

ผลของเบนทอนไนต์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพปุ๋ยโพแทสเซียม และผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินสติก

Effect of bentonite on increasing the efficiency of K fertilizer and yield of cassava in Satuk soil

ดารารัตน์ อุ่นเสณีย์¹, สุภิญญา ธนะจิตต์^{1*}, สมชัย อานุสนธิ์พรเพิ่ม¹ และ เอิบ เขียวรีนรมณ์¹

Dararat Aunsanee¹, Suphicha Thanachit^{1*}, Somchai Anusontpornperm¹
and Irb Kheoruenromne¹

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาค้นคว้าผลของเบนทอนไนต์และเบนทอนไนต์ร่วมกับโพแทสเซียมต่อสมบัติดินและมันสำปะหลังพันธุ์หัวยบง 80 ที่ปลูกบนดินคล้ายชุดดินสติกที่มีเนื้อดินบนเป็นทรายในจังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ 8 ตำรับทดลองประกอบด้วยการใส่เบนทอนไนต์ 4 อัตรา ได้แก่ 0, 100, 200 และ 300 กก./ไร่ และทั้ง 4 อัตราพร้อมกับโพแทสเซียมอัตรา 15 กก./ไร่ พบว่า เบนทอนไนต์และโพแทสเซียมที่ใส่เพิ่มเติมส่งผลให้องค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นชีวมวลส่วนเหนือดิน การใส่เบนทอนไนต์อัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ และใส่ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และผลผลิตแป้งอยู่ในพิสัย 2.95-3.19 และ 0.73-0.75 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการใส่ในอัตรา 300 กก./ไร่ ทั้งที่มีการใส่และไม่ใส่โพแทสเซียมเพิ่มเติม (2.07-2.27 และ 0.51-0.55 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติมเพียงอย่างเดียวจะให้ผลผลิตเท่ากับ 2.24 ตัน/ไร่ และให้ร้อยละของแป้งในหัวมันต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 19.6) แต่เมื่อมีการใส่เบนทอนไนต์ร่วมจะทำให้ร้อยละของแป้งในหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยเฉพาะการใส่ในอัตรา 100 กก./ไร่ ที่ให้ค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 25.2) สมบัติดินบนหลังปลูกมันสำปะหลังไป 1 ฤดูกาล พบว่า การใส่โพแทสเซียมเพิ่มเติมจะทำให้มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลือในดินสูงกว่าการใส่เบนทอนไนต์เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อมีการใส่เบนทอนไนต์ร่วม โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จะเพิ่มขึ้นตามอัตราของเบนทอนไนต์โดยการใส่ในอัตรา 300 กก./ไร่ จะให้โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 39.9 มก./กก.

คำสำคัญ: วัสดุปรับปรุงดิน, ดินทราย, ดินเขตร้อน, Typic (Arenic) Paleustult

ABSTRACT: The effect of bentonite and bentonite with potassium on soil properties and cassava, Huay Bong 80 Var., grown on Satuk soil series, sandy variant, was carried out in Nakhon Ratchasima province. Randomized complete block design with 4 replications was employed. There was 8 treatments consisted of bentonite was applied at four rates; 0, 100, 200 and 300 kg/rai. without potassium and with 15 kg K₂O/rai. The results showed that bentonite and added potassium significantly induced cassava yield and plant parameters differently with the exception of above ground biomass. The application of bentonite at the rates of 100 and 200 kg/rai and with the addition of potassium gave cassava fresh root and starch yields in the ranges of 2.95-3.19 and 0.73-0.75 t/rai, respectively, which were significantly greater than the application at the rate of 300 kg/rai with or without added potassium (2.07-2.27 and 0.51-0.55 t/rai, respectively). Additional potassium with no bentonite incorporated into the soil before planting gave the yield of 2.24 t/rai and the lowest starch content of 19.6% but starch content clearly increased when applied in the plot with bentonite incorporated, especially at the rate of 100 t/rai (25.2%). The properties of soil after growing cassava for one crop revealed that the addition of potassium made the level of remaining available potassium in the soil being significantly greater than that of the plot with bentonite. The incorporation of bentonite into the soil and the available potassium content in the soil increased with an increasing rate of bentonite applied at which the rate of 300 kg/rai significantly gave the highest content of 39.9 mg/kg.

Keywords: Soil conditioner, Sandy soils, Tropical soils, Typic (Arenic) Paleustult

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok

* Corresponding author: agrspc@ku.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศประมาณแปดล้านไร่ โดยพื้นที่ปลูกมากกว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจังหวัดนครราชสีมาพื้นที่เพาะปลูกมาก ถึงแม้ว่าภูมิภาคนี้จะมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดแต่ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้มีค่าต่ำกว่าภาคอื่นๆ และมีแนวโน้มลดลงทุกปี โดยเฉพาะในปีการเพาะปลูกปัจจุบันมีผลผลิตเพียง 3.44 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาภัยแล้ง (สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2556) และมันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกในดินเนื้อค่อนข้างหยาบที่มีศักยภาพทางการเกษตรต่ำ เกิดการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากเขตรากพืชเร็ว และขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง (ปิยะ, 2546; สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2556) ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ลดต่ำลง

เบนทอโนต์เป็นดินเหนียวที่ขยายตัวได้ และมีโครงสร้างเป็นผลึกตาข่าย เกิดจากภูเขาไฟ มีแร่สมกไทต์เป็นองค์ประกอบหลัก (กรมทรัพยากรธรณี, 2539; Noble et al., 2004) มีคุณสมบัติในการดูดซับที่ดีโดยมีพื้นที่ผิวจำเพาะและความจุแลกเปลี่ยนประจุแคตไอออนสูง (Noble et al., 2004) ซึ่งมีรายงานที่นำมาใช้ปรับปรุงดินทรายเพื่อเพิ่มความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Nasser et al., 2007) ลดอัตราการชะบ่มน้ำของดินทราย่วนซึ่งลดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากเขตรากพืช (Talebnezhad and Sepaskhah, 2012) สอดคล้องกับการศึกษาของ Berthelsen et al. (2005) ที่รายงานว่า เบนทอโนต์จะดูดซับแคลเซียมได้ดีกว่าแมกนีเซียม และโพแทสเซียมตามลำดับ เช่นเดียวกับ Shaheen et al. (2013) ที่พบว่าเบนทอโนต์จะเพิ่มประสิทธิภาพปุ๋ยยูเรียโดยจะลดการสูญเสียไนโตรเจนไปจากเขตรากพืชโดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยในอัตราต่ำส่งผลต่อเนื่องให้ผลผลิตมันฝรั่งเพิ่มขึ้น

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตและปรับตัวได้ดีในดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมันสำปะหลังดูดใช้ฟอสฟอรัสต่ำที่สุด (18.0-62.5 กก./เฮกตาร์) ในขณะที่มันสำปะหลังมีความต้องการโพแทสเซียมค่อนข้างสูงโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 50-233 กก./เฮกตาร์ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจน (62.5-187 กก./เฮกตาร์) (อัจฉรา และจรุงสิทธิ์, 2547) ทั้งนี้เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทที่สำคัญต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตไปสะสมในรากเพื่อเพิ่มปริมาณแป้งในหัวมัน ขยายขนาด และลดปริมาณไซยาไนด์ (Asher and Edwards., 1978; Lenis et al., 2006; Talebnezhad and Sepaskhah., 2012) โดยในสภาพที่มีโพแทสเซียมจำกัด มันสำปะหลังจะแสดงอาการเหี่ยวได้ง่าย ลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (Mengel and Kirkby, 1987; Havlin et al., 2005) โดยได้มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง โดยผลผลิตจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่เพิ่มขึ้น (Adekayode and Adeola, 2009) อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไปมีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง (อรชума, 2555; Uwah et al., 2013) ดังนั้น การนำเบนทอโนต์มาใช้ในดินที่มีเนื้อค่อนข้างหยาบและมีการชะละลายสูงเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุที่สูญหายได้ง่ายโดยการชะละลายด้วยน้ำ จึงน่าจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยโพแทสเซียม อีกทั้งอาจช่วยกักเก็บความชื้นไว้ให้นานขึ้น จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในภูมิภาคนี้ นอกจากนี้งานทดลองที่เกี่ยวข้องกับเบนทอโนต์ยังคงมีไม่มากนักโดยเฉพาะในประเทศไทย จึงยังมีความต้องการถึงผลการศึกษาที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นการศึกษารังนี้นี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาผลของเบนทอโนต์ และปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินสติก และ 2) เปรียบเทียบการ

เปลี่ยนแปลงสมบัติดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับเบนทอไนต์

วิธีการศึกษา

จัดทำแปลงทดลองในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2555 ในแปลงของเกษตรกร บ้านชัยพลูน้อย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นบริเวณของดินคล้ายชุดดินสติกที่มีเนื้อดินปนเป็นทราย พื้นที่ทดลองเป็นลูกคลื่นลอนลาดมีความลาดชันร้อยละ 3 แปลงทดลองย่อยมีขนาด 8×10 ม. ระยะห่างระหว่างแปลงทดลองย่อยเท่ากับ 1 ม. โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ จำนวน 8 ดำรับการทดลองโดยดำรับที่ 1-4 เป็นการใส่

ในอัตรา 0, 100, 200 และ 300 กก./ไร่ ตามลำดับ และดำรับ 5-8 เป็นการใส่เบนทอไนต์ในอัตราเดียวกันกับดำรับที่ 1-4 ตามลำดับ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 15 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5 เดือน ส่วนเบนทอไนต์ทำการใส่ในช่วงเตรียมดินโดยเบนทอไนต์ที่ได้มาจากแหล่งแร่ในจังหวัดลพบุรีซึ่งสมบัติและธาตุองค์ประกอบแสดงใน (Table 1) ทำการยกร่องปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 บนสันร่องโดยใช้ระยะปลูกเท่ากับ 120×80 ซม. และในทุกดำรับการทดลองทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน วิธีการใส่ปุ๋ยทำการใส่ข้างต้นแล้วกลบ และเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในเดือนเมษายน พ.ศ.2556 โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 13.44 ม²

Table 1 Properties of bentonite.

Properties	Bentonite
pH (1:1 H ₂ O)	5.2
Cation exchange capacity (cmol kg ⁻¹)	25.25
EC (dS m ⁻¹) (1:5 H ₂ O)	0.42
Total N (g kg ⁻¹)	0.74
Total P(g kg ⁻¹)	1.06
Total K (g kg ⁻¹)	1.6
Total Ca (g kg ⁻¹)	126
Total Mg (g kg ⁻¹)	42.9
Total Fe (mg kg ⁻¹)	288
Total Zn (mg kg ⁻¹)	131
Total Cu (mg kg ⁻¹)	20.8
Total Mn (mg kg ⁻¹)	52.8

การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1) การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ 2 ระดับความลึก ได้แก่ ดินบนซึ่งมีความหนาประมาณ 0-15/20 ซม. และดินล่างตั้งแต่ใต้ชั้นดินบนจนถึงความลึก 60 ซม. เพื่อการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของดิน 2) จัดทำข้อมูลลักษณะดินตัวแทนในพื้นที่ (site characterization) (Soil Survey Staff,

2010) 3) เก็บตัวอย่างดินบนในทุกแปลงย่อยแบบ composite sample โดยเก็บตัวอย่างดินในช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยว เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ พีเอช ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เบสที่สกัดได้ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และธาตุอาหารหลักในดิน และ 4) เก็บข้อมูลผลผลิตพืชเมื่อมันสำปะหลังอายุ 10 เดือน

โดยการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (น้ำหนักต้น เหง้า กิ่งก้านและใบ) น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด และร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังโดยใช้เครื่อง Riemann scale และเก็บตัวอย่างพืชแบบแยกส่วน ได้แก่ เหง้า ลำต้น กิ่งก้านและใบ และหัวมันสำปะหลัง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร 4) วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 22 โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะและสมบัติดินในพื้นที่ทดลอง

ดินตัวแทนในพื้นที่ทดลองเป็นดินดอนลึกลับเป็นดินเนื้อหยาบโดยมีเนื้อดินบนเป็นดินทราย ส่วนดินล่างเป็นทรายจนถึงทรายร่วนสอดคล้องกับสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัวของดิน โดยชั้นดินบนจะอยู่ในระดับเร็วถึงเร็วมากอยู่ในพิสัย 20.9-29.6 ซม./ซม.

(Table 2) ซึ่งสภาพดังกล่าว อาจส่งผลให้มันสำปะหลังขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งรวมทั้งในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำจะเคลื่อนที่ผ่านดินอย่างรวดเร็ว สมบัติทางเคมีของดินแสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการสูง มีการชะละลายรุนแรง และมีสมบัติที่ไม่ค่อยเหมาะสมต่อการปลูกพืช กล่าวคือ ดินเป็นกรดจัดปานกลางถึงกรดจัดมากโดยพีเอชอยู่ในพิสัย 5.0-5.7 และมีค่าแปรปรวนเล็กน้อยภายใต้ดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำมาก (0.09-0.25 ก/กก.) สอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัส (1.87-3.22 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (2.75-4.93 มก./กก.) ต่ำมาก ร้อยละการอิ่มตัวของดินอยู่ในระดับต่ำมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 7-40 ทั้งนี้เนื่องจากความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำอยู่ในพิสัย 0.5-4.6 เซนติโมล/กก. จึงส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ ธาตุอาหารที่อยู่ในดินจึงเกิดการสูญเสีย ประกอบกับวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย และหินกรวดมนซึ่งมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบต่ำ ปริมาณธาตุอาหารที่คงอยู่ในดินที่ทำการศึกษาค้นคว้าจึงมีอยู่น้อยมาก

Table 2 Physico-chemical properties of Satuk soil series, sandy variant.

Soil depth (cm)	Horizon	Particle size distribution			Tex- tural class ¹	BD ² (Mg/m ³)	Ksat ³ (cm/hr)	Soil pH (1:1 H ₂ O)	CEC ⁴ (cmol _e /kg)	BS ⁵ (%)	OM ⁶ (g/kg)	Available	
		Sand	Silt	Clay								P ⁷	K ⁸
		(----- g/kg -----)										(-- mg/kg --)	
0-20	Ap	924	25	51	S	1.51	20.9	5.7	1.0	33	0.25	2.67	4.93
20-43	BA1	938	16	46	S	1.61	29.6	5.3	0.6	31	0.10	1.87	4.82
43-67	BA2	919	26	55	S	1.53	18.6	5.0	0.6	10	0.09	1.87	2.75
67-91	Bt1	866	50	84	LS	1.53	15.7	5.3	0.7	23	0.12	3.22	3.26
91-119	Bt2	848	59	93	LS	1.57	7.9	5.4	0.5	40	0.10	3.17	3.72
119-145	Bt3	855	61	84	LS	1.57	9.3	5.5	0.6	18	0.09	1.92	3.23
145-172	Bt4	865	46	89	LS	1.60	2.7	5.6	0.7	23	0.13	2.27	4.20
172-200	Bt5	878	50	72	LS	1.62	3.4	4.5	4.6	7	0.17	2.57	3.31

¹S= Sand, LS = Loamy sand; ²BD = bulk density; ³Ksat = hydraulic conductivity by variable head method; ⁴CEC = cation exchange capacity by NH₄OAc at pH 7.0 method; ⁵BS = base saturation percentage; ⁶OM= organic matter by walkley and black method; ⁷Available P = soil extracted by BrayII solution; ⁸Available K = soil extracted by 1 M NH₄OAc at pH 7.0

จากข้อมูลสมบัติเบื้องต้น (Table 2) ดินตัวแทนในพื้นที่ทดลองจำแนกในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic (Arenic) Paleustult ทั้งนี้กลุ่มดินใหญ่ Paleustults ในระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Survey Staff, 2010) ไม่ปรากฏกลุ่มดินย่อยใด ยกเว้น Typic ที่ใช้ในการจำแนกชั้นสูงขึ้นไป แต่การศึกษาโดย Anusontpornperm (2003) พบว่า สามารถปรับปรุงโดยใช้กลุ่มดินย่อยที่ใช้กับกลุ่มดินหลักอื่นมาประกอบการจำแนกเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายสำหรับจัดทำแนวทางการจัดการดินเพื่อปลูกมันสำปะหลังที่มีความชัดเจนมากขึ้นสำหรับใช้ในกลุ่มดินเหล่านี้ของภาคตะวันออกเฉียง

เฉียงเหนือของประเทศไทย ดังนั้น กลุ่มดินย่อย Arenic จึงน่าจะเหมาะสมเนื่องจากดินตัวแทนพื้นที่ทดลองมีชั้นดินเป็นทรายต่อเนื่องจนถึงตอนบนของชั้นดินล่าง วินิจฉัยอายุจลิกที่ความลึกระหว่าง 50-100 ซม. จากผิวดิน

สมบัติดินในพื้นที่ทดลองก่อนทำการทดลอง พบว่าดินบนและดินล่างมีความคล้ายคลึงกันโดยดินเป็นดินกรดจัด มีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมาก (Table 3)

Table 3 Properties of topsoil and subsoil horizon of Satuk soil series, sandy variant, prior to conducting the experiment

Soil properties	Topsoils (0-20 cm)	Subsoils (20-60 cm)
pH (1:1 H ₂ O)	5.1	5.3
Organic matter (g/kg)	4.29	2.01
Total N (g/kg)	0.07	0.07
Available P (mg/kg)	2.28	0.94
Available K (mg/kg)	13.5	17.5
Extractable Ca (cmol _c /kg)	0.37	0.44
Extractable Mg (cmol _c /kg)	0.08	0.15
Cation exchange capacity (cmol _c /kg)	1.3	1.5

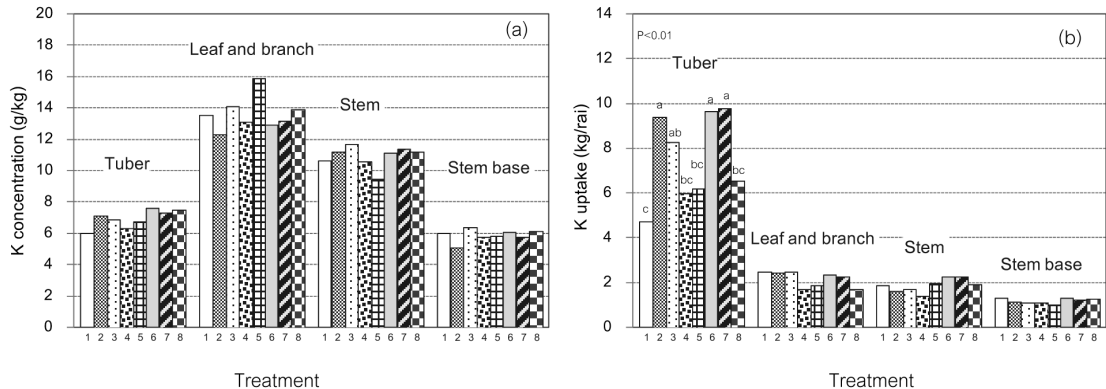
ผลของเบนทอไนต์และเบนทอไนต์ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมต่อมันสำปะหลัง

อัตราของเบนทอไนต์ และเบนทอไนต์ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมให้ผลผลิตมันสำปะหลังสดสูงกว่าค่าควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่เบนทอไนต์อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมให้น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดสูงสุดเท่ากับ 3.19 ตัน/ไร่ ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากเบนทอไนต์อัตรา 100 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียม เบนทอไนต์ในอัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ เพียงอย่างเดียวซึ่งให้ผลผลิตเท่ากับ 2.95, 3.05 และ 3.06 ตัน/ไร่ ตามลำดับและการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติมเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด (2.24 ตัน/ไร่) ซึ่งไม่แตกต่างจากค่าควบคุมที่ให้น้ำ

หนักหัวมันสำปะหลังสดในอัตราต่ำที่สุดเท่ากับ 2.01 ตัน/ไร่ (Figure 1) ทั้งนี้เนื่องจากเบนทอไนต์เป็นวัสดุที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงจึงช่วยในการดูดซับธาตุอาหารไว้ให้อยู่ในดินได้นานขึ้นโดยเฉพาะโพแทสเซียมซึ่งแสดงให้เห็นว่าเบนทอไนต์เพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ย (Noble et al., 2004; Suzuki et al., 2007) เนื่องจากโพแทสเซียมมีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตไปสะสมในราก เพื่อเพิ่มขนาดของหัวมันสำปะหลังและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง รวมทั้งลดปริมาณไฮโดรไซยานิค (Obigbesan, 1977; Mengel and Kirkby, 1987; Havlin et al., 2005) จึงทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อได้รับโพแทสเซียมอย่างเพียงพอ

เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ย
โพแทสเซียมเพิ่มเติม ทั้งนี้เนื่องจากโพแทสเซียม
เป็นธาตุที่พืชดูดใช้อย่างเหลือเฟือ (ยงยุทธ, 2546) ดัง

นั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะส่งเสริมให้พืชดูด
ใช้เพิ่มขึ้น



Treatment: 1 = control, 2 = bentonite 100 kg/rai, 3 = bentonite 200 kg/rai, 4 = bentonite 300 kg/rai, 5 = 15 kg K_2O , 6 = bentonite 100 kg/rai with 15 kg K_2O , 7 = bentonite 200 kg/rai with 15 kg K_2O , 8 = bentonite 300 kg/rai with 15 kg K_2O .

Remark: the different letters in graph are significantly different to each other according to DMRT.

Figure 2 Effect of bentonite and bentonite with K fertilizer on K concentration (a) and uptake (b) in cassava plant part.

ผลของเบนทอไนต์ และเบนทอไนต์ร่วมกับปุ๋ย โพแทสเซียมต่อสมบัติดินบนของดินคล้ายชุดดิน สติกที่มีเนื้อดินทราย

ผลของเบนทอไนต์ และเบนทอไนต์ร่วมกับปุ๋ย
โพแทสเซียมต่อสมบัติดินโดยทำการวิเคราะห์หลังจาก
ปลูกมันสำปะหลังไป 1 ฤดูกาล หรือ หลังจากใส่
เบนทอไนต์ไปแล้วประมาณ 10 เดือน พบว่าเบนทอไนต์
และปุ๋ยโพแทสเซียมส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวม
แมกนีเซียมที่สกัดได้ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็น
ประโยชน์ให้มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4)
การใส่เบนทอไนต์อัตรา 200 ก./กก. ร่วมกับปุ๋ย
โพแทสเซียมให้ปริมาณไนโตรเจนรวมสูงที่สุดอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเท่ากับ 2.19 ก./กก.
สอดคล้องกับผลผลิตน้ำหนักรากหัวมันสำปะหลังสดที่ได้

ขณะที่ดำรับที่เหลือให้ผลไม่แตกต่างจากดำรับควบคุม
(Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ดาราวพร
(2556) ในชุดดินยโสธรที่พบว่าเบนทอไนต์มีแนวโน้ม
ให้ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินสูงกว่าการใส่หินปูน
บด เพอร์ไลต์ โดโลไมต์ และยิปซัม และการศึกษาของ
Sittthaphanit et al. (2010) ที่พบว่าเบนทอไนต์ลดการ
สูญเสียไนโตรเจนในดินทราย เนื่องจากมีประสิทธิภาพ
ดูดซับไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม จึงลดการ
สูญเสียไนโตรเจนโดยการชะละลาย

การใส่เบนทอไนต์ช่วยการเพิ่มประสิทธิภาพของ
โพแทสเซียมในดินอย่างชัดเจน โดยการใส่ปุ๋ย
โพแทสเซียมจะทำให้มีโพแทสเซียมในดินสูงกว่าการ
ใส่เบนทอไนต์ในอัตราต่างๆ เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อมี
การใส่เบนทอไนต์ร่วมจะทำให้โพแทสเซียมในดินเพิ่ม

ขึ้นตามอัตราของเบนทอนไนต์ โดยการใส่ในอัตรา 300 กก./ไร่ จะทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 39.9 มก./กก. และในตำรับที่ใส่เบนทอนไนต์อัตรา 300 เพียงอย่างเดียวให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด (Table 4) ส่วนในกรณีของแมกนีเซียมที่สกัด พบว่าการใส่เบนทอนไนต์อัตรา 100 กก./ไร่ ให้ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.26 เซนติโมล/กก. รองลงมาได้แก่ ตำรับควบคุม (0.16 เซนติโมล/กก.) ขณะที่ตำรับที่เหลือจะให้แมกนีเซียมที่สกัดได้ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติโดยการใส่เบนทอนไนต์ในอัตรา 200 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้แมกนีเซียมต่ำที่สุดเท่ากับ 0.06 เซนติโมล/กก. ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใส่เบนทอนไนต์ในอัตราเพิ่มขึ้นรวมทั้งเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมมีแนวโน้มให้ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ลดลง ทั้งนี้ อาจเนื่องจากเบนทอนไนต์ที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่ แคลเซียมเบนทอนไนต์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2539) ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเบนทอนไนต์ที่ใช้ อาจเป็นแคลเซียมเบนทอนไนต์ ซึ่งแมกนีเซียมที่มีอยู่ในสารละลายดินไม่อาจเข้าไปแทนที่แคลเซียมที่มีมากอยู่ในเบนทอนไนต์ได้ (Mengel and Kirkby, 1987; Brady and Weil, 2008)

Table 4 Effect of bentonite and bentonite with K fertilizer on soil chemical properties of topsoil horizon of Satuk soil series, sandy variant.

Treatment	pH	OM (-----g/kg-----)	Total N	Available		Extractable			CEC
				P	K	Ca	Mg	Na	
				(--mg/kg--)		(-----cmol _c /kg-----)			
	1:1 H ₂ O								
T1	6.0	3.40	1.31b	3.5	16.6c	0.72	0.16ab	0.45	1.4
T2	5.9	3.43	1.31b	3.1	18.4c	0.66	0.26a	0.44	1.7
T3	6.0	2.32	1.66ab	3.9	16.0c	0.71	0.06b	0.37	1.3
T4	5.7	2.86	1.75ab	5.2	15.7c	0.63	0.10b	0.27	1.8
T5	5.9	3.09	1.75ab	5.8	19.8bc	0.55	0.11b	0.24	1.3
T6	6.3	2.23	1.4b	4.2	28.4b	0.74	0.10b	0.59	1.2
T7	6.1	3.12	2.19a	3.3	29.0b	0.50	0.14b	0.29	1.4
T8	6.1	3.32	1.75ab	5.3	39.9a	0.40	0.13b	0.34	1.6
F-Test	ns	ns	*	ns	**	ns	*	ns	ns
CV (%)	9.9	27.0	20.8	29.6	28.1	64.7	54.8	57.2	20.8

ns: non-significant, ** significant at 0.01 probability level, means with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT.

T1 = control, T2 = bentonite 100 kg/rai, T3 = bentonite 200 kg/rai, T4 = bentonite 300 kg/rai, T5 = 15 kg K₂O, T6 = bentonite 100 kg/rai with 15 kg K₂O, T7 = bentonite 200 kg/rai with 15 kg K₂O, T8 = bentonite 300 kg/rai with 15 kg K₂O

ถึงแม้ว่าเบนทอนไนต์มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงถึง 25.2 เซนติโมล/กก. (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากมีแร่องค์ประกอบหลักเป็นแร่ดินเหนียวสมกไทต์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2539; Noble et al., 2004)

แต่อย่างไรก็ตาม การใส่เบนทอนไนต์ในอัตราต่างๆ ไม่มีผลให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินนี้มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราของเบนทอนไนต์โดย

ดำรับที่ใส่เบนทอนต์อัตรา 300 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุดเท่ากับ 1.8 เซนติโมล/กก.

สรุป

การปรับปรุงดินดินคล้ายชุดดินสติกที่มีเนื้อดินบนเป็นทรายด้วยเบนทอนต์ในอัตรา 100-200 กก./ไร่ หรือการใส่เบนทอนต์ในอัตราข้างต้นร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่เพิ่มเติมในอัตรา 15 กก. K_2O /ไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตและผลผลิตแบ่งของมันสำปะหลังได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติมเพียงอย่างเดียว และการไม่ใส่เบนทอนต์ โดยผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นตามอัตราของเบนทอนต์ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจควรแนะนำให้ใส่เบนทอนต์อัตรา 100 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งนี้เนื่องจากให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่เบนทอนต์ในอัตราสูงที่อัตรา 300 กก./ไร่ ทั้งในกรณีที่มีและไม่มี การใส่โพแทสเซียมเพิ่มเติมจะทำให้ผลผลิตลดลงไปเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติมเพียงอย่างเดียว และการไม่ใส่เบนทอนต์

การใส่เบนทอนต์ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติมในอัตรา 15 กก. K_2O /ไร่ และการใส่เบนทอนต์ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ส่งเสริมการสร้างชีวมวลส่วนเหนือดินและการสะสมโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง แต่หัวมันสำปะหลังจะดูดใช้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นตามปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่เพิ่มเติมโดยเฉพาะเมื่อมีการใส่ร่วมกับเบนทอนต์

การใส่เบนทอนต์จะช่วยลดการสูญเสียโพแทสเซียมไปจากดินโดยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่หลงเหลือหลังจากการปลูกมันสำปะหลังไป 1 ฤดูกาลจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของเบนทอนต์ นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนรวมที่หลงเหลือในดินจะเพิ่มขึ้น ขณะที่แมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินจะลดลง เมื่อมีการใส่เบนทอนต์ในอัตราที่เพิ่มขึ้น

ทั้งในกรณีที่มีและไม่มี การใส่โพแทสเซียมเพิ่มเติม ถึงแม้ว่าเบนทอนต์เป็นวัสดุที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงแต่ไม่มีผลให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินเปลี่ยนแปลง

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย สำหรับทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2557 และคุณปริษา เพชรประไพ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนา มันสำปะหลังแห่งประเทศไทยที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และดูแลแปลงทดลองเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2539. เบนทอนต์. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/ZfG8BQ>. ค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2556.
- ดาราพร กาญจนะ. 2556. ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2546. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง. น. 6-32. ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น 30 เมษายน-4 พฤษภาคม 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ ใสถสสา. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2556. สรุปผลสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลังฤดูกาลผลิตปี 2555/2556. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/kfJlTV>. ค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2557.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/IFLnsd>. ค้นเมื่อ 13 มกราคม 2557.
- อรพุมมา จงเจือกกลาง. 2555. การตอบสนองของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินจัดรัสต่อปุ๋ยโพแทสเซียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- อัจฉรา ลิ้มศิลา และ จรุงสิทธิ์ ลิ้มศิลา. 2547. ประวัติและความสำคัญ. น. 1-3. ใน: เอกสารวิชาการ มั่นสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547. สถาบันวิจัยพืชไร่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Anusontpornperm, S. 2003. Land Evaluation Using Soil Properties In Relation to Genesis and Classification to Make Guidance on Soil Management for Cassava Crop Practice. Ph.D. Thesis. The University of Reading, UK.
- Adekayode, F.O., and O.F. Adeola. 2009. The response of cassava to potassium fertilizer treatments. J. Food, Agri & Environ. 7: 279-282.
- Asher, V.J., and D.G. Edwards. 1978. Critical external concentrations for nutrient deficiency and excess, pp. 13-29. International Colloquium on Plant Analyses and Fertilizer Problems, 8th; Auckland, New Zealand.
- Berthelsen, S., A. Noble, S. Ruaysoongnern, M. Webb, H. Huan, and J. Yi. 2005. Addition of clay based soil ameliorants to light textured soils to reduce nutrient loss and increase crop productivity, pp. 373-382. In Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture, Bangkok.
- Brady, N.C., and R.R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. The MacMillan Publishing Company, New York.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management. Prentice-Hall, Inc., NJ.
- Lenis, J.I., F. Calle, G. Jaramillo, J.C. Perez, H. Ceballos, and J.H. Cork. 2006. Leaf retention and cassava productivity. Field Crops Res. 95: 126-134.
- Mengel, K., and E.A. Kirkby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern, Switzerland.
- Nasser, G.A., A.M. Omran, A.M. Falatah, A.S. Sheta, and A.R. Harbi. 2007. Impact of natural conditioners on water retention, infiltration and evaporation characteristics of sandy soil. Appl. Sci. 7: 1699-1708.
- Noble, A.D., G.P. Gillman, S. Nath, and R.J. Srivastava. 2004. Changes in the surface charge characteristics of degraded soils in the wet tropics through the addition of beneficiated bentonite. J. Soil Res. 39: 991-1001.
- Obigbesan, G.O. 1977. Effect of potassium on starch yields, HCN (Cyanogenic glucoside) content and nutrient uptake of cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). J. Agric. Sci. 89: 29-34.
- Sitthaphanit, S., R.W. Bell, and V. Limpinuntana. 2010. Effects of clay amendments on nitrogen leaching and forms in a sandy soil. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1-6 August 2010. Brisbane, Australia.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.
- Suzuki, S., A.D. Noble, S. Ruaysoongnern, and N. Chinabut. 2007. Research and Management. 1: 37-49.
- Talebnezhad, R., and A.R. Sepaskhah. 2012. Effects of bentonite on water infiltration in a loamy sand soil. Archives Agronomy and Soil Science. 59: 1409-1418.
- Uwah, D.F., E.B. Effa, L.E. Ekpenyong, and I.E. Akpan. 2013. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) performance as influenced by nitrogen and potassium fertilizers in Uyo, Nigeria. Animal & Plant Sci. 23: 550-555.