

ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลัง^{1/}
Efficiency of phosphorus fertilizer application on quantity and
quality of cassava yield^{1/}

ผู้ทำสัมมนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

นางสาวจุฑาทิพย์ บุญไทย^{2/}
อาจารย์ภาชีตา พูนศิริ^{3/}

บทคัดย่อ

มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทยเนื่องจากมีปริมาณการผลิตเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย ทั้งนี้ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ได้แก่ มันเส้น แป้งมัน เป็นลำดับที่ 1 ของโลก ความที่ต้องการของตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ผลผลิตต่อไร่มีปริมาณค่อนข้างต่ำ การจัดการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพต่อพื้นที่จึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับการจัดการกับปัญหาที่กล่าวมา การจัดการธาตุอาหารในดินให้เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่จึงเป็นประเด็นที่เกษตรกรควรให้ความสำคัญ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จะเป็นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง แต่ปริมาณการใช้และวิธีการใช้ปุ๋ยเพื่อให้ได้ธาตุฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังยังมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มันสำปะหลังที่ได้รับฟอสฟอรัสต่ำเกินไปจะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักส่งผลให้ผลผลิตลดลง ในทางกลับกัน เมื่อมันสำปะหลังได้รับฟอสฟอรัสที่มากเกินไปความต้องการจะส่งผลต่อคุณภาพของมันสำปะหลัง จากการเปรียบเทียบ อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่แตกต่างกันของมันสำปะหลังห้วยบง 80 ในชุดดินยโสธร พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้งดี แต่เมื่อการทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้งต่ำ แต่ร้อยละการสะสมแป้งสูงไม่แตกต่างกับอัตราที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการทดลองใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับสารปรับปรุงดินได้แก่ แกลบเผา พบว่า มันสำปะหลังห้วยบง 80 ในชุดดินยโสธร อัตรา 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้งดีแต่ร้อยละการสะสมแป้งไม่มีความแตกต่างทุกอัตรา และการทดลองใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับสารปรับปรุงดินเปลือกดินมันสำปะหลังและเบนโทไนท์ (Cassava Tails and Stalk-Bentonite) พบว่า เมื่อใส่อัตรา 50 และ 100 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้งสูงสุด แต่ร้อยละการสะสมแป้งไม่แตกต่างทุกอัตรา ดังนั้นประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมันสำปะหลังเกษตรกร ชนิดของปุ๋ยที่ใช้ และสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก ก่อนตัดสินใจเลือกใช้ปุ๋ยในการปลูกมันสำปะหลัง

คำสำคัญ: ปุ๋ยฟอสฟอรัส; มันสำปะหลัง; ผลผลิต

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาทางพืชไร่

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

มันสำปะหลัง *Manihot esculenta* Crantz เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากมีปริมาณการผลิตเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย ทั้งนี้ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ได้แก่ มันเส้น แป้งมัน เป็นลำดับที่ 1 ของโลก มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตเฉลี่ยของมันสำปะหลังในประเทศไทยยังคงค่อนข้างต่ำเพียง 3.25 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) จากความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตต่อไร่มีปริมาณค่อนข้างต่ำ การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจึงเป็นกลไกหนึ่งที่จะช่วยตอบสนองความต้องการของตลาดที่มีเพิ่มสูงขึ้น การจัดการปุ๋ยถือเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมปริมาณและคุณภาพผลผลิตได้ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) เนื่องจากปุ๋ยเป็นแหล่งธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (essential nutrient elements) และมีความจำเป็นในการสร้างผลผลิตและเพิ่มปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง

การใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ อย่างไรก็ตามผลผลิตมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันมากในแต่ละพันธุ์และพื้นที่ หากการจัดการธาตุอาหารไม่เหมาะสมตามความต้องการของพืช จะทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร หรือ ธาตุอาหารไม่พอเพียงจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังได้ อีกทั้งการปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดิมโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดินที่เหมาะสม ทำให้ธาตุอาหารในดินลดลง ดินเสื่อมโทรมลงซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง การรักษาระดับผลผลิตและคุณภาพให้คงเดิมหรือเพิ่มขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง (Howeler, 1991) ฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งในธาตุอาหารหลักที่สำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง เนื่องจากธาตุนี้มีความสำคัญในด้านการให้พลังงานและสังเคราะห์สารชีวเคมีในพืช และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เพียงพอในอัตราเหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะการสังเคราะห์แป้งและการเจริญของรากสะสมอาหาร (Omondi et al, 2019) ดังนั้น สัมมนาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลัง

สถานการณ์การผลิตมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในด้านความมั่นคงทางอาหาร และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ เช่น อาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมพลังงาน ในทวีปแอฟริกา มันสำปะหลังมีความสำคัญในฐานะที่เป็นเป็นพืชอาหารหลักและมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของคนชนบท รวมถึงสามารถทดแทนการนำเข้าพืชอาหารชนิดอื่น เช่น แป้งสาลี สำหรับทวีปเอเชีย มันสำปะหลังมีความสำคัญต่อความมั่นคงด้านอาหาร โดยเฉพาะอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ที่มีเป้าหมายให้ประชากรในประเทศบริโภคมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนการนำเข้าข้าว เนื่องจากทั้งสองประเทศนำเข้าข้าวเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ภูมิภาคเอเชียยังมีความต้องการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเอทานอล อาหาร และอาหารสัตว์ เป็นต้น สำหรับเอเชียใต้โดยเฉพาะอินเดีย มันสำปะหลังมีความสำคัญต่อความมั่นคงด้านอาหาร และทวีปละตินอเมริกา มีนโยบายส่งเสริมการปลูกมันสำปะหลังเชิงพาณิชย์

การผลิตมันสำปะหลังภายในประเทศปี 2566 คาดว่าผลผลิตมันสำปะหลังจะมีประมาณ 34.5-34.9 ล้านตันหัวมันสด เพิ่มขึ้น 1.5-2.5% ซึ่งปัจจัยหนุนหลักมาจากราคาที่คาดว่าจะอยู่ในเกณฑ์ดี จูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูก ประกอบกับสงครามรัสเซีย-ยูเครนที่ยืดเยื้อทำให้หลายประเทศมีอุปสงค์เพื่อความมั่นคงทางอาหาร (Food security) เพิ่มขึ้น สำหรับปี 2567-2568 คาดว่าผลผลิตจะอยู่ที่ระดับ 35.5-36.5 ล้านตันหัวมันสด เพิ่มขึ้นต่อเนื่องที่ 2.0-3.0% โดยมีแรงหนุนจาก (1) ปริมาณน้ำและสภาพอากาศเอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูก และ (2) แนวโน้มความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่จะขยายตัวตามเศรษฐกิจประเทศคู่ค้า ทั้งนี้ คาดว่าราคาหัวมันสดน่าจะทรงตัวอยู่ที่ระดับเฉลี่ยที่ 2.4-2.6 บาท/กก. ในปี 2566 ก่อนปรับขึ้นเล็กน้อยอยู่ในระดับ 2.5-2.8 บาท/กก. ในปี 2567-2568 จากแรงหนุนของตลาดส่งออกที่ฟื้นตัวดีขึ้น (ธนากรกรุงศรีอยุธยา จำกัด มหาชน, 2564)

ความต้องการผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในประเทศมีแนวโน้มขยายตัวเฉลี่ย 3.0-4.0% ต่อปี โดยมีแรงหนุนหลักมาจาก (1) อุตสาหกรรมอาหารที่คาดว่าจะใช้มันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 2.0-3.0% ต่อปี ตามการฟื้นตัวทางเศรษฐกิจหลังสถานการณ์ COVID-19 คลี่คลายลง (2) ความต้องการใช้เอทานอลที่มีแนวโน้มจะใช้มันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 3.0-4.0% ต่อปี เพื่อใช้ในการผลิตน้ำมันแก๊ซโซฮอล์ E20 และ E85 ตามนโยบายสนับสนุนของภาครัฐรองรับการฟื้นตัวของภาคท่องเที่ยวและขนส่ง (3) การให้ความสำคัญด้านสุขอนามัยที่มากขึ้นของประชาชนจะกระตุ้นความต้องการแอลกอฮอล์ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ และ (4) อุตสาหกรรมเอทานอลที่หันมาใช้มันสด มันเส้น และน้ำแป้งมันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบมากขึ้นแทนอ้อยและกากน้ำตาลที่มีปริมาณผลผลิตลดลงหรือมีราคาเพิ่มสูงขึ้น (ธนากรกรุงศรีอยุธยา จำกัด มหาชน, 2564)

สถานการณ์การผลิตมันสำปะหลังในปัจจุบัน พบว่าเนื้อที่เก็บเกี่ยวลดลงทุกภาค เมื่อเทียบกับปีเพาะปลูก 2564/2565 เนื่องจากฝนตกหนักและประสบอุทกภัยจากอิทธิพลของพายุโนรู ช่วงปลายเดือนกันยายน 2565 ทำให้หัวมันสำปะหลังโรงงานบางพื้นที่เสียหายสิ้นเชิง มีน้ำท่วมขังไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ เกษตรกรส่วนใหญ่ปล่อยพื้นที่ว่างเปล่าเพื่อรอปลูกใหม่ในฤดูกาลหน้า สำหรับผลผลิตต่อไร่ลดลงเนื่องจากแหล่งผลิตหลัก มีปริมาณฝนที่มากเกินไปส่งผลให้หัวมันสำปะหลังเน่าเสียหาย บางส่วนชุดมันหนีน้ำจึงทำให้หัวมันมีขนาดเล็ก จึงส่งผลให้ผลผลิตภาพรวมทั้งประเทศไทยลดลง (คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพข้อมูลปริมาณการผลิตสินค้าเกษตร, 2566) จากสภาพปัญหาเรื่องปริมาณฝน โรค แมลงที่ยากต่อการควบคุม เกษตรผู้ปลูกมันสำปะหลังยังเผชิญกับปัญหาด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตมีแนวโน้มลดลง (ปรีชา สุริยพันธุ์, 2545) หากต้องการเพิ่มผลผลิตในขณะที่เนื้อที่เก็บเกี่ยวลดลง เกษตรกรอาจต้องพิจารณาวิธีแก้ปัญหาโดยการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้มากขึ้น โดยการใช้พันธุ์มันสำปะหลังที่สามารถเพิ่มผลผลิตในพื้นที่ของตนได้ หรือการจัดการธาตุอาหารในดินเพื่อให้มันสำปะหลังมีผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่สูงขึ้น

การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในการปลูกมันสำปะหลัง

ฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบของสารที่ช่วยในการถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่างๆ เช่น การสร้างแป้งและน้ำตาล การหายใจ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากฝอยและรากแขนงในระยะแรกของการเจริญเติบโต ช่วยสร้างโปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น เพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด ลำต้นแข็งแรงและช่วยควบคุมสมดุลธาตุอาหารต่าง ๆ ในพืช ทำให้พืชมีคุณภาพดีขึ้น ดังนั้น การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณที่เพียงพอเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะสำหรับการสังเคราะห์แป้งและการเจริญของรากผสมอาหาร (กรมวิชาการ, 2551)

สำหรับมันสำปะหลัง พบว่า เมื่อขาดฟอสฟอรัสมันสำปะหลังจะแสดงอาการพืชแคระแกรนและใบแก่จะมีสีเหลืองหรือสีอื่นปะปน การออกดอกผลดน้อยลง ต้นเตี้ยสั้น และอ่อนแอ ลำต้นผอมเล็ก และใบจะแคบกว่าต้นปกติ ผลผลิตหัวมันสำปะหลังอาจลดลงอย่างรุนแรงจากการขาดฟอสฟอรัส ในกรณีที่รุนแรงมากๆ ใบล่างๆ ของพืชจะเป็นสีเหลืองคล้ำหรือสีส้ม ซึ่งต่อไปจะเป็นแผลเนื่อตายและเหี่ยวแห้งหลุดร่วงไปและผลผลิตลดลง (ดังภาพที่ 1) และถ้าได้รับมากเกินไปจะส่งผลไปลดความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุบางตัวในดินเช่น สังกะสี เหล็ก ส่งผลให้พืชขาดจุลธาตุเหล่านี้ได้ (สุเทพทองแพ, 2564)



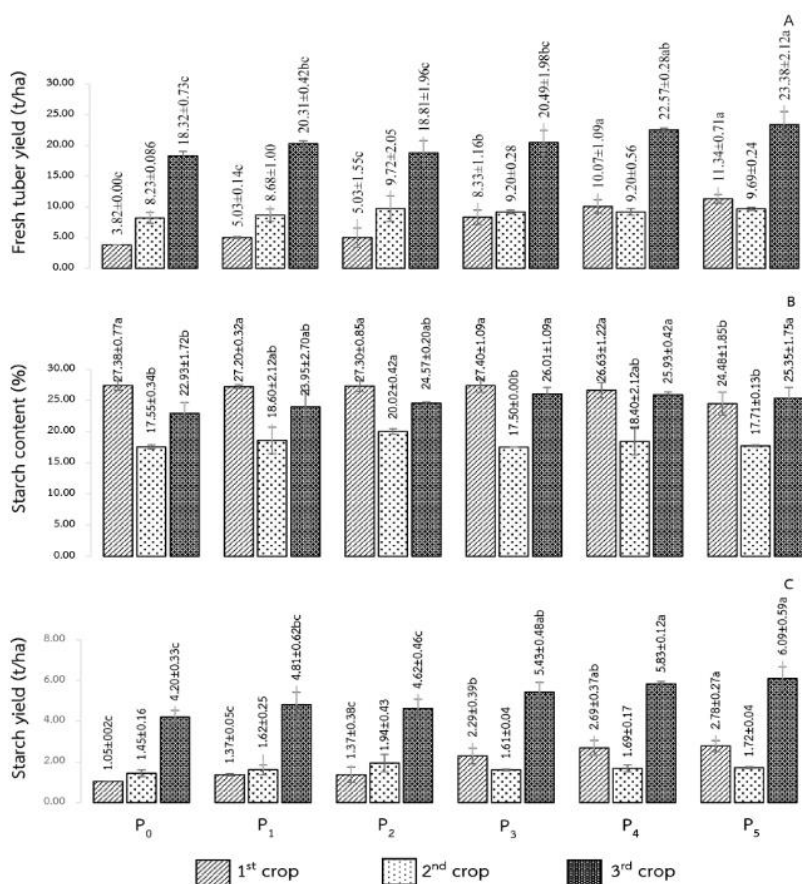
ที่มา: Salazar (2022)

ภาพที่ 1 อาการขาดธาตุฟอสฟอรัสในต้นมันสำปะหลัง

การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่แตกต่างกัน

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นธาตุอาหารที่พืชมีความต้องการในปริมาณที่เจาะจง ดังนั้น การจัดการปริมาณฟอสฟอรัสให้เพียงพอและเหมาะสมต่อความต้องการของพืช เช่น มันสำปะหลัง จึงมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อทดสอบหาปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลัง

พรชัย และคณะ (2565) ได้ศึกษาการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมได้ทำการศึกษาในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา ต่อเนื่อง 3 ปี ต่อผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ ห้วยบง 80 ในชุดดินยโสธร วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 อัตรา คือ 0, 12.5, 25, 37.5, 50 และ 62.5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราที่แตกต่างกันส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสดในฤดูกาลที่ 3 อัตรา 62.5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (A) ร้อยละการสะสมแป้งในฤดูกาลที่ 1 ให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงสุดทุกอัตรา แต่ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติในฤดูกาลที่ 3 ส่วนในฤดูกาลที่ 2 ให้ร้อยละการสะสมแป้งต่ำที่สุดทุกอัตรา (B) ผลผลิตแป้งฤดูกาลที่ 3 อัตรา 62.5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตแป้งสูงสุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับอัตรา 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ในฤดูกาลที่ 1 และ 2 ให้ผลผลิตแป้งต่ำที่สุด (C) ดังนั้นเพื่อให้ผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ ห้วยบง 80 ในชุดดินยโสธร มีปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้นเกษตรกรควรใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ (ดังภาพที่ 2)



ที่มา: พรชัย และคณะ (2565)

ภาพที่ 2 ผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตหัวมันสด (A) ปริมาณแป้ง (B) และผลผลิต (C) ของมันสำปะหลัง P₀ = 0 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์ P₁ = 12.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์ P₂ = 25 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์ P₃ = 37.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์ P₄ = 50 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์ P₅ = 62.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์

การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับสารปรับปรุงบำรุงดิน

ปัจจุบันหลายประเทศมีการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรกันอย่างกว้างขวาง โดยในแต่ละปีวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ถูกผลิตขึ้นเกือบหนึ่งพันล้านตัน (Mymrin et al., 2018) วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งสามารถใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ดินในระยะยาว และช่วยฟื้นฟูสภาพดินสำหรับการผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน เนื่องจากสามารถช่วยปรับสภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินให้ดีขึ้นได้ เพราะมีคาร์บอนอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก มีพีเอชที่เหมาะสม และมีธาตุอาหารพืชอยู่พอสมควร สำหรับในประเทศไทย วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเพื่อปรับปรุงดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยเฉพาะในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังได้ (Anusontpornperm et al., 2009) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่ามีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับอินทรีย์วัตถุชนิดต่าง ๆ เพื่อการปลูกมันสำปะหลัง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสรวมแกลบเผา

ธีรนุช และคณะ (2020) ได้ศึกษาผลของแกลบเผาและปุ๋ยฟอสฟอรัสในมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ แปลงหลัก (Main plot) เปรียบเทียบแกลบเผา 5 อัตรา BRH_0 , $BRH_{3.125}$, $BRH_{6.25}$, $BRH_{12.5}$ และ BRH_{25} ตันต่อเฮกตาร์ แปลงรอง (Subplot) ทดสอบปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 อัตรา P_0 , $P_{12.5}$, P_{25} , $P_{37.5}$, P_{50} , และ $P_{62.5}$ กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ เก็บข้อมูลผลผลิตหัวมันสำปะหลัง ร้อยละการสะสมแป้ง และผลผลิตแป้ง จากการศึกษาพบว่า ทดสอบแกลบเผาผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดอัตรา BRH_{25} ตันต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร้อยละการสะสมแป้งและการใส่แกลบเผาทุกอัตราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลผลิตแป้งอัตรา BRH_{25} ตันต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบปุ๋ยฟอสฟอรัสผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด $P_{12.5}$ กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ และ P_{50} กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตสูงสุด แต่อัตรา P_0 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ และ $P_{62.5}$ กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตต่ำที่สุด ร้อยละการสะสมแป้งและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ $P_{12.5}$ กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ และ P_{50} กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตแป้งสูงที่สุด (ตารางที่ 1) และพบอิทธิพลร่วมระหว่างแกลบเผากับปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ร้อยละการสะสมแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่แกลบเผาอัตรา 3.125 ตัน ต่อเฮกตาร์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตรา 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ร่วมกันในหลาย ๆ อัตราการทดลอง ดังนั้น (ตารางที่ 2) ดังนั้นเพื่อให้ผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ ห้วยบง 80 ในชุดดินยโสธร มีปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้นเกษตรกรควรใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์

ตารางที่ 1 ผลสะสมของแกลบเผาและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตมันสำปะหลัง

Treatment	Fresh tuber yield (t/ha)	Starch content (%)	Starch yield (t/ha)
Main plot: burnt rice husk			
BRH ₀	21.7 ± 3.98c	27.4 ± 2.76	5.97 ± 1.39c
BRH _{3.125}	23.1 ± 4.89bc	27.9 ± 2.29	6.49 ± 1.66bc
BRH _{6.25}	24.1 ± 5.20b	28.3 ± 1.74	6.86 ± 1.73b
BRH _{12.5}	24.3 ± 4.04b	27.2 ± 2.67	6.65 ± 1.49b
BRH ₂₅	27.8 ± 5.04a	28.1 ± 3.23	7.83 ± 1.75a
F-test	**	ns	**
subplot phosphorus fertilizer			
P ₀	21.8 ± 3.88c	28.0 ± 2.55	6.13 ± 1.41c
P _{12.5}	25.7 ± 5.10a	27.8 ± 2.63	7.18 ± 1.83a
P ₂₅	24.7 ± 5.33ab	27.9 ± 2.99	6.93 ± 1.80ab
P _{37.5}	24.4 ± 4.32ab	27.8 ± 1.99	6.79 ± 1.46abc
P ₅₀	25.8 ± 6.02a	27.6 ± 2.94	7.17 ± 2.09a
P _{62.5}	23.0 ± 4.45b	27.6 ± 2.42	6.36 ± 1.41bc
F-test	**	ns	*
Interaction: burnt rice husk × phosphorus fertilizer			
F-test	ns	**	ns

หมายเหตุ: ns, *, ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; BRH = แกลบเผา, BRH₀ = 0 ตันต่อเฮกตาร์, BRH_{3.125} = 3.125 ตันต่อเฮกตาร์, BRH_{6.25} = 6.25 ตันต่อเฮกตาร์, BRH_{12.5} = 12.5 ตันต่อเฮกตาร์, BRH₂₅ = 25 ตันต่อเฮกตาร์, P = ปุ๋ยฟอสฟอรัส P₀ = 0 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อ เฮกตาร์ P_{12.5} = 12.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P₂₅ = 25 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P_{37.5} = 37.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P₅₀ = 50 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P_{62.5} = 62.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์

ตารางที่ 2 Interaction: burnt rice husk × phosphorus fertilizer of Starch content (%)

Interaction: burnt rice husk × phosphorus fertilizer	BRH ₀	BRH _{3.125}	BRH _{6.25}	BRH _{12.5}	BRH ₂₅
P ₀	29.2 ± 0.71ab	28.2 ± 3.55abc	28.0 ± 2.20abcd	25.2 ± 2.81d	29.4 ± 3.74a
P _{12.5}	28.7 ± 2.44ab	25.5 ± 1.70cd	29.1 ± 4.37ab	27.9 ± 1.74abcd	27.8 ± 1.27abcd
P ₂₅	26.5 ± 1.93bcd	27.5 ± 0.73abc	29.0 ± 4.79ab	27.7 ± 4.81abcd	28.9 ± 1.96ab
P _{37.5}	27.4 ± 3.33abcd	27.6 ± 3.86abcd	28.2 ± 3.29abc	27.5 ± 1.39abcd	28.2 ± 2.20abc
P ₅₀	25.5 ± 2.19cd	29.5 ± 1.78a	27.9 ± 1.07abcd	28.1 ± 1.76abc	27.0 ± 2.64abcd
P _{62.5}	26.8 ± 1.46abcd	29.2 ± 0.85ab	27.7 ± 1.20abcd	27.0 ± 1.08abcd	27.6 ± 3.87abcd

หมายเหตุ: ns, *, ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; BRH = แกลบเผา, BRH₀ = 0 ตันต่อเฮกตาร์, BRH_{3.125} = 3.125 ตันต่อเฮกตาร์, BRH_{6.25} = 6.25 ตันต่อเฮกตาร์, BRH_{12.5} = 12.5 ตันต่อเฮกตาร์, BRH₂₅ = 25 ตันต่อเฮกตาร์, P = ปุ๋ยฟอสฟอรัส P₀ = 0 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อ เฮกตาร์ P_{12.5} = 12.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P₂₅ = 25 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P_{37.5} = 37.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P₅₀ = 50 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์, P_{62.5} = 62.5 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อเฮกตาร์

ที่มา: ชีรนุช และคณะ (2020)

การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับ Cassava Tails and Stalk-Bentonite

Cassava Tails and Stalk (CTS) เป็นเปลือกดินมันสำปะหลังเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังในขั้นตอนแรกของการผลิต ประกอบด้วยดินและบางส่วนของเหง้าและรากมันสำปะหลัง และแม่เปลือกดินมันสำปะหลังเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเช่นเดียวกับกากมันสำปะหลัง และเปลือกลำมันสำปะหลัง แต่ไม่สามารถนำไปใช้ผสมในอาหารสัตว์ได้ จึงกลายเป็นเศษเหลือทิ้งในปริมาณมาก ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการกักเก็บและสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม เปลือกดินมันสำปะหลังมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบอยู่พอสมควร จึงสามารถนำมาเป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ (Intawichai et al., 2016)

Bentonite (BTN) เบนโทไนท์เป็นหินเถ้าภูเขาไฟที่แปรเปลี่ยนเบื้องต้นไปเป็นเนื้อดิน ถูกใช้ในน้ำมาเป็นเวลา 200 ล้านปี อยู่ในกลุ่มแร่สมิ็คไทท์ (Smectite) หรือมอนต์มอริลโลไนท์ (Montmorillonite) เป็นองค์ประกอบหลักช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน ปรับสภาพดินทำให้ดินดี มีความอุดมสมบูรณ์ (กรุงเทพเคมี, 2017)

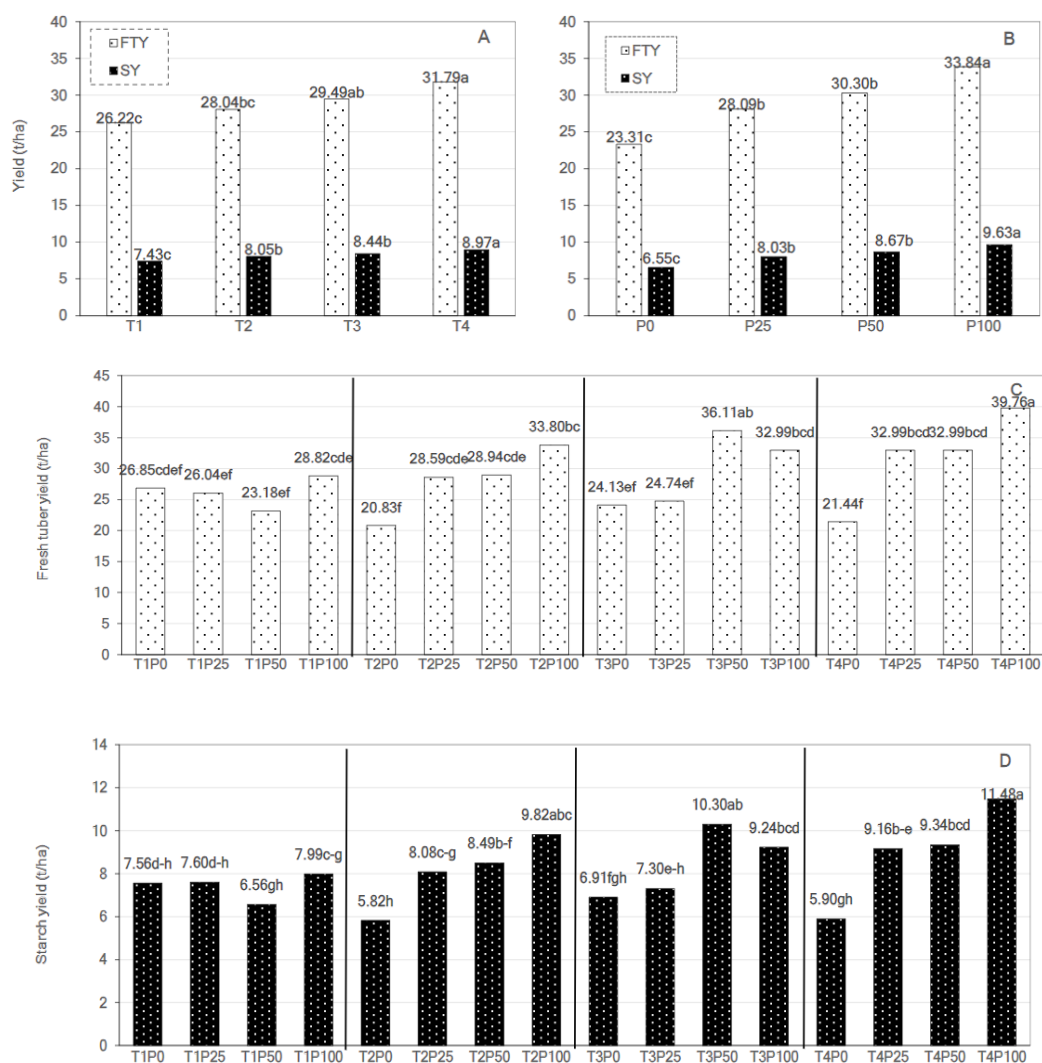
Aaron et al. (2023) ได้ศึกษาตรวจสอบการตอบสนองของปุ๋ยมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) Cassava Tails and Stalk (CTS) เปลือกดินมันสำปะหลัง ผสมกับเบนโทไนท์ (BTN) ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ธาตุสมิ็คไทต์เป็นหลัก มีพื้นที่ผิวสูงและมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก วางแผนการทดลองแบบแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ แผนการทดลองหลัก (Main plot) ประกอบด้วยอัตรา CTS +BTN อัตรา: 0+0, 6.25+1.25, 12.5+2.5 และ 25+5 ต้นต่อเฮกตาร์ แผนการทดลองรอง (Subplot) ประกอบด้วยปุ๋ย P อัตรา: 0, 25, 50 และ 100 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ พบว่าร้อยละการสะสมแป้งเมื่อใส่ CTS +BTN และปุ๋ยฟอสฟอรัสทุกอัตราไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้ง CTS +BTN อัตรา 25+5 ต้นต่อเฮกตาร์ (T4) ให้ผลผลิตสูงสุด (A) และเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา P_{100} กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้งสูงสุด (B) และยังพบอิทธิพลร่วมระหว่าง CTS +BTN กับปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 25+5 ต้นต่อเฮกตาร์ P_{100} กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ (T4P100) ให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตแป้งสูงที่สุด (C) (D) (ดังภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของการปรับปรุงดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อร้อยละการสะสมแป้ง

CTS+BN	P fertilizer (kg/ha of P_2O_5)				Mean
	0	25	50	100	
Starch content (%)					
0+0	28.13	29.20	28.25	27.78	28.34
6.25+1.25	27.73	28.30	29.25	29.10	28.59
12.5+2.5	28.58	29.43	28.55	28.03	28.64
25+5	27.63	27.78	28.30	28.85	28.14
Mean	28.02	28.68	28.59	28.44	
C.V. (%)	5.0				

หมายเหตุ ¹ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสทมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ด้วยวิธี DMRT.

ที่มา: Aaron et al. (2023)



ที่มา: Aaron และคณะ (2023)

ภาพที่ 3 A) ผลของการปรับปรุงดิน และ B) ปุ๋ย P ต่อผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้ง T1 = 0+0 ตันต่อเฮกตาร์ CTS+BTN; T2 = 6.25+1.25 ตันต่อเฮกตาร์ CTS+BTN; T3 = 12.5+2.5 ตันต่อเฮกตาร์ CTS+BTN; T2 = 25+5 ตันต่อเฮกตาร์ CTS+BT P0 = 0 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ P25 = 25 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ P50 = 50 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ P100 = 100 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ CTS = เปลือกดินมันสำปะหลัง BTN = เบนโทไนท์; P = ปุ๋ยฟอสฟอรัส; FTY = ผลผลิตหัวสด SY = ผลผลิตแป้ง

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ตอบสนองไม่ดีกับร้อยละการสะสมแป้ง และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับสารปรับปรุงบำรุงดิน (แกลบเผา, Cassava Tails and Stalk-Bentonite) ส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสดและผลผลิตเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ตอบสนองไม่ดีกับร้อยละการสะสมแป้งเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2551. ธาตุอาหารพืช และการใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังในภาคตะวันออก. แหล่งที่มา: <http://lib.doa.go.th/multim/e-book/EB00569.pdf>. สืบค้นเมื่อ 6 กันยายน 2566.
- กรุงเทพเคมี. 2017. Bentonite เบนโทไนท์. แหล่งที่มา: <https://xnc.com/index.php/route>. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2566.
- ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน). 2564. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม 2565-2567 มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/cassava/io/io-cassava-21>. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2566.
- ธีรณัฐ โอภาชาติ, สมชัย อนุสินธุ์พรเพิ่ม, ศุภิมา ธนะจิตต์, เอิบ เขียวรีนรมณ์ และ มัชฌิมา พันธุ์เอี่ยม 2565. ผลสะสมของแกลบเผาที่ใส่ต่อเนื่อง 3 ปี และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อสมบัติทางเคมีดินและมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเนื้อหยาบสีแดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 53(3): 278-279
- ปรีชา สุริยพันธุ์. 2545. สถานการณ์ปัจจุบันและศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังของไทย. วารสารการเกษตร 43(2): 201.
- พรชัย อุปีพันธ์พงศ์ชัย, สมชัย อนุสินธุ์พรเพิ่ม, ศุภิมา ธนะจิตต์, เอิบ เขียวรีนรมณ์ และ มัชฌิมา พันธุ์เอี่ยม 2565. ผลสะสมของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดิน ย้อยธร และการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 53(2): 193.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2560. มันสำปะหลัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2566.
- ส่วนสินค้าเกษตร สำนักการค้าสินค้า. 2563. สินค้ามันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: <https://api.dtn.go.th/files/v3/5e871694ef4140f16b21b86a/download>. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2566.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2563. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th>. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2566.
- สุเทพ ทองแพ. ม.ป.พ. ดิน-ปุ๋ย-น้ำ. เอกสารประกอบการอบรมดิน-ปุ๋ย-น้ำมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 108 พรรณไม้. 2021. ที่มา: <https://www.panmai.com>. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2566.
- Aaron Leitch, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Wittaya Jindaluang and Mutchima Phun-lam. 2023. Cassava Response to Phosphorus Fertilizer in Warin Soil Series Amended with Cassava Tails and Stalk-Bentonite Mixture. Trends Sci. 20(5): 4885
- Anusontpornperm, S., S. Nortcliff and I. Kheoruenromne. 2009. Interpretability comparison between soil taxonomic and fertility capability classification units: a

- case of some major cassava soils in northeast, Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43(5): 9–18.
- Howeler, R.H. 1991. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. *Field Crops Res.* 26(1): 1–18.
- Intawichai, Y., S. Anusontpornperm, I. Kheoruenromne, S. Thanachit and P. Petprapai. 2016. Response of cassava, Huay Bong 80 variety, to cassava tails and stalk, and soil inorganic amendments. *Agricultural Sci. J.* 47(3): 317–327. (in Thai)
- Mymrin, V., D.E. Pedroso, C. Pedroso, K. Alekseev, M.A. Avanci, E. Winter Jr, L. Cechin, P.H.B. Rolim, A. Iarozinski and R.E. Catai. 2018. Environmentally clean composites with hazardous aluminum anodizing sludge, concrete waste, and lime production waste. *J. Clean. Prod.* 174: 380–388.
- Omondi, J.O., N. Lazarovitch, S. Rachmilevitch and U. Yermiyahu. 2019. Phosphorus affects storage root yield of cassava through root numbers. *J. Plant Nutr.* 42(17): 2070–2079.
- Sandra Milena Salazar. 2022. Nutritional Deficiencies in Cassava. The Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) is part of CGIAR - a global research partnership for a food-secure future.