เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด

Comparison of Fertilizer Application Based on Soil Testing and 20-8-20 Mixed Fertilizer in Immature Rubber Trees

สิทธิชัย บุญมณี

Sitthichai Boonmanee

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Soil Resources Management
Prince of Songkla University
2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด

ผู้เขียน นายสิทธิชัย บุญมณี

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรดิน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……...

(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……...

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์)

คณะกรรมการสอบ

……ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา เพ็งหนู)

…….....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์)

……..……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

……...…กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจาการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายสิทธิชัย บุญมณี)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสิทธิชัย บุญมณี)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด

ผู้เขียน นายสิทธิชัย บุญมณี

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรดิน

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

ปุ๋ย เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของยางพาราก่อนเปิดกรีด หากได้รับปุ๋ยไม่เหมาะสมทำให้เปิดกรีดได้ช้า ปัจจุบัน สถาบันวิจัยยางได้ส่งเสริมให้เกษตรกรชาวสวนยางใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้ปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีดที่ปลูกในภาคใต้โดยไม่ได้คำนึงถึงระดับธาตุอาหารในดิน ดังนั้น จึงเปรียบเทียบธาตุอาหารในดิน ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ และคาร์โบไฮเดรตในใบ ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในเซรัมน้ำยาง และการเจริญเติบโตของต้นยางพารา เมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยสูตร 20-8-20 โดยเลือกสวนยางพาราก่อนเปิดกรีด (พันธุ์ RRIM 600) จำนวน 4 สวน ที่เป็นดินร่วนมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ชุดดินคลองท่อม ชุดดินรือเสาะ และชุดดินท่าแซะ) ในแต่ละสวนวางแผนการทดลองแบบ one-tree plot design มี 2 ทรีตเมนต์ คือ ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 บันทึกข้อมูลเส้นรอบวงและประเมินน้ำหนักไม้ยาง วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและใบทั้งก่อนและหลังการทดลอง เก็บตัวอย่างน้ำยางแต่ละแปลงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง นอกจากนั้น วัดความหนาเปลือก และเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์คลอโรฟิลล์และคาร์โบไฮเดรตเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า ค่าทดสอบธาตุอาหารหลักในดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินต้องใช้ไนโตรเจนทั้งหมด (N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ต่อต้นสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เท่ากับ 2.0, 1.6 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ธาตุอาหารในดินส่วนใหญ่สูงกว่าก่อนทดลองเล็กน้อย แต่ยังต่ำกว่าระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของยางพารา และธาตุอาหารในดินจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 สอดคล้องกับธาตุอาหารในใบ พบว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

ปริมาณของคลอโรฟิลล์และคาร์โบไฮเดรตในใบ สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 นอกจากนี้ ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง ได้แก่ แอมโมเนียม โพแทสเซียม ปริมาณของแข็งทั้งหมด ไธออล และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ดังนั้น ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง และธาตุอาหารในใบสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการตอบสนองต่อปุ๋ย ซึ่งสะท้อนถึงสถานะธาตุอาหารและความสมบูรณ์ของต้นยางพาราก่อนเปิดกรีดได้

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้เส้นรอบวงที่ความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดินและเหนือรอยเท้าช้าง 20 เซนติเมตร น้ำหนักไม้ยางพารา และความหนาเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 โดยที่การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้มีค่าปุ๋ยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ประมาณ 874-1,196 บาทต่อไร่ แต่สามารถทำให้ยางพาราโตเร็วและเปิดกรีดได้เร็วกว่าประมาณ 3-5 เดือน และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้มีรายได้หลังหักค่าปุ๋ย 1,309-3.629 บาทต่อไร่ ในขณะที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ต้นยางยังไม่สามารถเปิดกรีดได้ ดังนั้น จึงควรใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินในการปลูกยางพารา

Thesis Title Comparison of Fertilizer Application Based on Soil Testing and 20-8-20 Mixed Fertilizer in Immature Rubber Trees

Author Mr. Sitthichai Boonmanee

Major Program Soil Resources Management

Academic Year 2012

ABSTRACT

The use of fertilizers is an important factor for ensuring the growth of immature rubber trees. If unsuitable fertilizers are applied, the starting of tapping time is delayed. Presently, the Rubber Research Institute of Thailand (RRIT) has encouraged rubber planters to use fertilizer based on soil testing. However, most of them have been using 20-8-20 mixed fertilizer for immature rubber trees planted in the South of Thailand, regardless of the soil nutrient level. Therefore, this study was conducted to compare the results on the nutrients, chlorophyll and carbohydrate in leaves, the biochemical compositions and latex nutrients, and growth of rubber trees which were fertilized with soil test and those which were fertilized with 20-8-20 fertilizers recommended by RRIT. Four immature rubber plantations (clone RRIM 600), from loamy soils with low fertility (Klong Thom, Ruso and Tha Sae soil series) were selected as fertilizer trial plots. The experiment was designed as one-tree plot design with 2 treatments: treatment with fertilizer based on soil testing and treatment with 20-8-20 fertilizer. Records were taken of trunk girth and fresh biomass of rubber tree. Soil and leaf nutrients at the beginning and at the end of experiment were analyzed. Rubber latex was collected at the end of experiment, and their nutrients and biochemical compositions were analyzed. Moreover, bark thickness of rubber trees was measured and leaves were collected for analysis of chlorophyll and carbohydrate.

Results showed that the majority of primary nutrients derived by soil testing was low and the amounts of total N, available P_2O_5 and water soluble K_2O derived from fertilizer based on soil testing were 2.0, 1.6 and 1.5 times greater than those of 20-8-20 fertilizer, respectively. At the end of the experiment, it was found that most of the soil nutrients were slightly higher than those of the initial experiments but it was still lower than what is considered a sufficient level. Soil nutrients in the plot fertilized according to soil test were higher than the

one fertilized according to 20-8-20 fertilizer and conformed to leaf nutrient. It was found that concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, chlorophyll and carbohydrate in leaves of rubber trees in the plot fertilized according to soil test were higher than the one fertilized according to 20-8-20 fertilizer. Furthermore, the nutrients and biochemical compositions in latex serum i.e., ammonium, potassium, total solid content, thiol and inorganic phosphorus in the fertilized plot according to soil test were higher than that given 20-8-20 fertilizer. Therefore, the values of nutrients and biochemical compositions in latex, and nutrient in leaves could be useful to indicate responses to fertilizer which reflect the nutrient status and vigor of immature rubber trees.

Fertilizer application based on soil testing gave the trunk girths at 150-cm-heigth above the ground and 20-cm-heigth above bud union, the fresh biomass of rubber trees, and bark thickness higher than those of 20-8-20 fertilizer. Fertilizer application based on soil testing resulted in the cost of 874-1,196 baht higher than that of the 20-8-20 fertilizer. However, rubber trees show better growth performance and the starting of tapping time is about 3-5 months earlier. And fertilizer application according to the soil testing give an income of 1,309 – 3,629 baht per rai while the rubber trees in the 20-8-20 fertilizer plot could not be started getting tapped. Therefore, fertilizer application based on soil testing should be recommended to rubber planters.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้น ด้วยการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ให้กำลังใจ และข้อคิดในด้านต่างๆ ตลอดจนช่วยตรวจสอบ และแก้ไข จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงได้ดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา เพ็งหนู ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องในด้านการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณกำจัด ศรีเมือง คุณประกอบ ศรีงาม คุณประเสริฐ ช่างคิด และคุณกันยา เดชมาก ที่ได้เอื้อเฟื้อสวนยางพาราสำหรับทำการศึกษา ขอขอบคุณ คุณณรงค์ ณรงค์กูล ที่ได้เอื้อเฟื้อชุดทดสอบตรวจสอบค่า เอ็น พี เค ในดิน สำหรับทำการศึกษาครั้งนี้ และได้รับความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และวิชาการด้านต่างๆ ให้ ขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือ และขอขอบคุณน้องๆ เพื่อนๆ พี่ๆ ภาควิชาธรณีศาสตร์ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุทัศน์ บุญมณี และคุณแม่สุรัชธิยา บุญมณี ผู้ให้ชีวิต และสนับสนุนให้มีโอกาสทางการศึกษา ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจจนเป็นแรงผลักดันให้มีความอดทน และความมุมานะจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สิทธิชัย บุญมณี

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการรูป	(13)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	30
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	31
วัสดุและสารเคมี	31
อุปกรณ์	32
วิธีการทดลอง	33
3. ผลการทดลอง	46
ข้อมูลทั่วไป	46
สมบัติบางประการของดินและปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับ	47
ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ และคาร์โบไฮเดรตในใบ	50
ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง	55
การเจริญเติบโตของต้นยางพารา	58
4. วิจารณ์ผลการทดลอง	63
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	71
เอกสารอ้างอิง	74
ประวัติผู้เขียน	83

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกยางพาราในภาคใต้ตามการจำแนกชั้นความเหมาะสมต่อการปลูก	5
1.2	ชุดดินร่วนเหนียวและร่วนทรายในการปลูกยางพาราในภาคใต้ตามการจำแนกเนื้อดิน	6
1.3	ปริมาณและจำนวนวันฝนตกโดยเฉลี่ยของแหล่งปลูกยางเดิมในประเทศระหว่าง พ.ศ. 2539-2548	8
1.4	ปริมาณธาตุอาหารในดินปลูกยางที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร	10
1.5	อัตราปุ๋ย และอายุยาง สำหรับยางที่ปลูกในเขตปลูกยางเดิม ใช้ปุ๋ยเม็ดสูตรสำเร็จ (20-8-20)	23
1.6	ระดับของธาตุอาหารในดินปลูกยาง	28
1.7	เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการกับชุดทดสอบดิน	29
2.1	การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับยางพาราอายุ 24 เดือน 30 เดือน 36 เดือน และ 42 เดือน	36
2.2	การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับยางพาราอายุ 48 เดือน 54 เดือน 60 เดือน 66 เดือน และ 72 เดือน	37
3.1	ข้อมูลแปลงทดลองปุ๋ยยางพาราก่อนเปิดกรีด (พันธุ์ RRIM 600) ของเกษตรกร ใน อ.คลองท่อม จ.กระบี่	46
3.2	ค่าทดสอบดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตรด้วยชุดทดสอบ NPK ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	47
3.3	ธาตุอาหารที่ได้รับต่อต้น และค่าปุ๋ยต่อไร่ ตลอดการทดลอง (พ.ย. 2552– พ.ย. 2554)	48
3.4	สมบัติทางกายภาพ และเคมีบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร จากแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (A) และใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ (B)	49
3.5	ค่าวิเคราะห์ใบยางก่อนทดลอง ตัวอย่างใบวันที่ 28 พฤศจิกายน 2552	50
3.6	ค่าวิเคราะห์ใบยางหลังทดลอง 6 เดือน (ตัวอย่างใบวันที่ 25 พฤษภาคม 2553)	51

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.7 ค่าวิเคราะห์ใบยางหลังทดลอง 18 เดือน (ตัวอย่างใบวันที่ 27 พฤษภาคม 2554)	52
3.8 ค่าวิเคราะห์ใบยางหลังทดลอง 24 เดือน (ตัวอย่างใบวันที่ 8 ธันวาคม 2554)	52
3.9 ธาตุอาหารในใบก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลอง จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (A) และแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (B)	53
3.10 เส้นรอบวงเฉลี่ย (ซม.) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร ที่ระยะเวลา ก่อน ระหว่าง และสิ้นสุดการทดลอง (ค่าเฉลี่ย ± SD)	60

รายการรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนผังการเก็บตัวอย่างต้นยางที่ศึกษาข้อมูล	35
2.2	การเก็บตัวอย่างดิน	35
2.3	ตำแหน่งของใบที่เก็บของต้นยางอ่อนหลังจากแตกกิ่งรอง	40
3.1	ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยของ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ระหว่างเดือน ก.ย. 2552– ธ.ค. 2554	47
3.2	ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และสูตร 20-8-20 หลังสิ้นสุดการทดลอง	54
3.3	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และสูตร 20-8-20 หลังสิ้นสุดการทดลอง	54
3.4	ธาตุอาหารในเซรัมน้ำยางจากแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	56
3.5	ซูโครส (A) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (B) ไธออล (C) และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (D) ในเซรัมน้ำยางจากแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	57
3.6	เส้นรอบวงลำต้นยางพาราวัดที่ความสูง 20 เซนติเมตรระหว่างการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และสูตร 20-8-20	61
3.7	น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นยางพาราระหว่างใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และสูตร 20-8-20	61
3.8	ความหนาเปลือกของต้นยางพาราเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และสูตร 20-8-20 หลังสิ้นสุดการทดลอง	62

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 18.76 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) การผลิตยางพาราเพื่อให้ประสบผลสำเร็จนอกจากการเลือกพื้นที่ปลูกให้เหมาะสม การใช้พันธุ์ที่ดีที่เหมาะกับสภาพพื้นที่ที่ปลูกแล้ว ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต คือ ปุ๋ย ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่ช่วยให้ต้นยางเจริญเติบโตเร็ว และเพื่อช่วยลดระยะเวลาก่อนเปิดกรีด ธาตุอาหารที่ยางพาราต้องการมาก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม แต่ในดินมีน้อย ดังนั้น เมื่อต้นยางได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอการเจริญเติบโตช้า ปัจจุบันยางพารามีราคาสูง จึงได้เปิดกรีดยางพาราทั้งที่เส้นรอบวงที่ความสูง 150 เซนติเมตรของต้นยางพารายังไม่ถึง 50 เซนติเมตร และในระยะยาวต้นยางพาราเสื่อมโทรมได้ง่าย (พิศมัย, 2551ข) นอกจากนี้ เมื่อได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอทำให้ต้นยางพาราไม่สามารถเปิดกรีดได้เมื่ออายุถึงกำหนดกรีด โดยปกติสวนยางพาราของเกษตรกรที่ปลูกทั่วไปในภาคใต้เปิดกรีดได้เมื่ออายุ 7 ปี (นุชนารถ, 2552) ยางพาราเป็นพืชที่ต้องการปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันตามอายุและชนิดของดิน ในปัจจุบันสถาบันวิจัยยางได้แนะนำสูตรปุ๋ยที่ใช้ในยางพาราก่อนเปิด ในเขตปลูกยางเดิม (พื้นที่ 14 จังหวัดของภาคใต้ และ 3 จังหวัดของภาคตะวันออก คือ จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด) ให้ใช้สูตร 20-8-20 อัตราการใช้ ใส่ 50-370 กรัมต่อต้นต่อครั้ง โดยอัตราที่ใส่ขึ้นอยู่กับอายุยางพาราและชนิดของดินที่ปลูกโดยต้นยางที่ปลูกในดินร่วนทรายซึ่งมีเนื้อดินหยาบ ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ จึงใส่ปุ๋ยมากกว่าที่ปลูกในดินร่วนเหนียว และสำหรับเขตปลูกยางใหม่ (ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่อื่นนอกเหนือเขตปลูกยางเดิม) แนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 สำหรับดินร่วนเหนียวและสูตร 20-10-17 สำหรับดินร่วนทราย และอัตราการใส่ 70-330 กรัมต่อต้นครั้ง (นุชนารถ, 2554) ซึ่งสูตรปุ๋ยดังกล่าวเป็นสูตรที่แนะนำให้ใช้สำหรับดินทั่วไปของประเทศ แต่เนื่องจากดินปลูกยางพาราแต่ละพื้นที่มีสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพแตกต่างกัน ปริมาณธาตุอาหารในดินก็แตกต่างกัน (นุชนารถ, 2551) จึงควรใส่ปุ๋ยต่างกัน ในการศึกษาการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือค่าทดสอบดิน ได้ทดสอบกับพืชหลายชนิดได้แก่

ข้าวโพด (Attanandana*et al*.,2004 ; Julie*et al*., 2010) ข้าว (ยุพิน และคณะ, 2552) มันสำปะหลัง (ระวิวรรณ และคณะ, 2552) และอ้อย (นาตยา และอรรถสิทธิ์, 2552) พบว่า ทำให้ผลผลิต คุณภาพ และการเจริญเติบโตดีกว่าวิธีของเกษตรกร

การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในยางพารา พิจารณาธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ว่ามีระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง และแนะนำการใส่ปุ๋ยในรูปของยูเรีย ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ให้สอดคล้องกับระดับธาตุอาหารในดินและอายุของยางพารา (นุชนารถ, 2551) หากค่าที่ทดสอบได้มีระดับธาตุอาหารสูงมาก ก็ไม่จำเป็นต้องใส่เพราะนอกจากพืชไม่ตอบสนองแล้วยังทำให้สมดุลของธาตุอาหารเปลี่ยนไป ทำให้บางธาตุถูกพืชดูดไปใช้ได้ยาก และหากธาตุอาหารในดินต่ำการใส่ปุ๋ยลงไปพืชจะตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของยางพารา โดยมีรายงานว่า ในยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นจาก 328 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เป็น 402 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และสามารถลดค่าปุ๋ยจาก 954 บาทต่อไร่ เป็น 800 บาทต่อไร่ (นุชนารถ และคณะ, 2551) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานผลการศึกษาการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในยางพาราก่อนเปิดกรีด โดยเฉพาะยางพาราที่ปลูกในชุดดินคลองท่อม ชุดดินรือเสาะ และชุดดินท่าแซะ ซึ่งเป็นชุดดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และใช้ปลูกยางพาราในภาคใต้ และปัจจุบันมีชุดทดสอบธาตุอาหารในดินซึ่งสามารถทำได้ง่ายโดยใช้คู่กับคู่มือการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (นุชนารถ, 2551) ดังนั้น จึงศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพารา ในช่วงก่อนเปิดกรีดเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและสูตร 20-8-20 เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจการใช้ปุ๋ยในยางพาราก่อนเปิดกรีดได้อย่างเหมาะสม

2. การตรวจเอกสาร

2.1 ประวัติยางพารา

ยางพารามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hevea brasiliensis,* Mull. จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้แถบลุ่มน้ำอเมซอนของประเทศบราซิล ในปี พ.ศ. 2036 คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส ได้สำรวจทวีปอเมริกาครั้งที่ 2 และพบชาวพื้นเมืองของเกาะไฮติกำลังเล่นลูกบอลยาง (องค์การสวนยาง, 2553) นับเป็นครั้งแรกที่ชาวยุโรปได้เห็นและเริ่มรู้จักยางพารา จนกระทั่งหลายร้อยปีต่อมามีการนำยางพารามาใช้ประโยชน์มากขึ้น จนไม่พอกับความต้องการ ชาวยุโรปจึงหาหนทางนำยางไปปลูกในแหล่งใหม่ที่ต่างจากอเมริกาใต้ซึ่งเป็นแหล่งผลิตยางเดิม ในปี พ.ศ. 2419

เซอร์ เฮนรี วิคแฮม ชาวอังกฤษ ได้นำเมล็ดยางพาราจากประเทศบราซิลและเปรู ไปปลูกที่ประเทศศรีลังกาและสิงคโปร์ หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2420 จึงส่งต้นกล้าที่โตแล้วจากประเทศศรีลังกาไปปลูกที่สวนพฤกษชาติประเทศสิงคโปร์ และรัฐเปรัค ประเทศมาเลเซีย และกลายเป็นพ่อพันธุ์-แม่พันธุ์ที่ปลูกกันในแถบเอเชีย ได้แก่ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ซึ่งเป็นแหล่งผลิตยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดของโลกในปัจจุบัน (องค์การสวนยาง, 2553)

ยางพาราที่ปลูกในประเทศไทยเชื่อว่าพระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) ได้นำยางพาราจากประเทศมาเลเซียมาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ในปี พ.ศ. 2443 ต่อมาในปี พ.ศ. 2451 หลวงราชไมตรี (ปุณ ปุณศรี) ได้นำยางพาราไปปลูกครั้งแรกในภาคตะวันออกที่จังหวัดจันทบุรี หลังจากนั้นมีผู้นำยางพาราไปปลูกกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย

ยางพาราเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยเป็นผู้ผลผลิตและส่งออกยางเป็นอันดับหนึ่งของโลกซึ่งในปี พ.ศ. 2552 ไทยมีมูลค่าการส่งออกยางดิบ ผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราคิดเป็น 402,563 ล้านบาท มูลค่านี้ได้จากน้ำหนักยางธรรมชาติ 2,726,193 ตัน โดยปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยาง 18.76 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) และในปัจจุบันการขยายพื้นที่ปลูกยางที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการส่งเสริมการปลูกยางตามหลักวิชาการเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้พื้นที่ปลูกยางสามารถให้ผลผลิตที่สูง

2.2 พื้นที่ปลูกยางพาราของไทย

ประเทศไทยได้นำยางจากมาเลเซียมาปลูก เมื่อปี พ.ศ. 2443 ในช่วงนั้นไทยมีพื้นที่ปลูกยางประมาณ 109,000 ไร่ ต่อมาในปี พ.ศ. 2465–2471 ยางธรรมชาติมีราคาสูงขึ้นจึงได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางเพิ่มขึ้นประมาณ 778,000 ไร่ และในปี พ.ศ. 2469 ไทยได้เริ่มส่งออกยาง หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2476 หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ได้เริ่มก่อตั้งสถานีทดลองกสิกรรมภาคใต้ ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นสถานีการยางคอหงส์ และในปี พ.ศ. 2477–2484 ราคายางธรรมชาติเพิ่มขึ้นจึงได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางเพิ่มขึ้นอีก 1,824,000 ไร่

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2493–2495 ราคายางธรรมชาติสูงขึ้นกว่าเดิม 3 เท่า ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในช่วงนี้อีก 1,230,000 ไร่ และหลังจากมีการจัดตั้งสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในปี พ.ศ. 2504 ได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น ทำให้ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอีก 2,050,000 ไร่ และได้มีการปลูกยางพาราทดแทนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นงานทดลองที่เกี่ยวกับยางพาราในช่วงนี้ส่วนใหญ่เป็นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ดี ซึ่งในปี พ.ศ. 2506–2515 ได้เพิ่มพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอีก

830,000 ไร่ ถึงตอนนั้น ไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 7 ล้านไร่ (ไชยา และคณะ, 2523) และในปี พ.ศ. 2549 ไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 14,338,046 ไร่ ต่อมาปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 16,889.686 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นร้อยละ 15.11 ซึ่งเห็นได้ว่าจากอดีตถึงปัจจุบันไทยได้ขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2551 ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด 11,339,658 ไร่ รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,845,542 ไร่ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 2,103,908 ไร่ และภาคเหนือ 600,578 ไร่ จากการสำรวจพบว่าประเทศไทยมีจังหวัดที่ปลูกยางพาราทั้งหมดรวม 64 จังหวัด โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดคือจังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,871,907 ไร่ โดยจำนวนพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดของประเทศไทย เป็นพื้นที่ที่ยางพารามีอายุมากกว่า 6 ปี 11,773,064 ไร่ และเป็นยางพาราที่มีอายุน้อยกว่า 6 ปี หรือยางพาราที่ยังไม่ได้เปิดกรีด 5,116,622 ไร่ (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

จากรายงานสำรวจดินพบว่า ในภาคใต้มีดินทั้งหมด 96 ชุดดิน (วุฒิชาติ, 2550) หากจัดความเหมาะสมของดินปลูกยางพาราโดยการจัดกลุ่มชุดดินต่างๆ ตามข้อจำกัดทางดิน เช่น ดินตื้น มีชั้นลูกรัง ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ทั้ง 96 ชุดดินเป็นชุดดินที่เหมาะต่อการปลูกยางพารา 43 ชุดดิน (นุชนารถ, 2542) ชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกยางพารามากที่สุด (RI) 5 ชุดดิน เหมาะสมปานกลาง (RII) 23 ชุดดิน และเหมาะสมเล็กน้อย (RIII) 15 ชุดดิน (ตารางที่ 1.1) หากแบ่งดินปลูกยางพาราตามลักษณะของเนื้อดินแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มดินร่วนเหนียว และกลุ่มดินร่วนทราย (ตารางที่ 1.2) ส่วนชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกยางพาราที่พบมากที่สุด 10 อันดับแรก คือ ชุดดินภูเก็ต รองลงมาคือ ชุดดินคอหงส์ รือเสาะ กระบี่ ชุมพร คลองท่อม ลำภูรา ท่าแซะ อ่าวลึก และชุดดินนาท่าม ตามลำดับ โดย 10 ชุดดินมีพื้นที่ 3,267,767 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 57.4 เปอร์เซ็นต์ ของชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกยางพาราทั้งหมด (นุชนารถ, 2542)

ตารางที่ 1.1 ชุดดินที่เหมาะสมในการปลูกยางพาราในภาคใต้ตามการจำแนกชั้นความเหมาะสมต่อการปลูก

ชั้นความเหมาะสมในการปลูกยางพารา		
เหมาะสมที่สุด (RI)	เหมาะสมปานกลาง (RII)	เหมาะสมน้อย (RIII)
1. กระบี่ (Kbi)	1. คลองเต็ง (Klt)	1. เขาขาด (Kht)
2. ตราด (Td)	2. คลองท่อม (Km)	2. คลองชาก(Kc)
3. นาท่าม(Ntm)	3. ควนกาหลง (Kkl)	3. คลองนกกระทุง (Knk)
4. ลำภูรา (Ll)	4. คอหงส์ (Kh)	4.โคกกลอย (Koi)
5. โอลำเจียก (Oc)	5. ฉลอง (Chl)	5. ตรัง (Thg)
	6. ชุมพร (Cp)	6. ทุ่งหว้า (Tg)
	7. ท่าแซะ (Te)	7. ป่าดังเบซาร์ (Pad)
	8. ท้ายเหมือง (Tim)	8. ฝั่งแดง (Fd)
	9. นาทวี (Nat)	9. ภูเก็ต (Pk)
	10. นาทอน (Ntn)	10. ยี่งอ (Yg)
	11. บาเจาะ (Bc)	11. ระนอง (Rg)
	12. ปะทิว (Ptu)	12. สวี (Sw)
	13. ปากจั่น (Pac)	13. สะเดา (Sd)
	14. พะโต๊ะ (Pto)	14. หนองคล้า (Nok)
	15. พังงา (Pga)	15. ห้วยยอด (Ho)
	17.รือเสาะ (Ro)	
	18. ละหาน (Lh)	
	19. ลำแก่น (Lam)	
	20. หลังสวน (Lan)	
	21. ห้วยโป่ง (Hp)	
	22. หาดใหญ่ (Hy)	
	23. อ่าวลึก (Ak)	

ที่มา :นุชนารถ (2542)

ตารางที่ 1.2 ชุดดินร่วนเหนียวและร่วนทรายในการปลูกยางพาราในภาคใต้ตามการจำแนกเนื้อดิน

ชุดดินที่เป็นดินร่วนเหนียว	ชุดดินที่เป็นดินร่วนทราย
1. กระบี่ (Kbi)	1. คลองท่อม (Km)
2. เขาขาด (Kht)	2. คลองนกกระทุง (Knk)
3. คลองชาก(Kc)	3. ควนกาหลง (Kkl)
4. คลองเต็ง (Klt)	4. คอหงส์ (Kh)
5. ตราด (Td)	5. โคกกลอย (Koi)
6. นาทอน (Ntn)	6. ฉลอง (Chl)
7. นาท่าม(Ntm)	7. ชุมพร (Cp)
8. ปะทิว (Ptu)	8. ตรัง (Thg)
9. ปากจั่น (Pac)	9. ท่าแซะ (Te)
10. ฝั่งแดง (Fd)	10. ท้ายเหมือง (Tim)
11. ภูเก็ต (Pk)	11. ทุ่งหว้า (Tg)
12. ยะลา (Ya)	12. นาทวี (Nat)
13. ยี่งอ (Yg)	13. บาเจาะ (Bc)
14. ระนอง (Rg)	14. ปาดังเบซาร์(Pad)
15. รือเสาะ (Ro)	15. พะโต๊ะ (Pto)
16. ลำภูรา (Ll)	16. ฆพังงา (Pga)
17.สวี (Sw)	17. ละหาน (Lh)
18. หนองคล้า (Nok)	18. ลำแก่น (Lam)
19. ห้วยยอด (Ho)	19. สะเดา (Sd)
20. อ่าวลึก (Ak)	20. หลังสวน (Lan)
21. โอลำเจียก (Oc)	21. ห้วยโป่ง (Hp)
	22. หาดใหญ่ (Hy)

ที่มา : นุชนารถ (2542)

2.3 สภาพแวดล้อมและดินที่เหมาะสมกับการปลูกยางพารา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ระหว่างละติจูด 5 องศา 37 ลิปดาเหนือ กับ 20 องศา 27 ลิปดาเหนือ และระหว่างลองจิจูด 97 องศา 22 ลิปดาตะวันออก กับ 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการปลูกยางพารา โดยเฉพาะในภาคใต้และภาคตะวันออกซึ่งเป็นแหล่งปลูกอย่างเดิม (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราไปยังแหล่งใหม่ทาง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ซึ่งมีข้อจำกัดในการปลูกยางพารามากกว่าพื้นที่ปลูกเดิม เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน และการกระจายของฝน และบางพื้นที่เป็นที่สูง แต่เนื่องจากยางพาราสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี จึงสามารถปลูกยางพาราได้เกือบทุกภาคของประเทศ อย่างไรก็ตาม ต้นยางพาราในภาคใต้สามารถเปิดกรีดได้เมื่ออายุ 7 ปี และให้ผลผลิตเฉลี่ย 285 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ขณะที่ต้นยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ผลผลิตเฉลี่ย 221 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สำหรับต้นยางพาราในภาคเหนือให้ผลผลิตเฉลี่ย 260 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ทั้งนี้ผลผลิตในแปลงเกษตรกรเป็นเพียงร้อยละ 67 ของผลผลิตทางวิชาการ (สถาบันวิจัยยาง, 2553) โดยพบว่า การให้ผลผลิตในรูปของน้ำยางหรือเนื้อไม้ขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ คือ ความเหมาะสมของพื้นที่ พันธุ์ และการจัดการสวน ดังนั้น ในการปลูกสร้างสวนยางนอกจากพิจารณาเลือกพันธุ์ยางและการจัดการที่ถูกต้องแล้ว ยังต้องพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกยางด้วย เพราะปัจจัยด้านพื้นที่ไม่สามารถเลือกปลูกได้ ดังนั้น หากมีข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ปลูกยางก็สามารถจัดการ เพื่อให้การปลูกสร้างสวนยางเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ลักษณะดินและพื้นที่ปลูกยางทางกายภาพ

สถาบันวิจัยยาง (2550) ได้กำหนดลักษณะดินและพื้นที่ปลูกยางทางกายภาพ ที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา ดังนี้

2.4.1 ลักษณะดิน โดยดินที่เหมาะสมในการปลูกยาง ควรมีหน้าตัดดินลึกไม่น้อยกว่า 1-1.5 เมตร เพื่อให้รากสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้อย่างมั่นคง หากหน้าตัดดินตื้น ทำให้ต้นยางพาราโค่นล้มได้ง่าย

2.4.2 ปริมาณน้ำฝน โดยปริมาณและการกระจายของฝนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางไม่ควรน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายของฝนประมาณ 100-150 วันต่อปี ต้นยางพาราหลังปลูกใหม่ๆ ต้องการปริมาณน้ำที่เพียงพอและสม่ำเสมอประมาณ 4-6 เดือนในแหล่งปลูกยางเดิมของประเทศ (ตารางที่ 1.3) จากตารางแหล่งปลูกยางเดิมของประเทศมีประมาณฝนตกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539–2548 เฉลี่ย 2,089 มิลลิเมตรต่อปี และมีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 152 วันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณและการกระจายของฝนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

ตารางที่ 1.3 ปริมาณและจำนวนวันฝนตกโดยเฉลี่ยของแหล่งปลูกยางเดิมในประเทศ ระหว่าง พ.ศ. 2539-2548

แหล่งปลูกยางพารา	จังหวัด	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม./ปี)	จำนวนวันฝนตก (วัน/ปี)
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส	1,864	148
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	ระนอง ภูเก็ต พังงา กระบี่ ตรัง และสตูล	2,643	179
ภาคตะวันออก	จันทบุรี ตราด และระยอง	1,761	128

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2553)

2.4.3 ความชื้นสัมพัทธ์ หากความชื้นสัมพัทธ์สูงจะสามารถปลูกยางได้ดีและให้ผลผลิตสูง แต่อาจเป็นเหตุให้เกิดโรคระบาดได้ ปกติยางพาราจะเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-90 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝน สำหรับต้นยางที่ปลูกใหม่เมื่อความชื้นต่ำเป็นเวลานานทำให้ต้นยางตายได้

2.4.4 อุณหภูมิ ในแต่ละปีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพาราไม่ควรต่างกันมาก คืออยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส และอากาศหนาวทำให้ต้นยางพาราแสดงอาการผิดปกติได้ เช่น ที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส ใบอ่อนของยางพารามีขอบใบสีดำ และเริ่มแห้งตาย ที่อุณหภูมิ 8-13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานมากกว่า 3 วัน พบว่า ตรงบริเวณเปลือกของโคนต้นยางพาราจะแตกล่อน น้ำยางพาราไหลและจับเป็นก้อนแข็ง และบริเวณโคนต้นถึงรากแก้วแห้งตาย

2.4.5 ระดับความสูงจากน้ำทะเล ในการปลูกยางพาราไม่ควรมีระดับความสูงจากน้ำทะเลเกิน 600 เมตร โดยทั่วไปยางพาราปลูกในพื้นที่ราบจนถึงพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 200 เมตร ความสูงจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตร มีผลทำให้อุณหภูมิลดลง 0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่ลดลงนี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

2.4.6 ความลาดเอียงหรือความชัน ความชันมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของยางพารา โดยทั่วไปความชันของพื้นที่ปลูกยางพาราน้อยกว่า 12 องศา แต่สำหรับพื้นที่ปลูกยางพาราที่เป็นภูเขา มีความชัน 40-60 องศา ต้องปรับพื้นที่ปลูกเป็นแบบขั้นบันได จึงสามารถปลูกยางพาราได้ดี เพราะพื้นที่ที่มีความชันมาก ทำให้ดินไม่สามารถเก็บรักษาน้ำได้ ความชื้นต่ำ การเจริญเติบโตน้อย การปรับพื้นที่เป็นแบบขั้นบันไดมักทำเมื่อสภาพพื้นที่มีความชันมากกว่า 8 องศา ซึ่งความชันจะแปลผกผันกับการเจริญเติบโตของต้นยางพารา เช่น ยางพาราที่อายุ 7.5 ปี ปลูกที่ความชัน 9-11 องศา ขนาดเส้นรอบวงของต้นยางพารา 51.2 เซนติเมตรในขณะที่หากปลูกที่ความชัน 22-25 องศา เส้นรอบวงของต้นยางพาราวัดได้ 46.8 เซนติเมตร (เสาวนีย์, 2546)

นอกจากนี้ พันธุ์ยางพาราที่ปลูกในที่ต่างกันจะมีความสามารถในการเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน พันธุ์ยางพาราที่ปลูกได้ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมบางประการไม่เหมาะสม เช่น

ระดับน้ำใต้ดินสูง พันธุ์ยางพาราที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ GT 1, PR 255, PR 261, PB 255 และ PB 260

พื้นที่ที่มีลมแรงพันธุ์ยางพาราที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ GT 1, PR 255, PR 261, RRIM 600, PB 217, PB 235, PB 255, PB 260, BPM 24, KRS 156 และ RRIC 110

พื้นที่ลาดชัน พันธุ์ยางพาราที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ GT 1, RRIM 600, PB 217, PB 255 และ PB 260 (เสาวนีย์, 2546)

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการเลือกชนิดของพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ปลูกและได้มีการให้คำแนะนำพันธุ์ยางพาราสำหรับพื้นที่ปลูกยางเดิม และพื้นที่ปลูกยางใหม่ คือ

ในพื้นที่ปลูกยางเดิม แนะนำให้ปลูกพันธุ์ยางพาราเพื่อผลผลิตน้ำยาง ได้แก่ RRIT 251, RRIT 226, BPM 24, RRIM 600, RRIT 209, RRIT 214, RRIT 218, RRIT 225, RRIT 250, RRIT 319, RRIT 405, RRIT 406, RRIT 410, RRIT 411, RRIT 416, PR 302, PR 305, RRIC 100 และ RRIC 101

ในพื้นที่ปลูกยางใหม่ แนะนำให้ปลูกพันธุ์ยางพาราเพื่อผลผลิตน้ำยาง ได้แก่ RRIT 251, RRIT 226, BPM 24, RRIM 600, RRIT 209, RRIT 225, RRIT 250, RRIT 319, RRIT 405, RRIT 406, RRIT 410, RRIT 411, RRIT 416, PR 305 และ RRIC 101 (สถาบันวิจัยยาง, 2550)

2.5 สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของดินปลูกยางพารา

นุชนารถ (2542) รายงานว่า โดยทั่วไปดินปลูกยางพาราที่พบในภาคใต้ และภาคตะวันออกมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงระดับปานกลาง เมื่อปลูกยางพาราในพื้นที่พบว่าต้น

ยางพาราสามารถเปิดกรีดได้เมื่ออายุ 6 –7 ปี อย่างไรก็ตาม ยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและปานกลาง และสามารถปรับตัวได้ในสภาพของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ อนุสรณ์ และเกษตร (2545) สำรวจการใช้เทคโนโลยีการกรีดยางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง รายงานว่า การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกษตรกรร้อยละ 90 จะเปิดกรีดเมื่อยางพาราอายุ 7-8 ปี และเกษตรกรร้อยละ 50 เปิดกรีดยางพาราครั้งแรกเมื่อต้นยางพาราได้ขนาดเปิดกรีด โดยมีเส้นรอบวง 50 เซนติเมตรที่ความสูง 150 เซนติเมตร

ดินปลูกยางพาราในภาคใต้ ภาคตะวันออก ซึ่งเป็นเขตปลูกยางเดิม และดินปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงพื้นที่นอกจากที่กล่าวมา เป็นดินปลูกยางพาราในเขตปลูกยางใหม่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกยางพาราย่อมแตกต่างกันตามวัตถุต้นกำเนิดดิน ซึ่งเมื่อพิจารณาธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่า ดินปลูกยางพาราในเขตปลูกยางเดิมมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าดินปลูกยางพาราในเขตปลูกยางใหม่ (ตารางที่ 1.4)

ตารางที่ 1.4 ปริมาณธาตุอาหารในดินปลูกยางพาราที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร

ธาตุอาหาร	เขตปลูกยางเดิม	เขตปลูกยางใหม่	ระดับเหมาะสม
ความเป็นกรดเป็นด่าง (ดิน:น้ำ ; 1:2)	4.3-5.0	4.3-6.4	4.5-5.5
อินทรีย์คาร์บอน (%) (Walkey and Black method)	0.58-1.66	0.45-1.47	0.50-1.5
อินทรียวัตถุ (%) (Walkey and Black method)	1.03-2.87	0.79-2.52	1.0-2.5
ไนโตรเจน (%) (Kjeldahl method)	0.06-0.14	0.04-0.13	0.11-0.25
ฟอสฟอรัส ($mgkg^{-1}$) (Bray 2 method)	12-46	12-45	11-30
โพแทสเซียม ($mgkg^{-1}$) (NH_4OAc Ext)	20-77	20-69	>40
แคลเซียม ($cmol_c kg^{-1}$) (NH_4OAc Ext)	0.08-1.73	0.24-7.79	>0.30
แมกนีเซียม ($cmol_c kg^{-1}$) (NH_4OAc Ext)	0.10-0.85	0.21-1.67	>0.30
เหล็ก ($mgkg^{-1}$) (DTPA method)	17.61-133.6	15.35-125.68	30-35
แมงกานีส ($mgkg^{-1}$) (DTPA method)	2.23-31.91	6.36-44.74	2-4
สังกะสี ($mgkg^{-1}$) (DTPA method)	0.18-2.08	0.15-0.80	0.4-0.6
ทองแดง ($mgkg^{-1}$) (DTPA method)	0.08-1.97	0.16-0.55	0.8-1.0

ที่มา : นุชนารถ (2550ก)

ดินปลูกยางพาราแต่ละชุดดินหรือกลุ่มดิน จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพารา โดยสาเหตุจากการที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีการชะละลายสูง เกิดการกร่อนที่ผิวดิน หรือดินที่มีการระบายน้ำเลว สิ่งเหล่านี้มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นยางพารา โดยทั่วไปยางพาราที่ปลูกในดินที่มีสภาพเหมาะสมจะสามารถเปิดกรีดได้เร็ว และให้ผลตอบแทน

สูง ดังนั้น ดินจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อการผลิตยางพาราให้ได้รับผลผลิตสูง นอกเหนือจากการเลือกใช้พันธุ์ยางพารา การเขตกรรมที่ถูกต้อง ซึ่งรวมไปถึงการจัดการดิน สมบัติทางเคมีของดินที่สามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีดังนี้

2.5.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) การเจริญเติบโตของพืชส่วนหนึ่งมีผลมาจาก pH เนื่องจาก pH เกี่ยวข้องกับระดับธาตุอาหารในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ ถ้าดินมี pH ต่ำมาก แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม ในดินมีน้อยเนื่องจาก ไฮโดรเจนไอออน ไปไล่ที่ธาตุเหล่านี้ ที่ดูดซับที่คอลลอยด์ดินให้ออกมาในสารละลายดิน และถูกชะล้างออกไปจากดิน นอกจากนี้เหล็กและอะลูมินัมละลายออกมาได้มากจนเป็นพิษ ดินปลูกยางพาราส่วนใหญ่มี pH (ดิน : น้ำ อัตราส่วน 1:2) 3.9-4.7 อย่างไรก็ตาม ยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่เป็นกรดจัดและด่าง คือ pH 3.0-8.0 (George and Jacob, 2000) ซึ่ง pH ไม่มีผลผลต่อยางพาราโดยตรง แต่จะมีผลต่อความสามารถในการละลายและควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และดินปลูกยางพาราในภาคใต้ส่วนใหญ่มี pH ประมาณ 4.3-5.0 (นุชนารถ และคณะ, 2522)

2.5.2 อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) อินทรียวัตถุช่วยปรับปรุงสมบัติของดิน เช่น ทำให้อนุภาคดินจับตัวเป็นก้อนดิน เพิ่มช่องว่างในดิน ทำให้ดินไม่แน่นทึบ นอกจากนี้เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวจะปลดปล่อยไนโตรเจนจากสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และอินทรียวัตถุส่วนใหญ่จะมีประจุสุทธิเป็นประจุลบทำให้มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารประจุบวกได้สูง และเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองและจุลธาตุที่อาจไม่มีในแม่ปุ๋ยหรือปุ๋ยผสม เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินสลายตัวและเปลี่ยนแปลงสูญหายไปอย่างช้าๆ และปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา นอกจากนี้ อินทรียวัตถุสูญเสียเนื่องจากเกิดการกร่อนของผิวดิน และการไหลบ่าพัดพาหน้าดิน เมื่ออินทรียวัตถุในดินลดลง การที่จะเพิ่มอินทรียวัตถุให้สูงเท่าเดิม ทำได้ยากต้องใช้เวลานานและสิ้นเปลือง ดังนั้น ทางที่ดีที่สุดคือการป้องกันไม่ให้มีการกร่อนของดินเกิดขึ้นหรืออย่าปล่อยให้ดินว่างเปล่าโดยไม่มีพืชคลุมดิน พืชคลุมดินช่วยป้องกันไม่ให้อินทรียวัตถุในดินสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปดินปลูกยางพารามีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ เฉลี่ย 0.79–2.87 เปอร์เซ็นต์ (นุชนารถ, 2550ก) วิธีการเพิ่มอินทรียวัตถุในดินที่เหมาะสมที่สุดคือการปลูกพืชคลุมดินตระกูลถั่วระหว่างแถวยางพารา

2.5.3 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (cation exchange capacity : CEC) ปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียวส่งผลต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน เช่น แร่ดินเหนียว

ชนิด 2:1 (Vermiculite) มีค่า CEC เท่ากับ 80-150 $cmol_c kg^{-1}$ ซึ่งมากกว่าแร่ดินเหนียวชนิด 1:1 (Kaolinite) ที่มีค่า CEC เท่ากับ 3-15 $cmol_c kg^{-1}$ (Brady and Weil, 2008) นอกจากนี้ อินทรียวัตถุมีประจุสุทธิส่วนใหญ่เป็นลบจึงทำให้มีค่า CEC สูง คือ 100-300 $cmol_c kg^{-1}$ และประจุคอลลอยด์ดินที่เกิดเนื่องจากประจุเปลี่ยนแปลง (variablecharge) หรือบางครั้งเรียกว่าประจุขึ้นกับ pH (pH dependentcharge) มีผลต่อค่า CEC ที่ดินดูดซับไว้ได้ด้วยเช่นกัน เพราะเมื่อดินมี pH ต่ำ ดินมี H^+ มากทำให้ OH^- group ของคอลลอยด์ดินรับ H^+ (protonation) ประจุไฟฟ้าของคอลลอยด์ดินจึงเป็นบวกทำให้ดินดูดซับแคตไอออนได้น้อย นอกจากนี้ H^+ ที่ออกมาอยู่ในสารละลายดินมาก ทำให้ไปไล่ที่แคตไอออน เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเนียม และทำให้ธาตุเหล่านี้ลดน้อยลง CEC ในดินจึงต่ำ (George and Jacob, 2000) ในดินปลูกยางพาราในประเทศไทยโดยปกติแล้วเป็นดินเหนียวพวก Kaolinite ซึ่งเป็นแร่ดินเหนียวที่มีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนต่ำ ประมาณ 10 $cmol_c/kg$ ในการใส่ปุ๋ยให้แก่ยางพาราควรคำนึงถึงสมดุลของธาตุอาหารด้วย คือ การใช้ปุ๋ยชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไป ธาตุอาหารชนิดนั้นอาจไปไล่ที่ธาตุอาหารบางตัวที่อนุภาคดินดูดซับไว้ให้ออกมาแล้วก็ถูกชะละลายไปจากดิน

2.5.4 ธาตุไนโตรเจน (N) ความสำคัญของไนโตรเจนต่อพืช คือ เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์และโปรตีนทั้งหมด นอกจากนั้น ไนโตรเจนยังจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชที่ขาดไนโตรเจนลำต้นจะแคระแกร็น หรือในพืชที่เจริญเติบโตหากขาดไนโตรเจนใบจะเริ่มมีสีเหลืองโดยจะปรากฏที่ใบล่างหรือใบแก่ก่อน จากนั้น ใบเป็นสีน้ำตาลและร่วงในที่สุด ผลผลิตของยางพาราก็ลดลง ในยางอ่อนที่ยังไม่แตกกิ่ง ต้นจะแสดงอาการเหลืองในใบแก่ที่ฉัตรล่าง และเมื่อขาดธาตุนี้ต่อเนื่อง ใบจะมีสีเหลืองในฉัตรบนหรือยอด ดินปลูกยางพาราในเขตปลูกยางเดิมมีไนโตรเจนทั้งหมด 0.06-0.14 เปอร์เซ็นต์และในเขตปลูกยางใหม่มีไนโตรเจนทั้งหมด 0.04-0.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดินส่วนใหญ่มีไนโตรเจนในดินต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม คือ 0.11-0.25 เปอร์เซ็นต์ (นุชนารถ, 2550ก) ดังนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ยางพาราและการปลูกพืชคลุมดินตระกูลถั่วในระหว่างแถวยางพารา ในช่วงยางอ่อนจะมีผลต่อการรักษาระดับธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และยังมีรายงานว่าพืชคลุมดินตระกูลถั่ว สามารถสลายตัวให้ธาตุไนโตรเจนได้ปีละ 89-133 กิโลกรัมต่อไร่ (นุชนารถ, 2551) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ต้นยางพาราติดต่อกันมีผลต่อการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในใบยางพารา

2.5.5 ธาตุฟอสฟอรัส (P) พืชดูดฟอสฟอรัสในดินไปใช้โดยในรูปของออร์โทฟอสเฟต (H_3PO_4, $H_2PO^-_4$, HPO^{2-}_4 และ PO^{3-}_4) และรูปเหล่านี้จะถูกควบคุมโดย pH ในสารละลายดิน

ฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายพลังงานในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช นอกจากนี้ ฟอสฟอรัสจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การแบ่งเซลล์ของราก และการพัฒนาของเมล็ดและผล หากขาดฟอสฟอรัส ทำให้การพัฒนาของรากและการสุกของผลจะช้า อาการขาดฟอสฟอรัสจะเริ่มที่ใบแก่ก่อน โดยใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวน้ำเงิน ในยางพาราเปิดกรีดแทบไม่แสดงอาการขาดให้เห็นโดยการสังเกต แต่สามารถยืนยันอาการขาดได้ด้วยการวิเคราะห์ใบ ด้านล่างใบมีสีเงินและใบจะมีอาการตายจากปลายยอดซึ่งเป็นอาการเฉพาะ ในยางพาราที่ยังไม่แตกกิ่ง พบอาการขาดที่ฉัตรกลางและฉัตรบน และอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดใบร่วง โดยทั่วไปในดินเขตร้อนซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินกรดที่มีธาตุเหล็กและอะลูมินัมสูง ธาตุฟอสฟอรัสส่วนที่เป็นประโยชน์ถูกตรึงในรูปของเหล็กฟอสเฟตและอะลูมินัมฟอสเฟต ในสภาพ pH เป็นกรด ซึ่งพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น ในดินปลูกยางพาราจึงมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตให้แก่ต้นยางพาราที่มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่า 10 mg kg^{-1} ทำให้ต้นยางตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตซึ่งดินปลูกยางพาราในภาคใต้ส่วนใหญ่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4-23 mg kg^{-1} (นุชนารถ และคณะ, 2522)

2.5.6 ธาตุโพแทสเซียม (K) ในดินปลูกยางพาราภาคใต้พบว่า โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 14-128 mg kg^{-1} (นุชนารถ และคณะ, 2522) ซึ่งโพแทสเซียมในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ ส่วนที่อยู่ในสารละลายดิน และส่วนที่ถูกดูดซับบนผิวคอลลอยด์ดิน อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ สำหรับยางพาราต้องการธาตุโพแทสเซียมสูง เพื่อเพิ่มผลผลิตของยางพารา สูตรปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่แนะนำให้ใช้กับยางพารา จึงแตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดิน คือ ในดินเหนียวและดินทรายใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ต่างกัน และอายุของต้นยางพารา ปุ๋ยที่ใส่ปริมาณก็ไม่เท่ากัน ในระยะที่ยางพาราให้ผลผลิต ต้นยางพาราต้องการธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนสูง นุชนารถ และคณะ (2533) ศึกษาผลตกค้างของการใส่ปุ๋ยระยะยางอ่อนที่มีต่อผลผลิตยางพาราในปีแรกของการกรีดยาง พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับสูง N_{14} (14 % N) ร่วมกับปุ๋ยโพแทชระดับสูง K_{14} (14 % K_2O) ทำให้ผลผลิตยางพาราสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในดินปลูกยางพาราที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ เช่น ชุดดินคอหงส์ ต้นยางพาราจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทช อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทชมากเกินไปทำให้ต้นยางพาราแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมได้ (นุชนารถ, 2550ก) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยโพแทชปริมาณสูงทำให้พืชสะสมแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินได้น้อยลง (ยงยุทธ, 2552)

2.5.7 ธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในพืชมีแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ จึงจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของยางพารา การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมแก่ต้นยางพารา

ถึงแม้ว่ามีผลทำให้โพแทสเซียมในใบยางพาราลดลง แต่มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากต้นยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงแสดงว่าธาตุอาหารในใบยางพาราถูกเคลื่อนย้ายหรือนำไปสร้างน้ำยาง นอกจากนี้มีรายงานว่า ปุ๋ยแมกนีเซียมมีผลต่อการเพิ่มธาตุแมกนีเซียมในใบและในน้ำยาง แต่หากมีปริมาณของธาตุแมกนีเซียมในน้ำยางพาราสูงทำให้น้ำยางพาราไม่คงตัว คือ น้ำยางพาราจะมีการจับตัวเร็วกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม การพิจารณาการใส่ปุ๋ยต้องคำนึงถึงระดับสมดุลของธาตุในดิน (นุชนารถ และคณะ, 2542) ซึ่งแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินปลูกยางพาราภาคใต้มีประมาณ 0.03-0.44 $cmol_c kg^{-1}$ ส่วนใหญ่มีปริมาณปานกลางถึงค่อนข้างสูง (นุชนารถ และคณะ, 2522)

2.5.8 แคลเซียม (Ca) พืชดูดแคลเซียมในรูปของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) แคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของมิดเดิลลาเมลลา (middle lamella) หรือเป็นตัวเชื่อมเซลล์ให้เกาะติดกัน และมีบทบาทสำคัญ คือ 1) เกี่ยวข้องกับสปินเดิลไฟเบอร์ (spindle fiber) ในการแบ่งเซลล์ 2) รักษาสภาพและคุณสมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ 3) บทบาทเกี่ยวกับการตอบสนองของเซลล์ต่อสิ่งเร้า และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิด หากพืชขาดแคลเซียมจะมีการเจริญผิดปกติของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ซึ่งเป็นบริเวณที่การแบ่งเซลล์เกิดขึ้นมาก ใบอ่อนและยอดมักมีลักษณะผิดปกติ หงิกงอหรือบิดเบี้ยว ถ้าภาวะขาดแคลเซียมเกิดขึ้นมาก เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดอาจตายได้ นอกจากนั้นการเจริญเติบโตของรากก็อยู่ในสภาพที่ชะงักงัน หรือมีการเจริญที่ผิดปกติ (ยงยุทธ, 2552)

2.5.9 ธาตุอาหารเสริมสำหรับยางพารา ในปัจจุบัน ธาตุอาหารเสริมสำหรับยางพารา ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โบรอน (B) คลอรีน (Cl) โมลิบดินัม (Mo) และนิเกิล (Ni) โดยธาตุอาหารเสริมแต่ละธาตุมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ดังนี้

2.5.9.1 เหล็ก (Fe) ธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบสำคัญของไซโตโครม (cytochrome) และเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิด พืชดูดใช้ธาตุเหล็กจากดินสองรูป คือ เฟอริกไอออน (Fe^{3+}) และเฟอรัสไอออน (Fe^{2+}) แต่ โดยทั่วไปพืชดูดเฟอรัสไอออนได้มากกว่า เนื่องจากมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่าเฟอริกไอออน ถึงแม้ว่าเหล็กจะไม่ใช่องค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ แต่เมื่อพืชขาดขาดเหล็ก จะพบอาการภาวะพร่องคลอโรฟิลล์ โดยเฉพาะโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสง อาการพร่องคลอโรฟิลล์ที่เกิดจากธาตุเหล็กนี้จะเกิดที่ใบอ่อนก่อน (ยงยุทธ, 2552) โดยทั่วไปในดินที่เป็นกรดมักไม่ขาดธาตุเหล็ก แต่ดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสสูงอาจทำ

ให้ขาดธาตุเหล็กได้ เนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัส ทำให้ตกตะกอนอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (นุชนารถ, 2550ก)

2.5.9.2 แมงกานีส (Mn) แมงกานีสเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจของพืช กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน และการสร้างคลอโรฟิลล์ รวมถึงการสังเคราะห์โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และลิพิด (ยงยุทธ, 2552) โดยทั่วไปไม่พบการขาดแมงกานีสในดินปลูกยางพาราของประเทศไทย แต่ดินที่มีฟอสฟอรัสสูงอาจขาดแมงกานีสได้ เพราะแมงกานีสทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัส ทำให้ตกตะกอนและอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (นุชนารถ, 2550ก)

2.5.9.3 สังกะสี (Zn) บทบาทสำคัญของสังกะสี เกี่ยวกับกระบวนการเมตาโบลิซึมของออกซิน (auxin) ซึ่งเป็นสารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และยังมีหน้าที่ในการสร้างนิวคลีโอไทด์ จึงเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งการขาดสังกะสีในยางเล็กทำให้ต้นยางพาราชะงักการเจริญเติบโต ใบมีขนาดเล็ก สีซีดเหลือง ในยางพาราที่เปิดกรีดแล้วการขาดสังกะสีทำให้น้ำยางพาราลดลง เนื่องจากการแบ่งตัวของเยื่อเจริญในผนังเซลล์ของการสร้างท่อน้ำยางพาราลดลง ทำให้ ดัชนีท่อน้ำยาง (latex vessel index) ลดลง (นุชนารถ, 2550ก)

2.5.9.4 ทองแดง (Cu) ธาตุทองแดงเกี่ยวข้องกับการสร้างลิกนิน (lignin) เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ascorbic acid oxidase ที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช การขาดทองแดงที่รุนแรงทำให้ต้นยางพาราแห้งตายจากยอด และในกรณีที่มีธาตุทองแดงในน้ำยางพาราสูงเกินไป (มากกว่า 8 mg kg^{-1}) มีผลต่อกระบวนการออกซิเดชันของน้ำยางพารา ทำให้ยางเสื่อมคุณภาพ คือยางเหนียวเย็มง่ายเมื่อทำเป็นยางเครพ (นุชนารถ, 2550ก)

2.5.9.5 โบรอน (B) บทบาทของโบรอน 1) การเคลื่อนย้ายน้ำตาล 2) การสังเคราะห์ผนังเซลล์ และโครงสร้างของผนังเซลล์ 3) เมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตกรดไรโบนิวคลีอิก (Ribonucleic acid-RNA) ในการสังเคราะห์โปรตีนกรดอินโดลแอซิติก (Indole-3-acetic acid-IAA) ออกซินสำหรับการเจริญเติบโตของพืช 4) การหายใจ (ยงยุทธ, 2552) โบรอนจึงจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ถ้าขาดโบรอนทำให้ยางพาราชะงักการเจริญเติบโต ใบยางพารามีรูปร่างบิดเบี้ยว แต่หากยางพาราได้รับโบรอนมากเกินไปจนเป็นพิษ ขอบใบและปลายใบของพืชจะมีสีเหลืองแล้วเปลี่ยนสีน้ำตาล และแห้งตาย (นุชนารถ, 2550ก)

2.5.9.6 โมลิบดินัม (Mo) มีหน้าที่ในการสร้างโปรตีน และความเป็นประโยชน์ของธาตุโมลิบดินัมสูงเมื่อดินมี pH สูง ในดินปลูกยางพาราเมื่อ pH 4.0-5.5 จึงมีธาตุโมลิบดินัมในดินต่ำ แต่ยังไม่พบการขาดธาตุโมลิบดินัมในสวนยางพารา และพบว่า การใส่ปุ๋ยโมลิบดินัมมีผลใน

การเพิ่มน้ำยางพารา เนื่องจากการเพิ่มการดูดธาตุโมลิบดินัมของต้นยางพารามีผลในการสร้างไนโตรเจนเมตาโบลิซึม (N metabolism) (นุชนารถ, 2550ก)

เป็นที่ทราบแล้วว่าดินปลูกยางพาราในประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะดินที่ผ่านการปลูกยางพาราหรือพืชชนิดอื่นมาแล้ว ทำให้ธาตุอาหารในดินมีปริมาณน้อยลง ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต จึงจำเป็นต้องมีการใส่เพิ่ม โดยเฉพาะธาตุอาหารเสริมที่ยางพาราต้องการในปริมาณที่น้อย แต่ก็ขาดไม่ได้ ถ้าขาดพืชจะแสดงอาการขาด แต่ถ้าได้รับมากเกินไปจะแสดงอาการเป็นพิษ ในกรณีรุนแรงต้นพืชอาจตายได้ ในปัจจุบันธาตุอาหารเสริมมีความสำคัญมากขึ้นเนื่องจากถูกพืชดูดไปใช้จนปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารเสริมในดินมีอยู่ในระดับต่ำกว่าความต้องการของพืช และจากการผลิตปุ๋ยที่ต้องการให้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักสูงขึ้น ทำให้ธาตุอาหารรองและเสริมที่เจือปนอยู่ในปุ๋ยมีอยู่น้อยหรือไม่มี และการผลิตพันธุ์ยางพาราที่ให้มีผลผลิตสูงทำให้มีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักมากขึ้น ดังนั้น ธาตุอาหารเสริมย่อมถูกนำไปใช้ตามสัดส่วนตามความต้องการของพืช

2.6 องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางพารา

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางพาราที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid content : TSC) ซูโครส (sucrose : Suc) อนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus : Pi) และไธออล (thiol : RSH) เป็นพารามิเตอร์ที่สามารถช่วยประเมินความผิดปกติภายในเซลล์และระบบท่อน้ำยางได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับกลไกการไหลและหยุดไหลของน้ำยางพารา (latex flow) และการสร้างน้ำยางในช่วงระหว่างการกรีดครั้งแรกและครั้งที่สอง (latex regeneration) ซึ่งเป็นกลไกที่สะท้อนถึงผลผลิตน้ำยางพารา สุขภาพ และความสมบูรณ์ของต้นยางพารา ดังนี้

2.6.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ส่วนของของแข็งที่มีอยู่ในน้ำยางพาราคือปริมาณของแข็งทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย เนื้อยาง ลูทอยด์และเฟรวิสลิ่ง โดยประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณของแข็งทั้งหมด คือ ปริมาณเนื้อยางแห้ง (dry rubber content : DRC) ซึ่งปริมาณเนื้อยางแห้งและปริมาณของแข็งทั้งหมด เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสังเคราะห์ยางที่เกิดขึ้นภายในท่อน้ำยางและความหนืดของน้ำยาง โดยหากปริมาณเนื้อยางแห้งหรือ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดสูง แสดงว่า ภายในท่อน้ำยางเกิดกระบวนการสังเคราะห์ยางสูง และน้ำยางมีความหนืดสูง ทำให้น้ำยางไหลช้า เกิดการอุดตันที่ปลายท่อน้ำยางได้เร็ว ผลผลิตยางต่ำ ในทางตรงกันข้ามหากปริมาณเนื้อยางแห้งหรือปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำ แสดงว่า ภายในท่อน้ำยางเกิดกระบวนการสร้างน้ำยางต่ำ น้ำยางมีความหนืดต่ำ ทำให้น้ำยางไหลได้นาน และเกิดการอุดตันที่ปลายท่อน้ำยางช้า และผลผลิตยางอาจจะต่ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตน้ำยางสดต่ำด้วย (พเยาว์ และคณะ, 2546; พิศมัย และคณะ, 2545; Jacob et al., 1989) โดยทั่วไปปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณเนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำยาง โดย Jacob และคณะ (1989) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient: r) -0.683 สอดคล้องกับ Mak และคณะ (2008) ซึ่งพบว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณผลผลิตน้ำยาง และเนื้อยาง โดยมีค่า r = -0.695 และ -0.639 ตามลำดับ

2.6.2 ซูโครส ซูโครสในน้ำยางเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) 2 โมเลกุล คือ กลูโคส และฟรุกโทส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีจำนวนคาร์บอน 6 อะตอม หรือ เรียกว่า น้ำตาลเฮกโซส (hexose) ในยางพาราซูโครสเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงและเป็นรูปหลักของคาร์โบไฮเดรตที่ถูกลำเลียงในพืช และถูกเหนี่ยวนำไปในท่อน้ำยาง สำหรับเป็นสารตั้งต้นในวิถีไกลโคไลซีส เพื่อสังเคราะห์ยางและสารชีวเคมีอื่นๆ โดยปริมาณซูโครสเป็นพารามิเตอร์ที่แสดงถึงกิจกรรมการสังเคราะห์ซูโครสและการนำซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยางพารา ปริมาณซูโครสมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวก และทางลบกับผลผลิต โดยปริมาณซูโครสในน้ำยางสูง แสดงว่า ต้นยางมีศักยภาพในการสร้างน้ำยางสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต แต่ในอีกด้านหนึ่งหมายถึงมีการนำซูโครสไปใช้ในการสร้างน้ำยางต่ำ ทำให้เกิดการสะสมซูโครสในน้ำยางสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับผลผลิต (พเยาว์ และคณะ, 2546; พิศมัย และคณะ, 2545; Jacob et al., 1989) จากการศึกษาของ Lacote และคณะ (2010) พบว่า ปริมาณซูโครสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับผลผลิตน้ำยางของยางพาราจำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ GT 1, PB 217, IRCA 130 และ IRCA 230 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.869 และพบว่า ผลผลิตน้ำยางมีอิทธิพลต่อปริมาณซูโครสมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดเท่ากับ 0.7556 สอดคล้องกับ พิศมัย และคณะ (2546) ที่พบว่า ผลผลิตน้ำยางเฉลี่ยกับ

ปริมาณซูโครส ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2546 ของยางพาราพันธุ์ PB 235, RRIM 600 และ GT 1 ซึ่งใช้ความถี่ในการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางต่างกัน มีความสัมพันธ์เชิงลบ โดยมีค่า r = -0.990

2.6.3 อนินทรีย์ฟอสฟอรัส การใช้พลังงานในกระบวนเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในท่อน้ำยาง ซึ่งเมื่อมีการใช้พลังงานในการสร้างน้ำยางมาก มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ฟอสฟอรัสออกมามาก โดย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นพารามิเตอร์ที่สะท้อนถึงเมแทบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยาง มีส่วนในการสลายน้ำตาล การสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์ที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนย้ายพลังงานหรือพาหะ (carrier) ของนิโคตินาไมด์อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ฟอสเฟต การผลิตกรดนิวคลีอิกและการสังเคราะห์ยาง (Jacob et al., 1989) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องในรูปของพลังงานที่นำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำยาง (พิศมัย, 2543) โดยหากมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสรัสสูง แสดงว่า มีการสร้างน้ำยางสูง อนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิต โดยจากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และผลผลิตน้ำยางของยางพาราจำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์ GT 1, PB 217, IRCA 130 และ IRCA 230) พบว่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.979 (Lacote et al., 2010) สอดคล้องกับพิศมัย และคณะ (2546) ที่พบผลผลิตน้ำยางเฉลี่ยกับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2542 ถึงเดือนมกราคม 2546 ของยางพาราพันธุ์ PB 235, RRIM 600 และ GT 1 ซึ่งใช้ความถี่ในการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางต่างกัน มีความสัมพันธ์เชิงบวก และ r =0.854

2.6.4 ไธออล ในน้ำยางพาราไธออลประกอบด้วย ซีสเตอีน (cysteine) เมไธโอนีน (methionine) และกลูตาไธโอน (glutathione) ซึ่งกลูตาไธโอนเป็นรูปของไธออลที่มีอยู่มากที่สุดในน้ำยางพารา โดยบทบาทของไธออลในน้ำยาง คือ ทำงานร่วมกับกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) สร้างโมเลกุลรีดิวส์ (RSH) ในน้ำยางแล้วทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระบริเวณเยื่อหุ้มของเซลล์ท่อน้ำยาง โดยเกิดออกซิเดชันกับรูปที่เป็นพิษของออกซิเจน (toxic oxygen) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการเมแทบอลิซึม ในสภาพที่ต้นยางปกติไธออลมีความสำคัญน้อย แต่เมื่อต้นยางอยู่ในสภาวะเครียด รูปที่เป็นพิษของออกซิเจนเกิดขึ้นมาก และเป็นสาเหตุในการทำลายอนุภาคลูทอยด์ ส่งผลให้ลูทอยด์แตก ทำให้อนุภาคยางจับตัว และน้ำยางหยุดไหล ดังนั้นไธออลจึงมีความสำคัญมาก เมื่อต้นยางอยู่ในสภาวะเครียด อีกทั้งรีดิวส์ไธออล ยังเป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญของเอนไซม์หลัก

2 ชนิด ในกระบวนการสร้างน้ำยาง คือ เอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) และไพรูเวทไคเนส (pyruvatekinase) ซึ่งเป็นเอนไซม์หนึ่งที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาในการเกิดไพรูเวต ในกระบวนการไกลโคไลซีส ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของการสังเคราะห์ยาง (Jacob et al., 1989) ไธออลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตน้ำยางโดย Sreelatha (2003) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างผลผลิตน้ำยาง และไธออลในยางพันธุ์ RRII 105 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.745 เช่นเดียวกับ Jacob และคณะ (1989) ซึ่งรายงานความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำยาง และไธออลเท่ากับ 0.685

2.7 การเจริญเติบโตของต้นยางพาราก่อนเปิดกรีด

ต้นยางพาราก่อนเปิดกรีด คือ ต้นยางพาราตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเปิดกรีด โดยพบว่า ในระยะตั้งแต่เริ่มปลูกจนยางพารามีอายุประมาณ 17 เดือน ต้นยางพาราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการแตกยอดติดต่อกัน (ลิขิต และคณะ, 2525) ยางพาราที่มีอายุ 2 เดือนหลังจากปลูกมีรัศมีการแผ่ขยายของรากประมาณ 30 เซนติเมตร และเมื่อยางพารามีอายุ 14 เดือน รัศมีการแผ่ของรากยางประมาณ 60 เซนติเมตรรอบลำต้น และพบว่า ในช่วงยางพาราอายุ 2-14 เดือน รากยางแผ่ออกเป็นวงกลมรอบลำต้นรัศมีของการแผ่ของรากใกล้เคียงกับรัศมีของทรงพุ่มยางพารา และเมื่อยางพาราอายุได้ปีที่ 4 รากแผ่ออกไปถึงกึ่งกลางระหว่างแถว รากของต้นยางพาราที่มีอายุมากว่า 5 ปี จะแผ่ขยายเพิ่มขึ้นและหนาแน่นอยู่ในบริเวณห่างจากลำต้นประมาณ 60 เซนติเมตร จนถึง 3 เมตร (ลิขิต และคณะ, 2525) ซึ่งรัศมีการแผ่ของรากยางพาราจะสัมพันธ์กับบริเวณการให้ปุ๋ยแก่ต้นยางพารา

การเจริญเติบโตของต้นยางพาราก่อนเปิดกรีด หากมีการให้ปุ๋ยที่เพียงพอต่อความต้องการของต้นยางพารา ก็ทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ซึ่ง สถาบันวิจัยยาง (2550) ได้กำหนดการเจริญเติบโตของยางพาราในช่วงก่อนเปิดกรีด เมื่อยางพาราได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามช่วงอายุยางพารา พบว่า เมื่อยางพาราอายุได้ 2 เดือนหลังจากตัดต้นเดิม จากการปลูกด้วยตอตา หรือ ต้นยางชำถุง ยางพารามีการแตกใบ 1 ชั้น และเมื่อ อายุ 4 เดือน ยางพาราแตกใบเป็น 2 ชั้น จนยางพาราได้อายุ 18 เดือน ต้นยางพารามีความสูง 350 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบลำต้นประมาณ 8 เซนติเมตร แต่เนื่องจากการปลูกสร้างสวนยางพาราแต่ละที่ การตกแต่งทรงพุ่มอาจแตกต่างกัน ทำให้ความสูงของต้นยางพาราไม่เหมือนกัน แม้ได้รับปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแล้วก็ตาม ดังนั้น เมื่อยางพารามีอายุมากขึ้น การวัดขนาดรอบลำต้นของยางพาราในแต่ละปีจึงสามารถทำได้ง่าย โดยเมื่อยางพาราอายุได้ 66 เดือน ยางพาราควรมีขนาดเส้นรอบลำต้นไม่น้อยกว่า 46 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.5) (สถาบันวิจัยยาง, 2550)

2.8 การวิจัยการใช้ปุ๋ยกับยางพาราก่อนเปิดกรีดในประเทศไทย

การปลูกยางพาราให้ประสบผลสำเร็จ ผลผลิตสูง และลดต้นทุนการผลิต นอกเหนือจากการเลือกพื้นที่ปลูกให้เหมาะสม เลือกใช้ยางพาราพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูงเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และมีการจัดการสวนยางพาราที่ถูกต้อง ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่ช่วยทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตเร็ว ลดระยะเวลาก่อนเปิดกรีดและรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดินเพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ

ประเทศไทยเริ่มนำยางพาราเข้ามาปลูกตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2443 ช่วงนั้นประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 109,00 ไร่ และได้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 18.76 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ตลอดเวลาที่ปลูกสร้างสวนยางพาราสิ่งสำคัญคือ การใส่ปุ๋ยเพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้แก่ยางพารา ในปี พ.ศ. 2504 ไทยเริ่มก่อตั้ง กองการยาง ในขณะนั้น แนะนำให้ใช้ปุ๋ยผสมของสถาบันวิจัยยางของมาเลเซีย ต่อมาในปี พ.ศ. 2511 ได้แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเชิงประกอบที่ใกล้เคียงกับปุ๋ยผสมเดิม เพื่อสะดวกแก่เกษตรกรต่อการใช้ปุ๋ย ต่อมาในปี พ.ศ. 2525 ได้แนะนำสูตรปุ๋ยสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีด 4 สูตร คือ 11-6-4 (สำหรับดินร่วน อายุยางน้อยกว่า 42 เดือน), 18-4-5 (สำหรับดินร่วน อายุยาง 42-72 เดือน), 10-5-9 (สำหรับดินทราย อายุยางน้อยกว่า 42 เดือน) และ 14-4-9 (สำหรับดินทราย อายุยาง 42-72 เดือน) ในปี พ.ศ. 2526 ได้มีการปรับสูตรปุ๋ยเพื่อลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการขนส่ง โดยปรับจากสูตรปุ๋ยเดิมเป็นสูตรปุ๋ยที่เข้มข้นหรือสูตรสูง คือ จาก 11-6-4 เป็นสูตร 18-10-6 และสูตร 10-5-9 เป็นสูตร 16-8-14 และอัตราการใส่ก็ลดลงด้วย (นุชนารถ, 2550ข)

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นทุกปี และขยายพื้นที่ปลูกไปยังแหล่งปลูกยางใหม่ เช่น ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีงานทดลองเกี่ยวกับดินและปุ๋ยในยางพาราก่อนเปิดกรีด เพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยแก่ยางพาราและต่อมาได้สรุปเป็นสูตรปุ๋ยสำหรับยางพาราก่อนเปิด

นุชนารถ และคณะ (2533) อ้างโดย นุชนารถ (2550ข) ศึกษาการตอบสนองของยางอ่อนต่อปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ (10 และ 14% N) ฟอสเฟต2 ระดับ (16 และ 20% P_2O_5) โพแทช 3 ระดับ (6, 10 และ 14% K_2O) และแมกนีเซียม 2 ระดับ (0 และ 2%MgO) ในดินร่วนทราย โดยมีปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองจำนวน 24 ทรีตเมนต์ เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย ดินที่ใช้ทดลองมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่ำกว่าระดับวิกฤตและปริมาณแมกนีเซียมปานกลาง พบว่า ปุ๋ยที่ทำให้ต้นยางพาราสามารถเปิดกรีดได้เมื่ออายุ 69 เดือน และมีผลตกค้างทำให้ผลผลิต

ยางพาราสูงกว่าการใส่ปุ๋ยระดับอื่นๆ ได้แก่ ปุ๋ยผสมระดับ $N_{14}P_{20}K_{10}Mg_2$, $N_{14}P_{16}K_{14}Mg_2$, $N_{14}P_{16}K_{14}Mg_0$, $N_{14}P_{16}K_{10}Mg_2$ และระดับปุ๋ย $N_{10}P_{16}K_6Mg_2$ แต่เมื่อพิจารณาถึงการตอบสนองของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ของยางพารา พบว่า ระดับปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับต้นยางพาราก่อนเปิดกรีดที่ปลูกในดินร่วนทราย คือ สูตร $N_{14}P_{16}K_{14}Mg_2$ และ $N_{14}P_{16}K_{14}Mg_0$

สมยศ และคณะ (2536) ศึกษาการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ (10 และ 20% N) ฟอสเฟต 2 ระดับ (12 และ 24% P_2O_5) โพแทช 4 ระดับ (5, 10, 15 และ 20% K_2O) และแมกนีเซียม 2 ระดับ (0 และ 2% MgO) ทดลองในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว ชุดดินชุมพร ในเขตปลูกยางเดิม ระดับปุ๋ยที่ใช้ทดลองมี 32 ทรีตเมนต์ ใส่อัตรา 500 กรัมต่อต้น ทุกทรีตเมนต์ตลอดการทดลองเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย พบว่า ปุ๋ยผสมที่ทำให้ต้นยางพาราเมื่ออายุ 60 เดือน เจริญเติบโตดีและมีผลตกค้างทำให้ผลผลิตยางพาราสูงกว่าการใส่ปุ๋ยระดับอื่นๆ คือ $N_{10}P_{12}K_{10}Mg_0$, $N_{10}P_{24}K_{10}Mg_0$, $N_{10}P_{24}K_{15}Mg_0$, $N_{20}P_{12}K_5Mg_2$ และ $N_{20}P_{12}K_5Mg_0$ และเมื่อพิจารณาผลตกค้างของปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตยางพาราและราคาปุ๋ยแล้วระดับปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับต้นยางพาราก่อนเปิดกรีดที่ปลูกในดินร่วนเหนียว คือ $N_{10}P_{12}K_{10}Mg_0$

ปราโมทย์ (2538) ศึกษาปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทช และแมกนีเซียม ระดับต่างๆ กับต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวชุดดินกบินทร์บุรี เพื่อหาสูตรปุ๋ยผสมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นยางพาราที่ปลูกในเขตปลูกยางใหม่ ระดับปุ๋ยที่ทดลองได้แก่ ไนโตรเจน 2 ระดับ (10 และ 14% N) ฟอสฟอรัส 2 ระดับ (16 และ 20% P_2O_5) โพแทสเซียม 4 ระดับ (6, 10, 14 และ 18% K_2O) และแมกนีเซียม 2 ระดับ (0 และ 2% MgO) รวมเป็นปุ๋ยผสม 32 ทรีตเมนต์เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย รายงานว่า ปุ๋ยผสมระดับ $N_{10}P_{16}K_6Mg_0$ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพาราสามารถเปิดกรีดได้ที่ต้นยางพาราอายุ 8 ปี และมีผลตกค้างของปุ๋ยซึ่งให้ผลผลิตสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยระดับอื่น

จากการทดลองที่ผ่านมาสามารถสรุปสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีดในแต่ละเนื้อดิน ทั้งในเขตปลูกยางเดิม และเขตปลูกยางใหม่คือ (นุชนารถ, 2550ข)

1) ระดับปุ๋ย$N_{14}P_{16}K_{14}Mg_0$ เนื้อดินร่วนทราย สำหรับเขตปลูกยางเดิม
2) ระดับปุ๋ย$N_{10}P_{12}K_{10}Mg_0$ เนื้อดินร่วนเหนียว สำหรับเขตปลูกยางเดิม
3) ระดับปุ๋ย$N_{10}P_{16}K_6Mg_0$ เนื้อดินทุกชนิด สำหรับเขตปลูกยางใหม่

ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลองดังกล่าวอยู่ในรูปฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) ของหินฟอสเฟต แต่ในการกำหนดสูตรปุ๋ย ฟอสเฟตต้องอยู่ในรูปฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) และเนื่องจากฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ในหินฟอสเฟตต้องมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของฟอสเฟตทั้งหมดในหินฟอสเฟต ดังนั้นจึงได้สูตรปุ๋ยดังนี้

1) ระดับปุ๋ย $N_{14}P_{16}K_{14}Mg_0$ สำหรับดินร่วนทราย กำหนดให้เป็นสูตร 14-5-14
2) ระดับปุ๋ย $N_{10}P_{12}K_{10}Mg_0$ สำหรับดินร่วนเหนียว กำหนดให้เป็นสูตร 10-4-10
3) ระดับปุ๋ย $N_{10}P_{16}K_6Mg_0$สำหรับดินทุกชนิด กำหนดให้เป็นสูตร 10-5-6

ในการแนะนำปุ๋ยสูตรสูง จากสูตรปุ๋ยที่ได้ข้างต้นซึ่งเป็นปุ๋ยสูตรต่ำ ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) และโพแทชที่ละลายน้ำ (K_2O) รวมกันต่ำกว่าร้อยละ 35 จึงมีการแนะนำปุ๋ยสูตรสูง เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้ ลดการขนส่ง และยังลดน้ำหนักสารตัวเติมสูตรปุ๋ยสำหรับแหล่งปลูกยางเดิมเปลี่ยนจากสูตร 14-5-14 และ 10-4-10 ซึ่งมีสัดส่วนปุ๋ยใกล้เคียงกัน ให้เป็นสูตร 20-8-20 การใส่แบ่งใส่ตามอายุและลักษณะเนื้อดินและในเขตปลูกยางใหม่จากสูตร 10-5-6 เป็นสูตร 20-10-12 สำหรับทุกเนื้อดินแต่แบ่งใส่ตามอายุยางพารา

2.9 การแนะนำการใส่ปุ๋ยกับยางพาราของสถาบันวิจัยยาง

สถาบันวิจัยยาง (2541) ได้แนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพาราก่อนเปิดกรีด 2 ประเภท คือ

2.9.1 ปุ๋ยรองก้นหลุม เป็นปุ๋ยที่ใช้ผสมดินรองก้นหลุมก่อนปลูก ซึ่งมีผลต่อการเร่งให้รากงอกและแผ่กระจายได้เร็วขึ้น ได้แก่ ปุ๋ยหินฟอสเฟต (0-3-0) อัตรา 170-200 กรัมต่อต้น ในเขตปลูกยางใหม่แนะนำให้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3-5 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยรองก้นหลุม

2.9.2 ปุ๋ยบำรุง ที่แนะนำให้ใช้ในสวนยางพาราก่อนเปิดกรีดมี 2 สูตร คือ

1) สูตร 20-8-20 สำหรับยางพาราในเขตปลูกยางเดิม
2) สูตร 20-10-12 สำหรับยางพาราในเขตปลูกยางใหม่

ในเขตปลูกยางเดิมถึงแม้ว่าจะใส่ปุ๋ยสูตรเดียวกัน แต่อัตราปุ๋ยที่ใส่แตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดินโดยดินร่วนทรายต้องการปริมาณธาตุอาหารมากกว่าดินร่วนเหนียว ส่วนในเขตปลูกยางใหม่แนะนำอัตราปุ๋ยเหมือนกันในดินทุกชนิด สำหรับสูตรปุ๋ยสำหรับเขตปลูกยางเดิม โดยในปีที่ 1 และปีที่ 2 แนะนำให้แบ่งใส่ 3 ครั้ง ในปีที่ 3-6 แบ่งใส่ 2 ครั้งในขณะที่ดินมีความชื้นเหมาะสม (ตารางที่ 1.5) เมื่อต้นยางพารายังเล็กให้ใส่ปุ๋ยบริเวณรอบๆ โคนต้นในรัศมีทรงพุ่ม เมื่อต้นยางพาราอายุ 2 ปีขึ้นไป ใส่เป็นแถบ 2 ข้างบริเวณ ระหว่างแถวยางพาราตามแนวทรงพุ่ม แล้วกลบให้ปุ๋ยอยู่ใต้ผิวดิน หรือใส่ปุ๋ยโดยวิธีขุดหลุมลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตรจากผิวดิน จำนวน 2 หลุมต่อต้น ส่วนในบริเวณลาดชันให้ใส่ปุ๋ยโดยวิธีขุดหลุมปัจจุบัน ในเขตปลูกยางใหม่ได้แนะนำปุ๋ยสูตร 20-10-

12 สำหรับยางพาราที่ปลูกในดินร่วนเหนียว และสูตร 20-10-17 สำหรับยางพาราที่ปลูกในดินร่วนทราย อัตราการใส่ขึ้นอยู่กับอายุยางพารา (นุชนารถ, 2554)

ตารางที่ 1.5 อัตราปุ๋ย และอายุยางพารา สำหรับยางพาราที่ปลูกในเขตปลูกยางเดิม ใช้ปุ๋ยเม็ดสูตรสำเร็จ (20-8-20)

อายุต้นยาง (เดือน)	อัตราการใส่ปุ๋ยบำรุง				การเจริญเติบโต	
	ดินร่วน		ดินทราย		ความสูง	ขนาดรอบลำต้น
	กรัม/ต้น	กก./ไร่	กรัม/ต้น	กก./ไร่	(ซม.)	(ซม.)
2	50	4	60	5	1 ชั้น	-
4	50	4	90	7	2 ชั้น	-
6	70	6	90	7	100	-
12	130	10	170	13	200	-
15	150	12	210	16	275	-
18	150	12	210	16	350	8
24	150	12	210	16	-	13
30	230	18	320	25	-	18
36	230	18	320	25	-	24
42	240	19	330	26	-	28
48	240	19	330	26	-	34
54	260	21	360	28	-	38
60	260	21	360	28	-	42
66	270	22	370	29	-	46
รวม	2,480	198	3,430	267		

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง (2541)

2.10 พฤติกรรมการใช้ปุ๋ยในยางพาราของเกษตรกร

เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตเพราะสะดวกต่อการใช้ แต่ก็มีเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีจากความคุ้นเคยหากในชุมชนมีการใช้ปุ๋ยสูตร หรือยี่ห้ออะไรมากก็มีการใช้ตามกัน หรือเมื่อไปซื้อ

ที่ร้านค้าก็ได้รับคำแนะนำของเจ้าของร้านให้ใช้ปุ๋ยที่มีการผลิตออกมาในตอนนั้น โดยที่เกษตรกรไม่ได้คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ

เครือมาศ (2553) ศึกษา พฤติกรรมการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรชาวสวนยางพาราในเขตอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ร้อยละ 89 มีอาชีพในการทำสวนยางพารา ส่วนใหญ่เป็นสวนขนาดเล็กเช่นกัน มีพื้นที่เฉลี่ย 25 ไร่ เกษตรกรไม่มีการวิเคราะห์ดินก่อนการใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อปี เกษตรกรซื้อปุ๋ยจากร้านค้าขนาดเล็กใกล้บ้าน ให้เหตุผลว่าเพราะคุณภาพเชื่อถือได้ นอกจากนี้พบว่า เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีร่วมปุ๋ยอินทรีย์เพราะให้เหตุผลว่าให้ผลผลิตดีขึ้น และปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน และเหตุผลที่ใช้ปุ๋ยเคมีเพราะว่านำไปใช้ได้ง่าย รองลงคือปุ๋ยเคมีราคาเหมาะสมหาซื้อสะดวก นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เกษตรกรให้เหตุผลไว้ว่าช่วย ปรับปรุงสภาพดิน ราคาต่ำกว่าปุ๋ยเคมี ซึ่งความเป็นจริงแล้วหากเทียบกับปริมาณธาตุอาหารที่ได้ต่อน้ำหนักปุ๋ยที่ใส่ ปุ๋ยอินทรีย์ให้ปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าปุ๋ยเคมี สูตรปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้คือ 15-15-15 รองลงมาคือ 15-7-18 และ 14-9-21 เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ยเพียงแค่ 49 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เฉลี่ยต้นละไม่ถึง 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งต่ำกว่าที่สถาบันวิจัยยางแนะนำ และยังเป็นสูตรปุ๋ยที่ต่ำกว่าสูตรที่แนะนำ คือ 30-5-18 นอกจากนี้ พื้นที่ถือครองที่ดิน รายได้ของครอบครัว มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการใส่ปุ๋ย เช่น ชนิดของปุ๋ยที่ใส่ วิธีการใส่ และยังพบว่าคุณภาพปุ๋ย ราคาปุ๋ย ราคาน้ำยางสด ราคายางแผ่นดิบ การขนส่ง คำแนะนำจากเพื่อนบ้าน คำแนะนำจากผู้จัดจำหน่าย มีผลต่อการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรด้วยเช่นกัน

หทัยชนก (2553) ได้ศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิต่อการเลือกใช้ปุ๋ยของเกษตรกรชาวสวนยางพารา อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา พบว่า ประชากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 94 ประกอบอาชีพการทำสวนยางพารา ส่วนใหญ่เป็นสวนขนาดเล็ก มีพื้นที่เฉลี่ย 26 ไร่ การใส่ปุ๋ยในสวนยางพาราเกษตรกรนิยมใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวมากกว่าประมาณ ร้อยละ 65 เพราะให้เหตุผลว่า ราคาถูกและคุณภาพดี และร้อยละ 29 เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเพราะให้เหตุผลว่า น้ำยางออกดี คุณภาพสม่ำเสมอ ซึ่งปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใส่โดยเฉลี่ย 58.52 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งต่ำกว่าที่สถาบันวิจัยยางแนะนำคือ 76 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สูตรปุ๋ยที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุดคือ สูตร 15-15-15 รองลงมาคือ 16-6-16, 16-16-8, 15-7-18 และ 16-8-4 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ย 1 ครั้งต่อปี และช่วงเดือนที่ใส่กันมากที่สุดคือ เดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝน วิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรคือหว่านรอบโคนต้นและเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการวิเคราะห์ดินก่อนการใส่ปุ๋ย ค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 704.76 บาทต่อไร่ต่อปี อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อปุ๋ยของเกษตรกรคือ คุณภาพของปุ๋ย เพราะเกษตรกรเชื่อว่าถ้าได้ใส่ปุ๋ยที่มีคุณภาพดีส่งผลให้ผลผลิตของยางพาราเพิ่มมากขึ้น

เห็นได้ว่าพฤติกรรมการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรนั้น ส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยสูตรสม่ำเสมอซึ่งสูตรที่ใช้คือ 15-15-15 และไม่ได้วิเคราะห์ดินก่อนใส่ปุ๋ย อีกทั้งปริมาณปุ๋ยที่ใส่ก็ยังไม่ได้ตามปริมาณที่สถาบันวิจัยยางได้แนะนำไว้ คือ ในยางพาราที่เปิดกรีดแล้วสถาบันวิจัยยางแนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตร 30-5-18 หรือ 29-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี อย่างไรก็ตาม นอกจากสูตรปุ๋ยที่ใส่ในยางพาราที่เปิดกรีดแล้วสถาบันวิจัยยาง ได้แนะนำสูตรปุ๋ยสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีดไว้ คือ สูตร 20-8-20 และ 20-10-12

2.11 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

ดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่ต่างกัน พืชที่ปลูกแต่ละชนิดต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่แตกต่างกันตามช่วงเวลา อายุ ชนิดของดิน และพันธุ์พืชที่ปลูก นอกจากปัจจัยอื่น ดินเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใส่ปุ๋ย และธาตุอาหารที่เหมาะสม พืชที่ปลูกในดินที่ต่างกัน ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารที่ต่างกัน ปุ๋ยที่ใส่ก็ต้องแตกต่างกัน ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับยางพาราเพื่อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของยางพาราโดยเฉพาะในยางพาราก่อนเปิดกรีด และการให้ผลผลิตที่ดีเมื่อยางพาราเปิดกรีดได้ และเพื่อรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหารในดิน การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถทำได้ โดยเก็บตัวอย่างดินในสวนยางพาราเพื่อเป็นตัวแทนมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร โดยพิจารณาธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ค่าวิเคราะห์ที่ได้มาประเมินเป็น ระดับ ต่ำ ปานกลาง สูง (ตารางที่ 1.6) เปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารที่ใส่แก่ยางพารา ในแต่ละอายุและชนิดของเนื้อดิน ซึ่งมีงานทดลองการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพืชแต่ละชนิดรวมถึงยางพารา ดังนี้

ทัศนีย์ และคณะ (2543) รายงานอิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชต่อผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินชัยบาดาล ตาคลี และปากช่อง พบว่า อัตราปุ๋ยที่ใส่เท่ากันในแต่ละชุดดินแต่ผลผลิตที่ได้ก็ไม่เท่ากัน การจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ส่งผลให้พืชได้ใช้ธาตุอาหาร และเจริญเติบโตดี ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้น การใส่ปุ๋ยเพื่อให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตจึงต้องคำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ธาตุอาหารในดิน และนอกจากนี้ การเก็บเกี่ยวผลผลิตแต่ละครั้งธาตุอาหารก็ยังสูญเสียไปกับผลผลิตอีกด้วย หากไม่มีการใส่ปุ๋ยเพื่อชดเชยธาตุอาหาร ทำให้ขาดความสมดุลของธาตุอาหารในดิน ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกและการให้ผลผลิตต่อไป จึงต้องใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการพืชที่ปลูก หรือที่เรียกว่า ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

Attanandana และคณะ (2004) เปรียบเทียบผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยโดยวิธีของเกษตรกรแล้วเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ ในจังหวัด นครสรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี และนครราชสีมา พบว่า การใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรทั้ง 4 จังหวัดนี้ ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และยังทำให้กำไรที่ได้ของผลผลิตเปรียบเทียบกันสองปีแตกต่างกันมาก เมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพิ่มขึ้นจากปีที่ใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร นอกจากนี้ Julie และคณะ (2010) ได้เปรียบเทียบผลผลิต ผลผลิตต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ ระหว่างการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและวิธีเกษตรกร ในข้าวโพด ในประเทศเวียดนามและอินโดนีเซีย พบว่า ในทรีตเมนท์ที่ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด เฉลี่ย 8.44 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งสูงกว่า วิธีของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด 7.37 ตันต่อเฮกแตร์ และพบว่า วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 27.50 กิโลกรัมต่อปุ๋ยไนโตรเจน 1 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าวิธีของเกษตรกรซึ่งได้เท่ากับ 18.40 กิโลกรัมต่อปุ๋ยไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

นาตยา และอรรถสิทธิ์ (2552) ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกอ้อยตอพบว่า วิธีที่ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีอื่น และวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ค่า Brix (% ของแข็งที่ละลายน้ำลาย ในที่นี้คือซูโครส), Pol (ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อย) และ Purity (%ความบริสุทธิ์ของน้ำตาล) สูงที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีใส่ปุ๋ยวิธีอื่น ในส่วนของรายได้คิดจากค่า CCS (Commercial Cane Sugar = ปริมาณน้ำตาล คิดเป็นร้อยละของอ้อยหนัก 1 ตัน) พบว่า ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีรายได้ 10,808.67 บาทต่อไร่ และกำไรสุทธิของอ้อยที่ผลิตได้ คือ 5,016.67 บาทต่อไร่ แม้ว่าต้นทุนการผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร และวิธีไม่ใส่ปุ๋ยก็ตาม ส่วนวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยถึงจะมีค่า CCS สูงที่สุดก็ตาม แต่ได้ผลผลิตน้ำหนักสดของอ้อยต่อไร่ต่ำที่สุด กำไรสุทธิจึงต่ำด้วย การใส่ปุ๋ยยูเรียเพียงอย่างเดียวของเกษตรกร ทำให้อ้อยขาดธาตุอาหารอื่นที่จะใช้ในการสร้างน้ำตาล และไนโตรเจน ยังไปเพิ่มการเจริญเติบโตของอ้อยเกิดขึ้น เช่น การแตกหน่อ การเพิ่มปริมาณใบ

ยุพิน และคณะ (2552) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตข้าวจังหวัดตรังจากการจัดเขตศักยภาพของพื้นที่ และแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน รายงานว่า การเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับวิธีใส่ปุ๋ยตามเกษตรกร และใส่ตามคำแนะนำทั่วไป พบว่า ค่าเฉลี่ยของการเก็บข้อมูลทั้ง 2 ปี การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด เห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสมสามารถเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวได้ โดยการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำและตามค่าวิเคราะห์ดินแล้วได้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 18 และ 23 ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลกำไรต่อไร่สูงสุด 4,738 บาทต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำให้ผลกำไร 4,584 บาทต่อไร่ ส่วนวิธีของเกษตรกรให้ผลกำไรต่ำสุด 3,935 บาทต่อไร่

ยางพารา ซึ่งเป็นพืชที่สามารถปลูกในดินที่แตกต่างกันหลายชนิด สถาบันวิจัยยางได้กำหนดสูตรปุ๋ยทั่วไปที่ใช้ในสวนยางพาราตามลักษณะของดินปลูกยาง และได้กำหนดสูตรปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน คือ สำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีด ในเขตปลูกยางเดิมแนะนำสูตร 20-8-20 และในเขตปลูกยางใหม่แนะนำสูตร 20-10-12 ในเขตปลูกยางเดิมถึงแม้ว่าใส่ปุ๋ยสูตรเดียวกันแต่อัตราปุ๋ยที่ใส่แตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดินโดยดินร่วนทรายต้องการปริมาณธาตุอาหารมากกว่าดินร่วนเหนียว สำหรับยางพาราหลังเปิดกรีดแนะนำให้ใช้ปุ๋ยสูตร 30-5-18 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เนื่องจากสวนยางพาราในประเทศไทยร้อยละ 90 เป็นสวนยางพาราขนาดเล็ก แต่พบว่า ประเทศไทยมีการใช้ปุ๋ยคิดเป็นร้อยละ 26 ของปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำ (นุชนารถ และคณะ, 2551) ซึ่งทำให้ยางพาราได้รับธาตุอาหารไม่ตรงตามคำแนะนำที่สถาบันวิจัยยางได้แนะนำไว้ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นวิธีที่ทำให้ต้นยางพาราได้ธาตุอาหารตรงตามความต้องการ และยังเป็นการลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้ยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในยางก่อนเปิดกรีด และเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตในยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว

นุชนารถ และคณะ (2551) ได้ทดลองการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตยางพาราให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในแปลงเกษตรกรที่ทดลอง พบว่า มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินปริมาณต่ำถึงต่ำมาก ดังนั้น วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์จึงต้องเพิ่มระดับของปุ๋ยฟอสเฟตจากที่สถาบันวิจัยยางที่ระดับ 5% P_2O_5 เป็น 10% P_2O_5 และเพิ่มปุ๋ยโพแทชจาก 18% K_2O เป็น 24% K_2O แต่คงระดับปุ๋ยไนโตรเจนเนื่องจากไนโตรเจนที่สถาบันวิจัยยางแนะนำระดับ 30% N เป็นไนโตรเจนระดับสูงอยู่แล้วดังนั้นสูตรปุ๋ยที่ใช้คือ 30-10-24 อัตรา 1,000 กรัมต่อต้นต่อปี และวิธีเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยสูตร 30-5-18 อัตรา 1,000-1,500 กรัมต่อต้นต่อปี พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกรทำให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นจาก 353 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีเป็น 438 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (เพิ่มขึ้นร้อยละ 24) นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าปุ๋ยร้อยละ 16 จาก 954 บาทต่อไร่ต่อปีเป็น 800 บาทต่อไร่ต่อปีทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 5,932 บาทต่อไร่ต่อปี

จากการทดลองดังกล่าว ปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากค่าวิเคราะห์ดิน ค่าที่ได้นำมาประเมินเป็นระดับ ต่ำ ปานกลาง สูง และเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติหรือระดับที่เหมาะสมของธาตุนั้นๆ ซึ่งกำหนดให้เป็นปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอสำหรับยางพารา (ตารางที่ 1.6) และในยางพาราก่อนเปิดกรีดการแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามผลการประเมินที่ได้จากการวิเคราะห์ดิน ซึ่งสามารถแนะนำการใส่ปุ๋ยได้ 27 แบบ

ตารางที่ 1.6 ระดับของธาตุอาหารในดินปลูกยางพารา

สมบัติดิน	ระดับธาตุอาหารในดิน		
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
คาร์บอน (%) (Walkey and Black method)	<0.5	0.5-1.5	>1.5
ไนโตรเจน (%) (Kjeldahl method)	<0.11	0.11-0.25	>0.25
ฟอสฟอรัส ($mgkg^{-1}$) (Bray 2/Visible spectrophotometer)	<11	11-30	>30
โพแทสเซียม ($mgkg^{-1}$) (NH_4OAcExt./Flamephotometer)	<40	>40	-
แคลเซียม ($cmol_c kg^{-1}$) (NH_4OAcExt./ AAS)	<0.30	>0.30	-
แมกนีเซียม ($cmol_c kg^{-1}$) (NH_4OAcExt./ AAS)	<0.30	>0.30	-

ที่มา : นุชนารถ (2551)

การวิเคราะห์ดินเป็นการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่นิยมในปัจจุบัน แต่วิธีเหล่านี้ต้องทำในห้องปฏิบัติการซึ่งมีความยุ่งยากที่จะให้เกษตรกรปฏิบัติได้โดยทั่วไป การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้น โดยทั่วไปคำนึงถึงเฉพาะปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม และในปัจจุบันมีชุดทดสอบ NPK ในดินที่ใช้น้ำยาสกัดตัวเดียวและมีรายงานว่าใช้ได้ผลดีในพืชอายุสั้นหลายชนิด เช่น ข้าวโพด (ทัศนีย์ และคณะ, 2543) ข้าวและอ้อย (ทัศนีย์ และคณะ, 2550) ทัศนีย์ และคณะ (2542) ได้พัฒนาและศึกษาการใช้ชุดทดสอบ NPK ในการปลูกข้าวโพดในกระถาง ซึ่งใช้น้ำยา Mehlich 1 (0.05 M HCl + 0.025 M H_2SO_4) ในการสกัดดินในชุดดินต่างๆ พบว่า ค่าการวิเคราะห์ N P และ K มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการเจริญเติบโตและการดูดใช้ N P K ของข้าวโพด แสดงให้เห็นว่าชุดทดสอบสามารถวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและประเมินการให้ธาตุอาหารได้ตรงตามความต้องการของข้าวโพด นอกจากนี้ ทัศนีย์ และคณะ (2542) ศึกษาการวิเคราะห์ N P และ K ในดินอย่างง่าย พบว่า สารละลายดินที่สกัดได้โดยใช้น้ำยา Mehlich 1 จากชุดทดสอบเมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเทรตจากการทำให้เกิดสีด้วยวิธี alpha naphtylamine pink color (Jackson, 1958) และฟอสฟอรัสทำให้เกิดสีด้วยวิธี ascorbic acid แล้วนำมาเปรียบเทียบการวัดปริมาณธาตุเหล่านี้ โดยใช้ Spectrophotometer กับการใช้แผ่นสีมาตรฐานจากชุดทดสอบผลการทดลองกับดิน 55 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณไนเทรตและฟอสฟอรัสโดยการใช้ Spectrophotometer กับการใช้แผ่นสีมาตรฐานมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในขณะที่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการใช้วิธีการกลั่นและวิธี Bray 2 ตามลำดับ ในกรณีของโพแทสเซียมได้ทดลองกับดิน 200 ตัวอย่างซึ่งเป็นดินกรดและดินด่างที่มีเนื้อดินหยาบปานกลางและละเอียด โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ K ที่สกัดโดยใช้ NH_4OAc และวัดโดยใช้ Atomic

Absorption Spectrophotometer (AAS) กับปริมาณ K ที่สกัดโดย Mehlich 1 และวัดปริมาณโดยการใช้แผ่นสีมาตรฐานผลปรากฏว่ามีค่าสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทัศนีย์ และคณะ (2543) ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของชุดทดสอบ N P K โดยเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ และพบว่า ไนเทรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีความถูกต้อง 99, 95 และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

นุชนารถ และคณะ (2551) วิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการของสวนยางพาราเกษตรกร จำนวน 6 แปลง โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ใช้ดิน : น้ำอัตราส่วน 1: 2 วัดด้วย pH meter ปริมาณอินทรียวัตถุโดยวิธี Walkley and Black แล้วประเมินเป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ใช้วิธีการสกัดดินด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc pH 7 วัดด้วยเครื่อง Flame Photometer เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ดินด้วยชุดทดสอบดิน โดยการนำสารละลายที่สกัดได้ด้วยน้ำยาจากชุดทดสอบ มาทำให้เกิดสีแล้วเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน พบว่า ทั้ง 2 วิธีให้ผลวิเคราะห์ดินที่สอดคล้องกัน (ตารางที่ 1.7) แสดงให้เห็นว่า การวิเคราะห์โดยชุดทดสอบดินให้ผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ดังนั้น ในการแนะนำให้เกษตรกรใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหากไม่สามารถส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้ก็สามารถใช้ชุดทดสอบดินได้ และหากมีการนำไปใช้ในสวนยางพารา คาดว่า ค่าวิเคราะห์ที่ได้จากชุดทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับระดับวิกฤติของธาตุอาหารในดินปลูกยางพารา สามารถใส่ปุ๋ยได้ตรงตามความต้องการของยางพาราได้

ตารางที่ 1.7 เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการกับชุดทดสอบดิน

สมบัติ	ห้องปฏิบัติการ	ชุดทดสอบ
pH	4.2-4.7	3.5-4.5
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.05-0.08	-
แอมโมเนียมไนโตรเจน (%)	-	ต่ำมาก-ปานกลาง
ไนเทรตไนโตรเจน (%)	-	ต่ำ-ต่ำมาก
ฟอสฟอรัส (mg kg^{-1})	1-2	ต่ำ-ขาด
โพแทสเซียม (mg kg^{-1})	13-39	ต่ำ

ที่มา : นุชนารถ และคณะ (2551)

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นยางพารา ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ คาร์และโบไฮเดรตในใบ ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในเซรัมน้ำยางเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20

3.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าปุ๋ยและผลตอบแทนจากากรใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจการใช้ปุ๋ยในยางพาราก่อนเปิดกรีดระหว่างการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและสูตร 20-8-20 ของสถาบันวิจัยยาง

4.2 ใช้ปุ๋ยแก่ยางพาราได้อย่างเหมาะสมกับระดับธาตุอาหารในดินแต่ละแปลง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุและสารเคมี

1.1. 5,5′-ไดไธโอบิส (2-ไนโตรเบนโซอิค แอซิด) (5,5′-dithiobis (2-nitrobenzoic acid)

1.2. กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid: H_2SO_4)

1.3. กรดไดเมททิลฟอร์มาไมด์ (Dimethylformamide : C_3H_7NO)

1.4. กรดไนทริก (Nitric acid: HNO_3)

1.5. กรดบอริก (Boric acid: H_3BO_3)

1.6. กรดเพอร์คลอริก (Perchloric acid: $HClO_4$)

1.7. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid: $C_6H_8O_6$)

1.8. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride : NaCl)

1.9. โซเดียมซาลิไซเลต (Sodium salicylate: $NaC_7H_5O_3$)

1.10. โซเดียมไนโทรพรัสไซด์ ไดไฮเดรต (Sodium nitroprusside dehydrate: $C_5FeN_6Na_2O.2H_2O$)

1.11. ไดโซเดียมเอทีลีนไดเอมีนเตตระ-แอซิเตด (disodium ethylenediaminetetraacetate: Na_2EDTA)

1.12. โซเดียมไฮโพคลอไรด์ (sodium hypochorite: NaClO)

1.13. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide: NaOH)

1.14. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตไดไฮเดรต (Disodium hydrogen phosphate dehydrate: $Na_2HPO_4.4H_2O$)

1.15. ไตรครอโรอะซิติก แอซิด (Trichloroacetic acid TCA : CCl_3COOH)

1.16. น้ำยาสกัดเบรย์ทู (Bray ll reagent: 0.10 M HCI + 0.03 M NH_4F)

1.17. ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0)

1.18. ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

1.19. ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)

1.20. โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dicromate : $K_2Cr_2O_7$)

1.21. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate: KH_2PO_4)

1.22. เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต (Ferrous ammonium sulfate hexahydrate : $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$)

1.23. ทริส (ไฮดรอกซีเมททิล) อะมิโนมีเทน (Tris (hydroxymethyl)-aminomethane: $C_4H_{11}NO_3$)

1.24. สารผสมเร่งปฏิกิริยา (K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se = 100 : 10 : 1)

1.25. สารละลายมาตรฐานกลูตาไทโอน (Standard glutathione ($C_{10}H_{17}N_3O_6S$) : 2.5 mM)

1.26. สารละลายมาตรฐานกลูโคส (Standard glucose 1000 mgL^{-1})

1.27. สารละลายมาตรฐานแคลเซียม (Standard calcium: 1,000 mg L^{-1})

1.28. สารละลายมาตรฐานซูโครส (Standard sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 25 : mM)

1.29. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม (Standard potassium: 1,000 mg L^{-1})

1.30. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส (Standard phosphorus: 1,000 mg L^{-1})

1.31. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator)

1.32. เอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซีติกแอซิด (Ethylenediaminetetraacetate: $C_{10}H_{16}N_2O_8$)

1.33. แอทธิลีนไดอะมีนเทตระอะซิกติกแอซิด (Ethylenediaminetetra-acitic acid :$C_{10}H_{16}N_2O$)

1.34. แอนทิโนนีโพแทสเซียมทาร์เทรต (Antimony potassium tartrate: KSbO $C_4H_4O_6$ 0.5 H_2O)

1.35. แอนโทรน (Anthrone : $C_{14}H_{10}O$)

1.36. แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium sulfate: $(NH_4)_2SO_4$): 100 μgmL^{-1})

1.37. แอมโมเนียมเมทาวาเนเดต (Ammonium metavanadate: NH_4VO_3)

1.38. แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate: $(NH_4)_6MO_7O_{24}$.$4H_2$

1.39. แอมโมเนียมอะซีเทต (Ammonium acetate: NH_4OAc)

2. อุปกรณ์

1.1. เตาให้ความร้อน (Hot plate)

1.2. เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ (Flame photometer)

1.3. เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Nitrogen distillation apparatus)

1.4. เครื่องชั่งความละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง

1.5. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

1.6. เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า (EC meter)
1.7. เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (Visible spectrophotometer)
1.8. เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทโฟโทมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer)
1.9. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier caliper)
1.10. ชุดตรวจสอบดิน ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (NPK soil test kit)
1.11. สายวัด (Tape measure)
1.12. อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างดินและใบ
1.13. อุปกรณ์ผสมปุ๋ย

3. วิธีการทดลอง

ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพาราในช่วงก่อนเปิดกรีดหลังการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางสูตร 20-8-20 ทำการทดลอง 4 สวน ในพื้นที่ ต.เพหลา อ.คลองท่อม จ.กระบี่

3.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพาราเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20

3.1.1 การเลือกพื้นที่ศึกษา เลือกแปลงปลูกยางพาราที่มีการเจริญเติบโตของยางพาราอยู่ในช่วงก่อนเปิดกรีด (อายุ 41-51 เดือน) จำนวน 4 สวน คือสวนของคุณกำจัด ศรีเมือง คุณประกอบ ศรีงาม คุณประเสริฐ ช่างคิด และคุณกันยา เดชมาก โดยประกอบด้วยชุดดินคลองท่อม (Fine-Loamy, Kaolinitic, Isohyperthermic Typic Kandiudults) ชุดดินรือเสาะ (Fine-Silty, Mixed, Semiactive, Isohyperthermic Typic Palehumults) และชุดดินท่าแซะ (Fine-Loamy, Kaolinitic, Isohyperthermic Typic Kandiudults) ซึ่งแต่ละสวนมีพื้นที่ปลูกค่อนข้างเรียบ การเจริญเติบโตของยางพาราสม่ำเสมอ และภายในแปลงที่ปลูกเป็นยางพันธุ์เดียวกัน

3.1.2 การดำเนินงานในภาคสนาม

3.1.2.1 เก็บข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อ-สกุลเจ้าของสวนยาง พิกัดตำแหน่งที่ตั้งสวนยางทางภูมิศาสตร์ (GPS) ที่ตั้งสวนยาง พันธุ์ยาง ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้ก่อนการทดลอง ลักษณะพื้นที่ การดูแลจัดการภายในแปลง และข้อสังเกตอื่นๆ ลงในแบบบันทึก

3.1.2.2 การจัดแปลงการทดลอง ในแต่ละสวนวางแผนการทดลองแบบ one-tree plot design จำนวน 2 ทรีตเมนท์ คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ สูตร 20-8-20 โดยใช้ 1 ต้นต่อ 1 ซ้ำ ทรีตเมนต์ละ 60 ต้น และเก็บข้อมูลทุกต้น โดยศึกษาข้อมูลจาก 4 แถว แถวละ 15 ต้น หรือลักษณะการเลือกแถวแบบอื่นขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ โดยเว้นแถวยางที่อยู่ริมแปลง ไม่วัดต้นที่เป็นต้นซ่อม และเว้นแถวที่อยู่ระหว่างการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยตามคำแนะนำ ติดป้ายในส่วนของ 60 ต้นแรกเพื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และอีก 60 ต้นเพื่อใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ (รูปที่ 2.1) วัดขนาดเส้นรอบวงของต้นยางก่อนการทดลองที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร จากพื้นดิน ซึ่งเป็นความสูงในระดับการเปิดกรีด

3.1.3 การดำเนินการใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยสองครั้งใน 1 ปี คือ เดือนพฤษภาคม และเดือนพฤศจิกายน – เดือนธันวาคม ทำการทดลอง 2 ปี คือ พฤศจิกายน 2552 – ธันวาคม 2554 ซึ่งจะใส่ปุ๋ยดังนี้

3.1.3.1 การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินด้วยชุดตรวจสอบดิน โดยเก็บตัวอย่างดินในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินของแต่ละสวน และสุ่มเลือกจุดเก็บเป็นแบบ X-shaped ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร จากผิวดิน จำนวน 9 จุดจุดละ เท่าๆกัน แล้วนำมารวมเป็นตัวอย่างเดียวกัน (composition sample) (รูปที่ 2.2) นำมาทดสอบระดับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินว่ามีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ปานกลาง หรือสูง ด้วยชุดตรวจสอบ NPK ในดินของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ทัศนีย์, 2549) และแนะนำให้ใช้ปุ๋ยในรูปของ ยูเรีย (Urea) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) และ โพแทสเซียมคลอไร (KCl) ให้สอดคล้องกับระดับธาตุอาหารในดินและอายุของยาง (ตารางที่ 2.1 และ 2.2)

O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
O	1^A	30^A	31^A	60^A	O	O	1	30	31	60	O
O	2^A	29^A	32^A	59^A	O	O	2	29	32	59	O
O	3^A	28^A	33^A	58^A	O	O	3	28	33	58	O
O	4^A	27^A	34^A	57^A	O	O	4	27	34	57	O
O	5^A	26^A	35^A	56^A	O	O	5	26	35	56	O
O	6^A	25^A	36^A	55^A	O	O	6	25	36	55	O
O	7^A	24^A	37^A	54^A	O	O	7	24	37	54	O
O	8^A	23^A	38^A	53^A	O	O	8	23	38	53	O
O	9^A	22^A	39^A	52^A	O	O	9	22	39	52	O
O	10^A	21^A	40^A	51^A	O	O	10	21	40	51	O
O	11^A	20^A	41^A	50^A	O	O	11	20	41	50	O
O	12^A	19^A	42^A	49^A	O	O	12	19	42	49	O
O	13^A	18^A	43^A	48^A	O	O	13	18	43	48	O
O	14^A	17^A	44^A	47^A	O	O	14	17	44	47	O
O	15^A	16^A	45^A	46^A	O	O	15	16	45	46	O
O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

รูปที่ 2.1 แผนผังการเก็บตัวอย่างต้นยางที่ศึกษาข้อมูล

หมายเหตุ

O	= แถวคุมที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน
1^A – 60^A	= ต้นยางที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน
1 – 60	= ต้นยางที่ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ
O	= แถวคุมที่ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ

รูปที่ 2.2 การเก็บตัวอย่างดิน

ตารางที่ 2.1 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับยางพาราอายุ 24 เดือน 30 เดือน 36 เดือน และ 42 เดือน

แบบ	ธาตุอาหารในดิน			อัตราปุ๋ย (กก./ไร่)ของแม่ปุ๋ย			อัตราปุ๋ย (กรัม/ต้น)
	N	P	K	46-0-0	18-46-0	0-0-60	
1	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	12.0	4.0	7.2	305
2	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	12.0	4.0	6.2	295
3	ต่ำ	ต่ำ	สูง	12.0	4.0	5.2	280
4	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	12.0	3.5	7.2	300
5	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	12.0	3.5	6.2	285
6	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	12.0	3.5	5.2	275
7	ต่ำ	สูง	ต่ำ	12.0	3.0	7.2	295
8	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	12.0	3.0	6.2	280
9	ต่ำ	สูง	สูง	12.0	3.0	5.2	265
10	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	9.0	4.0	7.2	265
11	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	9.0	4.0	6.2	255
12	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	9.0	4.0	5.2	240
13	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	9.0	3.5	7.2	260
14	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	9.0	3.5	6.2	250
15	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	9.0	3.5	5.2	235
16	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	9.0	3.0	7.2	255
17	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	9.0	3.0	6.2	240
18	ปานกลาง	สูง	สูง	9.0	3.0	5.2	230
19	สูง	ต่ำ	ต่ำ	6.5	4.0	7.2	235
20	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	6.5	4.0	6.2	220
21	สูง	ต่ำ	สูง	6.5	4.0	5.2	210
22	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	6.5	3.5	7.2	230
23	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	6.5	3.5	6.2	215
24	สูง	ปานกลาง	สูง	6.5	3.5	5.2	200
25	สูง	สูง	ต่ำ	6.5	3.0	7.2	220
26	สูง	สูง	ปานกลาง	6.5	3.0	6.2	210
27	สูง	สูง	สูง	6.5	3.0	5.2	195

ที่มา : นุชนารถ (2551)

3.1.3.2 การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำสถาบันวิจัยยาง ทำการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ตามเขตปลูกยางเดิม โดยใส่ในอัตราที่ทางสถาบันวิจัยยางได้แนะนำให้ใส่ตามอายุของยางและชนิดของเนื้อดิน (ตารางที่ 1.5) และได้ระบุการเจริญเติบโตในเกณฑ์ปกติของต้นยางที่อายุต่างๆ ในแต่ละปี

ตารางที่ 2.2 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับยางพาราอายุ 48 เดือน 54 เดือน 60 เดือน 66 เดือน และ 72 เดือน

	ธาตุอาหารในดิน			อัตราปุ๋ย (กก./ไร่)ของแม่ปุ๋ย			อัตราปุ๋ย
แบบ	N	P	K	46-0-0	18-46-0	0-0-60	(กรัม/ต้น)
1	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	15.0	5.5	9.4	400
2	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	15.0	5.5	8.2	380
3	ต่ำ	ต่ำ	สูง	15.0	5.5	6.8	360
4	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	15.2	4.5	9.4	385
5	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	15.2	4.5	8.2	370
6	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	15.2	4.5	6.8	350
7	ต่ำ	สูง	ต่ำ	15.4	3.5	9.4	375
8	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	15.4	3.5	8.2	360
9	ต่ำ	สูง	สูง	15.4	3.5	6.8	340
10	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	11.5	5.5	9.4	350
11	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	11.5	5.5	8.2	335
12	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	11.5	5.5	6.8	315
13	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	11.6	4.5	9.4	340
14	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	11.6	4.5	8.2	320
15	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	11.6	4.5	6.8	305
16	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	11.8	3.5	9.4	325
17	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	11.8	3.5	8.2	310
18	ปานกลาง	สูง	สูง	11.8	3.5	6.8	290
19	สูง	ต่ำ	ต่ำ	8.0	5.5	9.4	300
20	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	8.0	5.5	8.2	280
21	สูง	ต่ำ	สูง	8.0	5.5	6.8	270
22	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	8.1	4.5	9.4	290
23	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	8.1	4.5	8.2	275
24	สูง	ปานกลาง	สูง	8.1	4.5	6.8	255
25	สูง	สูง	ต่ำ	8.2	3.5	9.4	280
26	สูง	สูง	ปานกลาง	8.2	3.5	8.2	265
27	สูง	สูง	สูง	8.2	3.5	6.8	245

ที่มา : นุชนารถ (2551)

3.1.3.3 วิธีการใส่ปุ๋ย ผสมปุ๋ยก่อนใส่ โดยใส่แบบขุดหลุมลึก 5-10 เซนติเมตร ห่างจากต้นยางพาราประมาณ 1 เมตร ต้นละ 2 หลุม ทำการใส่ปุ๋ยแล้วกลบเพื่อป้องกันการชะละลายของปุ๋ย

3.1.3.4 ค่าปุ๋ย คำนวณค่าปุ๋ยที่ใช้ตลอดการทดลองจากราคาแม่ปุ๋ยเดือนพฤศจิกายน 2552 คือ Urea, DAP และ KCl กระสอบละ 720, 1,120 และ 880 บาทตามลำดับ

3.2 การศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นยาง และการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและใบ

ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางก่อนและหลังการใส่ปุ๋ย และเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดินบางประการ ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างดิน ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างใบและองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

3.2.1 การเจริญเติบโตของต้นยาง วัดขนาดเส้นรอบวงของลำต้นครั้งแรกที่ความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน ก่อนการใส่ปุ๋ยเมื่อทำการแบ่งสวนออกเป็นสองแปลง คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง เมื่อเริ่มดำเนินการใส่ปุ๋ยยางทุกๆ 6 เดือน วัดขนาดเส้น รอบวงลำต้นที่ระดับความสูงจากพื้น 150 เซนติเมตร ตลอดระยะเวลา 2 ปีที่ทำการทดลองเพื่อดูการเจริญเติบโตของต้นยาง

3.2.2 การประเมินเนื้อไม้ยางพารา เป็นการประเมินน้ำหนักสดรวมจากเส้นรอบวงโคนต้น โดยวัดเส้นรอบวงโคนต้นเหนือรอยเท้าช้าง ประมาณ 20 เซนติเมตรเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และใส่ตามคำแนะนำ

โดยน้ำหนักสดไม้ยาง (กก.) = $2.3167\ G^{1.1972}$

กำหนดให้ G คือ เส้นรอบวงโคนต้นเหนือรอยเท้าช้าง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (กฤษดา, 2548)

3.2.3 การวัดความหนาของเปลือก ทำการเจาะต้นยางที่ระดับ 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน ด้วยเหล็กแหลม เจาะพอถึงเนื้อไม้ แล้ววัดความลึกที่เจาะได้ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และเปรียบเทียบความหนาของเปลือกระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้งสองแบบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3.2.4 บันทึกปริมาณปุ๋ยและค่าปุ๋ยที่ใช้ทั้งสองแบบ โดยคำนวณปริมาณปุ๋ยและราคาแม่ปุ๋ยตลอดการทดลองระหว่างการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและสูตร 20-8-20

3.2.5 การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของดิน เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลองที่ความลึก 0-30 เซนติเมตรจากผิวดิน โดยเก็บตัวอย่างดินทรีตเมนต์ละ 9 จุด เพื่อให้เป็นตัวแทนของแต่ละแปลงย่อย นำตัวอย่างดินที่เก็บได้มาผึ่งลมให้แห้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 แมช เก็บใส่กระป๋องพลาสติก ปิดฝาให้สนิท เขียนรายละเอียดของตัวอย่าง ได้แก่

วันที่เก็บ สถานที่เก็บ ทำเครื่องหมายเพื่อแสดงว่าเป็นดินที่เก็บจากทั้ง 2 ส่วน ที่เป็นแปลงทดลอง เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน และระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชต่างๆ

ตัวอย่างดินที่เตรียมไว้นำไปวิเคราะห์สมบัติของดินบางประการและปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ตามวิธี ดังนี้

3.2.5.1 เนื้อดิน (soil texture) โดยการวิเคราะห์หาปริมาณ sand, silt และ clay ด้วยวิธี hydrometer (คณาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์, 2550)

3.2.5.2 ปฏิกิริยาดิน (pH) ใช้ดิน : น้ำ อัตราส่วน 1 : 5 เขย่าประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้ววัดด้วย pH meter (จำเป็น, 2547)

3.2.5.3 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ชั่งดิน 6 กรัมใส่หลอดเหวี่ยงพลาสติก เติมน้ำที่ปราศจากไอออน 30 มิลลิลิตร (ดิน : น้ำ;1 : 5) เขย่าด้วยมือ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้ววัดด้วย EC meter (จำเป็น, 2547)

3.2.5.4 อินทรียวัตถุ (OM) การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนด้วยการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วย $K_2Cr_2O_7$ ในกรดกำมะถันเข้มข้น แล้ววิเคราะห์ไดโครเมตที่เหลือด้วยการไทเทรตกับสารละลาย Fe^{2+} โดยใช้ 1-10 phenanthroline เป็นอินดิเคเตอร์ แล้วคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุ โดยหลักการที่ว่า ในอินทรียวัตถุประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 58 (จำเป็น, 2547)

3.2.5.5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) วิเคราะห์ไนโตรเจนด้วยวิธีวิเคราะห์ของ Kjeldahl โดยทำการชั่งตัวอย่างดิน 1.00 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตรแล้วเติมสารเร่งปฏิกิริยาที่มีทองแดง โพแทสเซียมซัลเฟต และซีลีเนียม จากนั้น นำไปเติมด่าง และกลั่นหาแอมโมเนียโดยมีสารละลาย HBO_3 เป็นตัวจับแก๊สแอมโมเนีย แล้วไทเทรตหาแอมโมเนียที่ถูกจับในกรดบอริกด้วยสารละลายกรดที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน (จำเป็น, 2547)

3.2.5.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) สกัดดินด้วยสารละลาย Bray II (0.10 M HCl + 0.03 NH_4F) แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่สกัดด้วยวิธี Molybdenum blue (จำเป็น, 2547)

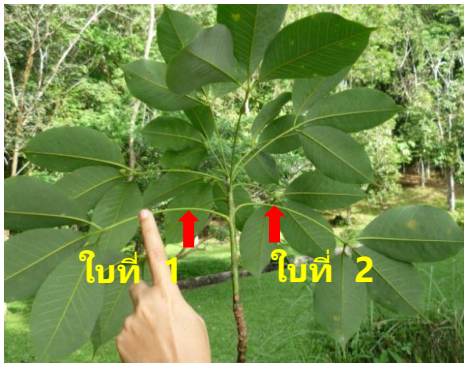
3.2.5.7 โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Ca, Mg, Na) สกัดดินด้วยสารละลาย 1.0 M NH_4OAc pH 7.0 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของโพแทสเซียม และโซเดียมในสารละลายสกัดด้วยเครื่อง Flame Photometer แคลเซียม และแมกนีเซียม ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) (จำเป็น, 2547)

3.2.5.8 กรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity) สกัดด้วยสารละลาย 1 M KCl แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย 0.05 M NaOH โดยใช้ phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ (จำเป็น, 2547)

3.2.5.9 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity : CEC) คำนวณจากผลรวมของ exchangeable acidity และ exchangeable K, Ca, Mg, Na (จำเป็น, 2547)

3.2.5.10 ร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกด่าง (% base saturation : %B.S.) คำนวณจากผลรวมของ exchangeable Ca^{2+}, Mg^{2+}, K และ Na หารด้วย C.E.C แล้วคูณ 100

3.2.6 การเก็บตัวอย่างใบและการวิเคราะห์ ทำการเก็บตัวอย่างใบปีละ 2 ครั้ง จากพื้นที่ใส่ปุ๋ยทั้งสองส่วน อายุใบที่เก็บ 100 ถึง 150 วัน หลังผลิใบใหม่ โดยเก็บใบจากกิ่งประเภท secondary หรือ tertiary ของทรงพุ่มใบยางแต่ละกิ่ง เก็บใบย่อยจากใบคู่แรกหรือใบที่ 1 และใบที่ 2 ของฉัตรแรก ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (รูปที่ 2.3) ไม่เก็บใบยางที่เป็นโรคเกิน 5 % ของพื้นที่ใบ ในกรณีใบเป็นโรคมากอนุโลมให้เลือกเก็บใบย่อยจากใบที่ 3 และ 4 ได้ โดยเก็บใบย่อย 6 ใบต่อต้น ทุกๆ 10 ต้น เพื่อเป็นตัวแทนจากแปลงที่ทำการทดลอง แล้วนำมาล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนและซับด้วยผ้าขาวที่สะอาด และอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ใบยางที่อบแห้งแล้วนำใบบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช ร่อนผ่านตะแกรงขนาดขนาด 20 แมช แล้วเก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ดังนี้



รูปที่ 2.3 ตำแหน่งของใบที่เก็บของต้นยางอ่อนหลังจากแตกกิ่งรอง
ที่มา: นุชนารถ (2542)

3.2.6.1 ไนโตรเจนทั้งหมดในพืช (total N) วิเคราะห์ไนโตรเจนในพืชด้วยวิธี Kjeldahl โดยชั่งตัวอย่างพืช 0.1000 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร และสารเร่งปฏิกิริยาที่มีทองแดง โพแทสเซียมซัลเฟต และซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบ จากนั้นนำไปเติมด่าง และกลั่นหาแอมโมเนียมโดยมีสารละลายกรดบอริกเป็นตัวจับแก๊สแอมโมเนีย หรือแอมโมเนียมไอออนแล้วไทเทรตหาแอมโมเนียมในกรด บอริกด้วยสารละลายกรดที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน (จำเป็น, 2547)

3.2.6.2 ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ทั้งหมดในพืช (total P, K, Ca, Mg) ย่อยตัวอย่างพืชด้วยกรดผสมไนทริกและเพอร์คลอริค (HNO_3 : $HClO_4$; 3:1) แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสด้วยวิธี Vanadomolybdate วัดด้วยเครื่อง Visible Spectrophotometer วิเคราะห์โพแทสเซียมด้วยวิธี Atomic Emission Spectrophotometry วิเคราะห์แคลเซียม แมกนีเซียม ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry (จำเป็น, 2547)

3.2.7 คลอโรฟิลล์ สกัดตัอย่างด้วย dimethylformamide (DMF) (C_3H_7NO) โดยสุ่มเก็บใบยางพาราสดจาก 10 ต้น ต้นละ1 ใบต่อ 1 แปลงย่อย เจาะให้ได้พื้นที่ใบประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร แล้วนำมาแช่ในหลอดที่บรรจุด้วยกรด DMF ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ตัวอย่างใบละ 1 หลอดจากนั้นปิดฝาให้สนิท วางในที่มืดทันทีเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง (สารละลายเมื่อเก็บไว้ในที่มืดสามารถเก็บได้นานถึง 42 ชั่วโมง) แล้วนำสารสกัดนี้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 664 และ647 นาโนเมตร ค่าที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll) ในใบ (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) จากสูตร (กฤษดา และพิเชษฐ์, 2552)

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = \frac{(7.04A_{664}+20.27A_{647})}{Ar\times 10}V$$

เมื่อ A_{664} และ A_{647} คือค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 664 และ 647 นาโนเมตร

V คือ ปริมาตรของ DMF ที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)

Ar คือ พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)

3.2.8 คาร์โบไฮเดรต สกัดตัวอย่างด้วยกรดเพอร์คลอริก (52% w/v $HClO_4$) ทำการชั่งตัวอย่างใบที่ผ่านการบดแล้วมา 0.1000 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในหลอดเหวี่ยงพลาสติก เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร และเติมกรดเพอร์คลอริก 1.3 มิลลิลิตร นำไปเขย่า 20 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 โดยชะด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 10 มิลลิลิตร 5 ครั้ง และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมาตรฐานกลูโคส 0, 10. 20, 30, 40, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และ

ตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย 0.1% w/v Anthrone จำนวน 5 มิลลิลิตร และนำไปต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 นาที ตั้งไว้ให้สารละลายเย็น แล้วนำมาอ่านค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร โดยวัดสารละลายมาตรฐานกลูโคสตามลำดับความเข้มข้นแล้วจึงวัดตัวอย่าง คำนวณความเข้มข้นของกลูโคสในหน่วยกรัมต่อกิโลกรัม (Osborne and Voogt, 1978 อ้างโดย พิรุณ, 2550)

3.2.9 องค์ประกอบทางชีวเคมีและธาตุอาหารในเซรัมน้ำยาง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแต่ละแปลงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยสุ่มเจาะต้นยางพาราที่ความสูง 1.5 เมตร และเก็บต้นละ 15 หยดจากต้นยาง 10 ต้น ต่อแปลง แบ่งน้ำยางมาวิเคราะห์คือ นำมาหาปริมาณของแข็งทั้งหมด และอีกส่วน นำน้ำยางมาเติม สารผสม TCA (2.5% w/v TCA + 0.1% w/v EDTA) โดยใช้น้ำยาง :TCA อัตราส่วน 1 : 9 (น้ำยางถูกเจือจาง 10 เท่า) คนให้เข้ากันให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อน แล้วกรองด้วยกระดาษวัตแมนเบอร์ 1 แล้วเก็บสารละลายส่วนที่ใสไว้ แช่น้ำแข็งระหว่างนำมาวิเคราะห์น้ำยางในห้องปฏิบัติการ สารละลายที่ได้เรียกว่า เซรั่มน้ำยางเตรียมไว้สำหรับหาปริมาณซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไทออล (พเยาว์ และคณะ, 2546; Sreelatha et al., 2007; Soumahin et al., 2010) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางชีววิทยาของน้ำยางระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้งสองแบบ

3.2.9.1 เปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด โดยการปิเปตน้ำยางสดในแต่ละแปลงที่เจาะได้มา 2 มิลลิลิตร นำไปชั่งบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำแผ่นยางที่อบแห้งแล้วออกจากตู้อบ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกน้ำยางแห้งไว้ จากนั้นคำนวณหาค่าเปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด จากสูตร

$$\text{เปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งX100}}{\text{น้ำหนักยางสด}}$$

3.2.9.2 ซูโครส วิเคราะห์ซูโครสโดยใช้วิธี Anthrone โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานซูโครส 0, 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50 มิลลิโมลาร์ และตัวอย่างมา 100 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย TCA+EDTA จำนวน 400 ไมโครมิลลิลิตรและสารละลาย 0.1% w/v Anthrone จำนวน 3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีตั้งไว้ให้สารละลายเย็น แล้วนำมาอ่านค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร โดยวัดสารละลายมาตรฐานซูโครสตามลำดับความเข้มข้นแล้วจึงวัดตัวอย่าง คำนวณความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.3 อนินทรีย์ฟอสฟอรัส ใช้วิธี vanadomolybdate โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิโมลาร์ และตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองเติมสารสำหรับทำปฏิกิริยา (NH_4VO_3 + $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.H_2O$) ลงไปหลอดละ 3 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ 10 นาที วัดปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสโดยใช้สารละลายมาตรฐาน 0 มิลลิโมลาร์ ปรับให้เครื่องอ่านค่าที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตรเป็นศูนย์วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้น และตัวอย่าง คำนวณความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.4 ไทออล ใช้วิธี Acid dinitro-dithio-dibenzoic โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานกลูต้าไทโอน 0, 0.005, 0.01, 0.02, 0.04 มิลลิโมลาร์ และตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย Tris buffer 1 มิลลิลิตร และสารละลาย DTNB (5,5′ –dithiobis-(2-nitrobenzoic acid)(3,3′-6)) 50 ไมโครลิตร ในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากัน เขย่าด้วยเครื่องเขย่า แล้วทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้สารละลายที่ไม่มีกลูต้าไทออลผสมอยู่ (zero standard) ปรับให้เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 412 นาโนเมตร เท่ากับศูนย์ วัดค่าการดูดกลืนแสง (ABS) ของสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้นแล้วจึงวัดในเซรั่มน้ำยางคำนวณความเข้มข้นของไทออลในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.5 แอมโมเนียมไนโตรเจน ใช้วิธี Salicylate hypochloriteโดยปิเปตสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียม 0, 2, 4, 6 และ 8 ไมโครกรัมต่อลิตร และตัวอย่างมา 0.5 มิลลิลิตร เติม EDTA ลงไป 0.2 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมซาลิไซลิก-โซเดียมไนโทรพรัสไซด์ 0.8 มิลลิลิตร และสารละลายพัฟเฟอร์ไฮโพคลอไรต์ 3 มิลิลิตร ในหลอดทดลอง และนำไปต้มที่อุณหภูมิ 37องศาเซลเซียสนาน 30 นาที แล้ววางทิ้งไว้ 10 นาทีวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้สารละลายที่ไม่มีแอมโมเนียมไนโตรเจนผสมอยู่ (zero standard) ปรับให้เครื่องวิสิเบิลสเปกโทร-โฟโทมิเตอร์อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 667 นาโนเมตร เท่ากับศูนย์ วัดค่าการดูดกลืนแสง (ABS) ของสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้นแล้วจึงวัดในเซรัมน้ำยางคำนวณความเข้มข้นของแอมโมเนียมไนโตรเจนในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.6 ไนเทรตไนโตรเจน ใช้วิธี salicylic acid โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียม 0, 1, 2, 4, และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร และตัวอย่างมา 0.5 มิลลิลิตรเติม EDTA ลงไป 0.2 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมซาลิไซลิก (5%) ที่อยู่ในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ลงไป 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 มิลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร เขย่าจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสารประกอบสีเหลือง แล้ววางทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง และวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้สารละลายที่ไม่มีไนเทรตไนโตรเจนผสมอยู่ (zero standard) ปรับให้เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟ

โทมิเตอร์อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตร เท่ากับศูนย์ วัดค่าการดูดกลืนแสง (ABS) ของสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้นแล้วจึงวัดในเซรัมน้ำยางคำนวณความเข้มข้นของไนเทรตไนโตรเจนในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.7 โพแทสเซียม ใช้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดหาโพแทสเซียม โดยใช้เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ โดยให้เครื่องอ่านค่าสารละลายมาตรฐานที่ไม่มีโพแทสเซียมให้ได้ค่า 0 จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานที่มีโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มาวัดให้เครื่องอ่านค่าได้ 100 แล้วจึงวัดสารละลายมาตรฐานตามลำดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น จากนั้นทำการวัดเซรัมน้ำยาง (เจือจางเซรัม5 เท่า โดยใช้เซรัม 1 มิลลิลิตร ผสมกับ 2.5% w/v TCA จำนวน 1 มิลลิลิตร + น้ำปราศจากไอออนจำนวน3 มิลลิลิตร) คำนวณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.8 แมกนีเซียม เตรียมสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม 0, 2, 5, 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสทรอนเทียม 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงไป 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วย 2.5% w/v TCA เจือจางเซรัมน้ำยาง 5 เท่า และมีสทรอนเทียมเท่ากับในสารละลายมาตรฐาน โดยดูดเซรัมน้ำยางมา 2 มิลลิลิตร เติมสทรอนเทียม 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงไป 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย 2.5% w/v TCA ลงไป 2 มิลลิลิตร และน้ำปราศจากไอออน 5 มิลลิลิตร

วัดแมกนีเซียมในสารละลายมาตรฐาน และเซรัมน้ำยางด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโตรโฟโทมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 202.6 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

3.2.9.9 แคลเซียมเตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม 0, 0.5, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสทรอนเทียม 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงไป 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วย 2.5% w/v TCA เจือจางเซรัมน้ำยาง 5 เท่า และมีสทรอนเทียมเท่ากับในสารละลายมาตรฐาน โดยดูดเซรัมน้ำยางมา 2 มิลลิลิตร เติมสทรอนเทียม 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงไป 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย 2.5% w/v TCA ลงไป 2 มิลลิลิตร และน้ำปราศจากไอออน 5 มิลลิลิตร

วัดแคลเซียมในสารละลายมาตรฐาน และเซรัมน้ำยางด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโตรโฟโทมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของแคลเซียมในหน่วยมิลลิโมลต่อน้ำยาง 1 ลิตร

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบค่าปุ๋ยและการเจริญของต้นยางพาราเมื่อใส่ปุ๋ยทั้งสองวิธี โดยการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (independent samples t-test)

บทที่ 3

ผลการทดลอง

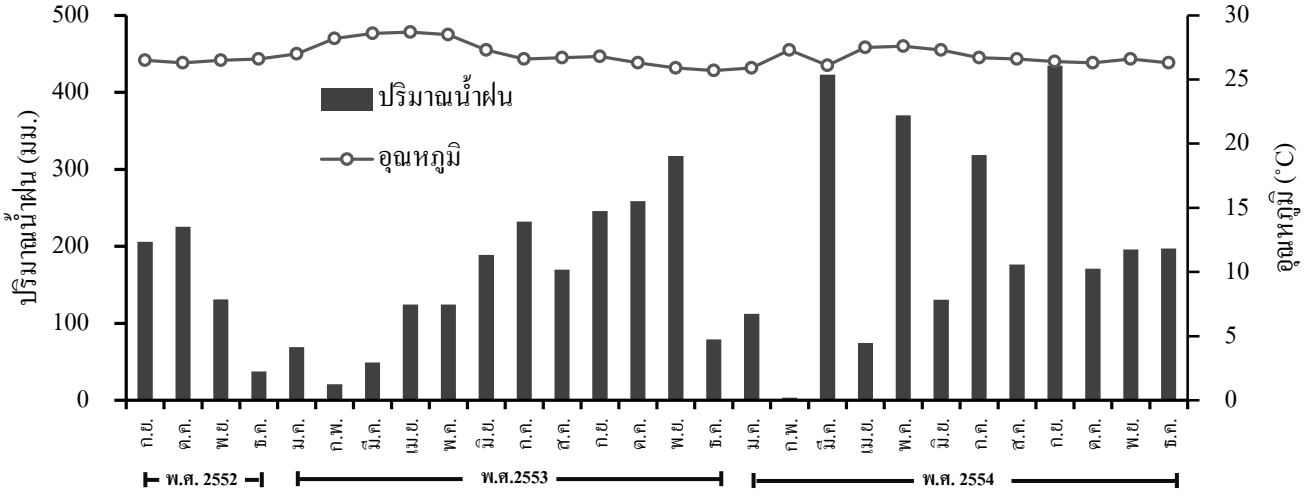
ทำการทดลอง เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน และปุ๋ยสูตร20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด โดยวัดการเจริญเติบโตของต้นยาง (เส้นรอบวง เนื้อไม้) ธาตุอาหารในดิน และในใบหลังทดลอง ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง คาร์โบไฮเดรต และคลอโรฟิลล์ในใบ ได้ผลดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป

ในสวนยางพาราที่ศึกษา มีชุดดินตามพิกัดภูมิศาสตร์เป็นชุดดินคลองท่อม ชุดดินรือเสาะ และชุดดินท่าแซะ เนื้อดินเป็นดินร่วน การระบายน้ำดี สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย สวนที่ทำการทดลองเป็นสวนขนาดเล็กมีพื้นที่ไม่เกิน 50 ไร่ ยางพาราที่ปลูกเป็นพันธุ์ RRIM 600 อายุยางเมื่อเริ่มทดลอง 41 - 51 เดือน (ตารางที่ 3.1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปี พ.ศ. 2553 และ 2554 เท่ากับ 1,732 และ 2,062 มิลลิเมตร และอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 และ 26.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยางพารา (รูปที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลแปลงทดลองปุ๋ยยางพาราก่อนเปิดกรีด (พันธุ์ RRIM 600) ของเกษตรกรใน อ.คลองท่อม จ.กระบี่

สวน	อายุยางเริ่มทดลอง (เดือน)	พื้นที่ (ไร่)	ระยะปลูก (เมตร)	พิกัด	ชุดดินตามพิกัดภูมิศาสตร์
กำจัด ศรีเมือง	51	15	3x6	47P 0517130, UTM 0899402	ชุดดินคลองท่อม
ประกอบ ศรีงาม	41	10	4x6	47P 0516093, UTM 0898036	ชุดดินคลองท่อม
ประเสริฐ ช่างคิด	50	15	4x6	47P 0515552, UTM 0895851	ชุดดินรือเสาะ
กันยา เดชมาก	50	20	4x6	47P 0515243, UTM 0893113	ชุดดินท่าแซะ



รูปที่ 3.1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยของ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ระหว่างเดือน ก.ย. 2552– ธ.ค. 2554

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2555)

2. สมบัติบางประการของดินและปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับ

เมื่อวิเคราะห์ดินด้วยชุดทดสอบดิน พบว่า ค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อยู่ในระดับต่ำทั้ง 4 สวนยกเว้นฟอสฟอรัสในสวนคุณประกอบที่มีระดับปานกลาง (ตารางที่ 3.2) และเมื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับตลอดการทดลองทั้ง 4 สวน พบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินต้องใช้ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำต่อต้นสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เท่ากับ 2.0, 1.6 และ 1.5 เท่าตามลำดับ และค่าปุ๋ยตลอดการทดลองในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ประมาณ 1.7 เท่า (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.2 ค่าทดสอบดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตรด้วยชุดทดสอบ NPK ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สวน	ระดับธาตุอาหาร		
	ไนโตรเจน (ไนเทรต)	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
กำจัด ศรีเมือง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
ประกอบ ศรีงาม	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ
ประเสริฐ ช่างคิด	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กันยา เดชมาก	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

ตารางที่ 3.3 ธาตุอาหารที่ได้รับต่อต้น และค่าปุ๋ยต่อไร่ ตลอดการทดลอง (พ.ย. 2552– พ.ย. 2554)

สวน	วิธีใส่ปุ๋ย	ธาตุอาหารที่ได้รับ (กรัม/ต้น)			ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)
		ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5)	โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O)	
กำจัดศรีเมือง	ทดสอบดิน	422	132	302	2,051
	20-8-20	206	82	206	1,177
ประกอบศรีงาม	ทดสอบดิน	391	102	282	1,838
	20-8-20	200	80	200	1,143
ประเสริฐช่างคิด	ทดสอบดิน	422	132	302	2,051
	20-8-20	206	82	206	1,177
กันยาเดชมาก	ทดสอบดิน	422	132	302	2,051
	20-8-20	206	82	206	1,177
เฉลี่ย	ทดสอบดิน	414	127	297	1,998
	20-8-20	204	81	204	1,168

หมายเหตุ : กำหนดให้พื้นที่ 1ไร่ปลูกยางพารา 76 ต้น และราคาแม่ปุ๋ยเดือนพฤศจิกายน 2552 คือ Urea, DAP และ KCl กระสอบละ 720, 1,120 และ 880 บาทตามลำดับ

สมบัติบางประการของดินก่อนการทดลอง ได้แก่ เนื้อดินทั้ง 4 สวนเป็นดินร่วน ค่าพีเอช เท่ากับ 4.88-6.11 ปริมาณอินทรียวัตถุ 7.47-9.95 กรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อยางพารา ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.61-0.64 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1.99-4.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 22.10 - 56.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3.4) ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมในดินปลูกยางพารา (นุชนารถ, 2551) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.59-6.00 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่ลดลงจากก่อนทดลอง และปริมาณธาตุอาหารหลักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่น ไนโตรเจน ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีเท่ากับ 0.67-0.91 กรัมต่อกิโลกรัม สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มี 0.53-0.78 กรัมต่อกิโลกรัม ทำนองเดียวกับฟอสฟอรัส พบว่า ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 2.87-7.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ซึ่งมีฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.65-6.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ โพแทสเซียมเมื่อสิ้นสุดการทดลองก็มีแนวโน้มสูงขึ้น ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เท่ากับ 24.25-98.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมากกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 22.54-96.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 สมบัติทางกายภาพ และเคมีบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร จากแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (A) และใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (B)

สมบัติของดิน (วิธีวิเคราะห์)	กำจัด ศรีเมือง			ประกอบศรีงาม			ประเสริฐช่างคิด			กันยาเดชมาก			ค่าเหมาะสม (นุชนารถ, 2551)
	ก่อน	หลังทดลอง		ก่อน	หลังทดลอง		ก่อน	หลังทดลอง		ก่อน	หลังทดลอง		
		A	B		A	B		A	B		A	B	
pH (ดิน:น้ำ ;1:5) (pH Meter)	5.52	6.00	5.71	5.80	5.50	5.43	6.11	5.29	5.34	4.88	4.77	4.59	4.5-5.5
Soil texture (Hydrometer)		Loam			Loam			Loam			Loam		
OM (g/kg) (Walkey and Black)	8.56	7.62	7.24	8.44	6.53	8.19	7.47	9.22	8.07	9.95	10.44	9.52	10-25
Total N (g/kg) (Kjeldahl)	0.62	0.85	0.68	0.61	0.67	0.53	0.64	0.91	0.65	0.64	0.85	0.78	1.1-2.5
Avail. P (mg/kg) (Bray 2)	2.83	3.67	2.65	1.99	2.87	2.95	4.22	7.78	6.44	2.59	7.12	6.38	11-30
Exch. K (mg/kg) (NH_4OAc Ext.)	56.63	98.65	96.80	22.10	24.25	22.54	38.51	34.31	32.02	26.4	72.24	47.46	> 40
EC (μSm^{-1}) (ดิน:น้ำ ;1:5)	19.00	19.62	20.20	29.00	22.00	24.00	88.00	21.00	14.60	44.00	32.70	37.20	-
CEC ($cmol_c/kg$) (NH_4OAc Ext.)	3.99	4.68	4.71	3.78	3.45	6.40	6.07	5.00	4.64	4.16	4.57	4.40	11-15
Exch.Mg ($cmol_c/kg$) (NH_4OAc Ext.)	1.02	0.41	0.62	0.63	0.40	0.76	1.35	0.41	0.73	0.19	0.09	0.15	> 0.30
Exch.Ca ($cmol_c/kg$) (NH_4OAc Ext.)	0.89	0.83	1.23	1.84	0.75	1.45	1.63	1.28	1.22	0.34	0.25	0.31	> 0.30

3. ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ และคาร์โบไฮเดรตในใบ

3.1 ธาตุอาหารในในใบ

ธาตุอาหารในใบก่อนทดลองจากแปลงที่จะใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ย 14.35, 1.09, 9.33, 14.32 และ 3.16 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่ต่างกันกับแปลงที่จะใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ย 14.17, 1.00, 9.25, 14.38 และ 3.05 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3.5)

หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งแรก 6 เดือน พบว่า ธาตุอาหารในใบจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและใส่สูตร 20-8-20 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (25.42, 2.00, 10.51 และ 3.77 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (24.37, 1.96, 10.40 และ 3.56 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (ตารางที่ 3.6) ส่วนตัวอย่างใบยางพาราก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 (ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553) ไม่สามารถเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารได้เนื่องจากเกิดการระบาดของเชื้อราไฟทอปเทอรา ทำให้ใบร่วงทั้ง 4 สวน

ตารางที่ 3.5 ค่าวิเคราะห์ใบยางก่อนทดลอง ตัวอย่างใบวันที่ 28 พฤศจิกายน 2552

สวน	ปุ๋ยที่ใส่	Total N (g/kg)	Total P (g/kg)	Total K (g/kg)	Total Ca (g/kg)	Total Mg (g/kg)
กำจัด ศรีเมือง	ทดสอบดิน	15.38	0.62	12.32	15.66	3.39
	20-8-20	14.46	0.66	11.26	15.35	3.03
ประกอบ ศรีงาม	ทดสอบดิน	13.46	1.00	8.18	13.53	3.09
	20-8-20	13.48	0.99	8.37	14.64	3.04
ประเสริฐ ช่างคิด	ทดสอบดิน	13.91	1.60	9.34	15.51	3.11
	20-8-20	13.66	1.29	9.67	15.45	3.10
กันยา เดชมาก	ทดสอบดิน	14.67	1.16	7.49	12.61	3.08
	20-8-20	15.09	1.08	7.71	12.09	3.05
เฉลี่ย	ทดสอบดิน	14.35±0.84	1.09±0.40	9.33±2.13	14.32±1.50	3.16±0.15
	20-8-20	14.17±0.74	1.00±0.26	9.25±1.57	14.38±1.57	3.05±0.03
t-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)		5.22	30.46	18.64	9.91	3.74

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 3.6 ค่าวิเคราะห์ใบยางหลังทดลอง 6 เดือน (ตัวอย่างใบวันที่ 25 พฤษภาคม 2553)

สวน	ปุ๋ยที่ใส่	Total N (g/kg)	Total P (g/kg)	Total K (g/kg)	Total Ca (g/kg)	Total Mg (g/kg)
กำจัด ศรีเมือง	ทดสอบดิน	27.13	1.79	11.25	11.84	4.04
	20-8-20	23.44	1.89	11.49	11.94	3.63
ประกอบ ศรีงาม	ทดสอบดิน	22.00	1.97	10.36	12.62	3.96
	20-8-20	22.75	1.81	10.43	12.51	3.67
ประเสริฐ ช่างคิด	ทดสอบดิน	24.41	2.00	9.21	10.51	3.59
	20-8-20	22.46	1.92	9.63	8.98	3.10
กันยา เดชมาก	ทดสอบดิน	28.16	2.24	10.19	7.09	3.52
	20-8-20	28.83	2.23	12.02	8.18	3.85
เฉลี่ย	ทดสอบดิน	25.42±2.77	2.00±0.18	10.25±0.84	10.51±2.44	3.77±0.26
	20-8-20	24.37±3.00	1.96±0.18	10.89±1.07	10.40±2.14	3.56±0.32
t-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)		10.98	8.68	9.01	20.35	8.03

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 พบว่า ธาตุอาหารในใบจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและใส่สูตร 20-8-20 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (26.40, 2.41, 15.61 และ 10.00 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (24.76, 2.26, 13.36 และ 9.72 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ในขณะที่แมกนีเซียมจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ทั้ง 4 สวน (ตารางที่ 3.7) สอดคล้องกับธาตุอาหารในใบหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีปริมาณ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (31.07 และ 2.23 กรัมต่อกิโลกรัม) สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (26.63 และ 1.78 กรัมต่อกิโลกรัม) ($P \leq 0.05$) ส่วนโพแทสเซียมจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (9.45 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (8.56 กรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 3.8) ในขณะที่ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมพบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (13.53 และ 2.69 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (14.08 และ 2.70 กรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 3.8)

ตารางที่ 3.7 ค่าวิเคราะห์ใบยางหลังทดลอง 18 เดือน (ตัวอย่างใบวันที่ 27 พฤษภาคม 2554)

สวน	ปุ๋ยที่ใส่	Total N (g/kg)	Total P (g/kg)	Total K (g/kg)	Total Ca (g/kg)	Total Mg (g/kg)
กำจัด ศรีเมือง	ทดสอบดิน	23.42	2.32	19.94	10.88	3.40
	20-8-20	24.56	2.50	11.71	8.44	3.34
ประกอบ ศรีงาม	ทดสอบดิน	24.53	2.40	14.06	10.12	3.00
	20-8-20	19.74	2.15	13.73	11.02	2.99
ประเสริฐ ช่างคิด	ทดสอบดิน	26.92	2.30	11.46	10.57	3.00
	20-8-20	25.45	2.02	11.98	10.46	3.52
กันยา เดชมาก	ทดสอบดิน	30.76	2.65	16.98	8.43	3.84
	20-8-20	29.31	2.38	16.03	8.98	3.56
เฉลี่ย	ทดสอบดิน	26.40±3.25	2.41±0.16	15.61±3.66	10.00±1.09	3.31±0.40
	20-8-20	24.76±3.93	2.26±0.21	13.36±1.99	9.72±1.21	3.35±0.26
t-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)		13.49	8.35	20.58	10.94	9.40

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 3.8 ค่าวิเคราะห์ใบยางหลังทดลอง 24 เดือน (ตัวอย่างใบวันที่ 8 ธันวาคม 2554)

สวน	ปุ๋ยที่ใส่	Total N (g/kg)	Total P (g/kg)	Total K (g/kg)	Total Ca (g/kg)	Total Mg (g/kg)
กำจัด ศรีเมือง	ทดสอบดิน	30.14	2.11	11.24	12.92	2.70
	20-8-20	26.51	1.49	10.60	12.15	2.84
ประกอบ ศรีงาม	ทดสอบดิน	31.05	2.00	8.77	16.83	2.51
	20-8-20	27.60	1.92	8.46	16.12	2.23
ประเสริฐ ช่างคิด	ทดสอบดิน	31.32	2.60	9.86	13.59	2.75
	20-8-20	25.43	1.70	7.42	14.97	2.75
กันยา เดชมาก	ทดสอบดิน	31.80	2.21	7.93	10.80	2.83
	20-8-20	27.01	2.04	7.77	13.10	2.99
เฉลี่ย	ทดสอบดิน	31.07±0.69	2.23±0.26	9.45±1.43	13.53±2.49	2.69±0.13
	20-8-20	26.63±0.92	1.78±0.24	8.56±1.42	14.08±1.79	2.70±0.33
t-test		*	*	NS	NS	NS
C.V.(%)		8.63	16.55	15.60	14.73	8.66

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ค่าวิเคราะห์ใบก่อนการทดลองจากแปลงที่จะใส่ปุ๋ยทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ทั้ง 4 สวน ($P \leq 0.05$) โดยแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและสูตร 20-8-20 มีไนโตรเจนเฉลี่ย 31.07 และ 26.64 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 2.23 และ 1.79 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนโพแทสเซียมในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เฉลี่ย 9.45 กรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มว่าสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มี 8.56 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแคลเซียม และแมกนีเซียมไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้งสองวิธี (ตารางที่ 3.9)

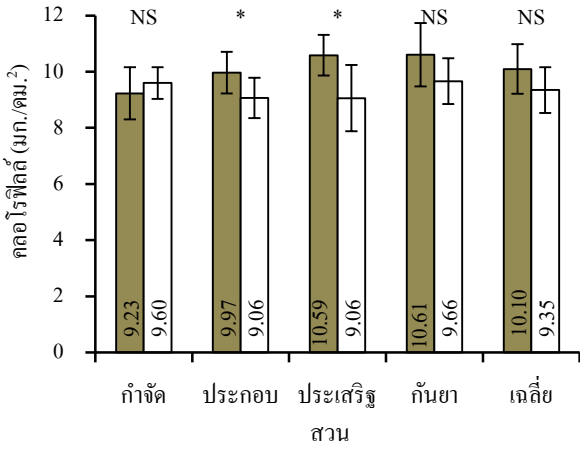
ตารางที่ 3.9 ธาตุอาหารในใบก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลองจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (A) และแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (B)

สวนปุ๋ย		Total N (g/kg)		Total P (g/kg)		Total K (g/kg)		Total Ca (g/kg)		Total Mg (g/kg)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กำจัด ศรีเมือง	A	15.38	30.14	0.62	2.11	12.32	11.24	15.66	12.92	3.39	2.70
	B	14.46	26.51	0.66	1.49	11.26	10.60	15.35	12.15	3.03	2.84
ประกอบ ศรีงาม	A	13.46	31.05	1.00	2.00	8.18	8.77	13.53	16.83	3.09	2.51
	B	13.48	27.60	0.99	1.92	8.37	8.46	14.64	16.12	3.04	2.23
ประเสริฐ ช่างคิด	A	13.91	31.32	1.60	2.60	9.34	9.86	15.51	13.59	3.11	2.75
	B	13.66	25.43	1.29	1.70	9.67	7.42	15.45	14.97	3.10	2.75
กันยา เดชมาก	A	14.67	31.80	1.16	2.21	7.49	7.93	12.61	10.80	3.08	2.83
	B	15.09	27.01	1.08	2.04	7.71	7.77	12.09	13.10	3.05	2.99
เฉลี่ย	A	14.35±0.42	31.07±0.35	1.09±0.20	2.23±0.13	9.33±1.06	9.45±0.72	14.33±0.75	13.53±1.25	3.17±0.74	2.70±0.07
	B	14.17±0.37	26.64±0.46	1.00±0.13	1.79±0.12	9.25±0.78	8.56±0.71	14.38±0.78	14.08±0.89	3.05±0.016	2.70±0.16
T-test		NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)		5.22	8.63	30.46	16.55	18.64	15.60	9.91	14.73	3.74	8.66
Sufficient level											
Karthikakuttyamma*et al.,* (2000)		30.0-35.0		2.0-2.5		10.0-14.0		-		2.0-2.5	
นุชนารถ, (2552)		33.0 - 37.0		2.0-2.5		13.5-16.5		6.0-10.0		2.0-2.5	
สายใจ และคณะ (2554)		30.0-46.0		2.5-3.0		10.0 -14.0		10.0-15.0		> 3.5	

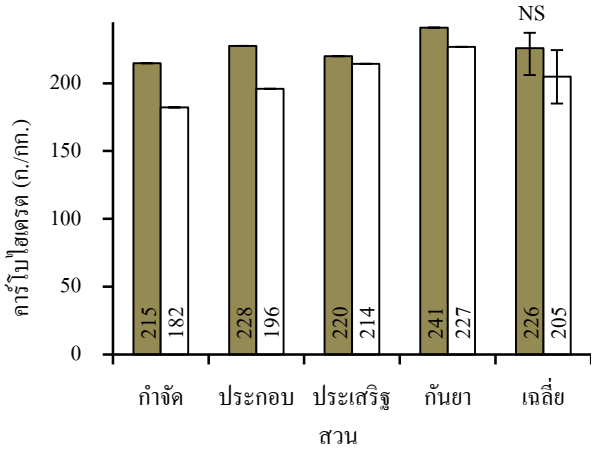
หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

3.2 คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์ในใบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ (10.10 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (9.35 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) โดยสวนของคุณประกอบและคุณประเสริฐ มีปริมาณคลอโรฟิลล์จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เท่ากับ 9.97 และ 10.39 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีเท่ากับ 9.06 และ 9.06 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ($P \leq 0.05$) ส่วนสวนคุณกันยา ปริมาณคลอโรฟิลล์จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (10.61 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (9.66 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) ในขณะที่สวนคุณกำจัด ปริมาณคลอโรฟิลล์จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (9.23 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) มีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (■) และสูตร 20-8-20 (□)หลังสิ้นสุดการทดลอง



รูปที่ 3.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (■) และสูตร 20-8-20 (□) หลังสิ้นสุดการทดลอง

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

3.3 คาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากการใส่ปุ๋ยทั้งสองวิธี แม้ว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ทุกแปลง โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสวนคุณกำจัด คุณประกอบ คุณประเสริฐ และคุณ

กันยา จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เท่ากับ 215, 228, 220 และ 241 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีเท่ากับ 182, 196, 214 และ 227 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (รูปที่ 3.3)

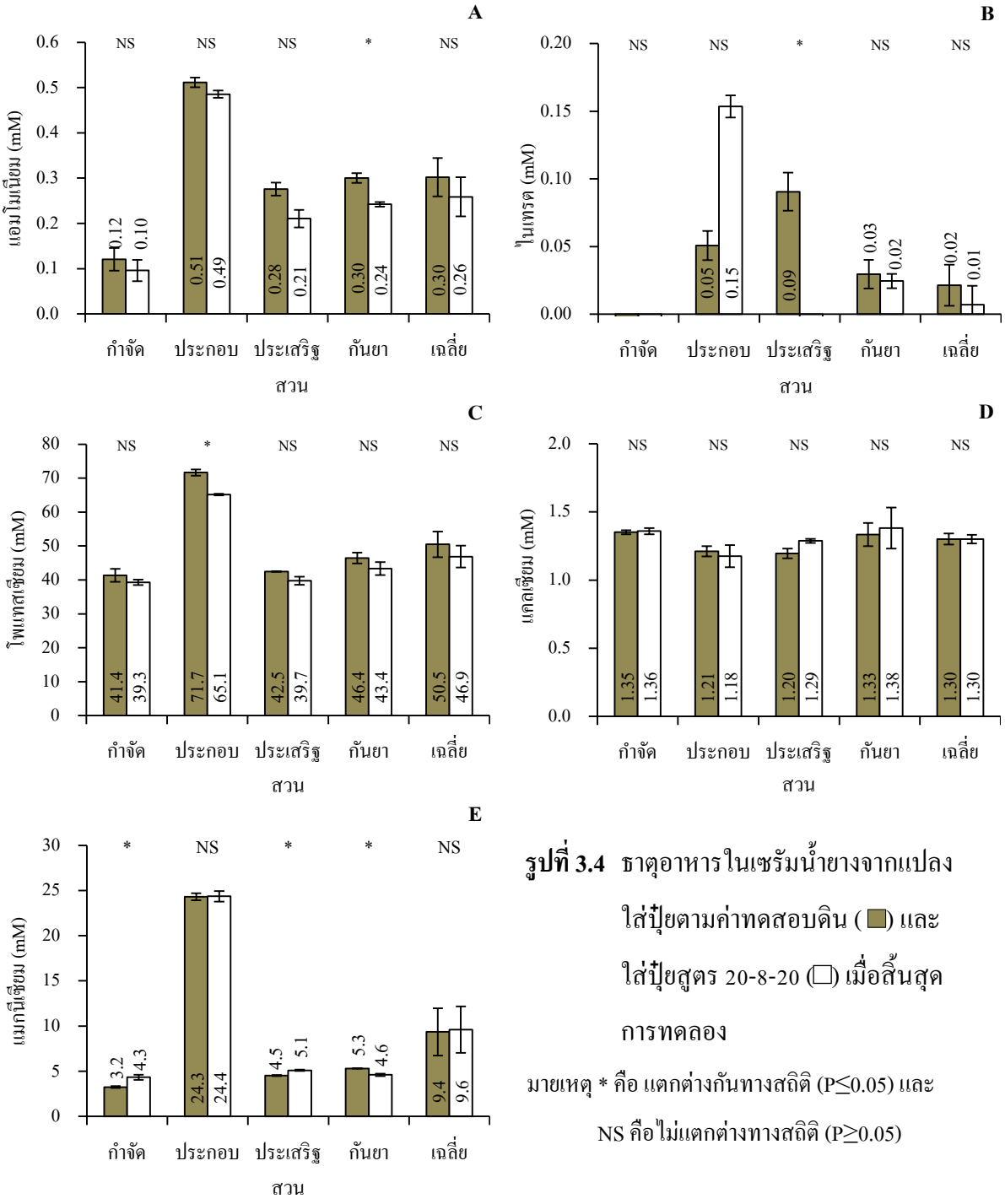
4. ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการเจาะเก็บตัวอย่างน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและใส่สูตร 20-8-20 สำหรับวิเคราะห์ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง เพื่อดูการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

4.1 ธาตุอาหารในเซรัมน้ำยาง

แอมโมเนียมในน้ำยางจากทุกแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่สูตร 20-8-20 โดยความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 และ 0.26 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ (รูปที่ 3.4A) ส่วนไนเทรตในน้ำยางมีค่าต่ำมาก ค่าวิเคราะห์มีความแปรปรวนสูง แต่ส่วนใหญ่พบว่า ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ไนเทรตในน้ำยางมีแนวโน้มสูงกว่า (รูปที่ 3.4B) เช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมในน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (เฉลี่ย 50.5 มิลลิโมลาร์) มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (เฉลี่ย 46.9 มิลลิโมลาร์) โดยเฉพาะในสวนคุณประกอบ พบว่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบ (71.7 มิลลิโมลาร์) สูงกว่าแปลงที่ใส่สูตร 20-8-20 (65.1 มิลลิโมลาร์) (รูปที่ 3.4C)

ปริมาณแคลเซียมในน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยทั้ง 2 วิธีในทุกแปลงไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 3.4D) แต่ในกรณีของแมกนีเซียมพบว่า แมกนีเซียมในน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.4E)



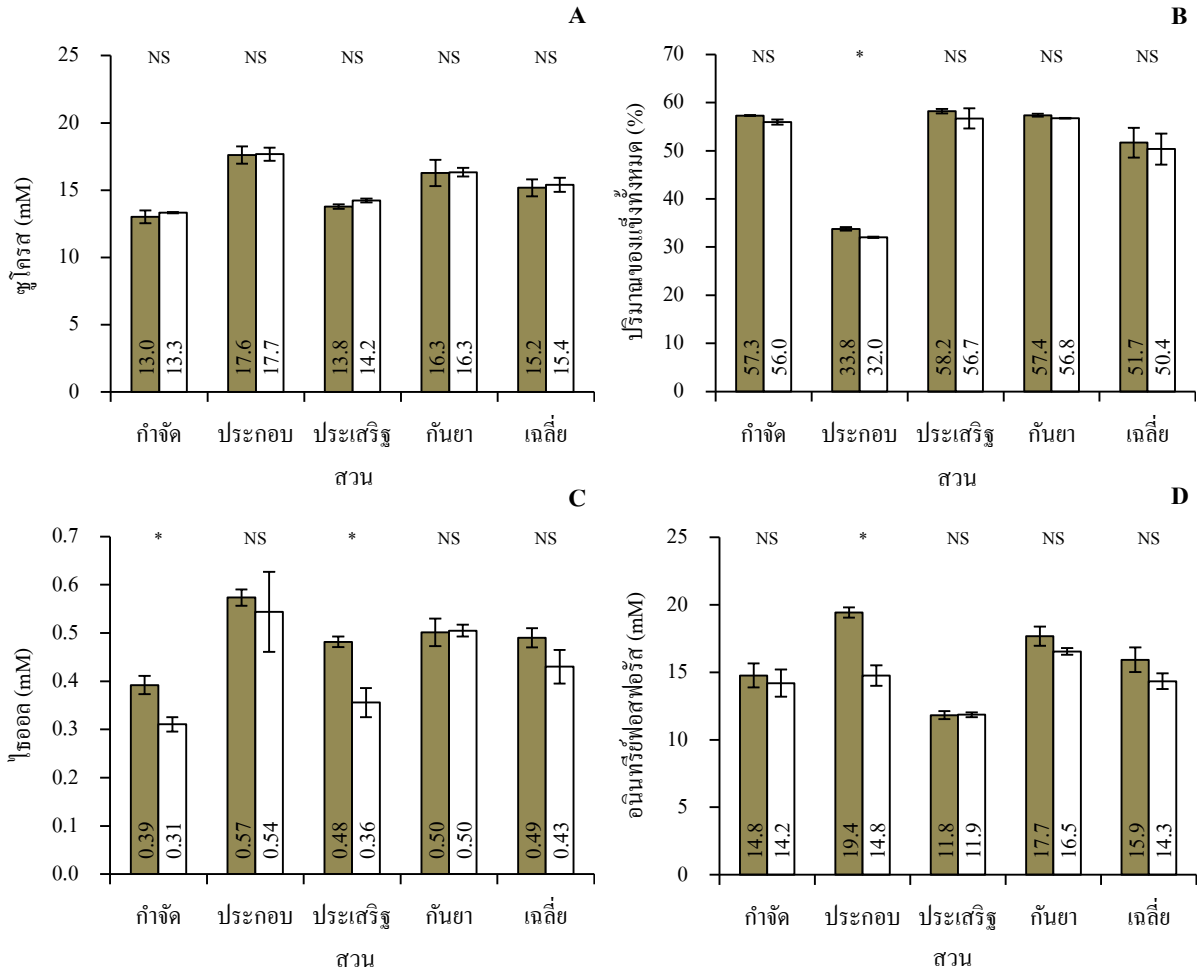
รูปที่ 3.4 ธาตุอาหารในเซรัมน้ำยางจากแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (▓) และใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (□) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

มายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

4.2 องค์ประกอบทางชีวเคมี

ของแข็งทั้งหมดในสวนคุณประกอบจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เท่ากับ 33.8% ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มี 32.0% ($P \leq 0.05$) ส่วนสวนของคุณกำจัด คุณ

ประเสริฐ และคุณกันยา แม้ว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 โดยเฉลี่ยทั้ง 4 สวนเท่ากับ 51.7 % และ 50.4 % ตามลำดับ (รูปที่ 3.5B)



รูปที่ 3.5 ซูโครส (A) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (B) ไธออล (C) และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (D) ในเซรัมน้ำยางจากแปลงใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ( ) และใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (□) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ไธออลในสวนคุณกำจัดและคุณประเสริฐ พบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินเท่ากับ 0.39 และ 0.48 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ($P \leq 0.05$) ที่มีปริมาณไธออลเฉลี่ย

0.31 และ 0.36 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ สำหรับสวนคุณประกอบและสวนคุณกันยามีแนวโน้มว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีปริมาณไธออลสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.5C) ทั้งนี้ไธออลในน้ำยางเฉลี่ยในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและสูตร 20-8-20 เท่ากับ 0.49 และ 0.43 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทั้ง 4 สวน (เฉลี่ย 15.9 มิลลิโมลาร์) มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (เฉลี่ย 14.3 มิลลิโมลาร์) (รูปที่ 3.5D) โดยในสวนคุณประกอบมีความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าสวนอื่น และแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (19.4 มิลลิโมลาร์) สูงกว่าแปลงที่ใส่สูตร 20-8-20 (14.8 มิลลิโมลาร์) สำหรับซูโครสกลับพบว่า ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 3.5A)

5. การเจริญเติบโตของต้นยางพารา

การเจริญเติบโตของต้นยางพาราเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและใส่สูตร 20-8-20 โดยวัดเส้นรอบวงที่ความสูง 150 เซนติเมตรก่อนทดลอง และวัดทุก 6 เดือนหลังใส่ปุ๋ย และวัดเส้นรอบวงเหนือรอยเท้า 20 เซนติเมตร แล้วประเมินน้ำหนักไม้ยางสด นอกจากนี้ได้ทำการวัดความหนาของเปลือกยางพาราเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลการทดลองที่ได้มี ดังนี้

5.1 เส้นรอบวงที่ความสูง 150 เซนติเมตร

เส้นรอบวงที่ความสูง 150 เซนติเมตร จากพื้นดิน เมื่อเริ่มทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างแปลงที่จะใส่ปุ๋ยทั้งสองวิธี หลังจากใส่ปุ๋ย 6 เดือน มีแนวโน้มว่าเส้นรอบวงจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (38.09 เซนติเมตร) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (37.48 เซนติเมตร) (ตารางที่ 19) และเมื่อวัดเส้นรอบวงหลังจากใส่ปุ๋ยครบ 12 เดือน พบว่า เส้นรอบวงในสวนของคุณกำจัดและคุณประกอบจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินดิน (45.78 และ 40.06 เซนติเมตร) สูงกว่าแปลงที่ใส่สูตร 20-8-20 (44.02 และ 39.07 เซนติเมตร) ($P \leq 0.05$) และมีแนวโน้มว่า เส้นรอบวงต้นยางในสวนของคุณประเสริฐและคุณกันยา จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีเส้นรอบวงสูงกว่าแปลงที่ใส่

ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่ 3.10) และโดยเฉลี่ยแล้วหลังจากใส่ปุ๋ยครบ 12 เดือน เส้นรอบวงจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (43.12 เซนติเมตร) สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (42.25 เซนติเมตร) ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 3.10)

หลังจากใส่ปุ๋ยครบ 18 เดือน เส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (45.37 เซนติเมตร) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (44.20 เซนติเมตร) ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 3.10) โดยสวนของคุณกำจัดในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน มีเส้นรอบวงเฉลี่ย 47.57 เซนติเมตร สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีเส้นรอบวง 45.82 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สวนของคุณประกอบ คุณประเสริฐ และคุณกันยา เส้นรอบวงจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่ 3.10) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (หลังจากใส่ปุ๋ย 24 เดือน) พบว่า ในสวนคุณกำจัด แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีเส้นรอบวงเฉลี่ย 50.69 เซนติเมตรซึ่งสูงกว่าแปลงใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ($P \leq 0.05$) ที่มีเส้นรอบวงเฉลี่ย 48.75 เซนติเมตร (ตารางที่ 3.10) สอดคล้องกับสวนคุณประกอบ โดยแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีเส้นรอบวงเฉลี่ย 43.32 เซนติเมตร สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีเส้นรอบวงเฉลี่ย 42.07 เซนติเมตร ($P \leq 0.05$) ส่วนสวนคุณประเสริฐ และสวนคุณกันยา แม้ว่าเส้นรอบวงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้มีเส้นรอบวง 51.42 และ 49.15 เซนติเมตร สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีเส้นรอบวงเฉลี่ย 50.24 และ 48.63 เซนติเมตร ตามลำดับ

สวนของคุณกำจัด คุณประกอบ คุณประเสริฐ และคุณกันยา มีเส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้นจากก่อนทดลอง โดยแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (10.54, 9.50, 17.97 และ 13.87 เซนติเมตร ตามลำดับ) เพิ่มสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (9.56, 8.43, 16.89 และ 12.65 เซนติเมตร ตามลำดับ) ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 3.10) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อเดือน พบว่าสวนของคุณกำจัด คุณประกอบ และคุณกันยา จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีอัตราเส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (0.44, 0.42 และ 0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ) สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (0.39, 0.38 และ 0.52 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนสวนคุณประเสริฐแม้ว่าอัตราเส้นรอบวงที่เพิ่มต่อเดือนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้เส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่ 3.10)

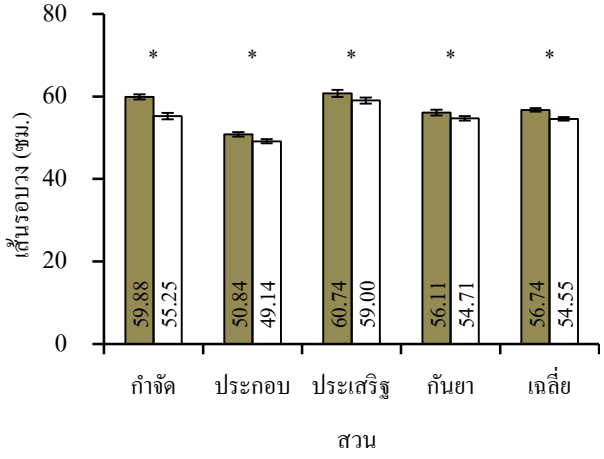
ตารางที่ 3.10 เส้นรอบวงเฉลี่ย (ซม.) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร ที่ระยะเวลา ก่อน ระหว่าง และสิ้นสุดการทดลอง (ค่าเฉลี่ย ±SD)

สวน	การใส่ปุ๋ย	เส้นรอบวง						
		เริ่มทดลอง	หลังใส่ปุ๋ย				เพิ่มขึ้น	เฉลี่ยต่อเดือน
			6 เดือน	12 เดือน	18 เดือน	24 เดือน		
กำจัด ศรีเมือง	ทดสอบดิน	40.16±2.29	41.90±2.33	45.78±2.53	47.57±2.64	50.69 ± 3.04	10.54±1.52	0.44±0.06
	20-8-20	39.19±2.37	40.98±2.44	44.02±2.96	45.82±3.21	48.75 ± 3.65	9.56±1.69	0.39±0.07
	t-test	NS	NS	*	*	*	*	*
	C.V. (%)	5.96	24.87	20.17	17.24	6.96	16.58	16.58
ประกอบ ศรีงาม	ทดสอบดิน	33.83±1.76	35.64±1.91	40.06±2.17	41.39±2.35	43.32 ± 2.82	9.50±1.72	0.42±0.07
	20-8-20	33.64±1.71	35.00±2.01	39.07±2.05	40.57±2.30	42.07 ± 2.76	8.43±1.58	0.38±0.06
	t-test	NS	NS	*	NS	*	*	*
	C.V. (%)	5.12	17.28	16.16	15.73	10.85	19.26	19.26
ประเสริฐ ช่างคิด	ทดสอบดิน	33.44±2.60	36.63±3.03	43.33±3.35	47.01±3.60	51.42 ± 4.49	17.97±2.75	0.75±0.11
	20-8-20	33.35±2.56	36.59±2.69	43.04±3.04	45.52±3.36	50.24 ± 3.94	16.89±2.59	0.67±0.10
	t-test	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
	C.V. (%)	7.69	20.25	13.34	14.10	8.32	15.58	15.58
กันยายน เดชมาก	ทดสอบดิน	35.28±1.64	38.34±1.89	43.55±2.21	45.89±2.66	49.15 ± 3.83	13.87±2.82	0.58±0.11
	20-8-20	35.97±1.54	37.81±1.62	43.12±2.03	45.07±2.43	48.63 ± 2.96	12.65±2.25	0.52±0.09
	t-test	NS	NS	NS	NS	NS	*	*
	C.V. (%)	4.54	33.58	15.95	17.29	6.95	19.74	19.74
เฉลี่ย	ทดสอบดิน	35.67±3.39	38.09±3.33	43.12±3.31	45.37±3.75	48.51±4.81	12.84±3.99	0.53±0.17
	20-8-20	35.39±3.10	37.48±3.09	42.25±3.19	44.20±3.57	47.39±4.63	12.00±3.95	0.50±0.16
	t-test	NS	NS	*	*	*	NS	NS
	C.V. (%)	9.16	8.53	7.67	8.26	9.90	32.06	32.06

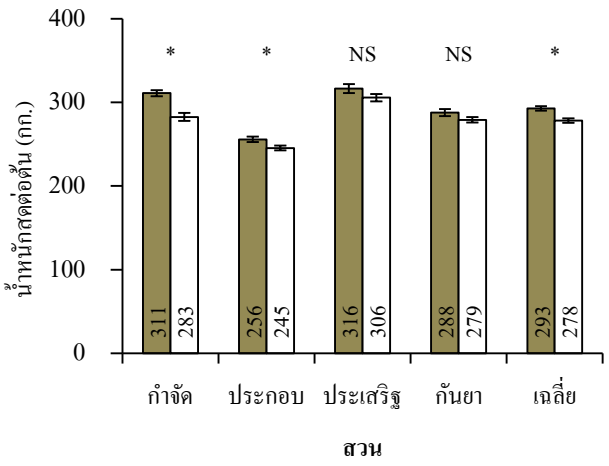
หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

5.2 เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างและน้ำหนักไม้ยางสด

เส้นรอบวงลำต้นที่ความสูง 20 เซนติเมตร เหนือรอยเท้าช้างจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (56.74 เซนติเมตร) ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (54.55 เซนติเมตร) ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 3.6) โดยในสวนคุณกำจัด คุณประกอบ คุณประเสริฐ และคุณกันยา จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีเส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างเท่ากับ 59.88, 50.84, 60.74 และ 56.11 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีเส้นรอบวงเท่ากับ 55.25, 49.14, 59.00 และ 54.71 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 3.6) เมื่อประเมินน้ำหนักเฉลี่ยของต้นยางพารา พบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีน้ำหนักไม้ยางเฉลี่ย 293 กิโลกรัม สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 278 กิโลกรัม ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 3.7) โดยสวนของคุณกำจัด และคุณประกอบ จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ให้น้ำหนักต้นยางพาราเฉลี่ยสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สวนคุณประเสริฐ และคุณกันยา การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้น้ำหนักต้นยางพาราเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.6 เส้นรอบวงลำต้นยางพาราวัดที่ความสูง 20 เซนติเมตร เมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (■) และสูตร 20-8-20 (□)

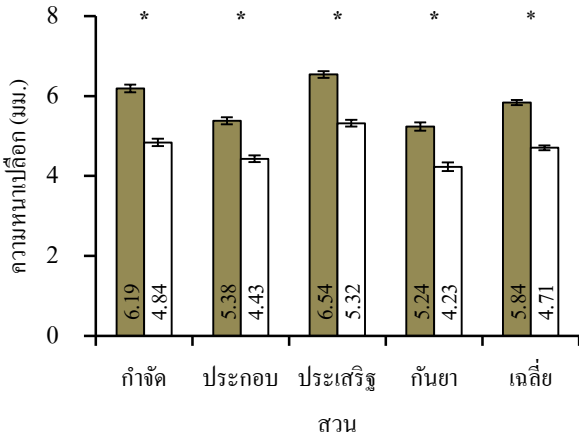


รูปที่ 3.7 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นยางพารา เมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (■) และสูตร 20-8-20 (□)

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

5.3 ความหนาเปลือก

ความหนาเปลือกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ความหนาเปลือกโดยเฉลี่ยเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (5.84 มิลลิเมตร) สูงกว่าใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (4.71 มิลลิเมตร) ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 3.8) โดยสวนคุณกำจัด คุณประกอบ คุณประเสริฐ และคุณกันยา จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีความหนาของเปลือกเท่ากับ 6.19, 5.38, 6.54 และ 5.24 มิลลิเมตร ในขณะที่แปลงใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 มีความหนาเปลือกเท่ากับ 4.82, 4.43, 5.32 และ 4.23 มิลลิเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 ความหนาเปลือกของต้นยางพาราเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (■) และสูตร 20-8-20 (□) หลังสิ้นสุดการทดลอง

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ NS คือไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

การวิจารณ์ผลการทดลองนี้ประกอบไปด้วยผลของการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยสูตร 20-8-20 คือ 1) สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน 2) ธาตุอาหารในใบคลอโรฟิลล์ และคาร์โบไฮเดรต 3) ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง 4) การเจริญเติบโตของต้นยางพารา และ 5) ระยะเวลาเปิดกรีดและผลตอบแทน

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน ก่อนและหลังทดลอง

1.1 ข้อมูลทั่วไปของแปลงทดลอง

ดินทั้ง 4 สวนตามพิกัดภูมิศาสตร์เป็นชุดดินคลองท่อม ชุดดินรือเสาะ และชุดดินท่าแซะ ดินดังกล่าวเป็นดินร่วน มีการระบายน้ำดี และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ตารางที่ 3.2 และ 3.4) ชุดดินเหล่านี้เมื่อจำแนกตามชั้นความเหมาะสมต่อการปลูกยางพาราพบว่า มีความเหมาะสมปานกลาง (นุชนารถ, 2542) สำหรับปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกยางพาราควรมากกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี และอุณหภูมิเฉลี่ย 26-30 องศาเซลเซียส (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ซึ่งพบว่า ในพื้นที่แปลงทดลองมีปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเหมาะสม โดยในปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2554 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,732 และ 2,062 มิลลิเมตร และอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 และ 26.7 องศาเซลเซียส (รูปที่ 3.1) แต่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

1.2 ธาตุอาหารในดิน

ระดับธาตุอาหารในดินที่วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 3.2) โดยสวนคุณประกอบอายุยางที่ทดลองน้อยกว่าสวนอื่น ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามอายุยางจึงใส่น้อยกว่าสวนอื่น ในแต่ละแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินพบว่า ปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ได้รับต่อต้นและค่าปุ๋ยตลอดการทดลองสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่ 3.3) และสูตรปุ๋ยที่ได้เมื่อค่าทดสอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินอยู่ในระดับต่ำ คือ

สูตร 26-8-19 อัตราการใช้ขึ้นอยู่กับอายุของยางพารา (อายุยาง 41-51 เดือน ใช้ 305-400 กรัม/ต้น/ครั้ง) (นุชนารถ, 2551) และค่าวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองเมื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 3.4) เมื่อเทียบกับระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมในดินปลูกยางพาราเช่นเดียวกับค่าที่ได้จากชุดทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับที่รายงานว่าดินปลูกยางพาราในเขตปลูกยางพาราเดิมมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คือ ไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่า 1.1 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 11 และ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (นุชนารถ, 2552) เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลังสิ้นสุดการทดลองพบว่า ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองเล็กน้อย และในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินปริมาณปุ๋ยที่ใส่มากกว่า ทำให้ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 แต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่เพียงพอ ดังนั้น อาจจะต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มอีกจึงเพียงพอกับความต้องการของยางพารา และพบว่า แมกนีเซียมและแคลเซียมลดลงเล็กน้อยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เนื่องจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปไม่มีส่วนผสมของธาตุทั้งสอง ในขณะที่ยางพาราดูดใช้ธาตุดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง

2. ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ และคาร์โบไฮเดรตในใบ

นุชนารถ (2552) รายงานว่า ระดับธาตุอาหารในใบที่เพียงพอต่อความต้องการของยางพารา คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 33.1-37.0, 2.0-2.5 และ 13.6-16.5 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาของสายใจ และคณะ (2554) พบว่า ระดับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เพียงพอสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีดในภาคใต้ เท่ากับ 30-46, 2.5-3.0 และ 10-14 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับค่าวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบก่อนการทดลองในครั้งนี้ (ตารางที่ 3.5) มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับระดับที่เพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดินที่อยู่ในระดับต่ำเช่นกัน (ตารางที่ 3.4) และในช่วง 1 ปีแรกของการทดลอง พบว่า ธาตุอาหารในใบไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากยางพารานำธาตุอาหารไปใช้และสะสมอยู่ในส่วนต่างของลำต้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบเพิ่มสูงขึ้น โดยในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น 17, 25 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 โดยที่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอยู่ในระดับที่เหมาะสม แต่โพแทสเซียมในใบยางพาราในแปลงคุณประกอบ คุณประเสริฐ และคุณกันยา พบว่า มีค่าต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม (ตารางที่ 3.9) ที่กำหนดโดยสถาบันวิจัยยาง แต่จะใกล้เคียงกับระดับที่เหมาะสมของประเทศอินเดีย (10-14 กรัมต่อกิโลกรัม) (Karthikakuttyamma *et al.,* 2000) และที่รายงานโดย

สายใจ และคณะ (2554) อย่างไรก็ตาม โพแทสเซียมในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแปลงของคุณกำจัดและคุณกันยาอยู่ในระดับที่เหมาะสม (มากกว่า 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมติดต่อกัน ทำให้ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงจากก่อนการทดลอง ซึ่งมีรายงานว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นทำให้ แคลเซียมและแมกนีเซียมในใบลดลง (Iqbal and Yogaratnam, 1995) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี

คลอโรฟิลล์ มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ต้นยางพาราได้รับไนโตรเจนสูงกว่า ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมีแนวโน้มสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.2) นอกจากนี้ ฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำตาลฟอสเฟตที่มีบทบาทในการสังเคราะห์แสงในใบ (ยงยุทธ, 2552) และโพแทสเซียมมีบทบาทช่วยคงสภาพโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ ซึ่งมีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบ (ยงยุทธ, 2552) ดังนั้น ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินซึ่งได้รับ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูงกว่าทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เมื่อมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง ทำให้ยางพาราสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีทำให้ได้ซูโครสเพื่อนำไปสร้างส่วนต่างๆ ของต้นยางได้ดี และมีรายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกันกับการเจริญเติบโตของต้นยางพารา (กฤษดา และพิเชษฐ, 2552) นอกจากนี้ คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงที่อยู่ในรูปของน้ำตาล (ซูโครส กลูโครส ฟรุกโตส) โดยมีแนวโน้มว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบที่วิเคราะห์ได้จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (226 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (205 กรัมต่อกิโลกรัม) (รูปที่ 3.3) นอกจากนี้ คาร์โบไฮเดรตยังเป็นองค์ประกอบของน้ำยางสด และเนื้อยางแห้ง ร้อยละ 1.6 และ 0.4 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (จิตต์ลัดดา, 2553)

3. ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน พบว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ยางพาราได้รับต่อต้นตลอดการทดลองสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่ 3.3) ยางพาราจึงเจริญเติบโตได้ดีกว่า ทั้งทางเส้นรอบลำต้น เนื้อไม้ และความหนาเปลือก (ตารางที่ 3.10, รูปที่ 3.6, 3.7 และ 3.8) และทำให้ธาตุอาหาร ได้แก่ แอมโมเนียมและโพแทสเซียม (รูปที่ 3.4A และ 3.4C) รวมทั้งอนินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.5D) นอกจากนั้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด และไธออลก็สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-80-20

\(รูปที่ 3.5B และ 3.5C) สำหรับสวนคุณประกอบได้เปิดกรีดระหว่างทดลอง ทำให้การสร้างน้ำยางมีการเคลื่อนย้ายธาตุต่าง ๆ มาใช้เพื่อสร้างน้ำยางทดแทน ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารจึงสูงกว่าสวนอื่น (รูปที่ 3.4A, 3.4B, 3.4C และ 3.4E)

แอมโมเนียมและไนเทรตเป็นรูปที่พืชดูดไปใช้ได้ทั้งสองรูปโดยไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ และฮอร์โมนพืช แต่พบปริมาณไนเทรตในน้ำยางน้อยกว่าแอมโมเนียม เนื่องจากไนเทรตเคลื่อนที่ได้น้อยในโฟลเอ็ม และไนเทรตเมื่อเข้าสู่พืชถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียม (ยงยุทธ, 2552) ไนโตรเจนในน้ำยางส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดอะมิโน (Jacob *et al*., 1989) และวิธีที่ใช้วิเคราะห์แอมโมเนียมเป็นการวิเคราะห์แอมโมเนียมที่ได้จากกรดอะมิโนด้วย จึงอาจส่งผลให้ได้ค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมที่สูงกว่าปกติ (Mulvaney, 1996) โดยเฉลี่ยแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีค่าแอมโมเนียมและไนเทรตในน้ำยางสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.4A และ 3.4B) ซึ่งการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในระดับที่เพียงพอ จะช่วยเพิ่ม การสังเคราะห์แสงและปริมาณโปรตีนในเซลล์เช่นกัน (ยงยุทธ, 2552) และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ธาตุไนโตรเจนในใบสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ชัดเจน (ตารางที่ 3.9) และยังช่วยเพิ่มระดับไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำยาง (Watson, 1989)

โพแทสเซียมช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ (ยงยุทธ, 2552) และมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำยางมากที่สุดเมื่อเทียบกับธาตุอื่น (Watson, 1989) ซึ่งสอดคล้องกับสวนคุณประกอบเมื่อเจาะเก็บน้ำยาง สังเกตพบว่า น้ำยางไหลเร็ว และปริมาณโพแทสเซียมในน้ำยางสูงกว่าสวนอื่น (รูปที่ 3.4C) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำยางสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่ 3.4C) ซึ่งมีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้โพแทสเซียมในน้ำยาง (Watson, 1989) เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินได้ใส่ปุ๋ยโพแทชที่สูงกว่า ส่งผลให้ โพแทสเซียมไปยับยั้งการดูดใช้แมกนีเซียมได้ยาก ทำให้พบค่าวิเคราะห์แมกนีเซียมในน้ำยางต่ำ (รูปที่ 3.4D) ซึ่งมีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณแมกนีเซียมรวมถึงแคลเซียมในน้ำยาง (Watson, 1989) และในใบ (Iqbal and Yogaratnam, 1995) ลดลง สำหรับแคลเซียมเป็นธาตุที่พบน้อยมากในท่ออาหารของพืช (สุนทรี และจินตณา, 2549; ยงยุทธ, 2552) และปุ๋ยที่ใส่ไม่มีองค์ประกอบของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม

สำหรับน้ำตาลซูโครสจัดเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและนำไปสร้างผลผลิตน้ำยาง โดยซูโครสจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินไม่แตกต่างกันกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ทั้ง 4 สวน (รูปที่3.5A) แม้ว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในวิธีตามค่าทดสอบดินจะสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (2 เท่า) แต่ค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมในน้ำยางไม่ต่างกัน เป็นไปได้ว่าเมื่อยางพาราได้รับธาตุไนโตรเจนสูงขึ้น ทำให้ต้นยางมีการสังเคราะห์แสงได้ดี และทำให้ซูโครสในต้น

ยางส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้เพื่อสร้างความเจริญเติบโตทางลำต้น โดยมีรายงานว่า ยางพาราก่อนเปิดกรีดมีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่ายางที่เปิดกรีดแล้ว (กรรณิการ์ และคณะ, 2552) ซึ่งปริมาณซูโครสจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (15.2 มิลลิโมลาร์) มีแนวโน้มต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (15.4 มิลลิโมลาร์) (รูปที่ 3.5A) แต่การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตได้ดีกว่า (ตารางที่ 3.10, รูปที่ 3.6, 3.7 และ 3.8) และมีรายงานว่า ปริมาณซูโครสที่ต่ำหมายถึงการนำซูโครสไปสร้างยางได้ดี (พิศมัย, 2543)

แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (รูปที่3.5B) ซึ่งสอดคล้องกับที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณเนื้อยางแห้งสูงกว่าเมื่อเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (ภัทธาวุธ และคณะ, 2537) ปริมาณของแข็งทั้งหมดเป็นค่าที่สะท้อนถึงการสร้างอนุภาคยางและการไหลของน้ำยาง (ปริมาณของแข็งเป็นตัวบ่งบอกความหนืดของยาง) (พิศมัย, 2543) และถ้ามีมากเกินไปทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง (Jacob *et al*., 1989) แต่ในสวนของคุณประกอบได้เปิดกรีดระหว่างการทดลอง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ได้ต่ำกว่าสวนอื่นมาก (รูปที่ 3.5B) และตอนเจาะเก็บน้ำยางในสวนนี้น้ำยางไหลเร็วที่สุด อาจเนื่องมาจาก เมื่อน้ำยางในท่อไหลออกมา เซลล์ข้างเคียงจะส่งน้ำเข้าไปเซลล์ท่อน้ำยางเพื่อรักษาสมดุลภายในท่อน้ำยางและป้องกันท่อน้ำยางแฟบ ดังนั้น น้ำส่วนหนึ่งก็ไหลออกมากับน้ำยางทำให้น้ำยางเจือจางลง

สำหรับไธออลในน้ำยาง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกลูตาไธโอนที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ($C_{10}H_{17}N_3O_6S$) ดังนั้น แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินซึ่งได้รับไนโตรเจนต่อต้นสูงกว่า (ตารางที่ 3.3) จึงมีค่าวิเคราะห์ไธออล สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (เฉลี่ย 0.49 และ 0.43 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ) (รูปที่3.5C) แต่สวนคุณประกอบซึ่งมีการเปิดกรีดก่อนกำหนด พบว่า มีปริมาณ ไธออลสูงกว่าแปลงอื่น (รูปที่ 3.5C) เนื่องจากว่ามีการกระตุ้นในการสร้างน้ำยางสูงกว่าสวนอื่น ซึ่งกระบวนการเมทาบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ก่อให้เกิดออกซิเจนที่เป็นพิษ (toxic oxygen) จึงต้องสร้างไธออลในน้ำยางเพื่อทำปฏิกิริยากับสารพิษกลุ่มออกซิเจนที่เป็นพิษในเซลล์ท่อน้ำยางจึงช่วยป้องกันไม่ให้ลูทอยด์แตกตัวปล่อยแคตไอออนจับกับอนุภาคยางซึ่งมีประจุลบน้ำยางจึงมีความคงตัวและไหลได้นานกว่า (พิศมัย, 2551ก) และมีรายงานว่า ปริมาณไธออลที่สูงทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง (พิศมัย, 2551ก) แต่จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิต (Sreelatha, 2003) ซึ่งสอดคล้องกันกับสวนคุณประกอบที่ปริมาณไธออลในน้ำยางสูงกว่าสวนอื่น (รูปที่3.5C) ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่า (รูปที่ 3.5B)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้รับจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่3.3) และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางแสดงถึงระดับพลังงานในกระบวนการเมตตาบอลิซึม ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยางที่ได้จากอะดีโนซีน

ไทรฟอสเฟต (adenosine triphosphate , ATP) โดยมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และจะปลดปล่อยอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยาง (พิศมัย, 2551ก และ Nair, 2000) ดังนั้น เมื่อพิจารณาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (เฉลี่ย 15.9 มิลลิโมลาร์) พบว่าสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (เฉลี่ย 14.3 มิลลิโมลาร์) (รูปที่ 3.5D) และมีรายงานว่ายางพาราหลังเปิดกรีดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทำให้ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ภัทราวุธและคณะ, 2537) โดยที่อนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิต (r = 0.979) (Lacote*et al*., 2010) ในที่นี้ สวนคุณประกอบซึ่งเปิดกรีดมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าเช่นกัน (รูปที่ 3.5D)

ต้นยางที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินได้รับธาตุอาหารต่อต้นสูงกว่า ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาง ได้แก่ แอมโมเนียมและโพแทสเซียมสูงกว่า ในขณะที่แมกนีเซียมลดลง (รูปที่ 3.4A, 3.4C และ 3.4E) เช่นเดียวกับในใบ (ตารางที่ 3.9) สำหรับองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง ได้แก่ ของแข็งทั้งหมด ไธออล และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ในขณะที่ปริมาณซูโครสมีแนวโน้มต่ำกว่า ดังนั้น ในยางพาราก่อนเปิดกรีดการวิเคราะห์ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง จึงใช้เป็นตัวชี้วัดการตอบสนองต่อปุ๋ยได้ และควรมีการศึกษาการเก็บและรักษาน้ำยาง เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตลอดจนสร้างค่ามาตรฐานกับยางพาราที่ปลูกในพื้นที่ต่างๆ ทั้งนี้ การเก็บน้ำยางสามารถทำได้ง่ายกว่าการเก็บใบ โดยเฉพาะเมื่อต้นยางมีอายุมาก ลำต้นจะสูงมาก

4. ผลของการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ธาตุอาหารในใบและเส้นรอบวงสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (ตารางที่ 3.9และ 3.10) นอกจากนี้ เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้าง 20 เซนติเมตรเมื่อประเมินเป็นน้ำหนักไม้ยางต่อต้น พบว่า ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้น้ำหนักไม้ยางสูงกว่า (รูปที่ 3.6) ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินช่วยให้การเจริญเติบโตของต้นยางพาราดีกว่า เนื่องจากต้นยางพาราได้รับธาตุอาหารต่อต้นสูงกว่า (ตารางที่ 3.3) และแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ยางพารามีการสร้างคลอโรฟิลล์ (รูปที่ 3.2) รวมถึงการสร้างอาหารและสะสมในรูปคาร์โบไฮเดรต (รูปที่ 3.3) ได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ดังนั้น แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ยางพาราตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ได้ดีกว่า และมีค่าวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไม่ใส่ (Dissanayake and Mithrasena, 1986) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าของ

คำแนะนำทำให้ได้เส้นรอบวงมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ (Lalani, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองในยางพาราพันธุ์ BPM 24 พบว่า การเพิ่มไนโตรเจน (14% N เป็น 21% N) ทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น (นุชนารถ และคณะ, 2541) ส่วนระดับฟอสฟอรัสที่เพียงพอสำหรับดินทั่วไป คือ 11 - 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (นุชนารถ, 2551) แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง แต่ยังอยู่ในระดับต่ำ (2.65 - 7.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สอดคล้องกับที่รายงานว่าการเพิ่มปุ๋ยฟอสเฟตเป็น 2 เท่าของคำแนะนำทำให้เส้นรอบวงของต้นยางพาราเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินและใบเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (Dissanayake *et al*., 1994) เมื่อสิ้นสุดการทดลองค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมในดินและใบต่ำกว่าระดับที่เพียงพอ (ตารางที่ 3.4 และ 3.9) ยกเว้นสวนของคุณกำจัดและคุณกันยาที่ค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มอยู่ในระดับที่เหมาะสม (47 และ 99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ปริมาณโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีรายงานว่าการใส่ปุ๋ยโพแทช (33 กรัมต่อต้น) ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของต้นยางพาราเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไม่ใส่ (Iqbal and Yogaratnam, 1995) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมระดับสูง (12% K_2O) ทำให้เส้นรอบวงสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมระดับต่ำ (6% K_2O) (นุชนารถ และคณะ, 2541)

เส้นรอบวงต้นยางพารา (ที่ความสูง 150 เซนติเมตร) ก่อนการทดลองในแต่ละสวนมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยทั้งสองแบบทำให้เส้นรอบวงต่างกัน และเส้นรอบวงในแต่ละสวนก็แตกต่างกัน โดยเฉพาะสวนคุณประเสริฐและคุณกันยาที่เส้นรอบวงมีอัตราเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ตารางที่ 3.10) อาจเนื่องจากภายในแปลงมีพืชคลุมซึ่งเป็นแหล่งอินทรียวัตถุ ทำให้มีผลต่อการรักษาระดับธาตุอาหารโดยเฉพาะระดับธาตุไนโตรเจนและรักษาความชื้นในดิน โดยมีรายงานว่าการปลูกพืชคลุมดินทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราเพิ่มขึ้น (สุคนธ์ และคณะ, 2539) นอกจากนี้ แปลงคุณกำจัดมีระยะปลูก 3x6 เมตร (ตารางที่ 3.1) อาจทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่ำ ทั้งนี้มีรายงานว่า ต้นยางพาราเจริญเติบโตได้ดีต้องมีพื้นที่ต่อต้นไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร เพราะหากระยะปลูกน้อย ยางพาราจะเจริญเติบโตทางความสูงมากกว่าด้านข้าง (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ส่วนในแปลงของคุณประกอบอายุยางพาราเมื่อเริ่มทดลองและเส้นรอบวงน้อยกว่าแปลงอื่น (ตารางที่ 3.1) อัตราการเจริญเติบโตจึงต่ำกว่าแปลงอื่น สอดคล้องกับที่มีรายงานว่า ยางพาราที่มีอายุ 3-5 ปี จะมีอัตราการเติบโตต่ำกว่ายางพาราอายุ 4-6 ปี (กรรณิการ์ และคณะ, 2552)

สำหรับเปลือกยางพารา ซึ่งเกิดจากการแบ่งตัวออกมาทางด้านนอกของเยื่อเจริญเป็นส่วนสำคัญเพราะมีท่อน้ำยางอยู่ ซึ่งเปลือกชั้นในหรือเปลือกอ่อน (soft bark) เป็นเนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นใหม่ ติดกับเยื่อเจริญ (cambium) เป็นชั้นที่มีท่อน้ำยางมากที่สุด (พนัส และบุญปิยธิดา, 2554)

โดยทั่วไปต้นยางพาราที่มีเปลือกหนามักจะมีจำนวนท่อน้ำยางมากด้วยทำให้เมื่อเปิดกรีดสามารถให้น้ำยางได้มากกว่า ซึ่งสัมพันธ์กันกับเส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้น และเมื่อมีการสร้างเปลือกชั้นในได้ดีกว่าหากมีการเปิดกรีดทำให้ได้น้ำยางมากกว่า นอกจากนี้พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินให้ความรู้สึกตอนเจาะเปลือกนุ่มกว่าด้วยและเปลือกยางพาราหนากว่า (รูปที่ 3.1)

5. ระยะเวลาเปิดกรีดและผลตอบแทน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองต้นยางพาราส่วนใหญ่ในสวนคุณกำจัด คุณประเสริฐ และคุณกันยา มีขนาดที่เปิดกรีดได้ และคิดเป็นค่าปุ๋ยเมื่อใส่ตามค่าทดสอบดินเท่ากับ 2,051 บาท และสูตร 20-8-20 เท่ากับ 1,177 บาท (ตารางที่ 3.3) แต่ในสวนคุณประกอบ ต้องใส่ปุ๋ยอีก 2 ครั้งยางพาราจึงจะมีขนาดที่เปิดกรีดได้ (ค่าปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน 3,117 บาท และสูตร 20-8-201,921 บาท) ถึงแม้ว่าค่าปุ๋ยที่ใส่ตามค่าทดสอบดินในแต่ละสวน ตลอดการทดลองจะสูงกว่า 874-1,196 บาท (62-74 %) แต่ทำให้ยางเจริญเติบโตเร็วและเปิดกรีดได้ก่อน (ตารางที่ 3.10) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้เปิดกรีดได้เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เท่ากับ 3 - 5 เดือน และหากผลผลิตของยางพารา (พันธุ์ RRIM 600) ที่กรีดได้ในปีแรกเท่ากับ 171 กิโลกรัมต่อไร่ (กรีดครึ่งลำต้น วันเว้นวันกรีด 11 วันต่อเดือน) (สถาบันวิจัยยาง, 2550) ในระยะ 3-5 เดือนได้ผลผลิต 42-71 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเงิน 3,360 - 5,680 บาท (ยางพารา 80 บาทต่อกิโลกรัม) ทำให้การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีรายได้หลังหักค่าปุ๋ย 1,309 – 3,629 บาทต่อไร่ในขณะที่การใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ต้นยางพารายังไม่ได้ขนาดที่จะเปิดกรีดได้ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในยางที่เปิดกรีดแล้วทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและลดค่าปุ๋ยลงได้เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร (นุชนารถ, 2552)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยสูตร 20-8-20 ต่อปริมาณธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ และคาร์โบไฮเดรตในใบ ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง และการเจริญเติบโตของต้นยางพารา ได้ผลสรุปดังนี้

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ดินในสวนยางพาราที่ทดลอง เนื้อดินเป็นดินร่วน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในดินต่ำ แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ธาตุอาหารดังกล่าว เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองเล็กน้อย และในแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20

2. ปริมาณธาตุอาหารและค่าปุ๋ย

ดินมีความอุดสมบูรณ์ต่ำ เมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินต้องใช้ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำต่อต้นสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เท่ากับ 2.0, 1.6 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ และค่าปุ๋ยตลอดการทดลองจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ประมาณ 1.7 เท่า

3. ธาตุอาหารในใบ

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด ในใบก่อนทดลองไม่แตกต่างกันระหว่างแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยสูตร 20-8-20 หลังจากการทดลอง 1 ปี มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ธาตุอาหารในใบเพิ่มสูงกว่า และเมื่อทดลองครบ 2 ปี แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในใบสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 อย่างชัดเจน

4. คลอโรฟิลล์และคาร์โบไฮเดรตในใบ

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ต้นยางพาราได้รับธาตุอาหารสูงกว่า ซึ่งส่วนใหญ่มีบทบาทสำคัญในการสร้างคลอโรฟิลล์เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้แปลงที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 เมื่อต้นยางสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีทำให้มีการสะสมอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรตได้ดีเช่นกัน

5. ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ต้นยางพาราได้รับปุ๋ยที่สูงกว่า ส่งผลให้ค่าวิเคราะห์แอมโมเนียม โพแทสเซียม ปริมาณของแข็งทั้งหมด ไธออล และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น การวิเคราะห์ธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสถานะของธาตุอาหารซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโต กิจกรรมการสร้างน้ำยาง และผลผลิตของยางพาราได้ เช่นเดียวกับค่าวิเคราะห์ใบ

6. การเจริญเติบโตของต้นยางพารา

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้การเจริญเติบโตของต้นยางพารา ได้แก่ เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้าง 20 เซนติเมตร เส้นรอบวงที่ความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน เนื้อไม้ และความหนาเปลือก สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20

7. ระยะเวลาเปิดกรีดและผลตอบแทน

การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินแม้ว่าจะมีค่าปุ๋ยที่สูงกว่า 1.7 เท่า แต่สามารถทำให้ต้นยางพาราเปิดกรีดได้เร็วกว่า 3-5 เดือน ทำให้มีรายได้หลังหักค่าปุ๋ย 1,309-3,629 บาทต่อไร่

ดินในสวนยางพาราที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ระดับธาตุอาหารที่ใส่ตามสูตร 20-8-20 ยังไม่เพียงพอ การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ยางพาราตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ดังนั้น การเจริญเติบโตของยางพาราเมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินจึงเพิ่มขึ้น ระดับธาตุอาหารในดินและใบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ สูตรปุ๋ยที่ได้จากวิธีนี้เมื่อค่าทดสอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินอยู่ในระดับต่ำคือ 26-8-19 และอัตราการใช้ (105-400 กรัมต่อต้นต่อครั้ง ยางอายุ 1-72 เดือน) ขึ้นอยู่กับอายุของยางพารา หรืออาจใช้ปุ๋ยที่มีสูตรใกล้เคียงกันกับ 26-8-19 หรือปุ๋ยที่มีสัดส่วน N:P:K = 3:1:2 อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ต้นยางพาราสามารถใช้ปุ๋ยได้สอดคล้องกับระดับธาตุอาหารในดิน และเจริญเติบโตได้ดี ควรใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. ปริมาณฝนเฉลี่ยและจำนวนวันที่ฝนตกรายปี จำแนกตามภาค 2539–2548. [Online] Available from http:// service.nso.go.th/nso/g_data23/stat_23/toc_ 23/23.1-2.xls. [Accessed October 9, 2010].

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2555. ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ระหว่างเดือน กันยายน 2552 – ธันวาคม 2554. (แผ่นบันทึกข้อมูล). กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, กัลยา ประพาน และกฤษณะ หาญพิพัฒน์. 2552. ศึกษาการเจริญเติบโตของยางพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกที่ระดับความสูง 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

กฤษดา สังข์สิงห์. 2548. ประเมินปริมาณไม้ยางเพื่อกำหนดราคา. น.ส.พ. กสิกร 78 : 68-71.

กฤษดา สังข์สิงห์ และพิเชษฐ ไชยพานิชย์. 2552. สมบัติทางเคมีและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบกับการเจริญเติบโตของต้นยางพาราช่วงก่อนเปิดกรีดในเขตปลูกยางใหม่. ว. ยางพารา 30 : 35-60.

คณาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์. 2550. คู่มือปฏิบัติการวิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

เครือมาศ รอดบน. 2553. พฤติกรรมการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรชาวสวนยางในเขตอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี. ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์. 2553. ยางธรรมชาติ. *ใน* เทคโนโลยียางธรรมชาติ ความรู้ใหม่เกี่ยวกับยางธรรมชาติ จากโครงสร้างโมเลกุลถึงการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม. หน้า 1-17. กรุงเทพฯ : บริษัท เทคโนบิซ คอมมิวนิเคชั่นส์ จำกัด.

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่.

ไชยา พัฒนกุล, สมพงศ์ สุขมาก และชูจิต ลีนะธรรม. 2523. ประวัติการปรับปรุงพันธุ์ยางในประเทศไทย. ว. ยางพารา 1 : 35-48.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, สมชาย กรีฑาภิรมย์ และบุญแสน เตียวนุกูลธรรม. 2542. การวิเคราะห์ NPK ในดินอย่างง่าย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 สาขาพืช สาขาส่งเสริมนิเทศศาสตร์เกษตร 3-5 กุมภาพันธ์ 2542 หน้า 165-170.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, อรุณี เจริญศักดิ์ศิริ, หริ่ง มีสวัสอิ์, กู้เกียรติ สร้อยทอง, ประดิษฐ์ บุญอำพล, สหัสชัย คงทน และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2543. โครงการวิจัยการพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพด. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2549. การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่เพื่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน (ตอนที่ 1). ว.ดินและปุ๋ย 28 : 2-6.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์, บุรี บุญสมภพพันธ์, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, เจตน์ ล่อใจ, สหัสชัย คงทน, อัธยะ พินจงสกุลดิษฐ, ปิ่นเพชร บุญสุข, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, อานันท์ ผลวัฒนะ, สมจิต คันธสุวรรณ, ปัญญา ร่มเย็น, นิวัฒน์ นภีรงค์, เฉลิมชาติ ฤาไชยคาม, ไพลิน รัตน์จันทร์, บุญช่วย สงฆนาม, นลินี เจียงวรรธนะ, สอาง ไชยรินทร์, และพิษณุ หินตั้ง. 2550. การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่เพื่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน (ข้าว และอ้อย). รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

นาตยา นุชนารถ และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2552. การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (อ้อยตอ 1). ว. ดินและปุ๋ย 31 : 123-129.

นุชนารถ กังพิศดาร, โสภา โพธิวัตถุธรรม, เวท ไทยนุกูล และสมยศ สินธุรหัส. 2522. การศึกษาชนิดของแร่ดินเหนียวและคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินปลูกยางพารา. กรุงเทพฯ: รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2522. กองการยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร, ลิขิต นวลศรี, ยุบล ลิมจิตติ, โสภา โพธิวัตถุธรรม และเวท ไทยนุกูล. 2533. อิทธิพลของปุ๋ยยางอ่อนที่ตกค้างต่อผลผลิตของยางหนุ่ม. กรุงเทพฯ: รายงานเสนอในที่ประชุมกลุ่มยางประจำปี 2533. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร, วีรพงศ์ ตันอภิรมย์, ไววิทย์ บูรณธรรม และชำนาญ บุญเลิศ. 2541. ศึกษาระดับปุ๋ย N P K และ Mg ที่เหมาะสมกับยางอ่อนในดินชุดคอหงส์ในสวนยางปลูกแทนรอบสองที่มีการปลูกพืชร่วมยางบางชนิด. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2542. การประเมินระดับธาตุอาหารพืชเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2550ก. การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับยางพาราหลังเปิดกรีดตามค่าวิเคราะห์ดิน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2550ข. การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2551. คู่มือการใช้ปุ๋ยยางพาราตามค่าวิเคราะห์ดิน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร, ปูชิตา เปรมกระสิน และชำนาญ บุญเลิศ. 2551. การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตยางให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ตามค่าวิเคราะห์ดิน. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2552. การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน: ดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2554. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพาราปี 2554. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ปราโมทย์ สุวรรณมงคล. 2538. โครงการใช้ปุ๋ยยางพาราในท้องที่แห้งแล้ง. *ใน* รายงานผลโครงการวิจัยยางปี 2538 หน้า 144-149. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พนัส แพชนะ และบุญปิยธิดา คล่องแคล่ว. 2554. ลักษณะทางกายวิภาคของเปลือกและท่อน้ำยางของยางพารา. ว. ยางพารา 32 : 35-42.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, รัชนี รัตนวงศ์, นภาวรรณ เลขะวิพัฒน์, กรรณิการ์ ธีรวัฒนสุข, บุตรี พุทธรักษ์ และสมบัติ พิงกุศล. 2546. การใช้เทคนิคทางชีวเคมีระบุคุณสมบัติพันธุ์ยาง. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พิรุณ ติระพัฒน์. 2550. ค่าความเข้มข้นมาตรฐานเบื้องต้นของธาตุอาหารจุลภาคบางชนิดในใบลองกองและการตอบสนองต่อธาตุอาหารจุลภาคของลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดินคณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิศมัย จันทุมา. 2543. การวิเคราะห์น้ำยางโดยวิธีชีวเคมี. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพาราณ โรงแรม เจ บีสงขลา 29-30 สิงหาคม 2543. หน้า 94-106. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พิศมัย จันทุมา, อารักษ์ จันทุมา, Gohet, E. และอุณากรณ์ ศิลปะลี. 2545. การใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยาง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพาราประจำปี 2545 ณ โรงแรมหนองคายแกรนด์ อ.เมือง จ.หนองคาย 19-22 กุมภาพันธ์ 2545 หน้า 32-72.

พิศมัย จันทุมา, พิชิต สพโชค, วิทยา พรหมมี, พนัส แพชนะ, พรรษา อดุลยธรรม, นอง ยกถาวร, พิบูลย์ เพ็ชร์ยิ่ง และสว่างรัตน์ สมนาค. 2546. การใช้องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยาง สำหรับระบบกรีดที่เหมาะสม. กรุงเทพ ฯ: รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พิศมัย จันทุมา. 2551ก. การกรีดยางและสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรหลักสูตรวิชาการยาง. หน้า 173-210. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พิศมัย จันทุมา. 2551ข. ผลกระทบต่อผลผลิตเมื่อเปิดกรีดต้นยางที่มีขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน. ว. ยางพารา 29 : 32-47.

ภัทธาวุธ จิวตระกูล, ปัทมา ชนะสงคราม, นุชนารถ กังพิศดาร, วีรพงศ์ ตันอภิรมย์ และโชคชัย เอนกชัย. 2537. สรีรวิทยาน้ำยางของต้นยางหลังเปิดกรีดที่ได้รับปุ๋ยระดับต่างๆ. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. นครปฐม : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพิน รามณีย์, พรรณี จูฑามาตย์ และกิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. การเพิ่มผลผลิตข้าวจังหวัดตรังจากการจัดเขตศักยภาพของพื้นที่. *ใน* การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552. หน้า 66-81. กรุงเทพฯ : กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.

ระวิวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน. ว. ดินและปุ๋ย 31 : 107-117.

ลิขิต นวลศรี, ปราโมทย์ สุวรรณมงคล, เวท ไทยนุกูล และเกรียงศักดิ์ พันธุ์มณี. 2525. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพาราปี 2525. ว. ยางพารา 3 : 4-25.

วุฒิชาติ ศิริช่วยชู. 2550. ฐานข้อมูลดินภาคใต้เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2541. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพาราปี 2541. ว. ยางพารา 18 : 35-48.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2550. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพาราปี 2553. กรุงเทพฯ :สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สมยศ สินธุระหัส, อุดร เจริญแสง, ขยาย ทองฉิม, สุทัศน์ ด่านสกุลผล, เปรม จันทร์เพ็ชร และสุทัศน์ หงส์ประภัทรศร. 2536. อิทธิพลของปุ๋ย N, P, K และ Mg ต่อผลผลิตยางในดินชุมพร. กรุงเทพฯ : รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สายใจ สุชาติกูล, สมศักดิ์ มณีพงศ์ และมนตรี อิสระไกรศีล. 2554. การจัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการประเมินธาตุอาหารของยางพาราก่อนเปิดกรีด. (แผ่นบันทึกข้อมูล). การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 11-13 พฤษภาคม 2554.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุคนธ์ แสงแก้ว, สมยศ สินธุรหัส และสุเมธ พฤกษ์วรุณ. 2539. การอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชันโดยใช้พืชคลุมดินชนิดต่างๆ ระหว่างแถวยาง. กรุงเทพฯ : รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สุนทรี ยิ่งชัชวาล และจินตณา บางจั่น. 2549. ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600. ว. วิทย.กษ. 37 : 353-364.

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี. 2546. การผลผลิตยางธรรมชาติ. สงขลา : ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

หทัยชนก บุญยง. 2553. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้ปุ๋ยของเกษตรกรชาวสวนยางพารา อำเภอคลอง-หอยโข่ง จังหวัดสงขลา. ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

องค์การสวนยาง. 2553. ประวัติยางพารา. [Online] Available from http://www.reothai.co.th/-Para1.htm. [Accessed October 30, 2010].

อนุสรณ์ แรมลี และเกษตร แนบสนิท. 2545. สำรวจการใช้เทคโนโลยีการกรีดยางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตอนล่าง). *ใน* รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็มปี 2545. หน้า 522-539. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยยางกรมวิชาการเกษตร.

Attanandana, T., P. Verapattananirund and R. S. Yost. 2004. Adapting site specific nutrient management to small farms of the tropics**.** Paper Presented at the 7th Biannual Conference on Precision Agriculture, Minneapolis, Minnesota, 25-28 July 2004.

Brady, N.C. and R. R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. New Jersey : Pearson Education.

Dissanayake, D.A.M.P. and U. Mithrasena.1986. Influence of fertilizers on growth and mineral composition of Hevea seedlings grown in the field nursery. J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka 65 : 32-46.

Dissanayake, D.M.A.P., T. Dissanayake., C. Maheepala and R. Gunasekera. 1994. Role of rock phosphates in the nutrition of immature and mature Hevea. J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka 74 : 42-56.

George. P. J. and C. K. Jacob. 2000. Natural Rubber. Rubber Board P.O. India.

Iqbal, S. M. M. and N. Yogaratnam. 1995. Effect of potassium on growth, yield and mineral composition of young *Hevea Brasiliensis*. J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka 75 : 13-30.

Jacob, J. L., J. C. Prevot and R. G. O. Kekwick. 1989. General metabolism of *Hevea brasiliensis* latex (with the exception of isoprenic anabolism). *In* Physiology of Rubber Tree Latex. (eds. d'Auzac, J., Jacob, J. L. and Chrestin, H.) pp. 101-144. Florida : CRC Press.

Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. USA : Prentice-Hall Inc.

Julie, M.P., Christian,W. and P Mirasol. 2010. A new site-specific nutrient management approach for maize in the favorable tropical environments of Southeast Asia. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World.Brisbane, Australia. 1 – 6 August 2010.

Karthikakuttyamma, M., J. Mercykutty and A. N. Sasidharan Nair. 2000. Soil and nutrition. *In* Natural Rubber. (George, P. J. and Kuruvilla Jacob. C). pp. 170-214. Kottayam : Rubber Research Institute of India.

Lacote, R., O. Gabla., S. Obouayeba., J. M. Eschbach., F. Rivano., K. Dian and E. Gohet. 2010. Long-term effect of ethylene stimulation on yield of rubber trees is linked to latex cell biochemistry. Field Crop Res. 115 : 94-98.

Lalani Samarappuli. 2000. Economics and efficiency of fertilizer utilization in inmamature rubber. J. Rubber. Res. Inst. Sri Lanka 42 : 1-10.

Mak, S., Chinsathit, S., Pookpakdi, A. and Kasemsap, P. 2008. The effect of fertilizer and irrigation on yield and quality of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in Chanthaburi province of Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 42 : 226-237.

Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen-lnorganic Forms. *In* Method of Soil Analysis. Part 3. Chemical Method (ed. D.L.Sparks). pp. 1123-1183. Madison : Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

Nair, N.U. 2000. Biochemistry and physiology of latex production. *In* Natural Rubber. pp. 249-260. India : Rubber Board P.O.

Osborne, D.R. and Voogt, P. 1978. Carbohydrates. *In* The Analysis of Nutrient in Food. pp. 130-154. London : Academic Press.

Sreelatha, S. 2003. Biochemical factors influencing latex flow during stress, tapping frequency and stimulation in *Hevea brasiliensis*. Ph. D. Thesis. Mahatma Gandhi University, India.

Sreelatha, S., S. P. Simon, G. M. Kurup, and K. R. Vijayakumar. 2007. Biochemical mechanisms associated with low yield during stress in *Hevea* clone RRII 105. J. Rubb. Res. 10 : 107-115.

Soumahin, E. F., Obouayeba, S., Dick, K. E., Dogbo, D. O. and Anno, A. P. 2010. Low intensity tapping systems applied to clone PR 107 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) : Results of 21 years of exploitation in South-eastern Cote d'lvoire. Afr. J. Plant Sci. 4 : 145-153.

Watson, G. A. 1989. Nutrition. *In* Rubber. pp. 291-348. New York : Longman Scientific & Technical.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายสิทธิชัย บุญมณี

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5210620029

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2552

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

สิทธิชัย บุญมณี, จำเป็น อ่อนทอง และขวัญตา ขาวมี. 2556. เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและตามคำแนะนำสถาบันวิจัยยางในยางพาราก่อนเปิดกรีด. ว. เกษตรพระจอมเกล้า. 31 : 53-62.