

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการด้วยกัน ประการแรกต้องการทราบถึงลักษณะของการตรึงฟอสฟอรัสของดินบนที่สูง ในเขตภาคเหนือตอนบน ประการที่สอง ต้องการทราบถึงผลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและการเพิ่มเติมปุ๋ยฟอสเฟตต่อการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ และประการสุดท้ายต้องการทราบว่าปัจจัยต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาจะมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส ที่พืชจะนำไปใช้อย่างไร ผลการวิจัยจึงอาจนำไปเป็นบรรทัดฐานสำหรับการจัดการ และปรับปรุงความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส ของดินบนที่สูงต่อไป

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ได้ทำการคัดเลือกดินจาก 4 แหล่งด้วยกัน คือ ดินแม่สะลองและดอยตุง จากจังหวัดเชียงราย ส่วนดินแม่สาใหม่และแม่แยง นำมาจากอำเภอแม่ริม และแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนใหญ่เป็นดินที่เกิดจากการผุพังของหินแกรนิตมีลักษณะร่วนเหนียว มีความเป็นกรด-ด่างต่ำ ประมาณ 5.0 และมีองค์ประกอบหลักทางเคมีโดยเฉพาะเหล็กและอลูมิเนียมออกไซด์ ในปริมาณสูงแตกต่างกัน เมื่อนำดินดังกล่าวมาศึกษาลักษณะการดูดตรึงฟอสฟอรัสปรากฏว่า ดินแม่สะลองมีความสามารถสูงสุดในการดูดตรึงฟอสฟอรัส รองลงมาได้แก่ ดินแม่แยง ดอยตุงและดินแม่สาใหม่ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากดินแม่สะลองมีปริมาณเหล็กออกไซด์และอลูมิเนียมออกไซด์สูงถึง 60,584 และ 9,582 ppm ในขณะที่ดินแม่แยงและดอยตุงมีน้อยกว่านี้ สำหรับดินแม่สาใหม่มีน้อยที่สุดคือ 5,481 ppm และ 2,191 ppm ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ดินแม่แยงมีปริมาณการดูดตรึงฟอสฟอรัสน้อยกว่าดินแม่สะลองไม่มาก เพราะมีปริมาณเหล็กและอลูมิเนียมที่สกัดได้สูงกว่าดินอื่น คือ มี 85 และ 104 ppm

สำหรับการศึกษาอิทธิพลของความเป็นกรด-ด่างต่อปริมาณสัดส่วนของฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ พบว่า การปรับความเป็นกรด-ด่างของดินจากเดิมประมาณ 5.0 ยกเว้นดินแม่สาใหม่ที่มีประมาณ 5.5 ไปอยู่ที่ระดับ 4.5, 5.5, 6.5 และ 7.5 ตามลำดับ ทำให้ฟอสฟอรัสในรูป Ca-P มีปริมาณเพิ่มขึ้นโดยทั่วไป แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มากนัก สำหรับปริมาณสัดส่วนฟอสฟอรัสรูปอื่น ได้แก่ Al-P, Fe-P และ Reductant soluble iron phosphate แสดงแนวโน้มลดลงตามระดับความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มขึ้น

การเพิ่มเติมฟอสฟอรัสในรูป KH_2PO_4 ที่ระดับ 15 และ 40 ug/g มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในปริมาณสัดส่วนฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ คือ Ca-P และ Al-P

ของดินบนที่สูงส่วนใหญ่เพิ่มขึ้น แต่ฟอสฟอรัสในรูป Fe-P และ Reductant soluble iron phosphate ปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามการเติมฟอสฟอรัสเฉพาะที่ความเป็นกรด-ต่าง 4.5 และ 5.5 เมื่อความเป็นกรด-ต่างมากขึ้น คือ 6.5 และ 7.5 อิทธิพลดังกล่าวจะลดน้อยลงจนเกือบมองไม่เห็นความแตกต่าง ซึ่งผลดังกล่าวยืนยันได้ในดินแม่สาใหม่ แม่สะลองและดอยตุง สำหรับในดินแม่แฉงการเพิ่มขึ้นของ Fe-P ไม่เด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับดินอื่น ในขณะที่ Reductant soluble iron phosphate มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระดับความเป็นกรด-ต่างแต่ไม่มากนัก

นอกจากนี้การปรับความเป็นกรด-ต่างของดินและการเติมฟอสฟอรัสยังมีผลกระทบต่อปริมาณผลรวมของสัดส่วนฟอสฟอรัส โดยจะมีปริมาณผลรวมลดลงเมื่อมีความเป็นกรด-ต่างเพิ่มขึ้น แต่การเติมฟอสเฟตในรูป KH_2PO_4 จะทำให้ปริมาณผลรวมของฟอสฟอรัสของดินสูงขึ้น มีข้อน่าสังเกตคือ ผลต่างของสัดส่วนฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ คือ ที่เพิ่มขึ้นจากเดิมมีมากกว่าฟอสฟอรัสที่ใส่ให้กับดินแต่ละชนิด ทั้งนี้เนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาของ KH_2PO_4 ในลักษณะการเข้าแทนที่ฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ ของดินทำให้เกิดความแปรปรวนในปริมาณฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ

ผลกระทบของความเป็นกรด-ต่างและการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในรูป $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ต่อน้ำหนักแห้งและการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพด พบว่า ปริมาณความเจริญเติบโตของข้าวโพดพันธุ์ F₁ 7x8 เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและให้ผลผลิตดีที่สุดในช่วงความเป็นกรด-ต่าง 5.5-6.5 ยกเว้นในกรณีของข้าวโพดที่ปลูกในดินแม่แฉงและดอยตุง การยกกระดับความเป็นกรด-ต่างสูงเกินไปถึง 6.5 กลับทำให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลงแม้จะมีการเติมฟอสเฟตระดับสูงถึง 40 ug/g ก็ตาม ถ้าระดับความเป็นกรด-ต่าง 5.5 สำหรับเปรียบเทียบความเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดิน 4 ชนิดปรากฏว่าที่ระดับฟอสฟอรัส 0 ug/g น้ำหนักข้าวโพดในดินแม่สาใหม่ แม่สะลอง แม่แฉงและดอยตุงจะได้ 11.5, 10.9, 15.5, และ 1.6 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ที่ระดับ 15 ug/g ได้ 21.3, 21.8, 21.3 และ 8.3 กรัมต่อกระถาง สำหรับฟอสเฟตที่ระดับ 40 ug/g ได้ 26.4, 22.7, 25.7 และ 23.6 กรัมต่อกระถาง อาจกล่าวได้ว่าการยกกระดับความเป็นกรด-ต่างให้สูงขึ้นได้สร้างปัญหาทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอื่น ๆ ลดน้อยลง โดยเฉพาะ Zn ปัจจุบันจึงกล่าวเป็นตัวกำหนดปริมาณผลผลิตของข้าวโพดทำให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดที่ปลูกในดินแม่แฉงและดอยตุงลดลง ในขณะที่ข้าวโพดที่ปลูกในดินแม่สาใหม่ แม่สะลอง ยังคง

เจริญเติบโตดีเนื่องจากได้รับปัจจัยเพียงพอ ความเป็นกรดจัดที่ความเป็นกรด-ด่าง 4.5 จะลดความเจริญเติบโตของข้าวโพด ทั้งนี้คงสืบเนื่องมาจากความเป็นพิษของเหล็กและอลูมิเนียมและแมงกานีสที่มีอยู่ในดินแต่ละชนิด ดินแม่แอ้งแม้จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ดั้งเดิม (13.2 ppm) สูงกว่าดินอื่น ๆ ก็ตาม แต่ก็ให้ผลผลิตน้อยกว่าดินแม่สำใหม่และแม่สะลอง สำหรับดินคอยตุงการที่มีผลผลิตต่ำสุด น่าจะมาจากมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้เริ่มต้น (1.1 ppm) ต่ำกว่าดินอื่น ๆ

ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด ค่อนข้างจะมีความสัมพันธ์กับระดับความเป็นกรด-ด่าง เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของข้าวโพด กล่าวคือ การสะสมฟอสฟอรัสจะสูงในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 5.5-6.5 ยกเว้นกรณีของข้าวโพดที่ปลูกในดินแม่แอ้งและคอยตุง จะมีการสะสมลดลงที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง 6.5 สาเหตุการลดลงของปริมาณการสะสมเมื่อยกระดับความเป็นกรด-ด่าง ได้อธิบายไว้ในเรื่องของผลผลิตของข้าวโพด การเพิ่มเติมปุ๋ยฟอสเฟตทำให้ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับฟอสฟอรัส 40 ug/g จะมีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดสูงสุด ยกตัวอย่างที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง 5.5 ที่ปลูกในดินทดลองทั้ง 4 ชนิด คือ แม่สำใหม่ แม่สะลอง แม่แอ้ง และคอยตุง ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่ดี สำหรับข้าวโพด มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเฉลี่ย 9.4, 10.5, 9.0 และ 2.2 มิลลิกรัมต่อกระถางที่ระดับฟอสฟอรัส 0 ug/g ปริมาณการสะสมเพิ่มเป็น 19.4, 40.2, 18.7 และ 9.2 มิลลิกรัมต่อกระถางที่ระดับฟอสฟอรัส 15 ug/g และ 27.8, 28.9, 22.4 และ 24.1 ตามลำดับที่ระดับฟอสฟอรัส 40 ug/g

จากการเปรียบเทียบปริมาณสัดส่วนฟอสฟอรัสของดินทั้ง 4 ชนิดภายหลังเสร็จสิ้นการปลูกข้าวโพดอายุ 45 วัน กับปริมาณดั้งเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้วในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของ Ca-P และ Reductant soluble iron phosphate ลดลงโดยทั่วไป ปริมาณ Ca-P ลดลงทั้ง ๆ ที่มีการเพิ่มเติมปุ๋ยฟอสเฟตในรูป $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ เป็นไปได้ว่าข้าวโพดสามารถใช้ฟอสฟอรัสในรูปของ Ca-P และ Reductant soluble iron phosphate ได้ดีกว่าในรูปอื่น ๆ ข้ออ้างอิงสำหรับค่ากล่าวข้างต้นก็คือ ปริมาณ Al-P มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนหมดความสำคัญ ในขณะที่ Fe-P ต้องมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในดินแม่สะลอง แม่สำใหม่ และแม่แอ้ง แต่ดินคอยตุงค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง