ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

ผลของปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน และใบขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.)

Effect of quantities of potassium fertilizer on calcium and magnesium level in soil and leaves of turmeric (*Curcuma longa* L.).

โดย

นายชัยสิทธิ์ วัฒนาวังจงสุข

นายสุทธิ์เดชา ขุนทอง

นางสาวบุศรินทร์ แสวงลาภ

กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืชปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรกฎาคม 2564

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62 63 09 04 010903 010 106 04 11

แบบ วจ.3

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

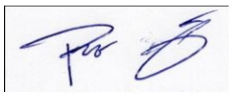
ทะเบียนวิจัยเลขที่	62-63-09-04-010903-010-106-04-11
ชื่อโครงการวิจัย	ผลของปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบมิ้นชัน
ผู้รับผิดชอบ	นายชัยสิทธิ์ วัฒนาวังจงสุข
ที่ปรึกษาโครงการ	นายรัตนชาติ ช่วยบุดดา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์วิจัยดินทางเคมี
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายสุทธิ์เดชา ขุนทอง และนางสาวบุศรินทร์ แสวงลาภ
หน่วยงาน	กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
เริ่มต้น	เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561 สิ้นสุดเดือน กันยายน พ.ศ. 2563
รวมระยะเวลาทั้งสิ้น	24 เดือน
สถานที่ดำเนินการ	1) แปลงทดลอง ชุดดินท่าแซะ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช พิกัด 47Q 588609E, 965648N 2) ห้องปฏิบัติการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2562	-	481,760	481,760
2563	-	397,480	397,480

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบประมาณประจำปีของกรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว



ลงชื่อ.....

(นายชัยสิทธิ์ วัฒนาวังจงสุข)

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....

(.....)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. .....

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(2)
บทคัดย่อ	1
หลักการและเหตุผล	3
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	6
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลการวิจัยและวิจารณ์	11
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	21
ประโยชน์ที่ได้รับ	21
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	21
เอกสารอ้างอิง	22

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สมบัติดินก่อนการทดลอง 12

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อพีเอชดิน (a) อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด (b) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่สกัดได้ (c) สัดส่วน K/N, K/P, K/Ca และ K/Mg (d) 14

ภาพที่ 2 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในใบขมิ้นชัน ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (a) ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (b) เหล็ก และแมงกานีส (c) สังกะสี และทองแดง (d) 14

ภาพที่ 3 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อสัดส่วนธาตุอาหารในใบขมิ้นชัน ได้แก่ K/N, K/Ca และ K/Mg (a) K/P และ K/S (b) K/Fe และ K/Mn (c) K/Zn และ K/Cu (d) 15

ภาพที่ 4 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (a) ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (b) เหล็ก และแมงกานีส (c) สังกะสี และทองแดง (d) 16

ภาพที่ 5 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อสัดส่วนธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน ได้แก่ K/N, K/Ca และ K/Mg (a) K/P และ K/S (b) K/Fe และ K/Mn (c) K/Zn และ K/Cu (d) 17

ภาพที่ 6 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง (a) ของเหง้าขมิ้นชัน และปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ (b) 19

ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (a) แคลเซียม (b) และแมกนีเซียม(c) ในใบกับปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชัน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (d) แคลเซียม (e) และแมกนีเซียม (f) ในใบ กับปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าขมิ้นชัน 19

ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (a) แคลเซียม (b) และแมกนีเซียม(c) ในเหง้ากับปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชัน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (d) แคลเซียม (e) และแมกนีเซียม (f) ในเหง้า กับปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ 20

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-63-09-04-010903-010-106-04-11

ชื่อโครงการวิจัย ผลของปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียม และแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชัน
Effect of quantities of potassium fertilizer on calcium and magnesium level in soil and leaves of turmeric (*Curcuma longa* L.).

กลุ่มชุดดิน กลุ่มชุดดินที่ 34 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae series: Te)

สถานที่ดำเนินการ 1) แปลงทดลอง ชุดดินท่าแซะ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช พิกัด 47Q 588609E, 965648N
2) ห้องปฏิบัติการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน

ผู้ร่วมดำเนินการ นายชัยสิทธิ์ วัฒนาวังจงสุข (Mr. Chaiyasit Wattanawangjongsuk)
นายสุทธิ์เดชา ขุนทอง (Mr. Sutdacha Khunthong)
นางสาวบุศรินทร์ แสวงลาภ (Ms. Busarin Swaenglap)

บทคัดย่อ

ขมิ้นชันต้องการโพแทสเซียมสูงเนื่องจากช่วยลำเลียงแป้งและน้ำตาลไปยังผลผลิต อย่างไรก็ตาม มีรายงานอันตรกิริยาเชิงลบของโพแทสเซียมต่อปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม จึงศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชันที่ปลูกในชุดดินท่าแซะ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) จำนวน 4 ซ้ำ มี 6 ตำรับการทดลอง ได้แก่ การปลูกขมิ้นชันและใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชันสูงสุด ในขณะที่ การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในช่วง 50-125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทำให้ผลผลิตลดลง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกอัตรา มีผลให้ความเข้มข้นแคลเซียม แมกนีเซียม ในใบและเหง้าขมิ้นชัน รวมถึงสารเคอร์คูมินอยด์ลดลง เนื่องจาก โพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม จึงเป็นปัจจัยจำกัดปริมาณและคุณภาพผลผลิต ดังนั้น เพื่อปรับความสมดุลของธาตุอาหารในดินและพืช จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมควบคู่กับโพแทสเซียม เพื่อลดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร

คำสำคัญ: ดิน, ธาตุอาหาร, อันตรกิริยา, เคอร์คูมินอยด์, การวิเคราะห์ดินและพืช

Abstract

Turmeric wants high potassium because it transports starch and sugar to yield. However, negative interactions of potassium to calcium and magnesium content were reported. Effect of

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

potassium fertilizers on calcium and magnesium levels in soil and turmeric leaf cultivated in low fertility soils, Tha Sae soil series were studied. A randomized complete block design with four replications was used. Treatments were turmeric grown under six rates of potassium fertilizer application namely 0, 25, 50, 75, 100 and 125 kg K_2O per rai, respectively. The results revealed that the application of potassium fertilizer 25 kg K_2O per rai was resulted in the highest fresh and dry weight yields of turmeric rhizome, but yields were decreased respectively when potassium fertilizers added in the range of 50-125 kg K_2O per rai. However, all levels of potassium fertilizer were decreased curcuminoid concentrations calcium potassium in leaf and rhizome. Because the addition of potassium inhibited calcium and magnesium uptake, quantity and yield quality of turmeric were limited. Therefore, balance of soil and plant nutrients should be adjusted for interaction between nutrients are reduced, calcium and magnesium should add along with potassium.

Keyword: soil, nutrients, interactions, curcuminoid, soil and plant analysis

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันรัฐบาลมีการสนับสนุนด้านการพัฒนางานวิจัยและการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรของไทย ทั้งในด้านการผลิตเป็นยารักษาโรคเพื่อทดแทนการนำเข้ายาแผนปัจจุบันจากต่างประเทศ และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า รวมทั้งผลักดันให้เป็นสินค้าส่งออก โดยเฉพาะขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L., turmeric) จัดเป็นพืชสมุนไพร 1 ใน 6 ชนิดของยาบัญชีหลัก เนื่องจากในเหง้าขมิ้นชันพบสารเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoid) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ทั้งทางด้านยา อาหาร และเครื่องสำอาง สำหรับพื้นที่ปลูกขมิ้นชัน ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 5,000 ไร่ 90 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในภาคใต้ ส่วนใหญ่ปลูกเป็นพืชรอง หรือพืชเสริมรายได้ในช่วงที่ราคายางพาราตกต่ำ อย่างไรก็ตาม การปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยวมีน้อยทำให้ไม่มีการเก็บสถิติเนื้อที่ปลูกและผลผลิต แต่มีรายงานแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พังงา ชุมพร พัทลุง ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว ชลบุรี กาญจนบุรี และนครราชสีมา ผลผลิตรวมทั้งประเทศ ประมาณ 10,000 ตัน และผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

การปลูกขมิ้นชันให้ได้ทั้งปริมาณผลผลิต และมีคุณภาพ และยังคงความความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ ในกระบวนการปลูกจำเป็นต้องมีการจัดการดูแลตามหลักวิชาการ โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหาร เป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมปริมาณผลผลิต และคุณภาพของขมิ้นชัน แต่ในปัจจุบันข้อมูลพื้นฐานของปริมาณธาตุอาหารหลัก สำหรับใช้จัดการธาตุอาหารในขมิ้นชันยังไม่มีการศึกษาแน่ชัด ถึงระดับอัตราปุ๋ยของธาตุอาหารหลักในช่วงที่เหมาะสม โดยทั่วไปแนะนำใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ ประมาณ 15 กรัมต่อต้น โดยใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรก หลังปลูก 1 เดือน ครั้งที่ 2 หลังปลูก 3 เดือน (สุภาภรณ์, 2558) คำแนะนำที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจึงอาจไม่มีความเหมาะสม อาจส่งผลให้ขมิ้นชันได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ หรือมากเกินไป ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะโพแทสเซียม เป็นธาตุที่พืชให้หัว หรือในไม้ผลต้องการสูง เนื่องจากช่วยลำเลียงแป้งและน้ำตาลไปสะสมบริเวณส่วนหัวหรือผล ทำให้เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจึงได้ผลผลิตดี เกษตรกรจึงนิยมใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณสูง ซึ่งบางครั้งเกินความจำเป็น จึงมีการสะสมในดิน และมีอันตรกิริยาต่อแคลเซียม และแมกนีเซียม เช่น ในกรณีของลองกองที่ขาดแคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่ามีโพแทสเซียมในใบเกินความต้องการ (จำเป็น และคณะ, 2549) หรือในกรณีของปาล์มน้ำมัน พบความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างโพแทสเซียม และแมกนีเซียม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงกว่า 3.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้แมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันลดลงจาก 3.7 เป็น 2.5 กรัมต่อกิโลกรัม (ชัยรัตน์, 2548)

ดังนั้น การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับโพแทสเซียมต่อปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการธาตุอาหารหลักในดินให้เกิดความสมดุล มีความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด อันจะนาไปสู่การจัดการธาตุอาหารในดินที่มุ่งสู่ความยั่งยืนต่อไป

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของระดับโพแทสเซียมต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินและใบขมิ้นชัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการให้คำแนะนำปุ๋ย

การตรวจเอกสาร

ขมิ้นชัน เป็นพืชในตระกูลซิงจิเบอราซีอี (Zingiberaceae) ชื่อสามัญอื่น คือ ขมิ้นแกง (เชียงใหม่) ขมิ้นชัน (กลาง, ใต้) ขมิ้นหยอก (เชียงใหม่) ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) ขี้มิ้น (ตรัง, ใต้) ตายอ (กะเหรี่ยง กำแพงเพชร) สะยอ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน) และ หมิ้น (ตรัง, ใต้) เป็นสมุนไพรที่มักพบในชีวิตประจำวัน โดยนิยมใช้ปรุงแต่งกลิ่นและรสในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอาหารทางภาคใต้ เช่น แกงเหลือง แกงไตปลา แกงกะหรี่ ไก่ทอดขมิ้น เป็นต้น มีงานศึกษาวิจัยพบว่าขมิ้นชันมีคุณค่าต่อสุขภาพ โดยเฉพาะขมิ้นชันในภาคใต้มีคุณภาพดีที่สุดในโลก เนื่องจากมี สารสำคัญ คือ เคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันขมิ้นสูงกว่าประเทศอื่นๆ ที่มีการปลูกขมิ้นทั้งหมด ขมิ้นชัน เป็นพืช ล้มลุกอายุหลายปี มีลำต้นจริงอยู่ใต้ดิน เรียกว่า เหง้า (rhizome) ซึ่งประกอบด้วยเหง้าหลักใต้ดิน เรียกว่า “หัวแม่” มีลักษณะรูปไข่และแตกแขนงทรงกระบอกออกด้านข้างทั้ง 2 ด้าน เรียกว่า “แง่ง” ส่วนลำต้นเหนือดิน เป็นลำต้นที่เกิดจากการอัดตัวกันของกาบใบ มีความสูงประมาณ 30-90 เซนติเมตร ขมิ้นชันมีเนื้อสีเหลืองเข้มจนถึงสีแสดเข้ม มีกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งมาจากน้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ภายใน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

การปลูกขมิ้นชันให้ได้ทั้งปริมาณผลผลิต และมีคุณภาพ ในกระบวนการปลูกจำเป็นต้องมีการจัดการดูแลตามหลักวิชาการ โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหาร เป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมปริมาณผลผลิต และคุณภาพของขมิ้นชัน โดยเฉพาะโพแทสเซียม เป็นธาตุที่พืชหัวต้องการในปริมาณสูง เนื่องจากช่วยลำเลียงแป้ง และน้ำตาลไปสะสมบริเวณส่วนหัวหรือผล ทำให้เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจึงได้ผลผลิตดี เกษตรกรจึงนิยมใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณสูง ซึ่งบางครั้งเกินความจำเป็น จึงมีการสะสมในดิน และมีอันตรกิริยาต่อแคลเซียมและแมกนีเซียม นั่นคือเมื่อเพิ่มอัตราธาตุใดธาตุหนึ่งจะส่งผลให้การสะสมอีกธาตุในส่วนเหนือดินลดลง มีรายงานอันตรกิริยาระหว่างธาตุดังกล่าวในพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ในปาล์มน้ำมันการเพิ่มปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้แมกนีเซียมในใบลดลง (สุนีย์ และคณะ, 2540) สอดคล้องกับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงกว่า 3.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้แมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันลดลงจาก 3.7 เป็น 2.5 กรัมต่อกิโลกรัม (ชัยรัตน์, 2548) นอกจากนี้ ในส้มโอ พบรายงานความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบอยู่ในช่วง 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ ส้มโอมีแนวโน้มดูดใช้โพแทสเซียม สูงเกินความต้องการ (luxury consumption) เมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Mg/K ต่ำ หรือความเข้มข้นของ แคลเซียมสูง ซึ่งความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ พบว่า อยู่ในช่วง 2.0-4.0 เปอร์เซ็นต์ โดยความเข้มข้น ต่ำกว่า 3.0 เปอร์เซ็นต์ พบในดินที่มีแคลเซียมต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg ต่ำกว่า 4 เมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg สูงขึ้น พบว่า ส้มโอสามารถดูดใช้แคลเซียมได้สูงขึ้นด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสมบัติปฏิปักษ์ (antagonism) ของธาตุอาหารทั้งสอง ส่วนความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ สวนใหญ่อยู่ในช่วง 0.30-0.60 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลง

เมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg สูงขึ้น เนื่องจากสมบัติปฏิปักษ์ของธาตุดังกล่าว การจัดการธาตุอาหารทั้งสามนี้จึงควรดำเนินการร่วมกันเพื่อให้มีสัดส่วนที่เหมาะสม และป้องกันไม่ให้สิ้นเปลืองปุ๋ยโพแทสเซียม โดยไม่จำเป็น (สมศักดิ์, 2551) มีรายงานสัดส่วนแนะนำของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมในดินปลูกพืชยืนต้นควรมีสัดส่วนน้อยกว่า 5/1 สำหรับพืชผักควรมีสัดส่วน 3/1 และในไม้ผลควรอยู่ที่ 2/1 (Havlin *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตาม พืชแต่ชนิดมีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน ในยางพาราระยะก่อนเปิดกรีด พบว่าดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยางพาราควรมีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่า 40, 60 และ 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในใบควรมีความเข้มข้นของปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในช่วง 1.0-1.4, 1.0-1.5 และมากกว่า 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภรภัทร และสมศักดิ์, 2559) ในใบลองกองพบว่า ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1.74-2.06, 1.04-1.25 และ 0.24-0.28 ตามลำดับ (จำเป็น และคณะ, 2549) ส่วนในใบทุเรียนมีรายงานปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1.55-1.71, 1.58-1.94, และ 0.21-0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุมิตรา และวิเชียร, 2546) จากกรณีศึกษาในข้างต้น แสดงให้เห็นว่า พืชแต่ละชนิดมีความต้องการปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาปริมาณธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดแบบเฉพาะเจาะจง เช่นเดียวกับกรณีของขมิ้นชันซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาเป็นที่ต้องการของตลาด แต่ยังไม่มีการศึกษาระดับของโพแทสเซียมที่ส่งผลต่อปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน ซึ่งเป็นธาตุที่เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

1. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ตุลาคม 2561 – 30 กันยายน 2563

2. สถานที่ดำเนินการ

1. ห้องปฏิบัติการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน
2. แปลงทดลอง ชุดดินท่าแซะ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช พิกัด 47Q 588609E, 965648N

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

1. วัสดุอุปกรณ์

1.1 สารเคมี

1) โพแทสเซียมไดโครเมท
2) เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต
3) ออร์โทฟีแนนโทรลีน อินดิเคเตอร์
4) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
5) กรดไนตริกเข้มข้น
6) กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น
7) กรดไฮโดรคลอริก
8) แอมโมเนียมฟลูออไรด์
9) แอมโมเนียมโมลิบเดต
10) แอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท
11) แอสคอร์บิก
12) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
13) กรดอะซิติก
14) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
15) โพแทสเซียมคลอไรด์
16) สตรอนเซียมคลอไรด์

17) แคลเซียมคาร์บอเนต

18) แมกนีเซียมออกไซด์

19) แบเรียมคลอไรด์

20) กัมอะคาเซีย

21) โพแทสเซียมซัลเฟต

22) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

23) โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต

24) โซเดียมคาร์บอเนต

25) เกล็ดโซดาไฟ

26) กรดบอริก

27) สารเร่งปฏิกิริยาสำเร็จรูปชนิดอัดเม็ดของเจลดาห์ล

28) โซเดียมไฮดรอกไซด์

29) โบรโมครีซอลกรีน

30) เมทิลเรด

31) เอทิลแอลกอฮอล์

32) โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต

33) แอมโมเนียมเมตาวานาเดต

34) แอมโมเนียมอะซิเตต

35) สารเคอร์คูมิน

36) เตตระไฮโดรฟิวแรน

1.2 อุปกรณ์

1) เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง

2) ตู้อบ

3) ตู้ดูดควัน

4) เตาให้ความร้อน

5) เครื่องบดตัวอย่าง

6) เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

7) เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์

8) เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

9) เครื่องย่อยสลายตัวอย่างแบบกึ่งอัตโนมัติ

10)เครื่องย่อยของเจลดาห์ล

11) เครื่องกลั่นของเจลดาห์ล

12) เครื่องวัดพีเอช

13) เครื่องเขย่า

14) เครื่องกวนสารละลาย

15) เครื่องเจือจางสารละลาย

16) ไฮโดรมิเตอร์

17) กระบอกตวง ขนาด 10, 50, 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

18) หลอดแก้ว ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร

19) แท่งแก้วคน

20) กระจกนาฬิกา

21) กรวยพลาสติก

22) บิวเรต

23) บีกเกอร์ ขนาด 50, 250 และ 500 มิลลิลิตร

24) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 50, 250 และ 500 มิลลิลิตร

25) ขวดปริมาตร ขนาด 10, 25, 50, 100, 1,000 และ 2,000 มิลลิลิตร

26) ขวดสีชาขนาด 2.5 ลิตร

27) กระดาษกรองวัตแมน เบอร์ 1 และ เบอร์ 5

28) หลอดเหวี่ยงพลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.3 วัสดุอื่นๆ

1) ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างดิน
2) ถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช
3) กรรไกร
4) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (จอบ พลั่วสนาม ออร์เกอร์)
5) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
6) ปุ๋ยดับเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-42-0)
7) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การวางแผนการทดลอง

ศึกษาอันตรกิริยาของโพแทสเซียมที่มีต่อระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน ใบ และเหง้าขมิ้นชัน โดยปลูกขมิ้นชันในแปลงทดลอง ชุดดินท่าแซะ ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จำนวน 24 แปลงย่อย ขนาด 6x3 ตารางเมตรต่อแปลง ระยะปลูก 35x50 เซนติเมตร จากนั้นใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) มี 6 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

1) ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (ตำรับควบคุม)
2) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่
3) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 50 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่
4) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 75 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่
5) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 100 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่
6) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

ทุกตำรับการทดลองมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตรา 23 กิโลกรัม N และ 11 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ โดยประเมินจากปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่สองครั้ง ๆ แรก หลังปลูก 1 เดือน ครั้งที่สอง หลังการปลูก 3 เดือน ทั้งนี้ เริ่มปลูกขมิ้นชันในเดือนพฤษภาคม 2562 และเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือน เมษายน 2563

2.2 การเก็บตัวอย่างดินและพืช

ก่อนการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา สำหรับใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากนั้นแยกเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงย่อยหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อประเมินสถานะการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดิน ส่วนตัวอย่างพืชจะเก็บตัวอย่างใบและเหง้า สำหรับใช้ติดตามการสะสมธาตุอาหาร โดยตัวอย่างใบจะสุ่มเก็บใบที่ขยายตัวเต็มที่ ในช่วงกลางฤดูปลูก จำนวน 6-8 ใบ ต่อแปลง ส่วนตัวอย่างเหง้าจะเก็บตัวอย่างในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละแปลงย่อยที่มีขนาดกอเท่า ๆ กัน มาแปลงละ 4 กอ สำหรับนำส่งห้องปฏิบัติการ และใช้ประเมินผลผลิต

2.3 การบันทึกข้อมูลผลผลิต

นำตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันในแต่ละแปลงย่อยมาล้างทำความสะอาดเอาดินออกรวมถึงตัดส่วนของรากทิ้ง ชั่งและบันทึกน้ำหนักสดของขมิ้นชันแต่ละกอ คำนวณน้ำหนักสดที่ได้เป็นผลผลิตต่อแปลงย่อยและต่อไร่ ตามลำดับ จากนั้นนำเหง้าขมิ้นชันในแต่ละแปลงย่อย ประมาณ 50 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปชั่งน้ำหนักก่อนอบ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาน้ำหนักแห้ง (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547ก) ประเมินน้ำหนักแห้งที่ได้เป็นผลผลิตต่อแปลงย่อยและต่อไร่ ตามลำดับ

2.4 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช

1) การวิเคราะห์ดิน

นำตัวอย่างดินมาอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องเปิด 2 มิลลิเมตร (ISO 11464, 2006) นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH) (ISO 10390, 2005) ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) (ISO 13878, 1998) รวมถึงปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable potassium, calcium and magnesium) ตามคู่มือวิเคราะห์ดิน (Jones, 2001) และหาขนาดอนุภาคเนื้อดินด้วยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer method) (Bouyoucos, 1927)

2) การวิเคราะห์พืช

นำตัวอย่างใบขมิ้นชันมาเช็ดทำความสะอาดด้วยผ้าสะอาดที่ผ่านการชุบน้ำพอหมาด ๆ ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่วนเหง้าขมิ้นชัน นำเหง้าที่ผ่านการล้างทำความสะอาด ประมาณ 200 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ หลังจากนั้น นำตัวอย่างใบและเหง้า ไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช สำหรับใช้วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงทั้งหมด (total nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium sulfur, iron, manganese, zinc and copper) ตามคู่มือวิเคราะห์พืช (Jones, 2001)

2.5 การวิเคราะห์สารเคอร์คูมินอยด์

นำตัวอย่างเหง้าอีกส่วนที่ผ่านการบดเป็นผง มาหาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ โดยชั่งตัวอย่างผงขมิ้นชันประมาณ 0.3 กรัม ใส่ขวดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ละลายตัวอย่างด้วยสารละลายเตตระไฮโดรฟิวแรน และปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร พร้อมกับทำแบลงค์ นำไปเขย่าเบา ๆ บนเครื่องเขย่าเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังเขย่า ดูดสารละลายใสเหนือตะกอน มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปริมาตรที่ 1 ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ จากนั้น ดูดสารละลายจากขวดปริมาตรที่ 1 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปริมาตรที่ 2 ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร โดยวัดสารละลายมาตรฐานเคอร์คูมิน ความเข้มข้น 0, 0.8, 1.6, 2.4 และ 3.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อน จากนั้นวัดค่าแบลงค์และสารละลายตัวอย่าง ตามลำดับ หาสมการความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเคอร์คูมิน นำสมการที่ได้หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง และคำนวณย้อนกลับเพื่อหาความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์ ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวอย่าง ดัดแปลงจาก (Ministry of Public Health, 2009)

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามวิธีสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Honest Significant Difference (HSD) นอกจากนั้น วิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นธาตุอาหารในใบและเหง้าขมิ้นชันกับผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดี่ยวของข้อมูลตัวอย่าง (sample simple linear regression analysis) หรืออาจใช้สมการเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential) ขึ้นอยู่กับลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูล

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ข้อมูลดินที่ใช้ศึกษา

ดินที่ใช้ในการศึกษาเป็นชุดดินท่าแซะ (Tha Sae series: Te, Fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiudults) สามารถพบได้ในบริเวณที่ดอนที่มีหินพื้นเป็นหินทรายในบริเวณภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศ ลักษณะดินเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของกลุ่มหินเนื้อหยาบ หรืออาจถูกเคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ ๆ โดยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่งผลให้ชุดดินท่าแซะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ทดสอบการตอบสนองต่อธาตุอาหารของพืช สอดคล้องกับผลวิเคราะห์สมบัติดินก่อนการทดลอง พบว่า ลักษณะดินจัดอยู่ในกลุ่มเนื้อหยาบ มีอนุภาคขนาดทรายสูง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้ เนื่องจากลักษณะดินเนื้อหยาบ มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ แต่มีการระบายน้ำดี เมื่อเกิดฝนตกหรือมีน้ำไหลบ่าหน้าดิน ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่จึงถูกชะละลายออกไป ในขณะที่ ไฮโดรเจนไอออน (H^+) มีความสามารถในการไล่ที่หรือแทนที่บริเวณผิวคอลลอยด์ดินหรือบริเวณที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแคตไอออนอื่น ๆ จึงมักเหลือตกค้างอยู่ในดินและส่งผลให้ดินเป็นกรด นอกจากนี้ ลักษณะดินเนื้อหยาบมีส่วนช่วยให้ออกซิเจนในดินแพร่กระจายได้ดี จึงมีส่วนช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารในดิน มีผลให้อินทรียวัตถุถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็ว จึงมีเหลือตกค้างอยู่ในดินต่ำ ดังนั้น การปลูกพืชบริเวณพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การยกระดับพีเอช โดยการใช้วัสดุปูน การเพิ่มอินทรียวัตถุโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ควบคู่กับการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินโดยการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยในพืชแต่ละชนิดจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงระดับความเพียงพอต่อความต้องการของพืชแบบเฉพาะเจาะจง

2. ผลของระดับโพแทสเซียมต่อสมบัติดินบางประการ

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่พืชให้ผลผลิตหัวหรือเหง้าต้องการในปริมาณสูง เนื่องจากทำหน้าที่ลำเลียงแป้งและน้ำตาลไปสะสมในส่วนดังกล่าว อย่างไรก็ตาม มีรายงานอันตรกิริยาเชิงลบระหว่างโพแทสเซียมกับธาตุอาหารอื่น ๆ (ยงยุทธ, 2552) จากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดในดินปลูกขมิ้นชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และประเมินสมบัติดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ระดับพีเอชดิน (ภาพที่ 1a) อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด (ภาพที่ 1b) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ภาพที่ 1c) รวมถึงสัดส่วนธาตุอาหารในดิน ระหว่าง K/N, K/P, K/Ca และ K/Mg ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 1d) ชี้ให้เห็นว่า ความ

เข้มข้นโพแทสเซียมในช่วง 25-125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ไม่พบอันตรกิริยาต่อธาตุอาหารชนิดอื่นในดิน ทั้งนี้ อาจเนื่องจาก ชุดดินท่าแซะเป็นดินเนื้อหยาบ อินทรียวัตถุต่ำ การระบายน้ำดี ส่งผลให้ธาตุอาหารที่เพิ่มลงไป ในส่วนที่เหลือจากพืชดูดใช้ จะถูกชะละลายออกไปเมื่อฝนตก เหลือเพียงไฮโดรเจนไอออนที่มีความสามารถในการไล่ที่สูงกว่าไอไอออนชนิดอื่น จึงเหลือตกค้างอยู่ในดิน สอดคล้องกับค่าพีเอชดิน ซึ่งยังคงอยู่ในระดับเดียวกับในช่วงก่อนการทดลอง อย่างไรก็ตาม อันตรกิริยาของโพแทสเซียมอาจเกิดในช่วงแรกหลังการใส่ปุ๋ย ก่อนที่ธาตุอาหารจะถูกชะละลายออกไปโดยฝน ดังนั้น อาจสามารถประเมินความสามารถในการแก่งแย่งระหว่างโพแทสเซียมกับธาตุอาหารชนิดอื่นจากผลวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในพืช

ตารางที่ 1 สมบัติดินก่อนการทดลอง

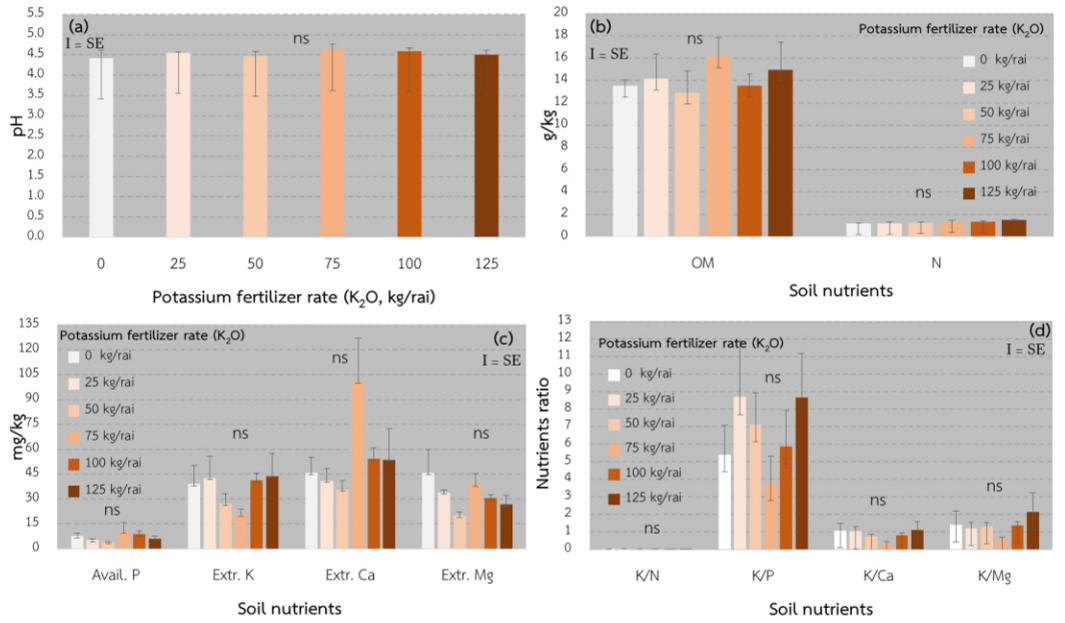
สมบัติดิน	ผลวิเคราะห์	การแปลผล
Sand (%)	80.5	-
Silt (%)	6.5	-
Clay (%)	13.0	-
Texture	sandy loam	[1/]ดินเนื้อหยาบ
pH	4.5	[1/]กรดรุนแรงมาก
OM (g/kg)	13.5	[1/]ค่อนข้างต่ำ
N (g/kg)	0.95	[2/]ต่ำ
Avail. P (mg/kg)	1.62	[1/]ต่ำมาก
Extr. K (mg/kg)	39.83	[1/]ต่ำ
Extr. Ca (mg/kg)	58.67	[1/]ต่ำมาก
Extr. Mg (mg/kg)	18.75	[1/]ต่ำมาก

หมายเหตุ : [1/]สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547ข
[2/] Nyi *et al.*, 2017

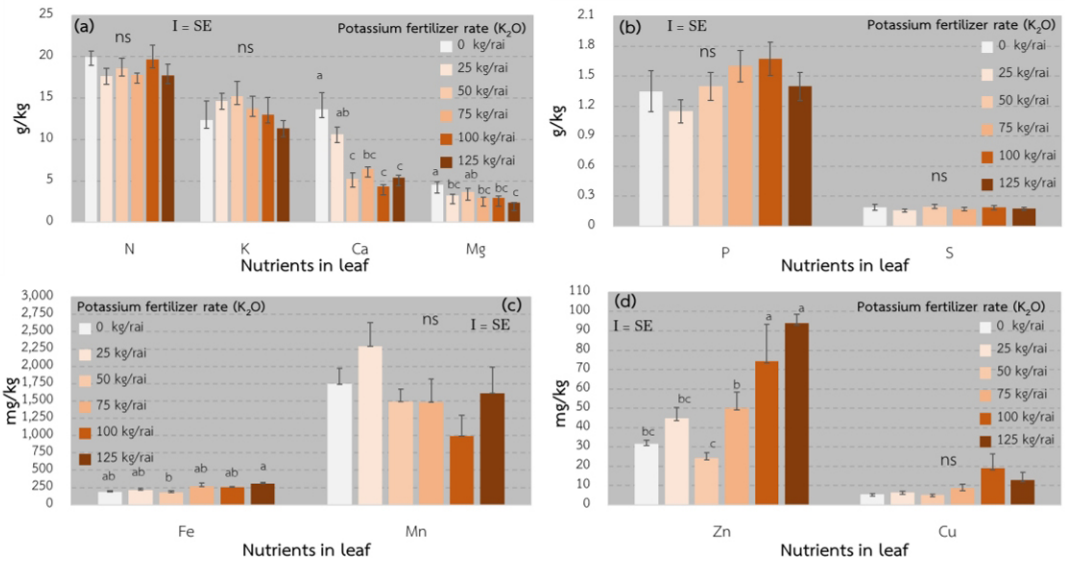
3. ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในใบขมิ้นชัน

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบช่วยบ่งชี้ความเพียงพอหรือความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช จากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดในใบขมิ้นชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และประเมินความเข้มข้นธาตุอาหารในใบที่ขยายตัวเต็มที่ ในช่วงกลางฤดูปลูก พบว่า ขมิ้นชันชันมีแนวโน้มดูดใช้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่เพิ่ม

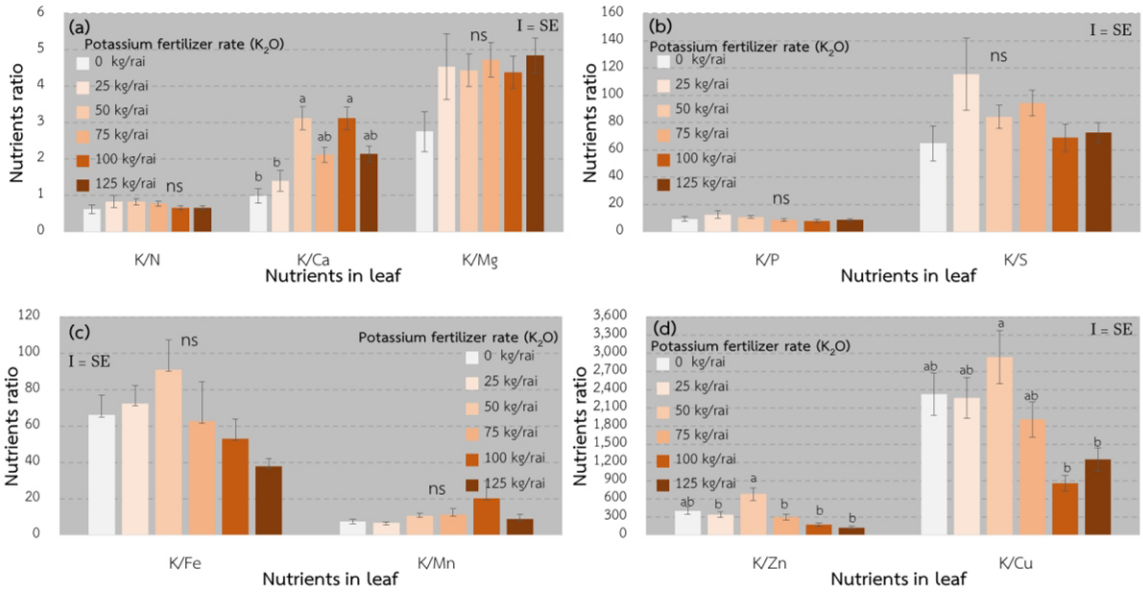
ในดิน อย่างไรก็ตาม การดูดใช้เริ่มลดลงเมื่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียมมากกว่า 50 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ชี้ให้เห็นถึงขีดจำกัดในการตอบสนองต่อโพแทสเซียมของขมิ้นชัน นอกจากนี้ พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบเริ่มลดลง จาก 13.7 และ 4.6 กรัมต่อกิโลกรัม อยู่ที่ระดับ 10.7, 5.3, 6.5, 4.3, 5.4 และ 3.3, 3.7, 2.9, 2.9, 2.4 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อมีการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 25, 50, 75, 100 และ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 2a) แสดงให้เห็นถึง อันตรกิริยาของโพแทสเซียมที่มีต่อแคลเซียมและแมกนีเซียมอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะแคลเซียม เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของ K/Ca ในใบ พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในช่วง 50 และ 100 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้สัดส่วน K/Ca อยู่ในช่วง 3.13 และ 3.12 สูงกว่า สัดส่วนของตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ย 1.40 และ 0.99 ตามลำดับ (ภาพที่ 3a) ดังนั้น การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับขมิ้นชันควรคำนึงถึงผลกระทบต่อการดูดใช้ธาตุดังกล่าว ในขณะที่ ผลการทดลอง ไม่พบอันตรกิริยาที่แน่ชัดต่อไนโตรเจน (ภาพที่ 2a) ฟอสฟอรัส กำมะถัน (ภาพที่ 2b) เหล็ก และแมงกานีสในใบ (ภาพที่ 2c) สำหรับความเข้มข้นแมงกานีสในทุกตำรับการทดลอง พบว่า มีความเข้มข้นสูงกว่า 900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในช่วงที่สูงเกินความต้องการของพืชทั่วไปและอาจเป็นพิษต่อพืช (Kalra, 1998) สาเหตุเนื่องจากดินมีพีเอชต่ำ ส่งผลให้แมงกานีสในรูปแมงกานีส (Mn^{2+}) สามารถละลายออกมาได้ดี (สุทธิ์เดชา และคณะ, 2563) ต้นขมิ้นชันจึงดูดแมงกานีสไปสะสมในใบเกินความจำเป็น ดังนั้น การปลูกพืชบริเวณชุดดินท่าแซะ จำเป็นต้องแก้ปัญหาความเป็นกรดของดินก่อน มีรายงานหากพีเอชของดินเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ความเข้มข้นของแมงกานีสไอออนในสารละลายดินจะลดลง 100 เท่า (ยงยุทธ, 2552) อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการเพิ่มปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม ความเข้มข้นแมงกานีสในใบมีแนวโน้มลดลง ตามปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2c) ชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอาจช่วยลดการดูดใช้แมงกานีส ซึ่งอาจนำไปปรับใช้เพื่อลดความเป็นพิษของแมงกานีสในพื้นที่อื่น ๆ สำหรับความเข้มข้นสังกะสีและทองแดงในใบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม โดยเฉพาะกรณีสังกะสี เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 100 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ขึ้นไป (ภาพที่ 2d) เช่นเดียวกับสัดส่วน K/Cu ในใบ พบว่า อยู่ในระดับต่ำกว่าตำรับการทดลองที่ไม่เพิ่มโพแทสเซียมอย่างเด่นชัด (ภาพที่ 3d) แสดงให้เห็นว่า กรณีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในชุดดินท่าแซะสำหรับขมิ้นชัน ส่งผลให้เกิดอันตรกิริยาเชิงบวกต่อการดูดสังกะสีและทองแดงไปสะสมในใบ อาจเนื่องจากธาตุดังกล่าวทำหน้าที่เร่งกิจกรรมของเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเทส (super oxide dismutase, SOD) เพื่อสลายอนุมูลอิสระที่เกิดจากการสะสมแมงกานีสในเซลล์มากเกินไป ซึ่งช่วยลดสภาวะเครียดของพืช (Li *et al.*, 2017) จึงกระตุ้นให้ต้นขมิ้นชันดูดสังกะสีมาสะสมบริเวณใบพร้อมกับการดูดใช้โพแทสเซียม



ภาพที่ 1 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อพีเอชดิน (a) อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด (b) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่สกัดได้ (c) สัดส่วน K/N, K/P, K/Ca และ K/Mg (d) ในดินปลูกขมิ้นชัน ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p>0.05) SE = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



ภาพที่ 2 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในใบขมิ้นชัน ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (a) ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (b) เหล็ก และแมงกานีส (c) สังกะสี และทองแดง (d) ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05, HSD) SE = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

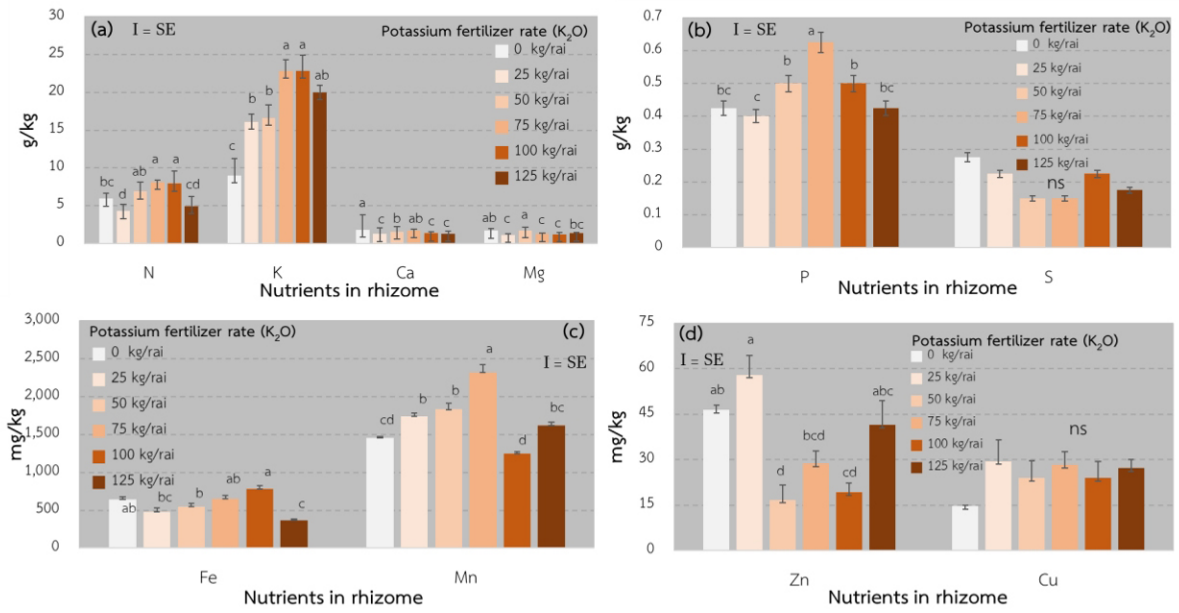


ภาพที่ 3 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อสัดส่วนธาตุอาหารในใบมิ้นชัน ได้แก่ K/N, K/Ca และ K/Mg (a) K/P และ K/S (b) K/Fe และ K/Mn (c) K/Zn และ K/Cu (d) ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$, HSD) SE = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

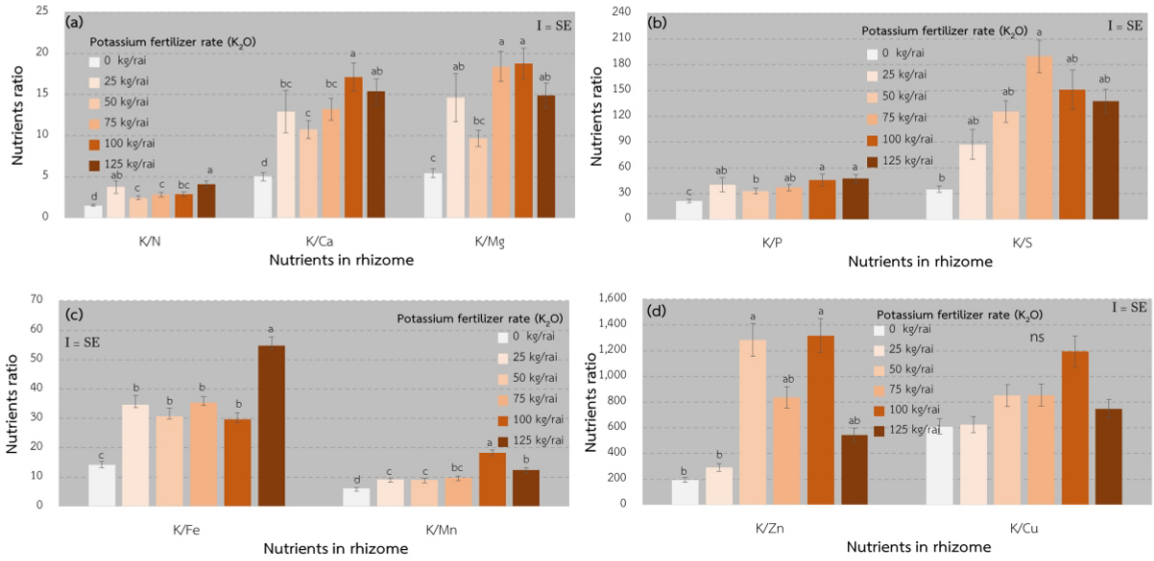
4. ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชันช่วยบ่งชี้ระดับธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต ทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการชดเชยธาตุอาหารที่สูญเสียออกจากพื้นที่คืนสู่ดิน จากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดในเหง้าขมิ้นชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และประเมินความเข้มข้นธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า การสะสมโพแทสเซียมในเหง้าขมิ้นชันเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใส่ เนื่องจากโพแทสเซียมทำหน้าที่ลำเลียงแป้งและน้ำตาลมาสะสมในผลผลิต ทั้งนี้ ความเข้มข้นโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นมีผลให้การสะสมแคลเซียมและแมกนีเซียมในเหง้าขมิ้นชันลดลง (ภาพที่ 4a) เช่นเดียวกับกรณีของความเข้มข้นในใบ เนื่องจากการเป็นปฏิปักษ์ต่อกันของธาตุอาหาร นอกจากนี้ พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน (ภาพที่ 4a) และเหล็ก (ภาพที่ 4c) เริ่มลดลงอย่างชัดเจนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่วนสังกะสี (ภาพที่ 4d) มีความเข้มข้นลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ชี้ให้เห็นว่า การตอบสนองระหว่างธาตุอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน การศึกษาผลของอันตรกิริยาจากการใช้ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งจำเป็น ในขณะที่ อันตรกิริยาต่อฟอสฟอรัส (ภาพที่ 4b) และแมงกานีส (ภาพที่ 4c) ยังไม่มีความชัดเจน โดยเฉพาะกรณีของแมงกานีส เหง้าขมิ้นชันมีการสะสมแมงกานีสเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม โดยแมงกานีสมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (ยงยุทธ, 2552) มีรายงานเหง้า

ขมิ้นชันมีการสะสมคาร์โบไฮเดรต ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ (Nelson *et al.*, 2017) แมงกานีสจึงเพิ่มขึ้นตามระดับโพแทสเซียม ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงสารต่าง ๆ มาสะสมในเหง้า อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นแมงกานีสลดลงเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตรา 100 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ เนื่องจากความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สูงเกินไปมีผลเหนี่ยวนำให้พืชดูดแมงกานีสได้น้อยลง นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ กับโพแทสเซียมในเหง้าขมิ้นชัน พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ส่งผลให้สัดส่วนธาตุอาหารส่วนใหญ่ อยู่ในระดับต่ำกว่าตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (ภาพที่ 5a-5d) อย่างกรณีของ K/Zn พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 50 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ขึ้นไป ทั้งที่ สังกะสีในใบ มีความเข้มข้นเพิ่มตามปริมาณปุ๋ยที่ใส่ แสดงให้เห็นว่า โพแทสเซียมมีอันตรกิริยาเชิงบวกต่อการดูดสังกะสีมาสะสมในใบ เนื่องจากสังกะสีมีบทบาทช่วยลดความเครียดที่เกิดจากแมงกานีส ในขณะที่ เป็นปฏิปักษ์ต่อการเคลื่อนย้ายสังกะสีไปสะสมในเหง้า อาจเนื่องจากสังกะสีมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ต่ำกว่าโพแทสเซียม ดังนั้น การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับขมิ้นชันควรระวังผลกระทบเชิงลบที่อาจมีผลยับยั้งการเคลื่อนย้ายสังกะสีภายในเซลล์



ภาพที่ 4 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (a) ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (b) เหล็ก และแมงกานีส (c) สังกะสี และทองแดง (d) ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$, HSD) SE = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

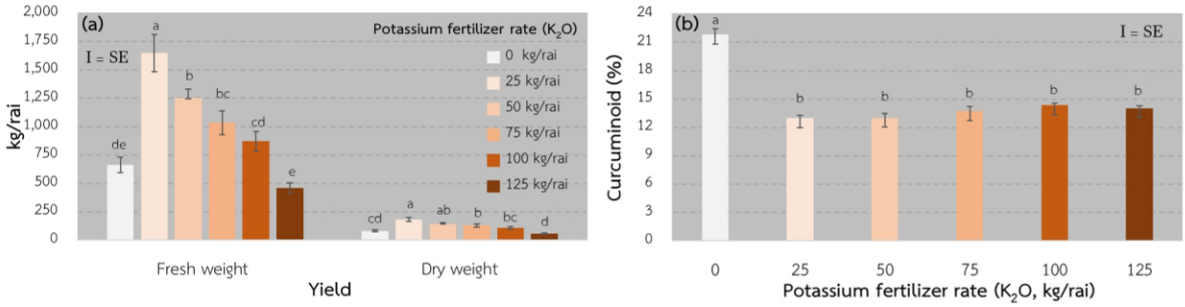


ภาพที่ 5 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อสัดส่วนธาตุอาหารในเหง้าขมิ้นชัน ได้แก่ K/N, K/Ca และ K/Mg (a) K/P และ K/S (b) K/Fe และ K/Mn (c) K/Zn และ K/Cu (d) ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$, HSD) SE = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

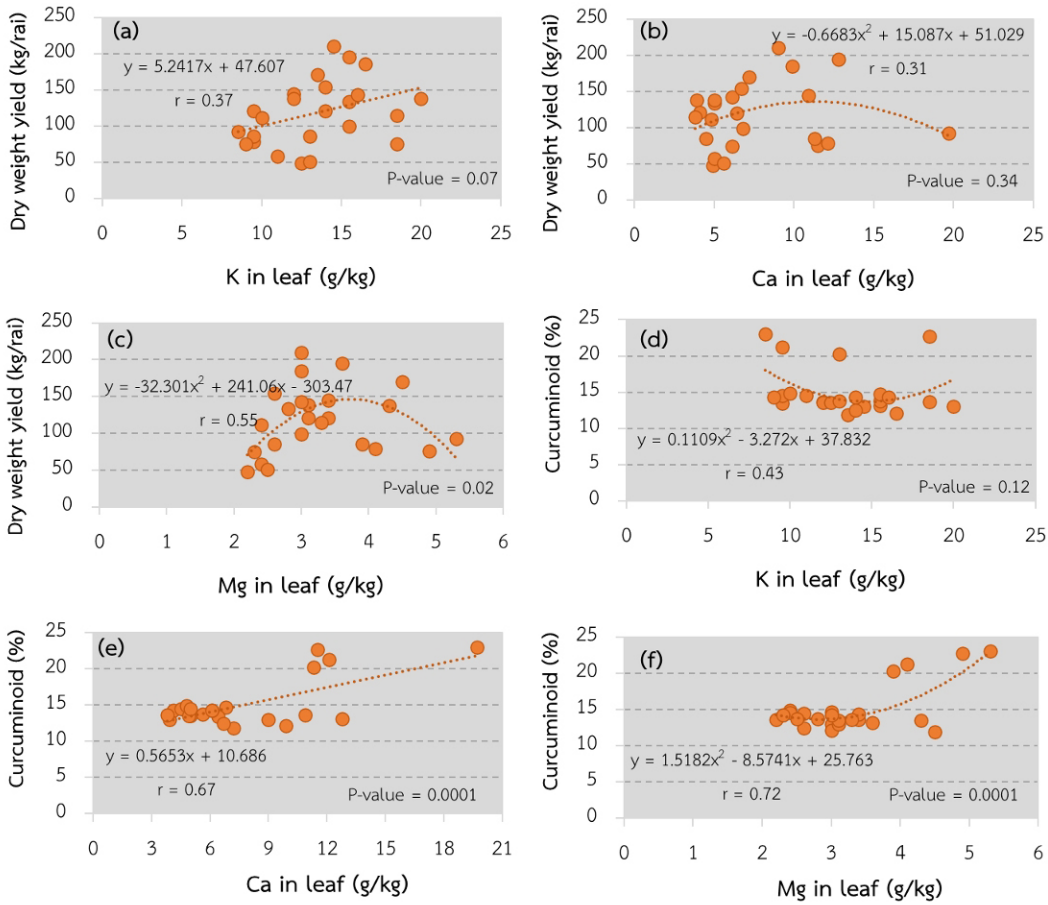
5. ผลของระดับโพแทสเซียมต่อผลผลิตขมิ้นชัน

จากการทดสอบอันตรกิริยาของโพแทสเซียมต่อธาตุอาหารบางชนิดสำหรับขมิ้นชัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และประเมินผลผลิตขมิ้นชัน พบว่า การใส่ปุ๋ยที่ระดับ 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชันสูงสุด 1,648 และ 184 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ เมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตลดลง (ภาพที่ 6a) แสดงให้เห็นถึง ขีดจำกัดในการตอบสนองต่อปริมาณโพแทสเซียมของขมิ้นชัน อาจเนื่องจากโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้ธาตุอาหารชนิดอื่น โดยเฉพาะแคลเซียมและแมกนีเซียม (ภาพที่ 2a) พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยมากกว่า 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้ความเข้มข้นแคลเซียมในใบลดลง อยู่ในระดับ ต่ำกว่า 10 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในช่วงขาดแคลนสำหรับพืชทั่วไป ส่วนความเข้มข้นแมกนีเซียมในใบเริ่มลดลงอย่างเด่นชัด และอยู่ในช่วงขาดแคลน (Kalra, 1998) เมื่อใส่ปุ๋ยมากกว่า 50 และ 100 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยแคลเซียมทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ สร้างความแข็งแรงให้กับท่อลำเลียงน้ำและอาหารของต้นขมิ้นชัน ดังนั้น เมื่อผนังเซลล์ของท่อลำเลียงมีแคลเซียมไม่เพียงพอจึงกระทบต่อความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหาร ความแข็งแรงของผนังเซลล์ยังช่วยให้ต้นขมิ้นชันต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค มีรายงานการใช้ปูนเผา ซึ่งเป็นแหล่งของแคลเซียม อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยแก้ปัญหาการเกิดโรคเหี่ยวของขมิ้นชัน (กรมส่งเสริมการเกษตร,

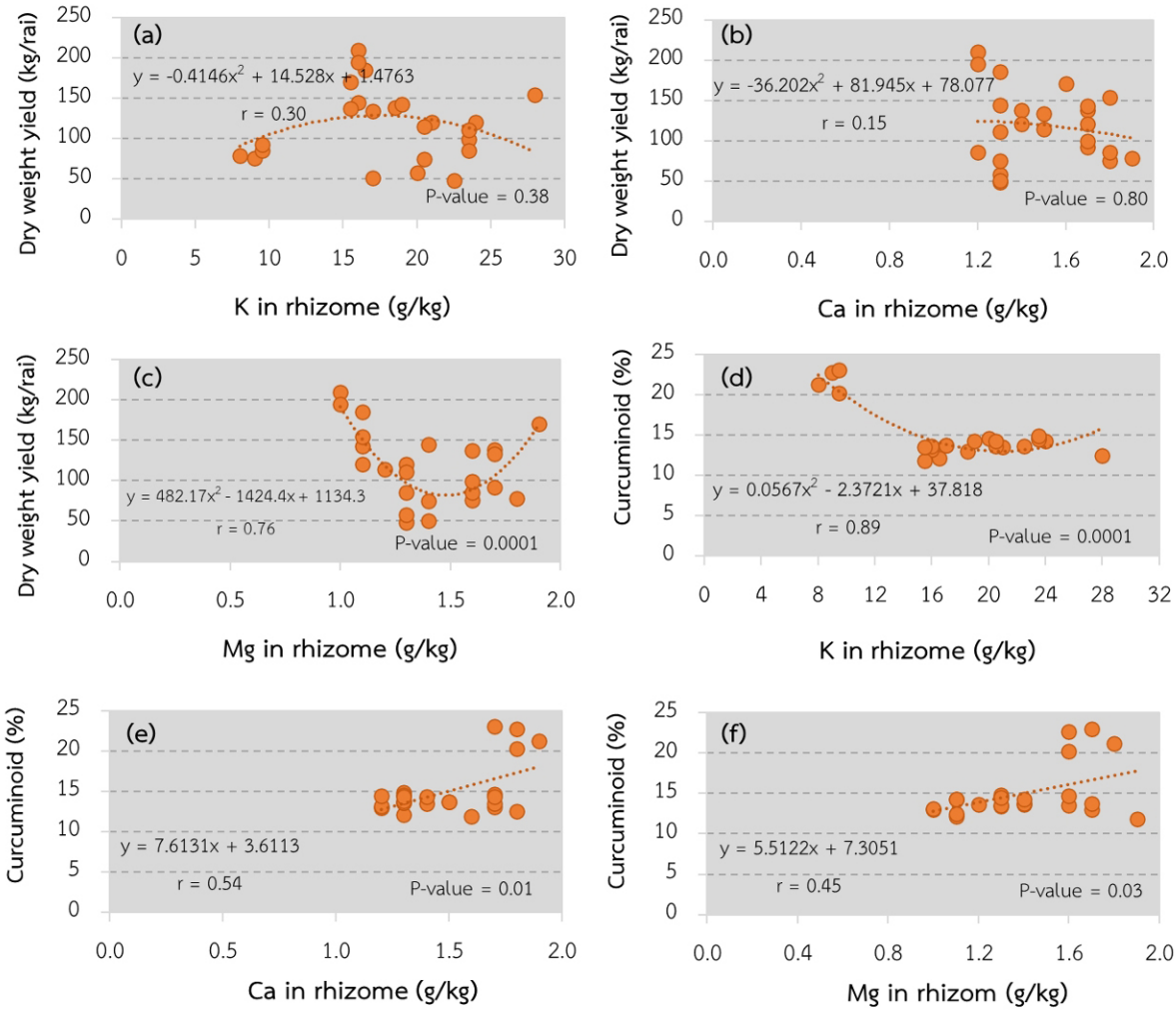
2551) ในขณะที่ แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เมื่อในใบมีความเข้มข้นต่ำ ทำให้มีผลต่อความสารถในการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต (ยงยุทธ, 2552) ดังนั้น เมื่อต้นขมิ้นชันขาดแคลเซียมและแมกนีเซียมจึงส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ เมื่อประเมินจากความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าขมิ้นชัน พบว่า ทุกตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม มีความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์ไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 13-14.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์สูงสุด 21.8 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 6b) ชี้ให้เห็นว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นมีผลยับยั้งการผลิตสารดังกล่าว อาจเนื่องจากการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม จึงมีผลต่อกิจกรรมการสังเคราะห์สารเคอร์คูมินอยด์ ตามบทบาทหน้าที่ของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่จำเป็นสำหรับพืชดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น สอดคล้องกับ ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบ (ภาพที่ 7e-7f) และเหง้าขมิ้นชัน (ภาพที่ 8e-8f) กับปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ พบว่า มีความสัมพันธ์กัน เมื่อความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนของใบและเหง้า มีแนวโน้มส่งผลให้ความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์เพิ่มตาม ซึ่งแตกต่างจากลักษณะความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมในเหง้า พบว่า ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเหง้ามีความเข้มข้นโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึง ผลของสภาวะปฏิปักษ์ที่เกิดจากโพแทสเซียมกระทำต่อแคลเซียมและแมกนีเซียม ในขณะที่ เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นธาตุอาหารในใบและเหง้ากับผลผลิตน้ำหนักแห้ง พบว่า แมกนีเซียมในใบ (ภาพที่ 7c) และเหง้า (ภาพที่ 8c) มีความสัมพันธ์กับผลผลิตในลักษณะเส้นโค้งอย่างเด่นชัด ส่วนกรณีของแคลเซียมไม่พบความสัมพันธ์ (ภาพที่ 7b, 8b) ชี้ให้เห็นว่า แมกนีเซียมอาจมีความจำเพาะต่อการสร้างผลผลิตขมิ้นชันมากกว่าแคลเซียม เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลและแป้งสำหรับนำไปใช้สร้างผลผลิต ส่วนแคลเซียมมีบทบาทในกระบวนการสร้างความแข็งแรงให้กับต้นขมิ้นชัน อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นคูเคอร์มินอยด์ที่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกตำรับการทดลอง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของตำรับยาสมุนไพรไทย ซึ่งกำหนดให้มีความเข้มข้นเคอร์คูมินอยด์จากเหง้าขมิ้นชันไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ (Ministry of Public Health, 2009) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยที่ระดับ 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้เกิดอันตรกิริยาเชิงลบต่อแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำ ทำให้ได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด ดังนั้น การปลูกขมิ้นชันบริเวณที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำ อย่างชุดดินท่าแซะ ระดับปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสม คือ 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทั้งนี้ อาจสามารถเพิ่มผลผลิตขมิ้นชันได้อีกหากก่อนปลูกขมิ้นชัน มีการแก้ปัญหาความเป็นกรดของดิน เพื่อลดความเป็นพิษของแมงกานีส โดยการใส่โดโลไมท์ เพราะนอกจากช่วยยกระดับพีเอชดิน ยังช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งจะช่วยลดอันตรกิริยาเชิงลบที่เกิดจากโพแทสเซียม นอกจากนี้ ควรเพิ่มอินทรียวัตถุในดินเพื่อช่วยดูดซับน้ำและธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ใส่ จึงควรศึกษาประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม



ภาพที่ 6 ผลของระดับโพแทสเซียมต่อผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง (a) ของเหง้าขมิ้นชัน และปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ (b) ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$, HSD) SE = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (a) แคลเซียม (b) และแมกนีเซียม (c) ในใบกับปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชัน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (d) แคลเซียม (e) และแมกนีเซียม (f) ในใบ กับปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าขมิ้นชัน



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (a) แคลเซียม (b) และแมกนีเซียม (c) ในเหง้ากับปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชัน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโพแทสเซียม (d) แคลเซียม (e) และแมกนีเซียม (f) ในเหง้า กับปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สรุป

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 25 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ สำหรับปลูกขมิ้นชัน บริเวณดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่งผลให้ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเหง้าขมิ้นชันสูงสุด ในขณะที่ การเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในช่วง 50-125 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทำให้ผลผลิตลดลง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกอัตรา มีผลให้ความเข้มข้น แคลเซียม แมกนีเซียม ในใบและเหง้าขมิ้นชัน รวมถึงสารเคอร์คูมินอยด์ลดลง เนื่องจาก โพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม จึงเป็นปัจจัยจำกัดปริมาณและคุณภาพผลผลิต ดังนั้น เพื่อปรับความสมดุลของธาตุอาหารในดินและพืช จำเป็นต้องเพิ่มแคลเซียมและแมกนีเซียมควบคู่กับโพแทสเซียมเพื่อลดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในเรื่องอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหาร รวมทั้งปริมาณสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ในพืชสมุนไพรชนิดอื่นๆ เช่น กระชายขาว กระชายดำ ไพล เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่เกษตรกร เนื่องจากเป็นพืชสมุนไพรที่มีราคาดี สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร และควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในดินปัญหาในพื้นที่การเกษตรอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินทรายจัด หรือ ดินอินทรีย์ (ดินพรุ) เป็นต้น

2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้รับงบประมาณในการทำวิจัยค่อนข้างล่าช้าในแต่ละปีงบประมาณ ประกอบกับการเดินทางไปเก็บตัวอย่างในพื้นที่ค่อนข้างไกล จึงควรวางแผนการเดินทางในการเก็บตัวอย่างพืชและผลผลิตในแต่ละครั้งให้มีความเหมาะสมและได้ประโยชน์สูงสุด เพื่อลดความเสียหายของตัวอย่างให้มากที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับ

1.กรมฯ มีข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนงานวิจัยในเรื่องอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองในพืชสมุนไพรขมิ้นชัน เพื่อนำมาประกอบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยในขมิ้นชันแก่เกษตรกรได้

2.ทำให้ทราบถึงอัตราการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในขมิ้นชันที่เพียงพอ เพื่อจะได้ดำเนินการจัดการดิน โดยการเลือกใช้อัตราปุ๋ยให้เหมาะสม เพื่อลดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

1. เผยแพร่ข้อมูลในวารสารพัฒนาที่ดิน หรือตีพิมพ์ลงในสรุปงานวิจัยประจำปีของกรมฯ ในรูปของบทคัดย่อ บทความ

2.นำข้อมูลลงในเว็บไซต์ของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดินหรือเว็บไซต์ของกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อให้ผู้ที่สนใจทั่วไปสามารถสืบค้นและ download ข้อมูลได้เป็นการอำนวยความสะดวกและประหยัดเวลา

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ขมิ้นชัน. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

จำเป็น อ่อนทอง สายใจ กิ้มสงวน และ พิรุณ ติระพัฒน์. 2549. ค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกอง. ว. วิทย. กษ. 37: 257-268.

ชัยรัตน์ นิลนนท์. 2548. การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน. ในเส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภรภัทร สุชาติกูล และ สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2559. การจัดทำค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืชในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ระยะก่อนเปิดกรีด. ว. ยางพารา 37: 27-45.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ. ว. วิทย. กษ. 39: 62-65.

สุภาภรณ์ สาชาติ. 2558. รายงานโครงการวิจัยพัฒนาการผลิตขมิ้นชันอย่างยั่งยืน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. การศึกษาวิจัยเศรษฐกิจสมุนไพรไทยกรณีขมิ้นชัน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547ก. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547ข. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สุทธิ์เดชา ขุนทอง ณัฐพร ประคองเก็บ มนต์ระวี มีแต้ม นิยม สุรักษ์ วิวัฒน์ สวยสม ชนิดา เกิดชนะ ชนินาถ การะภักดี ปราณี จอมอุ่น จิราพร สวยสม และ ทิพานันท์ อุปนิสากร. 2563. อันตรกิริยาระหว่างแมงกานีสกับธาตุอาหารพืชอื่น ๆ ในดินปลูกชาน้ำมัน บ้านปางมะหัน จังหวัดเชียงราย. ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 7: 217-234.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ ภิญโญ มีเดช สุรกิตติ ศรีกุล และชาย โฆรวิช. 2540. ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างธาตุโพแทสเซียมและธาตุแมกนีเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่าซึ่งปลูกในดินร่วนปนทราย. รายงานผลการวิจัยประจาปี 2540. สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สุมิตรา ภู่วโรดม และ วิเชียร จาฏุพจน์. 2546. การใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. ว. วิทย. กษ. 34: 51-58.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Bouyoucos, G.J. 1927. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. Soil Science 23: 343-353.

Havlin J. L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W. L. Nelson. 2005. Soil fertility and fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

ISO 10390. 2005. Soil quality-determination of pH. International Standard.

ISO 11464. 2006. Soil quality-pretreatment of samples for physico-chemical analysis. International Standard.

ISO 13878. 1998. Soil quality-determination of total nitrogen content by dry combustion (elemental analysis). International Standard.

Jones, J.B. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. New York: CRC Press.

Kalra, Y.P. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. New York: CRC Press.

Li, Z., X. Han, X. Song, Y. Zhang, J. Jiang, Q. Han, M. Liu, G. Qiao and R. Zhuo. 2017. Overexpressing the Sedum alfredii Cu/Zn superoxide dismutase increased resistance to oxidative stress in transgenic Arabidopsis. Front. Plant Sci. 8: doi: 10.3389/fpls.2017.01010

Ministry of Public Health. 2009. Thai herbal pharmacopoeia volume I. Nonthaburi, Thailand.

Nelson, K.M., J.L. Dahlin, J. Bisson, J. Graham, G.F. Pauli and M.A. Walters. 2017. The essential medicinal chemistry of curcumin. J. Med. Chem. 60: 1620-1637.

Nyi, T., V. Philip, M.I.H. Bujang, K. Ra, B. Irianta, P. Sengxua, N. Sipaseuth, A.A. Harirah, B.B. Jantan, S.M. Salguero, P. Meunchang, V.M. Quyet, N.Q. Hai, P. Moody, T.E. Jakel and W. Soda. 2017. ASEAN guidelines on soil and nutrient management. [Online]. Available http://org.doa.go.th/aseancrops/?p=1639 (1 December 2020).

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน