รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

Development and Expansion of PGPR-3 Bio-Fertilizer Utilization Technology Combined with NPK Fertilizer Applicator Based on Site-Specific Fertilizer Recommendations to Increase the Efficiency of Sugarcane Production in Lower Northeastern Region of Thailand

กรมวิชาการเกษตร

นางสาวพิกุลทอง สุอนงค์
Miss Pikultong Suanong

ปี 2564

รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

Development and Expansion of PGPR-3 Bio-Fertilizer Utilization Technology Combined with NPK Fertilizer Applicator Based on Site-Specific Fertilizer Recommendations to Increase the Efficiency of Sugarcane Production in Lower Northeastern Region of Thailand

กรมวิชาการเกษตร

นางสาวพิกุลทอง สุอนงค์
Miss Pikultong Suanong

ปี 2564

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

โครงการพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เป็นโครงการที่อยู่ภายใต้แผนงานย่อยพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งแผนย่อยนี้อยู่ภายใต้แผนงานวิจัยพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิสังคมและเพื่อสร้างความเข้มแข็งแก่ชุมชนเกษตรกรรม โครงการนี้เป็นโครงการขยายผลเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยที่ได้ดำเนินงานมาในปี 2563 และรวมงานวิจัยที่ผ่านการดำเนินงานมาตั้งแต่ปี 2559-2562 และได้ผลจากการวิจัย ทดสอบ ว่าสามารถเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต และทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งถือเป็นชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรและผู้ที่สนใจนำไปพัฒนาต่อยอด ช่วยเพิ่มรายได้ เกิดประโยชน์กับชุมชนและสร้างเศรษฐกิจฐานรากให้มั่นคงได้

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	2
บทนำ	3
บทคัดย่อ	6
การทดลองที่ 1 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์	8
การทดลองที่ 2 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม	21
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	33
บรรณานุกรม	34

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวกอย่างดียิ่ง ในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจาก ผู้อำนวยการ ข้าราชการ ลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ ตลอดจนพนักงานจ้างเหมาบริการ ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรบุรีรัมย์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมหาสารคาม รวมถึงหน่วยงานต่างๆ ดัง รายนามต่อไปนี้

สถานีอุตุนิยมวิทยา อ.สตึก จ.บุรีรัมย์
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโนนสูง

ซึ่งคณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ และหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการเกษตร นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป หากรายงานนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

พิกุลทอง สุอนงค์ อนุชา เหลาเคน ศรีนวล สุราษฎร์
สุธาทิพย์ การรักษา นิพนธ์ ภาชนะวรรณ พรศุลี อิศรางกูล ณ อยุธยา ธัชธาวินทน์ สะรุโณ
Pikultong Suanong Anucha Laoken Srinuan Surat
Suthathip Karnraksa Niphon Phachanawan Pornsulee issarangkool Thattawin Saruno

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

PGPR-3 หมายถึง ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี หรือปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้

BCR หมายถึง อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio) เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่าง มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในโครงการ

- การคำนวณหาค่า B/C Ratio = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน/มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย
- หาก B/C Ratio > 1 โครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน
- หาก B/C Ratio < 1 โครงการให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศไทยปีละประมาณ 250,000 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 21 ของ GDP ภาคเกษตร การผลิตอ้อยมีต้นทุนค่อนข้างสูง และผลผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีปริมาณมากในการผลิตอ้อย มีการใส่ปุ๋ย 3-4 กระสอบต่อไร่ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง มีปริมาณธาตุอาหารในปริมาณสูง สามารถใช้เพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินในเวลาที่พืชต้องการได้ แต่จากสถานการณ์ปัจจุบันที่ประเทศไทยอยู่ในภาวะวิกฤติเศรษฐกิจ ปุ๋ยผสมที่จำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดมีราคาค่อนข้างสูง ทำให้เกษตรกรหลายรายเริ่มหันมาผสมปุ๋ยเคมีใช้เองโดยมีการวิเคราะห์ดิน แต่การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเกษตรกรต้องผสมแม่ปุ๋ยเอง หากมีพื้นที่ปลูกอ้อยหลายไร่จะทำให้เกษตรกรเสียเวลาและค่าแรงงานในการผสมปุ๋ย นอกจากนั้นวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรหลายรายยังใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแบบหว่านอยู่ ถึงแม้จะมีการผสมปุ๋ยใช้เอง เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ไม่ต้องใช้อุปกรณ์มาก แต่การหว่านปุ๋ยจะทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยไปจากดิน โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ลงดินพืชสามารถนำไปใช้ในปริมาณ 50 – 60% ของปุ๋ยที่ใส่ลงไปเท่านั้น ส่วนที่เหลือถูกยึดไว้ในดินหรือเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรือสูญหายไปโดยการชะละลาย หรือสูญหายไปในอากาศ (ยงยุทธและคณะ, 2551) ซึ่งทำให้บริษัทเอกชนหลายบริษัทมีการพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยอ้อยขึ้นมา แต่การใช้เครื่องใส่ปุ๋ยนี้ เกษตรกรต้องผสมปุ๋ยข้างนอกและต้องผสมให้เข้ากัน และต้องไม่ผสมทิ้งไว้นานจนเกิดความชื้นทำให้ปุ๋ยจับตัวเป็นก้อน (caking) ซึ่งจะทำให้ต้องต้องเสียเวลาและค่าแรงงานในการทำให้ปุ๋ยแยกออกจากกันเพิ่มขึ้นอีก อีกทั้งการนำปุ๋ยที่ผสมแล้วใส่เครื่องใส่ปุ๋ยอาจเกิดการแยกชั้นของปุ๋ยได้ เมื่อเกิดการสั่นสะเทือนของรถแทรกเตอร์ขณะทำงาน สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จึงได้พัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยแบบแยกปุ๋ยหลักทั้ง 3 ชนิด ใส่ในแต่ละถังแยกกัน เพื่อลดปัญหาปุ๋ยจับตัวเป็นก้อนและการแยกชั้นของปุ๋ย ช่วยลดต้นทุนในการผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินข้างนอก ซึ่งจะมีส่วนสนับสนุนให้ เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมากขึ้น ลดขั้นตอนและต้นทุนการผสมปุ๋ย จ่ายปุ๋ยได้แม่นยำ ทำให้เกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และลดการสูญเสียทรัพยากรได้ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบาย เกษตร 4.0 ที่พัฒนาการเกษตรแบบดั้งเดิม (Traditional Farming) ไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการเทคโนโลยี (Smart Farming) หรือการทำเกษตรแบบแม่นยำสูง (Precision Farming) การนำเทคโนโลยีจากงานวิจัยในเรื่องการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย ถ่ายทอดสู่เกษตรกรจึงน่าจะช่วยพัฒนาศักยภาพการผลิตอ้อยของเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อย ทำให้เกษตรกรเกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดการสูญเสียทรัพยากรได้

นอกจากนั้นการพัฒนาภาคการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช และการลดต้นทุนการผลิตพืช เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ประชาชนมีรายได้เหลือจากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากขึ้น ปัจจัยสำคัญที่ต้องพัฒนาก็คือ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เสื่อมโทรมลงจากการปลูกพืชต่อเนื่องกันมาตลอดเป็นเวลาหลายสิบปี การผลิตพืชที่เป็นสินค้าหลักสำคัญอย่างอ้อยจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตอ้อย รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินในพื้นที่ที่จำกัด นอกจากการใช้ปุ๋ยเคมีกับอ้อยแล้ว การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ก็เป็นทิศทางหนึ่งที่จะทำให้การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นไปอย่างยั่งยืน เนื่องจากดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชนั้นจะต้องมีสมบัติทั้งสามด้าน คือ สมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางชีวภาพ จึงจะเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีการใช้ปุ๋ยเคมีผลิตอ้อยในทุกแปลงการผลิต เกษตรกรหลายรายมีการใช้

กรมวิชาการเกษตร

ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย แต่มีจำนวนน้อยรายมากที่มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ เนื่องจากยังขาดความรู้หรือข้อมูลในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้ การนำเทคโนโลยีจากงานวิจัยในเรื่องการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ถ่ายทอดสู่เกษตรกรจึงน่าจะช่วยพัฒนาศักยภาพการผลิตอ้อยของเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อยได้ ดังนั้น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 จึงได้นำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยทั้งสองเทคโนโลยีที่ผ่านการทดสอบในพื้นที่ในปี 2563 และเทคโนโลยีที่ผ่านการดำเนินงานมาตั้งแต่ปี 2559-2562 เข้าไปถ่ายทอดขยายผลสู่เกษตรกร เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร ทั้งยังเป็นแหล่งเรียนรู้ให้เกษตรกรนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตนเองต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยโดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย ให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายตามนโนบายโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

วิธีการวิจัย

ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

ดำเนินการ ณ แปลงเกษตรกร อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์

การทดลองที่ 2 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

ดำเนินการ ณ แปลงเกษตรกร อ.เมือง จ.มหาสารคาม

โดยมีขั้นตอนการเนินงานดังนี้

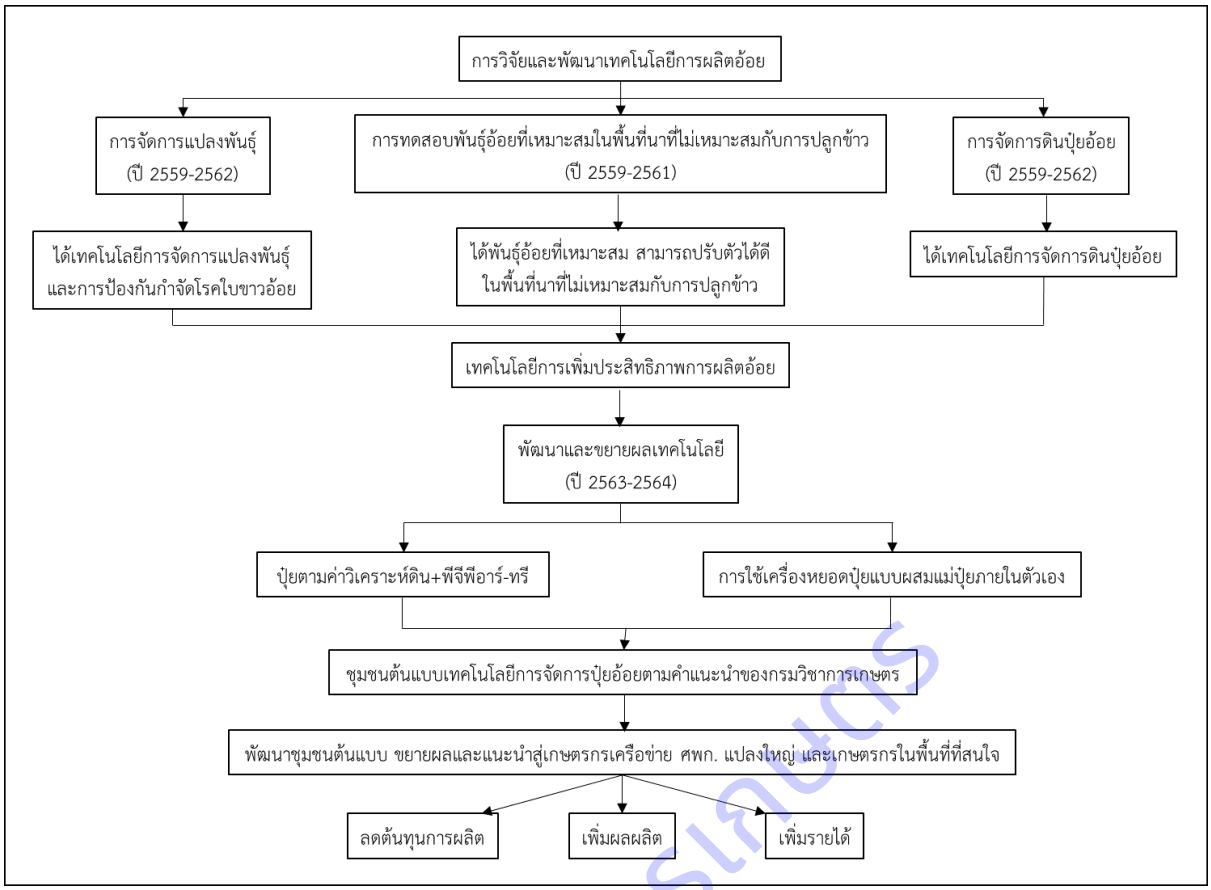
1) ทดสอบและพัฒนาแนวทางการเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนในการผลิตอ้อยของเกษตรกรโดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนของการดำเนินการ

2) ขยายผลสู่กลุ่มเกษตรกรอื่นๆ และสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงกลุ่มเกษตรกร

3) จัดการบูรณาการเทคโนโลยี และปรับใช้อย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ นำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตและเป็นวิธีที่เกษตรกรสามารถยอมรับได้

4) ถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการจัดการปุ๋ย และจัดการอ้อยปลูกสู่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อนำไปสู่การผลิตอ้อยที่มีคุณภาพ ผลผลิตสูงและเป็นวิธีที่เกษตรกรยอมรับได้

กรมวิชาการเกษตร



กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ประกอบด้วย 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และ การทดลองที่ 2 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2563 – ธันวาคม 2564 ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยโดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย ให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายตามนโนบายโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ผลการดำเนินงานพบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเองในการฝังปุ๋ย ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 12 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 33 เปอร์เซ็นต์ ทำการขยายผลเทคโนโลยีที่ผ่านการทดสอบไปยังกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่ ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดมหาสารคาม รวมถึงมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกร นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับอำเภอและระดับจังหวัด รวมทั้งสิ้นจำนวน 390 ราย

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The development and expansion project of PGPR-3 bio-fertilizer utilization technology combined with NPK fertilizer applicator based on site-specific fertilizer recommendations to increase the efficiency of sugarcane production in the Lower Northeastern region of Thailand consisted of 2 trials: 1) development and expansion of PGPR-3 bio-fertilizer utilization technology combined with NPK fertilizer applicator based on site-specific fertilizer recommendations to increase the efficiency of sugarcane production in Buriram province and 2) development and expansion of PGPR-3 bio-fertilizer utilization technology combined with NPK fertilizer applicator based on site-specific fertilizer recommendations to increase the efficiency of sugarcane production in Mahasarakham province. The project was started from October 2020 to December 2021 in Mahasarakham province and Buriram province with the objective to transfer the sugarcane fertilizer management technology to the farmers who were members of the Mega-Farm Project in targeted areas in Lower Northeastern region. The technology included the use of PGPR-3 bio-fertilizer combined with fertilizer application based on soil analysis using NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations. The result showed that the average yield of sugarcane from the treatment receiving the technology using PGPR-3 bio-fertilizer combined with NPK fertilizer applicator based on site-specific fertilizer recommendations increased by 12 % and net income increased by 33 %. The technology was expanded and transferred to members of the collaborative farm in Buriram province and Mahasarakham province. Moreover, it was also expanded to other farmers and agricultural extension officers with a total number of 390 people.

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

Development and expansion of PGPR-3 bio-fertilizer technology together with NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations technology to increase the efficiency of sugarcane production in Buriram province

ผู้วิจัย

พิกุลทอง สุอนงค์ สุธาทิพย์ การรักษา

Pikultong Suanong Suthathip Karnraksa

คำสำคัญ (Key words)

อ้อย ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยในตัว

Sugarcane, PGPR-3 bio-fertilizer, NPK fertilizer applicator

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยโดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย ให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายตามนโนบายโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ ดำเนินการร่วมกับกลุ่มแปลงใหญ่วิสาหกิจชุมชนธุรกิจไร่อ้อยต้นแบบ ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2563 – ธันวาคม 2564 จัดทำแปลงต้นแบบโดยปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเองในการฝังปุ๋ย ผลการดำเนินงาน พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเองในการฝังปุ๋ย ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 14 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 29 เปอร์เซ็นต์ ทำการขยายผลเทคโนโลยีที่ผ่านการทดสอบไปยังกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ รวมถึงมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกร นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับอำเภอและระดับจังหวัด รวมทั้งสิ้นจำนวน 180 ราย

Abstract

The development and expansion project of PGPR-3 bio-fertilizer utilization technology combined with NPK fertilizer applicator based on site-specific fertilizer recommendations to increase the efficiency of sugarcane production in Buriram province was aimed to transfer

sugarcane fertilizer management technology to members of the Mega-Farm Project in targeted areas in Buriram province. The technology included the use of PGPR-3 bio-fertilizer combined with fertilizer application based on soil analysis using NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations. The project was well co-operated by the members of the sugarcane collaborative farming community enterprise model in Hin Lek Fai subdistrict, Khu Mueang district, Buriram province starting from October 2020 to December 2021. Model farms were established to produce sugarcane cv. Khon Kaen 3 and apply PGPR-3 bio-fertilizer combined with fertilizer application based on soil analysis using NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations. The result showed that the average yield of sugarcane in model farm was increased by 14 percent and the average net profit was increased by 29 percent. The technology was expanded and transferred to members of the collaborative farm in Buriram province. Moreover, it was also expanded to other farmers and agricultural extension officers with a total number of 180 people.

บทนำ (Introduction)

อ้อย เป็นหนึ่งในสี่พืชเศรษฐกิจหลักของเกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์ ที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีปริมาณมากในการผลิตอ้อย มีการใส่ปุ๋ย 3-4 กระสอบต่อไร่ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง มีปริมาณธาตุอาหารในปริมาณสูง สามารถใช้เพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินในเวลาที่พืชต้องการได้ แต่จากสถานการณ์ปัจจุบันที่ประเทศไทยอยู่ในภาวะวิกฤติเศรษฐกิจ ปุ๋ยผสมที่จำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดมีราคาค่อนข้างสูง ทำให้เกษตรกรหลายรายเริ่มหันมาผสมปุ๋ยเคมีใช้เองโดยมีการวิเคราะห์ดิน แต่การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเกษตรกรต้องผสมแม่ปุ๋ยเอง หากมีพื้นที่ปลูกอ้อยหลายไร่จะทำให้เกษตรกรเสียเวลาและค่าแรงงานในการผสมปุ๋ย นอกจากนั้นวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรหลายรายยังใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแบบหว่านอยู่ ถึงแม้จะมีการผสมปุ๋ยใช้เอง เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ไม่ต้องใช้อุปกรณ์มาก แต่การหว่านปุ๋ยจะทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยไปจากดินโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ลงดินพืชสามารถนำไปใช้ในปริมาณ 50 – 60% ของปุ๋ยที่ใส่ลงไปเท่านั้น ส่วนที่เหลือถูกยึดไว้ในดินหรือเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรือสูญหายไปโดยการชะละลาย หรือสูญหายไปในอากาศ (ยงยุทธและคณะ, 2551) ซึ่งทำให้บริษัทเอกชนหลายบริษัทมีการพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยอ้อยขึ้นมา แต่การใช้เครื่องใส่ปุ๋ยนี้ เกษตรกรต้องผสมปุ๋ยข้างนอกและต้องผสมให้เข้ากัน และต้องไม่ผสมทิ้งไว้นานจนเกิดความชื้นทำให้ปุ๋ยจับตัวเป็นก้อน (caking) ซึ่งจะทำให้ต้องต้องเสียเวลาและค่าแรงงานในการทำให้ปุ๋ยแยกออกจากกันเพิ่มขึ้นอีก อีกทั้งการนำปุ๋ยที่ผสมแล้วใส่เครื่องใส่ปุ๋ยอาจเกิดการแยกชั้นของปุ๋ยได้ เมื่อเกิดการสั่นสะเทือนของรถแทรกเตอร์ขณะทำงาน สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จึงได้พัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยแบบแยกปุ๋ยหลักทั้ง 3 ชนิด ใส่ในแต่ละถังแยกกัน เพื่อลดปัญหาปุ๋ยจับตัวเป็นก้อนและการแยกชั้นของปุ๋ย ช่วยลดต้นทุนในการผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินข้างนอก ซึ่งจะมีส่วนสนับสนุนให้ เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมากขึ้น ลดขั้นตอนและต้นทุนการผสมปุ๋ย จ่ายปุ๋ยได้แม่นยำ ทำให้เกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และลดการสูญเสียทรัพยากรได้ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายเกษตร 4.0 ที่พัฒนาการเกษตรแบบดั้งเดิม (Traditional Farming) ไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการเทคโนโลยี (Smart Farming) หรือการทำเกษตรแบบแม่นยำสูง (Precision Farming) การนำเทคโนโลยีจากงานวิจัยในเรื่องการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย ถ่ายทอดสู่เกษตรกรจึงน่าจะช่วย

สถาบันวิจัยเกษตร

พัฒนาศักยภาพการผลิตอ้อยของเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อย ทำให้เกษตรกรเกิดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดการสูญเสียทรัพยากรได้

นอกจากนั้นการพัฒนาภาคการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช และการลดต้นทุนการผลิตพืช เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ประชาชนมีรายได้เหลือจากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากขึ้น ปัจจัยสำคัญที่ต้องพัฒนาก็คือ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เสื่อมโทรมลงจากการปลูกพืชต่อเนื่องกันมาตลอดเป็นเวลาหลายสิบปี การผลิตพืชที่เป็นสินค้าหลักสำคัญอย่างอ้อยจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตอ้อย รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินในพื้นที่ที่จำกัด นอกจากการใช้ปุ๋ยเคมีกับอ้อยแล้ว การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ก็เป็นทิศทางหนึ่งที่จะทำให้การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นไปอย่างยั่งยืน เนื่องจากดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชนั้นจะต้องมีสมบัติทั้งสามด้าน คือ สมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางชีวภาพ จึงจะเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์มีการใช้ปุ๋ยเคมีผลิตอ้อยในทุกแปลงการผลิต เกษตรกรหลายรายมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย แต่มีจำนวนน้อยรายมากที่มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ เนื่องจากยังขาดความรู้หรือข้อมูลในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้ การนำเทคโนโลยีจากงานวิจัยในเรื่องการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ถ่ายทอดสู่เกษตรกรจึงน่าจะช่วยพัฒนาศักยภาพการผลิตอ้อยของเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อยได้ ดังนั้น ปี 2564 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรบุรีรัมย์ จึงได้นำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยทั้งสองเทคโนโลยีที่ผ่านการทดสอบในพื้นที่ในปี 2563 เข้าไปถ่ายทอดขยายผลสู่เกษตรกร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขยายผลเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร ซึ่งจะเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์นำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตนเองต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

พันธุ์พืช:	อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3
ปุ๋ยเคมี:	ปุ๋ยเคมีเกรด 16-16-8 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
ปุ๋ยชีวภาพ:	พีจีพีอาร์-ทรี (PGPR-3)
สารปรับปรุงดิน:	ปูนโดโลไมท์
ชีวภัณฑ์กำจัดแมลง:	แมลงหางหนีบ
สารเคมีกำจัดแมลง:	ฟิโปรนิล
เครื่องจักรกลการเกษตร:	เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยในตัว

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) จัดทำแปลงต้นแบบขยายผลเทคโนโลยีที่ได้ผลการทดสอบจากปี 2563 และสร้างเครือข่ายเกษตรกรผู้ใช้เทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเอง

ดำเนินการในแหล่งผลิตอ้อยโรงงานในพื้นที่โครงการส่งเสริมระบบเกษตรแบบแปลงใหญ่อ้อย จำนวนแปลงต้นแบบ 10 แปลง แปลงละ 2 ไร่ วิธีปฏิบัติดังนี้

1. การเตรียมดิน : ไถเตรียมดิน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ไถดะด้วยผาล 3 ครั้งที่ 2 ไถแปรด้วยผาล 7 และครั้งที่ 3 ไถพรวนพร้อมยกร่องปลูกระยะอย่างน้อย 1.50 เมตร
2. การปลูก : ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งท่อนพันธุ์นำมาจากแปลงพันธุ์อ้อยสะอาด ปลูกอ้อยข้ามแล้งระหว่างเดือน พฤศจิกายน – มกราคม ปลูกอ้อยโดยใช้รถปลูก

กรมวิชาการเกษตร

3. การใส่ปุ๋ย : ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยเกรด 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูกอ้อย ครั้งที่สอง ใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 โดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือน เมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือนหลังปลูก หรือเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม (ตารางที่ 1)
4. การใส่ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 : ละลายปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 กับน้ำ อัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ราดลงในร่องอ้อยในพื้นที่ 1 ไร่ เมื่ออ้อยเริ่มแทงหน่อ
5. การดูแลรักษาอื่น ๆ
   - แนะนำให้ใช้แรงงานคนในการกำจัดช่วงต้นเล็ก อายุ 1-4 เดือน แล้วจึงใช้สารเคมีฉีดพ่นเมื่ออายุมากขึ้น
   - การใช้สารกำจัดวัชพืชในไร่อ้อยสำหรับวัชพืชฤดูเดียวและวัชพืชข้ามปี (ตารางที่ 2)
   - ป้องกันกำจัดโรคแมลงตามความจำเป็นและตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ระดับธาตุอาหารที่จะต้องใส่เพิ่มให้แก่ดินที่ปลูกอ้อยโดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ดิน

รายการวิเคราะห์	ผลวิเคราะห์ดิน	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำ		
		อ้อยปลูก	อ้อยตอ	
อินทรียวัตถุ (%)	น้อยกว่า 0.75	27 (21*)	27 (18*)	กิโลกรัม N/ไร่
	0.75 - 1.50	15	18	กิโลกรัม N/ไร่
	1.50 – 2.25	12	15	กิโลกรัม N/ไร่
	มากกว่า 2.25	6	9	กิโลกรัม N/ไร่
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้อยกว่า 7	9	9	กิโลกรัม P_2O_5/ไร่
	7 - 30	6	6	กิโลกรัม P_2O_5/ไร่
	มากกว่า 30	3	3	กิโลกรัม P_2O_5/ไร่
โพแทสเซียม (มก./กก.)	น้อยกว่า 60	18	18	กิโลกรัม K_2O/ไร่
	60 - 90	12	12	กิโลกรัม K_2O/ไร่
	มากกว่า 90	6	6	กิโลกรัม K_2O/ไร่

* อัตราปุ๋ยภายในวงเล็บ ( ) หมายถึง กรณีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ อัตรา 1 ตันต่อไร่

ที่มา : กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2561)

การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในไร่อ้อย

ประเภทวัชพืช	สารกำจัดวัชพืช	อัตราการใช้/น้ำ 20 ลิตร	วิธีการใช้/ข้อควรระวัง
วัชพืชฤดูเดียว	อะลาคลอร์ (48 %)	160-240 มล.	ใช้สำหรับแปลงที่ปลูกแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว
	อะทราซีน (80 % ดับบลิวพี)	120-180 กรัม	พ่นคลุมดินหลังปลูก ก่อนอ้อยและวัชพืชงอก ขณะพ่นดินต้องมีความชื้น
	ไดยูรอน (80 % ดับบลิวพี)	75-150 กรัม	

กรมวิชาการเกษตร

	เมทริบูซีน (70 % ดับบลิวพี)	25-50 กรัม	
	ออกซิฟลูออร์เฟน (23.5 % ซีอี)	80 มล.	
	อามีทรีน (80 % ดับบลิวพี)	100-125 กรัม	พ่นคลุมดินหลังปลูกหรือหลังแต่งตอก่อนอ้อยและวัชพืชงอก หรือพ่นหลังปลูกเมื่อวัชพืชมี 4-5 ใบ ระวังละอองสารสัมผัสใบอ้อย
	เฮกซาซิโนน/ไดยูรอน (60 % ดับบลิวจี)	90-120 กรัม	
วัชพืชข้ามปี	ไกลโฟเสท (48 % เอสแอล)	120-160 มล.	พ่นก่อนเตรียมดิน หรือก่อนปลูกอ้อย 7-15 วัน หรือพ่นเฉพาะจุดหลังแต่งตออ้อย ระวังละอองสารสัมผัสต้น ใบ และตาอ้อย

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2554)

2) ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยสู่เกษตรกรข้างเคียงและเกษตรกรเครือข่ายที่ร่วมโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ (อ้อยโรงงาน) ผ่านกระบวนการอบรม บรรยายหรือจัดงานวันนัดพบเกษตรกร สรุปผล จัดทำคำแนะนำ และประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร

การบันทึกและเก็บข้อมูล

1. จำนวนเกษตรกรและพื้นที่การขยายผล
2. การปรับใช้เทคโนโลยีในแปลงขยายผล และสุ่มพื้นที่วัดผลผลิตเทียบกับวิธีเดิมของเกษตรกร
3. ข้อมูลความพึงพอใจเทคโนโลยีที่ทดสอบขยายผล ปัญหาอุปสรรคที่พบ และแนวทางแก้ไขของเกษตรกร

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2563 – สิ้นสุด ธันวาคม 2564

สถานที่ดำเนินการ แปลงเกษตรกรที่ร่วมโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่อ้อย อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

1) จัดทำแปลงต้นแบบขยายผล

ดำเนินการจัดทำแปลงต้นแบบเพื่อขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย โดยคัดเลือกเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายตามนโนบายโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1 กลุ่ม ก่อนการจัดทำแปลงต้นแบบขยายผลเทคโนโลยี ได้ทำการคัดเลือกผลการดำเนินงานที่ได้จากการทดสอบในปี 2563 ซึ่งให้ผลผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยสูงที่สุด จาก 2 การทดลอง คือ 1) การทดลองทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย และ 2) การทดลองทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

การทดลองที่ 1 ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีในพื้นที่กลุ่มแปลงใหญ่วิสาหกิจชุมชนธุรกิจไร่อ้อยต้นแบบ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 – กันยายน 2563 โดยการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 100% กับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 75% + ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 โดยใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นพันธุ์ทดสอบ ผลการทดสอบ พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 75% ในการปลูกอ้อย สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียวคิดเป็นร้อยละ 12.48 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนว่ามีการกระจายตัวอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาที่อ้อยต้องการด้วยหรือไม่ รวมถึงการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 75 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้สุทธิเฉลี่ยมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว คิดเป็นร้อยละ 28.4 และมีความ

คุ้มค่าต่อการลงทุนมากกว่าคิดเป็นร้อยละ 8.05 อย่างไรก็ตาม นักวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม โดยทดสอบเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 100% + ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 พบว่าผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 15 % เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 75% + ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ดังนั้นการให้ปุ๋ยเต็มประสิทธิภาพตามความต้องการของอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ช่วยทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นได้

การทดลองที่ 2 ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีในพื้นที่กลุ่มแปลงใหญ่อ้อย อ.นาโพธิ์ จ.บุรีรัมย์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 – กันยายน 2563 โดยการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยการหว่าน กับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นพันธุ์ทดสอบ ผลการทดสอบ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ย สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยการหว่านคิดเป็นร้อยละ 21.17 รวมถึงการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ย มีรายได้สุทธิเฉลี่ยมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยการหว่านคิดเป็นร้อยละ 113 และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากกว่าคิดเป็นร้อยละ 10.6

จากผลการทดสอบในปี 2563 ทำการคัดเลือกวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 100% + ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ร่วมกับการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร มาดำเนินการจัดทำแปลงต้นแบบเพื่อขยายผลเทคโนโลยีในปี 2564 โดยคัดเลือกเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่วิสาหกิจชุมชนธุรกิจไร่อ้อยต้นแบบ ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ มีสมาชิกในกลุ่ม 50 ราย มีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 1,200 ไร่ มาจำนวน 10 ราย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในพื้นที่แปลงใหญ่ที่ร่วมดำเนินการแปลงต้นแบบ ปี 2564 จ.บุรีรัมย์

เกษตรกร	ที่ตั้งแปลง	ระยะปลูก (เมตร)	วันปลูก	วันเก็บเกี่ยว	อายุอ้อย (วัน)
สุภาพร เกษศิริ	ม.10 ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.60	25 ธ.ค. 63	8 ธ.ค. 64	348
ปริญญา ดาวรัมย์	ม.9 ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.50	10 ม.ค. 64	7 ธ.ค. 64	331
ลำดวน สุวรรณสัมฤทธิ์	ม.1 ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.40	25 ธ.ค. 63	8 ธ.ค. 64	348
นิติกร ลิอ่อนรัมย์	ม.1 ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.40	25 ธ.ค. 63	8 ธ.ค. 64	348
บุญมาก อินทา	ม.11 ต.ถลุงเหล็ก อ.เมือง จ.บุรีรัมย์	1.40	5 ธ.ค. 63	9 ธ.ค. 64	369
สมศักดิ์ ดาวเรืองรัมย์	ม.10 ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.5	29 พ.ย. 63	7 ธ.ค. 64	373
บุญยง ทองลา	ม.1 ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.5	15 ธ.ค. 63	9 ธ.ค. 64	359
ลำพอง มีชัยธร	ม.9 ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.5	9 ม.ค. 64	7 ธ.ค. 64	332
บรรจง ดาวิรัมย์	ม.9 ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.5	2 ม.ค. 64	8 ธ.ค. 64	340
จรัล วันนู	ม.6 ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์	1.5	16 ธ.ค. 63	7 ธ.ค. 64	356

ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินในแปลงทดสอบทุกแปลงมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินในแปลงทดสอบมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย เป็นดินกลุ่มชุดดินที่ 17, 22, 36 และ 40

กรมวิชาการเกษตร

ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันคือ เป็นกลุ่มดินร่วนหยาบ ลึกถึงลึกมาก ระบายน้ำดีถึงปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงต้นแบบ จ.บุรีรัมย์

เกษตรกร	เนื้อดิน	พิกัดแปลง			ปริมาณน้ำฝน (มม./ปี)
		Zone	x	y	
สุภาพร	ร่วนปนทราย	48 P	293291	1677596	1,355
ปริญญา	ร่วนปนทราย	48 P	291370	1681478	1,355
ลำดวน	ร่วนปนทราย	48 P	291430	1680541	1,355
นิติกร	ร่วนปนทราย	48 P	291474	1680524	1,355
บุญมาก	ร่วนปนทราย	48 P	292238	1673363	1,355
สมศักดิ์	ร่วนปนทราย	48 P	292241	1678016	1,355
บุญยง	ร่วนปนทราย	48 P	289523	1677385	1,355
ลำพอง	ร่วนปนทราย	48 P	291255	1681395	1,355
บรรจง	ร่วนปนทราย	48 P	290662	1680938	1,355
จรัล	ร่วนปนทราย	48 P	292646	1679733	1,355

ที่มาข้อมูลปริมาณน้ำฝน: จากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ (สถานีอุตุนิยมวิทยาบุรีรัมย์ (สตึก), 2564

จากผลวิเคราะห์ดิน พบว่า ดินแปลงต้นแบบมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 4.85 – 6.13 ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าระหว่าง 0.25-0.64 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าระหว่าง 4.99-47.67 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าระหว่าง 20.4-110.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้ไปคำนวณปริมาณธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามเอกสารกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2561) จะต้องใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 27-3-18 27-6-6 27-6-18 และ 27-9-18 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ตารางที่ 3)

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยเมื่ออายุ 6 เดือน และ 9 เดือน พบว่า ที่ระยะเวลา 6 เดือน แปลงต้นแบบขยายผลเทคโนโลยี มีจำนวนลำเฉลี่ย 12,399 ลำ/ไร่ มีจำนวนกอเฉลี่ย 2,480 กอ/ไร่ ส่วนที่ระยะเวลา 9 เดือน มีจำนวนลำเฉลี่ย 12,203 ลำ/ไร่ มีจำนวนกอเฉลี่ย 2,440 กอ/ไร่ (ตารางที่ 4) ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนลำอ้อยในเดือนที่ 9 ลดลงไม่ถึง 2% จากเดือนที่ 6 ซึ่งลดลงค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนลำอ้อยในปี 2563 ที่ลดลง 17-18% (ศรีนวล, 2563) ทั้งนี้เนื่องจากในปี 2563 อ้อยในระยะหลังจาก 6 เดือน ได้รับปริมาณน้ำฝนเพียง 354 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อยในระยะสร้างลำสะสมน้ำตาลที่ต้องการน้ำโดยเฉลี่ย 828 มิลลิเมตร หรือ 6.6 มิลลิเมตรต่อวัน (กอบเกียรติ, 2556) แต่ในปี 2564 ในช่วงเวลาเดียวกันอ้อยได้รับน้ำฝนเฉลี่ย 468 มิลลิเมตร ซึ่งปริมาณน้ำฝนมากขึ้น 32% ส่งผลให้อ้อยปลูกในปี 2564 มีจำนวนลำลดลงน้อยกว่าปลูกในปี 2563 (ภาพที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน และอัตราปุ๋ยที่ใช้ ในแปลงต้นแบบ จ.บุรีรัมย์

เกษตรกร	ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน				ปริมาณธาตุอาหาร (กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	อัตราปุ๋ยที่ใส่ (กก./ไร่)
	pH	OM (%)	Avai.P (มก./กก.)	Exch.K (มก./กก.)		
สุภาพร	5.19	0.60	10.79	27.1	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
ปริญญา	4.85	0.26	8.07	28.4	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
ลำดวน	6.04	0.47	4.99	55.3	27-9-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 18-46-0=2 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
นิติกร	6.13	0.51	20.13	108.5	27-6-6	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=3 กก./ไร่
บุญมาก	4.98	0.55	9.44	20.4	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
สมศักดิ์	5.29	0.57	20.62	26.5	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
บุญยง	5.55	0.50	22.58	25.9	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
ลำพอง	6.03	0.25	20.95	110.2	27-6-6	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=3 กก./ไร่
บรรจง	5.27	0.64	47.67	33.1	27-3-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
จรัล	5.30	0.55	2.15	25.6	27-9-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 18-46-0=2 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของอ้อยปลูกที่ระยะเวลา 6 เดือน และ 9 เดือน ในแปลงต้นแบบ จ.บุรีรัมย์

เกษตรกร	อ้อยอายุ 6 เดือน		อ้อยอายุ 9 เดือน	
	จำนวนกอ/ไร่	จำนวนลำ/ไร่	จำนวนกอ/ไร่	จำนวนลำ/ไร่
สุภาพร	2,093	10,467	2,067	10,333
ปริญญา	2,546	12,729	2,517	12,587
ลำดวน	2,850	14,248	2,997	14,984
นิติกร	2,514	12,571	2,519	12,597
บุญมาก	2,546	12,732	2,510	12,550
สมศักดิ์	2,829	14,145	2,815	14,075
บุญยง	2,392	11,960	2,192	10,962
ลำพอง	2,446	12,231	2,702	13,511
บรรจง	2,226	11,130	1,901	9,507
จรัล	2,356	11,780	2,184	10,922
เฉลี่ย	**2,480**	**12,399**	**2,440**	**12,203**

ทำการเก็บข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตอ้อยด้านความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อไร่ และค่าความหวาน พบว่า อ้อยมีความยาวลำเฉลี่ย 256 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.71 เซนติเมตร มีจำนวนลำเฉลี่ย 10,732 ลำ/ไร่ มีค่าความหวานเฉลี่ย 15.5 ซีซีเอส และมีผลผลิตเฉลี่ย 17.64 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 5) ซึ่งอ้อยในแปลงต้นแบบมีผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าอ้อยในแปลงเกษตรกรที่มีผลผลิตเฉลี่ย 15.47 ตัน/ไร่

ตารางที่ 5 องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูก แปลงต้นแบบ จ.บุรีรัมย์

เกษตรกร	ความยาวลำเฉลี่ย (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย (ซม.)	จำนวนลำ/ไร่	ความหวาน (CCS)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)
สุภาพร	276	2.73	9,400	14.4	17.67
ปริญญา	227	3.09	9,778	14.9	13.18
ลำดวน	263	2.78	13,714	14.9	21.04
นิติกร	287	2.53	14,095	16.0	25.01
บุญมาก	208	2.77	8,170	15.8	14.59
สมศักดิ์	285	2.66	13,055	16.3	21.67
บุญยง	277	2.68	9,600	15.9	16.87
ลำพอง	212	2.52	10,643	16	15.41
บรรจง	298	2.85	9,328	15.2	16.27
จรัล	229	2.45	9,532	15.5	14.71
เฉลี่ย	**256**	**2.71**	**10,732**	**15.5**	**17.64**

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน พบว่า แปลงต้นแบบมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 12,623 บาทต่อไร่ โดยต้นทุนค่าตัด/ขนส่ง เป็นต้นทุนที่มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 46 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ส่วนรายได้สุทธิ พบว่า แปลงต้นแบบมีรายได้สุทธิเฉลี่ย 12,488 บาท/ไร่ มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) เฉลี่ย 1.97 (ตารางที่ 6) ซึ่งอ้อยในแปลงต้นแบบมีรายได้สุทธิเฉลี่ยมากกว่าอ้อยในแปลงเกษตรกรที่มีรายได้สุทธิเฉลี่ย 9,693 บาท/ไร่ และมีค่า BCR เฉลี่ย 1.80

ตารางที่ 6 ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนของอ้อยแปลงต้นแบบ จ.บุรีรัมย์

รายการ	ต้นทุนการผลิตอ้อยของเกษตรกรแปลงต้นแบบ (บาท/ไร่)										
	สุภาพร	ปริญญา	ลำดวน	นิติกร	บุญมาก	สมศักดิ์	บุญยง	ลำพอง	บรรจง	จรัล	เฉลี่ย
เตรียมแปลง	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	**1,000**
ค่าท่อนพันธุ์	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	**2,400**
ค่าปลูก	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	**800**
การจัดการปุ๋ย	1,499	1,639	1,659	1,399	1,639	1,639	1,639	1,399	1,639	1,659	**1,581**
การจัดการศัตรูพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	**600**
ค่าตัด/ขนส่ง	5,831	4,349	6,943	8,253	4,815	7,151	5,567	5,085	5,369	4,854	**5,822**
ต้นทุน	12,550	11,208	13,822	14,872	11,674	14,010	12,426	11,704	12,228	11,733	**12,623**
รายได้	23,883	18,236	29,111	36,365	21,027	31,924	24,421	22,406	22,824	20,918	**25,112**
รายได้สุทธิ	11,333	7,027	15,289	21,492	9,353	17,914	11,995	10,702	10,595	9,184	**12,488**
BCR	1.90	1.63	2.11	2.45	1.80	2.28	1.97	1.91	1.87	1.78	**1.97**

หมายเหตุ: ราคาอ้อย 1,070 บาท/ตัน ที่ 10 CCS ซึ่งราคาความหวานขึ้น/ลง คิดที่ 6% ของราคาอ้อยต่อ 1 CCS/ตัน

กรมวิชาการเกษตร

2) การถ่ายทอดเทคโนโลยี

จัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี (Field day) เพื่อขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้กับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย โดยมีตัวแทนเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่อ้อยในพื้นที่ จ.บุรีรัมย์ เข้าร่วมการอบรม รวมถึงนักเกษตร และเจ้าหน้าที่จากโรงงานน้ำตาลเข้าร่วมรับฟังการถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้ด้วย โดยการอบรมมีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปผลการดำเนินงานและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ซึ่งได้ผลจากงานวิจัยที่ได้ดำเนินการทดสอบในพื้นที่ให้แก่เกษตรกร โดยผลการประเมินข้อมูลของเกษตรกรจากจัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า มีเกษตรกรเข้ารับการถ่ายทอดความรู้จำนวน 50 ราย มีความสนใจและพึงพอใจเทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดในระดับมากที่สุด 58 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจในระดับมาก 38 เปอร์เซ็นต์ และพึงพอใจในระดับปานกลาง 4 เปอร์เซ็นต์ ผู้เข้ารับการถ่ายทอดความรู้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมี

คะแนนสอบก่อนการเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเฉลี่ย 6.2 คะแนน และมีคะแนนสอบหลังการเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเฉลี่ย 8.2 คะแนน

ส่วนเกษตรกรที่ร่วมดำเนินงานโครงการมีความพึงพอใจที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในเรื่องปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ในระดับมาก 100 เปอร์เซ็นต์ มีการนำไปใช้ประโยชน์ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเทคโนโลยีเรื่องปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีความพึงพอใจในระดับมาก 100 เปอร์เซ็นต์ มีการนำไปใช้ประโยชน์ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเทคโนโลยีเรื่องเครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัว มีความพึงพอใจในระดับมาก 75 เปอร์เซ็นต์ ระดับปานกลาง 15เปอร์เซ็นต์ ระดับน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ มีการนำไปใช้ประโยชน์ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจของเกษตรกรร่วมโครงการพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีฯ จ.บุรีรัมย์

เทคโนโลยี	จำนวนเกษตรกร (ราย)	ความพึงพอใจ			การนำไปใช้ประโยชน์	
		มาก	ปานกลาง	น้อย	นำไปใช้	ไม่นำไปใช้
ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3	20	20	20	-	20	0
ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	20	20	20	-	20	0
เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัว	20	15	3	2	5	15

นอกจากนั้นได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าวให้แก่นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร และผู้สนใจอื่นๆ ในพื้นที่จังหวัด รวม 130 ราย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงาน ณ ศาลาประชาคมบ้านหนองกุง ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ จำนวน 30 ราย

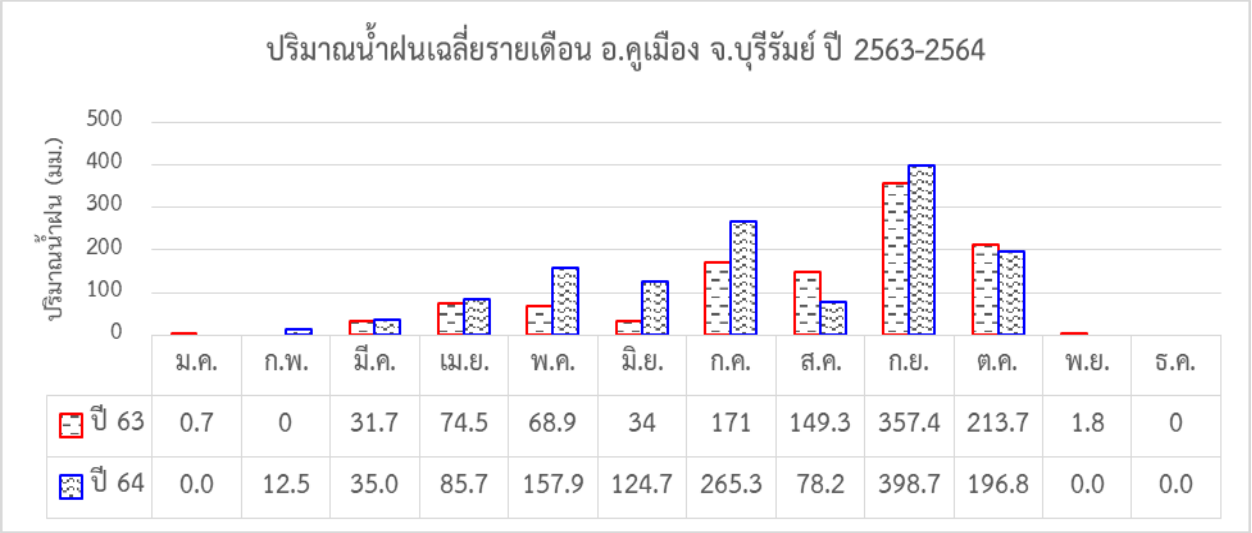
2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ ร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อลดต้นทุนการผลิต ให้แก่นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรของสำนักงานเกษตรจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 50 ราย

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ อ.คูเมือง อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ จำนวน 50 ราย

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1 แปลงต้นแบบการขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยจังหวัดบุรีรัมย์

ภาพที่ 2 ภาพกิจกรรมการจัดอบรม หลักสูตร การใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยจังหวัดบุรีรัมย์



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปี 63	0.7	0	31.7	74.5	68.9	34	171	149.3	357.4	213.7	1.8	0
ปี 64	0.0	12.5	35.0	85.7	157.9	124.7	265.3	78.2	398.7	196.8	0.0	0.0

ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ปี 2563-2564

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยในตัว ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 14 เปอร์เซ็นต์ และมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านความชื้นในดินว่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพหรือไม่ เนื่องจากหากในดินมีความชื้นต่ำจะส่งผลต่อกิจกรรมและการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillum* ในปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี (Noshin and Asghari, 2010)

2. การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ช่วยทำให้อ้อยแตกกอดี มีจำนวนลำมากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งมีผลดีในกรณีที่เกษตรกรต้องการผลิตเพื่อขยายท่อนพันธุ์อ้อย ทำให้เกษตรกรได้ท่อนพันธุ์เพิ่มขึ้น

3. การใส่ปุ๋ยโดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยจะมีความสม่ำเสมอกว่าการใช้แรงงานคนหว่าน อีกทั้งสามารถทำงานได้รวดเร็ว เพราะสามารถใส่ปุ๋ยอ้อยในดินที่แห้งได้ โดยไม่มีการสูญเสียเนื่องจากมีการกลบฝังปุ๋ย ซึ่งเกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยโดยไม่ต้องรอฝนตก แต่การใช้แรงงานคนหว่านปุ๋ยต้องรอให้ดินมีความชื้น หว่านปุ๋ยในช่วงฝนตกชุก หากหว่านปุ๋ยรอฝนก็จะทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยจากการระเหย ปุ๋ยที่หว่านจะเป็นประโยชน์ต่ออ้อยน้อย ถึงแม้จะเป็นปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็ตาม รวมถึงหากหว่านปุ๋ยแล้วมีฝนตกมากเกินไปจะทำให้สูญเสียปุ๋ยไปกับการชะล้างทั้งแนวดิ่ง (leaching) และแนวราบ (run off) ได้

4. การใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบแยกถังปุ๋ยยังมีข้อจำกัดบางประการในด้านการใช้งานอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแบตเตอรี่จะไม่เพียงพอในการใช้งานในระยะยาว หากมีการปรับเปลี่ยนโดยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ไว้เป็นพลังงานสำรองด้วยก็น่าจะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

5. นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร และผู้สนใจอื่นๆ ในพื้นที่จังหวัด ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รวม 180 ราย

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

Development and expansion of PGPR-3 bio-fertilizer technology together with NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations technology to increase the efficiency of sugarcane production in Mahasarakham province

ผู้วิจัย

อนุชา เหลาเคน นิพนธ์ ภาชนะวรรณ

Anucha Laoken Niphon Phachanawan

คำสำคัญ (Key words)

อ้อย ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยในตัว

Sugarcane, PGPR-3 bio-fertilizer, NPK fertilizer applicator

สำนักวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยโดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย ให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายตามนโนบายโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ดำเนินการร่วมกับกลุ่มแปลงใหญ่อ้อย อ.เมือง จ.มหาสารคาม ระหว่างเดือนตุลาคม 2563 – ธันวาคม 2564 จัดทำแปลงต้นแบบโดยปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเองในการฝังปุ๋ย ผลการดำเนินงาน พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเองในการฝังปุ๋ย ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 37 เปอร์เซ็นต์ ทำการขยายผลเทคโนโลยีที่ผ่านการทดสอบไปยังกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่ ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม รวมถึงมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกร รวมทั้งสิ้นจำนวน 210 ราย

Abstract

The development and expansion project of PGPR-3 bio-fertilizer utilization technology combined with NPK fertilizer applicator based on site-specific fertilizer recommendations to increase the efficiency of sugarcane production in Mahasarakham province was aimed to

transfer sugarcane fertilizer management technology to members of the Mega-Farm Project in targeted areas in Mahasarakham province. The technology included the use of PGPR-3 bio-fertilizer combined with fertilizer application based on soil analysis using NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations. The project was well co-operated by the members of the sugarcane collaborative farming community enterprise model in Mueang district, Mahasarakham province starting from October 2020 to December 2021. Model farms were established to produce sugarcane cv. Khon Kaen 3 and apply PGPR-3 bio-fertilizer combined with fertilizer application based on soil analysis using NPK fertilizer applicator with site-specific fertilizer recommendations. The result showed that the average yield of sugarcane in model farm was increased by 10 percent and the average net profit was increased by 37 percent. The technology was expanded and transferred to members of the collaborative farm in Mahasarakham province. Moreover, it was also expanded to other farmers and agricultural extension officers with a total number of 210 people.

บทนำ (Introduction)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน และส่วนใหญ่เป็นการปลูกอ้อยปลายฤดูฝนประมาณปลายเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน โดยอาศัยความชื้นที่มีอยู่ในดิน ปัญหาการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ ผลผลิตต่ำ ไว้ตอได้เพียงปีเดียว ผลผลิตในอ้อยตอน้อยกว่าอ้อยปลูกประมาณร้อยละ 40-50 สัดส่วนของอ้อยตอและอ้อยปลูกหากปีใดมีสัดส่วนของอ้อยตอมากจะทำให้ผลผลิตประมาณการของอ้อยในปีนั้นลดลง พื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่เป็นดินทรายและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงต่ำมากนอกจากนี้ อ้อยตอมีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารได้ต่ำกว่าอ้อยปลูกโดยเฉพาะไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยเฉพาะในดินเนื้อทรายถึงร่วนปนทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดินที่ปลูกส่วนใหญ่มีธาตุอาหารพืชต่ำ โดยมากกว่าร้อยละ 60 ของดินที่ปลูกพืชไร่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ยังใช้ปุ๋ยไม่เหมาะสมทั้งชนิด อัตรา ระยะเวลา และวิธีการใส่ให้เหมาะสมกับพื้นที่ อาจเพราะราคาผลผลิตพืชผันผวนไม่แน่นอน จึงไม่ค่อยคิดจะลงทุนในด้านนี้มากนัก รวมถึงดินมีการใช้ประโยชน์มานานโดยขาดการปรับปรุงดินให้มีกายภาพและชีวภาพที่เหมาะสมกับการผลิตอ้อย นอกจากนั้น พบว่าการเผาใบอ้อยทำให้หนอนกอระบาดมากกว่าไม่เผาถึงร้อยละ 31.4 - 36.9 นอกจากนี้ยังทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในชั้นดินไถพรวนลดลง ร้อยละ 20.5 - 23.6 (โอชาและคณะ, 2535ใน ทักษิณา, 2558)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อย 1.42 ล้านไร่ มีผลผลิต 13.07 ล้านตัน และผลผลิตเฉลี่ย 9.1 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตของทั้งประเทศ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลักมีการใส่ปุ๋ยโดยไม่เคยตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินหรือวิเคราะห์ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกอ้อยของตนเอง ขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและอาจจะยังไม่เข้าใจบทบาทความสำคัญของธาตุอาหารพืชมีการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชหรือใช้ฮอร์โมนตามคำโฆษณาชวนเชื่อ รวมถึงนิยมใส่ปุ๋ยโดยการหว่าน ทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยถึง 50% โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตต่ำ เนื่องจากปลูกอ้อยติดต่อในพื้นที่เดียวเป็นระยะเวลายาวนานทำให้ดินเสื่อมสภาพและมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากเกินอีกทั้งไม่มีการใส่จุลินทรีย์ลงในดิน ส่งผลให้ลักษณะทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากรเกษตร

กายภาพของดินแข็ง แน่นทึบ ปริมาณอินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง ประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารน้อยลงเป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดลง ดังนั้น ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมหาสารคามจึงนำเทคโนโลยีจากงานวิจัยในเรื่องการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี และการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัว นำไปขยายผลและถ่ายทอดสู่เกษตรกร ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาศักยภาพการผลิตอ้อยของเกษตรกรในพื้นที่ให้เพิ่มขึ้น ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อย และสามารถขยายผลให้กับเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายได้

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

พันธุ์พืช:	อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3
ปุ๋ยเคมี:	ปุ๋ยเคมีเกรด 16-16-8 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
ปุ๋ยชีวภาพ:	พีจีพีอาร์-ทรี (PGPR 3)
ปุ๋ยอินทรีย์:	มูลไก่แกลบ
สารปรับปรุงดิน:	ปูนโดโลไมท์
ชีวภัณฑ์กำจัดแมลง:	แมลงหางหนีบ
สารเคมีกำจัดแมลง:	ฟิโปรนิล
เครื่องจักรกลการเกษตร:	เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยในตัว

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) จัดทำแปลงต้นแบบขยายผลเทคโนโลยีที่ได้ผลการทดสอบจากปี 2563 และสร้างเครือข่ายเกษตรกรผู้ใช้เทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเอง

ดำเนินการในแหล่งผลิตอ้อยโรงงานในพื้นที่โครงการส่งเสริมระบบเกษตรแบบแปลงใหญ่อ้อย จำนวนแปลงต้นแบบ 10 แปลง แปลงละ 2 ไร่ วิธีปฏิบัติดังนี้

1. การเตรียมดิน : ไถเตรียมดิน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ไถดะด้วยผาล 3 ครั้งที่ 2 ไถแปรด้วยผาล 7 และครั้งที่ 3 ไถพรวนพร้อมยกร่องปลูกระยะอย่างน้อย 1.50 เมตร
2. การปลูก : ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งท่อนพันธุ์นำมาจากแปลงพันธุ์อ้อยสะอาด ปลูกอ้อยข้ามแล้งระหว่างเดือน พฤศจิกายน – มกราคม ปลูกอ้อยโดยใช้รถปลูก
3. การใส่ปุ๋ย : ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยเกรด 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูกอ้อย ครั้งที่สอง ใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 โดยใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือน เมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือนหลังปลูก หรือเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม (ตารางที่ 1)
4. การใส่ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 : ละลายปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 กับน้ำ อัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ราดลงในร่องอ้อยในพื้นที่ 1 ไร่ เมื่ออ้อยเริ่มแทงหน่อ
5. การดูแลรักษาอื่น ๆ
   - แนะนำให้ใช้แรงงานคนในการกำจัดช่วงต้นเล็ก อายุ 1-4 เดือน แล้วจึงใช้สารเคมีฉีดพ่นเมื่ออายุมากขึ้น
   - การใช้สารกำจัดวัชพืชในไร่อ้อยสำหรับวัชพืชฤดูเดียวและวัชพืชข้ามปี (ตารางที่ 2)
   - ป้องกันกำจัดโรคแมลงตามความจำเป็นและตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ระดับธาตุอาหารที่จะต้องใส่เพิ่มให้แก่ดินที่ปลูกอ้อยโดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ดิน

รายการวิเคราะห์	ผลวิเคราะห์ดิน	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำ		
		อ้อยปลูก	อ้อยตอ	
อินทรียวัตถุ (%)	น้อยกว่า 0.75	27 (21*)	27 (18*)	กิโลกรัม N/ไร่
	0.75 - 1.50	15	18	กิโลกรัม N/ไร่
	1.50 – 2.25	12	15	กิโลกรัม N/ไร่
	มากกว่า 2.25	6	9	กิโลกรัม N/ไร่
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้อยกว่า 7	9	9	กิโลกรัม P_2O_5/ไร่
	7 - 30	6	6	กิโลกรัม P_2O_5/ไร่
	มากกว่า 30	3	3	กิโลกรัม P_2O_5/ไร่
โพแทสเซียม (มก./กก.)	น้อยกว่า 60	18	18	กิโลกรัม K_2O/ไร่
	60 - 90	12	12	กิโลกรัม K_2O/ไร่
	มากกว่า 90	6	6	กิโลกรัม K_2O/ไร่

* อัตราปุ๋ยภายในวงเล็บ ( ) หมายถึง กรณีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ อัตรา 1 ตันต่อไร่

ที่มา : กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2561)

การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในไร่อ้อย

ประเภทวัชพืช	สารกำจัดวัชพืช	อัตราการใช้/น้ำ 20 ลิตร	วิธีการใช้/ข้อควรระวัง
วัชพืชฤดูเดียว	อะลาคลอร์ (48 %)	160-240 มล.	ใช้สำหรับแปลงที่ปลูกแซมด้วยพืชตระกูลถั่ว
	อะทราซีน (80 % ดับบลิวพี)	120-180 กรัม	พ่นคลุมดินหลังปลูก ก่อนอ้อยและวัชพืชงอก ขณะพ่นดินต้องมีความชื้น
	ไดยูรอน (80 % ดับบลิวพี)	75-150 กรัม	
	เมทริบูซีน (70 % ดับบลิวพี)	25-50 กรัม	
	ออกซิฟลูออร์เฟน (23.5 % ซีอี)	80 มล.	
	อามีทรีน (80 % ดับบลิวพี)	100-125 กรัม	พ่นคลุมดินหลังปลูกหรือหลังแต่งตอก่อนอ้อย และวัชพืชงอก หรือพ่นหลังปลูกเมื่อวัชพืชมี 4-5 ใบ ระวังละอองสารสัมผัสใบอ้อย
	เฮกซาซิโนน/ไดยูรอน (60 % ดับบลิวจี)	90-120 กรัม	
วัชพืชข้ามปี	ไกลโฟเสท (48 % เอสแอล)	120-160 มล.	พ่นก่อนเตรียมดิน หรือก่อนปลูกอ้อย 7-15 วัน หรือพ่นเฉพาะจุดหลังแต่งตออ้อย ระวังละอองสารสัมผัสต้น ใบ และตาอ้อย

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2554)

กรมวิชาการเกษตร

2) ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยสู่เกษตรกรข้างเคียงและเกษตรกรเครือข่ายที่ร่วมโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ (อ้อยโรงงาน) ผ่านกระบวนการอบรม บรรยายหรือจัดงานวันนัดพบเกษตรกร สรุปผล จัดทำคำแนะนำ และประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร

การบันทึกและเก็บข้อมูล

1. จำนวนเกษตรกรและพื้นที่การขยายผล
2. การปรับใช้เทคโนโลยีในแปลงขยายผล และสุ่มพื้นที่วัดผลผลิตเทียบกับวิธีเดิมของเกษตรกร
3. ข้อมูลความพึงพอใจเทคโนโลยีที่ทดสอบขยายผล ปัญหาอุปสรรคที่พบ และแนวทางแก้ไขของเกษตรกร

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2563 – สิ้นสุด ธันวาคม 2564

สถานที่ดำเนินการ แปลงเกษตรกรที่ร่วมโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่อ้อย อ.เมือง จ.มหาสารคาม

ผลการวิจัย (Results)

1) จัดทำแปลงต้นแบบขยายผล

จากผลการดำเนินงานทดสอบในพื้นที่ปลูกอ้อยแปลงเกษตรกร อำเภอเมือง และอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ในกิจกรรมที่ 1 การทดลองที่ 1.1 การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในเขตอาศัยน้ำฝนจังหวัดมหาสารคาม ที่ดำเนินการทดสอบในปีงบประมาณ 2563 จำนวน 5 แปลง พื้นที่ดำเนินการแปลงละ 2 ไร่ โดยใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ระยะปลูก 1.0 – 1.4 เมตร ปลูกอ้อยระหว่างปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม ปี 2562 และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม ปี 2563 ถึงเดือนมกราคม ปี 2564 (อายุเก็บเกี่ยวอ้อย 372-402 วัน) ซึ่งพื้นที่แปลงทดสอบทั้งหมดมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,337 มิลลิเมตรต่อปี มีลักษณะเนื้อดิน เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย และดินร่นปนทราย เป็นดินกลุ่มชุดดินที่ 18/24 และ 35 เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) จากผลการทดสอบ พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100% ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้จำนวนลำและผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 75% ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 คิดเป็นร้อยละ 5.74 และ 7.39 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการศัตรูอ้อยและปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนว่ามีการกระจายตัวอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาที่อ้อยต้องการร่วมด้วย และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 75% ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากลดค่าปุ๋ยเคมีลงไป 25 % แต่ให้รายได้และผลตอบแทนสุทธิไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100% ตามค่าวิเคราะห์ดิน อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์โดยผสมกับปุ๋ยเคมี อาจจะส่งผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพลดลง เนื่องจากองค์ประกอบของจุลินทรีย์มีความอ่อนแอต่อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (Damodaran *et al*, 2016) จึงควรปรับวิธีใช้ที่เหมาะสมที่จะทำให้โอกาสการสูญเสียจุลินทรีย์ลดลง

และกิจกรรมที่ 2 การทดลองที่ 2.1 ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ที่ดำเนินการทดสอบในปีงบประมาณ 2563 จำนวน 5 แปลง พื้นที่ดำเนินการแปลงละ 2 ไร่ จากผลการทดสอบ พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยโดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยมีแนวโน้มให้ ค่าซีซีเอส (CCS) และผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกรแบบใช้คนหว่าน โดยมีค่าซีซีเอส (CCS) เฉลี่ย 15.36 และผลผลิตเฉลี่ย 16.07 ต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.49 และ 9.58 ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีโดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยให้ค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกรแบบใช้คนหว่าน โดยให้ค่า รายได้สุทธิต่อไร่ และ BCR อยู่ที่ 2,806 และ 1.20 คิดเป็นร้อยละ 46.47 และ 7.5 ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยโดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยจะมีความสม่ำเสมอกว่าการใช้แรงงานคนหว่าน อีกทั้งสามารถทำงานได้รวดเร็ว เพราะสามารถใส่ปุ๋ยอ้อยในดินที่แห้งได้ โดยไม่มีการ

กรมวิชาการเกษตร

สูญเสียเนื่องจากมีการกลบฝังปุ๋ย ซึ่งเกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยโดยไม่ต้องรอฝนตก แต่การใช้แรงงานคนหว่านปุ๋ยต้องรอให้ดินมีความชื้น หว่านปุ๋ยในช่วงฝนตกชุก หากหว่านปุ๋ยรอฝนก็จะทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยจากการระเหย ปุ๋ยที่หว่านจะเป็นประโยชน์ต่ออ้อยน้อย ถึงแม้จะเป็นปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็ตาม รวมถึงหากหว่านปุ๋ยแล้วมีฝนตกมากเกินไปจะทำให้สูญเสียปุ๋ยไปกับการชะล้างทั้งแนวดิ่ง (leaching) และแนวราบ (run off) ได้

ปี 2564 ดำเนินการจัดทำแปลงต้นแบบเพื่อขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ในพื้นที่แปลงใหญ่ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยโดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายตามนโนบายโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีผลการดำเนินการพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในพื้นที่แปลงใหญ่ที่ร่วมดำเนินการแปลงต้นแบบ ปี 2564 จ.มหาสารคาม

เกษตรกร	ที่ตั้งแปลง	ระยะปลูก (เมตร)	วันปลูก	วันเก็บเกี่ยว	อายุอ้อย (วัน)
สมคิด พิมพิบุญ	ม.22 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	5 ธ.ค. 63	16 ธ.ค. 64	377
กฤษณา เดชยศดี	ม.22 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	5 ธ.ค. 63	16 ธ.ค. 64	377
สังวร ขานอยู่	ม.5 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	6 ธ.ค. 63	16 ธ.ค. 64	376
ทองสุข ขานอยู่	ม.5 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	6 ธ.ค. 63	16 ธ.ค. 64	376
อรนภา ไชยศรีจันทร์	ม.22 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	20 ธ.ค. 63	16 ธ.ค. 64	361
อุไรวรรณ พลคำ	ม.4 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	10 ม.ค. 64	15 ธ.ค. 64	339
จอน มาลี	ม.4 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	10 ม.ค. 64	15 ธ.ค. 64	339
สุมาลัย ขันมณี	ม.16 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	11 ม.ค. 64	17 ธ.ค. 64	340
ทองสุข บุญหล้า	ม.4 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	11 ม.ค. 64	17 ธ.ค. 64	340
บุญสวย บุบผาลุน	ม.4 ต.ท่าสองคอน อ.เมือง จ.มหาสารคาม	1.5	12 ม.ค. 64	17 ธ.ค. 64	339

ทำการวิเคราะห์สมบัติดิน พบว่า ดินแปลงทดสอบมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 4.79 ถึง 6.86 ซึ่งมีค่าเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลางอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับอ้อย มีปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าระหว่าง 0.28 ถึง 0.77 เปอร์เซ็นต์ (%) อยู่ในเกณฑ์ต่ำ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าระหว่าง 4.03 ถึง 66.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำไม่เหมาะสมในการผลิตอ้อย มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าระหว่าง 17.7 ถึง 33.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เมื่อนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้ไปคำนวณปริมาณธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามเอกสารกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา (กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2561) จะต้องใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 27-9-18 และ 27-6-18 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ตารางที่ 2-3)

กรมวิชาการเกษตร

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน พบว่าแปลงต้นแบบ มีจำนวนลำเฉลี่ย 10,857 ลำต่อไร่ มีจำนวนกอเฉลี่ย 2,286 กอต่อไร่ และที่อายุ 9 เดือน มีจำนวนลำเฉลี่ย 11,137 ลำต่อไร่ มีจำนวนกอเฉลี่ย 2,269 กอต่อไร่ (ตารางที่ 4)

ทำการเก็บข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตอ้อยด้านความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อไร่ และค่าความหวาน พบว่า อ้อยมีความยาวลำเฉลี่ย 259 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.82 เซนติเมตร มีจำนวนลำเฉลี่ย 10,244 ลำ/ไร่ มีค่าความหวานเฉลี่ย 13.8 ซีซีเอส และมีผลผลิตเฉลี่ย 18.71 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 5) ซึ่งอ้อยในแปลงต้นแบบมีผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าอ้อยในแปลงเกษตรกรที่มีผลผลิตเฉลี่ย 17.00 ตัน/ไร่

ตารางที่ 2 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงต้นแบบ จ.มหาสารคาม

เกษตรกร	เนื้อดิน	พิกัดแปลง			ปริมาณน้ำฝน (มม./ปี)
		Zone	x	y	
สมคิด	ร่วนปนทราย	48 Q	299265	1786058	971
กฤษณา	ร่วนปนทราย	48 Q	299245	1786093	971
สังวร	ร่วนปนทราย	48 Q	301172	1788687	971
ทองสุข	ร่วนปนทราย	48 Q	301049	1788620	971
อรนภา	ร่วนปนทราย	48 Q	301041	1788108	971
อุไรวรรณ	ร่วนปนทราย	48 Q	310196	1789042	971
จอน	ร่วนปนทราย	48 Q	310316	1787300	971
สุมาลัย	ร่วนปนทราย	48 Q	310380	1787277	971
ทองสุข	ร่วนปนทราย	48 Q	310291	178194	971
บุญสวย	ร่วนปนทราย	48 Q	309662	1789143	971

ที่มาข้อมูลปริมาณน้ำฝน: จากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ (สถานีอุตุนิยมวิทยาโกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม, 2564)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน และอัตราปุ๋ยที่ใช้ ในแปลงต้นแบบ จ.มหาสารคาม

เกษตรกร	ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน				ปริมาณธาตุอาหาร ($N-P_2O_5-K_2O$/ไร่)	อัตราปุ๋ยที่ใส่ (กก./ไร่)
	pH	OM (%)	Avai.P (มก./กก.)	Exch.K (มก./กก.)		
สมคิด	5.26	0.43	4.03	22.8	27-9-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 18-46-0=2 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
กฤษณา	5.18	0.37	4.61	27.2	27-9-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 18-46-0=2 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
สังวร	4.85	0.28	6.24	31.5	27-9-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 18-46-0=2 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
ทองสุข	5.30	0.39	5.62	26.1	27-9-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 18-46-0=2 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
อรนภา	4.79	0.57	8.16	34.5	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
อุไรวรรณ	4.97	0.43	54.9	31.1	27-3-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
จอน	5.78	0.45	25.21	24.6	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
สุมาลัย	7.02	0.36	27.08	17.7	27-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
ทองสุข	6.86	0.53	66.10	33.2	27-3-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=41 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่
บุญสวย	6.13	0.77	9.78	20.4	15-6-18	รองพื้น 16-16-8=50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 46-0-0=15 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 0-0-60=23 กก./ไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของอ้อยปลูกที่ระยะเวลา 6 เดือน และ 9 เดือน ในแปลงต้นแบบ จ.มหาสารคาม

เกษตรกร	อ้อยอายุ 6 เดือน		อ้อยอายุ 9 เดือน	
	จำนวนกอ/ไร่	จำนวนลำ/ไร่	จำนวนกอ/ไร่	จำนวนลำ/ไร่
สมคิด	2,171	11,314	2,286	12,000
กฤษณา	2,000	9,714	2,057	10,057
สังวร	2,229	12,000	2,229	13,200
ทองสุข	2,629	16,057	2,571	16,343
อรนภา	2,743	9,600	2,743	10,000
อุไรวรรณ	2,571	10,000	2,514	10,057
จอน	2,571	9,714	2,457	10,057
สุมาลัย	2,171	9,714	2,057	9,714
ทองสุข	1,886	10,400	1,943	10,114
บุญสวย	1,886	10,057	1,829	9,829
เฉลี่ย	**2,286**	**10,857**	**2,269**	**11,137**

ตารางที่ 5 องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูก แปลงต้นแบบ จ.มหาสารคาม

เกษตรกร	ความยาวลำเฉลี่ย (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย (ซม.)	จำนวนลำ/ไร่	ความหวาน (CCS)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)
สมคิด	265	2.87	9,867	15.2	18.20
กฤษณา	242	2.82	9,067	15.7	15.05
สังวร	277	2.75	11,653	13.9	20.92
ทองสุข	265	2.64	10,480	14.5	18.52
อรนภา	271	2.75	11,533	14.1	20.93
อุไรวรรณ	224	2.86	8,333	14.0	14.79
จอน	251	3.00	10,680	13.2	20.83
สุมาลัย	254	2.90	10,387	12.6	19.53
ทองสุข	255	2.82	11,227	12.3	20.12
บุญสวย	284	2.74	9,213	12.9	18.20
เฉลี่ย	259	2.82	10,244	13.8	18.71

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน พบว่า แปลงต้นแบบมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 13,408 บาทต่อไร่ โดยต้นทุนการปลูกอ้อยโรงงานของเกษตรกรแปลงต้นแบบในพื้นที่แปลงใหญ่ จังหวัดมหาสารคาม ส่วนใหญ่จะเป็นค่าตัดมัดลำเลียงและขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 32.31 ของต้นทุนทั้งหมด รองลงมาคือ ค่าจัดการปุ๋ย ค่าท่อนพันธุ์อ้อย ค่ากำจัดศัตรูพืช ค่าจ้างปลูก และค่าเตรียมดิน คิดเป็นร้อยละ 8.92 8.21 5.95 4.76 และ 4.46 ตามลำดับ ส่วนรายได้สุทธิ พบว่า แปลงต้นแบบมีรายได้สุทธิเฉลี่ย 6,610 บาท/ไร่ มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) เฉลี่ย 1.49 (ตารางที่ 6) ซึ่งอ้อยในแปลงต้นแบบมีรายได้สุทธิเฉลี่ยมากกว่าอ้อยในแปลงเกษตรกรที่มีรายได้สุทธิเฉลี่ย 4,812 บาท/ไร่

ตารางที่ 6 ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนของอ้อยแปลงต้นแบบ จ.มหาสารคาม

รายการ	ต้นทุนการผลิตอ้อยของเกษตรกรแปลงต้นแบบ (บาท/ไร่)										
	สมคิด	กฤษณา	สังวร	ทองสุข	อรนภา	อุไรวรรณ	จอน	สุมาลัย	ทองสุข	บุญสวย	เฉลี่ย
เตรียมแปลง	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
ค่าท่อนพันธุ์	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
ค่าปลูก	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
การจัดการปุ๋ย	1,683	1,683	1,683	1,683	1,651	1,619	1,651	1,651	1,619	1,095	1,602
การจัดการศัตรูพืช	1,200	1,200	1,200	1,200	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,380
ค่าตัด	2,960	2,720	3,496	3,144	3,460	2,500	3,204	3,116	3,368	2,764	3,073
ค่าขึ้น	1,456	1,204	1,674	1,482	1,674	1,183	1,666	1,562	1,610	1,456	1,497
ค่าขนส่ง	2,730	2,258	3,138	2,778	3,140	2,219	3,125	2,930	3,018	2,730	2,807
ต้นทุน	13,080	12,115	14,241	13,337	14,475	12,070	14,196	13,809	14,165	12,595	13,408
รายได้	19,474	16,104	22,384	19,816	22,395	15,825	22,288	20,897	21,528	19,474	20,019
รายได้สุทธิ	6,394	3,988	8,143	6,479	7,920	3,755	8,092	7,088	7,364	6,879	6,610
BCR	1.49	1.33	1.57	1.49	1.55	1.31	1.57	1.51	1.52	1.55	1.49

หมายเหตุ: ราคาอ้อย 1,070 บาท/ตัน ที่ 10 CCS ซึ่งราคาความหวานขึ้น/ลง คิดที่ 6% ของราคาอ้อยต่อ 1 CCS/ตัน

2) การถ่ายทอดเทคโนโลยี

จัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี (Field day) เพื่อขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้กับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย โดยมีตัวแทนเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่อ้อยในพื้นที่ จ.มหาสารคาม เข้าร่วมการอบรม รวมถึงนักเกษตร และเจ้าหน้าที่จากโรงงานน้ำตาลเข้าร่วมรับฟังการถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้ด้วย โดยการอบรมมีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปผลการดำเนินงานและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย ซึ่งได้ผลจากงานวิจัยที่ได้ดำเนินการทดสอบในพื้นที่ให้แก่เกษตรกร โดยผลการประเมินข้อมูลของเกษตรกรจากจัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 30 ราย มีการประเมินความรู้ก่อนเข้ารับการอบรมผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนเฉลี่ย 8.13 คะแนน หลังเข้ารับการอบรมผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนเฉลี่ย 9.87 คะแนน โดยผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 100

กรมวิชาการเกษตร

ส่วนเกษตรกรที่ร่วมดำเนินงานโครงการมีความพึงพอใจในเรื่องเทคโนโลยีปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ในระดับมากจำนวน 85% และระดับปานกลางจำนวน 15 เปอร์เซ็นต์ มีการนำไปใช้ประโยชน์ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเทคโนโลยีเรื่องปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีความพึงพอใจในระดับมากจำนวน 75 เปอร์เซ็นต์ และระดับปานกลางจำนวน 25 เปอร์เซ็นต์ มีการนำไปใช้ประโยชน์ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเรื่องเครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัว มีความพึงพอใจในระดับมากจำนวน 70 เปอร์เซ็นต์ และระดับปานกลางจำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ มีการนำไปใช้ประโยชน์ 85 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจของเกษตรกรร่วมโครงการพัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีฯ จ.มหาสารคาม

เทคโนโลยี	จำนวนเกษตรกร (ราย)	ความพึงพอใจ			การนำไปใช้ประโยชน์	
		มาก	ปานกลาง	น้อย	นำไปใช้	ไม่นำไปใช้
ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3	20	17	3	-	20	-
ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	20	15	5	-	18	2
เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัว	20	14	6	-	17	3

นอกจากนั้นได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าวให้แก่ เกษตรกร และผู้สนใจอื่นๆ ในพื้นที่จังหวัด รวม 180 ราย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพผลิตอ้อยโรงาน และการผลิตและการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้แก่เกษตรกร ณ ศาลากลางบ้านเสือเฒ่าพัฒนา ต.เสือเฒ่า อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม จำนวน 30 ราย

2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยที่ถูกต้องและเหมาะสมให้แก่เกษตรกร ณ ศพก. ชื่นชม บ้านโคกกลาง ต.ชื่นชม อ.ชื่นชม จ.มหาสารคาม จำนวน 30 ราย

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการปลูกอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่และลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกร ณ บ้านดงน้อย ต.ดงน้อย อ.ยางสีสุราช จ.มหาสารคาม จำนวน 30 ราย ต.ปอพาน อ.นาเชือก จ.มหาสารคาม จำนวน 30 ราย บ้านห้วยทราย ต.โนนราษี อ.บรบือ จ.มหาสารคาม จำนวน 30 ราย และบ้านดงน้อย ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม จำนวน 30 ราย

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1 แปลงต้นแบบขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยจังหวัดมหาสารคาม

ภาพที่ 2 กิจกรรมการจัดอบรม หลักสูตร การใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยจังหวัดมหาสารคาม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. การใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดแบบผสมแม่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในตัว ให้ผลผลิตเฉลี่ย และรายได้สุทธิเฉลี่ยของอ้อยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีวิธีการเดิมของเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 10 และ 37 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการศัตรูอ้อยและปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนว่ามีการกระจายตัวอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาที่อ้อยต้องการร่วมด้วย

2. นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร และผู้สนใจอื่นๆ ในพื้นที่จังหวัด ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี รวม 210 ราย

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบผสมแม่ปุ๋ยในตัว ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และมหาสารคาม ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 12 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านความชื้นในดินว่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพหรือไม่ เนื่องจากหากในดินมีความชื้นต่ำจะส่งผลต่อกิจกรรมและการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillum* ในปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี (Noshin and Asghari, 2010)

2. การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ช่วยทำให้อ้อยแตกกอดี มีจำนวนลำจำนวนมาก ซึ่งมีผลดีในกรณีที่เกษตรกรต้องการผลิตเพื่อขยายท่อนพันธุ์อ้อย ทำให้เกษตรกรได้ท่อนพันธุ์เพิ่มขึ้น

3. การใส่ปุ๋ยโดยใช้เครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยจะมีความสม่ำเสมอกว่าการใช้แรงงานคนหว่าน อีกทั้งสามารถทำงานได้รวดเร็ว เพราะสามารถใส่ปุ๋ยอ้อยในดินที่แห้งได้ โดยไม่มีการสูญเสียเนื่องจากมีการกลบฝังปุ๋ย ซึ่งเกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยโดยไม่ต้องรอฝนตก แต่การใช้แรงงานคนหว่านปุ๋ยต้องรอให้ดินมีความชื้น หว่านปุ๋ยในช่วงฝนตกชุก หากหว่านปุ๋ยรอฝนก็จะทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยจากการระเหย ปุ๋ยที่หว่านจะเป็นประโยชน์ต่ออ้อยน้อย ถึงแม้จะเป็นปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็ตาม รวมถึงหากหว่านปุ๋ยแล้วมีฝนตกมากเกินไปจะทำให้สูญเสียปุ๋ยไปกับการชะล้างทั้งแนวดิ่ง (leaching) และแนวราบ (run off) ได้

4. การใช้เครื่องหยอดปุ๋ยแบบแยกถังปุ๋ยยังมีข้อจำกัดบางประการในด้านการใช้งานอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแบตเตอรี่จะไม่เพียงพอในการใช้งานในระยะยาว หากมีการปรับเปลี่ยนโดยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ไว้เป็นพลังงานสำรองด้วยก็น่าจะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

5. นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร และผู้สนใจอื่นๆ ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีรวม 390 ราย

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง การทดลองที่ 1 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. กลุ่มชุดดิน 62 กลุ่ม. สืบค้นจาก: http://oss101.ldd.go.th/thaisoils_museum/62_soilgroup/main_62soilgroup.htm (ก.ย.2564).

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เอกสารวิชาการ ปุ๋ยชีวภาพ. กลุ่มงานวิจัยดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 378 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2556. การเพิ่มผลผลิตอ้อยโรงงานเชิงบูรณาการเพื่อรองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ อัคคพล เสนาณรงค์ เวียง อากรซี สราวุฒิ ปานทน ธนพงค์ แสนจุ้ม วีระ สุขประเสริฐ อุทัย ธานี และอาธร พรบุญ . 2560. วิจัยและพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย. รายงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบแยกถังปุ๋ยสำหรับอ้อย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ศรีนวล สุราษฎร์. 2563. พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด ปี 2563 กรมวิชาการเกษตร.

สถานีอุตุนิยมวิทยาบุรีรัมย์ (สตึก). 2564. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี 2563-2564. สถานีอุตุนิยมวิทยาบุรีรัมย์ อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ กรมอุตุนิยมวิทยา.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม และวัฒนศักดิ์ ชมพูนิช. 2551. ศึกษาวิธีการใส่ปุ๋ยอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ. รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตร การทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2551 กรมวิชาการเกษตร.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2550. ใช้ปุ๋ยเคมี อินทรีย์และชีวภาพร่วมกันดีที่สุด. ความจริงเกี่ยวกับปุ๋ยในการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจการเกษตรไทย. 21 หน้า.

Damodaran, T., Bagyaraj, D.J. and Revana Ashwin. 2016. Effect of chemical fertilizers on the beneficial soil microorganisms. Fertilizers and environment news, 2: 10-11.

Noshin I. and A. Bano. 2010. *Azospirillum* strains isolated from root and rhizosphere soil of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under different soil moisture conditions. Biology and Fertility of Soils. 46: 393-406.

เอกสารอ้างอิง การทดลองที่ 2 พัฒนาและขยายผลเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ร่วมกับการใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เอกสารวิชาการ ปุ๋ยชีวภาพ. กลุ่มงานวิจัยดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 378 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 43-52.

กรมวิชาการเกษตร. 2561. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตอ้อย. กลุ่มปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2556. การเพิ่มผลผลิตอ้อยโรงงานเชิงบูรณาการเพื่อรองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย. 2542. โครงการวิจัยการจัดการดินปุ๋ยและน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ในรายงานประจำปี 2542 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 36-38.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2542. โครงการพัฒนาการไว้ตออ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ในรายงานประจำปี 2542 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 35-36.

ประชา ถ้ำทอง ธงชัย ตั้งเปรมศรี ปรีชา สุริยพันธุ์ และปรีชา ปิยพันธ์วานนท์. 2544. ศึกษาชนิดของพืชสดที่เหมาะสมสำหรับปลูกระหว่างร่องที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยตอ 2. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541 อ้อยข้าวฟ่าง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 423-430.

ปรีชา พราหมณีย์ อรรถสิทธิ์ บุญธรรม จักรินทร์ ศรัทธาพร ประชา ถ้ำทอง และเจริญ บัวคงดี. 2539. การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีก่อนปลูกอ้อยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย. เอกสารประกอบการเสนอผลงานวิจัยประจำปี 2538 อ้อยข้าวฟ่างและพืชเศรษฐกิจอื่น ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2539 ณโรงแรมริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 91-92.

ศรีสุดา ทิพยรักษ์. 2545. ข้อมูลทางวิชาการในการผลิตอ้อย. เอกสารประกอบคำบรรยาย การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง แนวทางการวิจัยและพัฒนาการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2547-2549 วันที่ 4 เมษายน 2545 ณ อาคารอเนกประสงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม จรัญ อารีย์ นริศร ขจรผล ประชา ถ้ำทอง และธนิต โสภโณดร. 2538 ก.ผลของการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวและทิ้งไว้ที่เวลาต่างๆที่มีต่อคุณภาพความหวานและผลผลิตอ้อย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2536 อ้อย ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 89-112.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ ธนิต โสภโณดร และประพันธุ์ ประเสริฐศักดิ์. 2538ข. ผลของการอนุรักษ์ดินโดยการไม่เผาเศษซากอ้อยก่อนการเตรียมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆในการเพิ่มผลผลิตอ้อย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2536 อ้อย ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 387-393.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ธนิต โสภโณดร ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ และประพันธุ์ ประเสริฐศักดิ์. 2539ก.ผลของการอนุรักษ์ดินโดยการไม่เผาเศษซากอ้อยก่อนการเตรียมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆในการเพิ่มผลผลิตอ้อย. เอกสารประกอบการเสนอผลงานวิจัยประจำปี 2538 อ้อยข้าวฟ่างและพืชเศรษฐกิจอื่น ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2539 ณ โรงแรมริเวอร์แควจ.กาญจนบุรี. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 56-57.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กรมวิชาการเกษตร

อนุชา เหลาเคน นิพนธ์ ภาชนะวรรณ สุชาติ คำอ่อน ทักษิณา ศันสยะวิชัย และจักรพรรดิ วุ้นสีแซง. 2557.การทดสอบการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝนจังหวัดมหาสารคาม. วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 2.

อุดม รัตนรักษ์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ สมภพ จงรวยทรัพย์ และสมพร เหรียนรุ่งเรือง. 2539. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยพืชสดต่อผลผลิตและคุณภาพอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารประกอบการเสนอผลงานวิจัยประจำปี 2538 อ้อยข้าวฟ่างและพืชเศรษฐกิจอื่น ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีวันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2539 ณ โรงแรมริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 108.

Damodaran, T., Bagyaraj, D.J. and Revana Ashwin. (2016). Effect of chemical fertilizers on the beneficial soil microorganisms. Fertilizers and environment news, 2: 10-11.

กรมวิชาการเกษตร