

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาระบบการปลูกพืชอย่างยั่งยืน
2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาระบบการปลูกพืชอย่างยั่งยืนในเขตชลประทาน
กิจกรรม
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี)
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) วิจัยทดสอบและพัฒนาเครื่องมือการเกษตรขนาดเล็กใช้แรงงานคน
ในระบบ ข้าว - ถั่วเหลือง - ถั่วลิสง จ.เชียงใหม่
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง นายเกรียงศักดิ์ นั๊กผูก สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
ผู้ร่วมงาน
นาย สติธย์พงศ์ รัตนคำ สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
นาย นฤนาท ชัยรังษี สังกัด สำนักวิจัยและพัฒนาระบบการเกษตร เขตที่ 1

5. บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบพัฒนาเครื่องมือพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน โดยแยกรูปแบบของเครื่องมือออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องมือพรวนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มีลักษณะที่เจาะจงการใช้งานอยู่ 2 แบบ หนึ่งในแบบพรวนอยู่ในแนวดิ่งลง สองแบบพรวนอยู่ในแนวระนาบขนานกับพื้น ทั้งสองแบบมีใบพรวน 3 ใบ และเครื่องมือพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน จำนวน 3 แบบ หนึ่งในแบบจอบสี่ สองแบบใบมีดกว้าง และสามแบบใบมีดกว้างติดกับล้อหนาม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ในระบบการปลูกพืชในพื้นที่นาข้าวภาคเหนือตอนบน ผลการทดสอบ พบว่า เครื่องมือพรวนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแปลงปลูกที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของเกษตรกร เนื่องจากกระยะปลูกไม่คงที่ และไม่เป็นแถวเป็นแนวที่ชัดเจนทำให้การใช้เครื่องมือในแปลงปลูกทำได้ยาก จากข้อบกพร่องต่างๆ ที่กล่าวมาทำให้เครื่องมือกลุ่มนี้ไม่เกิดการยอมรับในการใช้งานสำหรับเครื่องมือพรวนดินเพื่อพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน ผลการทดสอบร่วมกับเกษตรกร อ.แม่แตง จ. เชียงใหม่ อ.แม่ทา จ.ลำพูน และ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง พบว่า เครื่องแบบใบมีดกว้างติดกับล้อหนาม มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแปลง ส่วนแปลงของเกษตรกร อ.เสริมงาม จ.ลำปาง พบว่า เครื่องแบบจอบสี่และแบบใบมีดกว้าง มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแปลง ตามลำดับ

คำสำคัญ(Keywords): พรวนดินกลบปุ๋ย , กำจัดวัชพืช, เครื่องมือพรวนดิน

Abstract

Testing and development Equipment used shoveling drown fertilizer and weeding in peanuts field using people force. The separate Equipment is two groups, Shoveling with machine mounted mowers shoulder. The specific applications are two types, One shoveling leaves in vertical drop, Two leaf cultivation in the plane parallel to the ground, The both have three leaves, and Equipment used people force three types, One a teeth spade, Two a swing blades, Three a swing blade with barbed wheels. The enhance performance Cropping system in paddy fields on the Upper North. The results showed that machine mounted integrated with the mower shoulder. Not suitable for use in plantations that are today's farmers. Basil that spacing and a line is not constant, it makes difficult used in the field. From defects this does not used a machine. For equipment used fertilizer drown and herbicides in peanuts is people force types. The results showed that District Mae Taeng in Chiang Mai., District Mae Tha in Lamphun the found that a a swing blade with barbed wheels and Hang Chat District in Lamphang the results that a teeth spade and a swing blades are suitable for use in the field. Respectively.

Keywords : Shoveling drown fertilizer, weeding, shoveling equipment.

6. คำนำ

การปลูกพืชตระกูลถั่วหลังการปลูกข้าว (ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 และถั่วลิสงพันธุ์ กาพลินธุ์ 2) ซึ่งเป็นระบบที่เกษตรกรทางภาคเหนือตอนบนนิยมปลูกกันมาก เนื่องจากการผลิตมีต้นทุนต่ำและไม่ต้องใช้เวลาในการดูแลมากโดยส่วนใหญ่เกษตรกรชายส่วนมากจะออกไปรับจ้างแรงงานหลังการปลูกและกลับมาช่วงการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับการปลูกข้าว เนื่องจากต้องการรายได้ที่เป็นเงินสดมาใช้จ่ายภายในครอบครัว ทำให้แปลงปลูกขาดการดูแลหรือดูแลได้ไม่ทั่วถึง เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องทำให้เกิดการสะสมและระบาดมากขึ้นจากสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนด้วย สำหรับการใส่ปุ๋ยถั่วเหลืองและถั่วลิสง ส่วนใหญ่เกษตรกรใช้ปุ๋ยข้าวหรือปุ๋ยสูตรเสมอ หลังการใส่ปุ๋ยในแปลงเกษตรกรจะต้องทำการพรวนดินกลบโดยใช้จอบ แต่ในสภาพความเป็นจริงส่วนมากเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองและถั่วลิสงไม่นิยมทำการพรวนดินกลบปุ๋ยทำให้เกิดการสูญเสียประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ใส่ลงไปแปลง เพราะขาดแรงงานและเป็นการเพิ่มภาระงานในแปลงมากขึ้น ประเด็นปัญหาดังกล่าวมีผลกระทบต่อระบบการผลิตของเกษตรกรในด้าน ต้นทุน ผลผลิต และคุณภาพการผลิต ดังนั้น การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่โดยมุ่งเพิ่มผลผลิตหรือผลตอบแทนการผลิตในระบบการปลูกพืชในพื้นที่นาข้าวเป็นหลัก โดยในการศึกษานี้ได้นำเครื่องมือการเกษตรที่ใช้แรงคนมาทดสอบกำจัดวัชพืชและพรวนดินกลบปุ๋ยไปด้วย เพื่อให้ได้เครื่องมือกำจัดวัชพืชและพรวนดินกลบปุ๋ยทำให้อลดการสูญเสียประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ใส่ลงไปแปลง รวมทั้งมีประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรที่ปลูกอยู่ในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนในการผลิตและแก้ปัญหาในระบบการปลูกพืชของพื้นที่นาข้าวภาคเหนือตอนบน ในสภาวะปัจจุบันที่แรงงานขาดแคลนในภาคเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- 1 เทปวัดระยะ
- 2 นาฬิกาจับเวลา
- 3 กล้องบันทึกภาพ
- 5 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย ไบพรอน และหัวพรอนแบบปรับแต่ง
- 6 เครื่องมือพรอนดิน แบบจอบซี่ แบบใบมีดกว้าง และแบบใบมีดกว้างติดกับล้อหนาม 8 แฉก

วิธีการดำเนินการ

1 สำรวจเก็บข้อมูลความต้องการเครื่องมือเกษตรขนาดเล็กกับกลุ่มเกษตรกร โดยการจัดเวทีเกษตรกรร่วมกับกลุ่มผู้พืชในระบบ ข้าว - ถั่วเหลือง - ถั่วลิสง จ.เชียงใหม่ ในหัวข้อเครื่องมือพรอนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืช เพื่อกลบปุ๋ยในแปลงถั่วลิสง และนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบเครื่องมือพรอนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืช โดยแยกรูปแบบของเครื่องมือออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1.1 จากข้อมูลความต้องการของเกษตรกร ได้นำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องมือพรอนดินเพื่อกลบปุ๋ยในแปลงถั่วลิสงเป็นเครื่องมือพรอนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มีลักษณะที่เจาะจงการใช้งานอยู่ 2 แบบ คือ หนึ่งแบบไบพรอนอยู่ในแนวตั้งลง มีไบพรอน 3 ใบ สองแบบไบพรอนอยู่ในแนวระนาบขนานกับพื้น มีพรอน 3 ใบ มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมยาว 50 มิลลิเมตร ที่ปลายสุดต่อเข้ากับจานเหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เป็นมุมฉากกลับจานพรอนวงกลม (รูปที่ 1 ข) ชุดไบพรอนนี้ติดตั้งเข้าแทนใบมีดตัดหญ้าได้เลย และตัดแปรงชุดหัวตัดหญ้าใหม่ให้มีลักษณะแนวของแกนเพลที่ตั้งฉากกับแกนเพลของไบพรอนที่ตัดแปรงขึ้น และติดเข้ากับเครื่องตัดหญ้าแทนชุดหัวที่ติดใบมีดตัดหญ้า

1.2 จากการเก็บข้อมูลความต้องการของเกษตรกร มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องมือพรอนดินเพื่อพรอนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน ดำเนินออกแบบและการสร้างเครื่องมือพรอนดินกลบปุ๋ยต้นแบบ จำนวน 3 แบบ

- 1 แบบจอบซี่ โครงหลักทำด้วยเหล็กฉาก หนา 2 มิลลิเมตร ยาว 180 มิลลิเมตร มี 5 ซี่
- 2 แบบใบมีดกว้าง เป็นใบมีดรูปตัวยู มีหน้ากว้าง 100 มิลลิเมตร
- 3 แบบใบมีดกว้างติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีหน้ากว้าง 100 มิลลิเมตร

2 ทดสอบการทำงานของเครื่องมือต้นแบบเบื้องต้นและทดสอบในสภาพแปลง นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง สำหรับดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่พบจากการทดสอบ จากนั้นทำการทดสอบร่วมกับกลุ่มเกษตรกร เพื่อทราบปัญหาและการหาความเหมาะสมของเครื่องมือเกษตรขนาดเล็กเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องร่วมกับกลุ่มเกษตรกรที่ใช้งานก่อให้เกิดการยอมรับและนำไปใช้ประโยชน์

3 ทดสอบเก็บข้อมูลทางตัวเลขในสภาพแปลง โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นชายจำนวน 3 คน ใช้เครื่องมือพรอนดินและกำจัดวัชพืช ทั้ง 5 แบบ ในแปลงทดลอง จำนวน 6 ไร่ ทำการบันทึกขนาดแปลงและเวลาในการทำงาน

เวลาและสถานที่

- เริ่มต้น ตุลาคม 2555 –สิ้นสุด กันยายน 2558

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 จ. เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

แปลงกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืช ในระบบ ข้าว - ถั่วเหลือง - ถั่วลิสง จ.เชียงใหม่ และ จ.ลำปาง

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1 ผลการสำรวจความต้องการเครื่องมือเกษตรขนาดเล็กกับกลุ่มเกษตรกร โดยการจัดเวทีเกษตรกร ร่วมกับกลุ่มผู้ปลูกถั่วลิสง (รูปที่ 1 ก) ในหัวข้อเครื่องมือพรวนดินเพื่อกลบปุ๋ยในแปลงถั่วลิสง จากการรวบรวมข้อเสนอแนวความคิดความต้องการได้ข้อสรุปร่วมกัน คือ ต้องการเครื่องมือขนาดเล็กไม่กระทบกับลักษณะการปลูกที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน คือ ที่ใช้รถไถเดินตามยกแปลงปลูกกว้างประมาณ 100 – 120 เซนติเมตร ตามความยาวของแปลงนา ปลูกโดยใช้แรงคนหยอดเมล็ด มีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร (รูปที่ 1 ข) ต้องมีเครื่องมือขนาดเล็กและน้ำหนักเบา การขนย้ายสะดวกในสภาพแปลงนา เครื่องมือที่สนใจ คือ พัฒนาจากเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายให้สามารถพรวนดินกลบปุ๋ยได้ และเครื่องมือขนาดเล็กใช้แรงคน

2 ผลการออกแบบชุดพรวนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย ได้นำข้อมูลจากการร่วมเสวนา ความต้องการของเกษตรกรมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องมือพรวนดิน เพื่อกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสง โดยดำเนินการออกแบบชุดพรวนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มีลักษณะที่เจาะจงการใช้งานอยู่ 2 แบบ คือ แบบใบพรวนอยู่ในแนวตั้งลง และ สองแบบใบพรวนอยู่ในแนวระนาบขนานกับพื้น (รูปที่ 2 ก) มีใบพรวน 3 ใบ ลักษณะแผ่นสี่เหลี่ยมติดตรงแนวขอบตั้งฉากกับแผ่นใบจานกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร มีความยาวออกจากขอบจาน 50 มิลลิเมตร

3.1 การทดสอบเบื้องต้น เพื่อศึกษาข้อบกพร่องของเครื่องมือ พบว่า ใบพรวนแบบแนวตั้งลง ขณะพรวน ดินที่ถูกพรวนกระจายออกในแนวด้านข้างหมดทำให้ตรงที่พรวน มีลักษณะเป็นร่องลึกลงเป็นแนวยาวตามแนวที่พรวน ดังนั้น ใบพรวนแบบนี้ไม่สามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการ สำหรับใบพรวนแบบแนวขนานกับพื้น ดินที่ถูกพรวนจะกระจายออกมาที่ด้านหลังของชุดใบพรวน ทำให้ตรงที่พรวน มีลักษณะเป็นร่องลึกลงเป็นแนวยาวตามแนวที่พรวน เมื่อดูทิศทางการกระจายของดินที่ออกจากชุดใบพรวนแบบนี้ ดินจะแตกกระจายออกในแนวด้านหลังเท่านั้น จึงได้ทำที่ครอบกั้นดินที่พุ่งไปด้านหลัง เพื่อให้ดินกระทบและตกลงกลบร่องที่พรวนดิน จากนั้นได้พิจารณาในส่วนของความลึกที่ต้องการประมาณ 2 เซนติเมตร พบว่า ใบพรวนที่ติดบนจานพรวนขนาด 100 มิลลิเมตร สามารถพรวนดินได้ลึกประมาณ 10 มิลลิเมตร จึงได้ขยาย จานพรวนออกเป็น 140 มิลลิเมตร จึงสามารถพรวนดินได้ลึกประมาณ 20-30 มิลลิเมตร หลังจากการทำกรปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องต้นแบบตามที่พบในการทดสอบเบื้องต้นแล้ว ได้ทดสอบใช้งานในสภาพแปลงที่เป็นพื้นราบสามารถใช้งานได้ดี แต่เมื่อนำไปทดสอบในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรได้พบข้อบกพร่องต่างๆคือ

1. ครอบที่ปิดด้านหน้าจะไปสะดุดกับดินในแปลงที่ไม่ราบเรียบหรือดินที่เป็นก้อนในแปลง ทำให้เกิดการสะดุดในขณะทำงาน
2. พื้นที่สภาพดินมีความชื้น ดินมักติดแน่นกับผนังครอบด้านใน ด้านข้างและที่กั้นดินด้านหลัง ทำให้ครอบมีน้ำหนักรวมมากขึ้น หากติดมากๆดินจะอัดแน่นภายในครอบจนเครื่องมือไม่สามารถทำงานต่อได้

3. เครื่องมือตัดหญ้าได้ออกแบบสำหรับใช้งานตัดหญ้าในแนวพื้นราบ เมื่อต้องเอียงเครื่องมือทำงานในแนวตะแคงจึงทำให้เกิดความไม่สะดวกในการทำงาน ทำให้การทำงานช้ามาก

4. การใช้เครื่องตัดหญ้าทำให้ต้องสิ้นเปลืองทั้งกำลังคนและน้ำมัน

จากข้อบกพร่องต่างๆ ที่กล่าวมาทำให้เครื่องมือนี้ไม่เกิดการยอมรับ ในการใช้งานในสภาพแปลงปลูกที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของเกษตรกร เนื่องจากระยะปลูกไม้คงที่ ถ้างบาง ห่างบาง และไม่เป็นแถวเป็นแนวที่ชัดเจนทำให้การใช้เครื่องมือในแปลงปลูกทำได้ยาก หากเกษตรกรต้องการที่จะใช้เครื่องมือทุนแรงในแปลงให้ได้ผลจริงต้องทำการปรับสภาพให้แปลงปลูกเหมาะสมที่จะใช้เครื่องมือด้วย คือ แนวปลูกต้องเป็นแถวตรง ระยะของต้นกล้าห่างสม่ำเสมอประมาณ 300 - 350 มิลลิเมตร มีการเตรียมดินโดยการพรวนก่อนทำการยกแปลงปลูก

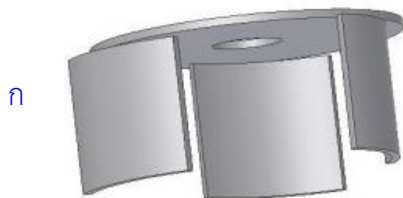


ก



ข

รูปที่ 1 ก. เวทีเกษตรกรร่วมกับกลุ่มผู้ปลูกถั่วลิสง ข. ลักษณะแปลงปลูกถั่วลิสง



ก



ข



ค

รูปที่ 2 ก ใบพรวนที่ใช้ติดเข้าไปแทนใบตัดหญ้าของเครื่องตัดหญ้าสะพาย ข การทดสอบในแปลงปลูก ค หัวพรวนเมื่อติดเข้ากับเครื่องตัดหญ้าพร้อมใช้งาน

3.2 ผลการทดสอบพัฒนาเครื่องมือพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องมือพรวนดินกลบปุ๋ยต้นแบบ จำนวน 3 แบบ โดยมีแนวคิดเริ่มต้นจากเครื่องมือพรวนดินและกำจัดวัชพืชแบบใบแกว่งติดกับล้อดาว 11 แฉก (วินิต 2530) มาใช้ในการทดสอบพัฒนาโดยนำเครื่องมือต้นแบบมาวิเคราะห์ปัญหาและหลักการการทำงานของเครื่องมือ พบว่า เครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อดาว 11 แฉก มีหน้ากว้างและน้ำหนักมาก คือ มีหน้ากว้าง 236 มิลลิเมตร และยาว 440 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นรูปดาวทำจากเหล็กแผ่นหนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 7 แผ่น ด้ามยาว 1,500 มิลลิเมตร ทำให้เครื่องมือมีน้ำหนัก 7,000 กรัม เกษตรกรไม่ยอมรับการใช้งานเครื่องมือตัวนี้ในแปลง เนื่องจากไม่สามารถใช้งานได้ในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกร และมีน้ำหนักมากเกินไปไม่สามารถใช้งานในแปลงได้จริง จากข้อมูลการวิเคราะห์ จึงได้นำหลักการมาพัฒนา ออกแบบเครื่องมือชุดใหม่ เพื่อลดน้ำหนักและขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งานในแปลงมากขึ้น คือ เครื่องมือแบบใบมีดชุด และแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก เปรียบเทียบกับการใช้จอบสี่

1 เครื่องมือพรวนดินแบบจอบสี่ โครงหลักทำด้วยเหล็กฉากขนาด 25 X 25 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร ยาว 230 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างซี่ 55 มิลลิเมตร จำนวน 5 ซี่ ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นหนา 4 มิลลิเมตร ตรงโคนซี่กว้าง 25 มิลลิเมตร เรียวลงไปที่ส่วนปลายกว้าง 15 มิลลิเมตร ตรงปลายตัดแหลม ซี่ยาว 180 มิลลิเมตร และต่อด้ามท่อเหล็กกลมยาว 1500 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 2,300กรัม จากการทดสอบการทำงานในแปลงสามารถใช้งานได้ดี แต่หน้ากว้างมากเกินไป เมื่อต้นถั่วแตกพุ่มทำให้ระยะของต้นชิดกันมากขึ้นทำให้ไม่สะดวกขณะใช้พรวนดินในระยะระหว่างต้นและมีน้ำหนักมาก จึงได้ปรับขนาดและจำนวนซี่ใหม่ คือ โครงหลักทำด้วยเหล็กฉากขนาด 20 X 20 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร ยาว 120 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างซี่ 60 มิลลิเมตร ซี่จำนวน 3 ซี่ ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นหนา 4 มิลลิเมตร ตรงโคนซี่กว้าง 18 มิลลิเมตร เรียวลงไปที่ส่วนปลายกว้าง 8 มิลลิเมตร ตรงปลายตัดแหลม ซี่ยาว 180 มิลลิเมตร และด้านบนตรงกึ่งกลางของหน้ากว้างติดเหล็กกล่องขนาด 38 X 38 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร เพื่อสวมต่อด้ามไม้ยาว 1,500 มิลลิเมตร น้ำหนักเครื่องมือ 1,800 กรัม

2 แบบใบมีดแกว่ง มีลักษณะใบมีดรูปตัวยู ต่อด้ามยาว มีหน้ากว้าง 100 มิลลิเมตร ตัวยูทำจากแผ่นกว้าง 25 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร หักงอขึ้นตั้งฉากขึ้นเป็นรูปตัวยู สามารถปรับระดับความลึกของตัวยูได้ 4 ระดับ คือ 90,110,130 และ 150 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นโครงมีลักษณะคล้ายตัวยูเช่นกัน ด้านขนานกันมีความกว้าง 95 มิลลิเมตร ยาว 60 มิลลิเมตร ปลายนอกติดเหล็กแบบขนาด 10 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ยึดติดกับปลายตัวยูไว้ มีปลายเหล็กพันตัวยูออกไปด้านละ 10 มิลลิเมตร ส่วนปลายด้านในของตัวยูยึดติดกับเหล็กฉากขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ยาว 110 มิลลิเมตร ที่ด้านนอกของฉากตรงกึ่งกลางของความยาวต่อเข้ากับเหล็กกล่องขนาด 35 x 35 มิลลิเมตร งอทำมุมขึ้นประมาณ 45 องศา ยาว 60 มิลลิเมตร เพื่อต่อเข้ากับด้ามไม้ยาว 1,500 มิลลิเมตร ใบแกว่งรูปตัวยูติดอยู่บนโครงตัวยูตรงกึ่งกลางด้านขนานกันของตัวยูโดยมีเพลลาหมุนเป็นจุดหมุน ปลายของเหล็กฉากและปลายของเหล็กยึดติดกับปลายตัวยูที่โผล่พ้นออกด้านข้างเป็นตัวควบคุมความกว้างของมุมแกว่ง ซึ่งมีความกว้าง 50 มิลลิเมตร ทำให้มุมแกว่งไปด้านหน้าหรือหลังได้ 25 องศา จากแนวตั้งฉากกับระนาบพื้น น้ำหนักเครื่องมือ 1,600 กรัม จากการทดสอบเบื้องต้นในสภาพแปลงที่มีหญ้าขึ้นใหม่ การใช้งานชุดหญ้าในแปลงสามารถทำได้ดี จากนั้นปล่อยให้รากของหญ้าถูกแดดเผาให้แห้งและตาย แต่การจะนำไปทดสอบในแปลงถั่วลิสงที่เกษตรกรปลูกที่มีระยะปลูกประมาณ 250 มิลลิเมตร ความกว้างของใบแกว่งมีมากเกินไป จึงได้ทำการลดขนาดหน้ากว้างของใบแกว่งลงมาเป็น 100 มิลลิเมตร ผลการทดสอบในแปลงถั่วลิสงร่วมกับเกษตรกร

พบว่า สภาพดินที่ใช้เครื่องมือได้ ต้องเป็นแปลงที่ดินที่มีลักษณะที่มีการเตรียมดินในแปลงปลูกที่ดี คือ ต้องมีความเรียบ ไม่เป็นก้อนแข็งขนาดใหญ่ จนเกิดปัญหาในการทำงานในแปลง จากการนำไปใช้งานร่วมกับเกษตรกรเป็นเครื่องมือที่เกษตรกรให้การยอมรับว่าสามารถใช้งานได้ดี

3 แบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีหน้ากว้าง 100 มิลลิเมตร มีเหมือนกับแบบใบมีดแกว่ง แต่ในส่วนของด้านขนานกันมีความกว้าง 95 มิลลิเมตร ยาว 240 มิลลิเมตร จากปลายสุดเข้ามา 20 มิลลิเมตร มีรูสวมเพลชขนาด 10 มิลลิเมตร เพื่อสวมเพลชของชุดลูกหนาม 8 แฉก จำนวน 3 ลูก การหมุนของลูกหนามทั้ง 3 ลูก เป็นอิสระจากกันขึ้นอยู่กับสภาพความต้านทานในการหมุนขณะใช้งาน โดยดุมล้อหนามทำจากเหล็กท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ในแนวเส้นรอบวงตรงกึ่งกลางความยาวติดเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จำนวน 8 เส้น ยาว 100 มิลลิเมตร ทำปลายให้แหลม น้ำหนักเครื่องมือ 4,500 กรัม จากการทดสอบเบื้องต้นในสภาพแปลงที่มีหญ้าขึ้นใหม่ การใช้งานชุดหญ้าในแปลงสามารถทำได้ดี จากนั้นปล่อยให้รากของหญ้าถูกแดดเผาให้แห้งและตาย ผลการทดสอบในแปลงถั่วลิสงร่วมกับเกษตรกร พบว่า สภาพดินที่ใช้เครื่องมือได้ ต้องเป็นแปลงที่ดินที่มีลักษณะที่มีการเตรียมดินในแปลงปลูกที่ดี คือ ต้องมีความเรียบ ไม่เป็นก้อนขนาดใหญ่ จนเกิดปัญหาในการทำงานในแปลง จากการนำไปใช้งานร่วมกับเกษตรกรเป็นเครื่องมือที่เกษตรกรให้การยอมรับว่าสามารถใช้งานได้ดี แต่มีน้ำหนักมาก ในสภาพแปลงปลูกที่ไม่เป็นแถวที่ดี การใช้งานจึงต้องยกข้ามต้นถั่วลิสงบ่อยๆ จึงทำให้เกิดความเหนื่อยล้ามากกว่าแบบใบมีดแกว่ง ประกอบกับแรงงานในภาคเกษตรเป็นผู้หญิงและคนแก่เป็นส่วนใหญ่ ทำให้รู้สึกว่าการใช้ไม่สะดวกเท่าแบบใบมีดแกว่ง แต่หากการปลูกที่เป็นแถวและระยะห่างเหมาะสมน่าจะใช้งานได้ดี ดังนั้น การใช้เครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนามควรมีการเตรียมแปลงและระยะปลูกที่เป็นแถวในแนวยาวระยะห่างในการปลูกประมาณ 300 มิลลิเมตร จะทำให้การใช้งานเครื่องมือนี้ได้ดีขึ้น



รูปที่ 3 เครื่องมือพรวนดิน แบบจอบซี่ แบบใบมีดแกว่ง แบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก (จากขวามาซ้าย)

ผลการทดสอบในแปลงเกษตรกรที่ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง การปลูกถั่วลิสงในพื้นที่เป็นการปลูกถั่วลิสง หลังการทำนาในฤดู โดยเผาต่อซังและไม่มีการเตรียมดิน มีลักษณะเป็นดินเหนียวปนดินทรายมีเนื้อดินมีความ แน่น แต่ไม่ได้แน่นจนแข็ง การปลูกใช้คนกระทุงหลุมปลูกโดยใช้ความรู้สึกระมาณการในการกระทุงหลุมปลูก ทำให้ได้แนวปลูกและระยะปลูกเป็นแถว ที่มีระยะห่างระหว่างต้นในแถวไม่สม่ำเสมอ การปลูกเป็นแถวในแนว ยาว มีระยะห่างของแถวประมาณ 0.20 - 0.32 เมตร และมีระยะห่างของต้นในแถวประมาณ 0.20 - 0.25 เมตร (รูปที่ 4ก) การทดสอบในแปลง พบว่า เครื่องมือแบบจอบซี่ มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.13 ไร่/ ชั่วโมง เครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.14 ไร่/ชั่วโมง และเครื่องมือแบบ ใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.20 ไร่/ชั่วโมง จากข้อมูลการ ทดสอบแสดงให้เห็นว่า การทำงานโดยจอบซี่มีความสามารถในการทำงานในแปลงใกล้เคียงกับเครื่องมือแบบ ใบมีดแกว่ง เนื่องจากลักษณะแปลงปลูก มีระยะปลูกที่ชิดกันและไม่เป็นแถวมีการกระจายที่ไม่สม่ำเสมอทำให้ การใช้งานของเครื่องมือทั้งสองคล้ายกัน คือ จอบซี่ต้องยกและสับลงแบบเดียวกับการใช้จอบธรรมดา เช่น เดียวกับเครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง เมื่อแปลงในลักษณะนี้ก็ต้องคอยยกขึ้นหลบต้นถั่วบ่อยๆ การทำงานดู เหมือนกับการใช้จอบซี่ ทำให้ความสามารถในการทำงานพอกัน และการใช้งานเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับ ล้อหนาม 8 แฉก ที่มีน้ำหนักของชุดล้อหนามเพิ่มขึ้นทำให้การทำงานในแปลงลักษณะนี้สามารถทำงานได้ดีใน ช่องห่างระหว่างแถวที่ยาว คือ สามารถลากชุดใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉกทำงานได้ยาวในช่องแถว แต่ก็มี ปัญหา เมื่อต้องใช้งานในช่องห่างระหว่างต้นที่อยู่ในแถวทำงานได้ช้ากว่าเครื่องมือสองแบบแรก มีความสามารถ ในการทำงานในแปลงปลูก 0.20 ไร่/ชั่วโมง (ตารางที่ 1)

ผลการทดสอบในแปลงเกษตรกรที่ อ.เสริมงาม จ.ลำปาง การปลูกถั่วลิสงในพื้นที่เป็นการปลูกถั่วลิสง หลังการทำนาในฤดู โดยทำการยกแปลงปลูกขึ้นสูงประมาณ 0.20 เมตร ความกว้างและความยาวไม่แน่นอน ส่วนมากเป็นแปลงที่มีความกว้าง 1.20 - 2.70 เมตร การปลูกไม่เป็นแถว เนื่องจากใช้คน กระทุงหลุมปลูกโดยใช้ ความรู้สึกในการกระทุงหลุมปลูก ทำให้ได้แนวปลูกกับระยะปลูกไม่เป็นแถวตรงและระยะห่างระหว่างต้นก็มีการ กระจายสูง มีตั้งแต่ 0.15-0.28 เมตร (ภาพที่ 4ข) จากการทดสอบในแปลง พบว่า เครื่องมือแบบจอบซี่ มี ความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.11 ไร่/ชั่วโมง เครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง มีความสามารถในการ ทำงานในแปลงปลูก 0.10 ไร่/ชั่วโมง และเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีความสามารถใน การทำงานในแปลงปลูก 0.08 ไร่/ชั่วโมง จากข้อมูลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การทำงานโดยจอบซี่มี ความสามารถในการทำงานในแปลงใกล้เคียงกันกับเครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง เนื่องจากลักษณะแปลงปลูกที่ มี ระยะปลูกที่ชิดกันและไม่เป็นแถวมีการกระจายที่ไม่สม่ำเสมอทำให้การใช้งานของเครื่องมือทั้งสองคล้ายกัน คือ จอบซี่ต้องยกและสับลงแบบเดียวกับการใช้จอบธรรมดา เช่น เดียวกันกับเครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง เมื่อแปลง ในลักษณะนี้ก็ต้องคอยยกขึ้นหลบต้นถั่วบ่อยๆ การทำงานดูเหมือนกับการใช้จอบซี่ มีความสามารถในการทำงาน พอกัน และการใช้งานเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก ก็ต้องทำเหมือนแบบใบมีดขุด คือต้อง ยกหลบต้นถั่วบ่อยๆ ประกอบกับเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีน้ำหนักของชุดล้อหนาม เพิ่มขึ้นทำให้การทำงานในแปลงลักษณะนี้ทำงานได้ช้ากว่าเครื่องมือสองแบบแรก (ตารางที่ 1)



ก

ข

รูปที่ 4 ก แปลงเกษตรกรที่ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง ข แปลงเกษตรกรที่ อ.เสริมงาม จ.ลำปาง

ผลการทดสอบในแปลงเกษตรกรที่ อ.แม่ทา จ.ลำพูน การปลูกถั่วลิสงในพื้นที่เป็นการปลูกถั่วลิสงหลังการทำนาในฤดู โดยทำการยกแปลงปลูกขึ้นสูงประมาณ 0.20 เมตร ความกว้าง 1.30-1.40 เมตรและความยาวไม่แน่นอนตามสภาพแปลงนา การปลูกเป็นแถว 4 แถว กระจุกหลุมปลูกโดยใช้ความรู้สึกในการกระจุกหลุมปลูก เนื่องจากแปลงมีขนาดหน้ากว้างที่แคบทำให้ได้แนวปลูกและระยะปลูกที่เป็นแถวแนวยาวตรงและระยะห่างระหว่างต้นก็สม่ำเสมอดี ประมาณตั้งแต่ 0.20-0.30 เมตร (ภาพที่ 3ข) จากการทดสอบในแปลง พบว่า เครื่องมือแบบจอบซี่ มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.15 ไร่/ชั่วโมง เครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.14 ไร่/ชั่วโมง และเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.20 ไร่/ชั่วโมง

ผลการทดสอบในแปลงเกษตรกรที่ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ การปลูกถั่วลิสงในพื้นที่เป็นการปลูกถั่วลิสงหลังการทำนาในฤดู โดยทำการยกแปลงปลูกขึ้นสูงประมาณ 0.20 เมตร ความกว้าง 1-1.20 เมตรและความยาวไม่แน่นอนตามสภาพแปลงนา การปลูกเป็นแถว 2-3 แถว หรือแบบสลับฟันปลา ถึงแม้ใช้คน กระจุกหลุมปลูกโดยใช้ความรู้สึกในการกระจุกหลุมปลูก เนื่องจากแปลงมีขนาดหน้ากว้างที่แคบทำให้ได้แนวปลูกและระยะปลูกที่เป็นแถวแนวยาวตรงและระยะห่างระหว่างต้นก็สม่ำเสมอดี ประมาณตั้งแต่ 0.28-0.35 เมตร (ภาพที่ 5ข) จากการทดสอบในแปลง พบว่า เครื่องมือแบบจอบซี่ มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.13 ไร่/ชั่วโมง เครื่องมือแบบใบมีดแกว่ง มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.26 ไร่/ชั่วโมง และเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก มีความสามารถในการทำงานในแปลงปลูก 0.35 ไร่/ชั่วโมง

จากข้อมูลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การทำงานโดยจอบซี่มีความสามารถในการทำงานในแปลงต่ำสุด เพราะต้องยกและสับลงเหมือนเดิมกับแปลงเกษตรกรที่ อ.เสริมงาม จ.ลำปาง แต่เนื่องจากลักษณะแปลงปลูกที่มีระยะห่างที่สม่ำเสมอและเป็นแถวสม่ำเสมอทำให้การใช้งานของเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งไม่ต้องยกและสับลงเหมือนกับการใช้จอบซี่ เช่นเดียวกันกับเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉก เมื่อแปลงในลักษณะนี้ก็ทำให้ความสามารถในการทำงานดีขึ้นมาก เพราะไม่ต้องยกหลบต้นถั่วบ่อยๆ ทำให้ปัญหาในเรื่องของน้ำหนักของชุดล้อหนามมีผลต่อการทำงานน้อยลง ประกอบกับการที่ล้อหนามจะช่วยประคองระดับใบแกว่งไม่ให้กุดลงดินลึกเกินไปทำให้การใช้งานในแปลงมีความคล่องตัวดี (ตารางที่ 1) ผลการทดสอบที่กล่าวมา พบว่า เกษตรกรที่รวมทดสอบให้การยอมรับในการนำเครื่องมือแบบใบมีดแกว่งติดกับล้อหนาม 8 แฉกไปใช้งานในแปลง



ก



ข

รูปที่ 5 ก แปลงเกษตรกรที่ อ.แม่ทา จ.ลำพูน ข แปลงเกษตรกรที่ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ

ความสามารถในการทำงาน พื้นที่แปลงทดสอบ	จอบซี ไร่/ชม	ไถมีดแกว่ง ไร่/ชม	ไถมีดแกว่งติดกับ ล้อหนาม (ไร่/ชม)
อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง	0.13±0.03	0.14±0.03	0.20±0.07
อ.เสริมงาม จ.ลำปาง	0.11±0.01	0.10±0.02	0.08±0.01
อ.แม่ทา จ.ลำพูน	0.15±0.08	0.14±0.05	0.20±0.08
อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	0.13±0.02	0.26±0.01	0.35±0.08

เมื่อพิจารณาในส่วนของต้นทุน จอบซี ราคา 200 บาท ไถมีดแกว่ง ราคา 300 บาท และไถมีดแกว่งติดกับล้อหนาม ราคา 500 บาท ในการทำงานในแปลงการใช้จอบหรือจอบซี มีความสามารถทำงานในแปลงได้พอๆ กัน คือ ทำงานได้เฉลี่ย 0.13 ไร่/ชั่วโมง ซึ่งโดยปกติเกษตรกรต้องมีจอบไว้ใช้งานอยู่แล้ว จึงเทียบเป็นจุดอ้างอิง คือ ในหนึ่งวันนับเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง ค่าแรง 300 บาท เกษตรกรใช้จอบหรือจอบซีทำงานในแปลงพรวนดินกลับปุ๋ยพร้อมกำจัดวัชพืชได้ 1.04ไร่/วัน นั่นคือเกษตรกรต้องใช้แรงทำงานหากคิดเป็นเงินคือ 300 บ/ไร่ หากเกษตรกรได้มีการวางแผนจัดการในแปลงที่ดี ทำให้สามารถใช้เครื่องมือแบบไถมีดแกว่งได้ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเป็น 0.26 ไร่/ชั่วโมง หรือวันละ 2.08 ไร่ หากเป็นเครื่องมือแบบไถมีดแกว่งติดกับล้อหนามก็มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเป็น 0.35 ไร่/ชั่วโมง หรือวันละ 2.8 ไร่ นั่นก็คือความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่า และ 1.8 เท่า ของการใช้จอบหรือจอบซี ตามลำดับ ปริมาณงานที่ได้เพิ่มขึ้นคือผลกำไร จากที่กล่าวมาแสดงว่า เครื่องมือแบบไถมีดแกว่งมีจุดคุ้มทุน เมื่อใช้งานเต็มความสามารถหนึ่งวัน ทำงานได้ 2.08ไร่ คิดเป็นเงิน 624 บาท นั่นคือได้ผลกำไรมาจากการทำงาน 324 บาท หักราคาเครื่องมือออก 300 บาท และเป็นกำไรสุทธิ 24 บาท และในกรณีเครื่องมือแบบไถมีดแกว่งติดกับล้อหนามก็มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเพิ่มเป็น 2.8 เท่า คิดเป็นเงิน 840 บาท นั่นคือได้ผลกำไรมาจากการทำงาน 540 บาท หักราคาเครื่องมือออก 500 บาท และเป็นกำไรสุทธิ 40 บาท นั่นก็คือหากเกษตรกรมีการวางแผนจัดการในการปลูกที่ดีในแปลงปลูกและเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้งาน ไม่ว่าจะ เป็นเครื่องมือแบบไถมีดแกว่งหรือเครื่องมือแบบไถมีดแกว่งติดกับล้อหนาม เกษตรกรก็จะคุ้มทุน เมื่อใช้งานเครื่องมือเต็มความสามารถในเวลา 1 วัน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบพัฒนาเครื่องมือพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน โดยแยกรูปแบบของเครื่องมือออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องมือพรวนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย และ เครื่องมือพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน จำนวน 3 แบบ หนึ่งแบบใบมีดกว้าง สองแบบใบมีดกว้างติดกับล้อหนาม และสามแบบจอบซี่ พบว่า เครื่องมือพรวนดินแบบติดกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแปลงปลูกที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของเกษตรกร เนื่องจากระยะปลูกไม่คงที่ และไม่เป็นแถวเป็นแนวที่ชัดเจนทำให้การใช้เครื่องมือในแปลงปลูกทำได้ยาก ทำให้เครื่องมือกลุ่มนี้ไม่เกิดการยอมรับในการใช้งาน สำหรับเครื่องมือพรวนดินเพื่อพรวนดินกลบปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วลิสงแบบใช้แรงคน ทั้ง 3 แบบ พบว่า แบบใบมีดกว้าง มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแปลงของเกษตรกร หากเกษตรกรมีการวางแผนจัดการในการปลูกที่ดีในแปลงปลูกและเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้งาน ไม่ว่าจะ เป็นเครื่องมือแบบใบมีดกว้างหรือเครื่องมือแบบใบมีดกว้างติดกับล้อหนาม เกษตรกรก็จะคุ้มทุน เมื่อใช้งานเครื่องมือเต็มความสามารถในเวลา 1 วัน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

มีการนำผลงานไปใช้ในแปลงเกษตรกร ปลูกถั่วลิสงหลังนา บ.ยางอ้อย อ.ห้างฉัตร และ อ.เสริมงาม จ.ลำปาง บ.ทาบลาดุก อ.แม่ทา จ.ลำพูน และ บ.สรวงใน. อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

11. คำขอขอบคุณ (ถ้ามี)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มเกษตรกร อ.ห้างฉัตร และ อ.เสริมงาม จ.ลำปาง อ.แม่ทา จ.ลำพูน และ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้แปลงปลูกถั่วลิสงหลังนาเพื่อทดสอบเก็บข้อมูล ร่วมทดสอบและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงเครื่องมือต้นแบบจนงานนี้เสร็จ

12. เอกสารอ้างอิง

วินิต ชินสุวรรณ 2530. เครื่องจักรกลการเกษตรและการจัดการเบื้องต้น. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 220 หน้า.

13. ภาคผนวก -