เปรียบเทียบวิธีการหาเนื้อยางแห้งและความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อยางแห้งกับองค์ประกอบทางชีวเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำยางพารา

Comparison of Methods of Dry Rubber Content Determination and Correlation between Dry Rubber Content and Biochemical Compositions and Plant Nutrients in Rubber Latex

ณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ[1/] จำเป็น อ่อนทอง[2/] อภิชาติ เกื้อก่อบุญ[3/]

Nuttapong Srisombut[1/] Jumpen Onthong[2/] Apichat Kuekorboon[3/]

ABSTRACT

Currently, dry rubber content (DRC) is considered as an important factor in rubber latex's trading, and measuring DRC by each method can result in different amount of DRC. The objective of this study was conducted to compare DRC from 4 methods namly laboratory (actual DRC) (1), trichloroacetic acid (2), microwave (3), and oven methods (4). Results showed that DRC derived from microwave method was lower than that of laboratory method. However, there was high positive correlation between DRC determined by laboratory and microwave methods (r = 0.999), and the actual DRC (y) could be predicted from DRC determined by microwave method (x) using an equation showing the relationship between the two methods (y = 1.205x-5.220, R^2 = 0.998). The correlation between DRC and biochemical compositions and plant nutrients in latex showed DRC in immature rubber tree had positively correlated with Pi and negatively correlated with NH_4^+, K and Mg. In the mature rubber tree, DRC have negatively correlated with Pi, R-SH, K and Mg. Therefore, the values of plant nutrients and biochemical compositions in latex could be useful to indicate DRC synthesis activity and could be used as a guideline to

[1/] สำนักพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

[1/] Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900

[2/] ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

[2/] Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus, Songkhla province 90112

[3/] สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90150

[3/] Tepa Research Station. Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus, Songkhla province 90150

adjust type and rate of fertilizers and suitable tapping system for rubber trees.

Key-words: dry rubber content, biochemical composition, plant nutrient, rubber latex

บทคัดย่อ

การซื้อขายน้ำยางจะคำนึงถึงปริมาณเนื้อยางแห้ง และวิธีการหาปริมาณเนื้อยางแห้งมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีอาจส่งผลให้ได้ปริมาณเนื้อยางแห้งที่แตกต่างกัน จึงได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จาก 4 วิธีคือ 1) วิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ 2) วิธีตกตะกอนด้วย trichloroacetic acid 3) วิธีอบโดยเครื่องไมโครเวฟ และ 4) วิธีอบโดยใช้ตู้อบ พบว่าวิธีการหาเนื้อยางแห้งโดยการอบด้วยเครื่องไมโครเวฟให้ค่าเนื้อยางแห้งที่ต่ำกว่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ แต่มีความสัมพันธ์กันสูง ($r = 0.999$) และสามารถสร้างสมการทำนายค่าเนื้อยางแห้งที่แท้จริง (y) จากเนื้อยางแห้งที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ (x) ได้ ($y = 1.205x-5.220$, $R^2 = 0.998$) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อยางแห้งกับปริมาณธาตุอาหาร และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง พบว่าในยางก่อนเปิดกรีด เนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับแอมโมเนียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ในส่วนยางพาราหลังเปิดกรีด เนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ไทออล โพแทสเซียม และแมกนีเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี และปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาง จึงสะท้อนถึงกิจกรรมการสร้างเนื้อยาง และนำไปใช้เป็นหลักในการปรับชนิดและอัตราปุ๋ย และระบบกรีดให้มีความเหมาะสมกับยางพารา

คำหลัก: เนื้อยางแห้ง องค์ประกอบทางชีวเคมี ธาตุอาหารพืช น้ำยางพารา

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย โดยผลผลิตหลักที่สำคัญของยางพาราคือน้ำยาง ซึ่งปริมาณน้ำยางที่ได้รับขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พันธุ์ยาง สภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูก ระบบกรีด การใช้ปุ๋ย ฤดูกาล การใช้สารเร่งน้ำยาง และอายุของยาพารา (นิรนาม, 2553; สายัณห์และคณะ, 2553) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่สำคัญอีกคือ ปัจจัยด้านองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง ซึ่งประกอบด้วย ซูโครส ปริมาณของแข็งทั้งหมด อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไทออล โดยซูโครสซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง หากมีระดับของซูโครสต่ำอาจส่งผลทำให้ผลผลิตยางลดต่ำลงได้ (Dibi *et al.*, 2010) ไทออลเป็นสารที่ทำปฏิกิริยากับสารพิษกลุ่มออกซิเจนที่เป็นพิษ จึงช่วยป้องกันเยื่อหุ้มส่วนต่างๆ ของเซลล์ท่อน้ำยาง ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดการสร้างน้ำยาง (Jacob *et al.*, 2000) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสสะท้อนถึงระดับพลังงานในกระบวน

การเมทาบอลิซึม ซึ่งสำคัญต่อการสร้างเนื้อยางยาง หากมีอินทรีย์ฟอสอรัสมากในน้ำยางก็แสดงถึงการสร้างเนื้อยางได้สูง (พิศมัย, 2543) และของแข็งทั้งหมดในน้ำยางหากมีน้อยเกินไป เมื่อนำน้ำยางไปขายก็จะได้ราคาต่ำ แต่หากมีมากเกินไปก็ ทำให้น้ำยางหนืดและหยุดไหลเร็ว ส่งผลให้ได้ผลผลิตที่ต่ำ (พิศมัย, 2543 ; Jacob *et al.*, 2000) ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเนื้อยางแห้ง โดยที่ประมาณ 90% ของของแข็งทั้งหมดเป็นส่วนของเนื้อยางแห้ง ในปัจจุบันเนื้อยางแห้งเป็นปัจจัยสำคัญในการซื้อขายน้ำยาง โดยวิธีที่ใช้ในการหาเนื้อยางแห้งเพื่อใช้ในการซื้อขายคือ วิธีใช้เมโทรแลค หรือไฮโดรมิเตอร์ (พรพรรณ, 2529) แต่ในปัจจุบันใช้วิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก วิธีเหล่านี้ใช้ในการซื้อขายในพ่อค้ารายย่อย (นุชนาฏ, 2553) แต่หากเป็นการซื้อขายในระดับโรงงานใช้วิธีการวัดโดยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ (พรพรรณ, 2529; Jabatan *et al.*, 1982) ซึ่งจะเป็นการวัดค่าเนื้อยางแห้งที่แท้จริงในน้ำยาง นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธีการวัดโดยใช้การตกตะกอนด้วย trichloroacetic acid (พเยาว์และคณะ, 2546) และการอบด้วยตู้อบ (Sumahin *et al.*, 2009) ซึ่งเป็นวิธีการวัดส่วนของเนื้อยาง และใช้ทั่วไปในงานวิจัย (พเยาว์และคณะ, 2546; Sumahin *et al.*, 2009)

ธาตุอาหารพืชมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตน้ำยางพารา มีการรายงานว่าเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียม ส่งผลให้ปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (นุชนารถและคณะ, 2537) โดยไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบหลายชนิดและคลอโรฟิลล์ ซึ่งจะส่งผลถึงการสังเคราะห์แสง และปริมาณซูโครสที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเพื่อใช้ในสร้างน้ำยาง สำหรับฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของอะดีโนซีนไทรฟอสเฟต (ATP) ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง ส่วนโพแทสเซียมและแมกนีเซียมเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ โดยเฉพาะอะดีโนซีนไทรฟอสฟาเทส (ATPase) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายซูโครสเข้าสู่เซลล์ท่อน้ำยางและการสังเคราะห์ยาง อีกทั้งโพแทสเซียมยังส่งผลถึงการไหลของน้ำยาง เนื่องจากมีบทบาทส่งเสริมการเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ ขณะที่แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ จึงส่งผลถึงการสังเคราะห์แสงด้วย แต่ถ้าหากได้รับธาตุบางชนิดมากเกินไป อาจก่อให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารได้ เช่น หากต้นยางพาราได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มากมีผลให้ลดระดับของแมกนีเซียมในน้ำยาง (Waston, 1989) หรือหากได้รับแมกนีเซียมมากเกินไปก็จะมีปัญหาในเรื่องการตกตะกอนของน้ำยางที่เร็วกว่ากำหนด เนื่องจากแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในน้ำยางเป็นแมกนีเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (นุชนารถ, 2542) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมต่อความต้องการของต้นยางพารา ทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตสมบูรณ์ และมีความพร้อมในการเปิดกรีดได้เร็วขึ้น (สิทธิชัยและคณะ, 2556)

ธาตุอาหารพืชและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง จึงอาจเป็นตัวชี้วัดถึงศักยภาพในการให้ผลผลิต และความสมบูรณ์ของต้นยางที่เกี่ยวข้องกับการจัดการดินและปุ๋ย และสัมพันธ์กับค่าเนื้อยางแห้ง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีต่างๆ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางพารากับปริมาณเนื้อยางแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการหาเนื้อยางแห้ง และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหาร และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางพารา กับปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางพารา ประกอบด้วย 2 การทดลองคือ

1. ศึกษาเปรียบเทียบค่าปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีการต่างๆ โดยสุ่มตัวอย่างน้ำยางจากสถานที่รับซื้อน้ำยางใน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา โดยเก็บน้ำยาง 3 สวน ที่มีค่าเนื้อยางแห้งอยู่ในระดับสูง (40%) ปานกลาง (35%) และต่ำ (30%) วัดเนื้อยางแห้งโดยวิธีต่างๆ การทดลองวางแผนแบบ CRD ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีคือ 1) วิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ (laboratory) (พรพรรณ, 2529) 2) วิธีตกตะกอนด้วย trichloroacetic acid (TCA) (น้ำยาง 2 มล. : 2.5% w/v TCA 18 มล. กรองแยกเนื้อยางไปอบที่ 70 °ซ. เป็นเวลา 1 วัน) (พเยาว์และคณะ, 2546) 3) วิธีอบโดยเครื่องไมโครเวฟ (น้ำยาง 0.85 ก. อบที่ 800 W เป็นเวลา 3 นาที) และ 4) วิธีอบโดยใช้ตู้อบ (oven) (น้ำยาง 2 ก. อบที่ 70 °ซ. เป็นเวลา 1 วัน) แต่ละกรรมวิธีทำ 5 ซ้ำ จากนั้นนำข้อมูลเนื้อยางแห้งที่ได้จากแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation) ระหว่างค่าเนื้อยางแห้งที่ได้จากแต่ละวิธี และสร้างสมการหาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ และวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ

2. ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อยางแห้งกับปริมาณธาตุอาหาร และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง โดยเก็บน้ำยางจากพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในจาก อ.รัตภูมิ นาทวีและคลองหอยโข่ง จ.สงขลา อำเภอละ 30 แปลง โดยเป็นแปลงก่อนเปิดกรีด 46 แปลง (ยางอายุ 3-5 ปี) และแปลงหลังเปิดกรีด 44 แปลง (ยางอายุ 7-9 ปี) จากนั้นทำการสุ่มเลือกต้นที่มีสภาพการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันเพื่อเป็นตัวแทนของแปลงแต่ละแปลงๆ ละ 9 ต้น ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยาง 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เก็บภายในเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (ให้ผลผลิตสูง) และครั้งที่ 2 เก็บภายในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (ให้ผลผลิตต่ำ) เก็บตัวอย่างน้ำยางในยางก่อนเปิดกรีด โดยเจาะเก็บน้ำยางที่ระดับความสูง 150 ซม.จากพื้นดิน และในยางหลังเปิดกรีดทำการเจาะเก็บน้ำยางจากบริเวณกึ่งกลางใต้รอยกรีด 5 ซม. (พเยาว์และคณะ, 2546) เก็บตัวอย่างน้ำยาง 9 ต้นๆ ละ 10 หยด นำน้ำยางมาผสมกันและตกตะกอนด้วย TCA (น้ำยาง 2 มล.

: 18 มล. 2.5% w/v TCA + 0.01% w/v EDTA) กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนที่เป็นก้อนยางมาอบที่ 70 °ซ. เป็นเวลา 1 วันเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง และนำซีรัมน้ำยางไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีและปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาง ได้แก่ ซูโครส (Suc ; Anthrone method) อนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Pi . Vanadomolybdate method) ไทออล (R-SH ; Acid dinitro-dithio-dibenzoic method) (พเยาว์และคณะ, 2546 และ Soumahin *et al.*, 2010) แอมโมเนียม (NH_4^+ ; Salicylate hypochlorite method ดัดแปลงจาก Mulvaney, 1996) และโพแทสเซียม (K^+) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) และแคลเซียม (Ca^{2+}) (Atomic spectrophotometry method, จำเป็น, 2547) จากนั้นนำข้อมูลปริมาณองค์ประกอบทางชีวเคมี และปริมาณธาตุหารในน้ำยางมาหาความสัมพันธ์กับเนื้อยางแห้งในน้ำยาง โดยนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และความสัมพันธ์แบบแพทโคเอฟฟิเซียนต์ (path coefficient analysis) เพื่อศึกษาอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของธาตุอาหารพืช และองค์ประกอบทางชีวเคมีที่ส่งผลต่อปริมาณเนื้อยางแห้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีการต่างๆ

ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จากทั้ง 4 วิธีมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูง (Table 1) วิธีการอบได้ปริมาณเนื้อยางแห้งสูงที่สุด ทั้งสวนที่มีระดับของเนื้อยางแห้งต่ำ ปานกลางและสูง โดยได้ค่า 34.78, 39.67 และ 44.56% ตามลำดับ วิธีการนี้เป็นการหาปริมาณของแข็งทั้งหมด ซึ่งมีเนื้อยางแห้งเป็นองค์ประกอบประมาณ 90% (George and Jacob, 2000) และนอกจากนี้ในน้ำยางยังมีอนุภาคชนิดอื่น เช่น ลูทอยด์และเฟรวิสลิง เป็นต้น (พิศมัย, 2543) ดังนั้นค่าเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีใช้ตู้อบ ทำให้เป็นค่าที่มีของแข็งชนิดอื่นผสมอยู่ด้วย จึงได้ค่าที่สูงกว่าวิธีอื่นๆ รองลงมาคือ วิธีการตกตะกอนด้วย TCA และวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ทั้ง 2 วิธีให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้กรดในการการตกตะกอน และล้างเอาอนุภาคอื่นๆ ที่ไม่ใช่ส่วนของเนื้อยางออกไปก่อนนำไปอบ จึงทำให้ได้เฉพาะส่วนของเนื้อยางแห้งที่แท้จริง โดยในน้ำยางที่มีเนื้อยางระดับต่ำได้ค่าเท่ากับ 31.36 และ 31.37% ระดับปานกลางได้ค่า 36.86 และ 36.93% และระดับสูงได้ค่า 41.69 และ 41.47% ดังนั้นในการวิจัยที่ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางโดยการตกตะกอนด้วย TCA จึงสามารถใช้วิธีนี้ในการหาค่าเนื้อยางแห้งแทนวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ทำให้ใช้น้ำยางที่น้อยกว่า มีขั้นตอนที่สะดวกกว่า และค่าที่ได้ไม่แตกต่างกับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

วิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการซื้อขายน้ำยางในระดับชาวสวนกับพ่อค้าคนกลางอย่างแพร่หลาย (นุชนาฎ, 2553) เนื่องจากวิธีนี้สามารถวัดได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

Table 1. Correlation coefficients (r) of dry rubber content from four methods

Method	Laboratory	TCA	Microwave	Oven
Laboratory	1	0.999**	0.999**	0.995**
TCA		1	0.999**	0.994**
Microwave			1	0.993**
Oven				1

* = statistically significant difference ** = highly statistical significant difference

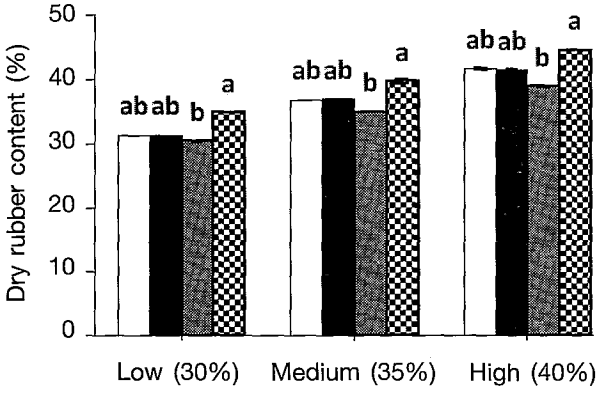

Figure 1. Dry rubber content determined by laboratory (□), TCA (■), microwave (▩) and oven (⊡) methods in latex containing low (cv = 5.42%), medium (cv = 4.73%) and high (cv = 4.98%) rubber ; means in each dry rubber content labelled with a common letter are not significantly different at the 5% by DMRT.

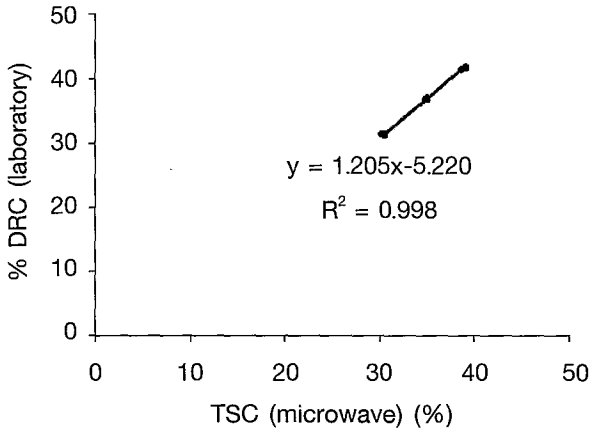

Figure 2. Correlation of dry rubber content determined between laboratory and microwave methods

กว่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ และมักใช้ซื้อขายในระดับโรงงาน (พรพรรณ, 2529) แต่มีข้อเสียตรงที่ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้มีปริมาณที่ต่ำกว่าความเป็นจริง ทั้งที่เป็นการนำน้ำยางทั้งหมดไปวัดเช่นเดียวกับวิธีใช้ตู้อบ อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการหาเนื้อยางแห้งด้วยวิธีนี้ใช้น้ำยางเพียง 0.85-0.87 ก. (ตามที่พ่อค้ากำหนด) แต่เมื่อคำนวณกลับเป็นเนื้อยางแห้งเทียบเป็นน้ำยางสด 1 ก. เพื่อเป็นการหักส่วนของแข็งอื่นที่ไม่ใช่เนื้อยางออก จากการทดลองพบว่า การใช้วิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟได้ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ต่ำที่สุด ทั้งสวนที่มีระดับของเนื้อยางแห้งที่ต่ำ ปานกลางและสูง โดยได้ค่า 30.31 34.95 และ 38.8% ตามลำดับ (Figure 1) ดังนั้นหากใช้วิธีการนี้ในการคำนวณเนื้อยางแห้ง ถ้ายิ่งใช้ปริมาณน้ำยางน้อยเท่าไร เมื่อเทียบกลับเป็นเนื้อยางแห้งส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางลดลงด้วย หากต้องการให้ได้เนื้อยางแห้ง

ใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ต้องใช้น้ำหนักน้ำยางสดเพิ่มขึ้น หรือนำค่าเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ และวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟมาหาความสัมพันธ์กัน เพื่อสร้างสมการทำนาย ก็จะได้ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

เมื่อนำปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ พบว่าให้ปริมาณเนื้อยางแห้งน้อยกว่าประมาณ 5.27 % ในขณะที่มีการรายงานว่า การวัดปริมาณเนื้อยางแห้งด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟ ให้ค่าเนื้อยางแห้งน้อยกว่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ 0.7% (Jabatan *et al.*, 1982) อย่างไรก็ตามค่าเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ มีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการสูง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) 0.999 (Table 1) เมื่อนำปริมาณเนื้อยางแห้งที่ได้จากวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ (x) สร้างสมการหาความสัมพันธ์กับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ (y) ได้สมการทำนายค่าเนื้อยางแห้งคือ $y = 1.205x - 5.220$ และมีค่าสัมประสิทธ์ของการตัดสินใจ (R^2) 0.998 (Figure 2) สมมุติว่าขายน้ำยางสด 1,000 กก. จากแปลงที่มีเนื้อยางแห้งสูง โดยมีเนื้อยางแห้งตามวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ 41.47% และวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ 39% เมื่อพิจารณาจากเนื้อยางแห้งจากทั้ง 2 วิธี ขายน้ำยางได้ (100 บาท/กก.) 41,470 และ 39,000 บาท แต่หากประเมินเนื้อยางแห้งที่แท้จริงโดยใช้สมการดังกล่าวได้ 41.43% และทำให้ขายน้ำยางได้เป็นเงิน 41,430 บาท ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ใกล้เคียง กับที่คำนวณจากปริมาณเนื้อยางแห้งจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อยางแห้งกับปริมาณธาตุอาหาร และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

การนำข้อมูลปริมาณธาตุอาหารพืช และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางในยางพาราก่อนเปิดกรีดหาความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อยางแห้ง ทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และความสัมพันธ์แบบแพทโคเอฟฟิเชียนต์ พบว่าในเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ปริมาณเนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัส โดยมีค่า r เท่ากับ 0.459 แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับแอมโมเนียมและแมกนีเซียม โดยมีค่า r เท่ากับ -0.303 และ -0.304 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์แบบแพทโคเอฟฟิเชียนต์ พบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัส แอมโมเนียมและแมกนีเซียม มีอิทธิพลทางตรงต่อเนื้อยางแห้งเท่ากับ 0.414, -0.140 และ -0.353 ตามลำดับ (Table 2)

ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (ต้นยางพาราผ่านการผลัดใบประมาณ 2 เดือน) ปริมาณเนื้อยางแห้งมีมีความสัมพันธ์เชิงลบกับโพแทสเซียมและแมกนีเซียม โดยมีค่า r เท่ากับ -0.366 และ -0.511 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ แบบแพทโคเอฟฟิเชียนต์ พบว่าโพแทสเซียมและแมกนีเซียม มีอิทธิพลทางตรงต่อเนื้อยางแห้ง

Table 2. Direct and indirect effects of biochemical compositions and plant nutrients on dry rubber content of immature rubber tree in September, 2011

Parameter	Correlation coefcient	Direct effect	Indirect effect						
			Sucrose	Pi	R-SH	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Sucrose	-0.097	-0.047	-	-0.065	-0.139	-0.016	0.027	0.036	0.107
Pi	0.459**	0.414	0.007	-	0.003	-0.005	0.035	0.050	-0.045
R-SH	-0.179	-0.309	-0.021	-0.004	-	-0.029	0.043	0.116	0.025
NH_4^+	-0.303*	-0.140	-0.005	0.016	-0.063	-	0.024	0.014	-0.149
K^+	0.159	0.087	-0.015	0.165	-0.154	-0.039	-	0.186	-0.072
Ca^{2+}	0.286	0.295	-0.006	0.071	-0.121	-0.007	0.055	-	-0.001
Mg^{2+}	-0.304*	-0.353	0.014	0.053	0.022	-0.059	0.018	0.001	-

* = statistically significant difference ** = highly statistical significant difference

Table 3. Direct and indirect effects of biochemical compositions and plant nutrients on dry rubber content of immature rubber tree in May, 2012

Parameter	Correlation coefcient	Direct effect	Indirect effect						
			Sucrose	Pi	R-SH	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Sucrose	0.050	-0.118	-	0.030	-0.050	0.105	-0.038	-0.056	0.177
Pi	0.126	0.129	-0.027	-	0.004	0.154	-0.084	-0.018	-0.032
R-SH	-0.033	-0.130	-0.045	-0.004	-	0.083	-0.004	-0.027	0.094
NH_4^+	-0.157	-0.387	0.032	-0.051	0.028	-	0.142	0.030	0.050
K^+	-0.366*	-0.289	-0.016	0.037	-0.002	0.190	-	0.005	-0.292
Ca^{2+}	0.053	0.175	0.038	-0.013	0.020	-0.066	-0.008	-	-0.093
Mg^{2+}	-0.511**	-0.488	0.043	0.008	0.025	0.040	-0.173	0.034	-

* = statistically significant difference ** = highly statistical significant difference

-0.298 และ -0.488 (Table 3)

ในยางพาราหลังเปิดกรีด พบว่าในเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (มีการกรีดถี่) ปริมาณเนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสและไทออล โดยมีค่า r เท่ากับ -0.526 และ -0.45 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์แบบแพทโคเอฟฟิเซียนต์ พบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและไทออล มีอิทธิพลทางตรงต่อเนื้อยางแห้ง -0.505 และ -0.395 (Table 4)

ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (เริ่มเปิดกรีด) ปริมาณเนื้อยางแห้งมีมีความสัมพันธ์เชิงลบกับโพแทสเซียม และแคลเซียม ซึ่งมีค่า r

Table 4. Direct and indirect effects of biochemical compositions and plant nutrients on dry rubber content of mature rubber tree in September, 2011

Parameter	Correlation coefficient	Direct effect	Indirect effect						
			Sucrose	Pi	R-SH	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Sucrose	-0.081	0.080	-	-0.082	-0.177	-0.005	0.082	0.020	0.000
Pi	-0.526**	-0.505	0.013	-	-0.190	0.005	0.140	0.017	-0.005
R-SH	-0.450**	-0.395	0.036	-0.243	-	0.006	0.120	0.023	0.003
NH_4^+	-0.073	0.031	-0.012	-0.076	-0.083	-	0.054	0.008	0.006
K^+	-0.206	0.244	0.027	-0.290	-0.194	0.007	-	0.019	-0.018
Ca^{2+}	-0.152	0.055	0.029	-0.157	-0.163	0.004	0.083	-	-0.002
Mg^{2+}	0.042	0.078	0.000	0.034	-0.015	0.002	-0.057	-0.002	-

* = statistically significant difference ** = highly statistical significant difference

เท่ากับ -0.538 และ -0.319 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ แบบแพทโคเอฟฟิเซียนต์ พบว่าโพแทสเซียมและแคลเซียมมีอิทธิพลทางตรงต่อเนื้อยางแห้ง -0.493 และ -0.157 (Table 5)

ในการหาความสัมพันธ์แสดงว่าทั้งการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และความสัมพันธ์แบบแพทโคเอฟฟิเซียนต์มีความสัมพันธ์สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน และปัจจัยที่มี

Table 5. Direct and indirect effects of biochemical compositions and plant nutrients on dry rubber content of mature rubber tree in May, 2012

Parameter	Correlation coefficient	Direct effect	Indirect effect						
			Sucrose	Pi	R-SH	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Sucrose	-0.240	-0.106	-	-0.006	0.000	0.001	-0.116	-0.043	0.030
Pi	-0.055	0.089	0.007	-	-0.001	0.001	-0.152	0.006	-0.005
R-SH	-0.009	-0.016	0.000	0.004	-	0.001	-0.001	-0.015	0.018
NH_4^+	0.232	-0.006	0.010	-0.010	0.002	-	0.273	-0.021	-0.016
K^+	-0.538**	-0.493	-0.025	0.028	0.000	0.003	-	-0.036	-0.014
Ca^{2+}	-0.319*	-0.157	-0.029	-0.004	-0.002	-0.001	-0.114	-	-0.013
Mg^{2+}	-0.150	-0.095	0.034	0.005	0.003	-0.001	-0.073	-0.022	-

* = statistically significant difference ** = highly statistical significant difference

ความสัมพันธ์กับเนื้อยางแห้งนั้น เป็นผลมาจากอิทธิพลทางตรงของปัจจัยนั้นๆ เป็นหลัก (Tables 2, 3, 4 และ 5) โดยจากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางกับปริมาณเนื้อยางแห้ง พบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเนื้อยางแห้งในยางพาราก่อนเปิดกรีด (Table 2) และมีความสัมพันธ์เชิงลบในยางพาราหลังเปิดกรีด (Table 4) โดยปกติแล้วอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางแสดงการใช้พลังงาน ATP ของกระบวนการเมทาบอลิซึมในกระบวนการสร้างเนื้อยาง (พิศมัย, 2551; Nair, 2000) และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ปรากฏในน้ำยางอาจเกิดมาจากกระบวนเมทาบอลิซึมอื่น นอกเหนือจากการสร้างน้ำยางได้ โดยเฉพาะในยางก่อนเปิดกรีดมีการใช้ ATP ในการสร้างส่วนของเนื้อยาง และการเจริญเติบโตของส่วนใบ กิ่งก้านและลำต้น ส่งผลให้ปลดปล่ออนินทรีย์ฟอสฟอรัสออกมาในน้ำยางมาก และในยางก่อนเปิดกรีดยังไม่มีการสูญเสียน้ำยางออกไปจากต้นยาง เนื้อยางและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจึงมีการสะสมไว้ในต้นยางพารา แต่หากมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสน้อยก็สามารถจำกัดการสร้างน้ำยางได้ จึงส่งผลให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอนินทรีย์ฟอสฟอรัสกับเนื้อยางแห้ง (Table 2) แต่ในยางหลังเปิดกรีด นอกจากจะใช้ ATP ในการสร้างส่วนของเนื้อยางและการเจริญเติบโตแล้ว ยังใช้ ATP ในการสร้างเนื้อยางทดแทนส่วนที่สูญเสียไปกับน้ำยาง และสร้างส่วนของเปลือกใหม่เหนือรอยกรีด จึงทำให้มีการใช้ ATP สูงขึ้นมาก ส่งผลให้มีการสะสมอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมากขึ้น แต่ในยางหลังเปิดกรีดจะมีการสูญเสียเนื้อยาง และยังมีการกรีดถี่ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งลดต่ำลงด้วย (พเยาว์และคณะ 2546) จึงอาจส่งผลให้อนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับเนื้อยางแห้งอย่างชัดเจนโดยเฉพาะในเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ซึ่งมีการกรีดถี่ (Table 4) แต่ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 เป็นช่วงที่มีการพักการกรีดมานาน และต้นยางพารามีการเนื้อยางสะสม จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจน (Table 5) ซึ่งสอดคล้องกับที่มีการรายงานว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางหลังเปิดกรีดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัส โดยมีค่า r เท่ากับ -0.668 (Le *et al.*, 2010) -0.22 (Badre *et al.*, 2003) และ -0.788 (Vinod *et al.*, 2000) อย่างไรก็ตามอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิตน้ำยางพารา (นภาวรรณและคณะ, 2544 ; Jacob *et al.*, 2000 ; Vinod *et al.*, 2000)

ไทออลมีความสัมพันธ์เชิงลบกับเนื้อยางแห้งในยางพาราหลังเปิดกรีด และเป็นผลโดยตรงด้วย (Table 4) ไทออลมีหน้าที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่เป็นพิษ (toxic oxygen) ในเซลล์ท่อน้ำยาง ช่วยป้องกันไม่ให้ลูทอยด์แตกตัวและปล่อยแคตไอออน (K, Ca และ Mg) มาจับกับอนุภาคยางซึ่งมีประจุลบ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อยางเกิดการตกตะกอนและการอุดตันของท่อน้ำยาง (พิศมัย, 2551) โดยที่พบความสัมพันธ์ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (Table 4) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการกรีดยางถี่ โดยการกรีดถี่

เป็นการกระตุ้นการสร้างเนื้อยาง ส่งผลให้ต้นยางมีการสร้างไทออลออกมาเพิ่มมากขึ้น (พเยาว์และคณะ 2546; Silpi *et al.*, 2006) ประกอบกับในเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิที่ต่ำ จึงเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลให้ต้นยางมีการสร้างไทออลออกมาสูง (นภาวรรณและคณะ 2544; Badre *et al.*, 2003) ในขณะเดียวกันการกรีดถี่ก็ส่งผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลงด้วย (พเยาว์และคณะ 2546) จึงทำให้พบความสัมพันธ์เชิงลบกับเนื้อยางแห้ง แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างไทออลกับเนื้อยางแห้ง ซึ่งมีค่าสูงในยางพาราก่อนเปิดกรีด (Tables 2, 3) และในยางพาราหลังเปิดกรีด ซึ่งเพิ่งผ่านการหยุดกรีด (Table 5) ทั้งนี้อาจเกิดจากต้นยางไม่ได้รับอิทธิพลจากการกรีด ทำให้มีการสร้างไทออลออกมาได้น้อย จึงไม่พบความสัมพันธ์อย่างเด่นชัด ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับที่มีการรายงานว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางมีความสัมพันธ์เชิงลบกับไทออล โดยมีค่า r เท่ากับ -0.787 (Le *et al.*, 2010) และ -0.647 (Badre *et al.*, 2003) นอกจากนี้มีรายงานว่า ปริมาณไทออลที่สูงทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง (พิศมัย, 2551)

ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืชในน้ำยาง กับปริมาณเนื้อยางแห้งเป็นประเด็นที่มีการศึกษากันน้อย เนื่องจากแต่ละธาตุมีการทำหน้าที่ร่วมกันและมีผลต่อกัน ทำให้การศึกษาอิทธิพลโดยตรงของแต่ละธาตุนั้นทำได้ยาก จากการหาความสัมพันธ์ในครั้งนี้ พบว่าธาตุอาหารในน้ำยางพาราส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับเนื้อยางแห้งในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (Tables 3, 5) โดยในยางพาราก่อนเปิดกรีดเนื้อยางแห้งจะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับโพแทสเซียมและแมกนีเซียม และมีแนวโน้มสัมพันธ์เชิงลบกับแอมโมเนียม

ในยางหลังเปิดกรีดเนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับโพแทสเซียมและแคลเซียม ช่วงเวลาที่พบความสัมพันธ์เป็นช่วงที่ต้นยางพาราเพิ่งผ่านการหยุดกรีด ประกอบกับเป็นช่วงที่ต้นยางกำลังมีการสร้างใบใหม่ โดยในกระบวนการสร้างน้ำยางพารา โพแทสเซียมเป็นตัวกระตุ้นเอมไซม์หลายชนิด เช่น ไพรูเวตไคเนส (pyruvate kinase) ในการเปลี่ยนฟอสโฟอีนอลไพรูเวต (phosphoenol pyruvate) เป็นไพรูเวต (pyruvate) และเปลี่ยนต่อไปเป็น acetyl-CoA เพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยางพารา (Jacob *et al.*, 2000) และโพแทสเซียมยังกระตุ้น ATPase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายซูโครสเข้าสู่เซลล์ท่อน้ำยาง และการสังเคราะห์ยาง นอกจากนั้นโพแทสเซียมยังช่วยในการลดศักย์ออสโมซิสภายในเซลล์ ทำให้การเคลื่อนย้ายผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ดี (ยงยุทธ, 2552) และแอมโมเนียมซึ่งเป็นไนโตรเจนรูปหนึ่ง โดยแอมโมเนียมที่พืชดูดมานั้นจะถูกเซลล์พืชนำไปใช้ประโยชน์ทันที โดยนำไปสังเคราะเป็นกรดอะมิโน เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นพิษต่อเซลล์พืช เนื่องจากถ้ามีอยู่ในไซโตพลาสซึมเพียงความเข้มข้นต่ำก็อาจเป็นพิษได้ (ยงยุทธ, 2552) จึงอาจเป็นไปได้ว่าในช่วงเวลาดังกล่าวธาตุอาหารหลักเหล่านี้อาจถูกดึงไปใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตในส่วนกิ่งก้าน ใบและ

ลำต้น จึงทำให้พบธาตุอาหารในส่วนของน้ำยางต่ำ ในขณะที่ในระยะนี้เนื้อยางแห้งพบอยู่ในระดับสูง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากในระยะนี้ต้นยางพาราสร้างมีการสร้างเนื้อยางสะสมไว้ในระหว่างที่มีการหยุดกรีด และในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด เนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับแอมโมเนียมและแมกนีเซียม อาจเกิดจากสาเหตุเดียวกันกับที่กล่าวไว้ในข้างต้น เนื่องจากต้นยางพารายังมีการเจริญเติบโตที่ไม่เต็มที่ ธาตุอาหารดังกล่าวจึงถูกดึงไปใช้ในการสร้างลำต้น กิ่ง ก้านและใบ จึงทำให้พบธาตุอาหารในน้ำยางน้อย และเนื่องจากยังไม่มีการเปิดกรีด จึงทำให้มีการสร้างเนื้อยางสะสมไว้ได้สูง และนอกจากนี้ในส่วนของแมกนีเซียมที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับเนื้อยางแห้งในยางก่อนเปิดกรีด (Tables 2, 3) และมีแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงลบในยางหลังเปิดกรีด (Table 4) และแคลเซียมที่มีความสัมพันธ์เชิงลบในยางหลังเปิดกรีด (Table 5) อาจเป็นผลมาจากแมกนีเซียมเป็นตัวยับยั้งเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) ซึ่งเปลี่ยนซูโครสเป็นกลูโคสและฟรุกโทสเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาง (Jacob *et al.*, 2000) หากมีแมกนีเซียมในน้ำยางมาก ทำให้มีการเปลี่ยนซูโครสเป็นกลูโคสและฟรุกโทสได้น้อย จึงสร้างเนื้อยางได้น้อย สำหรับแคลเซียมเป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์เมวาโลเนตไคเนส (mevalonate kinase) ในกระบวนการสังเคราะห์ยาง (Kekwick, 1989) แต่หากมีในน้ำยางมากก็ส่งผลต่อการจับตัวของอนุภาคยาง (d'Auzac and Jacob, 1989) และมีรายงานว่า แคลเซียมมีความสัมพันธ์เชิงลบกับผลผลิตยาง (Thomas *et al.*, 2009)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืช และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางกับเนื้อยางแห้ง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่แสดงความสำคัญของธาตุอาหารพืช และองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางที่ส่งผลต่อการสร้างเนื้อยาง ซึ่งสะท้อนถึงกิจกรรมในการสร้างน้ำยาง และการเจริญเติบโตของต้นยางพาราในช่วงเวลาต่างๆ และอาจนำมาประยุกต์เพื่อใช้ในการจัดการปุ๋ย และการเลือกใช้ระบบกรีดที่เหมาะสมกับต้นยางพาราเพื่อให้ได้ระดับผลผลิตที่สูง โดยในยางก่อนเปิดกรีดและในช่วงพักการกรีดของยางหลังเปิดกรีด เนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณธาตุอาหารพืช แสดงว่าต้นยางพารามีการนำธาตุอาหารพืชไปใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตของลำต้น อาจต้องมีการเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการต้นยางพารา และในยางหลังเปิดกรีดในช่วงที่มีการกรีดถี่ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสและไทออล มีความสัมพันธ์เชิงลบกับเนื้อยางแห้ง ซึ่งอาจแสดงว่าต้นยางพาราได้รับความเครียดจากการกรีดมากเกินไป จึงควรที่ต้องมีการปรับระบบกรีดให้เหมาะสมขึ้น นอกจากนี้อนินทรีย์ฟอสฟอรัสยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเนื้อยางแห้งในยางก่อนเปิดกรีด ดังนั้นค่าวิเคราะห์อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในซีรัมน้ำยาง จึงอาจนำมาใช้เป็นตัวชี้วัด สถานะของอนินทรีย์ฟอสอฟอรัสในต้นยางพารา เพื่อใช้ในการปรับอัตราการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต สำหรับรักษาระดับของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสให้เหมาะสมต่อการสร้างน้ำยาง

สรุปผลการทดลอง

การหาปริมาณเนื้อยางแห้งด้วยวิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟแม้ให้ค่าเนื้อยางแห้งที่น้อยกว่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นค่าเนื้อยางแห้งที่แท้จริงประมาณ 5.27% แต่ทั้ง 2 วิธีมีความสัมพันธ์กันสูง วิธีอบด้วยเครื่องไมโครเวฟเหมาะสำหรับการซื้อขายน้ำยางในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีการหาปริมาณเนื้อยางแห้ง (x) ที่สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ และสามารถคำนวณเนื้อยางแห้งที่แท้จริง (y) ได้จาก $y = 1.205x - 5.220$ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.998 ในด้านความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อยางแห้งกับองค์ประกอบทางชีวเคมีและธาตุอาหารพืชในน้ำยาง พบว่าในยางก่อนเปิดกรีดและช่วงที่พักกรีด ยางพารานำธาตุอาหารพืชไปพัฒนาการเจริญเติบโต และช่วงที่มีการกรีดถี่การกรีดกระตุ้นให้มีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและไทออลเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณเนื้อยางลดต่ำลง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี และปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาง จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำไปใช้เป็นหลัก ในการประเมินปรับอัตราการใช้ปุ๋ยและปรับระบบกรีดที่จะใช้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับยางพารา

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณจรวย เพ็ชรหนองชุม และคณะเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์สถานที่สำหรับทดลองและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. *คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.* ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 168 หน้า.

นภาวรรณ เลขะวิพัฒน์ รัชนี รัตนวงศ์ และอนุสรณ์ แรมลี. 2544. การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศในเขตภูมิอากาศที่ 1. หน้า 135-154. *ใน: รายงานผลการวิจัยยางพาราปี 2544.* สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นิรนาม, 2553. *ข้อมูลวิชาการยางพาราปี 2553.* สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 128 หน้า.

นุชนาฏ สุชาติพงศ์. 2553. *การศึกษาเพื่อพัฒนาอุปกรณ์วัดปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 130 หน้า.

นุชนารถ กังพิศดาร ลิขิต นวลศรี ยุบล ลิมจิตติ ชำนาญ บุญเลิศ วีรพงศ์ ตันอภิรมย์ และไววิทย์ บูรณธรรม. 2537. การตอบสนองของยางหลังเปิดกรีดต่อปุ๋ย N P K และ Mg ในดินชุดคอหงส์. หน้า 1-28. *ใน: รายงานผลการวิจัยยางพารา 2537.* สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2542. *การประเมินระดับธาตุอาหารพืชเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพารา.* สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการ

เกษตร. 116 หน้า.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์ รัชนี รัตนวงศ์ นภาวรรณ เลขะวิพัฒน์ กรรณิการ์ ธีรวัฒนสุข บุตรี พุทธรักษ์ และสมบัติ พิงกุศล. 2546. การใช้เทคนิคทางชีวเคมีระบุคุณสมบัติพันธุ์ยาง. *ใน: รายงานผลการวิจัยยางพาราปี 2546.* สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พรพรรณ นิธิอุทัย. 2529. ความสัมพันธ์ระหว่างสองวิธีการในการหาเนื้อยางในน้ำยาง. *ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 1 : 1-13.

พิศมัย จันทุมา. 2543. การวิเคราะห์น้ำยางโดยวิธีชีวเคมี. หน้า 94-106. *ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพารา 2543.* ณ โรงแรม เจ บี สงขลา.

พิศมัย จันทุมา. 2551. การกรีดยางและสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง. หน้า 173-210. *ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตร หลักสูตรวิชาการยาง.* ณ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. *ธาตุอาหารพืช.* ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 529 หน้า.

สายัณห์ สดุดี อิบรอเฮม ยีดำ และระวี เจียรวิภา. 2553. *โครงการปรับปรุงระบบกรีดเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางของยางพารา.* รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 191 หน้า.

สิทธิชัย บุญมณี, จำเป็น อ่อนทอง และขวัญตา ขาวมี. 2556. เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด. *ว.เกษตรพระจอมเกล้า* 31 : 53-62.

Badre, A., D. Gitali, R. Shammi, R. Santanu, T.K. Pal and S.K. Dey, 2003. Studies on yield and biochemical sub-components of latex of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) with a special reference to the impact of low temperature in a non-optimal environment. *J. of Rubb. Res.* 6 : 241-257.

d'Auzac, J. and J.L.Jacob, 1989. The composition of latex from *Hevea brasiliensis* as a laticiferous cytoplasm. Pages 57-96. *In: Physiology of Rubber Tree Latex.* d'Auzac, J., J.L. Jacob and H. Chrestin (eds.), CRC Press, Boca Raton.

Dibi, K., C. Boko, S. Obouayeba, M. Gnagne, G. B. Dea, M.P. Carron and A. P. Anno, 2010. Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis. Agric. and Biol. J. of North Am.* 1 : 1291-1298.

George, P.J. and C.K. Jacob, 2000.

Natural Rubber. Rubber Board P.O., Kottayam. 648 p.

Jabatan, F., S. Fakulti and A.S.Pengajian, 1982. Determination of dry rubber content of *Hevea* latex by microwave technique. *Pertanika* 5 : 192-195.

Jacob, J.L., J.d'Auzac and H.Chrestin, 2000. *Physiology of Rubber Tree Latex*. CRC Press, Florida. 470 p.

Kekwick, R.G.O. 1989. The formation of polyisoprenoids in *Hevea* latex. Pages 145-164. *In: Physiology of Rubber Tree Latex*. d'Auzac, J., J.L. Jacob, and H.Chrestin (eds.), CRC Press, Boca Raton.

Le, M.T., T.T. Kim and D.V. Le, 2010. *Correlation among Juvenile and Mature Performances and Selection of Elite Rubber Clones in the Small Scale Clonal Trial*. http://www.irrdb.com/IRRDB/irc2010/SEC2/Correlation/20among/20TuyJuvenile/20and/20Mature/Performances.pdf. 20 July,2554.

Mulvany,N.L. 1996. Nitrogen-inorganic Froms. Pages 1123-1183. *In: Method of Soil Analysis*. Sparks, D.L. (ed.), Soil Sci. Soc. of Am. and Am. Soc. of Agron. Madison.

Nair, N.U. 2000. Biochemistry and physiology of latex production. Pages 249-260. *In: Natural Rubber*, George, P.J. and C.K.Jacob (eds.), Rubber Board P.O., Kottayam.

Silpi, U., P.Chantuma, P., Kasamesap, P.Thaler, S. Thanisawanyangkura, A. Lacointe, T. Ameglio and E. Gohet, 2006. Sucrose and metabolism distribution patterns in the latices of three *Hevea brasiliensis* clones : effects of tapping and stimulation on the tree trunk. *J. Rubb. Res.* 9:115-131.

Soumahin. E.F., S.Obouayeba and P.A. Anno. 2009. Low tapping frequency with hormonal stimulation on *Hevea brasiliensis* clone PB 217 reduces tapping manpower requirement. *J. of Animal & Plant Sci.* 2 : 109-117.

Thomas, M., G. Jayasree, P. Prasanakumari, A. Joshua, R. Krishnakumar and J. Jacob, 2009. Biochemical and ionic composition of latex influencing yield attributes and productivity in *Hevea brasiliensis*. *J. Rubb. Res.* 22:140-145.

Vinod, K.K., J. Pothen, D. Chaudhuri, P.M. Priyadarshan, T. Eappen, M.

Varghese, D. Mandal, A.C. Sharma, T.K. Pal, A.S. Devakumar and A.S. Krishnakumar. 2000. Variation and trend of yield and related traits of *Hevea brasiliensis* MUELL. ARG. In Tripura. *Indian J. of Natural Rubb. Res.* 13 : 69-78.

Waston, G.A. 1989. Nutrition. Pages 291-348. *In: Rubber.* Webster, C.C. and R.J. Baulkwill (eds.), John Wiley & Sons, New York.