิงกลและทางกายภาพของไม้ยางพาราในแต่ละช่วงอายุ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าช่วงอายุใดมีคุณสมบัติดีที่สุด เช่นเดียวกับผลการรายงานวิจัยในการศึกษาในไม้พญาสัตบรรณ พบว่า แม้มีค่าความถ่วงจำเพาะผันแปรตามระดับความสูงต้นและอายุ แต่ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลอื่นๆ กลับมีค่าสูงต่ำแตกต่างกันออกไปในแต่ละช่วงอายุเช่นกัน (วรธรรม และคณะ, 2546) ขณะเดียวกัน จากผลการวิเคราะห์บางคุณสมบัติในเนื้อไม้ยางพาราที่อายุมากกว่า 20 ปี นั้น พบว่า ให้ค่าใกล้เคียงกับทุกช่วงอายุของการทดลองครั้งนี้ เช่น มอดุลัสแตกร้าว 83.75 MPa มอดุลัสยืดหยุ่น 6723.12 MPa และความถ่วงจำเพาะ 0.63 (วรธรรม และคณะ, 2546; วิรัช, ม.ป.ป.) จึงแสดงให้เห็นว่า ทุกช่วงอายุของไม้ยางพารามีคุณสมบัติเชิงกลและกายภาพที่แตกต่างกันออกไป การนำไปใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องปรับปรุงสมบัติของไม้ให้มีความแข็งแรงหรือมีความเหมาะสมกับชิ้นงาน เช่น การใช้เรซินแทรกในเนื้อไม้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับแผ่นไม้ เป็นต้น (วรธรรม และคณะ, 2546) ดังนั้นผลการทดลองจึงมีความเป็นไปได้ว่า คุณสมบัติเชิงกลและทางกายภาพอาจมีผลมาจากความสมบูรณ์ของต้นยางพาราที่แตกต่างกัน ซึ่งมักมีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงช่วงฤดูกาลของพืชที่กำลังเจริญเติบโต (ฉรงค์, 2544)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกลและกายภาพของเนื้อไม้ยางพาราในแต่ละช่วงอายุ

คุณสมบัติ	หน่วย	อายุ					F-test	C.V.
		2	5	12	16	26		(%)
1. สมบัติเชิงกล								
1.1 การดัดสถิต (static bending)								
- มอดุลัสแตกร้าว								
(Modulus of rupture)	MPa	88.67ab	89.33a	78.00bc	88.00ab	77.33c	*	7.28
- มอดุลัสยืดหยุ่น								
(Modulus of elasticity)	MPa	11855.00a	9226.33ab	9151.00ab	10745.67ab	8689.00b	*	14.97
- ความเหนียว (Toughness)	MPa	0.15	0.15	0.10	0.11	0.11	ns	25.16
- ความเค้นที่จุดสัดส่วน								
(Proportional stress)	MPa	77.20ab	80.45a	68.87ab	71.91ab	64.72b	*	10.25
1.2 การอัด								
- ความเค้นอัดขนานเสี้ยน								
(Compression // to grain)	MPa	40.37ab	42.43a	38.18ab	34.47b	35.19b	*	10.07
- ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน								
(Compression _|_to grain)	MPa	15.41c	20.71ab	22.98a	22.82a	18.61bc	*	11.26
1.3 การเฉือน								
- ด้านสัมผัส(Tangential)	MPa	14.64b	16.50ab	20.02a	20.73a	19.40a	*	13.88
- ด้านรัศมี(Radial)	MPa	16.66a	17.29a	12.92b	15.90a	16.15a	*	9.76
1.4 ความเค้นดึงขนานเสี้ยน								
(Tensile stress // to grain)	MPa	110.37b	113.00b	148.88a	133.64ab	148.74a	*	11.25
1.5 ความแข็ง (Hardness)	N	6930.73	7103.92	7374.47	7455.95	6174.02	ns	27.75
2. สมบัติทางกายภาพ								
- ปริมาณความชื้น								
(Moisture content)	%	9.56a	8.55b	9.51a	8.58b	8.50b	*	2.82
- ความถ่วงจำเพาะ								
(Specific gravity)	-	0.58cd	0.64b	0.60c	0.66a	0.58c	*	1.93

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

จากการเปรียบเทียบโดยวิธี $LSD_{0.05}$ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ:

การดัดสถิตย์ (Static bending) ตามมาตรฐาน BS No. 373

การทดสอบความเค้นดึงขนานเสี้ยนตามมาตรฐาน ISO-3345

การทดสอบการอัดขนานเสี้ยน (Compression parallel to grain test) ตามมาตรฐาน ISO 3787

การทดสอบการอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression perpendicular to grain test) ตามมาตรฐาน ASTM D 143

การทดสอบการเฉือนขนานเสี้ยน (Shear parallel to grain test) ตามมาตรฐาน ISO 3346

การทดสอบความแข็ง (Hardness test) ตามมาตรฐาน ISO 3350

ปริมาณความชื้น (Moisture content) ตามมาตรฐาน ASTM D 4442-92

ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ตามมาตรฐาน ASTM D 2395-92

2. ศึกษาปริมาตรไม้ยางพาราและการประเมินปริมาตรไม้ยางพารา

2.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาและปริมาตรไม้ยางพารา

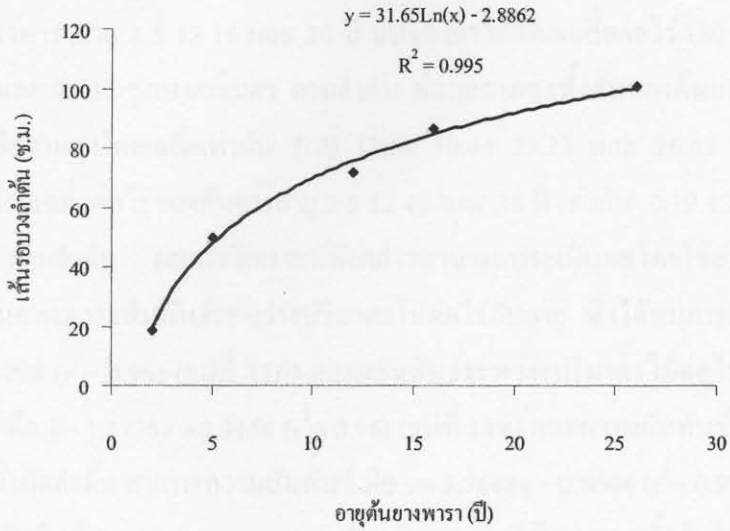
จากการบันทึกข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของต้นยางพารา ได้แก่ ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่ความสูงระดับอก ความสูงใต้คาคบ จำนวนกิ่งหลัก ความเสียหายของหน้ากรีดและความหนาเปลือกของลำต้นบริเวณหน้ากรีด โดยเฉลี่ยในแต่ละอายุ จำนวน 1 ไร่ (80 ต้นต่อไร่) (ตารางที่ 3) พบว่า ต้นยางพารามีขนาดเส้นรอบวงลำต้นมากขึ้นตามระดับอายุ ต้นยางพาราอายุ 2 ปี มีค่าเฉลี่ยของเส้นรองวงลำต้นที่ระดับอก 18.67±2.27 เซนติเมตร ต้นยางพาราอายุ 5 ปี มีค่าเฉลี่ยของเส้นรองวงลำต้นที่ระดับอก 49.96±7.24 เซนติเมตร ต้นยางพาราอายุ 12 ปี มีค่าเฉลี่ยของเส้นรองวงลำต้นที่ระดับอก 71.99±8.06 เซนติเมตร ต้นยางพาราอายุ 16 ปี มีค่าเฉลี่ยของเส้นรองวงลำต้นที่ระดับอก 86.42±11.14 เซนติเมตร และ ต้นยางพาราอายุ 26 ปี มีค่าเฉลี่ยของเส้นรองวงลำต้นที่ระดับอก 100.93±10.55 เซนติเมตร โดยจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงลำต้นและอายุต้นยางพารา พบว่า มีความสัมพันธ์กันแบบ logarithmic ดังสมการ $y = 31.65\text{Ln}(x) - 2.8862$ ($r^2 = 0.99$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงลำต้นเริ่มลดลงเมื่อยางพาราอายุมากกว่า 7 ปี ขึ้นไป (รูปที่ 9) ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นยางได้รับผลกระทบจากการเปิดกรีด โดยต้นยางจะมีอัตราการเพิ่มขนาดเส้นรอบวงลำต้นหลังการเปิดกรีดที่อายุ 12 ปี ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของช่วงก่อนการเปิดกรีด และลดลงเหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ของช่วงก่อนการเปิดกรีด ในต้นยางอายุ 26 ปี ขณะที่ความสูงใต้คาคบ มีค่าสูงขึ้นตั้งแต่ต้นยางพาราอายุ 5 ปี ขึ้นไปจนถึงอายุ 26 ปี ทั้งนี้ต้นยางพารามีการทิ้งกิ่งบริเวณส่วนล่างมากขึ้น ส่วนต้นยางพาราอายุ 2 ปี มีค่าความสูงคาคบสูง เนื่องจากในระยะนี้มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมาก และแตกกิ่งบริเวณส่วนยอดมากกว่าส่วนโคนต้น ซึ่งพบว่า มีความสัมพันธ์กับจำนวนกิ่งหลักที่นับได้ในแต่ละต้น โดยมีค่าลดลงเมื่อต้นยางพารามีอายุเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เป็นลักษณะธรรมชาติของต้นยางที่ค่อยๆ สลัดกิ่งออกจากกิ่งล่างสุดก่อนกิ่งที่อยู่สูงถัดไป จนทำให้มีขนาดทรงพุ่มเล็กลงเมื่อมีอายุมากขึ้น (Suthisong, 2005)

ขณะเดียวกัน จากการประเมินความเสียหายของหน้ากรีด (รูปที่ 10) พบว่า ต้นยางพาราอายุ 26 ปี มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของหน้ากรีดสูงที่สุด โดยเฉลี่ยถึง 91.88±15.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ต้นยางพาราอายุ 16 และ 12 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.63±22.28 และ 26.25±14.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงแสดงให้เห็นว่า บริเวณหน้ากรีดมีโอกาสเสียหายสูงขึ้นเมื่อต้นยางมีอายุมากขึ้น ลักษณะเช่นนี้อาจมีสาเหตุได้หลายประการ เช่น การขยายขนาดลำต้นตามระยะพัฒนาการของอายุ การใช้ระบบกรีดถี่ และความชำนาญของผู้กรีด ซึ่งสามารถส่งผลให้ผลผลิตน้ำยางลดลงและการเกิดอาการเปลือกแห้งสูงขึ้น (วิสุทธิ์, 2544; Suthisong, 2005) นอกจากนี้ ยังส่งผลต่อมูลค่าของไม้ยาง เช่น การกำหนดราคาซื้อขายไม้ในสวน การมีผลต่อรอยตำหนิในเนื้อไม้ และทำให้สิ้นเปลืองปริมาตรเนื้อไม้ในกระบวนการแปรรูปมากขึ้น เป็นต้น (หจก. ทีเอสเอ็มพาราวู๊ด, ติดต่อส่วนตัว) ส่วนความหนาเปลือก พบว่า ต้นยางพาราอายุ 12 ปี มีค่าสูงที่สุด คือ 8.69±0.99 มิลลิเมตร และมีแนวโน้มลดลงเมื่อต้นยางพารามีอายุสูงขึ้น ซึ่งจากคำแนะนำการดูแลรักษาสวนยาง ในระยะยางอ่อน พบว่า การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 3 เมตร จะช่วยให้ต้นยางพารามีทรงพุ่มที่เหมาะสม (กรมวิชาการเกษตร, 2546) จึงน่าจะมีผลต่อการพัฒนาทางลำต้นและการสร้างกิ่งในระยะต่อมาได้

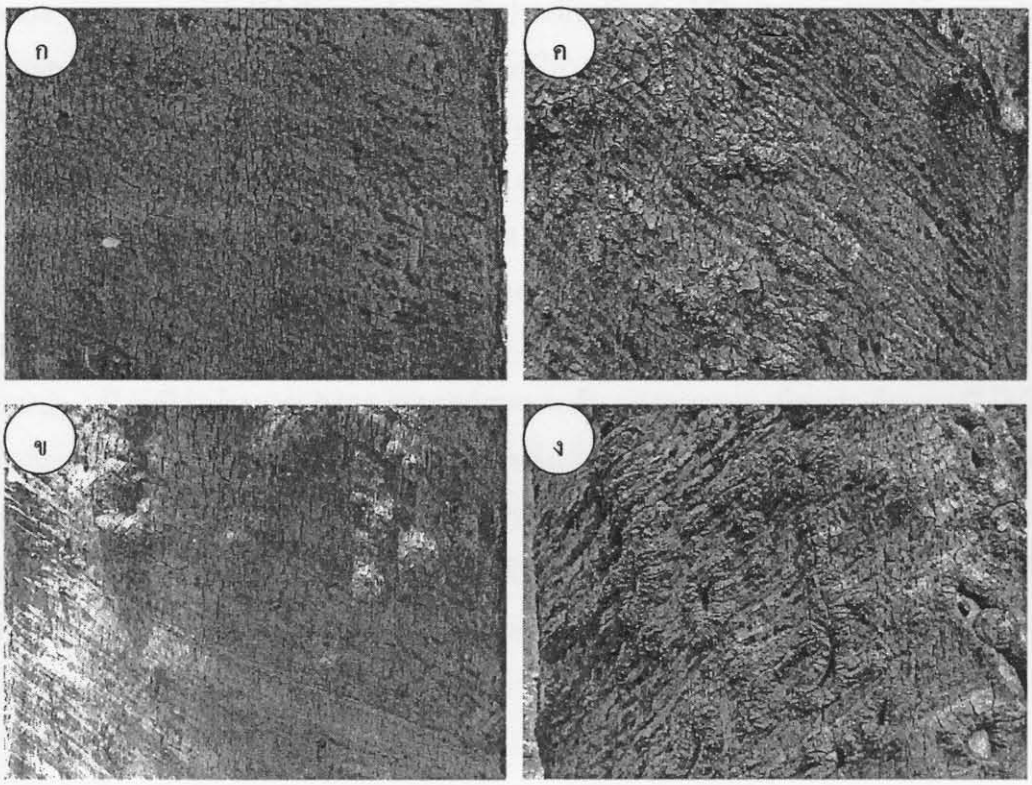
ตารางที่ 3 ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญของต้นยางพาราในแต่ละช่วงอายุ

อายุ (ปี)	เส้นรอบวงลำต้น (ซม.)	ความสูงใต้คาคบ (ม.)	จำนวนกิ่งหลัก	ความเสียหายหน้ากรีด (%)	ความหนาเปลือก (มม.)
2	18.67 ± 2.27	3.57 ± 0.96	9.23 ± 4.00	-	2.63 ± 0.49
5	49.96 ± 7.24	2.73 ± 0.35	6.18 ± 2.66	-	6.09 ± 0.80
12	71.99 ± 8.06	3.37 ± 0.64	3.93 ± 1.21	26.25 ± 14.83	8.69 ± 0.99
16	86.42 ± 11.14	3.61 ± 1.41	3.74 ± 1.33	40.63 ± 22.28	7.89 ± 1.17
26	100.93 ± 10.55	3.74 ± 1.24	3.69 ± 1.38	91.88 ± 15.29	7.16 ± 1.63

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD)



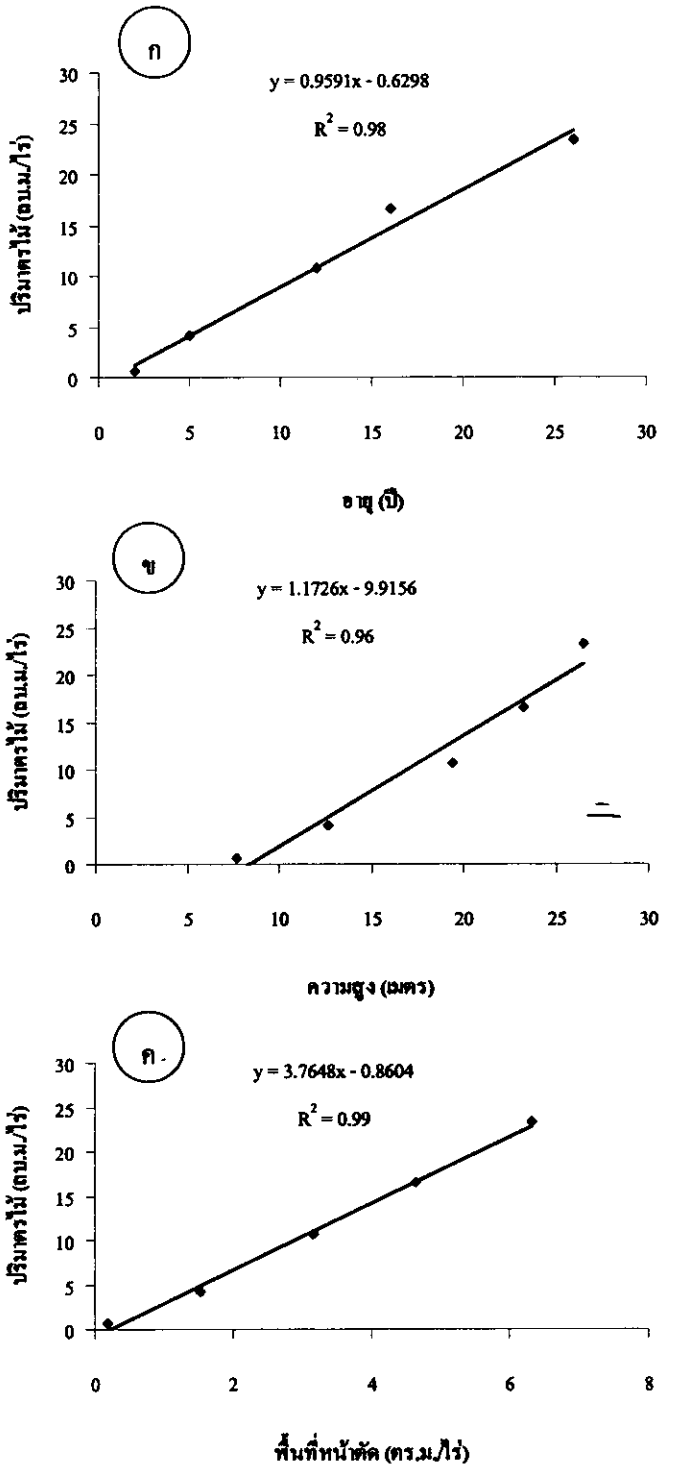
รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงลำต้นและอายุของต้นยางพารา



รูปที่ 10 ลักษณะความเสียหายของหน้ากรีดที่ระดับ 0-25% (ก) 25-50% (ข) 50-75% (ค) และ 75-100% (ง) ของต้นยางพารา

2.2 การประเมินปริมาตรไม้ยางพารา

ต้นยางพาราอายุ 2 5 12 16 และ 26 ปี มีปริมาตรไม้โดยเฉลี่ยต่อไร่ (80 ต้น) เท่ากับ 0.67 4.13 10.70 16.55 และ 23.32 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ส่วนความสูงทั้งต้นของต้นยางพาราอายุ 2 5 12 16 และ 26 ปี มีความสูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.70 12.68 19.43 23.23 และ 26.45 เมตร ตามลำดับ และพื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ยต่อไร่ของต้นยางอายุ 2 5 12 16 และ 26 ปี เท่ากับ 0.19 1.52 3.18 4.66 และ 6.30 ตารางเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถประเมินผลโดยใช้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรไม้ต่อไร่กับอายุ ซึ่งได้สมการความสัมพันธ์ คือ $y= 0.9591x - 0.6298$ ($r^2= 0.98$) (รูปที่ 11ก) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรไม้ต่อไร่กับความสูงได้สมการความสัมพันธ์ คือ $y= 1.1726x - 9.9156$ ($r^2= 0.96$) (รูปที่ 11ข) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรไม้ต่อไร่กับพื้นที่หน้าตัดลำต้น สมการความสัมพันธ์ คือ $y= 3.7648x - 0.8604$ ($r^2= 0.99$) (รูปที่ 11ค) และเมื่อใช้สมการสหสัมพันธ์ (multiple regression) ประเมินผลผลิตไม้ยางพาราทั้งต้นในสวนยางพารา โดยใช้ความสัมพันธ์ของปริมาตรไม้ อายุ (A) ความสูง (H) และพื้นที่หน้าตัด (B) เพื่อประเมินผลผลิตต่อไร่ พบว่า ได้สมการความสัมพันธ์ คือ $y= 0.646 + 0.207A - 0.188H + 3.554B$ ($r^2= 0.99$) ดังนั้นจากผลการทดลอง จึงสามารถนำไปใช้เป็นแบบจำลองเพื่อประเมินปริมาตรไม้ในสวนยางพาราได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลการประเมินปริมาตรไม้ให้ค่าใกล้เคียงกับปริมาตรไม้ในแปลงจริง แต่จากข้อมูลการประเมินปริมาตรไม้ที่ศึกษายังมีค่าต่ำกว่าปริมาตรไม้ของยางพาราที่ศึกษาโดย รักชาติ (2536) ซึ่งพบว่า ต้นยางพาราอายุ 12 26 และ 26 ปี มีปริมาตรไม้ต่อไร่ (80 ต้น) ตามดัชนีแหล่งไม้ (site index) หรือชั้นความสูงระดับปานกลาง เท่ากับ 14.37 19.82 และ 33.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ แต่ผลการศึกษาครั้งนี้ได้ปริมาตรไม้ยางพาราอายุ 12 16 และ 26 ปี คือ 10.70 16.55 และ 23.32 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ขณะที่ ค่าเปรียบเทียบปริมาตรไม้ต่อต้นโดยสถาบันวิจัยยาง (2546ข) พบว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุประมาณ 5 ปี จะมีค่าประมาณ 0.035 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น แต่การทดลองนี้พบว่า ที่อายุ 5 ปี มีปริมาตรไม้เฉลี่ยเท่ากับ 0.052 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ดังนั้นจึงเห็นว่า ปริมาตรไม้ยางพาราน่าจะมีความแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ปลูก รวมถึงการจัดการดูแลรักษาต่างๆ ขณะเดียวกัน หากพิจารณาจากค่าปริมาตรไม้อายุ 26 ปี ค่อนข้างมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรไม้ที่อายุ 16 ปี ทั้งนี้เป็นเพราะ ปริมาตรไม้ของต้นยางอายุ 26 ปี ลดลงตามอัตราการเพิ่มขนาดลำต้น (40 เปอร์เซ็นต์ของช่วงก่อนการเปิดกรีด) ซึ่งอาจเกิดจากผลกระทบจากการกรีดถี่และขาดการจัดการที่ดีจนทำให้มีอัตราการเพิ่มขนาดลำต้นลดลง



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรไม้และอายุ (ก) ความสูง (ข) และพื้นที่หน้าตัดลำต้น (ค) ของต้นยางพารา

3. ศึกษาการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินผลผลิตยางพารา

3.1 การศึกษาปัจจัยด้านดินปลูกยางพารา

การประเมินสภาพพื้นที่ปลูกยางพาราทั้ง 5 ช่วงอายุ มีสภาพใกล้เคียงกันและมีความลาดชันต่ำ อยู่ในช่วง 0-2 เปอร์เซ็นต์ ค่าดัชนีความเหมาะสมของสภาพพื้นที่จึงเท่ากับ 100.00 ส่วนระยะเวลาน้ำท่วมขัง พบว่า แปลงทดลองยางพาราอายุ 5 ปี มีการท่วมขังของน้ำมากที่สุด คือ 5 วัน เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมทั้ง 5 แปลง จึงมีค่าเท่ากับ 96.00 ขณะที่ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-60 เซนติเมตร พบว่า ทุกๆ แปลงทดลองในแต่ละช่วงอายุมีการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในดินในลักษณะเดียวกัน โดยตลอดช่วงการศึกษามีค่าความชื้นในดินอยู่ในช่วง 5-20 เปอร์เซ็นต์ (รูปผนวกที่ 3) สมบัติทางกายภาพนั้น พบว่า เนื้อดิน (soil texture) ที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตร ของแปลงยางพาราอายุ 2 5 12 และ 26 ปี มีลักษณะเหมือนกัน คือ เป็นดินร่วน (loam; L) ส่วนแปลงยางพาราอายุ 16 ปี จัดเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam; SL) ขณะที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ของแปลงยางพาราอายุ 2 16 และ 26 ปี มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด คือ มีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam; SCL) แต่แปลงยางพาราอายุ 5 และ 12 ปี มีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam; CL) ค่าดัชนีความเหมาะสมของเนื้อดินทั้ง 2 ระดับ จึงมีค่าเท่ากับ 84.80 คุณสมบัติต่อมาที่มีการประเมิน คือ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยพิจารณาจากค่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน (Apparent C.E.C.) พบว่า ในแปลงยางพาราอายุ 2 ปี มีค่าสูงที่สุด คือ 29.01 cmol(+)/kg และต่ำที่สุดในแปลงยางพาราอายุ 12 ปี คือ 20.46 cmol(+)/kg ส่วนค่าการอิ่มตัวด้วยเบส (Base saturation) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ประจุบวกที่เป็นประโยชน์ (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}) และค่าปริมาณกรดในดิน (Extractable acidity; H^{+}, Al^{3+}) พบว่า มีค่าสูงที่สุดในแปลงยางพาราอายุ 16 ปี คือ 16.37 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดในแปลงยางพาราอายุ 2 ปี คือ 4.03 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม แม้แปลงทดลองยางพาราทั้ง 5 แปลง จะมีค่าดังกล่าวแตกต่างกัน แต่ถือว่าอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสม ค่าดัชนีความเหมาะสมจึงเท่ากับ 100.00 ขณะที่ จากการประเมินปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (organic carbon) โดยคำนวณจากระดับความลึกของดิน 0-50 เซนติเมตร พบว่า มีค่าค่อนข้างต่ำในทุกแปลงทดลอง แต่มีค่ามากที่สุดในแปลงยางพาราอายุ 5 ปี คือ 0.80 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดในแปลงยางพาราอายุ 16 ปี คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ค่าดัชนีความเหมาะสมที่ได้ คือ 52.36 ส่วนค่า pH ในดิน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในสภาวะเป็นกรดเล็กน้อย คือ อยู่ในช่วง 4.23-4.50 มีค่าดัชนีความเหมาะสม คือ 98.25 จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่า ดินปลูกยางพารามีลักษณะสภาพพื้นที่ และสมบัติทางกายภาพคล้ายคลึงกัน แต่มีค่าความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันในแต่ละแปลง เมื่อพิจาณาคุณสมบัติต่างๆ ในแต่ละแปลง จึงมีค่าดัชนีความเหมาะสมแตกต่างกัน คือ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 73.27 ในแปลงยางพาราอายุ 26 ปี รองลงมา คือ 66.46 27.03 21.77 และ 18.88 ในแปลงยางพาราอายุ 5 2 16 และ 12 ปี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินดัชนีความเหมาะสมในภาพรวมทุกแปลง

การทดลอง พบว่า มีค่าดัชนีความเหมาะสม คือ 41.89 ซึ่งบ่งบอกถึงความเหมาะสมในระดับปานกลาง ของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา (กรมวิชาการเกษตร, 2548; สมเจตต์ และคณะ, 2545) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาปัจจัยด้านดินปลูกยางพารา

สมบัติชุดดิน		ปัจจัยคุณสมบัติของดินที่ใช้ประเมิน					ดัชนีความ
		2 ปี	5 ปี	12 ปี	16 ปี	26 ปี	เหมาะสม
สภาพพื้นที่	ความลาดชัน (%)	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	100.00
สภาพความชื้น	ช่วงน้ำท่วมขัง (วัน)	0	6	2	0	0	96.00
สมบัติกายภาพ	เนื้อดิน (25 ซม.)	L	L	L	SL	L	84.83
	เนื้อดิน (50 ซม.)	SCL	CL	CL	SCL	SCL	
ความอุดมสมบูรณ์	Apparent C.E.C. (cmol(+)/kg)	29.01	22.61	20.46	21.76	24.48	100.00
(0-50 ซม.)	Base saturation (%)	4.03	10.47	9.86	16.37	6.81	100.00
	Organic carbon (%)	0.49	0.80	0.42	0.36	0.63	52.36
	pH	4.36	4.50	4.24	4.29	4.23	98.25
	ดัชนีความเหมาะสม	27.03	66.46	21.77	18.88	73.27	41.89

หมายเหตุ: Apparent C.E.C. (cmol(+)/kg) $= \frac{(Ca + Mg + K + Na + Ext.acid)}{\%Clay} x100$

Base saturation (%) $= \frac{(Ca + Mg + K + Na)}{(Ca + Mg + K + Na + Ext.acid)} \times 100$

จากผลการประเมินดังกล่าว ค่าความอุดมสมบูรณ์ที่มีผลให้ดัชนีความเหมาะสมต่างกัน คือ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน โดยพบว่า มีค่ามากที่สุดในแปลงยางพาราอายุ 5 และ 26 ปี ปริมาณอินทรีย์สารเหล่านี้เป็นปริมาณคาร์บอนทั้งหมดที่ประกอบอยู่ในสารอินทรีย์ ซึ่งในธรรมชาติจะมีคาร์บอนอยู่ด้วยกัน 2 สถานะ คือ อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์และสารอนินทรีย์ คาร์บอนในรูปสารประกอบอินทรีย์จึงเป็นคาร์บอนที่พบในธรรมชาติ หรือได้จากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพดีขึ้น เช่น ทำให้อากาศถ่ายเทได้ดี ช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น หรือทางด้านเคมีของดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงขึ้นเพื่อให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีมากขึ้น ซึ่งแปรผันไปตามชนิดและปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน และสามารถถูกย่อยสลายได้โดยกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ และจากการประเมินในดินปลูกยางพารานั้น หากมีค่าอินทรีย์สารต่ำกว่า 0.50 เปอร์เซ็นต์จะถือว่ามีความสมบูรณ์ต่ำ และหากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50-1.50 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าดินมีความสมบูรณ์ในระดับปานกลาง (ยงยุทธ และคณะ, 2541; นุชนารถ, 2547; สมเจตต์ และคณะ, 2545)

จึงส่งผลให้ทั้ง 2 แปลงมีค่าดัชนีความเหมาะสมสูงกว่าแปลงทดลองอื่นๆ และบ่งชี้ให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินดีกว่าแปลงทดลองอายุอื่นๆ

3.2 การศึกษาปัจจัยด้านภูมิอากาศในแปลงปลูกยางพารา

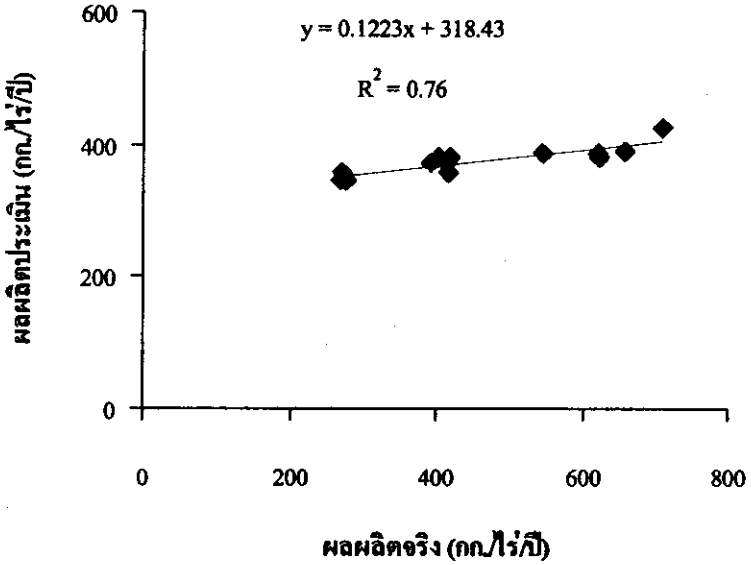
จากผลการบันทึกข้อมูลทางสถิติภูมิอากาศในรอบปีการศึกษา (เมษายน 2549-มีนาคม 2550) พบว่า บริเวณแปลงทดลองมีปริมาณฝนตกชุกในช่วงเดือนกันยายน 2549-มกราคม 2550 คือ อยู่ในช่วง 146.90-301.40 มิลลิเมตร ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าดัชนีการสูญเสียวัดกรีดกรีดยางมากกว่าช่วงอื่นๆ คือ 7 วัน ในเดือนกันยายน 2549 และ 5 วัน ในเดือนธันวาคม 2549 และ มกราคม 2550 อย่างไรก็ตาม ผลกระทบดังกล่าวถือว่ามีเพียงปริมาณเล็กน้อยและจัดว่ามีดัชนีความเหมาะสมเท่ากับ 100 ส่วนปริมาณฝนในรอบปีมีดัชนีความเหมาะสมเท่ากับ 92.89 สอดคล้องกับการประเมินดัชนีช่วงแล้งซึ่งในช่วงที่ศึกษามีค่าต่ำ ค่าดัชนีความเหมาะสมจึงมีค่าเท่ากับ 100 เช่นกัน ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 26.91-29.20 และมีค่าดัชนีความเหมาะสมเท่ากับ 99.21 นอกจากนี้ ค่าความกดดันของไอน้ำในบรรยากาศ (VPD) และความเร็วลม มีค่าดัชนีความเหมาะสมเท่ากับ 99.58 และ 99.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากผลการประเมินดัชนีความเหมาะสมของปัจจัยภูมิอากาศ แสดงให้เห็นว่า สภาพภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลองมีความเหมาะสมในระดับที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นการแสดงถึงความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของยางพาราเช่นกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

จากการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินผลผลิตยางพารา โดยวิเคราะห์ร่วมกับค่าดัชนีความเหมาะสมของดินปลูกและภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลองยางพารา พบว่า ผลผลิตยางพาราจริงมีค่าสูงกว่าผลผลิตที่ประเมินได้ โดยจากสมการเชิงเส้นได้ค่าความสัมพันธ์ $y= 0.1223x + 318.43$ ($r^2= 0.76$) (รูปที่ 12) ทั้งนี้การวิเคราะห์นี้ เป็นการใช้แบบจำลองศักยภาพการผลิตโดยใช้หลักสมมติฐานจากสมการพื้นฐานความสมบูรณ์ของพืช โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและความสมบูรณ์ของดินมาพิจารณาเท่านั้น จึงมีความแม่นยำต่ำกว่าการใช้แบบจำลองอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น แบบจำลองศักยภาพการผลิตที่จำกัดน้ำของต้นยางพารา (สมเจตน์ และคณะ, 2545) จึงน่าจะมีการศึกษาผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ เพิ่มเติมต่อไปเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่มีศักยภาพต่อการตัดสินใจ และมีความแม่นยำในการตัดสินใจสูงขึ้นได้ ขณะเดียวกัน การจำลองโดยใช้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นนี้ ได้ค่าน้อยกว่าผลผลิตจริง เกิดจากการที่ดินมีค่าอินทรีย์คาร์บอนต่ำจึงทำให้ค่าดัชนีความเหมาะสมต่ำ เมื่อนำค่าดัชนีประเมินร่วมกับแบบจำลองจึงทำให้มีปริมาณผลผลิตต่ำลงด้วย อย่างไรก็ตาม ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจัดเป็นปัจจัยด้านความสมบูรณ์ที่ใช้ต้นทุนต่ำและสามารถปรับปรุงให้ดินมีความสมบูรณ์ขึ้นได้ (นุชนารถ, 2547; สมเจตต์ และคณะ, 2545) เพราะจากการวิเคราะห์ความสมบูรณ์ในดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ที่มีศักยภาพสำหรับการปลูกยางพารานั้น พบว่า มีค่าอินทรียวัตถุในดินเท่ากับ 1.94

เปอร์เซ็นต์ และมีอินทรีย์คาร์บอนโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1.12 เปอร์เซ็นต์ (Thainugul, 1986 อ้างโดย นุชนารถ, 2547) ขณะที่จากผลการทดลองนี้ แปลงทดลองอายุ 2 12 และ 16 ปี มีค่าอินทรียวัตถุในดินเท่ากับ 1.50 1.31 และ 0.88 เปอร์เซ็นต์ และมีอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 0.87 0.76 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 2) ดังนั้น จากผลการทดลองดังกล่าว ถึงแม้แปลงทดลองอายุ 2 12 และ 16 ปี มีค่าดัชนีความเหมาะสมในดินต่ำ แต่หากมีการปรับปรุงโดยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน น่าจะทำให้เป็นดินที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ค่าการประเมินมีค่าสูงขึ้นและน่าจะมีความแม่นยำมากขึ้นได้ รวมทั้งยังส่งผลดีต่อการเติบโตและผลผลิตของต้นยางในแปลงจริงได้อีกด้วย

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาปัจจัยด้านภูมิอากาศในแปลงปลูกยางพารา

เวลา		ปัจจัยภูมิอากาศที่ใช้ประเมิน					
ปี	เดือน	ดัชนีการสูญเสียวัดกรีดยาง	ปริมาณฝน (มม.)	ดัชนีช่วงแล้ง	อุณหภูมิ (°C)	VPD (mbar)	ความเร็วลม (ม./วินาที)
2549	เม.ย.	3	192.60	3.05	28.29	6.36	0.4
	พ.ค.	0	108.90	1.02	27.58	5.38	0.4
	มิ.ย.	0	71.60	0.58	29.02	7.27	0.5
	ก.ค.	0	53.40	0.45	28.08	6.58	0.8
	ส.ค.	0	87.40	0.47	28.39	7.90	0.9
	ก.ย.	7	301.40	2.25	27.00	5.54	0.4
	ต.ค.	0	146.90	1.27	27.25	5.51	0.6
	พ.ย.	0	155.50	1.70	27.45	5.78	0.9
	ธ.ค.	5	261.70	3.22	27.43	7.16	1.6
2550	ม.ค.	5	217.00	3.01	26.91	7.31	2.1
	ก.พ.	0	9.10	0.12	27.90	9.34	1.6
	มี.ค.	0	91.80	1.24	29.20	11.39	1.0
ดัชนีความเหมาะสม		100.00	92.89	100.00	99.21	99.58	99.04



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตจริงและผลผลิตประเมิน (กก./ไร่/ปี) ของยางพารา

สรุป

ต้นยางพารามีการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของลำต้นมากกว่าส่วนอื่นๆ ของต้น และมีความสัมพันธ์กับช่วงอายุ ส่วนปริมาณธาตุอาหารที่ต้นยางพาราต้องการในสัดส่วนที่สูง คือ ไนโตรเจน โพแทสเซียมและแคลเซียมเพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญในใบ เนื้อไม้และน้ำยาง นอกจากนี้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสามารถบ่งบอกความสมบูรณ์ของต้นเพื่อการสร้างน้ำยางได้ เช่นเดียวกับ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของไม้ยางพาราที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ ขณะที่การประเมินปริมาตรไม้ของต้นยางพาราโดยใช้ความสัมพันธ์ร่วมกับอายุต้น ความสูง และพื้นที่หน้าตัดลำต้น ทำให้สามารถประเมินปริมาตรไม้ในแปลงได้ เช่นเดียวกับการนำแบบจำลองการผลิตพืชประเมินผลผลิตยางพารา สามารถให้ค่าใกล้เคียงกับปริมาณผลผลิตจริง แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองการประเมินปริมาตรไม้และผลผลิตยางพารา สามารถนำไปประเมินการสร้างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ได้