รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย

2. โครงการวิจัย ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

กิจกรรม การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Utilization of plant growth promoting bacteria to increase rice yield in areas affected by climate change in Pai River Basin

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางสาวกัลยกร โปร่งจันทึก	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน	นายอำนาจ เอี่ยมวิจารณ์	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	นายสุริยนต์ ดีดเหล็ก	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน

5. บทคัดย่อ

ภาคการเกษตรเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีระวิทยาของพืช ทำให้ศักยภาพในการผลิตลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลต่อจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในดินทำให้จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรหลายชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากแหล่งที่อยู่อาศัยเดิม การทดลองนี้มุ่งเน้นศึกษากระบวนการการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างปี พ.ศ. 2562–2563 โดยใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชสองสกุลที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย คือ *Azospirillum* sp. ไอโซเลท AP1 และ *Azotobacter* sp. ไอโซเลท AT1 เปรียบเทียบกับแบคทีเรียอ้างอิง *Azospirillum brasilense* ไอโซเลท DASF04005 ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทู สำหรับข้าว ของกรมวิชาการเกษตร ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ต้นน้ำ (อำเภอปาย) และปลายน้ำ (อำเภอเมือง) จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการทดลอง พบว่า การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งสองสกุลที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย (AP1 และ AT1) ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองให้ผลไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกับแบคทีเรียอ้างอิงของกรมวิชาการเกษตร (DASF04005) นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองได้ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ : ลุ่มน้ำปาย, แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช, ข้าว, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

The agricultural sector is one of the most directly affected by climate change. Since climate is a factor influencing plant physiological processes, production potential decreases. It also affects soil microbial populations, causing many of the useful agricultural soil microbes to be extinct from their original habitats. This experiment focuses on the process of using bacteria to promote plant growth to increase rice yields in communities affected by climate change in the Pai River basin, Mae Hong Son Province during the year 2019–2020. Plant growth promoting bacteria of two genus isolated from the Pai River basin area, *Azospirillum* sp. (AP1) and *Azotobacter* sp. (AT1) were used in this study and compared with reference bacteria, *Azospirillum brasilense* (DASF04005) used in production of PGPR-II bio fertilizers for rice from the Department of Agriculture. The study was conducted in upstream (Pai District) and downstream (Muang District), Mae Hong Son Province. The results showed that the use of plant growth promoting bacteria of both genera isolated from the Pai River Basin (AP1 and AT1) in the cultivation of native rice cultivars gave no significant difference and not different from the reference bacteria of Department of Agriculture (DASF04005). Also, found that the use of bacteria to promote growth in both genera together with the application of chemical fertilizer can increase the productivity of native rice varieties. Further studies should be undertaken over the long term to provide more definite results.

Key words : Pai river basin, Plant growth promoting bacteria, rice, climate change

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ ในระดับภูมิภาคของโลก หลายภาคส่วนได้ตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเตรียมความพร้อมในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สาเหตุหลักเกิดมาจากสภาวะโลกร้อน (Global warming) ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม เกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น เช่น น้ำท่วม ฝนแล้ง พายุที่รุนแรง (IPCC, 2014) ส่งผลกระทบถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ภาคการเกษตรเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทำให้ศักยภาพในการผลิตลดลง เนื่องจากสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีระวิทยาของพืช ในประเทศไทยมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิดด้วยกัน โดยเฉพาะข้าว ดังรายงานของ Wassmann and Dobermann (2007) ที่พบว่า ในช่วงกลางของการปลูกข้าวนาปีจะพบเห็นข้าวยืนต้นตาย และช่วงปลายของการเพาะปลูกมักจะเกิดภาวะน้ำท่วมซึ่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวของไทย ทั้งนี้

เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ หรือการอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงกลางคืน ส่งผลต่อการออกรวงของข้าว ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Agarwal (2008) ที่รายงานว่า ผลผลิตข้าวของไทยมีแนวโน้มลดลง 18% ภายในปี 2020 เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ส่งผลกระทบต่อวัฏจักรน้ำฝนซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน ปริมาณโรคและแมลง และรายงานของ ดนัยและอำนาจ (2559) เรื่องผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบการผลิตข้าวที่พบว่า ข้าวมีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ส่งผลให้การงอกของเมล็ดล่าช้า อัตราการงอกต่ำ การเจริญของต้นกล้าไม่ดี แตกกอน้อยลง ลดจำนวนละอองเกสร ดอกข้าวแตกเป็นหมัน และผลผลิตลดลง ซึ่งอุณหภูมิของน้ำที่เย็นลงจะทำให้อัตราการแตกกอ ใบข้าวไม่ยืด และลดจำนวนดอกข้าวที่สมบูรณ์ลดลง

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนอกจากจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์แล้ว ยังส่งผลต่อจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในดิน สาเหตุเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบโดยตรงกับปริมาณหยาดน้ำฟ้า (precipitation) และอุณหภูมิ ซึ่งการที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นส่งผลต่อการขาดดุลของปริมาณ หมายความว่า บางพื้นที่จะเกิดสภาวะแห้งแล้งและบางพื้นที่จะเกิดอุทกภัยในอนาคต สอดคล้องกับรายงานของ Chinvanno (2010) ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นส่งผลต่อปริมาณโรคและแมลงที่จะเกิดการระบาดอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังมีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่เจริญอยู่บริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) เช่น เชื้อ *Burkholderia phytofirmans* ที่แยกได้จากดินแปลงปลูกมะเขือเทศจะเจริญเติบโตได้ช้าลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Pillay and Nowak, 1997) สอดคล้องกับรายงานของ สมชาย (2558) ที่รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอาจทำให้จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรบางชนิดไม่สามารถปรับตัวได้ ทำให้เกิดแรงกดดันในการเคลื่อนย้ายเพื่อหาที่อยู่อาศัยใหม่ที่เหมาะสม ซึ่งปัจจุบันมีอุปสรรคจากการทำการเกษตรที่มีการใช้สารเคมี และการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร ทำให้จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรหลายชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากแหล่งที่อยู่อาศัยเดิม

ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินที่แยกได้จากพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งผ่านการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเพิ่มมากขึ้น ดังรายงานของ Kaur et al. (2018) ที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์กลุ่มตรึงไนโตรเจนอิสระในการผลิตข้าวสาลีเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยปลูกข้าวสาลีต่างระยะเวลากันร่วมกับการใช้เชื้อ *Azotobacter* sp. และพบว่า ความสูง จำนวนเมล็ด น้ำหนักเมล็ด และความยาวของเมล็ดมากกว่าไม่ได้ใส่เชื้อ ซึ่งเป็นผลมาจากการผลิตออกซิน จิบเบอเรลลิน ความสามารถละลายฟอสเฟต และประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อ การทดลองนี้มุ่งเน้นเพื่อศึกษากระบวนการในการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปายและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงสุดเพื่อนำไปพัฒนาปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและเหมาะกับทุกพื้นที่ นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำหรับพื้นที่อื่น ๆ ที่กำลังจะได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงเพื่อบรรเทาหรือหยุดยั้งผลกระทบและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและทันต่อเหตุการณ์

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง
2. เชื้อแบคทีเรียสกุล *Azospirillum brasilense* (DASF04005) ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์–ทู และเชื้อ *Azospirillum* (AP1) และ *Azotobacter* (AT1) ที่คัดเลือกได้จากพื้นที่
3. ปุ๋ยเคมี
4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ

- วิธีการ

ก่อนดำเนินการทดลองได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองซึ่งเป็นแปลงเกษตรกร ณ อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ระดับ 0–20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ตารางที่ 1) เพื่อคำนวณอัตราปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร (2552) โดยในปี พ.ศ. 2562 ทำการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองในแปลงทดลองขนาด 6X5 เมตร แบบหยอดเป็นหลุม (drilling) ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร แล้วหยอดเมล็ดข้าวลงไปในหลุมๆ ละ 5–8 เมล็ดและใส่จุลินทรีย์* ตามกรรมวิธีพร้อมปลูก 1 ครั้งโดยการคลุกเมล็ด พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้นและใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเมื่ออายุ 30 วัน ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 115–130 วัน ในพื้นที่ 4X3 เมตรหลังเก็บเกี่ยวหาน้ำหนักผลผลิต และอัตราการตรึงไนโตรเจน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ส่วนการทดลองในปี พ.ศ. 2563 ทำการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองในแปลงทดลองขนาด 3X4 เมตร แบบหยอดเป็นหลุม (drilling) ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร แล้วหยอดเมล็ดข้าวลงไปในหลุมๆ ละ 5–8 เมล็ดและใส่จุลินทรีย์* ตามกรรมวิธีพร้อมปลูก 1 ครั้งโดยการคลุกเมล็ด พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้นและใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเมื่ออายุ 30 วัน ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 115–130 วัน ในพื้นที่ 2X3 เมตรหลังเก็บเกี่ยวหาน้ำหนักผลผลิต และอัตราการตรึงไนโตรเจน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกรอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ปี พ.ศ. 2562 ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2562ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2562 รวมอายุ 113 วัน และปี พ.ศ. 2563 ทำการปลูก

กรมวิชาการเกษตร

และใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2563 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2563 รวมอายุ 133 วัน

แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกรอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ปี พ.ศ. 2562 ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2562 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วันและทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2562 รวมอายุ 134 วัน และปี พ.ศ. 2563 ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2563 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2563 รวมอายุ 131 วัน

* การเตรียมตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียในการทดลองในแปลง ปี พ.ศ. 2562 ทำการเลี้ยงเชื้อเหลวในอาหารเฉพาะของแต่ละสกุล โดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงและฉีดลงบนวัสดุพานึ่งฆ่าเชื้อ โดย DASF04005 มีปริมาณ 6.73 Log_{10}CFU/ml แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) มีปริมาณ 6.43 Log_{10}CFU/ml และแบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) มีปริมาณ 6.11 Log_{10}CFU/ml และปี พ.ศ. 2563 ทำการเลี้ยงเชื้อเหลวในอาหารเฉพาะของแต่ละสกุล โดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงและฉีดลงบนวัสดุพานึ่งฆ่าเชื้อ โดย DASF04005 มีปริมาณ 6.72 Log_{10}CFU/ml แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) มีปริมาณ 6.56 Log_{10}CFU/ml และแบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) มีปริมาณ 6.32 Log_{10}CFU/ml

** ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ จากกรมอุตุนิยมวิทยารายสัปดาห์ช่วงเดือนมิถุนายน–ตุลาคม ปี พ.ศ. 2562 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30.31–35.67 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 22.08–25.34 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.2–19.08 มิลลิเมตร ขณะที่ปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30.28–38.72 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 22.05–25.23 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0–20.48 มิลลิเมตร

- วิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT)

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2561 – กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอนจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับ 0–20 เซนติเมตรปี 2562 ในแปลงเกษตรกร อำเภอปาย เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ประกอบด้วย อินทรียวัตถุ 1 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 7.21 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray-II) 60มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 210 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(ตารางที่ 1) อัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่ใช้ในการทดลองนี้ อัตรา 6-3-3 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) และในแปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ประกอบด้วย อินทรียวัตถุ 2.20 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 6.81 ฟอสฟอรัส (Bray-II) 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 285 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1) อัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่ใช้ในการทดลองนี้ อัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ปี 2563 ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับ 0–20 เซนติเมตร ในแปลงเกษตรกร อำเภอปาย เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ประกอบด้วย อินทรียวัตถุ 1.20 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 7.15 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray-II) 65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 201 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1) และในแปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ประกอบด้วย อินทรียวัตถุ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 6.78 ฟอสฟอรัส (Bray-II) 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 258 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของทั้งสองแปลงใช้อัตราเดียวกับปี 2562 (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ปี 2562–2563 ของ แปลงเกษตรกร อำเภอปายและอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตัวอย่าง	pH[1] (water 1:1)	อินทรียวัตถุ[2] (%)	ฟอสฟอรัส[3] (Bray II-P มก./กก.)	โพแทสเซียมที่สกัดได้[4] (มก./กก.)	ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ (กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)
แปลงที่ 1 อำเภอปาย					
ปี 2562	7.21	1	60	210	6-3-3
ปี 2563	7.15	1.2	65	201	6-3-3
แปลงที่ 2อำเภอเมือง					
ปี 2562	6.81	2.2	30	285	3-3-3
ปี 2563	6.78	2.1	35	258	3-3-3

หมายเหตุ : วิธีการวิเคราะห์

[1]Peech (1965)

[2] Walkley and Black (1934)

[3]Bray and Kurtz (1945)

[4]Thomas (1982)

กรมวิชาการเกษตร

2. ความสูงของต้นที่วันเก็บเกี่ยว

ปี พ.ศ. 2562 ความสูงของต้น ณ วันเก็บเกี่ยวของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองที่ปลูก ณ แปลงเกษตรกรอำเภอปายและอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอนด้วยกรรมวิธีทดลองต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองของแปลงทดลองที่ 1 (อำเภอปาย) ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีความสูงสูงกว่าแปลงทดลองที่ 2 (อำเภอเมือง) และทุกกรรมวิธีทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่า ในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปายกรรมวิธีที่ 5 AT1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีความสูงสูงที่สุด คือ 130.6 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) และกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีความสูง 128.7 และ 122.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง พบว่า ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกด้วยกรรมวิธีที่ 3 DASF04005 + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีความสูงวันเก็บเกี่ยวสูงที่สุด คือ 112.7 เซนติเมตร และแตกต่างกับกรรมวิธีทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ผลการทดลองในปี พ.ศ. 2563 พบว่า ความสูง ณ วันเก็บเกี่ยวของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองทั้งสองแปลง ทุกกรรมวิธีทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีความสูงสูงที่สุด คือ 149.1 เซนติเมตร ส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมืองกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีความสูงสูงที่สุด คือ 115.8 เซนติเมตรแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 3 และ 5 นอกจากนี้ยังพบว่า กรรมวิธีที่ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้ง 3 กรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำช่วยส่งเสริมให้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

3.1 ผลผลิต

จากรายงานข้อมูลภาวการณ์ผลิตพืชระดับตำบล (รต.) กรมส่งเสริมการเกษตร (2560) รายงานว่า ค่าเฉลี่ยข้าวนาปีการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองอื่น ๆ ปี 2559/2560 ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีผลผลิตเฉลี่ย/เนื้อที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 392 กิโลกรัม และจากผลการทดลองในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย พบว่า กรรมวิธีที่ 5 AT1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด คือ 395 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าที่กรมส่งเสริมการเกษตร (2560) รายงาน แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) ที่ให้ผลผลิต 337 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ทุกกรรมวิธีทดลองยังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 2) ส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าแปลงทดลองที่ 1 และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 5 AT1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด คือ 207 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีผลผลิตต่ำที่สุด คือ 75 กิโลกรัมต่อไร่ ดังแสดงในตารางที่ 2 ผลการทดลองในปี 2563 พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองข้าวไร่พันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

พื้นเมืองมีผลผลิตสูงกว่าปี พ.ศ. 2562 โดยในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองข้าวพันธุ์พื้นเมืองให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 323–360 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าที่กรมส่งเสริมการเกษตร (2560) รายงาน ส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง ทุกกรรมวิธีทดลองทำให้ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีผลผลิตข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 252–350 กิโลกรัมต่อไร่ และต่ำกว่ารายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร (2560) ดังแสดงในตารางที่ 2

3.2 น้ำหนัก 100 เมล็ด

จากการสุ่มนับเมล็ดข้าวจำนวน 100 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนัก พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดของทุกกรรมวิธีทดลองในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย ทั้ง 2 ปี ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.9–3.2 กรัม และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุด คือ 3.2 กรัม ส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง ปี พ.ศ. 2562 ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.2–2.6 กรัม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนปี พ.ศ. 2563 ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.8–3.4 กรัม ซึ่งสูงกว่าปี พ.ศ. 2562 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2

3.3 จำนวนต้นต่อกอ

จำนวนต้นต่อกอเป็นหนึ่งในองค์ประกอบผลผลิตที่จะชี้ให้เห็นถึงปัจจัยที่ใส่ลงไปในการทดลองว่ามีผลต่อผลผลิตข้าวอย่างไร จากตารางที่ 2 ชี้ให้เห็นว่า ในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย ในปี พ.ศ. 2562 กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ทำให้ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนต้นต่อกอสูงที่สุด คือ 14 ต้น แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 3 DASF04005 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ที่ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนต้นต่อกอ 12 และ 13 ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 3 DASF04005 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งใช้เชื้อสกุล *Azospirillum* เหมือนกัน มีจำนวนต้นต่อกอเท่ากัน คือ 11 ต้น ส่วนในปี พ.ศ. 2563 พบว่าให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2562 และทุกกรรมวิธีทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

การทดลองแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง ปี พ.ศ. 2562 พบว่า ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีจำนวนต้นต่อกอสูงกว่าแปลงทดลองที่ 1 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ทำให้ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนต้นต่อกอสูงที่สุด คือ 35 ต้น รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 3 DASF04005 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ที่มีจำนวนต้นต่อกอเท่ากัน คือ 28 ต้น ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่า การทดลองในปี พ.ศ. 2563 ทุกกรรมวิธีทดลองมีจำนวนต้นต่อกอน้อยกว่าปี พ.ศ. 2562 โดยกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่มีจำนวนต้นต่อกอสูงสุด คือ 7 ต้น

กรมวิชาการเกษตร

3.4 จำนวนรวงต่อกอ

จากตารางที่ 2 พบว่า ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย ในปี พ.ศ. 2562 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณจำนวนรวงต่อกอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) มีจำนวนรวงต่อกอสูงที่สุด คือ 14 รวงต่อกอ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 3 DASF04005 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ที่มีจำนวนรวงต่อกอ เท่ากับ 12 และ 13 รวง ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 AP1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนรวงต่อกอสูงที่สุด คือ 22 รวง รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 AT1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ที่มีจำนวนรวงต่อกอ 20 รวง ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่าทุกกรรมวิธีทดลองของแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนรวงต่อกอสูงกว่าแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปายดังแสดงในตารางที่ 2

การทดลองปี พ.ศ. 2563 พบว่า การทดลองในแปลงที่ 1 อำเภอปาย ให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองในปี พ.ศ. 2562 โดยกรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) มีจำนวนรวงต่อกอสูงที่สุด คือ 13 รวงต่อกอแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนในแปลงทดลองที่ 2 อำเภอเมือง ทุกกรรมวิธีทดลองไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 ความสูงวันเก็บเกี่ยว ผลผลิต น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และจำนวนเมล็ดต่อรวง ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูก ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2562–2563

กรรมวิธีทดลอง	ความสูงวันเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)		น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		จำนวนต้น/กอ		จำนวนรวง/กอ	
	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563
แปลงที่ 1 อำเภอปาย										
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	119.3 b	149.1 a	241 b	332	3.1	3.1	14 a	14	14 a	13
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	128.7 a	122.9 b	337 ab	360	3.0	3.2	12 ab	14	12 ab	11
3. DASF04005 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	116.2 b	116.9 b	219 b	323	3.1	3.2	11 b	12	11 b	10
4. AP1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	122.7 ab	111.7 b	266 b	347	3.2	3.2	11 b	10	11 b	8
5. AT1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	130.6 a	112.7 b	395 a	339	2.9	3.0	13 a	12	13 a	10
CV (%)	**4.49***	**9.40***	**20.76****	**9.00**	**6.79**	**10.37**	**9.73***	**20.44**	**9.69****	**19.24**
แปลงที่ 2 อำเภอเมือง										
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	90.7 b	94.6 b	170	252 b	2.4 a	2.8	25	6	17	3
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	91.4 b	113.1 a	128	343 a	2.4 a	3.4	28	6	17	5
3. DASF04005 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	112.7 a	108.8 ab	205	309 ab	2.5 a	3.0	28	5	19	4
4. AP1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	89.6 b	115.8 a	75	350 a	2.2 b	3.3	35	7	22	5
5. AT1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	92.2 b	108.1 ab	207	346 a	2.6 a	3.3	26	5	20	4
CV (%)	**6.84****	**4.77****	**42.58**	**11.24***	**4.27****	**9.47**	**19.77**	**23.10**	**21.01**	**23.08**

หมายเหตุ :* ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดย DMRT

** ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%โดย DMRT

กรมวิชาการเกษตร

4. ประชากรแบคทีเรีย

การทดลองนี้ก่อนเริ่มทำการทดลองได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อนับจำนวนประชากรแบคทีเรียทั้งสองชนิด คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. โดยในปี พ.ศ. 2562 ผลการทดลองการนับจำนวนประชากรของ *Azotobacter* sp. ก่อนการทดลองของทั้งสองแปลงทดลองนั้นไม่สามารถตรวจนับได้ นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนประชากรของ *Azospirillum* sp. ของทั้งสองแปลงทดลองมีปริมาณอยู่ระหว่าง 4.53–5.12 Log_{10}CFU/ml ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งเมื่อตรวจนับจำนวนประชากรของแบคทีเรียหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า เกือบทุกกรรมวิธีมีปริมาณ *Azospirillum* sp. เพิ่มขึ้นโดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 3.77–4.80 Log_{10}CFU/ml และไม่สามารถตรวจนับจำนวนประชากรของ *Azotobacter* sp. ได้ ส่วนประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรียในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.016–0.039 µmol C_2H_2/hr (ตารางที่ 3) การทดลองในปี พ.ศ. 2563 พบว่า จำนวนประชากรของ *Azospirillum* sp. ก่อนการทดลองของทั้งสองแปลงทดลองมีปริมาณอยู่ระหว่าง 4.78–5.45 Log_{10}CFU/ml และจำนวนประชากรของ *Azospirillum* sp. หลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ในแปลงทดลองที่ 1 อำเภอปาย ทุกกรรมวิธีมีปริมาณ *Azospirillum* sp. ลดลงโดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 3.16–3.82 Log_{10}CFU/ml และสามารถตรวจนับปริมาณ *Azotobacter* sp. ได้ โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 3.53–3.92 Log_{10}CFU/ml และประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรียในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.022–0.047 µmol C_2H_2/hr (ตารางที่ 3) ซึ่งสูงกว่าปี พ.ศ. 2562 จากผลการทดลองข้างต้นสอดคล้องกับรายงานของ Bashan and Levanony, (1990), Meunchang *et al*., (2006a), Meunchang *et al*., (2006b) ที่รายงานว่า โดยทั่วไปหลังการใส่ปุ๋ยชีวภาพปริมาณประชากรแบคทีเรียจะลดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ จึงมักพบว่าผลการทดลองในสภาพปลอดเชื้อกับในธรรมชาติมีความแตกต่างกันมากส่วนการทดลองในแปลงที่ 2 อำเภอเมือง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณ *Azospirillum* sp. เพิ่มขึ้นโดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 5.18–6.08 Log_{10}CFU/ml และสามารถตรวจนับปริมาณ *Azotobacter* sp. ได้ โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 4.62–5.03 Log_{10}CFU/ml และประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรียในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.018–0.038 µmol C_2H_2/hr (ตารางที่ 3) และจากผลการทดลองข้างต้นขัดแย้งกับรายงานของ Bashan and Levanony, (1990), Meunchang *et al*., (2006a), Meunchang *et al*., (2006b) ที่รายงานว่า โดยทั่วไปหลังการใส่ปุ๋ยชีวภาพปริมาณประชากรแบคทีเรียจะลดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ จึงมักพบว่าผลการทดลองในสภาพปลอดเชื้อกับในธรรมชาติมีความแตกต่างกันมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 3 ปริมาณประชากรแบคทีเรียและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2562–2563

กรรมวิธีทดลอง	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (µmol C_2H_2 /hr)		ปริมาณประชากรแบคทีเรียในดิน (Log_{10}CFU/ml)							
			Azospirillum sp.				*Azotobacter* sp.			
			ก่อนปลูก		หลังปลูก		ก่อนปลูก		หลังปลูก	
	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563
แปลงที่ 1 อำเภอปาย										
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.022 **± 0.005**	0.047 ± 0.008	5.12	4.80	4.04	3.16	-	-	-	3.53
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.027 ± 0.009	0.022 ± 0.005	4.82	5.19	3.87	3.79	-	-	-	3.77
3. DASF04005 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.034 ± 0.007	0.024 ± 0.004	4.92	5.38	4.80	3.18	-	-	-	3.59
4. AP1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.032 ± 0.002	0.027 ± 0.007	4.79	5.51	4.51	3.82	-	-	-	3.77
5. AT1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.030 ± 0.020	0.028 ± 0.002	4.53	4.80	3.85	3.18	-	-	-	3.92
แปลงที่ 2 อำเภอเมือง										
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.023 ± 0.008	0.018 ± 0.004	4.91	4.78	3.85	5.65	-	-	-	4.62
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.034 ± 0.012	0.028 ± 0.012	4.75	5.41	3.77	5.47	-	-	-	4.89
3. DASF04005 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.029 ± 0.019	0.038 ± 0.003	4.86	5.45	4.72	6.08	-	-	-	5.03
4. AP1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.039 ± 0.013	0.034 ± 0.011	4.76	5.44	4.48	5.55	-	-	-	4.59
5. AT1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.016 ± 0.013	0.032 ± 0.011	4.86	5.05	4.71	5.18	-	-	-	4.95

หมายเหตุ: - ไม่สามารถตรวจนับได้

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ*Azotobacter* sp. ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองในปี พ.ศ. 2562–2563 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาต่อยอด เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น
2. สามารถให้คำแนะนำแก่เกษตรกรที่ปลูกข้าวในการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิต

11. คำขอบคุณ

-

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ***คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.*** กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. ISBN: 978–974–436–749–5

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. ***รายงานข้อมูลภาวการณ์ผลิตพืชระดับตำบล (รต.).*** แหล่งที่มา : http://www.maehongson.doae.go.th/. สืบค้น: 22 พฤศจิกายน 2562.

ดนัย พรอำนวยลาภ และ อำนาจ ชิดไธสง. 2559. การตอบสนองของข้าวต่อปัจจัยภูมิอากาศในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเกษตร. หน้า 21-43. ***ใน: รายงานการวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2559.***

สมชาย บุญประดับ. 2558. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงฐานพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่อ่อนไหว: กรณีศึกษาในระบบการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย. หน้า 23-25. ***ใน: รายงานชุดโครงการวิจัยการวิจัยภาวะการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับระบบการผลิตภาคเกษตร 2558.*** กรมวิชาการเกษตร.

Agarwal, A. 2008***. Forecasting rice yield under climate change scenarios for Northeast Thailand.*** MS Thesis. Department of water engineering and management, Asian Institute of Technology, Thailand.

Bashan, Y***.*** and H***.*** Levanony***.*** 1990***.*** Current Status of *Azospirillum* Inoculation Technology*:* *Azospirillum* as a Challenge for Agriculture. ***Canadian Journal of Microbiology*** 36*:* 591–608***.***

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of Total, Organic, and Available Forms of Phosphorus in Soils, ***Soil Science*** 59: 39–45.

กรมวิชาการเกษตร

Chinvanno, S. 2010. ***Climate change adaptation as a development strategy: A major challenge for Southeast Asian Countries.*** Southeast Asia START Regional Center. Chulalongkorn University, Thailand.

IPCC, 2014. ***Summary for Policymakers, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability***. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 1,150 p.

Kaur, J., G. Pandove, M. Gangwar, S. Kaurbrar and K.S. Sekhon. 2018. Mitigating the Impact of Climate Change on Wheat by Use of Liquid Microbial Inoculants under Different Planting Dates. ***Res. on Crops.*** 19(3): 365–372.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana and R.W. Weaver. 2006a. Tomato Growth in Soil Amended with Sugar Mill By-products Compost Containing N_2-fixing Bacteria. ***Plant and Soil*** 280: 171–176.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana, S. Ando, T. Yokoyama and R.W.Weaver. 2006b. Bio-organic Fertilizer Production Development from Compost and Plant Growth Promoting Rhizobacteria. ***In Abstract of 14th World Fertilizer Congress.*** January 21– 27, 2006. Chaing Mai Thailand.

Peech, M. 1965. ***Hydrogen-ion Activity in Methods of Soil Analysis Part 2***; C.A. Black, ed. pp. 914–926.

Pillay, V.K. and J. Nowak. 1997. Inoculum Density, Temperature, and Genotype Effects on *In Vitro* Growth Promotion and Epiphytic and Endophytic Colonization of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Seedlings Inoculated with a Pseudomonad Bacterium. ***Can. J. Microbiol.*** 43: 354-361.

Thomas, G.W. 1982. Exchangeable Cations. ***In Methods of Soil Analysis***. (AL Page *et al*, eds) Agronomy 9: 154–157 (Madison).

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. ***Soil Science*** 37: 29–38.

Wassmann, R. and A. Dobermann. 2007. Climate change adaptation through rice production in regions with high poverty levels. ***Journal of ICRISAT Agricultural Research*** 4(1): 1–24.

13. ภาคผนวก

-

กรมวิชาการเกษตร