รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** วิจัยการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพด
2. **โครงการวิจัย** การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพด
3. **ชื่อการทดลอง** การทดสอบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในการผลิตข้าวโพดหวานจังหวัดเชียงรายTechnology Verificacian on Using phosphate solubilizing microorganisms in Sweet Corn Production Chiang Raiprovince
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	วัฒนนิกรณ์ เทพโพธา	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย
ผู้ร่วมงาน	นายสันติ โยธาราช	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
	วิลาสลักษณ์ ว่องไว	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1
	นางสาวนริศรา สุวรรณ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน
	พีชณิตดา ธารานุกูล	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโนนสูง
	พรพนัช มีกุล	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

5. **บทคัดย่อ**

การทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในการผลิตข้าวโพดหวานของเกษตรกรจังหวัดเชียงรายมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงดำเนินการที่ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ปีพ.ศ. 2562 - 2563 ในแปลงเกษตรกร 10 รายเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 2 กรรมวิธีคือ 1. กรรมวิธีใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตร่วมกับ 50 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยฟอสเฟตตามวิธีเกษตรกร 2. กรรมวิธีเกษตรกรไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพและใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรผลการทดสอบพบว่า ปี 2562 ผลผลิตต่อไร่กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 1,822 - 3,600 กิโลกรัมต่อไร่เฉลี่ย 2,848 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 1,760 - 3,511 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 2,767 กิโลกรัมต่อไร่ โดยกรรมวิธีทดสอบเฉลี่ยมากกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ด้านต้นทุนพบว่ากรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 4,629 - 8,137 บาทต่อไร่ เฉลี่ย 6,037 บาทต่อไร่ กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนอยู่ระหว่าง4,636 – 8,575 บาทต่อไร่ เฉลี่ย 6,283 บาทต่อไร่ เกษตรกรขายข้าวโพดหวานราคา 3.80 บาทต่อกิโลกรัม โดยพบว่ากรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิระหว่าง 2,295 – 7,457 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีรายได้สุทธิระหว่าง 1,679 – 6,753 บาทต่อไร่ และกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.40 – 2.53 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.30 – 2.42ในปี 2563 น้ำหนักผลผลิตต่อไร่กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 2,000 - 3,600 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 3,030.2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 2,111.1 - 3,582.2 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 2,933.3 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีทดสอบมี

ศรีวิชาการเกษตร

ค่าเฉลี่ยมากกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ด้านต้นทุนพบว่า กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 4,737 - 7,141 บาทต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 6,296 บาทต่อไร่ กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนอยู่ระหว่าง 5,196 – 8,379 บาทต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 6,620 บาทต่อไร่ เกษตรกรขายข้าวโพดหวานในราคา 4.0 - 4.3 บาทต่อกิโลกรัม โดยพบว่ากรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิระหว่าง 2,723 – 7,833 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีรายได้สุทธิระหว่าง 1,909 – 7,259 บาทต่อไร่ และกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.43 – 2.46 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.28 – 2.26

6. คำนำ

ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea may* Line Var. *Saccharata*จัดอยู่ในตระกูล *Gramineae*เป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศ มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 7,600 ล้านบาทต่อปี ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวาน 221,465 ไร่ ผลผลิตฝักสด 434,453 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558 อ้างโดย วรรณภาและปกป้อง, 2560) ปี พ.ศ. 2559 ไทยส่งออกข้าวโพดหวานทั้งแบบสดแบบแปรรูป แบบแช่เย็น และแบบอื่นรวม 19,2419 ตัน มูลค่า 21.76 ล้านเหรียญสหรัฐ (บริษัทซันสวีท จำกัด (มหาชน) ,2561) ภาคเหนือตอนบนเป็นแหล่งผลิตใหญ่ที่ขยายพื้นที่ปลูกมาจากภาคตะวันตกและภาคกลาง ระบบการผลิตมีทั้งฤดูฝนบนที่ดอนและฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าวพบปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง และน่าน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (2547) การผลิตข้าวโพดหวาน ควรเตรียมดินไถและตากดิน 7 - 10 วัน หลังจากนั้นเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร, 2557) การปลูกแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การปลูกแบบแถวเดี่ยว แบบที่ 1 ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร ปลูกจำนวน 1 ต้นต่อหลุม และแบบที่ 2 ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร ปลูกจำนวน 1 ต้นต่อหลุม ส่วนการปลูกแบบแถวคู่ ระยะปลูกระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ปลูก 2 แถว ระยะ 30 – 35 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้นต่อหลุม รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 25-30 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ป้องกันกำจัดวัชพืช โดยพ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนปลูก 7 - 15 วัน พ่นคลุมดินหลังปลูกก่อนวัชพืชงอก และพ่นหลังปลูก 20 วัน แมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวโพดหวานที่มีการระบาดใหม่ได้แก่ หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด หรือ Fall Armyworm (FAW) มีชื่อวิทยาสาสตร์ว่า *Spodopterafrugiperda*ปัจจัยที่ทำให้เกิดการระบาดอย่างรวดเร็ว ได้แก่ การปลูกข้าวโพดไม่พร้อมกันในแต่ละพื้นที่ซึ่งตัวเต็มวัยหนอนชนิดนี้สามารถวางไข่ได้มากถึง 2,000 ฟอง/ตัว มีวงจรชีวิต อยู่ที่ 30 - 40 วัน และบินได้ไกลถึง 100 กม./คืน การเข้าทำลายข้าวโพดเกิดขึ้นในระยะที่เป็นตัวหนอนเท่านั้น กรมวิชาการเกษตรแนะนำการป้องกันกำจัด เมื่อพบการระบาด ได้แก่ สารสไปนีโทแรม (spinetoram), สารคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantrailiprole), สารฟลูเบนไดอะไมด์ (flubendiamide), สารคลอร์ฟีนาเพอร์ (chlorfenapyr) และสารอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb)

กรมวิชาการเกษตร

อัตราตามแนะนำของกรมวิชาการเกษตรโดยพ่นทุก 7 วันติดต่อกัน 2-4 ครั้ง และต้องสลับกลุ่มสารทุก 30 วัน เพื่อลดการต้านทานสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (นิพนธ์, 2562)

จากการดูแลรักษาตั้งแต่ปลูกไปจนถึงเก็บเกี่ยวล้วนต้องใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรทั้งสิ้น ปัจจุบันราคาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรมีราคาสูงขึ้นทำให้เกษตรกรได้กำไรน้อยลง และบางรายประสบปัญหาขาดทุนเมื่อราคาผลผลิตตกต่ำ มีการรวบรวมข้อมูลต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวานต่อไร่ จากกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกในเขตจังหวัดกาญจนบุรี พ.ศ. 2559 - 2560 พบว่า ต้นทุนการผลิตรวม 4800 – 6,950 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,500 ก.ก./ไร่ (ระหว่าง 1,500 - 3,500 ก.ก./ไร่) จากจำนวนฝัก 6,000 – 8,000 ฝัก ต้นทุนการผลิตประกอบด้วยค่าเตรียมดิน 600 – 1,000 บาท/ไร่ ค่าเมล็ดพันธุ์ 750 – 800 บาท/ไร่ ค่าปลูก 350 – 400 บาท/ไร่ ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช 400 – 800 บาท/ไร่ ค่าปุ๋ย 1,200 – 1,500 บาท/ไร่ ค่าไฟและเครื่องยนต์ในการให้น้ำ 400 – 600 บาท/ไร่ ค่าแรงงานและการจัดการ 300 – 500 บาท/ไร่ ค่าเก็บเกี่ยว 800 – 1,350 บาท/ไร่ ส่วนการจำหน่าย ราคาขายหน้าไร่ (ขึ้นอยู่กับระยะทางจากไร่ถึงจุดรับซื้อ 3.80 – 4.00 บาท/ก.ก. ราคาตลาดฝักข้าวโพดหวานสด 4.0 – 8.0 บาท/ก.ก. ราคาหน้าโรงงาน 5.00 – 6.50 บาท/ก.ก. ราคาผู้บริโภค (ตลาดฝักสด) ข้าวโพดฝักสด 8 – 10 บาท/ฝัก น้ำนมข้าวโพด 10 – 15 บาท/ขวด ข้าวโพด 1 ก.ก. สามารถทำนมข้าวโพดได้ 2.00 – 2.50 ขวด (วรรณภา และปกป้อง, 2560) การลดต้นทุนการผลิตเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลกำไรให้เกษตรกรและลดปัญหาการขาดทุน สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (2557) ให้แนวทางการลดต้นทุนการผลิตข้าวโพดฝักสด ว่าผลผลิตข้าวโพดหวานเฉลี่ย 1,878 กิโลกรัมต่อไร่ต้นทุนเฉลี่ย 7,000 - 8,000 บาทต่อไร่ คิดต้นทุนรวมต่อกิโลกรัมเฉลี่ย 3.50 บาท พันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรได้แก่พันธุ์ CNSH 7550 ,พันธุ์สงขลา 84-1 ราคาเมล็ดพันธุ์ประมาณกิโลกรัมละ 200 บาทถูกกว่าทำการค้า ซึ่งมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 650 ถึง 780 บาท มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2552) ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยปลูกทดสอบ 9 ฤดูปลูก ตั้งแต่ ปี 2543 - 2545 ทั้งในระดับแปลงทดลอง และในไร่เกษตรกรจนได้พันธุ์ข้าวโพดหวานสองสีลูกผสมเดี่ยว NO.4058 Fi ที่ปรับตัวได้ดีในภาคเหนือตอนบน ต้นสม่ำเสมอมีคุณภาพความหวานและอ่อนนุ่มดี เมล็ดสีเหลืองสลับขาว ทนทานต่อโรคราสนิม ราคาเมล็ดพันธุ์ 600 บาท/กก. หรือครึ่งหนึ่งของพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ

ฟอสฟอรัสมีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช (Igual et al.,2001) เพราะเป็นธาตุที่เป็นส่วนประกอบของ phospholipids, sugar phosphate, nucleic acid nucleotides และ coenzyme บางชนิดมีบทบาทสำคัญใน energy carrier ในพืช จึงทำให้พืชเจริญเติบโต แข็งแรง สร้างรากแตกแขนง และกิ่งก้าน ทำให้สร้างดอก และเมล็ด เมื่อขาดฟอสฟอรัสพืชจะมีการเติบโตที่จำกัด ต้นเมล็ดผอมแกร็น (Bray & Weil, 2008) สำหรับไม้เถา อาจพบลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้แข็งเปราะง่าย ใบเล็กผิดปกติ รากสั้นไม่แตกแขนง ออกดอกช้ากว่าปรกติ ดอกอาจเล็ก และเปอร์เซ็นต์ของดอกที่ติดผลต่ำกว่า

กรมวิชาการเกษตร

ปกติ หากเป็นธัญพืชมีการแตกกอน้อย ผลผลิตต่ำ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก ธาตุหนึ่ง ในฤดูเพาะปลูกพืชไร่หนึ่งฤดูปลูกมีการสูญเสียฟอสฟอรัสจากดินประมาณ 0.5 - 0.8 กก. ฟอสฟอรัสต่อไร่ พืชดูดฟอสฟอรัสจากดินในรูปของอนุมูลออโทฟอสเฟต (H_2PO_4) โดยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นพืชอาจจะมากกว่านับเป็นพันๆ เท่าของฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดิน ฟอสฟอรัสในดินเกือบทั้งหมดในรูปของพวกออร์โทฟอสเฟต หรือพวกที่แปลงมาจากกรดฟอสฟอริกเกือบทั้งสิ้น ฟอสเฟตในดินแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ อินทรีย์ฟอสเฟต และอนินทรีย์ฟอสเฟต อินทรีย์ฟอสเฟตในดินประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด โดยเฉลี่ยแล้วพบว่ามี nucleic acid 2 เปอร์เซ็นต์ phospholipid 1 เปอร์เซ็นต์ และ inositol phosphate 35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือยังไม่สามารถจำแนกชนิดว่าเป็นสารประกอบใด ส่วนอนินทรีย์ฟอสเฟตในดิน มีทั้งพวกที่เป็นไอออนฟอสเฟตในสารละลายดิน และพวกที่เป็นสารประกอบหรือแร่ที่เป็นของแข็งอยู่ในดิน ฟอสฟอรัสนับว่าเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดไม่น้อยไปกว่าธาตุไนโตรเจน จากการศึกษาพบว่าข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสตลอดฤดูปลูกเช่นกัน แต่มีความต้องการในระยะเริ่มแรกมากกว่าในระยะอื่นๆ อย่างไรก็ตามในระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้และตัวเมีย ธาตุฟอสฟอรัสก็มีบทบาทสำคัญในการช่วยเสริมสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับต้นและเมล็ดเช่นกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ปุ๋ยชีวภาพ ตามนิยามมาตรฐานทางวิชาการปุ๋ย ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2544 ตามประกาศของคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก 2546 และตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550 หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์ คุณลักษณะของปุ๋ยชีวภาพ ต้องปลอดภัยจากสารพิษที่เป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม และไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่อคน สัตว์ และพืช นอกจากนั้นมีคำนิยามปุ๋ยชีวภาพ ว่าหมายถึง แบคทีเรียและราที่ใส่ให้แก่พืชเพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังหมายถึงแบคทีเรียและราที่เป็นตัวการทำหน้าที่เร่งเชิงชีวภาพ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของพืช (ยงยุทธ, 2557) ประเภทของจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ช่วยสร้างธาตุอาหารไนโตรเจน เช่น ไรโซเบียม (*Rhizobium* sp.), แฟรงเคีย (*Frankia*sp.), อะนาบีนา (*Anabaena azollae*), นอสทอค (*Nostoc*), แบคทีเรีย เช่น อะโซโตแบคเตอร์ (*Azotobacter*sp.) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินส่วนจุลินทรีย์ที่ช่วยสร้างธาตุอาหารฟอสฟอรัส เป็นจุลินทรีย์ที่ช่วยดูดซับธาตุฟอสฟอรัสในดินและพืชจะได้รับธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ กลุ่มที่ช่วยดูดซับธาตุฟอสฟอรัสให้กับพืชเป็นจุลินทรีย์อาศัยอยู่ในรากพืชหรืออยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ได้แก่ เชื้อราไมโคไรซ่า (Mycorrhiza) เส้นใยที่อาศัยอยู่กับรากพืชจะชอนไชอยู่ในดิน ช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัส ทำให้พืชที่มีไมโคไรซ่าอาศัยอยู่ด้วยได้รับธาตุฟอสฟอรัส โดยพืชจะได้รับธาตุนี้ด้วยการซึมผ่านเซลล์ของเชื้อรานี้เข้าไปสู่เซลล์ของ

กรมวิชาการเกษตร

รากพืช นอกจากนี้ยังทำให้มีพื้นที่ผิวรากพืชมากขึ้น ทำให้ดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น ช่วยดูดซับและสะสมธาตุอาหารอื่นไว้ในรากพืช ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ช่วยดูดซับธาตุอาหารจากหินและแร่ที่สลายตัวยาก รวมทั้งจากอินทรียวัตถุที่ยังสลายตัวไม่หมดหรือยังไม่แปรสภาพเป็นปุ๋ยอินทรีย์ พืชที่มีเชื้อราไมโคไรซ่าอาศัยอยู่จะช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคพืชได้ดี ช่วยป้องกันโรคให้กับรากพืชได้ดีกว่ารากปกติ ส่งเสริมให้พืชดูดน้ำได้ดีขึ้น ทำให้พืชทนแล้งได้มากกว่าปกติ ลดความเป็นพิษของสารเคมีการเกษตร และโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในดิน เชื้อราไมโคไรซ่าที่สำคัญแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เอ็คโตไมโคไรซ่า เป็นเชื้อราที่เกิดและเจริญอยู่เฉพาะรอบๆ ผิวรากภายนอกเป็นไมโคไรซ่าที่สามารถสร้างเส้นใยอยู่บริเวณรอบๆ ผิวรากพืช ครอบคลุมผิวรากภายนอกอัดกันแน่นเป็นแผ่นคล้ายเป็นเปลือกราก บางส่วนของเส้นใยจะเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ภายในรากพืช และเข้าไปถึงชั้นของคอร์เท็กซ์ (cortex) ส่วนอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซ่า เป็นเชื้อราที่เกิดและเจริญอยู่เฉพาะภายในเซลล์ของรากพืช และเส้นใยที่เจริญอยู่ในดินภายนอกรากพืช เส้นใยที่อยู่ภายนอกรากพืชจะอยู่กันอย่างหลวมๆ เป็นเอ็นโดไมโครไรซ่าชนิดที่เส้นใยไม่มีผนังกั้น จะสร้างเส้นใยจะเจริญเข้าไปอยู่ในเซลล์ของรากพืช ระหว่างเซลล์ของชั้นคอร์เท็กซ์ (cortex) และกลุ่มที่ช่วยย่อยสลายหรือละลายฟอสเฟต จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มีอยู่หลายชนิด ทั้งแอคติโนมัยซีท แบคทีเรีย และเชื้อรา ที่สามารถย่อยสลายฟอสเฟตละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช โดยปกติฟอสฟอรัสที่พบอยู่ในดินจะมีอยู่ 2 รูป คือ ฟอสฟอรัสอินทรีย์ (Organic phosphorus) เช่น ไฟติน (Phytin) ฟอสฟอไลปิด (Phospholypid) กรดนิวคลีอิค (Nucleic acid) อีกรูปหนึ่งคือฟอสฟอรัสอนินทรีย์ (Inorganic phosphorus) เช่น สารประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก อลูมินัม และฟลูออรีน ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีอยู่น้อยมาก ส่วนใหญ่จะถูกตรึงโดยปฏิกิริยาทางเคมีในรูปตกตะกอนไม่ละลายจุลินทรีย์ในดินสามารถดูดซับฟอสฟอรัสอนินทรีย์ในดิน เพื่อการเจริญเติบโตโดยสะสมอยู่ในเซลล์ของจุลินทรีย์ในรูปของฟอสฟอไลปิด DNA, RNA, ATP และจะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อจุลินทรีย์ตายและถูกย่อยสลาย และพืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะเป็นฟอสฟอรัสอินทรีย์ (กลุ่มวิจัยและจุลินทรีย์ดิน, 2545)

จากรายงานการทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มของเชื้อแบคทีเรีย แอคติโนมัยซิสและราที่มีความสามารถละลายอนินทรีย์ฟอสเฟตจากดินโดยเลี้ยงบนอาหารเพาะเชื้อที่มีแคลเซียมฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตและสร้างกรดอินทรีย์ละลายอนุภาคของแคลเซียมฟอสเฟตที่มีอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อเกิดบริเวณใส (clear zone) รอบโคโลนี (Illmer&Schinner, 1995) นอกจากนี้มีการทดสอบสายพันธุ์ราจากดินที่มีความสามารถละลายแคลเซียมฟอสเฟต ในอาหารเพาะเชื้อและหินฟอสเฟตในอาหารเหลว พบว่าจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่แยกได้จากข้าวโอ๊ตสามารถละลาย tricalcium phosphate และ hydroxyl apatite แต่ในปริมาณที่น้อยกว่า dicalcium phosphate จากการแยกเชื้อราในดินของ Pradhan และ Sukla (2005) พบว่าเชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. สามารถละลายฟอสเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ส่วนในแถบแอฟริกามีการทดสอบแยกเชื้อราจากส่วน

ต่างๆ บริเวณรากพืช ได้แก่ อ้อย กะหล่ำ มะเขือเทศ และพืชตระกูลถั่ว พบกลุ่มเชื้อราที่สามารถละลายฟอสเฟตได้มี 167 ตัวอย่าง เมื่อจัดจำแนกพบว่าเป็นเชื้อรากลุ่ม *Aspergillus*55.69% และ *Penicillium*23.35% (Elias et al., 2016) เมื่อทดลองใส่เชื้อทั้งสองชนิดพร้อมกันในการทดสอบกับถั่วลิสง พบว่า น้ำหนักแห้งและผลผลิตของถั่วลิสงมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ได้ใส่เชื้อทั้งสองชนิด (Malviya et al., 2011) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างเชื้อรากับเชื้อแบคทีเรีย พบว่าเชื้อรามีประสิทธิภาพในการละลายหินฟอสเฟตได้มากกว่าแบคทีเรีย (Kucey, 1983) โดยเชื้อราจะละลายฟอสฟอรัสจากน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ไปจนถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ของ 20.6mg P ที่มีอยู่ในสารละลายที่เติมหินฟอสเฟต Idaho ภายในเวลา 8 วัน ส่วนแบคทีเรียจะย่อยสลายฟอสฟอรัสได้เพียง 0.01 – 11 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาเดียวกัน นอกจากนั้น (Khan &Bhatanagar, 1977 อ้างโดย ธงชัย, 2540) พบว่าเชื้อรา *Aspergillusniger*สามารถละลายฟอสเฟต 0.4 - 30 เปอร์เซ็นต์ ของ 100 mg P ที่ใส่เข้าไปในรูปแบบของหินฟอสเฟต 8 ชนิด และพบว่าถ้ามี sodium fluoride ในอาหารเลี้ยงเชื้อหรือในหินฟอสเฟตจะสามารถยับยั้งการละลายหินฟอสเฟต เมื่ออยู่ในระดับอัตรามากกว่า 0.31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดลองเพิ่มประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตโดยใช้รังสี UV ชักนำเชื้อรา *Aspergillustubingensis*ทำให้สามารถละลายฟอสเฟตได้มากกว่าเชื้อที่ไม่ได้ถูกชักนำด้วยรังสี UV (Achala et al., 2007) และ Chai et al. (2011) พบเชื้อรา *Penicillium*sp.ที่สามารถละลายฟอสเฟต และสามารถทนต่อสภาพดินที่มีไอออนโลหะหนักปน หรือในสภาพดินที่เป็นด่าง (Wakelin et al., 2007) และเมื่อใช้เชื้อ *Penicilliumoxalicum* สามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส และน้ำหนักสดในต้นข้าวโพด (Yin et al., 2015) จากการทดสอบจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตกับข้าวโพดหวาน พบว่าการใส่เชื้อ *Burkholderiamultivarans*ร่วมกับการใส่ปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมคลอไรด์ ทำให้ความสูง เส้นรอบวง น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบข้าวโพดหวานที่ระยะออกไหม (54 วัน) มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมร่วมกัน (สุภาพรและคณะ, 2553)

ดินส่วนใหญ่จะมีฟอสฟอรัสสำรองอยู่ในดินในปริมาณมาก โดยมาจากการสะสมของฟอสฟอรัสที่ได้จากการใช้ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ ฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่ประมาณ 95 – 99 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในรูปที่ไม่ละลายพืช นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ การขาดฟอสฟอรัสในดินจึงเกิดขึ้นทั่วโลก (Khan et al., 2010) จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ ทั้งเชื้อแบคทีเรีย ราเส้นใย ยีสต์ และแอคติโนมัยซีส เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยการเพิ่มฟอสฟอรัสรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ให้ดิน โดยเฉพาะดินที่ขาดฟอสฟอรัส จากการศึกษาพบว่าเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในดิน สามารถละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัสให้พืชใช้ประโยชน์ได้ (Sharma et al., 2013) นอกจากนี้พบว่าจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสามารถละลายหินฟอสเฟตให้ปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น กรมวิชาการเกษตร โดยกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ศึกษา

กรมวิชาการเกษตร

รวบรวมจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในประเทศและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพละลายหินฟอสเฟตและฟอสเฟตรูปที่ไม่ละลายอื่นๆ แล้วทดลองนำไปใช้กับพืช ผลการทดลองพบว่าการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกันหินฟอสเฟต สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตพืชได้มากกว่าการใส่เฉพาะหินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 27–40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ หลังจากนั้นจึงทดลองผลิตจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในรูปแบบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรมวิชาการเกษตรแนะนำการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต โดยใส่ร่วมกับหินฟอสเฟตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหินฟอสเฟต (Takeda & Knight, 2003) เป็นปุ๋ยฟอสเฟตราคาถูก และปลดปล่อยธาตุอาหารฟอสฟอรัสออกมาทีละน้อย ชุดดินบางชุดดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูง จุลินทรีย์ที่ใส่เพิ่มลงไปจะไปละลายฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่ในดินให้ออกมาเป็นประโยชน์อีกครั้ง รวมทั้งฟอสฟอรัสในดินที่มาจากปุ๋ยเคมีฟอสเฟตที่ใส่ลงดินระหว่างการเพาะปลูกแต่พืชสามารถดูดใช้ได้บางส่วนเท่านั้นแล้วเหลือตกค้างในดินโดยถูกดินตรึงเอาไว้ ในกรณีนี้จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอีกเมื่อใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ดังนั้นถ้าสามารถใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ตามแนวทางนี้กับดินทำการเกษตรทั่วไป จะสามารถลดการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในการผลิตพืชอินทรีย์ เพราะสามารถนำมาใช้ร่วมกันหินฟอสเฟต ซึ่งตามมาตรฐานการเกษตรอินทรีย์ หินฟอสเฟตเป็นแหล่งของฟอสฟอรัสในระบบเกษตรอินทรีย์ชนิดหนึ่ง

ปัจจุบันมีการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตมาใช้มากขึ้นทั้งในรูปแบบของการค้า และรูปแบบของหน่วยงานภาครัฐที่ผลิตมาเพื่อสนับสนุนโครงการต่างๆ กรมวิชาการเกษตรเป็นหน่วยงานที่มีการวิจัยและผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของกรมวิชาการเกษตร ลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นผงบรรจุในถุงพลาสติก ขนาดบรรจุ 500/ถุง มีจุลินทรีย์หลัก เป็นจุลินทรีย์ประเภทเชื้อรา *Penicillium*sp. และ/หรือเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas* sp. ที่สามารถละลายหินฟอสเฟตและฟอสเฟตที่มีอยู่ในดินบางรูปที่พืชใช้ไม่ได้ให้ละลายออกมาเป็นประโยชน์แก่พืช และยังมีคุณสมบัติพิเศษสามารถสังเคราะห์สารช่วยในการเจริญเติบโตของพืช กล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตของกรมวิชาการเกษตร ช่วยพืชให้ได้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต โดยใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตคลุกเมล็ดก่อนเพาะกล้า สำหรับพืชปลูกใหม่ ใส่รองก้นหลุมประมาณ 2 ช้อนแกง/หลุม สามารถใช้ร่วมกับหินและปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก ใส่ไม่ต้องลึก สำหรับพืชที่โตแล้วใส่รอบทรงพุ่ม อัตรา 150 กรัม/ทรงพุ่ม 0.5 เมตร โดยคลุกผสมกับหินฟอสเฟตและปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก แล้วสับกลบลงดิน ปุ๋ยชีวภาพเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตดังนั้นจึงควรเก็บปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตไว้ในที่เย็น ที่ร่ม ที่มีอากาศถ่ายเท หรือในตู้เย็น (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, 2563) ระวังอย่าให้โดนแดด และไม่ควรซ้อนทับถุงปุ๋ยชีวภาพหลายชั้นเป็นเวลานาน

กรมวิชาการเกษตร

ข้าวโพดหวานเป็นพืชอายุสั้น เป็นพืชที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตและตอบสนองดีมากต่อปัจจัยการผลิตที่ใช้ เช่น น้ำ แสงแดด หรือ สารเคมี ความอุดมสมบูรณ์ในแต่ละแหล่งปลูก ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยสำคัญในการให้ผลผลิตตามศักยภาพของพันธุ์ จึงมีการใช้ปุ๋ยอัตราที่สูงและเป็นต้นทุนการผลิตอันดับหนึ่ง ส่วนต้นทุนอันดับสองคือ ค่าเมล็ดพันธุ์ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสามารถทำได้ทั้งสองคือ การเพิ่มผลผลิต และ/หรือลดต้นทุนการผลิต หากมีวิธีการที่จะทำให้พืชมีประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยดีขึ้นจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรมวิชาการเกษตรได้ศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ที่สามารถละลายหินฟอสเฟตและฟอสเฟตที่มีอยู่ในดินบางรูป ที่พืชใช้ไม่ได้ให้ละลายออกมาเป็นประโยชน์แก่พืชลดการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสลง และยังมีคุณสมบัติพิเศษสามารถสังเคราะห์สารช่วยในการเจริญเติบโตของพืช กล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตของกรมวิชาการเกษตรช่วยพืชให้ได้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ช่วยปรับปรุงบำรุงดินและยกระดับผลผลิตข้าวโพดหวาน ลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร แต่พบว่าในระดับแปลงเกษตรกรแหล่งผลิตข้าวโพดหวานในเขตภาคเหนือตอนบนยังไม่มีการใช้เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อนำองค์ความรู้และผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร ไปช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดหวานของชุมชนเกษตรกรภาคเหนือตอนบน ด้วยผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรเกี่ยวกับเรื่องปุ๋ยชีวภาพ ภายใต้การดำเนินงานของนักวิจัยที่เกี่ยวข้อง และมีจุดมุ่งหมายให้เกษตรกรลดการใช้ปุ๋ยเคมี หรือใช้ปุ๋ยเคมีเท่าที่จำเป็น เนื่องจากปุ๋ยเคมีในปัจจุบันมีราคาแพง ปุ๋ยชีวภาพจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้เกษตรกรลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ ท้ายที่สุด จะเกิดผลดีโดยรวมต่อตัวเกษตรกรเองและส่งผลในระยะยาวถึงสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้นในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์ไฮ-บริกซ์59 หรือพันธุ์อื่นที่เกษตรกรเลือกใช้
2. ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตสำหรับข้าวโพด ของกรมวิชาการเกษตร
3. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
4. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเช่น อีมาเมกตินเบนโซเอท (emamectin benzoate)
5. วัสดุอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและเก็บตัวอย่างผลผลิตพืช
6. อุปกรณ์สุ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูล เช่น ถุงตาข่ายถุงพลาสติก ไม้วัดความสูง ตาชั่ง
7. เครื่องมือวัดความหวานหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (Brix Refractometer)

- วิธีการ

สามารถจำแนกรายละเอียดในระยะต่างๆ ดังนี้

1. ระยะเตรียมการทดลอง

1.1 ดำเนินการในพื้นที่เกษตรกร โดยการสำรวจพื้นที่แหล่งผลิตข้าวโพดหวานฤดูแล้ง คัดเลือกเกษตรกรเข้าร่วมโครงการวิจัยจำนวน 10 ราย รายละ 2 ไร่ วัดพิกัดทางภูมิศาสตร์แปลงเกษตรกร

1.2 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 2 กรรมวิธี 2 ซ้ำประกอบด้วยกรรมวิธีที่ 1. วิธีทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต 1 ร่วมกับ 50เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสตามสูตรปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้ กรรมวิธีที่ 2. วิธีเกษตรกร ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพและใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร

1.3 เก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ก่อนปลูกข้าวโพดหวาน เตรียมปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ซึ่งประกอบด้วย *Talaromycesaff. macrosporus*ปริมาณจุลินทรีย์รับรอง 1.0 x 10^7โคโลนีต่อน้ำหนักปุ๋ยชีวภาพ 1 กรัม โดยกรรมวิธีทดสอบนำปุ๋ยชีวภาพคลุกเมล็ดก่อนปลูกอัตราตามคำแนะนำและใส่ปุ๋ยเคมี 50เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสตามสูตรปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้

2. ระยะการปลูกถึงเก็บเกี่ยว

2.1 เตรียมพื้นที่โดยการไถพรวน ยกร่องให้น้ำใช้ระยะปลูกประมาณ 75 ซม. x30 ซม.ตามแนวคันดินที่ยกร่องปลูกข้าวโพดหวานโดยหยอดเป็นหลุมหลุมละ 2 เมล็ด ซึ่งปฏิบัติตามกรรมวิธีทดลอง ไม่มีการถอนแยก ปลูกในช่วงเดือนเมษายน

2.2 ดูแลรักษากำจัดวัชพืชและศัตรูพืชโดยเฉพาะหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดหากตรวจพบการระบาดใช้สารเคมีในการควบคุมและป้องกันกำจัด อีมาเมกตินเบนโซเอท (emamectin benzoate)

2.3 การใส่ปุ๋ยเคมี วิธีทดสอบ ใช้วิธีการผสมแม่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 อัตราฟอสฟอรัส 50% ตามสูตรที่เกษตรกรใช้

2.4 วัดความสูงช่วงเจริญเติบโตทางลำต้นหนึ่งครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ 7-8 หลังปลูกและวัดอีกครั้งก่อนการเก็บเกี่ยว

2.5 สุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรากข้าวโพดหวาน จำนวน 5 ต้นในพื้นที่ขนาด 9 ตารางเมตรในหน่วยการทดลองวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร นำดินที่ได้ผึ่งในที่ร่ม และส่งวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน

2.6 สุ่มพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตขนาด 9 ตารางเมตร หน่วยการทดลองละ 2 จุด เมื่อข้าวโพดหวานเติบโตถึงระยะเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดหวานในพื้นที่สุ่มตัวอย่าง นำไปชั่งน้ำหนัก นับจำนวนต้น จำนวนฝัก วัดขนาดฝัก ก่อนและหลัง ปอกเปลือกและสุ่มวัดความหวานเพื่อคำนวณผลผลิตและคุณภาพด้านความหวาน

กรมวิชาการเกษตร

3. ระยะหลังเก็บเกี่ยว

3.1 สัมภาษณ์ต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวานของเกษตรกร ได้แก่ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าตัดตอฟางยกร่อง ปลูกพ่นสารควบคุมวัชพืช พ่นสารเคมีกำจัดโรคแมลง การให้น้ำ ค่าปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยและสารเคมี ค่าเก็บเกี่ยว ค่าแรงงานในกิจกรรมอื่นๆ เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวาน ทั้งต่อหน่วยพื้นที่ และต่อหน่วยผลผลิต และผลตอบแทนการลงทุน (Benefit Cost Ratio : BCR)

3.2 เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง เพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการ เทียบกับก่อนการทดลอง

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองด้วย Paired t- test เพื่อหาความแตกต่างของกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในตัวแปรต่างๆ

3.4 จัดทำรายงานความก้าวหน้าและรายงานผลงานเรื่องเต็ม

การบันทึกข้อมูล

- เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ก่อนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ Organic matter, Total N, Available P และ K
- ข้อมูลการเจริญเติบโต : ความสูงต้น ความสูงฝักของฝักแรก โดยสุ่มเก็บพื้นที่ 9 ตารางเมตร 2 จุด 2 ซ้ำต่อกรรมวิธี
- ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนการผลิต รายได้ รายได้สุทธิ อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายการลงทุน (BCR)

การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ รายได้สุทธิ อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายการลงทุน (Benefic Cost Ratio :BCR)

  สูตรการหา $B/C\ ratio = \frac{Benefic}{Cost}$

  (B/C > 1 คุ้มค่าการลงทุน, B/C = 1 เท่าทุน, B/C < 1 ขาดทุน)

เวลาและสถานที่

- เวลาและสถานที่ เริ่มต้นปี พ.ศ. 2562 สิ้นสุดปี พ.ศ. 2563 รวม 2 ปีสถานที่ แปลงเกษตรกร ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

กรมวิชาการเกษตร

4. การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

ประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรแปลงต้นแบบและผู้ที่สนใจโดยนำเสนอในรูปแบบ Power Point ผลการทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตแปลงเกษตรกรในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 หลังจากนั้นให้เกษตรกรตอบแบบสอบถามส่วนที่ 1 สถานะผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ความพึงพอใจเทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ได้แก่

1) การประชาสัมพันธ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต
2) ลักษณะการเจริญเติบโตข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต
3) ลักษณะผลผลิตข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต
4) ต้นทุนการผลิตและรายได้
5) การใช้เทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

ประเมินความพึงพอใจโดยแบ่งการให้คะแนนเป็นพอใจมาก (5 คะแนน) พอใจ (4 คะแนน) พอใจปานกลาง (3 คะแนน) ไม่พอใจ (2 คะแนน) และควรปรับปรุง (1 คะแนน)

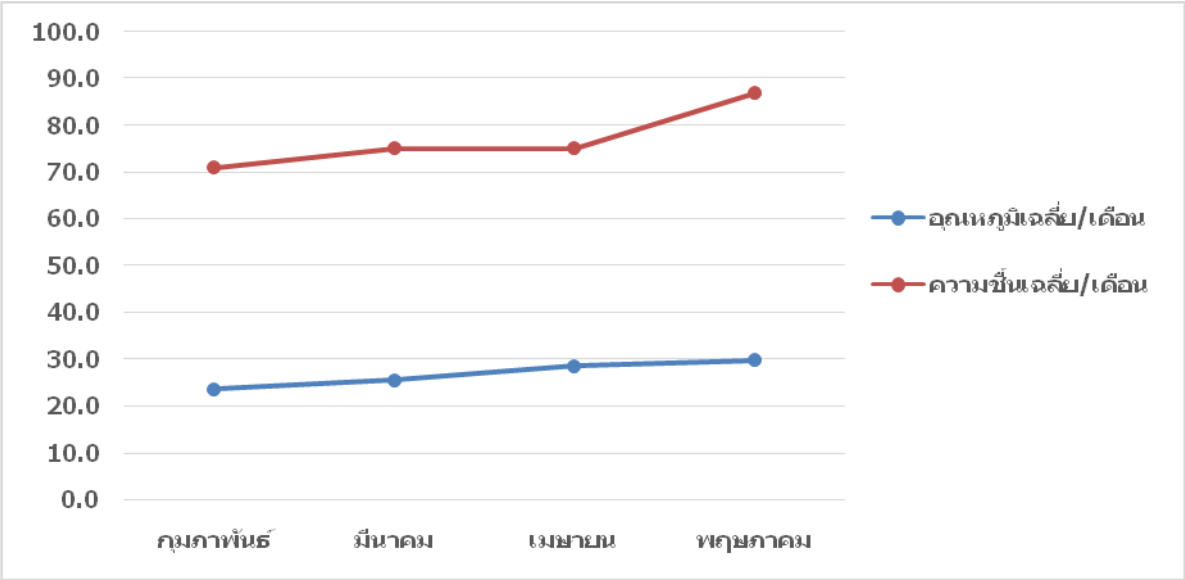
8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ในการผลิตข้าวโพดหวานจังหวัดเชียงราย ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2562 -2563 รวม 2 ปีการผลิตในพื้นที่เป้าหมายการทดสอบตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายเป็นพื้นที่นาอาศัยน้ำฝนเป็นหลักผลิตข้าวโพดหวานในฤดูแล้ง ส่วนใหญ่ปลูกพืชหมุนเวียน (ข้าวนาปี-มันฝรั่ง-ข้าวโพดหวาน) เกษตรกรปลูกข้าวโพดหวานช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายนและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมอายุเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน อยู่ระหว่าง 101-105 วัน ในปี พ.ศ. 2562 และ 73-84 วัน ในปี พ.ศ. 2563

ผลการทดลองปี 2562

เกษตรกรปลูกข้าวโพดหวานช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคมจากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่องอัตโนมัติ (TENMARS ELECTROCS CO.,Taipei, Taiwan) พบว่า เดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย 23.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 47.3 % เดือนมีนาคม 25.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 49.4 % เดือนเมษายน 28.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 46.5 % และเดือนพฤษภาคม 29.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 57.0 % (ภาพที่ 1)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์– พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2562

คัดเลือกเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวาน ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย อธิบายปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตวิธีการทดสอบ การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าวโพดหวาน สัมภาษณ์ระบบการผลิต วันที่ปลูกข้าวโพดหวานได้ผล พร้อมทั้งเข้าไปสำรวจแปลงที่จะปลูกข้าวโพดหวานของเกษตรกร ผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ดังนี้

ตารางที่ 1 รายชื่อเกษตรกรพื้นที่ ตำบลเวียงกาหลง อำเภอป่าเป้า จังหวัดเชียงราย เข้าร่วมการทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและพิกัดทางภูมิศาสตร์แปลงเกษตรกรในการผลิตข้าวโพดหวานฤดูการผลิต ปี พ.ศ. 2562

ชื่อเกษตรกร	พิกัดแปลง	
	Lat.	Long.
นายจรัญ ปุกเสก	19.210303	99.531700
นายอินสม มณีชัย	19.219965	99.536808
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	19.211166	99.531343
นายเมือง อุปรีย์	19.207789	99.535315
นายซัน มณีชัย	19.222193	99.525137
นายสมจิตร วังงอน	19.212097	99.571755
นายมิตร แก้วเทพ	19.219830	99.534745
นายทองคำ กุณทวรรณา	19.231838	99.528214
นายบุญปั๋น วรรณก้อน	19.224496	99.528781
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	19.207545	99.529071

กรมวิชาการเกษตร

สัมภาษณ์ข้อมูลการผลิตข้าวโพดหวานของเกษตรกร โดยเกษตรกรมีระบบปลูกพืช คือ ข้าวนาปี – มันฝรั่ง – ข้าวโพดหวานเกษตรกรเริ่มปลูกข้าวโพดหวานในช่วงปลายฤดูหนาวเข้าสู่ฤดูร้อนช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม และเก็บเกี่ยวช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน อายุเก็บเกี่ยวช่วง80 -87 วัน (ตารางที่ 2) วางแผนผังแปลงทดสอบ จัดทำเครื่องหมายป้ายชื่อแปลงทดสอบ (ภาพที่ 2) สัมภาษณ์การใช้ปุ๋ยเพื่อนำมาคำนวณเตรียมปุ๋ยในกรรมวิธีทดสอบ

ตารางที่ 2 วันที่ปลูกและวันเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานของเกษตรกรที่ร่วมโครงการทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตใน ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายนปี พ.ศ. 2562

เกษตรกร	พันธุ์	วันปลูก	วันเก็บเกี่ยว	จำนวนวันปลูกถึงเก็บเกี่ยว
นายจรัญ ปุกเสก	ชูการ์สตาร์พลัส	20 ก.พ. 62	18พ.ค. 62	87
นายอินสม มณีชัย	ชูการ์สตาร์พลัส	2 มี.ค. 62	27พ.ค. 62	86
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	ชูการ์สตาร์พลัส	20 ก.พ. 62	20พ.ค. 62	89
นายเมือง อุปรีย์	ชูการ์สตาร์พลัส	16 ก.พ. 62	11พ.ค. 62	84
นายซัน มณีชัย	ชูการ์สตาร์พลัส	21 ก.พ. 62	20พ.ค. 62	88
นายมิตร แก้วเทพ	ชูการ์สตาร์พลัส	15 มี.ค. 62	5มิ.ย. 62	82
นายทองคำ กุณทวรรณา	ชูการ์สตาร์พลัส	14 มี.ค. 62	5มิ.ย. 62	83
นายบุญปั๋น วรรณก้อน	ชูการ์สตาร์พลัส	8 มี.ค. 62	27 พ.ค. 62	80
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	ชูการ์สตาร์พลัส	15 มี.ค. 62	5 มิ.ย. 62	82
นายสมจิตร วังงอน	ชูการ์สตาร์พลัส	20 ก.พ. 62	13พ.ค. 62	82
เฉลี่ย				84.3

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2 การวางแนวเก็บข้อมูลขนาด 9 ตารางเมตร หน่วยการทดลองละ 2 จุด ในแปลงเกษตรกรตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

บันทึกการใช้ปุ๋ยในแปลงข้าวโพดหวานของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยข้าวโพดหวาน 1-2 ครั้ง โดยปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ได้แก่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 13-13-21 โดยอัตราการใช้ปุ๋ย 46-0-0 อยู่ที่ 50 - 57 กิโลกรัมต่อไร่ 13-13-21 ที่ 0 - 50 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรบางรายไม่ใส่ปุ๋ย 13-13-21 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานและการใช้ปุ๋ยเกษตรกรในพื้นที่ ต.เวียงกาหลง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย ช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – มิถุนายน ปี พ.ศ. 2562

ชื่อเกษตรกร	พื้นที่	การใช้ปุ๋ย
นายจรัญ ปุกเสก	4 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายอินสม มณีชัย	2 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	5 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายเมือง อุปรีย์	6 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายซัน มณีชัย	4 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายมิตร แก้วเทพ	2 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายทองคำ กุณทวรรณา	5 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายบุญปั่นวรรณก้อน	5 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	5 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายสมจิตร วังงอน	5 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง

คำนวณธาตุอาหาร การใช้อัตรา N- P_2O_5 -K_2O พบว่ากรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรมีการใช้ไนโตรเจนอัตรา23.0 – 29.5 กก./ไร่ โพแทสเซียมอัตรา 0 – 10.5 กิโลกรัม กก./ไร่ และ ฟอสฟอรัสกรรมวิธีทดสอบ ใช้ในอัตราที่ 0 - 3.2 กิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรใช้ 0 - 6.4 กิโลกรัม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยเคมีแปลงข้าวโพดหวานระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในพื้นที่ ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน ปี พ.ศ.2562

เกษตรกร	ปริมาณปุ๋ยแปลงทดสอบ (กก./ไร่)			ปริมาณปุ๋ยแปลงเกษตรกร(กก./ไร่)		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
นายจรัญ ปุกเสก	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายอินสม มณีชัย	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายเมือง อุปรีย์	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายซัน มณีชัย	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายมิตร แก้วเทพ	23.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0
นายทองคำ กุณทวรรณา	23.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0

กรมวิชาการเกษตร

นายบุญปั๋นวรรณก้อน	23.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายสมจิตร วังงอน	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรากของต้นข้าวโพดในพื้นที่ทดสอบ 5 จุด ทั้งวิธีการทดสอบและวิธีเกษตรกร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (ภาพที่ 3)จำนวน 10 ราย พบว่า วิธีการทดสอบมีความเป็นกรดเป็นด่าง4.1 – 5.6 เฉลี่ย 4.9 ส่วนวิธีเกษตรกรมีความเป็นกรดเป็นด่าง 4.2 – 5.2 เฉลี่ย 4.8 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสในดินวิธีทดสอบ 45 – 186 mg/kgเฉลี่ย 89.6 mg/kg ส่วนวิธีเกษตรกรมี 40 – 118 mg/kg เฉลี่ย74.2 mg/kg โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ภาพที่ 3 เก็บตัวอย่างดินบริเวณรากข้าวโพดหวานหลังเก็บเกี่ยวในแปลงเกษตรกรที่ร่วมทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตเพื่อวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินหลังใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ดินบริเวณรากข้าวโพดหวานหลังเก็บเกี่ยวแปลงวิธีทดสอบ และวิธีเกษตรกร ในพื้นที่ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายปี พ.ศ. 2562

ชื่อเกษตรกร	ความเป็นกรดเป็นด่าง		Avai P(mg/kg)	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	4.9	5.1	136	111
นายอินสม มณีชัย	5.2	4.6	63	80
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	4.6	4.5	96	102
นายเมือง อุปรีย์	5.6	5.1	90	105
นายซัน มณีชัย	4.6	4.5	69	59
นายมิตร แก้วเทพ	4.8	4.9	57	42
นายทองคำ กุณฑวรรณา	4.1	4.2	45	45
นายบุญปั๋นวรรณก้อน	5.3	5.2	50	40

นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	4.6	4.8	104	118
นายสมจิตร วังงอน	4.8	4.9	186	40
เฉลี่ย	4.9	4.8	89.6	74.2
t-test	0.79		1.01	

เมื่อข้าวโพดอายุ 45 – 50 วันวัดความสูงต้น พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีความสูงอยู่ระหว่าง 78.6 - 171.6 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย115.9 เซนติเมตร ส่วนวิธีเกษตรกรมีความสูงอยู่ระหว่าง 64.2 - 146.8 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย101.4 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างทางด้านสถิติ เมื่อวัดความสูงข้าวโพดก่อนเก็บเกี่ยว(ภาพที่ 4) พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีความสูงอยู่ระหว่าง 183.3 - 253.3 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 213.1 เซนติเมตร ส่วนวิธีเกษตรกรมีความสูงอยู่ระหว่าง 182.8 - 242.2 เซนติเมตรความสูงเฉลี่ย 207.5 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างทางด้านสถิติ และ เมื่อวัดความสูงของฝักแรกจากระดับผิวดิน พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีความสูงอยู่ระหว่าง 61.0 - 90.7 เซนติเมตรความสูงเฉลี่ยที่ 73.9 เซนติเมตร สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 53.1 - 93.8 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยที่ 96.50 เซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ (ตารางที่ 6)

ภาพที่ 4 บันทึกข้อมูลความสูงต้นข้าวโพดก่อนเก็บเกี่ยวในแปลงเกษตรกรที่ร่วมทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 6 ความสูงต้นข้าวข้าวโพดหวานอายุ 45-50 ความสูงต้นก่อนเก็บเกี่ยว และความสูงฝักแรกในแปลงเกษตรกร ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายปี พ.ศ. 2562

เกษตรกร	ความสูง 45-50 วัน (ซม.)		ความสูงก่อนเก็บเกี่ยว (ซม.)		ความสูงฝักแรก (ซม.)	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	99.3	82.7	231.3	221.8	88.6	74.1
นายอินสม มณีชัย	112.5	98.8	215.7	210.0	80.1	75.5
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	93.7	64.2	224.3	220.4	77.5	74.2
นายเมือง อุปรีย์	111.9	113.6	253.3	242.2	90.7	93.8
นายซัน มณีชัย	78.6	81.6	183.3	182.8	61.0	53.1
นายมิตร แก้วเทพ	112.3	75.0	193.3	191.2	65.3	62.5
นายทองคำ กุณทวรรณา	126.4	113.2	210.5	207.1	64.1	73.3
นายบุญปั๋น วรรณก้อน	171.6	146.8	211.1	210.4	72.63	64.13
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	117.6	110.1	189.0	190.2	57.18	59.50
นายสมจิตร วังงอน	135.1	127.8	219.0	198.9	81.93	64.35
เฉลี่ย	115.9	101.4	213.1	207.5	73.9	69.5
t-test	3.52*		2.74*		1.74	

เก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวโพดหวานในพื้นที่ 9 ตารางเมตรเพื่อนำมาวัดคุณภาพโดยชั่งน้ำหนักผลผลิตนับจำนวนฝัก หลังจากนั้นสุ่มมา 20 ฝัก ชั่งน้ำหนักแต่ละฝักทั้งเปลือกและน้ำหนักหลังปลอกเปลือก (ภาพที่5) นอกจากนั้นวัดเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความยาวฝักหลังปลอกเปลือก และความหวาน (ภาพที่ 6 และ 7) ผลจากการวัดคุณภาพข้าวโพดหวานพบว่า น้ำหนักก่อนปลอกเปลือกข้าวโพดหวานเฉลี่ยวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 312.7 - 484.2 กรัมต่อฝัก โดยมีค่าเฉลี่ย 407.9 กรัมต่อฝักสูงกว่าวิธีเกษตรกร วิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 257.7 – 489.2 กรัมต่อฝัก มีค่าเฉลี่ย 384.0 กรัมต่อฝัก ทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อนำมาปลอกเปลือกข้าวโพดออก พบว่า โดยค่าเฉลี่ยวิธีการทดสอบอยู่ระหว่าง 209.9 - 374.8 กรัมต่อฝักมีค่าเฉลี่ย 293.6 กรัมต่อฝักมากกว่าวิธีเกษตรกรส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 187.3 – 338.1 กรัมต่อฝัก มีค่าเฉลี่ย 270.2 กรัมต่อฝัก ความกว้างxยาวฝักหลังปลอกเปลือกพบว่า วิธีการทดสอบมีค่าเฉลี่ยกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.24 – 5.49 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 5.13 เซนติเมตร มากกว่าวิธีเกษตร ส่วนวิธีเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.29 – 5.48 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 4.97 เซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความยาวฝักพบว่า วิธีทดสอบมีความยาวฝักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.77 – 22.37 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 19.77 เซนติเมตรมากกว่าวิธีเกษตรกร วิธีเกษตรกรมีความยาวฝักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.77 – 19.84 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 19.37 เซนติเมตรโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 5 การเก็บข้อมูลน้ำหนักฝักข้าวโพด+เปลือกข้าวโพด และน้ำหนักฝักข้าวโพด

ภาพที่ 6 การวัดความกว้างฝักและความยาวฝักข้าวโพด

ภาพที่ 7 การวัดความหวานผลผลิตข้าวโพดหวาน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 น้ำหนักฝักข้าวโพดหวานก่อนปอกเปลือก หลังปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก และความกว้าง ยาวฝักข้าวโพดหลังปอกเปลือก ระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562

เกษตรกร	น้ำหนักก่อนปลอกเปลือก(กรัม)		น้ำหนักหลังปลอกเปลือก(กรัม)		ความกว้างและความยาวฝักหลังปอกเปลือก			
					ความกว้าง (ซ.ม.)		ความยาว (ซ.ม.)	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	484.2	420.9	320.6	304.1	5.25	5.11	19.75	19.70
นายอินสม มณีชัย	382.4	453.8	261.5	297.8	4.90	5.15	19.18	19.80
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	444.0	374.4	299.4	249.1	5.18	4.81	19.77	19.02
นายเมือง อุปรีย์	474.7	489.2	374.8	338.1	5.43	5.37	19.89	19.43
นายซัน มณีชัย	312.7	300.0	209.9	206.1	4.24	4.29	19.33	19.52
นายมิตร แก้วเทพ	329.3	257.7	272.6	187.3	5.08	4.50	18.77	17.77
นายทองคำ กุณทวรรณา	413.1	368.5	314.8	286.6	5.30	5.06	22.37	19.65
นายบุญปั่น วรรณก้อน	415.8	387.3	299.3	286.2	5.14	5.05	20.16	19.84
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	359.7	366.1	265.3	273.0	5.49	5.48	19.13	19.68
นายสมจิตร วังงอน	462.6	422.4	318.2	273.3	5.25	4.94	19.33	19.24
เฉลี่ย	407.9	384.0	293.6	270.2	5.13	4.97	19.77	19.37
t-test	1.67		2.19		2.01		1.32	

กรมวิชาการเกษตร

น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร พบว่า วิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 1,822 - 3,600 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 2,848กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 1,760 - 3,511กิโลกรัมต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 2,767 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีทดสอบเฉลี่ยมากกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จำนวนฝักเฉลี่ยต่อไร่ พบว่าวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง5,244 -7,556 ฝักต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 6,418 ฝักต่อไร่ส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง5,156 - 7,333 ฝักต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 6,133 ฝักต่อไร่โดยวิธีทดสอบมีค่าเฉลี่ยฝักต่อไร่มากกว่าวิธีการเกษตรกรแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อวัดความหวานข้าวโพดหวาน พบว่า วิธีการทดสอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.40 – 13.50 องศาบริค และวิธีการเกษตรอยู่ระหว่าง 10.50 – 13.48 องศาบริค โดยวิธีการทดสอบที่มีค่าเฉลี่ยความหวานมากว่าวิธีเกษตรกร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ และความหวานของผลผลิต ระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรในแปลงเกษตรกรตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายปี พ.ศ.2562

เกษตรกร	น้ำหนัก กก./ไร่		จำนวนฝัก ฝัก/ไร่		ความหวาน	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	3,356	3,333	6,756	6,444	13.08	13.08
นายอินสม มณีชัย	3,200	3,244	6,044	6,489	12.38	12.62
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	2,489	2,462	5,644	5,156	12.68	12.18
นายเมือง อุปรีย์	3,600	3,511	6,533	5,822	13.17	13.03
นายซัน มณีชัย	1,822	1,760	5,289	5,244	12.88	12.88
นายมิตร แก้วเทพ	2,360	2,156	7,556	7,156	13.50	13.48
นายทองคำ กุณทวรรณา	2,289	2,204	7,511	6,400	12.07	11.56
นายบุญปั๋น วรรณก้อน	3,164	2,956	7,156	7,333	12.97	12.33
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	3,133	3,151	5,244	5,333	11.60	11.76
นายสมจิตร วังงอน	3,067	2,889	6,444	5,956	10.40	10.50
เฉลี่ย	2,848	2,767	6,418	6,133	12.47	12.34
t-test	2.86		1.95		1.33	

ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ด้านต้นทุนพบว่า กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 4,629 - 8,137 บาทต่อไร่โดยมีค่าเฉลี่ย 6,037 บาทต่อไร่กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนอยู่ระหว่าง 4,636 – 8,575บาทต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 6,283 บาทต่อไร่ เกษตรกรขายข้าวโพดหวานในราคา 3.80 บาทต่อกิโลกรัมโดยพบว่ากรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิระหว่าง 2,295 – 7,457 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีรายได้สุทธิระหว่าง 1,679 – 6,753 บาทต่อไร่และกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.40– 2.53 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.30– 2.42 (ตารางที่ 9)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในแปลงเกษตรกร ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน ปี พ.ศ. 2562

ชื่อ-สกุล	ผลผลิต			ต้นทุน(บาท/ไร่)		รายได้		รายได้สุทธิ		BCR	
	ทดสอบ	เกษตรกรกร	Yield GAP	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	3,356	3,333	23	6,148	6,549	12,753	12,665	6,605	6,116	2.07	1.93
นายอินสม มณีชัย	3,200	3,244	-44	8,137	8,575	12,160	12,327	4,023	3,752	1.49	1.44
นางศรีสัม จันทร์อาสา	2,489	2,462	27	5,126	5,525	9,458	9,356	4,332	3,830	1.85	1.69
นายเมือง อุปรีย์	3,600	3,511	89	6,223	6,589	13,680	13,342	7,457	6,753	2.20	2.02
นายชัน มณีชัย	1,822	1,760	62	4,629	5,009	6,924	6,688	2,295	1,679	1.50	1.34
นายมิตร แก้วเทพ	2,360	2,156	204	6,408	6,296	8,968	8,193	2,560	1,897	1.40	1.30
นายทองคำ กุณฑวรรณา	2,289	2,204	85	5,789	5,742	8,698	8,375	2,909	2,633	1.50	1.46
นายบุญปั่น วรรณก้อน	3,164	2,956	208	4,750	4,636	12,023	11,233	7,273	6,597	2.53	2.42
นางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ	3,133	3,151	-18	6,749	7,173	11,905	11,974	5,156	4,801	1.76	1.67
นายสมจิตร วังงอน	3,067	2,889	178	6,414	6,730	11,655	10,978	5,241	4,248	1.82	1.63
เฉลี่ย	2,848	2,767	81	6,037	6,283	10,822	10,513	4,785	4,231	1.81	1.69

การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรจากนำเสนอผลการทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตของเกษตรกรฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 ในวันนัดพบเกษตรกรเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2563 ณ หอประชุมหมู่ 4 ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ทั้งเกษตรกรแปลงต้นแบบ เกษตรกรกลุ่มผู้ผลิตข้าวโพดหวาน และเกษตรกรทั่วไปที่สนใจจะปลูกข้าวโพดหวาน โดยได้รับความร่วมมือจากบริษัทส่งเสริมและรับซื้อจัดวันนัดพบเกษตรกร (ภาพที่ 8)มีเกษตรกรตอบแบบสอบถามจำนวน 30 ราย เป็นผู้ชาย22 ราย เป็นผู้หญิง 8 ราย ส่วนใหญ่อายุระหว่าง 41 - 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.7 เปอร์เซ็นต์ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด เป็นเกษตรกรแปลงต้นแบบ 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 23.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)จากการประเมินแบบสอบถามของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรรู้จักปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตมาก่อนระดับคะแนนเฉลี่ย 3.0 คะแนน การประชาสัมพันธ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตระดับคะแนนเฉลี่ย 3.4 คะแนน เมื่อพิจารณาลักษณะการเจริญเติบโตข้าวโพดหวานหลังใส่ปุ๋ย ด้านความสูงของต้นระดับคะแนนเฉลี่ย3.7 คะแนน จำนวนใบของข้าวโพดหวานระดับคะแนนเฉลี่ย 3.6 คะแนน และความเขียวของใบข้าวโพดระดับคะแนนเฉลี่ย 3.6 คะแนน เมื่อพิจารณาลักษณะผลผลิตข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพ จำนวนฝักต่อต้นระดับคะแนนเฉลี่ย 3.7 คะแนน ขนาดฝักระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 คะแนนและน้ำหนักฝักได้ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.8 คะแนน เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของต้นทุนและรายได้ ต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวานระดับคะแนนเฉลี่ย 3.8 คะแนน และรายได้จากการผลิตข้าวโพดหวานระดับคะแนนเฉลี่ย 3.7 คะแนน ส่วนเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ วิธีการใช้ปุ๋ยได้ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.3 คะแนนและการหาซื้อปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตได้ระดับคะแนน 2.7 คะแนน (ตารางที่ 11)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่ตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจการทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในวันนัดพบเกษตรกร วันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2563 ณ หอประชุมหมู่ 4 ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน(ราย)	ร้อยละ
เพศ			
1. ชาย		22	73.3
2. หญิง		8	26.7
	รวม	30	100.0
อายุ			
1. น้อยกว่า30 ปี		0	0
2. 30 -40 ปี		5	16.7
3. 41- 50 ปี		14	46.7
4. 51 – 60 ปี		9	30.0
5. มากกว่า 60ปี		2	6.7
	รวม	30	100.0
สถานะของเกษตรกร			
1. เกษตรกรแปลงต้นแบบ		7	23.3
2. เกษตรกรแปลงข้างเคียงแปลงต้นแบบ		2	6.7
3. เกษตรกรกลุ่มผลิตข้าวโพดหวาน		7	23.3
4. เกษตรกรทั่วไป		12	40.0
5. ประชาชนทั่วไป		2	6.7
	รวม	30	100.0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 11 แสดงระดับคะแนนความพึงพอใจ ร้อยละความพึงพอใจ และ ระดับคะแนนเฉลี่ยของเกษตรกรที่มีต่อเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในวันนัดพบเกษตรกร วันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2563 ณ หอประชุมหมู่ 4 ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

หัวข้อการพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ					คะแนนเฉลี่ย
	พอใจมาก	พอใจ	พอใจปานกลาง	ไม่พอใจ	ควรปรับปรุง	
1. การประชาสัมพันธ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต						
1.1 ท่านเคยรู้จักปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตมาก่อน	3 (10.0%)	8 (26.7%)	10 (33.3%)	3 (10.0%)	6 (20.0%)	3.0
1.2 การประชาสัมพันธ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตให้เกษตรกรได้ทราบ	5 (16.7%)	10(33.3%)	10 (33.3%)	2 (6.7%)	3 (10.0%)	3.4
2. ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพ						
2.1 ความสูงต้น	4 (13.3%)	17 (56.7%)	7 (23.3%)	1 (3.3%)	1(3.3%)	3.7
2.2 จำนวนใบข้าวโพดหวาน	2(6.7%)	15(50.0%)	12(40.0%)	0(0.0%)	1(3.3%)	3.6
2.3 ความเขียวของใบข้าวโพด	4(3.3%)	13(43.3%)	11(36.7%)	1(3.3%)	1(3.3%)	3.6
3. ลักษณะผลผลิตข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต						
3.1 จำนวนฝักต่อต้น	4(13.3%)	16(53.3%)	8(26.7%)	0(0.0%)	2(6.7%)	3.7
3.2 ขนาดฝัก	3(10.0%)	13(43.3%)	12(40.0%)	1(3.3%)	1(3.3%)	3.5
3.3 น้ำหนักฝัก	6(20.0%)	14(46.7%)	8(26.7%)	1(3.3%)	1(3.3%)	3.8
4. ต้นทุนการผลิตและรายได้						
4.1 ต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวาน	8(26.7%)	10(33.3%)	10(33.3%)	1(3.3%)	1(3.3%)	3.8
4.2 รายได้จากข้าวโพดหวาน	6(20.0%)	13(43.3%)	9(30.0%)	1(3.3%)	1(3.3%)	3.7
5. เทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต						
5.1 วิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต	1(3.3%)	13(43.3%)	12(40.0%)	1(3.3%)	3(10.0%)	3.3
5.2 การหาซื้อปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต	0(0.0%)	9(30.0%)	8(26.7%)	7(23.3%)	6(20.0%)	2.7

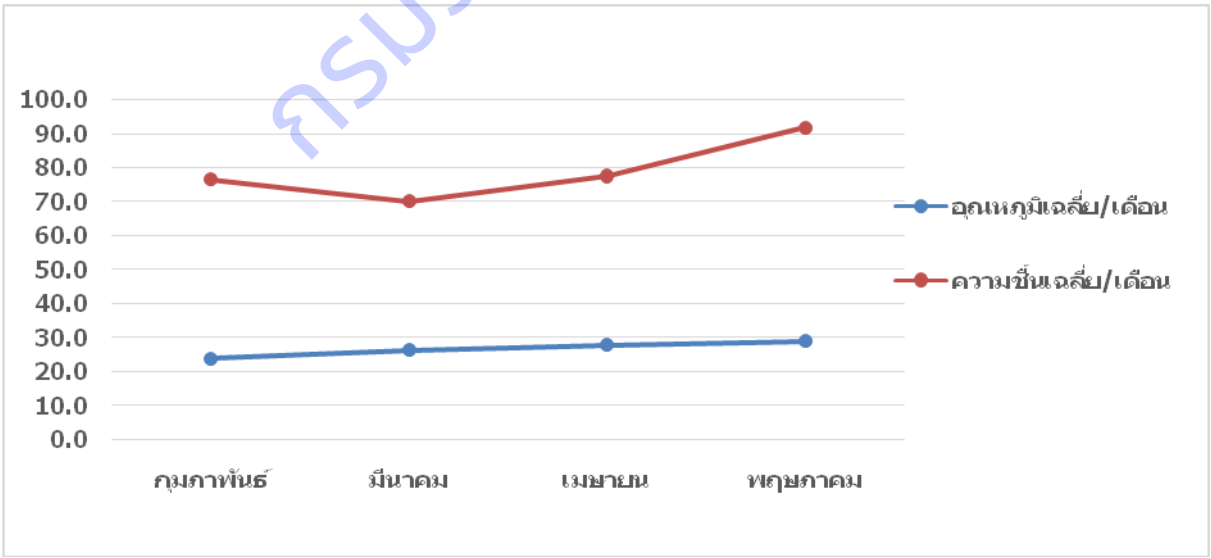
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 8 วันนัดพบเกษตรกรเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2564ณ หอประชุมหมู่บ้านหมู่ 4 ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ผลการทดลองปี 63

ฤดูการผลิตข้าวโพดหวานของเกษตรกรอยู่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่องอัตโนมัติ (TENMARS ELECTROCS CO.,Taipei, Taiwan) พบว่า เดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย 23.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 52.9% เดือนมีนาคม 26.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 43.8% เดือนเมษายน 27.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 49.7% และเดือนพฤษภาคม 28.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 62.9% (ภาพที่ 9)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 9 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์– พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2563

คัดเลือกเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวาน ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย อธิบายปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตสัมภาษณ์ระบบการผลิต และวันที่ปลูกข้าวโพดหวานได้ผล (ตารางที่ 12) ดังนี้

ตารางที่ 12 รายชื่อเกษตรกรพื้นที่ ตำบลเวียงกาหลง อำเภอป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ร่วมการทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต และพิกัดทางภูมิศาสตร์แปลงเกษตรกรในการผลิตข้าวโพดหวานฤดูการผลิต ปี พ.ศ. 2563

ชื่อเกษตรกร	พิกัดแปลง	
	Lat.	Long.
นายจรัญ ปุกเสก	19.209058	99.534348
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	19.220201	99.521390
นางศรีส้มจันทร์อาสา	19.210850	99.531616
นายเมืองอุปรีย์	19.210893	99.533636
นายซันมณีชัย	19.229517	99.531316
นายนิทัศน์ มูลคำดี	19.211706	99.532101
นายวัลลภแก้วคำมี	19.234000	99.531831
นายทองคำ กุณทวรรณา	19.231838	99.528214
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	19.218682	99.537071
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	19.202465	99.521952

กรมวิชาการเกษตร

เกษตรกรปลูกข้าวโพดหวานระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน เป็นช่วงฤดูแล้งเกษตรกรจึงทยอยปลูก ขึ้นอยู่กับความพร้อมของการเตรียมน้ำในแต่ละแปลงเกษตรกรใช้พันธุ์ชูการ์สตาร์พลัส และเก็บเกี่ยวระหว่างเดือน พฤษภาคม – กรกฎาคม อายุเก็บเกี่ยว 74 – 84 วัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 วันที่ปลูกและวันเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานของเกษตรกรที่ร่วมโครงการทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตใน ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายนปี พ.ศ. 2563

เกษตรกร	พันธุ์	วันปลูก	วันเก็บเกี่ยว	จำนวนวันปลูกถึงเก็บเกี่ยว
นายจรัญ ปุกเสก	ชูการ์สตาร์พลัส	23 มี.ค.63	9 มิ.ย.63	78
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	ชูการ์สตาร์พลัส	11 มี.ค.63	29 พ.ค.63	79
นางศรีส้มจันทร์อาสา	ชูการ์สตาร์พลัส	1 เม.ย.63	17 มิ.ย.63	77
นายเมืองอุปรีย์	ชูการ์สตาร์พลัส	23 ก.พ.63	15 พ.ค.63	81
นายชันมณีชัย	ชูการ์สตาร์พลัส	30 มี.ค.63	15 มิ.ย.63	77
นายนิทัศน์ มูลคำดี	ชูการ์สตาร์พลัส	1 เม.ย.63	17 มิ.ย.63	77
นายวัลลภแก้วคำมี	ชูการ์สตาร์พลัส	28 เม.ย.63	10 ก.ค. 63	73
นายทองคำ กุณทวรรณา	ชูการ์สตาร์พลัส	23 ก.พ.63	18 พ.ค.63	84
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	ชูการ์สตาร์พลัส	27 เม.ย.63	10 ก.ค. 63	74
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	ชูการ์สตาร์พลัส	26 มี.ค.63	15 มิ.ย.63	81
เฉลี่ย				78.1

สัมภาษณ์การใช้ปุ๋ยข้าวโพดหวานในปีที่ผ่านมาพบว่าเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ใส่หลังปลูก 1-2 ครั้ง อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 จำนวนพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานและการใช้ปุ๋ยเกษตรกรในพื้นที่ ต.เวียงกาหลง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย ช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – มิถุนายน ปี พ.ศ. 2563

ชื่อเกษตรกร	**พื้นที่**	**การใช้ปุ๋ยในปีที่ผ่านมา**
นายจรัญ ปุกเสก	4 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	4 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นางศรีส้มจันทร์อาสา	2 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายเมืองอุปรีย์	6 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายชันมณีชัย	4 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายนิทัศน์ มูลคำดี	2 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายวัลลภแก้วคำมี	2 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายทองคำ กุณทวรรณา	5 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	3 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50 ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	4 ไร่	ปุ๋ย 46-0-0 50ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง, 13-13-21 50ก.ก./ไร่ จำนวน 1 ครั้ง

กรมวิชาการเกษตร

คำนวณธาตุอาหาร การใช้อัตรา N- P_2O_5 -K_2O พบว่ากรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรมีการใช้ไนโตรเจนอัตรา23.0 – 29.5 กก./ไร่ โพแทสเซียมอัตรา 0 – 10.5 กิโลกรัม กก./ไร่ และ ฟอสฟอรัส กรรมวิธีทดสอบ ใช้ในอัตราที่ 0 - 3.2 กิโลกรัม กรรมวิธีเกษตรกรใช้ 0 - 6.4 กิโลกรัม (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ปริมาณธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยเคมีแปลงข้าวโพดหวานระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในพื้นที่ ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน ปี พ.ศ.2563

เกษตรกร	ปริมาณปุ๋ยแปลงทดสอบ (กก./ไร่)			ปริมาณปุ๋ยแปลงเกษตรกร(กก./ไร่)		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
นายจรัญ ปุกเสก	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นางศรีส้มจันทร์อาสา	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายเมืองอุปรีย์	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายซันมณีชัย	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายนิทัศน์ มูลคำดี	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายวัลลภแก้วคำมี	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายทองคำ กุณทวรรณา	23.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	29.5	3.2	10.5	29.5	6.4	10.5

กรมวิชาการเกษตร

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรากของต้นข้าวโพดในพื้นที่เก็บข้อมูล 5 จุด ทั้งวิธีการทดสอบและวิธีเกษตรกร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (ภาพที่ 2) จำนวน 10 ราย พบว่า วิธีการทดสอบมีความเป็นกรดเป็นด่าง4.3 – 5.8 เฉลี่ย 4.8 ส่วนวิธีเกษตรกรมีความเป็นกรดเป็นด่าง 4.1 – 5.3 เฉลี่ย 4.8 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสในดินวิธีทดสอบ 22 – 174 mg/kg เฉลี่ย 114.4 mg/kg ส่วนวิธีเกษตรกรมี 33 – 261 mg/kg เฉลี่ย 123.9 mg/kg ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ(ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลวิเคราะห์ดินบริเวณรากข้าวโพดหวานหลังเก็บเกี่ยวแปลงวิธีทดสอบ และวิธีเกษตรกร ในพื้นที่ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายปี พ.ศ. 2563

ชื่อเกษตรกร	ความเป็นกรดเป็นด่าง		Avai P (mg/kg)	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	4.8	5.2	174	118
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	4.9	4.1	112	218
นางศรีส้มจันทร์อาสา	4.3	4.3	95	90
นายเมืองอุปรีย์	5.8	5.3	154	78
นายซันมณีชัย	4.4	4.4	22	33
นายนิทัศน์ มูลคำดี	4.9	4.7	90	55
นายวัลลภแก้วคำมี	4.3	4.4	122	153
นายทองคำ กุณทวรรณา	5	5.1	40	34
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	4.8	5	166	199
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	5	5	169	261
เฉลี่ย	4.8	4.8	114.4	123.9
t-test	0.63		0.51	

เมื่อข้าวโพดอายุ 45 – 50 วันวัดความสูงต้น พบว่า เกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นมากที่สุดคือ แปลงของนายอภิชัย ใจธรรมสกุลวิธีทดสอบ 252.1 เซนติเมตร และวิธีเกษตรกร 248.4 เซนติเมตร ส่วนเกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นต่ำที่สุดคือ แปลงของนางศรีส้ม จันทร์อาสาวิธีเกษตรกร 146.6 เซนติเมตร เมื่อนำค่าเฉลี่ยความสูงต้นข้าวโพดเกษตรกรทั้ง 10 ราย ได้ค่าเฉลี่ยความสูงต้น วิธีการทดสอบ 186.5 เซนติเมตร วิธีเกษตรกร 175.1 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ (pair t-test) พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) เมื่อวัดความสูงต้นข้าวโพดก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า เกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นมากที่สุดคือ แปลงนายเมือง อุปรีย์ วิธีการทดสอบ 264.0 เซนติเมตร และวิธีการเกษตรกร 263.0 เซนติเมตร ส่วนเกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นต่ำที่สุดคือ แปลงนายนิทัศน์ มูลคำดี โดยวิธีเกษตรกรสูง 214.0 เซนติเมตร และวิธีทดสอบสูง 227.8 เซนติเมตร โดยค่าเฉลี่ยความสูงต้นข้าวโพดของเกษตรกรทั้ง 10 ราย วิธีการทดสอบ 245.5 เซนติเมตร และวิธีการเกษตรกร 238.6 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนด้านความสูงของผลผลิต เกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ยความสูงผลผลิตมากที่สุดคือนางศรีส้ม จันทร์อาสา โดยมีค่าเฉลี่ยสูงผลผลิต 92.3 เซนติเมตร วิธีเกษตรกร 78.4 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความสูงผลผลิตน้อยที่สุดแปลงนางบัวจันทร์ ชิจิตตัง โดยมีค่าเฉลี่ยสูงผลผลิต 71.9 เซนติเมตร โดยค่าเฉลี่ยความสูงผลผลิตข้าวโพดของเกษตรกรทั้ง 10 ราย วิธีการทดสอบ 87.0 เซนติเมตร และวิธีการเกษตรกร 82.2 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

สำนักวิชาการเกษตร

ตารางที่ 17 ความสูงต้นข้าวข้าวโพดหวานอายุ 45-50 ความสูงต้นก่อนเก็บเกี่ยว และความสูงฝักแรกในแปลงเกษตรกร ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายปี พ.ศ. 2563

เกษตรกร	45-50 วัน		ก่อนเก็บเกี่ยว		สูงฝัก	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	177.0	172.8	246.8	239.7	89.4	82.3
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	185.4	152.1	251.1	219.1	85.4	71.9
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	162.7	146.6	235.6	234.8	92.3	78.4
นายเมือง อุปรีย์	175.4	177.5	264.0	263.0	86.8	96.1
นายซัน มณีชัย	183.4	174.1	242.4	233.2	87.5	86.4
นายนิทัศน์ มูลคำดี	176.1	146.7	227.8	214.2	89.0	73.9
นายวัลลภ แก้วคำมี	220.9	204.1	245.1	242.8	85.8	83.1
นายทองคำ กุณทวรรณา	159.7	163.4	231.1	228.4	76.8	76.1
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	252.1	248.6	255.3	255.1	89.7	87.8
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	172.2	165.6	255.9	255.6	87.8	86.2
เฉลี่ย	186.5	175.1	245.5	238.6	87.0	82.2
t-test	2.86*		2.21		2.00	

เก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวโพดหวานในพื้นที่ 9 ตารางเมตรเพื่อนำมาวัดคุณภาพโดยชั่งน้ำหนักผลผลิตนับจำนวนฝัก หลังจากนั้นสุ่มมา 20 ฝัก ชั่งน้ำหนักแต่ละฝักทั้งเปลือกและน้ำหนักหลังปลอกเปลือก นอกจากนั้นวัดเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความยาวฝักหลังปลอกเปลือก และความหวาน ผลจากการวัดคุณภาพข้าวโพดหวานพบว่า น้ำหนักก่อนปลอกเปลือกข้าวโพดหวานเฉลี่ยวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 309.0 - 429.5 กรัมต่อฝัก โดยมีค่าเฉลี่ย 373.6 กรัมต่อฝักสูงกว่าวิธีเกษตรกร วิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 306.5.7 – 428.5 กรัมต่อฝัก มีค่าเฉลี่ย 372.9 กรัมต่อฝัก ทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อนำมาปลอกเปลือกข้าวโพดออก พบว่า โดยค่าเฉลี่ยวิธีการทดสอบอยู่ระหว่าง 228.2 - 347.3 กรัมต่อฝักมีค่าเฉลี่ย 285.7 กรัมต่อฝักมากกว่าวิธีเกษตรกรส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 203.0 – 319.9 กรัมต่อฝัก มีค่าเฉลี่ย 274.2 กรัมต่อฝัก ความกว้างxยาวฝักหลังปลอกเปลือกพบว่า วิธีการทดสอบมีค่าเฉลี่ยกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.6 – 5.2 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 4.9 เซนติเมตร เท่ากับวิธีเกษตร ส่วนวิธีเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.29 – 5.1 เซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความยาวฝักพบว่า วิธีทดสอบมีความยาวฝักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.2 – 20.6 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 20.0 เซนติเมตรมากกว่าวิธีเกษตรกร วิธีเกษตรกรมีความยาวฝักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.0 – 20.4 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 19.8 เซนติเมตรโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 18 น้ำหนักฝักข้าวโพดหวานก่อนปอกเปลือก หลังปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก และความกว้าง ยาวฝักข้าวโพดหลังปอกเปลือก ระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563

เกษตรกร	น้ำหนักก่อนปลอกเปลือก(กรัม)		น้ำหนักหลังปลอกเปลือก(กรัม)		ความกว้างและความยาว ฝักหลังปอกเปลือก			
					ความกว้าง (ซ.ม.)		ความยาว (ซ.ม.)	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	423.1	399.1	305.9	290.1	5.2	5.1	20.4	20.4
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	367.1	363.1	289.0	267.8	5.1	4.8	20.1	20.0
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	338.9	325.0	228.2	219.3	4.6	4.5	19.2	19.0
นายเมือง อุปรีย์	429.5	428.0	313.7	311.0	5.0	5.1	19.9	19.7
นายซัน มณีชัย	347.3	319.9	347.3	319.9	4.9	4.9	20.5	19.8
นายนิทัศน์ มูลคำดี	309.0	306.5	230.1	203.0	4.7	4.6	19.4	19.1
นายวัลลภ แก้วคำมี	424.7	405.1	290.4	298.6	5.0	5.1	20.6	20.2
นายทองคำ กุณทวรรณา	397.9	396.5	284.7	266.8	4.8	4.8	20.3	20.3
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	378.0	380.1	309.9	280.6	5.1	5.1	20.1	19.9
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	320.2	405.8	257.6	285.4	4.9	5.1	19.2	19.9
เฉลี่ย	373.6	372.9	285.7	274.2	4.9	4.9	20.0	19.8
t-test	0.72		2.19		0.45		1.23	

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อคำนวณน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร พบว่า วิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 2,000 - 3,600 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 3,030.2กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง 2,111.1 - 3,582.2 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 2,933.3 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีทดสอบเฉลี่ยมากกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จำนวนฝักเฉลี่ยต่อไร่ พบว่าวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง6,533.3 -8,400.0 ฝักต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 7,728.9 ฝักต่อไร่ส่วนวิธีเกษตรกรอยู่ระหว่าง6,844.4 - 8,177.8 ฝักต่อไร่ เฉลี่ย 7,533.3 ฝักต่อไร่โดยวิธีทดสอบมีค่าเฉลี่ยฝักต่อไร่มากกว่าวิธีการเกษตรกรแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อวัดความหวานข้าวโพดหวาน พบว่า วิธีการทดสอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.3 – 14.0 องศาบริคเฉลี่ย 12.6 องศาบริค และวิธีการเกษตรอยู่ระหว่าง 11.2 – 13.9 องศาบริคเฉลี่ย 12.5 องศาบริคโดยวิธีการทดสอบที่มีค่าเฉลี่ยความหวานมากว่าวิธีเกษตรกร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ และความหวานของผลผลิต ระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรในแปลงเกษตรกรตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงรายปี พ.ศ.2563

เกษตรกร	น้ำหนัก กก./ไร่		จำนวนฝัก ฝัก/ไร่		ความหวาน	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	3000.0	2711.1	7,511.1	6,844.4	13.0	12.9
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	3471.1	3231.1	8,400.0	8,177.8	13.5	13.1
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	2000.0	2088.9	6,533.3	7,111.1	11.6	11.6
นายเมือง อุปรีย์	3297.8	3275.6	7,600.0	7,155.6	14.0	13.9
นายซัน มณีชัย	2911.1	2777.8	7,911.1	7,866.7	12.0	11.4
นายนิทัศน์ มูลคำดี	2222.2	2111.1	7,600.0	7,822.2	11.5	11.5
นายวัลลภ แก้วคำมี	3444.4	3066.7	7,955.6	7,511.1	11.3	11.2
นายทองคำ กุณทวรรณา	3600.0	3582.2	7,777.8	7,600.0	13.5	13.4
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	3133.3	3311.1	7,911.1	7,822.2	12.6	12.6
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	3222.2	3177.8	8,088.9	7,422.2	12.7	13.1
เฉลี่ย	3030.2	2933.3	7,728.9	7,533.3	12.6	12.5
t-test	1.80		1.58		1.20	

ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ด้านต้นทุนพบว่า กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 4,737 - 7,141 บาทต่อไร่โดยมีค่าเฉลี่ย 6,296 บาทต่อไร่กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนอยู่ระหว่าง 5,196 – 8,379บาทต่อไร่ ค่าเฉลี่ย 6,620 บาทต่อไร่ เกษตรกรขายข้าวโพดหวานในราคา4.0 - 4.3บาทต่อกิโลกรัมโดยพบว่ากรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิระหว่าง 2,723 – 7,833 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีรายได้สุทธิระหว่าง 1,909 – 7,259 บาทต่อไร่และกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.43– 2.46 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.28– 2.26 (ตารางที่ 20)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 20 ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ระหว่างกรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร ในแปลงเกษตรกร ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือน พฤษภาคม - มิถุนายน ปี พ.ศ. 2563

ชื่อ-สกุล	ผลผลิต			ต้นทุน(บาท/ไร่)		รายได้		รายได้สุทธิ		BCR	
	ทดสอบ	เกษตรกรกร	Yield GAP	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายจรัญ ปุกเสก	3000.0	2711.1	289	6,097	6,367	12,000	10,844	5,903	4,478	1.97	1.70
นางบัวจันทร์ ชิจิตตัง	3471.1	3231.1	240	6,957	7,252	14,232	13,248	7,274	5,996	2.05	1.83
นางศรีส้ม จันทร์อาสา	2000.0	2088.9	89	4,737	5,196	8,000	8,356	3,263	3,160	1.69	1.61
นายเมือง อุปรีย์	3297.8	3275.6	22	7,976	8,379	13,851	13,757	5,875	5,378	1.74	1.64
นายชัน มณีชัย	2911.1	2777.8	133	5,052	5,400	11,644	11,111	6,592	5,711	2.30	2.06
นายนิทัศน์ มูลคำดี	2222.2	2111.1	111	6,388	6,747	9,111	8,656	2,723	1,909	1.43	1.28
นายวัลลภ แก้วคำมี	3444.4	3066.7	378	6,252	6,063	13,778	12,267	7,526	6,203	2.20	2.02
นายทองคำ กุณฑวรรณา	3600.0	3582.2	18	7,141	7,546	14,760	14,687	7,619	7,141	2.07	1.95
นายอภิชัย ใจธรรมสกุล	3133.3	3311.1	178	6,978	7,482	13,473	14,238	6,495	6,756	1.93	1.90
นายประทีป ใจคล่องแคล่ว	3222.2	3177.8	44	5,378	5,770	13,211	13,029	7,833	7,259	2.46	2.26
เฉลี่ย	3030.2	2933.3	97	6,296	6,620	12,406	12,019	6,110	5,399	1.98	1.83

อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนกุมภาพันธ์– พฤษภาคม ปี 2562 มีช่วงอุณหภูมิ 23.7 - 29.9 องศาเซลเซียส ส่วนปี 2563 มีช่วงอุณหภูมิ 23.8 – 28.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม ปี 2562 ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 46.5 – 57.0 ปี 2563 ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 43.8 –62.9 (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 อุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ยช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคมปี 2562 และ ปี 2563

เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย		ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	
	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2562	ปี 2563
กุมภาพันธ์	23.7	23.8	47.3	52.9
มีนาคม	25.6	26.2	49.4	43.8
เมษายน	28.6	27.8	46.5	49.7
พฤษภาคม	29.9	28.8	57.0	62.9

กรมวิชาการเกษตร

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตข้าวโพดหวาน

การปลูกข้าวโพดหวานของเกษตรกรฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 อยู่ช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม ส่วนฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563 อยู่ช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน เนื่องจากช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 เกิดภาวะแล้ง (ตารางที่ 21) เกษตรกรจึงชะลอการปลูกข้าวโพดหวานไปจนถึงเดือนเมษายน การเจริญเติบโตทางด้านความสูง 45 – 50 วันหลังปลูก และความสูงต้นก่อนเก็บเกี่ยว ระหว่างวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรในฤดูการผลิตปี 2562 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตมีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นสอดคล้องกับรายงานของสุภาพรและคณะ (2553) ที่มีการทดสอบใช้แบคทีเรียละลายฟอสเฟตกับข้าวโพดหวาน ส่วนฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563 การเจริญเติบโตทางด้านความสูง 45 – 50 วันหลังปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความสูงก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) เป็นไปได้ว่าการเจริญเติบโตในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563 มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วจากค่าเฉลี่ยจำนวนวันหลังปลูกไปจนถึงเก็บเกี่ยวฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 เฉลี่ย 84.3 วัน (ตารางที่ 2) ส่วนปีฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563 เฉลี่ย 78.1 วัน (ตารางที่ 13) จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตวิธีเกษตรกรและวิธีการทดสอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ รวมไปถึงการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน ซึ่งเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่ข้าวโพดหวานมีการพัฒนาการเจริญเติบโตฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 อุณหภูมิเฉลี่ย 25.6 องศาเซลเซียล ส่วนฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิเฉลี่ย 26.2 องศาเซลเซียลซึ่งทำให้การเจริญเติบโตฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2563 พัฒนาได้รวดกว่าฤดูผลิตปี พ.ศ. 2562 สอดคล้องกับการรายงานของ Williams (2008) นอกจากนี้ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวโพดแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไม่เหมือนกัน (อุไรวรรณ และคณะ. 2561)

ผลผลิตข้าวโพดหวาน

ผลการทดสอบปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในแปลงเกษตรกรที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่าน้ำหนักต่อไร่ และจำนวนฝักต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งการตอบสนองต่อปุ๋ยของพันธุ์ข้าวโพดหวานมีความสำคัญต่อน้ำหนักต่อไร่ และจำนวนฝัก เป็นไปได้ว่าในช่วงพัฒนาผลผลิตพันธุ์ชูกาสตาร์พลัสมีการตอบสนองต่อธาตุฟอสฟอรัสน้อย คล้ายกับทดลองของ ประภัสสร และชูชาติ (2561) ที่ทดสอบข้าวโพดหวานพันธุ์ชูกาสตาร์พลัสกับการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับแตกต่างกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 7.5 – 30 กก. K_2O ไร่ ไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติ หรือดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระดับต่ำ (56.27 มก./กก.) นอกจากนี้มีการทดสอบข้าวโพดหวานพันธุ์ชูการ์สตาร์พลัสกับข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 84-1 พบว่า ข้าวโพดหวานพันธุ์ชูการ์สตาร์พลัสให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สงขลา 84-1 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,650.0 กก./ไร่ และ 2,493.0 กก./ไร่ ตามลำดับ (นันทิการ์ และคณะ. 2562)

ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนการผลิตและรายได้สุทธิของเกษตรกรฤดูการผลิตปี 2562 ค่า Yield GAP ของเกษตรกร นายอินสม มณีชัย และนางณัทอินท์ จิตตธนวัฒน์กิจ มีค่า -44 และ -18 ตามลำดับ เกิด

จากผลผลิตต่อไร่กรรมวิธีเกษตรกรมากกว่ากรรมวิธีทดสอบ แต่ต้นทุนการผลิตของวิธีทดสอบน้อยกว่าวิธีเกษตรกร ค่า BCR วิธีการทดสอบมากที่สุด ได้แก่ นายบุญปั้นวรรณก้อน คือ 2.53 อันดับที่สอง นายเมืองอุปรีย์ คือ 2.20 ส่วนค่า BCR น้อยที่สุด 1.40 เกษตรกรได้แก่ นายมิตร แก้วเทพ เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่อไร่สูงเกือบจะเท่ารายได้ต่อไร่ แต่ค่ายังมากกว่า 1 คุ้มค่าการลงทุน (ตารางที่ 9) จากค่า BCR ที่ได้ในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 ไม่พบว่าเกษตรกรมีการขาดทุน หรือ เท่าทุน ส่วนต้นทุนการผลิตและรายได้สุทธิของเกษตรกร ฤดูการผลิตปี 2563 ไม่มีค่า Yield GAP เป็นลบเนื่องจากผลผลิตต่อไร่ของวิธีทดสอบมากกว่าผลผลิตต่อไร่ของวิธีเกษตรกร ค่า BCR วิธีการทดสอบมากที่สุด 2.46 ได้แก่นายประทีป ใจคล่องแคล่ว อันดับสอง 2.30 ได้แก่ นายซัน มณีชัย ส่วนค่า BCR น้อยที่สุด 1.43 ได้แก่ นายนิทัศน์ มูลคำดี (ตารางที่ 20) ซึ่งทั้งในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2562 และ 2563 ต้นทุนที่มีความแต่ต่างกันของเกษตรกรแต่ละคนส่วนใหญ่เป็นค่าสูบน้ำ และค่าสารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1.ผลผลิตปี 2562 น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานพบว่า กรรมวิธีทดสอบมีน้ำหนักฝักข้าวโพดหวานอยู่ระหว่าง1,822 - 3,600 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักเฉลี่ยที่2,848 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรซึ่งมีน้ำหนักฝักอยู่ระหว่าง 1,760 - 3,511 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักเฉลี่ยที่ 2,767 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ผลผลิต 2563 น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานพบว่า กรรมวิธีทดสอบมีน้ำหนักฝักข้าวโพดหวานอยู่ระหว่าง 2,000 - 3,600 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักเฉลี่ยที่ 3,030.2 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรซึ่งมีน้ำหนักฝักอยู่ระหว่าง2,111.1 - 3,582.2 กิโลกรัมต่อไร่ โดยน้ำหนักเฉลี่ยที่ 2,933.3 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ

2.การใช้ปุ๋ยเกษตรกร ปี 2562เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยข้าวโพดหวาน 1-2 ครั้ง โดยปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ได้แก่ ปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 13-13-21 โดยอัตราการใช้ปุ๋ย อยู่ที่อัตรา50–100 กิโลกรัมต่อไร่ คำนวณธาตุอาหารการใช้อัตรา N- P_2O_5 -K_2O พบว่ากรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรมีการใช้ไนโตรเจน และ โพแทสเซียมอัตราเท่ากันที่ 23.0 –29.5 กิโลกรัม และ 0 – 10.5 กิโลกรัม ส่วนฟอสฟอรัส พบว่า กรรมวิธีทดสอบ ใช้ในอัตราที่ 0 - 3.2 กิโลกรัม กรรมวิธีเกษตรกรใช้ 0 - 6.4 กิโลกรัมปี 2563 เกษตรกรใส่ปุ๋ยข้าวโพดหวาน 1-2 ครั้ง โดยปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ได้แก่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 13-13-21 อัตรา50 - 100 กิโลกรัมต่อไร่ คำนวณธาตุอาหารอัตรา N- P_2O_5 -K_2O พบว่ากรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรมีการใช้ไนโตรเจน และ โพแทสเซียมอัตราเท่ากันที่ 23.0 - 29.5 กิโลกรัม และ 0- 10.5 กิโลกรัม ส่วน ฟอสฟอรัส พบว่า กรรมวิธีทดสอบ ใช้ในอัตรา0-3.2 กิโลกรัม กรรมวิธีเกษตรกรใช้ 0-6.4 กิโลกรัม

3.ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ปี 2562 ด้านต้นทุนพบว่า กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง4,629 - 8,137บาทต่อไร่ กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนอยู่ระหว่าง4,636 – 8,575 บาทต่อไร่ ราคาขายข้าวโพดหวาน 3.80 บาทต่อกิโลกรัม โดยพบว่ากรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิระหว่าง2,295 – 7,457 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธี

กรมวิชาการเกษตร

เกษตรกรมีรายได้สุทธิระหว่าง 1,679 – 6,753 บาทต่อไร่ และกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.40 – 2.53 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.30 – 2.42 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ปี 2563 ด้านต้นทุนพบว่า กรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 4,737 - 7,141 บาทต่อไร่ กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนอยู่ระหว่าง 5,196 – 8,379 บาทต่อไร่ ราคาขายข้าวโพดหวาน 4.0 - 4.3บาทต่อกิโลกรัม โดยพบว่ากรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิระหว่าง2,723 – 7,833 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีรายได้สุทธิระหว่าง 1,909 – 7,259 บาทต่อไร่ และกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.43 – 2.46 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR อยู่ระหว่าง 1.28 – 2.26

4.การผลิตข้าวโพดหวานร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต สามารถลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกรได้ และมีค่าผลตอบแทนการผลิตสูงขึ้นกว่าเดิมโดยลดอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลง 50 เปอร์เซ็นต์ทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวานปี 2562 ลดลง 317 – 439 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.7 – 7.5 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวาน ส่วนปี 2563 ทำให้ต้นทุนลดลง 270 – 503 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.9 – 18.8 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวานทั้งนี้ต้องชี้ให้เห็นถึงผลดีของการใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีให้เห็นว่าสามารถให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า

5. ความสูงต้นข้าวโพดอายุ 45-50 วัน ในปี 2562 ความสูงต้นข้าวโพดกรรมวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 78.6 - 171.6 เซนติเมตร โดยความสูงเฉลี่ยที่ 115.9 เซนติเมตร สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 64.2 - 146.8 เซนติเมตร โดยความสูงเฉลี่ยที่ 101.4 เซนติเมตร ส่วนในปี 2563 วิธีการทดสอบมีความสูงอยู่ระหว่าง 159.7 –252.1 เซนติเมตร เฉลี่ย 186.5 เซนติเมตร และวิธีเกษตรกรมีความสูงอยู่ระหว่าง 146.6 –248.6 เซนติเมตร เฉลี่ย 175.1 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ (pair t-test) พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ

6. ผลวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสจากดินบริเวณรากข้าวโพด ในปี พ.ศ. 2562 วิธีทดสอบ 45 – 186 mg/kg เฉลี่ย 89.6 mg/kg ส่วนวิธีเกษตรกรมี 40 – 118 mg/kg เฉลี่ย74.2 mg/kg โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วน ปี พ.ศ. 2563 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินวิธีทดสอบ 22 – 174 mg/kg เฉลี่ย 114.4 mg/kg ส่วนวิธีเกษตรกรมี 33 – 261 mg/kg เฉลี่ย 123.9 mg/kg ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

7. ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตในวันนัดพบเกษตรกรเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2563 ณ หอประชุมหมู่ 4 ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจมากที่สุด คือ3.8 คะแนน ได้แก่ น้ำหนักฝักข้าวโพดหวาน และต้นทุนการผลิตของวิธีทดสอบ ส่วนระดับคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 2.7 คะแนน ได้แก่ การหาซื้อปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

กรมวิชาการเกษตร

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ถ่ายทอดความรู้ด้านปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตแก่เกษตรกรในชุมชนบ้านเวียงกาหลง ตำบลเวียงกาหลงอำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงรายจำนวน 20 ราย
- ถ่ายทอดความรู้และสาธิตการปฏิบัติการผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง แก่เกษตรกรอำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 20 ราย
- แนะนำองค์ความรู้ด้านปุ๋ยชีวภาพ การผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง และการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดแก่เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ บริษัทซันสวีท ในงานวันนัดพบเกษตรกร เมื่อวันที่ 22 มกราคม 2563 ณ หอประชุมหมู่ 4 ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงรายจำนวนรวม 30 ราย

11. คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพด ชุดโครงการวิจัยการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพด ขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโนนสูง สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 สถาบันวิจัยพืชไร่ กลุ่มวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิต กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยสนับสนุนทางวิชาการและปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ขอขอบคุณ กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิตสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1ที่ช่วยวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อเจ้าหน้าที่บริษัทซันสวีท อำเภอเวียงป่าเป้า เกษตรกรร่วมโครงการวิจัย ผู้ปลูกข้าวโพดหวาน บ้านเวียงกาหลง ตำบลเวียงกาหลงอำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงรายที่ให้ความร่วมมือ ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

12. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและจุลินทรีย์ดิน. 2545. ปุ๋ยชีวภาพ. เอกสารวิชาการกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. ISBN 974-7465-89-2. 378 หน้า

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการข้าวโพดฝักสด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 140 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 88 หน้า. ค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://lib.doa.go.th/multim/e-book/EB00271.pdf

ธงชัย มาลา. 2540. ผลกระทบของเชื้อ *Aspergillus*และหินฟอสเฟตที่มีผลต่อผลผลิตและการดูดกินฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง. ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC3001065.pdf

กรมวิชาการเกษตร

นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2562. ข่าวสารเมล็ดพันธุ์พืช. พิธีเปิดการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16 ระหว่างวันที่ 18 – 21 มิถุนายน 2562 ณ ห้องประชุมพระเพทราชา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี. ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2564, จาก http://seed.or.th/documents/enews2-2019.pdf

นันทิการ์ เสนแก้ว, อภิญญา สุราวุธ, สุนีย์ สันหมุด, อาริยา จูดคง, ลักษมี สัทรา, ศรินณา ชูธรรมธัช และ พรอุมา เซ่งแซ่. 2562. การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดหวานจังหวัดสตูล. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2564. จาก https://www.doa.go.th/oard8/wp-content/uploads/2019/08/v5902.pdf

บริษัท ซันสวีท จำกัด (มหาชน). 2561. รายงานประจำปี 2560. น.30-50.

ประภัสสร เจริญไทย และ ชูชาติ สันะทรัพย์. 2561. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพและผลผลิตข้าวโพดหวานที่ปลูกในพื้นที่อำเภองาว จังหวัดลำปาง. วารสารเกษตร 34(1): 29-40.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2552. เทคนิคการปฏิบัติดูแลรักษาข้าวโพดหวาน 2 สี (พันธุ์ No.4058F1) ตอนที่ 1. ค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2560, จาก http://research.rae.mju.ac.th

ยงยุทธ โอสถสภา. 2557. การใช้สารเร่งเชิงชีวภาพเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช. ใน: ว.ดินและปุ๋ยปีที่ 36 เล่มที่ 1-4 เดือนมกราคม-ธันวาคม 2557. น. 27-54.

วรรณภา เสนาดี และปกป้อง ป้อมฤทธิ์. 2560. ข้าวโพดพืชธรรมดามูลค่าสูงยิ่ง ใน: ว.เคหะการเกษตร ปีที่ 41 ฉ.3 มี.ค. 60 น. 59 - 79

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2557. การลดต้นทุนการผลิตพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานเพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้แก่เกษตรกรไทย. กรมวิชาการเกษตร. 46 หน้า.

สุภาพร จันรุ่งเรือง, เบญจมาส รสโสภา และกรรณิการ์ สัจจาพันธ์. 2553. ผลของแบคทีเรียละลายฟอสเฟต *Burkholderia* sp. สายพันธุ์ Rs01 ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. ใน: วิทยาสารกำแพงแสน ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 หน้า 1 – 14.

สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2557. ระบบการจัดการคุณภาพ : การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน (GOOD AGRICULTURAL PRACTICES FOR SWEET CORN). สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 18 หน้า. ค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564. จาก http://gap.doa.go.th/web_manual/doc/SD/SD75.pdf

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. 2563. การจัดการความรู้เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2564. จาก https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=2991

กรมวิชาการเกษตร

อุไรวรรณ ทองแกมแก้ว, ไลลา หวังเบ็ญหมัด, สิราพัชร ภิรมย์พร, วรรณดี ชูสวัสดิ์ และ พงษ์ศักดิ์ ณ นคร. 2561. ผลของการใส่ปุ๋ยที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียว 4 สายพันธุ์.วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน): 25-31

Achala, V., V. V. Savantb and M. S. Reddya. 2007. Phosphate solubilization by a wild type strainand UV-induced mutants of *Aspergillustubingensis*. Soil Biol. Biochem. 39: 695-669.

Bray, N. C. and R. R. Weil. 2008. The nature and properties of soils. 14th ed. Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey. 960 p.

Chai B. and Wu Y., Liu P. and M. Gao. 2011. Isolation and phosphate-solubilizing ability of a fungus, *Penicillium*sp. From soil of an alum mine. J Basic Microbiol. 51(1): 5-14.

Elias, F., Woyessa, D. and D. Muleta. 2016. Phosphate Solubilization Potential of Rhizosphere Fungi Isolated from Plants in Jimma Zone, Southwest Ethiopia. International Journal of Microbiology. Vol. 2016. Article ID 5472601. 11 pages. Retrieved February 2, 2021, From http://dx.doi.org/10.1155/2016/5472601

Igual, J., Valverde M. A.,Cervantes E. and E. Velazquez. 2001. Phosphate-solubilizing bacteria as inoculants for agriculture: use of updated molecular techniques in their study. Agron. 21 561-568.

Illmer. P. and F. Schinner. 1995. Solubilization of inorganic calcium phosphates solublization mechanisms. Soil Biol. Biochem. 27: 257-263.

Khan M. S., Zaidi A., Ahemad M., Oves M. and P. A. Wani. 2010. Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi-current perspective. Journal Archives of Agronomy and Soil Science Vol. 56: 73-98.

Kucey. R. M. N. 1983. Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. Can. J. Soil Sci. 63: 671-678.

Malviya J., Singh K. and V. Joshi. 2011. Effect of Phoshate Solubilizing Fungi on Growth and Nutrient Uptake of Ground nut (*Arachishypogaea*) Plants. Adv. BioresVol2.

Pradhan N and LB Sukla. 2005. Solubilization of inorganic phosphates by fungi isolate from agriculture soil. AgricanJourmal of Biotechnology Vol.5 850 – 854.

กรมวิชาการเกษตร

Sharma S. B., Sayyed R. Z., Trivedi M. H. and T. A. Gobi. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. SringerPlus. 2:587.

Takeda M. and J. D. Knight. 2003. Solubilization of Rock Phosphate by *Penicilliumbilaiae* Soil Phosphorus Management in Organic Crop Production. Department of Soil Science, University of Saskatchewan, SK.Canada. S7N: 5A8

Wakeling S. A., Gupta V. V., Harvey P. R. and M. H. Ryder. 2007. The effect of *Penicillium* fungi on plant growth and phosphorus mobilization in neutral to alkaline soils from southern Australia. Can J Mierobiol. Jan;53(1): 106-115.

Williams Martin M. 2008. Sweet Corn Growth and Yield Responses to Planting Dates of the North Central United States. HortSci. 43(6):1775-1779.

Yin Z., Shi H. J., Roberts D. P., Chen S. and B. Fan. 2015. Phosphate solubilization and promotion of maize growth by *Penicilliumoxalicum* P4 and *Aspergillusniger* P85 in a Calcareous soil. Can. J. Micro. Vol. 61, 12; 913-923.

กรมวิชาการเกษตร