ผลของวิธีการเตรียมดินต่อการชะล้างพังทะลายของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด (*Zey mays* L.)

Effects of Land Preparation on Soil Erosion, Growth and Yield of Corn (*Zey mays* L.)

วรสิทธิ อุตรมาตย์ [1/] ปิยะ ดวงพัตรา [2/]

Worasit Utaramat [1/] Piya Duangpatra [2/]

ABSTRACT

The objectives of this field trial were to study the effects of land preparation on soil erosion and yield of corn cultivar CPDK 888 new in Pha Khong village, Hui Som sub-district, Phu Kradueng district, Loei province. The experiment was designed as RCB with 3 replications and 5 treatments namely (1) conventional tillage; (2) tillage method recommended by the government plough roughly for the first time then harrow humus after plough. Soil expose to the sun for 10 days. Then plough in regular furrows for the second time at 1 day. Prior to seeding remove weeds between row by labour at 25 days after corn emergence. Minimum tillage by paraquat application at 89 g ai/rai at 7 days prior to seeding. (3) Then plough in regular furrows for the second time at 1 day prior to seeding. Remove weeds between row by labour at 25 days after corn emergence. No tillage by mixture of paraquat 38 g and atrazine 172 g ai/rai at 7 days prior to seeding. (4) Then used alaclor 240 g ai/rai at 25 days after corn emergence. and (5) strip tillage used glyphosate 240 g al/rai plough by chisel width 75 cm at 7 days prior to seeding. No tillage improved soil physical properties. Minimum tillage, no tillage and strip tillage had also improved some chemical properties of soil. Minimum tillage, no tillage and strip tillage in particular, gave more pronounced effects on reducing soil loss by erosion than

[1/] สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

[1/] Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[2/] ศูนย์การศึกษาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ชั้น 3 อาคารวิทยพัฒนา จตุจักร กทม. 10900

[2/] Kasetsart University-Sustainable Land Use and Natural Resource Management Centre, Witaya Patana Building 3th Floor, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

conventional tillage. Nevertheless, minimum tillage, no tillage and strip tillage exerted insignificant effect on promoting corn of growth and yield but gave more income than that of the conventional tillage method.

Key words: land preparation, soil erosion, tillage, corn

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อศึกษาผลของวิธีการเตรียมดินต่อการชะล้างพังทะลายของดิน และผลผลิตพร้อมทั้งรายได้สุทธิของพื้นที่ลาดเท 7% ของข้าวโพดพันธุ์ CPDK 888 new ในที่ดินของเกษตรกรบ้านผาฆ้อง ต.ห้วยส้ม อ.ภูกระดึง จ.เลย ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552-มกราคม พ.ศ. 2553 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB ประกอบด้วย 3 ซ้ำ 5 กรรมวิธีคือ 1. แปลงเปรียบเทียบ โดยเลียนแบบการเตรียมดินของเกษตรกร 2. วิธีการเตรียมดินที่แนะนำโดยทางราชการ เริ่มด้วยด้วยการไถด้วยผาลสามคราดเก็บเศษซากพืชออกหลังการไถเตรียมดินด้วยผาลสามแล้วตากดินไว้ 10 วัน หลังจากนั้นไถด้วยผาลเจ็ดเพื่อพรวนและย่อยดิน ก่อนปลูก 1 วัน กำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าวโพดด้วยแรงงานคนเมื่อข้าวโพดอายุ 25 วัน 3. วิธีการไถพรวนน้อยครั้ง โดยใช้สารพาราควอทอัตรา 89 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นก่อนปลูก 7 วัน ไถด้วยผาลเจ็ดแล้วพรวนก่อนปลูก 1 วัน กำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าวโพดด้วยแรงงานคน เมื่อข้าวโพดอายุ 25 วัน 4. วิธีการที่ไม่มีการไถพรวน ใช้สารผสมระหว่างพาราควอทอัตรา 38 ก. กับอะทราซีนอัตรา 172 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นก่อนปลูก 7 วัน ไม่มีการเตรียมดิน ใช้สารอะลาคลอร์อัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นหลังปลูก 25 วัน และ 5. วิธีการไถลึกเป็นแถบ โดยใช้สารไกลโฟเสทอัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ไถด้วยไถสิ่ว (chisel) กว้าง 75 ซม. ก่อนปลูก 7 วัน วิธีการที่ไม่มีการไถพรวนช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน วิธีการไถพรวนน้อยครั้ง วิธีการที่ไม่มีการไถพรวน และวิธีการไถลึกเป็นแถบ มีผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน วิธีการทั้ง 3 แบบให้ผลดีอย่างชัดเจนต่อการสูญเสียมวลดินน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการที่ไม่มีการไถพรวนทั้ง 3 แบบ ไม่มีผลเด่นชัดต่อการเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด แต่ให้ผลตอบแทนในรูปรายได้สุทธิสูงกว่าวิธีการเตรียมดินของเกษตรกรเจ้าของที่ดินที่ทำการวิจัย และวิธีการเตรียมดินที่แนะนำโดยทางราชการ

คำหลัก: การเตรียมดิน การชะล้างพังทลายของดิน ข้าวโพด

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ และปลูกกันมากในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2547 มีเนื้อที่เพาะปลูกประมาณ 7.85 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่

สำคัญอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยมีพื้นที่ปลูก 3.78 2.11 และ 1.96 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 48 27 และ 25% ตามลำดับ (นิรนาม, 2549)

ปัญหาที่สำคัญในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีหลายสาเหตุ เช่น ดินที่ปลูกส่วนใหญ่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเกิดความเสื่อมโทรมโดยเฉพาะในพื้นที่มีความลาดเททำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในแปลงเกษตรกร การชะล้างพังทะลายของดินถ้าเกิดรุนแรงและต่อเนื่อง จะก่อให้เกิดปัญหาการสูญเสียดินออกจากพื้นที่เพาะปลูก ส่งผลให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ โดยไหลลงสู่ที่ต่ำที่เป็นแหล่งน้ำลำธาร และทำให้เกิดการตื้นเขินของแหล่งกักเก็บน้ำธรรมชาติ เช่น สระ บ่อ คู คลอง จากการประเมินการสูญเสียดินของไทยเป็นรายภาค พบว่าโดยเฉลี่ยภาคใต้มีการสูญเสียดินสูงที่สุด ระหว่าง 0-50 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งแสดงว่าการชะล้างพังทลายของดินเป็นปัญหาที่มีความรุนแรงและสำคัญ (นิรนาม, 2545) การเตรียมดินเสียค่าใช้จ่ายสูง ผลตอบแทนที่ได้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (ธวัชชัย, 2538) การควบคุมศัตรูพืชโดยเฉพาะวัชพืชที่ต้องจ้างแรงงานราคาแพง เป็นต้น ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการนำมาตรการในการอนุรักษ์ดินมาใช้มีอยู่หลายวิธีการ เช่น มาตรการอนุรักษ์ดินโดยวิธีกล (mechanical control) การลดการไถพรวน การไม่ไถพรวนดิน และมาตรการอนุรักษ์ดินโดยวิธีพืช (vegetative measure)

การลดการเตรียมดินก่อนปลูกหรือไม่เตรียมดินเลย และควบคุมวัชพืชโดยใช้สารเคมีทดแทนแรงงานคน เพราะการใช้แรงงานคนมีค่าใช้จ่ายสูงและหายาก จะทำให้แปลงปลูกข้าวโพดที่มีพืชหรือวัชพืชคลุมดิน (vegetation/ weed cover) มากกว่ากรรมวิธีที่มีการเตรียมดินตามปกติ และวัชพืชที่ยืนต้นตายเพราะใช้สารเคมีจะทำหน้าที่เป็นสิ่งคลุมดิน (mulching material) ลดการสูญเสีย (Canarache and Dumitri, 2007) ซึ่งน่าจะมีผลทำให้ดินในพื้นที่ลาดชันเกิดการชะล้างพังทลายของดินน้อยลง และชะลอการสูญเสียน้ำจากฝน พร้อมทั้งลดการสูญเสียมวลดินรวมทั้งอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชในดินน้อยลง ทำให้พืชใช้น้ำและปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีส่วนช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินได้ระดับหนึ่ง นอกจากนั้นวิธีลดการเตรียมดินหรือไม่เตรียมดินยังอาจมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต และผลตอบแทนมากขึ้นด้วย ดังนั้นลดการไถพรวนเป็นการช่วยให้ดินเกิดการชะล้างพังทลายของดินน้อยลง เพราะโครงสร้างดินไม่ถูกทำลายมากเหมือนการไถพรวนโดยวิธีที่นิยมปฏิบัติกันโดยทั่วๆ ไป (ธวัชชัย, 2538 ; Blevin, 1986)

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการเตรียมดินร่วมกับการควบคุมวัชพืชต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน และเพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการเตรียมดินและการควบคุมวัชพืชต่อการเติบโต ผลผลิตและผลตอบแทนจากการปลูกข้าวโพด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทดลอง

ดำเนินการในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกร บ้านผาฆ้อง ต.ห้วยส้ม อ.ภูกระดึง จ.เลย พื้นที่ทดลองที่ศึกษามีความลาดเท 7 % และดินในพื้นที่ทดลองเป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนเหนียว (clay loam) ที่มีเศษหินปะปนและมีลักษณะดินตื้นถึงตื้นมาก ซึ่งเป็นปัญหาการเกิดการกร่อนดิน และการไหลบ่าของน้ำ ระยะเวลาในการดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552- มกราคม พ.ศ. 2553

1.1 แผนการทดลอง

การทดลองวางแผนแบบ RCB ประกอบด้วย 3 ซ้ำ 5 กรรมวิธีดังนี้

1.1.1 ดำเนินการตามวิธีของเกษตรกร โดยการไถด้วยผาลสามตามด้วยคราดเก็บเศษซากพืช ตากดินเป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นไถด้วยผาลเจ็ดเพื่อพรวนและย่อยดินก่อนปลูกโดยหยอดเมล็ด 1 วัน พ่นสารอะลาคลอร์ (alachlor) อัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ปลูกทันที และพ่นสารพาราควอท (paraquat) อัตรา 89 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่หลังปลูก 25 วัน

1.1.2 เริ่มด้วยด้วยการไถด้วยผาลสาม คราดเก็บเศษซากพืชออกหลังการไถเตรียมดินด้วยผาลสามแล้วตากดินไว้ 10 วัน หลังจากนั้นไถด้วยผาลเจ็ดเพื่อพรวนและย่อยดินก่อนปลูก 1 วัน กำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าวโพดด้วยแรงงานคนเมื่อข้าวโพดอายุ 25 วัน (นิรนาม, 2547)

1.1.3 วิธีการไถพรวนน้อยครั้ง พ่นสารพาราควอทอัตรา 89 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ก่อนปลูก 7 วัน ไถด้วยผาลเจ็ดแล้วพรวนก่อนปลูก 1 วัน กำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าวโพดด้วยแรงงานคนเมื่อข้าวโพดอายุ 25 วัน (Mathew and Johnkutty, 2003 ; Thomas *et al.*, 2006)

1.1.4 วิธีไม่มีการไถพรวน พ่นสารผสมระหว่างพาราควอทอัตรา 38 ก. กับอะทราซีน (atrazine) 172 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ก่อนปลูก 7 วัน ไม่มีการเตรียมดิน พ่นสารอะลาคลอร์อัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่หลังปลูก 25 วัน (Nagara *et al.*, 1986)

1.1.5 วิธีการไถลึกเป็นแถบ พ่นสารไกลโฟเสท (glyphosate) อัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ไถด้วยไถสิ่ว (chisel) กว้าง 75 ซม. ก่อนปลูก 7 วัน (Luna and Staben, 2002 ; Brian *et al.*, 2007)

1.2 แปลงย่อยและบ่อดักตะกอนดิน

แปลงย่อยมีขนาด 6x8 ม. และบ่อดักตะกอนดินท้ายแปลงขนาดกว้าง 0.5 ม. ยาว 6 ม. ลึก 1 ม. บ่อฯ บุด้วยพลาสติกดำหนา 0.2 มม. ตรงบริเวณท้ายแปลงย่อยเพื่อเก็บตะกอนดินโดยการกั้นขอบแปลงย่อยด้านบนและด้านข้างทั้ง 2 ด้านด้วยสังกะสีแผ่นเรียบ

2. วิธีการปลูกข้าวโพด

2.1 ปลูกข้าวโพดต้นฤดูฝนในแปลงทดลองของเกษตรกรที่เคยปลูกข้าวโพด มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว และเป็นดินที่มีปัญหาการชะล้าง

พังทลายของดินและมีความลาดเท (slope) 7 %

2.2 เตรียมดินและควบคุมวัชพืชโดยวิธีต่างๆ ตามที่กำหนดในกรรมวิธีทดลองที่ 1-5 การใช้ปุ๋ยเคมีใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) อัตรา 50 กก./ไร่ ใส่ลงดินในวันปลูกโดยวิธีการโรยเป็นแถบ (banding) ข้างแถวพืช และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 (N-P_2O_5-K_2O) 2 ครั้งๆละ 25 กก./ไร่ ที่ระยะ 30 วัน และ 60 วันหลังปลูกโดยวิธีแต่งข้าง (side dressing)

2.3 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CPDK 888 new เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมระยะปลูก 75x25 ซม. โดยหยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด และหลังปลูก 7 วัน ถอนแยกหลุมที่มีต้นอ่อนแทงโผล่ผิวดินให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ส่วนหลุมที่ไม่มีต้นงอกและแทงโผล่ไม่มีการปลูกซ่อม

3. บันทึกข้อมูล

3.1 ปริมาณน้ำฝนโดยติดตั้งเครื่องวัดและบันทึกปริมาณน้ำฝนบริเวณแปลงทดลองโดยวัดปริมาณน้ำฝนทุกครั้งในวันที่มีฝนตกตั้งแต่วันปลูกข้าวโพดจนถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.2 เก็บตัวอย่างดินชั้นบนลึก 0-15 ซม. แบบตัวอย่างดินรวม (composite sample) จากตำแหน่งต่างๆรวม 7 จุดในแต่ละกรรมวิธีก่อนเริ่มการเตรียมดินครั้งแรก ในวันเก็บเกี่ยวผลผลิตและหลังการทดลอง กรรมวิธีทดลองละ 1 ตัวอย่าง (Figure 1) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ประเภทเนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) สมบัติการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และสารตกค้างจากสารเคมีที่ใช้จำกัดวัชพืช ดังวิธีต่อไปนี้

3.2.1 ประเภทเนื้อดินโดยวิธี Hydrometer method (Sheldrick and Wang, 1993)

3.2.2 ความหนาแน่นรวมโดยวิธี Blake และ Hartge (Blake and Hartge, 1986)

3.2.3 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) วัดโดยใช้เครื่อง pH meter โดยใช้อัตราส่วนดิน : น้ำกลั่นเท่ากับ 1:1 (Peech, 1965)

3.2.4 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (electrical conductivity,EC) วัดโดย electrical conductivity meter โดยใช้สารละลายจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Bower and Wilcox, 1965)

3.2.5 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินโดยวิธี Walkley and Black (1947)

3.2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II แล้ววัดความเข้มของสีด้วย spectrophotometer (Bray and Kurt, 1945)

3.2.7 โพแทสเซียม (K_2O) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้โดยการสกัดดินด้วย 1N NH_4OAc, pH 7 แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปวัดโดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (Jackson, 1985)

3.2.8 สารตกค้างจากสารเคมีที่ใช้

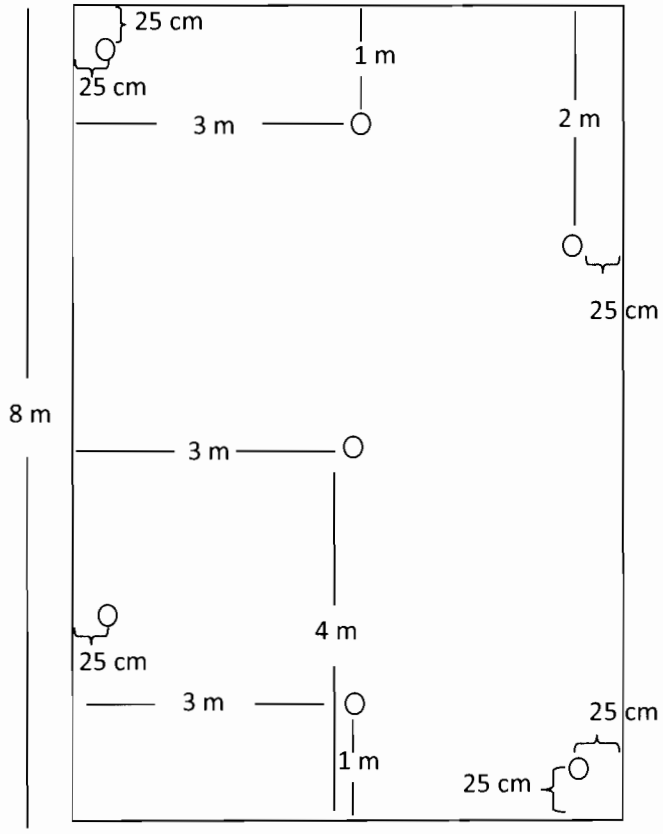

Figure 1. Soil sampling spot in each treatment (O = soil sampling spot)

จำกัดวัชพืชโดยวิธี In house method (Gustafson, 1993) และใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง gas chromatography

3.3 ข้อมูลปริมาณการสูญเสียดินอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชในดิน จากบ่อดักตะกอนดินท้ายแปลงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดแล้วเสร็จ โดยการระบายน้ำออกจากบ่อด้วยการทำกาลักน้ำ เพื่อเร่งให้ตะกอนแห้งเร็วขึ้น แล้วชั่งตะกอนดินที่ได้ทั้งหมดในบ่อของแต่ละกรรมวิธี เก็บตัวอย่างดิน 1 กก. ไปอบหาความชื้นเพื่อคำนวณน้ำหนักดินแห้ง แล้วนำค่าน้ำหนักดินแห้งมาคำนวณปริมาณการสูญเสียดินแห้งเป็นกก./ไร่ หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธีการเดียวกันกับที่ระบุไว้ในข้อ 3.2.3 – 3.2.7

3.4 ข้อมูลอัตราการเติบโตของข้าวโพด ได้แก่ ความสูงของข้าวโพดที่อายุ 30 60 และ 90 วันหลังงอก และในวันเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วันหลังงอก เปอร์เซ็นต์การแทงโผล่ของต้นกล้า (seedling emergence) ของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละแปลงกรรมวิธีทดลองหลังปลูก 5-7 วัน โดยหลุมที่มีเมล็ดงอกและแทงโผล่ผิวดินตั้งแต่ 1 ต้น นับว่าเป็นหลุมที่มีเมล็ดงอกและแทงโผล่ผิวดิน

3.5 จำนวนต้นในแต่ละกรรมวิธีของแต่ละแปลงย่อยในวันเก็บเกี่ยว และก่อนการเก็บเกี่ยว

3.6 ข้อมูลผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14 % และน้ำหนักแห้ง (dry weight) ของตอซังส่วนเหนือดินของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยวในพื้นที่เก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธี

3.7 ข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิตได้แก่ น้ำหนักเมล็ดเป็นร้อยละของน้ำหนักฝัก (shelling percentage) จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น ขนาด (น้ำหนัก) ของฝักสด และน้ำหนักเมล็ดต่อฝักที่ความชื้นเมล็ด 14 %

3.8 ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการวิเคราะห์บางส่วน (partial budgeting) หารายได้เหนือต้นทุนผันแปร นำรายได้เหนือต้นทุนผันแปรแต่ละกรรมวิธีทดลองมาเปรียบเทียบกัน (Anon, 1988)

มูลค่าผลผลิตต่อไร่

= ผลผลิตข้าวโพด x ราคาผลผลิต

รายได้เหนือต้นทุนผันแปร

= มูลค่าผลผลิตต่อไร่ – ต้นทุนผันแปร

ผลประโยชน์จากวิธีการเตรียมดินและการควบคุมวัชพืช

= รายได้เหนือต้นทุนผันแปร (กรรมวิธีที่ 2-5) - รายได้เหนือต้นทุนผันแปร (กรรมวิธีที่ 1)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแปลงเกษตรกรนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม Irristat version 3 ส่วนข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ข้อคิดเห็นของเกษตรกร นำมาวิเคราะห์และวิจารณ์ผลเชิงพรรณนา

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณและการกระจายของฝนบริเวณแปลงทดลองระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 -มกราคม พ.ศ. 2553 พบว่าปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 150 มม. เป็นเวลา 10 วัน ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 มีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก 143 มม. เป็นเวลา 11 วัน ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 -เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ไม่มีฝนตก เนื่องจากพื้นที่ที่เพาะปลูกอยู่ในช่วงปลายฝน

2. ทรัพยากรดิน

2.1 สมบัติของดินแปลงทดลอง

2.1.1 สมบัติทางกายภาพ

ก่อนการเตรียมดิน ดินมีเนื้อดินเป็นดิน

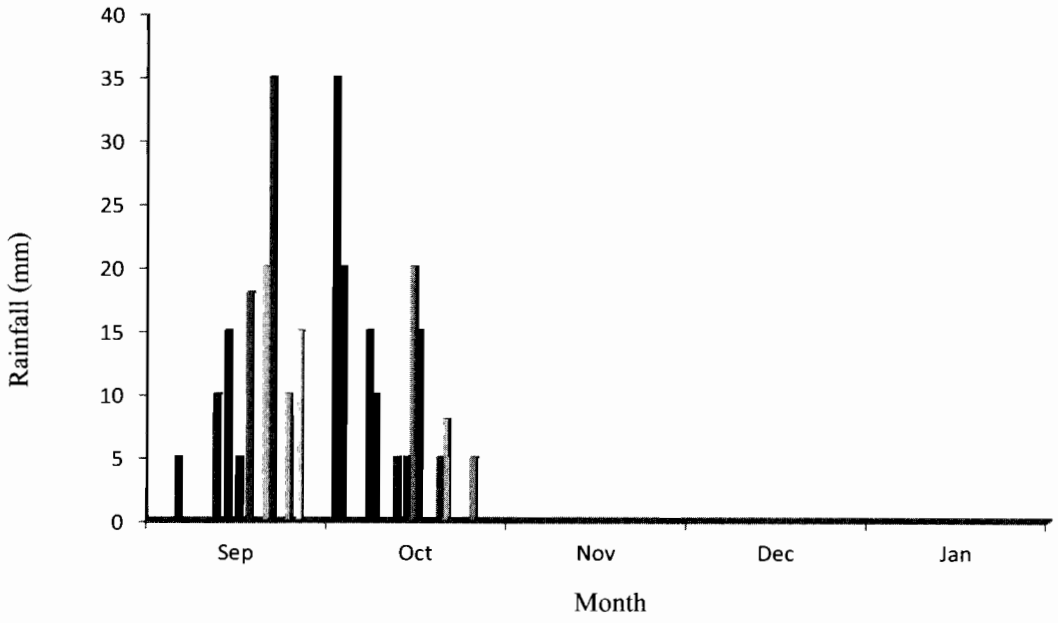

Figure 2. Rain fall and distribution during September 2009 – January 2010

ร่วนเหนียวปนหินกรวด มีความหนาแน่นรวม (bulk density) ปานกลางคือ มีค่าเฉลี่ย 1.21 ก./ลบ.ซม. และหลังสิ้นสุดการทดลองค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดินในแปลงทั้ง 5 กรรมวิธีมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการเตรียมดิน อย่างไรก็ตามดินในกรรมวิธีที่ 4 มีค่าความหนาแน่นรวมลดลงและมีค่าต่ำสุด 1.11 และ 1.21 ก./ลบ.ซม. ทั้งนี้อาจเนื่องจากการไม่ไถพรวนดินไม่ทำให้ดินเกิดการอัดตัวกันแน่นแข็ง เพราะอิทธิพลของฝนที่ตกลงบนผิวดินและมีเศษซากวัชพืชยืนต้นตายและปกคลุมผิวดินอยู่แล้ว (soil mulching) เศษซากวัชพืชบางส่วนที่ทับถมบนผิวดินและเกิดการย่อยสลายในดิน ช่วยทำให้ดินมีความโปร่งพรุนซึ่งจะไม่ทำให้เกิดแผ่นแข็งปิดผิว (Savabi *et al.*, 2008)

2.1.2 สมบัติทางเคมี

ดินมีค่าความเป็นกรดปานกลางที่ 6.01 ปริมาณอินทรียวัตถุสูงมากคือ 5.23 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ 4.53 มก./กก. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง 92 มก./กก. และแคลเซียมกับแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 770 และ 4.58 มก./กก. (Table 1) และหลังการทดลองดินมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดังนี้

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยกรรมวิธีที่ 1 ดินมีค่าความเป็นกรดมากที่สุดที่ 5.21 อินทรียวัตถุของดินในทุกกรรมวิธีเพิ่มสูงขึ้น โดยกรรมวิธีที่ 4 มีค่าอินทรียวัตถุในดินสูงสุด 6.07 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน ในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีค่าลดลง ในขณะที่

Table 1. Soil physical and chemical properties before land preparation and after harvest

Treatment	Soil physical			Soil chemical						
		Bulk density (g/cm^3)					Exchangeable			Electrical conduclivity, EC (decisiement/ m)
	Soil texture	Before land preparation	After harvest	pH (H_2O)	OM (%)	Available P_2O_5 (mg/ kg)	K_2O (mg/ kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/ kg)	
Before land preparation after harvest				6.01	5.23	4.53	92.1	770	4.58	7.37
T1		1.21	1.32	5.21	5.26	4.23	34.2	753	3.78	7.43
T2		1.22	1.32	5.65	5.28	3.99	44.8	747	3.78	7.57
T3	Clay loam	1.21	1.27	5.83	5.43	5.27	69.1	756	4.08	7.27
T4		1.21	1.11	5.82	6.07	5.49	80.8	765	4.38	7.25
T5		1.22	1.29	5.74	5.37	5.01	69.6	750	3.68	7.30
Average		**1.21**	**1.26**	**5.65**	**5.48**	**4.80**	**59.7**	**754**	**3.94**	**7.36**

กรรมวิธีที่ 4 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงสุด 5.49 มก./กก. ส่วนโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด และกรรมวิธีที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุด 80.8 มก./กก. ในขณะที่กรรมวิธีที่ 1 มีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด 34.2 มก./กก. แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งเป็นธาตุรองพบว่ามีปริมาณลดลง โดยกรรมวิธีที่ 4 มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด 765 มก./กก. และ 4.38 มก./กก. ค่าการนำไฟฟ้าในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมีค่า 7.43 และ 7.54 เดซิซีเมน/ม. ในภาพรวมผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าดินในกรรมวิธีที่ไม่มีการเตรียมดิน (กรรมวิธีที่ 4) มีระดับความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งในที่นี้คือปริมาณอินทรียวัตถุในดินและธาตุอาหารพืชทุกชนิด ได้แก่ P, K, Ca และ Mg สูงกว่าดินในแปลงที่มีการเตรียมดินในกรรมวิธีอื่นๆ ทุกกรรมวิธี ผลการทดลองพบการปลูกข้าวโพดโดยวิธีการที่ไม่มีการเตรียมดินช่วยอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของดินตลอดฤดูปลูก ได้ดีกว่าการปลูกข้าวโพดที่มีการเตรียมดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Murdock (1986) ที่พบว่าการปลูกพืชโดยวิธีการที่ไม่มีการเตรียมดิน ทำให้ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์โดยเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกโดยการเตรียมดินด้วยวิธีการต่างๆ สำหรับปริมาณสารพิษตกค้างในดินจากการใช้สารกำจัดวัชพืชนั้น พบว่ามีสารพิษตกค้างจากพาราควอทในกรรมวิธีที่ 1 3 และ 4 มีค่า 0.28 0.23 และ 0.26 มก./กก. ตามลำดับ ส่วนสารพิษตกค้างในรูปพาราควอทในกรรมวิธีที่ 2 และ 5 นั้น ไม่มีการวิเคราะห์เนื่องจากในกรรมวิธีทั้งสองไม่มีการใช้พาราควอทกำจัดวัชพืช

2.2 การชะล้างพังทลายของดิน

2.2.1 ผลการวัดข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการสูญเสียมวลดินทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยเนื้อดินแร่ อินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชในดินในแต่ละแปลงกรรมวิธีทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด 1,350 กก./ไร่ (Table 2) ในขณะที่กรรมวิธีที่ 4 มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 900 กก./ไร่ ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Canarache และ Dumitri (2007) ที่รายงานไว้ว่า การปลูกพืชโดยไม่ไถพรวนดิน และการไถพรวนน้อยครั้ง (minimum tillage) มีผลทำให้การชะล้างพังทลายของดินลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการไถพรวนโดยวิธีการที่นิยมปฏิบัติกันโดยทั่วๆ ไป

2.2.2 ปริมาณการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน มีค่าผันแปรในทิศทางเดียวกับปริมาณการสูญเสียมวลดิน กล่าวคือกรรมวิธีทดลองที่ 1 และ 2 เกิดการสูญเสียอินทรียวัตถุของดินมากที่สุดพอๆ กันที่ 67.38 และ 67.37 กก./ไร่ (Table 3) ขณะที่กรรมวิธีทดลองที่ 3 และ 4 มีอัตรากาสูญเสียอินทรียวัตถุของดินน้อยที่สุดพอๆ กันเพียง 55.11 และ 55.08 กก./ไร่

2.2.3 ผลการประเมินปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารพืชในตะกอนดิน โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุ

Table 2. Quantity of soil loss organic matter and nutrient after harvest

Treatment	Soil loss (kg/rai)	Organic matter (kg/rai)	Nutrient after harvest (kg/rai)				Total
			Available	Exchangeable			
			P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	
T1	1345 a	67.38 a	0.0032 a	0.0705 a	1.0097 a	0.0037 ab	1.0871
T2	1350 a	67.37 a	0.0033 a	0.0669 ab	1.0143 a	0.0042 a	1.0887
T3	1100 c	55.11 c	0.0028 a	0.0661 b	0.8378 c	0.0033 ab	0.9100
T4	900 d	55.08 c	0.0024 a	0.0587 c	0.6822 d	0.0028 b	0.7461
T5	1210 b	62.32 b	0.0031 a	0.0666 ab	0.9219 b	0.0035 ab	0.9951
Average	**1181**	**61.45**	**0.0030**	**0.0657**	**0.8932**	**0.0035**	
CV(%)	**15.94**	**10.02**	**12.25**	**6.60**	**15.50**	**14.03**	

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

อาหารพืชในตะกอนดินที่เกิดการชะล้างพังทะลายของดิน (Table 2) พบว่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูป ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไปกับตะกอนดินมีระดับต่ำ (Table 3) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากกรรมวิธีต่างๆ ที่ศึกษาพบว่าในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีอัตราการสูญเสียธาตุอาหารสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีอัตราการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.0032 และ 0.0033 กก./ไร่ สูญเสียโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ 0.0705 และ 0.0669 กก./ไร่ สูญเสียแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมด 1.0097 และ 1.0143 กก./ไร่ และสูญเสียแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.0037 และ 0.0042 กก./ไร่ ส่วนกรรมวิธีทดลองที่ 4 พบว่ามีค่าการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยที่สุดคือ 0.0024 0.0587 0.6822 และ 0.0028 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 2) และเมื่อรวมปริมาณธาตุอาหารทั้ง 4 ชนิด แสดงว่ากรรมวิธีที่วิธีการที่ไม่มีการเตรียมดิน (กรรมวิธีที่ 4) สูญเสียธาตุอาหารในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้น้อยที่สุด 0.746 กก./ไร่ และการสูญเสียธาตุอาหารพืชทั้ง 4 ชนิดจะมีปริมาณมากขึ้นตามวิธีการเตรียมดินที่มีการไถพรวนมากขึ้น แสดงว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่เตรียมดินปลูก หรือไถพรวนน้อยครั้งเป็นวิธีการอนุรักษ์ดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ดีที่สุด หรือดีกว่าวิธีการปลูกข้าวโพดที่มีการเตรียมดินก่อนปลูก อาจเป็นเพราะมีเศษซากวัชพืชยืนต้นตายและปกคลุมผิวดิน (Jos, 2008) และวิธีการที่ไม่มีการเตรียมดิน (no tillage) ช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้เกิดการสูญเสียมวลดิน อินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารพืชน้อยลง (Table 3)

3. การเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด

Table 3. Yield component of corn CPDK 888 new

Treatment	Yield component of corn			
	Shelling percentage (%)	Ear/plants	Average/pod wt (g)	Seed wt/ear (g)
T1	82.9 a	0.99 a	75.4 a	62.5 a
T2	82.1 a	0.98 a	75.5 a	62.0 a
T3	82.4 a	0.99 a	75.6 a	62.2 a
T4	83.7 a	0.98 a	75.5 a	63.2 a
T5	83.0 a	0.98 a	75.0 a	62.3 a
Average	**82.8**	**0.98**	**75.4**	**62.4**
CV (%)	**0.75**	**0.56**	**0.29**	**0.75**

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

3.1 การเติบโตของข้าวโพด

3.1.1 การงอกและแทงโผล่ของต้นกล้า

การงอกของเมล็ดและการแทงโผล่ผิวดินของต้นกล้าข้าวโพดที่อายุ 7 วันหลังปลูก พบว่าโดยทุกกรรมวิธีทดลองมีเปอร์เซ็นต์การงอกและการแทงโผล่ของต้นกล้า 97-98% (Table 4)

3.1.2 ความสูงของข้าวโพด

ผลการบันทึกข้อมูลเพื่อวัดอัตราการเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดรวม 4 ครั้ง คือที่อายุ 30 60 90 และ 120 วัน หลังปลูก พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในทุกกรรมวิธี และทุกระยะการเติบโตมีความสูงเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) อย่างไรก็ตามจากค่าเฉลี่ยใน แสดงว่าในภาพรวมแม้ว่าข้าวโพดจะมีความสูงไม่แตกต่างกันในทางสถิติก็ตาม แต่ในระยะการเติบโตมากกว่า 30 วันหลังปลูก คือที่ระยะ 60 90 และ 120 วันหลังปลูก ข้าวโพดที่ปลูกในแปลงที่ใช้วิธีการที่ไม่มีการเตรียมดินเลยเตรียมดินน้อยครั้งและเตรียมดินโดยการใช้ไถสิ่วมีความสูงมากกว่าข้าวโพดในกรรมวิธีที่มีการเตรียมดินตามวิธีที่ปฏิบัติของเกษตรกร และวิธีที่แนะนำโดยทางราชการค่อนข้างมาก กล่าวคือมีความสูงมากกว่าประมาณ 10 ซม. ที่ระยะ 60 90 และ 120 วันหลังปลูก (Table 5)

3.1.3 น้ำหนักตอซังแห้ง

ทุกกรรมวิธีมีค่าน้ำหนักตอซังแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีทดลองที่ 1 2 3 4 และ 5 มีน้ำหนักตอซังแห้ง 397 393 403 407 และ 410 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 4)

3.2 ผลผลิต

น้ำหนักผลผลิตของข้าวโพดทั้ง 5 กรรมวิธีมีน้ำหนักผลผลิตข้าวโพด 543 560 550 543 และ 542 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 4) สอดคล้องกับการศึกษาของ Na Nagara และคณะ(1986) ที่พบว่าผลผลิตของข้าวโพดในวิธี

Table 4. Percentage of growth at 7 days after emergence, average height total dry matter and grain yield of corn CPDK 888 new

Treatment	Emergence percentage	Average height (cm)				Total dry matter (kg/rai)	Grain yield (kg/rai)
		30 days	60 days	90 days	120 days		
T1	97.66 a	74.67 a	208.60 a	208.6 a	209.1 a	397 a	543 a
T2	97.79 a	72.97 a	209.83 a	210.0 a	211.2 a	393 a	560 a
T3	97.53 a	70.87 a	219.67 a	220.6 a	221.0 a	403 a	550 a
T4	97.66 a	73.27 a	215.83 a	216.5 a	217.6 a	407 a	543 a
T5	97.27 a	70.84 a	219.50 a	220.5 a	221.7 a	410 a	542 a
Average	**97.58**	**72.52**	**214.69**	**215.24**	**216.12**	**402**	**547.6**
CV(%)	**0.20**	**2.28**	**2.44**	**2.65**	**2.64**	**1.72**	**1.37**

Means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 5. Variable costs, yield and income

Treatment	Variable costs (baht/rai)						Yield and income			
	Land preparation	Seeding	Main tenance	harvesting	Seed, and fertilize[1/]	Total (baht/rai)	Yield (kg/rai)	Cost yield (baht/kg)	Value of corn (baht/rai)	Gross margin average (baht/rai)
T1	500	120	283	269	1,830	3,002	543	7.15	3,882	880
T2	500	120	340	269	1,830	3,059	560	7.15	4,004	945
T3	300	120	365	269	1,830	2,884	550	7.15	3,933	1,049
T4	-	120	355	269	1,830	2,524	543	7.15	3,882	1,357
T5	300	120	260	269	1,830	2,779	542	7.15	3,875	1,096

[1/] Seed and fertilizer

การที่ไม่มีการเตรียมดิน และวิธีการไถพรวนตามปกติไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 องค์ประกอบของผลผลิต

เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด (shelling percentage) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก พบว่ามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 82.1-83.7 % จำนวนฝักต่อต้นในแต่ละกรรมวิธีต่างๆ ให้ผลจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นในทุกกรรมวิธีใกล้เคียงกัน สำหรับน้ำหนักฝักกรรมวิธีที่ 1 2 3 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ย 75.4 75.5 75.6 75.5 และ 75.0 ก./ฝัก ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักเมล็ดพบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักฝักคือ มีน้ำหนักเมล็ดต่อฝัก 62.5 62.0 62.3 63.2 และ 62.3 ก. ตามลำดับ (Table 3)

4. ต้นทุน ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนการผลผลิต ผลการประเมินเกี่ยวกับต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 4 มีค่าใช้จ่าย

หรือต้นทุนการผลิตต่ำสุดที่ 2,524 บาท/ไร่ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตต่ำสุด เพราะไม่มีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการเตรียมดิน (Table 5) รายได้เหนือต้นทุนผันแปร เมื่อหักค่าใช้จ่ายทั้งหมดออก พบว่ากรรมวิธีที่ 4 ให้รายได้เหนือต้นทุนผันแปร 1,357 บาท/ไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 มีรายได้เหนือต้นทุนผันแปรต่ำสุดที่ 880 บาท/ไร่ (Table 5) ผลที่ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Olaf และคณะ (2008) ที่รายงานว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการเตรียมดิน (no tillage) ช่วยลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิต และเพิ่มผลผลิต ทำให้มีผลกำไรทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น (Table 6) ผลตอบแทนจากวิธีการเตรียมดินและการควบคุมวัชพืช พบว่ากรรมวิธีที่ 4 ให้ผลตอบแทนจากวิธีการเตรียมดินและการควบคุมวัชพืชสูงสุด 477 บาท/ไร่ (Table 6)

Table 6. Benefit of land preparation and weed control

Treatment	Gross margin in average (baht/rai)	Benefit of land preparation and weed control (baht/rai)
T1	880	-
T2	945	65
T3	1,049	169
T4	1,352	477
T5	1,096	216

สรุปผลการทดลอง

การทดลองวิธีการเตรียมดินร่วมกับการควบคุมวัชพืชต่อการชะล้างพังทลายของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกร บ้านผาฆ้อง ต.ห้วยส้ม อ.ภูกระดึง จ.เลย พื้นที่ทดลองที่ศึกษามีความลาดเท 7 % ทำการเพาะปลูกในช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2552- มกราคม พ.ศ. 2553

1. การปลูกข้าวโพดโดยไม่มีการเตรียมดินโดยใช้สารผสมระหว่างพาราควอทอัตรา 38 ก. กับอะทราซีน 172 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ก่อนปลูก 7 วัน ไม่มีการเตรียมดิน ใช้สารอะลาคลอร์อัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ หลังปลูก 25 วัน มีการสูญเสียมวลดินน้อยที่สุด 900 กก./ไร่

2. วิธีการเตรียมดินและการควบคุมวัชพืช (กรรมวิธีที่ 1) วิธีการเตรียมดินของเกษตรกร (กรรมวิธีที่ 2) วิธีการเตรียมดินที่แนะนำโดยทางราชการ (กรรมวิธีที่ 3) วิธีการไถพรวนน้อยครั้ง (กรรมวิธีที่ 4) และ วิธีการที่ไม่มีการไถพรวน (กรรมวิธีที่ 5) วิธีการไถลึกเป็นแถบไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อการเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด

3. วิธีไม่มีการไถพรวน โดยใช้สารผสมระหว่างพาราควอทอัตรา 38 ก. กับอะทราซีนอัตรา 172 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ก่อนปลูก 7 วัน ไม่มีการเตรียมดิน ใช้สารอะลาคลอร์อัตรา 240 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ หลังปลูก 25 วัน ให้รายได้เหนือต้นทุนผันแปรสูงสุด 1,357 บาท/ไร่ ส่วนวิธีการแบบของเกษตรกร มีรายได้เหนือต้นทุนผันแปรต่ำสุดเท่ากับ 880 บาท/ไร่

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2545. *การประเมินการสูญเสียดินใน*

ประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 39 หน้า.

นิรนาม. 2547. *ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.* กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. 116 หน้า.

นิรนาม. 2549. *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2548.* สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 121 หน้า.

ธวัชชัย ณ นคร. 2538. การวิจัยและการพัฒนาการปลูกพืชโดยลดการไถพรวน. หน้า 38-46. *ใน: รายงานการสัมนาวิชาการเรื่อง การพัฒนาการปลูกพืชโดยลดการไถพรวน.* วันที่ 18-20 ตุลาคม 2538 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี.

Anon. 1988. *From Agronomic Data to Farmer Recommendation; An Economic Training Manual.* CIMMYT, Mexico. 84 p.

Blake, G.R., and K.H. Hartge, 1986. Bulk Density. Pages 363-375. *In: Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical* Methods. A. Klute (ed.), Agronomy Monograph no. 9.

Blevins, R. L. 1986. Reduced tillage and soil properties, Pages 34-43. *In: International Symposium on Minimum Tillage.* Sam Portch, Sk. Ghulam Hussain, Z. Karim (eds.), Bangladesh Agricultural :Reserearch Council, Dhaka.

Bower, C. A. and L. V. Wilcox. 1965. Soluble salts in methods of soil analysis. part 2 : chemical and biological properties. *Amer. Soc. of Agro.* : 62:933 – 951.

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

Brian, L. B., D. H. Vaughan, M. K. Laird, B. B. Ross and D.R. Peek. 2007. Surface water quality impacts of conservation tillage practices on burley tobacco production systems in Southwest Virginia. *Water Air Soil Pollut.* 179:159–166.

Canarache, A. and E. Dumitri. 2007. No-till and minimum tillage in Romania. Pages 331-344. *In: No-till Farming Systems.* Goddard, T., M. A. Zoebisch, Y. Gan, W. Ellis, A. Watson and S. Sombatpanit (eds.), WASWC.

Gustafson, D. I. 1993. Pesticide drinking water, Page 241. *In: House method*

base on AOAC. van Nostrand Reinhold, (ed.), New York, U.S.A.

Jackson, M. L. 1985. Soil Chemical Analysis. 2nd edition. University of Wisconsin, U.S.A. 498 p.

Jos, B. 2008. Effect of no-till on Conservation of the soil and soil fertility. Pages 59-72. *In: No-Tillage Farming System*. Goddard, T. M. A. Zoebisch, Y. Gan, W. Ellis, A. Watson and S. Sombatpanit (eds.), The World Association of Soil and Water Conservation.

Luna, J.M. and M. Staben. 2002. Strip tillage for sweet corn production: yield and economic return. *Hot. Sci.* 37(7): 1040-1044.

Mathew, G. and I. Johnkutty. 2003. Effect of minimum tillage system on productivity of Rice. *J. of Trop. Agric.* (41) : 50:51.

Murdock, L. 1986. Fertilization and Liming with Minimum Tillage. Pages 9-22. *In: Minimum Tillage*. Sam Portch, Sk. Ghulam Hussain, Z. Karim (eds.), Bangladesh Agricultural Reserearch Council, Dhaka.

Na Nagara, T., M.L. Tongyai, D. Ngovathana and S. Nualla-ong. 1986. The no-tillage system for corn, Pages. 72-89. *In: International Symposium on Minimum Tillage*. Sam Portch, Sk. Ghulam Hussain, Z. Karim (eds.), Bangladesh Agricultural Reserearch Council, Dhaka.

Olaf, E., K. Sayre, P. Wall, J. Dixon and J. Hellin. 2008. Adapting no-tillage agriculture to the conditions of smallholder maize and wheat farmers in the tropics and sub-tropics. Pages 253-278. *In: No-Tillage Farming System*. Goddard, T. M. A. Zoebisch, Y. Gan, W. Ellis, A. Watson and S. Sombatpanit (eds.), The World Association of Soil and Water Conservation.

Peech, Me. 1965. Soil pH by glass electrode pH meter part 2 : methods of soil analysis. *Amer. Soc. Agro*. 9. 60:914 – 925.

Savabi, M.R., M.H. Golabi, A.A. Abou-Arab and E.J. Kladivko. 2008. Infiltration Characteristics of No-tillage vs. Conventional Tillage in Indiana and Illinois Farm Field. Pages 289-300. *In: No-Tillage Farming System*. Goddard, T. M. A. Zoebisch, Y. Gan, W. Ellis, A. Watson and S. Sombatpanit (eds.), The World

Association of Soil and Water Conservation.

Sheldrick, B. H. and C. Wang. 1993. Particle size distribution, Page 499. *In: Soil Sampling and Methods of Analysis.* Carter M. R. (ed.), Lewis publishers, Canada.

Thomas, G.A., R.C. Dalal and J. Standly. 2006. No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the Semi-Arid subtropics. *Soil & Tillage Res.* 94:295-304.

Walkley. A. and I. L. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. *Soil Sci. Amer. Proc.* 63:257.