วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม-ธันวาคม): 66-72, 2560
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 4, No. 4 (October-December): 66-72, 2017

Research article

สถานะและสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบยางพาราที่ปลูกในที่ลุ่มและที่ดอน
Status and K/Mg Ratio in Soil and Leaves of Rubber Trees Grown in Lowland and Upland Areas

ภัทรานิษฐ์ คงมาก[1] ขวัญตา ขาวมี[1] และ จำเป็น อ่อนทอง[1*]
Kongmak, P.[1], Khawmee, K.[1] and Onthong, J.[1*]

[1]ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112
[1]Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla, 90112

** Corresponding author: jumpen.o@psu.ac.th*
Received 24 September 2016; Revised 22 October 2016; Accepted 1 December 2016

บทคัดย่อ

โพแทสเซียมและแมกนีเซียมเป็นธาตุที่มีอันตรกิริยาเชิงลบที่รุนแรงต่อกัน ในการจัดการด้านธาตุอาหารให้เหมาะสมจำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณและความสมดุลของธาตุทั้งสอง จึงศึกษาสถานะและสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบยางพารา โดยการเก็บตัวอย่างดินและใบของยางพาราที่ปลูกในที่ลุ่มและที่ดอนในจังหวัดสงขลา เพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมและนำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปเทียบกับค่าที่เหมาะสม รวมทั้งหาสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมทั้งในดินและในใบยางพารา พบว่า ในแปลงปลูกยางพาราที่ลุ่มและที่ดอนส่วนใหญ่มีโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินและโพแทสเซียมทั้งหมดในใบอยู่ในระดับต่ำ โดยโพแทสเซียมในแปลงที่ลุ่มต่ำกว่าในที่ดอน ส่วนแมกนีเซียมมีผลที่ตรงกันข้ามกัน ในขณะที่แมกนีเซียมทั้งหมดในใบอยู่ในระดับสูง ในแปลงที่ลุ่มมีสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินต่ำกว่าที่ดอนโดยมีค่าเฉลี่ย 2.87 และ 6.99 ตามลำดับ แต่มีสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบสูงกว่าที่ดอนโดยมีค่าเฉลี่ย 3.87 และ 3.25 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของธาตุทั้งสองในดินและในใบไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการจัดการด้านธาตุอาหารทั้งสองในดินปลูกยางพารา ดังนั้น ในการจัดการโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินปลูกยางควรคำนึงถึงสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมให้เหมาะสมทั้งในดินและในใบยางพารา
คำสำคัญ: สัดส่วน, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, ยางพารา

Abstract

Negative interaction between potassium (K) and magnesium (Mg) is severe. Nutrient management must consider both quantity and nutrient balance. This study aimed to study status and K/Mg ratio in soils and rubber leaves. The soils and leaves were collected from rubber plantations in lowland and upland areas in Songkhla province for analysis of K and Mg. The values were compared with the standard level. The available K in lowland soil was lower than upland soil, in contrast to the available Mg; however, leaf Mg was high. Average of available K/Mg ratio in lowland soil was lower than upland soil, 2.87 and 6.99 respectively. But the total K/Mg ratio in leaves of rubber grown in lowland areas was higher than upland areas, 3.87 and 3.25 respectively. However, potassium and magnesium ratio in soil and leaf are not relationship. Which maybe affect the management of nutrients in the soil. Thus K/Mg ratio is important for K and Mg management in rubber growing soils.
Keywords: Ratio, Potassium, Magnesium, Rubber tree

บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา ทำให้มีพื้นที่ปลูกยางพาราสูงถึง 20 ล้านไร่ (สมาคมยางพาราไทย, 2558) กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ ในขณะที่แหล่งปลูกยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ที่มีพื้นที่ปลูกสูงถึง 12.78 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) โดยกระจายอยู่ใน

Published by Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All rights reserved.
For Permissions, please e-mail: nr-sjps@group.psu.ac.th.

จังหวัดสุราษฎร์ธานีสูงที่สุด 2.63 ล้านไร่ และรองลงมา คือ จังหวัดสงขลา ที่มีพื้นที่ปลูก 2.06 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2557) และจากราคาของยางพาราที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2553-2554 ที่ผ่านมา (สถาบันวิจัยยาง, 2555) ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นทั้งในพื้นที่ดอนและพื้นที่ลุ่ม (นาร้าง) ซึ่งเป็นดินที่มีลักษณะแตกต่างกัน

ปัจจุบันดินปลูกยางพาราในประเทศไทยมีระดับแมกนีเซียมในดินลดลงจนต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของยางพารา (<0.30 cmolc kg^{-1}) โดยในภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ มีระดับของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมถึง ร้อยละ 87 64 58 และ 39 ตามลำดับ (นุชนารถ และคณะ, 2556) และมีรายงานว่าสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินปลูกยางพาราก่อนเปิดกรีดในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราชสูงถึง 3.86:1 (สายใจ, 2554) เช่นเดียวกับในใบยางพาราที่มีสัดส่วนของโพแทสเซียมกับแมกนีเซียมสูงเช่นกัน คือ 4.4:1 (นุชนารถ และคณะ, 2556) และ 3.4:1 (สายใจ, 2554) ที่สูงกว่าภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีสัดส่วน 3.2:1, 2.8:1 และ 2.5:1 ตามลำดับ โดยระดับสัดส่วนของโพแทสเซียมกับแมกนีเซียมในใบยางพาราที่สูงของภาคใต้อาจทำให้ยางพาราแสดงอาการขาดแมกนีเซียมได้มากกว่าภาคอื่น ๆ (นุชนารถ และคณะ, 2556) นอกจากนี้ ได้มีรายงานสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เหมาะสมในดินที่ปลูกพืชยืนต้นอื่น ๆ ว่า ไม้ยืนต้นทั่วไปมีสัดส่วน 5:1 พืชผักมีสัดส่วน 3:1 และไม้ผลมีสัดส่วน 2:1 (Havlin *et al*., 2005) ในขณะที่ดินปลูกปาล์มน้ำมันมีสัดส่วน 9.25:1.65 (ธีระ, 2554) และยังมีรายงานสัดส่วนระหว่างธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เหมาะสมในใบของพืชอื่น ๆ ว่า ปาล์มน้ำมันมีสัดส่วน 3.0-3.6:1 (ธีระ, 2554) ลองกองมีสัดส่วน 7.25-7.35:1 (จำเป็น และคณะ, 2549) ทุเรียนมีสัดส่วน 5.70-7.38:1 (สุมิตรา และวิเชียร, 2546) ส้มโอมีสัดส่วน 4–5:1 (สมศักดิ์, 2551) และส้มโชกุนมีสัดส่วน 3.46–4.00:1 (อิสริยาภรณ์, 2550) โดยสัดส่วนระหว่างธาตุทั้งสองในดินนั้นจะมีความสัมพันธ์ต่อการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของพืช เพราะถ้าธาตุทั้งสองในดินไม่สมดุลกันจะทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารของพืชธาตุใดธาตุหนึ่งลดลง (Tandon, 1992; Troeh and Thompson, 2005) เนื่องจากแมกนีเซียมและโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพารา โดยโพแทสเซียมช่วยในกระบวนการสร้างและเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล ส่วนแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (นุชนารถ, 2552) อย่างไรก็ตาม ในการดูดใช้โพแทสเซียมและแมกนีเซียมนั้นเกิดการแข่งขันระหว่างกัน (Tandon, 1992) ทำให้เมื่อมีการเพิ่มธาตุใดธาตุหนึ่งจะส่งผลให้ความเข้มข้นของอีกธาตุหนึ่งในพืชลดลง (Merhaut, 2007) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุทั้งสอง พบว่ายางพาราที่ได้รับโพแทสเซียมสูง ทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบลดลง (Yogaratnam and Weerasuriya, 1984) ในขณะเดียวกันเมื่อใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมให้กับยางพาราในปริมาณสูง ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบของยางพาราลดลง (นุชนารถ และคณะ, 2540) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาสถานะและสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียม เพื่อให้ทราบถึงสถานะและสัดส่วนของธาตุทั้งสองในดินและใบใบยางพารา

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บดินและใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในอำเภอคลองหอยโข่ง นาทวี และรัตภูมิ จังหวัดสงขลา จำนวน 90 แปลง ประกอบด้วยแปลงในที่ลุ่ม 46 แปลง และที่ดอน 44 แปลง โดยเป็นยางที่ลุ่มก่อนเปิดกรีด (4-5 ปี) 48 แปลง และหลังเปิดกรีด (8-9 ปี) 42 แปลง เพื่อวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และหาสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบยางพารา

การเก็บตัวอย่างดินโดยใช้สว่านเจาะดิน โดยทิศทางการสุ่มแบบ X-Shaped และเก็บดินแปลงละ 9 จุด ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร จากผิวดิน (Karthikakuttyma *et al*., 2000) นำดินใส่ในถังจนครบ 9 จุด แล้วคลุกดินให้เป็นเนื้อเดียวกัน แบ่งดินมา 1 กิโลกรัม มาผึ่งให้แห้งในที่ร่มและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องเปิด 2 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยใช้วิธีแอมโมเนียมอะซีเทต (Ammonium acetate method) (จำเป็น และจักรกฤษณ์, 2557) การเก็บตัวอย่างใบยางพาราจะเลือกเก็บจากต้นยางใกล้จุดเก็บดิน โดยเก็บแปลงละ 9 ต้น ต้นละ 4-6 ใบ ในระยะก่อนใส่ปุ๋ยในยางพาราก่อนเปิดกรีดใบที่เก็บต้องเป็นกิ่งที่อยู่ในร่มเงาทั้งสองข้างของทรงพุ่ม ส่วนยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว เก็บใบอายุ 100-150 วัน (หลังจากผลิใบใหม่) และเก็บจากคู่ล่างหรือใบที่ 1 และ 2 (นับจากล่าง) ของฉัตรแรกของกิ่งในร่มเงาระหว่างแถว (นุชนารถ, 2542) หลังจากนั้นนำใบยางพารามากำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยน้ำปราศจากไอออนและซับด้วยผ้าที่สะอาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C นาน 48 ชั่วโมง นำใบยางพารามาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช เพื่อวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมทั้งหมดในใบยางพารา โดยการนำตัวอย่างใบมาย่อยด้วยกรดผสมไนทริก-เพอร์คลอริก (HNO_3-$HClO_4$) และวัดค่าโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในตัวอย่างด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (จำเป็น และจักรกฤษณ์, 2557)

นำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปประเมินสถานะธาตุอาหาร โดยการนำค่าธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้มาเทียบกับค่ามาตรฐานของธาตุอาหารในดินและในใบ (นุชนารถ, 2550) และหาสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมทั้งในดินและในใบ จากนั้นนำค่าโพแทสเซียมและแมกนีเซียมและค่าสัดส่วนของธาตุทั้งสองไปสร้างกราฟแบบ Box-plot เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารและสัดส่วนของธาตุอาหารในแปลงยางพาราที่ลุ่มและที่ดอน และหาความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารทั้งสองในดินและในใบยางพารา

ผลการทดลอง

1. โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบยางพารา

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินจากแปลงที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดต่ำกว่าแปลงในที่ดอน โดยมีค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียมเท่ากับ

31.54 และ 49.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในแปลงยางพาราระยะหลังเปิดกรีดทั้งในที่ลุ่มและที่ดอนมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 32.8 และ 33.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 1A) แต่ พบว่า แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์จากแปลงในที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดสูงกว่าที่ดอน โดยมีค่าเฉลี่ย 19.73 และ 9.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และในระยะหลังเปิดกรีดก็เช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 14.03 และ 9.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 1B)

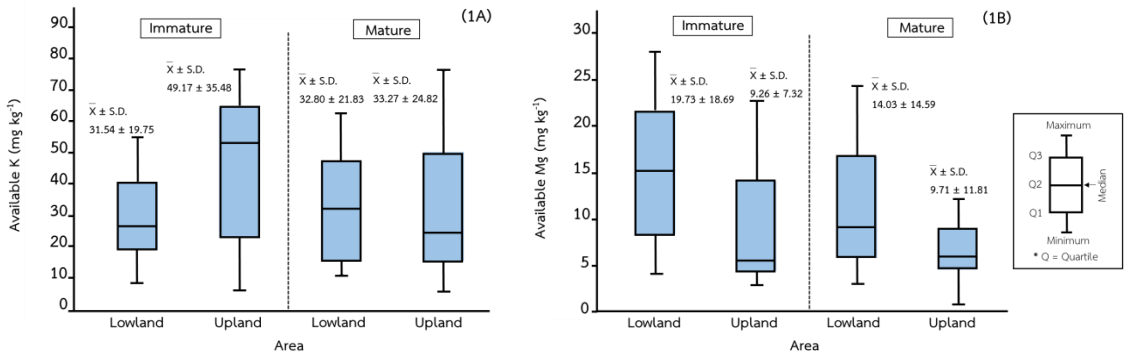

Figure 1 Available potassium (1A) and available magnesium (1B) in soil

โพแทสเซียมทั้งหมดในใบยางพาราจากแปลงในที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดสูงกว่าในที่ดอน โดยมีค่าเฉลี่ย 10.35 และ 9.17 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่โพแทสเซียมในใบยางพาราในแปลงที่ลุ่มและที่ดอนในระยะหลังเปิดกรีดมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 12.62 และ 12.65 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 2A) นอกจากนี้ โพแทสเซียมในใบยางพาราหลังเปิดกรีดมีค่าสูงกว่าในใบยางพาราก่อนเปิดกรีด สำหรับแมกนีเซียมในใบยางพารา พบว่า ในแปลงที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดมีแมกนีเซียมทั้งหมดในใบต่ำกว่าที่ดอน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.01 และ 3.47 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับในระยะหลังเปิดกรีด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.21 และ 3.56 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 2B)

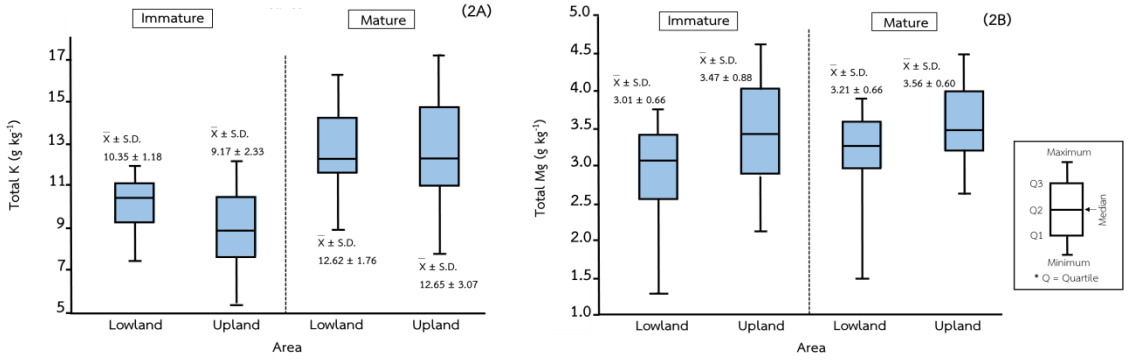

Figure 2 Total potassium (2A) and total magnesium (2B) in rubber leaf

Table 1 Level of available potassium in soils in lowland and upland growing areas of immature and mature rubbers. (0-30 centimeter)

Phase	Area	Level of nutrient (%)		
		Low	Moderate	High
		(<40)*	(40-60)*	(>60)*
Immature	Lowland (n=28)	75	18	7
	Upland (n=18)	47	32	21
Mature	Lowland (n=18)	72	22	6
	Upland (n=26)	64	24	12

Remark: ( )* = concentration of potassium in soils (mg kg^{-1}) (extraction by 1 M NH_4OAc pH 7)

Table 2 Level of available magnesium in soils in lowland and upland growing areas of immature and mature rubbers. (0-30 centimeter)

Phase	Area	Level of nutrient (%)		
		Low	Moderate	High
		(<36.45)*	(>36.45)*	(-)*
Immature	Lowland (n=28)	89	11	-
	Upland (n=18)	100	-	-
Mature	Lowland (n=18)	94	6	-
	Upland (n=26)	96	4	-

Remark: ( )* = concentration of magnesium in soils (mg kg^{-1}) (extraction by 1 M NH_4OAc pH 7)

2. สถานะของธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบยางพารา

แปลงยางพาราส่วนใหญ่มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่า 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่ามีระดับต่ำ (สถาบันวิจัยยางพารา, 2555) โดยดินในแปลงที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดร้อยละ 75 และแปลงที่ดอนร้อยละ 47 มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ เช่นเดียวกับยางพาราในระยะหลังเปิดกรีดที่ดินในแปลงที่ลุ่มร้อยละ 72 และแปลงที่ดอนร้อยละ 64 มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ (Table 1) และแปลงยางพาราส่วนใหญ่มีแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 36.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำสำหรับยางพาราตามเกณฑ์มาตรฐานของสถาบันวิจัยยางพารา โดยดินในแปลงที่ลุ่มของยางพาราระยะก่อนเปิดกรีดร้อยละ 89 และแปลงในที่ดอนทั้งหมด และดินในแปลงที่ลุ่มของยางพาราระยะหลังเปิดกรีดร้อยละ 94 และแปลงในที่ดอนร้อยละ 96 มีแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ (Table 2) และเมื่อประเมินสถานะธาตุอาหารในใบยางพารา พบว่า แปลงยางพาราส่วนใหญ่มีโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำกว่า 13.5 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำสำหรับยางพารา โดยในใบยางพาราในระยะก่อนเปิดกรีดที่ปลูกในแปลงที่ลุ่มร้อยละ 93 และในแปลงที่ดอนร้อยละ 94 มีโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำ เช่นเดียวกับใบยางพาราในระยะหลังเปิดกรีดที่ร้อยละ 67 และ 65 ของยางพาราแปลงที่ปลูกในที่ลุ่มและแปลงที่ดอนมีโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่สถานะของธาตุแมกนีเซียมทั้งหมดในใบ พบว่า แปลงยางพาราส่วนใหญ่ทั้งแปลงที่ลุ่มและแปลงที่ดอนในระยะก่อนเปิดกรีดร้อยละ 68 และ 83 และในแปลงที่ลุ่มในระยะหลังเปิดกรีดร้อยละ 88 และในแปลงที่ดอนร้อยละ 96 มีปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดสูงกว่า 2.6-2.9 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสำหรับยางพารา (Table 3 and 4)

Table 3 Level of potassium in rubber leaf of immature and mature rubbers grown in lowland and upland areas.

Phase	Area	Level of nutrient (%)		
		Low	Moderate	High
		(<13.5)*	(13.6-16.5)*	(>16.5)*
Immature	Lowland (n=28)	93	7	-
	Upland (n=18)	94	6	-
Mature	Lowland (n=18)	67	33	-
	Upland (n=26)	65	27	8

Remark: ( )* = concentration of potassium in rubber leaf (g kg^{-1})

Table 4 Level of magnesium in rubber leaf of immature and mature rubbers grown in lowland and upland areas.

Phase	Area	Level of nutrient (%)		
		Low	Moderate	High
		(<2)*	(2.0-2.5)*	(>2.5)*
Immature	Lowland (n=28)	3	29	68
	Upland (n=18)	-	17	83
Mature	Lowland (n=18)	6	6	88
	Upland (n=26)	-	4	96

Remark: ( )* = concentration of magnesium in rubber leaf (g kg^{-1})

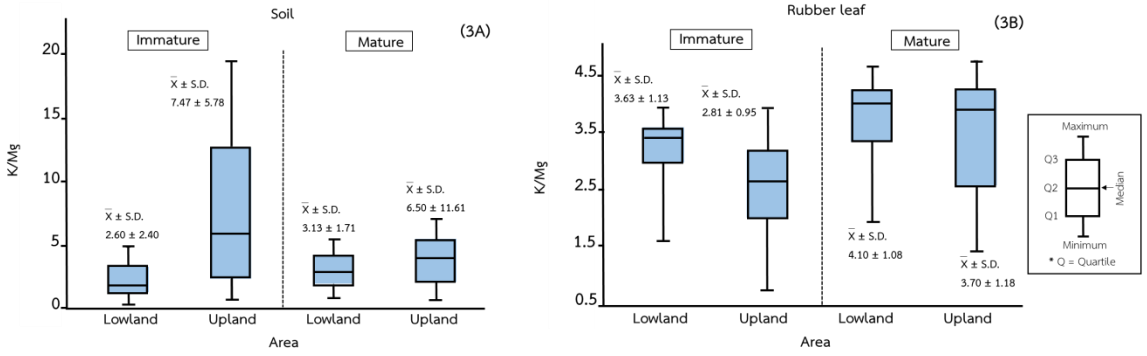

Figure 3 Potassium and magnesium ratio in soil (3A) and rubber leaf (3B)

3. สัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบยางพารา

ยางพาราแปลงที่ปลูกในที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดมีสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินต่ำกว่าที่ดอน โดยมีค่าเฉลี่ย 2.60:1 และ 7.47:1 ตามลำดับ เช่นเดียวกับยางพาราแปลงที่ปลูกในที่ลุ่มและที่ดอนในระยะหลังเปิดกรีดที่มีสัดส่วน คือ 3.13:1 และ 6.50:1 (Figure 3A) ในขณะที่สัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบยางพารา พบว่า ใบยางพาราแปลงที่ปลูกในที่ลุ่มระยะก่อนเปิดกรีดสูงกว่าที่ดอน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.63:1 และ 2.81:1 และในระยะหลังเปิดกรีดก็เช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.10:1 และ 3.70:1 ตามลำดับ (Figure 3B)

วิจารณ์

จากการประเมินสถานะของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินและใบยางพาราโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของสถาบันวิจัยยาง (นุชนารถ, 2554) พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (Table 1 and 3) เช่นเดียวกับที่มีรายงานว่า ยางพาราที่ปลูกในดินนาร้างมีโพแทสเซียมทั้งในดินและในใบในระดับต่ำ (อิสริยาภรณ์ และคณะ, 2558) เนื่องจากดินในภาคใต้ของประเทศไทยมีการผุพังสลายตัวรุนแรงทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด (อภิศักดิ์, 2543) ส่งผลให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง เนื่องจากมีการสูญเสียธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองไปจากดินโดย

การชะละลาย (skyllberg, 1999) และเมื่อพิจารณาโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า ดินแปลงที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าที่ดอน (1A) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ดินในแปลงที่ลุ่มในอดีตใช้ปลูกข้าวและปุ๋ยที่ใส่ไม่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ เช่น 16-20-0 หรือ 20-20-0 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ดังนั้น จึงส่งผลให้โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินค่อย ๆ ลดลงจนอยู่ในระดับที่ต่ำ

ในส่วนของแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า แปลงในที่ลุ่มในระยะก่อนเปิดกรีดมีแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่าที่ดอน (Figure 1B) เนื่องจากเป็นดินเนื้อละเอียดซึ่งทำให้มีแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินเนื้อหยาบ (Havlin *et al*., 2005) โดยมีแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่า 36.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำสำหรับยางพารา (Table 2) เช่นเดียวกับที่มีรายงานระดับของแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินนาร้างที่ใช้ปลูกยางพาราที่จัดอยู่ในระดับต่ำ (อิสริยาภรณ์ และคณะ, 2558) เนื่องจากดินที่เป็นดินกรดเขตร้อนส่งเสริมให้แมกนีเซียมในดินลดลง เช่นเดียวกับ Heenan และ Campbell (1981) ที่รายงานว่า สภาพที่ดินเป็นกรดทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง อย่างไรก็ตาม ในใบยางพารากลับมีแมกนีเซียมจัดอยู่ในระดับสูง คือ สูงกว่า 2.5 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 4) ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่ในดินมีแมกนีเซียมในรูปอื่นที่สามารถปลดปล่อยออกมาให้พืชดูดไปใช้ได้ เช่น รูปที่เป็นองค์ประกอบของเกลืออนินทรีย์และแร่ต่าง ๆ ในดิน (ยงยุทธ, 2552) ได้แก่ ไบโอไทต์ เซอร์เพนทีน แมกนีไซต์ และโดโลไมต์ เป็นต้น (อภิศักดิ์, 2543) ซึ่งการปลดปล่อยแมกนีเซียมในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพการละลายได้ของเกลือ ความยากง่ายของการผุพังสลายตัวของแร่ที่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพีเอชดิน (ยงยุทธ, 2552) เช่นเดียวกับที่มีรายงานว่า ยางพาราก่อนเปิดกรีดในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช มีแมกนีเซียมทั้งหมดในใบสูงทั้ง ๆ ที่ในดินมีแมกนีเซียมต่ำ (สายใจ, 2554)

ดินปลูกยางพารามีโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำ แต่เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของธาตุทั้งสองในดินแล้ว พบว่า ยางพาราแปลงที่ปลูกในที่ลุ่ม (ทั้งในระยะก่อนเปิดกรีดและหลังเปิดกรีด) มีสัดส่วนในดินต่ำกว่าที่ดอน (Figure 3A) เนื่องจากปริมาณของโพแทสเซียมในที่ลุ่มต่ำกว่าที่ดอน ในขณะที่แมกนีเซียมสูงกว่า และเมื่อนำมาหารกันเพื่อหาสัดส่วนระหว่างธาตุทั้งสองจึงทำให้ในดินมีสัดส่วนของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมในแปลงที่ลุ่มต่ำกว่าที่ดอน (ทั้งในระยะก่อนและหลังเปิดกรีด) (Figure 3A and 3B) นอกจากนี้ เมื่อนำสัดส่วนในที่ดอนมาเปรียบเทียบกับสัดส่วนของดินปลูกยางพาราในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ที่สายใจ (2554) ได้รายงานว่า มีสัดส่วนเพียง 3.86:1 พบว่า สัดส่วนของธาตุทั้งสองในดินจัดว่าสูง เช่นเดียวกับการรายงานในดินปลูกลำไยว่า มีสัดส่วนในดินที่ลุ่มต่ำกว่าที่ดอน คือ 1.5:1 และ 4.33:1 ตามลำดับ (ปฏิภาณ, 2555)

สำหรับยางพาราที่มีการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง คือ ปุ๋ยสูตร 20-8-20 สำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีด และปุ๋ยสำหรับยางพาราหลังเปิดกรีด คือ สูตร 29-5-18 (นุชนารถ, 2554) ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารหลักเพียงอย่างเดียว ไม่มีแมกนีเซียม ทั้ง ๆ ที่ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง 1 ตัน ดินจะสูญเสียแมกนีเซียมถึง 5 กิโลกรัม (นุชนารถ, 2554) เนื่องจากดินปลูกยางพาราในอดีตมีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยมีแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 0.26 เซนติโมลประจุต่อกิโลกรัม จึงทำให้มีการตัดแมกนีเซียมออกจากสูตรปุ๋ย (ปราโมทย์ และคณะ, 2525) อย่างไรก็ตาม การจัดการปุ๋ยโดยไม่มีการใส่แมกนีเซียมร่วมด้วย จะส่งผลต่อการดูดใช้แมกนีเซียมของยางพารา โดยจากการศึกษายางพาราที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณสูง จะทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบลดลง (Yogaratnam and Weerasuriya, 1984) เช่นเดียวกับยางพาราพันธุ์ BPM 24 ที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไป ก็ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบของยางพาราลดลง (นุชนารถ และคณะ, 2540) นอกจากนี้ ยังมีรายงานในพืชอื่น ๆ เช่น ต้นเชอรี่ พบว่า เมื่อใส่โพแทสเซียมที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการดูดแมกนีเซียมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชลดลง (Troyanos *et al*., 2000) และในข้าว พบว่า การใส่โพแทสเซียมที่ความเข้มข้นสูงขึ้น ทำให้ปริมาณของแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินข้าวลดลง โดยเฉพาะการใส่โพแทสเซียมที่ความเข้มข้นสูงร่วมกับแมกนีเซียมที่ความเข้มข้นต่ำ ทำให้มีปริมาณของแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินลดลงต่ำสุด (Ding and Xu, 2011)

เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนในใบยางพารา พบว่า ใบยางพาราแปลงในที่ลุ่ม (ทั้งในระยะก่อนเปิดกรีดและหลังเปิดกรีด) มีสัดส่วนสูงกว่าใบยางพาราแปลงที่ดอน ทั้ง ๆ ที่มีโพแทสเซียมในดินต่ำกว่า ซึ่งกลับกับสัดส่วนในดิน แสดงว่า ในแปลงยางพาราที่ปลูกในที่ลุ่มมีปริมาณของโพแทสเซียมสูงกว่าที่ดอน ซึ่งยางพาราอาจจะดูดใช้โพแทสเซียมจากดินในรูปที่ถูกตรึง (Fixed-K) ซึ่งจะมีอยู่สูงในดินเนื้อละเอียด ทำให้ดินมีความสามารถในการเป็นแหล่งให้โพแทสเซียมแก่พืชในระยะยาวได้ดี จึงส่งผลให้ใบยางพาราที่ปลูกในดินที่ลุ่มซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียดมีแนวโน้มของโพแทสเซียมในใบสูงกว่าในที่ดอนซึ่งเป็นดินเนื้อหยาบ (จักรกฤษณ์, 2556) ทั้งนี้ ในระยะหลังเปิดกรีดมีแนวโน้มของสัดส่วนสูงกว่าในระยะก่อนเปิดกรีด (Figure 3B) แสดงว่า ในยางพาราระยะหลังเปิดกรีดยางพารามีการดูดใช้โพแทสเซียมได้สูงกว่าในระยะก่อนเปิดกรีด ซึ่งอาจเป็นเพราะยางพาราหลังเปิดกรีดต้องการโพแทสเซียมสูง (เวท และโสภา, 2528)

เมื่อนำค่าโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินและในใบมาสร้างกราฟการกระจายเพื่อหาความสัมพันธ์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมในดินและในใบ และแมกนีเซียมในดินและในใบ (ไม่แสดงข้อมูล) ดังนั้น อาจจะเป็นไปได้ว่าการดูดธาตุอาหารของพืชนั้นไม่ได้ขึ้นกับความเป็นประโยชน์ของธาตุนั้นในดินเพียงอย่างเดียว แต่อาจจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการดูดธาตุอาหาร เช่น ความชื้น ธาตุอื่น ๆ อุณหภูมิ และพีเอช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็อาจจะมีผลต่อการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของยางพารา ดังเช่น สัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบยางพาราแปลงที่ลุ่มสูงกว่าที่ดอน ซึ่งอาจเป็นเพราะยางดูดโพแทสเซียมได้มากจาก fixed K แต่กลับดูดแมกนีเซียมได้น้อยทั้งที่มีมากกว่าที่ดอน ซึ่งอาจเกิดจากสภาพการถ่ายเทอากาศไม่ดี รากเลยดูดแมกนีเซียมน้อยลง อย่างไรก็ตาม เมื่อนำสัดส่วนในใบของธาตุทั้งสองมาเปรียบเทียบกับสัดส่วนในใบยางพาราที่

ปลูกในภาคอื่น ๆ พบว่า ใบยางพาราในที่ลุ่มและที่ดอนในระยะก่อนเปิดกรีดมีสัดส่วน 3.63:1 และ 2.81:1 ตามลำดับ และในระยะหลังเปิดกรีดมีสัดส่วนเท่ากับ 4.10:1 และ 3.70:1 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ 3.4 ซึ่งเป็นสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่รายงานโดยสายใจ (2554) แต่สูงกว่าสัดส่วนในใบยางพาราที่ปลูกในภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีสัดส่วน 3.2:1, 2.8:1 และ 2.5:1 ตามลำดับ (นุชนารถ และคณะ, 2556) โดยสัดส่วนในระยะหลังเปิดกรีดที่สูง แสดงให้เห็นว่า ในยางพาราระยะหลังเปิดกรีดมีปริมาณของโพแทสเซียมสูงกว่าแมกนีเซียม (Figure 3B) โดยยางพาราต้องการโพแทสเซียมในปริมาณสูงในการทำหน้าที่เคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส (ยงยุทธ, 2552) เพื่อนำไปใช้สร้างน้ำยาง ดังนั้น จำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยโพแทชเพิ่มขึ้นให้แก่ยางพาราในระยะหลังเปิดกรีด เพราะการให้ปุ๋ยโพแทชอย่างเพียงพอจะช่วยสร้างเปลือกใหม่และช่วยให้ยางพารามีน้ำยางเพิ่มสูงขึ้น (นุชนารถ, 2552) โดยปริมาณของโพแทสเซียมในใบยางพาราในระยะหลังเปิดกรีดสอดคล้องกับปริมาณของโพแทสเซียมในเซรั่มน้ำยางพารา (หทัยกานต์, 2556) อย่างไรก็ตาม ถ้าสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบยางพาราสูงก็อาจทำให้ยางพาราขาดแมกนีเซียมได้ (สายใจ, 2554) ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมเพิ่มเติมให้แก่ยางพาราในรูปของปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมจะทำให้แมกนีเซียมในน้ำยางสูงขึ้น (นุชนารถ, 2552) และอาจจะมีผลต่อกระบวนแปรรูปน้ำยางสดในอุตสาหกรรมการแปรรูปยางพารา เพราะแมกนีเซียมจะทำให้น้ำยางสูญเสียความคงตัวต อเครื่องกล (วิภาวี, 2554)

แม้สถานะของแมกนีเซียมในดินปลูกยางพาราอยู่ในระดับต่ำแต่สถานะในใบจัดอยู่ในระดับสูง (ประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานของสถาบันวิจัยยาง) (นุชนารถ, 2554) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของธนพันธ์ (2559) พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบยางพาราสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (2.0-2.5 กรัมต่อกิโลกรัม) (นุชนารถ, 2554) แต่ยางพาราก็ยังเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีการใส่แมกนีเซียม แสดงให้เห็นว่า ยางพาราอาจต้องการแมกนีเซียมในปริมาณที่สูงกว่าค่าที่เหมาะสมตามที่มีรายงานไว้ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาระดับของแมกนีเซียมเพิ่มเติมเช่นเดียวกับที่สายใจ (2554) ได้เคยเสนอแนะไว้ เพื่อให้ยางพาราได้รับแมกนีเซียมในปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

สรุป

แปลงปลูกยางพาราทั้งในแปลงที่ลุ่มและที่ดอนส่วนใหญ่มีโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินและโพแทสเซียมทั้งหมดในใบอยู่ในระดับต่ำ โดยโพแทสเซียมในแปลงที่ลุ่มจะต่ำกว่าแปลงที่ดอน ส่วนแมกนีเซียมในแปลงที่ดอนจะต่ำกว่าแปลงที่ลุ่ม ในขณะที่แมกนีเซียมทั้งหมดในใบอยู่ในระดับสูง โดยใบยางพาราแปลงที่ลุ่มมีระดับแมกนีเซียมในใบต่ำกว่าแปลงที่ดอน และในแปลงที่ลุ่มยังมีสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในดินต่ำกว่าที่ดอน แต่มีสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบสูงกว่าที่ดอน ดังนั้น ในการจัดการปุ๋ยสำหรับยางพาราจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยแมกนีเซียมให้กับยางพารา โดยเฉพาะยางพาราที่ปลูกในแปลงที่ดอนซึ่งมีสัดส่วนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนานวัตกรรมยางพารามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ NAT600394S

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2556. สถานะโพแทสเซียมในดินที่ดอนและที่ลุ่มที่ใช้ปลูกยางพาราในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จำเป็น อ่อนทอง และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2557. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จำเป็น อ่อนทอง, สายใจ กิ้มสงวน และพิรุณ ติระพัฒน์. 2549. ค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37: 257-268.

ธนพันธ์ พงษ์ไทย, จำเป็น อ่อนทอง และขวัญตา ขาวมี. 2559. ผลของแมกนีเซียมต่อการดูดใช้ธาตุอาหารและเจริญเติบโตของกล้ายางพารา. วารสารส่งเสริมการเกษตรแม่โจ้ (กำลังจัดพิมพ์).

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์ จำกัด.

นุชนารถ กังพิศดาร, มนัชญา รัตนโชติ, ปูธิตา เปรมกระสิน, ธมลวรรณ ขิวรัมย์, ลาวัลย์ จันทร์อัมพร และอนันต์ ทองภู. 2556. การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับยางพาราเฉพาะพื้นที่. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร, ไววิทย์ บูรณธรรม, ชำนาญ บุญเลิศ และอนันต์ เฉลิมพนาพันธ์. 2540. ศึกษาระดับปุ๋ย N P K และ Mg ที่เหมาะสมกับยางอ่อนในดินร่วนเหนียวในสวนยางปลูกแทนรอบสอง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

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

นุชนารถ กังพิศดาร. 2550. การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง. กรุงเทพ ฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

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

นุชนารถ กังพิศดาร. 2554. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพารา ปี 2554. กรุงเทพ ฯ: สถาบันวิจัยยางกรมวิชาการเกษตร.

ปราโมทย์ สุวรรณมงคล, เกรียงศักดิ์ พันธุ์มณี และลิขิต มวลศรี. 2525. การตัดธาตุแมกนีเซียมออกจากสูตรปุ๋ยยางพารา. การประชุมวิชาการของกรมวิชาการเกษตร ณ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร วันที่ 26-30 เมษายน 2525. หน้า 1-21.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภาวี พัฒนกุล. 2554. ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์. กรุงเทพฯ: กลุ่มอุตสาหกรรมยาง สถาบันวิจัยยาง.

เวท ไทยนุกูล และโสภา โพธิวัตถุธรรม. 2528. การใช้ปุ๋ยยางพาราหลังเปิดกรีด. วารสารยางพารา 6: 129-141.

สถาบันวิจัยยาง. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2555. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำค่าแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40: 198-201.

สมาคมยางพารา. สถิติยางไทย. เข้าถึงได้จาก: http://www.thainr.com/uploadfile/20160714130512.pdf [เข้าถึงเมื่อ 16 กรกฎาคม 2559].

สายใจ สุชาติกูล. 2554. การจัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในดินและใบสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุมิตรา ภู่วโรดม และวิเชียร จาฏุพจน์. 2546. การใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34: 51-58.

หทัยกานต์ นวลแก้ว, จักรกฤษณ์ พูนภักดี, จุฑามาศ แก้วมโน และจำเป็น อ่อนทอง. 2556. การใช้ปุ๋ยและแนวทางการจัดการดินปลูกยางพาราในที่ลุ่มและที่ดอนในจังหวัดสงขลา. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 8: 146-159.

อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น. 2543. ดินเขตร้อน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์. 2550. ธาตุอาหารพืชกับคุณภาพผลผลิตส้มโชกุน. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 2: 56-71.

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์, ประยูร ดำรงรักษ์ และศศิธร พังสุบรรณ. 2558. สมบัติของดิน สถานะธาตุอาหารพืชในใบ และการเจริญเติบโตของยางพาราที่ปลูกในพื้นที่นาร้าง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3: 17-22.

Ding, Y. and Xu, G. 2011. Low magnesium with high potassium supply changes sugar partitioning and root growth pattern prior to visible magnesium deficiency in leaves of rice (*Oryza sativa* L.). American Journal of Plant Sciences 2: 601-608.

Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. New Jersey: Pearson Education.

Heenan, D.P. and Campbell, L.C. 1981. Influence of potassium and manganese on growth and uptake of magnesium by soybeans (*Glycine max* (L.) Merr. cv. Bragg). Plant and Soil 61: 447-456.

Karthikakuttyamma, M., Joseph, M. and Nair, A.N.S. 2000. Soil and nutrition. *In* Natural Rubber Agromanagement and Crop Processing (Eds. P.J. George and C.K. Jacob) pp. 170-198. Cochin: Anaswara Printing and Pubishing Company.

Merhaut, D.J. 2007. Magnesium. In: Handbook of Plant Nutrition. (Eds. A.V. Barker and D.J. Pilblrameds). New York: CRC Press Tayor and Francis Group.

Skyllberg, U. 1999. pH and solubility of aluminium in acidic forest soils: a consequence of reactions between organic acidity and aluminium alkalinity. European Journal of Soil Science 50: 95-106.

Tandon, H.L.S. 1992. Management of Nutrient Interactions in Agriculture. New Delhi: Print Process.

Troeh, F.R. and Thompson, L.M. 2005. Soils and Soil Fertility. New Delhi: Black well Publishing.

Troyanos, Y.E., Hipps, N.A., Moorby, J. and Kingswell, G. 2000. The effects of external potassium and magnesium concentrations on the magnesium and potassium inflow rates and growth of micropropagated cherry rootstocks, 'F.12/1' (*Prunus avium* L.) and 'Colt' (*Prunus avium* L.) × *Prunus pseudocerasus* L.). Plant and Soil 225: 73–82.

Yogaratnam, N. and Weerasuriya, S.M. 1984. Fertilizer responses in mature Hevea under Sri Lankan conditions. Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka 62: 19-39.

SJPS-M08-NHC-PT08270