ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อิทธิพลจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด และคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่

Effects of Burning on Maize Production Systems and Soil Carbon on Upland in Chiang Mai Province

โดย

นางสาววิชิตา อินทรศรี
นางสาวสมจินต์ วานิชเสถียร
นายพงศ์ธร เพียรพิทักษ์
นายณรงค์เดช ฮองกูล
นายธนัญชย์ ดำขำ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-18-18-020104-009-108-04-13
กลุ่มวิจัยและพัฒนาการบรรเทาภาวะโลกร้อนทางการเกษตร
กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กรกฎาคม 2564

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

แบบ วจ.3

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-18-18-020104-009-108-04-13

ชื่อโครงการวิจัย อิทธิพลจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด และคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่

ชื่อผู้รับผิดชอบ นางสาววิชิตา อินทรศรี

หน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ที่ปรึกษาโครงการ นายยุทธศาสตร์ อนุรักติพันธุ์ **หน่วยงาน** กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ผู้ร่วมดำเนินการ นางสาวสมจินต์ วานิชเสถียร นายพงศ์ธร เพียรพิทักษ์ นายณรงค์เดช ฮองกูล และ นายธนัชย์ ดำขำ

หน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

เริ่มต้น เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560 **สิ้นสุด** เดือน กันยายน พ.ศ. 2563

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี

สถานที่ดำเนินการ	พิกัด	ชุดดิน	กลุ่มชุดดิน	ชนิดดิน
จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่แจ่ม ตำบลกองแขก	X 436731 Y 2038154	ดินตะกอนลำน้ำเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำดี (AC-wd: Alluvial Complex, well drained)	60	ดินร่วน

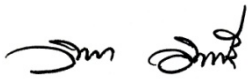
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2561	-	390,000	390,000
2562		194,513	194,513
2563		195,063	195,063
รวม		**779,576**	**779,576**

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบประมาณปกติ

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ลงชื่อ 

(นางสาววิชิตา อินทรศรี)

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ

(นายประเสริฐ เทพนรประไพ)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วันที่ 30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-18-18-020104-009-108-04-13

ชื่อโครงการวิจัย อิทธิพลจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด และคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่
Effects of Burning on Maize Production Systems and Soil Carbon on Upland in Chiang Mai Province

กลุ่มชุดดินที่ 60 **ชุดดิน** ดินตะกอนลำน้ำเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำดี (AC-wd: Alluvial Complex, well drained)

สถานที่ดำเนินการ ตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ผู้ร่วมดำเนินการ

นางสาวสมจินต์	วานิชเสถียร	Somjin	Wanichsathian
นายพงศ์ธร	เพียรพิทักษ์	Phongthorn	Phianphitak
นายณรงค์เดช	ฮองกูล	Narongdech	Hongkul
นายธนัญชย์	ดำขำ	Thanun	Dumkhum

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด และคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด สมบัติดินบางประการและคาร์บอนในดิน รวมทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่เกษตรกร ตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง ดังนี้ T1 แปลงควบคุม ไม่เผาตอซังและไม่ไถพรวน T2 เผาตอซัง ไถพรวนและใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร T3 ไม่เผาตอซัง ไม่ไถพรวน และใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร T4 ไม่เผาตอซัง ไถพรวนและใส่ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร T5 ไม่เผาตอซัง ไถพรวน และใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ T6 ไม่เผาตอซัง-ไถพรวนและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ T7 ไม่เผาตอซัง-ไถพรวน และใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM ร่วมกับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และ T8 ไม่เผาตอซัง-ไถพรวนและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM ผลการศึกษาด้านสมบัติดิน พบว่า T5 มีแนวโน้มทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ดินมีความเป็นกรดด่าง 6.87 อยู่ในระดับที่เป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณคาร์บอนในดิน มีค่าเฉลี่ย 2.44 และ 2.32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน มีค่าเฉลี่ย 91.33 และ 434 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยลดลงจากก่อนดำเนินการ เนื่องจากเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมอาหารในเมล็ด ส่วนปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมเฉลี่ย 1,977.67 และ 209.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ด้านการเจริญเติบโตของข้าวโพดในฤดูปลูกที่ 1 พบว่า ต้นข้าวโพดในตำรับ T6 เจริญเติบโตดีที่สุด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก มีความสูงเฉลี่ย 276.87 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และให้ผลตอบแทนสูงที่สุด 9,567.90 บาทต่อไร่ ในฤดูปลูกที่ 2 พบว่า ตำรับ T5 ให้ผลผลิตสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย 1,414.45 กิโลกรัมต่อไร่ และผลตอบแทนสูงที่สุด 7,836.16 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้น การจัดการดินโดยการไถพรวนและการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ตามตำรับ T6 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ นอกจากนี้การศึกษาธาตุอาหารในต้นข้าวโพด ส่วนเหนือดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 34.52 0.97 0.05 1.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของราก มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 18.46 0.61 0.04 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณมวลชีวภาพข้าวโพด พบว่า มีค่าเฉลี่ย 517.33-954.67 ตันต่อไร่ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีการจัดการเศษซากพืชก่อนปลูกด้วยการไถกลบลงดิน โดยไม่เผาตอซังจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ในระยะยาว

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Abstract

The study of the effects of burning on maize production systems and soil carbon on upland in Chiang Mai Province. The objective of this study was to study the effects of incineration on the maize planting system. Some soil properties and soil carbon including the economic return of maize in the farmer area, Kong Khaek subdistrict, Mae Chaem District, Chiang Mai Province. The experimental design was of randomized complete block design (RCBD) with 3 replications, consisting of 8 treatments as follows; T1: control (no stubble burning and no-tillage), T2: stubble burning-tillage, and the farmer's method, T3: no stubble burning- no-tillage and the farmer's method, T4: no stubble burning-tillage and the farmer's method, T5: no stubble burning- tilling and the Thai fertility soil management method (TSFM) with organic fertilizer at the rate of 2 tons per rai, T6: no stubble burning - tillage and the TSFM method with the organic fertilizer at the rate of 4 tons per rai, T7: no stubble burning-tillage and the TSFM method with soil analysis, and T8: no stubble burning - tillage and the TSFM method. The soil properties, pH of 6.87 at a neutral level, organic matter content and soil carbon content were 2.44 and 2.32%, and potassium in the soil was 91.33 and 434 mg/kg, respectively, decreased from before the cultivation. Because it is the main nutrient that plants use for growth and food storage in the seeds. As for the average calcium and magnesium content of 1977.67 and 209.33 mg/kg, respectively, for the growth of maize in the 1st cropping season, it was found that the maize plants in the T6 regimen had the highest growth at the age of 60 days after planting with an average height of 276.87 cm. as high as 1600 kg/rai. It was statistically different from other methods ($p<0.05$) and yielded the highest yield of 9,567.90 baht/rai in the 2nd cropping season and the highest yield was 7,836.16 baht/rai. No statistical difference was found ($p>0.05$). Therefore, soil management by tillage and apply the chemical fertilizers corporate with organic fertilizers according to the T6 formulation were suitable methods to increase maize yield. In addition, the study of nutrients in corn plants above the soil, the average organic carbon, nitrogen, phosphorus and potassium were 34.52, 0.97, 0.05, 1.67 %, and the roots had 18.46, 0.61, 0.04 and 0.90 % of the average organic carbon, nitrogen, phosphorus and potassium, respectively. The maize biomass was 517.33-954.67 tons per rai. The study showed the management of crop residues before cultivation by tillage into the soil without burning stubble will increase nutrients and increase soil fertility in the long term.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยประสบปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร และหมอกควันข้ามแดนโดยเฉพาะพื้นที่เกษตรภาคเหนือของประเทศ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศเกินมาตรฐาน อยู่ในระดับที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั่วไป การขนส่งทางอากาศ การท่องเที่ยว และเศรษฐกิจ สาเหตุสำคัญของการเผาเศษวัสดุในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อปลูกข้าว ข้าวโพด และอ้อย เพื่อเตรียมแปลงปลูกพืชในฤดูถัดไป การเผาและบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อปลูกพืชโดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อีกเหตุผลหนึ่งของการที่เกษตรกรเลือกใช้วิธีการกำจัดเศษวัสดุโดยวิธีการเผา เนื่องจากการไถเตรียมพื้นที่ปลูกด้วยรถแทรกเตอร์นั้น มีค่าใช้จ่ายสูง ผลกระทบที่ตามมาเป็นการสร้างก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศของโลก สร้างมลพิษทางอากาศนำไปสู่ภาวะโลกร้อน ทำให้พื้นที่เสื่อมโทรม ดินสูญเสียอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดิน ทำลายโครงสร้างดินที่เหมาะสม ทำลายห่วงโซ่อาหาร เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สร้างรายได้ให้กับประเทศจากการส่งออก ในปี 2559 มีมูลค่า 4,855.34 ล้านบาท ผู้เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 382,014 ครัวเรือน พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาพรวม 4.39 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 4.39 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 676 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตส่วนใหญ่นำไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ และมีความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศอย่างต่อเนื่อง จากการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) นอกจากนี้การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรประสบปัญหาด้านต้นทุนการผลิตสูงและมีความแปรปรวน ในปี 2559 ต้นทุนการผลิต 6,640 บาทต่อตัน เกษตรกรยังขาดความรู้การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนปลูก การบริหารจัดการแปลงปลูกที่ดี เกษตรกรในพื้นที่มีการเผาตอซังข้าวโพด หลังจากเก็บเกี่ยว หรือก่อนปลูกในฤดูถัดไปเพื่อต้องการลดต้นทุนค่าแรงงานในการกำจัดตอซังและวัชพืช ทำให้เกิดหมอกควันและส่งผลกระทบต่อการคมนาคมขนส่ง การท่องเที่ยว และสุขภาพของประชาชนเป็นวงกว้าง อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรโดยตรง พื้นดินที่โล่งเตียนจากการเผาไร่ เสมือนว่าจะช่วยเกษตรกรลดต้นทุนในการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกไปได้มากและรวดเร็ว แต่ความร้อนจากการเผาทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน และอินทรียวัตถุบริเวณหน้าดินถูกทำลาย หน้าดินถูกชะล้างโดยลมและฝนทุกปี กลับทำให้เกษตรกรมีต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากต้องซื้อปุ๋ยเคมีมาใส่เป็นจำนวนมากเพื่อเพิ่มผลผลิต จากการศึกษาของทัศนีย์ และคณะ, 2554 รายงานว่าเกษตรกรร้อยละ 64.9 ใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพดเฉลี่ย 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรร้อยละ 54.4 ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ย 16-20-0 ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 และร้อยละ 33.3 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 เพียงครั้งเดียว ในขณะที่ผลการสำรวจของ วีรชัย และคณะ (2552) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราเพียง 30-100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเพิ่มศักยภาพการผลิต แสดงให้เห็นถึงการจัดการปุ๋ยและธาตุอาหารไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับลักษณะดินหรือชนิดของดิน โดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารเดิมที่มีอยู่ในดิน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552) ร่วมกับการจัดการดินและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตและลดการนำเข้าปุ๋ยเคมี โดยเน้นความประหยัดและลดผลกระทบจากการเผาตอซังข้าวโพดในพื้นที่

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีแนวคิดในการศึกษาผลของการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพดและคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาวิกฤตหมอกควัน จากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร ประกอบกับแนวคิดการบริหารจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยอย่างเหมาะสม จะสามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตพืช โดยปราศจากการเผาตอซังข้าวโพด ซึ่งนอกจากจะสามารถลดต้นทุนการผลิตแล้ว ยังช่วยลดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาสมบัติดินบางประการและคาร์บอนในดิน
3. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพด

กรอบแนวคิดงานวิจัย

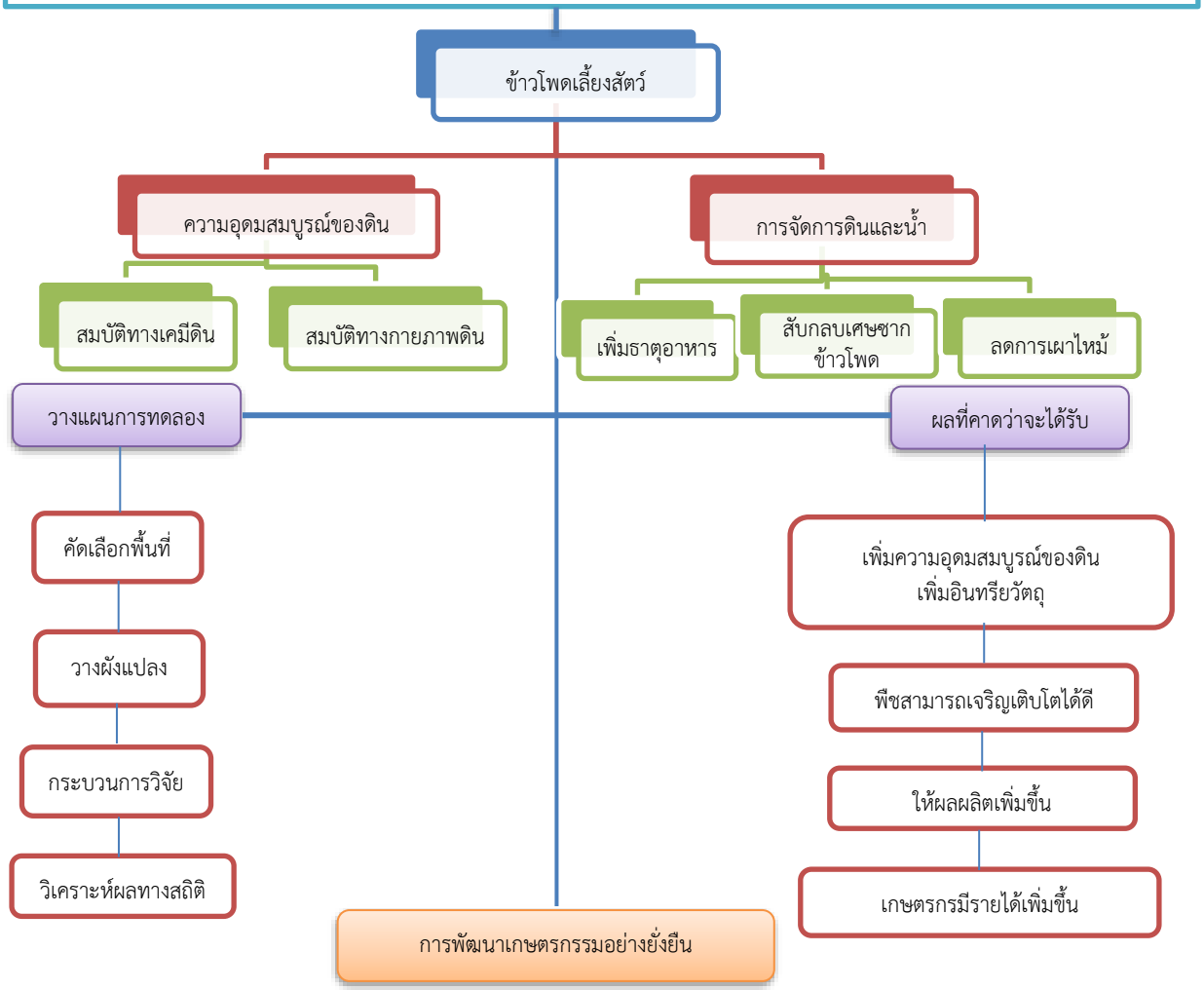
ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนที่มีต่อภาคเกษตร แม้ว่าอาจจะเกิดจากหลายองค์ประกอบ แต่ความแปรปรวนของอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต และท้ายที่สุดเกิดผลกระทบต่อรายได้เกษตรกร งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะให้เกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตและการตลาดภายใต้ความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเผาไหม้เศษวัสดุในพื้นที่เกษตรนอกจากจะก่อให้เกิดมลพิษหมอกควันยังส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศแปรปรวน การเผาไร่และป่าในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) สูงขึ้นในทุกอำเภอ เมื่อหันกลับมาดูภาคพื้นดินที่โล่งเตียนจากการเผาไร่และป่า เสมือนว่าจะช่วยเกษตรกรลดต้นทุนในการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกไปได้มาก แต่หน้าดินที่เสื่อมสภาพและถูกชะล้างจากน้ำฝนทุกปี กลับทำให้เกษตรกรมีต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้นจากการใช้ปุ๋ยและสารเคมี (สมเกียรติ,2558) ซึ่งสถานการณ์ราคาปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงขึ้น มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 10%-400% ในปุ๋ยเคมีบางสูตร การขับเคลื่อนนโยบายชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะในพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก 12 ชนิด เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยมีการทดสอบดินก่อนแล้วแนะนำว่าควรให้ใช้ปุ๋ยสูตรใด และดำเนินการให้คำแนะนำปุ๋ยเคมีพร้อมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่กันโดยผลผลิตจะมีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้นและการนำความรู้จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และความรู้ด้านธาตุอาหารพืชสามารถให้คำแนะนำปุ๋ยเคมีและการจัดการดินน้ำและพืชเศรษฐกิจได้อย่างเหมาะสม โดยองค์ความรู้ที่สามารถแสดงมาตรการในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสมและประหยัด การจัดการดิน น้ำ และพืช ดังกล่าวจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสม และลดต้นทุนการผลิตได้ โดยมีกรอบแนวคิดงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1

สภาพปัญหา สาเหตุ และแนวทางในการศึกษา

<u>สภาพปัญหา</u>
ผลกระทบจากการเผาไร่
<u>ด้านทรัพยากรดิน</u>
-ดินเสื่อมสภาพ
-จุลินทรีย์ดินลดลง
<u>ด้านเศรษฐกิจ</u>
-ค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ย การปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น
-การท่องเที่ยวลดลง สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย
<u>ด้านสิ่งแวดล้อม</u>
-มลพิษทางอากาศ
-เกิดภาวะเรือนกระจก อุณหภูมิโลกสูงขึ้น
<u>ด้านสุขภาพ</u>
เสี่ยงต่อการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคผิวหนัง

<u>วิเคราะห์ปัญหา</u>
ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของการเผาข้าวโพด
-ต้องการกำจัดวัชพืช
-ต้องการประหยัดค่าแรงในการเตรียมพื้นที่
-ต้องการเพิ่มรายได้

<u>กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา</u>
ศึกษาผ่านกระบวนการวิจัย



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย

การตรวจเอกสาร

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีชื่อสามัญว่า Maize หรือ Corn และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Zea mays *L*. เป็นพืชที่อยู่ในตระกูลหญ้า (Family Gramineae) ซึ่งจัดอยู่ใน Tribe Maydeae ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชวันสั้นซึ่งมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบพืช C4 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจซึ่งปัจจุบันประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกเป็นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถปลูกได้ทั้งต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทย มีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 100 - 120 วัน การเก็บเกี่ยวควรเก็บเมื่อข้าวโพดแก่เต็มที่กาบหุ้มฝักแห้งใบแห้ง (เมล็ดควรมีความชื้นไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บเกี่ยว) ทำได้ทั้งใช้แรงงานคนหรือใช้เครื่องเก็บเกี่ยว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553)

1.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและความต้องการของพืช (Crop Requirement)

1) สภาพพื้นที่ ข้าวโพดจะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดอน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำดี สภาพดินไม่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไป สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมควรเป็นพื้นที่ดอนหรือที่ลุ่มไม่มีน้ำขัง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร และความลาดเอียงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

2) ลักษณะดิน ข้าวโพดสามารถขึ้นในดินเกือบทุกชนิดแต่จะให้ผลผลิตต่างกันในแต่ละชนิดดิน ลักษณะเนื้อดินควรเป็นดินร่วนถึงดินเหนียวที่ง่ายต่อการเตรียมดินและการเก็บกักความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพความลึกของหน้าดินประมาณ 60 เซนติเมตร สามารถปลูกได้ในดินที่มีสภาพเป็นกรดจัดถึงดินที่มีลักษณะเป็นด่างอ่อนๆ ถ้ามีการให้ธาตุอาหารเสริมอย่างเพียงพอและให้ผลผลิตที่ดีในช่วงที่มีสภาพ pH 6-7 ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพดควรมี pH ระหว่าง 5.5-8 และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมีอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์

3) สภาพภูมิอากาศ ข้าวโพดสามารถปลูกได้ผลดีที่สุดในเขตอบอุ่น (Temperate zone) คือระหว่างเส้นแวงที่ 30–40 เหนือและใต้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 25–35 องศาเซลเซียส ข้าวโพดสามารถทนอยู่ในช่วงสั้นๆ ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิมากกว่า 45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ปลูกข้าวโพดได้มีช่วงกว้างระหว่าง 10-40 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงปลูกข้าวโพดได้ตลอดปีและเกือบทุกภาคของประเทศไทย อุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ในการงอกของเมล็ดคือ 10 องศาเซลเซียสข้าวโพดเติบโตได้เมื่อความยาวแสงไม่ต่ำกว่า 10 ชั่วโมง และไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง

1.2 ฤดูปลูก ปลูกได้ทั้งต้นฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน และปลายฤดูฝนระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ปลูกในช่วงระยะเวลาใดเกษตรกรควรคำนึงถึงช่วงที่ข้าวโพดออกดอก ประมาณ 50 วันหลังปลูกต้องมีน้ำเพียงพอและช่วงเก็บเกี่ยวไม่ควรตรงกับช่วงฝนตกชุก

1.3 การปลูกและดูแลรักษา

1) การเตรียมดิน ควรมีการไถ 2 ครั้ง ระยะห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ ครั้งแรกไถดะหรือไถบุกเบิก (ผาล 3) ครั้งที่ 2 เป็นการไถพรวน (ผาล 7)

2) ระยะปลูกที่เหมาะสม ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระหว่างหลุม 20-25 เซนติเมตร หลุมละ 1 ต้น โดยใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 3 กิโลกรัมต่อไร่

3) การใส่ปุ๋ย ควรใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือใส่ปุ๋ย 1-2 ครั้ง ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดังนี้

(1) ดินเหนียวสีแดง ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมปลูก และเมื่อข้าวโพดมีอายุ ประมาณ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

(2) ดินเหนียวสีดำ ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 1 เดือน

(3) ดินทราย ดินร่วนทราย ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมปลูก และเมื่อข้าวโพดมีอายุ 20-25 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงบำรุงดินทุก ๆ 3-4 ปี โดยใส่อัตรา 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่

1.4 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 เดิมชื่อรหัส เอ็น เอส เอ็กซ์ 042029 เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยว เกิดจากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แท้พันธุ์ตากฟ้า 1 (พันธุ์แม่) และสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 3 (พันธุ์พ่อ) ซึ่งสร้างและพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์และดำเนินการประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิต ตลอดจนในไร่เกษตรกรจังหวัดต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 จนถึง พ.ศ. 2551

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,106 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 72 ร้อยละ 20 และนครสวรรค์ 2 ร้อยละ 4 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสมการค้า สามารถทนแล้งในระยะออกดอก มีความต้านทานโรคราน้ำค้าง ราสนิม และเก็บเกี่ยวด้วยมือได้ง่าย ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 3 แสดงดังตารางที่ 1

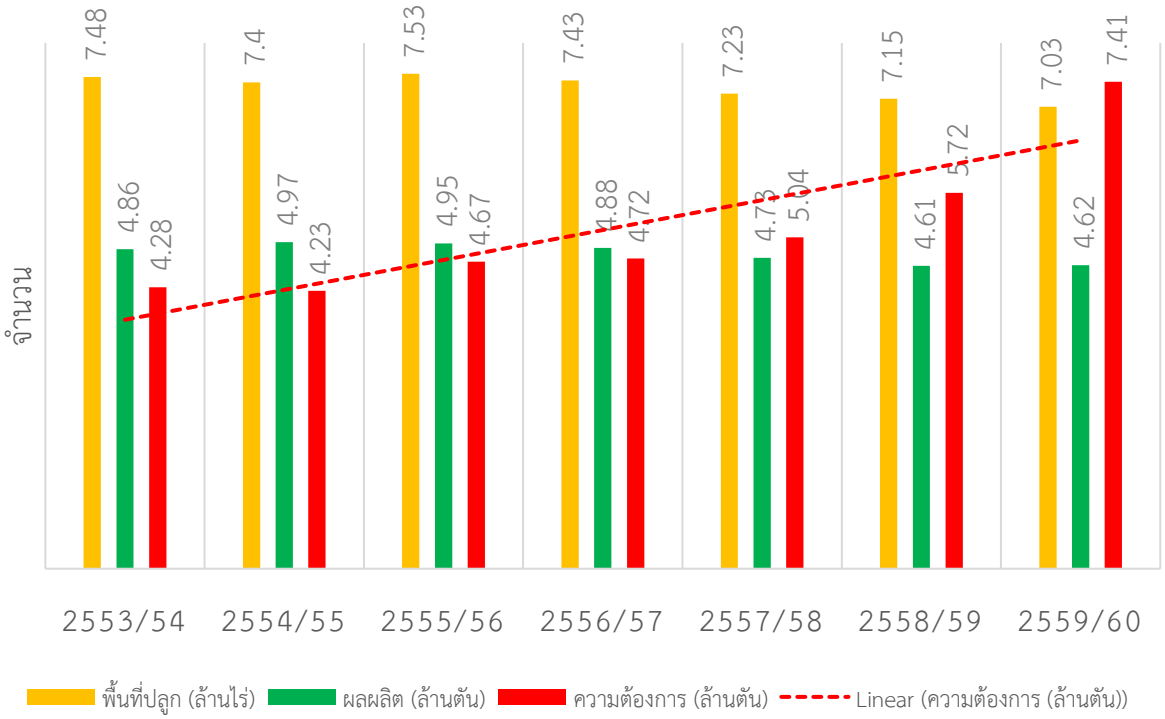
ตารางที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 3

ลักษณะ	นครสวรรค์ 3
• สีรากค้ำ	แดง
• สีของลำต้น	เขียว
• จำนวนใบทั้งหมด	23
• สีกาบดอกย่อย	ม่วง
• สีอับเรณู (อับสด)	ม่วง
• สีฐานดอกย่อย	เขียว
• ลักษณะช่อดอกตัวผู้	โค้งปานกลาง
• สีไหม	แดง
• ชนิดของเมล็ด	หัวแข็ง
• สีของเมล็ด	ส้มเหลือง
• สีซัง	ขาว
• ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) (ผลผลิตเมล็ดแห้งที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน เฉลี่ยจาก 43 แปลงทดลอง)	1,106
• ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) (ผลผลิตเมล็ดแห้งที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพขาดน้ำระยะออกไหม)	836
• อายุออกดอกตัวผู้ (วัน)	54
• อายุออกไหม (วัน)	55
• อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	110-115
• ความสูงฝัก (เซนติเมตร)	110
• ความสูงต้น (เซนติเมตร)	196
• โรคราน้ำค้าง	ต้านทาน
• โรคราสนิม	ต้านทานปานกลาง

ข้อควรระวังหรือข้อจำกัด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ไม่แนะนำให้เกษตรกรเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ปลูกในรุ่นต่อไป

2. สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยชนิดหนึ่ง ผลผลิตร้อยละ 95 ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์เพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกคิดเป็นมูลค่ารวมประมาณ 8 หมื่นล้านบาทต่อปี เกษตรกรผู้ผลิตประมาณ 404,941 ครัวเรือน สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ปี 2559/60 มีพื้นที่เพาะปลูก 7.03 ล้านไร่ ปลูกในพื้นที่เหมาะสมและถูกต้อง 3.30 ล้านไร่ ปลูกในพื้นที่ไม่เหมาะสม 0.70 ล้านไร่ ปลูกในพื้นที่ป่า 3.67 ล้านไร่ ผลผลิต 4.62 ล้านตัน เพิ่มขึ้น 0.01 ล้านตัน จากปีที่ผ่านมา และมีต้นทุนการผลิต 6.81 บาทต่อกิโลกรัม มีความต้องการใช้ในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2559/60 มีความต้องการใช้สูงถึง 7.41 ล้านตัน ขณะที่ผลิตได้เพียง 4.62 ล้านตัน ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงต้องนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากต่างประเทศ



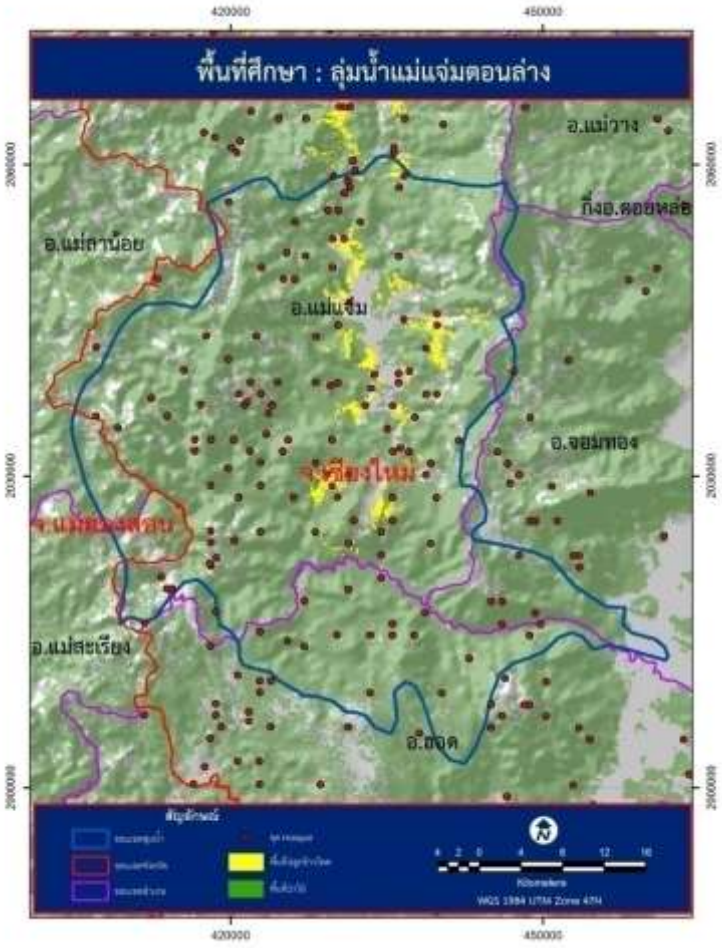
ภาพที่ 1 พื้นที่ปลูก ผลผลิต และความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2553-2560

จากข้อมูลปี 2559/60 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวม 7.03 ล้านไร่ เป็นพื้นที่บุกรุกป่า 3.67 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 52 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด ในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีเศษวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ เปลือก และซังข้าวโพด และส่วนอื่น ๆ ซึ่งไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่เกษตรกรจะปล่อยไว้และรอเผาทิ้งในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ของทุกปี ซึ่งก่อให้เกิดควันจากการเผาไหม้ทำลายชั้นบรรยากาศของโลก และสุขภาพประชาชนในชุมชนที่อาศัยในพื้นที่ และเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาหมอกควัน โดยเฉพาะทางภาคเหนือของไทย จากการประเมินพบว่า จะมีปริมาณซังข้าวโพดเหลือทิ้งจำนวน 1.2 ล้านตันต่อปี เปลือกข้าวโพดจำนวน 3.1 แสนตันต่อปี หรือคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิต (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2560)

3. สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

จากข้อมูลสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่พบว่า ช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ผืนป่าต้นน้ำแม่แจ่มถูกแปรสภาพเป็นพื้นที่ทำกินมากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะช่วงปี 2552 - 2554 และปี 2557 พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติแม่แจ่ม ถูกแปร

สภาพเป็นไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นจาก 86,304 ไร่ เป็น 105,465 ไร่ ในปี 2554 และเป็น 144,880.25 ไร่ ในปี 2556 โดยมีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในปีเดียวกันมากถึง 8,332 ราย ให้ผลผลิต 100,547 ตันต่อปี ปี 2557 ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตกต่ำ เกษตรกรบางส่วนหันมาปลูกพืชชนิดอื่นทดแทน (เช่น ยางพารา ฟักทอง หอมแดง และกะหล่ำปลี) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูฝนจึงลดลงเหลือ 118,719 ไร่ ให้ผลผลิต 83,103 ตันต่อปี มีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงเหลือจำนวน 7,427 ราย คิดเป็นร้อยละ 43.35 ของครัวเรือนทั้งหมด (17,131 ครัวเรือน) ซึ่งหมายความว่า พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ผกผันกับราคาในแต่ละปี หากปีไหนราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตกต่ำ ปีถัดมาพื้นที่ปลูกข้าวโพดก็จะลดลงตามไปด้วย แต่ถ้าปีไหนราคาดี ปีถัดมาพื้นที่ปลูกข้าวโพดก็จะเพิ่มขึ้นอีกเช่นกัน



ภาพที่ 3 แสดงจุดความร้อนจากการเผาไหม้ ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2558

จากข้อมูลส่วนควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพรรณพืช ระหว่างวันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 9 มีนาคม 2558 ตรวจพบจุดความร้อนจากการเผาไหม้ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม 319 จุด ดังภาพที่ 3 สูงกว่าอำเภออื่นในจังหวัดเชียงใหม่ จนทำให้เกิดมลพิษและปัญหาหมอกควัน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างรุนแรงและกว้างขวาง โดยเฉพาะในช่วงที่เกษตรกรเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมของทุกปี ในปี พ.ศ. 2559 จุดความร้อนสะสม ระหว่างวันที่ 1 มกราคม -31 พฤษภาคม 2559 (รายเดือน) รวม 27,702 จุด แยกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบจุดความร้อนส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่วนจุดความร้อนที่พบในพื้นที่เกษตรพบว่ามีจำนวน 6,050 จุด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจุดความร้อนสะสมแยกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2559

เดือน	การใช้ประโยชน์ที่ดิน						รวมทั้งหมด
	ป่าอนุรักษ์	ป่าสงวนแห่งชาติ	เขต สปก.	พื้นที่เกษตร	พื้นที่ริมทางหลวง	ชุมชนและอื่นๆ	
มกราคม	268	342	210	969	296	183	2,268
กุมภาพันธ์	1,096	1,028	497	2,006	660	536	5,823
มีนาคม	4,000	2,585	556	1,649	709	805	10,304
เมษายน	2,594	3,112	300	1,146	564	431	8,147
พฤษภาคม	234	327	68	280	150	101	1,160
รวมทั้งหมด	**8,192**	**7,394**	**1,631**	**6,050**	**2,379**	**2,056**	**27,702**

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559)

4. คาร์บอนในดิน

คาร์บอนในดินภายใต้ระบบนิเวศขึ้นอยู่กับความสมดุลของการใช้คาร์บอน โดยการสังเคราะห์แสง การใช้อินทรียวัตถุ และการสูญเสียคาร์บอนจากพืช สัตว์ และการย่อยสลาย การเผาไหม้ การเก็บเกี่ยว และการสูญเสียอื่นๆ ส่วนมากการใช้ระบบนิเวศโดยมนุษย์มักนำไปสู่การลดลงของปริมาณคาร์บอนเมื่อเทียบกับระบบที่ถูกรบกวนน้อย ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนทุ่งหญ้าและป่าไม้ไปทำการเกษตรมักทำให้สูญเสียคาร์บอนที่สะสมบนดินและใต้ดิน และเร่งการคายน้ำเมื่อเทียบกับการสังเคราะห์แสง เป็นผลให้ปริมาณคาร์บอนที่สะสมลดลงจนอัตราการใช้และการสูญเสียคาร์บอนกลับมาเท่ากัน ในทางตรงข้ามการเปลี่ยนแปลงการจัดการที่ก่อให้เกิดการใช้มากกว่าการสูญเสียจะทำให้ปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอัตราการสูญเสียเท่ากับอัตราการใช้ การเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนเทียบกับที่ควรจะเพิ่มสามารถทำได้โดยปรับเปลี่ยนการจัดการหรือสภาพแวดล้อมมี 2 วิธีใหญ่ในการเพิ่มปริมาณคาร์บอนคือ การเปลี่ยนการใช้ที่ดินไปสู่การใช้ที่ดินที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าโดยทั่วไป เช่น การเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดิน เช่น การเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นทุ่งหญ้า เป็นต้น และเปลี่ยนการจัดการในพื้นที่โดยไม่เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน เช่น การนำพันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูงขึ้นไปปลูกในทุ่งหญ้า ลดการไถพรวนในพื้นที่การเกษตร การฟื้นฟูป่าไม้

การเพิ่มขึ้นของอินทรีย์คาร์บอนในดินทำให้เกิดประโยชน์ 2 ประการ คือ ยกระดับคุณสมบัติของดิน และด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของดิน การเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช และคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ เช่น โครงสร้างของดิน ความลึกที่รากสามารถชอนไชลงไปในดินได้ การซึมซาบของน้ำ และปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม ในขณะเดียวกันดินก็จะปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกไปสู่บรรยากาศโดยผ่านขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การทำเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

5. การปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิ

การประเมินค่าการปลดปล่อยคาร์บอนจากปัจจัยทางการเกษตรต่างๆ เช่น การใส่ปุ๋ย การชลประทาน การศึกษาค่าเฉลี่ยการใช้ปัจจัยทางการเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าการไม่ไถพรวนมีค่าการปลดปล่อยคาร์บอน 13 กิโลกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ซึ่งน้อยกว่าการไถพรวนของเกษตรกรทั่วไป คือ 168 กิโลกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ในระยะ 1 ปี ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงจากการไถพรวนจะช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนและลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์อันเนื่องมาจากการลดการใช้เชื้อเพลิงและจากปัจจัยการผลิตพืช อย่างไรก็ตาม การประเมินค่าอัตราการปลดปล่อยสามารถนำไปใช้กับปัจจัยการผลิตทางการเกษตรต่างๆ ได้

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคเกษตร

1) การสลายตัวของเศษพืชและอินทรีย์คาร์บอนในดินซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของการไถพรวน

2) กระบวนการผลิตและการใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

3) การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องจักรกลทางการเกษตร

4) การเผาไหม้หรือหายใจของสิ่งมีชีวิตจากกระบวนการกักเก็บมาจากการสังเคราะห์แสงและการกักเก็บคาร์บอนในดิน

การลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสามารถทำได้จากการเปลี่ยนแปลงวิธีการไถพรวน การกักเก็บคาร์บอนในทางเกษตรสามารถทำได้จากการลดการชะล้างพังทลายของดิน เพิ่มคันดิน และเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำในดิน สิ่งต่างๆ เหล่านี้ สามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน เพื่อลดคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ สามารถแสดงให้เห็นได้จากอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิในบรรยากาศ ผลการประเมินแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยในระบบนิเวศวิทยาจากการใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เช่น การชลประทาน การใส่ปุ๋ย และการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น การกักเก็บและการปลดปล่อยคาร์บอนสามารถคาดคะเนได้จากการหมุนเวียนคาร์บอนทั้งหมดในระบบ ซึ่งการวิเคราะห์ในระบบนิเวศวิทยาต้องกำหนดขอบเขตที่แน่ชัดเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยเริ่มต้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกสู่บรรยากาศจะแสดงค่าเป็นบวก และจะเป็นค่าลบเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากบรรยากาศ สำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคาร์บอน

6. การจัดการธาตุอาหาร

การจัดการธาตุอาหารสำหรับการปลูกพืช สามารถทำได้หลายวิธี สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้นำวิธีการจัดการธาตุอาหารมาใช้ดังนี้

6.1 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Thai Soil Fertility Management

โปรแกรมสำเร็จรูป Thai Soil Fertility Management (TSFM) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการดิน น้ำ และพืชเศรษฐกิจ ต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้าน โดยเฉพาะในเรื่องของชุดดิน ซึ่งในแต่ละชุดดินจะมีสมบัติทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมี ความเหมาะสมในการปลูกพืชชนิดต่างๆ และในกระบวนการทำเกษตรกรรมของเกษตรกร การใส่ปุ๋ยส่วนใหญ่จะใส่ตามคำแนะนำตามหลักวิชาการ และในบางครั้งใส่ตามความเคยชินเหมือนที่เคยปฏิบัติมา โดยปราศจากการนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติดิน เนื่องจากความวิตกกังวลในเรื่องของค่าใช้จ่าย และเสียเวลา ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวได้รับการจดสิทธิบัตรจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา เมื่อปี 2556 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

โปรแกรมสำเร็จรูป Thai Soil Fertility Management (TSFM) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถแสดงสมบัติของดิน การกระจายตัวของแต่ละชุดดินและภาพหน้าตัดของดินในแต่ละชุดดินในประเทศ สามารถแสดงมาตรการในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสมและประหยัด การจัดการดิน ปริมาณความต้องการปูนทางการเกษตร การบริหารจัดการน้ำของพืช และการจัดการพืชเศรษฐกิจหลักกว่า 60 ชนิด ในแต่ละภูมิภาคทั่วประเทศ ใช้เทคโนโลยีการสำรวจและรับส่งข้อมูลระยะไกล แบบ real time เป็นการจัดการข้อมูล เพื่อให้สามารถรับรู้ข้อมูลหรือสภาพของกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำลังดำเนินการอยู่อย่างรวดเร็ว และสามารถตัดสินใจด้านการบริหารได้อย่างทันท่วงที

การนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ จะเกิดประโยชน์อย่างมากในการแนะนำการจัดการพืช ดิน น้ำ และปุ๋ย ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อความต้องการของเกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งเปลี่ยนวิธีการจัดการดินและปุ๋ย ลดการใช้และนำเข้าปุ๋ยเคมี โดยเน้นความประหยัดและความยั่งยืน มีขั้นตอนการหาสูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ให้เหมาะสมกับพืชและสภาพพื้นที่ที่ใช้ปลูก

1) ปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่เพิ่ม เท่ากับผลต่างของปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน

2) หาสูตรปุ๋ยที่เหมาะสม โดยเทียบสัดส่วน N, P, K ที่ต้องใส่เพิ่ม กับสูตรปุ๋ยผสมสำเร็จรูปในท้องตลาด

3) หาความคล้ายคลึงกันของสูตรปุ๋ยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม เช่น 1.0-0.5-1.2 คล้ายกับสูตรปุ๋ยผสมในท้องตลาด 15-7-18 เป็นต้น โดยการเอาข้อมูลสูตรปุ๋ยทั้งหมดในท้องตลาดมาทำการ Training กระตุ้นให้โครงข่ายประสาทรู้จำในการเลือกสูตรปุ๋ยที่มีอัตราส่วนคล้ายคลึงกันได้

4) หาความคล้ายคลึงกันของสูตรปุ๋ยโดยใช้การเทียบปริมาณเนื้อปุ๋ย โดยการค่อยๆ เพิ่มปริมาณสูตรปุ๋ยในท้องตลาดแล้วเลือกสูตรปุ๋ยที่มีความคลาดเคลื่อน (Error) รวมที่น้อยที่สุด

5) คำนวณหาปริมาณเนื้อปุ๋ยที่แท้จริงจากปุ๋ยผสมสำเร็จรูปในท้องตลาด (ปุ๋ยมีส่วนผสม Filler) กับปริมาณสารอาหารที่พืชต้องการ

6.2 การจัดการธาตุอาหารพืชเฉพาะพื้นที่

เป็นการนำข้อมูลชุดดินและข้อมูล N P K ในดินมาประกอบการตัดสินใจเลือกสูตรปุ๋ย และกำหนดปริมาณปุ๋ยในการปลูกพืช เป็นการใช้ปุ๋ยเคมีตามชุดดินและค่าวิเคราะห์ดิน นอกจากนี้ยังนำปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช เช่น พันธุ์พืช แสงแดด อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ มาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบข้อมูลชุดดิน สอบถามข้อมูลชุดดินได้ที่สถานีพัฒนาที่ดินทุกจังหวัด หรือใช้คู่มือตรวจสอบชุดดิน

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบปริมาณ N P K ในดิน เก็บตัวอย่างดิน และวิเคราะห์ N P K ในดิน โดยใช้ชุดตรวจสอบ N-P-K ในดินแบบรวดเร็ว ซึ่งใช้เวลาเพียง 30 นาที

ขั้นที่ 3 ใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ ศึกษาจากคู่มือคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

7. พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

7.1 ระดับความเป็นกรดด่างของดิน (pH) หมายถึง ความเป็นกรด (Acidity) หรือความเป็นด่าง (Alkalinity) ของดิน การพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดินสิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือ pH ของดินซึ่งเป็นสมบัติของดินที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวควบคุมระดับปริมาณธาตุอาหารในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งมีค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน

7.2 ความเค็มของดิน (Soil salinity) การวัดค่านำไฟฟ้าของดิน เป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน และค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วย การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินโดยใช้วิธีวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ อาจแตกต่างกันแล้วแต่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่ นิยมใช้มักเป็น 1:5 หรือ เรียกว่า EC 1:5 หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินเป็น Saturated Paste แล้ววัดในสารละลายที่สกัดได้เรียกว่า EC extract (EC_e) ซึ่งมีค่าความเค็มของดิน

7.3 ระดับอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter: OM) หมายถึง อินทรียสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ซึ่งได้จากซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรียสารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ โดยทั่วไปแล้วดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช เพราะอินทรียวัตถุเมื่อสลายตัวโดยจุลินทรีย์ถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส (Humus) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบขึ้นจากสารกลุ่มต่างๆ เช่น Methyl phenolic, Quinine และ Carboxylic Groups ที่มีอยู่ในดิน ซึ่งมีค่าระดับอินทรียวัตถุในดิน

7.4 ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน (Nitrogen: N) เป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งที่พืชต้องการปริมาณมาก และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะไนโตรเจนช่วยพืชสร้างโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนจำนวนมาก ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเอนไซม์ต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่าง ๆ รวมถึงกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนั้นไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของวิตามิน (Vitamin) และ Adenosine Triphosphate (ATP) ในพืชอีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งมีค่าระดับไนโตรเจนในดิน

7.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน (Available Phosphorus) เป็นธาตุอาหารพืชธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากแต่จะมีอยู่ในดินต่ำมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่มี 0.14

และโพแทสเซียม 0.83 ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ 1) ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน 2) ปริมาณเหล็ก อลูมินัม และแมงกานีสที่ละลายอยู่ในดิน 3) ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวที่มีเหล็ก อลูมินัม และแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ 4) ปริมาณธาตุแคลเซียม และ 5) อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุซึ่งเป็นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดยขึ้นอยู่กับความตื่นตัวของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน โดยปัจจัยที่กล่าวถึงทั้งหมดนี้ pH ของดินเป็นปัจจัยที่มีบทบาทมากที่สุดต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน ซึ่งมีค่าระดับฟอสฟอรัสในดิน

7.6 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Potassium) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ในกิจกรรมสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาล การสังเคราะห์แสงและการหายใจ รวมไปถึงกลไกอื่น ๆ โพแทสเซียมในดินมีอยู่ในรูปต่อไปนี้ คือ 1) รูปของไอออนอิสระในสารละลายดิน (Soluble K^+) 2) รูปของไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K^+) โดยอยู่ที่ผิวของแร่ดินเหนียวและบางส่วนมีอยู่ที่อินทรียวัตถุ 3) รูปที่ถูกจับยึดไว้ชั่วคราวระหว่างชั้นของแร่ดินเหนียวจำพวกอิลไลท์ (Illite) และมอนต์โมริลโลไนท์ (Montmorillonite) และ 4) องค์ประกอบของแร่ปฐมภูมิและแร่ทุติยภูมิ (Primary minerals และ Secondary minerals) ซึ่งมีค่าระดับโพแทสเซียมในดิน

7.7 ปริมาณแคลเซียมในดิน (Calcium: Ca) เป็นธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต มีหน้าที่ควบคุมการละลายของเกลือและความสมดุลของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในเซลล์ ช่วยเรื่องการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของส่วนยอด ส่วนที่ยังอ่อนของพืช รวมทั้งปลายราก ช่วยควบคุมการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียม ทั้งยังช่วยส่งเสริมการนำธาตุไนโตรเจนจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น และในบางกรณีที่พืชอาจได้รับสารซึ่งเป็นพิษมากเกินไป เช่น พวกกรดอินทรีย์ต่าง ๆ หรือมีธาตุทองแดงในพืชมาก พิษนั้นจะหายไปเมื่อพืชมีปริมาณธาตุแคลเซียมเพียงพอ ซึ่งมีค่าปริมาณแคลเซียมในดิน

7.8 ค่าปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Magnesium: Mg) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช มีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหารและโปรตีนพืช ช่วยระบบการทำงานของเอนไซม์ สร้างและเปลี่ยนไขมัน ช่วยการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในต้นพืชโดยเป็นตัวนำธาตุอาหารฟอสฟอรัสจากส่วนรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช และเป็นตัวควบคุมปริมาณแคลเซียมในพืช การขาดธาตุแมกนีเซียมจะทำให้ผลผลิตลดลงและต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด และใบพืชมักมีสีเหลืองซีด สาเหตุที่สำคัญมาจากการที่ปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดูดดึงมาใช้ได้ และการที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสะสมในดินมากเกินไป ซึ่งการแก้ไข สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพดิน ความเป็นกรดด่างของดินให้เหมาะสมต่อการดูดเข้าไปใช้ของพืช และมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่พอเหมาะ ที่สำคัญก็คือ การฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ซึ่งมีค่าปริมาณแมกนีเซียมในดิน

7.9 ค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available water capacity: AWCA) คือ ผลต่างของระดับความจุความชื้นสนาม (Filed capacity: FC) กับจุดเหี่ยวถาวร (Permanent wilting point: PWP) ซึ่งมีค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์

1) ความจุความชื้นสนาม คือ ระดับความชื้นของดินที่ยังคงเหลืออยู่ เมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้ว 2-3 วัน หลังจากที่ไม่มีการไหลของน้ำด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วง น้ำจะขังอยู่ในช่องขนาด ≤50 µm มีความดึงวัสดุพื้น 6 kPa (0.06 bar)

2) จุดเหี่ยวถาวร คือ ระดับความชื้นที่พืชเริ่มแสดงอาการเหี่ยวและไม่ฟื้นตัวแม้จะอยู่ในบรรยากาศที่ชื้นจัดเป็นเวลาข้ามคืน น้ำจะขังอยู่ในช่องขนาด <0.2 µm มีความดึงวัสดุพื้น 1,500 kPa (15 bar)

7.10 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density: BD) หมายถึงมวลของดินแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรรวมของส่วนที่เป็นของแข็งของดินความหนาแน่นของดินเป็นตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งของระดับการอัดตัวของอนุภาคของดิน ดินที่มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นดินที่มีการอัดตัวแน่นทำให้รากของพืชไม่สามารถชอนไชได้ง่ายพืชจึงเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ ส่วนดินหยาบมีค่า ความหนาแน่น เท่ากับ 1.20 – 1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนดินละเอียด มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1.00 – 1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาการวิจัย

ระยะเวลาโครงการ 3 ปี

วันที่เริ่มต้น เดือน ตุลาคม 2560 วันที่สิ้นสุด เดือน กันยายน 2563

สถานที่ทำการวิจัย

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	พื้นที่ที่ทำวิจัย	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	กรุงเทพมหานคร	ห้องปฏิบัติการ	กรมพัฒนาที่ดิน
ในประเทศ	เชียงใหม่	ภาคสนาม	ตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
ในประเทศ	กรุงเทพมหานคร	สำนักงาน	กรมพัฒนาที่ดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด พันธุ์นครสวรรค์ 3
2. วัสดุการเกษตร ได้แก่ ไม้ปักขอบเขตแปลง จอบ เสียม มีด
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน เช่น คอร์เก็บดิน ถุงพลาสติก เป็นต้น
4. อุปกรณ์ใช้วัด ได้แก่ ตลับเมตร ไม้บรรทัด เวอร์เนีย (digital vernier caliper)
5. เครื่องชั่งน้ำหนักผลผลิต
6. เครื่องมือวัดอัตราการหายใจของดิน LI-8100 Soil CO_2 Flux Measurements
7. อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ
8. ป้ายแสดงชื่อโครงการและตำรับทดลอง

วิธีการ

1. วางแผนการทดลอง แบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 3 บล็อก โดยจัดกลุ่มแปลงทดลองในบล็อกเดียวกันให้มีความสม่ำเสมอกันมากที่สุด ภายในบล็อกประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง วางผังแปลงศึกษา ดังภาพที่ 4

ตำรับที่ 1: T1 แปลงควบคุม (ไม่เผาตอซัง+ไม่ไถพรวน+ไม่ใส่ปุ๋ย)

ตำรับที่ 2: T2 เผาตอซัง+ไถพรวน+ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร

ตำรับที่ 3: T3 ไม่เผาตอซัง+ไม่ไถพรวน+ ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร

ตำรับที่ 4: T4 ไม่เผาตอซัง+ไถพรวน+ ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร

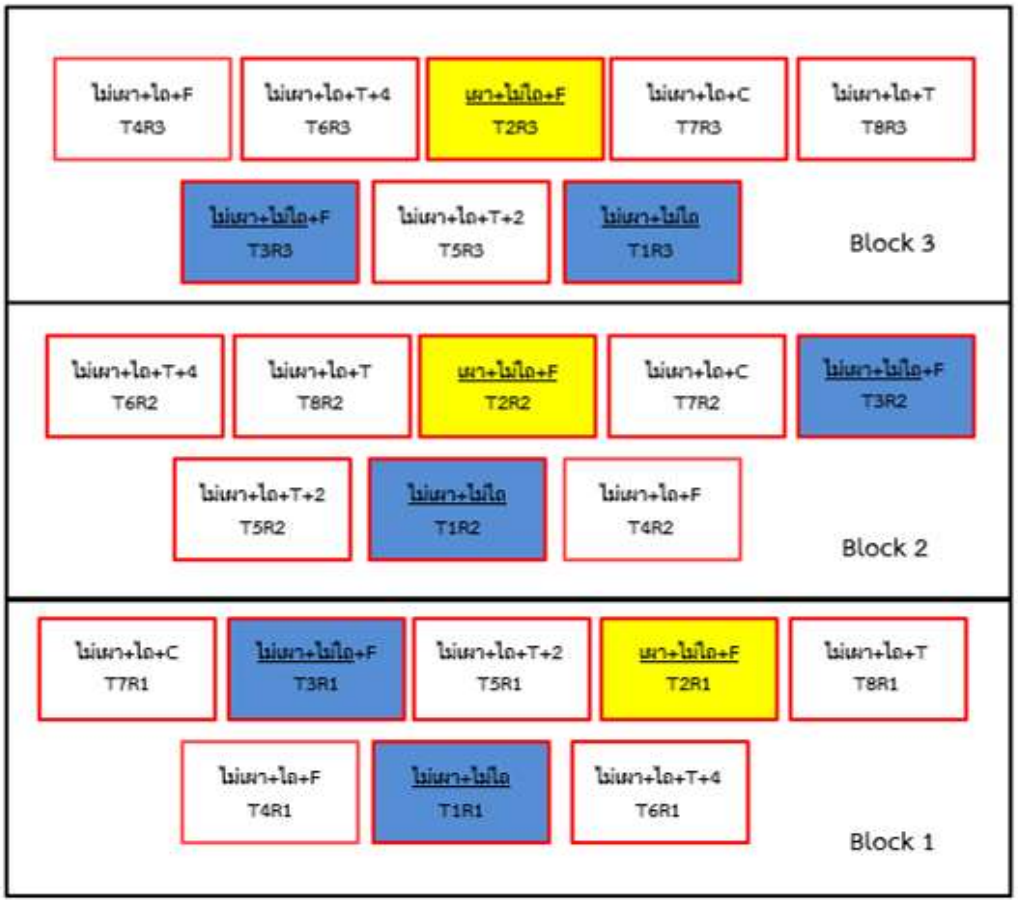
ตำรับที่ 5: T5 ไม่เผาตอซัง+ไถพรวน+ ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่

ตำรับที่ 6: T6 ไม่เผาตอซัง+ไถพรวน+ ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่

ตำรับที่ 7: T7 ไม่เผาตอซัง+ไถพรวน+ ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 8: T8 ไม่เผาตอซัง+ไถพรวน+ ปุ๋ยTSFM

แผนผังแปลงศึกษา



ภาพที่ 4 แผนผังแปลงศึกษา

2. เตรียมแปลงปลูกบนชุดดินดอน ไถดะ และไถแปร เพื่อเตรียมดินก่อนปลูก วางผังแปลงปลูกโดยแปลงปลูกย่อยแต่ละแปลงมีขนาด 4.5x5 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย

3. วิธีการปลูกข้าวโพดโดยชักร่องให้มีระยะระหว่างร่อง 75 เซนติเมตร แล้วหยอดเมล็ดลงในร่องให้มีระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตรแล้วกลบดินหนา 4 – 5 เซนติเมตร โดยใช้เมล็ด 1 เมล็ดต่อหลุมใช้เมล็ดพันธุ์ 3 กิโลกรัมต่อไร่จัดระบบการปลูกพืชแตกต่างกันตามตำรับทดลอง และดูแลรักษาต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้น้ำแบบร่อง และใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชและวัชพืชเมื่อจำเป็นเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่ออายุ 100-120 วัน

4. การเก็บตัวอย่าง แบ่งเป็นการการเก็บข้อมูลด้านดิน และพืช

4.1 การเก็บข้อมูลดิน เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในดิน และวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ คาร์บอนในดิน การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินและสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ การวิเคราะห์ความชื้น และความหนาแน่นรวมของดิน

4.2 วัดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้เครื่อง LI-8100 Soil CO_2 Flux Measurements เพื่อศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่

4.3 การเก็บข้อมูลทางด้านสรีระข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น บันทึกการเจริญเติบโต น้ำหนักฝัก น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักแห้งต้นเพื่อศึกษามวลชีวภาพ และผลผลิต

โดยทำการทดลอง ปีที่ 2 ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับปีแรก เพื่อศึกษาผลของการจัดการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 3 ดำเนินการทดลอง เพื่อสรุปผลของ

การจัดการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต สมบัติดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ และขยายผลไปยังเกษตรกรใกล้เคียง

ภาพที่ 5 ขอบเขตพื้นที่ที่ดำเนินการวิจัย พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลด้านดิน และพืช มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ IBM SPSS Statistics version 23 การวิเคราะห์ข้อมูล อิทธิพลของการเผาและการจัดการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์ ANOVA ด้วยวิธี DMRT (Duncan’s Multiple Range Test)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาฤดูปลูกที่ 1 ปี พ.ศ. 2561

1.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพดิน

1.1.1 สมบัติทางเคมีดินก่อนดำเนินการ

ก่อนดำเนินการปลูกพืชในแปลงศึกษาได้สุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และกายภาพ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาก่อนปลูกข้าวโพดจำนวน 5 จุด ผลการวิเคราะห์สมบัติดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเฉลี่ย 6.3 อยู่ในระดับเป็นกลาง เป็นสภาวะที่มีความเหมาะสมต่อการละลายธาตุอาหารในดินส่วนใหญ่จะสามารถละลายในรูปของสารละลายที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเฉลี่ย 3.80 เปอร์เซ็นต์ จัดว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูง ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเฉลี่ย 171.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดว่าอยู่ในระดับที่สูงมาก แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืช ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าเฉลี่ย 641.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดว่าอยู่ในระดับที่สูงมาก แสดงให้เห็นว่าปริมาณโพแทสเซียมในดินมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืช เช่นเดียวกับธาตุฟอสฟอรัส ส่วนปริมาณแคลเซียมและปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าเฉลี่ย 1,886 และ 207.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับที่สูงมากเกินกว่าความต้องการของพืช เช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมีก่อนปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนดำเนินการ ปี พ.ศ. 2561

จุดเก็บตัวอย่าง	pH	OM (%)	OC (%)	P-BrayII (mg kg^{-1})	K-NH_4OACpH7 (mg kg^{-1})	Ca-NH_4OACpH7 (mg kg^{-1})	Mg-NH_4OACpH7 (mg kg^{-1})
1	6.9	3.12	1.81	273.4	485	2161	175
2	5.9	3.78	2.19	156.9	697	1645	143
3	6.1	3.87	2.24	78.7	753	1651	241
4	6.3	4.50	2.61	297.9	687	2142	249
5	6.4	3.71	2.15	52.5	587	1831	231
เฉลี่ย	**6.3**	**3.80**	**2.2**	**171.88**	**641.80**	**1886.00**	**207.80**

1.1.2 สมบัติทางกายภาพดินก่อนดำเนินการ

ผลการวิเคราะห์ดินทางกายภาพก่อนดำเนินการ พบว่า ดินมีความหนาแน่นเท่ากับ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความจุความชื้นสนาม 4.31 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เนื้อดินมีความละเอียดมีองค์ประกอบอนุภาคของทราย 44.1 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคของทรายแป้ง 31.48 เปอร์เซ็นต์ และอนุภาคของดินเหนียว 24.36 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ดินทางกายภาพก่อนปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี พ.ศ. 2561

Bulk density (gcm^{-3})	Field moisture content (%by wt)	Particle size analysis				Water retention (%by weight)	
		S%	Si%	C%	Texture	1/3 atm	15 atm
1.25	4.31	44.1	31.48	24.36	L	21.77	10.01

หมายเหตุ S= อนุภาคดินทราย Si= อนุภาคดินทรายแป้ง C = อนุภาคดินเหนียว L=ดินร่วน

ตารางที่ แสดงผลวิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดิน ปี พ.ศ. 2561

	ตำรับทดลอง	C	N	C/N ratio
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	2.20	0.19	12.00
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	2.41	0.19	12.58
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	2.43	0.20	12.15
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	2.13	0.17	12.67
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	2.28	0.19	12.14
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	2.28	0.20	11.58
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	2.39	0.20	11.90
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	2.28	0.20	11.62
	mean	2.301	0.192	12.080
	F-test	ns	ns	ns
	%CV	9.936	10.510	5.225

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1.2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

1.2.1 ความสูงต้นข้าวโพด

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า ตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรมTSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงที่สุด เมื่อข้าวโพดอายุ 30 45 และ 60 วันหลังจากปลูก โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 27.33 142.47 และ 276.87เซนติเมตร ตามลำดับ การศึกษาแสดงให้เห็นว่า การจัดการดินและธาตุอาหารตามตำรับที่ 6 มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นข้าวโพด เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างจากวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) หลังจากนั้นเมื่อข้าวโพดมีอายุ 70 และ 90 วันหลังจากปลูก ต้นข้าวโพดมีความสูงต้นเฉลี่ย 261.61 และ 263.42 เซนติเมตร พบว่าการจัดการและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 5 ทั้งนี้เนื่องจากในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ อิทธิพลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารและรักษาความชื้นให้กับดินพืชจึงสามารถนำไปใช้การเจริญเติบโตได้ดีและเร็ว

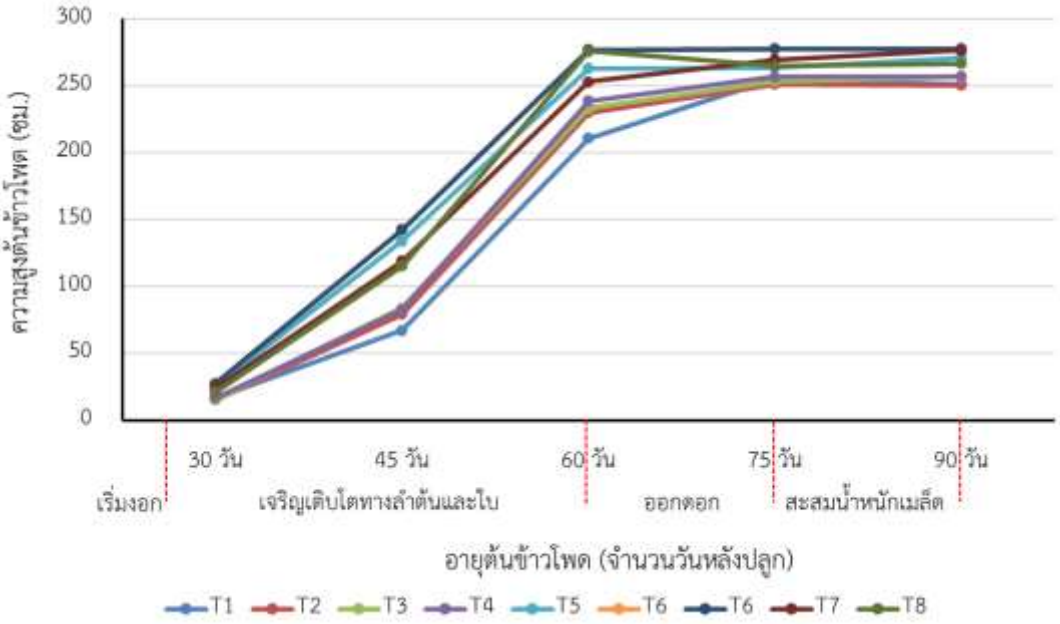
กว่าตำรับอื่น เมื่อข้าวโพดอายุ 75 วัน หลังจากนั้นการเจริญเติบโตช้าลงเนื่องจากเป็นระยะที่สะสมน้ำหนักเมล็ดให้กับผลผลิต และต้นข้าวโพดจะเริ่มเหี่ยวแห้ง ทำให้ความสูงของข้าวโพดบางต้นที่วัดได้ลดลงด้วย ดังภาพที่ 6

ตารางที่ 5 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี พ.ศ. 2561

ตำรับทดลอง		ความสูงต้นข้าวโพด (เซนติเมตร)				
		30 วัน	45 วัน	60 วัน	75 วัน	90 วัน
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	16.70cd	67.30b	210.90c	255.57	251.10
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	15.45d	79.47b	230.03bc	251.13	250.53
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	15.48d	84.13b	233.07abc	253.30	256.57
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16.65cd	82.63b	238.90abc	256.63	257.13
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	25.68ab	133.87a	263.00ab	263.77	271.20
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	27.33a	142.47a	276.87a	277.77	277.57
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	24.00ab	119.10a	252.97abc	269.77	276.63
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	21.33bc	115.23a	275.80ab	264.97	266.60
	ค่าเฉลี่ย	20.33	103.03	247.69	261.61	263.42
	F-test	*	*	*	ns	ns
	%CV	9.16	9.78	6.52	6.29	5.9

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด ฤดูปลูกที่ 1 ปี พ.ศ. 2561

1.2.2 ผลผลิตข้าวโพด

1) ขนาดฝัก

จากการศึกษาพบว่าขนาดความกว้างฝักข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.15 – 4.46 เซนติเมตร โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ข้าวโพดมีความกว้างฝักเฉลี่ยมากที่สุด 4.46 เซนติเมตรรองลงมาคือตำรับที่ 3 ไม่ไถพรวนก่อนปลูกร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ข้าวโพดมีความกว้างฝักเฉลี่ย 4.39 เซนติเมตร ส่วนตำรับที่ 1 เป็นตำรับควบคุม ข้าวโพดมีความกว้างฝักเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.15 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความยาวฝัก ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.40 – 17.73 เซนติเมตร โดยตำรับที่ 4 การไถพรวนดินก่อนปลูกร่วมกับการปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ทำให้ข้าวโพดมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด 17.73 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับที่ 3 ไม่ไถพรวนก่อนปลูกร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ข้าวโพดมีความกว้างฝักเฉลี่ย 17.72 เซนติเมตร ส่วนตำรับที่ 1 เป็นตำรับควบคุม ข้าวโพดมีความกว้างฝักเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 16.40 เซนติเมตร เช่นเดียวกับความกว้างฝัก และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 6

2) น้ำหนักต่อฝักก่อนปอกเปลือก

จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักข้าวโพดต่อฝักก่อนปอกเปลือกมีค่าเฉลี่ย 177.33 – 225.73 กรัม เฉลี่ย 204.57 กรัม โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน น้ำหนักฝักเฉลี่ยมากที่สุด 225.73 กรัม รองลงมาคือตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 214.80 กรัม ส่วนตำรับที่ 1 เป็นตำรับควบคุม มีน้ำหนักต่อฝักเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 177.33 กรัม ซึ่งพบว่าแต่ละตำรับที่มีการจัดการที่แตกต่างกันมีน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3) น้ำหนักต่อฝักหลังปอกเปลือก

น้ำหนักข้าวโพดต่อฝักหลังปอกเปลือกมีค่าเฉลี่ย 160.93 – 196.10 กรัม โดยตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกร มีน้ำหนักฝักหลังปอกเปลือกเฉลี่ยมากที่สุด 196.10 กรัม รองลงมาคือตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เท่ากับ 195.50 กรัม ส่วนตำรับที่ 1 เป็นตำรับควบคุม มีน้ำหนักต่อฝักหลังปอกเปลือกน้อยที่สุดเท่ากับ 160.93 กรัม ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือก

4) น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก

น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดต่อฝัก จากการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ย 137.33 – 172.00 กรัม โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 172.00 กรัม รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 164.67 กรัม ส่วนตำรับที่ 1 เป็นตำรับควบคุม มีน้ำหนักเมล็ดข้าวโพดต่อฝักเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 137.33 กรัม ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการโดยการไถพรวนเตรียมดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่นั้น ทำให้เมล็ดข้าวโพดพัฒนาได้ดีและมีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

5) น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด 100 เมล็ด

น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด 100 เมล็ด มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 31.33 – 34.33 กรัม โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดข้าวโพด 100 เมล็ด เฉลี่ยมากที่สุด 34.33 กรัม รองลงมาคือ ตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร เท่ากับ 34.00 กรัม ส่วนตำรับที่ 1 ควบคุม มีน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุดเท่ากับ 31.33 กรัม อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งได้แสดงผลการศึกษาน้ำหนักฝักก่อนและหลังปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด ไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงขนาดฝัก น้ำหนักฝัก และน้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี พ.ศ. 2561

	ตำรับทดลอง	ขนาดฝัก (ซม.)		น้ำหนักต่อฝัก (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
		กว้าง	ยาว	ก่อนปอก	หลังปอก	เมล็ด	
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	4.15	16.40	177.33	160.93	137.33c	31.33
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	4.31	17.23	199.07	185.23	153.00bc	34.00
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	4.39	16.92	201.78	185.50	155.33b	32.67
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	4.37	17.73	208.85	196.10	162.00ab	33.00
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	4.38	17.72	211.33	193.33	164.67ab	32.67
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	4.32	17.52	214.80	194.97	172.00a	34.33
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	4.46	17.39	225.73	195.50	162.67ab	31.67
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	4.30	17.67	198.35	191.20	152.67bc	32.33
	mean	4.334	17.323	204.67	187.85	157.458	32.750
	F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
	%CV	2.470	2.985	7.407	6.018	5.346	3.752

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.3 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปี พ.ศ. 2561 พบว่า ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,284.85 - 1,648.48 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร ให้ผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 1,648.48 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ เท่ากับ 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนต้นทุนอยู่ระหว่าง 2,073.14 – 3,985.59 บาทต่อไร่ โดยตำรับที่ 2 การเผาตอซังร่วมกับไพรวนและใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร และตำรับที่ 4 การไถพรวนดินโดยไม่เผาร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร ใช้ต้นทุนมากที่สุดเท่ากับ 3,985.59 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ต้นทุนเฉลี่ย 3,438.59 บาทต่อไร่ ส่วนด้านรายได้พบว่าตำรับที่ 4 การไถพรวนดินโดยไม่เผาร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร รายได้มากที่สุดเท่ากับ 11,737.18 บาทต่อไร่ สอดคล้องกับปริมาณผลผลิต รองลงมาคือตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ เท่ากับ 11,392.00 บาทต่อไร่ และผลกำไรอยู่ระหว่าง 7,074.99- 8,837.88 บาทต่อไร่ โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ ผลกำไรมากที่สุดเท่ากับ 8,837.88 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และ

ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เท่ากับ 8,492.70 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 7 ทั้งนี้ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเตรียมดินโดยการเผาเศษซากพืชก่อนปลูกให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการเตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งการเผาเศษซากพืชและตอซัง ยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และส่งผลเสียต่อสุขภาพของประชาชน การปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการดินและธาตุอาหารจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนให้แก่เกษตรกรได้

ตารางที่ 7 แสดงผลผลิต ต้นทุน รายได้ และกำไร ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกที่ 1 ปี พ.ศ. 2561

	ตำรับทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	ต้นทุน[1] (บาท)	รายได้[2] (บาท)	กำไร (บาท)
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	1,284.85[b]	2,073.14	10,227.41	8,154.27
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1,575.76[a]	4,012.35	12,543.05	8,530.70
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1,551.52[a]	3,398.35	12,350.10	8,951.75
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1,648.48[a]	4,012.35	13,121.90	9,109.55
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่	1,551.52[a]	3,168.10	12,350.10	9,182.00
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่	1,600.00[a]	3,168.10	12,736.00	9,567.90
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1,575.76[a]	3,452.41	12,543.05	9,090.64
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	1,454.55[ab]	3,168.10	11,578.22	8,410.12
	mean	1,530.30			
	F-test	*			
	%CV	5.67			

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[1] ไม่รวมต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมัก เกษตรกรสามารถนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาผลิตเองได้

[2] ราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปี 2561 ความชื้นไม่เกิน 14.5% ตามค่าเฉลี่ยปีที่เพาะปลูก (มิ.ย.-พ.ค.) กิโลกรัมละ 7.96 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

2. ผลการศึกษา ฤดูปลูกที่ 2 ปี พ.ศ. 2562

2.1 สมบัติทางเคมีดิน

2.1.1. ระดับความเป็นกรดด่าง

ความเป็นกรดด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.33 – 6.93 อยู่ในช่วงที่เป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีความเป็นกรดด่างของดินสูงที่สุด 6.93 จัดว่าอยู่ในระดับเป็นกลาง รองลงมาคือ ตำรับที่ 8 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM เท่ากับ 6.80 อยู่ในระดับเป็นกลางเช่นเดียวกัน ส่วนตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร ความเป็นกรดด่างของดินต่ำที่สุด 6.33 อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งผลวิเคราะห์

ข้อมูลทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 การจัดการดินและธาตุอาหารที่แตกต่างกันไม่ทำให้ระดับความเป็นกรดด่างของดินแต่ละตำรับแตกต่างกัน หากพิจารณาผลวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการในปี พ.ศ. 2561 ดินมีระดับความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.3 จัดว่ามีความเป็นกรดเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าทุกตำรับมีความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากระดับที่เป็นกรดเล็กน้อย จนถึงเป็นกลาง ซึ่งเป็นระดับที่มีความเหมาะสมต่อการละลายของธาตุอาหารในดิน และเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.1.2. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินแต่ละตำรับการทดลอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.86 – 3.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงที่สุด 3.49 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับที่ 2 การเผาตอซัง และไถพรวน ร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินน้อยที่สุด 2.86 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุในดินได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนดำเนินการแล้ว พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีระดับลดลง ทั้งนี้อินทรียวัตถุในดินสามารถสูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกได้จากการไถพรวน เนื่องจากการไถพรวนทำให้ดินง่ายต่อการกัดกร่อนทั้งโดยน้ำ และลม

2.1.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.66 - 2.02 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 2.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับที่ 2 การเผาตอซัง และไถพรวน ร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร 1.99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร มีปริมาณอินทรีย์น้อยที่สุด 1.66 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนได้เช่นเดียวกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

2.1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่ามีปริมาณเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 79.67 – 260.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์ 4 ตันต่อไร่ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงที่สุด 260.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เท่ากับ 143.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด 79.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งการจัดการธาตุอาหารที่แตกต่างกันแต่ละตำรับนั้นมีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 8 ซึ่งทุกตำรับมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับที่สูงมาก เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นแล้วพบว่า ก่อนดำเนินการมีค่าเฉลี่ย 171.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดว่าเป็นปริมาณที่สูงเกินความต้องการของพืชอยู่แล้ว การใส่ปุ๋ยในตำรับการทดลองที่ 6 จึงเป็นการส่งเสริมให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย

2.1.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ผลการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 346.67 – 464.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงที่สุด 464.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตำรับที่ 8 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM เท่ากับ 463.33 ส่วนตำรับที่ 2 การเผาตอซัง

และไถพรวน ร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยน้อยที่สุด 346.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้วพบว่าการจัดการที่แตกต่างกันไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันทางสถิติ และทุกตำรับการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่า 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงจัดว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับที่สูงมากทั้งก่อนและหลังปลูกข้าวโพด เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

2.1.6 ปริมาณแคลเซียมในดิน

การศึกษาปริมาณแคลเซียมในดิน พบว่ามีปริมาณค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,482.00 – 2,220.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เฉลี่ยสูงที่สุด 2,220.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์ 4 ตันต่อไร่ มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 1,852.33 ส่วนตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีปริมาณแคลเซียม น้อยที่สุด 1,482.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการจัดการที่แตกต่างกันไม่ทำให้ปริมาณแคลเซียมในดินแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปริมาณแคลเซียมในดินเริ่มต้นแล้วพบว่า ก่อนดำเนินการมีค่าเฉลี่ย 1,886 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดว่าเป็นปริมาณที่สูงมากเกินความต้องการของพืชอยู่แล้ว การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลอง จึงเป็นการส่งเสริมให้ปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย ประกอบกับธาตุแคลเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่พืชมีความต้องการในปริมาณน้อยจึงทำให้เกิดการสะสมในดินอยู่มาก

2.1.7 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน

ผลการศึกษาปริมาณแมกนีเซียมในดิน พบว่ามีปริมาณค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 169.00 – 253.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์ 4 ตันต่อไร่ มีปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยสูงที่สุด 253.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 202.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับที่ 3 การเตรียมดินโดยไม่เผา และไม่ไถพรวน และใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 169.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งให้ผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแคลเซียม

ตารางที่ 8 แสดงผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ปี พ.ศ. 2562

	ตำรับทดลอง	pH:H_2O (1:1)	OM (%)	OC (%)	P-Bray II (mg kg^{-1})	K-NH40Ac pH7 (mg kg^{-1})	Ca-NH40Ac pH7 (mg kg^{-1})	Mg-NH40Ac pH7 (mg kg^{-1})
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	6.77	3.31	1.92	106.17^{b}	439.33	1,770.00	188.33^{b}
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	6.40	3.43	1.99	97.60^{b}	346.67	1,624.33	185.00^{b}
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	6.60	3.09	1.79	83.27^{b}	390.00	1,590.00	169.00^{b}
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	6.33	2.86	1.66	94.83^{b}	379.67	1,482.00	173.00^{b}
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ย TSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	6.60	3.24	1.88	114.07^{b}	417.00	1,631.33	190.33^{b}
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ย TSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	6.77	3.49	2.02	260.90^{a}	463.00	1,852.33	253.67^{a}
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	6.93	3.33	1.93	143.30^{b}	464.67	2,220.33	202.33^{b}
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ย TSFM	6.80	3.08	1.78	79.67^{b}	463.33	1,703.67	193.00^{b}
	mean	6.650	3.227	1.871	122.475	420.458	1,734.250	194.333
	F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
	p	0.587	0.523	0.524	0.024	0.111	0.581	0.047
	%CV	7.937	17.984	17.903	42.650	13.073	21.361	13.225

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 แสดงผลวิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดิน ปี พ.ศ. 2562

	ตำรับทดลอง	C	N	C/N ratio
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	2.12	0.15	13.73
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	2.11	0.16	13.10
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1.99	0.15	13.13
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1.87	0.15	12.60
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	1.98	0.16	12.53
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	2.32	0.18	12.56
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีค่าวิเคราะห์	2.19	0.15	14.17
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	2.02	0.15	13.80
	mean	2.075	0.157	13.202
	F-test	ns	ns	ns
	%CV	13.337	14.607	5.188

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพด ฤดูปลูกที่ 2 ปี พ.ศ. 2562

2.2.1 ความสูงต้นข้าวโพด

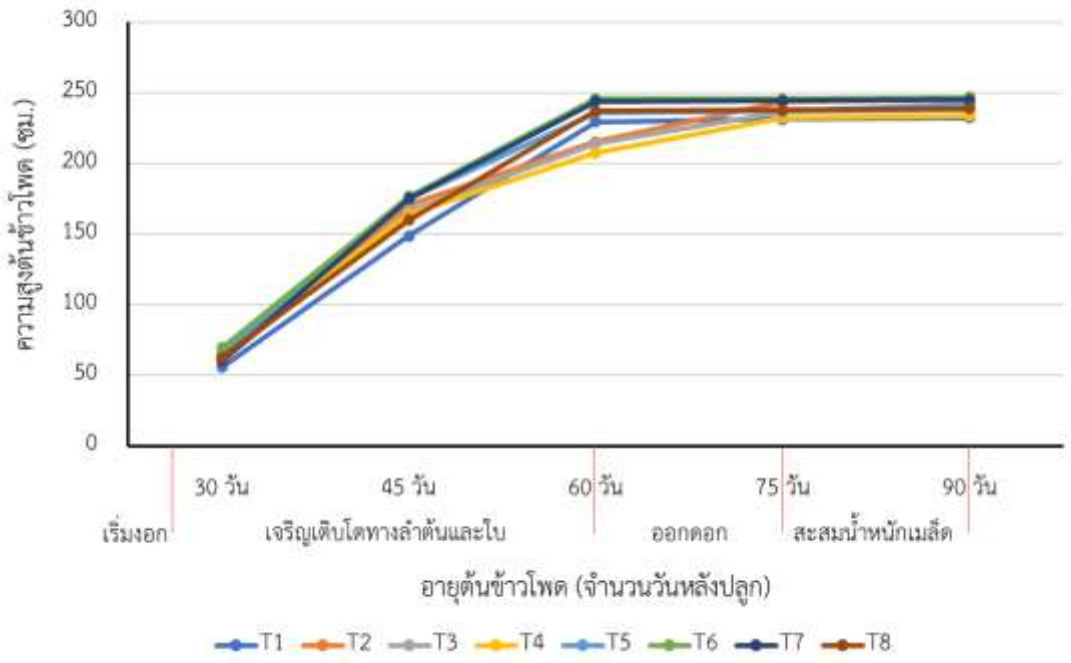
การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า ตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงที่สุด เมื่อข้าวโพดอายุ 30 และ 45 วันหลังจากปลูก โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 69.6 และ 176.57 เซนติเมตร ตามลำดับ การศึกษาแสดงให้เห็นว่า การจัดการดินและธาตุอาหารตามตำรับที่ 6 มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นข้าวโพด เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างจากวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) หลังจากนั้นเมื่อข้าวโพดมีอายุ 60 70 และ 90 วันหลังจากปลูก ต้นข้าวโพดมีความสูงต้นเฉลี่ย 228.70 238.63 และ 240.250 เซนติเมตร พบว่าการจัดการและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 10 ทั้งนี้เนื่องจากในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ อิทธิพลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารและรักษาความชื้นให้กับดินพืชจึงสามารถนำไปใช้การเจริญเติบโตได้ดีและเร็วกว่าตำรับอื่น เมื่อข้าวโพดอายุ 75 วัน หลังจากนั้นการเจริญเติบโตช้าลงเนื่องจากเป็นระยะที่สะสมน้ำหนักเมล็ดให้กับผลผลิต ทั้งนี้พบว่าการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดมีรูปแบบการเจริญโตเช่นเดียวกับปีแรก ดังภาพที่ 7

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าวโพด ปี พ.ศ. 2562

	ตำรับทดลอง	อายุข้าวโพด (วันหลังปลูก)				
		30 วัน	45 วัน	60 วัน	75 วัน	90 วัน
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	55.7c	148.63c	229.37	231.33	232.57
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	64.23ab	170.47ab	215.43	243.70	244.93
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	59.9bc	166.57ab	214.07	236.80	238.17
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	63.67ab	164.03ab	207.33	232.43	233.70
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	64.97ab	174.97a	236.20	237.10	241.50
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	69.6a	176.57a	245.87	245.80	247.03
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	60.17bc	175.2a	244.13	244.20	245.23
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	62.63abc	160.13bc	237.20	237.70	238.87
	ค่าเฉลี่ย	62.608	167.071	228.700	238.633	240.250
	F-test	*	*	ns	ns	ns
	%CV	5.435	4.319	9.443	2.331	2.589

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 7 แสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด ฤดูปลูกที่ 2 ปี พ.ศ. 2562

2.2.2 องค์ประกอบผลผลิตข้าวโพด

1) น้ำหนักต่อฝักก่อนปอกเปลือก

ผลการศึกษาในฤดูปลูกที่ 2 พบว่า ฝักข้าวโพดมีน้ำหนักก่อนปอกเปลือก อยู่ระหว่าง 220.50 – 250.93 กรัมต่อฝัก โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 250.93 กรัมต่อฝัก รองลงมาคือ ตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกเท่ากับ 248.57 กรัมต่อฝัก ส่วนตำรับที่ 1 ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกน้อยที่สุดเท่ากับ 220.50 กรัมต่อฝัก เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2) น้ำหนักต่อฝักหลังปอกเปลือก

การศึกษาด้านน้ำหนักของฝักข้าวโพดหลังปอกเปลือก พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักอยู่ระหว่าง 195.67 – 221.83 กรัมต่อฝัก โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 221.83 กรัมต่อฝัก รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝัก เท่ากับ 221.00 กรัมต่อฝัก ส่วนตำรับที่ 1 ควบคุม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักน้อยที่สุดเท่ากับ 195.67 กรัมต่อฝัก ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแล้วพบว่าให้ผลไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกและแต่ละตำรับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3) น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก

การศึกษาในส่วนของน้ำหนักเมล็ดต่อฝัก พบว่ามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 143.87 – 167.00 กรัมต่อฝัก โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 167.00 กรัมต่อฝัก รองลงมาคือตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 162.17 กรัมต่อฝัก ส่วนตำรับที่ 1 ควบคุม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักน้อยที่สุดเท่ากับ 143.87 กรัมต่อฝัก ผลการศึกษาเป็นปทิศทางเดียวกับน้ำหนักฝักของข้าวโพดและไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน

4) น้ำหนัก 100 เมล็ด

เมื่อชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวโพด 100 เมล็ด มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักอยู่ระหว่าง 34.67 – 38.33 กรัม โดยตำรับที่ 3 การไม่เตรียมดินร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร และ ตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 38.33 กรัม รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเท่ากับ 38.00 กรัม ส่วนตำรับที่ 1 ควบคุม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุดเท่ากับ 34.67 กรัม

ตารางที่ 11 แสดงองค์ประกอบของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูปลูกที่ 2 พ.ศ. 2562

ตำรับทดลอง		น้ำหนักต่อฝัก (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
		ก่อนปอก	หลังปอก	เมล็ด	
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	220.5	195.67	143.87	34.67
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	246.33	221	162.17	37
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	244.73	212.3	157.87	38.33
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	244.37	219.57	161.43	38
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	248.57	221.83	167	37.33
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	247.43	216.73	161.13	38.33
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	250.93	215.77	161.53	36
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	236.73	218.43	160.3	37
	mean	242.45	215.163	159.413	37.083
	F-test	ns	ns	ns	ns
	%CV	5.875	5.594	4.95	8.25

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.3 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจข้าวโพดฤดูปลูกที่ 2 ปี พ.ศ. 2562

ผลการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจข้าวในฤดูปลูกที่ 2 พบว่าผลผลิตข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,247.61 – 1,414.45 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ .ผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 1,414.45 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ผลผลิตเฉลี่ย 1,409.14 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนต้นทุนการผลิตอยู่ระหว่าง 2,073.14 – 3,985.59 บาทต่อไร่ โดยตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร และตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร ใช้ต้นทุนมากที่สุดเท่ากับ 3,985.59 บาทต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 3,438.59 บาทต่อไร่ ส่วนรายได้จากขายผลผลิตข้าวโพดในฤดูปลูกที่ 2 อยู่ระหว่าง 9,693.93 – 10,990.28 บาทต่อไร่ โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ให้รายได้มากที่สุดเท่ากับ 10,990.28 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 2 การเผาตอซังก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 10,948.99 บาท/ไร่ และผลตอบแทนหรือกำไรอยู่ระหว่าง 6,892.38 – 7,836.16 บาท/ไร่ โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ให้ผลตอบแทนมากที่สุดเท่ากับ 7,836.16 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ 8 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM ให้ผลตอบแทนเฉลี่ยเท่ากับ 7,667.73 บาท/ไร่ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลผลิต ต้นทุน รายได้ และกำไรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี พ.ศ. 2562

	ตำรับทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)
1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	1,247.61	2,073.14	9,481.84	7,408.70
2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1,409.14	4,012.35	10,709.44	6,697.09
3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1,353.66	3,398.35	10,287.84	6,889.49
4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1,400.00	4,012.35	10,639.97	6,627.62
5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่	1,414.45	3,168.10	10,749.82	7,581.72
6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่	1,381.93	3,168.10	10,502.69	7,334.59
7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1,375.77	3,452.41	10,455.85	7,003.44
8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	1,392.77	3,168.10	10,585.08	7,416.98
	Mean	1,371.917			
	F-test	ns			
	%CV	5.594			

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1. ผลผลิตข้าวโพดที่ระดับความชื้น 14.5 เปอร์เซ็นต์
2. ราคาขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปี 2562 ความชื้น 14.5% ตามค่าเฉลี่ยปีที่เพาะปลูก (มิ.ย.-พ.ค.) กิโลกรัมละ 7.60 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)
3. ไม่รวมต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมัก เกษตรกรสามารถนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาผลิตเองได้

3. ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีดินหลังดำเนินการปลูก ปี พ.ศ.2563

1) ระดับความเป็นกรดด่าง

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีดินหลังจากปลูกข้าวโพด พบว่า ดินมีความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.93 – 6.87 อยู่ในระดับเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีค่า pH เฉลี่ยสูงที่สุด 6.87 จัดว่าอยู่ในระดับเป็นกลาง รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 8 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM มีค่า pH เฉลี่ย 6.67 จัดว่าอยู่ในระดับเป็นกลาง เช่นเดียวกัน ส่วนตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีค่า pH น้อยที่สุด 5.93 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดปานกลาง

2) ระดับอินทรียวัตถุในดิน

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินแต่ละตำรับการทดลอง หลังปลูกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ระหว่าง 2.17 – 2.74 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างมาก โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเฉลี่ยสูงที่สุด 2.74 รองลงมาคือตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร เท่ากับ 2.64 ส่วนตำรับที่ 8 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ

TSFM มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย น้อยที่สุด 2.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการจัดการแต่ละตำรับมีปริมาณอินทรียวัตถุไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุในดินได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนดำเนินการแล้ว พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีระดับลดลง จากการจัดการในพื้นที่ และตลอดจนการชะล้างจากลมหรือฝน ซึ่งอินทรียวัตถุในดินสามารถสูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกได้จากการไถพรวน เนื่องจากการไถพรวนทำให้ดินง่ายต่อการกัดกร่อนทั้งโดยน้ำ และลม

3) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ระหว่าง 1.26 - 1.59 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยสูงที่สุด 1.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 1.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับที่ 8 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM พบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.26 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนได้เช่นเดียวกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งผลการศึกษาให้ผลไปในทิศทางเดียวกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 21.33 – 91.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงที่สุด 91.33 รองลงมาคือตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยเท่ากับ 67.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับที่ 3 การไม่เตรียมดินร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด 21.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ทุกตำรับการทดลองตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว พบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงมากและอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช

5) ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

การศึกษาดินหลังจากปลูกข้าวโพด พบปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ระหว่าง 363.67 – 562.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยสูงที่สุด 562.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร เท่ากับ 474.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับที่การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด 363.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

6) ปริมาณแคลเซียมในดิน

ผลการศึกษาธาตุอาหารรองหลังจากปลูกข้าวโพด พบปริมาณแคลเซียมในอยู่ระหว่าง 1,230.33 – 1,977.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยสูงที่สุด 1,977.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ย 1,743.00 ส่วนตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน

ต่อไร่ พบว่ามีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด 1,230.33 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างไรก็ตามพบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับที่สูงมาก เนื่องจากดินในพื้นที่ศึกษามีความอุดมสมบูรณ์สูง ตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวพบปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับที่สูงมาก

7) ปริมาณแมกนีเซียมในดิน

ผลการศึกษาปริมาณแมกนีเซียมหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ระหว่าง 133.33 – 209.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีปริมาณแมกเซียมเฉลี่ยสูงที่สุด 209.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตำรับที่ 3 การไม่เตรียมดินร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร เท่ากับ 175.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับที่ การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ TSFM มีปริมาณแมกเซียมเฉลี่ยน้อยที่สุด 133.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ให้ผลไปในทิศทางเดียวกับปริมาณแคลเซียมในดิน และพบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในระดับที่สูงมาก

ตารางที่ 13 แสดงผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ปี พ.ศ. 2563

	ตำรับทดลอง	pH:H_2O (1:1)	OM (%)	P-Bray II (mg/kg)	K-NH40Ac pH7 (mg/kg)	Ca-NH40Ac pH7 (mg/kg)	Mg-NH40Ac pH7 (mg/kg)
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	6.47abc	2.35	54.00	406.00	1648.00ab	191.67a
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	6.60abc	2.57	67.33	474.67	1743.00ab	174.33ab
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	6.23bcd	2.24	21.33	365.00	1536.67bc	175.67ab
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	6.13cd	2.64	51.67	367.33	1474.67bc	171.67ab
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ย TSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	6.87a	2.44	91.33	434.00	1977.67a	209.33a
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ย TSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	5.93d	2.30	30.67	562.67	1230.33c	151.33bc
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	6.17bcd	2.74	28.00	389.67	1633.00ab	175.33ab
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	6.67ab	2.17	35.00	363.67	1488.67bc	133.33c
	mean	6.383	2.431	47.417	420.375	1591.500	172.833
	F-test	*	ns	ns	ns	*	*
	%CV	5.296	12.786	63.792	16.284	13.413	11.026

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

8) ปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดิน

ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าปริมาณคาร์บอนในดินอยู่ระหว่าง 1.69 – 2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับที่ 2 การเผาก่อนการไถพรวนร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนสูงที่สุด 2.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนสูงที่สุด 1.99 เปอร์เซ็นต์ และตำรับที่ 3 การไม่เตรียมดินร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีปริมาณคาร์บอนต่ำที่สุด 1.69 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการจัดการดินและธาตุอาหารที่ต่างกันไม่ทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินแตกต่างกัน

ปริมาณปริมาณไนโตรเจนในดินหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าปริมาณคาร์บอนในดินอยู่ระหว่าง 0.09-0.13 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด 0.13 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างจากตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร มีปริมาณไนโตรเจนต่ำที่สุด 0.09 เปอร์เซ็นต์

ผลวิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน พบว่าตำรับที่ 4 การเตรียมดินโดยการไถร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงที่สุด 19.14 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตำรับที่ 7 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 15.33

ตารางที่ 14 แสดงผลวิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดิน ปี พ.ศ. 2563

	ตำรับทดลอง	C	N	C/N ratio
T1	ควบคุม (ไม่เผา+ไม่ไถ+ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.74	0.1^{bcd}	17.41^{bc}
T2	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	2.00	0.11^{abcd}	18.45^{ab}
T3	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1.69	0.10^{cd}	17.96^{ab}
T4	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	1.73	0.09^{c}	19.14^{a}
T5	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่	1.84	0.11^{abcd}	16.15^{cd}
T6	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM+ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตัน/ไร่	1.90	0.12^{abc}	15.61^{d}
T7	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	1.99	0.13^{a}	15.33^{d}
T8	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	1.91	0.12^{ab}	15.48^{d}
	mean	1.850	0.110	16.943
	F-test	ns	*	*
	%CV	10.135	10.764	4.577

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

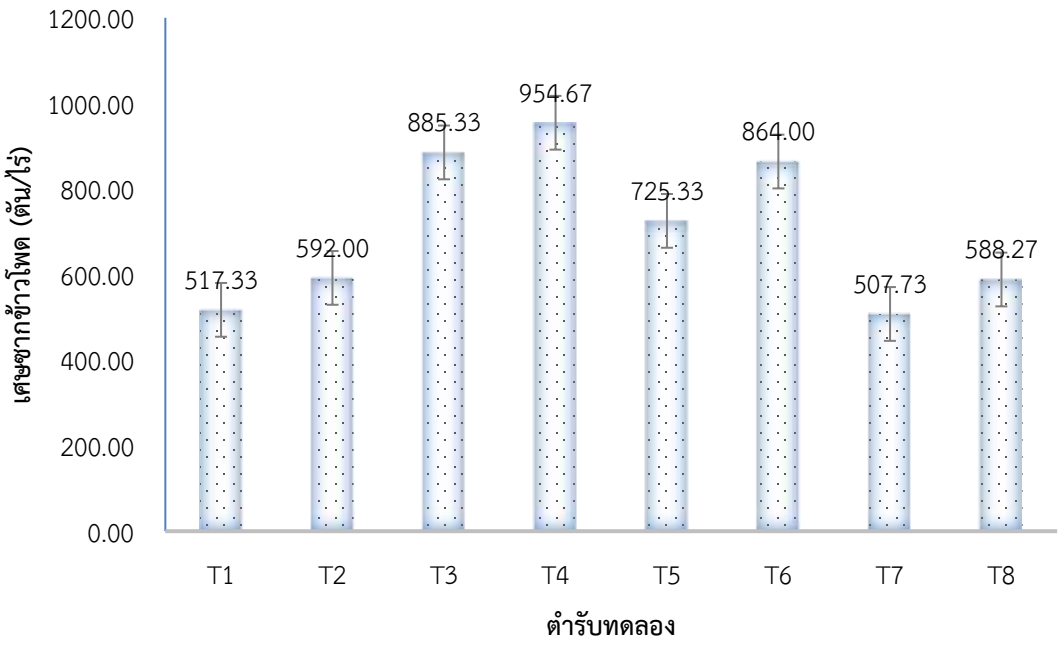
*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ธาตุอาหารในพืช และมวลชีวภาพ

ธาตุอาหารในต้นข้าวโพด (ส่วนเหนือดิน) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 34.52 0.97 0.05 1.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของราก มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 18.46 0.61 0.04 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ด มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 42.73 2.09 0.21 0.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเศษซากข้าวโพดที่หลงเหลืออยู่แปลงหลังจากเก็บเกี่ยวนั้น พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 517.33-954.67 ตันต่อไร่

ตารางที่ 15 แสดงผลวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

ข้าวโพด	ปริมาณธาตุอาหารพืช			
	OC (%)	N (%)	P (%)	K (%)
ต้น	34.52	0.97	0.05	1.67
ราก	18.46	0.61	0.04	0.90
เมล็ด	42.73	2.09	0.21	0.45



ภาพที่ 8 แสดงมวลชีวภาพข้าวโพดในแปลงหลังจากเก็บเกี่ยว

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาอิทธิพลจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด และคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน ในตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ทำให้ดินมีความเป็นกรดด่าง 6.87 อยู่ในระดับที่เป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณคาร์บอนในดิน มีค่าเฉลี่ย 2.44 และ 2.32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมในดิน มีค่าเฉลี่ย 91.33 และ 434 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงจากก่อนดำเนินการเนื่องจากพืช เป็นแหล่งของธาตุอาหารหลักที่พืชนำไปใช้ในเการเจริญเติบโตและสะสมอาหารในเมล็ด ส่วนปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม มีปริมาณ 1,977.67 และ 209.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากก่อนดำเนินการ

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในฤดูปลูกที่ 1 พบว่า ตำรับที่ 6 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ มีความสูงต้นอายุ 60 วันหลังปลูกเฉลี่ยสูงที่สุด 276.87 เซนติเมตร และให้ผลผลิต 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนสูงสุด 9,567.90 บาทต่อไร่ ในฤดูปลูกที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 5 การเตรียมดินโดยไถก่อนปลูกร่วมกับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิต 1,414.45 กิโลกรัมต่อไร่ และผลตอบแทนสูงที่สุด 7,581 บาทต่อไร่

3. ธาตุอาหารในต้นข้าวโพด (ส่วนเหนือดิน) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 34.52 0.97 0.05 1.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของราก มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 18.46 0.612 0.04 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ด มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 42.73 2.09 0.21 0.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเศษซากข้าวโพดที่หลงเหลืออยู่แปลงหลังจากเก็บเกี่ยวนั้น พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 517.33-954.67 ตันต่อไร่

การเผาเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาหมอกควันในจังหวัดเชียงใหม่ที่เกิดขึ้นทุกปี หลายภาคส่วนได้ร่วมกันรณรงค์อย่างต่อเนื่อง เกษตรกรส่วนหนึ่งเริ่มตระหนักถึงผลเสียจากการเผาและพยายามหลีกเลี่ยงมากขึ้น แต่ต้องยอมรับว่า การเผาเป็นวิถีชีวิต และวิธีปฏิบัติที่ดำเนินมาอย่างยาวนาน บางส่วนยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนทัศนคติได้ หน่วยงานภาครัฐพยายามจัดหาวัสดุเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อช่วยย่อยวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรดังกล่าว เช่น เครื่องบดย่อยเศษวัสดุ เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมักเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดินได้อีกทางหนึ่ง จากการศึกษาเรื่องอิทธิพลจากการเผาต่อระบบการปลูกข้าวโพด และคาร์บอนในดินบนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดแล้ว พบว่าการเผาไม่ได้ช่วยทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่จะเป็นการสร้างมลพิษทางอากาศ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในพื้นที่ แต่หากมีการจัดการดินและธาตุอาหารโดยไม่เผา จะสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดการธาตุอาหารในพื้นที่ปลูกข้าวโพด บริเวณพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
2. ได้ข้อมูลเบื้องต้นด้านสมบัติดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และคาร์บอนในดินจากผลกระทบจากการเผาและการจัดการธาตุอาหารแต่ละตำรับในพื้นที่ปลูกข้าวโพด บริเวณพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม
3. ได้แนวทางจัดการธาตุอาหารต่อระบบการปลูกข้าวโพด การเจริญเติบโต สมบัติดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และคาร์บอนในดิน
4. ได้แนวทางการจัดการดินและพืชเพื่อลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2556. **สารปรับปรุงดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักนโยบายและแผน สำนักงานปลัด . 2560 .**สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ปี 2559/2560**. สำนักนโยบายและแผน สำนักงานปลัด กระทรวงมหาดไทย.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1**. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. **มหัศจรรย์พันธุ์ดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ข้อมูลชุดดิน 60

ชุดดิน : ดินตะกอนลำน้ำเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำดี (AC-wd : Alluvial Complex, well drained)

ลักษณะเด่น : กลุ่มดินร่วนที่เกิดจากดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

สภาพพื้นที่ : ราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กนอย ความลาดชัน 0-5 %

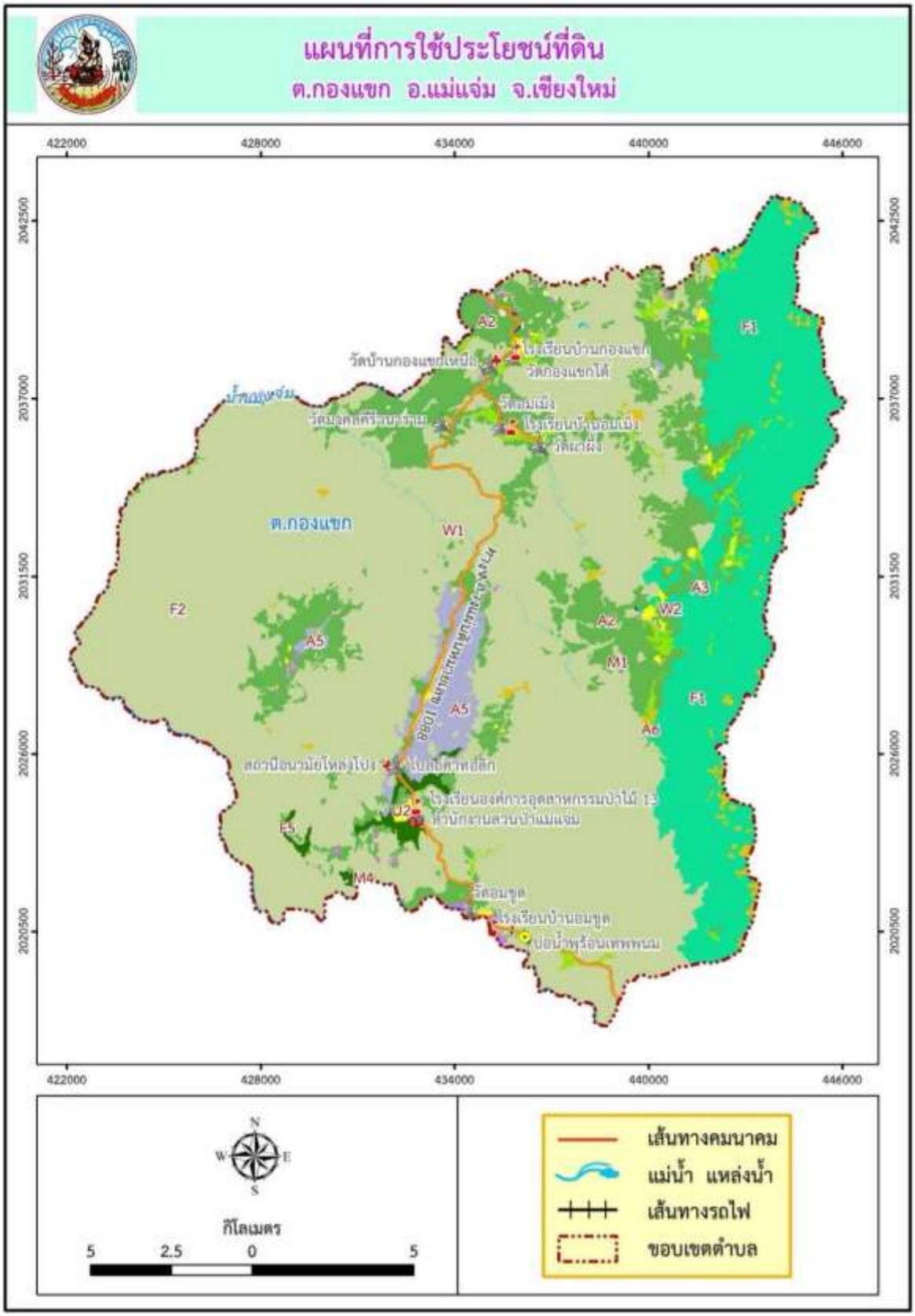
ปัญหา : ดินปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดแคลนน้ำ และในพื้นที่ที่มีความลาดชันดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดิน

แนวทางการจัดการ : ปลูกพืชไร่หรือพืชผัก เลือกพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 2-3 ตัน/ไร่ หรือไถกลบพืชปุ๋ยสด (หว่านเมล็ดถั่วพร้า 8-10 กิโลกรัม/ไร่ เมล็ดถั่วพุ่ม 6-8 กิโลกรัม/ไร่ หรือปอเทือง 4-6 กิโลกรัม/ไร่ ไถกลบระยะออกดอก ปล่อยไว้ 1-2 สัปดาห์) ร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีวัสดุคลุมดิน หรือปลูกพืชหมุนเวียน พัฒนาแหล่งน้ำและจัดระบบการให้น้ำในแปลงปลูก ปลูกไม้ผล ขุดหลุมปลูกขนาด 50x50x50 ซม. ปรับปรุงหลุมปลูกด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 20-35 กิโลกรัม/หลุม ร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การสร้างคันดิน ปลูกพืชคลุมดิน ปลูกพืชแซม วัสดุคลุมดิน ทำแนวรั้วหรือทำฐานหญ้าแฝกเฉพาะต้น ในช่วงเจริญเติบโต ก่อนเก็บผลผลิตและภายหลังเก็บผลผลิต ใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ตามชนิดพืชที่ปลูก พัฒนาแหล่งน้ำและจัดระบบการให้น้ำในแปลงปลูก

ที่มา : สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2548)

ภาพภาคผนวกที่ 1 ภาพหน้าตัดดิน และตารางสมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมี	ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์	โพแทสเซียมที่มีประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
	0-25	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
	25-50	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
	50-100	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ



ภาพภาคผนวกที่ 2 แผนที่การใช้ประโยชน์ดิน ต.กองแขก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

ตารางภาคผนวกที่ 1 คำอธิบายแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลำดับที่	รหัส	คำอธิบาย	พื้นที่ (ไร่)
1	A1	พื้นที่นา	3,062.02
2	A2	พืชไร่	30,913.10
3	A3	ไม้ยืนต้น	291.05
4	A4	ไม้ผล	592.82
5	A5	พืชสวน	5,567.33
6	F1	ป่าไม่ผลัดใบ	37,293.04
7	F2	ป่าผลัดใบ	141,797.90
8	F5	ป่าปลูก	1,523.63
9	M1	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	194.72
10	M2	พื้นที่ลุ่ม	6.92
11	M3	เหมืองแร่ บ่อขุด	7.86
12	M4	พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่นๆ	51
13	U2	หมู่บ้าน	1,491.37
14	U3	สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ	96.04
15	U5	พื้นที่อุตสาหกรรม	12.17
16	U6	สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ	8.78
17	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ	588.05
18	W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	47.37
19	M7	ที่ทิ้งขยะ	6.9
20	A6	ไร่หมุนเวียน	1,735.62
		พื้นที่ทั้งหมด	225,287.69

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าความเป็นกรดด่างของดิน

ระดับ	ช่วงความเป็นกรดด่างของดิน
กรดรุนแรงมากที่สุด	<3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5-4.5
กรดจัดมาก	4.6-5.0
กรดจัด	5.1-5.5
กรดปานกลาง	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	6.1-6.5
เป็นกลาง	6.6-7.3
ด่างอย่างน้อย	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	7.9-8.4
ด่างจัด	8.5-9.0
ด่างจัดมาก	>9.0

ที่มา : ปิยะปิยะ ดวงพัตรา (2556)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (% organic carbon x 1.724)

ระดับ	ช่วงความเป็นกรดด่างของดิน
ต่ำมาก	<0.5
ต่ำ	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5
สูง	3.5-4.5
สูงมาก	>4.5

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

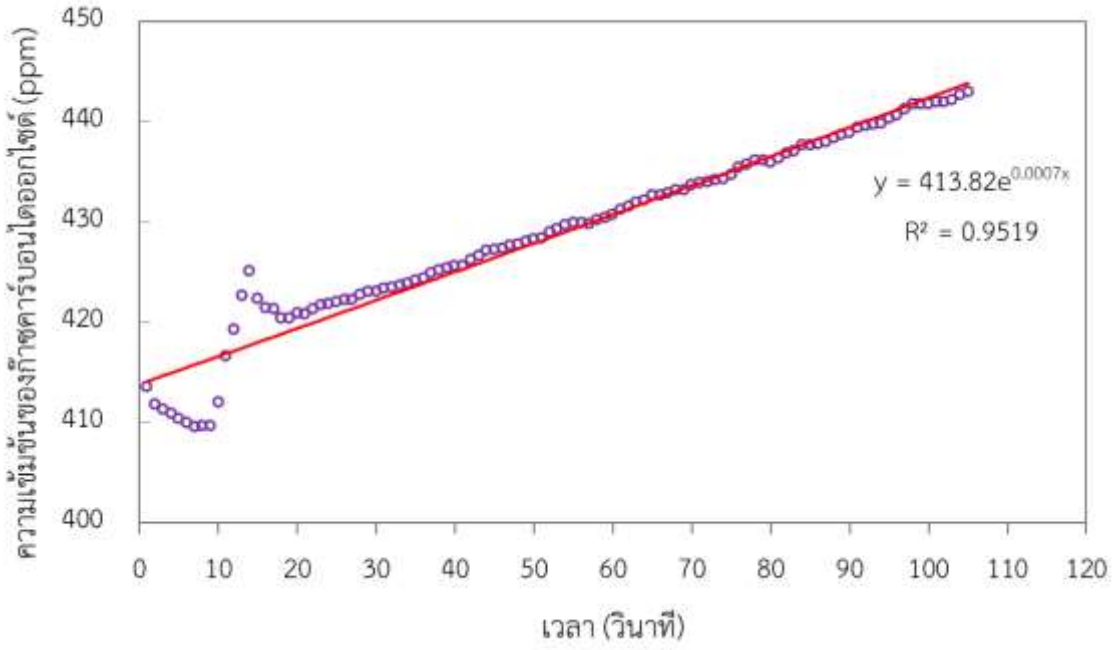
ระดับ	ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	<3
ต่ำ	3-10
ปานกลาง	11-15
สูง	16-45
สูงมาก	>45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

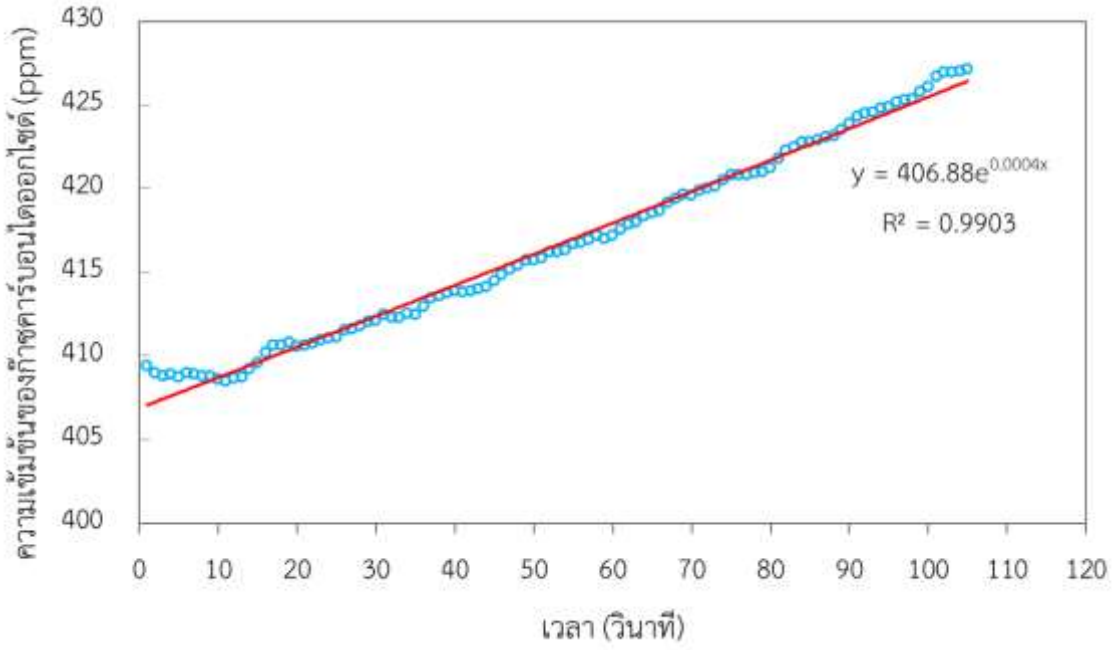
ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ระดับ	ระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	<30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	60-90
สูง	90-120
สูงมาก	>120

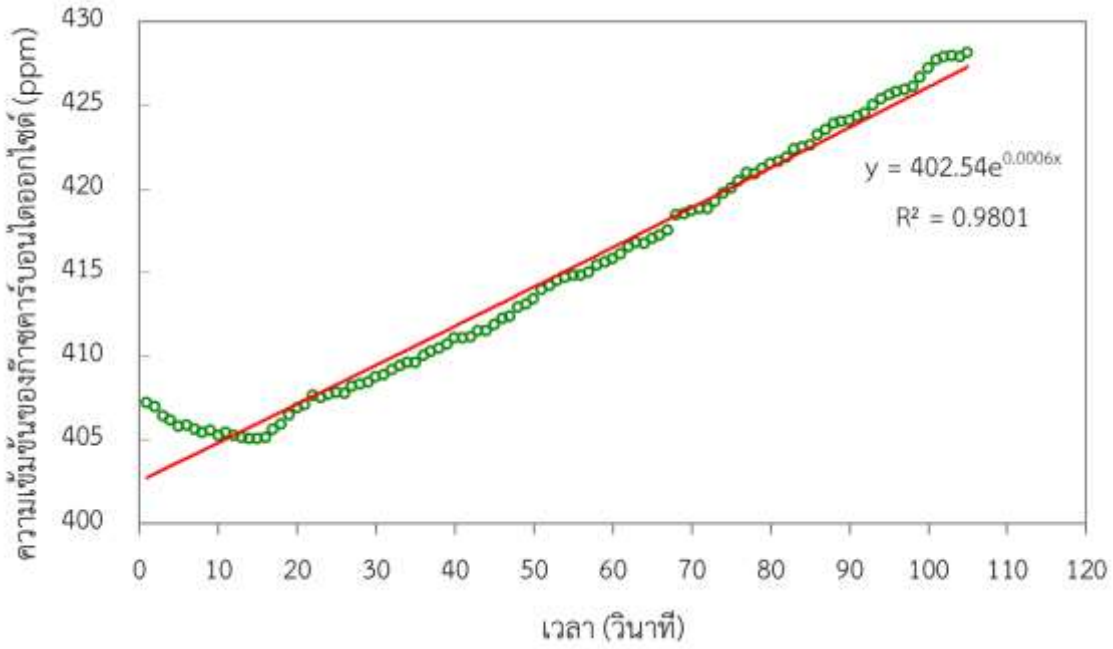
ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)



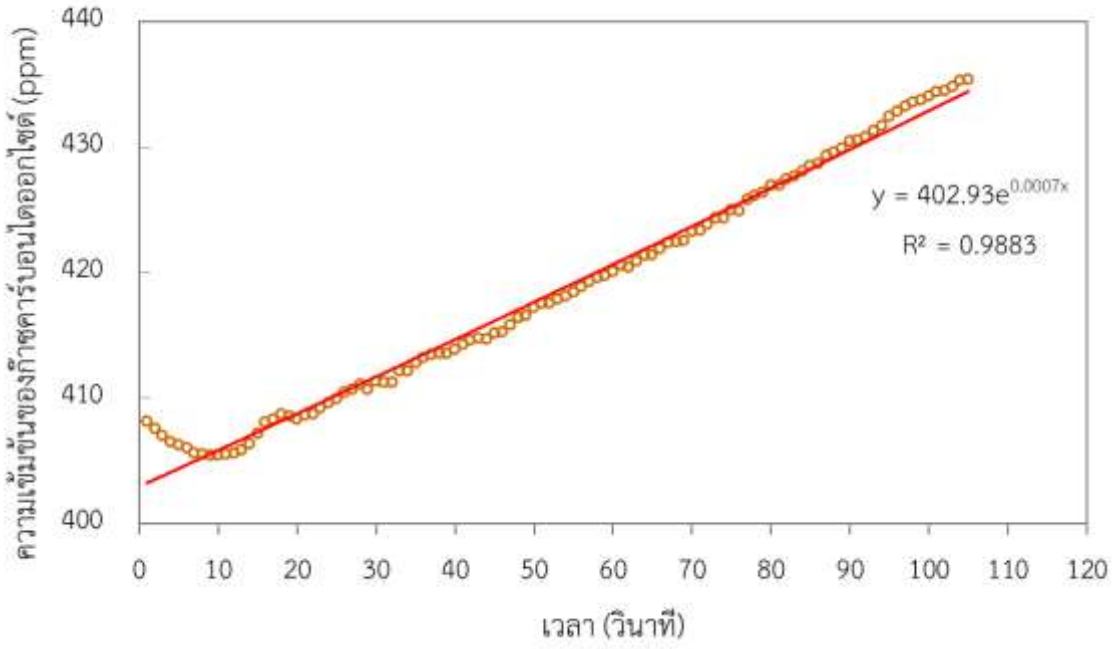
ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 1 ดินดั้งเดิม ไม่มีการไถและไม่ใส่ปุ๋ย (4 มิถุนายน 2561)



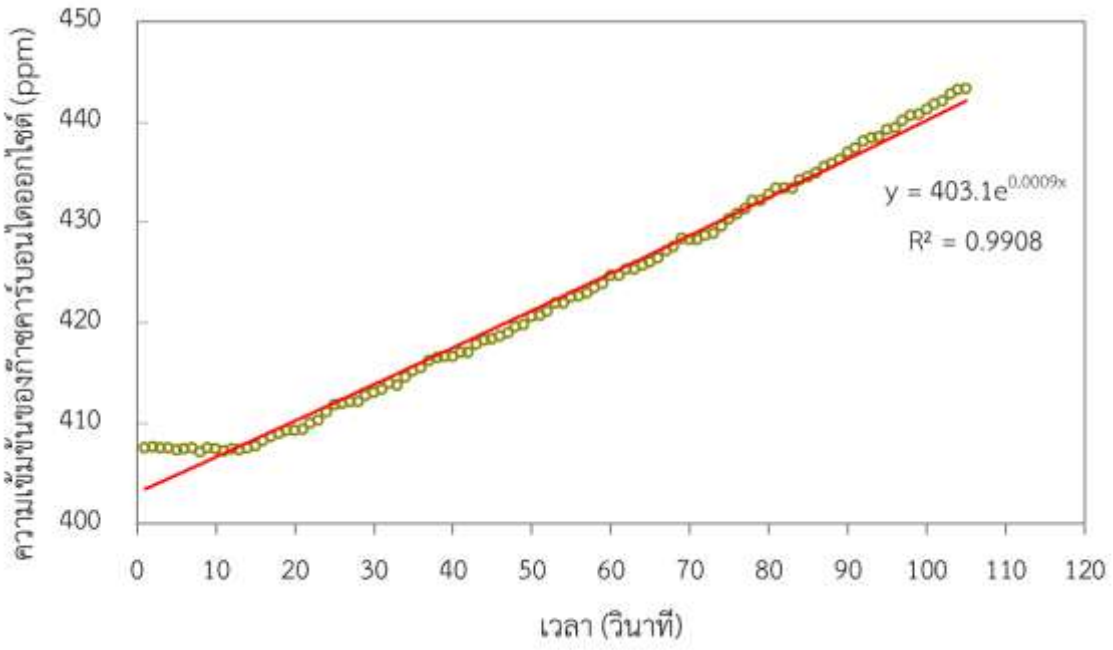
ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 2 เตรียมดินโดยการเผาและไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (4 มิถุนายน 2561)



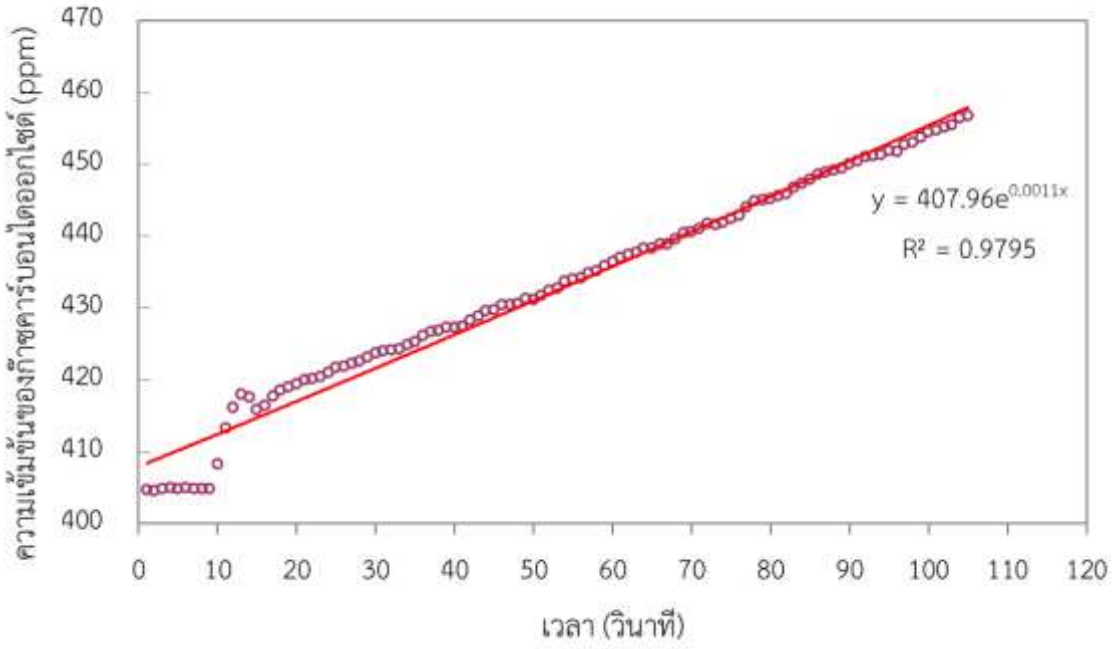
ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 3 เตรียมดินโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (4 มิถุนายน 2561)



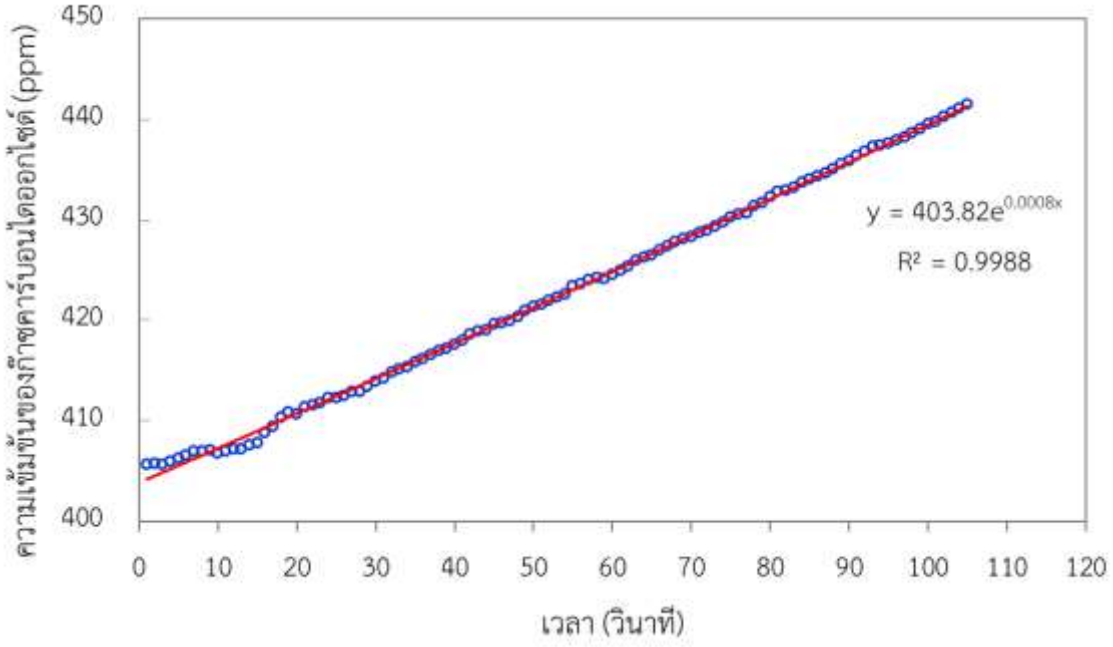
ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 4 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (4 มิถุนายน 2561)



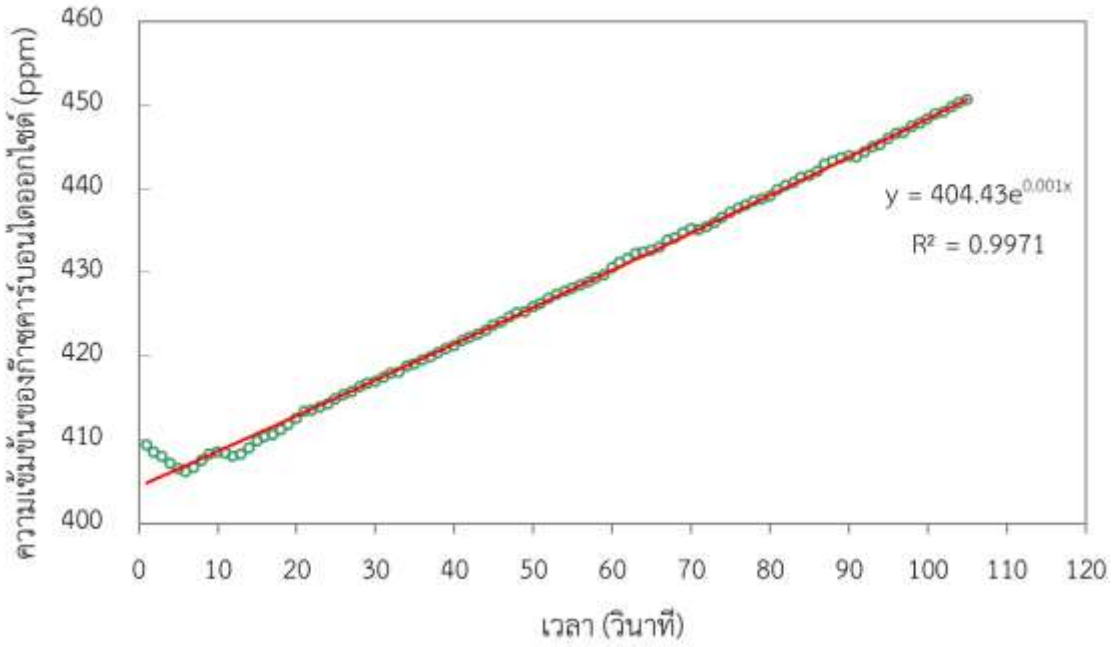
ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 5 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (4 มิถุนายน 2561)



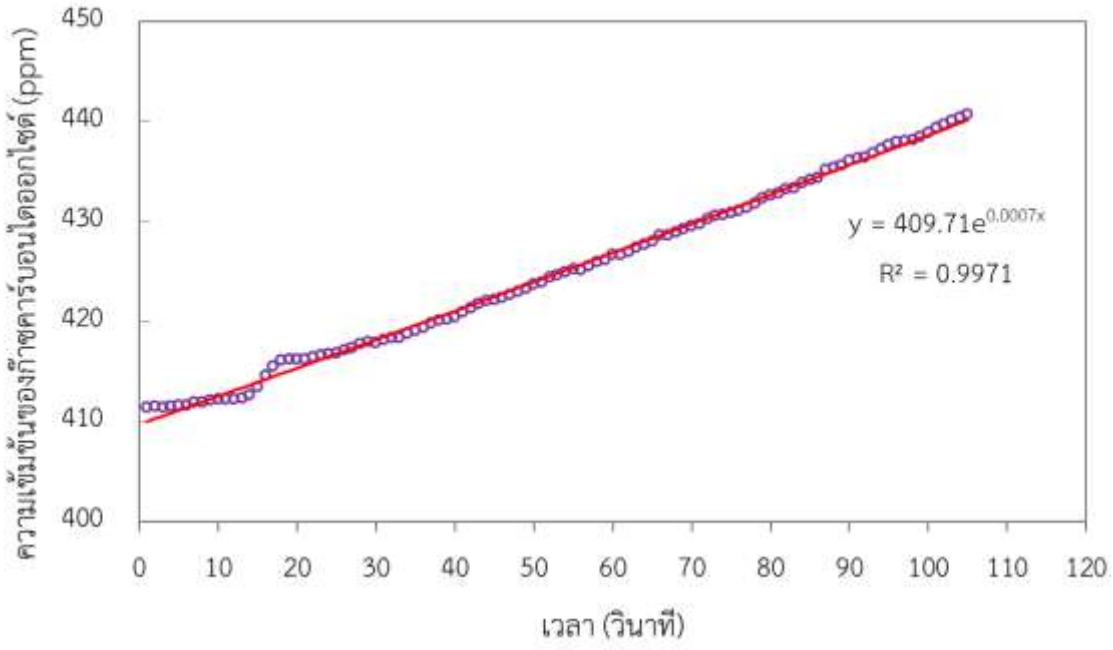
ภาพภาคผนวกที่ 8 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 6 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ (4 มิถุนายน 2561)



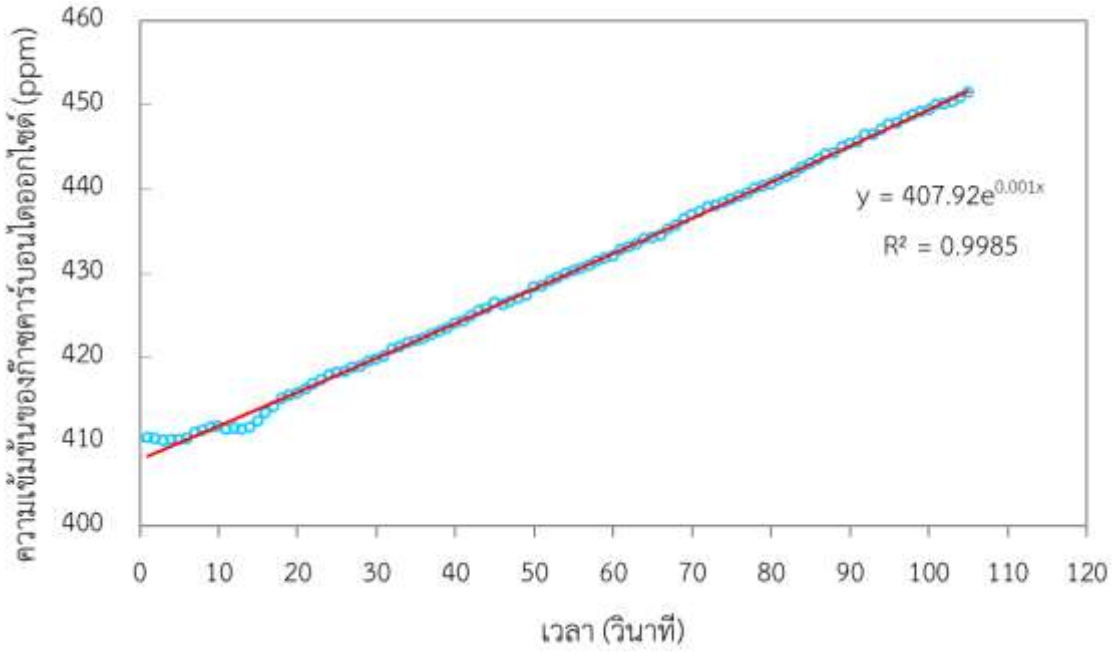
ภาพภาคผนวกที่ 9 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 7 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (4 มิถุนายน 2561)



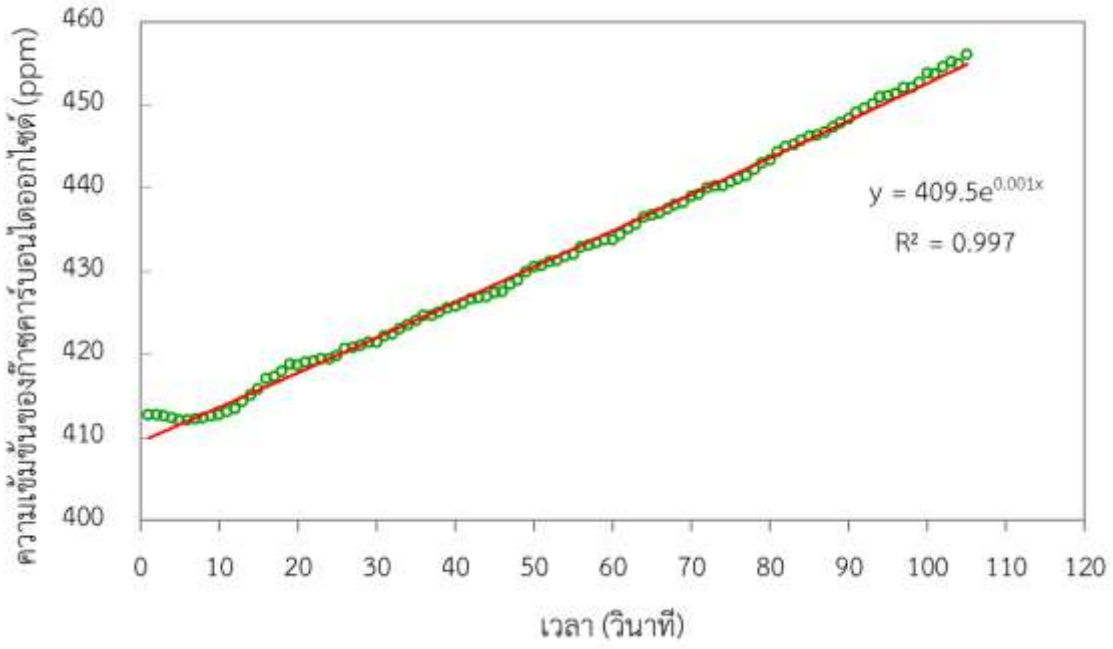
ภาพภาคผนวกที่ 10 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 8 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) (4 มิถุนายน 2561)



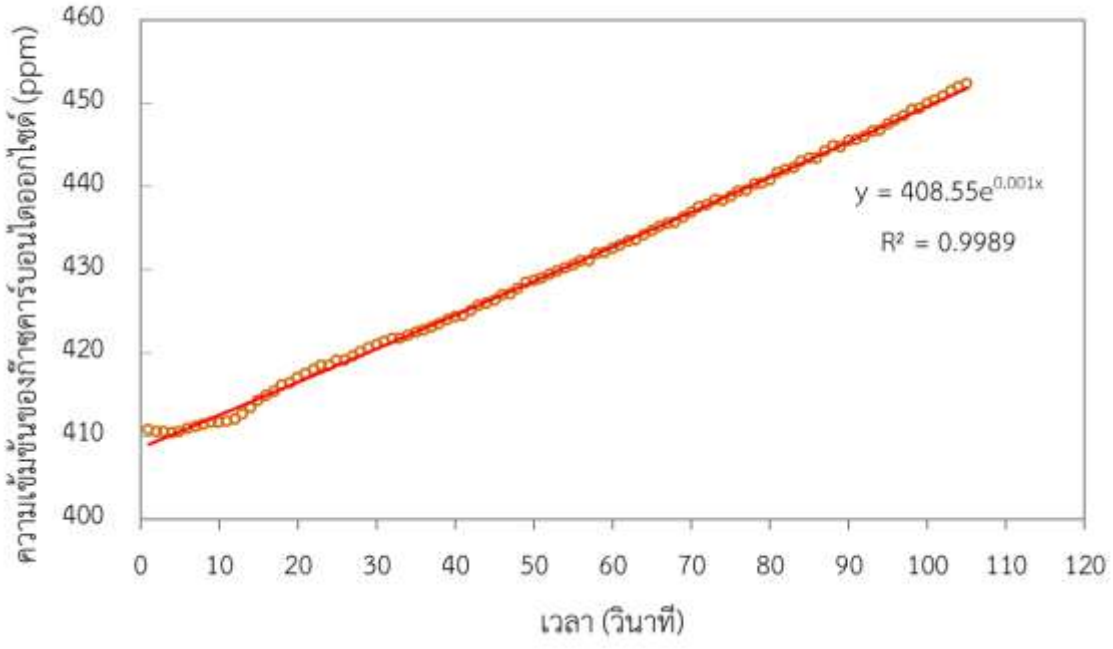
ภาพภาคผนวกที่ 11 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 1 ดินดั้งเดิม ไม่มีการไถและไม่ใส่ปุ๋ย (19 มิถุนายน 2562)



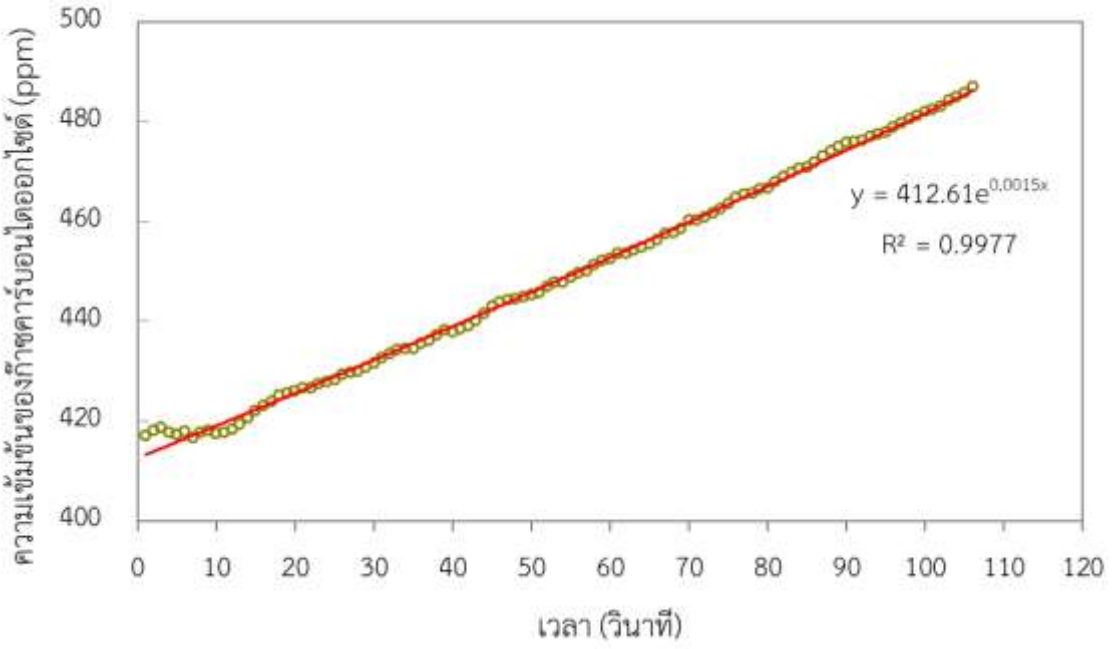
ภาพภาคผนวกที่ 12 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 2 เตรียมดินโดยการเผาและไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (19 มิถุนายน 2562)



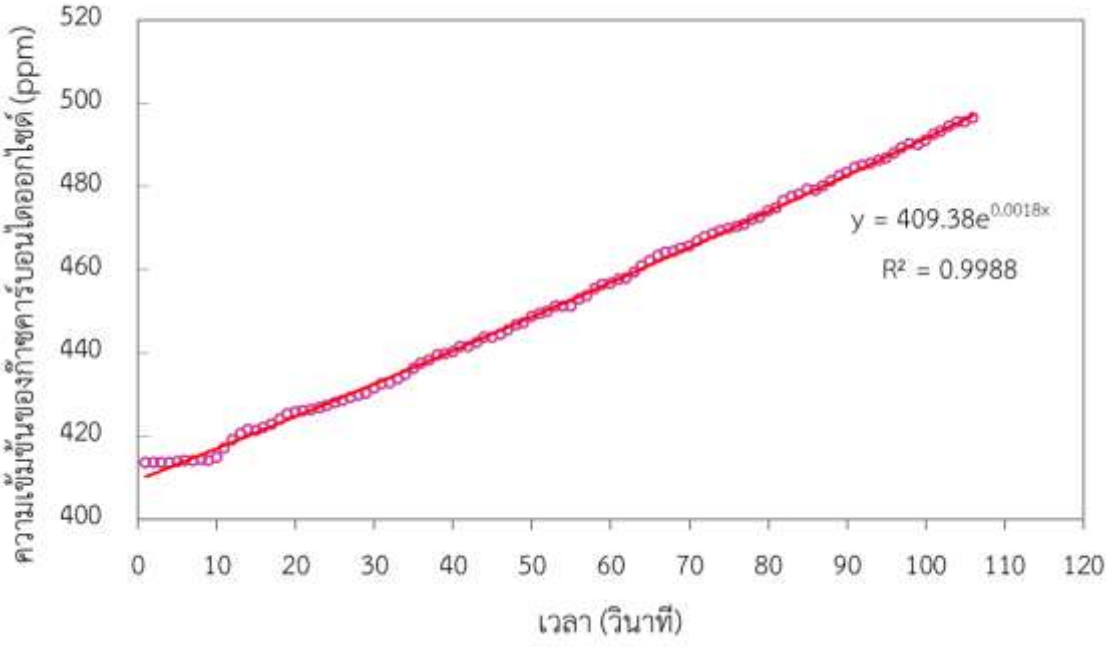
ภาพภาคผนวกที่ 13 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 3 เตรียมดินโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (19 มิถุนายน 2562)



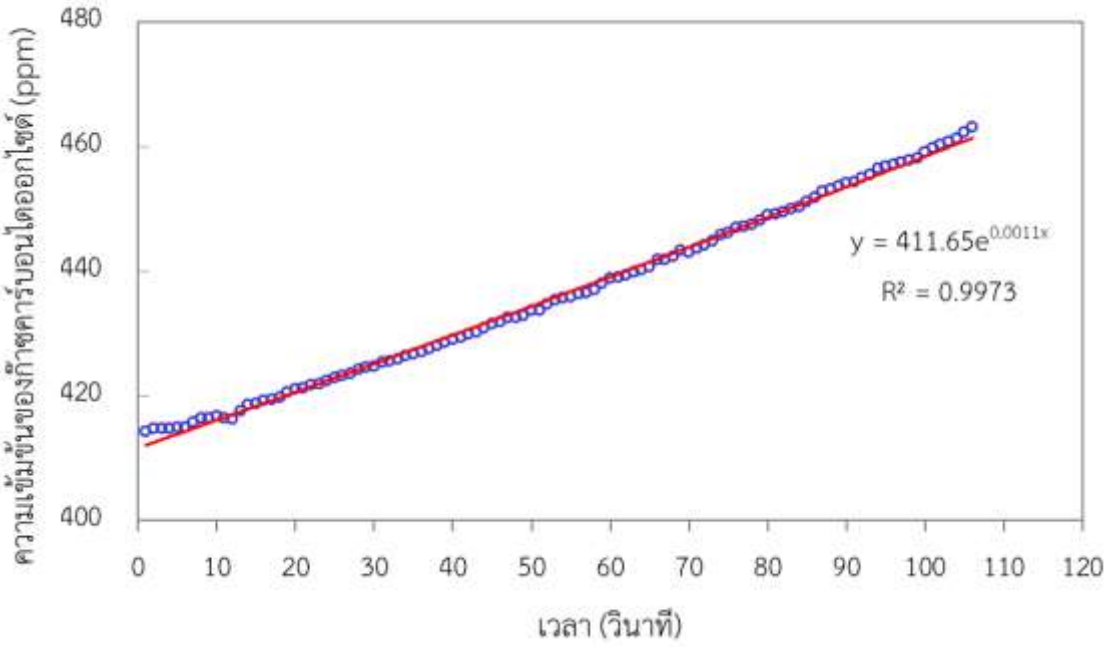
ภาพภาคผนวกที่ 14 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 4 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (19 มิถุนายน 2562)



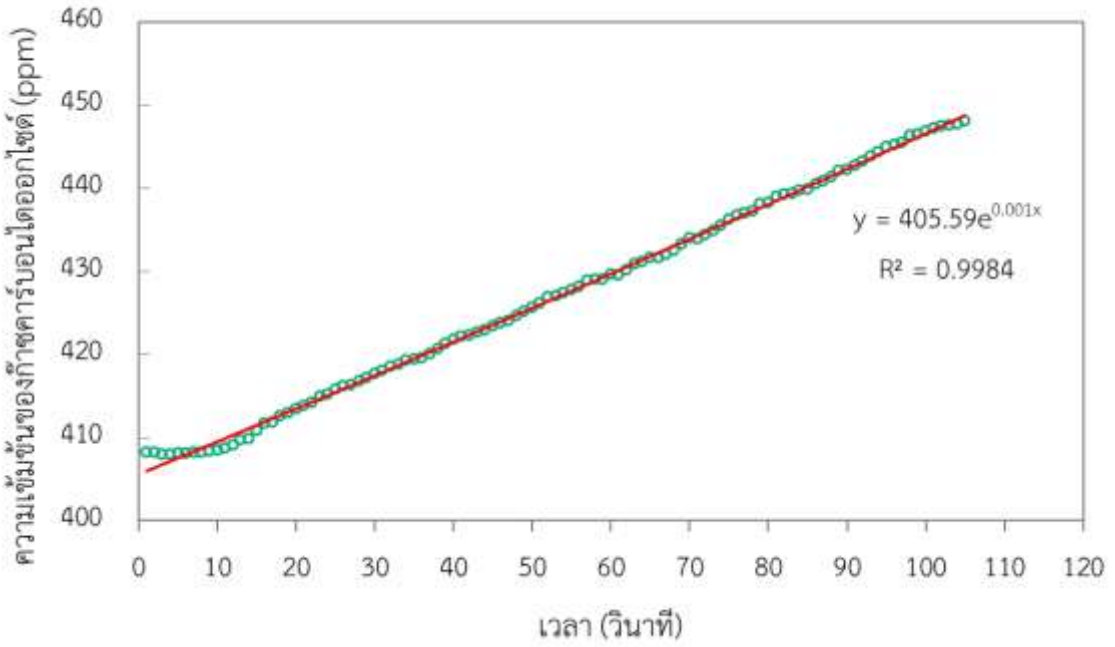
ภาพภาคผนวกที่ 15 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 5 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (19 มิถุนายน 2562)



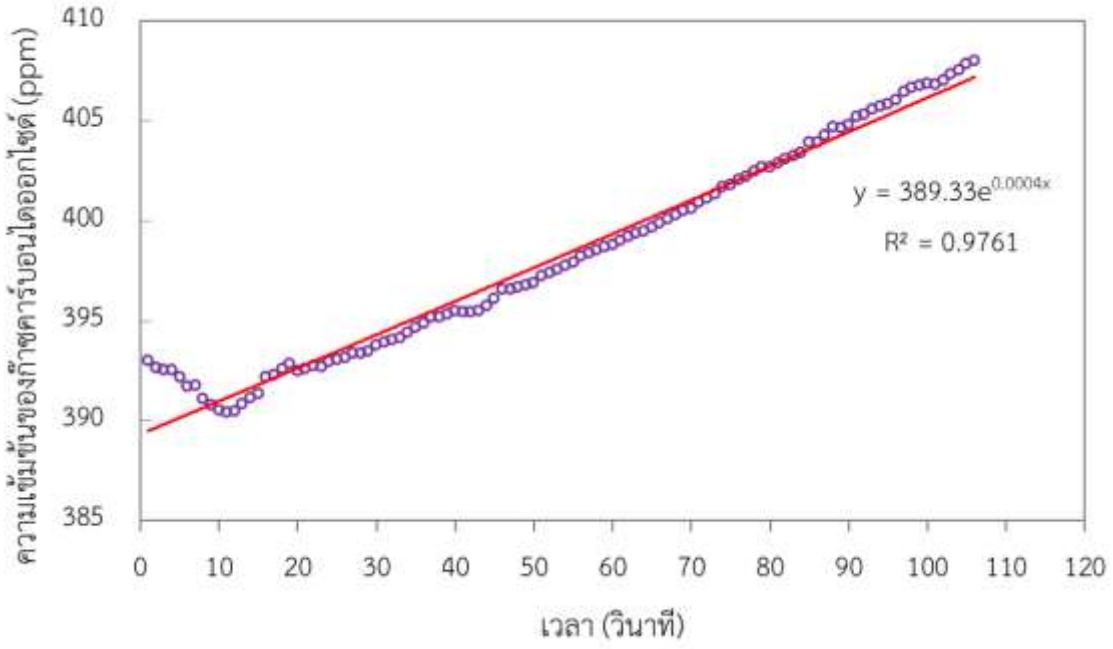
ภาพภาคผนวกที่ 16 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 6 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ (19 มิถุนายน 2562)



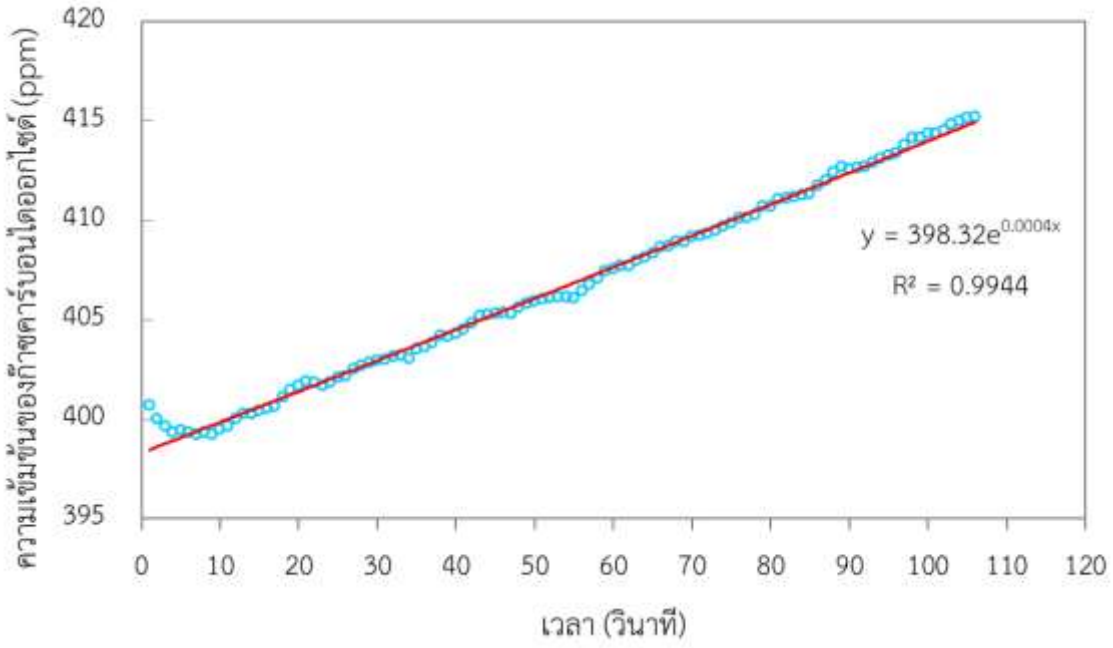
ภาพภาคผนวกที่ 17 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 7 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (19 มิถุนายน 2562)



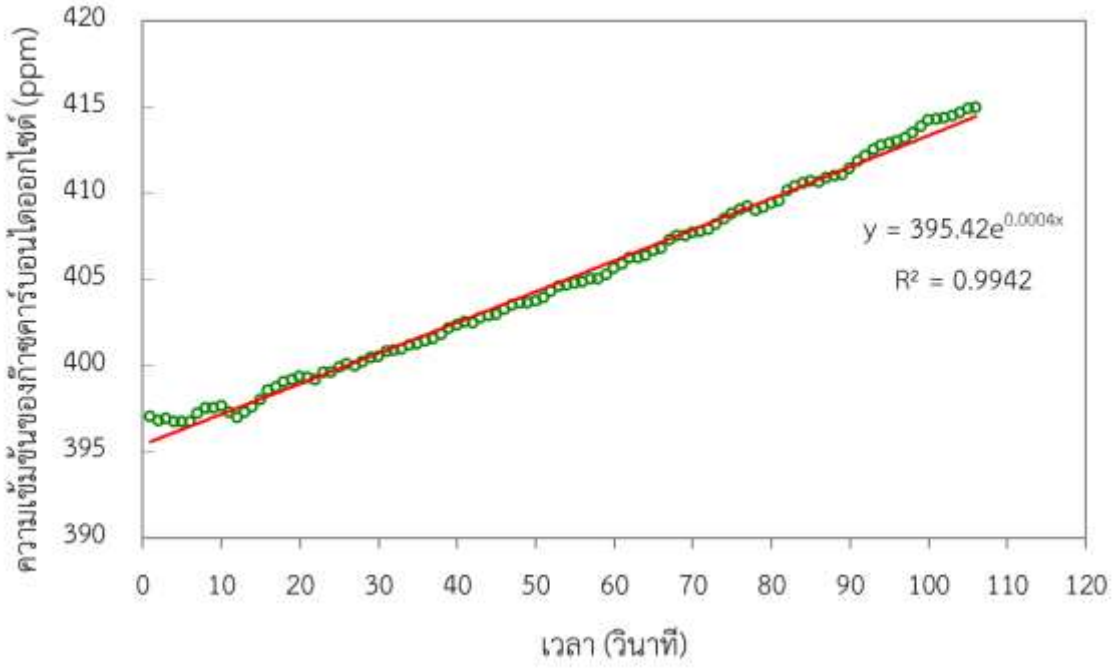
ภาพภาคผนวกที่ 18 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 8 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) (19 มิถุนายน 2562)



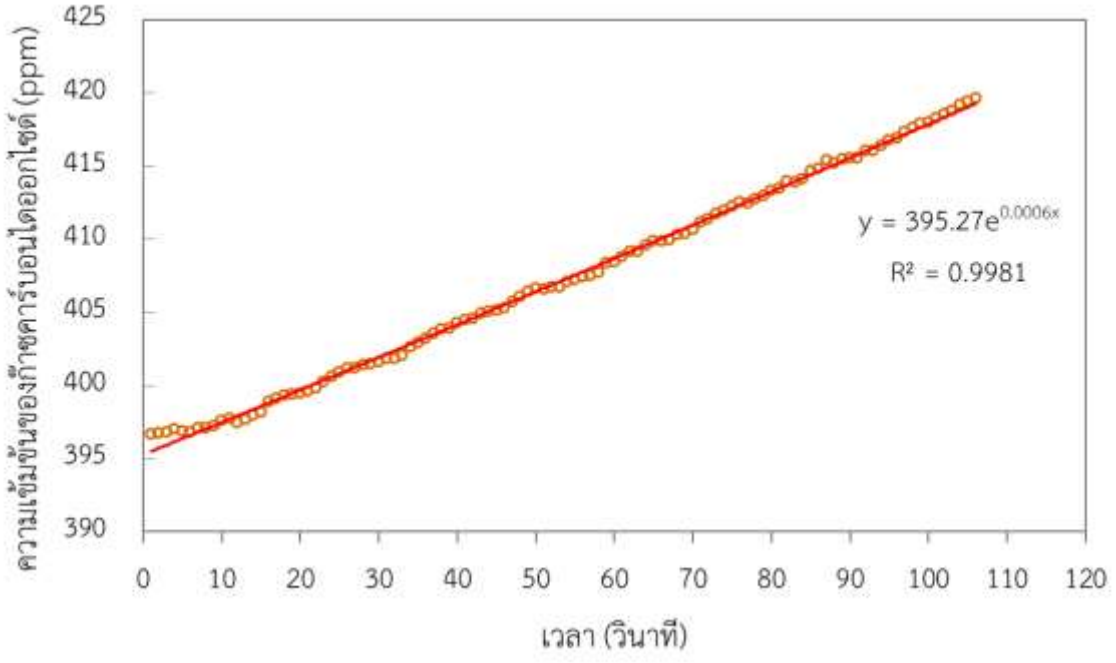
ภาพภาคผนวกที่ 19 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 1 ดินดั้งเดิม ไม่มีการไถและไม่ใส่ปุ๋ย (17 มิถุนายน 2563)



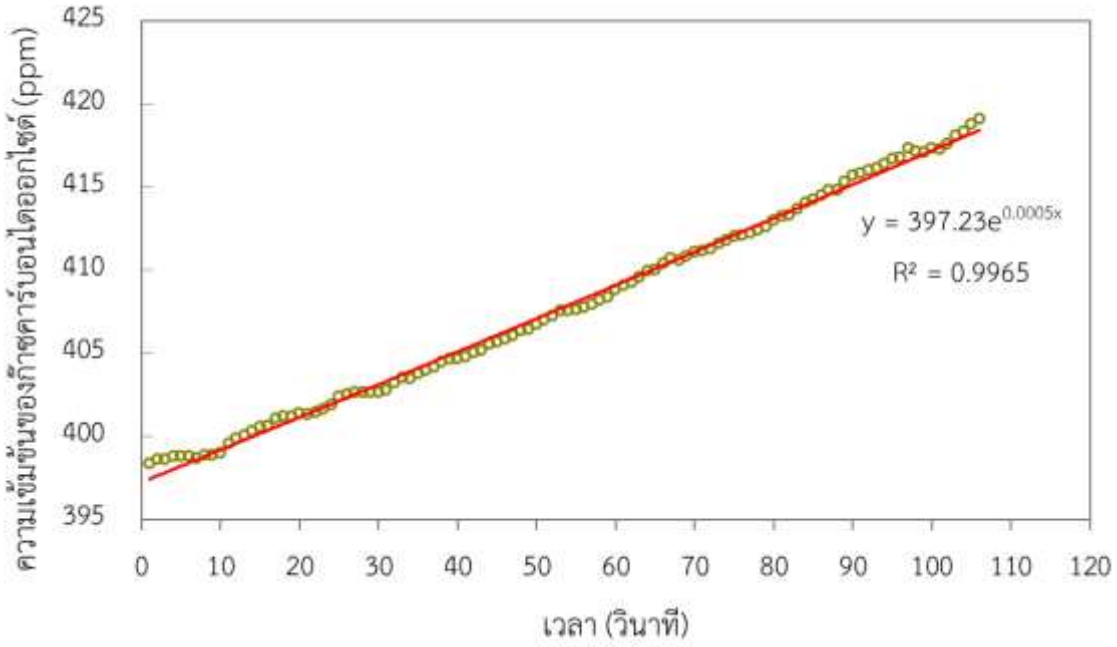
ภาพภาคผนวกที่ 20 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 2 เตรียมดินโดยการเผาและไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (17 มิถุนายน 2563)



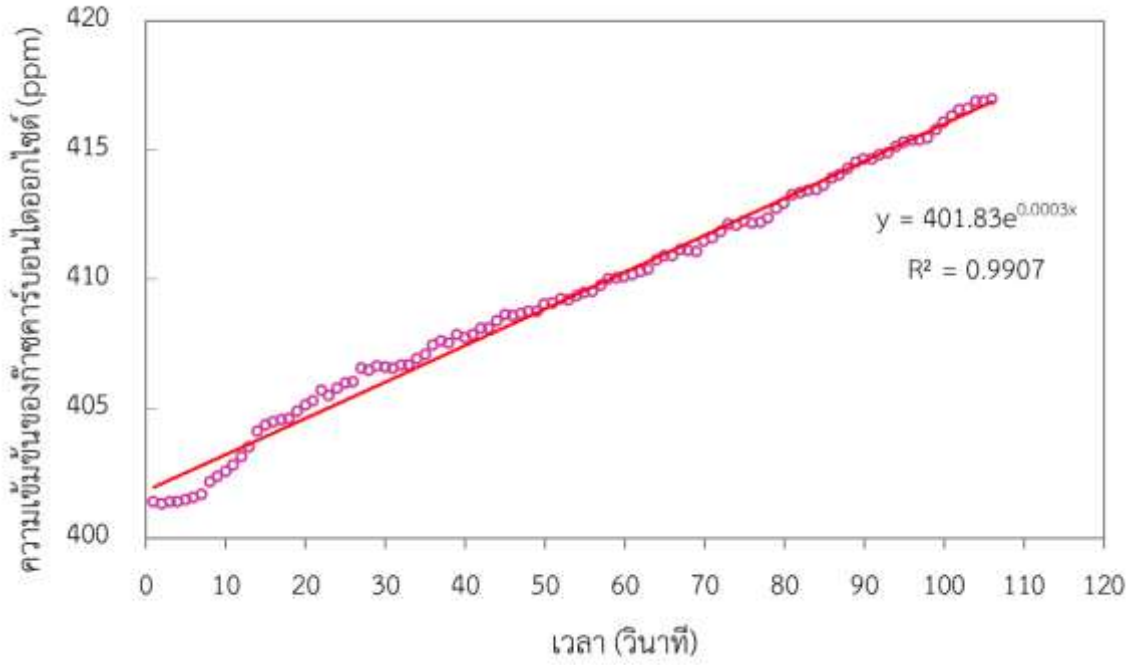
ภาพภาคผนวกที่ 21 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 3 เตรียมดินโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (17 มิถุนายน 2563)



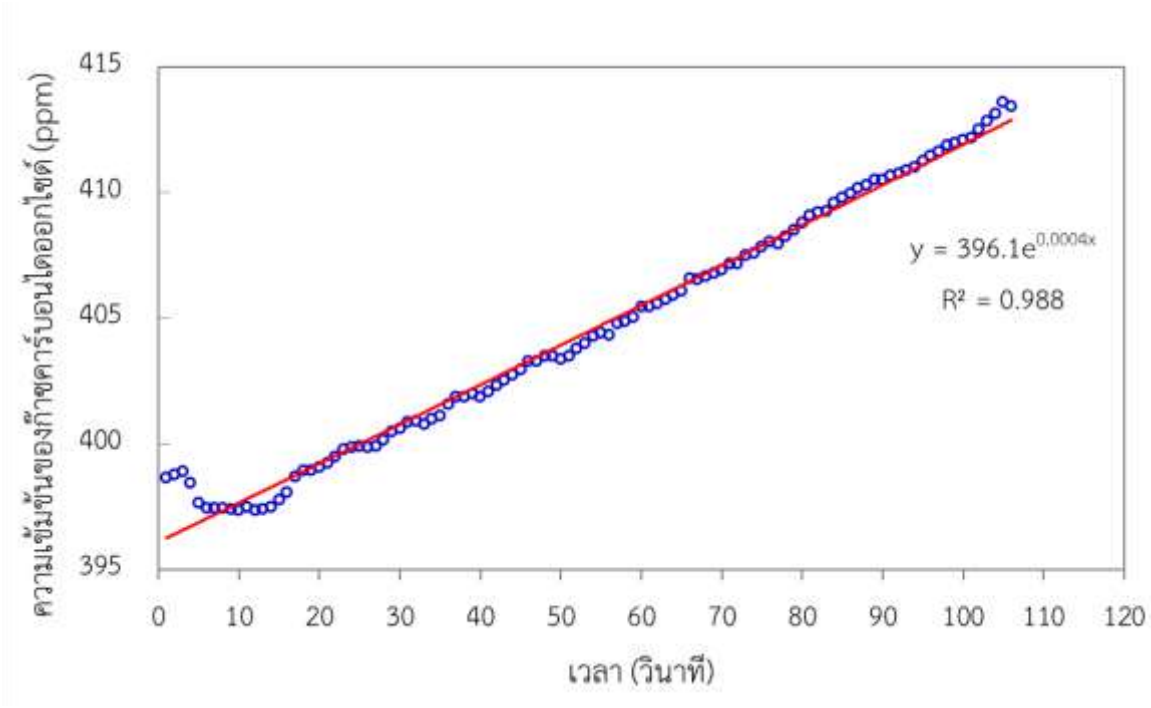
ภาพภาคผนวกที่ 22 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 4 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (17 มิถุนายน 2563)



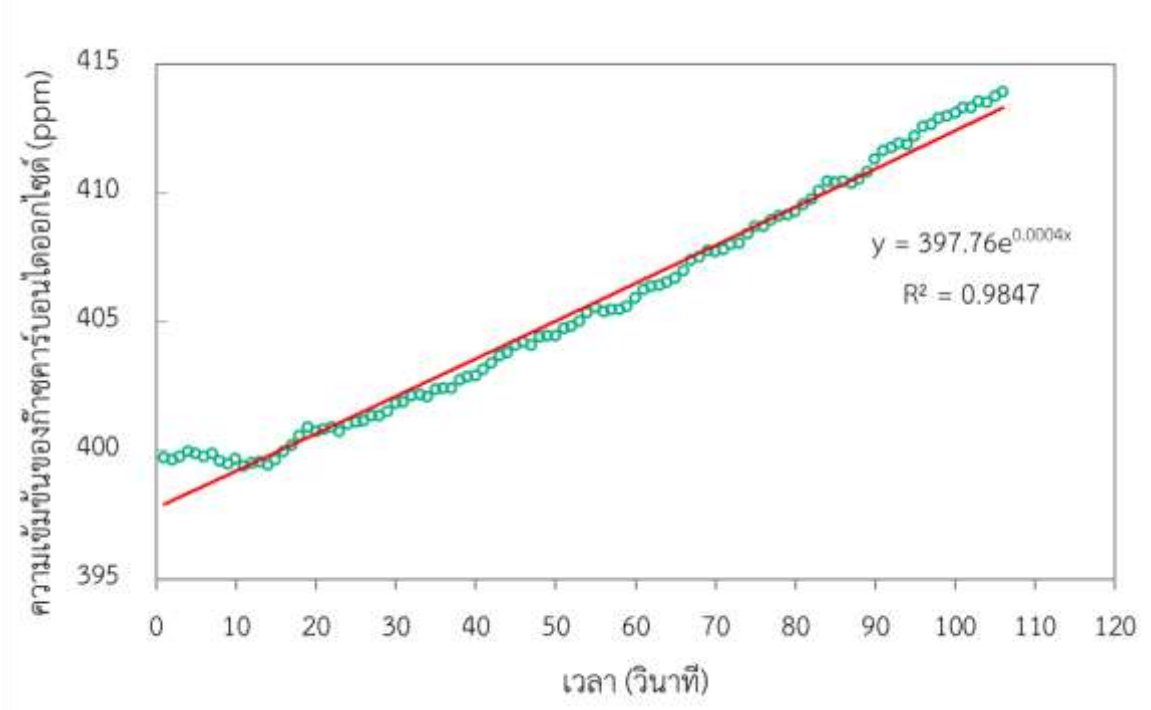
ภาพภาคผนวกที่ 23 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 5 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (17 มิถุนายน 2563)



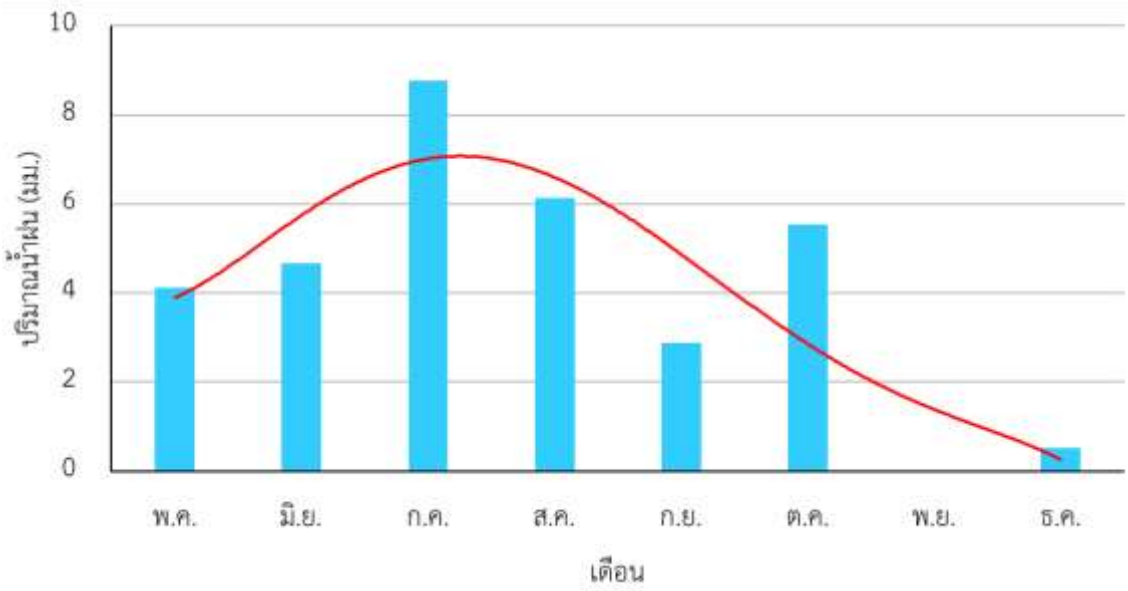
ภาพภาคผนวกที่ 24 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 6 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4 ตันต่อไร่ (17 มิถุนายน 2563)



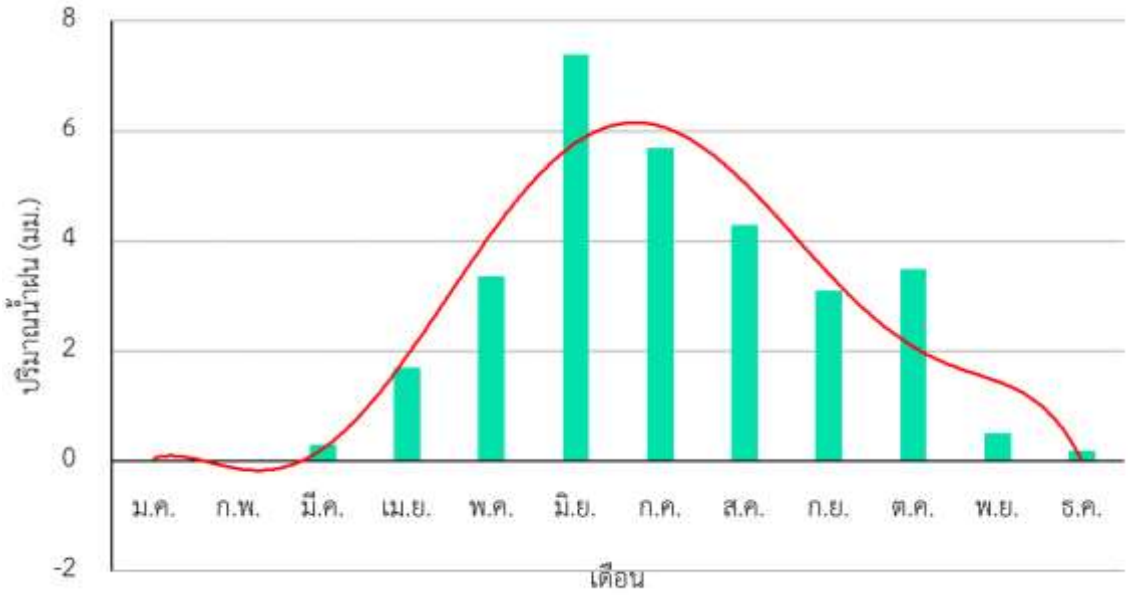
ภาพภาคผนวกที่ 25 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 7 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (17 มิถุนายน 2563)



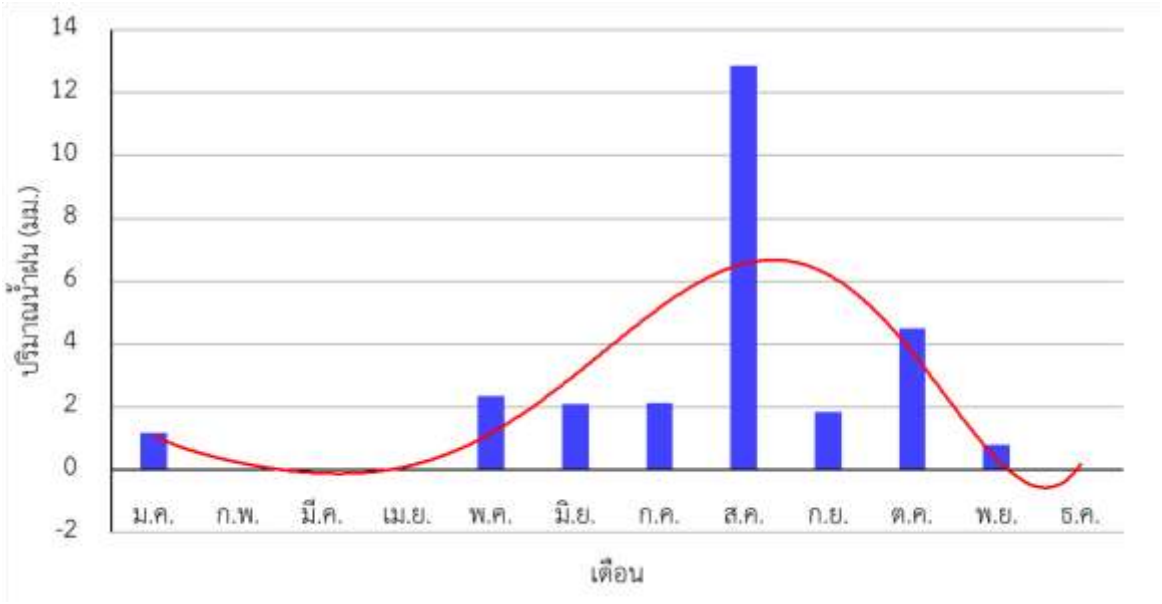
ภาพภาคผนวกที่ 26 แสดงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตำรับการทดลองที่ 8 เตรียมดินโดยการไถร่วมกับใส่ปุ๋ย Thai soil fertility management (TSFM) (17 มิถุนายน 2563)



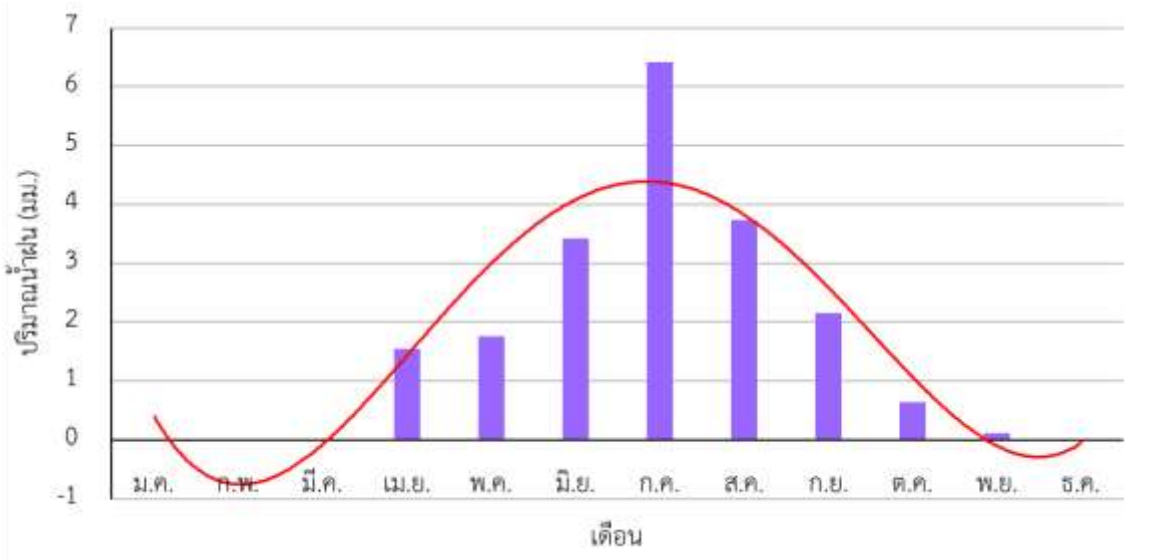
ภาพภาคผนวกที่ 27 แสดงปริมาณน้ำฝนใน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ของปี พ.ศ. 2560



ภาพภาคผนวกที่ 28 แสดงปริมาณน้ำฝนใน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ของปี พ.ศ. 2561



ภาพภาคผนวกที่ 29 แสดงปริมาณน้ำฝนใน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ของปี พ.ศ. 2562



ภาพภาคผนวกที่ 30 แสดงปริมาณน้ำฝนใน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ของปี พ.ศ. 2563

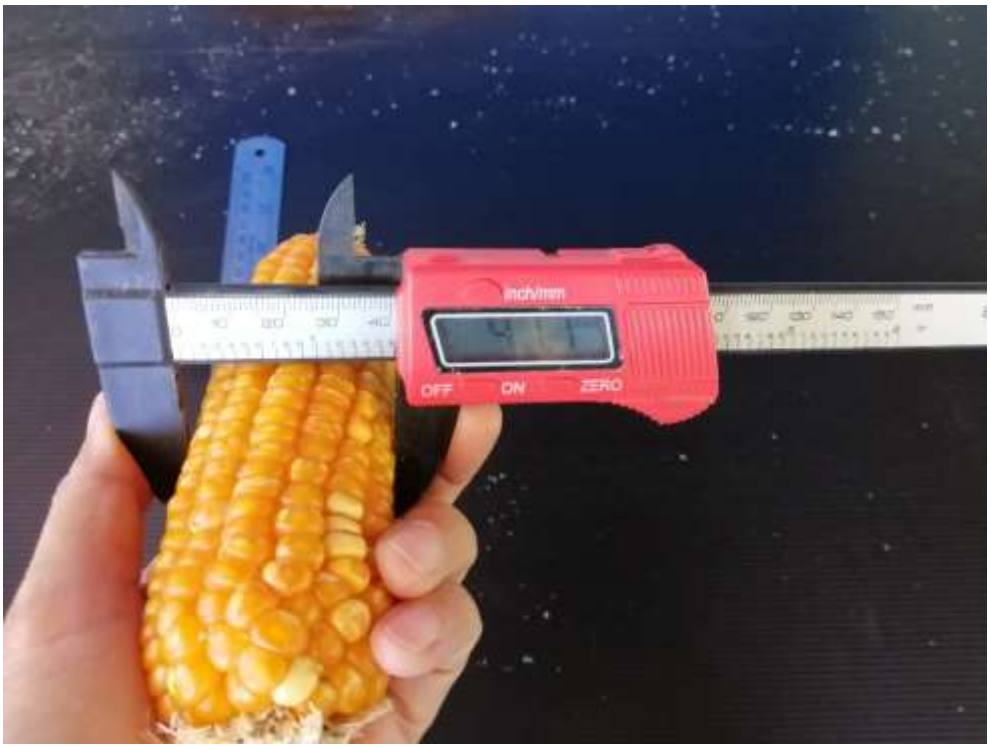
ภาพภาคผนวกที่ 31 สภาพพื้นที่แปลงศึกษาวิจัยก่อนปลูกฤดูที่ 2

ภาพภาคผนวกที่ 32 การเตรียมพรวนดินก่อนปลูก

ภาพภาคผนวกที่ 33 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์รองพื้นก่อนปลูก

ภาพภาคผนวกที่ 34 การวัดอัตราการหายใจของดิน

ภาพภาคผนวกที่ 35 การวัดความชื้นเมล็ด



ภาพภาคผนวกที่ 36 การวัดขนาดฝัก

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงการคำนวณต้นทุน และผลตอบแทนจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ อ.แม่แจ่ม ปี พ.ศ. 2561

รายการ	ตำรับทดลอง							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1. ค่าใช้จ่าย (รวม)	**2,073.14**	**4,012.35**	**3,398.35**	**4,012.35**	**3,168.1**	**3,168.1**	**3,452.41**	**3,168.1**
1.1 ค่าแรงงาน (บาท)	1,400	2,000	1,400	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
- ค่าเตรียมดิน (บาท)	0	600	0	600	600	600	600	600
- ค่าปลูก รวมค่าเตรียมพันธุ์ (บาท)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
- ค่าดูแลรักษา (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
- ค่าเก็บเกี่ยว (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าวัสดุ (บาท)	570	1,865	1,865	1,865	1,040	1,040	1,318	1,040
- ค่าพันธุ์ (บาท)	210	210	210	210	210	210	210	210
- ค่าปุ๋ย (บาท)	0	1,295	1,295	1,295	470	470	748	470
- ค่ายาปราบศัตรูพืชและวัชพืช (บาท)	360	360	360	360	360	360	360	360
- ค่าวัสดุอื่นๆ น้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3 เสียโอกาสเงินลงทุน	45.97	90.18	76.18	90.18	70.93	70.93	77.24	70.93
1.4 ค่าเช่าที่ดิน	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5 ค่าเสื่อมอุปกรณ์	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81
1.6 ค่าเสียโอกาสอุปกรณ์	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36
2. ผลผลิต ที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้ในแปลงนี้	**1,373.25**	**1,580.60**	**1,582.87**	**1,673.32**	**1,649.72**	**1,663.65**	**1,668.20**	**1,631.51**
3. ราคาที่คาดว่าจะขายได้ (บาทต่อกิโลกรัม)	**7.96**	**7.96**	**7.96**	**7.96**	**7.96**	**7.96**	**7.96**	**7.96**
4. ผลการคำนวณตามต้นทุนพื้นที่เพาะปลูก 1 ไร่	1	1	1	1	1	1	1	1
ต้นทุนรวม ของเกษตรกร (บาท)	2,073.14	4,012.35	3,398.35	4,012.35	3,168.10	3,168.10	3,452.41	3,168.10
รายได้ (บาท)	10,931.04	12,581.55	12,599.65	13,319.65	13,131.74	13,242.68	13,278.90	12,986.79
กำไร (บาท)	8,857.90	8,569.20	9,201.30	9,307.30	9,963.64	10,074.58	9,826.49	9,818.69

หมายเหตุ : ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคำนวณจากสูตร คำนวณต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559)

ราคาขายตามค่าเฉลี่ยปีที่เพาะปลูก (มิ.ย.-พ.ค.) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงการคำนวณต้นทุน และผลตอบแทนจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ อ.แม่แจ่ม ปี พ.ศ. 2562

รายการ	ตำรับทดลอง							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1. ค่าใช้จ่าย (รวม)	2,073.14	4,012.35	3,398.35	4,012.35	3,168.10	3,168.10	3,452.41	3,168.10
1.1 ค่าแรงงาน (บาท)	1,400.00	2,000.00	1,400.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
- ค่าเตรียมดิน (บาท)	0	600.00	0	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
- ค่าปลูก รวมค่าเตรียมพันธุ์ (บาท)	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00
- ค่าดูแลรักษา (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
- ค่าเก็บเกี่ยว (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าวัสดุ (บาท)	570.00	1,865.00	1,865.00	1,865.00	1,040.00	1,040.00	1,318.00	1,040.00
- ค่าพันธุ์ (บาท)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
- ค่าปุ๋ย (บาท)	0.00	1,295.00	1,295.00	1,295.00	470.00	470.00	748.00	470.00
- ค่ายาปราบศัตรูพืชและวัชพืช (บาท)	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
- ค่าวัสดุอื่นๆ น้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3 เสียโอกาสเงินลงทุน	45.97	90.18	76.18	90.18	70.93	70.93	77.24	70.93
1.4 ค่าเช่าที่ดิน	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5 ค่าเสื่อมอุปกรณ์	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81
1.6 ค่าเสียโอกาสอุปกรณ์	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36
2. ผลผลิต ที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้ในแปลงนี้	1,247.61	1,409.14	1,353.66	1,400.00	1,414.45	1,381.93	1,375.77	1,392.77
3. ราคาที่คาดว่าจะขายได้ (บาทต่อกิโลกรัม)	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60
4. ผลการคำนวณตามต้นทุนพื้นที่เพาะปลูก 1 ไร่	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ต้นทุนรวม ของเกษตรกร (บาท)	2,073.14	4,012.35	3,398.35	4,012.35	3,168.10	3,168.10	3,452.41	3,168.10
รายได้ (บาท)	9,481.84	10,709.44	10,287.84	10,639.97	10,749.82	10,502.69	10,455.85	10,585.08
กำไร (บาท)	7,408.70	6,697.09	6,889.49	6,627.62	7,581.72	7,334.59	7,003.44	7,416.98

หมายเหตุ : ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคำนวณจากสูตร คำนวณต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559)

ราคาขายตามค่าเฉลี่ยปีที่เพาะปลูก (มิ.ย.-พ.ค.) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงการคำนวณต้นทุน และผลตอบแทนจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ อ.แม่แจ่ม ปี พ.ศ. 2563

รายการ	ตำรับทดลอง							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1. ค่าใช้จ่าย (รวม)	2,073.14	4,012.35	3,398.35	4,012.35	3,168.10	3,168.10	3,452.41	3,168.10
1.1 ค่าแรงงาน (บาท)	1,400.00	2,000.00	1,400.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
- ค่าเตรียมดิน (บาท)	0	600.00	0	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
- ค่าปลูก รวมค่าเตรียมพันธุ์ (บาท)	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00
- ค่าดูแลรักษา (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
- ค่าเก็บเกี่ยว (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าวัสดุ (บาท)	570.00	1,865.00	1,865.00	1,865.00	1,040.00	1,040.00	1,318.00	1,040.00
- ค่าพันธุ์ (บาท)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
- ค่าปุ๋ย (บาท)	0.00	1,295.00	1,295.00	1,295.00	470.00	470.00	748.00	470.00
- ค่ายาปราบศัตรูพืชและวัชพืช (บาท)	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
- ค่าวัสดุอื่นๆ น้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ (บาท)	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3 เสียโอกาสเงินลงทุน	45.97	90.18	76.18	90.18	70.93	70.93	77.24	70.93
1.4 ค่าเช่าที่ดิน	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5 ค่าเสื่อมอุปกรณ์	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81	48.81
1.6 ค่าเสียโอกาสอุปกรณ์	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36	8.36
2. ผลผลิต ที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้ในแปลงนี้	1,143.19	1,375.94	1,335.56	1,269.30	1,302.89	1,254.43	1,329.50	1,278.66
3. ราคาที่คาดว่าจะขายได้ (บาทต่อกิโลกรัม)	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69
4. ผลการคำนวณตามต้นทุนพื้นที่เพาะปลูก 1 ไร่	1	1	1	1	1	1	1	1
ต้นทุนรวม ของเกษตรกร (บาท)	2,073.14	4,012.35	3,398.35	4,012.35	3,168.10	3,168.10	3,452.41	3,168.10
รายได้ (บาท)	8,791.15	10,580.99	10,270.45	9,760.88	10,019.20	9,646.55	10,223.87	9,832.87
กำไร (บาท)	6,718.01	6,568.64	6,872.10	5,748.53	6,851.10	6,478.45	6,771.46	6,664.77

หมายเหตุ : ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคำนวณจากสูตร คำนวณต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559)

ราคาขายตามค่าเฉลี่ยปีที่เพาะปลูก (มิ.ย.-พ.ค.) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางการใส่ปุ๋ยในแปลงวิจัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วันที่	ตำรับ		ปุ๋ยเคมี		ปุ๋ยหมัก (กก./แปลง)
			สูตร	อัตรา (กก./ไร่)	
ครั้งที่ 1	T5R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2 ตันต่อไร่	16-20-0	12.5	14
ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูก	T6R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4 ตันต่อไร่	16-20-0	12.5	28
	T7R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	16-20-0	50	ไม่ใส่
	T8R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	16-20-0	12.5	ไม่ใส่
ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ย 20 วัน หลังปลูก วิธีเกษตรกร	T2R1	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16-20-0	35	ไม่ใส่
	T3R1	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16-20-0	35	ไม่ใส่
	T4R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16-20-0	35	ไม่ใส่
ครั้งที่ 2	T5R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2 ตันต่อไร่	46-0-0+0-0-60	21.74+4.17	14
ใส่ปุ๋ย 30 วันหลังปลูก	T6R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM +ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4 ตันต่อไร่	46-0-0+0-0-60	21.74+4.17	28
	T7R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ	46-0-0	10	ไม่ใส่
	T8R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยTSFM	46-0-0+0-0-60	21.74+4.17	ไม่ใส่
ครั้งที่ 2	T2R1	เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16-20-0+46-0-0	35+35	ไม่ใส่
ใส่ปุ๋ย 50 วันหลังปลูก	T3R1	ไม่เผา+ไม่ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16-20-0+46-0-0	35+35	ไม่ใส่
วิธีเกษตรกร	T4R1	ไม่เผา+ไถ+ปุ๋ยเคมีเกษตรกร	16-20-0+46-0-0	35+35	ไม่ใส่

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน