DOA TOGETHER
Hearing for Changing, Acting for Moving forward

กรมวิชาการเกษตร

การประชุมวิชาการ

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2566

(ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ภาคโปสเตอร์)

วันที่ 22 - 24 สิงหาคม 2566
ณ อาคารที่พักสวัสดิการ
ทอ.อ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
กรมวิชาการเกษตร

การประชุมวิชาการ

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

ประจำปี 2566

ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ภาคโปสเตอร์

วันที่ 22 - 24 สิงหาคม 2566

ณ อาคารที่พักสวัสดิการ ทอ.อ่าวมะนาว

ตำบลเกาะหลัก อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

คำนำ

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน เป็นหน่วยงานวิจัยที่มีหน้าที่ศึกษา ค้นคว้า วิจัย พัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน เพื่อให้ได้พันธุ์ดีและเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับถ่ายทอดแก่เกษตรกร หรือผู้นำไปใช้ประโยชน์ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารและพลังงาน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช

เอกสารเล่มนี้ ประกอบด้วย ผลงานวิจัยนำเสนอภาคโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการของสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2566 เป็นผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน พืชในความรับผิดชอบของสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน พืชไร่ตระกูลถั่ว และงา โดยจะเกิดประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมประชุมและผู้ที่สนใจ อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยให้กับนักวิจัยทั้งหน่วยงานภายใน และภายนอกกรมวิชาการเกษตร

(นายศรุต สุทธิอารมณ์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
16 สิงหาคม 2566

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ข้าวโพด	
การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นจากการเปรียบเทียบมาตรฐาน	1
การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานลูกผสมด้วยการวิเคราะห์ GGE biplot	14
การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเพื่อบริโภคฝักสดในภาคใต้	28
การพัฒนาเครื่องหมายสนิปส์จากยีน Dull เพื่อจำแนกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะความเหนียวนุ่มอย่างแม่นยำ	37
ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109	50
อ้อย	
โคลนอ้อยดีเด่น UT15-060	61
เทคโนโลยีการผลิตอ้อยอินทรีย์	73
การควบคุมโรคใบขาวอ้อยด้วยองค์ความรู้และเทคโนโลยีการจัดการ	82
การเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนในดินโดยใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	98
NSUT13-313: อ้อยผลผลิตสูงโคลนใหม่ เพื่อการผลิตที่ยั่งยืน	107
การเจริญเติบโต และการสะสมน้ำตาลของอ้อยโคลนดีเด่น ในชุดดินสมอทอด	121
มันสำปะหลัง	
คำแนะนำการใช้ปุ๋ยรายแปลงในมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรรายย่อยจังหวัดระยอง	135
การศึกษากรณีฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	143
การใช้วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีเพื่อการผลิตมันสำปะหลังระยะยาวในจังหวัดระยอง	155
ศึกษาอัตราปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์	162
ปาล์มน้ำมัน	
การตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ตำแหน่งสนิปส์บนยีน MADS-box ของปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS	175
การปลูกพืชแซมร่วมกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต	185
พืชตระกูลถั่ว	
การระบาดของโรคและแมลงศัตรูถั่วเขียวในแหล่งปลูกภาคเหนือตอนล่าง	193
ผลของพันธุ์และระยะเวลาที่มีต่อการผลิตถั่วเหลืองงอกแบบคอนโด	207
ผลของสารชีวภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง	218
งา	
ศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์	232

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นจากการเปรียบเทียบมาตรฐาน
Variety Screening of Promising Early Maturity Maize Hybrids tested in Standard Trials

ปริญญา การสมเจตน์[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ทัศนีย์ บุตรทอง[2/] ชัยวัฒน์ นันทโชติ[2/]
เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง[3/] เฌอรัชด์พัชร เขียววิชัย[4/] สายชล แสงแก้ว[5/] กมลทิพย์ สังข์แก้ว[6/]
Parinya Kansomjet[1/] Suriphat Thaitad[1/] Thadsanee Budthong[2/]
Chaiyawat Nantachot[2/] Penrat Thiempeng[3/] Choeratphatchra Khieowichai[4/]
Saichon Sangkaew[5/] Kamontip Sungkeaw[6/]

ABSTRACT

The multi-environmental yield trials are an important step in maize variety selection. The objective of this research was to evaluate the yield potential and stability of promising early maturity maize hybrids developed by Department of Agriculture (DOA), tested in 5 environments and the 2022 rainy season. RCB with 3 replications was used in this study. The individual plot consisted of 4 rows, 5 meters long and plant spacing of 75 x 20 cm at Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Phetchabun Agricultural Research and Development Center, Lop Buri Seed Research and Development Center, Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center and Loei Agricultural Research and Development Center. The results showed that there were significant differences ($p<0.05$) in grain yield among maize hybrids, environments, and the interaction between maize hybrids and environments. Mean grain yield between 1,095-1,465 kg.rai^{-1}. Maize hybrid NSX201007 showed 1,414 kg.rai^{-1} and was not significantly different from NS 5 and CP 888 New (1,465 and 1,437 kg.rai^{-1} respectively) at $p<0.05$. For the yield stability analysis, NS 5 (b=0.36, S^2d=0.13) and CP 888 New (b=1.12, S^2d=0.15) showed high stability because they gave high mean grain yield, the regression coefficient (b) close to 1 and the deviations from regression (S^2d) close to 0. ,While NSX201007 (b=0.34, S^2d=0.37) showed locational specificity variety.

Keywords: *Zea mays L.*, Variety Screening, Standard Trials, Early Maturity

[1/]สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[2/]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
[3/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์
[4/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี
[5/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา
[6/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

[1/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[2/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[3/]Phetchabun Agricultural Research and Development Center
[4/]Lop Buri Seed Research and Development Center
[5/]Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
[6/]Loei Agricultural Research and Development Center

บทคัดย่อ

การทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อมเป็นขั้นตอนสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและเสถียรภาพผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นพันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตรซึ่งปลูกทดสอบ 5 สภาพแวดล้อม ในฤดูฝนปี 2565 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 24 พันธุ์ ปลูก 4 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5.0 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ผลการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,095-1,465 กก./ไร่ พันธุ์ดีเด่น NSX201007 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,414 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 และ CP 888 New ซึ่งให้ผลผลิต 1,465 และ 1,437 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่นๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 5 และ CP 888 New มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 0.36 และ 1.12 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.13 และ 0.15 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทั่วไป ขณะที่พันธุ์ NSX201007 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 0.34 ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.37 แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เหมาะสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่

คำสำคัญ: *Zea mays L*. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การคัดเลือกพันธุ์ การเปรียบเทียบมาตรฐาน อายุสั้น

บทนำ

การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย มักประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงในช่วงฤดูปลูกอยู่เสมอ ดังนั้นการใช้พันธุ์ที่ทนแล้งสามารถลดความเสียหายของผลผลิตได้ นอกจากนี้การใช้พันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่า 100 วัน สามารถหลีกหนีสภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูปลูกและลดความเสียหายของผลผลิตได้เช่นกัน ยิ่งไปกว่านั้นแล้วการใช้พันธุ์อายุเก็บเกี่ยวสั้นยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการผลิตพืชได้ กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินงานวิจัยและและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างต่อเนื่อง ภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง (สุริพัฒน์และคณะ, 2015) และในปี 2562 ที่ผ่านมา กรมวิชาการเกษตรได้รับรองพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและทนแล้ง ขณะเดียวกันในแต่ละปีได้สร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง อายุเก็บเกี่ยวสั้น และทนแล้งอีกหลายพันธุ์ ซึ่งสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้กำหนดขั้นตอนของการเปรียบเทียบพันธุ์ และการประเมินผลพันธุ์ เพื่อพิสูจน์ให้แน่ชัดว่าพันธุ์ลูกผสมที่พัฒนาใหม่นั้นมีความดีเด่นกว่าพันธุ์มาตรฐาน ในด้านผลผลิต หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ต้องการ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในไร่เกษตรกร โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเปรียบเทียบเบื้องต้น (Preliminary trial) 2) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (Standard trial) 3) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (Regional trial) 4) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (Farm trial) และ 5) การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร (Field test) (อาวุธ, 2529; พิเชษฐ์, 2558) ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน

ที่มีผลผลิตสูง และลักษณะทางการเกษตรดี สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงสามารถคัดเลือกพันธุ์ที่เฉพาะเจาะจงกับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกได้ เข้าสู่การประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป โดยใช้การวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ ตามวิธีการของ Eberhart and Russel (1966) และ GGE–biplot ที่เสนอโดย Yan *et al.* (2000)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นดีเด่นที่ผ่านการคัดเลือกจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น ได้แก่ NSX171001 NSX171003 NSX171005 NSX171010 NSX171011 NSX171012 NSX172009 NSX172039 NSX201002 NSX201004 NSX201005 NSX201006 NSX201007 NSX201008 NSX201009 NSX201010 NSX201011 NSX201012 และ NSX211010 พันธุ์การค้า WS 6N013 CP 389 CP 888 New นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 รวมจำนวน 24 พันธุ์

2) ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0

3) สารเคมีควบคุมวัชพืช และแมลง เช่น อะทราซีน อะลาคลอร์ และอีมาเมกตินเบนโซเอต

วิธีดำเนินงาน

ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จำนวน 24 พันธุ์ รวมพันธุ์การค้า และพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 วางแผนการทดลองแบบ RCB สิ่งทดลอง คือ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 24 พันธุ์ ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ปลูก 4 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร หยอด 2 เมล็ดต่อหลุม แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืช อะทราซีน อัตรา 200 กรัม/ไร่ ร่วมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองพื้น อัตรา 50 กก./ไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ เมื่ออายุ 3 สัปดาห์ จากนั้นปฏิบัติดูแลรักษาจนถึงเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุ 95-100 วัน โดยเก็บเกี่ยวจาก 2 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.8 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลตามคู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (2562) ดังนี้

1) วันปลูก และวันปฏิบัติการต่าง ๆ

2) ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

โดยผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ คำนวณจาก

$$\text{ผลผลิตต่อไร่ (กก.)} = \frac{\text{น้ำหนักฝัก x 1,600 x เปอร์เซ็นต์กะเทาะ x (100-ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว)}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว x 100 x (100-ความชื้นมาตรฐาน*)}}$$

*ความชื้นมาตรฐานในการคำนวณผลผลิตต่อไร่ คือ 15 เปอร์เซ็นต์

3) อายุวันออกไหม และอายุวันออกดอกตัวผู้

4) ความสูงต้น และความสูงฝัก

5) ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว

6) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ

7) วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษา เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combine analysis)

โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C และวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ตามวิธีของ Eberhart and Russel (1966) และวิธี GGE-biplot ที่เสนอโดย Yan *et al.* (2000) โดยใช้โปรแกรม Plant Breeding Tools, Version 1.4 (IRRI, 2014)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2564 - กันยายน 2565

สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลผลิตรายสถานที่ปลูก

จากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นจำนวน 24 พันธุ์ รวมพันธุ์ตรวจสอบ ดำเนินการใน 5 สภาพแวดล้อม เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในแต่ละสภาพแวดล้อม พบว่า สภาพแวดล้อมที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ให้ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 1,619 กก./ไร่ รองลงมาคือสภาพแวดล้อม แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี โดยให้ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 1,263 1,234 1,204 และ 1,135 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,019-1,456 กก./ไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น รวมถึงพันธุ์เปรียบเทียบการค้า จำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ CP 888 New NSX201007 NSX172009 NSX171012 NSX171005 NSX172039 NSX171011 NSX171003 และNSX171001 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,456 1,416 1,389 1,384 1,374 1,326 1,324 1,313 และ 1,304 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,420 กก./ไร่) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 904-1,485 กก./ไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น รวมถึงพันธุ์เปรียบเทียบการค้า จำนวน 13 พันธุ์ ได้แก่ CP 389 NSX201011 CP 888 New NSX171001 NSX201008 NSX201009 NSX211010 NSX172039 NSX171012 WS 6N013 NSX201007 NSX171011 และ NSX171010 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,485 1,409 1,388 1,358 1,318 1,289 1,241 1,235 1,229 1,199 1,189 1,189 และ 1,183 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,400 กก./ไร่) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 768-1,474 กก./ไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ NSX201007 และ NSX171003 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,426 และ 1,358 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,474 กก./ไร่) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,393-1,797 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,598 กก./ไร่)

แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 914-1,517 กก./ไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น จำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ NSX201007 NSX201005 NSX171012 NSX201012 NSX171011 NSX172009 NSX201009 NSX171001 CP 888 New นครสวรรค์ 3 NSX171005 NSX172039 NSX201004 NSX201002 NSX171010 NSX201008 CP 389 และ NSX201011 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,517 1,470 1,388 1,387 1,349 1,344 1,338 1,320 1,310 1,307 1,268 1,232 1,219 1,213 1,157 1,154 1,148 และ 1,104 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,433 กก./ไร่) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจาก 5 สภาพแวดล้อม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต แต่ละแหล่งความแปรปรวน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,095-1,465 กก./ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์เปรียบเทียบการค้า CP 888 New และ พันธุ์ดีเด่น NSX201007 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,437 และ 1,414 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,465 กก./ไร่) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่นๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

การวิเคราะห์หาเสถียรภาพของพันธุ์ตามวิธีของ Eberhart and Russell (1966)

เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า พันธุ์ NSX201007 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 0.34 ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.37 แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) บ่งบอกถึงความไม่แน่นอนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เหมาะสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ สอดคล้องกับจำนงค์ และคณะ (2558) ที่รายงานว่า พันธุ์ NSX052014 จัดเป็นพันธุ์สำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ เนื่องจากมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่พันธุ์ CP 888 New และพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 1.12 และ 0.36 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.15 และ 0.13 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ สามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของไทย (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับ สุริพัฒน์ และคณะ (2560) รายงานว่า พันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX042022 มีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี มีค่า b ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่า S^2d ไม่แตกต่างจาก 0 แสดงถึงพันธุ์มีการตอบสนองต่อหลาย ๆ สภาพแวดลอมได้ดีสม่ำเสมอ ขณะเดียวกัน สุริพัฒน์ และคณะ (2561) และ ทัศนีย์ และคณะ (2562) ใช้ค่า b และ S^2d ประกอบการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตรที่มีศักยภาพการให้ผลผลิต และมีเสถียรภาพดี

การวิเคราะห์หาเสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธี GGE-biplot

จากการวิเคราะห์ศักยภาพการให้ผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม และเสถียรภาพของพันธุ์โดยการจัดกลุ่ม และวิเคราะห์รูปแบบการตอบสนองของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมด้วยวิธี GGE–biplot (ภาพที่ 1) พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่าอิทธิพลหลักที่ 1 (PC1) และอิทธิพลหลักที่ 2 (PC2) โดยค่า PC1 เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ ถ้าค่า PC1 มากกว่า 0 แสดงถึงพันธุ์มีศักยภาพใน

การให้ผลผลิตสูง ขณะเดียวกันถ้าค่า PC1 น้อยกว่า 0 แสดงถึงพันธุ์มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง ได้แก่ พันธุ์นครสวรรค์ 5 NSX201007 และ CP 888 New ขณะที่พันธุ์ NSX211010 และ NSX201010 มีค่า PC1 น้อยกว่า 0 มาก เนื่องจากให้ผลผลิตต่ำในหลายสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 1) ส่วนอิทธิพลหลักที่ 2 (PC2) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงเสถียรภาพของพันธุ์จากการทดสอบหลายสภาพแวดล้อม ถ้าค่า PC2 เข้าใกล้ 0 แสดงถึงพันธุ์มีเสถียรภาพ ซึ่งพันธุ์นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต และจากการวิเคราะห์หาพันธุ์ในอุดมคติ (Ideal genotype) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต และมีผลผลิตสูงในทุกสภาพแวดล้อม โดยพันธุ์ในอุดมคติจะอยู่บริเวณศูนย์กลางภายในวงกลม ผลการวิเคราะห์ พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 5 อยู่ในตำแหน่งจุดพันธุ์ในอุดมคติ รองลงมาคือ พันธุ์ CP 888 New (ภาพที่ 2) แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 พันธุ์ มีเสถียรภาพ และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตที่ดี มีการปรับตัว และให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม สอดคล้องกับ ฉลองและคณะ (2565) รายงานผลผลิตฝักปอกเปลือกของข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าพันธุ์ ไฮบริกซ์ 59 (G15) และเอสเอ็ม 1351 (G14) เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตสูง และมีตำแหน่งอยู่ตรงจุดพันธุ์ในอุดมคติ ขณะที่พันธุ์ NSX201007 ถึงแม้ว่าจะมีผลผลิตอยู่ในระดับสูง แต่มีเส้นเวคเตอร์ออกห่างจากเส้นแกนค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมมาก จึงไม่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการทดลองนี้ สอดคล้องกับ สุริพัฒน์ และคณะ (2559) ที่รายงานว่า พันธุ์ S6248 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่มีความไม่แน่นอนของการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม จึงเหมาะสำหรับแนะนำให้ปลูกในพื้นที่เฉพาะเจาะจง และจากการวิเคราะห์ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม จากกราฟ which-won-where biplot (ภาพที่ 3) พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตสูงในทุก ๆ สภาพแวดล้อมที่ศึกษา ได้แก่ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ขณะที่พันธุ์ NSX201007 จะให้ผลผลิตต่ำในสภาพแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ สอดคล้องกับ Gomes *et al*. (2019) ที่ใช้ค่า PC1 และ PC2 ในคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศบราซิล ที่มีศักยภาพการในการให้ผลผลิต และมีเสถียรภาพของพันธุ์ที่ดี รวมถึงพิจารณาความเหมาะสมของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมอีกด้วย ซึ่ง Yan และ Kang (2003) แนะนำว่า การวิเคราะห์นี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการจำแนก หรือคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมได้

ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ (ตารางที่ 3) พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 47-52 วัน พันธุ์ NSX171003 และ NSX201002 มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (50 วัน) มีอายุวันออกไหมระหว่าง 48-53 วัน พันธุ์ NSX171003 มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (50 วัน) มีความสูงต้นระหว่าง 207-247 เซนติเมตร พันธุ์ NSX171001 NSX171003 NSX17105 NSX171010 NSX171011 NSX172009 และ NSX211010 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (226 เซนติเมตร) มีความสูงฝักระหว่าง 112-131 เซนติเมตร พันธุ์ NSX171005 และ NSX172009 มีความสูงฝักน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (119 เซนติเมตร) มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 74.47-81.23 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX171001 NSX201008 CP 888 New WS 6N013 และนครสวรรค์ 3 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (78.79

เปอร์เซ็นต์) มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 26.06-29.70 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ส่วนใหญ่มีความชื้นขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (28.49 เปอร์เซ็นต์)

สรุปผลการทดลอง

พันธุ์ NSX201007 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,414 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,465 กก./ไร่) มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 0.34 ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.37 แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เหมาะสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ เช่น พื้นที่นครสวรรค์ นครราชสีมา เลย และลพบุรี

คัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี ทั้งหมด 12 พันธุ์ ได้แก่ NSX171001 NSX171005 NSX171011 NSX171012 NSX172009 NSX172039 NSX201005 NSX201007 NSX201008 NSX201009 NSX201011 และ NSX201012 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,304-1,414 กก./ไร่ คิดเป็นร้อยละ 89-97 ของพันธุ์เปรียบเทียบนครสวรรค์ 5 เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่นต่อไป

คำขอบคุณ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลอง จากเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จำนงค์ ชัญถาวร สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง พิเชษฐ์ กรุดลอยมา เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง อานนท์ มลิพันธุ์ สายชล แสงแก้ว อารีรัตน์ พระเพ็ชร พินิจ กัลยาศิลปิน ปรีชา แสงโสดา นิภาภรณ์ พรรณรา และ สิทธิ แดงประดับ 2558. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง. หน้า 82-92. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทนแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล สุพรรณี เป็งคำ พรอุมา เซ่งแซ่ ภาคภูมิ ถิ่นคำ นันทนา โพธิ์สุข ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ ศุภวรรณ มาดหมาย พงศ์พันธุ์ เบ้าทอง เชาวนาถ พฤทธิเทพ และ ปวีณา ไชยวรรณ์. 2565. ศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานลูกผสมในปีทดสอบ 2564. หน้า 89-104. *ใน* การประชุมติดตามและแถลงผลงานวิจัยสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2565. วันที่ 7-8 กันยายน 2565. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี, จ. อุบลราชธานี.

ทัศนีย์ บุตรทอง สุริพัฒน์ ไทยเทศ ปริญญา การสมเจตน์ เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง ระพีพรรณ ชั่งใจ สายชล แสงแก้ว ปรีชา กาเพชร นภา บุญสังข์ และปรีชา แสงโสดา. 2562. การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง. หน้า 24-34.

ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2562. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทนแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย ทัศนีย์ บุตรทอง จำนงค์ ชัญถาวร และอมรรัตน์ ภู่โต. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนทานแล้ง. หน้า 12-28. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทนแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา จำนงค์ ชัญถาวร ทัศนีย์ บุตรทอง ศิวิไล ลาภบรรจบ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง อานนท์ มะลิพันธุ์ สายชล แสงแก้ว อารีรัตน์ พระเพ็ชร พินิจ กัลยาศิลปิน ปรีชา แสงโสดา สิทธิ แดงประดับ สุภาพร สุขโต รุ่งทิวา ดารักษ์ และอรอนงค์ วรรณวงษ์. 2559. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม. หน้า 1-32. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2559. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทนแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา ทัศนีย์ บุตรทอง และจำนงค์ ชัญถาวร. 2560. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX042022 และ NSX052014. หน้า 31-39. *ใน* การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 38. วันที่ 25-27 กรกฎาคม 2560. โรงแรมแกรนด์ฮิลล์ รีสอร์ท แอนด์ สปา, จ. นครสวรรค์.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง จำนงค์ ชัญถาวร เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง ระพีพรรณ ชั่งใจ ปรีชา แสงโสดา และสายชล แสงแก้ว. 2561. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น หน้า 14-26. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2561. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทนแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2562. คู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 6:36-40.

Gomes, T.D.A., H.W.L de Carvalho, G.H.F Oliveira, E.F.N. Costa, G.D.A. GRAVINA, R.D. dos Santos and J.L.S. de Carvalho Filho. 2019. Hybrid maize selection through GGE biplot analysis. *In* Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE). Bragantia, Campinas.

IRRI. 2014. Biometrics and Breeding Informatics, PBGB Division, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna.

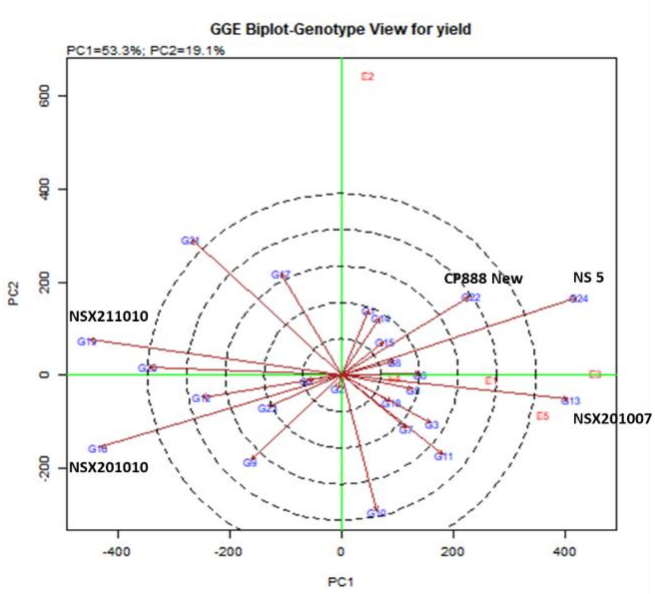
Yan, W., L.A. Hunt, Q. Sheng and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science. 40(3): 597-605.

Yan, W. and M.S. Kang. 2003. GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press LLC., Boca Raton, Florida.

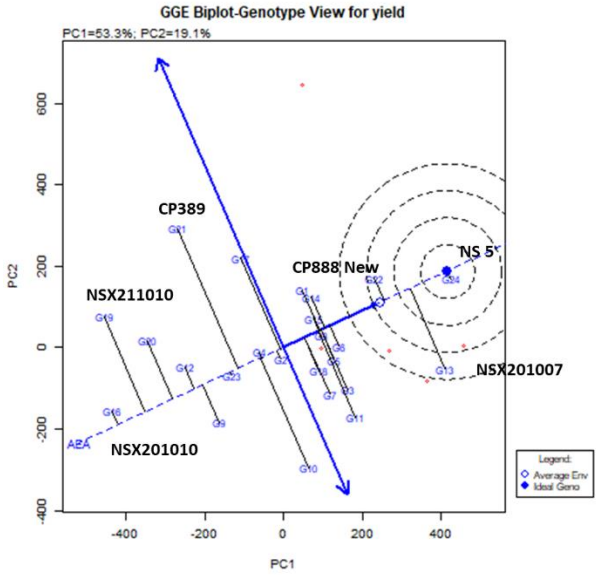
ตารางที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่) และค่าแสดงเสถียรภาพของพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่ทดสอบใน 5 สภาพแวดล้อม ปี 2565

พันธุ์	ผลผลิต (กก./ไร่)						ร้อยละพันธุ์เปรียบเทียบร้อยละ	b	S^2d
	ศวร.นว.	ศวพ.พช.	ศวม.ลบ.	ศวพ.นม.	ศวพ.เลย	เฉลี่ย			
CP 888 New	1,456	1,388	1,235	1,797	1,310	1,437	98	1.12	0.15
NSX 201007	1,416	1,189	1,426	1,525	1,517	1,414	97	0.34	0.37*
NSX 171012	1,384	1,229	1,137	1,634	1,388	1,354	92	0.93	0.21
NSX 171001	1,304	1,358	1,078	1,710	1,320	1,354	92	1.14	0.23
NSX 201009	1,228	1,289	1,159	1,682	1,338	1,339	91	1.03	0.17
NSX 201008	1,289	1,318	1,261	1,661	1,154	1,337	91	0.92	0.25
NSX 201005	1,204	1,060	1,241	1,702	1,470	1,336	91	1.08	0.45**
NSX 172039	1,326	1,235	1,226	1,651	1,232	1,334	91	0.95	0.10
NSX 171011	1,324	1,189	1,197	1,603	1,349	1,332	91	0.85	0.15
NSX 171005	1,374	1,105	1,289	1,591	1,268	1,326	90	0.80	0.29
NSX 172009	1,389	1,104	1,151	1,619	1,344	1,321	90	0.98	0.28
NSX 201012	1,265	1,167	1,140	1,633	1,387	1,318	90	0.99	0.22
NSX 201011	1,199	1,409	1,077	1,730	1,104	1,304	89	1.26	0.40*
NSX 171003	1,313	1,133	1,358	1,625	914	1,269	87	0.93	0.60**
NSX 201004	1,262	904	1,253	1,703	1,219	1,268	87	1.25	0.48**
NSX 171010	1,280	1,183	1,116	1,540	1,157	1,255	86	0.88	0.11
NSX 201002	1,209	1,017	940	1,762	1,213	1,228	84	1.67*	0.17
NS3	1,141	1,144	990	1,514	1,307	1,219	83	0.95	0.26
CP 389	1,019	1,485	966	1,451	1,148	1,214	83	0.71	0.61**
NSX 201006	1,110	1,119	1,097	1,585	965	1,175	80	1.15	0.29
NSX 211010	1,153	1,241	785	1,658	922	1,152	79	1.59	0.45**
WS 6N013	1,139	1,199	886	1,393	1,077	1,139	78	0.84	0.28
NSX 201010	1,114	1,026	768	1,480	1,085	1,095	75	1.28	0.25
NS5 (Check)	1,420	1,400	1,474	1,598	1,433	1,465	100	0.36	0.13
ค่าเฉลี่ย	1,263	1,204	1,135	1,619	1,234	1,291	88	-	-
CV (%)	5.76	11.60	8.57	8.63	17.17	10.88	-	-	-
LSD (0.05)	120	229	160	ns	348	101	-	-	-

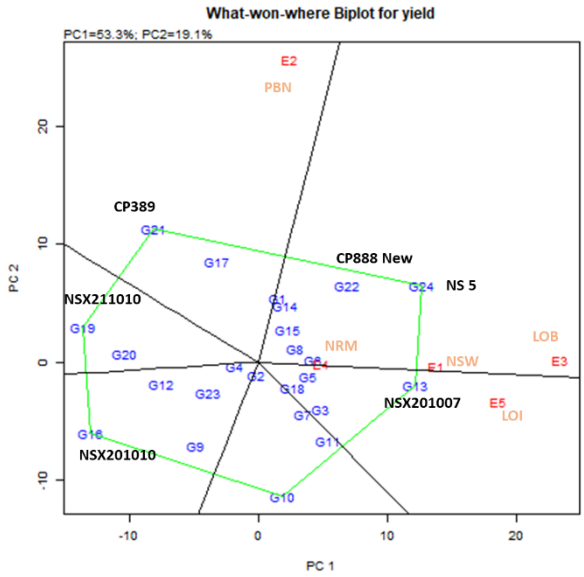
หมายเหตุ ศวร.นว. = ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
ศวพ.พช. = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์
ศวม.ลบ. = ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี
ศวพ.นม. = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา
ศวพ.เลย = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย
b = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน
S^2d = ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
*, ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99%



ภาพที่ 1 ภาพ GGE–biplot แสดงความสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม
หมายเหตุ : E1 = ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
E2 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์
E3 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี
E4 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา
E5 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย



ภาพที่ 2 ภาพ GGE–biplot แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุ์



ภาพที่ 3 ภาพ GGE–biplot แสดงความเหมาะสมของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม

หมายเหตุ : E1 = ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

E2 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์

E3 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี

E4 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา

E5 = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

ตารางที่ 2 ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่) และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่ทดสอบใน 5 สภาพแวดล้อม ปี 2565

พันธุ์	ผลผลิต	ร้อยละพันธุ์เปรียบเทียบ	วันออกดอกตัวผู้	วันออกไหม	ความสูงต้น	ความสูงฝัก	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	ความชื้นเก็บเกี่ยว
	กก./ไร่	ร้อยละ	วัน	วัน	ซม.	ซม.	เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นต์
CP 888 New	1,437	98	51	53	244	127	81.23	28.61
NSX 201007	1,414	97	50	51	236	124	79.32	27.81
NSX 171012	1,354	92	50	51	226	126	77.65	27.64
NSX 171001	1,354	92	49	50	218	123	80.47	26.06
NSX 201009	1,339	91	50	51	229	118	76.98	26.90
NSX 201008	1,337	91	49	50	229	121	79.79	26.84
NSX 201005	1,336	91	49	50	228	121	78.91	27.79
NSX 172039	1,334	91	50	51	231	124	78.68	27.45
NSX 171011	1,332	91	49	50	218	120	78.75	26.69
NSX 171005	1,326	90	49	50	210	112	78.09	27.44
NSX 172009	1,321	90	51	53	214	112	78.13	29.65
NSX 201012	1,318	90	51	52	244	129	77.43	27.12
NSX 201011	1,304	89	49	52	225	122	77.84	26.53
NSX 171003	1,269	87	47	48	207	115	82.68	27.36
NSX 201004	1,268	87	50	51	228	117	77.71	27.67
NSX 171010	1,255	86	49	50	218	120	77.90	26.52
NSX 201002	1,228	84	48	50	234	127	78.11	26.14
NS3	1,219	83	52	53	231	130	79.87	29.48
CP 389	1,214	83	52	53	247	128	78.57	29.70
NSX 201006	1,175	80	50	52	234	118	77.13	26.91
NSX 211010	1,152	79	51	52	210	114	74.47	27.46
WS 6N013	1,139	78	52	52	229	118	79.76	28.82
NSX 201010	1,095	75	49	50	235	131	78.10	26.60
NS5 (Check)	1,465	100	50	50	226	119	78.79	28.49
Mean	1,291	88	50	51	227	122	78.60	27.57
CV (%)	10.88	-	2.58	2.48	4.02	5.85	1.67	2.78
LSD (0.05)	101	-	1	1	7	5	0.94	0.55

ภาพที่ 4 ลักษณะฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX201007 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า

การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานลูกผสมด้วยการวิเคราะห์ GGE biplot

Evaluating the Yield Potential of Sweet Corn Hybrids Using GGE Biplot Analysis

ฉลอง เกิดศรี[1/] ภานุวัฒน์ ศิลปศักดิ์ขจร[1/] วรรษมน มงคล[1/] โสพิศ ใจปาละ[2/]
สมศักดิ์ แสงพระจันทร์[3/] นันทนา โพธิ์สุข[4/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[5/]
เฌอรัชต์พัชร เขียววิชัย[6/] พงศ์พันธุ์ เบ้าทอง[1/]
Chalong Kerdsri[1/] Panuwat Sinlapasakkajohn[1/] Wassamon Mongkol[1/]
Sopit Jaipala[2/] Somsak Sangphrajan[3/] Nanthana Phosuk[4/] Chatchewin Dawyai[5/]
Choeratphatchra Khieowichai[6/] Pongpun Baothong[1/]

Abstract

Evaluation of the potential of sweet corn varieties to search for high yield performance and stability genotypes in multi-environment which is one of the important steps in sweet corn breeding. The purpose of this experiment was to identify the yield potential of 3 elite sweet corn hybrids compared to 5 commercial sweet corn varieties using GGE biplot analysis. A randomized complete block design with 3 replications was conducted in 6 environments: Chiang Mai, Chai Nat, Khon Kaen, Lopburi, Songkhla and Sukhothai in the rainy season of 2022. Genetic stability and the genotype main effect plus genotype by environment interaction (GGE) model were used to analyze yield with husk and its stability. The analysis of variance found that the sources of variance, environment, genetics and genetic by environment interactions showed highly significant differences. The sweet corn hybrids showed non-significant differences from 1.0 for a regression coefficient except Chai Nat 2 variety and all varieties had a significant deviation from the regression line from 0.0. The GGE biplot explains 76.1% of total variation with PC1(51.8%) and PC2(24.3%). The elite sweet corn hybrids yield an average between 3,130-3,434 kg.rai-1 and 3,139-3,666 kg.rai-1 for the commercial hybrid sweet corn varieties. The elite sweet corn hybrid, 20299 showed high yield stability and yield with husk.

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ต.บางหลวง อ.สรรพยา จ. ชัยนาท 17150
[1/] Chai Nat Field Crops Research Center, Bang Luang, Sapphaya, Chai Nat 17150
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ต.ตำบลหนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
[2/] Chiang Mai Field Crops Research Center, Nong Han, San Sai, Chiang Mai 50290
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ต.ฉลุง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
[3/] Songkhla Field Crops Research Center, Chalung, Hat Yai, Songkhla 90110
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี ต.หนองหญ้า อ.เมือง จ.กาญจนบุรี 71000
[4/] Kanchanaburi Agricultural Research and Development, Nong Ya, Mueang, Kanchanaburi 71000
[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ต.คลองตาล อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย 64120
[5/] Sukhothai Agricultural Research and Development, Klong Tal, Sri Samrong, Sukhothai 64120
[6/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี 15210
[6/] Lopburi Seed Research and Development Center, Khok Tum, Mueang, Lopburi 15210

The order of desirable genotype of 20299 was inferior to SM 1351 and Chai Nat 2 variety but superior to Jumbo Sweet, Hybrid 59 and all other elite sweet corn hybrids.
Keywords : Sweet corn, Yield potential, Evaluation, Multi-location, GGE biplot

บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพพันธุ์ข้าวโพดหวาน เพื่อค้นหาพันธุกรรมที่มีความสามารถแสดงลักษณะที่ต้องการสูง และเป็นพันธุกรรมที่มีเสถียรภาพในการแสดงลักษณะนั้นในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น โดยนำการวิเคราะห์ GGE biplot analysis เป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินพันธุกรรมของข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 3 ลูกผสม เปรียบเทียบกับข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้า จำนวน 5 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ดำเนินการ 6 สภาพแวดล้อม ได้แก่ เชียงใหม่ ชัยนาท ขอนแก่น ลพบุรี สงขลา และ สุโขทัย ในฤดูฝน ปี 2565 วิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุกรรม และวิเคราะห์อิทธิพลหลักของพันธุกรรมบวกปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GGE biplot analysis) ของลักษณะผลผลิตฝักทั้งเปลือก การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า แหล่งความแปรปรวนสภาพแวดล้อม พันธุกรรม และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้าวโพดหวานที่ทำการทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 1.0 ทุกลูกผสม ยกเว้น พันธุ์ชัยนาท 2 และทุกพันธุ์มีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันแตกต่างจาก 0.0 อย่างมีนัยสำคัญ GGE biplot อธิบายความแปรปรวนรวม 76.1% แยกเป็น PC1(51.8%) และ PC2(24.3%) ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 3,130-3,434 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าให้ผลผลิต 3,139-3,666 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น 20299 ให้ผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพของพันธุ์ดี ลำดับความมีคุณค่าของพันธุกรรมด้อยกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์เอสเอ็ม 1351 และ ชัยนาท 2 แต่เหนือกว่าข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท ไฮบริกซ์ 59 และข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นอื่นทุกลูกผสม

คำหลัก : ข้าวโพดหวาน, ศักยภาพการให้ผลผลิต, การประเมิน, หลากหลายสภาพแวดล้อม, GGE biplot

บทนำ

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L. saccharata) เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ปลูกได้ตลอดทั้งปี และปลูกได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทย ในปี 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน 226,690 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 492,824 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,938 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง แช่แข็ง และแช่เย็น ในปี พ.ศ. 2565 คิดเป็นมูลค่ารวมมากกว่า 8,100 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2566 ก, ข, ค)

ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมมาอย่างต่อเนื่อง ในปี 2563 ได้สร้างข้าวโพดหวานลูกผสมชุด 2020 (ฉลอง และคณะ, 2564 ก) ได้ผ่านการคัดเลือกลูกผสมดีเด่นในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น (ฉลอง และคณะ, 2564 ข) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (ฉลอง และคณะ, 2565 ก) จึงได้นำมาประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นในขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่นในปี 2565 ซึ่งเป็นการประเมินพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลาย

การให้ผลผลิตของพืชในสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลาย นอกจากจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับอิทธิพลของพันธุกรรม (G) แล้ว ยังมีอิทธิพลจากปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (genotype x environment, GE) (Chouhan *et al*., 2021) การทดสอบพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เป็นการประเมินเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Yan *et al*., 2000; Yan and Rajcan, 2002) แม้ว่าผลผลิตที่วัดได้เป็นผลรวมจากอิทธิพลของพันธุกรรม (G) อิทธิพลของสภาพแวดล้อม (E) และ อิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) และพบว่า E เป็นแหล่งความแปรปรวนที่สำคัญในการวัดค่าผลผลิต (Dehghani *et al*., 2006; Yan *et al*., 2007) โดยทั่วไปแล้ว E จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงผลผลิตได้มากกว่า 80% ของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตทั้งหมด ในขณะที่ G และ GE มักจะมีขนาดเล็ก แต่จะเกี่ยวข้องอย่างยิ่งต่อการประเมินพันธุ์ (Yan and Kang, 2003) มีวิธีการทางสถิติมากมายสำหรับการประเมินศักยภาพของพันธุ์ (G) และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) ซึ่งแตกต่างกันในส่วนของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมิน ขั้นตอนไบโอเมตริกซ์ที่ใช้ และวิธีการวิเคราะห์ (Boshev, 2014)

Yan และคณะ (2000) เสนอวิธีการที่เรียกว่า การวิเคราะห์อิทธิพลหลักของพันธุกรรมร่วมกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Genotype main effect plus Genotype x Environment interaction, GGE biplot analysis) มีพื้นฐานมาจาก site regression model (SREG) ที่นำเสนอโดย Crossa and Cornelius (1997) ประยุกต์ใช้ในการทดสอบพันธุ์หลายสภาพแวดล้อม โดยการอธิบายและสรุปผลการทดลองโดยใช้แผนภาพ biplot ที่สามารถคัดเลือกพันธุ์และแนะนำพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมทั่วไป หรือเฉพาะเจาะจงกับสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ใช้ทดสอบ ที่นักวิจัยสามารถกำหนดสถานที่เป็นตัวแทนของแปลงทดสอบทั้งหมด สามารถกำหนดจำนวนแปลงที่เหมาะสม และลดจำนวนแปลงทดสอบพันธุ์ได้ในการทดสอบพันธุ์ครั้งถัดไป (พีระศักดิ์ และ ประเสริฐ, 2564)

GGE biplot เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับ (1) ประเมินศักยภาพของพันธุ์และเสถียรภาพของพันธุ์ (2) แนะนำพันธุ์ที่เฉพาะเจาะจงต่อกลุ่มสภาพแวดล้อมที่มีความคล้ายคลึงกัน (mega-environment) และ (3) ประเมินศักยภาพของสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ (Yan, 2001; Yan and Kang, 2003; Yan and Tinker, 2005) GGE biplot ได้ถูกนำมาใช้ในงานประเมินพันธุ์อย่างกว้างขวางชนิดพืชหลากหลาย เช่น ข้าว (Kesh, 2021) ข้าวโพด (Shojaei *et al*., 2022) ข้าวฟ่าง (Rakshit *et al*., 2012) อ้อย (Mehareb *et al*., 2022) ขิง (Abua *et al.,* 2020) ถั่วเหลือง (Artur *et al*., 2022) ถั่วเขียว (Iqbal *et al*., 2021) ข้าวโพดหวาน (Yuliang *et al.,* 2021; Patel *et al*., 2023) เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดหวานลูกผสมด้วยการวิเคราะห์ GGE biplot และชี้ให้เห็นประโยชน์ของการนำวิธีการ GGE biplot analysis มาใช้ในขบวนการประเมินพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นและลูกผสมที่เป็นการค้าที่ใช้ในการประเมินศักยภาพการให้ผลผลิต

ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 3 ลูกผสม ได้แก่ 20078 (G1) 20108 (G2) และ 20299 (G3) ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์สงขลา 84-1 (G4) ชัยนาท 2 (G5) จัมโบ้สวีท (G6) เอสเอ็ม1351 (G7) และไฮบริกซ์ 59 (G8)

2. แผนการทดลองและการปฏิบัติการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block design) จำนวน 3 ซ้ำ ดำเนินการทดลองจำนวน 6 สภาพแวดล้อม ดังนี้ 1. ชัยนาท (CN) 2. เชียงใหม่ (CM) 3. สงขลา (SK) 4. กาญจนบุรี (KN) 5. สุโขทัย (ST) 6. ลพบุรี (LB) (Table 1) ในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2565

ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ประเมินพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมในฤดูฝน ปี 2565

สถานที่	เส้นรุ้ง	เส้นแวง	อำเภอ	จังหวัด	ชนิดดิน
CM	18°54′20″N	99°00′38.5″ E	สันทราย	เชียงใหม่	ดินร่วนปนทราย
CN	15°09′14″N	100°11′3.8″ E	สรรพยา	ชัยนาท	ดินร่วนปนทรายแป้ง
KN	13°59′06″N	99°25′40.7″ E	เมือง	กาญจนบุรี	ดินร่วนปนทราย
LB	14°48′02″N	100°48′0.8″ E	เมือง	ลพบุรี	ดินเหนียวปนทรายแป้ง
SK	07°00′20″N	100°18′15.4″E	หาดใหญ่	สงขลา	ดินร่วนปนทราย
ST	17°09′36″N	99°51′25.5″ E	ศรีสำโรง	สุโขทัย	ดินร่วนปนดินเหนียว

การปฏิบัติการทดลอง ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 รองพื้น อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเตรียมดิน ปลูกข้าวโพดหวานระยะระหว่างต้น 0.25 เมตร ระยะระหว่างแถว 0.75 เมตร แถวยาว 5 เมตร จำนวน 4 แถวต่อแปลงย่อย หยอดเมล็ดข้าวโพดหวาน 2 เมล็ดต่อหลุม พ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอกหลังการให้น้ำครั้งแรก ให้น้ำชลประทาน ทุก 5-7 วัน เมื่อต้นข้าวโพดหวานอยู่ในระยะ V4 ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 2 ครั้ง เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 25 และ 45 วันหลังปลูก พ่นสารกำจัดแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (สุภราดา และคณะ, 2563)

3. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

บันทึกลักษณะผลผลิตฝักทั้งเปลือก (yield with husk) โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดในแปลงย่อย ภายหลังวันออกไหม 20 วัน วิเคราะห์ความแปรแปรวนรวม และวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุกรรม (Eberhart and Russell, 1966) ด้วยการวิเคราะห์ regression coefficient value และ standard deviation of b โดยใช้โปรแกรม R (R Core Team, 2021) วิเคราะห์อิทธิพลหลักของพันธุกรรมบวกปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GGE biplot analysis) (Yan, 2001; Yan and Tinker, 2006) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป Plant Breeding Tools (Sales *et al*., 2013)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของพันธุกรรม (Eberhart and Russell, 1966)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตฝักทั้งเปลือก พบว่า แหล่งความแปรปรวนสภาพแวดล้อม (E) พันธุกรรม (G) และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพ แวดล้อม (GxE) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) แสดงว่า สภาพแวดล้อม พันธุกรรม และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดหวาน เมื่อพิจารณาขนาดแหล่งของความแปรปรวน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิต (Percentage of sum square; %SS) พบว่า ขนาดความแปรปรวนของ

สภาพแวดล้อมมีขนาดใหญ่มาก (40.97%) (ตารางที่ 2) แสดงว่า ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ของลักษณะผลผลิตฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดหวานในการทดลองนี้ เกิดจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบ รองลงมา เกิดจากความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และ พันธุกรรม ตามลำดับ แต่ยังคงมีความสำคัญต่อการแสดงออกของลักษณะผลผลิตฝักทั้งเปลือก สอดคล้องกับความเห็นของ Yan และ Kang (2003) ที่กล่าวว่า ความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และ พันธุกรรม มักจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 2 แหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะผลผลิตฝักทั้งเปลือกข้าวโพดหวาน จาก 6 สภาพแวดล้อม ในฤดูฝน ปี 2565

แหล่งของความแปรปรวน	องศาอิสระ	F value	%SS[1/]
สภาพแวดล้อม (E)	5	129.73**	40.97
บล็อก	12	1.18	
พันธุกรรม (G)	7	4.22**	27.01
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GxE)	35	17.03**	32.02
ความคลาดเคลื่อน	84		

[1/] Percentage of sum square = อัตราส่วนของความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิต
** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมแสดงให้เห็นในตารางที่ 3 ซึ่งจะมีการเปลี่ยนลำดับของผู้ชนะในแต่ละสภาพแวดล้อม หากพิจารณาจากการเปลี่ยนลำดับของการให้ผลผลิตจะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงลำดับรุนแรง กล่าวคือ ข้าวโพดหวานที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดในสภาพแวดล้อมลพบุรี คือ ชัยนาท 2 แต่กลับให้ผลผลิตเป็นลำดับที่ 7 ในสภาพแวดล้อมสุโขทัย และข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท ซึ่งให้ผลผลิตน้อยที่สุด (ลำดับที่ 8) ในสภาพแวดล้อมลพบุรี แต่กลับให้ผลผลิตสูงเป็นลำดับที่ 2 ในสภาพแวดล้อมสุโขทัย หรือ ข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 ให้ผลผลิตสูงเป็นลำดับที่ 2 ในสภาพแวดล้อมเชียงใหม่ แต่ให้ผลผลิตน้อยที่สุดในสภาพแวดล้อมชัยนาท เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) (ตารางที่ 4) ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 1.0 ทุกลูกผสม เช่นเดียวกับข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้า ยกเว้น พันธุ์ชัยนาท 2 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันแตกต่างจาก 1.0 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2_{di}) (ตารางที่ 3) พบว่า ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นและข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าทุกพันธุ์ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันแตกต่างจาก 0.0 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจจะเกิดจากการตอบสนองของพันธุกรรมต่อสภาพแวดล้อมไม่เป็นเส้นตรง จึงเป็นสาเหตุให้ส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันมีขนาดใหญ่ (พีระศักดิ์ และ ประเสริฐ, 2564) และทำให้เส้นรีเกรสชันไม่เป็นตัวแทนที่ดีของพันธุกรรมในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ (ประวิตร, 2548)

หากเลือกพันธุกรรมที่มีเสถียรภาพตามวิธีการของ Eberhart and Russell (1966) จะมีคุณสมบัติไม่ครบ 3 ประการ คือ 1) มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน ไม่ต่างหรือเท่ากับ 1.0 2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ไม่ต่างหรือเท่ากับ 0.0 และ 3) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูง

ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3,130-3,434 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4) ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 3,139-3,666 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น 20299 ให้ผลผลิต 3,434 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างจากข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าพันธุ์เอสเอ็ม 1351 ชัยนาท 2 ไฮบริกซ์ 59 จัมโบ้สวีท และ ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น 20178 ซึ่งให้ผลผลิตเท่ากับ 3,666 3,452 3,350 3,327 และ 3,238 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่มากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลผลิตฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่) ของข้าวโพดหวาน 9 พันธุกรรม จำนวน 6 สภาพแวดล้อม

พันธุกรรม (G)	สภาพแวดล้อม (L)						ค่าเฉลี่ย (G)
	เชียงใหม่	ชัยนาท	ขอนแก่น	ลพบุรี	สงขลา	สุโขทัย	
20078 (G1)	2,960	3,260	3,520	3,420	3,020	2,600	3,130
20178 (G2)	3,000	3,260	3,440	3,340	3,570	2,816	3,238
20299 (G3)	3,300	3,513	3,620	3,600	3,620	3,008	3,444
สงขลา 84-1 (G4)	2,960	3,260	3,240	3,247	3,180	2,948	3,139
ชัยนาท 2 (G5)	3,160	**3,920**	3,693	**3,667**	**3,640**	2,632	3,452
จัมโบ้สวีท (G6)	3,280	3,724	3,640	3,160	3,080	3,080	3,327
เอสเอ็ม 1351 (G7)	**3,880**[1/]	3,733	**4,003**	3,440	3,440	**3,332**	3,638
ไฮบริกซ์ 59 (G8)	3,728	3,160	3,460	3,400	3,400	2,952	3,350
ค่าเฉลี่ย (L)	3,284	3,479	3,577	3,409	3,369	2,921	3,340

[1/] ตัวอักษรหนาและขีดเส้นใต้คือผลผลิตสูงสุดในแต่ละสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยผลผลิตฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่) ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2_{di}) ของข้าวโพดหวานลูกผสม จาก 6 สถานที่ทดสอบ ในฤดูฝน ปี 2565

พันธุกรรม	ผลผลิต[1/]	b	S^2_{di}
20078 (G1)	3,130 c	1.401	19300**
20178 (G2)	3,238 bc	1.004	35311**
20299 (G3)	3,434 ab	0.990	13908**
สงขลา 84-1 (G4)	3,139 c	0.547	7702*
ชัยนาท 2 (G5)	3,452 ab	1.960*	35402**
จัมโบ้สวีท (G6)	3,327 bc	0.854	55651**
เอสเอ็ม 1351 (G7)	3,666 a	0.675	59536**
ไฮบริกซ์ 59 (G8)	3,350 bc	0.569	68089**
ค่าเฉลี่ย	3,342		
C.V.(%)	4.2		

[1/] ผลผลิตที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ 0.05

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05, ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. GGE biplot analysis

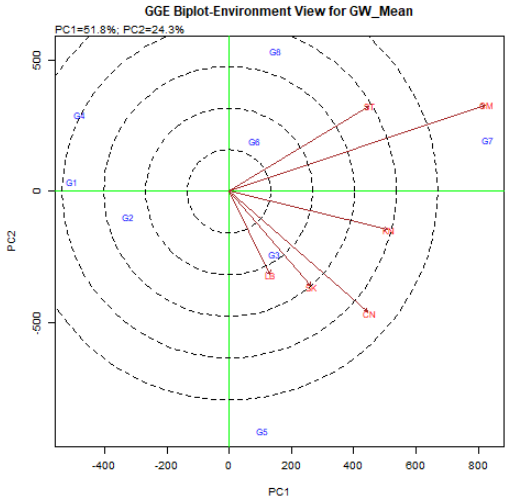
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม (relationships among test environments)

ในภาพที่ 1 วงกลมร่วมศูนย์กลางจากจุดกำเนิดช่วยวัดความยาวของเวกเตอร์ (vector) แต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นสัดส่วนกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ภายในของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และความยาวของเวกเตอร์บ่งบอกถึงความสามารถในการแยกแยะ (discriminating ability) การแสดงออกของพันธุกรรม ซึ่งสภาพแวดล้อมที่เชียงใหม่ (CM) มีความสามารถนี้มากที่สุด รองลงมา คือ ชัยนาท (CN) และ ขอนแก่น (KN) ตามลำดับ ในขณะที่สภาพแวดล้อมลพบุรีมีความสามารถนี้น้อยที่สุด มุมระหว่างเวกเตอร์แต่ละสภาพแวดล้อมอธิบายถึงแนวโน้มในการแสดงออกของพันธุกรรม สภาพแวดล้อมเกือบทั้งหมดทำมุมแหลม (<90°) แสดงว่า การแสดงออกของพันธุกรรมของข้าวโพดหวานไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้น สภาพแวดล้อมลพบุรีและสุโขทัยทำมุมป้าน (>90°) มีอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง (strong crossover GE) เห็นได้จากตารางที่ 3 ซึ่งได้กล่าวแล้วข้างต้น การเกิดสภาพ crossover GE และ non-crossover GE เป็นการเกิดขึ้นตามปกติของการทดสอบพันธุกรรมให้สภาพแวดล้อมหลากหลาย (Fan *et al*., 2007; Sabaghnia *et al*., 2008; Rao *et al*., 2011)

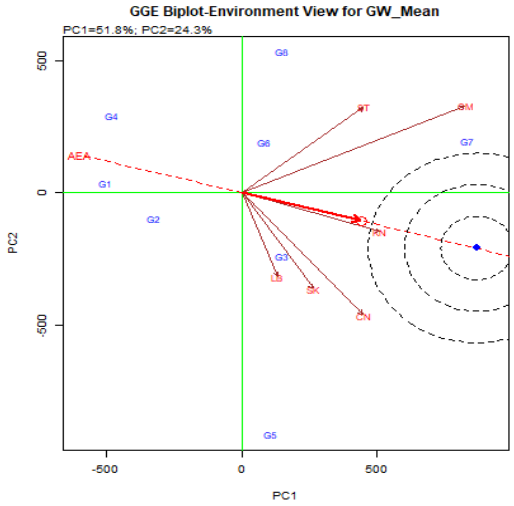
Yan และ Tinker (2006) ได้ให้คำแนะนำว่าควรมีการทำซ้ำเพื่อดูปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและปี หรือสภาพแวดล้อมและปี หากยังพบปฏิสัมพันธ์นั้น ต้องทำการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อม (mega-environment) เพื่อลดอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์นั้น หรือใช้คัดเลือกพันธุกรรมที่มีความเจาะจงสำหรับสภาพแวดล้อมนั้น

เมื่อพิจารณาภาพที่ 2 จะเห็นว่าสภาพแวดล้อมขอนแก่นเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความใกล้เคียงตำแหน่งของสภาพแวดล้อมในอุดมคติ (ideal test environment) (วงกลมเล็กทึบ) เนื่องจาก ตำแหน่งของสภาพแวดล้อมวางตัวอยู่ใกล้เส้น Average-Environment Axis (AEA) หรือมีมุมระหว่างเส้นเวกเตอร์สภาพแวดล้อมกับเส้น AEA เป็นมุมแคบ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเป็นตัวแทนที่ดี (representative) และมีเส้นเวกเตอร์สภาพแวดล้อมยาว แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแยกแยะ (discriminating) พันธุกรรมได้ดี เป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะกับการใช้คัดเลือกพันธุกรรมที่ปรับตัวได้ทั่วไป แต่ควรมีการทำซ้ำเพื่อยืนยันความสามารถในการแยกแยะ (discriminating) (Yan and Kang, 2003; Yan and Tinker, 2005; Yan and Tinker, 2006) และ ในขณะที่สภาพแวดล้อมเชียงใหม่ สุโขทัย และชัยนาท เป็นสภาพแวดล้อมที่มีความสามารถในการแยกแยะพันธุกรรมได้ดี แต่เป็นตัวแทนของสภาพแวดล้อมไม่ดี จึงเหมาะสมต่อการคัดเลือกพันธุกรรมที่เฉพาะเจาะจงต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ

หากต้องตัดสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบในปีต่อไปออก เนื่องจากความจำเป็นบางประการ ควรตัดสภาพแวดล้อมออกตามลำดับ ดังนี้ ลพบุรี สุโขทัย และสงขลา ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในการแยก (discriminating) การแสดงออกของพันธุกรรม

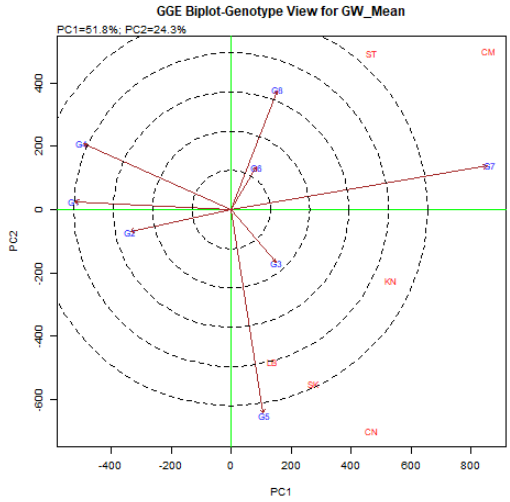


ภาพที่ 2 ลำดับของสภาพแวดล้อมเทียบกับสภาพแวดล้อมในอุดมคติ (ideal test environment)

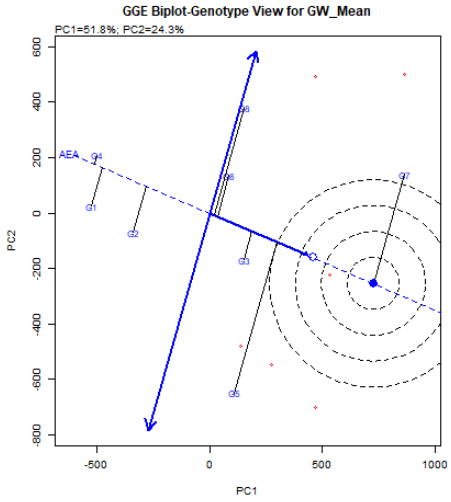
2.2 การแสดงออกของพันธุกรรมในสภาพแวดล้อมต่างๆ (performance of genotypes in specific environments)

จากภาพที่ 3 พันธุกรรมที่อยู่ด้านซ้ายของแกนแบ่งครึ่งวงกลม ได้แก่ ข้าวโพดหวานลูกผสม 20078 (G1) ข้าวโพดหวานลูกผสม 20178 (G2) และข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 84-1 (G4) ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตทุกสภาพแวดล้อมน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 3) ข้าวโพดหวานลูกผสม 20078 (G1) ทำมุมป้าน (>90°) กับทุกสภาพแวดล้อม แสดงว่า การให้ผลผลิตต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละสภาพแวดล้อมทุกสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 3) ข้าวโพดหวานลูกผสม 20178 (G2) ทำมุมป้านกับทุกสภาพแวดล้อม ยกเว้น ทำมุมแหลมกับสภาพแวดล้อมลพบุรี (LB) นั่นคือ ให้ผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตที่สภาพแวดล้อมลพบุรี เช่นเดียวกับข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 84-1 ทำมุมป้านกับทุกสภาพแวดล้อม ยกเว้น สภาพแวดล้อมสุโขทัย (ST) ในขณะที่ข้าวโพดหวานพันธุ์เอสเอ็ม 1351 (G7) มุมแหลมกับทุกสภาพแวดล้อม นั่นคือ ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมทุกสภาพแวดล้อม

ระยะห่างระหว่างพันธุกรรมบ่งบอกถึงความแตกต่างโดยรวมระหว่างพันธุกรรม ซึ่งเกิดได้จากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยลักษณะที่แสดงออก และ/หรือปฏิสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Yan and Tinker, 2006) เช่น ข้าวโพดหวานลูกผสม 20078 (G1) ข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 84-1 (G4) และ ข้าวโพดหวานลูกผสม 20178 (G2) มีความแตกต่างจากข้าวโพดหวานพันธุ์เอสเอ็ม 1351 (G7) มากที่สุด ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท (G6) มีความคล้ายคลึงกับข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 (G8) และข้าวโพดหวานลูกผสม 20299 (G3)



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 4 ศักยภาพในการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุกรรม

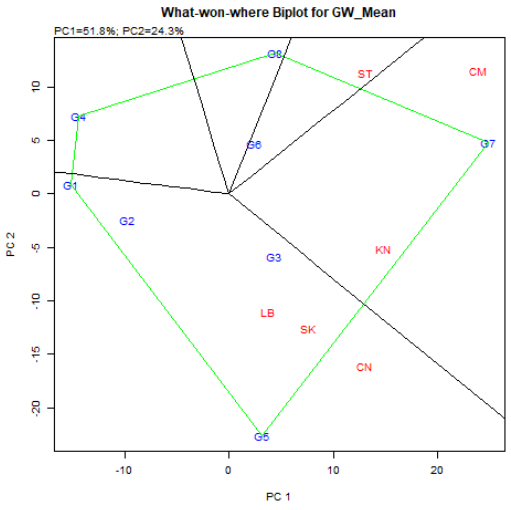
จากภาพที่ 4 เส้นลูกศรหัวเดียวบนแกน AEA ชี้ให้เห็นถึงทิศทางการให้ผลผลิตเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อมของพันธุกรรม ข้าวโพดหวานพันธุ์เอสเอ็ม 1351 (G7) มีระยะทางห่างจากจุดตัดแกน AEA มากที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ยผลผลิตจากทุกสภาพแวดล้อมมากที่สุด (3,638 กก./ไร่) (ตารางที่ 3) รองลงมา คือ ข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 (G5) และ ข้าวโพดหวานลูกผสม 20299 (G3) ตามลำดับ ส่วนเส้นลูกศรสองหัว หมายถึง ขนาดของความแปรปรวน (stability) ทั้งสองทิศทาง ข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 (G5) เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตต่ำที่สุด เนื่องจาก มีตำแหน่งอยู่ห่างจากเส้น AEA มากที่สุด และสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) (ตารางที่ 4) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันแตกต่างจาก 1.0 อย่างมีนัยสำคัญ และมีการเปลี่ยนลำดับการให้ผลผลิตของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมมาก กล่าวคือ ให้ผลผลิตลำดับที่ 1 ในสภาพแวดล้อมชัยนาท (CN) ลพบุรี (LB) และสงขลา (SK) แต่ให้ผลผลิตเป็นลำดับที่ 5 และที่ 7 ในสภาพแวดล้อมเชียงใหม่ (CM) และ สุโขทัย (ST) ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 (G8) และเอสเอ็ม 1351 (G7) มีเสถียรภาพของพันธุ์ในการให้ผลผลิตต่ำ ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันแตกต่างจาก 0.0 อย่างมีนัยสำคัญ และมีการเปลี่ยนลำดับการให้ผลผลิตของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมมาก (ตารางที่ 3) เช่นเดียวกับพันธุ์ชัยนาท 2 ในขณะที่ข้าวโพดหวานลูกผสม 20299 (G3) และข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท (G6) มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ที่ดี แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 และ เอสเอ็ม 1351 แต่ในภาพที่ 4 เห็นได้ว่ามีเสถียรภาพมากกว่าพันธุ์ชัยนาท 2 ไฮบริกซ์ 59 และ เอสเอ็ม 1351 สอดคล้องกับการเปลี่ยนลำดับการให้ผลผลิตในแต่ละสภาพแวดล้อมในตารางที่ 3

พันธุกรรมในอุดมคติ (ideal genotype) ต้องมีการแสดงออกทางพันธุกรรมสูง (high performance) และมีเสถียรภาพสูง (high stability) นั่นคือ ต้องมีตำแหน่งอยู่ห่างจากจุดตัดของแกน AEA และวางตัวอยู่บนเส้น AEA คือ ตำแหน่งของวงกลมเล็กทึบในภาพที่ 4 ดังนั้น พันธุกรรมที่อยู่ใกล้ตำแหน่งของพันธุกรรมในอุดมคติจึงถือได้ว่าเป็นพันธุกรรมที่มีคุณค่า (desirable genotype) มากกว่าพันธุกรรมอื่นๆ (Yan and Tinker, 2006) และจากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่าพันธุกรรมที่มีคุณค่าในลักษณะการให้ผลผลิตมากที่สุด คือ ข้าวโพดหวานพันธุ์เอสเอ็ม 1351 (G7) ถึงแม้ว่าจะมีขนาดของความแปรปรวนในการให้ผลผลิตแต่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 1.0 รองลงมา ได้แก่ ข้าวโพด

หวานพันธุ์ชัยนาท 2 (G5) ข้าวโพดหวานลูกผสม 20299 (G3) ข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท (G6) และข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 (G8) ตามลำดับ ข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 มีลำดับใกล้จุดพันธุกรรมในอุดมคติใกล้กว่าข้าวโพดหวานลูกผสม 20299 และข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท ทั้งที่มีขนาดความแปรปรวนในการให้ผลผลิตสูงกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันแตกต่างจาก 1.0 อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจาก ข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตจากทุกสภาพแวดล้อมสูง และค่าอิทธิพลหลักที่ 1 คือ อิทธิพลหลักของพันธุกรรม (PC1=51.8%) สูงมากกว่าค่าอิทธิพลหลักที่ 2 คือ อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (PC2=24.3%) (Shiri, 2013) (ภาพที่ 4) ความมีคุณค่าของพันธุกรรมจึงพิจารณาจากการแสดงออกของพันธุกรรมในลักษณะนั้นๆ เป็นหลักมากกว่าเสถียรภาพของพันธุ์ (Yan *et al*., 2000) ในทางตรงกันข้าม ข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 84-1 (G4) ข้าวโพดหวานลูกผสม 20078 (G1) และ 20178 (G2) มีขนาดของความแปรปรวนน้อย แต่ก็เป็นพันธุกรรมที่มีคุณค่าน้อยเพราะให้ผลผลิตต่ำ สอดคล้องกับ Yan and Tinker (2006) ได้กล่าวว่า พันธุกรรมที่มีเสถียรภาพสูงจะมีคุณค่าได้เมื่อมีการแสดงออกทางพันธุกรรมในลักษณะนั้นๆ สูงด้วย

2.3 ความเหมาะสมของพันธุกรรมในแต่ละสภาพแวดล้อม (best genotype in each environment)

รูปแบบของ what-won-where biplot (ภาพที่ 5) ได้แบ่งสภาพแวดล้อมออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมชัยนาท (CN) สงขลา (SK) และ ลพบุรี (LB) พันธุกรรมที่ดีที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมในส่วนนี้ คือ ข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 (G5) รองลงมา คือ ข้าวโพดหวานลูกผสม 20299 (G3) ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมขอนแก่น (KN) และ เชียงใหม่ (CM) พันธุกรรมที่ดีที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมในส่วนนี้ คือ ข้าวโพดหวานพันธุ์เอสเอ็ม 1351 (G7) ส่วนที่ 3 คือสภาพแวดล้อมสุโขทัย (ST) พันธุกรรมที่ดีที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมในส่วนนี้ คือ ข้าวโพดหวานพันธุ์จัมโบ้สวีท (G6) อย่างไรก็ตาม ควรมีการทำซ้ำ (season or year evaluation) เพื่อยืนยันความเหมาะสมนี้



ภาพที่ 5 ความเหมาะสมของพันธุกรรมในแต่ละภาพแวดล้อม

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น 20299 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกด้อยกว่าข้าวโพดหวานพันธุ์เอสเอ็ม 1351 ซึ่งเป็นข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าที่ดีที่สุดในการทดลอง แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ชัยนาท 2 ซึ่งดีเด่นรองลงมา และให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าพันธุ์จัมโบ้สวีท ไฮบริกซ์ 59 และสงขลา 84-1 มีเสถียรภาพใน

การให้ผลผลิตดีกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมชัยนาท สงขลา และลพบุรี นอกจากนี้ ควรนำลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพบริโภคของข้าวโพดหวานมาพิจารณาร่วมด้วย

สรุปผลการทดลอง

ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น 20299 มีศักยภาพสูงในการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก และมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ทดสอบได้ดี

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund) งบประมาณปี พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2566 ก. รายงานสถิติ Export HS code 20058000. แหล่งที่มา: https://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1&s=np5rySppL3e8ikKa. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2566.

กรมศุลกากร. 2566 ข. รายงานสถิติ Export HS code 07104000. แหล่งที่มา: https://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1&s=np5rySppL3e8ikKa. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2566.

กรมศุลกากร. 2566 ค. รายงานสถิติ Export HS code 07099910. แหล่งที่มา: https://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1&s=np5rySppL3e8ikKa. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2566.

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ พงศ์พันธุ์ เบ้าทอง และธีระยุทธ อุดมสันติสุข. 2564 ก. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม. หน้า 257-264. *ใน: รายงานผลการวิจัย ปี 2563 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ชัยนาท.

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ พงศ์พันธุ์ เบ้าทอง และธีระยุทธ อุดมสันติสุข. 2564 ข. การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดหวาน. หน้า 265-271. *ใน: รายงานผลการวิจัย ปี 2563 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ชัยนาท.

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล มณฑิกานธิ์ สังข์น้อย ศุภวรรณ มาดหมาย เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ และพงศ์พันธุ์ เบ้าทอง. 2565 ก. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดหวาน. หน้า 22-36. *ใน: รายงานผลการวิจัย ปี 2564 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ชัยนาท.

ประวิตร พุทธานนท์. 2548. ไบโอเมตริกส์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 243 หน้า.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิรวงศ์. 2564. *พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 340 หน้า.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และพฤทธิชาติ ปุญวัฒโท. 2563. *เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืช อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย*. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา/กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 230 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565*. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 194 หน้า.

Abua, M. N., G. A. Iwo, M. A. Ittah, E. E. Obok and R. E. Edugbo. 2020. GGE biplot analysis of multi-location yield trial of ginger (*Zingiber Officinale* Rosc.) genotypes in South-Eastern, Nigeria. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 10(1): 485-503.

Artur, C.R. R., L. D. Moiana, M. P. Maleia, G. Valentini, A. D. Sumbuleiro and M. A. Marcos. 2022. Evaluation of the grain yield performance of 5 soybean genotypes in Mozambique using the GGE Biplot method. *African Journal of Biotechnology*. 22(3): 61-70.

Boshev, D., M. Jankulovska, S. Ivanovska, L. Jankuloski, B. Kuzmanovska and V. Tanaskovic. 2014. Evaluation of maize hybrids for grain yield stability under rainfed and irrigated conditions using GGE biplot analysis. *Bulg. J. Agric. Sci.* 20: 1320-1325.

Chouhan, D., R.B. Dubey, P. Choudhary and D. Singh. 2021. Genotype x environment interaction and stability analysis in sweet corn (*Zea mays* L. Ssp. saccharata) hybrids for various quantitative and qualitative traits. *The Pharma Innovation Journal.* 10(12): 856-858.

Crossa, J. and P. L. Cornelius. 1997. Sites regression and shifted multiplicative model clustering of cultivar trial site under heterogeneity of error variances. *Crop Sci.* 37: 406-415.

Dehghani, H., A. Ebadi and A. Yousefi, 2006. Biplot analysis of genotype by environment interaction for barley yield in Iran. *Agron. J.* 98: 388-393.

Eberhart, S.A. and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 6: 36-40.

Fan, X. M., M. S. Kang, H. Chen, Y. Zhang, J. Tan and C. Xu. 2007. Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. *Agron J*. 99:220–228.

Iqbal, J., G. Shabbir, K. N. Shah, F. Hassan and A. Qayyum. 2021. Deciphering of Genotype × Environment Interaction to Identify Stable Heat-Tolerant Mung Bean Genotypes by GGE Biplot Analysis. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 21:2551–256.

Kesh, H. 2021. GGE Biplot analysis for appraisal of basmati rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under transplanted and direct seeded condition. *J. Crop and Weed*. 17(3): 185-191.

Mehareb, E. M., M. A. M. Osman, A. E. Attia, M. A. Bekheet and F. M. A. Elenen. 2022. Stability assessment for selection of elite sugarcane clones across multi-environment based on AMMI and GGE-biplot models. *Euphytica.* 218(7): 95.

Patel, R., D. J. Parmar, S. Kumar, D. A. Patel, J. Memon, M. B. Patel and J. K. Patel. 2023. Dissection of genotype × environment interaction for green cob yield using AMMI and GGE biplot with MTSI for selection of elite genotype of sweet corn (*Zea mays* conva. Saccharata var. rugosa). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 83(1): 59–68.

R Development Core Team. 2021. The R project for statistical computing. Retrieved firm https://www.R-project.org/.

Rao, P. S., P. S. Reddy, A. Ratore, B.V.S. Reddy, S. Panwar. 2011. Application GGE biplot and AMMI model to evaluate sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids for genotype 9 environment interaction and seasonal adaptation. *Indian J. Agric. Sci*. 81:438–444.

Rakshit, S., K. N. Ganapathy, S. S. Gomashe, A. Rathore, R. B. Ghorade, M. V. Nagesh Kumar, K. Ganesmurthy, S. K. Jain, M. Y. Kamtar, J. S. Sachan, S. S. Ambekar, B. R. Ranwa, D. G. Kanawade, M. Balusamy, D. Kadam, A. Sarkar, V. A. Tonapi, J. V. Patil. 2012. GGE biplot analysis to evaluate genotype, environment and their interactions in sorghum multi-location data. *Euphytica*. 185:465–479.

Sales N., V. Bartolome, A. Cañeda, A Gulles, R.I.Z. Morantte, L. Nora, A.M. Raquel, C.E. Relente, D. Talay and G. Ye. 2013. Plant breeding tools: Software for plant breeders, 1-40. *In: 12th National Convention on Statistics.* October 1-2, 2013 Shangri-La Hotel, Mandaluyong City, Philippines.

Sabaghnia, N., H. Dehghani, S. H. Sabaghpour. 2008. Graphic analysis of genotype by environment interaction for lentil yield in Iran. *Agron. J.* 100:760–764.

Shojaei, S.H., K. Mostafavi, M.R. Bihamta, A. Omrani, S.M.N. Mousavi, Á. Illés, C. Bojtor, J. Nagy. 2022. Stability on Maize Hybrids Based on GGE Biplot Graphical Technique (Article). *Agronomy*. 12(394): 1-10.

Shiri, M. 2013. Grain yield stability analysis of maize (*Zea mays* L.) hybrids in different drought stress conditions using GGE biplot analysis. *Crop Breeding Journal*. 3(2):107-112.

Yan, W., L. A. Hunt, W. Q. Sheng and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci*. 40: 597–605.

Yan, W. 2001. GGE Biplot- A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agron. J*. 93: 1111–1118.

Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci*. 42: 11–20.

Yan, W. and M. S. Kang. 2003. *GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Yan, W. and N. A. Tinker. 2005. An integrated system of biplot analysis for displaying, interpreting, and exploring genotype by environment interactions. *Crop Sci.* 45: 1004-1016.

Yan, W. and N. A. Tinker. 2006. Biplot Analysis of Multi-Environment Trial Data: Principles and Applications. *Canadian Journal of Plant Science*. 86: 623-645.

Yan, W., M. S. Kang, B. Ma, S. Woods and P. L. Cornelius. 2007. GGE Biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Sci*. 47: 643- 655.

Yuliang, L., X. Ting, L. Jianhua, L. Gaoke, L. Wu, X. Lihua. 2021. Analysis of Yield Traits of Sweet Corn at Multi-location Tests in Guangdong Based on GGE-biplot. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 37(24): 18-24.

การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเพื่อบริโภคฝักสดในภาคใต้
Preliminary yield trail of Sweet Corn Hybrid for Fresh Ear Consumption in the Southern Region of Thailand

พรอุมา เซ่งแซ่[1/] ฉลอง เกิดศรี[2/] ภานุวัฒน์ ศิลปะศักดิ์ขจร[2/] สมศักดิ์ แสงพระจันทร์[1/]
สายชล บุญรัศมี[1/] ภัทรา กิณเรศ[1/]
Phorn-uma Sengsae[1/] Chalong Kerdsri[2/] Panuwat Sinlapasakkajohn[2/]
Samsak Sangprajan[1/] Saichon Boonratsamee [1/] Patra kinnaret[1/]

ABSTRACT

The evaluation for yield potential of 450 experimental sweet corn hybrids and 5 commercial hybrid sweet corn varieties as comparison varieties were evaluated using un-replicated augmented design at Songkhla Field Crops Research Center in the early rainy season, 2022. Nine selected hybrids gave best ten ear weight of ear with husk and without husk for 3.0-4.1 and 1.8-2.71 kg, respectively. They showed kernel weight for 64.3-72.6 percentage. The sweetness of them showed 14.9-17.10 %Brix. Their ear diameter, length and tip blanks were 3.9-4.8, 15.8-21.3, 0.0-09 centimeter, respectively. These selected hybrids will be further evaluated in standard trial.

Keywords : Preliminary trial, sweet corn, sweet corn hybrid

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบเบื้องต้นของข้าวโพดหวานลูกผสมทดลอง จำนวน 450 ลูกผสม ร่วมกับข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้า จำนวน 5 พันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ un-replicated augmented design ปลูกทดสอบในต้นฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ต.ฉลุง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา สามารถคัดเลือกข้าเวโพดหวานลูกผสมทดลองที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี จำนวน 9 ลูกผสม โดยมีผลผลิตน้ำหนักฝักทั้งเปลือกดีที่สุด 10 ฝัก อยู่ระหว่าง 3.0-4.1 กิโลกรัม ผลผลิตฝักปอกเปลือกที่ดีที่สุด 10 ฝัก อยู่ระหว่าง 1.8-2.7 กิโลกรัม น้ำหนักเมล็ดสดอยู่ระหว่าง 64.3-72.6 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหวานอยู่ระหว่าง 14.9-17.1 องศาบริกซ์ ความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 3.9-4.8 เซนติเมตร ความยาวฝักอยู่ระหว่าง 15.8-21.3 เซนติเมตร และส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-09 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองที่ได้รับการคัดเลือกจะประเมินศักยภาพพันธุ์ในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ต่อไป

คำหลัก : การเปรียบเทียบเบื้องต้น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดหวานลูกผสม

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[1/] Songkhla Field Crops Research Center, Chalung, Hatyai, Songkhla 90110
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150
[2/] Chainat Field Crops Research Center, Bang Luang, Sapphaya, Chainat 17150

บทนำ

ปี 2565 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดหวาน 213,565 ไร่ มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 206,896 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 450,358 2,109 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว 2,177 กิโลกรัม สำหรับภาคใต้มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานประมาณร้อยละ 8 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจกรเกษตร, 2566) ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่ปลูกอยู่ในระบบการปลูกพืชของภาคใต้ เช่น ระบบพืชแซม ระบบพืชร่วม หรือ ระบบพืชหมุนเวียน เป็นต้น การปลูกและการบริโภคข้าวโพดหวานในภาคใต้มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากมีความต้องการบริโภคเพิ่มขึ้นตามปริมาณนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวในภาคใต้สูงมากขึ้นทุกปี และยังเป็นพืชเสริมรายได้จากพืชหลักที่ให้ผลตอบแทนสูง ได้ผลกำไรอยู่ระหว่าง 15,000–30,000 บาทต่อไร่ต่อรอบการปลูก การปลูกข้าวโพดหวานในภาคใต้สามารถปลูกได้ตลอดปี และมีโรคแมลงรบกวนต่อการผลิตน้อย โดยเฉพาะยังไม่พบการระบาดของโรคราน้ำค้างทุกฤดูปลูก (ฉลอง และคณะ, 2557) ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญมากต่อการผลิตข้าวโพดหวาน

ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้พันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมอย่างหลากหลาย ทั้งพันธุ์ของภาครัฐและเอกชน ข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 84-1 (ฉลอง และคณะ, 2557) เป็นข้าวโพดหวานพันธุ์หนึ่งที่มีความนิยมมากในหมู่เกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภคในพื้นที่ภาคใต้ อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคในพื้นที่ภาคใต้ยังคงมีความต้องการข้าวโพดหวานที่มีความหลากหลาย เช่น สี ขนาดและรูปทรงฝัก รสชาติที่ดีขึ้น เป็นต้น กรมวิชาการเกษตรโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทมีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน (ฉลอง และคณะ, 2565) เพื่อพัฒนาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงคุณภาพบริโภคดีขึ้นกว่าพันธุ์เดิมที่เกษตรกรใช้สำหรับการผลิตในปัจจุบัน และใช้สำหรับพัฒนาพันธุ์ที่สามารถตอบสนองต่อสภาพการผลิตในพื้นที่ภาคใต้ได้ดี เป็นการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า และก่อเกิดประโยชน์สู่เกษตรกรได้มากขึ้น โดยนำเนินการผ่านขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ที่มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ 1) การคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการ 2) การสร้างพันธุ์ใหม่ 3) การทดสอบและประเมินผลพันธุ์ใหม่ และ 4) การรักษาความตรงต่อพันธุ์และการขยายพันธุ์ ในขั้นตอนการทดสอบและประเมินผลพันธุ์ใหม่นั้น เป็นการแยกความแตกต่างของพันธุ์ใหม่ที่เกิดขึ้นจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม หรือปฏิกิริยาของทั้งสองสิ่งออกจากกัน เพื่อให้สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่สร้างขึ้นใหม่ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (อาวุธ, 2529) สถาบันวิจัยพืชไร่ได้กำหนดขั้นตอนการทดสอบและประเมินพันธุ์ไว้ 5 ระดับ คือ 1) การเปรียบเทียบเบื้องต้น (preliminary trial) 2) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (standard trial) 3) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (regional trial) 4) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (farm trial) และ 5) การทดสอบในไร่เกษตรกร (field test) (พิเชษฐ์, 2558)

ปี 2565 เป็นการดำเนินงานในขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น โดยในฤดูแล้งศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท และในฤดูฝนศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลาดำเนินการเปรียบเทียบศักยภาพพันธุ์ของข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 ลูกผสม เพื่อคัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมที่มีศักยภาพเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐานเป็นลำดับต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลอง จำนวน 450 ลูกผสม
- ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้า จำนวน 5 พันธุ์ คือ สงขลา 84-1 ชัยนาท 2 จัมโบ้สวีท เอสเอ็ม 1351 และไฮบริกซ์ 59
- ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0
- สารเคมีกำจัดวัชพืช โรคและแมลง
- เครื่องวัดความหวาน (handrefactometer)
- เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
- วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องชั่ง มีด ตะกร้า ฯลฯ

วิธีการ

ในฤดูแล้งปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาททำการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลอง แล้วในฤดูฝนปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลานำข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทผลิตได้มาเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ Non-replicated augmented randomized complet block design (Federer and Raghavarao, 1975; Kempton and Fox, 1997; Lin and Poushinsky, 1983) โดยมีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวนทั้งสิ้น 450 ลูกผสม ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 5 พันธุ์ ปลูกข้าวโพดลูกผสม/พันธุ์ละ 1 แถว แถวยาว 5 เมตร เก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูลผลผลิตหลังจากไหมโผล่พ้นเปลือกฝักแล้ว 18 วัน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป Plant Breeding Tools (Sales *et al*., 2013)

<u>การปฏิบัติดูแลรักษา</u>

ขณะเตรียมดินใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นโดยใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นจึงพรวนดิน และยกร่องปลูกระยะห่างร่อง 0.75 เมตร หยอดเมล็ดจำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม ระยะห่างระหว่างหลุม 0.25 เมตร ให้น้ำทั่วพื้นที่ปลูก ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอกหลังการปลูกเมื่อดินมีความชื้น เมื่อต้นข้าวโพดหวานมีอายุได้ 2 สัปดาห์หลังปลูก ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อต้นข้าวโพดหวานมีอายุได้ 4 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าโดยใช้ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อมีอายุได้ 6 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าโดยใช้ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำชลประทานอย่างน้อย 7 วันต่อครั้ง ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น

การบันทึกข้อมูล

บันทึกลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด ผลผลิตฝักปอกเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด ค่าความหวาน ขนาดฝัก น้ำหนักเมล็ดสด 10 ฝักที่ดีที่สุด ส่วนไม่ติดเมล็ด ปลายฝัก และอายุวันเก็บเกี่ยว

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด

ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 ลูกผสม ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 10 ฝักดีที่สุดอยู่ระหว่าง 1.20-4.90 กิโลกรัม ส่วนข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้า 5 พันธุ์ ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 3.09-4.40 กิโลกรัม ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 429 ลูกผสม ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 2.60-4.90 กิโลกรัม ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และ

ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่นๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 6 ลูกผสม ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก 10 ฝักดีที่สุดสูงกว่าพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 4.50-4.90 กิโลกรัม ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม นอกจากการพิจารณาผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกแล้ว ต้องคำนึงถึงเปลือกหุ้มฝักที่แน่น ปลายฝักไม่โผล่ และสีเปลือกฝักที่มีสีเขียว เป็นต้น

ผลผลิตฝักปอกเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด

ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 ลูกผสม ให้ผลผลิตฝักปอกเปลือกอยู่ระหว่าง 0.90-3.10 กิโลกรัม ส่วนข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 2.25-2.86 กิโลกรัม (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 407 ลูกผสม ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 2.00-3.10 กิโลกรัม ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่นๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 14 ลูกผสม ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักปอกเปลือก 10 ฝักดีที่สุดที่สูงกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 3.00-3.10 กิโลกรัม ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม นอกจากพิจาณาผลผลิตฝักปอกเปลือกแล้ว ต้องคำถึงการติดเมล็ดเต็มปลายฝัก แถวตรง สีสวย แกนเล็ก และรสชาติดี เป็นต้น

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดสด 10 ฝัก

ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 ลูกผสม ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อเมล็ดอยู่ระหว่าง 38.6-81.2 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อเมล็ดอยู่ระหว่าง 63.6-68.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 361 ลูกผสม ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อเมล็ดอยู่ระหว่าง 58.4-73.3 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่นๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 15 ลูกผสม มีเปอร์เซ็นต์เนื้อเมล็ดอยู่ระหว่าง 73.4-81.2 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อเมล็ดสูงกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าความหวาน

ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 12.0-18.0 องศาบริกซ์ ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 14.7-15.8 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 386 ลูกผสม มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 13.8-17.0 องศาบริกซ์ มีค่าความหวานไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่นๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 6 ลูกผสม มีค่าความหวานระหว่าง 17.6-18.0 องศาบริกซ์ มีค่าความหวานมากกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ความกว้างฝัก

ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 มีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 3.4-5.20 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ มีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.45-4.79 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 371 ลูกผสม มีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.20-5.00 เซนติเมตร มีความกว้างไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่นๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 6 ลูกผสม มีความกว้างระหว่าง

5.10-5.20 เซนติเมตร มีความกว้างมากกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ความยาวฝัก

ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 มีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 9.40-22.5 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ มีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 17.1-18.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 400 ลูกผสม มีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 15.0-20.1 เซนติเมตร มีความยาวฝักไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์อื่นๆ ที่เป็นพันธุ์การค้า ซึ่งถือได้ว่าความยาวฝักอยู่ในเกณฑ์มาฐานตามรายงานของปราโมท (2530) ที่มีฝักขนาดปานกลาง 15-17 เซนติเมตร และฝักขนาดใหญ่มากกว่า 17 เซนติเมตร มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 16 ลูกผสม มีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 20.2-22.5 เซนติเมตร มีความยาวมากกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก

ส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก เป็นลักษณะหนึ่งที่ควรนำเข้ามาพิจารณา เนื่องจากในปัจจุบันเกษตรกรและผู้บริโภคนิยมข้าวโพดหวานที่มีลักษณะติดเมล็ดเต็มปลายฝัก ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 450 ลูกผสม มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.00-7.10 เซนติเมตร ส่วนข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้ามีส่วนไม่ติดเมล็ดเต็มปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.80-2.83 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 350 ลูกผสม มีส่วนที่ไม่ติดเมล็ดเต็มปลายฝักระหว่าง 0.30-3.00 เซนติเมตร มีส่วนไม่ติดเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่นๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 10 ลูกผสม ที่มีส่วนติดเมล็ดเต็มปลายฝักระหว่าง 0.00-0.20 เซนติเมตร ที่มีส่วนติดเมล็ดปลายฝักน้อยกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

อายุวันเก็บเกี่ยว

ข้าวโพดหวานที่มีอายุวันเก็บเกี่ยวที่เร็วขึ้น จะเป็นการลดระยะเวลาในการดูแลรักษา ลดความเสี่ยงจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรลดต่ำลง เกษตรกรสามารถใช้พื้นที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ข้าวโพดหวานลูกผสมที่ทำการทดลองจำนวน 450 มีอายุวันเก็บเกี่ยวระหว่าง 60-76 วัน ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ มีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 70-72 วัน (ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 358 ลูกผสม มีอายุวันเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 67-75 วัน มีอายุวันเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าอื่ๆ มีข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองจำนวน 80 ลูกผสม มีอายุวันเก็บเกี่ยวระหว่าง 60-66 วัน มีอายุวันเก็บเกี่ยวน้อยกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้าทั้ง 5 พันธุ์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม

ในการคัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองที่ดีเด่น เพื่อนำไปประเมินศักยภาพพันธุ์ในขั้นตอนการปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐานนั้น ทำการคัดเลือกพันธุ์โดยพิจารณาจากผลผลิตฝักทั้งเปลือก ผลผลิตฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ดสด ค่าความหวาน ขนาดฝัก ส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก และอายุวันเก็บเกี่ยว สามารถคัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 9 ลูกผสม (ภาพที่ 1) คือ S22019 S22029 S22056 S22059 S22167 S22261 S22297 S22337 และ S22388 (ตารางที่ 1) ที่ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกที่ดีที่สุด 10 ฝัก อยู่ระหว่าง 3.00-4.40 กิโลกรัม ผลผลิตฝักปอกเปลือกที่ดีที่สุด

10 ฝัก อยู่ระหว่าง 1.80-2.80 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดสดอยู่ระหว่าง 64.8-73.9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 14.9-17.1 องศาบริกซ์ มีความกว้างฝักระหว่าง 3.90-4.80 เซนติเมตร มีความยาวฝักระหว่าง 15.8-19.4 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดฝักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขนาดกลางและขนาดใหญ่ (ปราโมทย์, 2530) มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.00-0.90 เซนติเมตร และมีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 66-72 วัน ซึ่งข้าวโพดหวานลูกผสมที่คัดเลือกได้จำนวน 9 ลูกผสม ถือได้ว่าเป็นข้าวโพดหวานลูกผสมที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียง และไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้า

สรุปผลการทดลอง

การเปรียบเทียบเบื้องต้นของข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองสามารถคัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดีใกล้เคียงพันธุ์การค้าได้จำนวน 9 ลูกผสม คือ S22019 S22029 S22056 S22059 S22167 S22261 S22297 S22337 และ S22388 ข้าวโพดหวานลูกผสมที่คัดเลือกได้ทั้ง 9 ลูกผสม จะประเมินศักยภาพพันธุ์ในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดหวานในปีถัดไป

เอกสารอ้างอิง

ฉลอง เกิดศรี สรายุทธ ช่วงพิมพ์ และพวงผกา เกียรติขวัญบุตร. 2557. ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 เพื่อตลาดฝักสดในภาคใต้. ว.พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1(3): 1-6.

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล เชาวนาท พฤทธิเทพ ปวีนา ไชยสุวรรณ์ ธีระยุทธ อุดมสันติสุข และพงศ์พันธุ์ เบ้าทอง. 2565. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม. หน้า 6-13. ใน : รายงานผลงานวิจัย ปี 2564 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์. 2530. การคัดเลือกข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์ไทยซุปเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์. โดยวิธีการคัดเลือกหมุนเวียนแบบผสมตัวเองชั่วที่ 1 รอบที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2558. แนวคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่แบบผสมผสาน. 20-23 มกราคม 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ.ระยอง.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ข้าวโพดหวาน: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รวมทั้งประเทศ ปี 2565. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร-ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร-ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดหวาน. แหล่งข้อมูล : https://www.oae.go.th/ assets/ portals/ 1/ fileups/prcaidata/files/sweet%20corn65.pdf สืบค้นเมื่อ : (7 สิงหาคม 2565).

อาวุธ ณ ลำปาง. 2529. ข้อสังเกตและคำแนะนำในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. วารสารวิชาการเกษตร 4: 85-92.

Federer, W. T. and D. Raghavarao. 1975. On Augmented Designs. Biometrics 31(1): 29-35.

Kempton, R. A. and P. N. Fox. 1997. Statistical methods for plant variety evaluation. Chapman & Hall, London. 191 p.

Lin, C. S. and G. Poushinsky. 1983. A Modified Augmented Design for an Early Stage of Plant Selection Involving a Large Number of Test Lines without Replication. Biometrics 39(3): 553-561.

Sales N., V. Bartolome, A. Cañeda, A Gulles, R.I.Z. Morantte, L. Nora, A.M. Raquel, C.E. Relente, D. Talay and G. Ye. 2013. Plant breeding tools: Software for plant breeders, 1-40. In: 12th National Convention on Statistics. October 1-2, 2013 Shangri-La Hotel, Mandaluyong City, Philippines.

ตารางที่ 1 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดหวานลูกผสมทดลองที่คัดเลือกได้จำนวน 9 ลูกผสม จากข้าวโพดหวานลูกผสมทั้งหมด 450 ลูกผสม ในช่วงต้นฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ปี 2565

ลูกผสม	สายพันธุ์พ่อ	สายพันธุ์แม่	น้ำหนัก 10 ฝักดี		อัตราส่วนเนื้อเมล็ด (%)	ความหวาน (องศาบริกซ์)	ขนาดฝัก (ซม.)			จำนวนวันเก็บเกี่ยว (วัน)
			ทั้งเปลือก	ปอกเปลือก			ความกว้าง	ความยาว	ปลายฝัก	
S22019	HX75C1)-32-3-1-1-2-1	S13/M51)-1111311-2	3.00	1.80	70.7	16.9	3.90	15.8	0.30	68
S22029	S13/C40S)-232312-1	WT/C17B)-711111-B	3.30	2.00	72.6	14.9	4.40	19.4	0.40	67
S22056	SX)-73141-1	S13/M51)-1111311-2	4.10	2.50	66.8	15.1	4.40	19.0	0.40	71
S22059	SX)-75223-B	H49))-112326131222-1	4.00	2.60	64.8	16.3	4.70	17.8	0.20	72
S22167	WS41(S4)-1-1	CNSi75	4.00	2.40	65.2	17.1	4.20	17.9	0.60	68
S22261	WS41(S4)-2-1	CNSi75	3.40	2.20	70.3	16.0	4.20	18.7	0.00	71
S22297	S13/C40S)-232512-B	CNSi75	4.00	2.20	73.9	16.0	4.80	16.2	0.50	66
S22337	S13/CN66)-822111-1	CNSi75	4.00	2.70	68.4	16.1	4.70	19.0	0.90	71
S22388	(H49/Bic)F4)-3-13-25211332-1	CNSi75	4.40	2.80	67.6	16.0	4.60	19.0	0.30	69
	ค่าสูงสุดของข้าวโพดหวานลูกผสมจำนวน 450 ลูกผสม		1.20	0.90	38.6	12.0	3.40	9.40	0.00	60
	ค่าต่ำสุดของข้าวโพดหวานลูกผสมจำนวน 450 ลูกผสม		4.90	3.10	81.2	18.0	5.20	22.5	7.10	76
	ชัยนาท 2		3.98	2.80	63.6	14.7	4.74	17.8	0.80	71
	ไฮบริกซ์ 59		4.44	2.86	68.1	15.3	4.79	18.8	1.43	72
	จัมโบ้สวีท		3.74	2.56	66.4	15.8	4.56	18.6	2.61	70
	เอสเอ็ม1351		3.85	2.59	64.8	15.5	4.59	18.7	2.83	70
	สงขลา 84-1		3.09	2.25	66.1	15.6	4.45	17.1	2.04	70
	ค่าเฉลี่ย		**3.47**	**2.34**	**64.3**	**14.9**	**4.46**	**17.8**	**1.92**	**69.9**
	S.D.		**0.54**	**0.34**	**5.22**	**1.17**	**0.33**	**1.31**	**1.07**	**2.62**
	CV (%)		**16.0**	**14.7**	**8.01**	**8.05**	**6.47**	**7.58**	**57.8**	**3.85**

S22019

S22029

S22056

S22059

S22167

S22261

S22297

S22337

S22388

ชัยนาท 2

ไฮบริกซ์ 59

จัมโบ้สวีท

เอสเอ็ม 1351

สงขลา 84-1

ภาพที่ 1 ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นที่คัดเลือก จำนวน 9 ลูกผสม และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้า (Check)

การพัฒนาเครื่องหมายสนิปส์จากยีน *Dull* เพื่อจำแนกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะความเหนียวนุ่มอย่างแม่นยำ

SNPs Marker Development from *Dull* Gene for Accuracy of Identification Sticky Characteristic in Waxy Corns

ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์[1/] วรรษมน มงคล[2/] ฉลอง เกิดศรี[2/] ภาคภูมิ ถิ่นคำ[1/] มณีรัตน์ รุจิณรงค์[3/] และยิ่งยศ พาลุกา[1/]

Theerawut Wongwarat[1/] Wassamon Mongkol[2/] Chalong Kerdsri[2/] Parkpoom Thinkum[1/] Maneerat Rujinarong[3/] and Yingyod Paluka[1/]

ABSTRACT

The objective of this research was to develope molecular markers for identifying diverse stickiness levels of waxy corn. This research was conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center during 2017-2021. SNPs (Single nucleotide Polymorphisms) marker was developed to identify stickiness character of waxy corn that gave similarly as commercial waxy corn hybrid, comparative variety. The pasting properties: peak viscosity, breakdown and setback of thirty waxy corn flour were also performed. The results revealed that statistically difference with 95% confidence interval levels. SNPs position at N130 of *Dull* genes found significantly related to peak viscosity and breakdown ($p \leq 0.05$). In this study, N130 SNPs markers; Du-1F/1R was designed. Also, high-resolution melting analysis (HRM) was developed to detect SNPs genotypes. The results showed that three SNPs genotypes were achieved, including GG, GT and TT. The genotype GG was positively correlated with the peak viscosity and breakdown. By contrast, the genotype TT showed a negative correlation with the peak viscosity, and breakdown. Evaluation of SNPs markers in 108 waxy corns were used as a template for amplification by Du-1F/1R SNPs marker. The results showed the success rate of amplification were 100% and found three SNPs genotypes. Then 30 random samples were analyzed by DNA sequencing. The results showed all genotype samples matched DNA sequencing and HRM analysis accuracy for N130 genotyping was 100%. This study demonstrates that Du-1F/1R SNPs marker was an efficiency and accuracy. This can be used for identifying stickiness characteristic of waxy corns.

Key words: waxy corns, sticky characteristics, SNPs marker

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

[1/] Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 171503

[2/] Chai Nat Crops Research Center, Supphaya, ชัยนาท, 171503

[3/] กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[3/] Planning and Technical Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องหมายสนิปส์สำหรับใช้ในการจำแนกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะเหนียวนุ่ม โดยดำเนินงานวิจัยที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ปี พ.ศ. 2560-2564 การประเมินลักษณะความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้จากผู้ทดสอบชิมนั้นมีความแปรปรวนสูง ไม่สามารถนำมาใช้ในคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวได้ จึงได้พัฒนาเครื่องหมายสนิปส์จากยีน *Dull* มาเป็นเครื่องมือช่วยในการจำแนกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะความเหนียวนุ่มเปรียบเทียบกับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า การศึกษาข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 30 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่า ความหนืดสูงสุด การแตกตัวของเม็ดแป้ง และการคืนตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ที่มีความผันแปรทางพันธุกรรมกับสมบัติทางด้านความหนืด พบว่าตำแหน่งที่ N130 ยีน *Dull* มีความสัมพันธ์กับค่าความหนืดสูงสุดและการแตกตัวของเม็ดแป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จึงนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องหมายสนิปส์ Du-1F/1R และตรวจสอบด้วยเทคนิค high resolution melting (HRM) พบว่า สามารถจำแนกจีโนไทป์ได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบ GG GT และ TT ซึ่งรูปแบบจีโนไทป์ GG มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับความหนืดสูงสุดและค่าการแตกตัวของแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ และข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม ในขณะที่กับรูปแบบจีโนไทป์ TT มีความสัมพันธ์ทางลบกับความหนืดสูงสุดและการแตกตัวของเม็ดแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้เท่านั้น นอกจากนี้เครื่องหมายสนิปส์ Du-1F/1R สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR ในข้าวโพดข้าวเหนียว 108 พันธุ์ ได้ผลสำเร็จร้อยละ 100 และสามารถตรวจสอบรูปแบบของสนิปส์ได้ทุกตัวอย่าง จากการสุ่มตัวอย่างข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีรูปแบบจีโนไทป์ที่ต่างกันจำนวน 30 ตัวอย่าง ตรวจสอบด้วยเทคนิค HRM พบว่า การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง N130 มีความถูกต้องตรงกันร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมาย สนิปส์ Du-1F/1R มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจำแนกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะเหนียวนุ่มได้

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว ลักษณะความเหนียวนุ่ม เครื่องหมายสนิปส์

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (*Zea mays* subs sp.) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสด มีการผลิตและจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นตลอดทั้งปี ในปี พ.ศ. 2564 มีเนื้อที่ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียว 22,860 ไร่ ได้ผลผลิต 22,852 ตัน คิดเป็นผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 1,302 กิโลกรัม ทำรายได้ให้แก่เกษตรกร 10,000-20,000 บาทต่อไร่ต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาทต่อปี (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2564) ความต้องการบริโภคข้าวโพดฝักสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคให้ความสนใจอาหารสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากข้าวโพดข้าวเหนียวมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี เมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวมีความเหนียวนุ่มเป็นคุณลักษณะพิเศษเฉพาะตัว จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว การใช้ประสาทสัมผัสโดยเฉพาะด้านการชิมนั้น อาจเกิดความลำเอียงได้ ไม่สามารถบ่งชี้ความแตกต่างของลักษณะเหนียวนุ่มได้อย่างชัดเจน ปัจจุบันมีการนำเครื่องวัดความหนืดแบบยิ่งยวด (rapid visco analyzer; RVA) มาใช้ในการคัดเลือกลักษณะความเหนียวนุ่ม เมื่อน้ำฟลาวร์ได้รับความร้อนพันธะไฮโดรเจนภายในเม็ดแป้งจะถูกทำลาย เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวขยายใหญ่ขึ้น ขณะเดียวกันน้ำที่เหลืออยู่รอบๆ จะมีปริมาณน้อยลง ทำให้เกิดความหนืดเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มีความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาต่อไปอีก และมีการกวนอย่าง

ต่อเนื่อง ทำให้โครงสร้างภายในเม็ดแป้งแตกตัว (breakdown) และเมื่อลดอุณหภูมิลง ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งเป็นความหนืดที่เกิดจากการเรียงตัวกันใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่หลุดออกจากเม็ดแป้งหรือการคืนตัวของแป้ง (setback) มีงานวิจัยที่ใช้เครื่องวัดความหนืดแบบยิ่งยวดนี้ ในการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ข้าวโพดข้าวเหนียว สามารถคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA) ในลักษณะความหนืดสูงได้ (ดนุพล และ กมล, 2558) อย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวต้องใช้เวลาวิเคราะห์ พื้นที่ปลูก แรงงานมาก และยังแปรปรวนจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมอีกด้วย

การนำเทคโนโลยีชีวโมเลกุลมาประยุกต์ในการออกแบบเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดเครื่องหมายสนิปส์ (SNPs marker) ซึ่งเป็นการตรวจสอบตำแหน่งที่มีความผันแปรของพันธุกรรมของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียว มีรายงานการศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของลำดับนิวคลีโอไทด์ จำนวน 9 ยีน พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ starch branching enzyme interaction protein (SIP-1) starch branching enzyme IIb (aeIIb) ADP-glucose pyrophosphorylase large subunit (shrunken2; sh2) และ waxy สามารถแยกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีความเหนียวที่ต่างกันได้ ลำดับนิวคลีโอไทด์ ADP-glucose pyrophospho rylase small subunit (Brittle-2; Bt2) starch synthase isoform zSSII-2 (zSSIIb) starch branching enzyme 2a (IIa) starch brancing enzyme III (SBE3) และ Dull ไม่สามารถแยกข้าวโพดข้าวเหนียวที่ต่างกันได้ (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2565) อย่างไรก็ตาม มีรายงานการศึกษาว่าหากเกิดการกลายพันธุ์ของยีน *Dull* ในข้าวโพดจะส่งผลให้ไม่มีการทำงานของเอนไซม์ SSIIIa และการทำงานของเอนไซม์ SBEIIa และ SSII จะลดลง ส่งผลต่อการลดลงของความยาวและจำนวนการกระจายตัวของสายโซ่กิ่งก้านของอะไมโลเพคติน ดังนั้นจึงมีผลต่อโครงสร้างของอะไมโลเพคติน และสมบัติทางด้านความหนืด (Cao *et al*., 2000)

แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ฟลาวร์ (flour) และ สตาร์ช (starch) ฟลาวร์เป็นผลิตภัณฑ์แห้งที่ผลิตจากเมล็ดบดละเอียดเป็นผงและร่อนผ่านตะแกรง ดังนั้นส่วนประกอบของฟลาวร์จึงประกอบด้วยสารอาหารต่างๆที่มีอยู่ในวัตถุดิบดั้งเดิม คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น ในขณะที่สตาร์ช (starch) คือส่วนของฟลาวร์ที่ผ่านการกำจัดโปรตีนและไขมันออก ในงานวิจัยนี้ใช้ฟลาร์ในการดำเนินการวิจัยเนื่องจากใกล้เคียงกับสภาพความจริงของการบริโภคมากกว่า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องหมายสนิปส์สำหรับใช้ในการจำแนกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะเหนียวนุ่มที่มีความแม่นยำ ช่วยลดเวลา พื้นที่ปลูก และแรงงาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาสมบัติทางความหนืด

1.1 การเตรียมฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียว

ข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 30 พันธุ์/สายพันธุ์ ประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ จำนวน 14 สายพันธุ์ ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมจำนวน 10 คู่ผสม และข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 6 พันธุ์ เก็บเกี่ยวอายุ 20 วัน หลังออกไหม แยกเมล็ดออกจากฝัก อบที่อุณหภูมิ 50°C นาน 12 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบลมร้อน นำออกมาวางทิ้งไว้ให้เย็น บดด้วยเครื่องบดจนได้เป็นผงละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงไนลอนที่มีขนาดรู 100 เมช (mesh)

1.2 วิเคราะห์ลักษณะความหนืดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียว

วัดความหนืดด้วยเครื่อง rapid visco analysis 4500 (RVA) ตามกรรมวิธีการ Newport Scientific method (Newport Scientific, 1997)

2. ค้นหาสนิปส์ของยีน *Dull*

2.1 การสกัดดีเอ็นเอ และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR)

คัดเลือกเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวที่สมบูรณ์ทั้ง 30 พันธุ์/สายพันธุ์ ตัวอย่างละ 20 เมล็ด นำมาเพาะให้งอกเป็นต้นกล้า ตัดใบอ่อนเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 0.1 กรัม ใส่ลงในโกร่งที่มีไนโตรเจนเหลวบดให้ละเอียดเป็นผงแล้วสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดน้ำยาสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป (DNA extraction GF-1, Vivantis) จากนั้นตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารสกัดดีเอ็นเอที่ได้ด้วยวัดค่าการดูดกลืนแสงให้มีค่าระหว่าง 1.65-1.85 จากนั้นนำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร และใช้เป็นสารพันธุกรรมต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ Du6F (5'-TGATTGGTGGTTTGCAGATG-3') / Du8R (5'-TCCGAGAAAACGAAGTCCA-3') (ออกแบบใช้สำหรับงานวิจัยนี้) ตรวจสอบผลผลิตด้วยวิธีอะการ์โรสเจลอิเล็กโตโฟลิซิส จากนั้นทำชิ้นดีเอ็นเอให้บริสุทธิ์ และหาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง IlluminaHiseq (illumine) ด้วยเทคนิค BT-Sequencing (barcode tagged sequencing base on next generation sequencing) ตามกรรมวิธีของบริษัท Celemics ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

3. วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และลำดับอะมิโน

นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาจัดเรียงตำแหน่งเปรียบเทียบกันโดยใช้โปรแกรม ClustalW2 ให้ได้ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ถูกต้องตรงกันทุกตัวอย่าง แล้วนำไปเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูลสากล GenBank และนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาถอดรหัสกรดอะมิโนด้วยโปรแกรม ExPASy

4. ตรวจหาสนิปส์ด้วยเทคนิค High resolution melting (HRM)

4.1 ออกแบบเครื่องหมายสนิปส์

ออกแบบเครื่องหมายสนิปส์โดยใช้โปรแกรม NCBI Primer-BLAST โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอนที่มีความผันแปรทางพันธุกรรมชนิดสนิปส์ ที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลำดับกรดอะมิโน

4.2 การตรวจหารูปแบบจีโนไทป์ด้วยเทคนิค HRM

เจือจางสารสกัดดีเอ็นเอให้ได้ความเข้มข้น 20 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ใช้เป็นสารพันธุกรรมต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เครื่องหมายสนิปส์ที่ออกแบบจาก 4.1 ด้วยเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริง (LightCycle® 480 real-time PCR, Roche, Switzerland) วิเคราะห์ค่าการคลายเกลียวของสายดีเอ็นเอ (melting temperature; Tm) ที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริง

5. ตรวจสอบความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องหมายสนิปส์

5.1 การสกัดดีเอ็นเอ และตรวจสอบตำแหน่งเครื่องหมายสนิปส์ด้วยเทคนิค HRM

เมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 108 พันธุ์/สายพันธุ์ ประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 7 พันธุ์ ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้จำนวน 55 สายพันธุ์ และข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมจำนวน 46 คู่ผสม คัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ ตัวอย่างละ 20 เมล็ด นำมาสกัดดีเอ็นเอเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอและตรวจสอบตำแหน่งเครื่องหมายสนิปส์ด้วยเทคนิค HRM เช่นเดียวกันกับ 4.2

5.2 ตรวจสอบตำแหน่งเครื่องหมายสนิปส์ด้วยเทคนิคการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing)

สุ่มตัวอย่างดีเอ็นเอจาก 5.1 จำนวน 30 ตัวอย่าง นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอและส่งหาลำดับนิวคลีโอไทด์เช่นเดียวกับ 2.1

6. วิเคราะห์สถิติ

- วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลสมบัติทางด้านความหนืดด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)
- วิเคราะห์ไคสแควร์ (Chi-square) ทดสอบความเป็นอิสระ (test for independence) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรทางพันธุกรรมกับสมบัติทางด้านความหนืด
- วิเคราะห์ค่าความถี่จีโนไทป์ (genotype frequency) จากสมการ

ความถี่จีโนไทป์ = จำนวนตัวอย่างที่มีจีโนไทป์ที่กำหนด/จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

- วิเคราะห์ค่าความถี่อัลลีล (allele frequency) จากสมการ

ความถี่อัลลีล = [จำนวนอัลลีลแบบโฮโมไซโกตที่กำหนด + ½ จำนวนอัลลีลแบบเฮตเทอโรไซโกต]/จำนวนอัลลีลทั้งหมด

- วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

แบ่งระดับความสัมพันธ์ตามเกณฑ์ของ Zady (2000) คือ ค่า r = 0.90-1.00 แสดงว่ามีระดับความสัมพันธ์สูงมาก ค่า r = 0.70-0.89 แสดงว่ามีระดับความสัมพันธ์สูง ค่า r = 0.50-0.69 แสดงว่ามีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ค่า r = 0.30-0.49 แสดงว่ามีระดับความสัมพันธ์ต่ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สมบัติทางด้านความหนืดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียว

ค่าความหนืดสูงสุด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าความหนืดสูงสุดสูงที่สุดและต่ำที่สุดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า คือ พันธุ์แฟนซี 111 (153.54 RVU) และพันธุ์ ไวโอเล็ต ไวท์ 926 (56.29 RVU) จึงใช้ค่าความหนืดสูงสุดของพันธุ์ ไวโอเล็ต ไวท์926 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่า พันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าหรือใกล้เคียงพันธุ์ไวโอเล็ต ไวท์ 926 ได้แก่ สายพันธุ์แท้ F4305 (98.45 RVU) KKCW02 (74.37 RVU) M80 (82.29) PWHB01 (64.29 RVU) UTI11 (94.00 RVU) UTI22 (72.91 RVU) WEWS003 (180.46 RVU) WSJ003 (55.10 RVU) และ WTNGHB003 (75.87 RVU) CNW142430505 (110.33 RVU) CNW1424305519 (99.52 RVU) CNW1504 (109.04 RVU) CNW1515 (112.93 RVU) CNW1537 (61.04 RVU) CNW1602 (69.08 RVU) CNW1608 (99.52 RVU) CNW1614 (99.77 RVU) UT1120 (67.84 RVU) และ UT1122 (114.65 RVU) (ตารางที่ 1) ค่าความหนืดสูงสุดเป็นค่าที่อธิบายความสามารถในการพองตัวของแป้งเมื่อต้มสุก และมีความสัมพันธ์กับความเหนียวนุ่มของเนื้อเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว (Ketthaisong *et al*., 2014) ถ้าค่าความหนืดสูงสุดของข้าวโพดข้าวเหนียวมีค่ามากกว่าหรือใกล้เคียงกับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า แสดงว่าเนื้อเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวมีความเหนียวนุ่มมากกว่าหรือใกล้เคียงกับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า

ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ลูกผสมพันธุ์การค้าที่มีค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ พันธุ์

ชัยนาท 84-1 (66.45 RVU) และพันธุ์สวีท ไวโอเล็ต (23.12 RVU) พันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีค่าการแตกตัวของ เม็ดแป้งสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับพันธุ์ สวีท ไวโอเล็ต ได้แก่ สายพันธุ์ F4305 (35.50 RVU) M80 (38.97 RVU) WEWS003 (97.66 RVU) WSJ003 (32.62 RVU) CNW142430505 (42.54 RVU) CNW142430519 (42.49 RVU) CNW1504 (56.70 RVU) CNW1515 (40.83 RVU) CNW1608 (41.85 RVU) CNW1614 (41.75 RVU) CNW1627 (28.04 RVU) CNW1643 (34.20 RVU) และ UT1122 (23.70 RVU) (ตารางที่ 1) ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งเป็นค่าที่ใช้อธิบายความแตกต่างของเม็ดแป้งในช่วงการให้ความร้อนหรือหุงต้ม หากการแตกตัวของเม็ดแป้งมีค่าต่ำ แสดงว่าแป้งนั้นทนความร้อนได้มากเมื่อให้ความร้อน จะได้เจลที่มีลักษณะแห้งหรือแข็งกระด้าง อาจต้องใช้เวลาในการทำให้เกิดเจลนานขึ้น (วิจิตรา และ วชิรญา, 2563) ดังนั้นค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งควรมีค่าสูงหรือใกล้เคียงกับฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า

ค่าการคืนตัวแป้ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าที่มีค่าการคืนตัวมากที่สุดและน้อยที่สุดคือ พันธุ์ชัยนาท 84-1 (23.29 RVU) และพันธุ์ ไวโอเล็ต ไวท์926 (10.37 RVU) ฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีค่าการคืนตัวใกล้เคียงหรือต่ำกว่าพันธุ์ ชัยนาท 84-1 ได้แก่ สายพันธุ์แท้ F4305 (15.06 RVU) KKCW02 (11.95 RVU) M80 (13.70 RVU) PWHB01 (13.04 RVU) WEWS003 (21.08 RVU) WKA005 (8.79 RVU) WPK018 (6.29 RVU) WKNN016 (9.66 RVU) WSJ003 (8.12 RVU) WTNGHB003 (15.25 RVU) และ YNB01 (11.54 RVU) ลูกผสม CNW142430505 (15.54 RVU) CNW142430519 (13.60 RVU) CNW1504 (15.45 RVU) CNW1537 (14.20 RVU) CNW1602 (13.04 RVU) CNW1608 (13.66 RVU) CNW1614 (16.18 RVU) CNW1627 (13.33 RVU) CNW1643 (12.37 RVU) และ UT1120 (15.91 RVU) ค่าการคืนตัวเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่อให้ความร้อนแก่แป้งแล้วปล่อยให้เย็นลง แป้งที่มีค่าการคืนตัวต่ำเนื้อสัมผัสของแป้งยังคงเหนียวนุ่ม การคืนตัวทำให้เกิดการรวมตัวกันของโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพคติน ได้โครงสร้างโมเลกุลใหม่หลังการทำให้เย็นตัวลง (Hagenimana *et al*., 2006) ดังนั้นฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีค่าการคืนตัวที่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า

ตารางที่ 1 สมบัติทางด้านความหนืดของข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 20 พันธุ์/สายพันธุ์

พันธุ์/สายพันธุ์	ประเภท	ค่าความหนืดสูงสุด (RVU)	ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้ง (RVU)	ค่าการคืนตัวของแป้ง (RVU)
F4305	สายพันธุ์แท้	98.45 gh	35.50 gh	15.06 h-k
KKCW02	สายพันธุ์แท้	74.37 lk	21.79 j-l	11.95 n-r
M80	สายพันธุ์แท้	82.29 i	38.97 fg	13.70 j-n
PWHB01	สายพันธุ์แท้	64.29 mn	15.04 ln	13.04 i-k
UTI11	สายพันธุ์แท้	94.00 h	20.04 km	32.50 c
UTI20	สายพันธุ์แท้	57.08 n	9.45 no	13.62 j-m
UTI22	สายพันธุ์แท้	72.91 lk	11.20 mn	60.70 a
WEWS003	สายพันธุ์แท้	180.46 a	97.66 a	21.08 e
WKA005	สายพันธุ์แท้	38.12 oq	0.37 p	8.79 tu
WPK018	สายพันธุ์แท้	14.12 s	0.37 p	6.29 q
WKNN016	สายพันธุ์แท้	34.12 q	0.37 p	9.66 s-u
WSJ003	lสายพันธุ์แท้	55.00 n	32.62 h	8.12 uv
WTNGHB3003	สายพันธุ์แท้	75.87 u	19.25 l-n	15.25 h-k
YNB01	สายพันธุ์แท้	33.91q	0.37 p	11.54 o-s
CNW142430505	ลูกผสม	110.33 e	42.54 ef	15.54 h-j
CNW142430519	ลูกผสม	99.87 gh	43.04 e	13.04 m-p
CNW1504	ลูกผสม	109.04 ef	56.70 c	15.45 h-j
CNW1537	ลูกผสม	61.04 lm	11.08 mn	14.20 i-m
CNW1602	ลูกผสม	69.08 kl	22.45 j-l	13.04 m-p
CNW1608	ลูกผสม	98.72 gh	41.85 ef	14.22 i-m
CNW1614	ลูกผสม	99.77 gh	41.75 ef	16.18 gh
CNW1643	ลูกผสม	103.33 fg	34.20 h	12.37 m-q
UT1120	ลูกผสม	69.04 kl	15.12 ln	15.91 g-i
UT1122	ลูกผสม	114.63 e	23.70 jk	56.12 b
ชัยนาท 2	ลูกผสมพันธุ์การค้า	112.94 e	40.83 ef	17.77 fg
ชัยนาท 84-1	ลูกผสมพันธุ์การค้า	140.83 c	66.45 b	23.29 d
แฟนซี 111	ลูกผสมพันธุ์การค้า	153.54 b	57.91 c	22.33 de
สวีท ไวโอเล็ต	ลูกผสมพันธุ์การค้า	58.95 lm	23.12 jk	11.16 p-s
สวีท แว็ก 254	ลูกผสมพันธุ์การค้า	98.12 gh	51.04 d	13.25 l-o
ไวโอเล็ต ไวท์ 926	ลูกผสมพันธุ์การค้า	56.29 n	25.04 ij	10.37 r-t
CV (%)		2.8	4.2	4.0

ข้อมูลในแนวตั้งที่มีตัวอักษรแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$).

ดังนั้น ลักษณะความเหนียวนุ่มของเนื้อเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวที่ใกล้เคียงหรือดีกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า ต้องมีสมบัติทางด้านความหนืด ดังนี้ มีค่าความหนืดสูงสุดและค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งสูง แต่มีค่าการคืนตัวของเม็ดแป้งต่ำ

2. ความผันแปรทางพันธุกรรมลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *Dull*

ชิ้นดีเอ็นเอที่ได้มีขนาด 1,808-1,812 คู่เบส เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้เทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูลสากล GenBank พบว่ามีความน่าเชื่อถือและมีความถูกต้องจริง โดยมีความใกล้เคียงร้อยละร้อยละ 98.02-98.23 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *Dull* ที่ได้ ประกอบด้วย 3 อินทรอน (อินทรอนที่ 3-5) และ 2 เอ็กซอน (เอ็กซอนที่ 4-5)

เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอนมาเทียบกัน พบว่า มีความผันแปรทางพันธุกรรมบริเวณเอ็กซอนชนิดสนิปส์ (single nucleotide polymorphisms, SNPs) 7 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ N28 มีรูปแบบจีโนไทป์ GG>AA>GA ตำแหน่งที่ N34 มีรูปแบบจีโนไทป์ CC>TT>CT ตำแหน่งที่ N55 มีรูปแบบจีโนไทป์ GG>AA>GA ตำแหน่งที่ N130 มีรูปแบบจีโนไทป์ GG>TT>GT ตำแหน่งที่ N153 มีรูปแบบจีโนไทป์ GG>AA>GA ตำแหน่งที่ N1403 มีรูปแบบจีโนไทป์ CC>AA>CA ตำแหน่งที่ N483 มีรูปแบบจีโนไทป์ CC>TT>CT (ตารางที่ 2)

เมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ของยีน *Dull* ของแต่ละตำแหน่งกับสมบัติทางความหนืดด้วยไค-สแควร์ (chi-square) พบว่าจีโนไทป์ทุกตำแหน่ง มีค่า p-value เท่ากับ 0.000 กับความหนืดสูงสุดและการแตกตัวของเม็ดแป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกรดอะมิโนที่เปลี่ยนแปลงกับสมบัติทางความหนืด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโนไทป์แต่ละตำแหน่งกับค่าความหนืดสูงสุด ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้ง และการคืนตัวของแป้ง โดยการทดสอบข้อมูลแบบไคสแควร์ด้วยสหสัมพันธ์ของ เพียร์สัน

ตำแหน่งนิวคลีโอไทด์	รูปแบบความผันแปร	รูปแบบจีโนไทป์	ค่า p-value		
			ความหนืดสูงสุด	การแตกตัวของเม็ดแป้ง	การคืนตัวของแป้ง
N28	SNPs	AA > GG > AG	0.000	0.000	0.424
N34	SNPs	CC > TT > CT	0.000	0.000	0.424
N55	SNPs	CC > GG > CG	0.000	0.000	0.323
N130	SNPs	GG > TT > GT	0.000	0.000	0.066
N213	SNPs	GG > AA >G A	0.000	0.000	0.332
N403	SNPs	CC > AA > CA	0.000	0.000	0.424
N483	SNPs	CC > TT > CT	0.000	0.000	0.511

ค่า p-value แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (≤ 0.05)

เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอนมาแปลรหัสเป็นกรดอะมิโน ได้กรดอะมิโน 170 ชนิด เมื่อนำมาเรียงเทียบกัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของลำดับกรดอะมิโนจำนวน 6 ตำแหน่ง (ตารางที่ 3) ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ A9 เป็นกรดอะมิโนชนิดวาลีน (Valine) หรือกรดอะมิโนที่ไม่ทราบชนิดหรือเป็นกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่ง (Unknown or any amino acid; X) (Valline>X) ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ A18 เป็นกรดอะมิโนโพรลีน (Proline) หรือกรดอะมิโนที่ไม่ทราบชนิดหรือเป็นกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่ง (Unknown or any amino acid; X) (Proline>X) ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ A43 เป็นกรดอะมิโนชนิดกลูตามิค (Glutamic) หรือกรดแอสปาติก (Aspatic acid) หรือกรดอะมิโนที่ไม่ทราบชนิดหรือเป็นกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่ง (Unknown or any amino acid; X) (Glutamic>Aspatic acid>X) ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ A71 เป็นกรดอะมิโนชนิดอาร์จินีน (Arginine) หรือไลซีน (Lysine) หรือกรดอะมิโนที่ไม่ทราบชนิด หรือเป็นกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่ง (Unknown or any amino acid; X) (Arginine> Lysine>X) ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ A134 เป็นกรดอะมิโนชนิดซีรีน (Serine) หรือกรดอะมิโนที่ไม่ทราบชนิด หรือเป็นกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่ง (Unknown or any amino acid; X) (Serine>X) ตำแหน่งกรดอะมิโนที่ A161 เป็นกรดอะมิโนชนิดวาลีน (Valine) หรืออะลานีน (Alanine) หรือกรดอะมิโนที่ไม่ทราบชนิด หรือเป็นกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่ง

(Unknown or any amino acid; X) (Alanine>X) ความผันแปรทางพันธุกรรมรูปแบบสนิปส์ 7 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่ง N28 N34 N55 N130 N213 N403 และ N483 เมื่อถูกถอดรหัสและถูกแปลรหัสทางพันธุกรรมแล้ว มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนทั้งหมด 6 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่ง A9 A18 A43 A71 A134 และ A161 ตามลำดับ ยกเว้น จีโนไทป์ตำแหน่งที่ 28 ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกรดอะมิโนแต่ละตำแหน่งกับค่าความหนืดสูงสุด ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้ง และการคืนตัวของแป้ง โดยการทดสอบข้อมูลแบบไคสแควร์ด้วยสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

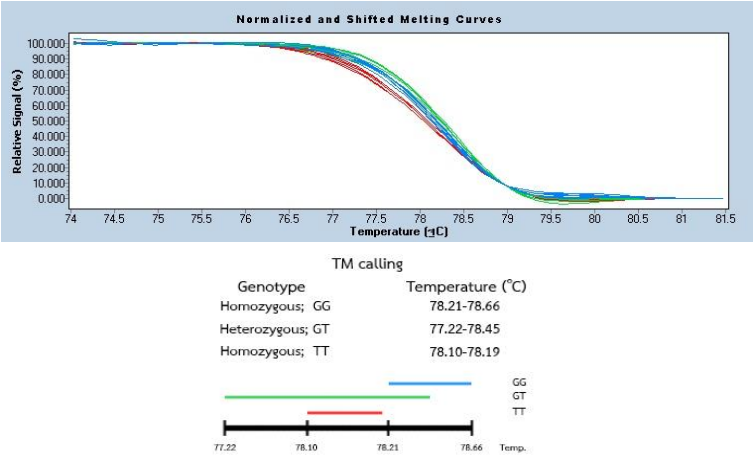
ตำแหน่งกรดอะมิโน	ความผันแปรของกรดอะมิโน*	ค่า p-value		
		ความหนืดสูงสุด	การแตกตัวของเม็ดแป้ง	การคืนตัวของแป้ง
A9	Val. > X	0.488	0.114	0.114
A18	Pro. > X	0.147	0.147	0.152
A43	Glu. > Asp. > X	0.001	0.001	0.424
A71	Arg. > Lys. > X	0.000	0.000	0.234
A134	Serine > X	0.114	0.114	0.215
A161	Val. > Ala. > X	0.000	0.000	0.424

* Val. วาลีน, Pro. = โพรลีน, Glu. = กลูตามีน, Asp. กรดแอสปาติก, Arg. = อาร์จีนีน, Lys. = ไลซีน, Ser. = เซอรีน, Ala. = อะลานีน และ X = ยังไม่ทราบแน่นชัดหรือเป็นได้ทั้งสองชนิด
ค่า p-value แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (≤ 0.05)

เมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกรดอะมิโนที่เปลี่ยนแปลงกับสมบัติทางความหนืด (ตารางที่ 3) พบว่ากรดอะมิโนที่เปลี่ยนแปลงไปในตำแหน่งที่ A43 A71 และ A161 มีค่า p-value เท่ากับ 0.001 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ กับความหนืดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และมีค่า p-value เท่ากับ 0.001 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ กับการแตกตัวของเม็ดแป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แสดงให้เห็นว่ากรดอะมิโนที่มีการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่ง A43 A71 และ A161 มีความสัมพันธ์กับความหนืดสูงสุดและการแตกตัวของเม็ดแป้ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนตำแหน่งที่ A43 A71 และ A161 เกิดจากการแปลรหัสของจีโนไทป์ในตำแหน่ง N130 N213 และ 483 ตามลำดับ ค่าความหนืดสูงสุดและค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียว (วิจิตรา และวชิรญา, 2563)

3. การตรวจสอบสนิปส์ของยีน *Dull* ด้วยเทคนิค HRM

มีเพียงตำแหน่งที่ N130 เท่านั้นที่สามารถใช้ออกแบบไพรเมอร์ได้ เรียกชื่อว่า Du-1F/1R มีลำดับโอลิโกนิวคลีโอไทด์ ดังนี้ Du-1F (5´-CCAGGGAGTGCAAGGAATT A-3') และ Du-1R (5´-CTCCTCTCTTGTTGAAG CCT-3') จากการทดสอบความสามารถในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR พบว่าไพรเมอร์นี้ให้ผลความสำเร็จร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าไพรเมอร์ดังกล่าวมีความจำเพาะ (specificity) และมีความไว (sensitivity) สูง ผลการวิเคราะห์จีโนไทป์ของสนิปส์ *Dull* ตำแหน่งที่ N130 พบว่าสามารถจำแนกจีโนไทป์ได้ 3 รูปแบบ และมีช่วงอุณหภูมิที่ทำให้ดีเอ็นเอสายคู่คลายเกลียวแยกออกจากกัน คือ รูปแบบจีโนไทป์โฮโมไซกัส: GG (78.21-78.66°C) รูปแบบจีโนไทป์เฮทเทอโรไซกัส: GT (77.22-78.45°C) และรูปแบบจีโนไทป์โฮโมไซกัส: TT (78.10-78.19°C) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 รูปแบบจีโนไทป์ที่ตำแหน่ง N130 ของยีน *Dull* ของข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 30 พันธุ์/สายพันธุ์ สามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 รูปแบบจีโนไทป์โฮโมไซกัส GG (สีน้ำเงิน) กลุ่มที่ 2 รูปแบบจีโนไทป์เฮทเทอโรไซกัส GT (สีเขียว) และกลุ่มที่3รูปแบบโฮโมไซกัส TT (สีแดง)

การวิเคราะห์ความถี่อัลลีลของยีน *Dull* เฉพาะตำแหน่งนิวคลีโอไทด์ที่ N130 พบ 2 รูปแบบ (ตารางที่ 4) ได้แก่ อัลลีล G (0.700) และ T (0.300) ซึ่งอัลลีลที่มีความถี่สูงหรืออัลลีลที่พบมาก (common allele) คือ อัลลีล G ลูกผสมพันธุ์การค้า พบมีอัลลีล G (0.900) มากกว่า T (0.100) อย่างชัดเจน ความถี่ของอัลลีลของสายพันธุ์แท้ ลูกผสมพบอัลลีล G (0.607 0.727ตามลำดับ) สูงกว่าอัลลีล T (0.393 0.273 ตามลำดับ) ความถี่ของยีนในแต่ละประชากรอาจมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอัลลีลพื้นฐานของแต่ละประชากรที่ส่งผลต่อความถี่อัลลีลได้

เมื่อพิจารณาความถี่จีโนไทป์รูปแบบ GG GT และ TT ของยีน *Dull* พบว่าสายพันธุ์แท้และลูกผสมพันธุ์การค้ามีความถี่จีโนไทป์รูปแบบ GG (0.500 และ 0.800 ตามลำดับ) สูงกว่า GT (0.214 และ 0.200 ตามลำดับ) ในขณะที่ลูกผสมมีความถี่จีโนไทป์ GT (0.546) สูงกว่า GG (0.455) ตรวจพบความถี่ จีโนไทป์รูปแบบ TT (0.286) เฉพาะในข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้เท่านั้น (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความถี่จีโนไทป์และอัลลีลของยีน Dull ในข้าวโพดข้าวเหนียว

ข้าวโพดข้าวเหนียว	ความถี่จีโนไทป์			ความถี่อัลลีล	
	GG	GT	TT	G	T
ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้	0.500 (7)	0.214 (3)	0.286 (4)	0.607	0.393
ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม	0.455 (5)	0.545 (6)	0	0.727	0.273
ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า	0.800 (4)	0.200 (1)	0	0.9	0.1
รวม	0.533 (16)	0.333 (10)	0.133 (4)	0.7	0.3

เมื่อวิเคราะห์การสหสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์รูปแบบ GG GT และ TT กับค่าความหนืดสูงสุด การแตกตัวของเม็ดแป้ง และการคืนตัวของแป้ง (ตารางที่ 5) พบว่า จีโนไทป์รูปแบบ GG มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทางบวกระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความหนืดสูงสุด (r= 0.426**)

และการแตกตัวของเม็ดแป้ง (r=0.426**) แสดงให้เห็นว่าจีโนไทป์รูปแบบ GG มีผลต่อลักษณะความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียวในทิศทางที่ทำให้ลักษณะคุณภาพการบริโภคที่ดี ในขณะที่จีโนไทป์รูปแบบ TT มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทางลบระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติความหนืดสูงสุด (r=-1.000**) การแตกตัวของเม็ดแป้ง (r=-1.000**) แสดงให้เห็นว่าจีโนไทป์รูปแบบ TT มีผลต่อลักษณะความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียวในทิศทางที่ทำให้ลักษณะคุณภาพการบริโภคดีไม่เพียงพอ

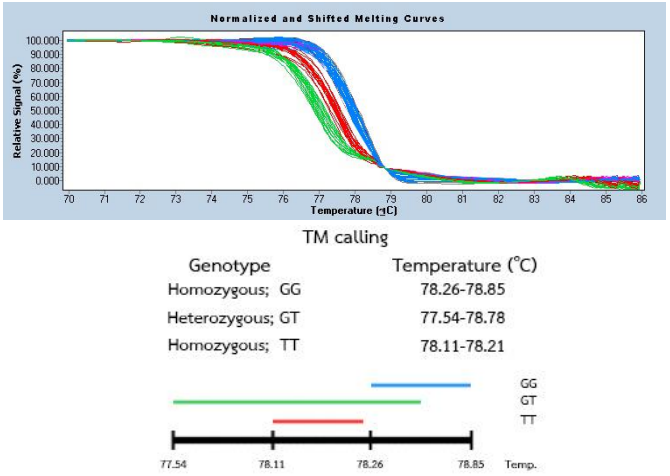
ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ที่ตำแหน่ง N130 กับความหนืดสูงสุด การแตกตัวของเม็ดแป้ง และการคืนตัวของแป้ง

จีโนไทป์	ความหนืดสูงสุด	การแตกตัวของเม็ดแป้ง	การคืนตัวของแป้ง
GG	0.426**	0.426**	0.12
GT	0.310	0.310	-0.243
TT	-1.000**	-1.000**	0.154

4. การตรวจสอบความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องหมายสนิปส์

4.1 การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ด้วยเทคนิค HRM

พบว่าสามารถจำแนกรูปแบบจีโนไทป์ได้ 3 จีโนไทป์ และช่วงอุณหภูมิที่ทำให้ดีเอ็นเอสายคู่คลายเกลียวแยกออกจากกันของจีโนไทป์ ดังนี้ รูปแบบจีโนไทป์โฮโมไซกัส: GG (78.26-78.85°C) รูปแบบจีโนไทป์เฮทเทอโรไซกัส: GT (77.54-78.78°C) และรูปแบบจีโนไทป์โฮโมไซกัส: TT (78.11-78.21 °C) (ภาพที่ 2) จะเห็นได้ว่าเครื่องหมายสนิปส์ Du-1F/1R นั้นสามารถจำแนกรูปแบบจีโนไทป์ได้ 3 รูปแบบ และช่วงของอุณหภูมิที่ทำให้ดีเอ็นเอคลายเกลียวแยกออกจากกันมีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ในข้าวโพดข้าวเหนียวจากก่อนหน้านี้ จึงเป็นการยืนยันได้ว่าเครื่องหมายสนิปส์ Du-1F/1R มีแม่นยำในจำแนกจีโนไทป์ตำแหน่งนิวคลีโอไทด์ที่ 130 ของยีน *Dull*



ภาพที่ 2 รูปแบบจีโนไทป์ที่ตำแหน่ง N130 ของยีน *Dull* ของข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 108 พันธุ์/สายพันธุ์ สามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 รูปแบบจีโนไทป์โฮโมไซกัส GG (สีน้ำเงิน) กลุ่มที่ 2 รูปแบบจีโนไทป์เฮทเทอโรไซกัส GT (สีเขียว) และกลุ่มที่3รูปแบบโฮโมไซกัส TT (สีแดง)

4.2 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์จีโนไทป์ด้วยเทคนิค HRM กับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing)

พบว่าทั้งสองเทคนิคมีรูปแบบจีโนไทป์ตำแหน่งที่ N130 เหมือนกันร้อยละ 100 (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายสนิปส์ ส่วนผสมและขั้นตอนในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ สำหรับการตรวจหาสนิปส์มีความถูกต้องและแม่นยำ

จากผลการวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าเครื่องหมายสนิปส์ Du-1F/1R สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่มีลักษณะเหนียวนุ่ม ควรใช้จีโนไทป์ GG ในการคัดเลือกเพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีค่าความหนืดสูงสุดใกล้เคียงหรือสูงกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าได้

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ที่ได้ผลการวิเคราะห์จาก HRM กับการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอ

จีโนไทป์ที่ตำแหน่ง N130	จำนวนข้าวโพดข้าวเหนียว ที่ตรวจพบด้วย HRM (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนข้าวโพดข้าวเหนียวที่ตรวจพบด้วยการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (เปอร์เซ็นต์) (n),(%)
โฮโมไซกัส; GG	26.67	26.67
เฮทเทอโรไซกัส, GT	40.00	40.00
โฮโมไซกัส; TT	33.33	33.33
รวม	100.00	100.00

สรุปผลการทดลอง

1. เครื่องหมายสนิปส์ Du-1F/1R เป็นเครื่องหมายสนิปส์ที่มีความแม่นยำในการตรวจสอบจีโนไทป์ของข้าวโพดข้าวเหนียวที่ตำแหน่ง N130 ของยีน *Dull* ซึ่งมีรูปแบบจีโนไทป์ GG GT และ TT
2. รูปแบบจีโนไทป์ GG และ GT ตรวจพบในข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าและข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะความเหนียวนุ่มของเนื้อเมล็ดที่ดีเหมาะสำหรับการบริโภค
3. รูปแบบจีโนไทป์ TT ตรวจพบได้ในข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ ที่มีลักษณะความเหนียวนุ่มของเนื้อเมล็ดที่ไม่เหมาะสำหรับการบริโภค
4. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวให้มีเนื้อเมล็ดที่มีลักษณะเหนียวนุ่มที่ดีเหมาะสำหรับการบริโภค นั้น ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมควรมีรูปแบบจีโนไทป์ GG หรือ GT แต่ในกรณีการคัดเลือกพ่อแม่ของคู่ผสมควรมีจีโนไทป์ GG เท่านั้น

การนำไปใช้ประโยชน์

1) เป็นเครื่องมือในการประเมินสายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีความเหมาะสมเพื่อนำมาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ของคู่ผสม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกในโครงการการปรับปรุงพันธุ์

2) สามารถใช้คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะเหนียวนุ่มได้ตั้งแต่รุ่นชั่วแรกๆ ของการคัดเลือก ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่มีสายพันธุ์จำนวนมาก ช่วยลดระยะเวลา พื้นที่ปลูก และแรงงาน

3) ใช้ติดตามตำแหน่งจีโนไทป์ได้ในทุกชั่วรุ่นของข้าวโพดข้าวเหนียว ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวของกรมวิชาการเกษตร

คำขอบคุณ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

เอกสารอ้างอิง

ดนุพล เกษไธสง และ กมล เลิศรัตน์. 2558. การประยุกต์ใช้เครื่องวัดความหนืดแบบยิ่งยวดในการประเมินสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยว. แก่นเกษตร. 43(ฉบับพิเศษ 1): 888-893.

วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิรญา เหลียวตระกูล. 2563. ผลของวิธีการดัดแปรแป้งด้วยกรดและพรีเจลาติไนเซชันต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกระจับ. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 15(2): 82-95.

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2564. สถานการณ์พืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญ. หน้า 26-30. ใน: เอกสารการประชุมติดตามและแถลงผลงานวิจัย สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2565. วันที่ 7-8 กันยายน 2565. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. 369 หน้า.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล กิตติภพ วายุภาพ ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ วรรษมน มงคล สุบิน ศรีวิชัย และ ปาริฉัตร หงส์ประภาส. 2565. การคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. แหล่งข้อมูล: doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/04/341.7.การคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล.pdf. สืบค้นวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565.

Cao, H. M.G. James and A.M. Myers. 2000. Purification and characterization of solution starch synthases from maize endosperm. Arch. Biochem. Biophys. 373: 135-146.

Hagenimana, A., X. Ding and T. Fang. 2006. Evaluation of rice flour modified by extrusion cooking. J. Cereal Sci. 43(1): 38-46.

Ketthaisong, D., B. Suriharn, R. Tangwongchai and K. Lertrat. 2014. Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn (*Zea mays* var. *ceratina*) for starch pasting viscosity characteristics. Sci. Hortic. 175: 229-235.

Newport Scientific. 1997. Operation manual for the series 4 rapid visco analyzer. New South Wales: Newport Scientific Pty, Ltd. 26 p.

Zady, M.F. 2000. Correlation and simple least squares regression. Available at: https://www.westgard.com/lesson42.htm. Accessed: August 21, 2022.

ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109
The Promising Waxy Corn Hybrid: CNW18109

วรรษมน มงคล[1/] ฉลอง เกิดศรี[1/] นงลักษ์ ปั้นลาย[10/] ศุภวรรณ มาดหมาย[2/] สุพรรณี เป็งคำ[3/]
โสพิศ ใจปาละ[3/] สายชล บุญรัศมี[4/] อำไพ ประเสริฐสุข[5/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[6/] ภาคภูมิ ถิ่นคำ[7/]
ศิวกร เกียรติมณีรัตน์[3/] วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล[8/] อนุชา เหลาเคน[9/] สมบูรณ์ วันดี[10/] ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์[7/]
เชาวนาถ พฤทธิเทพ[11/] ปวีณา ไชยวรรณ์[1/] วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว[1/] อัจฉรา จอมสง่าวงศ์[1/]
กัญญรัตน์ จำปาทอง[1/] ศมิษฐา แม้นเหมือน[1/] ภานุวัฒน์ ศิลปศักดิ์ขจร[1/] ณัฐวดี ฉิมพาลี[1/]
Wassamon Mongkol[1/] Chalong Kerdsri[1/] Nongluk panlai[10/] Supawan Mardmai[2/]
Supannee Phengkham[3/] Sopit Jaipara[3/] Saichon boonratsamee[4/] Ampai Prasertsuk[5/]
Chatchewin Dawyai[6/] Parkpoom Thinkum[7/] Siwakorn Keatmaneerat[3/]
Wibharat Damrhikhemtrakul[8/] Anucha Laoken[9/] Somboon Wandee[10/]
Theerawut Wongwarat[7/] Chaowanart Phruetthithep[11/] Paveena Chaiwan[1/]
Wilairat Pankaew[1/] Achara Jomsa-ngawong[1/] Kanyarat Champathong[1/]
Samittha Maenmeun[1/] Panuwat Sinlapasakkajohn[1/] Nattawadee Chimpalee[1/]

ABSTRACT

The promising waxy corn hybrid, CNW18109 was developed at Chai Nat Field Crops Research Center, Department of Agriculture. The new waxy corn hybrid was evaluated for yielding and some agronomic characteristics following by breeding process of Department of Agriculture. Experimental was conducted during 2018-2021. Sweet wax 254 Chai Nat 84-1 and Chai Nat 2, commercial waxy corn hybrid varieties, were used as check varieties. The results showed that CNW18109 provide high yield. It had yield with husk of 2,052 kg/rai that was higher than Sweet wax 254 Chai Nat 84-1 and Chai Nat 2 of 27, 1 and 4%, respectively. The yield without husk was 1,315 kg/rai that was higher than sweet wax 254 Chai Nat 84-1 and Chai Nat 2 of 17, 3 and 9%, respectively. In addition, CNW18109 had good eating quality with good desired agronomic traits. Ear characteristics were white and purple color kernel, ear size (D x L) was 4.4 x 17 cm and there were 14 kernel rows on cob. Moreover, the stability analysis followed by Eberhart and Russel (1966) across nine locations showed that CNW18109 gave a good yield at Chat Nat, Kanchanaburi, Chiang Mai, Suphan Buri and Songkhla. Furthermore, CNW18109 could be release new waxy corn hybrid variety to farmer.

Key words: waxy corn hybrid, yield evaluation, viscosity properties

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี
[4/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา
[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี
[6/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย
[7/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
[8/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย
[9/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมหาสารคาม
[10/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
[11/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

[1/] Chai Nat Field Crops Research Center
[2/] Chiang Mai Field Crop Research Center
[3/] Lopburi Seed Sesearch and Developmen
[4/] Songkhla Field Crop Research Center
[5/] Kanchanaburi Agricultural Research and Development Center
[6/] Sukhothai Agricultural Research and Development Center
[7/] Khon Kaen Field Crops Research Center
[8/] Loei Agricultural Research and Development Center
[9/] Maha Sarakham Agricultural Research and Development Center
[10/] Suphan Buri Field Crop Research Center
[11/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute

บทคัดย่อ

ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม CNW18109 เป็นข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ใหม่ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงพันธุ์ ผ่านขั้นตอนการประเมินผลผลิตตามขั้นตอนของกรมวิชาการเกษตร 4 ขั้นตอน โดยใช้พันธุ์การค้า สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ดำเนินการระหว่างปี 2561 - 2564 พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก และปอกเปลือกสูง ให้ผลผลิตทั้งเปลือก 2,052 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ร้อยละ 27 1 และ 4 ตามลำดับ และให้ผลผลิตปอกเปลือก 1,315 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ร้อยละ 17 3 และ 9 ตามลำดับ มีคุณภาพการบริโภคดีไม่แตกต่างจากพันธุ์การค้า เมล็ดมีสีขาวปนม่วง อายุเก็บเกี่ยว 64 วัน มีขนาดฝัก (กว้าง x ยาว) 4.4 x 17 เซนติเมตร มีจำนวนแถวของเมล็ด 14 แถว และจากการวิเคราะห์เสถียรภาพ 9 สถานที่ พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม CNW18109 ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของการทดลองในจังหวัดชัยนาท กาญจนบุรี เชียงใหม่ สุพรรณบุรี และสงขลา

คำหลัก: ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม การประเมินผลผลิต สมบัติความหนืดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียว

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นข้าวโพดรับประทานฝักสดที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่นิยมปลูกเป็นชนิดพันธุ์ลูกผสม (hybrid) ให้ผลผลิตสูง มีความสม่ำเสมอ และมีคุณภาพการบริโภคดี พันธุ์การค้าที่จำหน่ายมีทั้งที่มาจากภาครัฐ เช่น ชัยนาท 84-1 ชัยนาท 2 ข้าวก่ำหวาน ข้าวเหนียวหวาน เป็นต้น และภาคเอกชน เช่น บิ๊กไวท์ 852 ไวโอเล็ทไวท์ 926 สวีทไวโอเล็ท และสวีทแวกซ์ 254 เป็นต้น ซึ่งพันธุ์สวีทแวกซ์ 254 เป็นพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีเมล็ดสีขาวม่วง ให้ฝักขนาดกลาง (ความยาวฝัก 15 - 20 เซนติเมตร) คุณภาพการบริโภคเหนียวนุ่ม เป็นพันธุ์หนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูก การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวเพื่อบริโภคฝักสดโดยกรมวิชาการเกษตรมีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง ปี 2554 กรมวิชาการเกษตรได้พิจารณาให้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม พันธุ์ชัยนาท 84-1 เป็นพันธุ์รับรอง เป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เมล็ดสีขาว ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพการรับประทานดี และในปี 2562 รับรองพันธุ์ชัยนาท 2 ให้เมล็ดสีขาวม่วง ผลผลิตสูง และคุณภาพการรับประทานดี ปัจจุบันความนิยมการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวสีขาวม่วงมีมากขึ้น โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวของกรมวิชาการเกษตรจึงได้เห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาพันธุ์ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และตลาดฝักสด ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ การประเมินผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ใหม่ก่อนเผยแพร่พันธุ์สู่เกษตรกร เพื่อประเมินลูกผสมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ มีความดีเด่นกว่าพันธุ์มาตรฐาน หรือพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกอยู่ในขณะนั้นทั้งในด้านผลผลิต และลักษณะที่ต้องการ โดยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (พิเชษฐ์, 2558) รวมถึงการประเมินหลายสภาพแวดล้อม เพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมที่คล้ายกับสภาพการผลิตของเกษตรกร และคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของเกษตรกร นอกจากนี้ การวิเคราะห์สมบัติทางความหนืดของฟลาวร์ของข้าวโพดข้าวเหนียว สามารถช่วยยืนยันผลการคัดเลือกทางคุณภาพการบริโภคได้ดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลผลิต และคุณภาพการบริโภคของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม
2. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า
3. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0
4. สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช โรค และแมลงศัตรู

วิธีการ

การคัดเลือกสายพันธุ์แม่ของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 โดยคัดเลือกจากประชากรข้าวโพดข้าเหนียวของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท $CHIWC_2$ โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบสืบประวัติและผสมตัวเองของต้นที่คัดเลือกระหว่างปี 2558-2564 จนถึงลูกผสมตัวเองชั่วที่ 8 ได้สายพันธุ์อินเบรด CHIWR11(s)-B-16-1-1-2-#1-1-B-B เป็นสายพันธุ์ที่มีเมล็ดสีม่วง และมีคุณภาพการบริโภคดี สำหรับสายพันธุ์พ่อใช้สายพันธุ์อินเบรด M80 ที่พัฒนาที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทตั้งแต่ปี 2548 เป็นสายพันธุ์ที่มีเมล็ดสีขาว และมีคุณภาพการบริโภคดี ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ประเมินผลผลิต และเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร (พิเชษฐ์, 2558) จำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเปรียบเทียบเบื้องต้น วางแผนการทดลองแบบ Augmented โดยใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมจำนวน 257 ลูกผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท 84-1 สวีทไวโอเล็ท ไวโอเล็ทไวท์ 926 สวีทแว็กซ์ 254 SX1155 และข้าวโพดข้าวเหนียวสองสี แปซิฟิค เบอร์ 1 ปลูกจำนวน 2 แถวต่อแปลงย่อย ดำเนินการในปี 2561 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท

2. การเปรียบเทียบมาตรฐาน วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมจำนวน 28 ลูกผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท 84-1 สวีทแว็กซ์ 254 และสวีทไวโอเล็ท ปลูกจำนวน 4 แถวต่อแปลงย่อย ดำเนินการในปี 2562 จำนวน 3 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี

3. การเปรียบเทียบในท้องถิ่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมจำนวน 9 ลูกผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท 84-1 ชัยนาท 2 สวีทแว็กซ์ 254 สวีทไวโอเล็ท และไวโอเล็ทไวท์ 926 ปลูกจำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย ดำเนินการในปี 2563 จำนวน 7 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนา การเกษตรกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี และศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย

4. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมจำนวน 3 ลูกผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท 2 สวีทแว็กซ์ 254 พลอยชมพู สวีทไวโอเล็ท และไวโอเล็ทไวท์ 926 ปลูกจำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย ดำเนินการในปี 2564 จำนวน 9 สถานที่ ได้แก่ ไร่เกษตรกรจังหวัดชัยนาท อำเภอวัดสิงห์ (CNDLK) และอำเภอสรรพยา (CN) เชียงใหม่ (CM) ลพบุรี (LB) เลย (Loei) สุพรรณบุรี (SP) สุโขทัย (SUT) กาญจนบุรี (KAN) และสงขลา (SK)

การปฏิบัติดูแลรักษา โดยเตรียมดินและใส่ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ โดยใช้ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร แถวยาว 5 เมตร เมื่อข้าวโพดข้าวเหนียวอายุ 14 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 44 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดข้าวเหนียวอายุ 14-20 วันหลังปลูก และครั้งที่ 2 อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดข้าวเหนียวอายุ 35-40 วันหลังปลูก อัตรา 22 กิโลกรัมต่อไร่ เก็บเกี่ยวข้าวโพดข้าวเหนียวหลังวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 20 วัน

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลผลผลิตฝักทั้งเปลือกและปอกเปลือก และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ และคะแนนความชอบจากการบริโภคฝักต้มสุก โดยให้คะแนนความนุ่ม (Tenderness; T) = 1-5 (แข็ง-นุ่มมากที่สุด) และความชอบ (Favor; F) = 1-5 (ชอบน้อยที่สุด-ชอบมากที่สุด)

การวิเคราะห์สมบัติทางความหนืดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียว

วัดความหนืดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบยิ่งยวด หรือ RVA (rapid visco analysis 4500) ดำเนินการตามวิธี Newport Scientific method (Newport Scientific, 1997) บันทึกค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ค่าแตกตัวของเม็ดแป้ง (breakdown) และค่าการคืนตัวของแป้ง (setback) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Augmented และแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) วิเคราะห์ผลผลิตเฉลี่ยจากการประเมินผลผลิตในขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่น และในไร่เกษตรกร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของแผนการทดลอง RCBD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะใช้ LSD (least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกในขั้นตอนการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรตามวิธีการของ Eberhart and Russell (1966) และวิเคราะห์ GGE biplot การวิเคราะห์ทางาสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรม R statistical computing, version 4.2.2. (R Core Team, 2022)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การประเมินผลผลิต และเสถียรภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109

ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ คือ สายพันธุ์อินเบรด CHIWR11(s)-B-16-1-1-2-#1-1-B-B และสายพันธุ์พ่อ M80 ได้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ดำเนินการประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร (พิเชษฐ์, 2558) ได้แก่ การประเมินผลผลิตในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ให้ผลการทดลองดังนี้

การประเมินผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก และปอกเปลือก 1,722 และ 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 และชัยนาท 84-1 ที่ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 1,437 และ 1,920 กิโลกรัมต่อไร่ และฝักปอกเปลือก 1,092 และ 1,281 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 1 ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 และพันธุ์เปรียบเทียบในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบในท้องถิ่น และเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2561-2564

พันธุ์/ลูกผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)					%เปรียบเทียบ		
	เบื้องต้น[1/]	มาตรฐาน[2/]	ท้องถิ่น[3/]	ไร่เกษตรกร[4/]	เฉลี่ย[5/]	สวีทแว็กซ์ 254	ชัยนาท 84-1	ชัยนาท 2
CNW18109	1,722	2,396	2,234	1,858	2,052	27	1	4
ชัยนาท 84-1	1,920	2,057	2,105	-	2,028	-	-	-
ชัยนาท 2	-	-	2,146	1,784	1,965	-	-	-
สวีทแว็กซ์ 254	1,437	1,741	1,744	1,552	1,619	-	-	-
LSD (0.05)	364	264	424	174	-	-	-	-
CV (%)	8.25	12.87	9.01	9.76	-	-	-	-

[1/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 257 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 6 พันธุ์ ทดสอบ 1 แปลง
[2/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 28 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ ทดสอบ 3 แปลง
[3/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 9 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 5 พันธุ์ ทดสอบ 6 แปลง
[4/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 3 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 5 พันธุ์ ทดสอบ 9 แปลง
[5/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจากแปลงทดสอบ 19 แปลง
ที่มา: วรรษมน และคณะ (2562, 2563); ฉลอง และคณะ (2564, 2565)

ตารางที่ 2 ผลผลิตฝักปอกเปลือกของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 และพันธุ์เปรียบเทียบในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบในท้องถิ่น และเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2561-2564

พันธุ์/ลูกผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)					%เปรียบเทียบ		
	เบื้องต้น[1/]	มาตรฐาน[2/]	ท้องถิ่น[3/]	ไร่เกษตรกร[4/]	เฉลี่ย[5/]	สวีทแว็กซ์ 254	ชัยนาท 84-1	ชัยนาท 2
CNW18109	1,255	1,517	1,283	1,206	1,315	17	3	19
ชัยนาท 84-1	1,281	1,364	1,168	-	1,271	-	-	-
ชัยนาท 2	-	-	1,096	1,107	1,101	-	-	-
สวีทแว็กซ์ 254	1,092	1,224	1,100	1,098	1,128	-	-	-
LSD (0.05)	196	152	229	105	-	-	-	-
CV (%)	6.19	11.86	9.93	8.62	-	-	-	-

[1/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 257 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 6 พันธุ์ ทดสอบ 1 แปลง
[2/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 28 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ ทดสอบ 3 แปลง
[3/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 9 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 5 พันธุ์ ทดสอบ 6 แปลง
[4/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจาก 3 คู่ผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ 5 พันธุ์ ทดสอบ 9 แปลง
[5/] ค่าเฉลี่ยลูกผสมจากแปลงทดสอบ 19 แปลง
ที่มา: วรรษมน และคณะ (2562, 2563); ฉลอง และคณะ (2564, 2565)

การประเมินผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ combine analysis จำนวน 3 สถานที่ พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกเฉลี่ย 2,396 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 และชัยนาท 84-1 ที่ให้ผลผลิต 1,741 และ 2,057 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตฝักปอกเปลือก 1,517 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ที่ให้ผลผลิต 1,224 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ชัยนาท 84-1 ที่ให้ผลผลิต 1,364 กิโลกรัมต่อไร่

การประเมินผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมในขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่น จากการวิเคราะห์ combine analysis จำนวน 6 สถานที่ พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกเฉลี่ย 2,396 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ที่ให้ผลผลิต 1,638 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ที่ให้ผลผลิต 1,969 และ 1,984 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตฝักปอกเปลือก 1,238 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 ชัยนาท 2 และให้ผลผลิต 1,050 1,123 และ 1,053 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

การประเมินผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมในขั้นตอนการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จากการวิเคราะห์ combine analysis จำนวน 9 สถานที่ พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก และปอกเปลือกเฉลี่ย 1,943 และ 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ที่ให้ผลผลิต 1,597 และ 1,128 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ชัยนาท 2 ที่ให้ผลผลิต 1,876 และ 1,157 กิโลกรัมต่อไร่

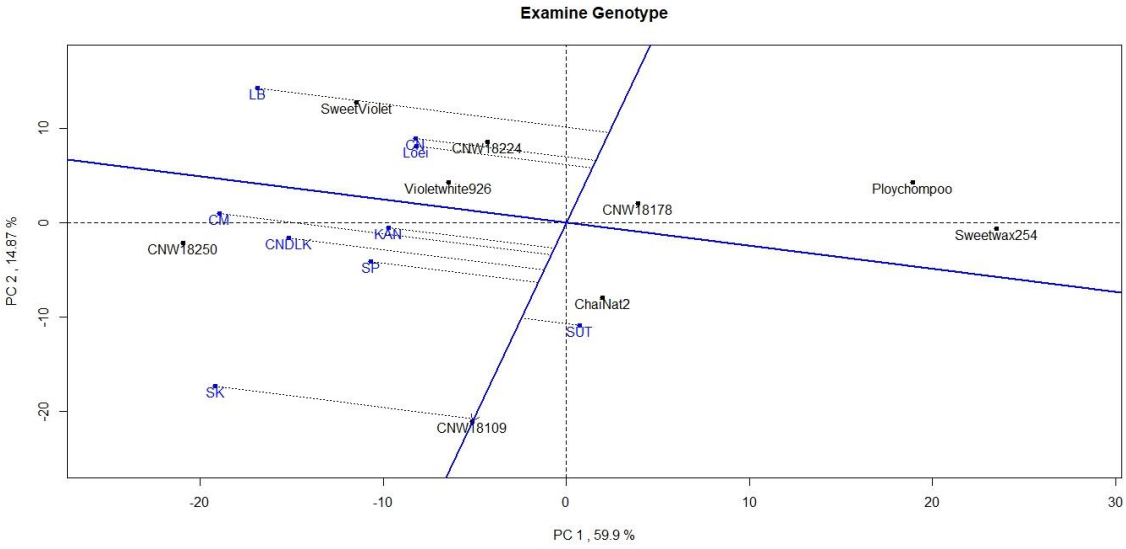
จากการประเมินผลผลิตทั้ง 4 ขั้นตอน รวมจำนวน 19 แปลงทดลอง พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตสูง โดยให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 2,052 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ร้อยละ 27 1 และ 4 ตามลำดับ และให้ผลผลิตปอกเปลือก 1,315 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ร้อยละ 17 3 และ 9 ตามลำดับ

การวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก จำนวน 9 สถานที่ ตามวิธีของ Eberhart and Russel (1966) พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 1,943 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นตรงรีเกรสชั่น (b_i) 1.354 มีค่ามากกว่า 1 และค่าเบี่ยงเบนจากเส้นตรงรีเกรสชั่น (S^2_{di}) 45029 มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีความแปรปรวนในการให้ผลผลิตในแต่ละสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ GGE biplot พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกสูงในสภาพแวดล้อมจังหวัดชัยนาท กาญจนบุรี เชียงใหม่ สุพรรณบุรี และสงขลา (ภาพที่ 1) ในขณะที่พันธุ์ชัยนาท 2 ที่ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกเฉลี่ย 1,876 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นตรงรีเกรสชั่น (b_i) 0.97 มีค่าไม่แตกต่างจาก 1 และค่าเบี่ยงเบนจากเส้นตรงรีเกรสชั่น (S^2_{di}) มีค่าไม่ต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตในทุกสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 3 ผลผลิตฝักทั้งเปลือก และเสถียรภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 และพันธุ์เปรียบเทียบในขั้นตอนการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 9 สถานที่ ในปี 2564

พันธุ์/ลูกผสม	ผลผลิตทั้งเปลือก (กก./ไร่)	b_i	S_{di}^2
CNW18109	1,943	1.354**	45029**
ชัยนาท 2	1,876	0.97 ns	19143 ns
สวีทแว็กซ์ 254	1,597	0.78 ns	18362 ns

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
b_i = ค่าสัมประสิทธิ์เส้นตรงรีเกรสชั่น
S_{di}^2 = ค่าเบี่ยงเบนจากเส้นตรงรีเกรสชั่น



ภาพที่ 1 กราฟ GGE biplot แบบ symmetrical เลือกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 เป็นพันธุ์อ้างอิงเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม

ค่าความหนืดสูงสุดเป็นค่าบ่งชี้ลักษณะความเหนียวนุ่มของเนื้อเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว (Kethaisong *et al*., 2015) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า CNW18109 (128.8 RVU) มีความหนืดสูงสุดต่ำกว่ากับลูกผสมพันธุ์การค้าชัยนาท 2 และสวีทแวกซ์ 254 (146.6 และ 143.2 RVU ตามลำดับ) (ตารางที่ 4) สำหรับค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งบ่งชี้ถึงการแตกตัวของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อนหรือการหุงต้ม หากการแตกตัวของเม็ดแป้งมีค่าต่ำแสดงว่าเม็ดแป้งทนความร้อน เนื้อเมล็ดมีลักษณะแห้งหรือแข็งกระด้าง (Liaotrakkon and Liaotrakoon, 2020) งานวิจัยนี้ พบว่า สายพันธุ์ CNW18109 (49.4 RVU) มีค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งต่ำกว่าลูกผสมพันธุ์การค้าชัยนาท 2 และสวีทแวกซ์ 254 (51.0 และ 51.4 RVU ตามลำดับ) และค่าการคืนตัวของแป้งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์

กับลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่อให้ความร้อนแก่แป้งแล้วปล่อยให้เย็นลงแป้งที่มีค่าการคืนตัวต่ำ เนื้อสัมผัสของแป้งจะยังคงมีลักษณะความเหนียวนุ่ม ซึ่งผลของงานวิจัยนี้ พบว่า สายพันธุ์ CNW18109 (22.1 RVU) มีค่าการคืนตัวของแป้งที่ต่ำกว่าลูกผสมพันธุ์การค้าชัยนาท 2 และ สวีทแวกซ์ 254 (26.0 และ 26.0 ตามลำดับ) จากรายงานการวิเคราะห์สมบัติทางด้านความหนืดของ ธีรวุฒิ และคณะ (2566) พบว่า ลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 5 พันธุ์ มีค่าความหนืดสูงสุดอยู่ระหว่าง 56.29-140.88 RVU มีค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งอยู่ระหว่าง 23.12-66.4 RVU และมีค่าการคืนตัวของแป้งอยู่ระหว่าง 10.37-23.29 RVU แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำข้าวโพดข้าวเหนียว CNW18109 ไปหุงต้ม จะได้เนื้อเมล็ดที่มีเนื้อสัมผัสมีลักษณะเหนียวนุ่มใกล้เคียงกับลูกผสมพันธุ์การค้า

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางความหนืดของฟลาวร์ข้าวโพดข้าวเหนียว

พันธุ์/ลูกผสม	สมบัติทางความหนืด		
	ค่าความหนืดสูงสุด (RVU)	การแตกตัวของเม็ดแป้ง (RVU)	การคืนตัวของแป้ง (RVU)
CNW18109	128.8	49.4	22.1
ชัยนาท 2	146.6	51.0	26.0
สวีทแว็กซ์ 254	143.2	51.4	26.0
CV (%)	3.29	7.32	4.98

ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 มีลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ดังนี้ มีจำนวนวันออกดอก และออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ 42 และ 44 วัน อายุเก็บเกี่ยว 64 วัน เมล็ดมีสีขาวปนม่วง ขนาดฝัก (กว้าง x ยาว) 4.4 x 17 เซนติเมตร มีจำนวนแถวของเมล็ด 14 แถว และมีคุณภาพการบริโภคดี โดยมีความเหนียวนุ่มมาก และความชอบในรสชาติโดยรวมดีมาก (คะแนน 4) (ตารางที่ 5)

สรุปผลการทดลอง

1. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก และปอกเปลือกสูง จาก 19 แปลงทดลอง ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกเฉลี่ย 2,052 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ร้อยละ 27 1 และ 4 ตามลำดับ และให้ผลผลิตฝักปอกเปลือกเฉลี่ย 1,315 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทแว็กซ์ 254 ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 2 ร้อยละ 17 3 และ 9 ตามลำดับ

2. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 เมล็ดมีสีขาวปนม่วง อายุเก็บเกี่ยว 64 วัน มีขนาดฝัก (กว้าง x ยาว) 4.4 x 17 เซนติเมตร มีจำนวนแถวของเมล็ด 14 แถว และมีคุณภาพการบริโภคดีไม่แตกต่างจากพันธุ์การค้า

3. สามารถปลูกให้ผลผลิตดีในจังหวัดชัยนาท กาญจนบุรี เชียงใหม่ สุพรรณบุรี และสงขลา

ตารางที่ 5 ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW18109 และพันธุ์เปรียบเทียบในขั้นตอนการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 9 สถานที่ ในปี 2564

พันธุ์/ลูกผสม	จำนวนวัน 50%		ความสูง (ซม.)		เปลือกหุ้มฝักr (1-5)[1/]	จำนวนวันเก็บเกี่ยว	ขนาดฝัก (ซม.)			จำนวนแถว/ฝัก	คุณภาพการบริโภค [2/]	
	ดอก	ไหม	ต้น	ฝัก			กว้าง	ยาว	ส่วนไม่ติดเมล็ดที่ปลายฝัก		T	F
CNW18095	42	44	154	77	1	64	4.4	17.0	1.0	14	4	4
ชัยนาท 2	42	44	185	94	2	64	4.4	16.4	0.8	14	4	4
Sweet wax 254	42	43	174	84	2	63	4.3	14.8	0.7	14	4	4
LSD (0.05)	1.02	1.15	8.46	6.41	-	2.64	0.45	0.71	-	0.48	-	-
CV (%)	2.36	3.01	5.70	7.94	-	6.24	8.75	4.94	-	5.72	-	-

[1/] คะแนนเปลือกหุ้มฝัก = 1-5 (เปลือกหุ้มฝักแน่นและยาวเกินปลายฝักมากกว่า 2 เซนติเมตร - ปลายฝักโผล่พ้นปลายเปลือกหุ้มฝัก เปลือกหุ้มฝักหลวม เห็นเมล็ดบนฝัก)

[2/] คุณภาพการบริโภค: ความเหนียวนุ่ม; T = 1-5 (แข็ง-นุ่มมากสุด); ความชอบ; F = 1-5 (ชอบน้อยสุด-ชอบมากสุด)

ที่มา: ฉลอง และคณะ (2565)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล ศุภวรรณ มาดหมาย โสพิศ ใจปาละ สายชล บุญรัศมี อำไพ ประเสริฐสุข ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ ภาคภูมิ ถิ่นคำ เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ และธีระยุทธ อุดมสันติสุข. 2564. การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว. หน้า 354-360. ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2563 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ฉลอง เกิดศรี วรรษมน มงคล ศุภวรรณ มาดหมาย ศิวกร เกียรติมณีรัตน์ สายชล บุญรัศมี อำไพ ประเสริฐสุข วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล อนุชา เหลาเคน สมบูรณ์ วันดี ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ และธีระยุทธ อุดมสันติสุข. 2565. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว. หน้า 95-101. ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2562. *วิธีวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ปริมาณในการปรับปรุงพันธุ์พืช*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 507 หน้า.

ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์, วรรษมน มงคล, มณีรัตน์ รุจิณรงค์ และ ยิ่งยศ พาลุกา. 2566. การจัดกลุ่มและวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทางด้านลักษณะความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. *ว. วิทย. กษ.* 54 (1): 28-44.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2558. แนวคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. *เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่แบบผสมผสาน*. วันที่ 20-23 มกราคม 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง.

ภัทร์ภณ ภู่เพชร, สุนทรี สุวรรณสิชณน์ และ บุศราภา ลิมานนท์. 2552. *สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวสีนิลและคุณภาพของขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วรรษมน มงคล ฉลอง เกิดศรี เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ และธีระยุทธ อุดมสันติสุข. 2562. การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม. หน้า 86-91. ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2561 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

วรรษมน มงคล ฉลอง เกิดศรี นงลักษ์ ปั้นลาย ศุภวรรณ มาดหมาย สุพรรณี เป็งคำ เชาวนาถ พฤทธิเทพ ปวีณา ไชยวรรณ์ และธีระยุทธ อุดมสันติสุข. 2563. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว. หน้า 360-371. ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2562 ถั่วเขียว ข้าวโพดฝักสด พืชเศรษฐกิจอื่น*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

อาวุธ ณ ลำปาง. 2529. ข้อสังเกตุและคำแนะนำในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. *วารสารวิชาการเกษตร*. 4: 84-92.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40.

Ketthaisong, D., B. Suriharn, R. Tangwongchai, J.L. Jane and K. Lertrat. 2015. Physicochemical and morphological properties of starch form fresh waxy corn kenels. *J. Food Sci. Technol.* 52 (10): 6529-6537.

Liaotrakoon, W. and V. Liaotrakoon. 2020. Effect of acid modification and pre-gelatinization methods on physicochemical properties of water chestnut flour. *JFTSU* 15 (2): 82-95.

Newport Scientific. 1997. *Operation manual for the series 4 rapid visco analyzer*. Newport Scientific Pty, Ltd., Australia. 93 p.

R core team. 2022. *R project for statistical computing: version 4.2.2*. Availlable Source: https://www.r-project.org, December 1, 2022.

โคลนอ้อยดีเด่น UT15-060

Elite Sugarcane Clone: UT15-060

ปิยธิดา อินทร์สุข[1/] อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข[2/] วัลลีย์ อมรพล[3/] มนตรี ปานตู[4/]
วาสนา วันดี[1/] สุวัฒน์ พูลพาน[1/] อุไรวรรณ พงษ์พยัคเลิศ[1/]
กาญจนา หนูแก้ว[1/] อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ[1/]
Piyatida Insuk[1/] Udomsak Duanmeesuk[2/] Wanlee Amonpon[3/] Montree Pantoo[4/]
Wasana Wandee[1/] Suwat Phoonphan[1/] Uraiwan Pongpayaklerd[1/]
Kanchana Nukaeo[1/] Anuwat Chantarasuwan[1/]

ABSTRACT

The breeding program of sugarcane series 2015 was conducted during 2015-2023. The aim of this research was to improve sugarcane varieties, which were high yield and suitable for irrigated and water supplementary conditions. UT15-060 was a hybrid sugarcane clone between U-Thong 6 and U-Thong 4 varieties. The breeding, first and second selections were done during 2015-2017 at Suphan Buri Field Crops Research Center. After that, yield evaluations (preliminary trial, standard trials and farm trials) were done during 2018-2023. The results showed that, the average cane yield of UT15-060 was 15.1 tons/rai, which was 1% and 12% higher than Khon Kaen 3 and LK92-11 varieties (15.0 and 13.4 tons/rai), respectively. The average CCS was 12.5, so that was gave average sugar yield at 1.86 tonsCCS/rai, which was 2% higher than LK92-11 variety. In addition, UT15-060 was gave higher number of stalks and heights than two check varieties in every yield evaluations. UT15-060 is recommend to plant in irrigated and supplemented water conditions i.e. Suphan Buri, Kanchanaburi, Ratchaburi provinces or similar planting areas.

Keywords: sugarcane, cane yield, CCS, sugar yield

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี 72160
[1/] Suphan Buri Field Crops Research Center, U-Thong, Suphan Buri. 72160
[2/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 70150
[2/] Ratchaburi Agricultural Research and Development Center, Chom Bueng, Ratchaburi. 70150
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อ.เมือง จ.ระยอง 21150
[3/] Rayong Field Crops Research Center, Mueang, Rayong. 21150
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 76120
[4/] Phetchaburi Agricultural Research and Development Center, Cha-am, Phetchaburi. 76120

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์อ้อยชุดปี 2558 ได้ดำเนินการระหว่างปี 2558 - 2566 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อได้พันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและความหวานสูง เหมาะสำหรับพื้นที่ปลูกในเขตชลประทานและน้ำเสริม โคลนอ้อยดีเด่น UT15-060 เป็นอ้อยลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามของพันธุ์อู่ทอง 6 และอู่ทอง 4 ทำการผสมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2558 – 2560 จากนั้นทำการประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ เปรียบเทียบเบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน และเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ในปี 2561-2566 โคลนอ้อย UT15-060 ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.1 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 (15.0 และ 13.4 ตันต่อไร่) ร้อยละ 1 และ 12 ตามลำดับ ให้ค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.5 ทำให้ได้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.86 ตันซีซีเอสต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 (1.83 ตันต่อไร่) ร้อยละ 2 นอกจากนี้โคลนอ้อย UT15-060 ยังให้จำนวนลำต่อไร่และความสูงมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 2 พันธุ์ ในทุกขั้นตอนของการประเมินผลผลิต โคลนอ้อย UT15-060 เหมาะสำหรับปลูกในพื้นเขตชลประทานและมีน้ำเสริม เช่น จังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี และราชบุรี หรือพื้นที่ที่มีสภาพใกล้เคียงกับจังหวัดแนะนำ

คำสำคัญ: อ้อย ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยไม่ต่ำกว่า 100,000 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) พื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2565/66 มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 11.3 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.42 ของปีการผลิต 2564/65 และมีปริมาณอ้อยส่งเข้าโรงงานทั้งประเทศ 93.9 ล้านตัน เพิ่มขึ้นประมาณ 1.9 ล้านตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.98 เนื่องจากมีการกระจายตัวและปริมาณของน้ำฝนมากกว่าปีก่อน ประกอบกับราคาอ้อยสูงขึ้น เกษตรกรจึงหันมาปลูกอ้อยเพิ่มขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2566) แนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตอ้อยสามารถทำได้โดยการปรับปรุงพันธุ์อ้อย เพื่อให้ได้พันธุ์อ้อยที่มีผลผลิตและคุณภาพความหวานสูง ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ รวมทั้งทดแทนอ้อยพันธุ์เดิมที่เสื่อมคุณภาพ เนื่องจากการสะสมโรคและแมลงศัตรูอ้อย ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีได้ดำเนินการผสมพันธุ์อ้อย คัดเลือก และประเมินผลผลิตในพื้นที่ปลูกอ้อยเขตชลประทานและน้ำเสริมของประเทศไทย เพื่อปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ได้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 และมีความหวาน ไม่ต่ำกว่า 12 ซีซีเอส เพื่อเป็นพันธุ์ทางเลือกให้กับเกษตรกรได้ใช้ปลูกให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และทดแทนอ้อยพันธุ์เดิมในพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตชลประทานและมีน้ำเสริม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. โคลนอ้อยชุดปี 2558 และพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ ขอนแก่น 3 และ LK92-11
2. กระโจมผ้าสำหรับใช้คลุมคู่ผสม ถุงคลุมช่อดอกอ้อย
3. น้ำยาเลี้ยงต้นอ้อย (Hawaiian solution)
4. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ซีซีเอส
5. อุปกรณ์สำหรับการบันทึกข้อมูล เช่น ไม้วัดความสูง เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ตาชั่ง เป็นต้น

วิธีการ

1. การผสมพันธุ์ การคัดเลือกขั้นที่ 1 และการคัดเลือกขั้นที่ 2

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ทำการผสมพันธุ์ในเดือนตุลาคม 2557- กุมภาพันธ์ 2558 และเพาะเมล็ดอ้อยจากต้นกล้าอ้อย คัดเลือกกล้าอ้อย สำหรับนำลงแปลงปลูกคัดเลือกครั้งที่ 1 ในปี 2559 โดยนำกล้าอ้อยอายุ 3 – 4 เดือน ที่เพาะจากเมล็ดไปปลูกในแปลงทดลองแบบไม่ใช้แผนการทดลอง โดยปลูกหลุมละ 1 ต้น ใช้ระยะปลูก 1.50 x 0.50 เมตร ให้น้ำ และดูแลรักษา เมื่ออ้อยเริ่มมีหน่อทำการตัดต้นอ้อยเดิมทิ้ง เมื่ออ้อยอายุ 10-12 เดือน ทำการคัดเลือกโคลนอ้อยที่ให้ผลผลิตและความหวานสูง แตกกอดี ไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย สามารถปรับตัวได้ดีในเขตชลประทานและน้ำเสริม จากนั้นนำอ้อยที่ได้จากการคัดเลือกขั้นที่ 1 มาปลูกคัดเลือกขั้นที่ 2 ในปี 2560 วางแผนการทดลองแบบ Augmented Randomized Complete Block Design โดยการคัดเลือกครั้งที่ 2 นำอ้อยโคลนดีเด่นที่ได้จากการคัดเลือกครั้งที่ 1 ปลูกอ้อยโคลนพันธุ์ละ 1 แถวๆ ยาว 6 เมตร ระยะปลูก 1.50 x 0.50 เมตร โดยมีพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่ออ้อยอายุ 10-12 เดือน เก็บข้อมูล เก็บเกี่ยวอ้อย และคัดเลือกลักษณะที่ดีเพื่อนำไปปลูกในแปลงเปรียบเทียบเบื้องต้นต่อไป

2. การเปรียบเทียบเบื้องต้น

ดำเนินการทดลองในปี 2561 – 2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จำนวน 1 แปลง วางแผนการทดลองแบบ RCB 2 ซ้ำ โดยมีอ้อยจำนวน 30 โคลน/พันธุ์ ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกอ้อยโคลน/พันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 6 เมตร แบบวางท่อน ๆ ละ 2 ตา จำนวนหลุมละ 2 ท่อน ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือพร้อมปลูกและเมื่ออ้อยอายุ 2.5 เดือน สำหรับอ้อยตอ 1 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการตัดแต่งตออ้อย พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่ออ้อยอายุประมาณ 2.5 เดือน หลังอ้อยงอก เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 เมื่ออ้อยอายุ 11 - 12 เดือน

3. การเปรียบเทียบมาตรฐาน

ดำเนินการทดลองในปี 2562 - 2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี จำนวน 3 แปลง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ โดยมีอ้อยจำนวน 8 โคลน/พันธุ์ ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกอ้อยโคลน/พันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 8 เมตร แบบวางท่อน ๆ ละ 2 ตา จำนวนหลุมละ 2 ท่อน ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือพร้อมปลูกและเมื่ออ้อยอายุ 2.5 เดือน สำหรับอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการตัดแต่งตออ้อย พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่ออ้อยอายุประมาณ 2.5 เดือน หลังอ้อยงอก เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 เมื่ออ้อยอายุ 11 - 12 เดือน

4. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร

ดำเนินการทดลองในปี 2565 – 2566 ที่ไร่เกษตรกร อำเภอดอนเจดีย์ อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี จำนวน 4 แปลง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ โดยมีอ้อยจำนวน 6 โคลน/พันธุ์ ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกอ้อยโคลน/พันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 8 เมตร แบบวางท่อน ๆ ละ

2 ตา จำนวนหลุมละ 2 ท่อน ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ พร้อมปลูกและเมื่ออ้อยอายุ 2.5 เดือน สำหรับอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการตัดแต่งตออ้อย พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่ออ้อยอายุประมาณ 2.5 เดือนหลังอ้อยงอก เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 เมื่ออ้อยอายุ 11 - 12 เดือน

5. การศึกษาปฏิกิริยาของโรคเหี่ยวเน่าแดง

ประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง ในสภาพการปลูกเชื้อ ในปี 2562 ที่เรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี แบบไม่ใช้แผนการทดลอง ปลูกเชื้อสาเหตุของโรคคือ *Collectotrichum falcatum* และ *Fusarium moniliforme* โดยวิธี wound plug ลงในลำอ้อยเมื่ออ้อยอายุ 8-10 เดือน หลังปลูกเชื้อ 2 เดือน ทำการผ่าอ้อยตามความยาว เพื่อตรวจดูการลามของเชื้อภายในลำอ้อย ประเมินความต้านทานโดยดูจากการขยายของแผลและการแห้งตายของต้น โดยวิธีของอัปสร และคณะ (2535)

6. การศึกษาปฏิกิริยาของโรคแส้ดำ

ประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคแส้ดำ ในสภาพแปลงทดลอง ในปี 2562-2564 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ทำการปลูกเชื้อสาเหตุโรคคือ *Ustilago scitaminea* โดยวิธีแช่ท่อนพันธุ์ในสปอร์แขวนลอย ความเข้มข้น $5x10^6$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง บ่มไว้ 1 คืนก่อนปลูก ปลูกอ้อยโคลน/พันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาว 6 เมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 1.30 เมตร ระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร ปลูกแบบวางท่อนๆ ละ 2 ตา จำนวนหลุมละ 2 ท่อน ตรวจนับจำนวนกอที่เป็นโรค และจำนวนแส้ในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 ประเมินต้านทานโดยให้คะแนนตามความต้านทาน ตามวิธีการของวันทนีย์ และคณะ (2534)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การผสมพันธุ์ การคัดเลือกขั้นที่ 1 และการคัดเลือกขั้นที่ 2

ผสมพันธุ์ได้ 154 คู่ผสม 218 ช่อ ทำการเพาะเมล็ดอ้อยได้ 12,700 ต้น เมื่อนำลงปลูกคัดเลือกได้กล้าอ้อย 1,842 ต้น (ปิยธิดา และคณะ, 2560)

การคัดเลือกขั้นที่ 1 คัดเลือกแบบ Individual selection พิจารณาจากผลผลิตต่อกอ ความสูง จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่าบริกซ์ ไม่แสดงอาการของโรคใบขาวและโรคแส้ดำ ไม่มีไส้กลวง หรือมีไส้กลางกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร คัดเลือกได้โคลนอ้อยดีเด่น 329 โคลน (อุดมศักดิ์ และคณะ, 2562)

การคัดเลือกขั้นที่ 2 คัดเลือกจากผลผลิต ความสูง จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่าบริกซ์ ไม่แสดงอาการของโรคใบขาวและโรคแส้ดำ ไม่มีไส้กลวง หรือมีไส้กลางกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร คัดเลือกได้โคลนอ้อยดีเด่น 30 โคลน (อุดมศักดิ์ และคณะ, 2564)

การเปรียบเทียบเบื้องต้น

โคลนอ้อย UT15-060 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 14.3 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ร้อยละ 2 และ 30 ตามลำดับ มีค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.8 และให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.84 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 16 (ตารางที่ 1)

ลักษณะทางการเกษตร พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 มีจำนวนลำเฉลี่ย 12,348 ลำต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีจำนวนลำเฉลี่ย 9,623 และ 10,822 ลำต่อไร่ ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีความสูงเฉลี่ย 272 เซนติเมตร สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีความสูงเฉลี่ย 244 และ 227 เซนติเมตร ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.55 เซนติเมตร น้อยกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.97 และ 2.86 เซนติเมตร ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีจำนวนปล้องเฉลี่ย 26.3 ปล้องต่อลำ มากกว่าพันธุ์ ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีจำนวนปล้องต่อลำเฉลี่ย 23.5 และ 24.4 ปล้องต่อลำ ตามลำดับ (ปิยธิดา และคณะ, 2565) (ตารางที่ 2)

การเปรียบเทียบมาตรฐาน

โคลนอ้อย UT15-060 ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 14.2 ตันต่อไร่ มีค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.9 และให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.00 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 1 (ตารางที่ 4)

ลักษณะทางการเกษตร พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 มีจำนวนลำเฉลี่ย 13,242 ลำต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีจำนวนลำเฉลี่ย 10,802 และ 12,368 ลำต่อไร่ ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีความสูงเฉลี่ย 271 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์ ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีความสูงเฉลี่ย 255 และ 234 เซนติเมตร ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.53 เซนติเมตร น้อยกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.88 และ 2.75 เซนติเมตร ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีจำนวนปล้องเฉลี่ย 26.0 ปล้องต่อลำ ขณะที่พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 มีจำนวนปล้องเฉลี่ย 26.5 และ 25.9 ปล้องต่อลำ ตามลำดับ (ปิยธิดา และคณะ, 2565) (ตารางที่ 3)

การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร

ผลการทดลองในอ้อยปลูก พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.3 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ร้อยละ 5 และ 15 ตามลำดับ มีค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.2 และให้ ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.76 ตันซีซีเอสต่อไร่ (ตารางที่ 5)

ลักษณะทางการเกษตร พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 มีจำนวนลำเฉลี่ย 14,722 ลำต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีจำนวนลำเฉลี่ย 10,121 และ 11,957 ลำต่อไร่ ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีความสูงเฉลี่ย 282 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และLK92-11 ที่มีความสูงเฉลี่ย 271 และ 241 เซนติเมตร ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.40 เซนติเมตร น้อยกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.86 และ 2.68 เซนติเมตร ตามลำดับ โคลนอ้อย UT15-060 มีจำนวนปล้องเฉลี่ย 26.6 ปล้องต่อลำ ขณะที่พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 มีจำนวนปล้องเฉลี่ย 27.7 และ 25.7 ปล้องต่อลำ ตามลำดับ (สุวัฒน์ และคณะ, 2566) (ตารางที่ 6)

จากการประเมินผลผลิตขั้นการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ในอ้อยปลูก จำนวน 8 แปลง อ้อยตอ 1 จำนวน 4 แปลง และอ้อยตอ 2 จำนวน 3 แปลง รวม 15 แปลง พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.1 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.0 ตันต่อไร่ หรือสูงกว่าร้อยละ 1 และสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ที่มีผลผลิต เท่ากับ 13.4 ตันต่อไร่ หรือสูงกว่าร้อยละ 12 โคลนอ้อย UT15-060 มีค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.5

ทำให้มีผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.86 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ซึ่งมีผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.83 ตันซีซีเอสต่อไร่ หรือสูงกว่าร้อยละ 2 (ตารางที่ 7)

การศึกษาปฏิกิริยาของโรคเหี่ยวเน่าแดง

จากการประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 มีระดับความรุนแรงเฉลี่ย 2.70 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างอ่อนแอ (MS) ขณะที่พันธุ์ LK92-11 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ พบว่า มีระดับความรุนแรงเฉลี่ย 2.16 จัดอยู่ในระดับแสดงปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอต่อโรค (MS) เช่นเดียวกับพันธุ์อู่ทอง 8 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ (อุไรวรรณ และคณะ, 2564) (ตารางที่ 8)

การศึกษาปฏิกิริยาของโรคแส้ดำ

จากการประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคแส้ดำ พบว่า ในอ้อยปลูก โคลนอ้อย UT15-060 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 46.3 เปอร์เซ็นต์ มีปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแส้ดำ (MS) ขณะที่พันธุ์ LK92-11 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเท่ากับ 45.3 เปอร์เซ็นต์ มีปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแส้ดำ (MS) เช่นเดียวกับพันธุ์มากอส ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ในอ้อยตอ 1 พบว่า โคลนอ้อย UT15-060 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 79.3 เปอร์เซ็นต์ มีปฏิกิริยาอ่อนแอต่อโรคแส้ดำ (S) ขณะที่พันธุ์ LK92-11 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเท่ากับ 34.7 เปอร์เซ็นต์ มีปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแส้ดำ (MS) ขณะที่พันธุ์มากอส ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ มีปฏิกิริยาอ่อนแอต่อโรคแส้ดำ (อุไรวรรณ และคณะ, 2565) (ตารางที่ 9)

สรุปผลการทดลอง

1. โคลนอ้อย UT15-060 ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.3 ตันต่อไร่ ให้ค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.2 ให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.76 ตันซีซีเอสต่อไร่ เหมาะสำหรับพื้นที่ปลูกในเขตชลประทานและมีน้ำเสริม เช่น จังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี หรือพื้นที่ปลูกที่คล้ายคลึงกับจังหวัดแนะนำ

2. โคลนอ้อย UT15-060 ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงและโรคแส้ดำ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

ปิยธิดา อินทร์สุข อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข มานิตย์ สุขนิมิตร และศรัณย์รัตน์ สุวรรณพงษ์. 2560. การผสมพันธุ์อ้อย (ชุดปี 2558). หน้า 336-343. *ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ปิยธิดา อินทร์สุข อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข กาญจนา หนูแก้ว และศรัณย์รัตน์ สุวรรณพงษ์. 2565. การเปรียบเทียบเบื้องต้นโคลนอ้อยชุดปี 2558. หน้า 104-114. *ใน:รายงานผลงานวิจัย*

ประจำปี 2564:2021. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ปิยธิดา อินทร์สุข วัลลีย์ อมรพล มนตรี ปานตู กาญจนา หนูแก้ว และศรัณย์รัตน์ สุวรรณพงษ์. 2565. การเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชุดปี 2558. หน้า 183-195. *ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564:2021*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

วันทนีย์ อู่วาณิชย์ สุนี ศรีสิงห์ และอนุสรณ์ กุศลวงศ์. 2534. การศึกษาโรคแส้ดำของอ้อย. หน้า 505-513. *ใน:รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29*. วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สุวัฒน์ พูลพาน อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข เสมอนาถ บัวแจ่ม อาภาพร หนูแดง และกนกวรรณ สุขกรม. 2566. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรโคลนอ้อยชุดปี 2558 สำหรับสภาพชลประทานและน้ำเสริม. หน้า 26-29. *ใน:รายงานความก้าวหน้างานวิจัยอ้อยและพืชอื่นๆ ประจำปี 2565 : 2022*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2566. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อย ปีการผลิต 2565/66. กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการส่งออก (Export). สืบค้นออนไลน์ : 6 สิงหาคม 2566. https://impexpth.oae.go.th/export.

อัปสร เปลี่ยนสินไชย นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต อุดม เลียบวัน วันทนา ตั้งเปรมศรี และวันทนีย์ อู่วาณิชย์. 2535. การทดสอบปฏิกิริยาของสายพันธุ์อ้อยต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง. หน้า 9-21. *ใน:รายงานประจำปี 2535*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข ปิยธิดา อินทร์สุข และมานิตย์ สุขนิมิตร. 2562. การคัดเลือกครั้งที่ 1 อ้อยชุดปี 2562. หน้า 183-202. *ใน:รายงานผลงานวิจัยอ้อยประจำปี 2559-60*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข กาญจนา พูลเจริญ มานิตย์ สุขนิมิตร ชลธิชา แก้วเรือง. 2564. การคัดเลือกขั้นที่ 2 อ้อยชุดปี 2558 (อ้อยปลูก). หน้า 136-145. *ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2561-2562*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

อุไรวรรณ พงษ์พยัคเลิศ ปิยธิดา อินทร์สุข สุวัฒน์ พูลพาน. 2564. ศึกษาปฏิกิริยาต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงของโคลนอ้อยชุดปี 2558. หน้า 157-163. *ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2561-2562*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

อุไรวรรณ พงษ์พยัคเลิศ ปิยธิดา อินทร์สุข สุวัฒน์ พูลพาน. 2565. ศึกษาปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำของโคลนอ้อยชุดปี 2558. หน้า 196-203. *ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564:2021*. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล จากการเปรียบเทียบเบื้องต้น โคลนอ้อยชุดปี 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2561 – 2563

โคลน/พันธุ์	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	ค่าเฉลี่ย	%เปรียบเทียบ	
				ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)					
UT15-060	19.1	9.59	14.3	102	130
ขอนแก่น 3	19.0	8.76	13.9	100	-
LK92-11	12.8	9.20	11.0	-	100
CV (%)	21.54	37.97	29.75	-	-
ซีซีเอส					
UT15-060	13.0	12.6	12.8	88	90
ขอนแก่น 3	13.6	15.6	14.6	100	-
LK92-11	13.8	14.8	14.3	-	100
CV (%)	6.86	6.64	6.75	-	-
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)					
UT15-060	2.49	1.19	1.84	93	116
ขอนแก่น 3	2.58	1.37	1.98	100	-
LK92-11	1.78	1.38	1.58	-	100
CV (%)	23.32	39.98	31.65	-	-

ที่มา: ดัดแปลงจาก ปิยธิดา และคณะ (2565)

ตารางที่ 2 ลักษณะทางการเกษตร จากการเปรียบเทียบเบื้องต้น โคลนอ้อยชุดปี 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2561 - 2563

โคลน/พันธุ์	จำนวนลำต่อไร่ (ลำ)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง (ปล้อง/ลำ)
UT15-060	12,348	272	2.55	26.3
ขอนแก่น 3	9,623	244	2.97	23.5
LK92-11	10,822	227	2.86	24.4
CV (%)	17.87	12.48	5.07	7.59

ที่มา: ดัดแปลงจาก ปิยธิดา และคณะ (2565)

ตารางที่ 3 ลักษณะทางการเกษตร จากการเปรียบเทียบมาตรฐาน โคลนอ้อยชุดปี 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2562-2565

โคลน/พันธุ์	จำนวนลำต่อไร่ (ลำ)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง (ปล้อง/ลำ)
UT15-060	13,242	271	2.53	26.0
ขอนแก่น 3	10,802	255	2.88	26.5
LK92-11	12,368	234	2.75	25.9
CV (%)	39.94	9.54	5.45	6.99

ที่มา: ดัดแปลงจาก ปิยธิดา และคณะ (2565)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล จากการเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชุดปี 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี ในปี 2562-2565

โคลน/พันธุ์	ศวร.สุพรรณบุรี			ศวร.ระยอง			ศวพ.เพชรบุรี			เฉลี่ย	%เปรียบเทียบ	
	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	อ้อยตอ 2	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	อ้อยตอ 2	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	อ้อยตอ 2		ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)												
UT15-060	23.5	18.2	15.9	15.0	15.2	7.4	18.9	14.9	7.5	14.2	89	99
ขอนแก่น 3	22.6	17.7	17.5	15.6	14.8	8.2	21.2	16.2	10.1	16.0	100	-
LK92-11	20.2	18.1	17.2	10.9	11.7	4.5	18.9	17.4	10.6	14.4	-	100
CV (%)	10.22	14.06	11.62	14.72	13.39	25.97	10.63	16.47	22.4	-		
ซีซีเอส												
UT15-060	13.8	14.3	16.3	11.4	12.0	8.56	13.0	12.3	14.2	12.9	91	97
ขอนแก่น 3	15.2	15.9	17.5	12.1	12.6	12.2	14.1	13.9	14.0	14.2	100	-
LK92-11	14.3	14.5	16.3	12.3	12.8	10.7	12.5	12.6	14.3	13.4	-	100
CV (%)	6.71	7.22	5.30	9.95	14.70	11.8	9.56	9.91	8.62	-		
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)												
UT15-060	3.29	2.61	2.57	1.71	1.83	0.6	2.4	1.8	1.1	2.00	87	101
ขอนแก่น 3	3.43	2.81	3.07	1.90	1.85	1.0	3.0	2.3	1.4	2.30	100	-
LK92-11	2.90	2.64	2.82	1.35	1.48	0.5	2.4	2.2	1.5	1.97	-	100
CV (%)	13.88	17.37	14.40	18.76	18.39	31.88	12.29	21.00	24.4	-		

ที่มา: ดัดแปลงจาก ปิยธิดา และคณะ (2565)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล จากการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรโคลนอ้อยชุดปี 2558 ณ ไร่เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี และราชบุรี ในปี 2565-2566

โคลน/พันธุ์	ดอนเจดีย์	ด่านช้าง	ราชบุรี	กาญจนบุรี	เฉลี่ย	%เปรียบเทียบ	
	อ้อยปลูก	อ้อยปลูก	อ้อยปลูก	อ้อยปลูก		ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)							
UT15-060	10.2	17.9	14.0	19.0	15.3	105	115
ขอนแก่น 3	11.6	13.3	14.0	19.2	14.5	100	-
LK92-11	6.6	14.4	12.6	19.6	13.3	-	100
CV (%)	30.41	14.42	11.86	15.14	-		
ซีซีเอส							
UT15-060	14.8	11.8	9.10	12.9	12.2	89	92
ขอนแก่น 3	15.4	13.8	11.9	13.9	13.8	100	-
LK92-11	14.6	14.0	11.7	14.0	13.6	-	100
CV (%)	4.54	5.40	10.56	5.21	-		
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)							
UT15-060	1.38	1.81	1.35	2.50	1.76	89	99
ขอนแก่น 3	1.80	1.83	1.58	2.72	1.98	100	-
LK92-11	0.97	2.01	1.45	2.72	1.79	-	100
CV (%)	31.8	15.75	20.01	14.34	-		

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุวัฒน์ และคณะ (2566)

ตารางที่ 6 ลักษณะทางการเกษตร จากการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร โคลนอ้อยชุดปี 2558 ปี 2565 – 2566

โคลน/พันธุ์	จำนวนลำต่อไร่ (ลำ)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง (ปล้อง/ลำ)
UT15-060	14,722	282	2.40	26.6
ขอนแก่น 3	10,121	271	2.86	27.7
LK92-11	11,957	241	2.68	25.7
CV (%)	13.91	6.95	4.38	6.52

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุวัฒน์ และคณะ (2566)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล จากการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ในปี 2561-2566

โคลน/พันธุ์	อ้อยปลูก (8 แปลง)	อ้อยตอ 1 (4 แปลง)	อ้อยตอ 2 (3 แปลง)	เฉลี่ย	%เปรียบเทียบ	
					ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)						
UT15-060	17.2	14.5	10.3	15.1	101	112
ขอนแก่น 3	17.1	14.4	11.9	15.0	100	-
LK92-11	14.5	14.1	10.8	13.4	-	100
ซีซีเอส						
UT15-060	12.5	12.8	13.0	12.5	89	92
ขอนแก่น 3	13.8	14.5	14.6	14.0	100	-
LK92-11	13.4	13.7	13.8	13.6	-	100
ผลผลิตน้ำตาล(ตันซีซีเอส/ไร่)						
UT15-060	2.12	1.87	1.43	1.86	89	102
ขอนแก่น 3	2.36	2.07	1.82	2.10	100	-
LK92-11	1.94	1.93	1.61	1.83	-	100

ตารางที่ 8 ปฏิกิริยาของโคลนอ้อย UT15-060 และพันธุ์เปรียบเทียบต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง ในสภาพการปลูกเชื้อของอ้อยปลูก ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2562

โคลน/พันธุ์	การลุกลามของโรคในลำอ้อย	ปฏิกิริยาต่อโรค[1/]
UT15-060	2.70	MS
อู่ทอง 8 (พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ)	2.65	MS
LK92-11 (พันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ)	2.16	MS

[1/]R = ต้านทาน, MR = ค่อนข้างต้านทาน, MS = ค่อนข้างอ่อนแอ, S = อ่อนแอ

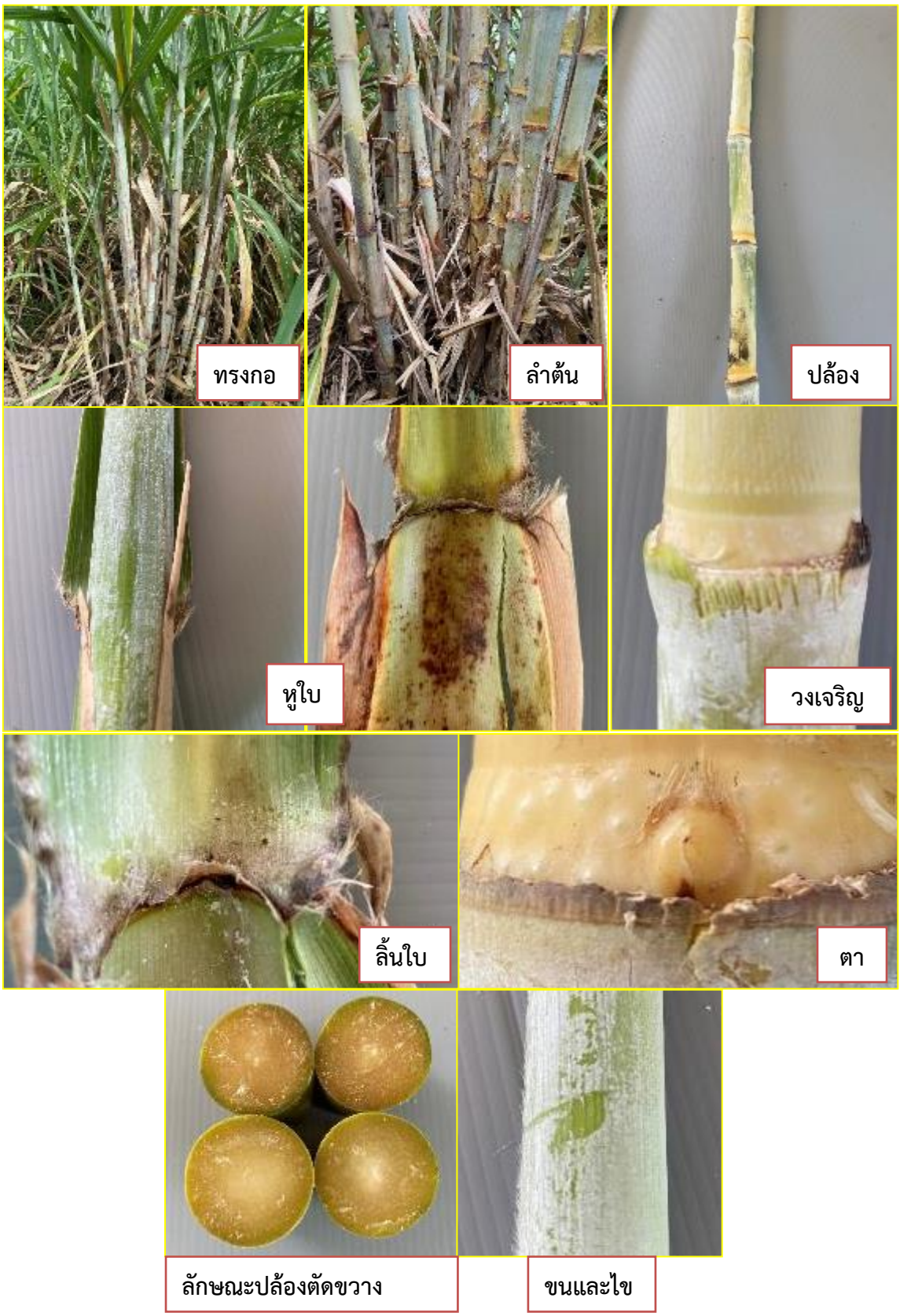
ที่มา : ดัดแปลงจาก อุไรวรรณ และคณะ (2564)

ตารางที่ 9 ปฏิกิริยาของโคลนอ้อย UT10-060 และพันธุ์เปรียบเทียบต่อโรคแส้ดำ ในสภาพการปลูกเชื้อของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2563 - 2564

โคลน/พันธุ์	% การเกิดโรค		ระดับการเป็นโรค		ปฏิกิริยาต่อโรค[1/]	
	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1
UT15-060	46.3	79.3	7	8	MS	S
ขอนแก่น 3	55.1	60.2	8	7	S	MS
LK92-11 (พันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ)	45.3	34.7	7	6	MS	MS
มาร์กอส (พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ)	61.1	96.3	8	9	S	S

[1/]R = ต้านทาน, MR = ค่อนข้างต้านทาน, MS = ค่อนข้างอ่อนแอ, S = อ่อนแอ

ที่มา: ดัดแปลงจาก อุไรวรรณ และคณะ (2565)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางการเกษตรของโคลนอ้อย UT15-060

เทคโนโลยีการผลิตอ้อยอินทรีย์

Organic Sugarcane Production Technology

ช่ออ้อย กาฬภักดี[1/] วันทนา เลิศศิริวรกุล[2/] บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[3/] สมบูรณ์ วันดี[1/]
กาญจนา หนูแก้ว[1/] เนติรัฐ ชุมสุวรรณ[2/] ธีระรัตน์ ชิณแสน[2/]
Chorooy Kanpakdee[1/] Wantana Lertsiriworakul[2/] Bunluea Srimungkun[3/]
Somboon Wandee[1/] Kanchana Nukaeo[1/] Netirat Chumsuwan[2/]
Theerarat Chinnasean[2/]

Abstract

Study on suitable technologies for organic sugarcane production consist of 3 experiments, 1) a rate of compost and biofertilizer 2) weed control methods and 3) suitable sugarcane varieties. The experiment 1) and 2) were conducted at Suphan Buri Field Crops Research Center and the experiment 3) was conducted at Khon Kean Field Crops Research Center. The objective of this was to study the rate of composts and biofertilizers, weed control methods and sugarcane varieties for suitable organic sugarcane production. The results of plant cane in 2022/2023 was found that, 1) the compost application at rate of soil analysis (828 kg fresh weight) with foliar organic fertilizer at rate 1 liter per 100 liters of water was gave the highest yield (17.7 tons/rai). No fertilizer application had the highest net income at 5,534 baht/rai and the highest BCR at 1.42. 2) The manual weed control was gave the highest yield (13.1 tons/rai). The Agricultural machinery with planting green beans method had the highest net income at 48 baht/rai and the highest BCR at 1.00. The suitable sugarcane variety in the organic production system was Khon Kaen 3 variety, which gave the highest yield of 22.6 tons/rai. Regarding returns, Khon Kaen 3 had the highest income of 6,667 baht/rai and the highest BCR at 1.37.

Keywords: organic sugarcane, compost, biofertilizer, weed control, sugarcane variety

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี
[1/] Suphan Buri Field Crops Research Center, U-Thong District, Suphan Buri Province
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น
[2/] Khon Kean Field Crops Research Center, Muang District, Khon Kean Province
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี
[3/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Sawang Wirawong District, Ubon Ratchathani Province

บทคัดย่อ

การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยอินทรีย์ ประกอบด้วย 3 การทดลองย่อย คือ 1) อัตราปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสม ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และใส่ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม 2) วิธีการกำจัดวัชพืชที่เหมาะสม ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี คือ ไม่กำจัดวัชพืช ใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับการปลูกถั่วเขียวแซม และใช้แรงงานคน 3) พันธุ์อ้อยที่เหมาะสม ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี คือ อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 สุพรรณบุรี 80 LK92-11 และขอนแก่น 3 ผลการทดลองอ้อยปลูกในปี 2565 พบว่า 1) การใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน (828 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่) ร่วมกับการพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 1 ลิตร ต่อน้ำ 100 ลิตร ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด 17.7 ตันต่อไร่ การไม่ใส่ปุ๋ยมีรายได้สุทธิสูงสุด 5,534 บาทต่อไร่ และค่า BCR สูงสุด 1.42 2) วิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด 13.1 ตันต่อไร่ การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม ให้รายได้สุทธิสูงสุด 48 บาทต่อไร่ และค่า BCR สูงสุด 1.00 3) พันธุ์อ้อยที่เหมาะสม คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตอ้อย 22.6 ตันต่อไร่ ซึ่งให้รายได้สุทธิสูงสุด 6,667 บาทต่อไร่ และค่า BCR สูงสุด 1.37

คำหลัก: อ้อยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ กำจัดวัชพืช พันธุ์อ้อย

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ด้วยมูลค่าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและแรงงานในระบบการผลิตอ้อย น้ำตาลทรายที่ผลิตได้ในประเทศ ส่งออก 61 เปอร์เซ็นต์ และบริโภคในประเทศ 39 เปอร์เซ็นต์ อุตสาหกรรมน้ำตาลยังเผชิญความท้าทายจากสต็อกน้ำตาลส่วนเกินในตลาดโลกที่เพิ่มขึ้นจากการกลับมาผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้นของประเทศบราซิลซึ่งอาจมีผลกดดันราคาน้ำตาล มีการปรับขึ้นภาษีความหวานของไทยและประเทศคู่ค้า หลายประเทศทั่วโลกที่จะลดการบริโภคน้ำตาล (ธนาคารกรุงศรี, 2566) ประกอบกับพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำตาลนั้น เริ่มเปลี่ยนไปตามยุคสมัย ตามการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นด้านสุขภาพต่าง ๆ องค์ความรู้ในการผลิตพืช ก่อนจะมาถึงมือผู้บริโภค ทำให้กลุ่มผู้บริโภคไม่ว่าจะเป็นกลุ่มคนรุ่นใหม่ รวมทั้งผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ตามกระแสความต้องการโลกในปัจจุบัน หันมาสนใจและให้ความสำคัญกับการเลือกสินค้า หรือผลผลิตทางการเกษตรที่มีความปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคสนใจน้ำตาลที่ผลิตด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ รวมถึงโรงงานน้ำตาลมีความต้องการองค์ความรู้และเทคโนโลยีการปลูกอ้อยระบบอินทรีย์ ดังนั้นการผลิตอ้อยระบบอินทรีย์เพื่อเป็นวัตถุดิบป้อนสู่โรงงานน้ำตาลจะช่วยตอบโจทย์ให้กับผู้ผลิตน้ำตาลที่ต้องการขยายตลาดน้ำตาลสู่ระดับอินทรีย์ หรือหากไม่นำอ้อยอินทรีย์มาผลิตเชิงอุตสาหกรรม ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นอ้อยงบซึ่งเกษตรกรหรือกลุ่มผู้ผลิตสินค้าชุมชนสามารถทำได้เพื่อตลาดสินค้าในกลุ่มผู้รักสุขภาพ เช่น ชีวจิต อีกทั้งในประเทศไทยก็ยังมีพื้นที่ปลูกอ้อยอินทรีย์ไม่มากเมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งประเทศ ปีการผลิต 2565/66 ประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกอ้อย 11,398,823 ไร่ (สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565)

แต่มีพื้นที่ปลูกอ้อยที่ได้รับรองตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (Organic Thailand) ณ วันที่ 4 สิงหาคม 2566 ทั้งอ้อยโรงงานและอ้อยคั้นน้ำ พื้นที่รวมเพียง 493 ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2566) ดังนั้น การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยอินทรีย์จะเป็นแนวทางการผลิตอ้อยอินทรีย์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ สามารถให้ผลผลิตสูง และเพิ่มพื้นที่ปลูกอ้อยอินทรีย์ ตามนโยบายของรัฐบาล เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ผู้บริโภคได้น้ำตาลที่ได้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พันธุ์อ้อย จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 สุพรรณบุรี 80 LK92-11 และขอนแก่น 3
2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ
3. ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3
4. เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว
5. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
6. อุปกรณ์เตรียมดิน เช่น รถแทรกเตอร์
7. ชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช เช่น บีที
8. เครื่องจักรกลการเกษตรกำจัดวัชพืช จอบ
9. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ค่าซีซีเอส
10. อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

ดำเนินการทดลอง 3 การทดลองย่อย ดังนี้

1. การศึกษาปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยระบบเกษตรอินทรีย์

ดำเนินการ ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนปลูกอ้อย เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร คำนวณอัตราการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ปลูกอ้อยพันธุ์อู่ทอง 17 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ จำนวน 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1) ไม่ใส่ปุ๋ย
2) ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดิน (828 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่)
3) ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (1,242 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่)
4) ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (1,656 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่)
5) ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดิน (828 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3
6) ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดิน (828 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (อัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 100 ลิตร)
7) ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม (Intercropping)

ปลูกอ้อยในแปลงทดลองย่อยขนาด 10×8 เมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 1.6 เมตร ระยะระหว่างหลุม 0.5 เมตร ปลูก 6 แถวต่อ 1 แปลงย่อย ปลูกอ้อยหลุมละ 2 ท่อน ๆ ละ 3 ตา โดยวางท่อนพันธุ์ในหลุม แล้วกลบดินหนาประมาณ 3-5 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 10 เดือน บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต ต้นทุนการผลิต และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการใส่ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธี

2. การศึกษาวิธีกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยระบบเกษตรอินทรีย์

ดำเนินการ ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ จำนวน 4 กรรมวิธี คือ

1) ไม่กำจัดวัชพืช

2) ใช้เครื่องจักรกลการเกษตร

3) ใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับการปลูกถั่วเขียวแซม

4) ใช้แรงงานคน

ปลูกอ้อยในแปลงทดลองย่อยขนาด 10×8 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 4 เมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 1.6 เมตร ระยะระหว่างหลุม 0.5 เมตร ปลูก 6 แถวต่อ 1 แปลงย่อย ปลูกอ้อยหลุมละ 2 ท่อนๆ ละ 3 ตา โดยวางท่อนพันธุ์ในหลุม แล้วกลบดินหนาประมาณ 3-5 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 10 เดือน บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต ต้นทุนการผลิต และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการกำจัดวัชพืชแต่ละกรรมวิธี

3. การเปรียบเทียบพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอ้อยในระบบเกษตรอินทรีย์

ดำเนินการ ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี คือ อ้อย 5 พันธุ์ ได้แก่ 1. อู่ทอง 15 2. อู่ทอง 17 3. สุพรรณบุรี 80 4. LK92-11 และ 5. ขอนแก่น 3 ปลูกอ้อยในแปลงทดลองย่อยขนาด 9×8 เมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะระหว่างหลุม 0.5 เมตร ปลูก 6 แถวต่อ 1 แปลงย่อย ปลูกอ้อยหลุมละ 2 ท่อน ๆ ละ 3 ตา โดยวางท่อนพันธุ์ในหลุม แล้วกลบดินหนาประมาณ 3-5 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต ต้นทุนการผลิต และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พันธุ์อ้อยแต่ละกรรมวิธี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยระบบเกษตรอินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งค่ามาตรฐานความเหมาะสมของดินปลูกอ้อย คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.5-7.5 ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ด้านผลผลิตอ้อย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 828 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ ร่วมกับการพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 100 ลิตร ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด 17.7 ตันต่อไร่ แต่ทั้งนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นที่ให้ผลผลิต 14.4 - 17.2 ตันต่อไร่ เมื่อพิจารณาจากผลวิเคราะห์ดินที่มีค่าเหมาะสมต่อการปลูกอ้อย แสดงว่าการไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีทดลองในปีแรกไม่ทำให้ผลผลิตอ้อยแตกต่างกัน เมื่อดินมีปริมาณธาตุอาหารเหมาะสมต่อการปลูกอ้อย ค่าซีซีเอสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใส่ปุ๋ยต่าง ๆ โดยมีค่าซีซีเอสเฉลี่ย 12.9- 14.5 และผลผลิตน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใส่ปุ๋ยต่าง ๆ โดยมีผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.02 - 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ (ตารางที่ 1)

ด้านต้นทุนการผลิต พบว่าทุกกรรมวิธีคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีต้นทุนการผลิต 13,327 - 15,911 บาทต่อไร่ รายได้สุทธิ 1,126 - 5,534 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) 1.08 - 1.42

โดยการไม่ใส่ปุ๋ยมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด 13,327 บาทต่อไร่ เนื่องจากไม่มีต้นทุนค่าปุ๋ย ส่งผลให้มีรายได้สุทธิสูงสุด 5,534 บาทต่อไร่ และผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) 1.42 (ตารางที่ 1)

2. การศึกษาวิธีกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยระบบเกษตรอินทรีย์

ผลการทดลองในอ้อยปลูก พบว่าผลผลิตอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างการกำจัดวัชพืชวิธีต่าง ๆ โดยการใช้แรงงานคน และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม ให้ผลผลิตอ้อย 13.1 และ 10.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่กำจัดวัชพืชที่ให้ผลผลิตอ้อย 4.7 ตันต่อไร่ ค่าซีซีเอสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการกำจัดวัชพืชวิธีต่าง ๆ มีค่า 17.7- 17.9 และผลผลิตน้ำตาลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างการกำจัดวัชพืชวิธีต่าง ๆ โดยการใช้แรงงานคน และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม มีผลผลิตน้ำตาลสูงสุด 2.35 และ 1.92 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิต พบว่า การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม มีรายได้สุทธิสูงสุด 48 บาทต่อไร่ และค่า BCR สูงสุดเท่ากับ 1.00 (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ทุกกรรมวิธีมีผลผลิตค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในสัปดาห์แรกของการปลูกอ้อย มีฝนตกติดต่อกันทุกวัน ทำให้อ้อยที่งอกมามีความอ่อนแอ ซึ่งส่งผลต่อเนื่องถึงการเจริญเติบโต การย่างปล้อง แต่จากผลการทดลอง พบว่าทุกวิธีการกำจัดวัชพืช ทำให้อ้อยมีผลผลิตที่สูงกว่าการไม่กำจัดวัชพืชอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับอรรถสิทธิ์ และคณะ, 2541 กล่าวว่า อ้อยเป็นพืชปลูกที่ต้องการช่วงปลอดวัชพืชอย่างน้อย 3 - 4 เดือน ด้านวิธีกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนนั้น เป็นวิธีกำจัดวัชพืชที่ประณีต ทำให้สามารถกำจัดวัชพืชในแปลงทำได้ดี แปลงสะอาด ส่งผลให้อ้อยมีการเจริญเติบโตดี มีผลผลิตสูง แต่มีต้นทุนการผลิตต่อไร่สูง เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม ที่แม้จะมีข้อจำกัดของการกำจัดวัชพืชที่ขึ้นชิดโคนอ้อยทำไม่ได้ อาจต้องใช้วิธีการใช้จอบถากร่วมด้วย แต่อ้อยก็มีผลผลิตที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีใช้แรงงานคนถากหญ้า ส่งผลให้วิธีกำจัดวัชพืชโดยการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซมมีต้นทุนต่ำสุด

3. การเปรียบเทียบพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอ้อยในระบบเกษตรอินทรีย์

ผลการทดลองในอ้อยปลูก พบว่าผลผลิตอ้อยมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด 22.6 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 15 และสุพรรณบุรี 80 ที่ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 19.5 และ 19.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ขอนแก่น 3 (ตารางที่ 3) เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิต พบว่า การปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีรายได้สุทธิสูงสุด 6,667 บาทต่อไร่ และผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) เท่ากับ 1.37 (ตารางที่ 3) ซึ่งการนำพันธุ์อ้อยมาปลูกตามระบบการผลิตแบบอินทรีย์ สามารถให้ผลผลิตอ้อยที่สูงตามศักยภาพของพันธุ์ ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการดูแล (อุดมศักดิ์ และคณะ, 2561) และผลตอบแทนในอ้อยปลูกยังสูง เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้

คำแนะนำ: สำหรับการผลิตอ้อยอินทรีย์ การเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับระบบการปลูกอ้อยอินทรีย์ สามารถเลือกใช้ได้ทั้งพันธุ์ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์หากดิน มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูง ในปีแรกของการปลูกอ้อยอินทรีย์ การไม่ใส่ปุ๋ยสามารถให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หรือปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 แต่ควรมีการใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้านการกำจัดวัชพืชควรใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับการ

ปลูกถั่วเขียวแซม ซึ่งเป็นวิธีที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากกว่าการใช้แรงงานคน โดยเว้นระยะหว่างแถวอ้อยไม่น้อยกว่า 1.6 เมตร เพื่อให้เครื่องจักรกลการเกษตรเข้าไปกำจัดวัชพืชได้สะดวก

สรุปผลการทดลอง

1. การใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน (828 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่) ร่วมกับการใช้อินทรีย์น้ำ อัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 100 ลิตร ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด 17.7 ตันต่อไร่

2. วิธีการกำจัดวัชพืช โดยการใช้แรงงานคน และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด 13.1 และ 10.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

3. อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงสุด 22.6 ตันต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 15 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.5 และ 19.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2566. ใบรับรองการผลิตพืชอินทรีย์. http://organic.doa.go.th/homepage. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2566

กรมวิชาการเกษตร. 2564. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ธนาคารกรุงศรี. 2566. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2566-2568: อุตสาหกรรมน้ำตาล. เผยแพร่เมื่อวันที่ 18 เมษายน 2566. https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/sugar/io/sugar-2023-2025. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2566

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2566. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อย ปีการผลิต 2565/66. 79 หน้า.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ ธงชัย ตั้งเปรมศรี และสมพงษ์ กาทอง. 2541. อิทธิพลของวัชพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุต่างๆ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอ้อยและข้าวฟ่าง ประจำปี 2541. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 16

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข อุดม เลียบวัน วัลลิภา สุชาโต อรรถสิทธิ์ บุญธรรม วาสนา วันดี สมบูรณ์ วันดี อัจฉราภรณ์ วงศ์สุขศรี สุมาลี โพธิ์ทอง สุวัฒน์ พูลพาน ปิยธิดา อินทร์สุข ชัยวัฒน์ กะการดี และรัฐพล ชูยอด. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 17. *ใน:* วารสารแก่นเกษตร. 46 (ฉบับพิเศษ 2 2561): 13

ตารางที่ 1 ผลผลิต ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล ต้นทุน รายได้ รายได้สุทธิ และค่า BCR จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ในการผลิตอ้อยระบบอินทรีย์ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2565

	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)	BCR (%)
1	ไม่ใส่ปุ๋ย	17.2	14.4	2.48	13,327	18,861	5,534	1.42
2	ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดิน	14.4	14.0	2.02	14,685	15,811	1,126	1.08
3	ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน	15.4	14.3	2.20	14,841	16,911	2,070	1.14
4	ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน	16.6	12.9	2.12	15,566	18,116	2,550	1.16
5	ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3	17.0	13.6	2.31	15,799	18,593	2,794	1.18
6	ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	17.7	14.1	2.46	15,911	19,382	3,471	1.22
7	ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม	16.6	14.5	2.41	14,562	18,220	3,658	1.25
	เฉลี่ย	**16.4**	**14.0**	**2.29**	**14,956**	**17,985**	**3,029**	**1.20**
	F-test	ns	ns	ns				
	CV (%)	4.97	4.97	9.76				

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

รายได้ = ผลผลิต (ตัน/ไร่) x ราคาอ้อยขั้นต้นปี 2565/66 (1,080 บาท/ตัน) ที่ค่าซีซีเอส = 10 และบวกราคาที่เพิ่มขึ้น 6% ของราคาอ้อยต่อตัน (64.8 บาท/ตัน) ต่อค่าซีซีเอสที่เพิ่มขึ้น 1 หน่วย

ตารางที่ 2 ผลผลิต ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล ต้นทุน รายได้ รายได้สุทธิ และค่า BCR จากวิธีกำจัดวัชพืชในการผลิตอ้อยระบบอินทรีย์ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2565

	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)	BCR (%)
1	ไม่กำจัดวัชพืช	4.7 c	17.7	0.84 c	10,784	5,575	-5,209	0.52
2	ใช้เครื่องจักรกลการเกษตร	8.8 b	17.7	1.58 b	11,559	10,003	-1,556	0.87
3	ใช้เครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับปลูกถั่วเขียวแซม	10.8 ab	17.8	1.92 ab	12,121	12,169	48	1.00
4	ใช้แรงงานคน	13.1 a	17.9	2.35 a	25,155	14,660	-10,495	0.58
	เฉลี่ย	**9.40**	**17.8**	**1.67**	**14,904**	**10,602**	**-4,303**	**0.74**
	F-test	**	ns	**				
	CV (%)	28.8	2.20	29.7				

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

รายได้ = ผลผลิต (ตัน/ไร่) x ราคาอ้อยขั้นต้นปี 2565/66 (1,080 บาท/ตัน) ที่ค่าซีซีเอส = 10 และบวกราคาที่เพิ่มขึ้น 6% ของราคาอ้อยต่อตัน (64.8 บาท/ตัน) ต่อค่าซีซีเอสที่เพิ่มขึ้น 1 หน่วย

ตารางที่ 3 ผลผลิต ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล ต้นทุน รายได้ รายได้สุทธิ และค่า BCR จากพันธุ์อ้อยต่างๆในการผลิตอ้อยระบบอินทรีย์ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นปี 2565

	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)	BCR (%)
1	พันธุ์อู่ทอง 15	19.5 ab	11.2	2.20 ab	17,488	21,138	3,650	1.21
2	อู่ทอง 17	15.7 b	11.5	1.79 b	16,906	17,053	147	1.01
3	สุพรรณบุรี 80	19.2 ab	10.3	1.96 ab	17,242	20,755	3,513	1.20
4	LK92-11	16.0 b	12.6	2.01 ab	17,362	17,448	86	1.00
5	ขอนแก่น 3	22.6 a	11.6	2.59 a	17,845	24,512	6,667	1.37
	เฉลี่ย	**18.6**	**11.4**	**2.11**	**17,369**	**20,181**	**2,813**	**1.2**
	F-test	*	ns	*				
	CV (%)	11.0	11.3	16.1				

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
รายได้ = ผลผลิต (ตัน/ไร่) x ราคาอ้อยขั้นต้นปี 2565/66 (1,080 บาท/ตัน) ที่ค่าซีซีเอส = 10 และบวกราคาที่เพิ่มขึ้น 6% ของราคาอ้อยต่อตัน (64.8 บาท/ตัน) ต่อค่าซีซีเอสที่เพิ่มขึ้น 1 หน่วย

การควบคุมโรคใบขาวอ้อยด้วยองค์ความรู้และเทคโนโลยีการจัดการ
Sugarcane white leaf disease control by knowledge and management technology

วีรกรณ์ แสงไสย์[1/] ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล[1/] เบญจวรรณ รัตวัต[1/] ศรัญญา จิตไทย[1/]
ชมัยพร ไกยฝ่าย[1/] สินีนารถ พรหมธิราช[1/] ธวัชชัย ทรัพย์ถิระ[1/] รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์[2/]
Weerakorn Saengsai[1/] Suchirat Sakuanrungsirikul[1/] Benjawan Rattawat[1/]
Saranya Jitthai[1/] Chamaiporn Kaiyaphai[1/] Sineenat Phomthirat[1/]
Thawatchai Supthira[1/] Raweewan Chuekittisak[2/]

ABSTRACT

The sugarcane white leaf (SCWL) is the one devastated disease in sugarcane industry in Thailand for decades. Conducting research in 2018-2023 in Khon Kaen Field Crops Research Center. We have been researching on white leaf disease continuous in Research and Development on Sugarcane White Leaf Disease and Research and Development on Protection Technology of Sugarcane Disease and Insect Pests projects. This study aimed to develop seamless technology for effective and sustainable control of these diseases from the upstream of producing clean seed canes in the laboratory and in the mother, plant plots, to downstream of disease inoculum controlling in the field. In this presented paper, three new disease detecting methodologies were developed for laboratory and field applications, as well as disease severity ranking, to be used as screening threshold in the disease-free production lines through epidermic control in the field, controlling disease severity using effective microorganisms promotes health in sugarcane. LAMP method was developed as a simple technique for the detection unit at the field station. This technique requires few instruments with simple, fast manipulation time and low cost. The Imp genes and one-steps multiplex PCR detection techniques were developed to produce higher resolution results to replace the problematic nested-PCR and qPCR that are generally used in the molecular biology laboratory. Eradication of phytoplasma in sugarcane tissue condition was found by using secondary metabolite *Streptomyces* isolates No.3 and No.4 at 25% and tetracycline and rifampicin with 50 ppm can eliminate phytoplasma in sugarcane tissue culture at the 4th weeks. Promoting and inducing by bacteria such as *Bacillus subtilis* No.15, *Streptomyces* No.8 and PGPR-3 abled to control the concentration of white leaf disease to a level that did not damage of the yield. The application of this proposed methodologies will

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น 180 ถนนมิตรภาพ ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
[1/] khon Kaen Field Crops Research Center, 180 Mitraphap RD., Sila, Muang, Khon Kaen.
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี 264 ตำบลท่าช้าง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี
[2/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Tha Chang, Sawangweerawong, Ubon Ratchathani.

provide mean to prolong ratooning generation to reduce production cost for the farmer, as well as effectively controlling of the disease in the field that pave way to the disease control country-wide.

Keywords: sugarcane white leaf disease, IMP, LAMP, multiplex PCR, plant growth promotion

บทคัดย่อ

โรคใบขาวเป็นโรคติดต่อร้ายแรงที่เป็นปัญหาต่อการผลิตอ้อยของไทยมาอย่างยาวนาน สามารถติดเชื้อทางท่อนพันธุ์และมีเพลี้ยจักจั่นเป็นแมลงพาหะ จากการดำเนินวิจัยในปี 2561-2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่องโรคใบขาวมาอย่างต่อเนื่อง ในโครงการวิจัยและพัฒนาการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อยและโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูอ้อย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการจัดการและควบคุมโรคนี้ทั้งระบบ ตั้งแต่ควบคุมคุณภาพการผลิตอ้อยปลอดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ แปลงแม่พันธุ์ ไปจนถึงแปลงปลูก จากผลการทดลองที่นำเสนอนี้ได้พัฒนาเทคนิคการตรวจคัดกรองโรคใหม่ 3 วิธีการ ที่เหมาะต่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์และสภาพการใช้งาน โดยเทคนิค LAMP ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการใช้งานในหน่วยที่ไม่มีห้องปฏิบัติการ ใช้เครื่องมือจำนวนน้อย ใช้งานง่าย ราคาประหยัด ทราบผลตรวจรวดเร็วและดูผลได้ด้วยตาเปล่า ใช้ในการตรวจคัดกรองแปลงแม่พันธุ์และในสภาพไร่ได้ เทคนิคการตรวจยีน Imp และเทคนิค multiplex PCR ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการ มีความจำเพาะมากขึ้น ความไวใกล้เคียงกับวิธีการเดิมแต่ใช้เวลาตรวจและค่าใช้จ่ายลดลงเท่าตัว ใช้ในการคัดกรองต้นปลอดเชื้อในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหรือการสุ่มตรวจในแปลงได้ การกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวในสภาพเนื้อเยื่ออ้อย พบว่าการใช้ สาร secondary metabolite เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลต No.3 และ No.4 ที่ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ และสารปฏิชีวนะเตตระไซคลิน และไรแฟมพิซิน ที่มีความเข้มข้นของสาร ตั้งแต่ 50 ppm สามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ในสัปดาห์ที่ 4 การส่งเสริมความแข็งแรงและภูมิต้านทานให้กับอ้อยโดยเชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Bacillus subtilis* No.15 *Streptomyces* No.8 และ PGPR-3 สามารถควบคุมระดับปริมาณเชื้อให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายต่อผลผลิต ทำให้การควบคุมโรคนี้ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืนได้ ทำให้ไว้ตอได้นานขึ้น ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

คำหลัก: โรคใบขาว, IMP, LAMP, Multiplex PCR, การส่งเสริมความแข็งแรงให้พืช

บทนำ

โรคใบขาว (sugarcane white leaf : SCWL) เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2555) ในปีการผลิต 2561/62 พบว่ามีพื้นที่การระบาดของโรคใบขาวอ้อย ไม่น้อยกว่า 200,000 ไร่ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศคิดเป็นมูลค่าสูงกว่า 2,000 ล้านบาท โดยมีรายงานสถานการณ์ในปัจจุบันว่ามีพื้นที่การระบาดของโรคใบขาวอ้อยที่แสดงอาการและสร้างความ เสียหายอย่างรุนแรง ไม่น้อยกว่า 1 ล้านไร่ กระจายอยู่ในพื้นที่ปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จังหวัดขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และนครราชสีมา ส่วนในภาคกลาง พื้นที่ ปลูกอ้อยที่พบการระบาดของโรคใบขาวอ้อย คือ จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์ ภาคตะวันออก พบการระบาดของโรคใบขาวอ้อยในจังหวัดสระแก้ว และชลบุรี ส่วน ภาคเหนือพบมีการระบาดอย่างรุนแรง

ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดกำแพงเพชร และนครสวรรค์ นอกจากนั้น ยังมี การติดเชื้อแบบแฝง (latent infection) คือรูปแบบที่อ้อยไม่แสดงอาการโรคใบขาวอ้อยแม้มีเชื้อสาเหตุโรคอยู่ ภายในต้นแล้ว โดยในรูปแบบนี้พบกระจายอยู่ในทุกพื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทย และเมื่อไหร่ก็ตามที่ สภาพแวดล้อมและปัจจัยที่เอื้อต่อการผลิตอ้อย เช่น ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณน้ำฝน ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หรืออ้อยที่อ่อนแอลงจากสภาพความเครียดต่างๆ เช่น แล้ง หรือ น้ำท่วม ก็จะส่งผลให้อ้อย สามารถแสดงอาการโรคใบขาวให้เห็นได้ทันที (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2564) การแพร่ขยายโรคอย่างรวดเร็วมักพบหลังจากปีมีการขยายพื้นที่ปลูกจากราคาอ้อยที่จูงใจ และท่อนพันธุ์หาได้ยาก ทำให้เกษตรกรไม่คัดท่อนพันธุ์คุณภาพในการขยายท่อนพันธุ์สะอาดจากแปลงแม่พันธุ์ที่คัดแล้วว่าไม่แสดงอาการโรคเกือบทั้งหมดไม่มีการสุ่มตรวจเชื้อในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากวิธีการที่ใช้ตรวจโรคในปัจจุบันยังมีราคาสูง และไม่มีหน่วยรับตรวจทั่วไป จึงทำให้เชื้อโรคเหล่านี้ยังวนเวียนอยู่ในไร่อ้อย ซึ่งในภาคอีสานที่เป็นแหล่งปลูกอ้อยใหญ่ของไทย โอกาสที่จะสุ่มตรวจพบเชื้อในระดับปริมาณที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตได้ มีโอกาสสูงกว่าในภาคกลางและภาคตะวันตก (Khumla *et al*., 2021) ดังนั้น การควบคุมการระบาดของโรค หรือปริมาณการติดเชื้อให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายต่อผลผลิต จึงเป็นแนวทางในการจัดการที่ยั่งยืน และใช้ได้จริง แต่ก็ยังขาดเกณฑ์ระดับปริมาณเชื้อที่ใช้เพื่อการควบคุมการแพร่ระบาด การใช้ต้นพันธุ์ปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีที่นิยมนำมาแก้ปัญหา แต่ก็มีปริมาณน้อย ไม่สามารถครอบคลุมพื้นที่การระบาดได้ในภาพรวมของประเทศ รวมทั้งยังพบว่าอ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สามารถแพร่กระจายต้นที่ติดเชื้อได้อีกทางหนึ่ง หากการคัดกรองโรคไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขยายพันธุ์ด้วยระบบการเพาะเลี้ยงที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ระบบไบโอรีแอคเตอร์ ที่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และปริมาณมาก โดยมีรายงานว่าอ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ขยายสู่เกษตรกร มีการแสดงอาการใบขาวเมื่อลงปลูกในแปลงหลายแหล่ง ทำให้เกษตรกรขาดความเชื่อมั่นในเทคโนโลยีนี้ การตรวจคัดกรองโรคนับเป็นกิจกรรมหลักที่สำคัญในระดับต้นทางเพื่อการได้มาซึ่งอ้อยสะอาด สุขภาพดี ในปัจจุบันมีแม้มีวิธีการตรวจที่มีความแม่นยำสูง และมีความไวสูง แต่การควบคุมการแพร่ระบาดของโรคยังคงขาดประสิทธิภาพ การตรวจคัดกรองโรคยังไม่ทั่วถึง หน่วยตรวจคัดกรองโรคมีจำนวนจำกัด สาเหตุมาจากวิธีการที่ใช้นั้นต้องใช้ห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือราคาแพง ค่าตรวจต่อตัวอย่างมีราคาสูง วิธีที่ใช้ตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาโดยทั่วไปนิยมใช้เทคนิค nested-PCR เนื่องจากมีความไวสูง สามารถตรวจเชื้อในปริมาณต่ำมากได้ โดยใช้ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA และ secA (Bertaccini *et al.,* 2014; Sakuanrungsirikul *et al.,* 2013) แต่มีค่าตรวจต่อตัวอย่างอยู่ระหว่าง 500-1500 บาท มีระยะเวลาในการตรวจ 3-5 วัน แต่มักพบผลบวกปลอมจากการติดเชื้ออื่นเช่นเดียวกันกับการตรวจหาปริมาณเชื้อด้วย Realtime PCR แม้จะให้ผลได้ในเวลา 1 วัน มีราคาค่าตรวจอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ดังนั้น การพัฒนาวิธีการที่ใช้ตรวจคัดกรอง จึงควรพัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อการตรวจคัดกรองอย่างละเอียดสำหรับการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และเพื่อการสุ่มตรวจในแปลงปลูกเพื่อการคัดเลือกแปลงแม่พันธุ์ และการควบคุมการแพร่ระบาด การควบคุมการแพร่ระบาดของโรคใบขาวอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ต้องใช้การควบคุมทั้งระบบ จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีที่ครบวงจร ที่ใช้ทั้งในสภาพไร่และระดับห้องปฏิบัติการ จึงจะทำให้ควบคุมได้ตั้งแต่ต้นทางการผลิตแม่พันธุ์อ้อยสะอาด และการควบคุมไม่ให้เกิดการแพร่ระบาดรุนแรงในระดับแปลง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่ต่อเนื่องเพื่อการจัดการและควบคุมโรคใบขาวอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาทั้งระบบ โดยพัฒนา

วิธีการตรวจคัดกรองโรคที่ตอบโจทย์การใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับแปลง รวมทั้งเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดกรองระดับความรุนแรงของโรคตั้งแต่การผลิตต้นปลอดเชื้อไปจนถึงการควบคุมความรุนแรงของโรคในสภาพไร่ และการควบคุมคุณภาพในการผลิตอ้อยปลอดโรค เทคโนโลยีที่พัฒนาดังกล่าวนี้ สามารถนำไปใช้ในการกำหนดมาตรฐานการผลิตพันธุ์อ้อย เพื่อการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ขายพันธุ์อ้อยได้ เพื่อให้ได้ท่อนพันธุ์สะอาดเพียงพอต่อการใช้ทั้งประเทศ สามารถควบคุมระดับปริมาณเชื้อในแปลงให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายต่อผลผลิต ทำให้การควบคุมโรคนี้ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืนได้ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่ต่อเนื่องเพื่อการจัดการและควบคุมโรคใบขาวอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาทั้งระบบ โดยพัฒนาวิธีการตรวจคัดกรองโรคที่ตอบโจทย์การใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับแปลง สามารถนำไปใช้ในการกำหนดมาตรฐานการผลิตพันธุ์อ้อย เพื่อการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ขายพันธุ์อ้อยได้ เพื่อให้ได้ท่อนพันธุ์สะอาดเพียงพอต่อการใช้ทั้งประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างพืช: ตัวอย่างใบสดจากอ้อยที่แสดงอาการใบขาว ที่สำรวจได้จากแหล่งระบาดของโรค ตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อในตัวอย่างแต่ละอาการด้วยการตรวจลำดับนิวคลิโอไทด์ตำแหน่ง 16S (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

2. การตรวจเชื้อและวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา :

1) เทคนิค LAMP : ออกแบบไพรเมอร์จากเชื้อ SCWL molecular chaperonin *gro*EL gene จำนวน 3 คู่สาย (F3: GCAATTGATGCAGGAGCT; B3: CATTAATAACTCCATCCTTACCT; FIP:TCTTGGGCGTCTACTTTTTTAGATT-TAGTAAAAGAAGGAATTGAGTTAGC;BIP:ATTCAAAATGTGGCTTCTGTTTCAT-ACTTTTTGCATCGCTTGG;LoopF:TCTTGGGCGTCTACTTTTTTAGATT; LoopR: ATTCAAAATGTGGCTTCTGTTTCAT) ใช้น้ำยาสำเร็จรูป LavaLamp DNA Master Mix (Lucigen) ในปริมาตรรวม 24 µl ประกอบด้วย DNA 75 ng, 1X LavaLamp DNA Master Mix, 0.1X Green Fluorescent Dye, 0.2 µM outer primer (F3, B3), 1.6 µM inner primer (FIP, BIP), 0.4 µM loop primer (Loop F and R) บ่มที่ 65°C/60 นาที ทำปฏิกิริยาและอ่านผลด้วยเครื่อง Thermostatic Color Sensor “MyAbscope” (Kaneka Cooperation, Japan) ผลบวกคือ ค่าดูดกลืนแสงที่ 630 nm มีค่าสูงกว่า negative control

2) เทคนิค One-step multiplex PCR : ออกแบบไพรเมอร์ SCWL-F/R (5’TGCCCCTTATGATCTGGGCTACAA 3’/5’ TATTTCCTTAGAAAGGAGGTGATC 3’) SCGS-F/R (5’AAGAGTAGCTGGAACGCAAGTT 3’/5’ ACGACTTAACCCCAATCATCGAT 3’) และ SCGGS -F/R (5’ GTTCTCAGTTCGGATCGCAGTC 3’/5’ GCTTCGGGTGTTGCAAACTCTC) ในปริมาตรรวม 15 µl ประกอบด้วย DNA 75 ng, 1x PCR buffer A, 0.2 µM dNTP, 0.1u Taq DNA polymerase (Vivantis), 0.5 µM primer กำหนดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ที่อุณหภูมิ 95 °C เป็นเวลา 3 นาที ขั้นที่ 2 ที่อุณหภูมิ 95 °C เป็นเวลา 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 62 °C เป็นเวลา 40 วินาที และที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที โดยทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จำนวน 35 รอบ ขั้นที่ 3 ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 5 นาที และที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 5 นาที ตรวจผลด้วย Electrophoresis

3) เทคนิค IMP-PCR : ออกแบบไพร์เมอร์ Imp (IMP-F: GGTAAAATAGCTATTATTACAT; IMP-R: ATGTTTCA ATTGTTGCGTCTTTT) ในปริมาตรรวม 15 µl ประกอบด้วย 1x PCR buffer A, 0.2 µM dNTP, 0.1u Taq DNA polymerase (Vivantis), 0.5 µM primer กำหนดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาดังนี้ 1) 95ºC/3 นาที 2) 95ºC/30 วินาที, 55ºC/40 วินาที, 72ºC/1.30 นาที ซ้ำ 35 รอบ 3) 72ºC/5 นาที และ 25ºC/5 นาที ตรวจผลด้วย Electrophoresis และ Realtime PCR

3. ทดสอบการยับยั้งเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวในสภาพเนื้อเยื่อ

เพาะอ้อยในกระบะทรายที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ เมื่ออ้อยงอกนำไปตรวจคัดกรองโรค ใช้ต้นที่ผ่านการตรวจโรคระดับสีฟ้า (มีเชื้อน้อยกว่า 0.5 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) และสีเหลือง (มีเชื้อน้อยกว่า 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) ชักนำให้เจริญไปเป็นแคลลัส อาหารสูตร MSS II ที่มีฮอร์โมน BA 1 mg/l และ NAA 0.25 mg/l เพื่อขยายแคลลัส ตามวิธีการของศุจิรัตน์ และคณะ 2564 เมื่อต้นอ้อยมีการเจริญแตกกอมากขึ้น ทำการแยกต้นออกมาเป็นต้นเดียว นำไปเลี้ยงในอาหารขวดใหม่ นับเป็นรุ่นที่ 1 และเมื่อรุ่นที่ 1 ขยายเพิ่มจำนวนอีก จะทำการแยกต้นออกมาเป็นต้นเดียว นำไปเลี้ยงในอาหารขวดใหม่ สุ่มเก็บตัวอย่างใบจากทุกขวดในแต่ละรุ่นที่ได้ นำไปตรวจปริมาณเชื้อเชื้อไฟโตพลาสมาโดยวิธี Nested PCR แยก 1 กอจาก 1 ขวด เป็น 1 ตัวอย่าง

นำต้นอ้อยที่ผ่านการแยกเป็นต้นเดี่ยวในขวดเพราะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทดสอบด้วยการเติม culture filtrate เชื้อแบคทีเรียที่ความเข้มข้น 5 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 1 ความเข้มข้น 5%
กรรมวิธีที่ 2 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 1 ความเข้มข้น 25%
กรรมวิธีที่ 3 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 2 ความเข้มข้น 5%
กรรมวิธีที่ 4 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 2 ความเข้มข้น 25%
กรรมวิธีที่ 5 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 3 ความเข้มข้น 5%
กรรมวิธีที่ 6 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 3 ความเข้มข้น 25%
กรรมวิธีที่ 7 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 4 ความเข้มข้น 5%
กรรมวิธีที่ 8 culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท 4 ความเข้มข้น 25%
กรรมวิธีที่ 9 Tetracycline hydrochloride ความเข้มข้น 5 ppm
กรรมวิธีที่ 10 Disease control คือ ไม่เติมเชื้อแบคทีเรีย
กรรมวิธีที่ 11 Healthy control คือ ไม่เติมเชื้อแบคทีเรีย

นำอ้อยที่เลี้ยงในอาหารสูตร MSS ที่เติมและไม่เติม culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* ในความเข้มข้นต่างๆ ดูแลภายใต้สภาพปลอดเชื้อ ให้แสงนาน 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส โดยนำต้นอ้อยตรวจปริมาณเชื้อทุกสัปดาห์ และบันทึกผลการเจริญของอ้อยเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

นำต้นอ้อยที่ผ่านการแยกเป็นต้นเดี่ยวมาทดสอบเติมสารปฏิชีวนะในแต่ละความเข้ม ด้วยการทดสอบสารปฏิชีวนะ 2 ชนิด ได้แก่ Tetracycline และ Rifampicin โดยการชั่งสารละลาย 0.1 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 200 ml จะได้สารละลายที่ความเข้มข้น 500 ppm เพื่อใช้ในการเตรียมอาหารที่มีสารปฏิชีวนะ ที่มีความเข้มข้นของสาร 4 ความเข้มข้น ได้แก่ 0, 5, 25 และ 50 ppm ซึ่งมี 14 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 ที่ไม่เติมสารปฏิชีวนะ
กรรมวิธีที่ 2 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 + Tetracycline ความเข้มข้น 5 ppm
กรรมวิธีที่ 3 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 + Tetracycline ความเข้มข้น 25 ppm
กรรมวิธีที่ 4 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 + Tetracycline ความเข้มข้น 50 ppm
กรรมวิธีที่ 5 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 + Rifampicin ความเข้มข้น 5 ppm
กรรมวิธีที่ 6 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 + Rifampicin ความเข้มข้น 25 ppm
กรรมวิธีที่ 7 อ้อยปกติ + อาหารสูตร MSS1 + Rifampicin ความเข้มข้น 50 ppm
กรรมวิธีที่ 8 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 ที่ไม่เติมสารปฏิชีวนะ
กรรมวิธีที่ 9 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 + Tetracycline ความเข้มข้น 5 ppm
กรรมวิธีที่ 10 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 + Tetracycline ความเข้มข้น 25 ppm
กรรมวิธีที่ 11 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 + Tetracycline ความเข้มข้น 50 ppm
กรรมวิธีที่ 12 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 + Rifampicin ความเข้มข้น 5 ppm
กรรมวิธีที่ 13 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 + Rifampicin ความเข้มข้น 25 ppm
กรรมวิธีที่ 14 อ้อยเป็นโรค + อาหารสูตร MSS1 + Rifampicin ความเข้มข้น 50 ppm

นำต้นอ้อยเลี้ยงในอาหารสูตร MSS1 ที่เติมและไม่เติมสารปฏิชีวนะ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ดูแลภายใต้สภาพปลอดเชื้อ ให้แสง 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส โดยนำต้นอ้อยตรวจปริมาณเชื้อทุกสัปดาห์ และบันทึกผลการเจริญของอ้อยเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4. การใช้เชื้อแบคทีเรียที่มีการตรึงไนโตรเจนเพิ่มความแข็งแรงให้อ้อยที่ติดเชื้อใบขาว : การส่งเสริมการเจริญเติบโตและการควบคุมโรคใบขาวของอ้อยในสภาพโรงเรือนทดลอง ใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 (มีปริมาณเชื้อประมาณ 10 copy/µl)

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ มี 10 กรรมวิธี ดังนี้
กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุมพืชปกติ
กรรมวิธีที่ 2 แช่ท่อนพันธุ์ด้วย PGPR 3
กรรมวิธีที่ 3 แช่ท่อนพันธุ์ด้วยเชื้อ *Streptomyces* No.8
กรรมวิธีที่ 4 แช่ท่อนพันธุ์ด้วยเชื้อ *Bacillus subtilis* No.15
กรรมวิธีที่ 5 แช่ท่อนพันธุ์และราดโคนต้นด้วย PGPR 3
กรรมวิธีที่ 6 แช่ท่อนพันธุ์และราดโคนต้นด้วยเชื้อ *Streptomyces* No.8
กรรมวิธีที่ 7 แช่ท่อนพันธุ์และราดโคนต้นด้วยเชื้อ *Bacillus subtilis* No.8
กรรมวิธีที่ 8 ใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 อัตรา 4 กรัมต่อกระถาง
กรรมวิธีที่ 9 ใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 อัตรา 6 กรัมต่อกระถาง
กรรมวิธีที่ 10 กรรมวิธีควบคุมพืชเป็นโรค

นำท่อนพันธุ์อ้อยแช่ด้วยสารแขวนลอยของแบคทีเรีย ความเข้มข้น $1x10^6$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร ของแบคทีเรีย นาน 1 ชั่วโมง นำอ้อยมาปลูกด้วยวิธีการชำข้อในถุงเพาะชำ เมื่ออ้อยอายุ 30 วัน ย้ายปลูกในกระถางขนาด 15 นิ้ว พ่นสารแขวนลอยเชื้อแบคทีเรีย 6 ครั้ง กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 ทุกอายุ 30 วัน ประมาณการเจริญเติบโตและตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวเมื่ออายุ 8 เดือน

5. การตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยที่แสดงอาการใบขาวระดับต่างๆ : การตรวจวิเคราะห์ตรวจปริมาณเชื้อด้วยเทคนิค PCR ตามวิธีการของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2558) และ IMP gene
สถานที่ดำเนินการ : ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ระหว่างปี 2561-2565

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.การพัฒนาเทคนิคการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย

1) **เทคนิค LAMP** : เป็นเทคนิคที่เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายได้ในอุณหภูมิเดียว ต่างจากเทคนิค PCR ทำให้เครื่องมือที่ใช้มีราคาที่ถูกกว่ามาก ใช้การเรืองแสงหรือใช้ความขุ่นเป็นสิ่งบ่งบอกการเกิดปฏิกิริยา ทำให้ดูผลด้วยตาเปล่าได้ ใช้ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่รวดเร็ว และให้ผลผลิตของปฏิกิริยามากกว่าวิธี PCR จึงมีความไวมากกว่า (Tomlinson *et al*., 2010) ทั้งยังมีน้ำยาสำเร็จรูปจำหน่ายทั่วไป ในราคาประหยัดประมาณ 90-150 บาทต่อตัวอย่าง มีการพัฒนาใช้อย่างแพร่หลายในการตรวจโรคหลายชนิด รวมทั้งในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในพืชอื่น (Sugawara *et al*., 2012) ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาไพร์เมอร์สำหรับเทคนิค LAMP ให้เหมาะสำหรับการตรวจเชื้อ SCWL, SCGS และ SCGGS ของอ้อย โดยใช้ยีนเป้าหมาย *gro*EL พบว่าวิธีการที่ได้มีความไวสูงกว่าวิธี PCR ถึง 1000 เท่า สามารถตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาได้ในระดับที่น้อยกว่า 0.1 copy/µl (ตารางที่ 1) ซึ่งเทียบเท่ากับการตรวจด้วย nested-PCR ข้อดีของ LAMP คือ ใช้งานง่าย และไม่มีผลบวกปลอมจากการปนเปื้อนเมื่อเทียบกับวิธี nested-PCR ใช้เพียงเครื่องตรวจวัดการเรืองแสง หรือเครื่องบ่ม และอุปกรณ์ดูดจ่ายสารเท่านั้น ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเพียง 1 ชั่วโมง ใช้ดีเอ็นเอที่มีความบริสุทธิ์น้อยกว่าเนื่องจากเอ็นไซม์มีประสิทธิภาพสูงกว่า จึงใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอได้ เมื่อเทียบกับวิธีการเดิมที่ต้องใช้ดีเอ็นเอที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า จึงต้องใช้เครื่องมือจำนวนมากกว่า วิธี LAMP สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีห้องปฏิบัติการ ความเข้มข้นของเชื้อต่ำสุดที่ตรวจได้นั้นจัดเป็นระดับสีเขียว ที่จัดว่าอยู่ในปลอดภัยในระดับแปลงขยายพันธุ์ (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2562) ดังนั้น จึงสามารถใช้เป็นวิธีในตรวจคัดกรองแปลงแม่พันธุ์หรือในแปลงปลูกได้ ทั้งนี้วิธีนี้ไม่แนะนำสำหรับการใช้ตรวจคัดกรองเพื่อการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ต้องการผลตรวจที่มีความละเอียดมากขึ้น

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความไวในการตรวจวิเคราะห์ยีนเป้าหมาย *gro*EL gene และ 16S-23S rDNA ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคใบขาว

ระดับความเจือจางดีเอ็นเอ	LAMP DNA	Nested PCR (DNA)		Nested PCR (pUC1318-700 bp)		ความเข้มข้นดีเอ็นเอยีน pUC1318-700 bp (copy/µl)*
		700 bp	210 bp	700 bp	210 bp	
10^{0}	+	+	+	+	+	$4.09x10^{9}$
10^{-1}	NT	+	+	+	+	$9.75X10^{8}$
10^{-2}	+	+	+	+	+	$9.75X10^{7}$
10^{-3}	NT	+	+	+	+	$8.90X10^{6}$
10^{-4}	+	+	+	+	+	$7.46X10^{5}$
10^{-5}	NT	+	+	+	+	$6.22X10^{4}$
10^{-6}	+	+	+	+	+	$1.68X10^{3}$
10^{-7}	+	+	+	+	+	$2.66X10^{2}$
10^{-8}	+	-	+	-	+	$4.11X10^{1}$
10^{-9}	NT	-	+	-	+	$9.55X10^{0}$
10^{-10}	+	-	+	-	+	$1.27X10^{-1}$

NT: ไม่ทดสอบ + : ผลบวก - : ผลลบ * Copy number = (amount (ng)* 6.022x1023) / (length (bp) * $1x10^{9}$* 650).

2) เทคนิค one-step multiplex PCR : เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มความไวของวิธี PCR ให้ได้ใกล้เคียงกับวิธี nested-PCR เพื่อย่นระยะเวลาตรวจจาก 3-5 วันให้เหลือ 1-2 วัน และลดค่าตรวจลงครึ่งหนึ่งจากการใช้ PCR เพียงชุดเดียว ทำให้ค่าตรวจลดลงเหลือที่ 150-200 บาทต่อตัวอย่าง จาก 500-1500 บาทต่อตัวอย่าง โดยออกแบบเครื่องหมายโมเลกุลแบบใหม่ที่มีเป้าหมายที่ยีน 16S-23S rDNA ของเชื้อไฟโตพลาสมา และการพัฒนาวิธีตรวจโรคที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาของอ้อยวิธีใหม่ด้วยเทคนิค multiplex-PCR ที่ออกแบบไพรเมอร์ใหม่สามารถตรวจจำแนกเชื้อไฟโตพลาสมาได้ 3 ชนิด ได้แก่ white leaf: SCWL, grassy shoot : SCGS และ green grassy shoot : SCGGS มีชิ้นยีนขนาด 340 bp 230 bp และ 120 bp (ตารางที่ 2) การเปรียบเทียบความไวระหว่างวิธี multiplex-PCR และ nested-PCR พบว่า วิธี Nested-PCR มีความไวมากกว่าสามารถตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา ได้เจือจางถึง 10^{-11} ส่วน multiplex-PCR ที่พัฒนาขึ้นมีความไวตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาได้เจือจางถึง 10^{-6} ตรวจสอบความจำเพาะของไพรเมอร์โดยทดสอบการ cross amplification กับไฟโตรพลาสมาในพืชชนิดอื่นๆ ปัญหาของวิธี nested-PCR คือความไม่จำเพาะของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ ทำให้เกิดปัญหาแถบดีเอ็นเอรบกวนจากเชื้ออื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอย่างที่มีการติดเชื้อซ้ำซ้อน ทำให้แปลผลยาก พบว่าวิธีใหม่ที่ได้นี้สามารถแสดงตำแหน่งดีเอ็นเอเป้าหมายที่ชัดเจน ไม่พบดีเอ็นเอรบกวนจากตำแหน่งอื่น ทำให้แปลผลได้อย่างชัดเจน มีความไวในการตรวจเชื้อเป้าหมายได้เทียบเท่ากับวิธี nested-PCR แต่ใช้เวลาในการตรวจที่เร็วกว่า มีความแม่นยำสูงกว่า และราคาประหยัดกว่าวิธีการเดิมเท่าตัว เหมาะกับหน่วยตรวจที่มีห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือชีวโมเลกุลพื้นฐาน และต้องการผลที่มีความละเอียดสูงขึ้น สามารถใช้เป็นวิธีในการสุ่มตรวจตัวอย่างในแปลงแบบรวมหลายตัวอย่างได้สูงถึง 7 ตัวอย่างประเมินจากระดับการเจือจางดีเอ็นเอที่ได้ ทำให้สามารถลดค่าตรวจลงได้อีก รวมทั้ง

สามารถใช้ในการตรวจคัดกรองเชื้อในการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ โดยมีความไวในการตรวจเชื้อเป้าหมายสูงกว่าวิธี LAMP อีกถึง 10 เท่า

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความจำเพาะของเทคนิค one-steps multiplex PCR และ nested-PCR ในการตรวจวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคใบขาว

ตัวอย่าง	เทคนิค Multiplex-PCR			เทคนิค Nested-PCR	
DNA=25 ng/ul	SCWL	SCGS	SCGG	700 bp	210 bp
(ปริมาตร 3 ul)	340bp	230bp	120 bp		
101	+	+	-	-	+
102	+	-	-	-	+
103	+	-	-	+	+
104	+	+	-	+	+
105	+	-	-	-	+
106	+	+	-	-	+
107	+	-	-	-	+
108	+	-	-	+	+
109	+	-	-	-	+
111	+	-	-	-	+
112	+	-	-	-	+
113	+	-	-	-	+
114	+	-	-	-	+
115	+	-	-	-	+
116	+	-	-	-	+
117	+	-	-	-	+
118	+	-	-	-	+
119	+	-	-	-	+
120	+	-	-	-	+
Glassy shoot1	-	+	-	-	+
Glassy shoot2	-	+	-	-	+
Green glassy shoot1	-	-	+	-	+
Green glassy shoot2	-	-	+	-	+
White leaf1	+	-	-	+	+
White leaf2	+	-	-	+	+

+ : ผลบวก - : ผลลบ *

3) เทคนิคการตรวจยีน IMP : เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจปริมาณเชื้อด้วย Realtime PCR ทดแทนการตรวจยีน 16S-23S rDNA ขนาด 700 bp ที่ไม่จำเพาะต่อเชื้อ ทำให้เกิดความผิดพลาดสูงในการประมวลผลของเครื่อง ซึ่งผู้ใช้ต้องวิเคราะห์หาตำแหน่งที่แท้จริง ทำให้เกิดความล่าช้า รวมทั้งปัญหาในการตัดสินค่าเบี่ยงเบนของค่า Tm ในการทดลองนี้จึงได้พัฒนาไพร์เมอร์ตรวจจับยีน IMP ของเชื้อไฟโตพลาสมา โดยใช้ข้อมูลลำดับเบสของยีนนี้ในพืชอื่น (Kakizawa *et al*., 2009) มาทำการพัฒนาออกแบบไพร์เมอร์ใหม่ ให้สามารถตรวจจับเชื้อไฟโตพลาสมา 3 ชนิดในอ้อย ได้แก่ SCWL, SCGS, SCGGS และพัฒนาปรับขนาดผลผลิตให้เป็น 262 bp ที่เหมาะสมต่อการตรวจวิเคราะห์ด้วย Realtime PCR โดยยีนเป้าหมายมีค่า Melting temperature (Tm) ที่ 75.76°C และมีช่วงค่าที่ยอมรับได้ในการวิเคราะห์ปริมาณ IMP ระหว่าง 10-10^{10} copies/µl โดยหากเชื้อต่ำกว่านี้เครื่องจะใช้วิธีการคำนวณค่าประมาณจากกราฟมาตรฐาน (Extrapolated value) ผลการตรวจความถูกต้องและความแม่นยำของไพรเมอร์ พบว่าไพรเมอร์ของยีน IMP ที่พัฒนาได้มีความจำเพาะเจาะจง

ต่อเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยได้ดี เมื่อเทียบกับไพร์เมอร์จากชุดยีน 16S-23S rDNA จึงสามารถแก้ปัญหาความผิดพลาดในการตรวจหาเชื้อเป้าหมายด้วยวิธี Realtime PCR ได้ รายงานนี้เป็นรายงานแรกที่ทำการตรวจยีน IMP ของเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย และจะนำลำดับเบสของยีนที่ได้เข้าสู่ฐานข้อมูลสากลในลำดับต่อไป

2.ทดสอบการยับยั้งเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวในอ้อยในสภาพเนื้อเยื่อ

ประสิทธิภาพของสารปฏิชีวนะในการกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวในสภาพเนื้อเยื่ออ้อย นำต้นอ้อยที่ผ่านการแยกเป็นต้นเดี่ยวมาทดสอบเติมสารปฏิชีวนะในแต่ละความเข้ม ทดสอบสารปฏิชีวนะ 2 ชนิด ได้แก่ เตตระไซคลิน และไรแฟมพิซิน ที่มีความเข้มข้นของสาร 0, 5, 25 และ 50 ppm พบว่า สารปฏิชีวนะจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ เตตระไซคลิน และไรแฟมพิซิน ที่เข้มข้น 50 ppm สามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ในสัปดาห์ที่ 4 หลังการเติมสารทดสอบ ส่วนสาร secondary metabolite เชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลต 2 และ 3 ที่เข้มข้น 25% สามารถลดปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ในสัปดาห์ที่ 4 หลังการเติมสารทดสอบเช่นเดียวกับสารปฏิชีวนะ

3.การใช้แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน: การคัดเลือกแบคทีเรียด้วยยีน *nifH* และทดสอบความสามารถในการผลิตสารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตใบพืช เช่น IAA ทดสอบกับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ลักษณะใบเขียวที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวที่ระดับสีเหลือง มีปริมาณเชื้อประมาณ 10 copies/µl คือ อยู่ในระดับเฝ้าระวังที่สามารถปลูกได้แต่ต้องมีการจัดการแปลงที่ดี ผลการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces* No.8 *Bacillus subtilis* No.15 และ PGPR 3 ใบรูปแบบการแช่ท่อนพันธุ์และพ่นสามารถเพิ่มความสูงให้อ้อยได้ โดยเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 น้ำหนัก 4 กรัมต่อกระถาง ทุก 30 วัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 น้ำหนัก 6 กรัมต่อกระถาง ทุก 30 วัน และแบคทีเรียสามารถส่งเสริมการแตกหน่อให้อ้อยได้ดีเฉลี่ย 6-7 หน่อ แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีและกรรมวิธีควบคุมที่มีจำนวนหน่อเฉลี่ย 3-4 หน่อ ส่วนน้ำหนักสดลำหลักในกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 และแบคทีเรียสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ สอดคล้องกับปริมาณรากที่การใช้แบคทีเรียและปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มปริมาณรากในการธาตุดูดอาหารของพืชได้ ปริมาณคลอโรฟิลด์รวมการใช้เชื้อแบคทีเรียเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม จากการวัดปริมาณน้ำตาลความหวานในน้ำอ้อย พบว่า การใช้แบคทีเรียสามารถส่งเสริมให้พืชสะสมน้ำตาลในอ้อยได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่ใช้แบคทีเรียที่พ่นลงไปในดินมีแนวโน้มเพิ่มค่าอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจน (ตารางที่ 3) เมื่อตรวจปริมาณเชื้อใบขาวก่อนและหลังจากการใช้เชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้อ้อยที่ติดเชื้อใบขาว โดยปริมาณเชื้อเริ่มต้นอยู่ที่ระดับสีเหลือง มีปริมาณเชื้อประมาณ 10 copies/µl อยู่ในระดับเฝ้าระวังที่สามารถปลูกได้แต่ต้องมีการจัดการแปลงที่ดี ผลจากการใช้เชื้อแบคทีเรียแช่ท่อนพันธุ์ และพ่นทุกสัปดาห์ จำนวน 12 ครั้ง สามารถลดปริมาณเชื้อใบขาวลงเหลือในระดับสีเขียว มีปริมาณเชื้อประมาณ >0.5 copies/µl อยู่ในระดับที่ขยายพันธุ์ในแปลงได้โดยไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 6 กรัมต่อกระถาง จำนวน 6 ครั้ง ที่อายุอ้อย 8 เดือน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบข้อมูลการส่งเสริมการเจริญการเติบโตของอ้อยที่ติดเชื้อใบขาวโดยใช้แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพ

กรรมวิธี	ความสูง (ซ.ม.)	จำนวนหน่อ	น้ำหนักสดลำหลัก (กรัม)	น้ำหนักรากสด (กรัม)	คลอโรฟิล (มิลลิกรัม./กรัม)	%บริกซ์	% อินทรีย์วัตถุ	% ไนโตรเจน
ความคุมปกติ	75.67d	3.60d	340.00d	188.00d	1.32b	14.52c	1.70	0.07
Seed treatment ด้วย PGPR 3	104.60b	4.80c	435.00c	220.00c	1.47b	14.24c	2.00	0.09
Seed treatment ด้วย Strep No.8	98.40c	4.20cd	420.00c	236.00c	1.47b	14.76c	2.07	0.08
Seed treatment ด้วย *B. subtilis* No.15	97.50c	4.20cd	404.00c	232.00c	1.52b	16.04b	2.15	0.08
Seed treatment + Spray PGPR3	103.40b	7.50a	496.00b	280.00a	1.67a	18.96a	3.70	0.17
Seed treatment + Spray Strep No.8	106.58b	6.31b	500.00b	236.00c	1.63a	17.48ab	3.04	0.14
Seed treatment + Spray *B. subtilis* No.15	104.32b	5.92bc	492.00b	221.00c	1.53b	16.08b	3.10	0.10
46-0-0 4 กรัม	111.20ab	3.00e	492.00b	252.00b	1.57b	17.92ab	2.40	0.08
46-0-0 6 กรัม	123.80a	3.20de	580.00a	264.00ab	1.60ab	16.16b	2.70	0.10
ควบคุมเป็นโรค	69.00e	3.30d	356.67d	176.00e	1.23c	13.77d	1.70	0.07
C.V. (%)	29	9	23	26	18	13	-	-

Means in the same column followed by the same letter are not significant differences at p = 0.05 by DMRT.

*=Significant at p < 0.05, **=Significant at p < 0.01 ns=not significant

สรุปผลการทดลอง

การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของทั้ง 3 วิธี ที่ได้พัฒนาขึ้นในการตรวจโรคใบขาว

วิธี	การใช้ปฏิบัติงาน	ตัวอย่าง	ความเข้มข้นต่ำสุด (copy/ul)	ข้อดี	ข้อจำกัด
Loop-mediated isothermal amplification (LAMP)	ห้องปฏิบัติการ/ภาคสนาม	ใบ,ทิชชู	0.1	-มีความไวสูง -รวดเร็วใช้เวลา 1 ชั่วโมง -ใช้งานง่าย -ประหยัด -ใช้เครื่องมือน้อย -โรงงานน้ำตาลที่ไม่มีห้องปฏิบัติการใช้ได้	-เนื่องจากมีความไวสูงเสี่ยงการปนเปื้อนได้ง่าย
Regular PCR by Imp gene	ห้องปฏิบัติการ	ใบ,ทิชชู	1-10	-มีความไว -มีความจำเพาะสูงกับโรคใบขาวอ้อย -แก้ไขปัญหาผลบวกปลอม -ใช้เวลา 1 ชั่วโมงครึ่ง	-เครื่องมือราคาสูง -ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
One-step multiplex PCR	ห้องปฏิบัติการ	ใบ,ทิชชู	$2x10^2$	-มีความจำเพาะสูง -ใช้เวลา 2 ชั่วโมง -สามารถระบุชนิดเชื้อไฟโตพลาสมาสามาเหตุโรคอ้อยได้	-เครื่องมือราคาสูง -ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

การพัฒนาวิธีการใหม่ในการตรวจคัดกรองโรค ที่ตอบโจทย์การใช้งานทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับแปลง ประกอบด้วยวิธี LAMP ที่เป็นการตรวจแบบรวดเร็ว ใช้เครื่องมือจำนวนน้อย สามารถตรวจดูผลได้ด้วยตาเปล่า ในกรณีที่ไม่มีห้องปฏิบัติการ สามารถตรวจหาเชื้อ

ปริมาณเชื้อต่ำสุดที่ระดับ 0.1 copy/µl ได้ ใช้เวลาตรวจเพียง 1 -2 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับการตรวจคัดกรองในระดับแปลง แต่ไม่แนะนำให้ใช้ในการคัดกรองเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เนื่องจากความไวของวิธีการไม่เพียงพอต่อการคัดกรอง วิธี One-step multiplex PCR เป็นการพัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานในหน่วยที่มีห้องปฏิบัติการด้านชีวโมเลกุลพื้นฐาน เพื่อให้ใช้งานได้ใกล้เคียงกับวิธี nested-PCR สามารถแก้ปัญหาการผลรบกวนที่เกิดจากการปนเปื้อนเชื้ออื่นในตัวอย่างพืช และปฏิกิริยาจบในครั้งเดียว ใน 1 วัน ใช้วัสดุสิ้นเปลืองลดลงครึ่งหนึ่งของวิธี nested-PCR มีความจำเพาะต่อเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย อ่านผลได้ง่ายกว่า มีระดับปริมาณเชื้อต่ำสุดที่ตรวจได้ที่ 0.01 copy/µl สามารถใช้ตรวจเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยจากทั้ง 3 วิธีการนี้มีค่าใช้จ่ายในการตรวจที่ประมาณ 90-200 บาทต่อตัวอย่าง จากความไวของวิธีการ ทำให้สามารถรวมตัวอย่างในการตรวจได้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายได้ การรวมตัวอย่างไม่ควรเกิน 5-7 ตัวอย่าง เพื่อให้ยังคงมีดีเอ็นเอพืชในปริมาณที่วิธีการสามารถตรวจจับได้ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ใช้ปฏิกิริยาครั้งเดียว รายงานนี้เป็นรายงานแรกที่มีการพัฒนาไพรเมอร์แบบใหม่และขบวนการเพิ่มปริมาณแบบใหม่ที่เทียบเท่า nested-PCR ได้แต่ประหยัด แม่นยำ และรวดเร็วกว่าเท่าตัว อีกทั้งยังได้พัฒนาวิธีการใหม่ในการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย qPCR ที่แก้ปัญหาวิธีการเดิม และเป็นรายงานแรกที่มีการตรวจจับยีน Imp ของเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย โดยลำดับเบสของยีนจะนำเข้าบันทึกในฐานข้อมูลสากล

การขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมักประสบปัญหาการเกิดใบขาวในต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทั้งในระยะปลูกในโรงเรือนและในไร่ แม้ต้นแม่พันธุ์ที่นำมาใช้ได้ผ่านการตรวจคัดกรองโรคใบขาวก่อนนำไปขยายพันธุ์ ซึ่งการใช้สารมาการกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวในสภาพเนื้อเยื่ออ้อยจึงมีความจำเป็น พบว่า เตตระไซคลิน และไรแฟมพิซิน ความเข้มข้น 50 ppm และสาร secondary metabolite เชื้อ Streptomyces ความเข้มข้น 25% สามารถลดปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ในสัปดาห์ที่ 4

การลดผลกระทบของอ้อยที่ติดเชื้อใบขาวโดยการใช้เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน จากข้อมูลผลการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาวในระดับเชื้อประมาณ 100 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม เป็นระดับเชื้อที่สามารถชักนำให้เกิดอาการใบขาวได้ในสภาวะเครียด ซึ่งประกอบด้วย สภาพแวดล้อม ดิน สภาวะแล้ง แต่พืชสามารถฟื้นตัวได้หากมีเชื้อในระดับนี้ หากสามารถลดสภาวะเครียดในพืช โดยการเพิ่มความแข็งแรงภายในพืชด้วยวิธีการต่างๆ เช่นการใช้เชื้อแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ และยังสารมารถผลิตฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบ เช่น IAA ได้ จะทำให้พืชสามารถควบคุมระดับความรุนแรงของโรคใบขาวได้ ทำให้การควบคุมโรคมรประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนยั่งยืน

การนำไปใช้ประโยชน์

1. เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นทั้งหมดสามารถนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพการผลิตท่อนพันธุ์สะอาดในแปลงแม่พันธุ์ สำหรับการขึ้นทะเบียนผู้ขายพันธุ์อ้อย และสำหรับโรงงานน้ำตาลที่ใช้ในการคัดกรองแปลงแม่พันธุ์จากกลุ่มเกษตรกรเครือข่าย รวมทั้งสำหรับสำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้ความรุนแรงของโรคลดลงไปได้อย่างต่อเนื่อง สามารถไว้ตอได้มากกว่า 2-3 ตอ ในแหล่งที่มีการระบาดรุนแรง ทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรลดลงได้

2. ตีพิมพ์ เผยแพร่ ผลงาน ดังนี้ :

1) ในงานประชุมวิชาการนานาชาติ The International Sugar and Sugarcane Conference เรื่อง A new efficient and rapid method for detection of the phytoplasma associated with sugarcane disease based on *groEL* gene and the loop-mediated isothermal amplification (LAMP) system วันที่ 31 กรกฎาคม – 2 สิงหาคม 2562 ณ โรงแรม ดุสิตธานี พัทยา ชลบุรี

2) Thailand Research Expo: Symposium 2020 ภาคโปสเตอร์ เรื่อง วิธีการตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วโดยการตรวจยีน *groEL* ด้วยทคนิค loop-mediated isothermal amplification (LAMP) ในงานมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2563. กทม.

3) ในวารสารแก่นเกษตร ปีที่ 49 ฉบับเพิ่มเติม 1 2564 เรื่อง การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวในอ้อยด้วยยีน *Imp* หน้า 265-271

4) ในวารสารแก่นเกษตร ปีที่ 51 ฉบับเพิ่มเติม 1 2566 เรื่อง การพัฒนาเทคนิค Multiplex-PCR ในการจำแนกเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว โรคใบขาวแตกกอฝอย และโรคกอตะไคร้อ้อยในครั้งเดียว หน้า 637-645

3. วิธีตรวจคัดกรองโรคได้ใช้โครงการวิจัยปี 2559-2565 หลายโครงการ เช่น

1) โครงการวิจัยต้นแบบการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน เป็นโครงการจากเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร ของกรมวิชาการเกษตร โดยผลิตพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตรให้ปลอดโรคใบขาว จำนวน 4 พันธุ์ ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ระหว่างปี 2561 – 2564 พบว่า ได้ต้นแบบเบื้องต้นในการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวอย่างยั่งยืน โดยได้ตรวจเชื้อสาเหตุโรคของต้นกล้าเป็นรายต้น ในต้นแม้ที่อายุ 6 เดือนและ 10 เดือน และตรวจยืนยันผลจากอ้อยชำข้อและอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นแม้ โดยโครงการสามารถผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคได้ จำนวน 4 พันธุ์ คือ ขอนแก่น 3 สุพรรณบุรี 50 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 ปลูก พันธุ์ละอย่างน้อย 10 ต้น และได้ใช้แม่พันธุ์อ้อยปลอดโรค คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 ผลิตขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดอ่อน จำนวน 10,000 ต้น และผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดส่งมอบให้เกษตรกรในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 5 ราย และหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตร 2 หน่วยงาน เพื่อผลิตเป็นต้นพันธุ์สะอาดกระจายในพื้นที่เพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวต่อไป

2) โครงการการแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคใบขาวอ้อยแบบบูรณาการ ดำเนินงานวิจัยในปี 2562-2564 โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่นร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม ได้นำวิธีการตรวจโรคใบขาวไปใช้ในโครงการแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคใบขาวอ้อยแบบบูรณาการ ระยะที่ 1 ปีงบประมาณ 2562 ได้มีการคัดกรองท่อนพันธุ์อ้อยที่ปลอดโรคและผลิตต้นกล้าพันธุ์อ้อยปลอดโรค โดยกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออย่างน้อย 100,000 ต้น ซึ่งเป็นต้นกล้าพันธุ์อ้อยสะอาด ในระยะของการอนุบาลไว้ในโรงเรือน ระยะที่ 2 ปีงบประมาณ 2563 ได้มีการจัดทำแปลงสาธิตพันธุ์หลักอ้อยสะอาดจากอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของโครงการฯ ระยะที่ 1 จำนวน 10 แปลง รวมพื้นที่ปลูกทั้งหมด 55 ไร่ ดำเนินการเพิ่มปริมาณพันธุ์อ้อยสะอาด โดยวิธีการชำข้อตา จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 30,000 ข้อตา และมีกระบวนการสุ่มตรวจหาเชื้อสาเหตุโรคใบขาวเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง ส่งมอบอ้อยชำข้อตาให้แก่กลุ่มเครือข่าย จำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละไม่น้อยกว่า 6,000 ข้อตา จัดทำแปลงอ้อยสะอาด กลุ่มละ 1 แปลง เป็นพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3 ไร่ รวมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 15 ไร่ ถ่ายทอดความรู้การแก้ไขปัญหาโรคใบขาวอ้อยให้แก่เจ้าหน้าที่ส่งเสริม เกษตรกรชาวไร่อ้อย และผู้ที่

เกี่ยวข้อง โดยการศึกษาดูงาน เรียนรู้จริงจากแปลงอ้อยที่ดำเนินการตาม รวมจำนวนไม่น้อยกว่า 1,000 คน ระยะที่ 3 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 แก้ไขปัญหาการระบาดของโรคใบขาวอ้อยที่มีเครือข่ายของเกษตรกรชาวไร่อ้อยและโรงงานน้ำตาล จัดทำแปลงขยายพันธุ์อ้อยสะอาดวิถีใหม่ของสมาชิกของแต่ละกลุ่มเครือข่าย ในโครงการฯ ระยะที่ 3 ได้จำนวนรวม 101 แปลง มีพื้นที่ทั้งหมด 501 ไร่ ผลผลิตประมาณ 7,177.6 ตัน โดยให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยมีส่วนร่วมหลักในการจัดทำแปลงสาธิตสำหรับการผลิตพันธุ์หลักอ้อยสะอาดภายใต้การประสานงานของโรงงานน้ำตาล และการสนับสนุนของภาคราชการ โดยมีกระบวนการผลิตที่นำองค์ความรู้ในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวของอ้อยมาประยุกต์ใช้ ซึ่งเกษตรกรชาวไร่อ้อยสามารถขยายผลในการนำพันธุ์อ้อยจากแปลงสาธิตนี้กระจายสู่ระบบปลูกอ้อยเป็นแปลงพันธุ์ขยายต่อไปในวงกว้าง นอกจากนี้ มีการสร้างความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อยในเครือข่าย ให้เกิดภาพของกลุ่มเกษตรกรชาวไร่อ้อยต้นแบบเพื่อแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคใบขาวอ้อย และสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อยอื่นๆ และผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไปได้ โดยการดำเนินงานมีการถ่ายทอดความรู้ การอบรมเชิงปฏิบัติการ และการสาธิตให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยได้เห็นด้วยตนเอง ให้เกิดการเรียนรู้และการตระหนักรู้ถึงปัญหาและความสำคัญของโรคใบขาวอ้อย เพื่อให้เกิดการบูรณาการการแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคใบขาวอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืนและเกิดความร่วมมือในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อยในแปลงปลูกอย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) โครงการความร่วมมือกับศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศญี่ปุ่น (JIRCAS) โครงการ Development of breeding technologies for effective utilization of wild germplasm เรื่อง Development of evaluation method of tolerance to sugarcane white leaf disease in sugarcane breeding materials กำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัย ระหว่างปี 2564-2568 ได้นำวิธีการตรวจโรคใบขาวมาใช้ตรวจการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยจักจั่นลายจุดแมลงพาหะนำโรคใบขาวอ้อยเพื่อใช้เป็นต้นแม่พันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยต่อไป

4) โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูอ้อย กำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัย ระหว่างปี 2565-2567 นำวิธีการตรวจโรคใบขาวมาใช้ตรวจปริมาณเชื้อและเปรียบเทียบกับวิธีการที่ถูกพัฒนาขึ้นใหม่

4.เทคนิคการตรวจโรคที่พัฒนาขึ้นมีการถ่ายทอดให้แก่ นักวิชาการ นักวิชาการและเจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาล ดังนี้

1) เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลเกษตรไทย จำนวน 3 ครั้ง ผู้เข้าร่วมครั้งละ 30 ราย โรงงานน้ำตาลภาคตะวันออก จำนวน 1 ครั้ง ผู้เข้าร่วมจำนวน 10 ราย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี 2 ครั้ง ผู้เข้าร่วมจำนวน 10 ราย

2) นักวิจัยศูนย์ขยายพันธุ์พืชเขตที่ 10 อุดรธานี ของกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวนผู้เข้าร่วม 3 ราย ครั้งที่ 2 ผู้เข้าร่วมจำนวน 30 ราย

3) นักวิจัยจากสำนักงานอ้อยและน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม ทั้ง 4 เขต ได้แก่ ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคที่ 1 (ศอภ.1) จังหวัดกาญจนบุรี ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคที่ 2 (ศอภ.2) จังหวัดกำแพงเพชร ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคที่ 3 (ศอภ.3) จังหวัดชลบุรีศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคที่ 4 (ศอภ.4) จังหวัดอุดรธานี ผู้เข้าร่วม 100 ราย

เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ธงชัย ตั้งเปรมศรี ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วันทนา ตั้งเปรมศรี นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย และเกษม ชูสอน. 2553. การจัดการสมดุลธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มความทนทานของอ้อยที่มีต่อโรคใบขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 302-304. *ใน*: รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ประจำปี 2553. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่.

นิลุบล ทวีกุล. 2555. การจัดการโรคใบขาวอ้อย. หน้า 319-369. *ใน*: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น.

พรทิพย์ วงศ์แก้ว. 2542. การจัดการโรคใบขาวของอ้อย. โครงการจัดการโรคใบขาวของอ้อย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการผลิตและการบริการ. ขอนแก่นพิมพ์พัฒนาจำกัด ขอนแก่น. 228 หน้า.

ยุพา หาญบุญทรง วรรณภา ฤทธุสนธิ์ และ ชุตินันท์ ชูสาย. 2548. การตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยในเพลี้ยจักจั่นและการถ่ายทอดโรคโดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล. *วารสารวิจัย มข*. 10(1): 13-21.

วันทนา เลิศศิริวรกุล อมฤต วงษ์ศิริ ศิริรัตน์ เถื่อนสมบัติ วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ อุดม วงศ์ชนะภัย มนตรี ปานตู และธรรมรัตน์ ทองมี. 2564. การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว. รายงานความก้าวหน้า โครงการวิจัยและพัฒนาการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อยประจำปี 2563. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 69-89.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ สุนี ศรีสิงห์ ปิยะดา ธีระกุลพิสุทธิ์. 2555. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อไฟโตพลาสมาที่ก่อโรคในอ้อยและหญ้าบางชนิดของประเทศไทย จากลำดับนิวคลิโอไทด์บริเวณ 16S-23S rRNA intergenic spacer region. *ว. แก่นเกษตร*. 40 (ฉบับพิเศษ) 3: 231-240.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วีรกรณ์ แสงไสย์ และ อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์. 2562. การศึกษาผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาว. รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด ประจำปี 2562. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายและมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2564. คู่มือ การจัดทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดวิถีใหม่และการรับรองแปลงพันธุ์อ้อยสะอาด. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม. จำนวน 85 หน้า.

Bertaccini A, Duduk, B., Paltrinieri, S., and Contaldo. N. 2014. Phytoplasmas and phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture. *Am J Plant Sci*. 5:1763–1788.

Christensen, N.M., Nicolaisen, M., Hansen, M. and Schulz, A. 2004. "Distribution of phytoplasmas in infected plants as revealed by real time PCR and bioimaging". Molecular Plant-Microbe Interactions. 17 (11): 1175–1184. doi:10.1094/MPMI.2004.17.11.1175. PMID 15553243

Kakizawa, S., Oshima, K., Ishii, Y., Hoshi, A., Maejima, K., Jung, H.Y., Yamaji, Y., Namba, S. 2009. Cloning of immunodominant membrane protein genes of phytoplasmas and their in planta expression. FEMS Microbiology Lett; 293.

Khumla, N., Sakuanrungsirikul, S., Punpee, P., Haman, T., Chaisan, T., Soulard, L and Songsri, P. 2021. Sugarcane Breeding, Germplasm Development and Supporting Genetics Research in Thailand. Sugar Tech. https://doi.org/10.1007/s12355-021-00996.

Krejcie, R. V. and Morgan, D. W. 1970. Determining sample sizes for research activities. Educational and Psychological Measurement. 30, 607-610.

Sakuanrungsirikul, S. 2019. Sugarcane White Leaf Disease and the Sustainable Disease Management. Paper presented at the 4th Meeting of ASEAN Sugar Alliance. 17-18 June 2019. Ho Chi Minh City, Vietnam.

Sakuanrungsirikul, S., Wongwarat, T., Sankot, S., Kawabe, K., Kobori, Y. and Ando, S. 2013. Sugarcane white leaf and sugarcane grassy shoot diseases in Thailand and the detection methods. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 28, 2013.

Sugawara, K., Himeno, M., Keima, T., Kitazawa, Y., Maejima, K., Oshima, K. and Namba, S. 2012. Rapid and reliable detection of phytoplasma by loop-mediated isothermal amplification targeting a housekeeping gene. *J Gen Plant Pathol*. 78: 389–397.

Tomlinson, J.A., Dickinson, M.J. and Boonham, N. 2010. Detection of *Botrytiscinerea* by loop-mediated isothermal amplification. Lett. Appl. Microbiol. 51, 650–657.

การเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนในดินโดยใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ

Increasing efficiency of soil carbon sequestration by using aired fermented compost

วันทนา เลิศศิริวรกุล[1/] ชยันต์ ภักดีไทย[1/] เนติรัฐ ชุมสุวรรณ[1/]
ช่ออ้อย กาฬภักดี[2/] ศิริพร อินเนตร[1/] นทิตา กันเมล์[1/]
Wantana Lertsiriworakul[1/] Chayant Pakdeethai[1/] Netirat Chumsuvan[1/]
Choauy Kanpakdee[2/] Siriporn Innate[1/] Natita Kanmail[1/]

ABSTRACT

The objective of this research was to Study on the use of aired fermented compost to increase the efficiency of soil carbon sequestration. by study in organic sugarcane trial of Khon Kaen Field Crops Research Center in 2022. Procedures include: organic sugarcane plantation and aired fermented compost production, aired fermented compost analysis, soil analysis at 0-30 centimeters from soil surface before apply aired fermented compost in order to calculate soil carbon sequestration before and after apply aired fermented compost. Which calculated from soil management and organic matter adding under T-VER-S-METH-13-05 and follow T-VER-S-TOOL-01-02. It was found that value of soil carbon sequestration has 0.74 tons carbon per rai or about 2.73 tons CO_2 equivalent per rai per year before apply aired fermented compost, but value of soil carbon sequestration have 1.07 tons carbon per rai or about 3.93 tons CO_2 equivalent per rai per year after apply aired fermented compost. The use of aired fermented compost in organic sugarcane production yields high sugarcane cultivation. The Khon Kaen 3 variety yielded the highest sugarcane at 22.58 tons per rai. The next high yield was Uthong 15 and Suphanburi 80 with average yields of 19.45 and 19.15 tons per rai. Using aired fermented compost can increase soil carbon sequestration by 1.2 tons CO_2 equivalent per rai per year.

Keywords: aired fermented compost, soil carbon sequestration

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น 180 ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
[1/]Khon Kaen Field Crop Research Center, 180 Mittraphap Road, Muang District, Khon Kaen Province, 40000
[2/]ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี 159 หมู่ 10 ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี 72160
[2/]Suphan buri Field Crops Research Center, 159 Mu 10 Tambol Jorakesamphan, Utong District, Suphan buri Province, 72160

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศในการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยดำเนินการในแปลงทดลองอ้อยอินทรีย์ ของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในปี 2565 ขั้นตอนการดำเนินการ ได้แก่ การปลูกอ้อยอินทรีย์และการทำปุ๋ยหมักเติมอากาศ การวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักฯ วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและวิเคราะห์ความหนาแน่นของดินแปลงทดลองอ้อยอินทรีย์ที่ระดับ 0-30 เซนติเมตร ก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ เพื่อนำไปคำนวณปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ โดยคำนวณจากกิจกรรมการจัดการดินและการใส่อินทรียวัตถุ ภายใต้ T-VER-S-METH-13-05 ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร ดำเนินการตามเครื่องมือการคำนวณ T-VER-S-TOOL-01-02 ผลการศึกษาพบว่าก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีการสะสมคาร์บอนในดิน 0.74 ตันคาร์บอนต่อไร่ หรือคิดเป็น 2.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี หลังจากการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีการสะสมคาร์บอนในดิน 1.07 ตันคาร์บอนต่อไร่ หรือคิดเป็น 3.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี การใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศกับการผลิตอ้อยอินทรีย์ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูง โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตอ้อยสูงที่สุด 22.58 ตันต่อไร่ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมา ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 15 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.45 และ 19.15 ตันต่อไร่ การผลิตอ้อยโดยใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศสามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้ 1.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมักเติมอากาศ การกักเก็บคาร์บอนในดิน

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกและมหาสมุทรสูงขึ้น มีสาเหตุจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทั้งภาคอุตสาหกรรมและเกษตร ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) เป็นต้น ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้เกิดจากปรากฏการณ์หรือกระบวนการทางธรรมชาติและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศมากที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ 372,716.86 $GgCO_2eq$ ภาคพลังงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 260,772.69 $GgCO_2eq$ หรือร้อยละ 69.96 รองลงมาคือภาคเกษตรปล่อยก๊าซเรือนกระจก 56,766.32 $GgCO_2eq$ หรือร้อยละ 15.23 ภาคอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 38,301.21 $GgCO_2eq$ หรือร้อยละ 10.28 และภาคของเสีย 16,876.64 $GgCO_2eq$ หรือร้อยละ 4.53 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566)

การกักเก็บคาร์บอนในดิน (soil carbon sequestration) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศมากักเก็บไว้ในดิน เพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศไปเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลงสารอินทรีย์เหล่านั้นจะถูกย่อยสลาย ส่วนที่ย่อยสลายยากจะเหลือตกค้างอยู่ในดินในรูปของฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอินทรียวัตถุ (Lal, 2004; Lal *et al*., 2007; Yonekura *et al*., 2010) การ

กักเก็บคาร์บอนไว้ในดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เนื่องจากดินเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ ดินจึงมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนจากบรรยากาศ และช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำเกิดสภาวะโลกร้อน (global warming)

การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตพืชเป็นวิธีการที่สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อย อุเทน และภูวดล (2559) อ้างโดย ไอลดา และคณะ (2561) รายงานว่าเม็ดดินที่เกิดจากการเชื่อมอนุภาคด้วยอินทรียวัตถุหรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุจะทำให้เม็ดดินมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรมจึงมีบทบาทในด้านการเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่เกิดจากคาร์บอนในมวลชีวภาพบนพื้นดินและในดินจากเศษซากพืชที่เน่าเปื่อยและย่อยสลาย สำหรับปุ๋ยหมักเติมอากาศเป็นกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักรูปแบบหนึ่งที่เน้นการผสมรวมกันระหว่างวัสดุอินทรีย์ที่ให้คาร์บอนและไนโตรเจนในสัดส่วนที่เหมาะสม มีการพัฒนาระบบเติมอากาศมาทดแทนการกลับกองปุ๋ยทำการควบคุมสภาพภายในกองปุ๋ยให้เป็นสภาพที่มีอากาศอย่างเหมาะสมเพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีในกองปุ๋ยตามธรรมชาติ เมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์แล้ววัสดุอินทรีย์จะแปรสภาพเป็นปุ๋ยหมักซึ่งมีลักษณะสีดำคล้ำหรือสีน้ำตาลปนดำไม่มีกลิ่น เนื่องจากสารอินทรีย์ได้แปรสภาพเป็นสารอนินทรีย์หรือธาตุอาหารพืชในรูปอิออนที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้โดยตรง

การคำนวณการสะสมคาร์บอนในดินนั้น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ได้กำหนดการคำนวณจากกิจกรรมการจัดการดินและการใส่อินทรียวัตถุ ภายใต้ T-VER-S-METH-13-05 ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร (Good Fertilization Practice in Agricultural Land) และดำเนินการตามเครื่องมือการคำนวณ T-VER-S-TOOL-01-02 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2566) การกักเก็บคาร์บอนในดินคำนวนจากความแตกต่างของปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบของปุ๋ยหมักเติมอากาศที่ถูกนำมาใช้ในแปลงทดลองอ้อยอินทรีย์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศในการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนในดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุทำปุ๋ยหมักเติมอากาศ ได้แก่ มูลไก่แกลบ มูลวัว เศษซากปอเทือง
2. โรงผลิตปุ๋ยหมักเติมอากาศ
3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปุ๋ยหมักเติมอากาศ
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample สว่านเก็บตัวอย่างดิน ถุงพลาสติก เก็บตัวอย่างดิน
5. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน
6. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 สุพรรณบุรี 80 LK92-11 และขอนแก่น 3

วิธีการ

ดำเนินการปลูกอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 สุพรรณบุรี 80 LK92-11 และขอนแก่น 3 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศให้อ้อยได้รับปริมาณธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดิน อ้างอิงตามคำแนะนำของกรม

วิชาการเกษตร(กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา,2563) เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน วิเคราะห์การเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนในดินโดยใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศจากแปลงทดลองอ้อยอินทรีย์ ของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในปี 2565 การเตรียมปุ๋ยหมักเติมอากาศ โดยนำมูลไก่แกลบ มูลวัว และเศษซากปอเทืองมาหมักในสัดส่วน 2:2:1 โดยน้ำหนัก คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน รดน้ำให้มีความชื้น 60% ใช้เครื่องเป่าลมเติมอากาศให้กับกองปุ๋ยหมักที่ควบคุมด้วยนาฬิกาอัตโนมัติ โดยมีรอบการเปิด 1 ชั่วโมง ปิด 3 ชั่วโมง วันละ 6 รอบ รวมเปิดวันละ 6 ชั่วโมง และปิดวันละ 18 ชั่วโมง พ่นน้ำด้านบนของกองปุ๋ยให้ชุ่มทุกๆ 7 วัน เมื่อครบ 30 วัน นำปุ๋ยออกมาวางกระจายเป็นกองเล็กๆ ขนาดกว้าง 1.5 เมตร สูง 50 เซนติเมตร ความยาวขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ เพื่อรอให้ปุ๋ยหมักย่อยสลายสมบูรณ์อีก 30-45 วัน จึงนำไปใช้ได้ เก็บตัวอย่างดินแปลงทดลองอ้อยอินทรีย์ก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศที่ระดับ 0-30 ซม. นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และวัดค่าความหนาแน่นของดิน แล้วคำนวนปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ จากสูตร (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2566)

$$SOC_0 = SOC_{ref} \times F_{LU_0} \times F_{MG_0} \times F_{I_0} \times Ax \frac{44}{12}$$

เมื่อ SOC_0 = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

SOC_{ref} = ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

F_{LU_0} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ กำหนดเป็น 0.48 ในกรณีที่ เป็นพื้นที่เพาะปลูกระยะยาว มีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป มีการปลูกพืชไร่ที่มีการจัดการอย่างต่อเนื่องมากกว่า 20 ปี โดยพืชส่วนใหญ่เป็นพืชปีเดียว (annual crop)

F_{MG_0} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ กำหนดเป็น 1.00 ในกรณีที่มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบ ตามการดำเนินงานปกติ

F_{I_0} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ กำหนดเป็น 1.00 ในกรณีที่ พื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในพื้นที่

A = พื้นที่โครงการ (ไร่) กำหนดในกรณีศึกษาจำนวน 1 ไร่

$\frac{44}{12}$ = มวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน เพื่อแปลงหน่วยจากตันคาร์บอนเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์

และ $$SOC_t = SOC_{ref} \times F_{LU_t} \times F_{MG_t} \times F_{I_t} \times Ax \frac{44}{12}$$

เมื่อ SOC_t = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินหลังดำเนินโครงการของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

SOC_{ref} = ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินหลังเริ่มโครงการจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

F_{LU_t} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน ในปีที่ t กำหนดเป็น 0.48 ในกรณีที่ เป็นพื้นที่เพาะปลูกระยะยาว มีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป มีการปลูกพืชไร่ที่มีการจัดการอย่างต่อเนื่องมากกว่า 20 ปี โดยพืชส่วนใหญ่เป็นพืชปีเดียว (annual crop)

F_{MG_t} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน ในปีที่ t กำหนดเป็น 1.00 ในกรณีที่มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบ ตามการดำเนินงานปกติ

F_{I_t} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน ในปีที่ t กำหนดเป็น 1.44 ในกรณีที่มีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป พื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในพื้นที่ และมีการ ใส่เพิ่มมากกว่าระดับปานกลาง หรือเป็นการจัดการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินและใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ด้วย

A = พื้นที่โครงการ (ไร่) กำหนดในกรณีศึกษาจำนวน 1 ไร่

$\frac{44}{12}$ = มวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน เพื่อแปลงหน่วยจากตันคาร์บอนเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์

t = ปีที่ดำเนินการติดตามประเมินผล กำหนดในกรณีศึกษาจำนวน 1 ปี

และ คำนวณการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมของโครงการ ดังสมการ

$$\Delta SOC = SOC_t - SOC_0$$

เมื่อ ΔSOC = ปริมาณการสะสมคาร์บอนในดิน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

SOC_0 = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์)

SOC_t = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินหลังเริ่มดำเนินโครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณสมบัติของปุ๋ยหมักเติมอากาศ

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักเติมอากาศ พบว่ามีความชื้นเฉลี่ย 20% มีความเป็นกรด-ด่าง 8.6 มีปริมาณไนโตรเจน 2.22 % ฟอสเฟต 2.9 % โพแทช 3.97 % มีปริมาณอินทรียวัตถุ 50.87 % และมี C/N Ratio 13/1 และมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 1)

คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการศึกษา

คุณสมบัติดินจากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินแปลงทดลองอ้อยอินทรีย์ก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศในระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีผลการวิเคราะห์ดิน ดังนี้ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าความหนาแน่นดิน 1.53 กรัม

ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากค่าวิเคราะห์ดินพบว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากมีความจำเป็นต้องจัดการธาตุอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของอ้อย ทำการใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศเทียบเคียงกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตอ้อย และนำค่าปริมาณอินทรียวัตถุ และความหนาแน่นดินไปคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินต่อไป (ตารางที่ 2)

ผลผลิตอ้อยปลูก

เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกที่อายุ 12 เดือน ผลผลิตอ้อยปลูกมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตอ้อยสูงที่สุด 22.58 ตันต่อไร่ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมา ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 15 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.45 และ 19.15 ตันต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ขอนแก่น 3 พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำสำหรับการผลิตในระบบอินทรีย์ คือพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ อู่ทอง 17 โดยให้ผลผลิต 15.95 และ 15.65 ตันต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด คือพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาล 2.59 ตันซีซีเอสต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์อู่ทอง 15 ให้ผลผลิตน้ำตาล 2.2 ตันซีซีเอสต่อไร่ สำหรับพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ให้ผลผลิตน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์สูง 2.01 และ 1.96 ตันซีซีเอสต่อไร่ โดยอ้อยทั้ง 3 พันธุ์ดังกล่าวให้ผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ขอนแก่น 3 ส่วนพันธุ์อู่ทอง 17 ให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด 1.79 ตันซีซีเอสต่อไร่ (ตารางที่ 3)

การสะสมคาร์บอนในดินจากการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ

1. ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

1.1. ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ มีค่าเท่ากับ 1.55 ตันคาร์บอนต่อไร่

1.2. ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน ก่อนเริ่มใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ กำหนดเป็น 0.48 ในกรณีที่เป็นพื้นที่เพาะปลูกระยะยาว มีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป มีการปลูกพืชไร่(อ้อย) ที่มีการจัดการอย่างต่อเนื่องมากกว่า 20 ปี โดยส่วนใหญ่เป็นพืชปีเดียว (annual crop)

1.3. ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน ก่อนเริ่มใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ กำหนดเป็น 1.00 ในกรณีที่มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบตามการดำเนินงานปกติ

1.4. ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน ก่อนเริ่มใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ กำหนดเป็น 1.00 ในกรณีที่พื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในพื้นที่ เนื่องจากเป็นพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในแปลงทดลอง หากมีการนำเศษซากพืชออกจะมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมในพื้นที่ปลูก และมีการปลูกปอเทืองในระหว่างรอบของการปลูกพืช

2. ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินหลังใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

2.1. ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ มีค่าเท่ากับ 1.55 ตันคาร์บอนต่อไร่

2.2. ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน ในปีที่ 1 หลังการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ กำหนดเป็น 0.48 ในกรณีที่ เป็นพื้นที่เพาะปลูกระยะยาว มีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป มีการปลูกพืชไร่(อ้อย) ที่มีการจัดการอย่างต่อเนื่องมากกว่า 20 ปี โดยส่วนใหญ่เป็นพืชปีเดียว (annual crop)

2.3. ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน ในปีที่ 1 หลังการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ กำหนดเป็น 1.00 ในกรณีที่มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบ ตามการดำเนินงานปกติ

2.4. ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน ในปีที่ 1 หลังการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ กำหนดเป็น 1.44 ในกรณีที่มีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป พื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในพื้นที่ และมีการใส่เพิ่มมากกว่าระดับปานกลาง มีการจัดการโดยการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้แก่การปลูกปอเทือง และมีการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ด้วย

การสะสมคาร์บอนในดินจากการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ

จากตารางที่ 4 ก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีการสะสมคาร์บอนในดิน 0.74 ตันคาร์บอนต่อไร่ หรือคิดเป็น 2.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี หลังจากการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีการสะสมคาร์บอนในดิน 1.07 ตันคาร์บอนต่อไร่ หรือคิดเป็น 3.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี การใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศสามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้ 1.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงที่สรุปแนวทางในการกักเก็บคาร์บอนในดินไว้ว่าสามารถทำได้โดยการใส่วัสดุอินทรีย์ เช่น ฟางข้าว เศษใบไม้ต่างๆลงไปในดิน นอกจากนี้ยังมีแนวทางอื่นๆที่สามารถเพิ่มกักเก็บคาร์บอนในดิน ได้แก่ การลดการไถพรวนในการเตรียมพื้นที่ปลูกพืช การไม่เผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร การใช้ปุ๋ยและการจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม เช่น ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ การปลูกพืชหมุนเวียนโดยใช้พืชตระกูลถั่ว และการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) เป็นต้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2565)

สรุปผลการทดลอง

การใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศในการผลิตอ้อยอินทรีย์พบว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตอ้อยสูงที่สุด 22.58 ตันต่อไร่ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมา ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 15 และพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.45 และ 19.15 ตันต่อไร่ และเมื่อคำนวณการสะสมคาร์บอนในดินตามเงื่อนไขของ T-VER-S-TOOL-01-02 พบว่าก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีการสะสมคาร์บอนในดิน 0.74 ตันคาร์บอนต่อไร่ หรือคิดเป็น 2.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี หลังจากการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีการสะสมคาร์บอนในดิน 1.07 ตันคาร์บอนต่อไร่ หรือคิดเป็น 3.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี ดังนั้นหากมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอ้อยเป็นการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ นอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตแล้วยังสามารถเพิ่มปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินได้ 1.20 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถนำมาคิดเป็นคาร์บอนเครดิตได้

คำขอบคุณ

คณะนักวิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยหมักเติมอากาศ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร . 2563. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตอ้อย. เอกสารแผ่นพับ

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2565. การกักเก็บคาร์บอนในดินกับสภาวะโลกร้อน. https://www.hrdi.or.th/articles/Detail/1541. สืบค้นวันที่ 30 กรกฎาคม 2566.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2566. Thailand fourth biennial update report. 126 หน้า.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2566. T-VER-S-TOOL-01-02 การคำนวณการสะสมคาร์บอนในดิน (Calculation for Soil Carbon) ฉบับที่ 1. https://ghgreduction.tgo.or.th/th/tver-method/tver-tool/for-agr/download/5653/3452/23.html. สืบค้น วันที่ 30 กรกฎาคม 2566.

ไอลดา จำปาทอง ปุญญิศา ตระกูลยิ่งเจริญ และ กุมุท สังขศิลา. อิทธิพลระยะยาวของการใส่วัสดุอินทรีย์ต่อการกระจายขนาดของเม็ดดินและอินทรียวัตถุในดินที่ปลูกอ้อย. วารสารดินและปุ๋ย. ปีที่ 40 เล่มที่ 1 : 7-16

Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. Geoderma 123: 1-22.

Lal, R., R.F. Follett, B.A. Stewart and J.M. Kimble. 2007. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change and Advance Food Security. Soil Science 172 (12): 943-956.

Yonekura, Y.S.O, Y. Kiyono, D. Aksa, K. Morisada, N. Tanaka and M. Kanzaki. 2010. Changes in Soil Carbon Stock After Deforestation and Subsequent Establishment Of “Imperata” Grassland In The Asian Humid Tropics. Plant Soil. 329: 495-507.

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักเติมอากาศ

รายการวิเคราะห์	Moisture (%)	pH	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	E.C. (EC;dS/m)	O.M. (%)	C/N Ratio
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	20	8.6	2.22	2.90	3.97	8.075	50.87	13/1
ค่ามาตรฐาน	<30	5.5-8.5	>1	> 0.5	> 0.5	<10	>30	<20/1

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของดินก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ

ความลึก (ซม.)	pH[1] (1:1)	Organic matter[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	BD (g/cm^3)
0-30	5.4	0.36	74	50	1.53

[1] *Peech (1965) soil : water = 1:1* [2] *Walkley and Black (1965)*

[3] *Bray and Kurtz (1945)* [4] *Schollenberger and Simon (1945)*

ตารางที่ 3 ความยาวลำ (ซม.) จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ ความหวาน (ซีซีเอส) ผลผลิตอ้อย(ตันต่อไร่) และผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอสต่อไร่) ของอ้อยปลูกในการผลิตอ้อยอินทรีย์ปี 2565/66

พันธุ์	ความยาวลำ (ซม.)	# ลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ความหวาน (ซีซีเอส)	ผลผลิตอ้อย (ตันต่อไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอสต่อไร่)
1. อู่ทอง 15	345 a	8,333 ab	11.15	19.45 ab	2.20 ab
2. อู่ทอง 17	340 b	6,400 c	11.47	15.65 b	1.79 b
3. สุพรรณบุรี 80	368 a	7,517 bc	10.26	19.15 ab	1.96 ab
4. LK92-11	279 ab	7,917 b	12.59	15.95 b	2.01 ab
5. ขอนแก่น 3	344 ab	9,525 a	11.57	22.58 a	2.59 a
Average	**335**	**7,938**	**11.41**	**18.56**	**2.11**
F-test	*	*	ns	*	*
CV (%)	5.51	8.35	11.29	11.01	16.09

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินโดยการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ

รายการวิเคราะห์	SOC_{wt}[1/] (ton)	F_{LU}	F_{MG}	F_I	SOC ในดิน[2/] (tC)	$TCO_2eq/rai/year$
ก่อนใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	1.55	0.48	1	1.00	0.74	2.73
หลังใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	1.55	0.48	1	1.44	1.07	3.93
					ΔSOC	1.20

หมายเหตุ : F_{LU} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนสำหรับการใช้ที่ดิน

F_{MG} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนสำหรับระบบการจัดการ

F_I = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนสำหรับการใส่อินทรียวัตถุ

1/ = ใช้ค่าอินทรียวัตถุในดินก่อนกำหนดให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง 0.36%

2/ = SOC ในดินคำนวณโดยใช้ค่าความหนาแน่นรวมที่ความลึก 30 ซม. เฉลี่ย 1.53 กรัม/ลบ.ซม.

NSUT13-313: อ้อยผลผลิตสูงโคลนใหม่ เพื่อการผลิตที่ยั่งยืน
NSUT13-313: a New High Yield Potential Sugarcane Clone for Sustainable Production

นัฐภัทร์ คำหล้า[1/*] ศิวิไล ลาภบรรจบ[1/] ปิยธิดา อินทร์สุข[2/] สาคร รจนัย[3/]
รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์[4/] มนัสชญา สายพนัส[5/] รัชนีวรรณ ชูเชิด[6/]
ศรีนวล สุราษฎร์[7/] พิกุลทอง สุอนงค์[8/] และรวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์[3/]
Nattapat Khumla[1/*] Siwilai Lapbanjob[1/] Piyatida Insuk[2/] Sakorn Rodjanai[3/]
Ratchada Pratcharoenwanich[4/] Manuschaya Saipanus[5/] Ratchaneewan Chuchird[6/]
Srinuan Surat[7/] Pikultong Su-Anong[8/] and Raweewan Chuekittisak[3/]

ABSTRACT

Sugarcane varieties play a crucial role in boosting yield and quality while offering cost-effective solutions compared to other factors involved in production. Selecting appropriate varieties for specific regions can significantly benefit cane growers. Thailand's sugarcane breeding programs primarily focus on developing and selecting new varieties that have high yields and adapt to different plantation areas. Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) has successfully developed and selected promising sugarcane clones suitable for loam, clay-loam, and clay soil conditions. Among these clones, a superior one, NSUT13-313, stands out. It derived from parent varieties Q85 and U-Thong 8 in 2013 at Suphan Buri Field Crops Research Center. NSUT13-313 underwent the 1st and 2nd selection steps since 2014 at NSFCRC. Extensive evaluations, including preliminary, standard, and farm trials, were conducted on NSUT13-313 from 2017 to 2022, compared to standard varieties, Khon Kaen 3 (KK3) and

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 60190
[1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Tak Fa, Nakhon Sawan 60190
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี
[2/] Suphan Buri Field Crops Research Centre, U-Thong, Suphan Buri, 72160
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
[3/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Sawang Wirawong, Ubon Ratchathani 34190
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา 30340
[4/] Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center, Sikhio, Nakhon Ratchasima 30340
[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000
[5/] Phichit Agricultural Research and Development Center, Muang, Phichit, 66000
[6/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000
[6/] Chaiyaphum Agricultural Research and Development Center, Mueang, Chaiyaphum 36000
[7/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการโนนสูง อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา 30160
[7/] Non Sung Agricultural Research and Development Center, Non Sung, Nakhon Ratchasima 30160
[8/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[8/] Buri Ram Agricultural Research and Development Center, Mueang, Buri Ram 31000
* Corresponding author: knattapat@gmail.com

LK92-11. These evaluations covered 18 harvesting environments, including plant cane, the 1st, and 2nd inoculations were assessed during 2017-2019. The results demonstrated the superior performance of NSUT13-313, with an average cane yield of 19.6 tons/rai, surpassing KK3 (17.4 tons/rai) and LK92-11 (15.9 tons/rai) by 13% and 24%, respectively. Moreover, NSUT13-313 yielded 2.78 tons CCS/rai of sugar, outperforming KK3 (2.50 tons CCS/rai) and LK92-11 (2.29 tons CCS/rai) by 11% and 21%, respectively. Notably, NSUT13-313 achieved a CCS value of 14.5, comparable to standard varieties, while exhibiting moderate resistance (MR) against red rot wilt disease. Based on these positive performances, NSUT13-313 is being considered for release as a new sugarcane variety, expected to enhance cane growers' profitability, particularly in the central and northern regions. This improved sugarcane is a valuable contribution and meets the needs of Thailand's sugarcane industry and related sectors.
Keywords: Sugarcane Breeding, Selection, High yield, Sugar content, Sugar yield

บทคัดย่อ

พันธุ์อ้อยมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพ เป็นเทคโนโลยีที่มีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ ในกระบวนการผลิต หากเกษตรกรเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ของตนเอง จะสามารถเพิ่มผลผลิต และผลตอบแทนขึ้นได้ ดังนั้น การพัฒนาและคัดเลือกพันธุ์อ้อยใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกอ้อยที่แตกต่างกันได้ดี จึงเป็นวัตถุประสงค์หลักของโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในประเทศไทย ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จึงได้พัฒนาและคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูง เหมาะกับสภาพดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ระหว่างปี 2556-2565 พบว่าอ้อยโคลน NSUT13-313 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง เป็นลูกผสมที่ได้จากพันธุ์แม่ Q85 และพันธุ์พ่อ อู่ทอง 8 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2556 แล้วนำมาคัดเลือกขั้นที่ 1 และ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ประเมินพันธุ์ในขั้นการเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2560-2565 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 จำนวน 18 แปลง (ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2) รวมทั้งศึกษาปฏิกิริยาต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง และโรคแส้ดำ อ้อยโคลน NSUT13-313 มีผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 19.6 ตัน/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (17.4 ตัน/ไร่) และ LK92-11 (15.9 ตัน/ไร่) ร้อยละ 13 และ 24 ตามลำดับ ผลผลิตน้ำตาล 2.78 ตันซีซีเอส/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (2.50 ตันซีซีเอส/ไร่) และ LK92-11 (2.29 ตันซีซีเอส/ไร่) ร้อยละ 11 และ 21 ตามลำดับ และมีค่าซีซีเอส 14.5 ไม่แตกต่างจากพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 นอกจากนี้ยังมีความต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงภายใต้สภาพการปลูกเชื้อ ซึ่งจะได้รวบรวมข้อมูลเพื่อเสนอขอรับรองพันธุ์ มุ่งหวังว่าโคลนอ้อยดังกล่าว จะช่วยเพิ่มผลตอบแทนแก่ชาวไร่อ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคกลาง และภาคเหนือ สร้างมูลค่าเพิ่มต่ออุตสาหกรรมอ้อยไทย และภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
คำหลัก: ปรับปรุงพันธุ์อ้อย การคัดเลือกพันธุ์ ผลผลิตสูง ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล

บทนำ

อ้อยเป็นพืชอุตสาหกรรมที่นับได้ว่าเป็นสินค้าภาคเกษตรที่สามารถสร้างรายได้จากการจำหน่ายน้ำตาลทรายทั้งในประเทศและส่งออกได้มากกว่า 100,000 ล้านบาทต่อปี รวมทั้งยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เกิดการลงทุนและมีเงินหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจของประเทศอีกหลายแสนล้านบาท ผลผลิตน้ำตาลมากกว่า 2 ใน 3 ส่งออกจนทำให้ไทยกลายเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับต้นๆ ของโลก รองจากบราซิลและอินเดีย เป็นผู้ผลิตอ้อยอันดับ 4 รองจากบราซิล อินเดีย และจีน รวมทั้งยังเป็นแหล่งสร้างงาน สร้างรายได้แก่ชาวไร่อ้อยกว่า 200,000 ราย รวมทั้งแรงงานในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอีกกว่า 1 ล้านคน รัฐบาลเองได้มองเห็นศักยภาพที่จะนำไปสู่การพัฒนาโครงการเขตเศรษฐกิจชีวภาพ หรือ Bioeconomy ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายในการเคลื่อนประเทศไทยไปสู่อุตสาหกรรม 4.0

ในปีการผลิต 2565/66 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 10.1 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2564/65 ที่มีพื้นที่ปลูก 9.16 ล้านไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565) ปริมาณอ้อยเข้าหีบอยู่ที่ประมาณ 93.8 ล้านตัน ซึ่งต่ำกว่าปริมาณที่คาดการณ์ไว้ จากฝนตกอย่างต่อเนื่องทำให้อ้อยล้มเป็นจำนวนมาก แต่ปริมาณอ้อยสูงกว่าปี 2564/65 ประมาณ 2.5 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 9.3 ตัน/ไร่ ค่าซีซีเอสเฉลี่ย 13.32 ผลผลิตน้ำตาล/ตันอ้อย 117.46 กิโลกรัม/ตัน (โรงงานน้ำตาลแห่งประเทศไทย, 2566) นอกจากนี้ จากรายงานของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายพบว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การผลิตอ้อยของประเทศไทย มีความผันผวน การปรับเพิ่มขึ้น และลดลงของปริมาณอ้อยเข้าหีบที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นและลดลงของพื้นที่ปลูกอ้อย และปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญส่งผลกระทบต่อปริมาณอ้อย

การเพิ่มปริมาณอ้อย จากการเพิ่มพื้นที่ปลูกแบบเดิมทำได้ยาก ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ การกระจายตัว และปริมาณฝนมีรูปแบบแตกต่างไปจากอดีต จึงจำเป็นต้องใช้วิทยาการ เทคโนโลยี และวิธีการจัดการในการผลิตอ้อย ที่มีประสิทธิภาพ มีความเชื่อมโยง และสามารถนำมาใช้ได้จริงอย่างต่อเนื่องทั้งระบบ ตั้งแต่กระบวนการเตรียมพื้นที่ปลูก การปลูก การเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสม การดูแลรักษา จนถึงขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตทั้งหมดพบว่า การใช้พันธุ์อ้อย เป็นขั้นตอนที่เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุด และสามารถช่วยยกระดับผลผลิต ผลตอบแทน และลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลงได้ แต่ทั้งนี้พันธุ์อ้อยนั้นๆ ต้องมีความเหมาะสมต่อสภาวะแวดล้อมและพื้นที่ด้วย (ประสิทธิ์ และคณะ, 2566) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันพันธุ์อ้อยที่เกษตรกรนิยมปลูกมากกว่าร้อยละ 90 ของพื้นที่ปลูกอ้อยทั่วประเทศคือพันธุ์ขอนแก่น 3 ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อปัญหาของโรค และแมลงศัตรูอ้อย ส่งผลกระทบต่อปริมาณอ้อยเข้าหีบ และต่อการผลิตน้ำตาลของประเทศ

ดังนั้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังกล่าว การปรับปรุงพันธุ์อ้อย เพื่อให้ได้พันธุ์อ้อยที่มีผลผลิตและคุณภาพความหวานสูง มีการปรับตัว เจริญเติบโตได้ดีเหมาะสมกับพื้นที่ และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ทนทานต่อโรคและศัตรูพืช มีลักษณะทางการเกษตรเหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกล และการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอ้อยที่ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็น และเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับผลิตภาพ ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้ให้แก่ชาวไร่อ้อย รวมทั้งยกระดับความสามารถในการแข่งขัน และสร้างความยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาล และผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องของไทยในตลาดโลก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. โคลน/พันธุ์อ้อย ได้แก่ Q85 อู่ทอง 8 ขอนแก่น 3 LK92-11 อู่ทอง 1 อู่ทอง 84-10 อู่ทอง 12 Marcos และ NSS08-52-4-2

2. ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

3. เครื่องวัดค่าบริกซ์ในน้ำอ้อย (Hand Refractometer)

วิธีการ

1. การผสมพันธุ์ ดำเนินการผสมพันธุ์อ้อย ในปี 2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จำนวน 44 คู่ผสม และนำเมล็ดที่ได้จากการผสม เพาะเป็นต้นกล้า

2. การคัดเลือกพันธุ์

2.1 การคัดเลือกขั้นที่ 1

ดำเนินการระหว่างปี 2557-2558 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยนำกล้าอ้อย จำนวน 10,782 กล้า ปลูกเป็นแถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร หลุมละ 1 ต้น คัดเลือกแบบรายต้น (Individual selection) โดยพิจารณาจากผลผลิตต่อกอ ความสูง จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ขนาดลำ) และค่าบริกซ์ การออกดอก ไม่แสดงอาการของโรคใบขาวและแส้ดำ ไม่มีไส้กลวง หรือหากมี ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร เก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตเฉพาะโคลนอ้อยที่คัดเลือกไว้ เมื่ออ้อยอายุ 12 เดือน

2.2 การคัดเลือกขั้นที่ 2

ดำเนินการในปี 2558-2560 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในอ้อยปลูก และตอ 1 ปลูกโคลนอ้อยที่ได้จากการคัดเลือกขั้นที่ 1 จำนวน 373 โคลน ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 LK92-11 และอู่ทอง 12 เป็นพันธุ์มาตรฐาน วางแผนการทดลองแบบ Augmented Design ปลูกโคลน/พันธุ์ละ 1 แถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร คัดเลือกจากน้ำหนักผลผลิตต่อแถว และลักษณะอื่นๆ เช่นเดียวกับการคัดเลือกขั้นที่ 1 เก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เมื่ออ้อยอายุ 11-12 เดือน

3. การประเมินพันธุ์

ดำเนินการเปรียบเทียบพันธุ์ทั้งในสภาพแปลงทดลอง และในไร่เกษตรกร ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ดังนี้

3.1 การเปรียบเทียบเบื้องต้น

ดำเนินการในปี 2560-2562 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในอ้อยปลูก และตอ 1 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยโคลน/พันธุ์อ้อยจำนวน 21 โคลน/พันธุ์ โดยใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกโคลน/พันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร ปลูกแบบวางท่อนๆ ละ 2 ตา จำนวนหลุมละ 2 ท่อน ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปลูก และเมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน สำหรับในอ้อยตอ 1 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ตัดแต่งตออ้อย พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันที และเมื่ออ้อยอายุประมาณ 2.5 เดือนหลังงอก เก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เมื่ออ้อยอายุ 11-12 เดือน

3.2 การเปรียบเทียบมาตรฐาน

ดำเนินการในปี 2563-2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และแปลงเกษตรกร ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยโคลน/พันธุ์อ้อย จำนวน 10 โคลน/พันธุ์ โดยใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ การปลูกวิธีการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบเบื้องต้น

3.3 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร

ดำเนินการในปี 2565-2566 ในอ้อยปลูก ที่ไร่เกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร นครราชสีมา ชัยภูมิ และบุรีรัมย์ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยอ้อย จำนวน 6 โคลน/พันธุ์ ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกโคลน/พันธุ์ละ 6 แถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร การปลูก วิธีการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบเบื้องต้น

4. การศึกษาปฏิกิริยาต่อโรค

4.1 โรคเหี่ยวเน่าแดง

ประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง ในสภาพการปลูกเชื้อ ในปี 2560-2561 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยการปลูกเชื้อสาเหตุของโรคคือ *Colletotrichum falcatum* และ *Fusarium moniliforme* เมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน ด้วยวิธี wound plug method หลังปลูกเชื้อ 2 เดือน ประเมินปฏิกิริยาจากการลุกลามของเชื้อในลำอ้อย จำแนกระดับความรุนแรง ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Kalaimani (2000)

4.2 โรคแส้ดำ

ประเมินปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำซึ่งเกิดจากเชื้อ *Ustilago scitaminea* ในสภาพแปลงทดลอง ปี 2561-2562 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ทำการปลูกเชื้อโดยวิธีแช่ท่อนพันธุ์ในสปอร์แขวนลอย ความเข้มข้น $5x10^6$ สปอร์/มิลลิลิตร นาน 30 นาที บ่มไว้ 1 คืน จากนั้นนำไปปลูก ตรวจสอบกอที่เป็นโรค และตรวจนับจำนวนแส้ต่อกอทุก 2 สัปดาห์ ประเมินการเกิดโรคแส้ดำในอ้อยปลูก และตอ 1 จำแนกปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำ ตามวิธีการของ วันทนีย์ และคณะ (2534)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาโคลนอ้อย NSUT13-313 ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ประกอบไปด้วย กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ การผสมพันธุ์ การคัดเลือก และการประเมินพันธุ์ในด้านผลผลิต ความหวาน (Commercial Cane Sugar, CCS) และผลผลิตน้ำตาล ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 18 แปลงทดลอง (ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2) ผลการทดลอง ดังนี้

1. การผสมพันธุ์

ปี 2556 ผสมพันธุ์ที่อ้อยที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จำนวน 44 คู่ผสม ได้เมล็ดและเพาะเป็นต้นกล้าได้จำนวน 10,782 กล้า โดยเป็นกล้าอ้อยจากคู่ผสมระหว่าง Q85 x อู่ทอง 8 จำนวน 176 กล้า

2. การคัดเลือก

2.1 การคัดเลือกขั้นที่ 1

คัดเลือกแบบรายต้น (Individual selection) โดยพิจารณาจากผลผลิตต่อกอ ความสูง จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่าบริกซ์ ไม่แสดงอาการของโรคใบขาว และโรคแส้ดำ ไม่มีไส้กลวงหรือมีต้องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร คัดเลือกได้ 373 โคลน ผลผลิตอยู่ระหว่าง 6.0-25.5 กิโลกรัมต่อกอ ความสูง 207-347 เซนติเมตร จำนวน 4-17 ลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 1.98-3.78 เซนติเมตร ค่าความหวาน 14.67-24.0 องศาบริกซ์ โดยเป็นลูกผสมที่ได้จาก Q85 x อู่ทอง 8 จำนวน 10 โคลน (นัฐภัทร์ และคณะ, 2557)

2.2 การคัดเลือกขั้นที่ 2

คัดเลือกแบบรายต้น ใช้เกณฑ์การพิจารณาเช่นเดียวกับการคัดเลือกขั้นที่ 1 ในอ้อยปลูก คัดเลือกได้ 45 โคลน ความสูงเฉลี่ย 299 เซนติเมตร ค่าความหวาน 18.69 องศาบริกซ์ ขนาดลำ 2.83 เซนติเมตร จำนวนลำเก็บเกี่ยว 86 ลำต่อ 12 ตารางเมตร น้ำหนักลำ 1.76 กิโลกรัมต่อลำ และน้ำหนักผลผลิต 147 กิโลกรัมต่อ 12 ตารางเมตร ส่วนในตอ 1 มีความสูง 199-311 เซนติเมตร จำนวน 18-31 ปล้องต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 1.93-3.05 เซนติเมตร ค่าความหวาน 18.4-22.5 องศาบริกซ์ น้ำหนัก 0.95-1.82 กิโลกรัมต่อลำ และผลผลิตอ้อย 53.4-156 กิโลกรัมต่อ 12 ตารางเมตร เมื่อพิจารณารวมในอ้อยปลูก และตอ 1 คัดเลือกได้จำนวน 19 โคลน โดยเป็นลูกผสมที่ได้จาก Q85 x อู่ทอง 8 จำนวน 2 โคลน (นัฐภัทร์ และคณะ, 2558)

3. การประเมินพันธุ์

3.1 การเปรียบเทียบเบื้องต้น

ปี 2560-2561 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในอ้อยปลูก และตอ 1 รวม 2 แปลง พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 22.6 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (20.2 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (20.6 ตันต่อไร่) ร้อยละ 12 และ 10 ตามลำดับ มีค่าความหวาน 14.3 ซีซีเอส ไม่แตกต่างจากพันธุ์ขอนแก่น 3 (14.2 ซีซีเอส) แต่น้อยกว่าพันธุ์ LK92-11 (15.1 ซีซีเอส) ร้อยละ 5 และมีผลผลิตน้ำตาล 3.07 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (2.80 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 10 แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ LK92-11 (3.06 ตันซีซีเอสต่อไร่) (ตารางที่ 1)

3.2 การเปรียบเทียบมาตรฐาน

ปี 2562-2564 ดำเนินการ 5 สถานที่ ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 แต่ในตอ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ไม่นำผลผลิตมาประเมิน เนื่องจากประสบกับน้ำท่วม ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ส่วนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมามีความแปรปรวนสูง จึงได้ประเมินอ้อยตอ 2 จาก 3 สถานที่ คือ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี และแปลงเกษตรกร จ.ชัยนาท รวม 13 แปลง พบว่าอ้อยโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 18.3 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (15.9 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (14.2 ตันต่อไร่) ร้อยละ 15 และ 29 ตามลำดับ มีความหวาน 14.4 ซีซีเอส) เท่ากับขอนแก่น 3 แต่สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 (13.9 ซีซีเอส) ร้อยละ 4 และมีผลผลิตน้ำตาล 2.63 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (2.30 ตันซีซีเอสต่อไร่) และ LK92-11 (1.97 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 14 และ 33 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3.3 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร

ปี 2565 ดำเนินการ 5 สถานที่ ในอ้อยปลูก แต่ที่ไร่เกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา และบุรีรัมย์ มีความแปรปรวนสูงจึงไม่นำผลผลิตมาประเมินร่วม ประเมินจาก 3 สถานที่ คือไร่เกษตรกร จังหวัด

นครสวรรค์ กำแพงเพชร และชัยภูมิ รวม 3 แปลง พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.8 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (16.2 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (11.7 ตันต่อไร่) ร้อยละ 10 และ 52 ตามลำดับ และมีค่าความหวาน 15.4 ซีซีเอส ไม่แตกต่างจากพันธุ์ ขอนแก่น 3 (16.0 ซีซีเอส) และ LK92-11 (15.1 ซีซีเอส) มีผลผลิตน้ำตาล 2.65 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (2.50 ตันซีซีเอสต่อไร่) และพันธุ์ LK92-11 (1.72 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 6 และ 54 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการประเมินผลผลิตขั้นการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบและในไร่เกษตรกร ค่าเฉลี่ยในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 รวมทั้งสิ้น จำนวน 18 แปลง พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม จากสภาพดิน สภาพพื้นที่ ปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการประเมินพันธุ์อ้อยดีเด่นทั่วประเทศของประสิทธิ์และคณะ (2566) ในลักษณะของผลผลิต ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล พบว่าโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.6 ตัน/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (17.4 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (15.9 ตันต่อไร่) ร้อยละ 13 และ 24 ตามลำดับ และมีค่าความหวานเฉลี่ย 14.5 ซีซีเอส ไม่แตกต่างจากพันธุ์ขอนแก่น 3 (14.6 ซีซีเอส) และ LK92-11 (14.5 ซีซีเอส) มีผลผลิตน้ำตาล 2.72 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (2.44 ตันซีซีเอสต่อไร่) และ LK92-11 (2.14 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 12 และ 27 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

4. การศึกษาปฏิกิริยาต่อโรค

4.1 โรคเหี่ยวเน่าแดง

ประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง ซึ่งมีเชื้อสาเหตุของโรคคือ *C. falcatum* และ *F. moniliforme* ในสภาพปลูกเชื้อ พบว่าอ้อยโคลน NSUT13-313 มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรค 2.54 จัดอยู่ในกลุ่มต้านทานปานกลาง (MR) ส่วนพันธุ์ขอนแก่น 3 LK92-11 และอู่ทอง 84-10 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบต้านทาน มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรค 1.67 1.59 และ 1.66 ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มต้านทาน (R) ขณะที่โคลน NSS08-52-4-2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอ มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงถึง 7.39 มีปฏิกิริยาการเกิดโรคจัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอมาก (HS) (ตารางที่ 5)

4.2 โรคแส้ดำ

ประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคแส้ดำ ซึ่งเกิดจากเชื้อ *U. scitaminea* ในสภาพแปลงทดลอง พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเฉลี่ย 40.4 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรง 3.0 อยู่ในเกรด 8 จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอ เช่นเดียวกับพันธุ์อู่ทอง 1 และมาร์กอส (Marcos) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค 40.4 และ 56.2 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรง 3 จัดอยู่ในเกรด 8 และ 9 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเฉลี่ย 15.68 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรง 3 เกรด 6 จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอปานกลาง (ตารางที่ 6)

5. ลักษณะทางการเกษตร

อ้อยโคลน NSUT13-313 มีความยาวลำ 274 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.70-2.90 เซนติเมตร จำนวน 5-6 ลำต่อกอ จำนวน 26.7 ปล้องต่อลำ ความยาวของปล้อง 10.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

6. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

อ้อยโคลน NSUT13-313 มีทรงกอตั้งตรง กาบใบกับลำต้นหลวมปานกลาง สีของยอดอ้อย สีเขียว ลักษณะปล้องทรงกระบอก ลักษณะปล้องตัดขวางกลม การเรียงตัวของปล้องค่อนข้างตรง มีไขที่ปล้องปานกลาง สีปล้องเมื่อต้องแสงสีม่วงเหลือบเขียว และเมื่อไม่ต้องแสงเป็นเหลืองเหลือบเขียว มีร่องเหนือ

ตาสั้น ไม่มีรอยแตกของปล้อง สีของวงเจริญเมื่อต้องแสงสีเขียว วงเจริญเรียบเท่ากับปล้อง การเรียงตัวของจุดกำเนิดรากไม่เป็นระเบียบ ความกว้างของวงรากปานกลาง มีวงไข ตาลักษณะนูนรูปกลม ตำแหน่งยอดตาเท่ากับวงเจริญ ไม่มีขนที่ตา ทรงใบส่วนยอดชันตรง ปลายใบโค้งลง ขนที่ขอบใบมีน้อย ลิ้นใบตรงกลางโป่งออก ปลายเรียวแหลมทั้ง 2 ข้าง หูใบขอบด้านนอกสามเหลี่ยมขอบตรงมุมฉาก หูใบขอบด้านในใบหอกสั้น คอใบสามเหลี่ยมชายธง สีของคอใบสีเขียวอมน้ำตาล ไม่มีขนที่กาบใบ (ภาพที่ 1)

สรุปผลการทดลอง

NSUT13-313 เป็นโคลนอ้อยดีเด่นที่พัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตอ้อย และน้ำตาลสูง ประกอบกับมีลักษณะทรงกอค่อนข้างตั้งตรง กาบใบหลวม เหมาะกับการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน และเครื่องจักร ต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง และจะได้นำเสนอเข้าสู่กระบวนการรับรองพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยในพื้นที่ดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคกลาง และภาคเหนือ ได้ใช้เป็นทางเลือกด้านพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ปลูกทดแทนพันธุ์เดิม ช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้พันธุ์เชิงเดี่ยว เพิ่มผลตอบแทนแก่ชาวไร่อ้อย รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มต่ออุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาล และผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่เกี่ยวข้อง

คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อย โคลน NSUT13-313 ขอขอบคุณ เกษตรกรจังหวัดชัยนาท กำแพงเพชร นครราชสีมา บุรีรัมย์ ชัยภูมิ และนครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่แปลงทดลอง และดูแลรักษาเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

นัฐภัทร์ คำหล้า รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข มานิตย์ สุขนิมิต และ สมนึก คงเทียน. 2557. การคัดเลือกครั้งที่ 1: โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน ใน : รายงานผลการวิจัยประจำปี 2557. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

นัฐภัทร์ คำหล้า รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข มานิตย์ สุขนิมิต สมนึก คงเทียน และการเกษ โพธิ์ทอง. 2558. การคัดเลือกครั้งที่ 2: โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน ใน : รายงานผลการวิจัยประจำปี 2558 ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

นัฐภัทร์ คำหล้า รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข การเกษ โพธิ์ทอง ประทุมมา วงษ์วิลา และมานิตย์ สุขนิมิต. 2561. การเปรียบเทียบเบื้องต้น โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน: อ้อยปลูก ตอ1 ใน : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2561. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

นัฐภัทร์ คำหล้า สาคร รจนัย รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์ ปิยธิดา อินทร์สุข รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และการเกษ โพธิ์ทอง. 2564. การเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน: อ้อยปลูก ตอ1 และตอ 2 ใน : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2564. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์)

นัฐภัทร์ คำหล้า มนัสชญา สายพนัส รัชนีวรรณ ชูเชิด ศรีนวล สุราษฎร์ พิกุลทอง สุอนงค์ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ การเกษ โพธิ์ทอง และพิชัย สารพงษ์. 2565. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรโคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน : อ้อยปลูก ใน : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2565. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์)

ประสิทธิ์ ใจศิล พัชริน ส่งศรี ณกรณ์ จงรั้งกลาง และคณะ. 2566. การประเมินสายพันธุ์อ้อยดีเด่นที่เหมาะสมกับแหล่งปลูกอ้อยทั่วประเทศ เฟส 4. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โรงงานน้ำตาลแห่งประเทศไทย. 2566. https://www.facebook.com/Biorefinery4.0E. เผยแพร่ 5 เมษายน 2566. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2566.

วันทนีย์ อู่วานิชย์ สุนีย์ ศรีสิงห์ และอนุสรณ์ กุศลวงศ์. 2534. การศึกษาโรคแส้ดำของอ้อย. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534. หน้า 505-513.

ศิวิไล ลาภบรรจบ นัฐภัทร์ คำหล้า สมคิด พันธ์ดี ภาวิณี เกียรติยากุล และ ลัดดาวัลย์ ขันแกล้ว. 2561. ศึกษาปฏิกิริยาของอ้อยโคลนดีเด่นต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงในเขตน้ำฝน. ใน : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2561. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

ศิวิไล ลาภบรรจบ นัฐภัทร์ คำหล้า สมคิด พันธ์ดี ภาวิณี เกียรติยากุล และ ลัดดาวัลย์ ขันแกล้ว. 2562. ศึกษาปฏิกิริยาของอ้อยโคลนดีเด่นต่อโรคแส้ดำในเขตน้ำฝน. ใน : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2562. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2565. รายงานประจำปี 2565. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

Kalaimani, T. 2000. Pathogenic variability of red rot caused by *Colletotrichum falcatum* Went. In Tamil Nadu, *Indian sugar*. Pp.841-846.

ตารางที่ 1 ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาลในการเปรียบเทียบเบื้องต้นของอ้อยโคลน NSUT1013-313 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ในอ้อยปลูกและตอ 1 ปี 2560-61

โคลน/พันธุ์	อ้อยปลูก	ตอ 1	เฉลี่ย	% เปรียบเทียบ	
				ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)					
NSUT13-313	30.1 a	15.0	22.6	112	110
ขอนแก่น 3	26.6 b	13.7	20.2	100	-
LK92-11	24.9 b	16.2	20.6	-	100
C.V. (%)	6.63	15.04			
ซีซีเอส					
NSUT13-313	12.2 b	16.4	14.3	101	95
ขอนแก่น 3	13.2 ab	15.2	14.2	100	-
LK92-11	13.9 a	16.3	15.1	-	100
C.V. (%)	7.28	4.88			
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)					
NSUT13-313	3.68	2.46 ab	3.07	110	100
ขอนแก่น 3	3.50	2.09 b	2.80	100	-
LK92-11	3.47	2.65 a	3.06	-	100
C.V. (%)	8.16	15.8			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแต่ละสดมภ์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ที่มา: ดัดแปลงจาก นัฐภัทร์ และคณะ (2561)

ตารางที่ 2 ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาลในการเปรียบเทียบมาตรฐานของอ้อยโคลน NSUT1013-313 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 จำนวน 5 สภาพแวดล้อม ปี 2561-2564

โคลน/พันธุ์	อ้อยปลูก						ตอ 1						ตอ 2				เฉลี่ย[1/]	% เปรียบเทียบ	
	ศวร.นว	ศวร.สพ	จ.ชัยนาท	ศวพ.นม	ศวร.อบ	เฉลี่ย	ศวร.นว	ศวร.สพ	จ.ชัยนาท	ศวพ.นม	ศวร.อบ	เฉลี่ย	ศวร.นว	ศวร.สพ	จ.ชัยนาท	เฉลี่ย		ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)																			
NSUT13-313	12.1	22.0 a	23.7 a	22.0 a	19.1 a	**19.8**	18.4	19.2 a	16.8 a	17.6	16.9	**17.8**	14.0	23.4 a	14.8	**17.40**	**18.3**	115	129
ขอนแก่น 3	10.5	16.2 a	19.1 bc	21.9 a	17.1 ab	**17.0**	16.0	13.7 b	14.9 b	16.9	16.7	**15.6**	14.6	18.5 b	12.1	**15.1**	**15.9**	100	-
LK92-11	12.6	11.6 b	16.6 c	12.6 b	14.2 b	**13.5**	15.8	13.8 b	14.3 b	15.1	15.7	**14.9**	14.5	14.6 c	13.3	**14.1**	**14.2**	-	100
C.V. (%)	17.5	25.3	8.64	16.7	12.5		12.7	17.6	7.47	15.1	13.5		12.6	10.4	11.8				
ซีซีเอส																			
NSUT13-313	12.5	14.1	11.2 bc	14.9 a	15.8 ab	**13.7**	15.1	15.1 a	14.8 a	16.5 b	15.6 a	**15.4**	13.3	14.1	14.6	**14.0**	**14.4**	100	104
ขอนแก่น 3	12.6	12.9	13.5 a	15.1 a	14.7 c	**13.7**	14.0	14.4 a	14.7 a	17.6 a	14.4 b	**15.0**	13.8	14.8	14.8	**14.5**	**14.4**	100	-
LK92-11	13.3	12.2	12.9 ab	14.0 b	15.1 bc	**13.5**	15.1	13.3 b	13.5 b	16.1 b	14.8 b	**14.5**	13.5	13.3	13.8	**13.5**	**13.9**	-	100
C.V. (%)	9.64	11.2	9.71	4.36	4.44		6.33	6.00	4.53	3.84	3.75		6.16	6.90	5.79				
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)																			
NSUT13-313	1.52	3.11 a	2.63	3.27 a	3.01 a	**2.71**	2.77	2.88 a	2.49 a	2.91	2.65	**2.74**	1.87	3.30 a	2.16	**2.44**	**2.63**	114	133
ขอนแก่น 3	1.34	2.10 ab	2.57	3.30 a	2.52 ab	**2.36**	2.25	1.98 b	2.20 ab	2.97	2.41	**2.36**	2.02	2.74 b	1.79	**2.19**	**2.30**	100	-
LK92-11	1.69	1.43 bc	2.13	1.76 b	2.16 bc	**1.83**	2.37	1.84 b	1.93 b	2.43	2.33	**2.18**	1.95	1.94 c	1.83	**1.91**	**1.97**	-	100
C.V. (%)	19.8	34.0	15.3	17.8	13.8		14.1	17.0	8.85	15.9	13.4		14.5	12.4	13.3				

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแต่ละสดมภ์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[1/] ค่าเฉลี่ยจากอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2

ศวร.นว. หมายถึง ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศวร.สพ หมายถึง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จ.ชัยนาท หมายถึง แปลงเกษตรกร จ.ชัยนาท

ศวพ.นม. หมายถึง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศวร.อบ หมายถึง ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

ที่มา: ดัดแปลงจาก นัฐภัทร์ และคณะ (2564)

ตารางที่ 3 ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาลในการเปรียบเทียบในไร่เกษตรของอ้อยโคลน NSUT1013-313 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ในอ้อยปลูก จำนวน 3 สภาพแวดล้อม ปี 2565

โคลน/พันธุ์	อ้อยปลูก			เฉลี่ย	% เปรียบเทียบ	
	จ.นครสวรรค์	จ.กำแพงเพชร	จ.ชัยภูมิ		ขอนแก่น 3	LK92-11
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)						
NSUT13-313	26.9 a	12.3 a	14.1 a	**17.8**	110	152
ขอนแก่น 3	25.2 ab	11.7 a	11.7 a	**16.2**	100	-
LK92-11	22.4 b	7.21 b	5.50 b	**11.7**	-	100
C.V. (%)	9.87	23.1	23.8			
ซีซีเอส						
NSUT13-313	13.6	16.1	16.5 a	**15.4**	96	102
ขอนแก่น 3	14.0	16.1	18.1 a	**16.1**	100	-
LK92-11	14.2	15.8	15.4 b	**15.1**	-	100
C.V. (%)	7.80	2.90	7.17			
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)						
NSUT13-313	3.61	1.96 a	2.37 a	**2.65**	106	154
ขอนแก่น 3	3.50	1.88 a	2.12 a	**2.50**	100	-
LK92-11	3.17	1.14 b	0.84 b	**1.72**	-	100
C.V. (%)	8.34	22.3	26.4			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแต่ละสดมภ์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ที่มา: ดัดแปลงจาก นัฐภัทร์ และคณะ (2565)

ตารางที่ 4 ผลผลิตอ้อย ความหวาน และผลผลิตน้ำตาล ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในไร่เกษตรกรของอ้อยโคลน NSUT1013-313 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ปี 2560-2565

ขั้นตอน	เบื้องต้น		มาตรฐาน			ไร่เกษตรกร	เฉลี่ย[1/]	% เปรียบเทียบ	
	อ้อยปลูก	ตอ 1	อ้อยปลูก	ตอ 1	ตอ 2	อ้อยปลูก		ขอนแก่น 3	LK92-11
จำนวนแปลง	1	1	5	5	3	3			
ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)									
NSUT13-313	30.1	15.0	19.8	17.8	17.40	17.8	**19.6**	113	124
ขอนแก่น 3	26.6	13.7	17.0	15.6	15.1	16.2	**17.4**	100	-
LK92-11	24.9	16.2	13.5	14.9	14.1	11.7	**15.9**	-	100
C.V. (%)	6.63	15.0	16.7	13.7	11.5	16.3			
ซีซีเอส									
NSUT13-313	12.2	16.4	13.7	15.4	14.0	15.4	**14.5**	99	101
ขอนแก่น 3	13.2	15.2	13.7	15.0	14.5	16.0	**14.6**	100	-
LK92-11	13.9	16.3	13.5	14.5	13.5	15.1	**14.5**	-	100
C.V. (%)	7.28	4.88	7.94	4.95	6.28	6.21			
ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)									
NSUT13-313	3.68	2.46	2.71	2.74	2.44	2.65	**2.78**	112	127
ขอนแก่น 3	3.50	2.09	2.36	2.36	2.19	2.50	**2.50**	100	-
LK92-11	3.47	2.65	1.83	2.18	17.40	1.72	**2.29**	-	100
C.V. (%)	8.16	15.8	20.6	14.3	13.3	16.7			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในไร่เกษตรกร จำนวน 18 แปลง
ที่มา: ดัดแปลงจาก นัฐภัทร์ และคณะ (2561, 2564 และ 2565)

ตารางที่ 5 จำนวนปล้องที่มีการลุกลามของเชื้อ และปฏิกิริยาของอ้อยโคลน NSUT13-313 ต่อเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดง ภายใต้สภาพการปลูกเชื้อ ปี 2560-2561

โคลน/พันธุ์	จำนวนปล้องที่มีการลุกลาม		ค่าเฉลี่ย	ปฏิกิริยา[1/]
	2560	2561		
NSUT13-313	2.30	2.78	2.54	ต้านทานปานกลาง (MR)
LK92-11	1.50	1.67	1.59	ต้านทาน (R)
ขอนแก่น 3	1.90	1.44	1.67	ต้านทาน (R)
อู่ทอง 84-10	1.99	1.33	1.66	ต้านทาน (R)
NSS08-52-4-2	8.59	6.19	7.39	อ่อนแอมาก (HS)

หมายเหตุ [1/] R=Resistant MR=Moderately Resistant S=Susceptible HS=Highly Susceptible
ที่มา: ดัดแปลงจาก ศิวิไล และคณะ (2561)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลาย ความรุนแรง เกรด และปฏิกิริยาต่อเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำของอ้อยโคลน NSUT13-313 ภายใต้สภาพการปลูกเชื้อ ปี 2561-2562

โคลน/พันธุ์	% การเข้าทำลาย		เฉลี่ย	ความรุนแรง	เกรด	ปฏิกิริยา[1/]
	อ้อยปลูก	ตอ 1				
NSUT13-313	38.6	42.2	40.4	3	8	อ่อนแอ (S)
LK92-11	15.8	15.6	15.7	3	6	อ่อนแอปานกลาง (MS)
อู่ทอง 1	14.1	55.2	34.6	3	8	อ่อนแอ (S)
Marcos	51.9	60.4	56.2	3	9	อ่อนแอ (S)

หมายเหตุ [1/] MS=Moderately Susceptible S=Susceptible

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศิวิไล และคณะ (2562)

ตารางที่ 7 ลักษณะทางการเกษตรของอ้อยโคลน NSUT13-313 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11

ลักษณะ[1/]	โคลน/พันธุ์		
	NSUT13-313	ขอนแก่น 3	LK92-11
เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (เซนติเมตร)	2.90	2.79	2.71
จำนวนลำต่อกอ	5.68	5.60	6.22
จำนวนปล้องต่อลำ	26.7	27.4	26.6
ความยาวของปล้อง (เซนติเมตร)	10.3	9.85	8.27
ความยาวลำ (เซนติเมตร) [2/]	274	270	220
ความสูง (เซนติเมตร) [3/]	333	312	295

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในไร่เกษตรกร รวม 18 แปลง

[2/] ค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบมาตรฐาน และในไร่เกษตรกร รวม 16 แปลง

[3/] ค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น รวม 2 แปลง

ที่มา: นัฐภัทร์ และคณะ (2561, 2564 และ 2565)

ภาพที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อยโคลน NSUT13-313

การเจริญเติบโต และการสะสมน้ำตาลของอ้อยโคลนดีเด่น ในชุดดินสมอทอด
Growth and Sugar Accumulation of Promising Sugarcane Clones in Samo Thod Soil Series

การิตา จงเจือกลาง[1/] นัฐภัทร์ คำหล้า[1/] สมนึก คงเทียน[1/] สุนีย์ ชมชิด[1/] อภิชาติ สุพรรณรัตน์[1/]
Karita Chongchuaklang[1/] Nattapat Khumla[1/] Somnuek Kongtien[1/]
Sunee Chomchid[1/] Apichat Supannarut[1/]

ABSTRACT

Sugarcane varieties with high sucrose accumulation are a key focus in sugarcane breeding programs worldwide and are important for the sugarcane industry. The sucrose accumulation in different sugarcane genotypes varies based on their genetic background and growth stages, which will determine the optimal harvesting period. To compare the growth and sugar accumulation of three promising sugarcane clones, namely NSUT13-106, NSUT13-154, and NSUT13-313, in comparison to the standard variety KK3, an experiment was conducted at Nakhon Sawan Field Crops Research Center in Samo Thod soil series, a clay-loam soil, from Jan 2021 to Jan 2022 in plant cane, using a randomized complete block design (RCBD) with five replications. The results revealed that NSUT13-106 and NSUT13-313 exhibited rapid growth in terms of plant height and total dry matter, while NSUT13-154 showed slower growth compared to the other clones and KK3. Regarding sugar accumulation, each clone/variety demonstrated different rates at different growth stages. At the maturity stage (12 months after planting), NSUT13-154 showed higher sucrose content in terms of pol percentage (19.23%) and sweetness (14.9 CCS) compared to NSUT13-106, NSUT13-313, and KK3. NSUT13-313 yielded 30.1 tons per rai, a higher yield than all other clones but not significantly different from NSUT13-154 (28.5 tons per rai). Significant differences were observed in sugar yield, with NSUT13-154 and NSUT13-313 producing higher sugar yields than NSUT13-106 and KK3, with 4.23, 4.31, 3.59, and 3.62 tons of CCS per rai, respectively. These results suggest that the optimal time for harvesting NSUT13-106 should be the early-mid crushing season, while NSUT13 154 and NSUT13-313 should be harvested in the mid-late crushing season, to maintain their sweetness levels without any loss of yield productivity.

Keywords: sugarcane, clay loam soil, sugar accumulations

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 60190
[1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Suk Samran, Tak Fa, Nakhon sawan 60190

บทคัดย่อ

พันธุ์อ้อยที่มีการสะสมน้ำตาลซูโครสที่สูงเป็นจุดมุ่งหมายหลักในโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยทั่วโลก และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล ซึ่งการสะสมน้ำตาลซูโครสในจีโนไทป์ต่าง ๆ ของอ้อยจะแตกต่างกันไปตามพื้นฐานทางพันธุกรรมและช่วงระยะการเจริญเติบโต สามารถใช้ประเมินช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมได้ ดังนั้นจึงได้เปรียบเทียบการเจริญเติบโต และการสะสมน้ำตาลของอ้อยโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 และ NSUT13-313 โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานขอนแก่น 3 (KK3) ดำเนินการทดลองในอ้อยปลูกในดินร่วน-ร่วนเหนียว ชุดดินสมอทอด ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตั้งแต่มกราคม 2564 ถึง มกราคม 2565 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 5 ซ้ำ ผลการวิจัยพบว่า NSUT13-106 และ NSUT13-313 มีการเจริญเติบโตค่อนข้างเร็วในแง่ของความสูงและการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งหมด ในขณะที่ NSUT13-154 มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับโคลนอื่น ๆ และพันธุ์ KK3 สำหรับการสะสมน้ำตาลพบว่าอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์มีการสะสมน้ำตาลในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต ที่ระยะสุกแก่ (อายุ 12 เดือนหลังปลูก) อ้อยโคลน NSUT13-154 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงทั้งในส่วนของเปอร์เซ็นต์โพล (19.23%) และความหวาน (14.9 CCS) เมื่อเปรียบเทียบกับ NSUT13-106 NSUT13-313 และ KK3 การให้ผลผลิตพบว่าอ้อยโคลน NSUT13- 313 ให้ผลผลิตสูงกว่าทุกโคลน/พันธุ์ (30.1 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับโคลน NSUT13-154 ที่ให้ผลผลิต 28.5 ตันต่อไร่ อ้อยโคลน NSUT13-154 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่า NSUT13-106 และ KK3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตน้ำตาลที่ 4.23 4.31 3.59 และ 3.62 ตัน CCS ต่อไร่ ตามลำดับ จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยว โคลน NSUT13-106 ควรเป็นช่วงต้น-กลางฤดูเก็บเกี่ยว ในขณะที่โคลน NSUT13-154 และ NSUT13-313 ควรเก็บเกี่ยวในช่วงกลาง-ปลายฤดูเก็บเกี่ยว เพื่อรักษาระดับความหวานโดยไม่สูญเสียผลผลิต

คำหลัก: อ้อย ดินร่วนเหนียว สะสมน้ำตาล

บทนำ

อ้อยเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตน้ำตาล ความหวานหรือปริมาณน้ำตาลเป็นปัจจัยหลักในการผลิตอ้อย หากเกษตรสามารถเก็บเกี่ยวอ้อยในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการสะสมน้ำตาลของอ้อย ก็จะสามารถได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีอายุการเจริญเติบโต และการสะสมน้ำตาลที่แตกต่างกันไป บางพันธุ์มีการสะสมน้ำตาลเร็ว บางพันธุ์มีการสะสมน้ำตาลช้า จุฑามาศ และคณะ (2561) ได้ศึกษารูปแบบการสะสมน้ำตาลของอ้อยพันธุ์ดีเด่นที่ประเมินในฤดูกาลปลูกข้ามแล้งพบว่าอ้อยในแต่ละพันธุ์มีรูปแบบการสะสมน้ำตาลที่แตกต่างกันไป การเจริญเติบโตของต้นอ้อยที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากระยะย่างปล้องถึงระยะสุกแก่ (กฤษฎิ์, 2553) อ้อยที่มีลักษณะทรงใบที่แตกต่างกันมีการสะสมน้ำตาลช้าเร็วได้ต่างกัน ดาวรุ่ง และคณะ (2561) ได้รายงานว่าอ้อยในกลุ่มพันธุ์ที่มีทรงใบตรง ส่วนยอดของลำมีลักษณะชูตั้งมีการสะสมน้ำตาลได้เร็วกว่าอ้อยที่เป็นพันธุ์ที่มีทรงใบตรง ส่วนยอดของลำมีลักษณะชูตั้งและปลายใบโค้งลง

อย่างไรก็ตามที่ผ่านมา อ้อยโคลนดีเด่นที่อยู่ในขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ยังขาดข้อมูลสำหรับกำหนดช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ดังนั้นจึงได้ศึกษาการเจริญเติบโต และการสะสมน้ำตาลของอ้อยโคลนดีเด่น สำหรับใช้เป็นข้อมูลแนะนำช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวอ้อยที่เหมาะสมให้แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- อ้อยโคลนดีเด่น ได้แก่ โคลน NSUT13-106 NSUT13-154 NSUT13-313 และพันธุ์เปรียบเทียบขอนแก่น 3 (KK3)
- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ย 46-0-0 18-46-0 0-0-60
- สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
- อุปกรณ์วัดความหวาน ได้แก่ Automatic refractometer
- อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ กระบอกสแตนเลสเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนดิน (undisturbed core sampler) ชุดตอกดินสแตนเลสที่ใช้คู่กับกระบอกสแตนเลสเก็บตัวอย่างดินท่อเจาะดินสแตนเลสยาว 1 เมตร ค้อนทองแดง เป็นต้น
- สารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการ

ดำเนินการทดลองในชุดดินสมอทอด พิกัดแปลงทดลอง 47P 0664193E, 1697802N, 1697816N วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วยอ้อยโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 และ NSUT13-313 โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานขอนแก่น 3 (KK3)

เก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 0-20 และ 20-50 ซม. นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดโดย pH meter อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) อินทรียวัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ spectrophotometer ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 (Schollenberger and Simon, 1945) วัดด้วยเครื่อง atomic spectrophotometer

ปลูกอ้อยในวันที่ 12 มกราคม 2564 ขนาดของแปลงย่อย 15 x 8 เมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 0.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร ในแต่ละแปลงย่อยมี 10 แถว แต่ละแถวยาว 8 เมตร ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 12-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตรา ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชเต็มอัตรา ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหลังปลูกหรือดินมีความชื้นเหมาะสม โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตรา ให้น้ำตามความต้องการของพืช ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมื่อเข้าสู่อายุ 8 เดือน เก็บตัวอย่างอ้อยครั้งละ 10 ลำ ทุก ๆ 1 เดือน จนถึงเก็บเกี่ยวเพื่อนำไปวัดค่า CCS เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 12 มกราคม 2565 พื้นที่เก็บเกี่ยว 48 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

1) การเจริญเติบโต เช่น จำนวนหน่อ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ที่อายุ 4 8 10 และ 12 เดือนหลังปลูก

2) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนกอเก็บเกี่ยว จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนลำต่อกอ น้ำหนักลำ น้ำหนักลำต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

3) ค่าบริกซ์ โพล ไฟเบอร์ และความหวานที่วัดในรูปของค่า CCS โดยสุ่มวัดจากตัวอย่างอ้อยจำนวน 10 ลำในแต่ละแปลงย่อย ที่อายุ 8 9 10 11 12 เดือนหลังปลูก

4) ลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น ค่าความเขียวใบ (SPAD-reading) ของใบอ้อย โดยวัด 3 ใบ จากใบยอดสุดและเฉลี่ยเป็นค่าความเขียว เริ่มวัดเมื่ออ้อยมีอายุ 4 เดือน และวัดต่อไปทุก ๆ 2 เดือน จนเก็บเกี่ยว

5) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ของส่วนเหนือดินทั้งหมด (ส่วนของใบและลำต้น) และส่วนของลำต้น ที่อายุ 4 6 8 10 และ 12 เดือนหลังปลูก

6) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดตลอดฤดูปลูก

ระยะเวลาดำเนินการ มกราคม ปี 2564–มกราคม ปี 2565

สถานที่ดำเนินการ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ และการให้น้ำ

อ้อยมีความต้องการใช้น้ำตั้งแต่ 1,100-1,800 มิลลิเมตร/ฤดูปลูก (Carr and Knox, 2010) ระหว่างปลูกอ้อยเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2564 จนถึงเก็บเกี่ยว มีปริมาณน้ำฝน 1,522.9 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อย โดยช่วงอายุ 1-6 เดือนหลังปลูก อ้อยมีการเจริญเติบโตเร็ว มีปริมาณน้ำฝนรวม 518.1 มิลลิเมตร และช่วงอายุตั้งแต่ 6-9 เดือน ปริมาณน้ำฝนรวมสูงสุด 867.8 มิลลิเมตร และหลังจากอ้อยอายุ 9 เดือนจนถึง 10 เดือน ฝนเริ่มตกน้อยลง มีปริมาณน้ำฝนสะสม 4.4 มิลลิเมตร ขณะที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดต่อวันอยู่ที่ 33.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 23.2 องศาเซลเซียส โดยช่วง 1-6 เดือนหลังปลูก อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดต่อวัน 34.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 24.6 องศาเซลเซียส และช่วง 9 เดือน จนถึง 10 เดือนหลังปลูก อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดต่อวัน 32.4 °องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 22.2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1)

การสะสมน้ำหนักแห้ง

โคลน NSUT13-106 มีการเจริญเติบโต และมีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (ส่วนใบรวมลำต้น) ค่อนข้างสูงกว่าทุกโคลน/พันธุ์ ในช่วงอายุ 0-180 วัน อ้อยทั้ง 4 โคลน/พันธุ์ มีการเจริญเติบโตช้า มีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินระหว่าง 3,852-4,497 กรัมต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งลำ 2,688–3,400 กรัมต่อตารางเมตร หลังจากนั้นในช่วง 180-303 วัน เป็นช่วงที่อ้อยอยู่ในระยะย่างปล้อง ปล้องยืดตัว และมีการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ยงยุทธ, 2556) ที่อายุ 303 วัน อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์มีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินระหว่าง 7,086-10,728 กรัมต่อตารางเมตร และน้ำหนักแห้งลำ 5,454–8,942 กรัมต่อตารางเมตร อัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินอยู่ระหว่าง 28.5-55.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งลำอยู่ระหว่าง 26.0-47.7 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และเมื่ออ้อยเข้าสู่ช่วง 303-365 วัน การสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินยังคงเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มในอัตราที่ลดลง หลังจากอายุ 303 วัน เป็นช่วงที่อ้อยเริ่มสุกแก่ และเริ่มมีการสะสมน้ำตาล การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง อ้อยทุกโคลน/พันธุ์มีน้ำหนักแห้งทั้งส่วนเหนือดินและส่วนของลำลดลง (ภาพที่ 2)

ความสูง

อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์มีการเจริญเติบโตด้านความสูงแตกต่างกัน อ้อยโคลน NSUT13-154 มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้ากว่าโคลน/พันธุ์อื่น ส่วนโคลน NSUT13-106 และ NSUT13-313 มีการเจริญเติบโตค่อนข้างเร็ว พิจารณาอัตราการเพิ่มความสูงพบว่าอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์จะมีอัตราการเพิ่ม

ความสูงมากที่สุดในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนถึงอายุ 240 วัน ซึ่งเป็นระยะที่อ้อยมีการย่างปล้องและช่วงเวลาดังกล่าวอ้อยได้รับปริมาณน้ำที่เพียงพอ การเจริญเติบโดทางลำต้นจึงเกิดขึ้นเร็ว โคลน NSUT13-106 มีความสูง 339 เซนติเมตร รองลงมาคือ NSUT13-313 ขอนแก่น 3 และ NSUT13-154 มีความสูง 316 303 และ 255 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3) แต่ละโคลน/พันธุ์มีอัตราการเพิ่มความสูงระหว่าง 1.4-1.9 เซนติเมตรต่อวัน (ภาพที่ 4) หลังจาก 240-300 วัน เนื่องจากเป็นช่วงที่อ้อยเข้าสู่ระยะสุกแก่ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง และมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้น อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ยังคงมีความสูงต้นเพิ่มขึ้น แต่อัตราการเพิ่มความสูงของอ้อยจะลดลง มีอัตราการเพิ่มความสูงระหว่าง 1.2-1.3 เซนติเมตรต่อวัน ที่อายุ 365 วัน อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์มีอัตราการเพิ่มความสูงระหว่าง 0.2-0.3 เซนติเมตรต่อวัน (ภาพที่ 4)

จำนวนหน่อ และจำนวนลำต่อกอ

พบว่าอ้อยแต่ละโคลนพันธุ์มีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุดช่วงอายุ 4 เดือน โดยมีหน่อต่อกอ 9-11 หน่อต่อกอ ที่อายุ 6 เดือนจำนวนลำต่อกอของอ้อยแต่ละโคลนพันธุ์จะลดลงเหลือ 7-8 หน่อต่อกอ เนื่องจากหน่อหรือต้นอ่อนจะเริ่มตายจากการถูกใบแก่บังแสงแดด และหลังจาก 6 เดือน อ้อยทุกโคลน/พันธุ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนลำต่อกอ (ภาพที่ 5) สอดคล้องกับการศึกษาของวัชชิระ และคณะ (2564) ที่ได้รายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนหน่อ/ลำต่อกอ (หน่อบวกกอ) ของอ้อย 22 พันธุ์ พบว่าอ้อยส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนหน่อ/ลำต่อกอ ในช่วงระยะที่อ้อยอายุ 120 ถึง 150 วันหลังปลูก

ค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR)

จากการศึกษาค่า SCMR ของอ้อยปลูกที่อายุ 4 6 8 10 และ 12 เดือน พบว่าอ้อยปลูกแต่ละโคลนพันธุ์มีค่า SCMR ที่แตกต่างกัน โดยอ้อยโคลน NSUT13-154 มีค่า SCMR สูงสุดเมื่ออ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก (43.0 SPAD-unit) ในขณะที่อ้อยโคลน NSUT13-106 NSUT13-313 และพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่า SCMR สูงสุดเมื่ออ้อยอายุ 6 เดือนหลังปลูก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 41.7 40.0 และ 40.8 SPAD-unit ตามลำดับ พิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า SCMR กับช่วงอายุหลังปลูกของอ้อยแต่ละโคลนพันธุ์ พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันทุกโคลน/พันธุ์ เมื่ออ้อยมีอายุเพิ่มขึ้นค่า SMCR ของอ้อยจะมีค่าลดลงตามลำดับ (ภาพที่ 6) สอดคล้องกับการศึกษาของ ธีระรัตน์ และคณะ (2564) ที่ได้ศึกษาค่า SCMR ในอ้อย 15 โคลน/พันธุ์ พบว่าอ้อยแต่ละโคลนพันธุ์มีค่า SCMR แตกต่างกัน โดยเมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้นค่า SCMR จะลดลง เนื่องจากช่วงอายุ 8-12 เดือนหลังปลูกอ้อยมีการเจริญเติบโตอยู่ในระยะสุกแก่ มีการเจริญเติบโตช้าลงและคงที่ เนื่องจากเป็นระยะที่มีการสะสมน้ำตาลในลำต้นทีละน้อย สีใบจึงเริ่มจางลง การสังเคราะห์แสงจึงลดลง (ยงยุทธ, 2556; Mall *et al*., 2016) กล่าวคือค่า SCMR เป็นค่าแสดงถึงความเขียวทางอ้อมใบพืชโดยมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสังเคราะห์แสงของพืช แต่ทั้งนี้การที่อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์มีค่า SCMR ที่แตกต่างกันส่วนหนึ่งเกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรม (บุญหงษ์, 2557)

การสะสมน้ำตาล

อ้อยทุกโคลนพันธุ์มีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามอายุในอัตราที่แตกต่างกัน โดยมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น เช่นเดียวกับการศึกษาของวีระพล และคณะ (2554) ที่รายงานว่าอ้อยมีการสะสมน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นตามอายุในอัตราที่แตกต่างกัน โดยมีความสัมพันธ์แบบโพลีโนเมียล

ค่าบริกซ์ ที่อายุ 8 เดือน อ้อยโคลนดีเด่นแต่ละโคลนมีค่าบริกซ์อยู่ระหว่าง 14.1-15.55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าบริกซ์ 13.91 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 11 เดือน อัตราการเพิ่มขึ้นของ

ค่าบริกซ์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่ออายุ 12 เดือน อ้อยแต่ละโคลนพันธุ์ยังคงมีค่าบริกซ์ที่เพิ่มขึ้นแต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง โดยอ้อยโคลน NSUT13-154 มีค่าบริกซ์ 21.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโคลน NSUT13-313 NSUT13-106 และขอนแก่น 3 มีค่าบริกซ์ 21.22 29.73 และ 20.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 7)

ค่าโพล หรือปริมาณซูโครสที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย อ้อยทุกโคลน/พันธุ์ มีค่าโพลเพิ่มตามอายุที่เพิ่มขึ้น และจะเริ่มคงที่เมื่ออ้อยมีอายุ 11 เดือน พบว่าอ้อยโคลน NSUT13-154 มีค่าโพลค่อนข้างสูงกว่าโคลน/พันธุ์อื่น ๆ โดยที่อายุ 12 เดือน (มกราคม 2565) อ้อยโคลน NSUT13-154 มีค่าโพล 19.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโคลน NSUT13-313 NSUT13-106 และขอนแก่น 3 มีค่าโพล 18.83 17.67 และ 17.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

ค่าไฟเบอร์ อ้อยโคลน NSUT13-106 NSUT13-154 และขอนแก่น 3 มีค่าไฟเบอร์สูงที่สุดที่อายุ 11 เดือน ค่าไฟเบอร์ลดลงเมื่ออายุ 12 เดือน ในขณะที่โคลน NSUT13-313 ค่าไฟเบอร์ยังคงเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 12 เดือน (ภาพที่ 9)

ค่า CCS ที่อายุ 8 เดือน อ้อยโคลนดีเด่นแต่ละโคลนมีค่า CCS อยู่ระหว่าง 7.49-7.97 ส่วนพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่า CCS 5.57 ที่อายุ 9 เดือน อ้อยโคลน NSUT13-154 มีค่าความหวาน10.5 CCS ซึ่งสูงกว่าโคลนอื่น ๆ และพบว่าอ้อยโคลน NSUT13-106 และ NSUT13-154 ให้ค่าความหวานสูงกว่า 12 CCS ที่อายุ 10 เดือนหลังปลูก ส่วน NSUT13-313 และขอนแก่น 3 ให้ค่าความหวานสูงกว่า 12 CCS ที่อายุ 11 เดือนหลังปลูก (ภาพที่ 10) จากรูปแบบการสะสมน้ำตาลของอ้อยทุกโคลน/พันธุ์ ค่า CCS ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 8-10 เดือนหลังปลูก สอดคล้องกับ Cardozo and Sentelhas (2013) ที่พบว่าความเข้มข้นของซูโครสของอ้อยเพิ่มขึ้นอย่างมากช่วง 9-12 เดือนหลังปลูก โดยความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มขึ้นถึง 8 เปอร์เซนต์

จากกราฟแสดงค่า CCS ถึงแม้ว่าจะถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวแล้วก็ตาม แต่อ้อยทุกโคลน/พันธุ์ยังคงมีค่าความหวานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระดับความหวานยังคงไม่ลดลง โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

ความยาวลำ

ที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน อ้อยโคลน NSUT13-106 มีความยาวลำ 403 เซนติเมตร มากกว่าทุกโคลน/พันธุ์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจาก NSUT13-313 ที่มีความยาวลำ 389 เซนติเมตร ส่วน NSUT13-154 มีความยาวลำน้อยที่สุด คือ 308 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำ

อ้อยโคลน NSUT13-106 และ NSUT13-313 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.90 และ 2.88 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนโคลน NSUT13-154 และพันธุ์ขอนแก่น 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.70 และ 2.67 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

น้ำหนักลำ

อ้อยโคลน NSUT13-106 และ NSUT13-313 มีน้ำหนักลำ 2.52 และ 2.59 กิโลกรัมต่อลำ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนโคลน NSUT13-154 และพันธุ์ขอนแก่น 3 มีน้ำหนักลำ 1.76 และ 2.30 กิโลกรัมต่อลำ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จำนวนลำต่อไร่

อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ให้จำนวนลำต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติ โดยโคลน NSUT13-154 ให้จำนวนลำต่อไร่สูงกว่าอ้อยทุกโคลนพันธุ์ คือ 16,173 ลำต่อไร่ เนื่องจากเป็นโคลนที่ที่มีการแตกหน่อค่อนข้างดีกว่าทุกโคลนพันธุ์ ส่วนโคลน NSUT13- 106 ให้จำนวนลำต่อไร่น้อยที่สุด 10,313 ลำต่อไร่ (ตารางที่ 1)

ผลผลิตอ้อย

อ้อยโคลน NSUT13- 313 ให้ผลผลิต 30.1 ตันต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าทุกโคลนพันธุ์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับโคลน NSUT13-154 ที่ให้ผลผลิต 28.5 ตันต่อไร่ ถึงแม้ว่า NSUT13-313 จะมีจำนวนลำต่อไร่น้อยกว่า แต่ด้วยความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำที่ใหญ่กว่าจึงทำให้มีน้ำหนักลำมากกว่า สำหรับ NSUT13- 106 พบว่าให้ผลผลิตต่ำที่สุดคือ 26.1 ตันต่อไร่ ส่วนขอนแก่น 3 ให้ผลผลิต 27.6 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 1)

ผลผลิตน้ำตาล

อ้อยโคลน NSUT13-154 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่า NSUT13-106 และขอนแก่น 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตต่อไร่ และค่า CCS ที่ได้ โดยให้ผลผลิตน้ำตาลที่ 4.23 4.31 3.59 และ 3.62 ตัน CCS ต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

พิจารณาการเจริญเติบโตทั้งความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง รวมทั้งค่าโพล และค่า CCS จะเห็นว่าอ้อยมีการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลในอัตราที่ช้าเร็วแตกต่างกันไป อ้อยโคลน NSUT13-106 เป็นอ้อยที่มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าโคลน/พันธุ์อื่น และมีการสะสมน้ำตาลเร็วที่อายุ 10 เดือน และเมื่อเข้าสู่ฤดูเก็บเกี่ยวค่าความสูง และค่า CCS ยังคงเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากอ้อยมีความสูงมากจึงมีปัญหาเรื่องการหักล้ม เพราะฉนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวจึงควรเก็บเกี่ยวช่วงต้นฤดูจนถึงกลางฤดูหีบ โคลน NSUT13-154 เป็นโคลนที่มีการเจริญเติบ และมีการสะสมน้ำหนักแห้งค่อนข้างช้า ถึงแม้จะมีการสะสมน้ำตาลเร็วที่อายุ 10 เดือน แต่เพื่อให้ได้ทั้งเรื่องผลผลิต และได้ปริมาณความหวาน ควรเก็บเกี่ยวตั้งแต่ช่วงกลางฤดูจนถึงปลายฤดู สำหรับโคลน NSUT13-313 มีการเจริญเติบโตดี การสะสมน้ำหนักแห้งสูง สะสมน้ำตาลเร็วปานกลางที่อายุ 11 เดือน ค่า CCS ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากอายุ 12 เดือน ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น ควรเก็บเกี่ยวตั้งแต่กลางฤดูจนถึงปลายฤดู

สรุปผลการทดลอง

อ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน แต่มีรูปแบบการเจริญเติบโตไปในทิศทางเดียวกัน ช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตจะมีการเจริญเติบโตเร็ว และคงที่เมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะสุกแก่ จากการศึกษาในอ้อยปลูกของลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว สามารถแนะนำได้ว่า อ้อยโคลน NSUT13-106 สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ช่วงต้นฤดูจนถึงกลางฤดูหีบ หรือตั้งแต่อายุประมาณ 10 เดือนหลังปลูก เนื่องจากเป็นโคลนอ้อยที่โตเร็ว และเพื่อลดความเสี่ยงในการสูญเสียผลผลิตจากการหักล้ม ขณะที่โคลน NSUT13-154 และ NSUT13-313 สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่กลางฤดูจนถึงปลายฤดูหีบ โดยไม่สูญเสียคุณภาพความหวาน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎ์ บัวเผื่อน. 2553. แบบจำลองอัตราการเปลี่ยนแปลงสำหรับปริมาณน้ำตาลในอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดาวรุ่ง คงเทียน ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ปรีชา กาเพ็ชร และอภิชาติ สุพรรณรัตน์. 2561. ศึกษาพัฒนาการการเติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อยพันธุ์ต่าง ๆ ภายใต้สภาพที่มีปัจจัยการผลิตเพียงพอใน จ. นครสวรรค์ หน้า 153 -169. *ใน: รายงานผลงานวิจัยปี 2552*. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

จุฑามาศ เครื่องพาที จิดาภา คงหินไธสง พัชริน ส่งศรี และนันฑวุฒิ จงรั้งกลาง. 2561. รูปแบบการสะสมน้ำตาลของอ้อยพันธุ์ดีเด่นที่ประเมินในฤดูกาลปลูกแบบข้ามแล้ง. หน้า 13-14 *ใน: การประชุมอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ 2561*. วันที่ 21-23 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมสุนีย์แกรนด์ โฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่นเซนเตอร์ อ.เมือง จ. อุบลราชธานี.

ธีระรัตน์ ชิณแสน รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ ปิยะรัตน์ จังพล แสงเดือน ชนะชัย และ ชยันต์ ภักดีไทย. 2564. การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของอ้อยโคลนดีเด่นภายใต้สภาวะให้น้ำและอาศัยน้ำฝน. *ว.เกษตรพระวรุณ*. 18(1): 17-26.

บุญหงษ์ จงคิด. 2557. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2556. ธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของอ้อย. *ว.ดินปุ๋ย* 35(เล่มที่ 1-4): 65-77.

วัชชิระ สอนผา พรทิพย์พา หาระโคตร และณกรณ์ จงรั้งกลาง. 2564. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกันในช่วงระยะย่างปล้อง. *ว.เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี*. 2(2): 28-40.

วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย เพียงเพ็ญ ศรวัต เทวา เมาลานนท์ ปรีชา กาเพ็ชร และอุดม เลียบวัน. 2554. ขอนแก่น 3 พันธุ์อ้อยสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *ว.วิชาการเกษตร*. 29(3): 280-301

Bray, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci*. 59: 39-45.

Cardozo, N.P. and P.C. Sentelhas, 2013. Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age. *Sci. Agric*., 70: 449-456.

Carr, M. K. V. and W. Knox. 2010. The water Relations and Irrigation Requirements of Sugarcane (*Saccharum officinarum*): A Review. Expl. *Agric.* 47(1): 1-25.

Mall R K., G. Sonkar, D. Bhatt, N.K. Sharma., A.K. Baxla and K.K. Singh. 2016. Managing impact of extreme weather events in sugarcane in different agro-climate zones of Uttar Pradesh. *MUASAM*. 67(1): 233-250.

Peech, M. 1965. Hydrogen-ion Activity, pp. 914-925. In C. A. Black (ed). Method of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No. 9. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Schollenberger, C.J., and R.H. Simon. 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soils-ammonium acetate method. *Soil Sci.* 59:13-24.

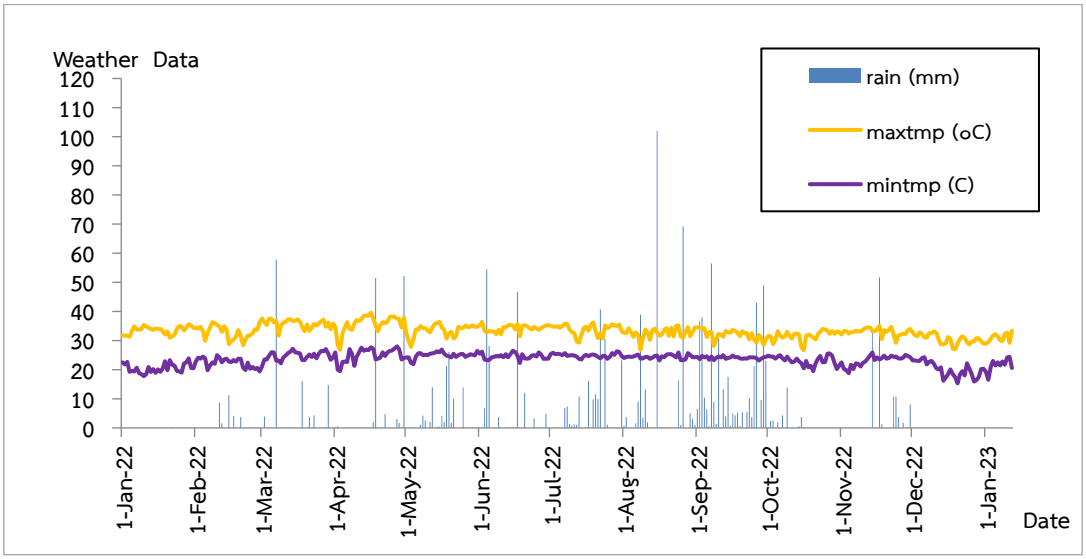
Walkley, A., and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-37.

ตารางที่ 1 ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิต และผลผลิตน้ำตาล ของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565

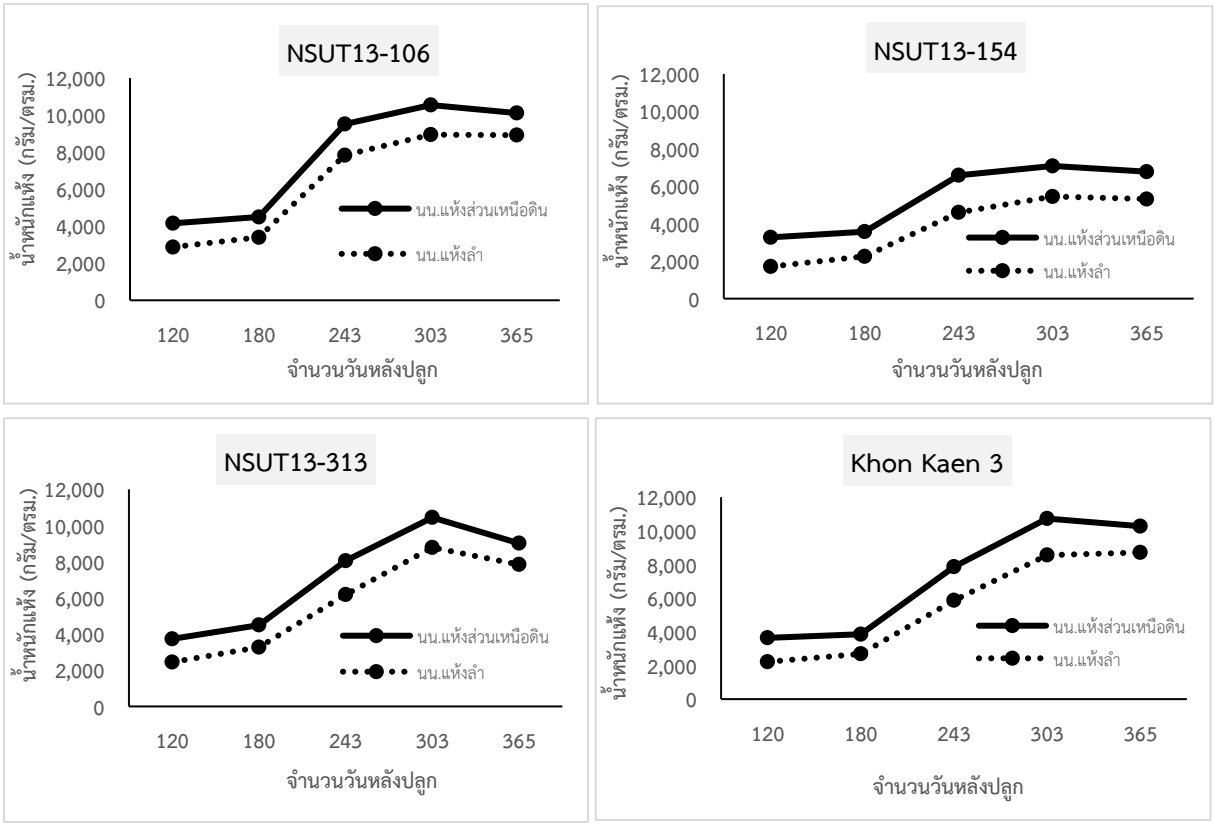
โคลน/พันธุ์	ความยาวลำ (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (เซนติเมตร)	น้ำหนักลำ (กิโลกรัม/ลำ)	จำนวนลำต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน CCS/ไร่)
NSUT13- 106	403 a	2.90 a	2.52 a	10,313 c	26.1 c	3.59 b
NSUT13- 154	308 c	2.70 b	1.76 c	16,173 a	28.5 ab	4.23 a
NSUT13- 313	389 a	2.88 a	2.59 a	11,627 b	30.1 a	4.31 a
ขอนแก่น 3	363 b	2.67 b	2.30 b	12,013 b	27.6 b	3.62 b
F-test	*	*	*	*	*	*
CV (%)	3.61	4.07	3.96	4.46	3.61	6.07

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

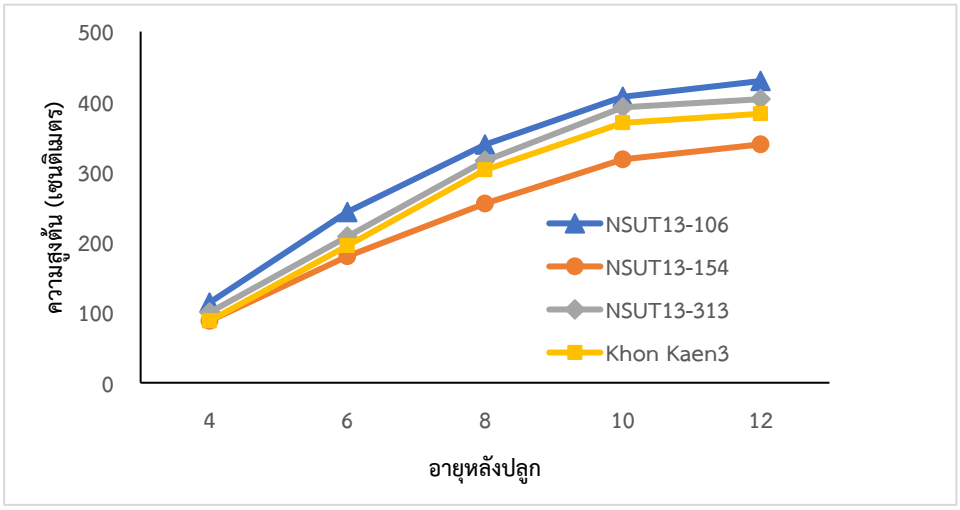
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



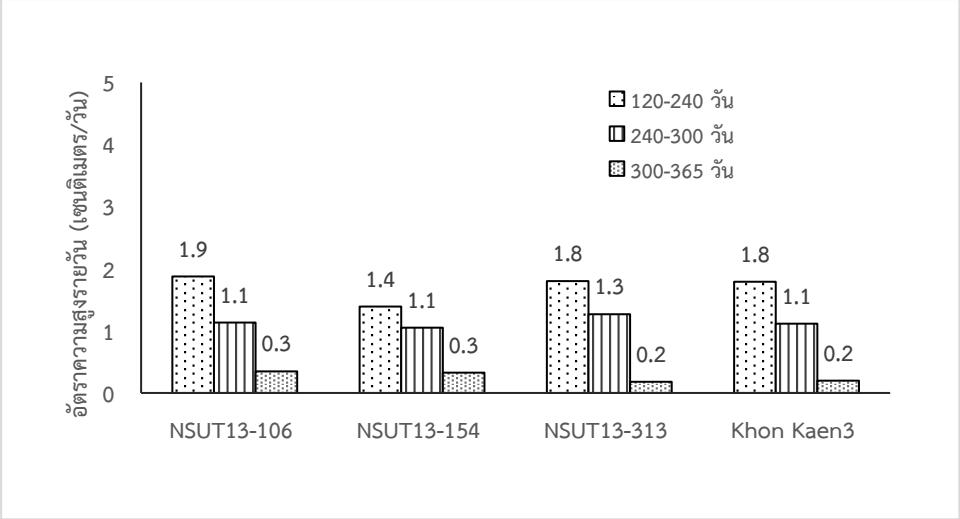
ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึง 12 เดือนหลังปลูกอ้อย ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ (มกราคม 2564 - 12 มกราคม 2565)



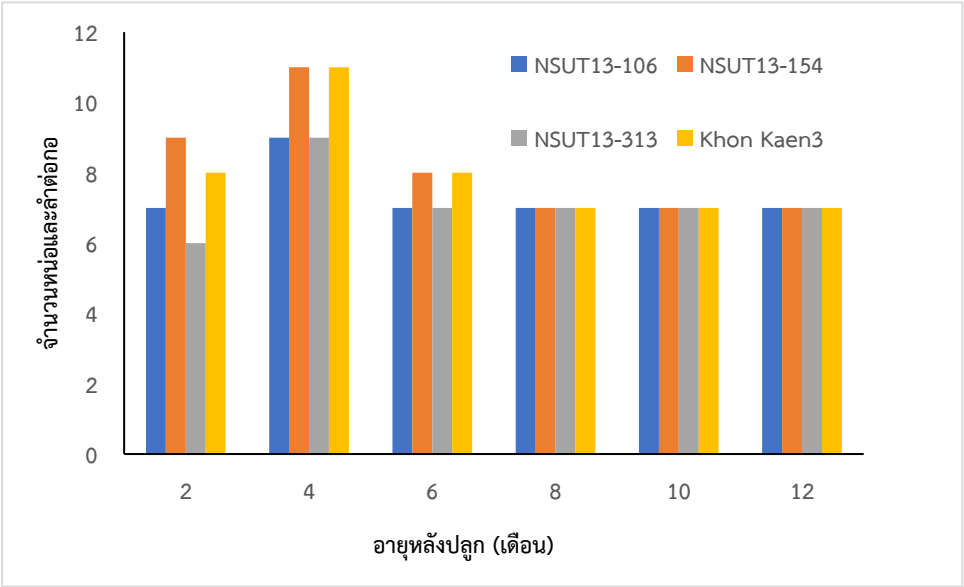
ภาพที่ 2 การสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และลำของอ้อย 4 โคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



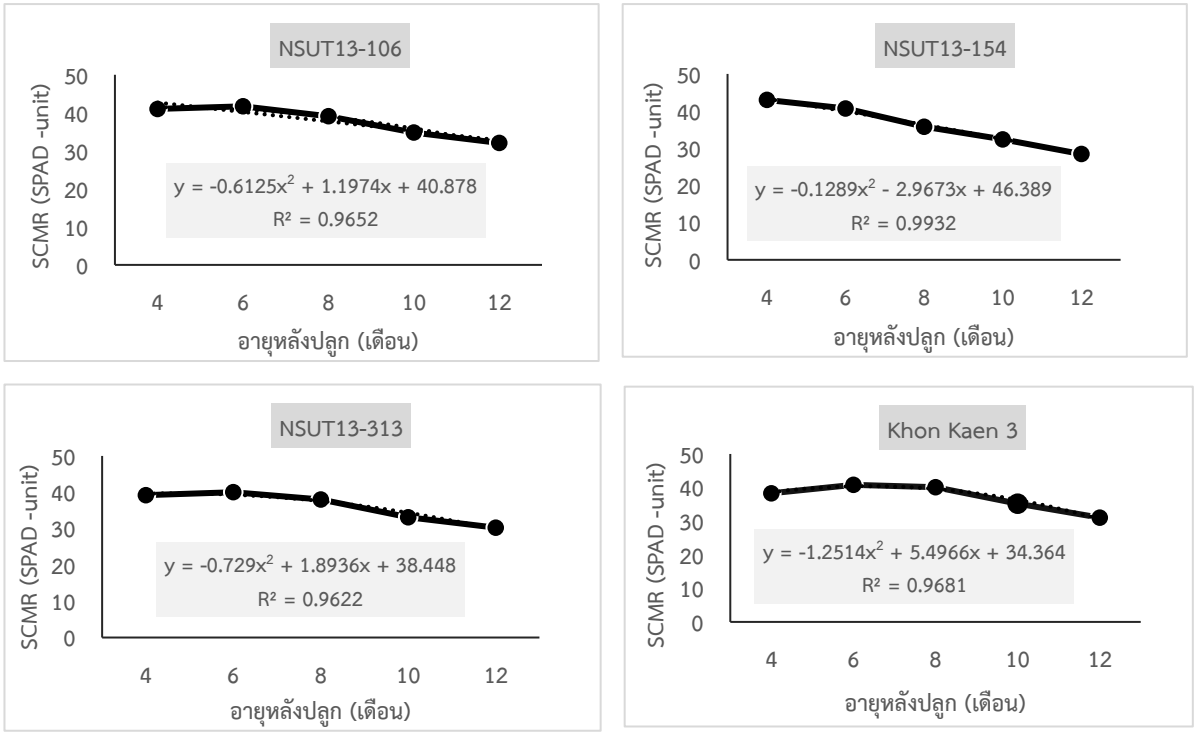
ภาพที่ 3 ความสูงของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



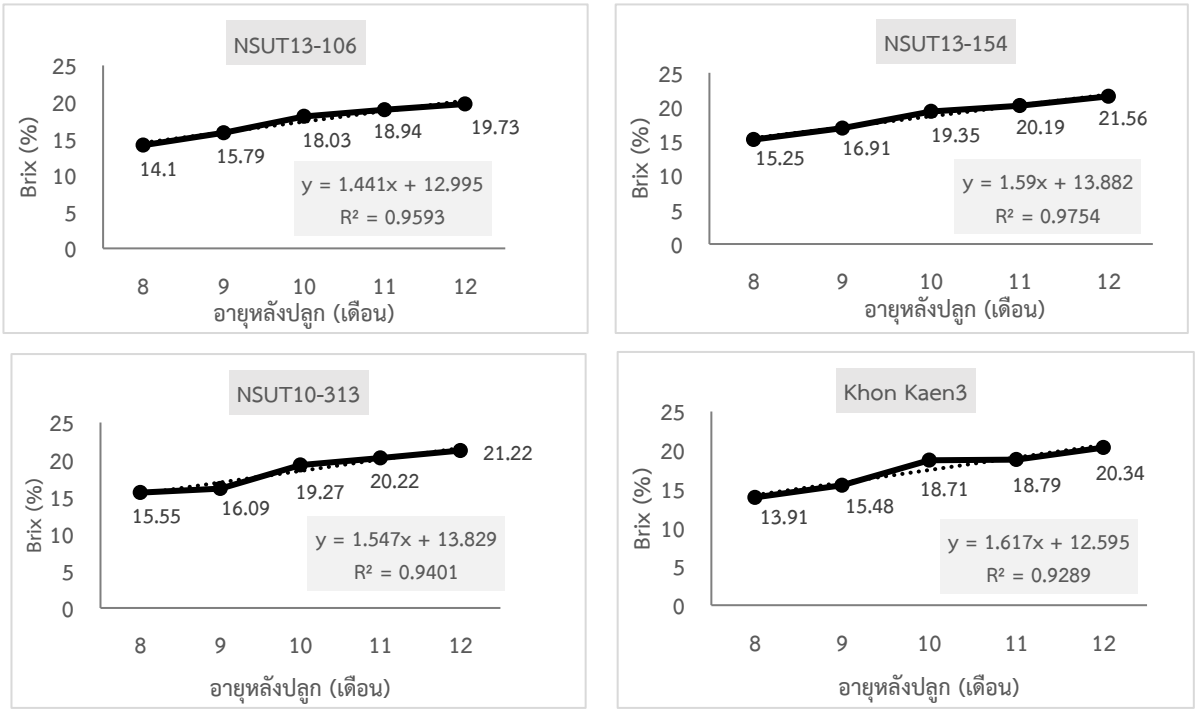
ภาพที่ 4 อัตราการเพิ่มความสูงรายวันของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



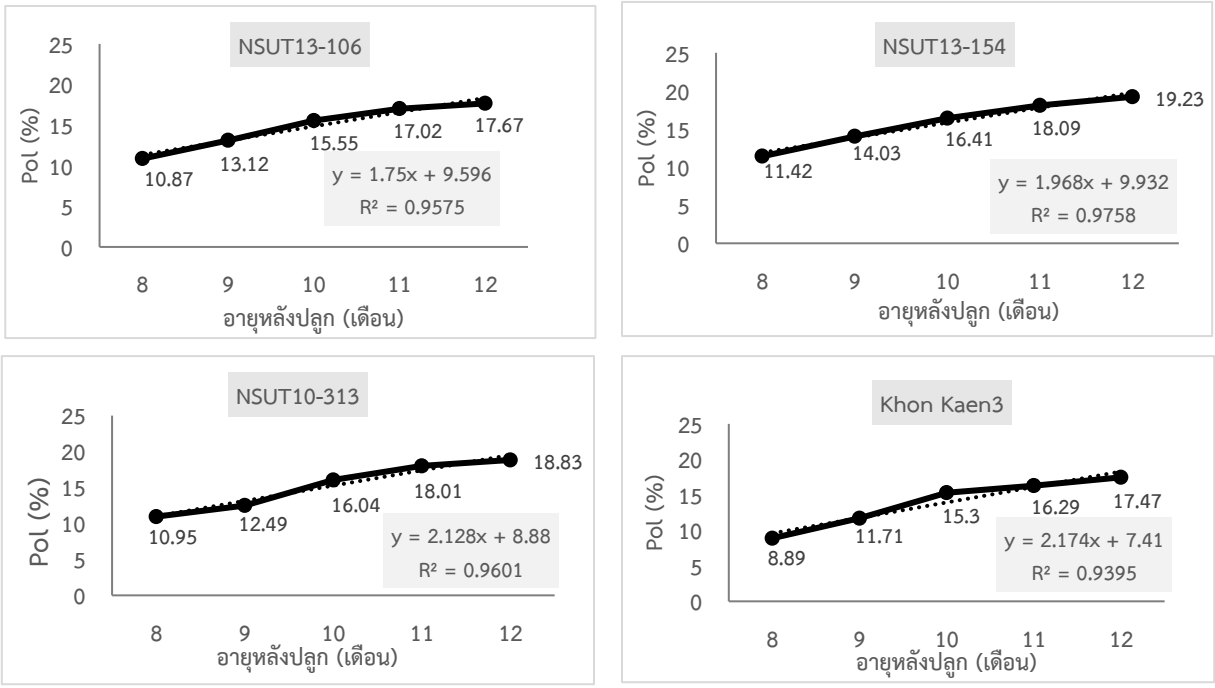
ภาพที่ 5 จำนวนหน่อและลำของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



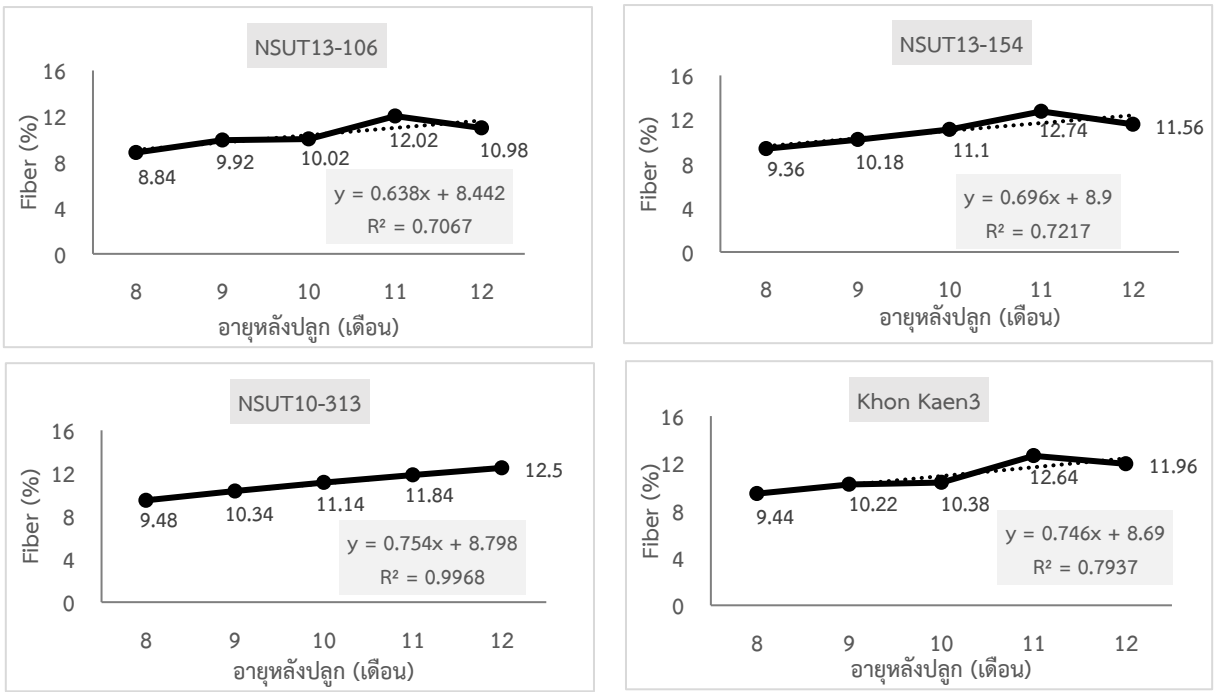
ภาพที่ 6 ค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



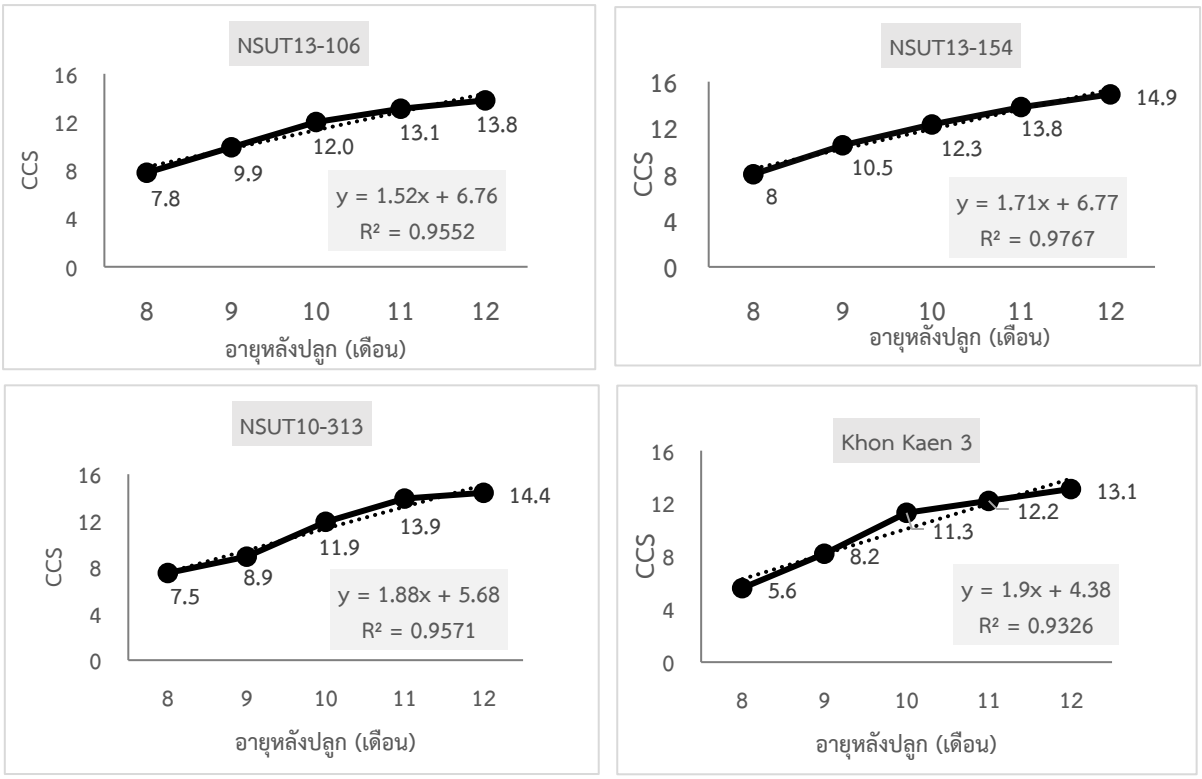
ภาพที่ 7 ค่าบริกซ์ของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



ภาพที่ 8 ค่าโพลของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



ภาพที่ 9 ค่าไฟเบอร์ของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ที่ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565



ภาพที่ 10 ค่า CCS ของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ที่ ในชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีการผลิต 2564/2565

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยรายแปลงในมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรรายย่อยจังหวัดระยอง
Fertilizer Application in Cassava for Small Farmers in Rayong Province

วัลลีย์ อมรพล[1/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] รุ่งรวี บุญทั่ง[1/]
Wanlee Amonpon[1/] Chayan Pakdeethai[2/] Rungravee Boontung[1/]

ABSTRACT

Study on fertilizer application in cassava for small farmers in Rayong province aims to increase the efficiency of fertilizer management and farmers' income by accounting the higher investment returns. Soil Series; Sattahip series, Phang-nga series, Thai Muang series and Mab Bon series of the 10 farmers' fields in Rayong province were selected in 2022/2023. Rayong 9 was grow and fertilizer application based on soil test method was compared to traditional farming method with an area of 5 rai per method. Yield and yield components were analyzed using Paired t-test. The results showed average fresh root yield and starch yield of fertilization based on soil test method were 5,116 and 1,459 kilogram/rai. Cost of fertilizer and average net income were 1,715 and 17,430 baht/rai, and the benefit-cost ratio (BCR) was 2.12%. Whereas, average fresh root yield and starch yield of traditional farming method were 4,187 and 1,156 kilogram/rai. Cost of fertilizer and average net income were 1,757 and 14,091 baht/rai, and BCR was 1.77%. For plant health monitoring by Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from satellite images explained higher NDVI of fertilization based on soil test method than traditional farming method. However, occasionally, NDVI cannot be used to monitor plant health due to many satellite images had partial cloud cover.

Keyword: Fertilizer per plot, small farmers, Cassava

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง 21150, 038-681515

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA., Huaipong Subdistrict, Maung District, Rayong Province, 21150 ,038-681515

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[2/] Khon kaen Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA

บทคัดย่อ

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยรายแปลงในมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรรายย่อย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ยและเพิ่มรายได้ของเกษตรกร โดยการพิจารณาจากความคุ้มค่าของการลงทุน ดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ไร่เกษตรกร จังหวัดระยอง ได้แก่ ชุดดินพังงา ชุดดินสัตหีบ ชุดดินท้ายเหมือง และชุดดินมาบบอน ในฤดูปลูกปี 2565/66 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร จำนวน 10 ราย พื้นที่กรรมวิธีละ 5 ไร่ เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired t-test พบว่า วิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ย 5,116 และ 1,459 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนค่าปุ๋ยและมีรายได้เฉลี่ย 1,715 และ 17,430 บาทต่อไร่ มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ย 4,187 และ 1,156 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนค่าปุ๋ยและมีรายได้เฉลี่ย 1,757 และ 14,091 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR เท่ากับ 1.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการติดตามสุขภาพพืชจากค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในวิธีทดสอบตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร พบว่า วิธีทดสอบมีค่า NDVI สูงกว่าวิธีเกษตรกร แต่มีข้อมูล NDVI บางช่วงไม่สามารถตรวจวัดได้เนื่องจากมีเมฆบดบังพื้นที่เก็บข้อมูล

คำหลัก: ปุ๋ยรายแปลง เกษตรกรรายย่อย มันสำปะหลัง

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่มีปริมาณแป้งสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใน 4 ด้านหลัก (4F) ประกอบด้วย 1) Food อาหารสำหรับมนุษย์ 2) Feed อาหารเลี้ยงสัตว์ 3) Fuel วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานชีวภาพ และ 4) Factory ภาคอุตสาหกรรม อาทิ แอลกอฮอล์ กรดมะนาว เครื่องนุ่งห่ม ยา กระดาษ และเคมีภัณฑ์ เป็นต้น โดยในปี 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 10.86 ล้านไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 9.92 ไร่ มีผลผลิตรวม 34.07 ล้านตัน โดยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมา คือ ภาคเหนือ และภาคกลาง มีผลผลิตเฉลี่ย 3.43 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) โดยเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย ผลผลิตเฉลี่ย 3.49 ตันต่อไร่ การจัดใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต เป็นการใส่ปุ๋ยแบบอัตราเดียวกันทั่วทั้งแปลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังแตกต่างกันตามลักษณะพื้นที่ เกิดการใช้ธาตุอาหารมากเกินความจำเป็นหรือได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ ดังนั้น การจัดการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสมตามสภาพพื้นที่ จะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในแปลง โดยใช้การแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2561) ช่วยในการกำหนดอัตราปุ๋ย ทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้ถูกชนิด ในปริมาณที่เหมาะสมและตรงตามระยะเวลาที่พืชต้องการ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9
- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ย 46-0-0 ปุ๋ย 18-46-0 ปุ๋ย 60-0-0
- อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ สว่านเจาะดิน และถังพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน เป็นต้น
- เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

วิธีการ

สำรวจและคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนในการปลูกมันสำปะหลังจังหวัดระยอง จำนวน 10 แปลง เก็บตัวอย่างดิน ก่อนปลูกและปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ใช้เกณฑ์การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร (2561) ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี คือ 1. วิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 2. วิธีของเกษตรกร พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 3 ซ้ำต่อกรรมวิธีที่อายุ 10-12 เดือน วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด และคำนวณผลผลิตแป้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired t-test และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราส่วนผลประโยชน์ ต่อต้นทุน (Benefit/ Cost ratio : BCR) และรวบรวมข้อมูลและเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel 2 ชนิด COPERNICUS/S2 บริเวณพื้นที่ดำเนินการศึกษาผ่าน https:/code.earthengine.google.com/ กำหนดให้เก็บข้อมูลค่าการสะท้อนในช่วงคลื่น Near-infrared (B8) ความยาวคลื่นกลาง 842 นาโนเมตร และ ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่น Red (B4) ความยาวคลื่นกลาง 665 นาโนเมตร โดยเก็บข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่มีเมฆบดบังพื้นที่ไม่เกิน 20% คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ทุก 15 วันหรือช่วงที่มีข้อมูล สร้างกราฟเปรียบเทียบแปลงค่า NDVI จากพื้นที่ที่ใช้วิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกร

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. สภาพแวดล้อมตลอดฤดูปลูก

1.1 ปริมาณน้ำฝน

ฤดูปลูกปี 2565/66 มีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดฤดูปลูก (1 มีนาคม 2565 - 14 มิถุนายน 2566) เท่ากับ 2,429 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1)

1.2 คัดเลือกพื้นที่ทดสอบและวิเคราะห์ดินบนก่อนปลูก

คัดเลือกพื้นที่ในจังหวัดระยอง ได้แก่ ชุดดินพังงา ชุดดินสัตหีบ ชุดดินท้ายเหมือง และชุดดินมาบบอน ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในพื้นที่เกษตรกร จำนวน 10 ราย ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี คือ 1. วิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 2. วิธีของเกษตรกร (ตารางที่ 1) ผลวิเคราะห์ดินบนก่อนปลูกที่ระดับ 0-20 เซนติเมตรและอัตราปุ๋ยวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร (ตารางที่ 2)

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

จากการเก็บข้อมูลผลผลิต วัดเปอร์เซ็นต์แป้งและคำนวนเป็นผลผลิตแป้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired t-test พบว่า ผลผลิตหัวสดในแปลงปลูกมันสำปะหลังที่ปลูกช่วงเดือนพฤษภาคม 2565

จำนวน 3 แปลง กรรมวิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่แปลงปลูกก่อนเดือนพฤษภาคมมีเพียง 2 แปลงจากจำนวน 6 แปลงที่กรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ เปอร์เซ็นต์แป้ง กรรมวิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไม่แตกต่างในทางสถิติกับกรรมวิธีของเกษตรกร ยกเว้นแปลงที่ปลูก 3 มีนาคม 2565 เก็บเกี่ยว 4 พฤษภาคม 2566 กรรมวิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากกว่ากรรมวิธีของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเก็บเกี่ยวช้าที่สุดในกลุ่มเดียวกัน และผลผลิตแป้งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิต (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2)

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การปลูกมันสำปะหลังระยอง 9 ปี 2565/66 พบว่า กรรมวิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีต้นทุนค่าปุ๋ยเฉลี่ย 1,715 บาทต่อไร่ มีรายได้เฉลี่ย 17,430 บาทต่อไร่ มี BCR 2.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร มีต้นทุนค่าปุ๋ยเฉลี่ย 1,757 บาทต่อไร่ มีรายได้เฉลี่ย 14,091 บาทต่อไร่และมีค่า BCR 1.77 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

4. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่อายุเก็บเกี่ยว

การบันทึกค่าการสะท้อนภาพถ่ายดาวเทียม sentinel-2 ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดระยอง คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เพื่อติดตามการเจริญเติบโต ที่อายุ 2 เดือนถึงอายุ 8-10 เดือน ในวิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร พบว่า วิธีทดสอบมีค่าดัชนีพืชพรรณสูงกว่าวิธีเกษตรกร แต่ยังคงมีบางช่วงเวลาของการเจริญเติบโต ภาพถ่ายดาวเทียมบางภาพมีเมฆบดบังบริเวณที่ต้องการข้อมูล (ภาพที่ 3)

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร จำนวน 10 รายในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดระยอง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. วิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ย 5,116 และ 1,459 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ย 4,187 และ 1,156 กิโลกรัมต่อไร่

2. วิธีทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีต้นทุนค่าปุ๋ยและมีรายได้เฉลี่ย 1,715 และ 17,430 บาทต่อไร่ มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร มีต้นทุนค่าปุ๋ยและมีรายได้เฉลี่ย 1,757 และ 14,091 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR เท่ากับ 1.77 เปอร์เซ็นต์

3. การติดตามสุขภาพพืชจากค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าวิธีทดสอบมีค่า NDVI สูงกว่าวิธีเกษตรกร แต่มีข้อมูล NDVI บางช่วงไม่สามารถตรวจวัดได้เนื่องจากมีเมฆบดบังพื้นที่เก็บข้อมูล

ตารางที่ 1 แสดงพิกัดแปลง ชุดดิน วันปลูก วันใส่ปุ๋ย วันเก็บเกี่ยวผลผลิตในไร่เกษตรกร จังหวัดระยอง ในฤดูฝนปี 2565/66

เกษตรกร	X	Y	ชุดดิน	วันปลูก	วันใส่ปุ๋ย	วันเก็บเกี่ยว
นายวิโรจน์ บำรุงพงษ์	726562	1403023	พังงา	3 มี.ค. 65	11 พ.ค. 65	4 พ.ค. 66
นางสายชล บางเพียรดี	742184	1431451	พังงา	1 มี.ค. 65	1 พ.ค. 65	22 เม.ย. 66
นางสาวจันจิรา ประสพรัตน์	732974	1414691	สัตหีบ	11 พ.ค. 65	24 มิ.ย. 65	15 พ.ค. 66
นายสามารถ บูรพา	725619	1404763	สัตหีบ	10 พ.ค. 65	29 มิ.ย. 65	14 มิ.ย. 66
นายเกรียงศักดิ์ โชคสัมฤทธิ์ผล	725157	1403452	สัตหีบ	9 มี.ค. 65	20 เม.ย. 65	3 ก.พ. 66
นายปัญญา โตพิทักษ์	739660	1411873	ท้ายเหมือง	10 มี.ค. 65	25 พ.ค. 65	20 ม.ค. 66
นายจำเนียร สว่างแจ้ง	743303	1414537	พังงา	10 มี.ค. 65	10 พ.ค. 65	17 ก.พ. 66
นายบุญส่ง มีมาก	742405	1414831	มาบบอน	10 เม.ย. 65	24 พ.ค. 65	18 เม.ย. 66
นายช่อ สนทอง	741080	1423333	มาบบอน	8 เม.ย. 65	10 พ.ค. 65	27 ก.พ. 66
นายกรภัทร คำอินทร์	728146	1425790	มาบบอน	14 พ.ค. 65	23 มิ.ย. 65	31 มี.ค. 66

ตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และอัตราปุ๋ยวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรจังหวัดระยอง ในฤดูฝนปี 2565/66

เกษตรกร	pH[1] (1:1)	OM[2] (%)	Avai.P[3] (มก./กก)	Exch.K[4] (มก./กก)	วิธีทดสอบ (กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	วิธีเกษตรกร
นายวิโรจน์ บำรุงพงษ์	5.1	1.42	17	30	8-4-16	46-0-0, 17 กก./ไร่+0-0-60, 27 กก./ไร่
นางสายชล บางเพียรดี	4.3	1.04	53	30	8-2-16	15-15-15, 50 กก./ไร่
นางจันจิรา ประสพรัตน์	4.3	1.00	8	24	16-4-16	15-7-18, 50 กก./ไร่
นายสามารถ บูรพา	6.0	0.44	3	22	16-8-16	15-7-18, 50 กก./ไร่+46-0-0, 15 กก./ไร่
นายเกรียงศักดิ์ โชคสัมฤทธิ์ผล	4.8	0.95	16	30	16-4-16	15-7-18, 50 กก./ไร่+46-0-0, 15 กก./ไร่
นายปัญญา โตพิทักษ์	4.8	0.83	8	20	16-4-16	15-7-18, 50 กก./ไร่
นายจำเนียร สว่างแจ้ง	4.2	1.84	11	30	8-4-16	15-15-115, 50 กก./ไร่+ปุ๋ยอินทรีย์ 25กก./ไร่
นายบุญส่ง มีมาก	4.6	1.60	13	26	8-4-16	10-30-25, 50 กก./ไร่+ปุ๋ยอินทรีย์ 25 กก.ไร่ +ฉีดกรดอมิโน 3 ครั้ง
นายช่อ สนทอง	4.0	1.24	183	58	8-2-16	21-0-0, 25 กก./ไร่+รองพื้น15-15-15,50 กก./ไร่+17-3-15, 50 กก./ไร่
นายกรภัทร คำอินทร์	6.7	1.59	442	26	8-2-16	15-7-18, 50 กก./ไร่

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945) [4] Schollenberger and Simon (1945)

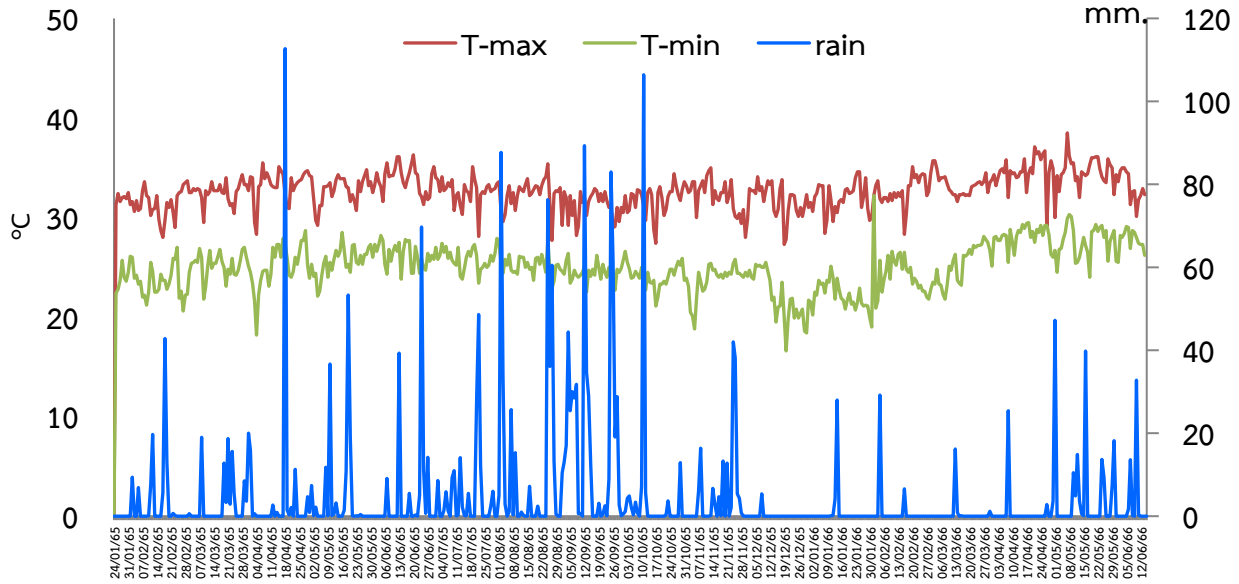
ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) ที่อายุ 10-12 เดือน เปรียบเทียบวิธีทดสอบกับวิธีเกษตรกรจังหวัดระยอง ในฤดูฝนปี 2565/66

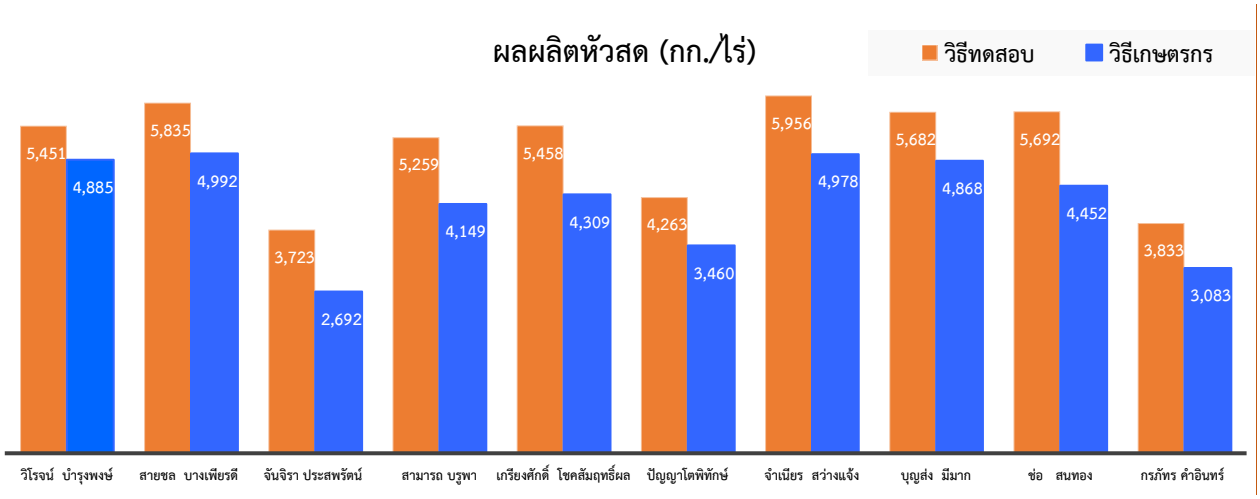
เกษตรกร	ผลผลิต (กก/ไร่)		t-test	เปอร์เซ็นต์แป้ง (%)		t-test	ผลผลิตแป้ง (กก/ไร่)		t-test
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร		วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร		วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	
นายวิโรจน์ บำรุงพงษ์	5,451	4,885	ns	27.6	23.2	*	1,504	1,137	*
นางสายชล บางเพียรดี	5,835	4,992	ns	26.0	25.8	ns	1,527	1,291	ns
นางสาวจันจิรา ประสพรัตน์	3,723	2,692	*	23.2	22.0	ns	866	593	**
นายสามารถ บูรพา	5,259	4,149	*	23.7	22.4	ns	1,246	933	*
นายเกรียงศักดิ์ โชคสัมฤทธิ์ผล	5,458	4,309	**	31.5	31.2	ns	1,722	1,348	*
นายปัญญา โตพิทักษ์	4,263	3,460	ns	30.4	30.2	ns	1,296	1,044	ns
นายจำเนียร สว่างแจ้ง	5,956	4,978	**	33.6	33.7	ns	2,001	1,676	**
นายบุญส่ง มีมาก	5,682	4,868	ns	29.1	27.8	ns	1,655	1,354	ns
นายซ่อ สนทอง	5,692	4,452	ns	29.9	29.4	ns	1,700	1,312	ns
นายกรภัทร คำอินทร์	3,833	3,083	*	28.0	28.1	ns	1,073	867	*
เฉลี่ย	5,115	4,187		28.3	27.4		1,459	1,156	

ตารางที่ 4 แสดงผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ต้นทุนค่าปุ๋ย รายได้ เปรียบเทียบวิธีทดสอบกับวิธีการของเกษตรกรจังหวัดระยอง ในฤดูฝนปี 2565/66

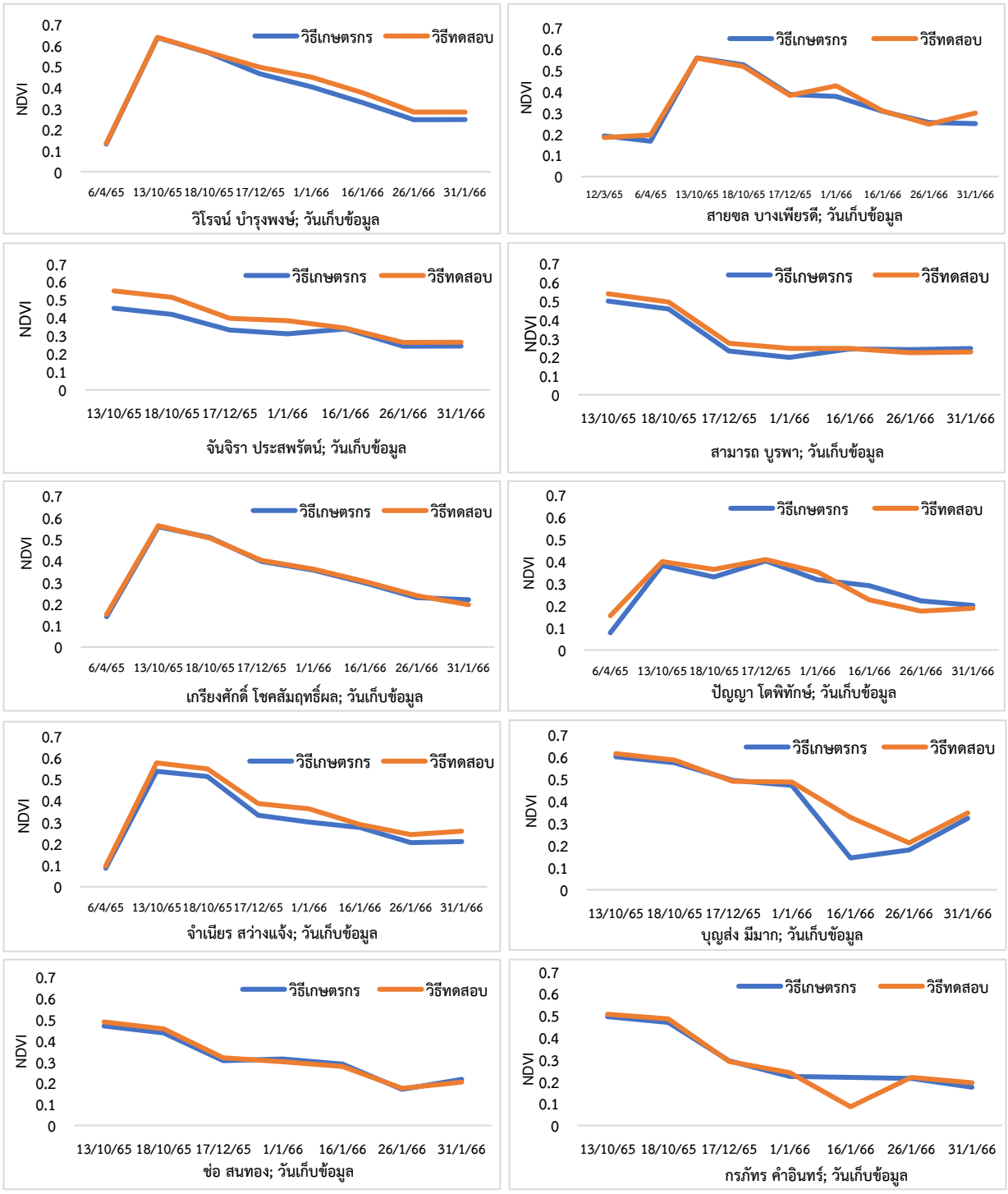
เกษตรกร	ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่)		ต้นทุนค่าปุ๋ย (บาท./ไร่)		รายได้ (บาท./ไร่)		BCR (%)	
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
นายวิโรจน์ บำรุงพงษ์	5,451	4,885	1,566	1,512	18,533	15,388	2.20	1.91
นางสายชล บางเพียรดี	5,835	4,992	1,397	1,450	19,256	16,474	2.26	2.05
นางสาวจันจิรา ประสพรัตน์	3,723	2,692	2,025	1,350	11,727	8,345	1.49	1.27
นายสามารถ บูรพา	5,259	4,149	2,257	1,755	17,355	13,692	1.92	1.74
นายเกรียงศักดิ์ โชคสัมฤทธิ์ผล	5,458	4,309	2,025	1,755	19,103	15,082	2.15	1.90
นายปัญญา โตพิทักษ์	4,263	3,460	2,025	1,350	14,921	12,110	1.82	1.72
นายจำเนียร สว่างแจ้ง	5,956	4,978	1,566	1,740	20,846	17,423	2.38	2.07
นายบุญส่ง มีมาก	5,682	4,868	1,566	2,430	19,603	16,551	2.28	1.83
นายซ่อ สนทอง	5,692	4,452	1,255	2,880	19,922	15,359	2.41	1.66
นายกรภัทร คำอินทร์	3,833	3,083	1,465	1,350	13,032	10,482	2.28	1.54
ค่าเฉลี่ย	5,116	4,187	1,715	1,757	17,430	14,091	2.12	1.77



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวันฤดูปลูก 2565/66 (1 มี.ค.2565 - 14 มิ.ย.2566) 2,429 มิลลิเมตร สถานีอุตุนิยมวิทยาห้วยโป่ง จังหวัดระยอง



ภาพที่ 2 ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ที่อายุ 10-12 เดือน วิธีทดสอบใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกรจังหวัดระยอง



ภาพที่ 3 ค่าดัชนีพืชพรรณเพื่อติดตามการเจริญเติบโต ที่อายุ 2 เดือนถึงอายุ 8-10 เดือน เปรียบเทียบระหว่างวิธีทดสอบกับวิธีการของเกษตรกรในจังหวัดระยอง

การศึกษากรณีฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
Baseline Study of Greenhouse gas Emissions in cassava plantations at Rayong Field Crops Research Center

วัลลีย์ อมรพล[1/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] ศฐาคุปต์ เค็น นากาชิมา[1/]

Wanlee Amonpon[1/] Chayan Pakdeethai[2/] Sathakupt Ken Nagashima[1/]

ABSTRACT

Baseline Study of Greenhouse gas Emissions in cassava plantations at Rayong Field Crops Research Center aims to establish a greenhouse gas emissions baseline in the cassava growing area. A prototype was developed for the project of good fertilization practice in 14 plots with 87.4 rai in total of cassava growing area according to T-VER-S-METH-13-05. Average rainfall over the past 30 years was 1,372. millimeters per year. The results show that there is a total amount of greenhouse gas emissions was 9,218 kilograms of carbon dioxide equivalent per year or 0.105 tons of carbon dioxide equivalent per rai per year, hence will be used to develop a prototype for reducing greenhouse gas emissions in the project of good fertilization practice in cassava growing areas.

Keywords: Greenhouse gases Carbon Credits Cassava

บทคัดย่อ

การศึกษากรณีฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง เพื่อจัดทำฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง สำหรับการจัดทำต้นแบบในการพัฒนาโครงการการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การปลูกมันสำปะหลัง ตาม T-VER-S-METH-13-05 จำนวน 14 แปลง พื้นที่รวม 87.4 ไร่ โดยมีปริมาณฝนย้อนหลัง 30 ปี เฉลี่ย 1,372 มิลลิเมตรต่อปี ผลการศึกษา พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานรวม 9,218 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือ 0.105 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี สำหรับการพัฒนาต้นแบบเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโครงการการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังต่อไป

คำหลัก: ก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนเครดิต มันสำปะหลัง

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง 2115

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA., Huaipong Subdistrict, Maung District, Rayong Province, 21150

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[2/] Khon kaen Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อาจได้รับผลกระทบจากประเด็นด้านเกษตรในเวทีการเจรจาการค้าระดับโลก เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นการนำกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรกรรมไปปฏิบัติจริง และการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร เป็นแนวทางที่ประชาคมโลกกำลังให้ความสนใจเนื่องจากเป็นแนวทาง ที่มีศักยภาพเชิงต้นทุน โดยวิธีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังสามารถดำเนินการภายใต้ กลไกลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศ โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) หรือ อบก. (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization); TGO) พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี 2557 มีชื่อเต็มว่า โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program; T-VER) ซึ่งสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน เพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก จากการปลูกต้นไม้ อนุรักษ์และฟื้นฟูป่า สามารถนำปริมาณคาร์บอนเครดิตไปใช้ในการรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรได้ และยังสามารถนำปริมาณคาร์บอนเครดิตไปใช้ในการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร รวมถึงสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กร กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินการพัฒนาต้นแบบเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจด้านการเกษตร ตาม T-VER-S-METH-13-05 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร (Good Fertilization Practice in Agricultural Land) ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร โดยการศึกษากรณีฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง เพื่อจัดทำต้นแบบในการพัฒนาโครงการคาร์บอนเครดิตในมันสำปะหลัง โครงการการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การปลูกมันสำปะหลัง ตาม T-VER-S-METH-13-05 และการคำนวณปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินจากการดำเนินโครงการ T-VER-S-TOOL-01-02 สำหรับการพัฒนากระบวนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในมันสำปะหลัง เพื่อรับรองคาร์บอนเครดิตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สว่านเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample
2. Core Sample สำหรับเก็บค่าความหนาแน่นรวมของดิน
3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน

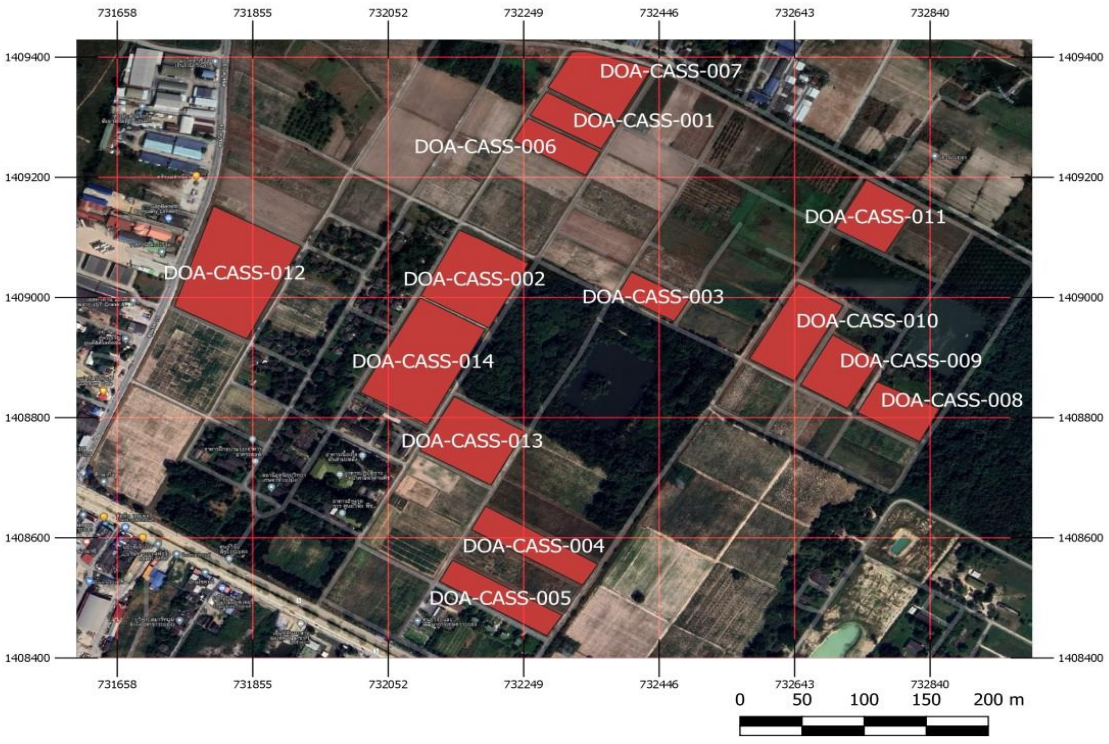
วิธีการ

1. สำรวจรวบรวมพื้นที่ ที่ใช้สำหรับพัฒนาโครงการคาร์บอนเครดิตมันสำปะหลัง ภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง โดยให้อยู่ในข้อกำหนดเพื่อพัฒนาโครงการ T-VER ภายใต้กรอบของ อบก. จำนวน 14 แปลง รวมพื้นที่ 87.4 ไร่
2. เก็บข้อมูลการใช้ปุ๋ยและ/หรือ สารปรับปรุงดิน และ/หรือ การใช้เครื่องจักรในการใส่ปุ๋ย ย้อนหลังในพื้นที่โครงการไม่น้อยกว่า 3 ปี เพื่อนำไปคำนวณหาค่าการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (การปล่อยก๊าซ NO_2 จากการใช้ปุ๋ยในภาคการเกษตร/การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรีย/การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล)
3. จัดทำขอบเขตแปลงโดยใช้โปรแกรม GIS ระบุรายละเอียดพื้นที่โครงการ ขอบเขต แสดงเป็นพิกัด UTM และมีการกำหนดเส้นขอบเขตที่ชัดเจน ระบุพื้นที่แต่ละแปลงปลูก

4. เก็บตัวอย่างดินรวม (Composite Sample) วิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี ลักษณะเนื้อดิน และเก็บตัวอย่างดินโดยใช้ Core สำหรับเก็บตัวอย่างดิน เพื่อหาความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร
5. รวบรวมปริมาณข้อมูลน้ำฝนย้อนหลัง 30 ปี
6. วิเคราะห์ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการคำนวณการดูดกลับ/การปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีฐาน อ้างอิง T-VER-S-METH-13-05 ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร ฉบับที่ 01 Sector 15: Agriculture วันที่บังคับใช้ 1 มีนาคม 2566

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การรวบรวมพื้นที่สำหรับพัฒนาโครงการคาร์บอนเครดิตมันสำปะหลัง ภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง โดยโครงการอยู่ในพื้นที่ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ตั้งอยู่บริเวณหลักกิโลเมตรที่ 204 ถนนสุขุมวิท (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3) เส้นรุ้งที่ 12 องศา 40 ลิปดาเหนือ เส้นแวงที่ 101 องศาตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเล 44 เมตร และจัดทำขอบเขตแปลงโดยใช้โปรแกรม GIS ในการระบุรายละเอียดพื้นที่ แสดงเป็นพิกัด UTM และมีการกำหนดเส้นขอบเขตที่ชัดเจนระบุพื้นที่แต่ละแปลงปลูก รวมพื้นที่ทั้งหมด 87.4 ไร่ จำนวน 14 แปลง คือ DOA-CASS-001 - DOA-CASS-014 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 จัดทำขอบเขตแปลงโดยใช้โปรแกรม GIS ในพื้นที่จำนวน 14 แปลงของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

2. ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี ลักษณะเนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร พบว่า ดินส่วนใหญ่เป็นชุดดินห้วยโป่ง และชุดดินสัตหีบ มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นหินอัคนี และ Gneiss ลักษณะดินเป็นดินร่วนทรายถึงดินทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง มีค่าความเป็นกรดจัด (pH 3.9 - 4.8) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Soil organic carbon; SOC) อยู่ระหว่าง 0.267 - 0.702 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

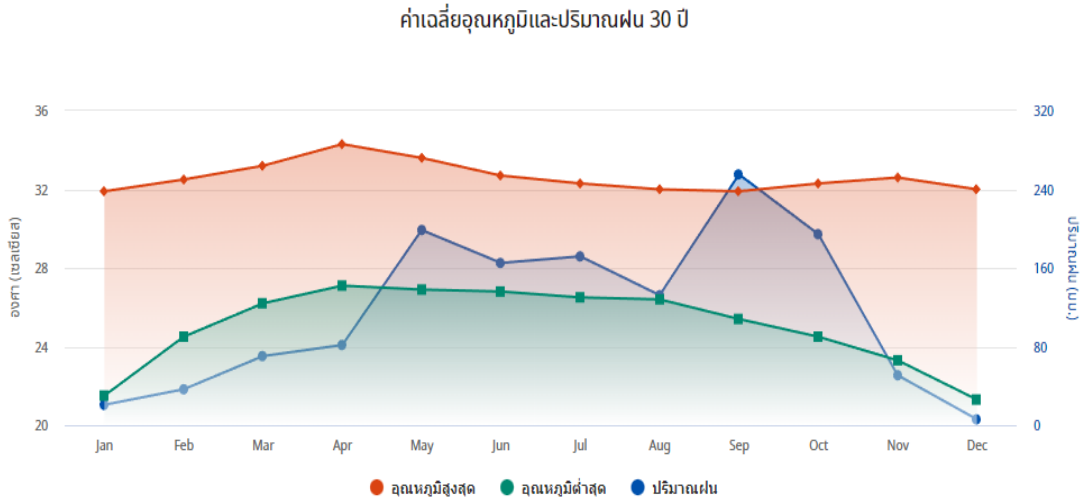
อยู่ระหว่าง 8 - 62 และ 10 - 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ระหว่าง 1.47 - 1.77 กรัมต่อต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 1) โดยระดับวิกฤติของ pH ในการปลูกมันสำปะหลังคือ 4.6 (CIAT, 1979) ระดับวิกฤติของอินทรียวัตถุเท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ระดับวิกฤติฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 7 และ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (โชติ, 2539)

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0- 30 เซนติเมตร ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ปี 2566

Code	pH[1]	% OM[2]	% SOC	Avai.P[3]	Exch.K[4]	Bulk density	Texture[5]
				(mg/kg)		(g/cm^3)	
DOA-CASS-001	4.6	0.75	0.435	32	20	1.75	Loamy sand
DOA-CASS-002	4.6	0.99	0.574	26	16	1.56	Sand
DOA-CASS-003	4.8	0.50	0.290	18	14	1.62	Loamy sand
DOA-CASS-004	4.4	1.68	0.974	19	26	1.76	Sand
DOA-CASS-005	4.5	1.08	0.626	25	18	1.62	Sand
DOA-CASS-006	4.6	0.78	0.452	43	20	1.57	Sand
DOA-CASS-007	4.8	0.44	0.255	22	10	1.50	Sand
DOA-CASS-008	4.5	1.11	0.644	19	14	1.56	Sand
DOA-CASS-009	4.9	0.60	0.348	27	18	1.77	Loamy sand
DOA-CASS-010	4.5	0.80	0.464	12	26	1.57	Sand
DOA-CASS-011	4.8	0.46	0.267	18	10	1.60	Sand
DOA-CASS-012	4.7	1.21	0.702	62	40	1.56	Sand
DOA-CASS-013	3.9	0.57	0.331	8	24	1.47	Sand
DOA-CASS-014	4.8	0.80	0.464	43	22	1.54	Loamy sand

[1] Peech (1965) soil: water = 1:1 [2] Walkley and Black (1965) [3] Bray and Kurtz (1945)
[4] Schollenbergerand Simon (1945) [5] Hydrometer method

3. ผลการรวบรวมปริมาณข้อมูลน้ำฝนย้อนหลัง 30 ปี (พ.ศ. 2524-2553) โดยพื้นที่โครงการมีสภาพภูมิอากาศ เป็นแบบร้อนชื้น มีปริมาณฝนตกเฉลี่ย 1,372 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีฝนตกมากที่สุดในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม และมีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมและมกราคม อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 33.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคมและมกราคม 20.7 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 30 ปี) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,372 มม.ต่อปี (เฉลี่ย 30 ปี พ.ศ. 2524-2553)
https://www.tmd.go.th/weather/province/last30years-1981-2010/rayong/55/478201

4. ผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน (Baseline Emission) ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 14 แปลง รวมพื้นที่ 87.4 ไร่ ตาม T-VER-S-METH-13-05 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร โดยคำนวณจากข้อมูลปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการผลิตมันสำปะหลังรายแปลง ย้อนหลัง 3 ปี (2563-2565) และไม่มีการใช้ปูนขาวหรือโดโลไมท์ รวมถึงไม่มีการใช้เครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการใส่ปุ๋ย พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานรวม 9,218 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือเฉลี่ย 0.105 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission; C_{BS})

รหัสแปลง	พื้นที่ (ไร่)	ปุ๋ยเคมี 15-7-18	ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0	C_{BS}/ไร่ ($kgCO_2eq$)	C_{BS} พื้นที่/ปี ($kgCO_2eq$)	C_{BS}/ไร่/ปี (tCO_2eq)
DOA-CASS-001	3.2	100	0	86	275	0.086
DOA-CASS-002	8.7	-	31	104	908	0.104
DOA-CASS-003	2.5	-	31	104	261	0.104
DOA-CASS-004	5.0	-	31	104	522	0.104
DOA-CASS-005	4.6	-	31	104	480	0.104
DOA-CASS-006	3.2	100	0	86	275	0.086
DOA-CASS-007	6.3	100	0	86	541	0.086
DOA-CASS-008	3.8	100	0	86	326	0.086
DOA-CASS-009	4.6	100	0	86	395	0.086
DOA-CASS-010	6.7	100	0	86	575	0.086
DOA-CASS-011	4.8	100	0	86	412	0.086
DOA-CASS-012	14.2	100	0	86	1,219	0.086
DOA-CASS-013	7.5	100	20	153	1,148	0.153
DOA-CASS-014	12.3	100	20	153	1,883	0.153
รวม	**87.4**			**1,410**	**9,218**	**เฉลี่ย 0.105**

สรุปผลการศึกษา

การศึกษากรณีฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง : ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง เพื่อการจัดทำต้นแบบเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 87.4 ไร่ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในการศึกษากรณีฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ตามเครื่องมือการคำนวณ T-VER-S-METH-13-05 พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานรวม 9,218 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือ 0.105 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ต่อปี

เอกสารอ้างอิง

โชติ สิทธิบุศย์. 2539 แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ISBN 974-7465-15-9. 119 หน้า.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Howeler, R.H. 2002. Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. *In* Hillocks, R.J., J.M. Thresh and A.C. Bellotti (eds.), Cassava: Biology, Production and Utilization, 115-147 p.

Peech,M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter,pp. 914-925.In C.A. Black ,D.D.Evans,R.L. White,L.E.Ensminger,F.E. Clark,and R.C.Dinsuer (eds). Method of soil Analysis Part 2 : Physical and menerological Propertics, Inching Statistics of Measurement and Sampling American Society of Agronomy Inc., Pubisher Madison,USA.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining Soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.

ตารางผนวกที่ 1 ขอบเขตพื้นที่โครงการพัฒนาต้นแบบเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในมันสำปะหลังจำแนกรายแปลง จำนวน 14 แปลง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

แปลง	พื้นที่ (ไร่)	Latitude	Longitude
DOA-CASS-001	3.2	732282	1409342
		732383	1409285
		732362	1409247
		732258	1409303
		732282	1409342
DOA-CASS-002	8.7	732155	1409112
		732185	1409097
		732256	1409057
		732199	1408949
		732100	1409003
		732117	1409037
		732155	1409112
DOA-CASS-003	2.5	732386	1409006
		732405	1409043
		732490	1408997
		732468	1408960
		732386	1409006
DOA-CASS-004	5.0	732193	1408653
		732357	1408556
		732335	1408521
		732173	1408614
		732193	1408653
DOA-CASS-005	4.6	732145	1408563
		732305	1408471
		732283	1408437
		732127	1408527
		732145	1408563
DOA-CASS-006	3.2	732255	1409299
		732360	1409242
		732339	1409204
		732233	1409261
		732255	1409299
DOA-CASS-007	6.3	732319	1409408
		732327	1409410
		732341	1409409
		732435	1409382

แปลง	พื้นที่ (ไร่)	Latitude	Longitude
		732385	1409293
		732284	1409350
		732319	1409350
DOA-CASS-008	3.8	732763	1408860
		732854	1408815
		732825	1408760
		732734	1408809
		732763	1408860
DOA-CASS-009	4.6	732652	1408855
		732698	1408938
		732766	1408895
		732720	1408815
		732652	1408855
DOA-CASS-010	6.7	732649	1409024
		732713	1408986
		732642	1408861
		732577	1408898
		732649	1409024
DOA-CASS-011	4.8	732747	1409196
		732820	1409152
		732775	1409074
		732702	1409115
		732747	1409196
DOA-CASS-012	14.2	731798	1409152
		731925	1409086
		731846	1408931
		731741	1408985
		731798	1409152
DOA-CASS-013	7.5	732148	1408835
		732250	1408777
		732201	1408688
		732098	1408746
		732148	1408835
DOA-CASS-014	12.3	732099	1409000
		732193	1408947
		732109	1408788
		732011	1408842
		732099	1409000

ผนวกที่ 2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

$$C_{BS} = NBL + CBL + FBL$$

เมื่อ C_{BS} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กรณีฐาน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

NBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O จากการใช้ปุ๋ย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

CBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

FBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

การคำนวณการปล่อยก๊าซ N_2O จากการใช้ปุ๋ยในภาคการเกษตร

$$NBL = NBL_{DR} + NBL_{IDR}$$

เมื่อ NBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O จากการใช้ปุ๋ย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

NBL_{DR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรง จากการคำนวณ) ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

NBL_{IDR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยอ้อม (จากการคำนวณ)(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรง (จากการคำนวณ)

$$NBL_{DR} = [(F_{SN,i} + F_{ON,i}) \times EF_2] \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$$

เมื่อ

NBL_{DR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรง (จากการคำนวณ) (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

$F_{SN,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยเคมี ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$F_{ON,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

EF_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.004) *ตารางที่* 11.1, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

EF_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.010) *ตารางที่* 11.1, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

GWP_{N_2O} = ค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์

ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยอ้อม (จากการคำนวณ)

$$NBL_{IDR} = [(N_2O_{(v),i} + N_2O_{(L),i}) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$$

$$N_2O_{(v),i} = \left[(F_{SN,i} \times frac_{NH_3-NO_x,1}) + (F_{ON,i} \times frac_{NH_3-NO_x,2})\right] \times EF_3$$

$$N_2O_{(L),i} = (F_{SN,i} + F_{ON,i}) \times frac_{leach} \times EF_4$$

NBL_{IDR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยอ้อม (จากการคำนวณ) (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

$N_2O_{(v),i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O จากการระเหยในรูป NH_3+NO_x ของปุ๋ยชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$N_2O_{(L),i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O จากการชะล้างซึมผ่านผิวดิน ของปุ๋ย ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$F_{SN,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยเคมี ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$F_{ON,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$frac_{NH_3-NO_x,1}$ = สัดส่วนของปุ๋ยเคมีที่ระเหยในรูป NH_3+NO_x (กำหนดให้เท่ากับ 0.11) ตารางที่ 11.3, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

$frac_{NH_3-NO_x,2}$ = สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ที่ระเหยในรูป NH_3+NO_x (กำหนดให้เท่ากับ 0.21) *ตารางที่ 11.3, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.*

$frac_{leach}$ = สัดส่วนของปุ๋ยที่ถูกชะล้าง (กำหนดให้เท่ากับ 0.24) ตารางที่ 11.3, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

EF_3 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.010) ตารางที่ 11.3, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

EF_4 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.011) ตารางที่ 11.3, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

GWP_{N_2O} = ค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์

การคำนวณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรียและปูนในภาคการเกษตร

$$CBL = CBL_{UR} + CBL_{LS}$$

เมื่อ CBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรียและปูน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

CBL_{UR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรีย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

CBL_{LS} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปูน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

การใช้ปุ๋ยยูเรีย

$$CBL_{UR} = (UR_i \times EF_5) \times \frac{44}{12}$$

เมื่อ CBL_{UR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรีย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

UR_i = ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรีย ชนิดที่ i (ตันยูเรียต่อปี)

EF_5 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.2) 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

การใช้ปูน

$$CBL_{LS} = [(LM_i \times EF_6) + (DM_i \times EF_7)] \times \frac{44}{12}$$

เมื่อ CBL_{LS} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปูน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

LM_i = ปริมาณการใช้ปูนขาว ชนิดที่ i (ตันต่อปี)

DM_i = ปริมาณการใช้โดโลไมต์ ชนิดที่ i (ตันต่อปี)

EF_6 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.12) 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

EF_7 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.13) 2006 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 11.

การคำนวณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการใช้เครื่องจักรในการใส่ปุ๋ย

$$FBL = \sum_{i=1}^{n} Fuel_{i,0} \times EF_i$$

$$Fuel_{i,0} = FC_{Fuel_{i,0}} \times NCV_{Fuel,i} \times 10^{-3}$$

เมื่อ FBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

$Fuel_{i,0}$ = ปริมาณพลังงานการใช้เชื้อเพลิง ชนิดที่ i ในปีฐาน (เมกะจูล)

EF_i = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงชนิดที่ i

$FC_{Fuel_{i,0}}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ชนิดที่ i ในปีฐาน (หน่วยต่อปี)

$NCV_{Fuel,i}$ = ค่าความร้อนสุทธิของการใช้เชื้อเพลิงชนิดที่ i (เมกะจูลต่อหน่วย)

การใช้วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีเพื่อการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว ในจังหวัดระยอง

Utilization of organic materials, organic fertilizers and chemical fertilizers for long-term cassava production at Rayong

วัลลีย์ อมรพล[1/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/]

Wanlee Amonpon[1/] Chayan Pakdeethai[2/]

ABSTRACT

The study on fertilizer management and crop residues management in long-term cassava plot 47 years (year 1975 - 2022) in Huai Pong soil series, Rayong Province was used RCB with 4 repetitions and 8 methods, including 1) no fertilizer, 2) plowing with 3 tons per rai of cassava leaves (fresh weight), 3) 16-0-0 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai, 4) 16-0-16 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai. 5) 16-8-0 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai. 6) 16-8-16 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai 7) 16-8-16 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai with 1 ton per rai of organic materials (by fresh weight) 8) 16-8-16 Kilogram of N-P_2O_5-K_2O per rai with plowing 3 tons per rai of cassava leaves (by fresh weight). Average rainfall for 41 years (1982 -2022) was 1,520.4 millimeters. Results showed that cassava clearly responded to fertilizer application during the first 10-15 years. Yield decreased rapidly in no fertilizer or with no potassium fertilizer treatment, and yield depend on season and rainfall. Fertilizers with N K and N P K gave higher yields than those with N and N P (without K), thus cassava yield is most limited by K fertilizer, followed by N fertilizer. Average fresh root yield of 16-8-16 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai with 1 ton per rai of organic materials treatment and 16-8-16 Kilogram of N-P_2O_5-K_2O per rai with plowing 3 tons per rai of cassava leaves treatment were 3.89 and 4.76 tons per rai, respectively. At a soil depth of 0-20 centimeters, applying 16-8-16 Kilogram of N-P_2O_5-K_2O per rai with plowing 3 tons per rai of cassava leaves maintains soil pH, organic matter, available phosphorus and exchangeable potassium, and increased when applied 16-8-16 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai with 1 ton per rai of organic materials.

Keywords: long-term cassava, organic fertilizer, chemical fertilize

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[2/] Khon kaen Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA

บทคัดย่อ

การจัดการปุ๋ยและไถกลบเศษต้นใบมันสำปะหลังในแปลงระยะยาว 47 ปี (ปี 2518 - 2565) วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (น้ำหนักสด) 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-0-0 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-0-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-0 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 6) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 7) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) 8) ใส่ปุ๋ยเคมี16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) ในมันสำปะหลัง พันธุ์รับรอง ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 41 ปี (2525 -2565) เท่ากับ 1,520.4 มิลลิเมตร พบว่า มันสำปะหลังตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยอย่างชัดเจนในช่วงระยะเวลา 10-15 ปีแรก ผลผลิตลดลงอย่างรวดเร็วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย หรือใส่ปุ๋ยแต่ไม่มีปุ๋ยโพแทสเซียม ผลผลิตมีความแปรผัน ตามฤดูกาล และปริมาณน้ำฝน การใส่ปุ๋ย N K และ N P K ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ย N และ N P (ไม่มี K) ดังนั้นการให้ผลผลิตมันสำปะหลังจะถูกจำกัดด้วยการใส่ปุ๋ย K มากที่สุด รองลงมาคือปุ๋ย N การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.89 และ 4.76 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า การใช้ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ และการใช้ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ การไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ ยังคงรักษาระดับ pH ของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ให้คงเดิมไว้ได้ และเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่

คำหลัก มันสำปะหลังระยะยาว ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 ระยอง 90 ระยอง 5 ระยอง 11 และระยอง 9
2) ปุ๋ยเคมี 46-0-0 21-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
3) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (น้ำหนักสด) 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-0-0 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-0-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-0 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 6) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ 7) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) 8) ใส่ปุ๋ยเคมี16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. พันธุ์มันสำปะหลัง

สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ปลูกในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518 – 2565 มีจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 ระยอง 90 ระยอง 5 ระยอง 11 และระยอง 9 โดย

ปี พ.ศ. 2518-2532 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1

ปี พ.ศ. 2533-2538 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 90

ปี พ.ศ. 2539-2553 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

ปี พ.ศ. 2554-2558 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11

ปี พ.ศ .2559-2565 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง เมื่อ พ.ศ. 2518 - 2565

พันธุ์	ปี
ระยอง 1	2518-2532
ระยอง 90	2533-2538
ระยอง 5	2539-2553
ระยอง 11	2554-2558
ระยอง 9	2559-2565

2. ผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง

การจัดการปุ๋ยและไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง ระยะยาวปีที่ 47 (2518 - 2565) มันสำปะหลังตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยอย่างชัดเจนในช่วงระยะเวลา 10-15 ปีแรก ผลผลิตลดลงอย่างรวดเร็วในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยหรือใส่ปุ๋ยแต่ไม่มีปุ๋ยโพแทสเซียม ผลผลิตมีความแปรผัน ตามฤดูกาลและปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 5) การใส่ปุ๋ย N K และ N P K ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ย N และ N P (ไม่มี K) ดังนั้น การให้ผลผลิตมันสำปะหลังจะถูกจำกัดด้วยการใส่ปุ๋ย K มากที่สุด รองลงมาคือปุ๋ย N

การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) และการใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) ให้ผลผลิตหัวสด 3.89 และ 4.76 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ย 16-0-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4.08 ตันต่อไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งเป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามอัตราแนะนำ ให้ผลผลิตเพียง 3.70 ตันต่อไร่ และการไถกลบต้นใบมันสำปะหลังสับกลบ ให้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 2 ผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง พ.ศ. 2518 - 2565

กรรมวิธี	ชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง											
	2518	2523	2528	2533	2538	2543	2548	2553	2558	2563	2565	เฉลี่ย
0-0-0	3.46	2.59	3.25	0.92	2.11	2.17	3.31	0.92	0.76	0.54	1.20	1.93
0-0-0+CR	3.18	4.19	3.23	1.28	2.19	4.75	5.38	2.75	1.42	1.09	3.99	3.04
16-0-0	3.39	3.47	3.74	1.26	2.34	2.38	3.63	2.13	1.48	1.23	1.82	2.44
16-0-16	3.26	3.70	3.62	1.20	3.21	5.27	6.30	5.64	3.39	4.73	4.53	4.08
16-8-0	3.07	3.79	3.22	1.44	2.29	2.72	4.3	2.08	1.49	1.09	2.68	2.56
16-8-16	3.39	4.42	3.12	1.25	2.75	4.33	6.58	4.75	2.38	3.49	4.21	3.70
16-8-16+Cp	3.22	4.78	3.34	1.00	2.93	7.51	6.11	5.75	1.65	1.11	5.34	3.89
16-8-16+CR	3.07	4.59	3.17	1.63	3.20	8.08	7.14	5.87	3.17	4.67	7.80	4.76
เฉลี่ย	3.26	3.94	3.34	1.25	2.63	4.65	5.34	3.74	1.97	2.24	3.95	3.30

หมายเหตุ: Cp = ปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่

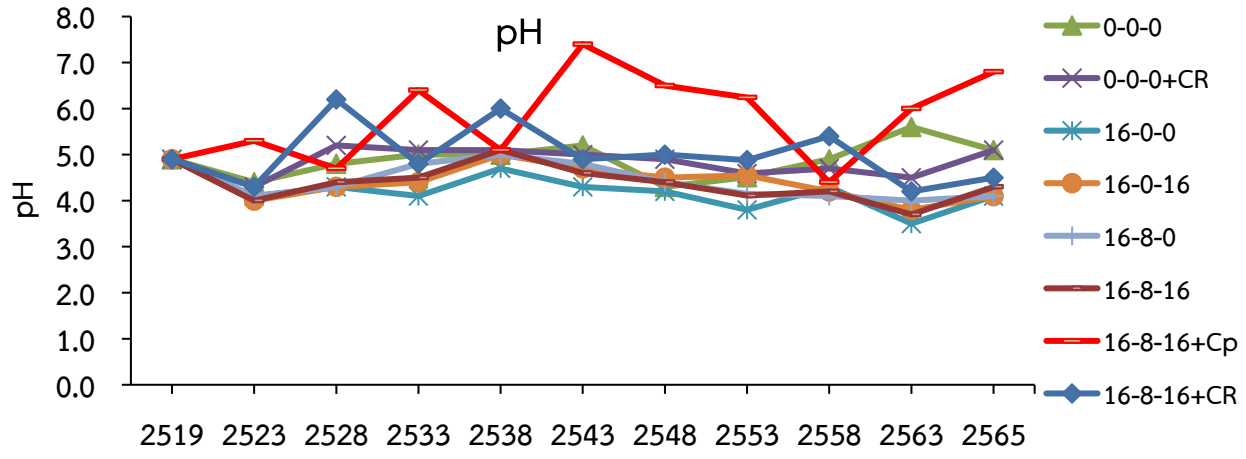
CR = ไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่

3. สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร

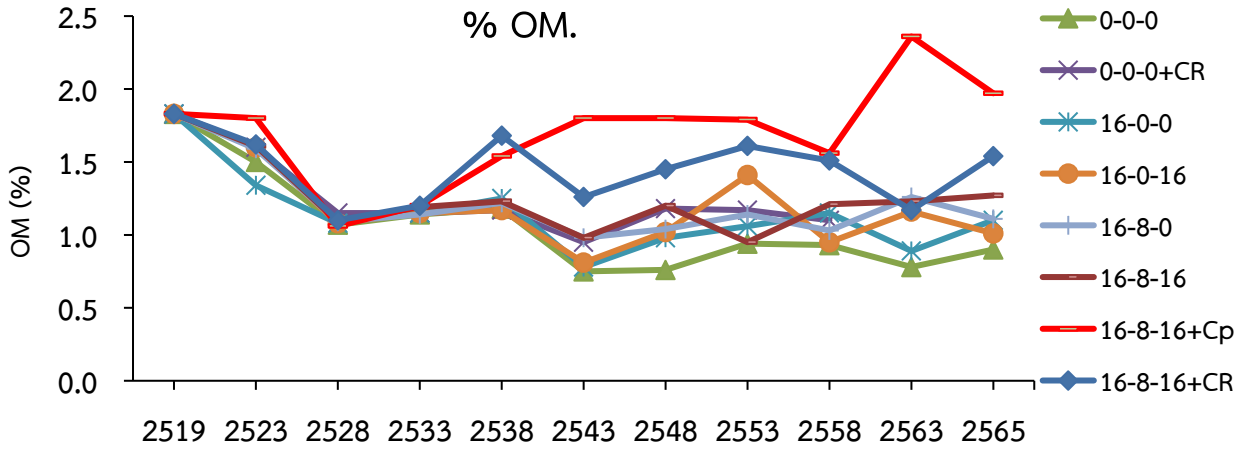
ผลการทดลองการจัดการธาตุอาหารพืชระยะยาวด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง เป็นเวลา 47 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับต้นใบมันมันสำปะหลังสับกลบ 3 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ และการไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ ยังคงรักษาระดับ pH ของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ให้คงเดิมไว้ได้ และเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 1-4) โดยระดับวิกฤติของอินทรียวัตถุเท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ระดับวิกฤติฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 7 และ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (โชติ, 2539)

4. ปริมาณน้ำฝน

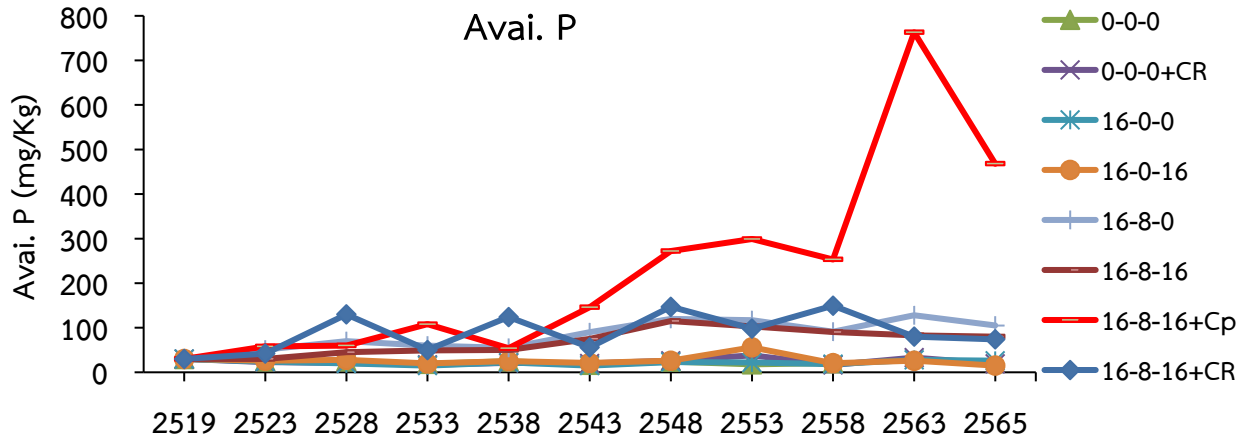
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีระหว่าง 2525 -2565 เฉลี่ย 41 ปี เท่ากับ 1,520.4 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสุด 24.4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5)



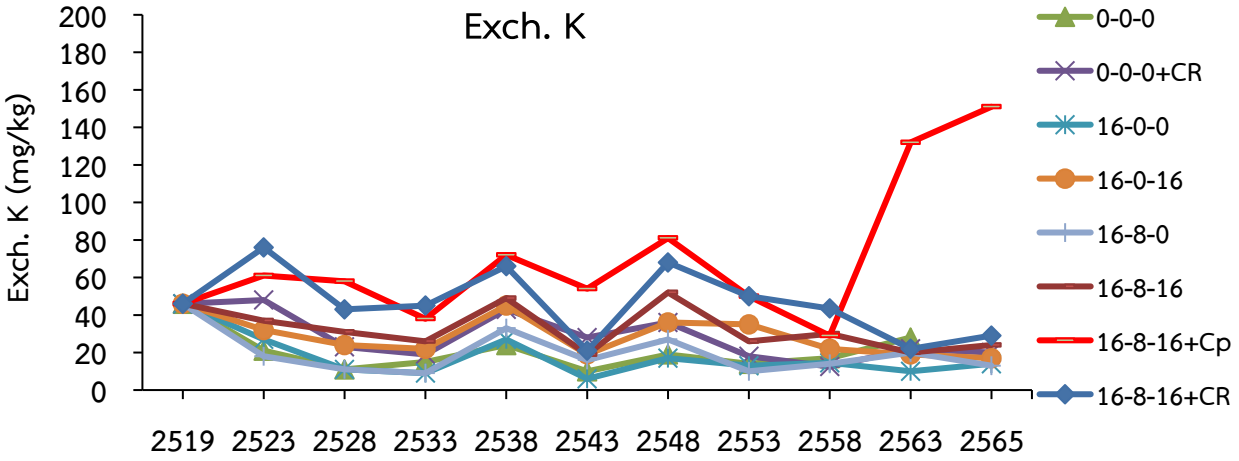
ภาพที่ 1 ค่า pH ของดินภายใต้การจัดธาตุอาหารด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี ในการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว 47 ปี



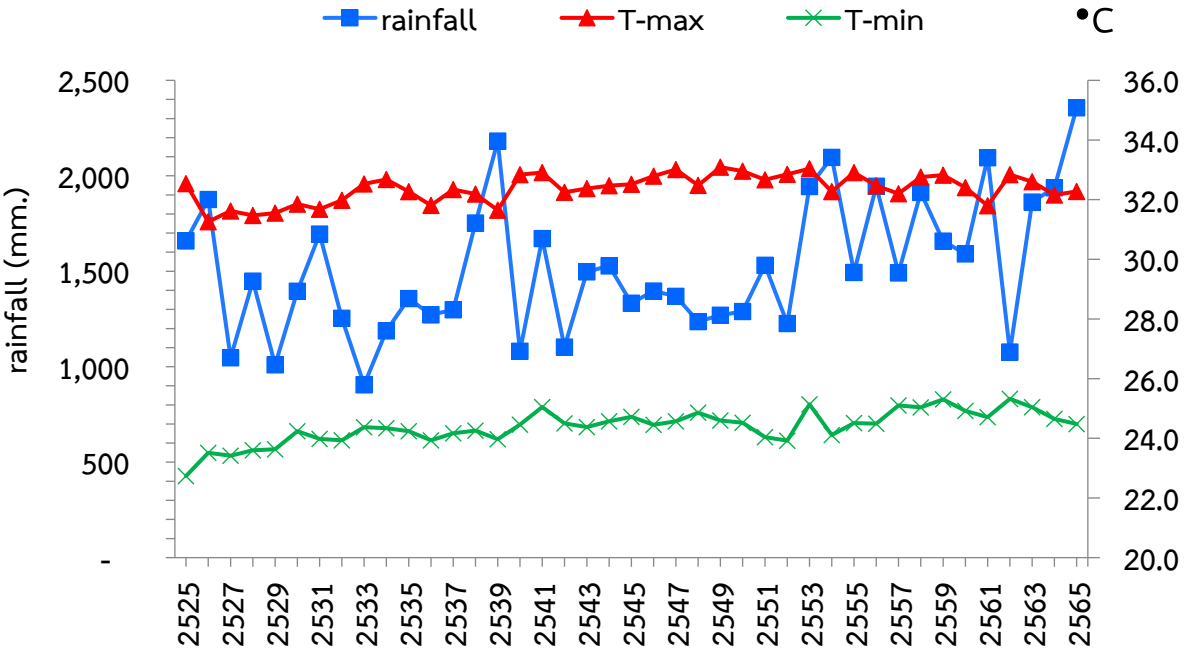
ภาพที่ 2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) ภายใต้การจัดธาตุอาหารด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี ในการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว 47 ปี



ภาพที่ 3 ปริมาณฟอสฟอรัส (มก./กก) ภายใต้การจัดธาตุอาหารด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว 47 ปี



ภาพที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียม (มก./กก) ภายใต้การจัดธาตุอาหารด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว 47 ปี



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายปี อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ระหว่างปี 2525 -2565 เฉลี่ย 1,520.4 มิลลิเมตร สถานีอุตุนิยมวิทยาห้วยโป่ง จ.ระยอง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องระยะยาวเป็นเวลา 47 ปี (2518-2565) ในดินร่วนปนทรายชุดดินห้วยโป่ง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การปลูกมันสำปะหลังโดยใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ซึ่งเป็นปุ๋ยอัตราแนะนำให้ผลผลิต 3.70 ตันต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ร่วมกับต้นใบสับกลบ 3 ตันต่อไร่ จะให้ผลผลิตมากขึ้น เป็น 3.89 และ 4.76 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

2. สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่า การใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับไถกลบต้นใบสับกลบ 3 ตัน/ไร่ ช่วยยกระดับ pH ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2565. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2565. จาก http://www.aws- observation.tmd.go.th/web/reports/weather_days.asp

โชติ สิทธิบุศย์. 2539 แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ISBN 974-7465-15-9. 119 หน้า.

ศึกษาอัตราปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

Study on The Rate of Organic Manure Suitable for Growing Organic Cassava

ประภาพร แพงดา[1/] บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[1/] ศิริลักษณ์ สมนึก[1/] มลุลี สิทธิษา[1/]
ศิริรัตน์ กริชจนรัตน์[1/] ลักขณา ร่มเย็น[1/] อรอนงค์ วรรณวงษ์[1/] และ สมหมาย วังทอง[1/]
Prapaporn Paengda[1/] Bunluea Srimungkun[1/] Siriluk Somnuek[1/] Malulee Sitthisa[1/]
Sirirat Kritchanarat[1/] Lakkhana Romyen[1/] Orn-anong Wannawong[1/]
and Sommai Wangthong[1/]

ABSTRACT

Organic crop production has expanded as to the needs of healthy food consumers. Cassava is one of crop that can be grown in an organic system, for demand market that produces flour for children. The cassava organic production are still new and lack of management technology of various types of organic manure. The purpose of this experiment was to study the rate of composted chicken manure, chicken manure pellets and aerobic compost manure for organic cassava producing. Conducting experiments in field, Ubon Ratchathani Field Crops Research Center 2022, 3 experimental design were RCB, 3 replications, 7 treatments as no manure, organic manure at rates 6, 9, 12, 15, 18 and 21 times the nitrogen analysis of a composted chicken manure, chicken manure pellets and aired fermented manure compost manure. The results showed that the application of chicken manure pellets and aired fermented manure improve the chemical properties of the soil. The application of composted chicken manure at the rate of 15 times the nitrogen analysis of composted chicken manure (1,500 kg/rai) have 6,816 kg/rai of fresh yield , the application of chicken manure pellets (1,200 kg/rai) at the rate of 12 times the nitrogen analysis of chicken manure pellets have 7,252 kg/rai of fresh yield and the application of aerobic compost fertilizers (1,500 kg/rai)at the rate of 15 times the nitrogen analysis of aired fermented manure have7,827 kg/rai of fresh yield. All 3 organic fertilizers that were worth for investment.[1]

Keywords: Organic cassava, rice husk chicken manure, chicken pellets manure, Aired fermented manure

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี, สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[1/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center (UBFCRC), Field and Renewable Energy Crops Research Institut

บทคัดย่อ

การผลิตพืชอินทรีย์มีการขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น ตามความต้องการของผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ มันสำปะหลังเป็นอีกพืชหนึ่งที่สามารถปลูกได้ในระบบอินทรีย์ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดที่ผลิตแป้งทำอาหารสำหรับเด็ก เนื่องจากการผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์ยังใหม่ และขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆในการผลิต การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยหมักเติมอากาศที่เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ดำเนินการทดลองในสภาพไร่ ของศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ในปี 2565 มี 3 การทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 6 9 12 15 18 และ 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบ มูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยหมักเติมอากาศ ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยหมักเติมอากาศทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น การใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบ (1,500 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตมันสด 6,816 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (1,200 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตมันสด 7,252 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศ (1,500 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตมันสด 7,827 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 กรรมวิธีนี้ให้ อัตราส่วนระหว่างรายได้กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) คุ้มค่ากับการลงทุน

คำหลัก: มันสำปะหลังอินทรีย์, ปุ๋ยมูลไก่แกลบ, ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด, ปุ๋ยหมักเติมอากาศ

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ที่สามารถนำไปผลิตเป็นแป้ง และแปรรูปเป็นอาหารสำหรับบริโภค ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความต้องการผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มาจากมันสำปะหลังอินทรีย์ เนื่องจากนำแป้งที่ได้ไปผลิตอาหารสำหรับเด็กทารก และกลุ่มผู้บริโภคอาหารอินทรีย์ สำหรับการปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย เป็นการปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีเป็นส่วนมาก เนื่องจากให้ผลผลิตค่อนข้างสูง และมีการจัดการที่ง่ายกว่าการปลูกแบบอินทรีย์ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ยังมีน้อย พื้นที่ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานอินทรีย์จากกรมวิชาการเกษตร มันสำปะหลัง มี 3,463 ราย 4,142 แปลง พื้นที่ 25,230 ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2566) ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน และยังปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช (วีณา, 2561) ที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยหมักเติมอากาศ มีปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดมีไนโตรเจนทั้งหมด 2.84 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 7.63 โพแทสเซียมทั้งหมด 0.78 ปุ๋ยมูลไก่แกลบมีไนโตรเจนทั้งหมด 2.28 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 5.91 และโพแทสเซียมทั้งหมด 3.02 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) และปุ๋ยคอกมีไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.87-2.05% ฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.56-1.56% โพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 2.41-2.81% (บุญเหลือ และคณะ, 2552) จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยหมักเติมอากาศ เพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรสำหรับการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ และคุ้มค่ากับการลงทุน

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ปี 2565 ในสภาพไร่อินทรีย์ของศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี จำนวน 3 การทดลอง คือ 1) ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ 2) ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ และ 3) ศึกษาอัตราปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ 1.ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2.ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ 3. ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ 4. ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ 5. ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ 6. ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ 7. ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ ขนาดแปลงย่อย 6x8 เมตร เก็บเกี่ยวในพื้นที่ 3.6x6 เมตร ก่อนการปลูก สุ่มเก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน สุ่มปุ๋ยอินทรีย์มาวิเคราะห์ธาตุอาหาร ทำการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราตามกรรมวิธี ไถกลบพร้อมการเตรียมดินปลูกมันสำปะหลัง ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โดยใช้ระยะปลูก 1.20x0.8 เมตร กำจัดวัชพืชเมื่ออายุ 1-3 เดือน เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 เดือน สุ่มวัดความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย และเก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนต้นเก็บเกี่ยว สุ่มแปลงย่อยละ 10 ต้น เพื่อนับจำนวนหัวต่อต้น (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2 เซนติเมตรขึ้นไป) และชั่งน้ำหนักหัวสดต่อต้น ตรวจวัดเปอร์เซ็นต์แป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Reimann Scale คำนวณหาผลผลิตมันแห้ง (หลังจากอบ 80 °C นาน 48 ชั่วโมง) คำนวณหาผลผลิตแป้ง (ผลผลิตหัวสด x เปอร์เซ็นต์แป้ง) หลังเก็บเกี่ยวทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่แกลบ พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่ามาตรฐาน คือ 9.2 ส่วนค่าอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 1) วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.15 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.19 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 50.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 41.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงอยู่ระหว่าง 4.70-5.38 ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.45-0.56% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน อยู่ระหว่าง 34.6-60.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ระหว่าง 40.70-84.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 2) การใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 6,862 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 15 และ 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ ให้ผลผลิต 6,816 และ 6,714 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตมันแห้งสูงที่สุด 1,425 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 15 และ 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบให้ผลผลิต 1,399

และ 1,398 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตแป้งสูงสุด 2,269 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 12 และ 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบให้ผลผลิต 2,234 และ 2,254 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์แป้ง จำนวนต้นเก็บเกี่ยว และดัชนีการเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบมีความสูงต้นมากที่สุด 227 เซนติเมตร ส่วนการใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบอัตราอื่นๆมีความสูงไม่แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 177-217 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด พบว่า มีค่ากรด-ด่าง 6.9 ส่วนค่าอื่นๆอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน เท่ากับ 15.06 % (ตารางที่ 4) คุณสมบัติก่อนการปรับปรุงบำรุงดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.14 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 76.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 44.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.70 % หลังจากเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6.18-6.75 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ระหว่าง 71.70-122.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 111.60-190.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.05-1.36 % (ตารางที่ 5) มันสำปะหลังมีผลผลิตหัวมันสด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อยู่ระหว่าง 5,441-7,252 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ให้ผลผลิตมันแห้ง และปริมาณแป้งต่อไร่สูงสุด เท่ากับ 2,602 และ 1,761 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 25.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด เท่ากับ 24.7 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้นเก็บเกี่ยว และจำนวนต้นต่อไร่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับดัชนีการเก็บเกี่ยว พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดมีดัชนีการเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 0.7-0.8 ซึ่งต่างทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6)

การทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

ผลวิเคราะห์ปุ๋ยหมักเติมอากาศ พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ 8.8 ส่วนค่าอื่นๆอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 7) คุณสมบัติทางเคมีดินก่อนปรับปรุงสภาพดินมี ความเป็นกรด-ด่าง 5.33 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 91.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 55.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณอินทรียวัตถุ 0.70% หลังจากเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 5.60-5.92 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ระหว่าง 73.25-115.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 83.00-198.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 0.69-0.81% (ตารางที่ 8) พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศ มีผลผลิตหัวมันสดสูงที่สุด 8,025 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศ เท่ากับ 7,827 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตมันแห้ง ผลผลิตแป้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง ส่วนสูงต้นเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว และดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 9)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ

ปุ๋ยมูลไก่แกลบมีอัตราส่วนระหว่างรายได้กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) มากกว่า 1 ทุกกรรมวิธี เท่ากับ 2.69-3.40 มีต้นทุนอยู่ระหว่าง 3,200-7,400 บาทต่อไร่ รายได้อยู่ระหว่าง 10,701-19,000 บาทต่อไร่ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด BCR มากกว่า 1 ทุกกรรมวิธี เท่ากับ 1.73-5.74 มีต้นทุนอยู่ระหว่าง 3,200-10,220 บาทต่อไร่ รายได้อยู่ระหว่าง 17,759-23,569 บาทต่อไร่ และปุ๋ยหมักเติมอากาศ BCR มากกว่า 1 ทุกกรรมวิธี เท่ากับ 2.65-6.29 มีต้นทุนอยู่ระหว่าง 3,200-9,800 บาทต่อไร่ รายได้อยู่ระหว่าง 20,144-26,081 บาทต่อไร่

สรุปผลการทดลอง

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ที่ให้ผลผลิตสูง และผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ คือ การใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบ และปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมสำหรับแนะนำให้กับเกษตรกรที่สนใจปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

คำขอบคุณ

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2566. ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยที่มีในมูลสัตว์. แหล่งข้อมูล: https://osd101.ldd.go.th/q/manual/table_compost.pdf. สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2566

กรมวิชาการเกษตร. 2566. ระบบตรวจสอบรับรองแหล่งผลิตพืชอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://organic.doa.go.th/homepage. สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2566

บุญเหลือ ศรีมุงคุณ, อรอนงค์ วรรณวงษ์, วงเดือน ประสมทอง และสมพงษ์ ชมพูนุกูลรัตน์. 2552. ผลของธาตุอาหารที่มีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในงา. หน้า 251-257. ใน รายงานผลงานวิจัยปี 2553 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

วีณา นิลวงค์. 2561. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36: 178-188.

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่แกลบ จากศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

รายการทดสอบ	ปุ๋ยมูลไก่แกลบ	มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร
ความชื้น (%)	29.72	ไม่เกิน 30
ความเป็นกรด-ด่าง	9.2	5.5-8.5
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	2.1	ไม่น้อยกว่า 1
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	2.6	ไม่น้อยกว่า 0.5
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	3.6	ไม่น้อยกว่า 0.5
ค่าการนำไฟฟ้า (EC;dS/m)	7.3	ไม่เกิน 10
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	60.52	ไม่น้อยกว่า 30
C/N Ratio	16/1	ไม่เกิน 20/1

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน หลังปรับปรุงดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยไก่แกลบที่เหมาะต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	pH	OM (%)	Avai.P (มล./กก.)	Exch.K (มล./กก.)
ก่อนปรับปรุงดิน	5.15	0.19	50.05	41.90
หลังปรับปรุงดิน				
1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบ	4.95	0.66	42.65	40.10
2. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.22	0.66	49.79	56.20
3. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.11	0.63	58.30	105.70
4. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.34	0.66	68.65	149.90
5. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.61	0.69	67.65	148.20
6. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.57	0.68	51.25	127.50
7. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.84	0.71	85.30	210.20
หลังเก็บเกี่ยว				
1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.38	0.55	34.63	40.70
2. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.10	0.47	46.50	81.20
3. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	4.70	0.45	40.15	59.85
4. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	4.95	0.53	50.45	80.10
5. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	4.90	0.56	60.85	84.50
6. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.13	0.49	49.65	80.00
7. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ	5.27	0.75	96.90	158.70

ตารางที่ 3 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)			% แป้ง	ความสูงเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนต้นเก็บเกี่ยว/ไร่	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
	มันสด	มันแห้ง	แป้ง				
T1	3,690 d	790 c	1,249 d	21.40	180 cd	1,703	0.39
T2	4,565 d	872 c	1,552 d	19.10	202 c	1,703	0.38
T3	5,520 c	1,069 b	1,706 c	19.37	177 d	1,778	0.44
T4	6,567 b	1,425 a	2,234 a	21.70	216 b	1,703	0.55
T5	6,816 a	1,399 a	2,254 a	20.53	217 b	1,778	0.40
T6	6,714 a	1,256 b	2,140 b	18.70	184 cd	1,703	0.40
T7	6,862 a	1,398 a	2,269 a	20.37	227 a	1,778	0.42
CV (%)	23.5	28.4	18.5	8.5	9.5	2.5	15.5

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ผลผลิตมันแห้งคำนวณโดยการใช้สูตร ผลผลิตมันแห้ง = (%DM x ผลผลิตหัวมันสดต่อไร่) /100

%DM = (0.72 x %แป้ง) + 18.4

ผลผลิตแป้ง = (น้ำหนักหัวมันสดต่อไร่ x %แป้ง) / 100

1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบ
2. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ
3. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ
4. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ
5.ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ
6. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ
7. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่แกลบ

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

รายการทดสอบ	ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร
ความชื้น (%)	5.89	ไม่เกิน 30
ความเป็นกรด-ด่าง	6.9	5.5-8.5
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	1.1	ไม่น้อยกว่า 1
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	5.1	ไม่น้อยกว่า 0.5
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	1.2	ไม่น้อยกว่า 0.5
ค่าการนำไฟฟ้า (EC;dS/m)	4.7	ไม่เกิน 10
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	15.06	ไม่น้อยกว่า 30
C/N Ratio	7/1	ไม่เกิน 20/1

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน หลังปรับปรุงดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	pH	OM (%)	Avai.P(มล./กก.)	Exch.K(มล./กก.)
ก่อนปรับปรุงดิน	6.14	0.70	76.77	44.10
หลังปรับปรุงดิน				
1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	5.53	0.72	67.80	42.50
2. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.12	0.60	85.15	53.35
3. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.05	0.62	94.60	31.40
4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	5.58	0.64	75.80	39.20
5. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	5.74	0.51	75.70	28.20
6. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	5.82	0.51	78.95	29.40
7. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	5.86	0.63	84.40	43.30
หลังเก็บเกี่ยว				
1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.18	1.09	71.70	126.00
2. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.75	1.24	122.20	190.90
3. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.36	1.27	84.80	153.15
4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.68	1.36	104.15	177.30
5. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.47	1.16	66.45	111.60
6. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.37	1.05	94.55	153.20
7. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	6.34	1.14	98.80	184.10

ตารางที่ 6 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)			%แป้ง	ความสูงเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนต้นเก็บเกี่ยว/ไร่	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
	มันสด	มันแห้ง	แป้ง				
T1	5,647	2,014 ab	1,369 ab	24.7 a	193	1,778	0.7
T2	6,444	2,247 ab	1,474 ab	22.7 ab	184	1,778	0.7
T3	5,596	2,004 ab	1,354 ab	24.3 ab	154	1,778	0.8
T4	7,252	2,602 a	1,761 a	25.0 a	193	1,778	0.8
T5	6,612	2,314 ab	1,524 ab	22.7 ab	199	1,778	0.7
T6	5,464	1,935 ab	1,291 ab	23.7 ab	178	1,778	0.8
T7	5,441	1,832 b	1,154 b	21.3 b	203	1,778	0.8
CV (%)	16.7	17.6	19.3	7.0	15.2	0	12.0

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ ผลผลิตมันแห้งคำนวณโดยการใช้สูตร ผลผลิตมันแห้ง = (%DM x ผลผลิตหัวมันสดต่อไร่) /100

%DM = (0.72 x %แป้ง) + 18.4

ผลผลิตแป้ง = (น้ำหนักหัวมันสดต่อไร่ x %แป้ง) / 100

1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด
2. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลวัวหมัก
3. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลวัวหมัก
4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลวัวหมัก
5. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลวัวหมัก
6. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลวัวหมัก
7. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยมูลวัวหมัก

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

รายการทดสอบ	ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร
ความชื้น (%)	10.08	ไม่เกิน 30
ความเป็นกรด-ด่าง	8.8	5.5-8.5
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	1.5	ไม่น้อยกว่า 1
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	3.2	ไม่น้อยกว่า 0.5
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	2.6	ไม่น้อยกว่า 0.5
ค่าการนำไฟฟ้า (EC;dS/m)	4.1	ไม่เกิน 10
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	36.09	ไม่น้อยกว่า 30
C/N Ratio	13/1	ไม่เกิน 20/1

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน หลังปรับปรุงดินก่อนการปลูก และหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	pH	OM (%)	Avai.P (มล./กก.)	Exch.K (มล./กก.)
ก่อนปรับปรุงดิน	5.33	0.70	91.30	55.20
หลังการปรับปรุงดิน				
1. ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ	5.03	0.73	95.90	53.45
2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.17	0.64	88.40	61.30
3. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.17	0.69	93.05	64.30
4.ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.12	0.60	96.35	93.00
5. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.29	0.68	122.8	129.5
6. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.13	0.79	108.3	88.40
7. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.15	0.61	93.75	76.40
หลังเก็บเกี่ยว				
1. ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ	5.91	0.75	80.80	83.00
2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.66	0.69	73.25	132.50
3. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.60	0.71	79.75	145.70
4.ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.83	0.70	89.75	160.80
5. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.92	0.74	109.10	198.30
6. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	5.78	0.81	115.60	160.50
7. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ	6.26	0.81	111.90	158.90

ตารางที่ 9 ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)			%แป้ง	ความสูงเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนต้นเก็บเกี่ยว/ไร่	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
	มันสด	มันแห้ง	แป้ง				
T1	6,198 c	2,162	1,419	22.40	284	1,662	0.77
T2	6,395 bc	2,140	1,338	20.95	266	1,545	0.77
T3	6.914 abc	2,345	1,491	21.45	289	1,704	0.76
T4	7,654 ab	2,514	1,536	20.07	289	1,729	0.79
T5	7,827 a	2,717	1,772	22.40	287	1,754	0.75
T6	7,259 abc	2,379	1,449	19.70	304	1,654	0.73
T7	8,025 a	2,694	1,691	21.07	301	1,777	0.78
CV (%)	9.32	10.90	14.17	5.07	5.35	5.70	3.89

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ผลผลิตมันแห้งคำนวณโดยการใช้สูตร ผลผลิตมันแห้ง = (%DM x ผลผลิตหัวมันสดต่อไร่) /100

%DM = (0.72 x %แป้ง) + 18.4

ผลผลิตแป้ง = (น้ำหนักหัวมันสดต่อไร่ x %แป้ง) / 100

1. ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ
2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ
3. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ
4.ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ
5. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ
6. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ
7. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยหมักเติมอากาศ

ตารางที่ 10 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยหมักเติมอากาศที่เหมาะต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ปี 2565 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

กรรมวิธี	ปุ๋ยมูลไก่แกลบ			ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด			ปุ๋ยหมักเติมอากาศ		
	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	BCR	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	BCR	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	BCR
T1	3,200	10,701	3.34	3,200	18,352	5.74	3,200	20,144	6.29
T2	4,400	13,239	3.01	5,420	20,944	3.86	5,300	20,784	3.92
T3	5,000	16,008	3.20	6,380	18,188	2.85	6,200	22,471	3.62
T4	5,600	19,044	3.40	7,340	23,569	3.21	7,100	24,876	3.50
T5	6,200	19,766	3.19	8,300	21,490	2.59	8,000	25,438	3.18
T6	6,800	19,470	2.86	9,260	17,759	1.92	8,900	23,592	2.65
T7	7,400	19,000	2.69	10,220	17,682	1.73	9,800	26,081	2.66

หมายเหตุ : ราคามันสำปะหลังอินทรีย์ 3.25 บาทต่อกิโลกรัมที่ 25 % แป้ง

สูตรการหา Benefit cost ratio = B/C

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

1. ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
2. ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์
3. ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์
4.ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์
5. ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์
6. ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์
7. ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์

การตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ตำแหน่งสนิปส์บนยีน MADS-box ในปาล์มน้ำมัน กลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS

Detection of nucleotide at SNPs loci on MADS-box gene of Yangambi-AVROS oil palm

สุวิมล กลศึก[1/] อรรัตน์ วงศ์ศรี[1/] ยิ่งนิยม ริยาพันธ์[1/]

Suvimon Konlasuk[1/] Onrat Wongsri[1/] Yingniyom Riyapan[1/]

Abstract

The identification of dura pisifera and tenera by molecular marker increases precission and efficiency of oil palm breeding. This experiment was to detect four loci of single nucleotide polymorphisms (SNPs), such as SNP_{DA}, SNP_{ENGC}, SNP_{TaYa} and SNP_{LaAV}, on MADS-box gene of Yangambi-AVROS oil palm by real-time PCR using TaqMan SNP Genotyping technology in order to identify dura pisifera and tenera and detail nucleotide on SNPs locus in each generation of them. The results showed that the SNPs was detect at SNP_{TaYa} locus. The nucleotides on this locus of Dura pisifera and tenera were A/A, T/T and A/T, respectively. Inhertance of the SNPs locus in each generation of the Yangambi-AVROS population was correspond to genetic bracground of them.

Keywords; Yangambi-AVROS oil palm, SNPs, MADS-box gene

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

[1/] Suratthani Oil Palm Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute

บทคัดย่อ

การแยกความแตกต่างของปาล์มน้ำมันดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอราด้วยเครื่องหมายโมเลกุลช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ (สนิปส์) บนยีน MADS-box ในปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกความแตกต่างของปาล์มน้ำมันดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอราภายในกลุ่มพันธุ์ และจัดทำแผนผังประวัติพันธุ์พร้อมรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ในแต่ละชั่วรุ่น โดยตรวจสอบความแตกต่างของนิวคลีโอไทด์ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ SNP_{DA}, SNP_{ENGC} , SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} ด้วยเทคนิค Real-time PCR โดยใช้เทคโนโลยี TaqMan SNP Genotyping ผลการทดลองพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{TaYa} โดยดูรามีนิวคลีโอไทด์เป็น A/A พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์เป็น T/T และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์เป็น A/T ทั้งนี้ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ได้รับการถ่ายทอดไปในแต่ละชั่วรุ่นสอดคล้องกับประวัติพันธุ์ของปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์นี้

คำหลัก; ปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS สนิปส์ และยีน MADS-box

บทนำ

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้ได้พันธุ์ดี มีคุณภาพ และสอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม เป็นหัวใจหลักของการพัฒนาอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ คือ เชื้อพันธุกรรม กรมวิชาการเกษตรได้เก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันที่มีความหลากหลายปาล์มน้ำมันแอฟริกัน (*Elaeis guineensis*) ซึ่งเชื้อพันธุกรรมเหล่านี้ได้มาจากบริษัท ASD (Agriculture Service and Development) ประเทศคอสตาริก้า เพื่อใช้ในการดำเนินงานตามโครงการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันแห่งประเทศไทย (TH/84/007) (Escobar and Blaak, 1990) ปาล์มน้ำมันแอฟริกันจำแนกตามความหนาของกะลาประกอบด้วย ปาล์มน้ำมันดูรา (Dura; D) พิสิเฟอรา (Pisifer; P) และเทเนอรา (Tenera; T) โดยดูรา ผลมีกะลาหนา ติดผลดี เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อผลต่ำ พิสิเฟอรา มีดอกตัวเมียเป็นหมัน ทำให้ติดผลน้อยมาก ผลลีบ ไม่มีกะลา เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อผลสูง แต่เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายต่ำ และเทเนอรา (Tenera; T) ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างดูราและพิสิเฟอรา ผลมีกะลาบาง ติดผลดี เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อผลและเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงกว่าดูรา (Corley and Tinker, 2016) ปาล์มน้ำมันเทเนอราจึงเป็นปาล์มน้ำมันที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้า

ลักษณะความหนาของกะลาในปาล์มน้ำมันควบคุมด้วยยีนหนึ่งคู่ (*Shell* gene; *Sh*) โดยลักษณะกะลาหนาในดูราควบคุมด้วยยีนเด่นโฮโมไซกัส (*ShSh*) ลักษณะไม่มีกะลาในพิสิเฟอราควบคุมด้วยยีนด้อยโฮโมไซกัส (*shsh*) และลักษณะกะลาบางในลูกผสมเทเนอรา (*Shsh*) เป็นการแสดงออกแบบบวก (Additive action) ของยีนเด่นและยีนด้อย การแสดงออกของยีนควบคุมความหนากะลาต้องอาศัยยีน MADS-box ซึ่งเป็น Transcription factor เพื่อควบคุมให้การแสดงออกเป็นไปได้ปกติ โดย Sign และคณะ (2013) ได้รายงานไว้ว่า มีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์หรือสนิปส์ (Single nucleotide polymorphism; SNPs) บางตำแหน่งบนยีน MADS-box และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้มีความจำเพาะและแตกต่างกันในปาล์มน้ำมันแต่ละกลุ่มพันธุ์และสัมพันธ์กับลักษณะความหนากะลา นอกจากนี้หทัยรัตน์ และคณะ (2560) พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณยีน MADS-box ในเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันของกรมวิชาการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์อย่างน้อย 4 ตำแหน่งที่สัมพันธ์กับลักษะความหนากะลา และสามารถแยกความแตกต่างของปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา

และพิสิเฟอราภายในกลุ่มพันธุ์ได้ ได้แก่ ตำแหน่ง SNP_{Da} (C/G) SNP_{ENGC} (T/C) SNP_{TaYa} (A/T) และ SNP_{LaAV} (C/A) และได้พัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลสนิปส์ โดยการออกแบบไพรเมอร์และโพรบที่จำเพาะต่อสนิปส์แต่ละตำแหน่ง เพื่อใช้แยกความแตกต่างของปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราภายในกลุ่มพันธุ์นั้น ๆ ได้

การศึกษาครั้งนี้จึงดำเนินการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์บนยีน MADS-box ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะความหนากะลาในเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมัน Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตร เพื่อแยกความแตกต่างของปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราภายในกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS และจัดทำแผนผังประวัติพันธุ์พร้อมรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่งสนิปส์บนยีน MADS-box ในแต่ละชั่วรุ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุพืช

ปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอรา กลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ซึ่งเป็นเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันของกรมวิชาการเกษตรที่ใช้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์และการผลิตพันธุ์ลูกผสมเทเอนรา ปลูกรวบรวมไว้ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สารเคมี

- สารเคมีที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ
- สารเคมีสำหรับแยกสารพันธุกรรมด้วยกระแสไฟฟ้า
- สารเคมีสำหรับเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค Real-time PCR

อุปกรณ์

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกสารพันธุกรรมด้วยกระแสไฟฟ้า
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค Real-time PCR (appliedbiosystems; QuantStudio5)

วิธีการ

1. การแยกความแตกต่างปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราด้วยลักษณะกะลา

ดำเนินการสำรวจและติดตามทะลายปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราเพื่อบันทึกลักษณะการติดผล และเก็บตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันมาผ่าผล เพื่อตรวจสอบการมีหรือไม่มีกะลาและความหนากะลา ซึ่งแยกความแตกต่างดังนี้

1. ดูรา ทะลายติดผลดี ผลมีกะลาหนา
2. เทเนอรา ทะลายติดผลดี ผลมีกะลาบาง
3. พิสิเฟอรา ทะลายติดผลน้อย ผลลีบ ไม่มีกะลา มีหรือไม่มีเนื้อใน

2. การตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ (SNPs) ที่ตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} บนยีน MADS-box

ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการตรวจสอบนิวคลีโอไทด์บนยีน MADS-box ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะความหนากะลา จำนวน 4 ตำแหน่ง ได้แก่ SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} ด้วยเทคนิค Real-time PCR โดยใช้เทคโนโลยี TaqMan SNP Genotyping (หทัยรัตน์ และคณะ 2560) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน

เก็บตัวอย่างใบที่ไม่เป็นโรคจากต้นปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราที่มีการแสดงออกลักษณะกะลาตามข้อ 1 ชัดเจน จำนวน 2-5 ต้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ทั้ง 4 ตำแหน่ง ดังกล่าว

2.2 การสกัดดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Doyle และ Doyle (1990) โดยเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ 2xCTAB (2% (w/v) Hexadecyl trimethyl-ammonium bromide, 1.4 M NaCl, 50 mM Na_2EDTA, 100 mM Tris-HCl (pH 8.0)) และเติม β-mercaptoethanol เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ลงในบัฟเฟอร์ก่อนการสกัดดีเอ็นเอ นำตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันที่ดึงเส้นกลางใบออกมีน้ำหนักสดประมาณ 200 มิลลิกรัม ตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ บดด้วยโกร่งพร้อมกับไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด ตักตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วใส่หลอดไมโครเซ็นตริฟิวส์ขนาด 2 มิลลิลิตร เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 2XCTAB ปริมาตร 800 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยกลับหลอดไปมาทุก 15 นาที เติมคลอโรฟอร์ม (Chloroform) ปริมาตร 700 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในหลอดโดยวิธีกลับหลอดไปมาเบา ๆ 200 ครั้ง นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายใสส่วนบน ปริมาตร 500-700 ไมโครลิตร ใส่หลอดไมโครเซ็นตริฟิวส์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ตกตะกอนดีเอ็นเอด้วยการเติมโอโซโพรพานอล (Isopropanol) ปริมาตร 500-700 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยการกลับหลอดไปมาเบา ๆ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เทสารละลายส่วนบนทิ้ง ล้างตะกอนดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเอธิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอนที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที เทสารละลายส่วนบนทิ้งไป วางทิ้งไว้ให้ตะกอนดีเอ็นเอแห้งที่อุณหภูมิห้อง ละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer (1 M Tris-HCl (pH 8.0), 0.25 M Na_2EDTA) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เก็บดีเอ็นเอที่สกัดได้ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการนำไปใช้งานต่อไป

2.3 การตรวจสอบคุณภาพและปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้

ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอที่สกัดได้ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer คำนวณค่าการดูดกลืนแสงที่ได้กลับมาเป็นปริมาณดีเอ็นเอ และบันทึกภาพตัวอย่างจีโนมิกดีเอ็นเอโดยการทำอิเล็กโตรโฟรีซีสบนวุ้นอะกาโรสความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ ในสารละลาย TAE (Tris Base, Glacial acetic acid, 0.5 M Na_2EDTA (pH 8.0)) เป็นเวลา 30 นาที ย้อมแถบดีเอ็นเอด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide) ตรวจสอบและบันทึกภาพภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลต

2.4 การเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค Real-time PCR

เจือจางดีเอ็นเอที่ทราบปริมาณแล้วด้วย TE buffer ให้มีความเข้มข้น 10 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร เพื่อใช้เป็นดีเอ็นเอแม่พิมพ์ในการทำ Real-time PCR โดยใช้ไพรเมอร์และโพรบที่จำเพาะต่อการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ทั้ง 4 ตำแหน่ง บนยีน MADS-box ดังนี้

ชุดที่ 1 ไพรเมอร์และโพรบที่จำเพาะต่อนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{DA}

นิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงจาก C เป็น G

ไพรเมอร์เส้นที่ 1 Forward primer: 5’- AGCCGGCAGGTCACTTTC-3’

ไพรเมอร์เส้นที่ 2 Reverse primer: 5’- GGAGAAGACAATAAGGGCAACCT-3’

โพรบเส้นที่ 1 Hybridization probe (C): VIC-5’- CATTTCGGCGTTTGCA -Q-(MQB)-3’

โพรบเส้นที่ 2 Hybridization probe (A): FAM-5’- CATTTCGGCCTTTGCA -Q-(MQB)-3’

ชุดที่ 2 ไพรเมอร์และโพรบที่จำเพาะต่อนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{ENGC}

นิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงจาก T เป็น C

ไพรเมอร์เส้นที่ 1 Forward primer: 5’-GCCGGCAGGTCACTTTCT-3’

ไพรเมอร์เส้นที่ 2 Reverse primer: 5’-GGAGAAGACAATAAGGGCAACCT-3’

โพรบเส้นที่ 1 Hybridization probe (A): VIC-5’-AAATGGACTGCTGAAGAA-Q-(MQB)-3’

โพรบเส้นที่ 2 Hybridization probe (T): FAM-5’-TGGACTGCCGAAGAA-Q-(MQB)-3’

ชุดที่ 3 ไพรเมอร์และโพรบที่จำเพาะต่อนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{TaYa}

นิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงจาก A เป็น T

ไพรเมอร์เส้นที่ 1 Forward primer: 5’-GCCGGCAGGTCACTTTCT-3’

ไพรเมอร์เส้นที่ 2 Reverse primer: 5’-GGAGAAGACAATAAGGGCAACCT-3’

โพรบเส้นที่ 1 Hybridization probe (C): VIC-5’-CAACTCATAAGCTTTCTTC-Q-(MQB)-3’

โพรบเส้นที่ 2 Hybridization probe (A): FAM-5’-CTCATAAGCATTCTTC-Q-(MQB)-3’

ชุดที่ 4 ไพรเมอร์และโพรบที่จำเพาะต่อนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{LaAV}

นิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงจาก C เป็น A

ไพรเมอร์เส้นที่ 1 Forward primer: 5’-GCCGGCAGGTCACTTTCT-3’

ไพรเมอร์เส้นที่ 2 Reverse primer: 5’-CCGGCTGGAGAAGACAATAAGG-3’

โพรบเส้นที่ 1 Hybridization probe (C): VIC-5’-CTTTGTGATGCTGAGGTT-Q-(MQB)-3’

โพรบเส้นที่ 2 Hybridization probe (A): FAM-5’-CTTTGTGATGATGAGGTT-Q-(MQB)-3’

ทำปฏิกิริยา PCR ด้วยปริมาตรรวม 20 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 2xTaq Man® Genotyping master mix ปริมาตร 10 ไมโครลิตร 20x Assay primer and probe ปริมาตร 1 ไมโครลิตร ดีเอ็นเอแม่พิมพ์ปริมาตร 1 ไมโครลิตร น้ำกลั่นปริมาตร 8 ไมโครลิตร ตั้งอุณหภูมิปฏิกิริยา 2 ระดับ คือ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วยอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที จำนวน 40 รอบ โปรแกรมจะบันทึกและคำนวณปริมาณสีฟลูออเรสเซ็นต์ที่ได้ในแต่ละรอบของปฏิกิริยา นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์และแปลผลชนิดของนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่งสนิปส์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ 4 ตำแหน่ง บนยีน MADS-box ปาล์มน้ำมัน ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะความหนากะลา ได้แก่ ตำแหน่ง SNP_{DA} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} (หทัยรัตน์ และคณะ 2560) ด้วยเทคนิค Real-time PCR โดยใช้เทคโนโลยี TaqMan SNP Genotyping ในประชากรเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมัน Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งปลูกรวบรวมไว้ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

1. การแยกความแตกต่างปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราด้วยลักษณะกะลา

ปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตรมีความเกี่ยวเนื่องกับสายพันธุ์ C9023:73T กลุ่มพันธุ์ Yangambi และสายพันธุ์ HC129:1056P กลุ่มพันธุ์ AVROS ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ปาล์มน้ำมันที่ได้มาจากเทเนอราสายพันธุ์ C9023:73T กลุ่มพันธุ์ Yangambi ผสมข้ามกับพิสิเฟอราสายพันธุ์ HC129:1056P กลุ่มพันธุ์ AVROS ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จากการตรวจสอบลักษณะการติดผลและความหนากะลา พบว่าปาล์มน้ำมันรุ่นลูกเป็นเทเนอราและพิสิเฟอรา (Family 132) จากนั้นจึงคัดเลือกต้นเทเนอราหมายเลข 132/1415T จาก Family 132 มาผสมตัวเอง ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี เมื่อปี 2546 จำนวน 192 ต้น จากการตรวจสอบลักษณะการติดผลและความหนากะลา พบว่าปาล์มน้ำมันรุ่นลูกกระจายตัวเป็นดูรา 49 ต้น เทเนอรา 97 ต้น พิสิเฟอรา 36 ต้น และต้นที่แสดงออกไม่ชัดเจน ไม่สามารถจำแนกได้ 10 ต้น ปัจจุบันต้นปาล์มน้ำมันมีอายุ 19 ปี

กลุ่มที่ 2 ประชากรปาล์มน้ำมันที่มาจากการผสมตัวเองของเทเนอราสายพันธุ์ C9023:73T กลุ่มพันธุ์ Yangambi ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จากการตรวจสอบลักษณะการติดผลและความหนากะลา พบว่าปาล์มน้ำมันรุ่นลูกกระจายตัวเป็นดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอรา (Family 112) จากนั้นจึงคัดเลือกปาล์มน้ำมันเทเนอราหมายเลข 112/427T จาก Family 112 มาผสมข้ามกับเทเนอราหมายเลข 132/1415T Family 132 ปลูกทดสอบเมื่อปี 2547 ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จำนวน 100 ต้น จากการตรวจสอบลักษณะการติดผลและความหนากะลา พบว่าประชากรรุ่นลูกเป็นดูรา 30 ต้น เทเนอรา 45 ต้น พิสิเฟอรา 19 ต้น และต้นที่แสดงออกไม่ชัดเจนไม่สามารถจำแนกได้ 6 ต้น ปัจจุบันปาล์มน้ำมันมีอายุ 18 ปี

กลุ่มที่ 3 ได้มาจากปาล์มน้ำมันเทเนอราหมายเลข 112/427T จาก Family 112 มาผสมตัวเอง ปลูกทดสอบเมื่อปี 2549 ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จำนวน 80 ต้น จากการตรวจสอบลักษณะการติดผลและความหนากะลา พบว่าปาล์มน้ำมันรุ่นลูกกระจายตัวเป็นดูรา 16 ต้น เทเนอราที่ 46 ต้น และพิสิเฟอรา 18 ต้น ปัจจุบันปาล์มน้ำมันมีอายุ 16 ปี

ผลปาล์มน้ำมันพิสิเฟอราในกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ที่ได้รับการผ่าผลเพื่อตรวจสอบลักษณะการมีเนื้อในและไม่มีกะลา แสดงดัง ภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ลักษณะเปลือกนอก เนื้อใน และกะลาของผลปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอรา

2. การเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} บนยีน MADS-box

ดำเนินการตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ทั้ง 4 ตำแหน่ง จากปาล์มน้ำมันในทั้ง 3 กลุ่ม ผลการตรวจสอบเป็นดังนี้

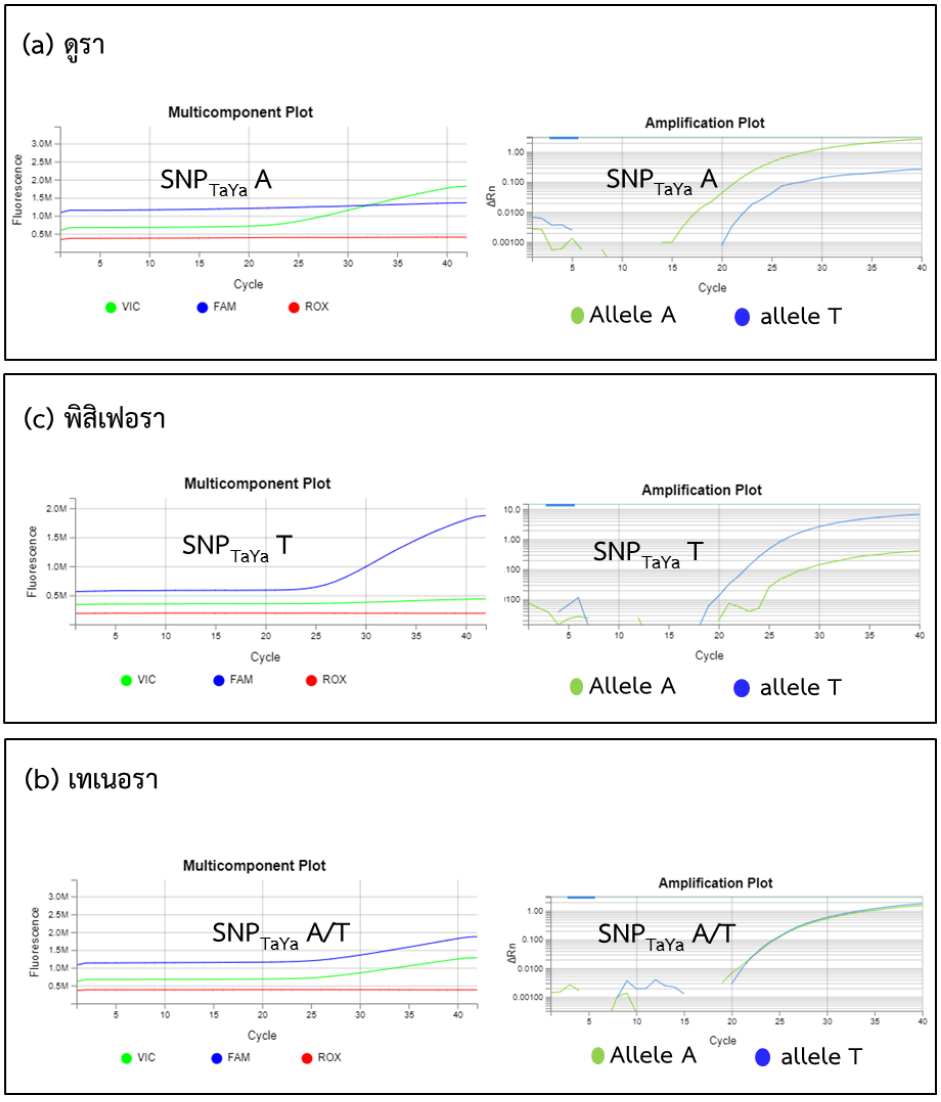
กลุ่มที่ 1 ตรวจสอบนิวคลีโอไทด์โดยเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอรา อย่างละ 2-5 ต้น พบว่าดูรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T A และ C ตามลำดับ พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T T และ C ตามลำดับ และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T A/T และ C ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลการตรวจสอบนิวคลีโอไทด์พบว่า ปาล์มน้ำมันกลุ่มนี้มีสนิปส์ที่แหน่ง SNP_{TaYa} มีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์จาก A เป็น T (ภาพที่ 2) โดยอัลลีล A สัมพันธ์กับยีนเด่นควบคุมความหนากะลา อัลลีล T สัมพันธ์กับยีนด้อยควบคุมความหนากะลา ดูรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบโฮโมไซกัสเป็น A/A พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบโฮโมไซกัสเป็น T/T และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบเฮทเทอโรไซกัสเป็น A/T (ตารางที่ 1)

กลุ่มที่ 2 เก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอราอย่างละ 2-5 ต้น พบว่าปาล์มน้ำมันดูรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T A และ C ตามลำดับ พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T T และ C ตามลำดับ และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T A/T และ C ตามลำดับ มีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์จาก A เป็น T (ภาพที่ 2) โดยอัลลีล A สัมพันธ์กับยีนเด่นควบคุมความหนากะลา อัลลีล T สัมพันธ์กับยีนด้อยควบคุมความหนากะลา ดูรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบโฮโมไซกัสเป็น A/A พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบโฮโมไซกัสเป็น T/T และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบเฮทเทอโรไซกัสเป็น A/T (ตารางที่ 1)

กลุ่มที่ 3 เก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอราอย่างละ 2 ต้น สกัดดีเอ็นเอ และตรวจสอบนิวคลีโอไทด์ทั้ง 4 ตำแหน่งบนยีน MADS-box ด้วยเทคนิค Real-time PCR ผลการทดลองพบว่า ปาล์มน้ำมันดูรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T A และ C ตามลำดับ พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV}

เป็น C T T และ C ตามลำดับ และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{Da} SNP_{ENGC} SNP_{TaYa} และ SNP_{LaAV} เป็น C T A/T และ C ตามลำดับ จากการวิเคราะห์นิวคลีโอไทด์พบว่ามีสนิปส์เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง SNP_{TaYa} มีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์จาก A เป็น T (ภาพที่ 2) โดยอัลลีล A สัมพันธ์กับยีนเด่นควบคุมความหนากะลาอัลลีล T สัมพันธ์กับยีนด้อยควบคุมความหนากะลา โดยดูรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบโฮโมไซกัส A/A พิสิเฟอรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบโฮโมไซกัส T/T และเทเนอรามีนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบเฮทเทอโรไซกัส A/T (ตารางที่ 1)

จากประวัติพันธุ์และข้อมูลนิวคลีโอไทด์สามารถเขียนแผนผังประวัติพันธุ์พร้อมรายละเอียดนิวคลีโอไทด์บนตำแหน่ง SNP_{TaYa} ในแต่ละชั่วรุ่นได้ดัง ภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ค่าการเรืองแสงของสีฟลูออเรสเซนส์ (multicomponent plot) และค่าการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเป้าหมาย (amplification plot) ตามรอบของปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่ตำแหน่ง SNP_{TaYa} บนยีน MADS-box ของปาล์มน้ำมันดูรา (a) พิสิเฟอราในปาล์มน้ำมันกลุ่มที่ 1 2 และ 3 (b) และเทเนอราในปาล์มน้ำมันกลุ่มที่ 1 2 และ 3 (c) ของปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 นิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง SNP_{Da}, SNP_{ENGC}, SNP_{TaYa}, and SNP_{LaAV} ของยีน MADS-box ในปาล์มน้ำมันกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตร

ปาล์มน้ำมัน	นิวคลีโอไทด์			
	SNP_{Da}	SNP_{ENGC}	SNP_{TaYa}	SNP_{LaAV}
กลุ่มที่ 1				
ดูรา	C/C	T/T	A/A	C/C
พิสิเฟอรา	C/C	T/T	T/T	C/C
เทเนอรา	C/C	T/T	A/T	C/C
กลุ่มที่ 2				
ดูรา	C/C	T/T	A/A	C/C
พิสิเฟอรา	C/C	T/T	T/T	C/C
เทเนอรา	C/C	T/T	A/T	C/C
กลุ่มที่ 3				
ดูรา	C/C	T/T	A/A	C/C
พิสิเฟอรา	C/C	T/T	T/T	C/C
เทเนอรา	C/C	T/T	A/T	C/C

สรุปผลการทดลอง

สามารถแยกความแตกต่างของปาล์มน้ำมันดูรา เทเนอรา และพิสิเฟอราภายในกลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ได้ด้วยนิวคลีโอไทด์ตำแหน่ง SNP_{TaYa} บนยีน MADS-box โดยมีการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์จาก A เป็น T และนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่งนี้ได้รับการถ่ายทอดในแต่ละชั่วรุ่นดสอดคล้องตามประวัติพันธุ์

คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติ ในการสนับสนุนงบประมาณดำเนินงานวิจัย

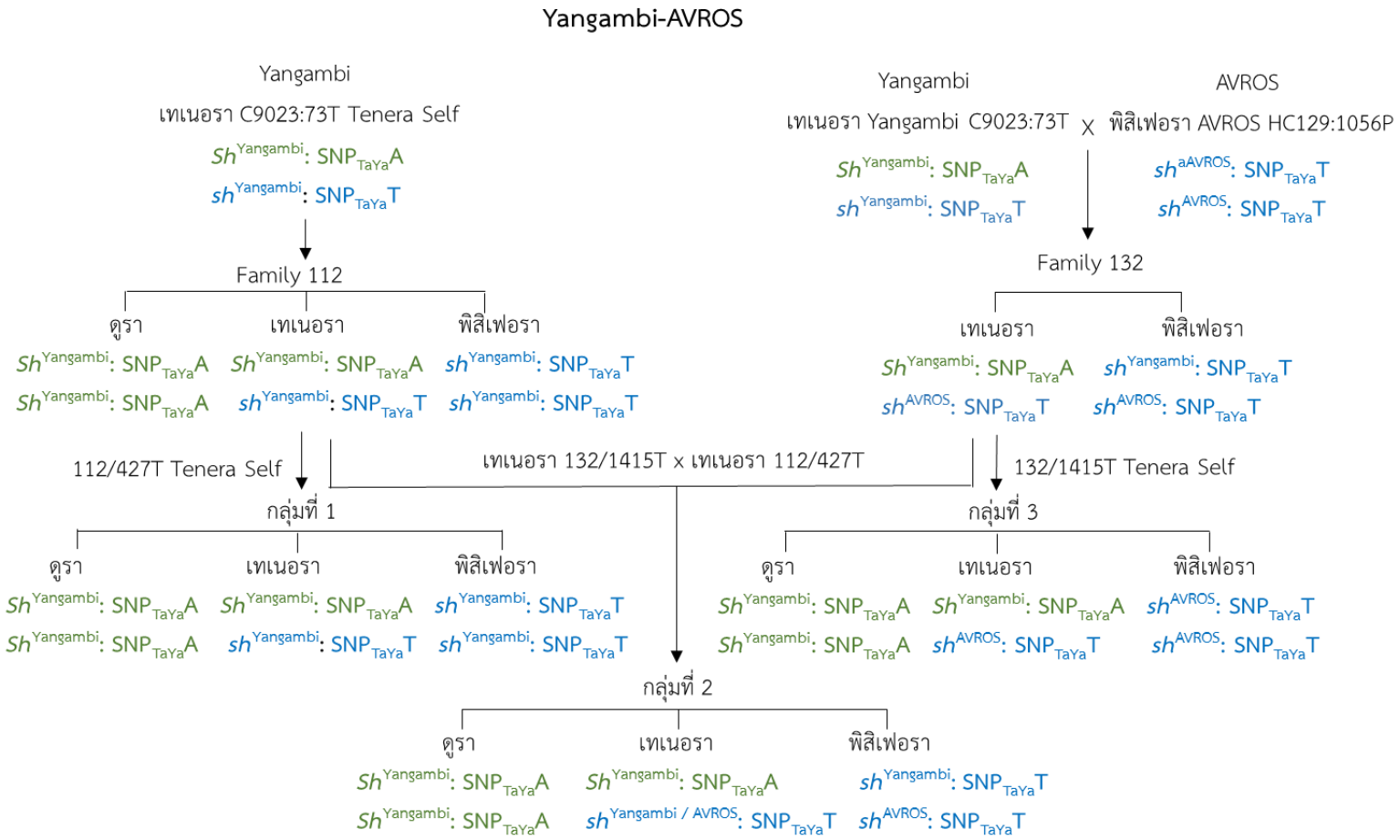
เอกสารอ้างอิง

หทัยรัตน์ อุไรรงค์ อรรัตน์ วงศ์ศรี และนัยเนตร เจริญสันติ ทานากะ. 2560. การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการจำแนกชนิดพันธุ์ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องหมายโมเลกุล. ว. วิชาการเกษตร 35: 117-135.

Corley, R.H.V. and Tinker, P.B. 2003. The Oil Palm. Blackwell Science Ltd. Oxford; 562p.

Doyal, J.J. and Doyle J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15.

Escobar, R. and A. Blaak. 1990. Thailand oil palm breeding programme. Thailand Oil Palm Research and Development Project. 63 pp.



ภาพที่ 3 แผนผังประวัติพันธุ์พร้อมรายละเอียดนิวคลีโอไทด์ตำแหน่ง SNP_{TaYa} บนยีน MADS-box ซึ่งสัมพันธ์กับยีนควบคุมความหนากะลา ในแต่ละชั่วรุ่นของปาล์มน้ำมัน กลุ่มพันธุ์ Yangambi-AVROS ของกรมวิชาการเกษตร โดย *Sh* คือ ยีนเด่นควบคุมความหนากะลา และ *sh* คือ ยีนด้อยควบคุมความหนากะลา

การปลูกพืชแซมร่วมกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต

Intercropping with Oil Palm Plantation Management During Mature Stage

สุภาวดี นาคแท้[1/] อรวรรณ จิตต์ธรรม[1/] วัทธิกร พันธรักษ์[1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[2/]
สันติชัย นวลศรี[1/] ยศวดี เม่งเอียด[1/]
Supawadee Naktae[1/] Orawan Jittham[1/] Watthikorn Phuntarak[1/]
Pensiri Jumradshine[2/] Yodsavadee Mengead[1/] Santichai Nulsri[1/]

ABTRACT

The oil palm is a perennial plant that grows quickly and produces a substantial quantity of oil. The majority of oil palm producers are smallholders who cultivate their crops in confined spaces. Incorporating oil palm cultivation with other commodity planting not only mitigates the risks associated with volatile agricultural product prices, but also affords farmers increased income opportunities. This strategy permits the cultivation of multiple crop varieties in the same location. The purpose of this study is to examine intercropping alongside oil palm cultivation during its productive phase. The research was conducted on a 13-rai plot, where the cultivation of shade- and sun-loving plants was coordinated to investigate their growth interactions. Anthurium, melinjo, black pepper, long pepper, and cocoa were among the commodities grown. The results indicated that oil palm produced 3.51 Tons per rai per year. Intercropped plants, such as anthurium and long pepper, grew and produced earlier than other crop varieties. After approximately five months of growth, the Anthurium was able to be harvested 1-2 times per month, yielding an average of 153 flowers per harvest. With an average yield of 1.08 kilogram per harvest, long pepper could be harvested 1-2 times per month. Meanwhile, melinjo, black pepper and cocoa were still growing and not yet ready to be harvested. Regardless of the strategy employed, intercropping with oil palm plantation management not only maximizes agricultural land utilisation, but also provides farmers with an opportunity to increase their income through oil palm cultivation. In addition, it functions as a roadmap for the development of an appropriate and sustainable model for oil palm production.

Keywords: Oil palm, Intercropping, Anthurium, Long pepper

[1/]ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ [2/]ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
[1/] Krabi Oil Palm Research Center [2/] Surat Thani Oil Palm Research Center
[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[2/] Suratthani Oil Palm Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute

บทคัดย่อ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่มีการเจริญเติบโตเร็วและให้ผลผลิตน้ำมันสูง เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย ซึ่งมีพื้นที่ทำการเกษตรอย่างจำกัด การปลูกปาล์มน้ำมันร่วมกับการปลูกพืชชนิดอื่น นอกจากช่วยลดความเสี่ยงจากสถานการณ์ราคาสินค้าเกษตรที่มีความผันผวนแล้ว ยังมีผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อศึกษาการปลูกพืชแซมร่วมกับการปลูกปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต ดำเนินการในพื้นที่ 13 ไร่ โดยปลูกร่วมกับพืชที่ต้องการร่มเงา และแสงแดดรำไรในการเจริญเติบโต ประกอบด้วย หน้าวัว ผักเหมียง พริกไทย ดีปลีเชือก และโกโก้ ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต พบว่า ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.51 ตัน/ไร่/ปี พืชแซมร่วม หน้าวัวและดีปรีเชือกมี การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตก่อนพืชชนิดอื่น โดยหน้าวัวเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุได้ประมาณ 5 เดือน สามารถเก็บผลผลิตได้ เดือนละ 1-2 ครั้ง เฉลี่ยครั้งละ 153 ดอก ดีปลีเชือกสามารถเก็บผลผลิตได้เดือนละ 1-2 ครั้ง เฉลี่ยครั้งละ 1.08 กิโลกรัม ในขณะที่ ผักเหมียง พริกไทย และโกโก้ อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต ยังไม่สามรถเก็บผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามการปลูกพืชแซมร่วมกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน นอกจากเป็นการใช้พื้นที่ทำการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดแล้วยังเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มรายได้ และเป็นการพัฒนารูปแบบการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมและยั่งยืน

คำสำคัญ : ปาล์มน้ำมัน, การปลูกพืชแซมร่วม, หน้าวัว, ดีปลีเชือก

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 6.3 ล้านไร่ โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้มีเนื้อที่ให้ผลผลิตประมาณ 5.4 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ 8, 2566) เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย แม้ว่าอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มของไทยจะพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงประสบกับปัญหาหลายประการทั้งด้านการผลิต การตลาด การแปรรูป นโยบาย การวิจัยและพัฒนาในประเด็นสำคัญยังมีน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการผลิตของเกษตรกรรายย่อย เกษตรกรเผชิญกับปัญหาประสิทธิภาพการผลิตต่ำ เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่ดีและเหมาะสม ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตปาล์มน้ำมันสูง อีกทั้งยังเผชิญกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จากปัญหาดังกล่าวได้มีความพยายามในการแก้ไขปัญหาและพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์มทั้งระบบเพื่อให้อุตสาหกรรมมีความมั่นคงและยั่งยืน และส่งเสริมให้มีการทำการเกษตรแบบผสมผสานเพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มรายได้

การปลูกพืชแซมร่วมในสวนปาล์มน้ำมันจึงเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มรายได้จากการปลูกพืชหลักเพียงชนิดเดียว การปลูกพืชแซมร่วมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน หรือ (Inter-cropping) คือการปลูกพืช 2 ชนิดหรือมากกว่าพร้อมกัน เป็นแถวสลับกันในเนื้อที่เดียวกัน ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตปาล์มน้ำมันได้ โดยการปลูกพืชแซมร่วมกับปาล์มน้ำมัน ในระยะเริ่มปลูก – อายุ 3 ปี ทางใบปาล์มน้ำมันยังไม่เจริญเติบโตจนแผ่ปกคลุมเต็มพื้นที่ ดังนั้นในช่วงนี้จึงอาจมีการเลือกปลูกพืชแซมที่ต้องการแสงมาก การปลูกพืชแซมร่วมกับปาล์มน้ำมันระยะอายุ 4 – 9 ปี ในระยะนี้ทางใบปาล์มน้ำมันจะมีการแผ่กระจายเต็มพื้นที่ปลูก แสงที่ผ่านมาบริเวณภายใต้ทรงพุ่มจะน้อย ดังนั้นการปลูกพืชแซมในระยะนี้ควรเป็นพืชที่เติบโตและให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพร่มเงา และในระยะอายุ

10 ปี ขึ้นไป ในระยะนี้ปริมาณแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้น ทรงพุ่มอยู่สูง มีพื้นที่ว่างใต้ต้นปาล์ม การเลือกพืชแซมในระยะนี้จะคล้ายกับในช่วงก่อนหน้า แต่พืชแซมที่นำมาปลูกอาจมีความสูงของทรงพุ่มได้มากกว่าในช่วงก่อนหน้า การปลูกพืชแซมร่วมกับปาล์มน้ำมันสามารถเป็นประโยชน์ได้หลายอย่าง คือ 1) ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชและควบคุมศัตรูพืช การปลูกพืชแซมสามารถลดปริมาณศัตรูพืชและวัชพืชได้เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เนื่องจากเป็นการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบการปลูกพืชในแปลงปาล์มน้ำมันได้อีกทางด้วย 2) เพิ่มรายได้ สามารถขายผลผลิตของพืชแซมได้ร่วมกับปาล์มน้ำมัน 3) ลดค่าใช้จ่ายในการดูแล สามารถลดต้นทุนปัจจัยการผลิตและการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากพืชแซมสามารถช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชและช่วยรักษาความชื้นในดินได้ และเนื่องจากการปลูกพืชแซมบางชนิดช่วยลดปริมาณศัตรูพืชและวัชพืช และยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน 4) เพิ่มคุณภาพของดิน สามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารและอินทรียวัตถุได้จากการการปลูกพืชแซม อีกทั้งยังช่วยชะลอการชะล้างพังทะลายของหน้าดินได้อีกด้วย

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการปลูกพืชแซมร่วมกับการปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 15 ปี (ระยะให้ผลผลิต) โดยคัดเลือกพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีร่มเงาและแสงแดดรำไร ประกอบด้วย หน้าวัว ผักเหมียง พริกไทย ดีปลีเชือก และโกโก้ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรรายย่อยที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการพัฒนารูปแบบการผลิตปาล์มน้ำมันที่เพื่อความมั่นคงและความยั่งยืนในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

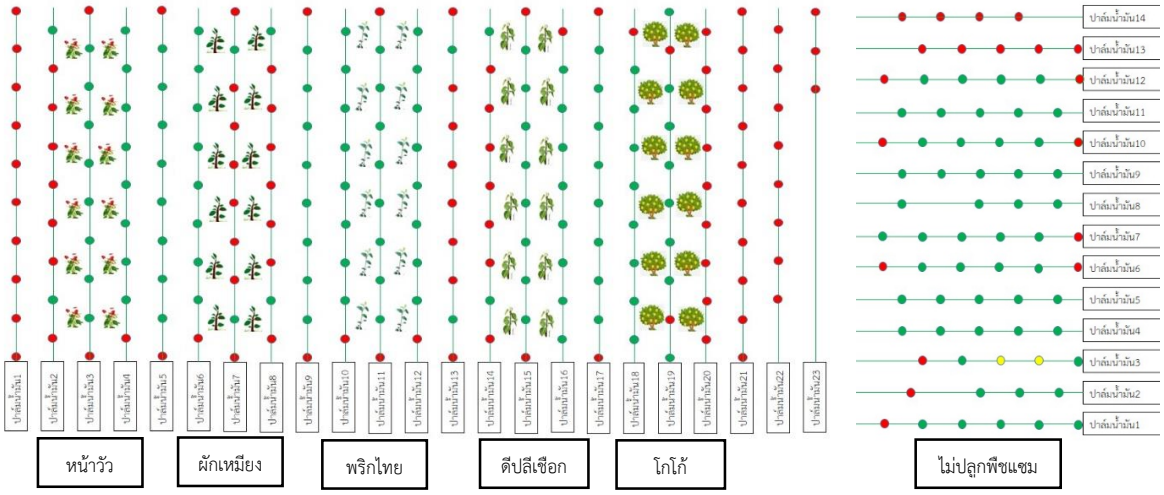
อุปกรณ์

1. ต้นปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี จำนวน 13 ไร่
2. ต้นหน้าวัว ผักเหมียง พริกไทย ดีปลีเชือก โกโก้
3. ปุ๋ยเคมี 21-0-0 0-3-0 0-0-60 15-15-15 กรีเซอร์ไรท์ และโบรอน
4. ปุ๋ยหมักเติมอากาศ
5. สารกำจัดโรคพืชและแมลงศัตรูพืชแซม
6. อุปกรณ์การให้น้ำแบบสปริงเกอร์ และมินิสปริงเกอร์
7. อุปกรณ์การเก็บผลผลิตและตัวอย่าง
8. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล เช่น สมุด ปากกา กล้องถ่ายภาพ

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี พื้นที่ 13 ไร่
กรรมวิธีที่ 1 พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี + ไม่ปลูกพืชแซม (control)
กรรมวิธีที่ 2 พันธุ์น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี + หน้าวัว
กรรมวิธีที่ 3 พันธุ์น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี + ผักเหมียง
กรรมวิธีที่ 4 พันธุ์น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี + พริกไทย
กรรมวิธีที่ 5 พันธุ์น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี + ดีปลีเชือก
กรรมวิธีที่ 6 พันธุ์น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี + โกโก้

ทำการทดลองในพื้นที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ แปลงเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ภาคใต้ พื้นที่จำนวน 13 ไร่ การปลูกพืชผสมผสานโดยปลูกพืชแซมร่วมระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน (พื้นที่ 2.5 ไร่ ต่อ 1 พืช) โดยการสร้างแบบจำลองการปลูกพืชแซมตามพื้นที่จริง ดูแล บำรุงรักษา กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน ใช้เทคโนโลยีการจัดการน้ำและธาตุอาหาร โดยให้น้ำทั้งปาล์มน้ำมันและพืชแซม



ภาพที่ 1 ภาพจำลองผังแปลงของการปลูกพืชแซมเสริมรายได้ในพื้นที่แปลงการศึกษาพืชแซมร่วมกับการจัดการน้ำและธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน

บันทึกข้อมูล

1. บันทึกคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินเบื้องต้นและที่เปลี่ยนแปลงไป
2. บันทึกปริมาณธาตุอาหารในใบ
3. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตปีละ 1 ครั้ง
4. บันทึกข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมันทุก 20 วัน และบันทึกข้อมูลผลผลิตพืชแซม 2 ครั้งต่อเดือน
5. บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำ และปุ๋ยเคมีที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี
6. วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของปาล์มน้ำมันและพืชแซม

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2565 สิ้นสุด กันยายน 2567

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน และปริมาณธาตุอาหารในใบ

ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามศักยภาพ ควรปลูกในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสม คุณลักษณะทางกายภาพของดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน - เนื้อดิน (Soil texture) ควรเป็นกลุ่มดินที่มีอนุภาคดินเหนียวมากกว่า 40% เช่น ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ดินร่วน (Loam) ดินร่วนเหนียว (Clay loam) และดินร่วนเหนียว ปนทรายแป้ง (Silty clay loam) ใน

ส่วนของคุณลักษณะทางเคมี ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร ควรมีอินทรียวัตถุอย่างน้อย 1.5 เปอร์เซ็นต์ ความเค็มของดิน ค่าการนำไฟฟ้าไม่ควรเกิน 2 เดซิซีเมนต่อเมตร เนื่องจากปาล์มน้ำมันไม่ทนเค็ม หากค่าการนำไฟฟ้าเกิน 4 เดซิซีเมนต่อเมตร ระบบรากจะถูกทำลาย ปาล์มน้ำมันขาดน้ำและธาตุอาหารได้ง่าย ความเป็นกรด-ด่างของดิน ช่วงที่เหมาะสมคือ 4.5-5.5 ความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน เช่น หากดินมีความเป็นกรด-ด่าง น้อยกว่า 4.5 หรือมากกว่า 7.5 จะทำให้ฟอสฟอรัสและโบรอนอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ พืชดูดใช้ได้น้อย ซึ่งทำให้พืชขาดธาตุอาหารดังกล่าวได้ (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2563) จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในดิน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ซึ่งอยู่ในช่วงต่ำกว่าจุดวิกฤตของค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมันเล็กน้อย (ตารางที่ 1) ดังนั้นจึงปรับ pH โดยการใส่โดโลไมด์ ปริมาณ 2 กิโลกรัม/ต้น ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าต่ำกว่าความเหมาะสม สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุด้วยการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ทะลายปาล์มเปล่า หรือการจัดเรียงแผ่นทางใบปาล์มน้ำมันบริเวณที่ใส่ปุ๋ยจะได้มีอินทรียวัตถุ ช่วยในการดูดซับธาตุอาหาร เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของธาตุอาหารภายในแปลง

การประเมินความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมันเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากปุ๋ยถือเป็นต้นทุนในการผลิตปาล์มน้ำมัน การให้ปุ๋ยในอัตราที่สูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตทั้งระบบ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบจึงเป็นวิธีการประเมินที่แม่นยำที่สุด โดยการเก็บตัวอย่างใบที่ 17 เพื่อวิเคราะห์ประมาณธาตุอาหาร พบว่า ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในใบปาล์มน้ำมันต่ำกว่าค่าวิกฤตของตารางธาตุอาหาร จึงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณธาตุอาหารขึ้นอย่างน้อย 25-50 % โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (21-0-0) ปริมาณ 4.69 หรือ 5.63 กิโลกรัม/ต้น/ปี ฟอสฟอรัส (0-3-0) ปริมาณ 2.35 หรือ 2.82 กิโลกรัม/ต้น/ปี และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ปริมาณ 3.50 หรือ 4.20 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนธาตุแคลเซียม แมกนีเซียมและ โบรอน มีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในช่วงเหมาะสม สามารถใช้ปุ๋ยในปริมาณเท่าเดิมได้ (ตารางที่ 2) ถ้าระดับธาตุอาหารในการวิเคราะห์ใบน้อยกว่าค่าต่ำสุดของค่าเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤติควรเพิ่มปุ๋ยให้ธาตุอาหารชนิดนั้นอีกร้อยละ 25 - 50 ของการใส่ปุ๋ยในปีถัดไป ในทางกลับกันต้องลดปุ๋ยร้อยละ 25 - 50 ในปีถัดไปหากค่าวิเคราะห์ใบที่ได้สูงกว่าค่าเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤติ

การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่ศึกษาการปลูกพืชแซมร่วมกับการจัดการธาตุอาหารในพื้นที่ 13 ไร่ ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ พบว่า ขนาดใบย่อย ทั้งความกว้างใบย่อย ความยาวใบย่อย พื้นที่ทางใบ ความกว้างแกนทางใบ ความสูงแกนทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ จำนวนใบย่อยทางเดียว และความยาวทางใบ ของต้นปาล์มน้ำมันที่ปลูกพืชแซมร่วมจำนวน 5 ชนิดพืช และไม่มีการปลูกพืชแซมร่วมมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความกว้างใบย่อยระหว่าง 5.09 - 5.58 เซนติเมตร, ความยาวใบย่อยระหว่าง 92.70 – 94.67 เซนติเมตร, พื้นที่ทางใบระหว่าง 9.07 - 10.55 ตารางเมตร, ความกว้างแกนทางใบระหว่าง 7.27 – 7.75 เซนติเมตร, ความสูงแกนทางใบระหว่าง 3.41 – 3.74 เซนติเมตร, พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบระหว่าง 24.81 – 28.66 ตารางเซนติเมตร, จำนวนใบย่อยทางเดียวระหว่าง 174.42 – 182.75 และความยาวทางใบระหว่าง 552.18 – 592.57 เซนติเมตร ดังนั้นชนิดของพืชแซมที่ปลูกร่วมปาล์มน้ำมันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 3)

ผลผลิตปาล์มน้ำมันและพืชแซมร่วม

จากการศึกษาการปลูกพืชแซมร่วมกับการปลูกปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต โดยปลูกร่วมกับพืชที่ต้องการร่มเงา และแสงแดดรำไรในการเจริญเติบโต ประกอบด้วย หน้าวัว ผักเหมียง พริกไทย ดีปลีเชือก และโกโก้ ทำการเก็บข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน และพืชแซม พบว่า ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 3.51 กิโลกรัม/ไร่/ปี ทั้งนี้ชนิดของพืชที่ปลูกแซมร่วมปาล์มน้ำมันแทบจะไม่มีผลต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชหลัก (ตารางที่ 4) สำหรับพืชแซมร่วม หน้าวัวและดีปลีเชือกมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตก่อนพืชชนิดอื่น โดยหน้าวัวเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุได้ประมาณ 5 เดือน สามารถเก็บผลผลิตได้ เดือนละ 1-2 ครั้ง เฉลี่ยครั้งละ 153 ดอก ดีปลีเชือกเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 9 เดือน สามารถเก็บผลผลิตได้เดือนละ 1-2 ครั้ง เฉลี่ยครั้งละ 1.08 กิโลกรัม (ตารางที่ 5) ในขณะที่ผักเหมียง พริกไทย และโกโก้ อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต ยังไม่สามรถเก็บผลผลิตได้

สรุปผลการทดลอง

การปลูกพืชแซมร่วมกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันในระยะให้ผลผลิต ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.51 ตัน/ไร่/ปี พืชแซมร่วม หน้าวัวและดีปลีเชือกมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตก่อนพืชชนิดอื่น โดยหน้าวัวเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุได้ประมาณ 5 เดือน สามารถเก็บผลผลิตได้ เดือนละ 1-2 ครั้ง เฉลี่ย 206 ดอก/เดือน ดีปลีเชือกสามารถเก็บผลผลิตได้เมื่ออายุประมาณ 9 เดือน เก็บผลผลิตได้เดือนละ 1-2 ครั้ง เฉลี่ย 2.16 กิโลกรัม/เดือน ในขณะที่ ผักเหมียง พริกไทย และโกโก้ อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต ยังไม่สามารถเก็บผลผลิตได้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินของปาล์มน้ำมัน (ปี 2565)

ตัวอย่าง	pH	Lime Req (KgCaO/rai)	EC (1:5) (mmhos/cm)	Organic matter (%	P	K	Ca	Mg
					(ppm)			
ปลูกพืชแซม	4.48	475	0.225	0.986	9.5	38.0	84.0	15.5
ไม่ปลูกพืชแซม	4.18	535	0.067	1.465	13.5	36.0	112.0	20.5

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธี	% โดยน้ำหนักแห้ง					
	N	P	K	Ca	Mg	B
ก่อนเริ่มการทดลอง	1.766	0.125	0.770	0.759	0.211	-
ปลูกแซมร่วมหน้าวัว (T1)	2.008	0.123	0.600	0.670	0.285	22
ปลูกแซมร่วมผักเหมียง (T2)	1.973	0.121	0.627	0.684	0.250	19
ปลูกแซมร่วมพริกไทย (T3)	1.952	0.132	0.597	0.643	0.238	27
ปลูกแซมร่วมดีปลีเชือก (T4)	1.925	0.126	0.633	0.702	0.237	32
ปลูกแซมร่วมโกโก้ (T5)	1.914	0.119	0.641	0.670	0.238	25
ปลูกแซมร่วมหน้าวัว (T1)	2.016	0.127	0.704	0.510	0.244	17

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 15 ปี

กรรมวิธี	ขนาดใบย่อย (ทางใบที่ 17)		พื้นที่ทางใบที่ 17 (ตรม.)	พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ		พื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ (ตร.ซ.ม.)	จำนวนใบย่อยทางเดียว (ใบ)	ความยาวทางใบ (ซ.ม.)
	กว้าง (ซ.ม.)	ยาว (ซ.ม.)		กว้าง (ซ.ม.)	สูง (ซ.ม.)			
ปลูกแซมร่วมหน้าวัว (T1)	5.33	94.67	10.11	7.75	3.64	28.25	182.21	572.54
ปลูกแซมร่วมผักเหมียง (T2)	5.58	94.01	10.55	7.66	3.74	28.66	182.75	592.57
ปลูกแซมร่วมพริกไทย (T3)	5.56	92.70	9.90	7.61	3.62	27.55	174.46	566.82
ปลูกแซมร่วมดีปลีเชือก (T4)	5.26	92.87	9.42	7.42	3.51	26.05	175.33	553.84
ปลูกแซมร่วมโกโก้ (T5)	5.09	92.91	9.07	7.27	3.41	24.81	174.43	552.18
ไม่ปลูกพืชแซมร่วม (T6)	5.14	92.86	9.82	7.58	3.48	24.90	174.42	553.24

ตารางที่ 4 ผลผลิตปาล์มน้ำมันเก็บเกี่ยวระหว่าง เดือน ม.ค. 2566-ก.ค. 2566

กรรมวิธี	ผลผลิตทะลายรวม (ก.ก.)	ผลผลิตทะลายเฉลี่ย (ก.ก./ไร่/ปี)
ปลูกแซมร่วมหน้าวัว (T1)	1,281	512.40
ปลูกแซมร่วมผักเหมียง (T2)	1,131	452.40
ปลูกแซมร่วมพริกไทย (T3)	1,516	606.40
ปลูกแซมร่วมดีปลีเชือก (T4)	978	391.20
ปลูกแซมร่วมโกโก้ (T5)	1,389	555.60
ไม่ปลูกพืชแซมร่วม (T6)	1,603	641.20
ค่าเฉลี่ย	**7,898**	**3,159.20**

ตารางที่ 5 ผลผลิตพืชแซมร่วมปาล์มน้ำมันเก็บเกี่ยวระหว่าง เดือน มิ.ย. 2565-ก.ค. 2566

ผลผลิต	หน้าวัว (ดอก)	ดีปลีเชือก (ก.ก.)
ผลผลิตรวม	1,680	1.08
ผลผลิตเฉลี่ย (ไร่/ปี)	1,131	0.72

ภาพที่ 2 ผลผลิตหน้าวัว

ภาพที่ 3 ผลผลิตดีปลีเชือก

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 4 (ก) ผักเหมียง (ข) พริกไทย และ (ค) โกโก้ ยังไม่ได้รับผลผลิต

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ 8. 2566. สถานการณ์ปาล์มน้ำมัน ปี 2566. ศูนย์สารสนเทศสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2563. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบในการผลิตปาล์มน้ำมัน. สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2566. จาก. https://www.doa.go.th/fc/palmsurat/wp-content/uploads/2020/06/คำแนะนำปุ๋ยปาล์มน้ำมัน3.pdf. 19 หน้า.

การระบาดของโรคและแมลงศัตรูถั่วเขียวในแหล่งปลูกภาคเหนือตอนล่าง
Outbreak of Mungbean Diseases and Insect Pest in in the Lower Northern Region

ปวีณา ไชยวรรณ์[1/] เชาวนาถ พฤทธิเทพ[2/] อัจฉรา จอมสง่าวงศ์[1/]
วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว[1/] ศมิษฐา แม้นเหมือน[1/] วลัยลักษณ์ พลพิชัย[1/] กฤษฎา ฝ่ายจัตุรัส[1/]
ชูชาติ บุญศักดิ์[3/] บุษราคัม อุดมศักดิ์[4/]
Paveena Chaiwan[1/] Chaowanart Phruetthithep[2/] Achara Jomsa-ngawong[1/]
Wilairat Pankaew[1/] Samittha Maenmeun[1/] Walailak Ponpichai[1/]
Krissada Faijatturas[1/] Choochat Bunsak[3/] Boossaracum Udomsak[4/]

ABSTRACT

This study aimed to explore the outbreak of important mungbean disease and insect pests in 6 planting areas of Thailand in Nakhon Sawan, Phetchabun, Phichit, Phitsanulok, Sukhothai and Uthaithani province. The outbreak MYMV was explored 2 times in 20-30 and 45-55 days after planting. The results found that the mungbean diseases had different violence in various mungbean ages and planting areas. The mungbean diseases were explored of powdery mildew, anthracnose, cercospora leafspot and mungbean yellow mosaic virus (MYMV) especially powdery mildew that found violence outbreak ranged of 31.5-84.3% in both vegetative and reproductive stage of mungbean. The most area that found powdery mildew was Nakhon Sawan (83.1%), Phetchabun (96.3%) and Sukhothai province (100%). For anthracnose and cercospora leafspot, there were explored violence outbreak ranged of 23.9-55.9 and 14.3-24.6% in both vegetative and reproductive stage of mungbean while MYMV was explored ranging of 1.5-3.5%. The outbreak of mungbean insect pests were found in planting areas of common cutworm, aphid, thrips and tobacco whitefly which found aphid, thrips and tobacco whitefly of 3.4 13.7 and 2.3 insect/plant. The relative between MYMV and pets found that the MYMV outbreak related with mungbean insect pest carrier for plant disease, such as in Sukhothai province, the MYMV was outbreak

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.สรรพยา จ.ชัยนาท 17150
[1/] Chai Nat Field Crops Research Center, Sapphaya, Chai Nat 17150
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
[2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900
[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี อ.เมืองลพบุรี จ.ลพบุรี 15210
[3/] Lopburi Seed Research and Development Center, Mueang Lop Buri, Lopburi 15210
[4/] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
[4/] Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900

previously. As the reason, there found a MYMV violence higher than other planting areas.

Key word: mungbean, powdery mildew, mungbean yellow mosaic virus, tobacco whitefly, thrips

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจการระบาดของโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วเขียวในแปลงเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ 6 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย และอุทัยธานี โดยสำรวจ 2 ครั้งเมื่อถั่วเขียวอายุ 20-30 และ 45-55 วันหลังปลูก ผลการสำรวจพบว่าโรคถั่วเขียวที่พบและความรุนแรงแตกต่างกันตามอายุของพืชและพื้นที่ปลูก โรคที่สำรวจพบ ได้แก่ โรคราแป้ง โรคแอนแทรคโนส โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว โดยพบการระบาดรุนแรงของโรคราแป้งทุกระยะการเจริญเติบโตในทุกพื้นที่ปลูกเฉลี่ยระหว่าง 31.5-84.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ โดยพบมากในจังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และสุโขทัย เท่ากับ 83.1 96.3 และ 100.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ สำหรับโรคแอนแทรคโนส และโรคใบจุดสีน้ำตาล พบทุกระยะการเจริญเติบโตในทุกพื้นที่ปลูกเฉลี่ยระหว่าง 23.9-55.9 และ 14.3-24.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ ตามลำดับ ในขณะที่พบโรคไวรัสใบด่างถั่วเขียวเล็กน้อย ระหว่าง 1.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ สำหรับแมลงศัตรูถั่วเขียว ที่พบการระบาดใน ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว โดยพบการระบาดของเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว 3.4 13.7 และ 2.3 ตัวต่อต้น สำหรับการระบาดของโรคไวรัสใบด่าง พบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับการพบแมลงศัตรูพืชที่เป็นพาหะของโรค ซึ่งพื้นที่ปลูกในจังหวัดสุโขทัยเดิมเคยมีการระบาดของโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียวในพื้นที่อยู่ก่อนแล้วจึงทำให้ยังพบการระบาดของโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียวมากกว่าพื้นที่อื่น

คำหลัก: ถั่วเขียวผิวมัน โรคราแป้ง โรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว

บทนำ

การปลูกถั่วเขียวของเกษตรกรในปัจจุบันประสบกับปัญหาจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูถั่วเขียวหลายชนิดซึ่งส่งผลกระทบทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวลดลงโดยตรง โรคที่สำคัญที่พบในแหล่งปลูก เช่น โรคราแป้งเกิดจากเชื้อรา *Oidium sp.* เป็นโรคที่สำคัญของถั่วเขียวที่ปลูกในภูมิภาคเอเชีย รวมถึงประเทศไทย เมื่อระบาดจะทำความเสียหายให้แก่ผลผลิต 21-40 เปอร์เซ็นต์ โรคนี้มักระบาดในฤดูแล้ง ซึ่งมีสภาพอากาศค่อนข้างเย็น มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุ พบการระบาดของโรคทุกระยะการเจริญเติบโต โรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว (*Mungbean Yellow Mosaic Virus*: MYMV) เป็นโรคที่สร้างความเสียหายกับผลผลิตถั่วเขียวในหลายประเทศ เช่น อินเดีย ปากีสถาน ศรีลังกา สำหรับประเทศไทยพบการระบาดของโรคครั้งแรกเมื่อปี 2520 ที่ จังหวัดกำแพงเพชร พื้นที่ความเสียหายประมาณ 10,000 ไร่ และต่อมาพบโรคนี้ระบาดรุนแรงอีกครั้งในปี 2549 และ 2550 ที่จังหวัดสุโขทัย มีรายงานว่าถั่วเขียวที่ได้รับเชื้อไวรัส MYMV ในช่วงอายุ 1-2 เดือน ทำให้ผลผลิตลดลง 35-80 เปอร์เซ็นต์ ถ้าโรคนี้เกิดในระยะติดฝักแล้ว ฝักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง มีขนาดเล็กสั้นผิดปกติคดงอขึ้นข้างบน ในเดือนตุลาคม ปี 2563 ในพื้นที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ประมาณ 2,000 ไร่ และหลายพื้นที่ปลูกที่สำคัญของประเทศ พบการระบาดของเชื้อไวรัส

2 วงศ์ (Family) ได้แก่ *Geminiviridae : Begomovirus* และ *Potyviridae : Potyvirus* โดยพบทำความเสียหายในทุกระยะการเจริญเติบโต หากเข้าทำลายระยะก่อนออกดอกส่งผลให้ออกดอกน้อย ไม่ติดฝัก ผลผลิตลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หรือไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ พบว่าแมลงพาหะถ่ายทอดโรค ได้แก่ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว การเกิดโรคในถั่วเขียวหากสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะทำให้เกิดการระบาดอย่างรวดเร็วในพื้นที่กว้าง ส่งผลให้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ยังมีการระบาดของแมลงศัตรูถั่วเขียวอีกหลายชนิดที่เป็นปัญหาสำคัญส่งผลกระทบโดยตรงกับผลผลิต เช่น แมลงประเภทเจาะลำต้นและโคนต้น เช่น หนอนแมลงวันเจาะลำต้น *Ophiomyia phaseoli* (Tryon) เข้าทำลายถั่วเขียวตั้งแต่ระยะต้นอ่อนถึงระยะเติบโตทางลำต้นและใบ โดยกัดกินเนื้อเยื่อบริเวณโคนต้นติดกับคอดินจนเน่าเปื่อย หากพืชเจริญเติบโตและรอดตายได้ หนอนแมลงวันชนิด *Melanagromyza sojae* (Zehntner) เข้าทำลายซ้ำ โดยกัดกินเนื้อเยื่อแกนกลางลำต้น ซึ่งแมลงทั้ง 2 ชนิด ทำให้ถั่วเขียวข้อปล้องสั้น และผลผลิตลดลง ด้วงหมัดกระโดด *Phyllotreta sinuta* (Stephens) หนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* (Fabricius) หนอนเจาะฝักมารูค่า *Maruca vitatra* (Fabricius) ทำลายพืชโดยการกัดกินส่วนต่าง ๆ ของพืช ทั้งใบ ดอก ฝัก และเมล็ด ส่งผลให้ผลผลิตถั่วเขียวลดลง ดังนั้น การสำรวจการระบาดของโรคและแมลงศัตรูถั่วเขียวในแหล่งปลูกที่สำคัญจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับใช้เป็นข้อมูลแนะนำให้แก่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกรในการวางแผนป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการระบาดได้อย่างทันท่วงที ส่งผลให้เกษตรกรได้ผลผลิตถั่วเขียวที่ดีมีคุณภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์แยกเชื้อรา เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อ จานเลี้ยงเชื้อ หลอดแก้ว
2. อุปกรณ์ในการสุ่มนับแมลง เช่น แว่นขยาย กระดาษสีขาว สวิงโฉบแมลง ถุงผ้าขาวบาง กล่องพลาสติกเก็บแมลง กระดาษบันทึกข้อมูล
3. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชและส่วนของพืชที่เป็นโรค ได้แก่ กล่องเก็บความเย็น ถุงพลาสติก กรอบไม้อัดตัวอย่างโรคพืช กระดาษหนังสือพิมพ์ มีดคัตเตอร์ ปากกา กรรไกร
4. เครื่องจับพิกัดที่ตั้งแปลง (GPS)
5. กล้องถ่ายภาพ
6. กล้องจุลทรรศน์ชนิด Compound microscope และ Stereo microscope

วิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างถั่วเขียวที่แสดงอาการเป็นโรคและเก็บตัวอย่างแมลงที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้

ดำเนินการสำรวจการระบาดของโรคและแมลงศัตรูถั่วเขียวแปลงเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี พิจิตร เพชรบูรณ์ พิษณุโลก และสุโขทัย รวม 6 จังหวัด จำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด ทำการสุ่มจำนวน 10 จุดต่อแปลง จำนวน 20 ต้นต่อจุด ในแต่ละแปลงทำการสำรวจ 2 ครั้งที่อายุประมาณ 20-30 วัน และ 45-55 วัน บันทึกลักษณะอาการ ส่วนของพืชที่เป็นโรค เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค (disease incidence) สถานที่เก็บ วันที่เก็บ โดยเก็บตัวอย่างต้นถั่วเขียวที่แสดงอาการของโรคห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ใส่ในถุงพลาสติก บรรจุลงในกล่องเก็บความเย็น หากพบต้นถั่วเขียวแสดงอาการเน่ายุบหรือเกิดเชื้อราบริเวณโคนต้น ทำการเก็บตัวอย่างดินนำกลับไปศึกษาแยกเชื้อสาเหตุ เพื่อจำแนกชนิดของเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการ และบันทึกลักษณะอาการส่วนของ

พืชที่โดนแมลงทำลาย เปอร์เซ็นต์การโดนทำลาย เก็บตัวอย่างต้นถั่วเขียวที่แสดงอาการเหี่ยวห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ใส่ในถุงพลาสติก นำมาผ่าต้นเพื่อดูร่องรอยการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้น

การบันทึกข้อมูล

1. พิกัดที่ตั้งแปลงที่สำรวจด้วยเครื่อง GPS
2. ข้อมูลลักษณะอาการของโรค ชนิดและเชื้อสาเหตุ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคและความรุนแรงของการเกิดโรค
3. ข้อมูลการระบาดของแมลงศัตรูถั่วเขียว ชนิดของแมลงที่ระบาด ความรุนแรงของการระบาด
4. ข้อมูลการปฏิบัติงานของเกษตรกร การป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สำรวจการระบาดของโรคและแมลงศัตรูที่ระบาดในถั่วเขียวแปลงเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ จำนวน 6 จังหวัด 10 อำเภอ 12 ตำบล จังหวัดละ 10 แปลง ดังนี้ แปลงเกษตรกรตำบลวังบ่อ ตำบลหนองบัว อำเภอหนองบัว และตำบลบึงปลาทู อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ แปลงเกษตรกรตำบลกองทูล อำเภอหนองไผ่ ตำบลนายม อำเภอเมือง ตำบลตะกุดไร ตำบลดงขุย อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ แปลงเกษตรกรตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร แปลงเกษตรกรตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก แปลงเกษตรกรตำบลสารจิตร อำเภอศรีสัชนาลัย ตำบลคลองมะพลับ อำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย และแปลงเกษตรกรตำบลห้วยแห้ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี

ทำการสำรวจแปลงถั่วเขียวในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย ในฤดูแล้ง (ถั่วเขียวหลังนา) และสำรวจแปลงถั่วเขียวในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ในฤดูฝน ปี 2565 ผลการสำรวจพบว่า

โรคถั่วเขียว

โรคถั่วเขียวที่พบมีความรุนแรงแตกต่างกันตามอายุของพืชและสภาพแวดล้อม ฤดูปลูกที่แตกต่างกันทำให้พบโรคและความรุนแรงที่ต่างกัน โรคที่สำรวจพบ ได้แก่ โรคราแป้ง ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Oidium* sp. รองลงมาคือโรคแอนแทรคโนส สาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* โรคใบจุดสีน้ำตาล สาเหตุจากเชื้อรา *Cercospora canescens* และโรคไวรัสใบด่างที่เกิดจากเชื้อไวรัส 2 วงศ์ (Family) ได้แก่ *Geminiviridae : Begomovirus* และ *Potyviridae : Potyvirus*

จังหวัดนครสวรรค์ พื้นที่ปลูกถั่วเขียวในอำเภอบรรพตพิสัย พบการระบาดของโรคถั่วเขียวมากกว่าพื้นที่ปลูกในอำเภอหนองบัว ถั่วเขียวที่อายุ 20-30 วัน (ระยะก่อนถั่วเขียวออกดอก) พบการระบาดของโรคราแป้งเฉลี่ยสูงสุด 51.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ รองลงมาคือโรคแอนแทรคโนส เท่ากับ 22.7 เปอร์เซ็นต์ โรคใบจุดสีน้ำตาล เท่ากับ 10.0 เปอร์เซ็นต์ โดยพบโรคไวรัสใบด่างเล็กน้อย เท่ากับ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ถั่วเขียวที่อายุ 45-55 วัน (ระยะหลังถั่วเขียวออกดอก) พบการระบาดของโรคเพิ่มขึ้น โดยพบการระบาดของโรคราแป้งมากที่สุด เท่ากับ 83.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือโรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว โดยพบการเป็นโรคเท่ากับ 67.5 58.9 และ 2.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จังหวัดเพชรบูรณ์ พบการระบาดของโรคใกล้เคียงกันในทุกพื้นที่ปลูก ที่ระยะก่อนถั่วเขียวออกดอก พบการระบาดของโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคราแป้ง เท่ากับ 45.3 เปอร์เซ็นต์ และโรคแอนแทรคโนส เท่ากับ 29.5 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่ระยะหลังถั่วเขียวออกดอก ที่พบการระบาดของโรคราแป้ง

โรคแอนแทรคโนส และพบการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยพบเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเท่ากับ 96.3 99.2 และ 22.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว เฉลี่ย 2.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

จังหวัดพิจิตรและจังหวัดพิษณุโลก ที่ระยะก่อนถั่วเขียวออกดอกพบการระบาดของโรคเล็กน้อย ในขณะที่ระยะหลังถั่วเขียวออกดอก พบการระบาดรุนแรงของโรคราแป้ง โดยพบ 99.2 และ 87.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ ตามลำดับ และพบการเป็นโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว เฉลี่ย 1.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จังหวัดสุโขทัย ในพื้นที่ปลูก 2 อำเภอพบการระบาดรุนแรงของโรคในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยในระยะหลังออกดอกพบการระบาดของโรคราแป้ง โรคแอนแทรคโนส และโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยพบเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเท่ากับ 100.0 97.3 และ 28.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ ตามลำดับ พบการเป็นโรคไวรัสด่างเหลือง เฉลี่ย 3.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

จังหวัดอุทัยธานี สำรวจในฤดูฝน พบการระบาดรุนแรงของโรคราแป้ง โรคแอนแทรคโนส และโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยพบเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเท่ากับ 40.0 29.0 และ 29.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ ตามลำดับ พบการเป็นโรคไวรัสด่างเหลืองถั่วเขียว เฉลี่ย 2.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

แมลงศัตรูถั่วเขียว

ผลการสำรวจพบว่า แมลงศัตรูที่พบมีความสัมพันธ์กับการระบาดของโรคที่เกิดขึ้น คือ พบแมลงปากดูด ที่มีความสำคัญและเป็นพาหะของโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียวในแปลงที่พบโรคไวรัสใบด่างเหลือง ถั่วเขียวและเคยมีประวัติแปลงว่าเป็นแหล่งเดิมที่เคยเป็นโรคหรือในบริเวณใกล้เคียงเคยเป็นโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียวมาก่อน จากการสำรวจพบการระบาดของแมลงศัตรูได้แก่ หนอนกระทู้ผัก เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน แมลงหวี่ขาว และหนอนเจาะฝักถั่วมารุ่ค่า พบว่าการระบาดของแมลงศัตรูมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูก

จังหวัดสุโขทัยในพื้นที่ปลูก 2 อำเภอ คือ อำเภอศรีนคร และอำเภอศรีสัชนาลัย แมลงที่พบในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น คือ หนอนกระทู้ผัก เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว พบเฉลี่ย 2.5 13.7 3.4 และ 2.3 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แมลงที่พบในระยะการให้ผลผลิต คือ หนอนกระทู้ผัก เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว พบเฉลี่ย 0.8 9.0 1.2 และ 1.5 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) พบมีความสัมพันธ์กันระหว่างแมลงที่พบและการระบาดของโรคไวรัสด่างเหลืองถั่วเขียว โดยเริ่มพบตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและพบมาตลอดจนถึงระยะการให้ผลผลิต คือ แมลง 3 ชนิดที่เป็นพาหะของโรคไวรัสใบด่างเหลืองในถั่วเขียว คือ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว

จังหวัดพิจิตร แมลงศัตรูที่พบส่วนใหญ่เป็นหนอนกระทู้ผัก และเพลี้ยไฟ ในระยะก่อนออกดอก พบเฉลี่ย 5.6 และ 4.9 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เช่นเดียวกับแมลงที่พบในระยะการให้ผลผลิต คือ หนอนกระทู้ผัก และเพลี้ยไฟ พบเฉลี่ย 3.7 และ 10.1 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จังหวัดพิษณุโลก พบว่า แมลงศัตรูที่พบส่วนใหญ่เป็นหนอนกระทู้ผัก เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว ในระยะก่อนออกดอก พบเฉลี่ย 8.5 3.4 1.1 และ 1.1 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เช่นเดียวกับแมลงที่พบในระยะการให้ผลผลิต คือ หนอนกระทู้ผัก เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว พบเฉลี่ย 1.0 16.6 1.2 และ 1.3 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จังหวัดเพชรบูรณ์ แมลงศัตรูถั่วเขียวที่พบมาก ได้แก่ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว ในระยะก่อนออกดอก พบเฉลี่ย 13.9 11.0 และ 1.6 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในระยะติดดอกและติดฝักแล้ว พบเฉลี่ย 0.6 25.0 และ 7.5 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จังหวัดนครสวรรค์ พบหนอนกระทู้ผัก เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว เข้าทำลายในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น เฉลี่ย 2.8 13.9 และ 1.8 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และในระยะติดฝักพบเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว เฉลี่ย 1.1 15.5 และ 4.3 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เนื่องจากพื้นที่ปลูกเดิมไม่ได้มีการระบาดของโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว มากเท่าจังหวัดสุโขทัย จึงทำให้มีการเป็นโรคน้อยกว่า

จังหวัดอุทัยธานี สำรวจในฤดูฝน พบเพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาวเข้าทำลายในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น เฉลี่ย 10.7 และ 1.3 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และในระยะติดฝักพบหนอนกระทู้ผัก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนเจาะฝักมารุค่า และแมลงหวี่ขาว เฉลี่ย 2.5 5.0 17.1 1.3 และ 1.0 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากผลการสำรวจโรค พบว่า โรคราแป้งระบาดในสภาพอากาศแห้งและเย็น ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่เมื่อเกิดฝนตกในช่วงดังกล่าวก็ทำให้การระบาดของโรคน้อยลง หรือในฤดูฝนที่ฝนทิ้งช่วงร่วมกับสภาพอุณหภูมิต่ำส่งผลให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการระบาดของโรคราแป้งได้ ดังเช่นที่จังหวัดอุทัยธานีที่เกษตรกรปลูกถั่วเขียวในฤดูฝนแต่พบการระบาดรุนแรงของโรคราแป้ง (พบการระบาด 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ) ในส่วนโรคแอนแทรคโนสและโรคใบจุดสีน้ำตาลจะระบาดในฤดูฝนหรือในสภาพที่ฝนตกชุก โรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว ในทุกพื้นที่สำรวจพบการระบาดของโรคเล็กน้อย ระหว่าง 1.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อสภาพอากาศแปรปรวนในฤดูกาล ส่งผลให้เกิดการระบาดของโรคได้ โดยในขณะที่การระบาดของโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว มีความสัมพันธ์กับแมลงพาหะของโรคคือแมลงหวี่ขาวและเพลี้ยอ่อน (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2544 และ 2545) ซึ่งจากการสำรวจในพื้นที่พบการระบาดของแมลงหวี่ขาว เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยไฟ ในปริมาณที่น้อยจึงพบการเกิดโรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียวต่ำ การเกิดโรคไวรัสใบด่างเหลืองความรุนแรงจะแตกต่างกัน ขึ้นกับสภาพแวดล้อม จำนวนแมลงที่พบ และการระบาดในพื้นที่เดิม แมลงหวี่ขาว *Bemisia tabaci* (Gennadius) เป็นแมลงศัตรูปากดูดที่เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ผลผลิตถั่วเขียวลดลง ภายใต้สภาวะที่มีการระบาดรุนแรง (Narasimhan *et al*., 2010) การทำลายของแมลงหวี่ขาวทำให้พื้นที่ใบที่ใช้สังเคราะห์แสงน้อยลง และยังเป็นพาหะนำเชื้อของโรคไวรัสด่างเหลือง (Mungbean Yellow Mosaic Virus) อีกด้วย (Min *et al*., 2020) ในการปลูกถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มมีการเข้าทำลายของแมลงโดยเฉพาะเพลี้ยอ่อนซึ่งเป็นแมลงพาหะของไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น Cowpea Aphid-borne Mosaic Virus (CABMV), Blackeye Cowpea Mosaic Virus (BICMV) และ Cucumber Mosaic Virus (CMV) เป็นต้น การระบาดอาจเกิดจากไวรัสชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดร่วมกัน ซึ่งมีผลให้เกิดความเสียหายมากขึ้น (จรัสศรี และ มณีรัตน์, 2556) จากรายงานของ Australian Mungbean Association (n.d.) รายงานว่า เพลี้ยไฟเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของถั่วเขียว เป็นพาหะสำคัญของโรค Tobacco Streak Virus (TSV) ระดับเศรษฐกิจของเพลี้ยไฟ คือ เมื่อพบเฉลี่ย 4-6 ตัวต่อดอก ความเสียหายจากการโดนเพลี้ยไฟเข้าทำลายมากอาจทำให้ดอกไม่สามารถผสมติดจนพัฒนาเป็นฝัก หรืออาจทำให้ฝักบิดเบี้ยวได้ เพลี้ยไฟมักจะอาศัยอยู่ในส่วนของดอกและยอดของลำต้น ในกรณีที่เข้าทำลายอย่างรุนแรง อาจทำให้พืชเป็นพุ่มและเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม ฝักไม่เต็มและเมล็ดฝ่อ แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยอ่อน เป็นพาหะโรคพืชหลายชนิด โดยเฉพาะ

โรคไวรัสใบด่างเหลืองถั่วเขียว MYMV (Sharma *et al*., 2011) การพยายามควบคุมเพลี้ยไฟที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเพลี้ยไฟทั้งหมดและไม่ให้ติดไปกับผลผลิตได้ (Abdullah-Al-Rahad *et al*., 2018) แมลงจำพวกปากดูดไม่ได้ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงจากการดูดน้ำเลี้ยงเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อการสังเคราะห์แสง และเป็นพาหะของโรคพืชด้วย ซึ่งอาจส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดลดลง โดยเฉพาะแมลงหวี่ขาว เป็นสาเหตุหลักที่เป็นพาหะแพร่กระจายโรค MYMV ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญในถั่วเขียว สอดคล้องกับ Kaiser และคณะ (1974) กล่าวว่าการติดเชื้อ Bean Common Mosaic Virus ตามธรรมชาติของถั่วเขียว พบว่า มีเชื้อไวรัสที่ถ่ายทอดจากเมล็ดพืชและเพลี้ยอ่อนในถั่วเขียวในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศอิหร่าน เชื้อไวรัสถูกถ่ายทอดโดยมีเพลี้ยหลายชนิดเป็นพาหะรวมทั้งเพลี้ยอ่อนด้วย นอกจากนี้ความรุนแรงของการเกิดโรค และการระบาดของแมลงศัตรูถั่วเขียว ยังขึ้นอยู่กับวิธีการป้องกันกำจัด

จากการสำรวจ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช บางรายใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชร่วมกับสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช และมีแนวโน้มใช้สารเคมีในปริมาณเพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรที่ไม่ถูกต้อง การใช้สารเคมีที่มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกันอย่างต่อเนื่อง ทำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี เกษตรกรจึงเพิ่มอัตราการใช้สารเคมีให้สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น เกิดปัญหาพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม แมลงศัตรูธรรมชาติที่มีประโยชน์ถูกทำลาย การระบาดของแมลงศัตรูพืชจึงเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการระบาดของศัตรูพืชในอนาคตได้ (สุภราดา, 2555)

สรุปผลการทดลอง

1. โรคถั่วเขียวที่พบระบาดในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ใน 6 จังหวัด ได้แก่ โรคราแป้ง โรคแอนแทรคโนส และโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยพื้นที่ปลูกถั่วเขียวในจังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และสุโขทัย พบการระบาดของโรคมากในทุกระยะการเจริญเติบโต

2. พบการระบาดของโรคราแป้ง และโรคแอนแทรคโนส ถั่วเขียวที่อายุ 45-55 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงกว่าถั่วเขียวที่อายุ 20-30 วัน

3. พบการระบาดของแมลงศัตรูถั่วเขียว ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาวในทุกพื้นที่สำรวจ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2544. โรคของถั่วเขียวและงา. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2545. คู่มือโรคพืชไร่. เอกสารวิชาการกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 105 หน้า.

จรัสศรี นวลศรี และ มณีรัตน์ คูหาพิทักษ์ธรรม. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของ Vigna unguiculata และการประเมินการต้านทานโรคใบด่างเหลือง BICMV. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 72 หน้า.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง. 2555. ความรู้พื้นฐานความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและการบริหารจัดการ. เอกสารวิชาการ การอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการตรวจสอบและการจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ครั้งที่ 1 วันที่ 29-30 พฤษภาคม 2555 ณ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 90 หน้า.

Abdullah-Al-Rahad, M., Md. Saidur, R., Tahmina, A., Jasmin, A., Md. Anisur, R., and Sheik, Md. Showkat, A., 2018. Varietal Screening of Mungbean against Whitefly and Aphid. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*. 18(01), 1478-1487.

Australian Mungbean Association. n.d. *Managing insect pests in mungbean.* http://www.mungbean.org.au/pests.html#thrips. September 9, 2021.

Kaiser, W. J., and Mossahebi, G. H. 1974. Natural infection of mungbean by Bean common mosaic virus. *Phytopathology*, 64(9), 1209-1214.

Min K. Thanda, Verma T., Yadav S. and Sangwan R. 2020. Management of whitefly, Bemisia tabaci Gennadius in mungbean (*Vigna radiata* L.). *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 8(3): 1390-1392

Narasimhan A, Patil BR, Datta S, Kashyap M. 2010. Genetic diversity assessment across different genotypes of mungbean and urdbean using molecular markers. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 1(4): 379-383.

Sharma, O P., O. M. Bambawale, J B Gopali, S. Bhagat, S. Yelshetty, S.K Singh, R. Anand and O. P. Singh. 2011. Field Guide Mungbean & Urdbean. *Royal offset Printer. Indian.* pp. 11-19.

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคของถั่วเขียวที่อายุ 20-30 วัน และ 45-55 วันหลังปลูก ในฤดูแล้ง ปี 2565 ที่แปลงเกษตรกร จ. นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย และในฤดูฝน ปี 2565 แปลงเกษตรกร จ. อุทัยธานี

พื้นที่สำรวจ	เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค ที่อายุ 20 ถึง 30 วันหลังปลูก (%)[1]				เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค ที่อายุ 45 ถึง 50 วันหลังปลูก (%)[1]			
	ราแป้ง	แอนแทรคโนส	ใบจุดสีน้ำตาล	ไวรัสใบด่าง	ราแป้ง	แอนแทรคโนส	ใบจุดสีน้ำตาล	ไวรัสใบด่าง
1. จ. นครสวรรค์								
อ. หนองบัว	45.6	9.1	7.9	2.5	68.6	43.7	24.4	2.1
อ. บรรพตพิสัย	58.0	36.2	12.1	2.0	97.6	91.3	93.3	2.1
เฉลี่ย	51.8	22.7	10.0	2.3	83.1	67.5	58.9	2.1
2. จ. เพชรบูรณ์								
อ. หนองไผ่	39.3	18.3	3.0	2.3	90.7	98.8	23.1	2.6
อ. เมือง	61.3	40.8	0.0	1.0	100.0	98.8	27.8	0.0
อ. ชนแดน	35.3	29.3	8.3	2.6	98.3	100.0	16.7	1.8
เฉลี่ย	45.3	29.5	3.8	2.0	96.3	99.2	22.5	1.5
3. จ. พิจิตร								
อ. วังทรายพูน	10.9	0.8	0.9	1.8	99.2	22.1	7.5	1.0
เฉลี่ย	10.9	0.8	0.9	1.8	99.2	22.1	7.5	1.0
4. จ. พิษณุโลก								
อ. เนินมะปราง	19.1	7.0	0.8	1.0	87.4	20.5	1.3	2.0
เฉลี่ย	19.1	7.0	0.8	1.0	87.4	20.5	1.3	2.0
5. จ. สุโขทัย								
อ. ศรีสัชนาลัย	82.7	87.5	82.9	2.0	-	-	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

พื้นที่สำรวจ	เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค ที่อายุ 20 ถึง 30 วันหลังปลูก (%)				เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค ที่อายุ 45 ถึง 50 วันหลังปลูก (%)			
	ราแป้ง	แอนแทรคโนส	ใบจุดสีน้ำตาล	ไวรัสใบด่าง	ราแป้ง	แอนแทรคโนส	ใบจุดสีน้ำตาล	ไวรัสใบด่าง
อ. ศรีนคร	41.1	43.6	30.9	4.9	100.0	97.3	28.3	3.5
เฉลี่ย	61.9	65.6	56.9	3.5	100.0	97.3	28.3	3.5
6. จ. อุทัยธานี								
อ. บ้านไร่	0.0	18.0	13.1	2.2	40.0	29.0	29.0	1.5
เฉลี่ย	0.0	18.0	13.1	2.2	40.0	29.0	29.0	1.5
เฉลี่ยทั้งหมด	**31.5**	**23.9**	**14.3**	**2.1**	**84.3**	**55.9**	**24.6**	**1.9**

[1] เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่สำคัญของถั่วเขียวเฉลี่ย 10 แปลงต่อจังหวัด แปลงละ 10 จุด และจุดละ 20 ต้น

ตารางที่ 2 จำนวนแมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วเขียว ที่อายุ 20 – 30 วันหลังปลูก ในฤดูแล้งปี 2565 แปลงเกษตรกร จ. นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย และในฤดูฝนปี 2565 แปลงเกษตรกร จ. อุทัยธานี

พื้นที่สำรวจ	จำนวนแมลงศัตรูถั่วเขียวที่พบ อายุ 20 ถึง 30 วันหลังปลูก (ระยะก่อนออกดอก) (ตัว / ต้น)[1]					
	หนอนกระทู้ผัก	เพลี้ยอ่อน	เพลี้ยไฟ	หนอนเจาะฝักถั่วมารุค่า	ด้วงหมัดกระโดด	แมลงหวี่ขาว
1. จ. นครสวรรค์						
อ. หนองบัว	2.0	0.4	2.3	0.0	1.3	1.1
อ. บรรพตพิสัย	3.6	1.0	25.5	0.0	0.5	2.4
เฉลี่ย	2.8	0.7	13.9	0.0	0.9	1.8
2. จ. เพชรบูรณ์						
อ. หนองไผ่	0.8	2.9	3.8	0.0	0.2	1.3
อ. เมือง	0.0	0.0	8.2	0.0	1.0	2.1
อ. ชนแดน	1.7	27.8	13.8	0.0	0.0	1.1
เฉลี่ย	0.9	13.9	11.0	0.0	0.5	1.6
3. จ. พิจิตร						
อ. วังทรายพูน	5.6	0.2	4.9	0.0	0.4	0.4
เฉลี่ย	5.6	0.2	4.9	0.0	0.4	0.4
4. จ. พิษณุโลก						
อ. เนินมะปราง	8.5	1.1	3.4	0.0	0.2	1.1
เฉลี่ย	8.5	1.1	3.4	0.0	0.2	1.1
5. จ. สุโขทัย						
อ. ศรีสัชนาลัย	3.7	6.7	15.9	1.6	0.9	1.2
อ. ศรีนคร	1.3	0.0	11.5	0.8	0.3	3.3
เฉลี่ย	2.5	3.4	13.7	1.2	0.6	2.3

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พื้นที่สำรวจ	จำนวนแมลงศัตรูถั่วเขียวที่พบ อายุ 20 ถึง 30 วันหลังปลูก (ระยะก่อนออกดอก) (ตัว / ต้น)[1]					
	หนอนกระทู้ผัก	เพลี้ยอ่อน	เพลี้ยไฟ	หนอนเจาะฝักถั่วมารุค่า	ด้วงหมัดกระโดด	แมลงหวี่ขาว
6. จ. อุทัยธานี						
อ. บ้านไร่	0.3	10.7	0.3	0.0	0.0	1.3
เฉลี่ย	0.3	10.7	0.3	0.0	0.0	1.3
เฉลี่ยทั้งหมด	**3.4**	**5.0**	**7.9**	**0.2**	**0.4**	**1.4**

[1] การระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของถั่วเขียวเฉลี่ย 10 แปลงต่อจังหวัด แปลงละ 20 ต้น

ตารางที่ 3 จำนวนแมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วเขียว ที่อายุ 45 – 55 วันหลังปลูก ในฤดูแล้งปี 2565 แปลงเกษตรกร จ. นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย และในฤดูฝนปี 2565 แปลงเกษตรกร จ. อุทัยธานี

พื้นที่สำรวจ	จำนวนแมลงศัตรูถั่วเขียวที่พบ อายุ 45 ถึง 55 วันหลังปลูก (ระยะก่อนออกดอก) (ตัว / ต้น)[1]					
	หนอนกระทู้ผัก	เพลี้ยอ่อน	เพลี้ยไฟ	หนอนเจาะฝักถั่วมารุค่า	ด้วงหมัดกระโดด	แมลงหวี่ขาว
1. จ. นครสวรรค์						
อ. หนองบัว	0.4	2.1	9.8	0.4	0.2	1.2
อ. บรรพตพิสัย	1.2	0.0	21.1	1.0	1.0	7.4
เฉลี่ย	0.8	1.1	15.5	0.7	0.6	4.3
2. จ. เพชรบูรณ์						
อ. หนองไผ่	0.2	45.5	37.9	1.1	0.0	0.5
อ. เมือง	0.0	0.7	18.8	0.0	0.0	4.0
อ. ชนแดน	0.0	0.5	31.1	0.0	0.1	11.0
เฉลี่ย	0.0	0.6	25.0	0.0	0.1	7.5
3. จ. พิจิตร						
อ. วังทรายพูน	3.7	0.8	10.1	0.2	0.0	0.6
เฉลี่ย	3.7	0.8	10.1	0.2	0.0	0.6
4. จ. พิษณุโลก						
อ. เนินมะปราง	1.0	1.2	16.6	0.3	0.5	1.3
เฉลี่ย	1.0	1.2	16.6	0.3	0.5	1.3
5. จ. สุโขทัย						
อ. ศรีสัชนาลัย	-	-	-	-	-	-
อ. ศรีนคร	0.8	1.2	9.0	1.0	0.3	1.5
เฉลี่ย	0.8	1.2	9.0	1.0	0.3	1.5

ตารางที่ 3 (ต่อ)

พื้นที่สำรวจ	จำนวนแมลงศัตรูถั่วเขียวที่พบ อายุ 45 ถึง 55 วันหลังปลูก (ระยะก่อนออกดอก) (ตัว / ต้น)[1]					
	หนอนกระทู้ผัก	เพลี้ยอ่อน	เพลี้ยไฟ	หนอนเจาะฝักถั่วมารุค่า	ด้วงหมัดกระโดด	แมลงหวี่ขาว
6. จ. อุทัยธานี						
อ. บ้านไร่	2.5	5.0	17.1	1.3	0.5	1.0
เฉลี่ย	2.5	5.0	17.1	1.3	0.5	1.0
เฉลี่ยทั้งหมด	**1.5**	**1.6**	**15.5**	**0.6**	**0.3**	**2.7**

[1] การระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของถั่วเขียวเฉลี่ย 10 แปลงต่อจังหวัด แปลงละ 20 ต้น

ผลของพันธุ์และระยะเวลาที่มีต่อการผลิตถั่วเหลืองงอกแบบคอนโด
Effects of Varieties and Duration on Soybean Sprouts Production

สุพรรณณี เป็งคำ[1/] อ้อยทิน ผลพานิช[1/] รัชนี โสภา[1/]
Supannee Phengkham[1/] Auytin Polpanit[1/] Ratchanee Sopha[1/]

ABSTRACT

The purpose of this experiment was to study the effect of varieties and timing on the production of condo germination soybean. Conducted at the Chiang Mai Field Crops Research Center, Chiang Mai Province, from October 2021 to September 2022, Factorial design in RCB with 3 replications was set 4x5, where the first factor is 4 soybean varieties, namely 1) SJ variety. 5 2) Chiang Mai 2 3) Chiang Mai 7 and 4) Chiang Mai 60. The second factor was the duration of seeding at 5 levels: 1) 48 hours, 2) 60 hours, 3) 72 hours, 4) 84 hours and 5) 96 hours. The experimental results showed that Yield and yield quality of soybean sprouts There was a statistically significant difference. By the method of soybean germination using cultivar SJ5. Chiang Mai 7 and Chiang Mai 60 had the widest stem width. when using the germination period of 48-72 hours. The fresh weight of germinated soybean cultivar Chiang Mai 60 at 96 hours of incubation period had the highest fresh weight of 1,147.60 g. Fresh weight of all cultivars tended to increase with the germination period. As for evaluating sensory characteristics of germinated soybean using the 9-point hedonic scaling method, it was found that consumers had the highest overall preference for germinated soybean cultivar Chiang Mai 60 that took 72 hours of germination time. Because of its quality characteristics, i.e. color, smell, taste, and texture, the highest.

Keywords: soybean varieties, soybean sprouts, Condo production of soybean sprouts

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร
[1/] Chiang Mai field crop research, Chiang Mai, Field and Renewable Energy Crops Research Institute Department of Agriculture.

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพันธุ์และระยะเวลาที่มีต่อการผลิตถั่วเหลืองงอกแบบคอนโด ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 วางแผนการทดลองแบบ 4x5 Factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์สจ. 5 2) พันธุ์เชียงใหม่ 2 3) พันธุ์เชียงใหม่ 7 และ 4) พันธุ์เชียงใหม่ 60 ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการเพาะ จำนวน 5 ระดับ ได้แก่ 1) 48 ชั่วโมง 2) 60 ชั่วโมง 3) 72 ชั่วโมง 4) 84 ชั่วโมง และ 5) 96 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของถั่วเหลืองงอก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการเพาะถั่วเหลืองงอกที่ใช้พันธุ์สจ.5 พันธุ์เชียงใหม่ 7 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีความกว้างของลำต้นมากที่สุด เมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะที่ 48-72 ชั่วโมง น้ำหนักสดของถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 เมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 96 ชั่วโมง มีน้ำหนักต้นสดมากที่สุด เท่ากับ 1,147.60 กรัม โดยน้ำหนักสดที่ได้จากทุกพันธุ์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเพาะงอก ส่วนการประเมินผลความพึงพอใจลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองงอก ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scaling พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมในถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะงอก 72 ชั่วโมงมากที่สุด เนื่องจากมีลักษณะคุณภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสสูงที่สุด

คำหลัก: พันธุ์ถั่วเหลือง ถั่วเหลืองงอก การผลิตถั่วงอกแบบคอนโด

บทนำ

“ถั่วเหลืองงอกหรือถั่วงอกหัวโต” เป็นการแปรรูปถั่วเหลืองสู่ผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อสุขภาพอีกแนวทางที่เหมาะสมโดยผ่านกระบวนการไม่ใช้ความร้อน (non-thermal processing) ที่ทำให้เกิดการสูญเสียหรือลดลงของสารสำคัญ ในถั่วเหลืองงอกนั้น พบว่า สารอาหารประเภทวิตามิน โดยเฉพาะวิตามินซี (Ascorbic acid) และวิตามินเอ (Beta-carotene) มีปริมาณเพิ่มขึ้น อย่างเห็นได้ชัดในเมล็ดถั่วงอก มีถึง 30 มิลลิกรัม/ 100 กรัม และ 0.35 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ของวิตามินซีและเอ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในถั่วดิบแก่ ซึ่งมี 2 มิลลิกรัม/100 กรัม และ 0.12 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ของวิตามินซีและเอ ตามลำดับ (Kurtzweil,1999) การผลิตถั่วเหลืองเพาะงอกใช้ระยะเวลาในการผลิตที่สั้นประมาณ 3-4 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้แล้ว (นิพนธ์, 2548) ในขั้นตอนการเพาะถั่วงอก แต่เดิมต้องคอยเฝ้ารดน้ำทุก 2-3 ชั่วโมง เป็นเวลา 3-4 วัน เมล็ดถั่วจะงอกเป็นถั่วเหลืองงอกสีขาว ทำให้เสียเวลาในการเฝ้ารดน้ำอยู่ประจำ ซึ่งการพัฒนาเทคนิคการเพาะถั่วเหลืองงอกด้วยการใช้ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ ช่วยในควบคุมการให้น้ำได้ตามเวลาที่กำหนด ซึ่งจะช่วยลดปัญหาในเรื่องการที่จะต้องคอยเฝ้ารดน้ำให้กับถั่วเหลืองเพาะงอก ช่วยสร้างรายได้ และได้บริโภคผลผลิตถั่วเหลืองงอกสดที่มีคุณภาพอีกด้วย อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องทำการทดสอบหาพันธุ์และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลืองเพาะงอก สำหรับการพัฒนาเทคนิคการให้น้ำควบคู่กันในเบื้องต้นด้วย เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญสำหรับการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองเพาะงอกที่มีคุณภาพดีได้นั้น ขึ้นกับพันธุ์ที่ดี ระยะเวลาที่เหมาะสม ปริมาณความชื้นที่เมล็ดถั่วเหลืองได้รับระหว่างการเพาะงอก

อุปกรณ์และวิธีการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60
2. ถังพลาสติกดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว เจาะรูระบายน้ำด้านข้างก้นถัง 4 รู ขนาด 0.5 นิ้ว
3. ตะแกรงเหล็กหรือสแตนเลสทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ขาสูง ประมาณ 1.5 นิ้ว
4. ตาข่ายพลาสติกสีดำหรือเขียว ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น
5. กระสอบป่านที่ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 5 ชิ้น
6. อุปกรณ์ตรวจสอบความหวาน (Refractometer)
7. ระบบการให้น้ำด้วยระบบน้ำแบบอัตโนมัติ
8. วัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ ถังพลาสติกแช่เมล็ด มีด ตะแกรงล้างถั่วงอก

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4x5 Factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดย

ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์สจ. 5 2) พันธุ์เชียงใหม่ 2 3) พันธุ์เชียงใหม่ 7 และ 4) พันธุ์เชียงใหม่ 60

ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการเพาะ จำนวน 5 ระดับ ได้แก่ 1) 48 ชั่วโมง 2) 60 ชั่วโมง 3) 72 ชั่วโมง 4) 84 ชั่วโมง และ 5) 96 ชั่วโมง

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการเพาะถั่วเหลืองงอกตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ในแบบและวิธีการทดลอง โดยใช้วิธีการเพาะงอกแบบถั่วงอกคอนโดของกรมวิชาการเกษตร (2560) ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ใช้เมล็ดถั่วเหลือง 450 กรัมต่อกรรมวิธี แช่เมล็ดในน้ำธรรมดา ประมาณ 4 ชั่วโมง

1.2 ทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองโดยการล้างและคัดสิ่งเจือปนออกทิ้ง

1.3 นำเมล็ดถั่วเหลืองใส่ในภาชนะที่เตรียมเพาะ โดยโรยและเกลี่ยเมล็ดให้เสมอกันบนตะแกรงพลาสติกชั้นแรกล่างสุด (เกลี่ยเมล็ดที่เพาะให้เต็มแผ่นตะแกร่งเสมอกัน) ปิดทับด้วยกระสอบ จากนั้นในชั้นที่ 2-4 ทำเหมือนกับชั้นแรก นำไปไว้ในที่ร่มและเย็น

1.4 นำตะแกรงลวดวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ขาสูง ประมาณ 1.5 นิ้ว วางลงในภาชนะเพาะในข้อ 2 ตามด้วยตะแกรงพลาสติกสีเขียวที่ตัดเป็นวงกลมขนาดเท่าภาชนะเพาะ

1.5 นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ทำความสะอาดแล้ววางบนตะแกรงพลาสติก เกลี่ยเมล็ดให้เสมอกันและเต็มแผ่นตะแกรง ปิดทับด้วยกระสอบ ประมาณ 3-4 ชั้น แต่ไม่ควรเกิน 5 ชั้น นำไปไว้ในที่ร่มและเย็น

1.6 รดน้ำทุกวัน โดยการให้น้ำด้วยระบบน้ำแบบอัตโนมัติ วันละ 8 ครั้ง ๆ ละ 30 นาที

1.7 เก็บรวบรวมผลผลิตและบันทึกข้อมูลผลผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การบันทึกข้อมูล

1.คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ได้แก่ ความชื้น ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

2.ผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองงอก โดยวัดที่ระยะที่ถั่วเหลืองอกเจริญเติบโตเต็มที่สำหรับบริโภค ได้แก่

- น้ำหนักสดถั่วงอก
- ความกว้างและความยาวของต้นอ่อน

- ความหวาน โดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบความหวาน (Refractometer)

3. ลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองงอก ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scaling จากนั้นนำไปผลที่ได้ไปวิเคราะหผลทางสถิติ เพื่อคัดเลือกถั่วเหลืองงอกจากกรรมวิธีที่มีการยอมรับมากที่สุด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณภาพเมล็ดถั่วเหลืองก่อนนำมาเพาะงอกเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการเพาะถั่วเหลืองงอก ซึ่งเมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาทดสอบต้องมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกไม่น้อยกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ โดยถั่วเหลืองที่นำมาทดลองทั้ง 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สจ. 5 พันธุ์เชียงใหม่ 2 พันธุ์เชียงใหม่ 7 และ พันธุ์เชียงใหม่ 60 มีความชื้นเมล็ด อยู่ระหว่าง 12-13 เปอร์เซ็นต์ ความงอก อยู่ระหว่าง 85-90 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรง อยู่ระหว่าง 87-74 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของถั่วเหลืองงอก พบว่า ระยะเวลาในการเพาะถั่วเหลืองงอกและพันธุ์ทำให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของถั่วเหลืองงอกแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นถั่วเหลืองงอกพันธุ์ สจ.5 พันธุ์เชียงใหม่ 7 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีความกว้างของลำต้นมากที่สุด เมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะที่ 48-72 ชั่วโมง โดยความกว้างของต้นถั่วเหลืองงอกพันธุ์ สจ.5 เมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 48 และ 60 ชั่วโมง เท่ากับ 2.21 และ 2.28 เซนติเมตร ต้นอ่อนถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 7 มีความกว้างของลำต้นมากที่สุด เมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 48 และ 60 ชั่วโมง เท่ากับ 2.31 และ 2.30 เซนติเมตร ต้นถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีความกว้างของต้นอ่อนมากที่สุดเมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 48 60 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 2.29 2.25 และ 2.29 เซนติเมตร ส่วนต้นอ่อนถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 2 มีความกว้างที่น้อยที่สุดในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

ความยาวของลำต้นต้นถั่วเหลืองงอกทั้ง 4 พันธุ์ พบว่า มีความยาวของลำต้นที่แตกต่างกันทางสถิติในทุกพันธุ์และทุกช่วงเวลาที่ทำการเพาะงอก โดยถั่วเหลืองงอกพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์เชียงใหม่ 2 ที่เพาะให้งอกเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีความยาวลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 9.27 และ 8.98 เซนติเมตร รองลงมา คือ ต้นถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 7 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 ใช้ระยะเวลาการเพาะเดียวกัน มีความยาว ลำต้น เท่ากับ 7.91 และ 7.91 เซนติเมตร เห็นได้ว่าต้นถั่วเหลืองงอกในทุกพันธุ์มีความยาวเมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 96 ชั่วโมง เนื่องจากต้นถั่วเหลืองงอกมีโอกาสได้สะสมน้ำหนักสดและมีเจริญเติบโตทางลำต้นนานกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งเป็นไปทิศทางเดียวกับน้ำหนักต้นสดของถั่วเหลืองงอก (ตารางที่ 4)

น้ำหนักสดถั่วเหลืองงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกพันธุ์และทุกช่วงเวลาที่ทำการเพาะงอกพบว่า ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 เมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 96 ชั่วโมง มีน้ำหนักสดมากที่สุด เท่ากับ 1,147.60 กรัม ซึ่งทุกพันธุ์มีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเพาะงอก น้ำหนักสดเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 643.38-940.73 กรัม(ตารางที่ 5) นอกจากนี้ยังพบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 และพันธุ์เชียงใหม่ 7 มีปริมาณเมล็ดเน่าระหว่างการเพาะงอกมากกว่าพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 สาเหตุที่ถั่วงอกนั้นมีสีคล้ำ เน่าเสียได้ง่าย เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ 95 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่ออัตราการหายใจของถั่วงอกสูง และอัตราจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามอุณหภูมิ อายุการเก็บรักษาจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อาการของการเสื่อมสภาพคือ การทำให้ Radicle และใบเลี้ยงมีสีเข้มขึ้น การพัฒนาของเส้นสีเข้มบน Hypocotyl และในที่สุดการพัฒนาจะลดลง เริ่มเกิดการสลายตัวและกลิ่นอับ (Commercial Vegetable Guides, 2002)

ความหวานของต้นถั่วเหลืองงอก พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 2 และเชียงใหม่ 7 ที่ใช้ระยะเวลาเพาะงอกเป็นเวลา 72 และ 84 ชั่วโมงมีความหวานมากที่สุด เท่ากับ 5.12 5.03 และ 5.10 เปอร์เซ็นต์ บริกซ์ (ตารางที่ 6) ส่วนการประเมินผลความพึงพอใจลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองงอก ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scaling พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมในถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะงอก 72 ชั่วโมงมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.35 และ 7.35 คะแนน (ตารางที่ 7-8) เนื่องจากถั่วงอกมีสีที่ขาว ลำต้นอวบ ความยาวลำต้นสม่ำเสมอ กัน Commercial Vegetable Guides, 2002 มีข้อแนะนำว่า ถั่วงอกหลังจากเก็บเกี่ยวยังคงอยู่ในสภาพที่สามารถขายได้ที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 7 ถึง 9 วัน อายุการเก็บรักษาของถั่วงอกที่เก็บไว้ที่ 32 องศาฟาเรนไฮต์ แต่เพิ่มอุณภูมิ 68 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 30 นาทีสามารถลดลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการทำให้เย็นทันทีและเก็บไว้ที่ 32 องศาฟาเรนไฮต์ ที่ 36.5, 41 และ 50 องศาฟาเรนไฮต์ สามารถเก็บรักษาถั่วงอกได้ 5.5, 4.5 และ 2.5 วันตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์สำหรับใช้ในการเพาะถั่วเหลืองงอก ฤดูฝนปี 2566

คุณภาพเมล็ดพันธุ์	พันธุ์ถั่วเหลือง			
	สจ.5	เชียงใหม่ 2	เชียงใหม่7	เชียงใหม่ 60
ความชื้นเมล็ด (%)	13	13	12	13
ความแข็งแรง (%)	72	74	71	87
ความงอก (%)	87	87	85	90

ตารางที่ 2 แสดงผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของถั่วเหลืองงอก

กรรมวิธี	ความกว้างลำต้นถั่วงอก /ต้น (มม.)	ความยาวลำต้นถั่วงอก /ต้น (มม.)	น้ำหนักสดต้นถั่วงอก /กรรมวิธี (ก.)	ความหวาน (เปอร์เซ็นต์บริกซ์)
พันธุ์ (V)				
1. สจ. 5	2.01 b	5.32 b	823.19 b	3.69 c
2. ชม. 2	1.87 C	5.82 a	708.13 c	4.37 b
3. ชม. 7	2.13 a	4.83 c	715.63 c	4.74 a
4. ชม. 60	2.17 a	5.60 a	895.90 a	3.93 c
ระยะเวลาในการเพะงอก (P)				
1. 48 ชม.	2.13 b	2.66 e	760.58 b	4.08 ab
2. 60 ชม.	2.22 a	3.90 d	767.53 b	3.85 b
3. 72 ชม.	2.17 ab	5.08 c	589.37 ab	4.44 a
4. 84 ชม.	1.92 c	6.58 b	803.58 ab	4.33 a
5. 96 ชม.	1.82 d	8.74 a	897.37 a	4.23 ab
ค่าเฉลี่ย	2.05	5.39	785.71	4.18
F-test V	**	**	**	**
F-test P	**	**	**	**
F-test V*P	**	**	**	**
C.V. (%)	4.26	6.32	4.18	11.48

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะถั่วเหลืองงอกที่มีต่อลักษณะความกว้างของลำต้นถั่วเหลืองงอก (เซนติเมตร)

ระยะเวลาในการเพะงอก (ชั่วโมง)	ความกว้างของลำต้นถั่วเหลืองงอกทั้ง 4 พันธุ์ (เซนติเมตร)				
	สจ.5	เชียงใหม่ 2	เชียงใหม่7	เชียงใหม่ 60	ค่าเฉลี่ย
1. 48	2.21 a	1.69 fg	2.31 a	2.29 a	2.13
2. 60	2.28 a	2.06 b-d	2.30 a	2.25 a	8.89
3. 72	2.18 a-c	2.03 d	2.20 ab	2.29 a	6.44
4. 84	1.87 e	1.72 fg	2.03 d	2.04 cd	1.87
5. 96	1.67 g	1.84 ef	1.82 ef	1.96 de	1.82
ค่าเฉลี่ย	2.14	1.88	2.21	2.22	
F-test: V			**		
F-test: P			**		
F-test V*P			**		
C.V. (%)			4.26		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะถั่วเหลืองงอกที่มีต่อลักษณะความยาวของลำต้นถั่วเหลืองงอก (เซนติเมตร)

ระยะเวลาในการเพะงอก (ชั่วโมง)	ความยาวของลำต้นถั่วเหลืองงอกทั้ง 4 พันธุ์ (เซนติเมตร)				
	สจ.5	เชียงใหม่ 2	เชียงใหม่7	เชียงใหม่ 60	ค่าเฉลี่ย
1. 48	2.32 j	3.02 hi	2.48 ij	2.83 ij	2.66
2. 60	3.48 gh	4.69 f	3.58 gh	3.58 gh	3.83
3. 72	4.98 ef	5.53 e	4.65 f	4.64 f	4.95
4. 84	6.57 d	6.86 cd	5.53 e	5.53 e	6.12
5. 96	9.27 a	8.98 a	7.91 b	7.91 b	8.52
ค่าเฉลี่ย	5.32	5.82	4.83	4.90	
F-test: V			**		
F-test: P			**		
F-test V*P			**		
C.V. (%)			4.26		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะถั่วเหลืองงอกที่มีต่อน้ำหนักสดของถั่วเหลืองงอก (กรัม)

ระยะเวลาในการเพะงอก (ชั่วโมง)	น้ำหนักสดของถั่วเหลืองงอกทั้ง 4 พันธุ์ (กรัม)				
	สจ.5	เชียงใหม่ 2	เชียงใหม่ 7	เชียงใหม่ 60	ค่าเฉลี่ย
1. 48	663.30 i-k	632.90 jk	612.10 k	665.20 i-k	643.38
2. 60	743.40 e-g	668.20 ij	687.50 hi	773.50 ef	718.15
3. 72	855.00 c	702.40 g-l	716.40 ghi	875.70 c	787.38
4. 84	866.80 c	742.30 e-g	729.10 f-h	1,017.40 b	838.90
5. 96	987.50 b	794.80 de	833.00 cd	1,147.60 a	940.73
ค่าเฉลี่ย	823.20	708.12	715.62	895.88	
F-test: V			**		
F-test: P			**		
F-test V*P			**		
C.V. (%)			4.26		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะถั่วเหลืองงอกที่มีต่อความหวานของถั่วเหลืองงอก (เปอร์เซ็นต์บริกซ์)

ระยะเวลาในการเพะงอก (ชั่วโมง)	ความหวานของถั่วเหลืองงอก (เปอร์เซ็นต์บริกซ์)				
	สจ.5	เชียงใหม่ 2	เชียงใหม่7	เชียงใหม่ 60	ค่าเฉลี่ย
1. 48	4.00 c-f	3.57 fg	4.11 b-f	4.64 a-d	4.08
2. 60	2.99 g	3.87 d-f	4.66 a-d	3.87 d-f	3.85
3. 72	3.67 fg	5.12 a	5.03 a	3.94 d-f	4.44
4. 84	4.02 c-f	4.50 a-e	5.10 a	3.68 fg	4.33
5. 96	3.78 e-g	4.78 a-c	4.82 ab	3.53 fg	4.23
ค่าเฉลี่ย	3.69	4.37	4.74	3.93	
F-test: V			**		
F-test: P			**		
F-test V*P			**		
C.V. (%)			11.48		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 แสดงการประเมินผลความพึงพอใจลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองงอก ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scaling

กรรมวิธี	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองงอก (คะแนน)				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
พันธุ์ (V)					
1. สจ. 5	5.80 a	5.70 b	5.65 c	5.40 c	5.56 c
2. ชม. 2	4.75 b	4.75 c	4.70 d	4.55 d	4.85 d
3. ชม. 7	6.25 c	5.90 b	6.00 b	6.05 b	6.20 b
4. ชม. 60	7.20 d	6.90 a	7.15 a	7.00 a	7.35 a
ระยะเวลาในการเพะงอก (P)					
1. 48 ชม.	5.06 d	4.75 c	4.94 d	4.63 d	4.94 c
2. 60 ชม.	5.69 c	5.63 b	5.75 bc	5.63 c	6.00 b
3. 72 ชม.	7.13 a	7.13 a	7.19 a	7.06 a	7.25 a
4. 84 ชม.	6.44 b	5.88 b	6.06 b	6.19 b	6.38 b
5. 96 ชม.	5.69 c	5.69 b	5.44 c	5.25 c	5.38 c
ค่าเฉลี่ย	6.00	5.81	5.88	5.75	5.99
F-test V	**	**	**	**	**
F-test P	**	**	**	**	**
F-test V*P	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.19	10.69	8.69	10.80	10.45

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 แสดงการประเมินผลความพึงพอใจลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีของถั่วเหลืองงอกที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาในการเพาะงอก (คะแนน)

ระยะเวลาในการเพะงอก (ชั่วโมง)	พันธุ์ถั่วเหลืองงอกที่ได้รับความพึงพอใจลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สจ.5	เชียงใหม่ 2	เชียงใหม่7	เชียงใหม่ 60	ค่าเฉลี่ย
1. 48	4.75 fg	3.75 h	5.75 c-e	6.00 cd	5.06
2. 60	5.00 ef	4.75 fg	6.00 cd	7.00 b	5.69
3. 72	7.00 b	6.00 cd	7.00 b	8.50 a	7.13
4. 84	6.50 bc	5.25 d-f	6.00 cd	8.00 a	6.44
5. 96	5.75 c-e	4.00 gh	6.50 bc	6.50 bc	5.69
ค่าเฉลี่ย	5.80	4.75	6.25	7.20	
F-test: V			**		
F-test: P			**		
F-test V*P			*		
C.V. (%)			10.19		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์ สจ.5

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 2

ถั่วเหลืองงอกพันธ์เชียงใหม่ 7

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะงอก 48 ชั่วโมง

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์ สจ.5

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 2

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 7

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะงอก 60 ชั่วโมง

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์ สจ.5

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 2

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 7

ถั่วเหลืองงอกพันธุ์ 60

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะงอก 72 ชั่วโมง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของถั่วเหลืองงอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์สจ.5 พันธุ์เชียงใหม่ 7 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีความกว้างของลำต้นมากที่สุด เมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะที่ 48-72 ชั่วโมง โดยต้นถั่วเหลืองงอก ปริมาณน้ำหนักสดของถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 เมื่อใช้ระยะเวลาการเพาะที่ 96 ชั่วโมง มีน้ำหนักต้นสดมากที่สุด เท่ากับ 1,147.60 กรัม โดยน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเพาะงอก

2. ส่วนการประเมินผลความพึงพอใจลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองงอก ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scaling พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมในถั่วเหลืองงอกพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะงอก 72 ชั่วโมงมากที่สุด

3. พันธุ์ที่เหมาะสมในผลิตถั่วเหลืองเพาะงอก ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยใช้ระยะเวลาการเพาะงอกนาน 72 ชั่วโมง เนื่องจากมีลักษณะคุณภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด ถึงแม้หากใช้ระยะเวลาในเพาะงอกที่นานขึ้น จะทำให้ปริมาณผลผลิตถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวเพิ่มมากขึ้น แต่การยอมรับของผู้บริโภคกลับน้อยลง เนื่องจากถั่วเหลืองงอกมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น ยิ่งเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานส่งผลให้เกิดหัวและลำต้นของถั่วงอกมีสีน้ำตาล กลิ่นผิดปรกติ และรสชาติเปลี่ยน จึงควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษา ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมต่อการยืดอายุผลผลิตถั่วเหลืองงอก และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองงอก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสำหรับผู้นำงานทดลองนี้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเพื่อจำหน่าย และเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองงอกสำหรับผู้บริโภคต่อไป

คำขอบคุณ

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบคุณคณะผู้วิจัย รวมถึงผู้ช่วยนักวิจัย ได้แก่ นางสาวอมีนา บุญยรัตน์ ตำแหน่งนักวิชาการเกษตร ของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2548. ถั่วงอก (Bean sprout). สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ [ระบบออนไลน์].สืบค้นจากhttps://vegetweb.com/wp-content /download/sprout.pdf. 28 กรกฎาคม 2566

Commercial Vegetable Guides, 2002. Sprout Production. Oregon State University. April 24, 2002. https://horticulture.oregonstate.edu/oregon-vegetables/sprout-production. Accessed July. 27, 2023

Kurtzweil, Paula. 1999. Question Keep Sprouting About Sprout. U.S. Food and Drug Administration. https://sproutnet.com/questions-keep-sprouting-about-sprouts. Accessed July. 28, 2023

ผลของสารชีวภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง
Effects of Biological Natural Products in Soybean Insect Pests Control

ศิวกร เกียรติมณีรัตน์[1/] โสพิศ ใจปาละ[1/] จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[1/] วรกานต์ ยอดชมภู[1/]
Siwakorn Keatmaneerat[1/] Sopit Jaipala[1/] Jongrak Phunchaisri[1/]
Worakarn Yodchompoo[1/]

ABSTRACT

This experiment was to study the effects of biological natural products in soybean insect pests control. and used to disseminate safe soybean production method at CMFCRC of Chiang Mai province Thailand in October 2021 to July 2023. The experiment is RCBD 3 replications 7 treatments. The results of the experiment showed that Siam weed product, Lapine product, Greater product and Siamese neem product have been controls Aphids (*A. glycines*) and whitefly (*B. tabaci* (Genn.)). And the use of biological natural products have totals total yield (Kg./rai), profits and BCR is more cost-effective than using spray water.

Keywords: soybean; biological natural products; soybean pests controls

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารชีวภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง และใช้ประกอบการเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองปลอดภัย โดยดำเนินการทดสอบในฤดูแล้ง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม 2566 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ มี 7 กรรมวิธี ได้แก่ 1) พ่นน้ำหมักจากเมล็ดสะเดาแห้งบด 2) พ่นน้ำหมักจากรากหางไหลสด 3) พ่นน้ำหมักจากขมิ้นชัน 4) พ่นน้ำหมักจากลำต้นและใบสาบเสือแห้ง 5) พ่นน้ำหมักจากลำต้นและใบตะไคร้หอม 6) พ่นน้ำหมักจากข่า และ 7) พ่นน้ำเปล่า จากการศึกษาพบว่า สารชีวภาพจาก น้ำหมักสาบเสือ น้ำหมักตะไคร้ น้ำหมักข่าบด และ น้ำหมักสะเดา สามารถป้องกันกำจัด เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง และ แมลงหวี่ขาวยาสูบ ได้ และการใช้สารชีวภาพให้ ผลผลิต กำไร และ BCR คุ้มค่ากว่าการใช้น้ำเปล่า

คำหลัก: ถั่วเหลือง; สารชีวภาพ; การควบคุมแมลงศัตรูถั่วเหลือง

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ 80 ม.12 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
[1/] Chiang Mai. Field Crops Research Center, Thailand

บทนำ

จากสถานการณ์เมื่อ ปีพ.ศ.2562 ที่ผ่านมา รัฐบาลได้กำหนดมาตรการจำกัดการใช้สารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ พาราควอต ไกลโฟเซต และคลอร์ไพริฟอส ซึ่งคลอร์ไพริฟอสเป็นสารออกฤทธิ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดแมลง 1B (Organophosphate) เช่นเดียวกันกับไตรอะโซฟอส ซึ่งไตรอะโซฟอสเป็นสารเคมีกำจัดแมลงที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้เกษตรกรใช้กำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง หลายชนิด ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตร มักก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพของตัวเกษตรกรรวมถึงระบบนิเวศ ดังนั้นการหาสารชีวภาพเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีจึงมีความสำคัญมาก เช่นการใช้น้ำหมักจากพืชและวัชพืชพื้นบ้านเพื่อกำจัดและไล่แมลง จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากเกษตรกรสามารถหาวัตถุดิบในการทำน้ำหมักและทำน้ำหมักเองได้ง่าย ซึ่งน้ำหมักชีวภาพมีสารสลายตัวรวดเร็ว ไม่เกิดสารพิษตกค้าง ไม่เป็นพิษกับมนุษย์ และแมลงสร้างความต้านทานได้ยาก ดังนั้นการทดลองดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารชีวภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง โดยนำสารชีวภาพมาใช้ทดแทน หรือ ลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลือง รวมถึงลดสารพิศตกค้างในถั่วเหลือง

อุปกรณ์และวิธีการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1.เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60
2.ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม
3.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-24-12
4.สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช และโรค
5. วัสดุอุปกรณ์ทางการเกษตรที่จำเป็น เช่น จอบ ถุงตาข่าย เคียว และเชือกฟาง
6. สะเดา หางไหล ขมิ้นชัน สาบเสือ ตะไคร้หอม ข่า และวัสดุอื่น ๆ ในการทำน้ำหมัก
7. เครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำ
8. อุปกรณ์ในการสุ่มนับแมลง

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ มี 7 กรรมวิธี โดยใช้อัตราการใช้น้ำหมักตามรายงานของ สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร(2548) ได้แก่ 1) พ่นน้ำหมักจากเมล็ดสะเดาแห้งบด (ผงเมล็ดสะเดาอัตรา 1 กิโลกรัม/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน) 2) พ่นน้ำหมักจากรากหางไหลสด (รากหางไหลสดอัตรา 1 กิโลกรัม/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน) 3) พ่นน้ำหมักจากขมิ้นชัน (ขมิ้นชันอัตรา 0.5 กิโลกรัม/เหล้าขาว 1 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน) 4) พ่นน้ำหมักจากลำต้นและใบสาบเสือแห้ง (ใบสาบเสือแห้งอัตรา 400 กรัม/น้ำ 3 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน) 5) พ่นน้ำหมักจากลำต้นและใบตะไคร้หอม (ใบตะไคร้หอมบดละเอียดอัตรา 400 กรัม/น้ำ 8 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน) 6) พ่นน้ำหมักจากข่า (ข่าบดอัตรา 400 กรัม/น้ำ 8 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน) และ 7) พ่นน้ำเปล่า

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ปลูกถั่วเหลืองตามแบบแผนการทดลอง ขนาดแปลงทดลอง 40x32 เมตร ขนาดแปลงย่อย 3x5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 3x5 เมตร ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม อัตรา 200 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10-12 กิโลกรัม ปลูกโดยหยอดเมล็ด 4-5 เมล็ดต่อหลุม หลังปลูกพ่นสารเคมีคุมวัชพืชโดยใช้อลาคลอร์ อัตรา 500 มิลลิลิตรต่อ

ไร่ในขณะที่ดินมีความชื้น เมื่อต้นถั่วเหลืองโผล่พ้นดินนาน 10 วัน จึงถอนแยกให้เหลือจำนวนต้น 3 ต้นต่อหลุม เมื่อครบ 20 วันหลังงอกใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบโคนต้น ปฏิบัติดูแลรักษาแปลงทดลองตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมื่อถั่วเหลืองอยู่ในระยะ V6 จึงสุ่มนับจำนวนแมลงศัตรูถั่วเหลืองก่อนพ่นสารและพ่นสารตามกรรมวิธี ทำการนับแมลงศัตรูถั่วเหลืองหลังจากพ่นสารนาน 3, 5 และ 7 วันตามลำดับ โดยพ่นสารทั้งหมด 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 7 วัน จากนั้นหยุดพ่นน้ำหมัก และนับจำนวนแมลงทุก 7 วันจนถึงระยะ R4 จึงหยุดนับแมลง เก็บเกี่ยวเมื่อฝักถั่วเหลืองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของต้น

การบันทึกข้อมูล

1. วันปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก และวันเก็บเกี่ยว
2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต
3. ชนิดและแมลงศัตรูถั่วเหลือง
4. คำนวนต้นทุนการผลิต และ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR)
5. ข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และการเข้าทำลายของโรคและแมลง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ฤดูแล้ง ปี 2565

หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว (*M. sojae* Zehntner)

ผลการทดลองพบว่า ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 พบจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่พ่นน้ำหมักจากข่าบด จำนวน 1.69 ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำหมักสาบเสือ หางไหลสด สะเดา ตะไคร้ ขมิ้นชัน และน้ำเปล่า โดยพบจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว 0.69-1.11 ตัว แต่ก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 หลังพ่นสารครั้งที่ 2 นาน 3 5 และ 7 วัน พบจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วไม่ม่ความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี คือ 0.28-0.44 0.28-0.42 0.25-0.42 และ 0.25-0.42 ตัว ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (*A. glycines*)

ผลการทดลองพบว่า ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 หลังพ่นสารครั้งที่ 1 นาน 3 5 7 วัน และ ก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 หลังพ่นสารครั้งที่ 2 นาน 3 5 7 วัน มีคะแนนความหนาแน่นของเพลี้ยอ่อนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยมีคะแนนความหนาแน่นที่ 1.19-9.36 1.28-7.19 1.17-6.44 1.03-5.39 0.61-2.45 0.47-1.50 0.25-0.75 และ 0.25-0.72 คะแนน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อนำข้อมูลแสดงเป็นกราฟแล้ว พบว่า เพลี้ยอ่อนมีคะแนนความหนาแน่นลดลงอย่างต่อเนื่องจนต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจในช่วงหลังพ่นสารครั้งที่ 2 นาน 5 และ 7 วัน (ภาพที่ 2)

แมลงหวี่ขาวยาสูบ (*B. tabaci* Genn.)

ผลการทดลองพบว่า ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 หลังพ่นสารครั้งที่ 1 นาน 3 5 7 วัน และ ก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 หลังพ่นสารครั้งที่ 2 นาน 3 5 7 วัน พบจำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี คือ 0.75-1.30 0.45-1.03 0.42-0.67 0.25-0.56 0.25-0.39 0.25-0.36 0.33-1.17 และ 0.25-0.31 ตัว ตามลำดับ (ภาพที่ 3)

องค์ประกอบผลผลิต รายได้ ต้นทุน กำไร และ BCR

ผลการทดลองพบว่า ทุกกรรมวิธีให้ความสูงต้น (ซม.) จำนวนฝัก/ต้น น้ำหนักมวลรวม (ก.) คือ 38.8-44.3 17.3-22.4 และ 10.7-15.0 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี

(ตารางที่ 1) ด้านผลผลิตพบว่า กรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่าให้ ผลผลิต (กก./ไร่) รายได้ (บาท/ไร่) ต้นทุน (บาท/ไร่) กำไร (บาท/ไร่) และ BCR น้อยที่สุด คือ 318 6,352 4,732 1,620 และ 1.3 ตามลำดับ ส่วนทุกกรรมวิธีที่พ่นน้ำหมักให้ ผลผลิต รายได้ (บาท/ไร่) ต้นทุน (บาท/ไร่) กำไร (บาท/ไร่) และ BCR ที่ 336-384 6,725-7,685 4,732-4,922 1,977-2,763 และ 1.4-1.6 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

ฤดูแล้ง ปี 2566

หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว (*M. sojae* Zehntner)

ผลการทดลองพบว่า พบจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเพียง 1 ครั้ง คือ หลังพ่นสารครั้งที่ 1 นาน 3 วัน คือ 0.25-0.92 ตัว ซึ่งไม่ถึงค่าระดับเศรษฐกิจ (จำนวน 1 ตัว/15 หลุม) และ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี

เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (*A. glycines*)

ผลการทดลองพบว่า พบคะแนนความหนาแน่นของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ (จำนวน 7 ตัว/ต้น หรือ 1 คะแนน) และ มีคะแนนความหนาแน่นสูงสุดเมื่อหลังพ่นสารครั้งที่ 1 นาน 3 วัน คือ 0.25-0.58 คะแนน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี

แมลงหวี่ขาวยาสูบ (*B. tabaci* Genn.)

ผลการทดลองพบว่า ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 หลังพ่นสารครั้งที่ 1 นาน 3 5 7 วัน และ ก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 พบจำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ 0.25-0.41 0.25-0.42 0.25-0.92 0.25-0.42 และ 0.25-0.42 ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี และไม่ถึงค่าระดับเศรษฐกิจ (จำนวน 1 ตัว/ต้น) แต่หลังจากพ่นสารครั้งที่ 2 นาน 3 วัน ไม่พบแมลงหวี่ขาวยาสูบ เมื่อดูจากกราฟแล้วพบว่า แมลงหวี่ขาวยาสูบมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการพ่นสารซ้ำครั้งที่ 2 (ภาพที่ 6)

องค์ประกอบผลผลิต รายได้ ต้นทุน กำไร และ BCR

ผลการทดลองพบว่า ทุกกรรมวิธีให้ความสูงต้น (ซม.) จำนวนฝัก/ต้น น้ำหนักมวลรวม (ก.) คือ 34.8-41.3 17.1-20.7 และ 9.9-11.5 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1) ด้านผลผลิตพบว่า กรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่าให้ ผลผลิต (กก./ไร่) รายได้ (บาท/ไร่) ต้นทุน (บาท/ไร่) กำไร (บาท/ไร่) และ BCR น้อยที่สุด คือ 247 4,940 4,732 914 และ 1.0 ตามลำดับ ส่วนทุกกรรมวิธีที่พ่นน้ำหมักให้ ผลผลิต รายได้ (บาท/ไร่) ต้นทุน (บาท/ไร่) กำไร (บาท/ไร่) และ BCR ที่ 289-315 5,780-6,300 4,732-4,922 913-1,568 และ 1.2-1.3 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

การทดลองในปี 2565 และปี 2566 ก่อนทำการพ่นสารชีวภาพ พบจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง และแมลงหวี่ขาวยาสูบ มีจำนวนไม่ถึงค่าระดับเศรษฐกิจ (1 ตัว/15 หลุม, 7 ตัว/ต้น และ 1 ตัว/ต้น ตามลำดับ) (Baliadi *et al.,* 2011) เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ พันธุ์ถั่วเหลือง ปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป อุณหภูมิต่ำ และ ความชื้นที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วไม่สามารถแพร่ระบาดได้ (Nkhata *et al.,* 2019; Nkhata *et al.,* 2021) ซึ่ง Talekar and Chen. (1985) ได้ศึกษาถึงการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วที่อุณหภูมิ 15-32.5 องศาเซลเซียส ความชื้น 65-75 (%RH) สามารถเจริญเติบโตได้ดี Jones (2016) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแมลงหวี่ขาวยาสูบอยู่ที่ 25-28 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนต้องน้อยกว่า 80 มิลลิเมตรในฤดูแล้ง และ Hirano *et al* (1996) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง คือ 27.8 องศาเซลเซียส ที่ความชื้น 70-75

(%RH) (Chen *el al.*, 2017) จึงทำให้แมลงอยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการระบาด จึงทำให้พบจำนวนแมลงศัตรูถั่วเหลืองต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ อีกทั้งไม่พบแมลงศัตรูถั่วเหลืองบางชนิดเข้าทำลายถั่วเหลือง เช่น หนอนกระทู้ผัก และ มวนถั่วเหลือง เป็นต้น

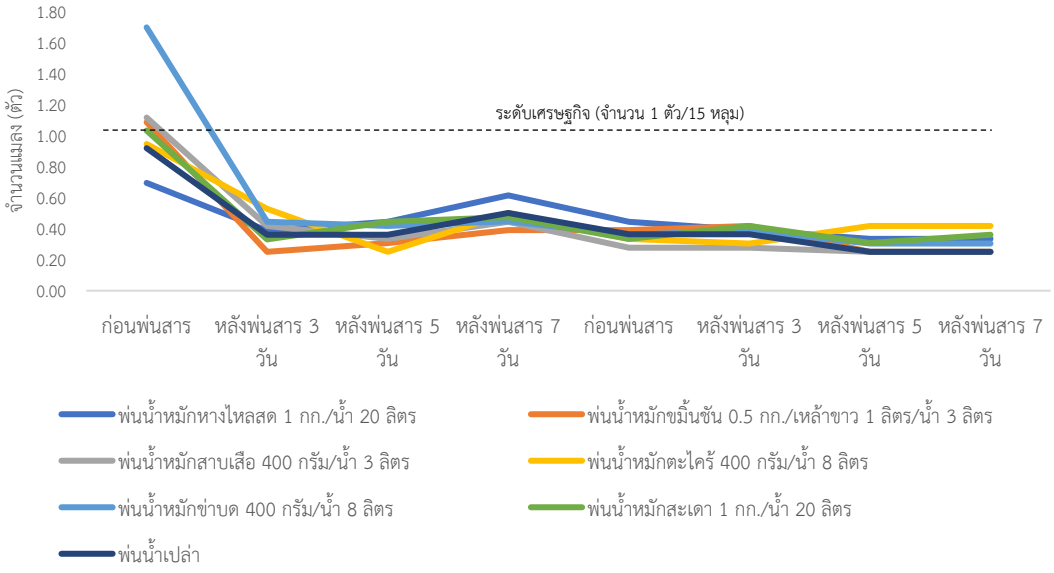
ขณะทำการทดลองสันนิษฐานได้ว่า สารออกฤทธิ์ที่ทำให้จำนวนของแมลงทั้ง 3 ชนิดลดลง คือ น้ำหมักสาบเสือ น้ำหมักตะไคร้ น้ำหมักข่าบด และ น้ำหมักสะเดา ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ฆ่า และออกฤทธิ์ไล่ เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง และ แมลงหวี่ขาวยาสูบ ส่วนน้ำหมักขมิ้นชัน และ น้ำหมักหางไหล มีสารออกฤทธิ์ต่อ หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก และ หนอนม้วนใบถั่วลิสง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงชนิดสารชีวภาพ สารออกฤทธิ์ และชนิดแมลง

ชนิดสารชีวภาพ	สารออกฤทธิ์	ชนิดแมลง
น้ำหมักสาบเสือ	- ใบสาบเสือเมื่อขยี้ส่วนต่าง ๆ จะมีกลิ่นฉุน สามารถไล่แมลงได้ (ภัทราภรณ์และคณะ, 2562) - สารฟีนอน แทนนิน ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ และ อัลคาลอยด์ (Osei-owusu et al, 2017) ซึ่งเป็นสารไล่ สารฆ่า สารยับยั้งการกิน ยับยั้งการวางไข่ และยับยั้งการเจริญเติบโต (Azad et al., 2012)	- ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว (ณฐพงษ์, 2560) - ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (ภัทราภรณ์และคณะ, 2562) - ลดปริมาณหนอนเจาะฝักถั่วได้ (Degri et al., 2013)
น้ำหมักสะเดา	- อซาดิแรคติน (ยับยั้งการลอกคราบ และลดการกินอาหาร) - ซาแลนนิน และนิมบิน (ลดการกินอาหาร)	- ไล่หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก เพลี้ยอ่อน หนอนเจาะฝักถั่ว และด้วงหมัดผัก
น้ำหมักตะไคร้ และ น้ำหมักข่าบด	- พีนิน ฟิแลนดริน บอร์นีออล เคอคูมิน ออกฤทธิ์ฆ่า - เจอรานิออ เจอรานิเอล ออกฤทธิ์ไล่	- ไล่เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยไฟ และหนอนใยผัก
น้ำหมักหางไหลสด	- โรติโนน (rotenones) ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ซึ่ง	- มีผลกระทบต่อระบบการย่อยอาหารของแมลง จึงเลือกใช้ในการกำจัดหนอนม้วนใบถั่วลิสง (สุพล, 2529) - มีฤทธิ์ในการกำจัดกับหนอนกระทู้ผัก (อุดมพร, 2528) และ หนอนใยผัก
น้ำหมักขมิ้นชัน	- พีนิน ฟิแลนดริน บอร์นีออล เคอคูมิน ออกฤทธิ์ฆ่า - เทอร์มาโนร เจอรานิเอล เคอคูมิน เคอโรน ออกฤทธิ์ไล่	หนอนกระทู้ผัก และ หนอนใยผัก

ที่มา : อุดมลักษณ์, 2548

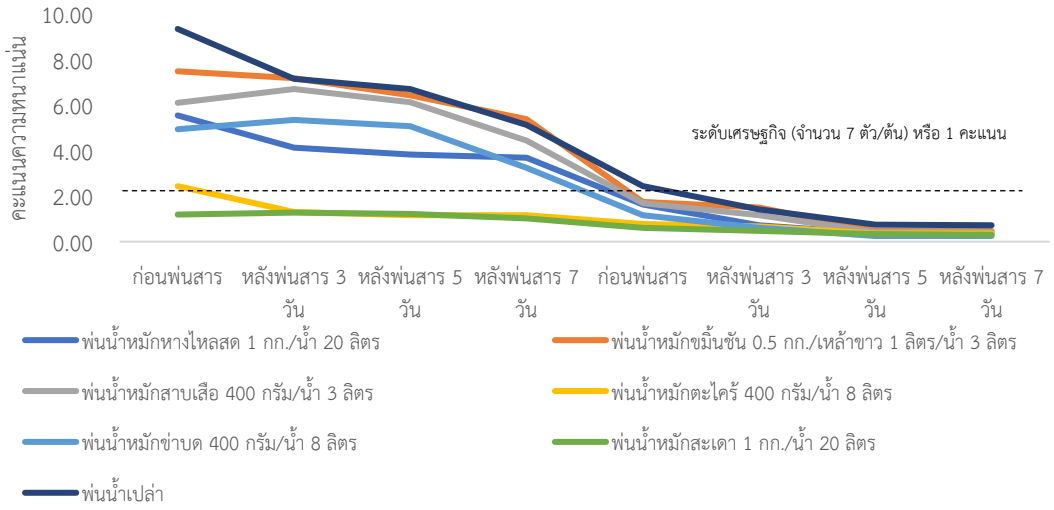
จากข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต รายได้ ต้นทุน กำไร และ BCR ถึงแม้ทุกกรรมวิธีจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่าให้ ผลผลิต (กก./ไร่) รายได้ (บาท/ไร่) ต้นทุน (บาท/ไร่) กำไร (บาท/ไร่) และ BCR ของทั้ง 2 ปีน้อยที่สุด ซึ่งมีส่วนต่างของกำไรเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี เฉลี่ย 661 – 1,053 บาท/ไร่ จากผลการทดลองจึงเห็นได้ว่า การใช้น้ำเปล่าในการป้องกันกำจัดแมลงนั้นไม่คุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้น้ำหมักชีวภาพในทุกกรรมวิธีสามารถเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกร เนื่องจากเป็นพืชสมุนไพรที่หาได้จากรอบ ๆ แปลง หรือแม้กระทั่งในหมู่บ้านของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถเลือกใช้สารชีวภาพเพื่อให้เหมาะสมกับการป้องกันกำจัดแมลงแต่ละชนิด แต่ไม่เหมาะสมกับการใช้เพื่อลดการระบาดของแมลง ดังนั้นเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจควรพิจารณาเรื่องต้นทุน การเข้าทำลายของแมลงแต่ละชนิด ก่อนการใช้สารชีวภาพในการป้องกันกำจัดแมลงทุกครั้ง



แปลงข้อมูลจำนวนแมลงจากสูตร sqaure root $(x + 0.5)^{1/2}$

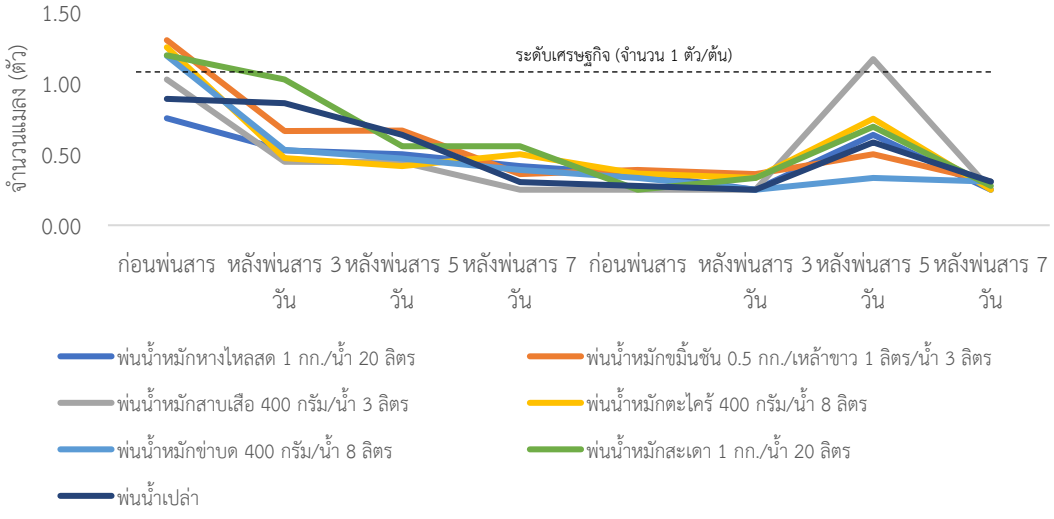
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 1 แสดงจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว (*M. sojae* Zehntner) ก่อนและหลังพ่นสารทิ้งไว้นาน 3 5 และ 7 วัน ทั้งหมด 2 ครั้ง ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่



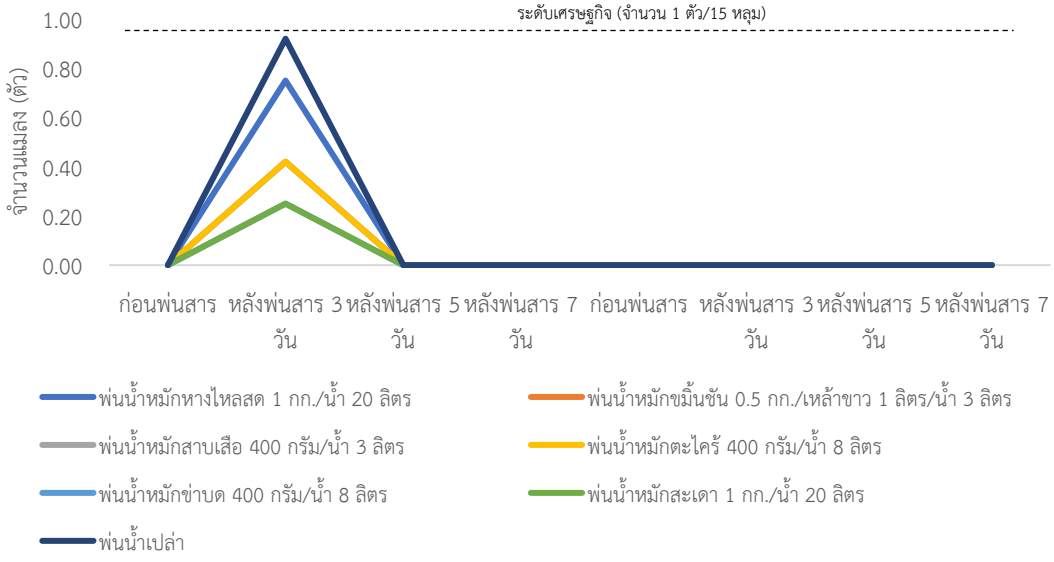
แปลงข้อมูลจำนวนแมลงจากสูตร sqaure root $(x + 0.5)^{1/2}$
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 2 แสดงคะแนนความหนาแน่นของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (*A. glycines*) ก่อนและหลังพ่นสารทิ้งไว้นาน 3 5 และ 7 วัน ทั้งหมด 2 ครั้ง ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่



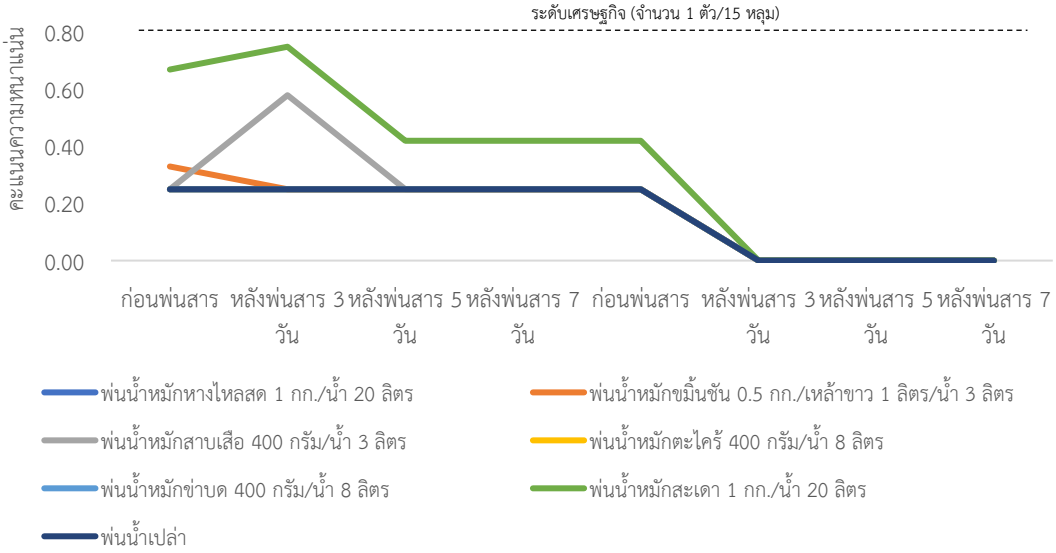
แปลงข้อมูลจำนวนแมลงจากสูตร sqaure root $(x + 0.5)^{1/2}$
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 3 แสดงจำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*B. tabaci* Genn.) ก่อนและหลังพ่นสารทิ้งไว้นาน 3 5 และ 7 วัน ทั้งหมด 2 ครั้ง ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่



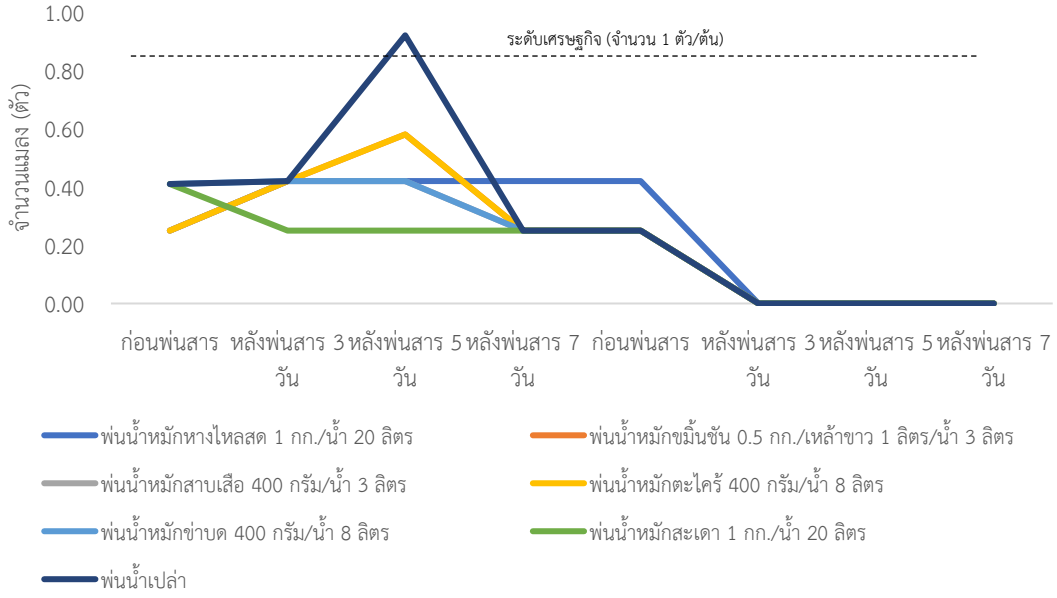
แปลงข้อมูลจำนวนแมลงจากสูตร sqaure root $(x + 0.5)^{1/2}$
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 4 แสดงจำนวนหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว (*M. sojae* Zehntner) ก่อนและหลังพ่นสารทิ้งไว้นาน 3 5 และ 7 วัน ทั้งหมด 2 ครั้ง ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่



แปลงข้อมูลจำนวนแมลงจากสูตร sqaure root $(x + 0.5)^{1/2}$
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 5 แสดงคะแนนความหนาแน่นของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (*A. glycines*) ก่อนและหลังพ่นสารทิ้งไว้นาน 3 5 และ 7 วัน ทั้งหมด 2 ครั้ง ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่



แปลงข้อมูลจำนวนแมลงจากสูตร sqaure root $(x + 0.5)^{1/2}$
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 6 แสดงจำนวนแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*B. tabaci* Genn.) ก่อนและหลังพ่นสารทิ้งไว้นาน 3 5 และ 7 วัน ทั้งหมด 2 ครั้ง ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

ตารางที่ 2 แสดงความสูงต้น (ซม.) จำนวนฝัก/ต้น และน้ำหนักมวลรวม (ก.) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2565 และ 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

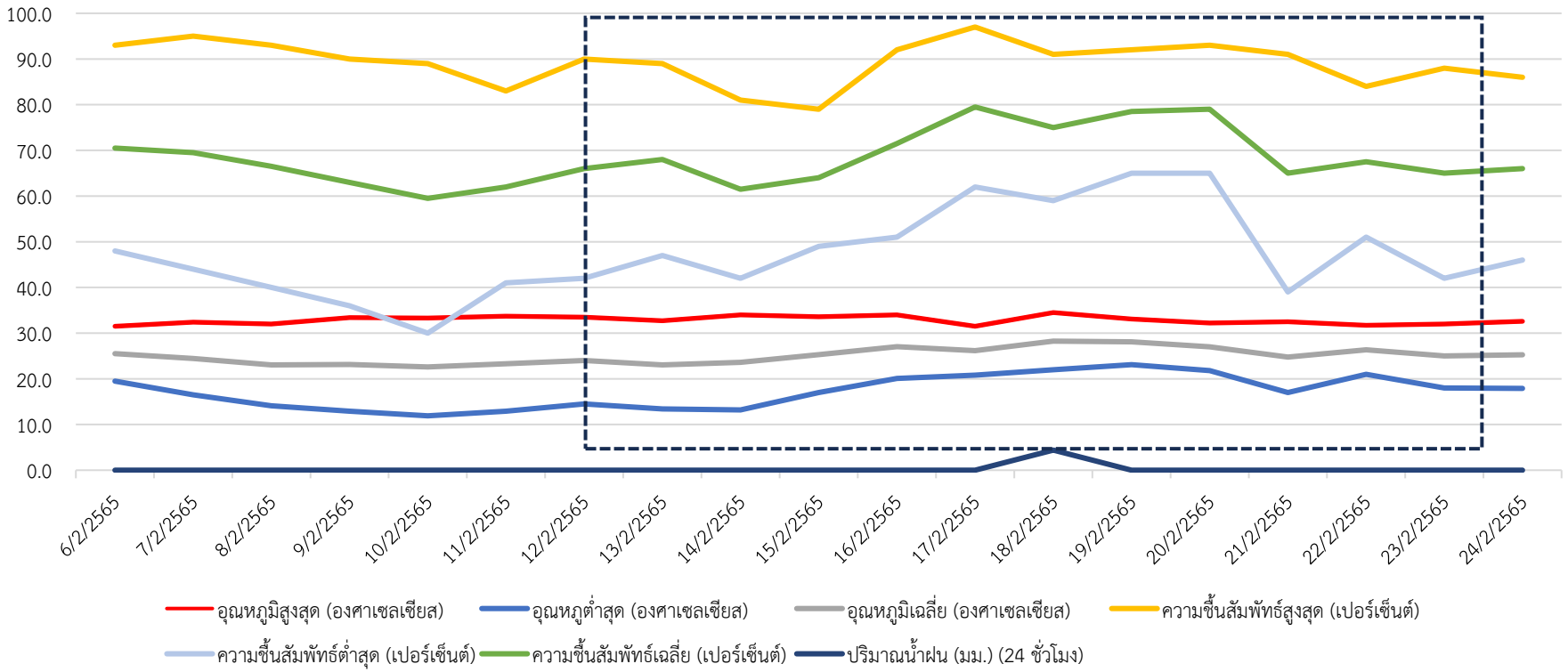
กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)			จำนวนฝัก/ต้น			น้ำหนักมวลรวม (ก.)		
	2565	2566	เฉลี่ย	2565	2566	เฉลี่ย	2565	2566	เฉลี่ย
พ่นน้ำหมักหางไหลสด 1 กก./น้ำ 20 ลิตร	41.7	37.2	39.4	22.4	17.2	19.8	13.3	10.2	11.7
พ่นน้ำหมักขมิ้นชัน 0.5 กก./เหล้าขาว 1 ลิตร/น้ำ 3 ลิตร	40.3	41.3	40.8	17.3	20.7	19.0	10.7	11.5	11.1
พ่นน้ำหมักสาบเสือ 400 กรัม/น้ำ 3 ลิตร	38.8	40.0	39.4	22.6	19.9	21.3	13.4	11.4	13.4
พ่นน้ำหมักตะไคร้ 400 กรัม/น้ำ 8 ลิตร	39.3	39.0	39.2	21.8	20.5	21.2	13.0	11.5	12.3
พ่นน้ำหมักข่าบด 400 กรัม/น้ำ 8 ลิตร	41.4	36.4	38.9	21.5	17.9	19.7	13.0	10.1	11.5
พ่นน้ำหมักสะเดา 1 กก./น้ำ 20 ลิตร	43.7	38.7	41.2	25.9	18.0	22.0	15.0	10.1	12.6
พ่นน้ำเปล่า	44.3	34.8	39.6	20.6	17.1	18.9	13.8	9.9	11.8
เฉลี่ย	41.4	38.2	39.8	21.8	18.7	20.2	13.2	10.5	11.8
F-test	ns	ns		ns	ns		ns	ns	
C.V.(%)	10.4	9.8		12.2	13.4		13.7	16.2	

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

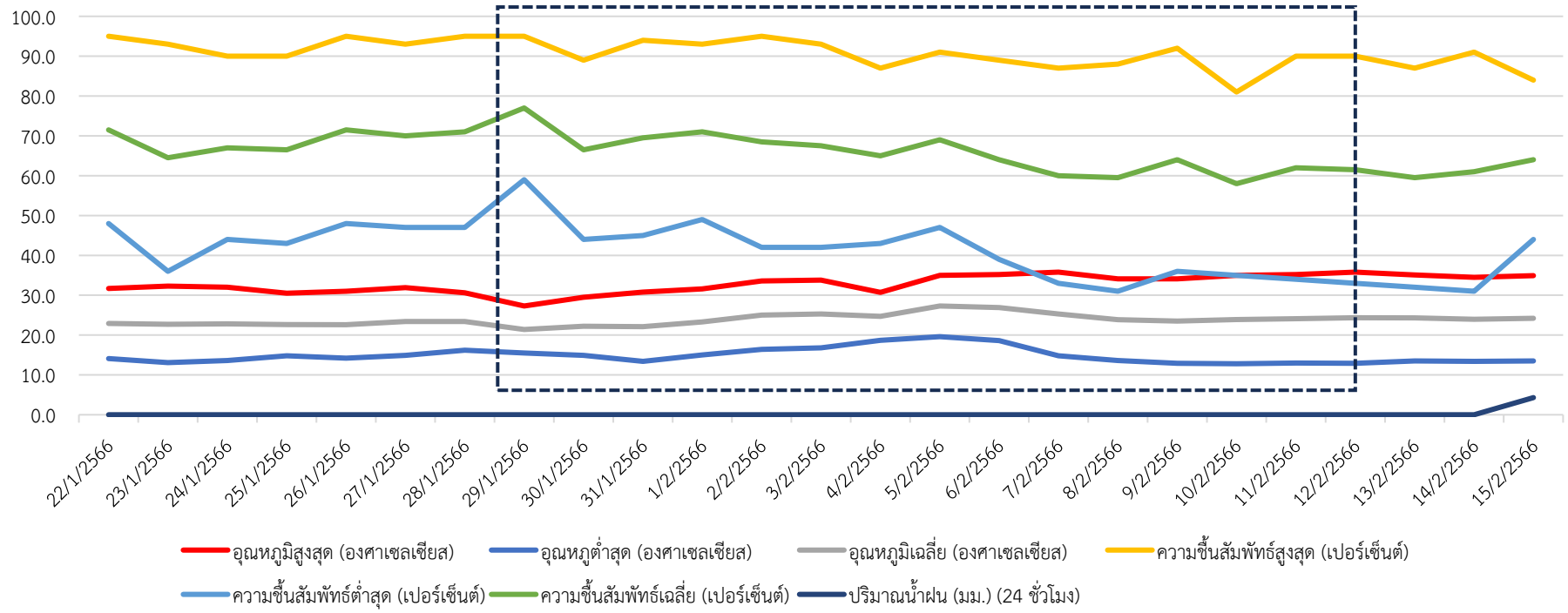
ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตรวม รายได้ ต้นทุน กำไร และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในแปลงถั่วเหลืองฤดูแล้งปี 2565 และ 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)			รายได้ (บาท/ไร่)			ต้นทุน (บาท/ไร่)			กำไร (บาท/ไร่)			BCR		
	2565	2566	เฉลี่ย	2565	2566	เฉลี่ย	2565	2566	เฉลี่ย	2565	2566	เฉลี่ย	2565	2566	เฉลี่ย
พ่นน้ำหมักหางไหลสด 1 กก./น้ำ 20 ลิตร	384	298	341	7,685	5,960	6,823	4,922	4,922	4,922	2,763	1,038	1,901	1.6	1.3	1.4
พ่นน้ำหมักขมิ้นชัน 0.5 กก./เหล้าขาว 1 ลิตร/น้ำ 3 ลิตร	352	304	328	7,045	6,080	6,563	4,772	4,772	4,772	2,273	1,308	1,791	1.5	1.3	1.4
พ่นน้ำหมักสาบเสือ 400 กรัม/น้ำ 3 ลิตร	355	315	335	7,098	6,300	6,699	4,732	4,732	4,732	2,366	1,568	1,967	1.5	1.3	1.4
พ่นน้ำหมักตะไคร้ 400 กรัม/น้ำ 8 ลิตร	336	296	316	6,725	5,920	6,323	4,748	4,748	4,748	1,977	1,172	1,575	1.4	1.3	1.3
พ่นน้ำหมักข่าบด 400 กรัม/น้ำ 8 ลิตร	360	290	325	7,205	5,800	6,503	4,752	4,752	4,752	2,453	1,048	1,751	1.5	1.2	1.4
พ่นน้ำหมักสะเดา 1 กก./น้ำ 20 ลิตร	379	289	334	7,578	5,780	6,679	4,867	4,867	4,867	2,711	913	1,812	1.6	1.2	1.4
พ่นน้ำเปล่า	318	247	283	6,352	4,940	5,646	4,732	4,732	4,732	1,620	208	914	1.3	1.0	1.2
เฉลี่ย	361	291	326	7,098	5,826	6,462	4,789	4,789	4,789	2,309	1,036	1,673	1.5	1.2	1.4
F-test	ns	ns													
C.V.(%)	15.16	14.60													

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 7 แสดงวันที่พ่นสารและนับจำนวนแมลง อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ของวันที่ 6-24 กุมภาพันธ์ 2565 ณ แปลงทดลอง ของ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่



ภาพที่ 8 แสดงวันที่พ่นสารและนับจำนวนแมลง อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ของวันที่ 22 มกราคม 2566 – 25 กุมภาพันธ์ 2566 ณ แปลงทดลอง ของ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

สรุปผลการทดลอง

สารชีวภาพจาก น้ำหมักสาบเสือ น้ำหมักตะไคร้ น้ำหมักข่าบด และ น้ำหมักสะเดา สามารถป้องกันกำจัด เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง และ แมลงหวี่ขาวยาสูบ ได้ ส่วนสารชีวภาพจากน้ำหมักขมิ้นชัน และ น้ำหมักหางไหล สามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองประเภทหนอน เช่น หนอนกระทู้ผัก เป็นต้น และการใช้สารชีวภาพทุกชนิดมีกำไรเฉลี่ยมากกว่าการใช้น้ำเปล่าในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเหลืองถึง 987-1,967 บาท และการใช้สารีวภาพมีค่า BCR เฉลี่ย 1.4 ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัย และให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Azad, M. 2012. Effect of Botanical Extract on Pest Control in Brinjal Field. J. environ sci and nat resources. 5(2); 173–176.

Degri, M.M. D.M. Mailafiya and J.W. Wabekwa, Efficacy of aqueous leaf extracts and synthetic insecticide on pod-sucking bugs infestation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the Guinea Savanna Regionof Nigeria. Advances in Entomol 1(2); 10-14.

Macconack, B.P. D.W. Ragsdale and R.C. Venette. Demography of Soybean Aphid (Homoptera:Aphididae) at Summer Temperatures. Journal of Economic Entomology 97(3); 854-861.

Osei-owusu, J. A. Acheampong, J.V.K. Afun and S. O. Acquaah. 2017. Chemical composition of the headspace volatiles from *Chromolaena odorata*(L.) R.M. King in Ghana. Journal of Essential Oil Bearing Plants 20(5); 1418-1423.

ณฐพงษ์ เมธินธรังสรรค์. 2560. ผลจากสารสกัดจากใบสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis Craccivora* Koch (hemiptera: Aphididae). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภัทราภรณ์ เพ็ญโพธิ์ ชญานิศ โตมอญ กีรติ ตันเรือน ทิวธวัฒ นาพิรุณ วิษณุ ธงไชย ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ม และ พิสิษฐ์พูลประเสริฐ. 2562. การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. เกษตรนเรศวร 16(2); 35-47.

สุพล วิเศษสรรค์. 2529. แนวโน้มการใช้สารโรติโนนจากพืชหางไหลในการป้องกันกำจัดหนอนม้วนใบถั่วลิสง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 17(6); 661 หน้า

อุดมพร แพ่งนคร. 2528. ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาที่มีต่อหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hubner) และหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*(F.)). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ. 2548. การใช้สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมศัตรูพืชอย่างง่าย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. 47 หน้า.

ศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์
Study on Weed Control in Organic Sesames on Paddy Field

ประภาพร แพงดา[1/] บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[1/] ศิริลักษณ์ สมนึก[1/] มลุลี สิทธิษา[1/]
ศิริรัตน์ กริชจนรัตน์[1/] ลักขณา ร่มเย็น[1/] อรอนงค์ วรรณวงษ์[1/] สมหมาย วังทอง[1/]
Prapaporn Paengda[1/] Bunluea Srimungkun[1/] Siriluk Somnuek[1/]
Malulee Sitthisa[1/]Sirirat Kritchanarat[1/] Lakkhana Romyen[1/]
Orn-anong Wannawong[1/] Sommai Wangthong[1/]

ABSTRACT

Organic sesame is good to health and high nutrition getting high demand to healthy group. Most of the organic production of sesame is the problem of weeds competing for growth because weed control is not effective and sesame production is insufficient to meet market demand. This research aims to study weed control methods that are suitable for growing organic sesame to be efficient and worth the investment.The experimental design was RCB 3 replications, 7 treatments, i.e., no weed control weed control by laboring at 15-20 and 30-40 day after emergence laboring at 15-20 day after emergence and mulching with straw at the rate of 500 kg/rai. The result showed that weed control by laboring at 15-20 and 30-40 day after emergence had the most Benefit Cost Ratio ($BCR_{2022,2023}$ =1.88, 2.06) of yields in 2022 and 2023 were 146 and 160 kg./rai.

Keywords: Weed control, organic sesame, mulching with straw

บทคัดย่อ

งาอินทรีย์เป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง กำลังเป็นที่ต้องการอย่างมากในกลุ่มผู้รักสุขภาพ การผลิตงาในระบบอินทรีย์ส่วนมากประสบกับปัญหาด้านวัชพืชขึ้นแข่งขันการเจริญเติบโตเนื่องจากการควบคุมวัชพืชยังไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้งามีผลผลิตต่ำไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงา ในสภาพนาอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพ และคุ้มค่าการลงทุน วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ ไม่กำจัดวัชพืช กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ คลุมฟางอัตรา 500 1,000 1,500 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน งาให้ผลผลิตปี 2565 และ 2566 เท่ากับ 146 และ 160 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุน ($BCR_{2565,2566}$ =1.88, 2.06)

คำหลัก:การควบคุมวัชพืช, งาอินทรีย์, การคลุมฟาง

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี, สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[1/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center (UBFCRC), Field and Renewable Energy Crops Research Institute

บทนำ

การผลิตพืชอินทรีย์เป็นการเกษตรที่เกื้อกูลกับธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยจากสารเคมี ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาแบบยั่งยืน ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับอาหารที่มาจากระบบอินทรีย์เนื่องจากดีต่อสุขภาพ และไม่มีสารเคมีตกค้างทำให้ตลาดของสินค้าเกษตรอินทรีย์เริ่มมีการขยายขึ้น และมีเกษตรกรให้ความสนใจผลิตพืชในระบบอินทรีย์เพิ่มขึ้น งาเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจต่อผู้บริโภค เนื่องจากเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น วิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ (Annussek, 2004) เป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อย และค่อนข้างทนแล้ง เกษตรกรจึงนิยมปลูกในสภาพหลังนาโดยอาศัยความชื้น และปุ๋ยที่เหลือจากการทำนาเพื่อเสริมรายได้ การผลิตงาในปัจจุบันค่อนข้างจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการกำจัดวัชพืช เนื่องจากปลูกในระบบอินทรีย์ไม่สามารถใช้สารเคมีได้ วัชพืชยังส่งผลกระทบต่อผลผลิตของงาด้วยถ้ามีการกำจัดวัชพืชล่าช้าเนื่องจากวัชพืชขึ้นแข่งขันการเจริญเติบโตของงา จากการศึกษาของประภาพร และคณะ (2560) การกำจัดวัชพืชตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงงาอายุ 3-4 สัปดาห์ในสภาพไร่ ทำให้งามีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตสูงสุด ถ้ากำจัดวัชพืชหลังจาก 4 สัปดาห์หลังงอก ผลผลิตของงาจะลดลงอย่างชัดเจน การผลิตงาในระบบอินทรีย์ยังไม่มีการศึกษาควบคุมวัชพืชที่เหมาะสม วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์เพื่อให้งามีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่ดีคุ้มค่ากับการลงทุน

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองปี 2565 และ 2566 ในสภาพนาอินทรีย์ของศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี วางแผนการทดลอง RCB จำนวน 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ 1. ไม่กำจัดวัชพืช 2. กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน 3. กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 4. คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 5. คลุมฟางอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 6. คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 7. คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดแปลงย่อย 3x5 เมตร เก็บเกี่ยวในพื้นที่ 2x4 เมตร ก่อนการปลูกสุ่มเก็บตัวอย่างดิน และปุ๋ยหมักเติมอากาศเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่ ไถกลบ 15 วันก่อนปลูก ปลูกงาดำพันธุ์อุบลราชธานี 3 แบบโรยเป็นแถว ใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร อัตราเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี สุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชก่อนการกำจัดวัชพืชเมื่องาอายุ 15 วันหลังงอก และก่อนการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร 2 จุดต่อแปลงย่อย แยกชนิดวัชพืช นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เก็บเกี่ยวงาโดยสังเกตจากใบเริ่มเหลือง และร่วง ฝักงามีการสุกแก่ 2 ใน 3 ของต้น หลังเก็บเกี่ยวทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

คุณสมบัติทางเคมีของดิน ปี 2565 ก่อนปรับปรุงดิน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.68 มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ 0.57 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (Avai.P) 20.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.K) 28.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวงา มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.10-6.30 มีปริมาณ OM เพิ่มเล็กน้อยอยู่ระหว่าง 0.71-1.04 % Avai.P อยู่ระหว่าง 55.00-79.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Exch.K อยู่ระหว่าง 51.20-84.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คุณสมบัติทางเคมีของดิน ปี 2566 ก่อนการปรับปรุงดิน มีค่า pH 5.74 มีปริมาณ OM 0.80 % Avai.P 67.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Exch.K 46.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวงามีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.74-5.99 มีปริมาณ OM เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 1.09-1.28 % Avai. P อยู่ระหว่าง 71.80-95.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Exch. K อยู่ระหว่าง 76.10-115.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ปี 2565 การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน มีผลผลิต 146 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ การคลุมฟางอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ คลุมฟางอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ คลุมฟางอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และคลุมฟาง 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน มีผลผลิตอยู่ระหว่าง 85-108 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตต่ำสุด 54 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับองค์ประกอบของผลผลิต พบว่า จำนวนฝักต่อต้น จำนวนข้อต่อฝัก ความสูงฝักข้อแรก จำนวนกิ่งต่อต้น ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่ากรรมวิธีที่กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน มีน้ำหนักสูงสุด 2.91 กรัม แต่ไม่แตกต่างจากการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ การไม่กำจัดวัชพืช การคลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 2.90 2.89 และ 2.87 กรัม ตามลำดับ จำนวนต้นเก็บเกี่ยวกรรมวิธีที่มีการควบคุมวัชพืชมีต้นเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 49,133-68,000 ต้นต่อไร่ แตกต่างจากกรรมวิธีที่ไม่ได้ควบคุมวัชพืชโดยมีจำนวนต้นเก็บเกี่ยวเท่ากับ 34,466 ต้นต่อไร่ และงามีความสูงอยู่ระหว่าง 115-128 เซนติเมตร สำหรับปี 2566 พบว่าการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน มีผลผลิตสูงสุด 160 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และการคลุมฟางอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเท่ากับ 146 และ 113 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตน้อยที่สุด คือการไม่กำจัดวัชพืช แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 35 และ 38 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด 3.06 กรัม ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน มีการติดฝักต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 59 เซนติเมตร การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน มีจำนวนฝักสูงสุด 28 ฝักต่อต้น ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน เป็นกรรมวิธีที่มีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุด 2.43 กิ่ง แต่ไม่แตกต่างจากกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน

และคลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และการคลุมฟางอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 2.07 และ 2.17 กิ่ง ตามลำดับ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และงาอายุ 30-40 วัน มีจำนวนข้อสูงที่สุด 12 ข้อ ความสูงต้นเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 103-143 เซนติเมตร และมีจำนวนต้นเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 27,867-60,000 ต้นต่อไร่ (ตารางที่ 2)

ข้อมูลวัชพืช

กำจัดวัชพืชเมื่องาอายุ 15 วันหลังงอก ชนิดของวัชพืชที่พบทั้ง 2 ปี ได้แก่ หญ้าตีนกา ข้าวหญ้าตีนนก หญ้าปากควาย หญ้าข้าวนกสีชมพู ผักบุ้ง ผักโขม โทงเทง ผักเสี้ยน ไมยราบ ลูกขี้กา และเซ่งใบมน น้ำหนักแห้งวัชพืช ปี 2565 พบว่า น้ำหนักก่อนทำการควบคุมทุกกรรมวิธีมีวัชพืชใบแคบไม่แตกต่างกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.50-3.35 กรัมต่อตารางเมตร สำหรับวัชพืชใบกว้างในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่คลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีวัชพืชใบกว้างสูงสุด มีน้ำหนัก 3.80 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนกรรมวิธีอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันโดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.95-2.89 กรัมต่อตารางเมตร และกรรมวิธีที่พบวัชพืชใบกว้างน้อยที่สุดคือ ไม่กำจัดวัชพืช คลุมฟางอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 0.66 กรัมต่อตารางเมตร น้ำหนักวัชพืชหลังมีการควบคุมทุกกรรมวิธีมีวัชพืชใบแคบไม่แตกต่างกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 9.72-35.51 กรัมต่อตารางเมตร สำหรับวัชพืชใบกว้างในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันโดยกรรมวิธีที่มีคลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีวัชพืชใบกว้างสูงสุด มีน้ำหนักแห้ง 30.65 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนกรรมวิธีอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันโดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 11.12-22.43 กรัมต่อตารางเมตร และกรรมวิธีที่พบวัชพืชใบกว้างน้อยที่สุดคือ กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วันมีค่าเท่ากับ 4.92 กรัมต่อตารางเมตร (ตารางที่ 3) สำหรับน้ำหนักแห้งวัชพืช ปี 2566 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีวัชพืชใบแคบ และใบกว้างไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 3.64-11.19 และ 1.08-5.22 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ น้ำหนักแห้งวัชพืชหลังมีการควบคุม พบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักวัชพืชใบแคบสูงสุด คือกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช มีค่าเท่ากับ 138.22 กรัมต่อตารางเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีที่มีการคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 136.51 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนกรรมวิธีอื่นๆไม่แตกต่างกันโดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 55.15-73.37 กรัมต่อตารางเมตร และกรรมวิธีที่พบวัชพืชใบแคบน้อยที่สุดคือกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 2.85 และ 17.70 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของวัชพืชใบกว้าง ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.03-10.33 กรัมต่อตารางเมตร (ตารางที่ 4)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ปี 2565 พบว่า อัตราส่วนระหว่างรายได้กับต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) ทุกกรรมวิธีมีค่ามากกว่า 1 เป็นกรรมวิธีที่คุ้มค่าต่อการลงทุน โดยการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และอายุ 30-40 วัน มีค่า BCR สูงสุด 1.88 และปี 2566 มีค่า BCR มากกว่า1 ยกเว้นกรรมวิธีที่การคลุมฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และ คลุมฟางอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ เท่ากับ 0.50 และ 0.98 ตามลำดับ ซึ่งการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน มีค่า BCR สูงสุด 2.06 (ตารางที่ 5)

จากผลการทดลองทั้ง 2 ปี พบว่า การไม่ควบคุมวัชพืช และการควบคุมวัชพืชด้วยฟางอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ งามีผลผลิตค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีวัชพืชจำนวนมากขึ้นแข่งขันการเจริญเติบโตทำให้งาเจริญเติบโตไม่ดี และส่งผลกระทบต่อผลผลิตของงา ซึ่งปริมาณของผลผลิตมีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ฟางคลุมใน อัตรา 1,000-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีดังกล่าวงามีผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตสูง เพราะมีวัชพืชขึ้นแข่งขันการเจริญเติบโตน้อยทำให้งาเจริญเติบโตดี การใช้วัสดุสำหรับคลุมดินสามารถควบคุมวัชพืชได้เป็นอย่างดีถ้าใช้ในปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากวัสดุที่ใช้คลุมดินสามารถป้องกันแสงที่จะส่องผ่านลงไปถึงเมล็ดวัชพืชที่อยู่ด้านล่าง ทำให้เมล็ดวัชพืชไม่สามารถงอก และเจริญเติบโตได้ (Bobby et al, 2017) นอกจากคลุมดินไม่ให้วัชพืชงอกได้แล้วยังสามารถลดปริมาณความหนาแน่นของวัชพืช ช่วยรักษาความชื้นในดิน ทำให้วัชพืชหายใจไม่ได้ และตายไปในที่สุด พืชหลักจึงมีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตสูง (Teame et al, 2017 ; Mezgebe et al, 2022) เช่นเดียวกับ Ajibola (2014) การคลุมวัชพืชในแปลงงาด้วยหญ้าช้าง ทำให้งามีผลผลิตสูง 185 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เมื่อเทียบกรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมหญ้ามีผลผลิต 57 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ Al-Equili (2017) การกำจัดวัชพืชด้วยการคลุมด้วยฟางข้าวสาลี ทำให้ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตงาเพิ่มขึ้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการไถพรวน หรือการไถพรวน+การใช้ฟางคลุม การเจริญเติบโตของงาค่อนข้างจะตอบสนองเป็นอย่างมากต่อวัชพืช โดยเฉพาะในช่วงงามีอายุ 20-25 วันหลังงอก จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการกำจัดวัชพืชอย่างน้อย 2 ครั้ง ครั้งแรกอายุ 15 วันหลังงอก และครั้งที่ 2 อายุ 30-40 วันหลังงอก เพื่อให้วัชพืชไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของงา (Gopinath et al, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Islam และคณะ (2014) กล่าวว่าการควบคุมวัชพืชในงา 1-2 ครั้ง ทำให้งาเจริญเติบโตดี และมีผลผลิตสูงกว่าการไม่ควบคุมวัชพืช องค์ประกอบของผลผลิตเช่น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักต่อกิ่ง มีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ควบคุมวัชพืช

สรุปผลการทดลอง

1.การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ คลุมฟางอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ งาให้ผลผลิตสูงอยู่ระหว่าง 100-160 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีการควบคุมวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ และให้ผลผลิตสูง

2.การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด มีรายได้สุทธิ ปี 2565 เท่ากับ 5,444 และ 1,901 บาทต่อไร่ ปี 2566 เท่ากับ 6,584 และ 5,046 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

การกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมสำหรับแนะนำให้เกษตรกรเนื่องจากให้ผลผลิตสูง และคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

คำขอบคุณ

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

ประภาพร แพงดา บุญเหลือ ศรีมุงคุณ อรอนงค์ วรรณวงษ์ ลักขณา ร่มเย็น และจำลอง กกรัมย์. 2560. ระยะวิกฤติของวัชพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงา. หน้า 81-88. ใน รายงานผลงานวิจัยปี 2560 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

Ajibola, A., T. Modupeola and A. Adenuga. 2014. Effect of Different Weed Control Practices on Growth and Yield of Sesame in Southwest Nigeria. Journal of Biological and Chemical Research, 31(2):1093–1100.

Al-Eqaili, M.S., N.R. Lahmod and O.H. Eshkandi. 2017. Weed Management in Sesame Field (*Sesamum indicum* L) Using Wheat Straw and Tillage or No Tillage Systems. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 12 (2): 100-103.

Annussek, G. 2004. Sesame oil. In Gale Encyclopedia of Alternative Medicine. Available from: URL: http://www.findarticles.com/p/articles/mi_g2603/is_0006/ai_2603000655. Accessed: June 23, 2023.

Bobby, A., P. Prashanth, N. Seenivasan and P. Mishra. 2017. Effect of Different Mulch Materials on Weed Control in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Hybrid "multi-star" Under Shade Net Conditions, 5 (5): 1246–1251.

Gopinath, K.A., B. Venkateswarlu, S. Venkateswarlu, S.K. Yadav, S.S. Balloli, Ch. Srinivasa Rao, Y.G. Prasad and M. Maheswari. 2011. Organic Sesame Production. Technical Bulletin, Central Research Institute for Dryland Agriculture, Santoshnagar, Hyderabad, Andhra Pradesh, India. 34p.

Islam, K.M., M.S. Khanam, M. Maniruzzaman, I. Alam and M.R. Huh. 2014. Effect of Seed Rate and Manual Weeding on Weed Infestation and Subsequent Crop Performance of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Australian Journal of Crop Science, 8(7):1065-1071.

Mezgebe, H., H. Woreda, G. Girmay and K. Teka. 2022. Comparing the Effects of Different Organic Mulching Materials on Weed Control, Soil Moisture Conservation, and Wheat (*Triticum aestivum*) Productivity in The Moisture Deficit Areas. Research Square, 1-17 p.

Teame, G., A. Tsegay and B. Abrha. 2014. Effect of Organic Mulching on Soil Moisture,Yield, and Yield Contributing Components of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Hindawi International Journal of Agronomy, 6 p.

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน หลังปรับปรุงดินและหลังเก็บเกี่ยวงา จากแปลงศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 และ 2566

กรรมวิธี	ปี 2565				ปี 2566			
	pH	OM (%)	Avai.P (มก./กก.)	Exch.K (มก./กก.)	pH	OM (%)	Avai.P (มก./กก.)	Exch.K (มก./กก.)
คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงสภาพดิน								
	5.68	0.57	20.70	28.40	5.74	0.80	67.45	46.10
คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังปรับปรุงสภาพดิน								
T1	5.35	0.47	36.19	70.40	5.80	1.12	77.70	76.10
T2	5.40	0.68	40.46	108.10	5.99	1.28	88.60	90.80
T3	5.39	0.83	54.93	98.60	5.89	1.09	71.80	102.60
T4	5.30	0.74	54.38	111.60	5.82	1.09	86.75	88.90
T5	4.95	0.67	36.45	65.70	5.91	1.21	80.45	86.66
T6	5.20	0.66	51.90	90.80	5.74	1.15	74.30	114.70
T7	4.98	0.68	37.02	66.38	5.96	1.19	95.40	115.90
คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวงา								
T1	6.50	0.99	78.90	76.20	5.80	0.61	63.45	114.10
T2	6.10	0.71	55.00	51.20	5.73	0.50	60.55	110.40
T3	6.37	0.72	67.85	77.60	5.83	0.46	62.30	95.70
T4	6.28	0.93	79.95	84.70	5.62	0.71	49.15	74.20
T5	6.25	1.04	62.95	77.80	5.76	0.61	61.25	104.00
T6	6.13	0.91	55.43	74.85	6.08	0.57	64.55	120.15
T7	6.32	0.94	71.80	84.30	5.68	0.74	61.00	101.20

T1 ไม่กำจัดวัชพืช

T2 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน

T3 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T4 คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T5 คลุมฟาง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

T6 คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อ ไร่

T7 คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อ ไร่

ตารางที่ 2 ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนข้อติดฝัก ความสูงฝักข้อแรก ความสูงต้นเก็บเกี่ยว และ จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อไร่ จากแปลงศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 และ 2566

กรรมวิธี	ผลผลิต/ไร่ (กก./ไร่)	น้ำหนัก 1,000 (ก.)	จำนวนฝัก/ต้น	จำนวนกิ่ง/ต้น	จำนวนข้อติดฝัก	ความสูงฝักข้อแรก (ซม.)	ความสูงต้นเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนต้นเก็บเกี่ยว/ไร่
ปี 2565								
T1	54 b	2.89 a	21	0.80 ab	16	55	120	34,467 c
T2	146 a	2.91 a	24	1.27 ab	18	54	124	61,733 ab
T3	106 ab	2.90 a	15	0.53 b	14	55	115	52,133 abc
T4	85 ab	2.87 a	25	1.00 ab	17	53	124	49,133 bc
T5	105 ab	2.83 ab	18	1.00 ab	16	59	128	54,400 ab
T6	100 ab	2.86 ab	16	0.80 ab	14	57	119	50,800 abc
T7	108 ab	2.78 b	21	1.40 a	15	55	126	68,000 a
CV (%)	32.00	1.70	28.20	41.40	16.60	8.00	6.70	17.15
ปี 2566								
T1	35 b	3.04 ab	12 b	0.93 b	7 c	66 ab	103 c	27,867 d
T2	160 a	3.01 abc	28 a	2.43 a	12 a	65 ab	143 a	60,000 a
T3	146 a	3.06 a	16 b	2.07 a	10 ab	59 a	129 ab	54,800 ab
T4	38 b	2.92 c	12 b	0.83 b	7 c	73 b	110 bc	33,467 cd
T5	101 ab	2.94 bc	20 ab	1.60 ab	9 b	68 ab	127 ab	43,800 bc
T6	113 a	2.92 c	21 ab	1.67 ab	10 ab	71 ab	131 ab	53,933 ab
T7	93 ab	2.92 c	23 ab	2.17 a	10 ab	60 ab	133 a	44,000 bc
CV (%)	39.8	2.0	29.2	32.8	12.6	10.4	9.4	16.8

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

T1 ไม่กำจัดวัชพืช

T2 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน

T3 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T4 คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T5 คลุมฟาง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

T6 คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อ ไร่

T7 คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อ ไร่

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งวัชพืชใบแคบ และวัชพืชใบกว้าง ก่อนทำการควบคุมวัชพืช จากแปลงศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 และ 2566

กรรมวิธี	ปี 2565		ปี 2566	
	วัชพืชใบแคบ (ก./ตร.ม.)	วัชพืชใบกว้าง (ก./ตร.ม.)	วัชพืชใบแคบ (ก./ตร.ม.)	วัชพืชใบกว้าง (ก./ตร.ม.)
T1	10.7	1.32 a	5.91	2.06
T2	8.76	5.78 ab	4.23	2.35
T3	3.00	3.38 ab	6.58	3.37
T4	8.32	7.60 ab	3.64	1.67
T5	8.46	3.44 ab	7.90	5.22
T6	9.98	1.90 ab	11.19	2.27
T7	7.20	1.32 a	4.15	1.08
CV (%)	78.3	84.3	79.3	122.3

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

T1 ไม่กำจัดวัชพืช

T2 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน

T3 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T4 คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T5 คลุมฟาง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

T6 คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อ ไร่

T7 คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อ ไร่

ตารางที่ 4 น้ำหนักแห้งวัชพืชใบแคบ และวัชพืชใบกว้าง หลังทำการควบคุมวัชพืช จากแปลงศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงาในสภาพนาอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 และ 2566

กรรมวิธี	ปี 2565		ปี 2566	
	วัชพืชใบแคบ (ก./ตร.ม.)	วัชพืชใบกว้าง (ก./ตร.ม.)	วัชพืชใบแคบ (ก./ตร.ม.)	วัชพืชใบกว้าง (ก./ตร.ม.)
T1	30.40	30.14 ab	138.22 b	6.19
T2	33.58	9.84 a	2.85 a	0.78
T3	19.44	35.44 ab	17.70 a	0.03
T4	71.02	61.26 b	136.51 b	4.14
T5	66.28	44.86 ab	55.68 ab	2.68
T6	32.66	26.78 ab	73.37 ab	10.33
T7	64.62	22.24 ab	55.15 ab	0.07
CV (%)	62.7	69.7	63.5	218.2

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

T1 ไม่กำจัดวัชพืช

T2 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน

T3 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T4 คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

T5 คลุมฟาง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

T6 คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อ ไร่

T7 คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อ ไร่

ตารางที่ 5 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากแปลงศึกษาวิธีการควบคุมวัชพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกงา ในสภาพนาอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 และ 2566

กรรมวิธี	ต้นทุน (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน BCR
ปี 2565				
1.ไม่กำจัดวัชพืช	2,600	54	4,301	1.65
2.กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน	6,200	146	11,644	1.88
3.กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่	6,600	106	8,501	1.29
4.คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่	6,100	85	6,791	1.11
5.คลุมฟาง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่	6,600	105	8,400	1.27
6.คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่	7,100	100	7,962	1.12
7.คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่	7,600	108	8,661	1.14
ปี 2566				
1.ไม่กำจัดวัชพืช	2,600	35	2,829	1.09
2.กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วัน และ อายุ 30-40 วัน	6,200	160	12,784	2.06
3.กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนเมื่องาอายุ 15-20 วันและคลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่	6,600	146	11,646	1.76
4.คลุมฟาง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่	6,100	38	3,062	0.50
5.คลุมฟาง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่	6,600	101	8,073	1.22
6.คลุมฟาง อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่	7,100	113	9,049	1.27
7.คลุมฟาง อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่	7,600	93	7,462	0.98

ราคาขาย 80 บาท/กก.

(Benefit Cost Ratio:B/C

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

DOA TOGETHER

Hearing for Changing, Acting for Moving forward

กรมวิชาการเกษตร

การประชุมวิชาการ

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

ประจำปี 2566

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
กรมวิชาการเกษตร