

การประยุกต์ใช้แบบจำลองพืชเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้ง ในแหล่งปลูกที่สำคัญเขตภาคกลาง

Application of Crop Models for Development the Maize Production Technology in Dry Seasons of Major Areas in Central Region

ไชยา บุญเลิศ¹ ณพงษ์ วสียงกูร² วรากรณ์ เรือนแก้ว¹ สุภาพร สุขโต³ ปรีชา กาเพชร⁴

Chaiya Boonlert¹ Napong Wasayangkun² Warakorn Ruankaew¹ Supapron Sukto³ Preecha Kapetch⁴

ABSTRACT

This research project aims to develop crop model for determining dry-season maize production technology and to enhance dry-season maize yields in Soil Group 4 in Nakhon Sawan Province, Soil Group 7 in Chai Nat Province, and Soil Group 22 in Uthai Thani Province. The project is being implemented from 2022 to 2024. The implementation process includes, Developing and validating the accuracy of the crop model, developing dry-season maize production technology, Testing the dry-season maize production technology and transferring technology to farmers. The results of the experiment led to the development of dry-season maize production technology, which consists of applying chemical fertilizers based on soil analysis, Planting during the period from October to December and using a plant population density of 10,666 to 14,222 plants per rai. The testing of this technology in Soil Group 4 in Nakhon Sawan Province, Soil Group 7 in Chai Nat Province, and Soil Group 22 in Uthai Thani Province showed that the average yield of maize under the tested method was 1,284, 1,735, and 1,529 kg/rai respectively. These yields were higher than those from farmer methods by 18.72 %, 12.30 %, and 15.66 % respectively. The tested method provided an average net income of 8,779, 8,590, and 9,194 baht per rai, respectively, which was higher than that of farmer methods by 42.34 %, 22.42 %, and 25.30 %, respectively. The benefit cost ratio for the tested method were 2.74, 2.58, and 2.58, respectively, while the benefit cost ratio for farmer methods was 2.16, 2.09, and 2.31, respectively. The technology has been extended to 125 farmers, covering an area of 2,500 rai, resulting in an average increase in net income of 2,166 baht per rai (increase 25.20 %).

Keywords: crop model; maize; chemical fertilizer based on soil analysis

¹ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

¹ Office of Agricultural Research and Development Region 5 Bang Luang Subdistrict, Sapphaya District, Chainat 17150

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ หมู่ 2 ตำบลอุดมธัญญา อำเภอดงพญา จังหวัดนครสวรรค์ 60190

² Nakhonsawan agricultural research and development center, Udonthanya, Takfa district Nakhon Sawan 60190

³ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี 176 หมู่ 5 ตำบล เขากวางทอง อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี 61110

³ Uthai Thani Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Uthai Thani, 61110

⁴ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ 80 หมู่ 12 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

⁴ Chiang Mai Field Crops Research Center, 80 M.12, Nongharns, Sansai District, Chiang Mai, 50290

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้แบบจำลองพืชเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งในแหล่งปลูกที่สำคัญเขตภาคกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองพืชสำหรับใช้กำหนดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้ง และเพื่อยกระดับผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งในกลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี เริ่มดำเนินการปี 2565-2567 มีขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่ พัฒนาและทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองพืช พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้ง ทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้ง และขยายผลเทคโนโลยี ผลการทดลองได้เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งคือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เพาะปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ใช้จำนวนประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 10,666 ถึง 14,222 ต้นต่อไร่ นำเทคโนโลยีจากแบบจำลองพืชมาทำการทดสอบในพื้นที่เกษตรกรและเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ผลการทดสอบเทคโนโลยีในกลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี พบว่า ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,284 1,735 และ 1,529 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 18.72 12.30 และ 15.66 % ตามลำดับ กรรมวิธีทดสอบมีรายได้สุทธิเฉลี่ย 8,779 8,590 และ 9,194 บาทต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีรายได้สุทธิสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 42.34 22.42 และ 25.30 % และสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนของกรรมวิธีทดสอบอยู่ที่ 2.74 2.58 และ 2.58 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.16 2.09 และ 2.31 ตามลำดับ และมีการขยายผลเทคโนโลยีไปสู่เกษตรกรจำนวน 125 ราย พื้นที่ 2,500 ไร่ มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1,496 บาทต่อไร่ เพิ่มขึ้น 25.20 % คิดเป็นมูลค่ารายได้สุทธิในพื้นที่เพิ่มขึ้น 3.74 ล้านบาทต่อปี

คำสำคัญ: แบบจำลองพืช; ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์; ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลาง เช่น จังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท และอุทัยธานี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตหลักของประเทศ มีการเพาะปลูก 2 รุ่น ได้แก่ รุ่นที่ 1 ปลูกในฤดูฝนช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน เก็บเกี่ยวสิงหาคมถึงตุลาคม และรุ่นที่ 2 ปลูกในฤดูแล้งหลังการทำนา ช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เก็บเกี่ยวกุมภาพันธ์ถึงเมษายน เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกรุ่นที่ 1 ส่วนรุ่นที่ 2 เป็นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งหรือหลังจากการทำนาปี ในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำชลประทานหรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติเพียงพอ (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, 2562) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรุ่นที่ 2 ในพื้นที่ภาคกลางพื้นที่ส่วนใหญ่จะปลูกในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 ที่อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ดังกล่าวมีความแปรปรวนสูง อันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยภาคกลางและตะวันออกมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่าภาคอื่น (Limjirakan and Limsakul, 2012) ดังนั้น การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพการผลิตจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อลดความเสี่ยงในการเพาะปลูกและเพิ่มผลผลิตให้ได้ อย่างยั่งยืน

แบบจำลองพืชเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการช่วยวิเคราะห์และคาดการณ์ผลผลิตภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Boote *et al.*, 2013) แบบจำลองเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการประเมินผลกระทบของสภาพภูมิอากาศ การจัดการน้ำ และการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจในการบริหารจัดการได้อย่างแม่นยำมากขึ้น (Mohammed *et al.*, 2022) การพัฒนาแบบจำลองพืชหลายชนิดและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น แบบจำลองพืชที่อยู่ในโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer: DSSAT 4.5) (Hoogenboom *et al.*, 2011) ที่ประกอบไปด้วยแบบจำลองมากกว่า 16 ชนิด และมีการนำไปใช้แล้วมากกว่า 30 ประเทศทั่วโลก ดังนั้นแบบจำลองพืชจึงสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำและธาตุอาหารพืชได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ การวิจัยของ Boote *et al.* (2013) ยังยืนยันว่าแบบจำลองพืชสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการพยากรณ์ และเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งหลังนา โดยการใช้แบบจำลองพืชเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากแบบจำลองพืชในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี โดยเน้นการปรับปรุงเทคนิคการจัดการให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเฉพาะของพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากขึ้น ทั้งในด้านของการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสมและการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารและเศรษฐกิจ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การพัฒนาและทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ใช้แบบจำลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ CERES-maize model ในโปรแกรมสำเร็จรูป DSSAT4.7 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1.1 เก็บข้อมูลผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (crop cut) ของเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายจำนวน 10 แปลงๆ ละ 4 จุด พื้นที่ 12 ตารางเมตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลผลผลิตในพื้นที่จริง จัดบันทึกข้อมูลการจัดการแปลงและผลผลิต ได้แก่ การปลูก การเตรียมดิน พันธุ์ วันปลูก ระยะปลูก อัตราปลูก การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ วันเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ ข้อมูลกลุ่มชุดดินและข้อมูลชุดดิน ข้อมูลสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน ปริมาณน้ำฝนรายวัน และความชื้นของแสงรายวัน

1.2 การประเมินความสามารถของแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากแปลงเก็บข้อมูล (crop cut) และผลผลิตที่ได้จากแบบจำลอง จากนั้นปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (GC) ในแบบจำลอง โดยให้ผลผลิตจากการจำลองและผลผลิตที่ได้จากแปลงเก็บข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกัน จากนั้นประเมินความสามารถของแบบจำลองโดยใช้ค่า NRMSE (Normalize root mean square error) และ AI (Agreement index) ในการจำลองครั้งนี้จะใช้ค่า NRMSE เป็นหลักสำหรับใช้ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยประสิทธิภาพของแบบจำลองระดับดีมาก เมื่อค่า

NRMSE < 10%, ระดับดี เมื่อค่า NRMSE มากกว่าหรือเท่ากับ 10% และน้อยกว่า 20%, ระดับพอใช้ เมื่อค่า NRMSE มากกว่าหรือเท่ากับ 20% และน้อยกว่า 30% และระดับไม่ดี เมื่อค่า NRMSE มากกว่าหรือเท่ากับ 30% ส่วนค่า AI คือค่าที่ประเมินความสามารถในการทำงานของแบบจำลอง มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่าที่เข้าใกล้ 1 หมายความว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี (Jamieson *et al.*, 1991)

เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2564 ถึงกันยายน 2565 ณ แปลงเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอมนรมย์ จังหวัดชัยนาท และอำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

2. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ใช้แบบจำลองข้าวโพดจำลองการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพการจัดการที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แปซิฟิก 789 และ ดีคาร์ล 9898 C 2) วันปลูก 6 ช่วงวันปลูก ได้แก่ 1-15 พฤศจิกายน 16-30 พฤศจิกายน 1-15 ธันวาคม 16-30 ธันวาคม 1-15 มกราคม และ 16-30 มกราคม 3) จำนวนประชากร 4 ระดับ ได้แก่ 8,533 10,666 14,222 และ 21,333 ต้นต่อไร่ 4) การใส่ปุ๋ย มี 11 ระดับ ดังนี้ 1. ไม่ใส่ปุ๋ย 2. ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน 3. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 25 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 4. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 50 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 5. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลดลง 25 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 6. ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลดลง 50 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 7. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 87.5 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจน 12.5 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 8. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 75 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจน 25 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 9. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 50 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจน 50 % ของค่าวิเคราะห์ดิน 10. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 25 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจน 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน 11. ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 12.5 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจน 87.5 % ของค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนข้อมูลนำเข้าที่เหลือ ได้แก่ ข้อมูลชุดดิน และข้อมูลสภาพภูมิอากาศใช้แตกต่างกันตามพื้นที่ทดลอง นำผลผลิตที่ได้จากการจำลองมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย แล้วเลือกเอากลุ่มผลผลิตที่ได้มากกว่า 75% ของผลผลิตสูงสุดมาตรวจสอบข้อมูลการจัดการว่ามาจากเงื่อนไขการจัดการใด แล้วใช้ decision tree model มาช่วยวิเคราะห์ เพื่อหาปัจจัยการจัดการที่สำคัญ นำมากำหนดเป็นเทคโนโลยีเฉพาะพื้นที่นั้น ๆ ดำเนินการในเดือนตุลาคม 2564 ถึงกันยายน 2565 ณ แปลงเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอมนรมย์ จังหวัดชัยนาท และอำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

3. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.1 แผนการทดลอง เมื่อได้เทคโนโลยีจากการดำเนินงานในข้อ 2 แล้วนำมาทำการทดสอบเทคโนโลยี โดยเปรียบเทียบ 2 กรรมวิธี จำนวน 2 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นพร้อมปลูกสูตร 16-8-8 หรือ 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่พร้อมทำร่น 25-30 วันหลังปลูก สูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงวันปลูก จำนวนประชากร และพันธุ์ ใช้เหมือนกับการกรรมวิธีทดสอบ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีทดสอบ ใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดิน ปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม จำนวนประชากร 10,666 ถึง 14,222 ต้นต่อไร่ จังหวัดนครสวรรค์และอุทัยธานีในปี 2565/2566 พันธุ์ดีคาร์ล 9898C ส่วนปี 2566/2567 ใช้พันธุ์ดีคาร์ล 9979 C จังหวัดชัยนาทใช้พันธุ์ แปซิฟิก 789 ดำเนินการทดสอบใน

พื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 10 ราย ๆ 2 ไร่ แปลงย่อยละ 0.5 ไร่ ดำเนินงานทดสอบ 2 ปี ระหว่างปี 2565/2566 ถึง 2566/2567 ณ แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอ มโนรมย์ จังหวัดชัยนาท และอำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ อินทรียวัตถุ (OM) ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ดำเนินการทดสอบตามกรรมวิธีที่กำหนด เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการทดสอบ

3.3 การบันทึกข้อมูล ข้อมูลผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ โดยสุ่มเก็บ ผลผลิตจำนวน 2 จุด ๆ ละ 12 ตารางเมตร ต้นทุน รายได้ และรายได้สุทธิ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ 2 กรรมวิธีแบบ Paired T-test วิเคราะห์ สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost Ratio: BCR)

4. การขยายผลเทคโนโลยี ทำการขยายผลเทคโนโลยีสู่กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายผ่านการทำ แปลงต้นแบบเทคโนโลยีพื้นที่ละ 2 แปลง ๆ ละ 5 ไร่ รวม 6 แปลง พื้นที่ 30 ไร่ และจัดงานวันถ่ายทอด เทคโนโลยีจำนวน 3 ครั้ง เกษตรกรเข้าร่วมงาน จำนวน 125 ราย ดำเนินการในตุลาคม 2566 ถึง กันยายน 2567 ณ แปลงเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอ มโนรมย์ จังหวัดชัยนาท และอำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการพัฒนาและทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ผลการพัฒนาและทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ค่าสัมประสิทธิ์ทาง พันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ Pacific 789 มีค่า NRMSE 11.52 และ AI 0.997 และดีคาร์บ 9898C มีค่า NRMSE 15.02 และ AI 0.997 แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมที่ได้ เมื่อนำมาใช้ในแบบจำลองมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ในระดับดี (Figure 1)

2. ผลการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นำค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นำเข้าในแบบจำลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อ จำลองการผลิตในสภาพการจัดการที่แตกต่างกัน จากนั้นนำผลผลิตที่ได้จากการจำลองมาเรียงลำดับจาก มากไปน้อย แล้วเลือกกลุ่มผลผลิตที่ได้มากกว่า 75 % ของผลผลิตสูงสุด และจัดการข้อมูลด้วยเทคนิค decision tree model ช่วยวิเคราะห์ เพื่อหาปัจจัยการจัดการที่สำคัญพบว่า ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และ กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี มีผลผลิตที่ ความชื้น 15 % สูงสุดที่ควรจะได้คือ 1,638 1,801 และ 1,324 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มีเงื่อนไขที่ สามารถให้ผลผลิตอยู่ในกลุ่มผลผลิตที่ได้มากกว่าร้อยละ 75 ของผลผลิตสูงสุดมีจำนวน 120 106 และ 109 เงื่อนไข ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หาปัจจัยจัดการที่สำคัญที่มีผลต่อผลผลิต พบว่า ทั้ง 3 พื้นที่ การใช้ปุ๋ยเคมีในไตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาเป็นวันเพาะปลูก และ จำนวนประชากรต่อไร่ โดยมีช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเพาะปลูกคือเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม และ จำนวนประชากรที่เหมาะสมคือ 10,666 ถึง 14,222 ต้นต่อไร่ (Figure 2,3,4)

เมื่อพิจารณาถึงการจัดการที่สะดวก ง่ายต่อการเข้าถึงเทคโนโลยีของเกษตรกร และคุ้มค่าต่อ การลงทุนพบว่า เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่และชุมชน มีความสะดวกต่อการจัดการ พบว่า

การใช้พันธุ์การค้าที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเพาะปลูกคือเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม และจำนวนประชากรที่เหมาะสมคือ 10,666 ถึง 14,222 ต้นต่อไร่ ดังนั้นจึงได้กำหนดเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี

3. ผลการทดสอบเทคโนโลยี

3.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนปลูกของเกษตรกร 10 รายในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และ กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.46-5.72 5.44-7.70 และ 5.05-6.94 ตามลำดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 1.04-1.90 1.41-5.54 และ 0.90-1.66 % ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14-69 14-95 และ 77-124 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 52-213 66-890 และ 23-69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1)

ผลการวิเคราะห์ดินทั้ง 3 พื้นที่ พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงมีผลต่อปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกัน เกษตรกรบางรายจึงต้องมีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงไปดินเพิ่มเติมเพื่อให้ดินมีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของจังหวัดนครสวรรค์พบว่าเป็นกรดอยู่ในเกณฑ์สูง จึงต้องมีการปรับปรุงดินด้วยปูนเพื่อลดความเป็นกรดในดินลง

3.2 ผลการทดสอบเทคโนโลยี

3.2.1 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ความชื้น 15 % ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูกาลผลิต 2565/2566 และ 2566/2567 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,372 และ 1,196 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 20.88 และ 16.34 % ตามลำดับ เมื่อนำผลผลิตมาเฉลี่ยทั้ง 2 ฤดูกาลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,284 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 18.72 % (Table 2)

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 % ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท ฤดูกาลผลิต 2565/2566 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,453 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 13.07 % ฤดูกาลผลิต 2566/2567 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 2,016 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีเกษตรกรมีผลผลิตเฉลี่ย 1,804 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อนำผลผลิตมาเฉลี่ยทั้ง 2 ฤดูกาลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,735 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 12.30 % (Table 2)

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 % ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี ฤดูกาลผลิต 2565/2566 และ 2566/2567 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,493 และ 1,566 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 16.82 และ 14.57 % ตามลำดับ เมื่อนำผลผลิตมาเฉลี่ยทั้ง 2 ฤดูกาลผลิต พบว่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเฉลี่ย 1,529 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 15.66 % (Table 2)

จากผลการทดสอบเทคโนโลยีจะเห็นได้ว่าการใช้เทคโนโลยีที่ได้จากแบบจำลองพืชนั้นสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี ได้ถึง 18.72 12.30 และ 15.66 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รับปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต รวมถึงมีการวางแผนการปลูกให้อยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสมคืออยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ความชื้นในดินจึงอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากอยู่ในช่วงหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวได้ไม่นาน และยังเป็นช่วงที่หลีกเลี่ยงอุณหภูมิของอากาศที่ร้อนในระยะการออกดอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการติดฝักและติดเมล็ดได้สมบูรณ์ และมีการใช้จำนวนประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมต่อพื้นที่ โดยมีการใช้จำนวนประชากรของข้าวโพดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12,690 ถึง 12,870 ต้นต่อไร่

3.2.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ เฉลี่ยระหว่างฤดูกาลผลิต 2565/2566 และ 2566/2567 พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิต 5,046 บาทต่อไร่ น้อยกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 5.97 % รายได้ของกรรมวิธีทดสอบ 13,824 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 19.87 % รายได้สุทธิของกรรมวิธีทดสอบ 8,779 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 42.34 % และกรรมวิธีทดสอบมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.74 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.16 (Table 3)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท เฉลี่ยระหว่างฤดูกาลผลิต 2565/2566 และ 2566/2567 พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิต 5,450 บาทต่อไร่ น้อยกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 15.46 % รายได้ของกรรมวิธีทดสอบ 14,040 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 4.28 % รายได้สุทธิของกรรมวิธีทดสอบ 8,590 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 22.42 % และกรรมวิธีทดสอบมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.58 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.09 (Table 4)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี เฉลี่ยระหว่างฤดูกาลผลิต 2565/2566 และ 2566/2567 พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิต 5,863 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 4.06 % รายได้ของกรรมวิธีทดสอบ 15,057 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 416.07 % รายได้สุทธิของกรรมวิธีทดสอบ 9,194 บาทต่อไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร 25.30 % และกรรมวิธีทดสอบมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.58 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน 2.31 (Table 5)

จากการนำเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้จากแบบจำลองไปทดสอบกับเกษตรกร พบว่าการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ได้จากแบบจำลองพืช สามารถนำมาใช้ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี ได้อย่างเหมาะสม คุ่มค่า และเกิดประโยชน์ ตลอดจนสามารถเพิ่มผลผลิต และรายได้สุทธิให้เกษตรกรในพื้นที่ได้ และการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเทคโนโลยีการผลิตด้วยแบบจำลองพืชนั้นมีความแม่นยำ ซึ่งสามารถนำมาเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boote *et al.* (2013) ที่กล่าวว่าแบบจำลองพืชช่วยลดระยะเวลาการดำเนินงานของนักวิจัย นักวิชาการ และสามารถวิเคราะห์เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมได้ทันต่อสถานการณ์ของการสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

4. ผลการขยายผลเทคโนโลยี

ได้ทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 6 แปลง ๆ ละ 5 ไร่ รวมพื้นที่ 30 ไร่ ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี จากนั้นได้ดำเนินการจัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ฤดูแล้ง) จำนวน 3 ครั้ง ณ จังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท และอุทัยธานี เกษตรกรมีความพึงพอใจในเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งในระดับมากที่สุด มาก และปานกลาง เฉลี่ยร้อยละ 62.35 29.41 และ 8.23 ตามลำดับ จากผลการประเมินชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรมีความพอใจในระดับมากที่สุด และมีการขยายผลเทคโนโลยีไปสู่เกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี และอำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท รวมทั้งหมด 125 ราย พื้นที่ 2,500 ไร่ มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1,496 บาทต่อไร่ เพิ่มขึ้น 25.20 % คิดเป็นมูลค่ารายได้สุทธิในพื้นที่เพิ่มขึ้น 3.74 ล้านบาทต่อปี

สรุปผลการทดลอง

การใช้แบบจำลองพืชสามารถกำหนดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งที่เหมาะสมกับพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และกลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานีคือการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เพาะปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ใช้จำนวนประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 10,666 ถึง 14,222 ต้นต่อไร่ โดยเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้พัฒนามาจากแบบจำลองพืชสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนี้

1. ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งที่ความชื้น 15 % ในกลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และ กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี มีผลผลิต 1,287 1,735 และ 1,322 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เพิ่มขึ้น 18.72 12.30 และ 15.66 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกร

2. รายได้สุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูแล้งในกลุ่มชุดดินที่ 4 จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มชุดดินที่ 7 จังหวัดชัยนาท และ กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี มีรายได้สุทธิ 8,797 8,590 และ 9,194 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เพิ่มขึ้น 42.34 22.42 25.30 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกร

การนำไปใช้ประโยชน์

แบบจำลองพืชสามารถทำการทดลองแบบเสมือนจริง ช่วยให้นักวิจัยสามารถทดลองวิจัยพืชต่างโดยไม่ต้องปลูกจริง เช่น ทดลองพันธุ์ข้าวโพด วิธีการให้น้ำและปุ๋ย โดยเปรียบเทียบการปลูกในหลายพื้นที่หรือสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถลดงบประมาณ และลดระยะเวลาในงานวิจัยลงได้ แต่ต้องมีข้อมูลการนำเข้าแบบจำลองที่ถูกต้อง

สำหรับโครงการนี้ได้นำค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมนำไปใช้กับแบบจำลองพืชเพื่อจำลองสถานการณ์การผลิตหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ จนได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่และนำไปแนะนำให้กับเกษตรกรในกลุ่มสมาชิกแปลงใหญ่ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท และอุทัยธานี รวมถึงการประชาสัมพันธ์ให้กลุ่มเกษตรกร หรือผู้สนใจให้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. 2562. การจัดการความรู้เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
หลังนาในเขตพื้นที่ภาคกลาง. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.
67 หน้า
- Boote, K.J., J.W. Jones, J. W. White, S. Asseng, and J. I. Lizaso. 2013. Putting mechanisms
into crop production models. *Plant, Cell and Environment* (2013) 36, 1658–
1672.
- Hoogenboom G., J.W. Jones, P.W. Wiken, C.H. Porter, K.J. Boote, L.A. Hunt, U. Singh, J.L.
Lizaso, J.W. White, O. Uryasev, F.S. Royce, R. Ogoshi, A.J. Gijsman, and G.Y. Tsuji.
2011. Decision Support System for Agrotechnology Transfer. Version 4.5 [CD-
ROM] University of Hawaii, Honolulu, HI.
- Jamieson P.D., J.R. Porter and D.R. Wilson. 1991. A test of the computer simulation
model ARC-WHEAT1 on wheat crops grown in New Zealand. *Field Crops
Research* 27:337–350.
- Limjirakan, S., and A. Limsakul. 2012. Observed trends in surface air temperatures and
their extremes in Thailand from 1970 to 2009. *Journal of the Meteorological
Society of Japan. Ser. II*, 90(5): 647–662
- Mohammed, A.H., Yimer, B. Gessese, and E. Feleke. 2022. Predicting Maize (*Zea mays*)
productivity under projected climate change with management options in
Amhara region, Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators* 15 :100185.

Table 1 Chemical properties of soil before testing of farm farmer in soil group 4 7 and
22 at Nakhon Sawan, Chainat and Uthaitani province during 2022-2024

Famer	Nakhon Sawan				Chainat				Uthaitani			
	PH (1:1)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	PH (1:1)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	PH (1:1)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K mg/kg)
1	5.06	1.33	34	83	5.89	1.85	38	159	6.42	1.11	112	38
2	4.46	1.42	14	108	6.74	1.74	95	130	6.88	1.46	84	64
3	5.42	1.44	59	71	6.05	1.56	49	160	6.3	1.46	87	63
4	5.76	1.38	30	59	5.44	5.54	60	214	6.44	1.28	113	69
5	5.50	1.18	69	39	5.66	2.35	14	66	6.27	1.66	111	29
6	5.16	1.37	42	70	7.17	1.79	27	251	5.05	1.18	77	67
7	5.49	1.88	56	123	7.70	3.51	38	340	5.21	1.02	83	47
8	5.72	1.04	26	52	7.15	3.64	46	320	6.94	1.38	115	77
9	5.46	1.90	46	213	6.81	1.71	29	890	5.59	1.38	78	23
10	5.67	1.37	28	107	5.46	1.41	62	139	6.25	0.90	124	47

Table 2 Yields of maize in the test plots for maize production technology in the soil series group 4 7 and 22 Nakhon Sawan Chainat and Uthaitani province during 2022-2024

Year	Farmer	Yield (kg/rai)					
		Nakhon Sawan		Chainat		Uthaitani	
		DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer
2022/2023	1	1,370	998	1,600	1,440	1,441	1,210
	2	1,390	1,082	1,440	1,280	1,598	1,428
	3	1,365	1,044	1,580	1,220	1,423	1,224
	4	1,462	1,215	1,480	1,240	1,503	1,413
	5	1,390	1,167	1,620	1,580	1,389	1,178
	6	1,329	1,201	1,680	1,520	1,788	1,667
	7	1,327	1,161	1,350	1,120	977	633
	8	1,372	1,160	1,150	1,100	1,627	1,426
	9	1,356	1,054	1,230	1,110	1,665	1,576
	10	1,358	1,075	1,400	1,240	1,516	1,023
Average		1,372	1,116	1,453	1,285	1,493	1,278
Different (%)		20.88		13.07		16.82	
T-test		**		**		**	
2023/2024	1	1,224	694	2,400	1,780	1,395	971
	2	1,101	933	2,160	1,912	1,424	1,352
	3	1,101	1,002	2,080	1,800	1,686	1,610
	4	1,430	1,278	2,240	1,320	1,482	1,319
	5	1,294	1,150	1,800	1,744	1,554	1,455
	6	1,107	946	2,080	2,080	1,606	1,590
	7	1,749	1,306	2,080	1,980	1,476	1,240
	8	921	996	1,600	1,512	1,893	1,734
	9	1,067	1,041	1,840	1,976	1,590	1,204
	10	966	934	1,880	1,936	1,550	1,190
Average		1,196	1,028	2,016	1,804	1,566	1,367
Different (%)		16.34		11.75		14.57	
T-test		**		ns		**	
Average	1	1,297	846	2,000	1,610	1,418	1,091
	2	1,246	1,008	1,800	1,596	1,511	1,390
	3	1,233	1,023	1,830	1,510	1,555	1,417
	4	1,446	1,247	1,860	1,280	1,493	1,366
	5	1,342	1,159	1,710	1,662	1,472	1,317
	6	1,218	1,074	1,880	1,800	1,697	1,629
	7	1,538	1,234	1,715	1,550	1,227	937
	8	1,147	1,078	1,375	1,306	1,760	1,580
	9	1,212	1,048	1,535	1,543	1,628	1,390
	10	1,162	1,005	1,640	1,588	1,533	1,107
Average		1,284	1,072	1,735	1,545	1,529	1,322
Different (%)		18.72		12.30		15.66	
T-test		**		*		**	

ns : not significant * : significant at 5% level probability ** : significant at 1% level probability

Table 3 Net income and Benefit costs ratio (BCR) of maize in the test plots for maize the soil series group 4 Nakhon Sawan province during 2022-2024

Year	Detail	Cost (Bath/rai)		Income (Bath/rai)		Profit (Bath/rai)		BCR	
		DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer
2022/2023	Average 10 farmers	5,583	5,955	15,091	12,273	9,508	6,318	2.71	2.06
	Different (%)	6.25		22.96		50.50		31.17	
	T-test	*		ns		**			
2023/2024	Average 10 farmers	4,509	4,777	12,558	10,794	8,049	6,017	2.78	2.26
	Different (%)	5.62		16.34		33.78		22.98	
	T-test	*		**		**			
Average	Average 10 farmers	5,046	5,366	13,824	11,533	8,779	6,167	2.74	2.16
	Different (%)	-5.97		19.87		42.34		26.88	
	T-test	*		**		**			

ns : not significant; * : significant at 5% level probability; ** : significant at 1% level probability

Table 4 Net income and Benefit costs ratio (BCR) of maize in the test plots for maize the soil series group 7 Chainat province during 2022-2024

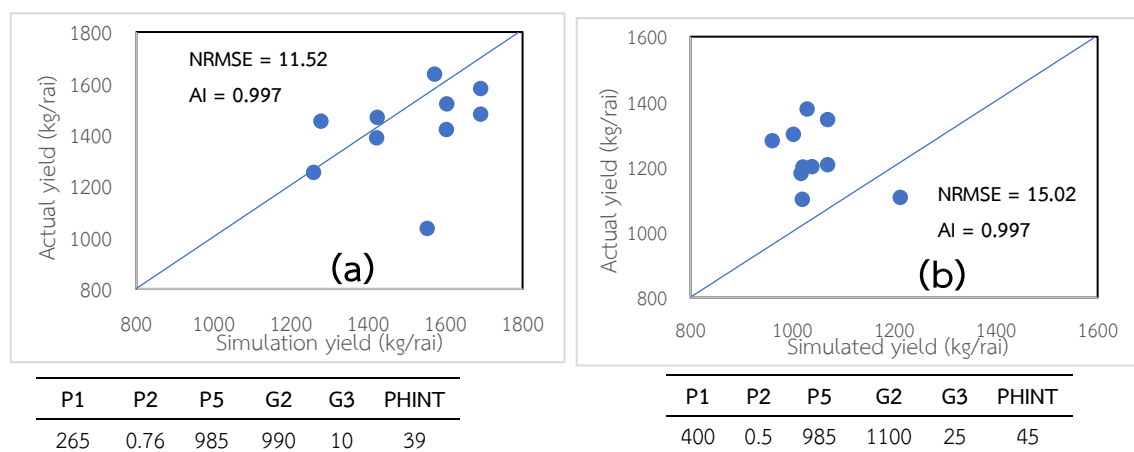
Year	Detail	Cost (Bath/rai)		Income (Bath/rai)		Profit (Bath/rai)		BCR	
		DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer
2022/2023	Average 10 farmers	5,316	6,272	13,598	12,897	8,282	6,626	2.57	2.06
	Different (%)	-15.24		5.43		24.99		24.69	
	T-test	**		**		**		**	
2023/2024	Average 10 farmers	5,583	6,620	14,482	14,029	8,899	7,409	2.60	2.12
	Different (%)	-15.66		3.23		20.11		22.33	
	T-test	**		ns		*		**	
Average	Average 10 farmers	5,450	6,446	14,040	13,463	8,590	7,017	2.58	2.09
	Different (%)	-15.46		4.28		22.42		23.49	
	T-test	**		*		**		**	

ns : not significant; * : significant at 5% level probability; ** : significant at 1% level probability

Table 5 Net income and Benefit costs ratio (BCR) of maize in the test plots for maize the soil series group 22 Uthaitani province during 2022-2024

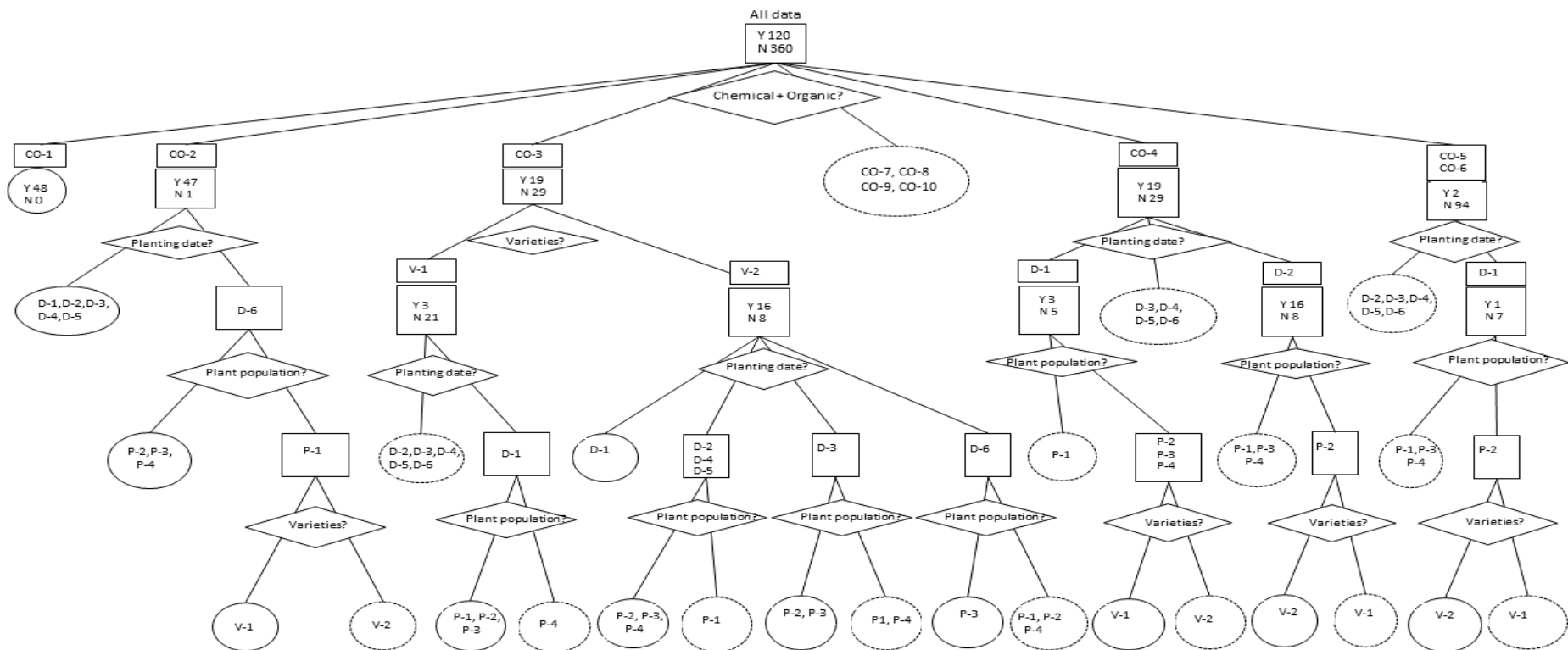
Year	Detail	Cost (Bath/rai)		Income (Bath/rai)		Profit (Bath/rai)		BCR	
		DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer
2022/2023	Average 10 farmers	6,267	5,849	16,428	13,936	10,161	8,087	2.66	2.41
	Different (%)	7.15		17.88		25.64		10.54	
	T-test	ns		**		**		*	
2023/2024	Average 10 farmers	5,460	5,421	13,687	12,009	8,227	6,589	2.51	2.22
	Different (%)	0.72		13.97		24.87		13.17	
	T-test	ns		**		**		**	
Average	Average 10 farmers	5,863	5,635	15,057	12,972	9,194	7,338	2.58	2.31
	Different (%)	4.06		16.07		25.30		11.80	
	T-test	ns		**		**		**	

ns : not significant; * : significant at 5% level probability; ** : significant at 1% level probability



- P1 = Thermal time from seedling emergence to the end of the juvenile phase (expressed in degree days above a base temperature of 8 deg. C) during which the plant is not responsive to changes in photoperiod.
- P2 = Extent to which development (expressed as days) is delayed for each hour increase in photoperiod above the longest photoperiod at which development proceeds at a maximum rate (which is considered to be 12.5 hours).
- P5 = Thermal time from silking to physiological maturity (expressed in degree days above a base temperature of 8 deg.C).
- G2 = Maximum possible number of kernels on topmost ear.
- G3 = Kernel filling rate during the linear grain filling stage and under optimum conditions (mg/day).
- PHINT= Phylchron interval; the interval in thermal time (degree days) between successive leaf tip appearances.

Figure 1 Comparison between actual yield and simulated yield of Pacific 789 varieties (a) and DKALB 9898 C varieties. (b)



D1= Planting date 1-14 Oct.
D2= Planting date 15-30 Oct.
D3= Planting date 1-14 Nov.
D4= Planting date 15-30 Nov.
D5= Planting date 1-14 Dec.
D6= Planting date 15-30 Dec.

CO1= Chemical N 150 %
CO2= Chemical N 125 %
CO3= Chemical N 100 %
CO4= Chemical N 87.5 % + Organic N 12.5 %
CO5= Chemical N 75 %
CO6= Chemical N 75 % + Organic N 25 %
CO7= Chemical N 50 %
CO8= Chemical N 50 % + Organic N 50 %
CO9= Chemical N 25 % + Organic N 75 %
CO10= Chemical N 12.5 % + Organic N 87.5 %

P1= Plant population 8,533 plant/rai
P2= Plant population 10,666 plant/rai
P3= Plant population 14,222 plant/rai
P4= Plant population 21,333 plant/rai

V1= Varieties DK 9898C
V2= Varieties Pacific 789

Figure 2 Results of data analysis for appropriate management of maize production in soil group 4 Nakhon Sawan province using the decision tree model technique.

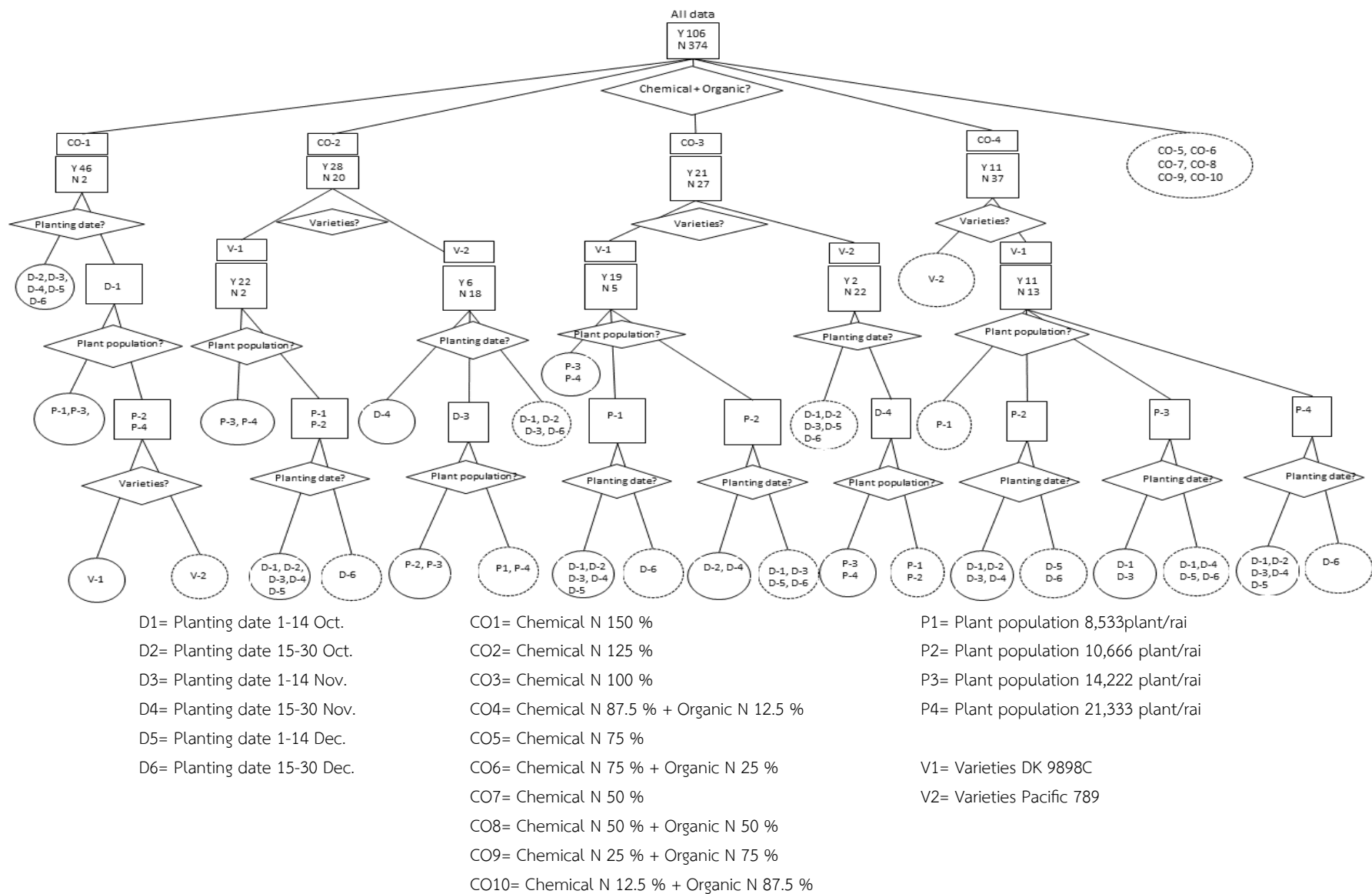


Figure 3 Results of data analysis for appropriate management of maize production in soil group 7 Chainat province using the decision tree model technique.

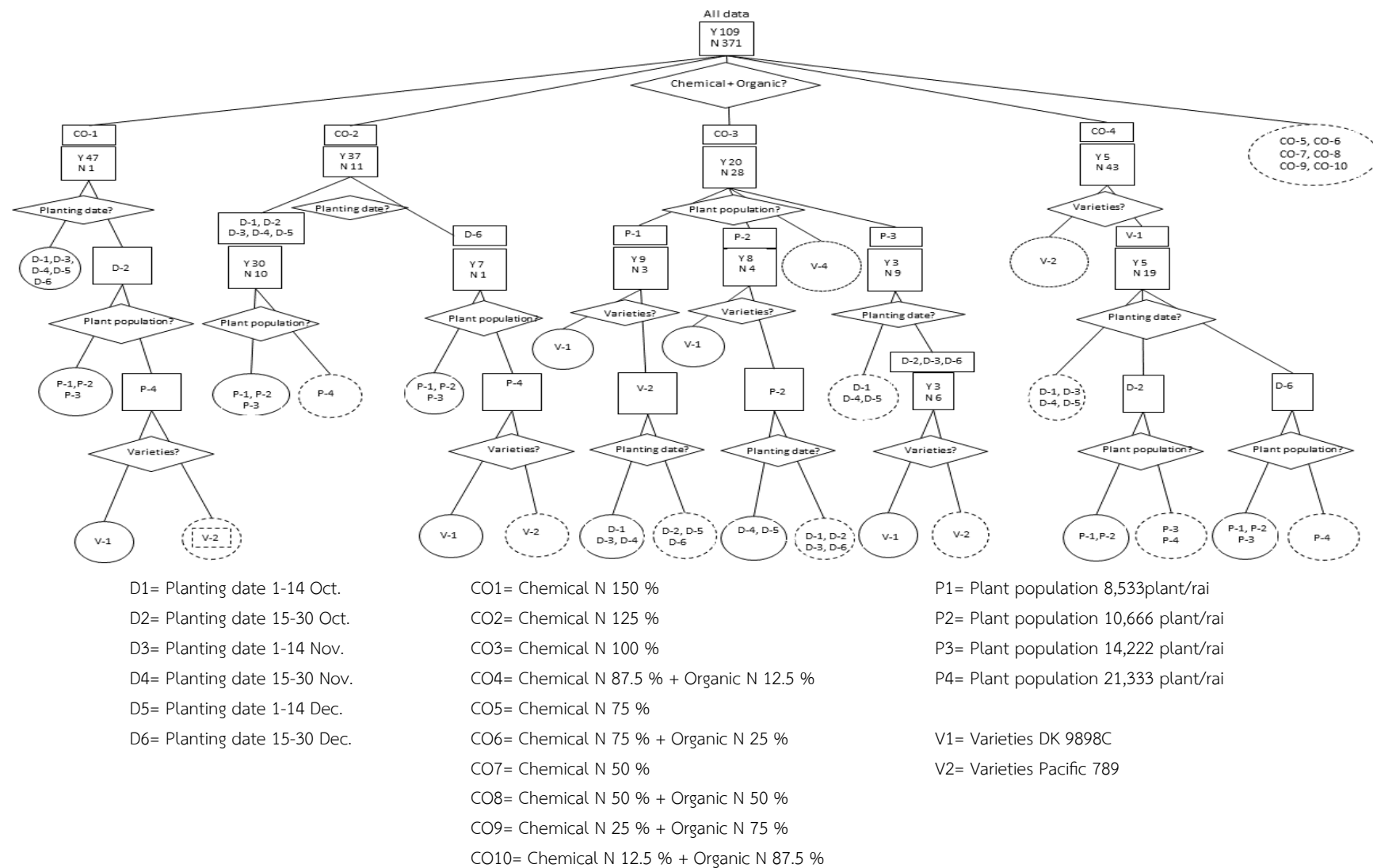


Figure 4 Results of data analysis for appropriate management of maize production in soil group 22 Uthaitani province using the decision tree model technique