

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาและวิจัยอุปกรณ์ที่ใช้ในการพรวน
กำจัดวัชพืชใต้ต้นมะม่วง

เสนอต่อ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

โดย

มงคล กวางวโรภาส

ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาและวิจัยอุปกรณ์ที่ใช้ในการพรวน
กำจัดวัชพืชใต้ต้นมะม่วง

เสนอต่อ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

โดย

มงคล กวางวโรภาส

ฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนวิจัยใน
ครั้งนี้ ขอขอบคุณ รศ.ดร. พิระเดช ทองอำไพ ผู้ประสานงานในส่วนของโครงการไม้ผลฯ ที่ได้
ทำหน้าที่ประสานงานและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอ
ขอบคุณวิศวกรและนายช่างเทคนิคของศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและ
พัฒนาฯ ที่มีส่วนช่วยเหลืออย่างเต็มที่ในการสร้างอุปกรณ์และทำการทดลอง ทำให้งานวิจัยนี้
สามารถดำเนินไปตามกำหนดการและสำเร็จทันตามกำหนด

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษา ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชไถต้นมะม่วง ซึ่งได้พัฒนาอุปกรณ์ขึ้นมาหลายชนิดและหลายรูปแบบโดยสามารถจำแนกอุปกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่หนึ่งใช้รถพรวนเดินตามขนาดเบาที่ไม่มีล้อขับเคลื่อน มีแต่ล้อพรวนดินใช้เครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง และพัฒนาอุปกรณ์ประกอบหลายรูปแบบเพื่อช่วยให้สามารถใช้รถดังกล่าวพรวนรอบไถต้นมะม่วงได้สะดวกในขณะที่ทำงาน ชนิดที่สองเป็นรถพรวนเดินตามชนิดไม่มีล้อขับเคลื่อน ซึ่งได้พัฒนาขึ้นมา ณ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ รถชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ โครงเครื่อง เครื่องยนต์ต้นกำลัง ชุดกลไกทดและถ่ายทอดกำลัง หัวพรวนติดครีบบังคับเลี้ยว และล้อพรวนดินที่มีจำนวนใบมีดพรวนดินด้านซ้าย-ขวา ไม่เท่ากัน การใช้งานเป็นไปอย่างสะดวกง่ายดาย ขณะใช้งานผู้ปฏิบัติงานเพียงแต่ช่วยควบคุมที่คันบังคับรถพรวนดินก็สามารถพรวนและเลี้ยวรอบไถต้นได้เอง จากการทดลองพบว่ารถพรวนดินที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้ใบมีดชนิด C-blade ติดตั้งที่ล้อพรวนดินมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดวัชพืช 87.43% รถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ที่ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยเลี้ยวรอบไถต้นและใช้ใบมีดชนิด C-blade มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชโดยเฉลี่ย 90.48% แต่ถ้าติดตั้งใบมีดชนิด L-blade จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช 93.31% รถพรวนดินแรดนอย ซึ่งผลิตขึ้นในประเทศมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช 76.85% ส่วนความเร็วเฉลี่ยในการพรวนรอบไถต้นเป็นวินาที/รอบของรถพรวนที่ได้พัฒนาขึ้นมาเท่ากับ 22.33 วินาที/รอบ รถพรวน HONDA ที่ใช้ใบมีด C-blade เท่ากับ 19.17 วินาที/รอบ รถพรวน HONDA ที่ใช้ใบมีดชนิด L-blade เท่ากับ 28.44 วินาที/รอบ รถพรวนแรदनอยใช้เวลา 30.48 วินาที/รอบ ในการพรวนต่อเนื่องโดยพรวนต้นละ 2 รอบ จะใช้เวลารวมต่อต้นโดยเฉลี่ยประมาณ 1 นาทีเศษ หรือประมาณชั่วโมงละ 50 ต้น โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 1.1 ลิตร/ชั่วโมง รถพรวนชนิดนี้เหมาะสำหรับดินที่มีความชื้นสูง และสามารถทำงานได้ดีถ้าดินมีความชื้นระหว่าง 12%-22% จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าใบมีดพรวนดินของรถพรวนแรदनอยต้องการกำลังขับเคลื่อนเฉลี่ย 1.82 กิโลวัตต์ ในขณะที่ใบมีด C-blade และ L-blade ที่ใช้กับรถพรวนดินฮอนด้าต้องการกำลัง 2.14 และ 3.20 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการกำจัดวัชพืชระหว่างการใช้เครื่องพรวนชนิดต่างๆ กับการใช้สารเคมี พบว่าในระยะเริ่มแรกหลังจากฉีดพ่นบริเวณรอบต้นมะม่วงด้วยสารเคมีวัชพืชจะถูกทำลายหมด แต่หนึ่งเดือนหลังจากนั้นวัชพืชจะเริ่มฟื้นตัว พอถึง 6 สัปดาห์ก็จะงอกงามพอสมควรในขณะที่แปลงที่พรวนด้วยเครื่องพรวนชนิดต่างๆ ที่ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade หรือ L-blade วัชพืชจะฟื้นตัวได้ช้ามาก

ABSTRACT

Two types of cultivating machine used for weeding under mango trees were designed and developed. The first type was accomplished by designing some special apparatuses to be attached with two kinds of 5 horsepowers walking type wheelless cultivator. The second type was specially designed and developed walking type wheelless cultivator which consisted of a frame, a power transmission mechanism, a set of unequal number of cultivating blades drum rotor, a set of hoe with an inclined fin welded underneath the hoe point, and finally a 5 horsepowers gasoline engine used as a power unit. It was easy and comfort to operate the machine. The operator gave only slight assistance in controlling the machine to cultivate around a mango tree. Several kinds of test were carried out. Test results showed that the wheelless cultivator which was developed at the National Agricultural Machinery Center using C-blade type rotor has average weeding efficiency 87.43%. A HONDA model FA500 which was modified by equipping with special designed apparatuses to facilitate an easy turn around a mango tree and equipped with C-blade type drum rotors resulted in average weeding efficiency 90.48% . While 93.31% weeding efficiency was achieved if the L-blades type were used. A modified locally made walking type cultivator has 76.85% weeding efficiency. Average working speed around a mango tree in seconds per revolution of the NAMC type, the Honda with C-blade, the Honda with L-blade and the modified locally made walking type wheelless cultivator were 22.33 seconds, 19.17 seconds, 28.44 seconds and 30.48 seconds respectively. Slightly more than one minute was required for each tree in continuous operation. Approximately 50 trees could be finished in an hour and 1.1 liters of gasoline was consumed. These cultivators were suitable for high soil moisture condition and could work well in soil with 12%-22% moisture content. Laboratory test showed that a rotor blades of the locally made cultivator consume 1.82 kilowatts of driven power while the C-blade and L-blade consumed 2.14 and 3.20 kilowates respectively. An experiment in chemical weed control was also studied. Test results showed that weed was completely destroyed initially. But four to six weeks later it was recovered while the area which was cultivated by C-blade or L-blade type cultivator was still almost free from weed.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
คำขอบคุณ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญภาพถ่าย	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	9
การศึกษาและออกแบบ	9
การสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือ	15
การทดลองเบื้องต้น	32
ผลการทดลองเบื้องต้น	32
ลักษณะการทำงานและรายละเอียดการประดิษฐ์	34
คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ	37
บทที่ 4 การทดลอง	40
การทดลองในห้องปฏิบัติการ	40
การทดลองในแปลง	40
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	43
บทที่ 5 ผลการทดลอง	50
ผลการทดลองในแปลง	50
ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ	51
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	78
เอกสารอ้างอิง	79

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงอุปกรณ์ชนิด directional implement เช่น ครีบ เมื่อถูกเบนออกจากแนวที่กลางตัวรถขณะกำลังถูกลากไปข้างหน้า อุปกรณ์นี้จะกลับเข้าสู่แนวเดิมตรงกลาง ซึ่งแสดงไว้โดยสมการ	7
ภาพที่ 2	แสดงแรงขับเคลื่อนของล้อพรวนดินข้างซ้าย F_L ซึ่งน้อยกว่าล้อพรวนดินข้างขวา F_R ส่งผลให้ตัวรถเคลื่อนที่เป็นทางโค้ง ℓ เป็นความยาวของล้อพรวนดิน O เป็นจุดศูนย์กลางการเลี้ยวของตัวรถ $F_s =$ แรงปฏิกิริยาจากดินที่กระทำต่อหัวพรวนที่อยู่ตรงกึ่งกลางระหว่างล้อพรวนดินข้างซ้าย-ขวา	10
ภาพที่ 3	แสดงครีบ (fig) ที่เอียงทำมุม θ กับแนวแกนกลางตัวรถ F เป็นแรงปฏิกิริยาจากดินที่กระทำต่อครีบ ซึ่งจะกระทำต่อจุดรวมแรงของครีบ	11
ภาพที่ 4	แสดงแรงที่กระทำต่อตัวรถ ซึ่งส่งผลให้รถเลี้ยวซ้ายได้	12
ภาพที่ 5	เมื่อหัวพรวนชุดที่สองอยู่เอียงมาทางด้านซ้ายรวมทั้ง $F_L < F_R$ ด้วย จะช่วยส่งผลให้รถพรวนเลี้ยวซ้ายได้ดียิ่งขึ้น	13
ภาพที่ 6	แสดงสภาวะปกติของรถพรวนดินทั่วไป	13
ภาพที่ 7	แสดง F_H ซึ่งเป็นแรงกระทำทางด้านข้าง	14
ภาพที่ 8	แสดงคิเนมาติกส์ไดอะแกรมของชุดเฟืองดาวเคราะห์	18
ภาพที่ 9	แสดงผังการติดตั้งและต่อพ่วงอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่าง ๆ สำหรับหากำลังขับเคลื่อนล้อพรวนดิน	44
ภาพที่ 10	เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชระหว่างรถพรวนและอุปกรณ์การพรวนชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบ	74
ภาพที่ 11	เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชระหว่างรถพรวนดินทุกชนิด โดยจำแนกตามอุปกรณ์และวิธีการที่ใช้บังคับเลี้ยว	75
ภาพที่ 12	เปรียบเทียบความเร็วในการพรวนรอบต้นมะม่วงเป็นวนที่/รอบระหว่างรถพรวนและอุปกรณ์การพรวนชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการพรวน	76
ภาพที่ 13	เปรียบเทียบความเร็วในการพรวนรอบต้นมะม่วงเป็นวนที่/รอบระหว่างรถพรวนทุกชนิด โดยจำแนกตามอุปกรณ์และวิธีการที่ใช้บังคับเลี้ยว	77

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 รถพรวนดินขณะติดตั้งล้อพรวนดินที่มีจำนวนใบมีดของล้อข้างซ้ายน้อยกว่า ข้างขวา พร้อมกับติดตั้งหัวพรวนที่มีแผ่นครีปใต้ท้องทำมุม 25 องศา กับแนว แกนกลางรถ (เป็นภาพไอโซเมตริก)	24
รูปที่ 2 ภาพด้านบนรถพรวนดินชนิดเดินตาม	25
รูปที่ 3 ภาพด้านข้างรถพรวนดิน	25
รูปที่ 4 ภาพด้านหน้ารถพรวนดิน	25
รูปที่ 5 ชุดคราดขาแข็งติดหัวพรวนที่มีแผ่นครีปใต้ท้องทำมุม 25 องศา กับแนวแกนกลางของตัวรถ	26
รูปที่ 6 ภาพด้านบนของชุดคราดขาแข็งพร้อมหัวพรวนที่มีครีปใต้ท้อง	27
รูปที่ 7 ภาพด้านข้างของชุดคราดขาแข็งพร้อมหัวพรวนที่มีครีปใต้ท้อง	27
รูปที่ 8 ภาพด้านหน้าของชุดคราดขาแข็งพร้อมหัวพรวนที่มีครีปใต้ท้อง	27
รูปที่ 9 ภาพไอโซเมตริกของรถพรวนเดินตามที่ได้ประดิษฐ์ขึ้น (รถพรวนชนิดที่ 2)	28
รูปที่ 10 ภาพด้านข้างของรถพรวนเดินตาม	29
รูปที่ 11 ภาพด้านหน้าของรถพรวนเดินตาม	29
รูปที่ 12 ภาพด้านบนของรถพรวนเดินตาม	30

สารบัญภาพถ่าย

	หน้า
ภาพถ่ายที่ 1	ภาพถ่ายด้านข้างของรถพรวนดินยอนต้า รุ่น FA500 ที่นำมาใช้เป็นต้นกำลัง
ภาพถ่ายที่ 2	ภาพด้านหลังของรถพรวนดินที่ได้พัฒนาขึ้นที่ศูนย์เครื่องจักรกลฯ
ภาพถ่ายที่ 3	รถพรวนดิน “แรดน้อย” ซึ่งผลิตที่ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี ได้นำมาปรับปรุงและเพิ่มเติมอุปกรณ์เพื่อใช้พรวนรอบคัน
ภาพถ่ายที่ 4	ภาพด้านหลังรถพรวน “แรดน้อย”
ภาพถ่ายที่ 5	ขณะกำลังพรวนรอบโคนต้นโดยใช้รถพรวนแรดน้อย
ภาพถ่ายที่ 6	แสดงหัวพรวนชุดที่ 2 ติดตั้งบนแคร่
ภาพถ่ายที่ 7	ทดลองพรวนรอบโคนต้น
ภาพถ่ายที่ 8	รถพรวน “Honda” รุ่น FA500 ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบครบทุกชนิด
ภาพถ่ายที่ 9	ทดลองโยงลวดสลิง
ภาพถ่ายที่ 10	ทดลองโยงลวดสลิงโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น
ภาพถ่ายที่ 11	ภาพด้านข้างของรถพรวนดินที่พัฒนาโดยศูนย์เครื่องจักรกลฯ
ภาพถ่ายที่ 12	ภาพด้านหลังของรถพรวนดิน
ภาพถ่ายที่ 13	ขณะทำการพรวนรอบต้นมะม่วง
ภาพถ่ายที่ 14	รถพรวนดินอีกชนิดหนึ่งที่พัฒนาล้อเหล็กและหัวพรวนชนิด duck foot
ภาพถ่ายที่ 15	ดินรอบต้นมะม่วงหลังจากที่ถูกพรวน 4 วัน โดยใช้ C-blade
ภาพถ่ายที่ 16	ดินรอบต้นมะม่วงหลังจากที่ถูกพรวน 36 วัน โดยใช้ L-blade
ภาพถ่ายที่ 17	ดินรอบต้นมะม่วงหลังถูกพรวนด้วยรถ “แรดน้อย” แล้ว 36 วัน
ภาพถ่ายที่ 18	หลังพรวนด้วยใบมีด C-blade
ภาพถ่ายที่ 19	ดินรอบต้นมะม่วงหลังถูกพรวน 10 สัปดาห์ ในช่วงฤดูฝน
ภาพถ่ายที่ 20	บริเวณรอบโคนต้นมะม่วงหลังจากฉีดกรัสม็อกโซน 21 วัน
ภาพถ่ายที่ 21	บริเวณรอบต้นมะม่วงหลังจากฉีดกรัสม็อกโซน 34 วัน
ภาพถ่ายที่ 22	การทดสอบหากล้างที่ใช้ขับชุดใบมีดพรวนดิน
ภาพถ่ายที่ 23	ขณะกำลังทดสอบเพื่อหากล้างขับชุดใบมีดพรวนดิน
ภาพถ่ายที่ 24	แสดงชุดเฟืองดาวเคราะห์ (planetary gear train)

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการทดลองครั้งที่ 1 ของรถพรวนดินที่ได้พัฒนาขึ้นมา	52
ตารางที่ 2 ผลการทดลองครั้งที่ 2 ของรถพรวนดินที่ได้พัฒนาขึ้นมา	53
ตารางที่ 3 ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด L-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ	54
ตารางที่ 4 ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด L-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และหัวพรวนธรรมดาด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	55
ตารางที่ 5 ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด L-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และหัวพรวนธรรมดาด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่จะเลี้ยว	56
ตารางที่ 6 ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด L-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดธรรมดาทั้ง 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่กลางรถ อีกชุดหนึ่งอยู่ด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	57
ตารางที่ 7 ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด L-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และใช้ลวดสลิงโยงกับต้นมะม่วง	58
ตารางที่ 8 ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด L-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลาง 1 หัว และใช้ลวดสลิงโยงตัวรถกับต้นมะม่วง	59

ต่อตาราง		หน้า
ตารางที่ 9	ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ	60
ตารางที่ 10	ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และหัวพรวนธรรมดาด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	61
ตารางที่ 11	ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และหัวพรวนธรรมดาด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	62
ตารางที่ 12	ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดธรรมดา จำนวน 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ตรงกลางรถ อีกชุดหนึ่งอยู่ด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	63
ตารางที่ 13	ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และโยงตัวรถกับคันมะม่วงด้วยลวดสลิง	64
ตารางที่ 14	ผลการทดลองรถพรวนดิน HONDA รุ่น FA500 ใช้ใบมีดพรวนดินชนิด C-blade ติดตั้งล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 6 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 9 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และใช้ลวดสลิงโยงกันคันมะม่วง	65
ตารางที่ 15	ผลการทดลองรถพรวนดินแรดน้อย ใช้ใบมีดพรวนดินชนิดติดมากับรถ ติดตั้งใบมีดพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 9 ใบ และมีใบมีดพรวนดินข้างขวา จำนวน 12 ใบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ	66

ต่อตาราง		หน้า
ตารางที่ 16	ผลการทดลองรถพรวนดินแรदन้อย ใช้ไบบีตพรวนดินชนิดติดมากับรถ ติดตั้งไบบีตพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 9 ไบ และมีไบบีตพรวนดินข้างขวา จำนวน 12 ไบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และ หัวพรวนชนิดธรรมดาด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่จะเลี้ยว	67
ตารางที่ 17	ผลการทดลองรถพรวนดินแรदन้อย ใช้ไบบีตพรวนดินชนิดติดมากับรถ ติดตั้งไบบีตพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 9 ไบ และมีไบบีตพรวนดินข้างขวา จำนวน 12 ไบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และมี หัวพรวนธรรมดาด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	68
ตารางที่ 18	ผลการทดลองรถพรวนดินแรदन้อย ใช้ไบบีตพรวนดินชนิดติดมากับรถ ติดตั้งไบบีตพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 9 ไบ และมีไบบีตพรวนดินข้างขวา จำนวน 12 ไบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดธรรมดา 2 ชุด ชุดหนึ่งตรงกลางรถ อีกชุดหนึ่งด้านหลังล้อพรวนดินข้างที่ต้องการเลี้ยว	69
ตารางที่ 19	ผลการทดลองรถพรวนดินแรदन้อย ใช้ไบบีตพรวนดินชนิดติดมากับรถ ติดตั้งไบบีตพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 9 ไบ และมีไบบีตพรวนดินข้างขวา จำนวน 12 ไบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และผูก ลวดสลิงโยงตัวรถกับคันมะม่วง	70
ตารางที่ 20	ผลการทดลองรถพรวนดินแรदन้อย ใช้ไบบีตพรวนดินชนิดติดมากับรถ ติดตั้งไบบีตพรวนดินข้างซ้าย จำนวน 9 ไบ และมีไบบีตพรวนดินข้างขวา จำนวน 12 ไบ ติดตั้งหัวพรวนชนิดมีครีบบังคับเลี้ยวตรงกลางรถ และโยง ตัวรถเข้ากับคันด้วยลวดสลิง	71
ตารางที่ 21	การทดลองหาลำดับไบบีตพรวนดินที่ใช้กับรถพรวนดินแรदन้อย soil bin ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ เป็นดินเหนียวค่า ความชื้นเฉลี่ย 15.97% ค่าสูงสุดของ Soil resistance to cone penetration = 20.2 กก./ซม ² .	72
ตารางที่ 22	การทดลองหาลำดับไบบีตพรวนดินที่ใช้กับรถพรวนดินแรदन้อย soil bin ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ เป็นดินเหนียวค่า ความชื้นเฉลี่ย 14.19% ค่าสูงสุดของ Soil resistance to cone penetration = 13.1 กก./ซม ² .	73

บทที่ 1

คำนำ

การทำสวนมะม่วงให้ได้ผลดีและมีคุณภาพสูงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนสามารถส่งออกได้ จำเป็นต้องมีการผลิตอย่างเป็นระบบทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเลือกสถานที่ปลูก การคัดเลือกพันธุ์ การวางแผนการสัญจรภายในแปลง ระยะเวลาปลูก การให้น้ำและระบายน้ำในแปลง การปลูก การบำรุงรักษา การบังคับการออกดอกและติดผล การกำจัดวัชพืช การป้องกันโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การตัดแต่งกิ่ง ตลอดจนการปฏิบัติดูแลหลังเก็บเกี่ยว ฯลฯ การกำจัดวัชพืชในแปลงนั้นนับว่าเป็นงานใหญ่และสำคัญอย่างหนึ่งเพราะวัชพืชนอกจากขึ้นรุกร้าง แย่งน้ำและอาหารจากพืชประธานแล้วยังเป็นที่หลบซ่อนหรืออยู่อาศัยของโรคและแมลงต่างๆ อีกด้วย ในแปลงมะม่วงที่ปลูกอย่างเป็นระบบมีระยะระหว่างต้นและระยะระหว่างแถวที่แน่นอนนั้น การกำจัดวัชพืชในแปลงมักทำได้ 2 วิธีใหญ่ๆ ดังนี้คือ

1. วิธีทางกล
2. วิธีทางเคมี

วิธีทางกล เป็นการกำจัดวัชพืชโดยการ ดाय ขุด ตัด ตลอดจนการพรวน ซึ่งยังมีวิธีดำเนินการหลายอย่าง เช่น ใช้แรงงานคนล้วน ซึ่งมักจะเป็นการ ดाय ขุด ตัด พรวน ส่วนอีกวิธีหนึ่งเป็นการใช้เครื่องจักรกลหรือเครื่องทุ่นแรง โดยมีเครื่องจักรกลประเภทรถตัดหญ้าหรือเครื่องตัดหญ้าชนิดต่างๆ ซึ่งจะตัดวนรอบได้ต้น

สวนที่จะใช้เครื่องจักรกลเกษตรได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพดีนั้น มักจะเป็นสวนแบบพื้นราบ มีระยะระหว่างต้นและระยะระหว่างแถวที่แน่นอน และกว้างพอที่เครื่องจักรกลเกษตรจะเข้าไปทำงานระหว่างแถวได้สะดวก มีการเว้นระยะว่างที่หัวแปลงเพื่อเครื่องจักรกลเกษตรสามารถเลี้ยวกลับได้โดยสะดวก ระยะที่เหมาะสมสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 50-80 แรงม้า เข้าไปทำงาน ควรจะมีระยะระหว่างแถว 6 เมตร ระยะระหว่างต้น 4 เมตร และต้องควบคุมไม่ให้เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มมีขนาดใหญ่เกินกว่า 4 เมตร มิฉะนั้นจะกีดขวางการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตร ระยะระหว่างแถวควรจะอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก หากสามารถกำหนดได้ ส่วนระยะที่หัวแปลงควรจะเว้นที่ไว้เพื่อให้เลี้ยวกลับรถแทรกเตอร์อย่างน้อย 3-4 เมตร ส่วนแปลงที่มีลักษณะแตกต่างจากนี้ เช่น แปลงปลูกแบบยกร่อง แปลงที่มีระยะปลูกชิด เช่น 2.5 เมตร x 2.5 เมตร แปลงที่ไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับเลี้ยวกลับรถบริเวณหัวงานจะไม่สามารถใช้รถแทรกเตอร์มาตรฐานเข้าไปทำงานได้ และจะต้องใช้เครื่องมือขนาดเล็กเท่านั้น เช่น รถแทรกเตอร์ขนาด 12-25 แรงม้า รถแทรกเตอร์แบบเดินตาม เป็นต้น การกำจัดวัชพืชในแปลงมะม่วงโดยใช้เครื่องจักรกลเกษตรนั้น หากเป็นการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวต้นมะม่วงมักจะใช้วิธีตัดโดยใช้แทรกเตอร์พ่วงติดเครื่องตัดหญ้าเข้าไปทำงาน ซึ่งจะทำงานได้เร็วและความกว้างในการตัดแต่ละเที่ยวประมาณ 1.50 เมตร แต่เครื่องมือประเภทนี้จะไม่สามารถเข้าไปทำงานภายใต้

ทรงพุ่มหรือรอบๆ ต้นมะม่วงได้ การตัดหญ้านับว่ามีความจำเป็นมากโดยเฉพาะในขณะต้นยังเล็ก จะมีพื้นที่ว่างระหว่างต้นมาก ซึ่งวัชพืชจะได้รับแสงแดดและออกงามอย่างรวดเร็ว เมื่อต้นมะม่วงมีขนาดใหญ่ขึ้น จนแสงแดดไม่สามารถส่องลงมาถึงได้ต้นได้ ก็จะมีปัญหาเรื่องวัชพืชบริเวณใต้ต้นลดลง

การกำจัดวัชพืชใต้ต้นโดยใช้วิธีขุด ถากหรือพรวนนั่น วิธีที่ได้ผลดีนั้นคือ ใช้แรงงานคนนำจอบไปพรวนใต้ต้นพร้อมกับพูนโคนต้นด้วยเลย แต่วิธีนี้จะสิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายมาก โดยเฉลี่ยจะเสียค่าใช้จ่ายต้นละประมาณ 5 บาท และในหนึ่งวันหากจะทำอย่างปราณีตและตายได้ประมาณคนละ 30 ต้นเท่านั้น

การใช้เครื่องจักรกลเกษตรประเภทรถแทรกเตอร์ขนาดตั้งแต่ 25 แรงม้า จดพรวนจอบหมุนเข้าไปทำงานนั้นจะทำให้ยากและไม่คุ้มค่า รวมทั้งจะทำให้เกิดการบดอัดของดินภายใต้บริเวณรอบต้น ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบรากและแก้ไขได้ยากยิ่ง การใช้รถไถเดินตามที่ดีไถจอบหมุนเข้าไปทำงาน สามารถจะกระทำได้แต่มีข้อเสียคือ รถไถเหล่านี้ถึงแม้จะมีขนาดเล็กใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลังแต่ก็มีหนักมาก ดังนั้นแรงเฉื่อยที่ล้อรถกดลงบนพื้นดิน เมื่อติดต่อพื้นที่ที่ลื่นสัมผัสดินจึงสูง และมีผลต่อการบดอัดของดิน ข้อเสียอีกประการหนึ่งรถไถเดินตามเหล่านี้ เมื่อต้องการจะเลี้ยวก็ต้องบีบคลัชเลี้ยว ดังนั้นในการทำงานพรวนรอบใต้ต้นจึงต้องบีบ-ปล่อยคลัชตลอดเวลา ข้อเสียอีกประการคือ ขุดจอบหมุนจะอยู่ห่างล้อรถออกมาทางด้านหลัง ดังนั้นขณะกำลังเลี้ยวและพรวนไปด้วยก็จะเกิดแรงกระทำทางด้านข้างต่อตัวพรวนอันเป็นผลเนื่องมาจากแรงต้านจากดินจึงทำให้เกิดโมเมนต์ขึ้น ยิ่งศูนย์กลางพรวนอยู่ห่างศูนย์กลางล้อมากเท่าใด โมเมนต์ก็จะยิ่งมากทำให้ทำงานได้ลำบาก ผู้ปฏิบัติงานมักพรวนเป็นแนวตรงด้านหนึ่งจนหมดแถวมะม่วง แล้วจึงวกกลับมาพรวนอีกด้านหนึ่งและมักจะเหลือพื้นที่ที่ไม่ถูกพรวนอยู่บ้าง

รถพรวนเดินตามขนาดเล็กสุดที่เรียกว่า wheelless cultivator หรือรถพรวนชนิดไม่มีล้อนั้นจะไม่มีล้อยางที่ถูกขับโดยใช้กำลังจากตัวรถเพื่อให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่จะมีล้อพรวนดินหรือเพลาจอบหมุนที่สวมอยู่กับเพลาชับซ้าย-ขวา ขณะไถมีดหมุนตัดดินก็จะเกิดแรงตะกรุยที่เรียกว่า negative thrust ผลักให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า การที่จะให้ไถมีดตัดดินได้ลึกนั้นจำเป็นต้องมีหัวพรวนคอยถ่วงการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวรถให้ช้าลง ซึ่งหัวพรวนนี้อาจติดอยู่บริเวณด้านหลังของล้อพรวนดิน รถชนิดนี้สามารถเลี้ยวซ้าย-ขวาได้โดยการบีบคลัชเลี้ยว เนื่องจากเป็นรถพรวนขนาดเบา มีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัมเศษ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับพรวนดินขณะมีความชื้นสูงแต่จะไม่เหมาะสำหรับดินแข็งหรือดินความชื้นต่ำ การเลี้ยวรถหากเป็นชนิดมีคลัชก็ใช้วิธีบีบคลัชเลี้ยว หากเป็นชนิดไม่มีคลัชก็ใช้วิธีผลักเลี้ยว การบีบคลัชเพื่อเลี้ยวเป็นการตัดการส่งกำลังไปยังล้อพรวนดินข้างที่จะเลี้ยวทำให้ล้อข้างนั้นหยุดทำงาน ดังนั้นจึงไม่สามารถจะนำหลักการนี้มาใช้ในการพรวนรอบต้นมะม่วงได้ เพราะล้อพรวนดินด้านในจะไม่ทำงาน ทำให้ดินบริเวณนั้นไม่ถูกพรวนเป็นช่วงๆ

ดังนั้นจึงได้เกิดแนวความคิดที่จะใช้รถพรวนดินชนิดนี้มาใช้ในการพรวนกำจัดวัชพืชไถต้นมะม่วง โดยดัดแปลงหรือปรับปรุงอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อจะช่วยให้รถสามารถพรวนดินวนรอบไถต้นมะม่วงได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่จำเป็นต้องบีบคลัชเลี้ยว ข้อดีอีกประการหนึ่งของรถพรวนดินชนิดนี้มีจำหน่ายในท้องตลาดหลายยี่ห้อในราคาที่ไม่แพงนัก ดังนั้นหากพัฒนาหรือปรับปรุงอุปกรณ์ประกอบเพียงบางอย่างเข้ากับตัวรถเพื่อให้สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ ก็จะสามารถขยายผลที่ได้จากงานวิจัยได้สะดวกขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้พรวนกำจัดวัชพืชไถต้นมะม่วงขึ้นมาสองลักษณะคือ

1. ปรับปรุงหรือดัดแปลงหรือพัฒนาอุปกรณ์เพียงบางชิ้นส่วน เพื่อใช้กับรถพรวนเดินตามชนิดไม่มีล้อขับเคลื่อน ซึ่งเป็นรถขนาดเบาที่เรียกว่า wheelless cultivator เพื่อให้สามารถพรวนกำจัดวัชพืชไถต้นมะม่วงได้
2. พัฒนารถพรวนกำจัดวัชพืชไถต้นมะม่วงขึ้นมาใหม่ทั้งคัน โดยที่รถคันนี้สามารถวนเลี้ยวรอบไถต้นในขณะกำลังพรวนได้เป็นอย่างดี

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

รถไถเดินตามได้นำเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2490 (สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2539) แต่กำลังเครื่องยนต์ไม่พอที่จะไถเตรียมดินในพื้นที่ในประเทศไทย เพราะใช้เครื่องยนต์ที่มีแรงม้าต่ำ ในช่วงประมาณปี 2509 ได้นำเข้ารถไถเดินตามจากประเทศญี่ปุ่นหลายยี่ห้อ อย่างไรก็ตามเนื่องจากรถเหล่านี้มีราคาสูง ดังนั้นจึงมีใช้เป็นจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับรถไถเดินตามยี่ห้อฮอนด้า นั้นจะแตกต่างจากยี่ห้ออื่นตรงที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ขนาดประมาณ 5 แรงม้า และนอกจากจะใช้ไถหัวหมูแบบเอเชียแล้วยังมีล้อพรวนดิน (drum rotor) ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ปลูกพืชผักแบบสวนครัว ตลอดจนเตรียมดินในโรงเรือน เพราะมีขนาดเล็ก ขนาดของก้อนดินที่ย่อยได้ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบหมุนของใบมีดที่ติดตั้งบนล้อพรวนดิน และความเร็วในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวรถเอง ดังนั้นรถชนิดนี้จึงต้องติดคราดด้านหลังเพื่อช่วยหน่วงความเร็วในการเดินหน้า

อนึ่งล้อพรวนดินชนิดนี้ในขณะที่ทำงานจะมีสัมประสิทธิ์แรงลอยตัว (coefficient of the rotor-buoyancy) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างแรงพยุงกับน้ำหนักรวมของตัวรถพร้อมอุปกรณ์ และมีค่าประมาณ 0.3 (สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2539) ดังนั้นรถชนิดนี้จึงใช้ได้ดีในดินที่มีความชื้นสูงและสภาพดินอ่อนนุ่ม

ในส่วนของใบมีดพรวนดิน (blade) นั้น มีทั้งชนิด L-blade ซึ่งมีข้อดีคือสามารถกำจัดวัชพืชได้ดี (Kepner et al, 1991) แต่ข้อเสียก็มีเช่นกันคือ หนักรวดฟันขาใบมีดได้ง่าย และจะพังสะสมมากขึ้น หากไม่รีบแก้ไข ดังนั้นสำหรับพื้นที่ที่มีเศษพืชจึงเหมาะที่จะใช้ใบมีดชนิด C-blade หรือ C-shaped blade ในส่วนของมุมของโค้ง (edge curve angle) ที่เหมาะสมควรมีค่า 57.5% และรัศมีการหมุนของใบมีดจะเท่ากับความลึกในการพรวนสูงสุดบวกกับระยะส่วนล่างของห้องส่งกำลังที่อยู่ต่ำกว่าระดับเพลาชับใบมีด (สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2539) โดยทั่วไประยะหมุนของใบมีดประมาณ 20-25 เซนติเมตร

ในส่วนของรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศ เริ่มมีการพัฒนาครั้งแรกในปี 2501 โดย มรว.เทพฤทธิ์ เทวกุล แห่งกองวิศวกรรม กรมการข้าว (ภายหลังเปลี่ยนมาเป็น กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร) นอกจากนี้ในเวลาเดียวกันก็มีเอกชนใน อ.พระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ก็เริ่มพัฒนารถไถเดินตามขึ้นมาเช่นกัน (สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2539) ต่อมาได้มีเอกชนรายอื่นอีกมากมาย ทำการพัฒนาจนมีการสร้างขึ้นและใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และถือเป็นเครื่องจักรกลหลักในการเตรียมดินเพื่อทำนาปลูกข้าว

อย่างไรก็ตามจันแบบของ Power tiller ในญี่ปุ่นนั้นได้นำมาจาก Hand tractor ซึ่งสร้างโดย Utiliter ชาวอเมริกัน และ Simer ชาวสวีเดนแลนด์ ซึ่งเป็นแทรกเตอร์ที่ใช้ในสวนและญี่ปุ่นได้นำเข้าในปี ค.ศ. 1920 (สมยศ ธรรมพัฒน์พงศ์, 2537)

สำหรับความสามารถในการย่อยดินที่ผ่านการไถมาแล้ว 1 เทียว และพื้นที่มีขนาดก่อนดิน (Mass Mean Diameter หรือ MMD) 63.6 มม. ที่ความชื้น 2.71 (db) ของใบมีดจอบหมุนชนิด L-blade และ C-blade จะย่อยดินได้ไม่ต่างกัน โดยได้ขนาดก่อนดินเฉลี่ย 19.2 มม. (สุภาจิต เสงี่ยมพงษ์ และ อัครพล เสนาณรงค์, 2535)

ขีดความสามารถและหลักการของใบมีดพรวนดินชนิดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. ใบมีดชนิด L-blade จะสามารถใช้กำจัดวัชพืชได้ดีกว่าชนิด C-blade ใบมีดชนิด L-blade จะใช้กำลังในการขับเคลื่อนมากกว่าใบมีดชนิด C-blade อย่างไรก็ดีตามกำลังที่เพิ่มมากขึ้นนี้มีค่าเพียงเล็กน้อย และส่งผลกระทบต่อเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผลงานที่ได้ ดังนั้นจึงเป็นการคุ้มค่าที่จะใช้ใบมีดชนิด L-blade มาทำการพรวน เพื่อกำจัดวัชพืชเพราะมีความเหมาะสมมากกว่า ทั้งนี้เพราะว่าค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชนั้นสูงมาก และถ้าหากกำจัดวัชพืชได้ดีผลที่ได้จะคุ้มค่าการลงทุนอย่างยิ่ง

2. ขาใบมีดชนิดโค้งจะมีปัญหาเรื่องหญ้าพันขาใบมีดน้อยกว่าขาใบมีดชนิดตรง โดยขาใบมีดเป็นชนิดขาโค้งให้มีมุมขอบโค้ง (edge curve angle) โกล้เพียง 57.5 องศา จะดีที่สุดโดยมีปัญหาเรื่องหญ้าพันน้อย

3. การทำงานของ Rotavator นั้น ในขณะที่ใบมีดหมุนตัดดิน จะส่งผลให้ negative thrust หรือแรงผลักให้ตัวเครื่องเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ใบมีดชนิด L-blade ใช้กำลังขับเคลื่อนมากกว่าชนิด C-blade จึงมี negative thrust มากกว่า ดังนั้นจึงสามารถผลักให้ตัวรถพรวนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะดินอ่อนนุ่มและดินมีความชื้นสูง ทำให้มีขีดจำกัดในเรื่องช่วงเวลาการใช้น้อยกว่าใบมีดชนิด C-blade นอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้รถลอยตัวได้ดีขึ้นในสภาพดินอ่อนนุ่ม

นอกจากนี้สมการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของใบมีดพรวนดินและหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสรุปได้ดังนี้

1. สมการแนวเส้นโค้งของปลายใบมีด ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรูป Trocoid curve มีดังนี้

$$x = vt - R \sin \omega t \text{ ----- (1)}$$

$$Y = R [1 - \cos \omega t] \text{ ----- (2)}$$

เมื่อ

R = รัศมีการหมุนของใบมีด, ม.

v = ความเร็วในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า, ม./วินาที

t = เวลา, วินาที

ω = ความเร็วเชิงมุมของใบมีด, เรเดียน/วินาที

ระยะที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าต่อการตัดดินหนึ่งครั้งของใบมีดเรียกว่า Bite length หรือ tillage pitch

2. กำลังที่ใช้ในการขับเพลลาใบมีด เมื่อทราบค่าแรงบิดที่เกิดขึ้น (แรงบิดนี้วัดได้จากการทดลอง) สามารถแสดงได้โดยสมการพื้นฐาน

$$P = \frac{\pi T n}{30,000} \text{ มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์}$$

เมื่อ

n = ความเร็วรอบหมุนของเพลลา (รอบ/นาที)

T = แรงบิดที่เกิดขึ้น (นิวตัน-เมตร)

ใบมีดพรวนดินเหล่านี้จะยึดติดบนผิวของลูกกลิ้งทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร ซึ่งจะมีเส้นรอบวงเท่ากับ 50 เซนติเมตร ดังนั้นการที่หญ้าจะพันรอบทรงกระบอกนี้ได้จะต้องมีความยาวมากกว่า 50 เซนติเมตรขึ้นไป และจะต้องพันได้มากกว่าหนึ่งรอบขึ้นไป ดังนั้นจึงสามารถใช้พรวนชนิดนี้ได้อย่างสะดวกถึงแม้ในแปลงที่มีวัชพืชรากยาวก็ตาม (แต่ไม่ควรเกิน 50 เซนติเมตร)

มงคล กวางวโรภาส, 2540 ได้ออกแบบและสร้างใบมีดชนิด L-blade เพื่อใช้ในการพรวนกำจัดวัชพืชระหว่างร่องอ้อย

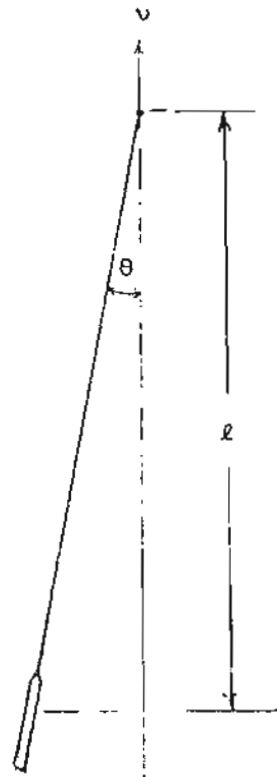
ใบมีดนี้ได้ออกแบบให้มี share clearance angle ค่อนข้างมาก เพื่อว่าในขณะที่ใช้พรวนดิน ส่วนที่อับของใบมีด (share) จากตัดดินและขูด (serape) ดินหญ้าที่รากให้หลุดพ้นจากผิวดินขึ้นมา และปนกับก้อนดินที่ถูกตัด

3. เนื่องจากพรวนนี้ไม่มีล้อขับเคลื่อน ดังนั้นความเร็วในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวรถจึงดูเหมือนว่าจะขึ้นอยู่กับรอบหมุนของเพลลาใบมีด แต่ข้อเท็จจริงมิได้เป็นเช่นนั้นเสมอไป เพราะความเร็วของตัวรถขึ้นอยู่กับการถูกหน่วงโดยหัวพรวนมากหรือน้อยเพียงใดด้วย จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าความเร็วเพลลาใบมีดจะต้องใช้ความเร็วสูง (ประมาณเกียร์ 5 หรือ 6) จึงจะสามารถกำจัดวัชพืชและคลุกเคล้าวัชพืชกับดินได้ดี ซึ่งรอบหมุนของเพลลาจะอยู่ในระดับ 70-120 รอบ/นาที

ทฤษฎีของ lateral dynamic behaviour ของ directional implement

Reece (1966) ได้ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับ lateral dynamic behavior ของอุปกรณ์ชนิด directional implement ที่พ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ซึ่งแสดงได้โดยสมการดังนี้

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ ----- (1)}$$



ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ชนิด directional implement เช่น ครีบ เมื่อถูกเบนออกจากแนวถึงกลางตัวรถจะกำลังถูกลากไปข้างหน้า อุปกรณ์นี้จะกลับเข้าสู่แนวเดิมตรงกลาง ซึ่งแสดงไว้โดยสมการ

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{v}{l}} \text{ ----- (1)}$$

- เมื่อ θ = มุมในขณะนี้ (เรเดียน)
 θ_0 = มุมในขณะเริ่มแรก (เรเดียน)
 v = ความเร็วในขณะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า, เมตร/วินาที
 t = เวลาที่ผ่านไป, วินาที
 l = ความยาวของจุดศูนย์กลางมายังศูนย์กลางของครีบ, เมตร

ซึ่งสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องและสามารถนำมาพิจารณาประกอบการออกแบบอุปกรณ์สำหรับโครงการวิจัยนี้มีดังนี้

1. อุปกรณ์ที่มีครีบ (Plow) ที่ทำงานอยู่ใต้ผิวดิน ครีบนี้จะทำหน้าที่เป็นเสมือนหางเสือคอยควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือให้มีเสถียรภาพ

2. ในดินเนื้อเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอ ทฤษฎีดังกล่าวจะช่วยทำนายพฤติกรรมของอุปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ ผลของทฤษฎีนี้สามารถใช้ในการคำนวณและออกแบบอุปกรณ์ที่มีครีบ (fin) ที่ทำมุม θ กับแนวแกนกลางของตัวรถ ขณะอุปกรณ์นี้ทำงานใต้ผิวดินก็จะส่งผลให้เกิดแรงลัพธ์กระทำทางด้านข้าง (side thrust) อันเนื่องมาจากแรงต้านจากดิน ดังแสดงในภาพที่ 2 สมมติค่าแรงเสียดทานระหว่างดินกับผิวหน้าสัมผัสของครีบน้อยมาก

จากภาพที่ 2 จะได้ว่า

F = แรงปฏิกิริยาจากดินที่กระทำ ณ จุดรวมแรงของครีบ

$F \sin \theta$ = แรงปฏิกิริยาจากดินที่กระทำตั้งฉากกับครีบ

มงคล กวางวโรภาส (2537) ได้พัฒนารถตัดหญ้าชนิดนั่งขับ ซึ่งใช้ตัดหญ้าในส่วนผลไม่ได้ดี ความกว้างในการตัดเที่ยวละ 0.8 เมตร ความเร็วเดินหน้าขณะทำงาน 1.1 เมตร/วินาที ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ขนาด 8 แรงม้าเป็นต้นกำลัง รัศมีวงเลี้ยว (รอบนอก) แคบสุด 2.7 เมตร ดังนั้นจึงสามารถวนรอบต้นไม้ได้สะดวก ทั้งนี้เพราะระบบการบังคับเลี้ยวใช้วิธีบังคับด้วยพวงมาลัยร่วมกับการเหยียบครัช-เบรค ซึ่งได้ออกแบบมาเป็นพิเศษโดย เป็นเบรคซ้าย-ขวาแยกกัน หากเหยียบลงไปครั้งหนึ่งจะเป็นการตัดกำลังไปยังล้อข้างนั้น หากเหยียบลงไปจนสุดจะเป็นการเบรกล้อข้างนั้นทำให้สามารถเลี้ยวได้วงแคบ อย่างไรก็ตามการตัดหญ้าได้ต้นไม้มิใช่การกำจัดวัชพืชโดยสิ้นเชิงเพราะวัชพืชโดยเฉพาะหญ้าบางชนิดสามารถงอกงามขึ้นมาได้เท่าเดิมภายในช่วงเวลาเพียง 3-4 สัปดาห์ หรือเร็วกว่านั้นในฤดูฝน

M. Kwangwaropas (1997) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของใบมีดพรุนดินชนิด C-Blade และ L-Blade ในการพรุนกำจัดวัชพืชระหว่างร่องอ้อยพบว่า ชีตความสามารถในการกำจัดวัชพืชของใบมีดทั้งสองชนิดจะใกล้เคียงกัน แต่ในแปลงที่วัชพืชขึ้นหนาแน่น ใบมีดชนิด L-Blade จะกำจัดได้ดีกว่า โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (Weeding efficiency) ประมาณ 97.5% และการทำลายวัชพืชจะรุนแรงกว่าใบมีดชนิด C-blade ในดินที่มีความชื้นสูงใบมีดชนิด L-Blade จะทำงานได้ดีกว่า โดยจะตะกรุยและทำให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ดีกว่าใบมีดชนิด C-Blade นอกจากนี้ยังพบว่ารถพรุนดินชนิดนี้ทำให้เกิดแรงกดบนพื้นดินน้อย (Low ground contact pressure) เนื่องจากล้อพรุนดินมีพื้นที่สัมผัสดินมาก นอกจากนี้รถยังมีน้ำหนักเบา

นอกจากนี้ยังได้ทดลองหากำลังที่ใช้ในการขับใบมีดใน soil bin และพบว่าที่ความชื้นเฉลี่ย 9.57% ใบมีดชนิด C-blade ต้องการกำลังขับเคลื่อน 2.14 กิโลวัตต์ ส่วนใบมีด L-blade ต้องการกำลังขับเคลื่อน 3.20 กิโลวัตต์ ส่วนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกำลังที่ใช้ระหว่างแปลงที่มีหญ้าและแปลงที่ไม่มีหญ้าพบว่าในดินชนิด silty clay ที่ความชื้น 23.56% แปลงที่ไม่มีหญ้า ใบมีดชนิด L-blade ต้องการกำลัง 1.96 กิโลวัตต์ ส่วนในแปลงข้างเคียงที่มีวัชพืชหนาแน่นปานกลางต้องการกำลังขับเคลื่อนใบมีดเท่ากับ 3.04 กิโลวัตต์

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

ในส่วนนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้คือ

1. ศึกษาและออกแบบ

ได้ศึกษาทางทฤษฎีและออกแบบทางคิเนมาติกส์ ตลอดจนออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ตลอดจนโครงสร้าง

2. สร้างอุปกรณ์ประกอบและเครื่องพรวนดิน

3. ทดลองเบื้องต้น

4. ประเมินผลและคัดเลือกหลักการ ตลอดจนชนิดของเครื่องรวมทั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

5. ทดลองเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ลักษณะคือ

5.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

5.2 การทดลองในแปลง

รายละเอียดของการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้คือ

การศึกษาและออกแบบ

การศึกษาและออกแบบทางทฤษฎีจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่จะให้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชไถต้นมะม่วงสามารถพรวนและวนรอบต้นมะม่วงได้เองโดยไม่ต้องบีบคลัชเลี้ยว การที่เครื่องจะสามารถพรวนและวนรอบไถต้นมะม่วงได้เองนั้นใช้ทฤษฎีและหลักการดังนี้

ทฤษฎีที่ 1

ให้แรงขับเคลื่อนตัวรถไปข้างหน้าของล้อพรวนดินซ้าย-ขวาไม่เท่ากัน โดยแรงที่ล้อด้านที่จะเลี้ยวจะต้องน้อยกว่าล้ออีกด้านหนึ่ง เช่น ถ้าต้องการวนรอบต้นในทิศทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งหมายถึงว่ารถจะต้องเลี้ยววนรอบทางด้านซ้าย ดังนั้นแรงขับเคลื่อนของล้อพรวนดินข้างซ้ายจะต้องน้อยกว่าล้อพรวนดินข้างขวา โดยมีสมมุติฐานดังนี้คือ

1.1 ไบมีดพรวนดินแต่ละใบในขณะตีดินจะก่อให้เกิดแรงขับเคลื่อนไปข้างหน้า

(เนื่องจาก negative thrust) เท่ากัน ดังนั้นถ้าลดจำนวนไบมีดของล้อพรวน

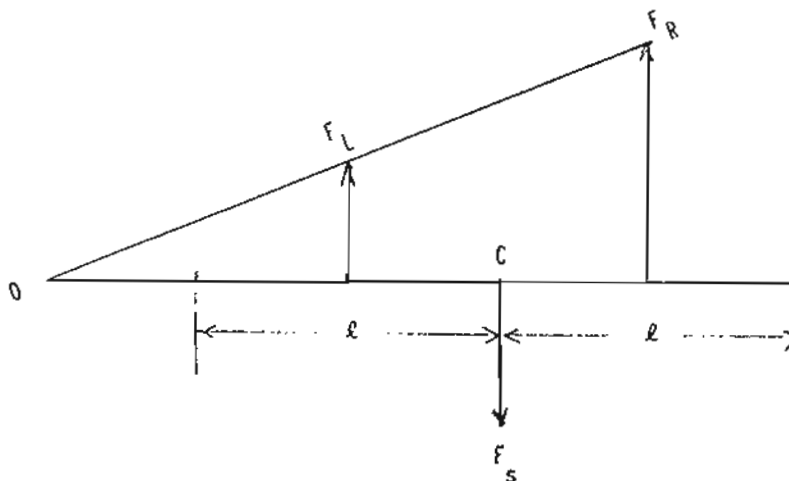
ดินข้างซ้ายลงเหลือ $\frac{2}{3}$ ของล้อพรวนดินข้างขวา ก็จะส่งผลให้แรงขับเคลื่อน

ของล้อพรวนดินข้างซ้ายเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ของล้อพรวนดินข้างขวา ทำให้รถเคลื่อนที่

เป็นทางโค้งไปทางซ้าย ซึ่งเป็นผลให้ความเร็วของล้อข้างขวามากกว่า ดังแสดงในภาพที่ 2

- 1.2 ความแตกต่างของแรงขับเคลื่อนระหว่างล้อพรวนดินทั้งสองข้างจะยิ่งมากขึ้นถ้าจำนวนใบมีดแตกต่างกันมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้รถพรวนดินเลี้ยวได้วงแคบขึ้น แต่ทั้งนี้จำนวนใบมีดจะต้องไม่น้อยเกินไปจนมีพื้นที่บางส่วนไม่ถูกพรวน
- 1.3 ในขณะรถเลี้ยวถึงแม้จะเกิดแรงดันด้านข้างต่อใบมีด (side thrust) แต่จะน้อยมากจนไม่มีผลสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากดินถูกย่อยไปพร้อม ๆ กับขณะที่รถเคลื่อนที่เป็นทางโค้ง ทำให้แรงดันด้านข้างลดลง

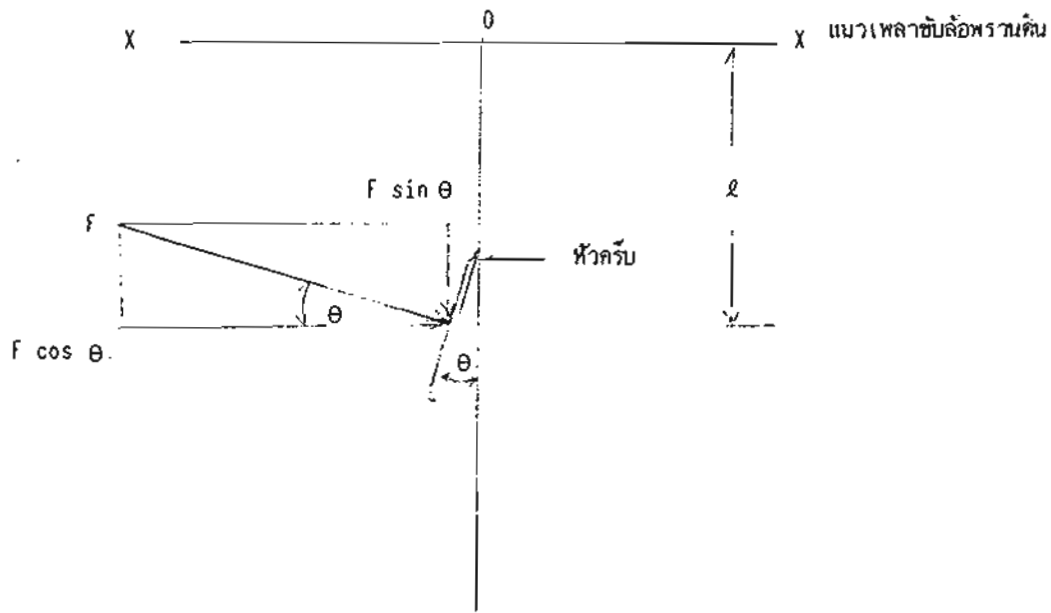
ความแตกต่างระหว่าง F_L และ F_R จะส่งผลให้รถเลี้ยวมาทางด้านซ้าย ถ้าความแตกต่างนี้มีมากขึ้นก็จะส่งผลให้รถเลี้ยวได้วงแคบมากขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงแรงขับเคลื่อนของล้อพรวนดินข้างซ้าย F_L ซึ่งน้อยกว่าล้อพรวนดินข้างขวา F_R ส่งผลให้ตัวรถเคลื่อนที่เป็นทางโค้ง l เป็นความยาวของล้อพรวนดิน O เป็นจุดศูนย์กลางการเลี้ยวของตัวรถ F_s = แรงปฏิกิริยาจากดินที่กระทำต่อหัวพรวนที่อยู่ตรงกึ่งกลางระหว่างล้อพรวนดินข้างซ้าย-ขวา

บทปฏิบัติที่ 2

ใช้หลักการของ Lateral dynamic behaviour of directional implement มาประยุกต์ใช้



ภาพที่ 3 แสดงครีบ (fin) ที่เอียงทำมุม θ กับแนวแกนกลางตัวรถ
F เป็นแรงปฏิกิริยาจากดินที่กระทำต่อครีบ ซึ่งจะกระทำ
ต่อจุดรวมแรงของครีบ

l = ความยาวจากจุดยึดมายังครีบ

$x - x$ = แนวเพลลาขับของล้อพรวนดิน

T = โมเมนต์ที่กระทำรอบจุด O

$$= F \cos \theta \cdot l$$

จากภาพที่ 3 ครีบทึ่ตั้งเอียงเป็นมุมกับแนวแกนกลางของตัวรถจะถูกแรงปฏิกิริยาจากดินมากกระทำ ทำให้เกิดโมเมนต์รอบจุด C ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของเพลาช้าย-ขวา จะช่วยให้รถพรวนดินสามารถทำงานวนเป็นวงกลมได้

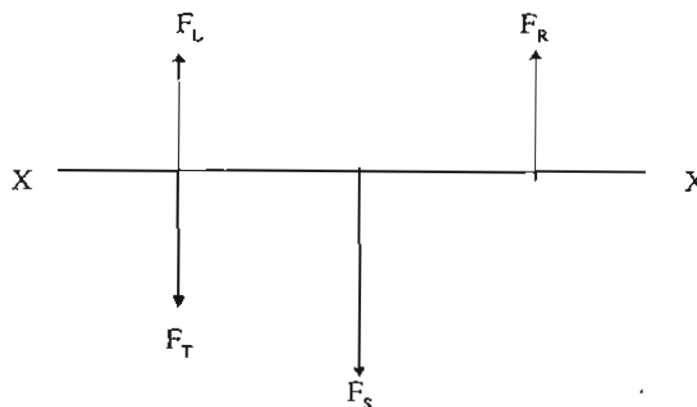
อนึ่งในการออกแบบในรายละเอียด (Detail design) จะไม่ออกแบบให้รถวนอยู่กับที่ในลักษณะ Pivot turn เพราะจะพรวนขีดโค่นตันจนเกินไป

การควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถให้วนรอบได้ตันให้ได้ระยะห่างจากโค่นตันมากนักน้อยเพียงใดนั้นผู้ปฏิบัติงานจะปรับมุม θ ของครีบทือหรือช่วยผลักเล็กน้อยที่ตามจับ

ทฤษฎีที่ 3

ทฤษฎีนี้จะใช้หลักการของแรงจุดตัวรถในทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่เฉพาะข้างที่ต้องการจะเลี้ยว เพื่อให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของข้างนั้นช้ากว่าอีกข้างหนึ่ง จะส่งผลให้ตัวรถเคลื่อนที่เป็นทางโค้งอันเนื่องมาจากการเกิดโมเมนต์รอบจุด C

รายละเอียดแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงแรงที่กระทำต่อตัวรถ ซึ่งส่งผลให้รถเลี้ยวซ้ายได้

F_s = Soil Resisting force ที่กระทำต่อหัวพรวนตัวกลาง

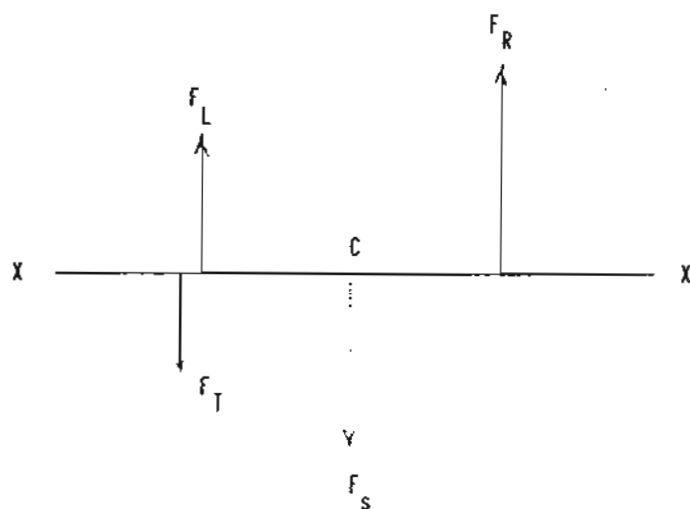
$F_L = F_R$ = แรงตะกรุยของล้อพรวนดินข้างซ้าย-ขวา

F_T = แรงจุดตัวรถมาทางด้านหลัง

ดังนั้น $F_R > (F_L - F_T)$ และจะส่งผลเหมือนกับกรณีที่ 1

F_T = เกิดขึ้นได้โดยติดหัวพรวนอีกชุดหนึ่งบนแคร่ที่ออกแบบสร้างมาเป็นพิเศษ หัวพรวนนี้จะช่วยจิกดินและช่วยหน่วงการเคลื่อนที่ของตัวรถไปข้างหน้า

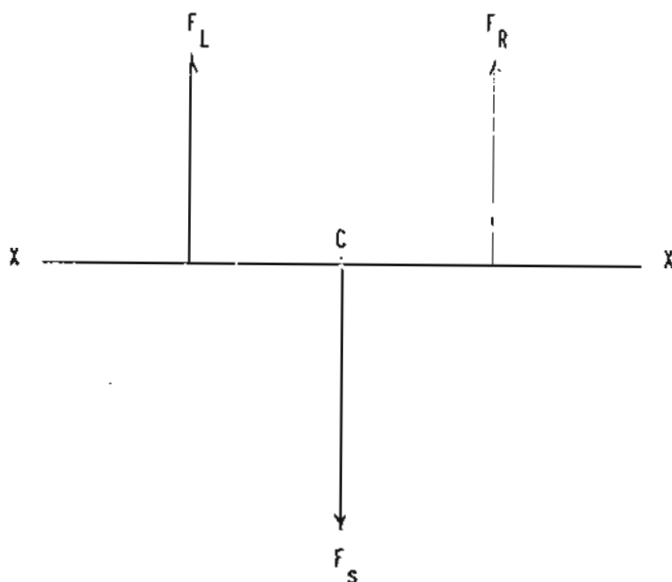
ขนาดของ F_T ขึ้นอยู่กับความลึกที่หัวพรวนกินดิน นอกจากนี้หัวพรวนยังเลื่อนไปมาได้บนแคร่ หากหัวพรวนอยู่ตำแหน่งที่เอียงจาก F_L มาทางซ้าย และ $F_L = \frac{2}{3} F_R$ ก็จะมีส่งผลให้การเลี้ยวซ้ายเป็นไปได้อย่างดียิ่งขึ้น



ภาพที่ 5 เมื่อหัวพรวนชุดที่สองอยู่เยื้องมาทางด้านซ้ายรวมทั้ง $F_L < F_R$ ด้วย จะช่วยส่งผลให้รถพรวนเลี้ยวซ้ายได้ดียิ่งขึ้น

ทฤษฎีที่ 4

ใช้วิธี force component หรือการแยกแรง ซึ่งทำได้โดยทำให้เกิดแนวแรงการขับเคลื่อนไปข้างหน้าของตัวรถ มีทิศเบี่ยงเบนมาทางด้านที่ต้องการเลี้ยว



ภาพที่ 6 แสดงสภาวะปกติของรถพรวนดินทั่วไป

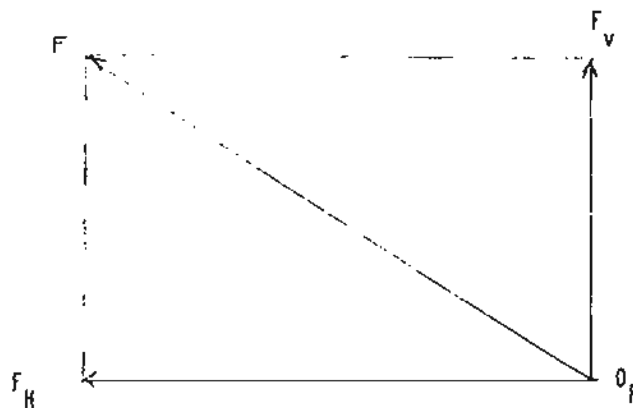
ในสภาวะปกติ รถพรวนทั่วไปมีรูปแบบของแรงที่มากกระทำดังในภาพ 6 ซึ่ง F_L = แรงขับเคลื่อนตัวรถไปข้างหน้าของล้อพรวนดินข้างซ้าย ซึ่งเท่ากับ F_R หรือแรงขับเคลื่อนตัวรถไปข้างหน้าของล้อพรวนดินข้างขวาในขณะนี้

$E F$ ในแนวดิ่งจะได้

$$(F_L + F_R) - F_i = F_v \text{ ----- (2)}$$

F_v = แรงสุทธิที่ขับเคลื่อนตัวรถไปข้างหน้า

ในการที่จะให้ตัวรถเคลื่อนที่เป็นทางโค้งได้นั้น แนวนแรงลัพธ์ F_v จะต้องมียกมาทางด้านที่ต้องการจะเลี้ยว ซึ่งในที่นี้สมมุติเป็นข้างซ้าย ซึ่ง F_v จะมีทิศเฉียงมาทางด้านข้างได้นั้นจะต้องมีแรงอีกแรงหนึ่ง ซึ่งสมมุติว่าเป็น F_H มากกระทำดังในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดง F_H ซึ่งเป็นแรงกระทำทางด้านข้าง

การที่จะทำให้เกิด F_H ได้นั้น สามารถทำได้โดยการผูกสลิงยึดโครงตัวรถไว้กับดินมะม่วงที่จะพรวน ดังแสดงในภาพถ่ายที่ 10 ผลที่เกิดขึ้นจะทำให้ตัวรถเคลื่อนที่เป็นทางโค้งวนรอบต้นทางด้านซ้าย

ทฤษฎีที่ 5

วิธีนี้จะทำให้ความเร็วรอบหมุนของชุดโรเตอร์ หรือล้อพรวนดินหมุนด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากันระหว่างล้อพรวนดินข้างซ้าย-ขวา

วิธีนี้ผลที่ได้จะคล้ายกับในข้อ 1 กล่าวคือถ้าให้ล้อข้างซ้ายหมุนด้วยความเร็ว $\frac{2}{3}$ ของล้อข้างขวา แรงผลักให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า อันเนื่องมาจากการหมุนตัดดินของใบมีดข้างซ้ายจะมีค่าประมาณ $\frac{2}{3}$ ของล้อข้างขวา

สมการต่อไปนี้จะแสดงกำลังที่ใช้ในการพรวนของ Rotary Tiller (Dalin A.D. และ Plavov P.V, 1950)

$$N = N_{wt} + N_c + N_r + N_{fd} + N_p$$

เมื่อ N = กำลังของ rotary tiller

N_{wt} = กำลังที่ใช้ในการตัดดิน

N_c = กำลังที่ใช้ในการเหวี่ยงดินออกไป

N_r = กำลังที่ใช้ในการหมุนล้อ

N_{fd} = กำลังที่สูญเสียไปในระบบการส่งกำลัง

N_p = กำลังที่ใช้ในการจุดลาก

ดังนั้น กำลังที่ใช้เฉพาะตัดและเหวี่ยงดินขณะใบมีดทำงานจะเท่ากับ

$$N_{wt} + N_c = N - (N_r + N_{fd} + N_p)$$

การสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือ

ในขั้นตอนนี้ได้สร้างอุปกรณ์และเครื่องมือขึ้นมาหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะสอดคล้องกับการออกแบบทางทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดันกำลังที่ใช้จะเป็นรถพรวนเดินตามขนาดเบา ชนิดไม่มีล้อขับเคลื่อน ซึ่งเรียกว่า wheelless cultivator แต่จะมีล้อพรวนดิน (drum rotor) ในขณะทำงานล้อพรวนดินซึ่งมีใบมีดพรวนดินประกอบอยู่จะหมุนตัดดิน และผลักให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ดังรายละเอียดในข้างต้น อุปกรณ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้จะใช้ประกอบกับตัวรถพรวนดินดังกล่าวเพื่อให้สามารถเลี้ยวรอบต้นมะม่วงได้ในขณะพรวนดิน อุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบและถูกสร้างขึ้นนี้จะสอดคล้องกับการออกแบบทางทฤษฎี รายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีดังนี้

1. ชุดล้อพรวนดินที่มีใบมีดพรวนดินน้อยกว่าอีกข้างหนึ่ง เนื่องจากรถพรวนเดินตามที่ใช้เป็นต้นกำลังเป็นรถพรวนดิน Honda รุ่น FA500 มีล้อพรวนดิน 2 ข้างเท่ากัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 160 มม. ยาว 400 มม. ล้อแต่ละข้างมีใบมีดพรวนดินชนิด C-Blade จำนวน 9 ใบ ดังนั้นจึงได้ออกแบบและสร้างล้อพรวนดินที่มีจำนวนใบมีดพรวนดินเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ของล้อเดิมหรือเท่ากับ 6 ใบ ในที่นี้ได้

กำหนดในรถวนเลี้ยวไปทางด้านซ้ายมือ ดังนั้นจึงสร้างล้อพรวนดินข้างซ้ายมีใบมีด 6 ใบ วนเรียงอย่างสม่ำเสมอ เหตุผลที่ให้มี 6 ใบเนื่องจากเป็นระยะต่ำสุดที่จะตีดินได้โดยไม่เหลือพื้นที่ที่ไม่ถูกพรวน รายละเอียดแสดงในรูปที่ 2, 4 และภาพถ่ายที่ 1, 2

อนึ่งเนื่องจากได้ใช้รถพรวนดิน 2 คัน ต่างยี่ห้อกัน โดยรถคันที่ 2 เป็นรถที่ผลิตในประเทศยี่ห้อแรดน้อย ลักษณะของล้อพรวนดินและใบมีดพรวนดินจะต่างจากรถพรวนดิน Honda ดังนั้นจึงได้ออกแบบและสร้างใบมีดพรวนดินชุดข้างซ้ายให้มีจำนวน 9 ใบ (ซึ่งน้อยกว่าข้างขวาซึ่งเป็นของเดิมที่มี 12 ใบ) ดังแสดง ในภาพถ่ายที่ 3,4 จากการที่ล้อพรวนดินมีใบมีดไม่เท่ากันนี้จะทำให้รถพรวนดินเลี้ยวไปทางด้านที่มีใบมีดน้อย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ 1

2. ได้ออกแบบและสร้างครีบ (fin) สำหรับติดใต้ท้องหัวพรวนที่ใช้ถ่วงการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวรถ ครีบนี้นี้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนท้องมีคมและส่วนปลายจะแหลมเพื่อลดแรงต้านจากดิน มีความยาว 230 มิลลิเมตร และสูง 100 มิลลิเมตร ครีบนี้อย่างทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ของตัวรถประมาณ 25 องศา ดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงดันด้านข้างอันเนื่องมาจากแรงปฏิกิริยาจากดิน ขนาดของครีบและขนาดของมุมที่ตั้งเอียง 25 องศา นี้ได้มาจากการวิธีทดลอง (trial and error method)

การออกแบบในข้อนี้สอดคล้องกับทฤษฎีของ lateral dynamic behavior of mounted implement ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ 2 รายละเอียดแสดงในรูปที่ 1, 3 และรูปที่ 5-8 และภาพถ่ายที่ 1-4 รถพรวนดิน Honda รุ่น FA500 มีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ส่วนรถพรวนดินแรดน้อยมีน้ำหนักมากกว่าเล็กน้อย

3. ได้ออกแบบและสร้างหัวพรวนอีกหนึ่งชุดพร้อมแคร่สำหรับยึดหัวพรวนนี้นี้สามารถเลื่อนไป-มาบนแคร่ได้ ในขณะที่ทำงานหัวพรวนชุดนี้ซึ่งอยู่เยื้องมาทางด้านซ้ายจากจุดกึ่งกลางของตัวรถจะกินดินและหน่วงการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวรถ ส่งผลให้เกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาที่จุดกึ่งกลาง (จุด C ในภาพที่ 5) ระหว่างล้อพรวนดินสองข้าง และจะทำให้ตัวรถถูกผลักมาทางด้านซ้าย รายละเอียดของหัวพรวนชุดนี้พร้อมแคร่ยึดแสดงในภาพถ่ายที่ 6,7

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ชุดนี้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ 3 ที่ใช้แรงจุดตัวรถข้างที่ต้องการเลี้ยวในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของตัวรถ

4. ออกแบบและสร้างหุ้ยดตัวรตพร้อมลวดสลึงสำหรับเกี่ยวในขณะทำงาน จะใช้ลวดสลึงเกี่ยวกับตัวรตตรงหุ้ยดนี้แล้วคล้องเข้ากับต้นไม้ ซึ่งจะส่งผลให้ตัวรตเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบต้นไม้หุ้ยดนี้เป็นส่วนหนึ่งของแคร่ที่สร้างขึ้นมาเป็นส่วนประกอบพิเศษของตัวรตเพื่อใช้ในกรณีที่ 3 และ 4 ดังแสดงในภาพถ่ายที่ 8-10

หลักการนี้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ 4 คือ การทำให้เกิดแนวแรงด้านข้างเพิ่มขึ้นมาจากแรงผลักให้ตัวรตเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซึ่งจะส่งผลให้เกิดแรงลัพท์เบนมาทางด้านที่ผูกลวดสลึง ทำให้ตัวรตเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบต้นไม้มั่วได้

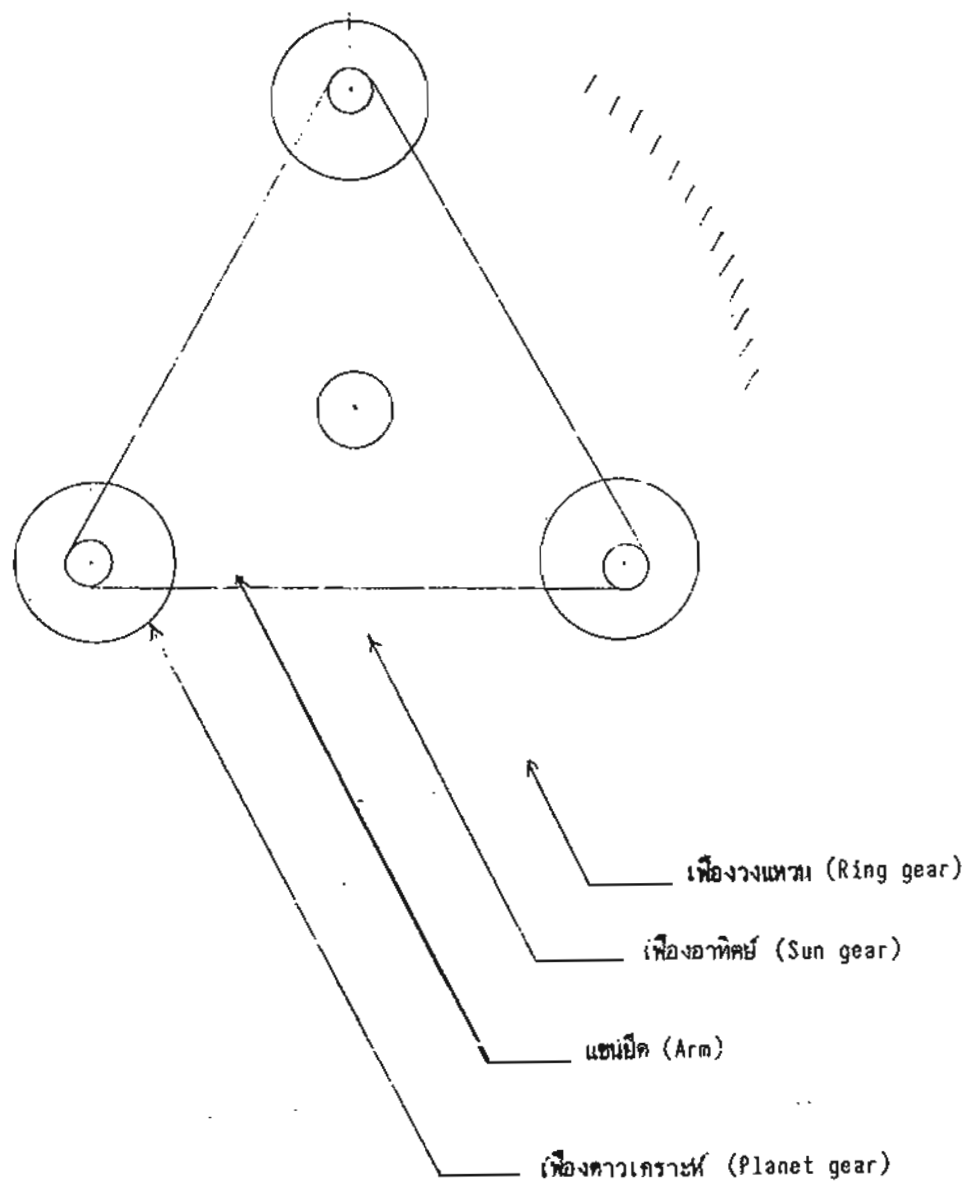
5. ออกแบบและสร้างชุดเฟืองดาวเคราะห์ (Planetary Gear Train) เพื่อลดความเร็วรอบของเพลาล้อพรวนดินข้างหนึ่ง การออกแบบและสร้างนี้เป็นไปตามทฤษฎีที่ 5 ชุดเฟืองดาวเคราะห์นี้ประกอบด้วย Ring gear หรือเฟืองวงแหวน 1 ชุด Sun gear หรือเฟืองอาทิตย์ 1 ชุด Planet gear หรือเฟืองดาวเคราะห์ 3 ชุด amn หรือแขนยึด 1 ชุด กำลังจากเพลาล้อเข้าเข้ากับเฟืองอาทิตย์ ส่วนเพลาลูกจะต่อออกจาก amn หรือแขนยึดให้ความเร็วรอบหมุนของเพลาลูกมากกว่าเพลาลูกตาม เพลาลูกรับกำลังมาจากแกนขับข้างซ้ายของตัวรต ส่วนเพลาลูกจะต่อเข้ากับล้อพรวนดิน

การที่ออกแบบและสร้างชุดเฟืองดาวเคราะห์เพื่อลดรอบของเพลาลูกข้างหนึ่งให้ช้าลงนี้เป็นไปตามทฤษฎีที่ 5 เหตุผลที่ใช้ชุดเฟืองดาวเคราะห์แทนที่จะดัดแปลงชุดเกียร์ของตัวรต เนื่องจากต้องการให้เป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่สามารถใช้กับรถพรวนเดินตามขนาดเบาได้ทุกชนิด ภาพที่ 8 เป็นคิเนมาติกไดอะแกรมของชุดเฟืองดาวเคราะห์ ภาพถ่ายที่ 24 แสดงการประกอบเข้ากับตัวรถพรวนดิน

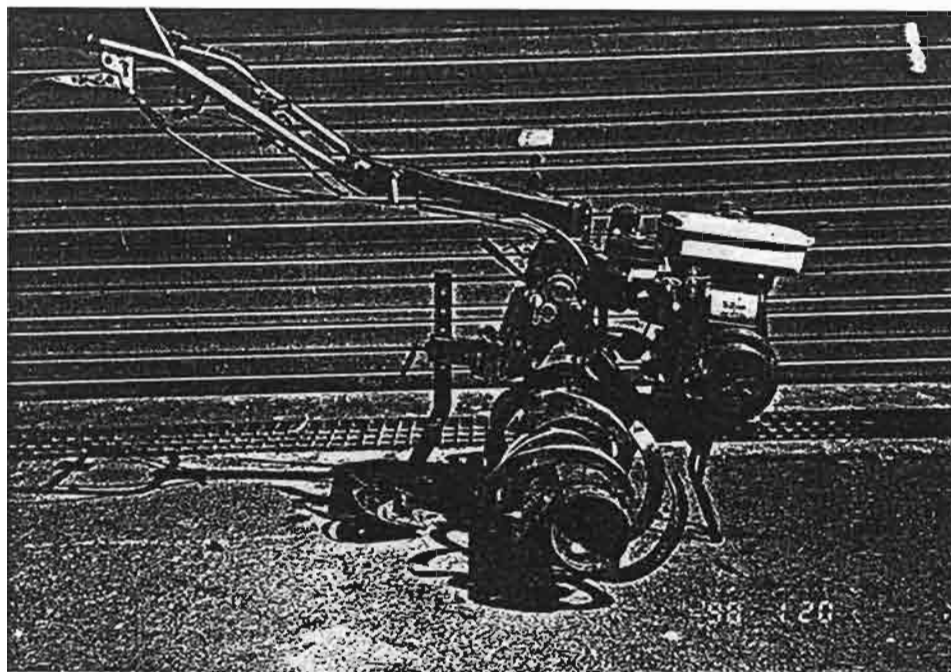
6. ออกแบบและสร้างรถพรวนเดินตามขนาดเบา เพื่อใช้สำหรับพรวนรอบต้นไม้มั่วโดยเฉพาะ

วัตถุประสงค์ของการสร้างรถพรวนชุดนี้ มีดังนี้

- ก. เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งหมดขึ้นมาเอง
- ข. เพื่อลดต้นทุนให้ต่ำลง
- ค. เพื่อให้ง่ายต่อการใช้และบำรุงรักษา

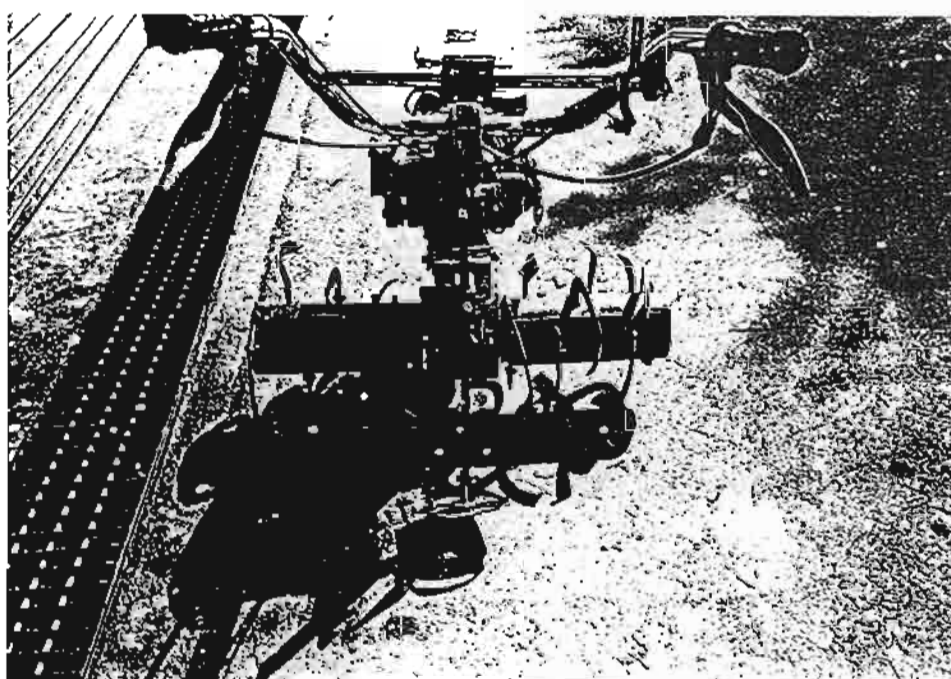


ภาพที่ 8 แสดงคิเนมาติกส์ไดอะแกรมของชุดเฟืองดาวเคราะห์

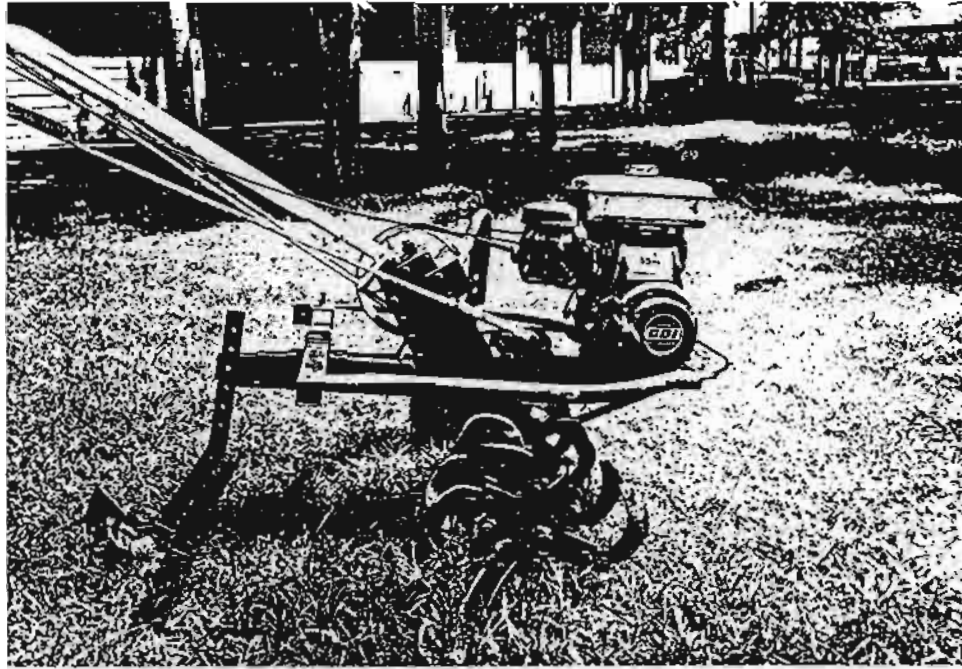


ภาพถ่ายที่ 1 ภาพถ่ายด้านข้างของรถพรวนดินฮอนด้า รุ่น FA500 ที่นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ไถนกำลัง โดยดัดแปลงและเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้แก่

1. ลดจำนวนใบมีดพรวนดินของล้อพรวนดินข้างซ้ายให้เหลือ 6 ใบ (จากเดิมมี 9 ใบ) ส่วนล้อพรวนดินข้างขวายังคงมี 9 ใบ เช่นเดิม
2. ติดตั้งแผ่นครีปใต้หัวพรวนให้เอียงทำมุม 25 องศากับแนวแกนกลางของตัวรถ (หัวพรวนนี้ใช้หน่วงการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า) ของตัวรถทำให้ชุดพรวนไถนดินได้ลึก

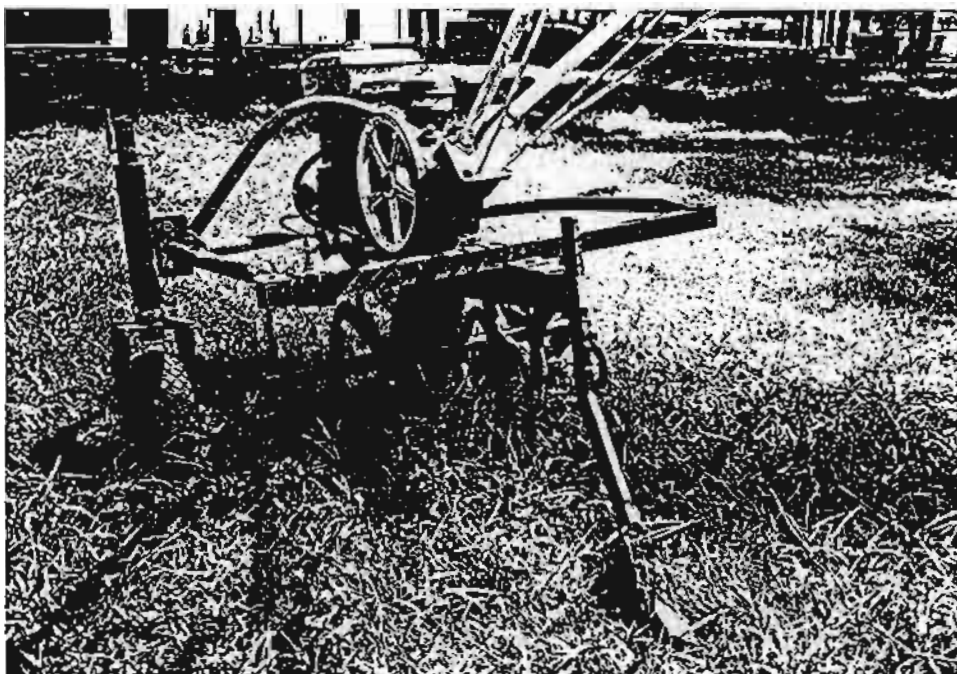


ภาพถ่ายที่ 2 ภาพด้านหลังของรถพรวนดิน ที่ได้พัฒนาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบแล้ว ล้อพรวนดินข้างซ้ายมีใบมีดพรวนดิน 6 ใบ ในขณะที่ข้างขวามี 9 ใบ และติดตั้งใต้หัวพรวนทำมุม 25 องศา กับแนวแกนกลางรถ

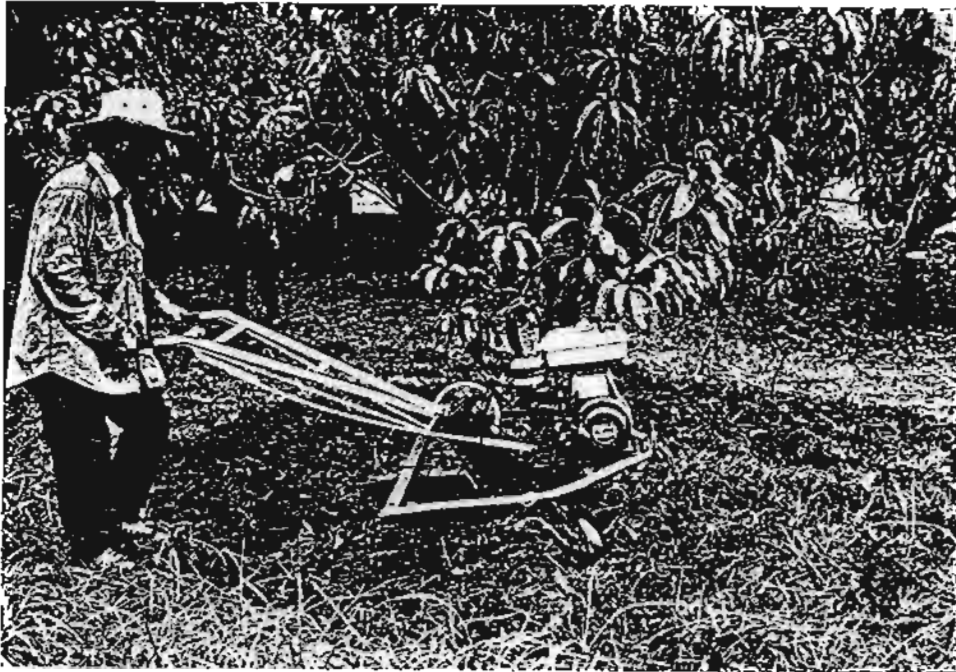


ภาพถ่ายที่ 3 รถพรวนดิน “เรดน้อย” ซึ่งผลิตที่ อ. ศรีประจันต์ จ. สุพรรณบุรี
ได้นำมาปรับปรุงและเพิ่มเติมอุปกรณ์คือ

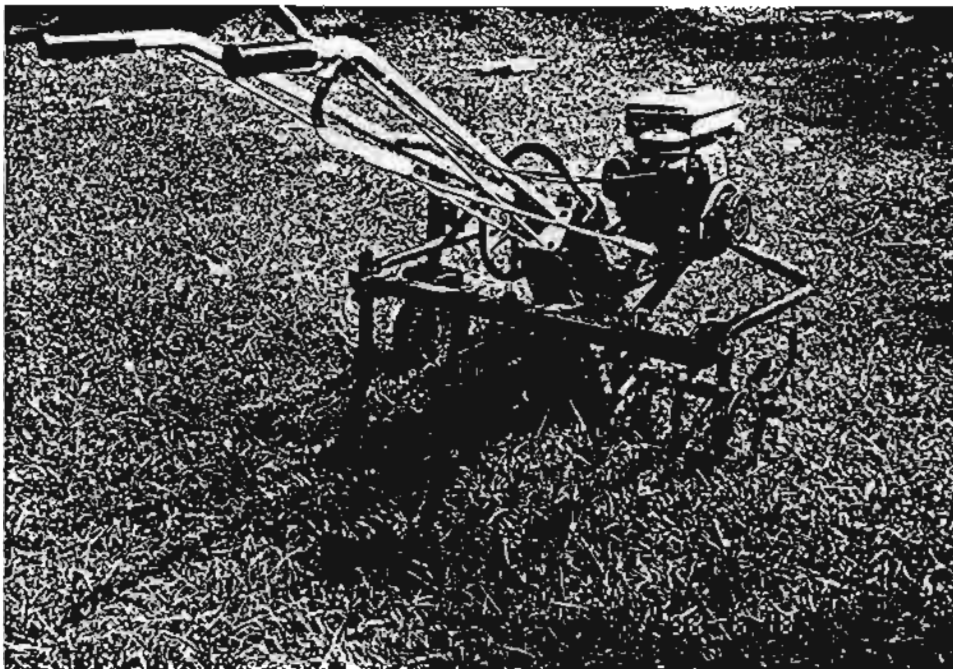
1. ล้อพรวนดินข้างซ้ายลดใบมีดพรวนดินลงเหลือ 9 ใบ
ในขณะที่ข้างขวามีเท่าเดิม 12 ใบ
2. ใส่ครีปได้อ่องหัวพรวน
3. ติดตั้งโครงยึดและแคร่



ภาพถ่ายที่ 4 ภาพด้านหลังรถพรวน “เรดน้อย” มีล้อรักษาสมดุลอยู่ด้านซ้าย
ในกรณีที่จะใช้ลวดสลิงโยงด้านซ้ายของโครงรถเข้ากับคันมะม่วง
เพื่อให้รถวนรอบได้คั่นในขณะพรวน



ภาพถ่ายที่ 5 ขณะกำลังพรวนรอบโคนต้น รถพรวน “เรคน้อย” ติดตั้งชุดพรวนข้างซ้ายที่มี
จำนวนใบมีดพรวนดินน้อยกว่าข้างขวา นอกจากนี้ได้ติดตั้งได้หัวพรวนด้วย



ภาพถ่ายที่ 6 แสดงหัวพรวนชุดที่ 2 ติดตั้งบนแคร่ (ในกรณีที่ไม่ใช้วิธีเอาทวนคสถึงโขงโคนต้น)
ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ล้อรักษาสมดุลย์ที่เห็นในภาพ)



ภาพถ่ายที่ 7 ทดลองพรวนรอบโคนต้นไม้โดยใช้หัวพรวนชุดที่ 2 ติดตั้งเพิ่มเติม
ทางด้านซ้ายของตัวรถ เพื่อให้เกี่ยววงแคบได้ดีขึ้น



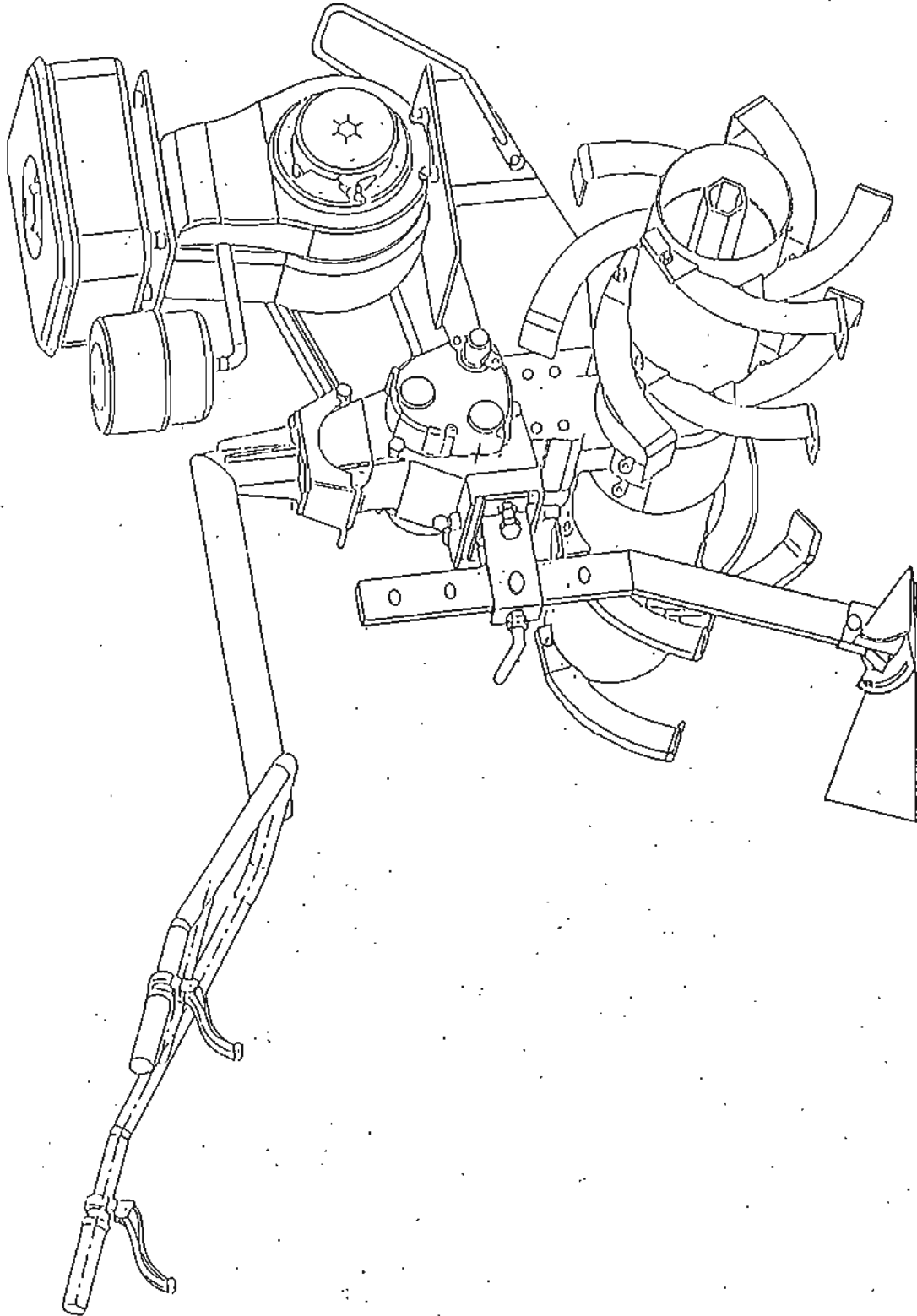
ภาพถ่ายที่ 8 รถพรวน "Honda รุ่น FA500" ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบครบทุกชนิด
(ในขณะทำงานเลือกใช้เพียงบางอย่างเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ทุกชนิด
พร้อมกันในขณะเดียวกัน)



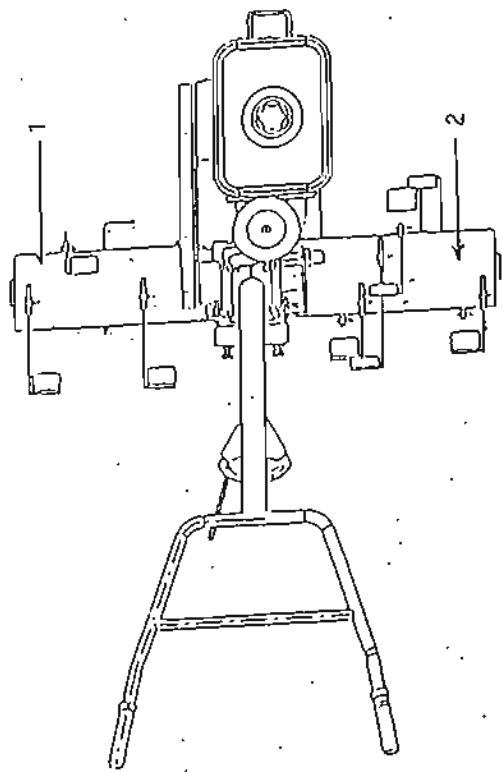
ภาพถ่ายที่ 9 ทดลองโยงกลดตถึง ปรากฏว่ากลดตถึงหย่อนเนื่องจากไม้จ้ำเป็นต้องไ้ใช้ เพราะรถพรวนดินสามารถเกี่ยวไ้ด้วงแคงอยู่ไ้แล้ว เนื่องจากติดตั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น เพื่อช่วยเกี่ยววนรอบไ้ด้ด้นแล้ว



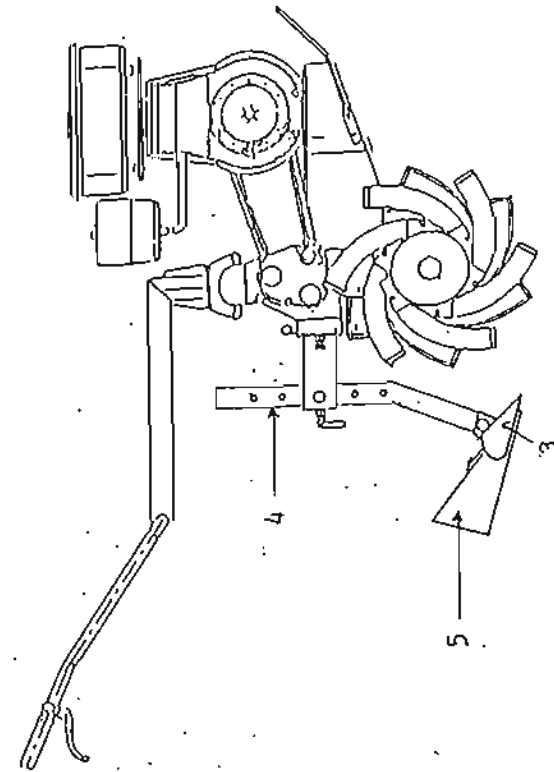
ภาพถ่ายที่ 10 ทดลองโยงกลดตถึงโดยไ้ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น



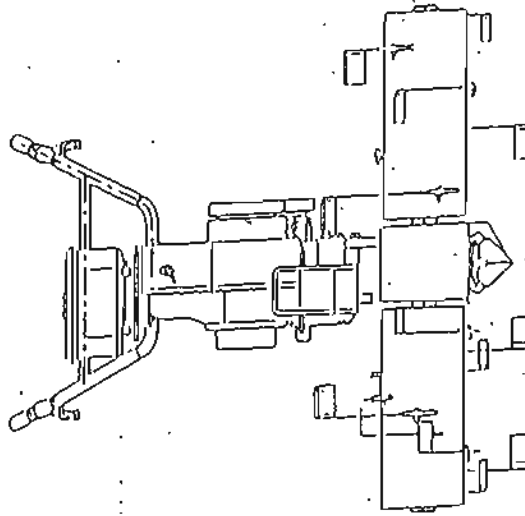
รูปที่ 1



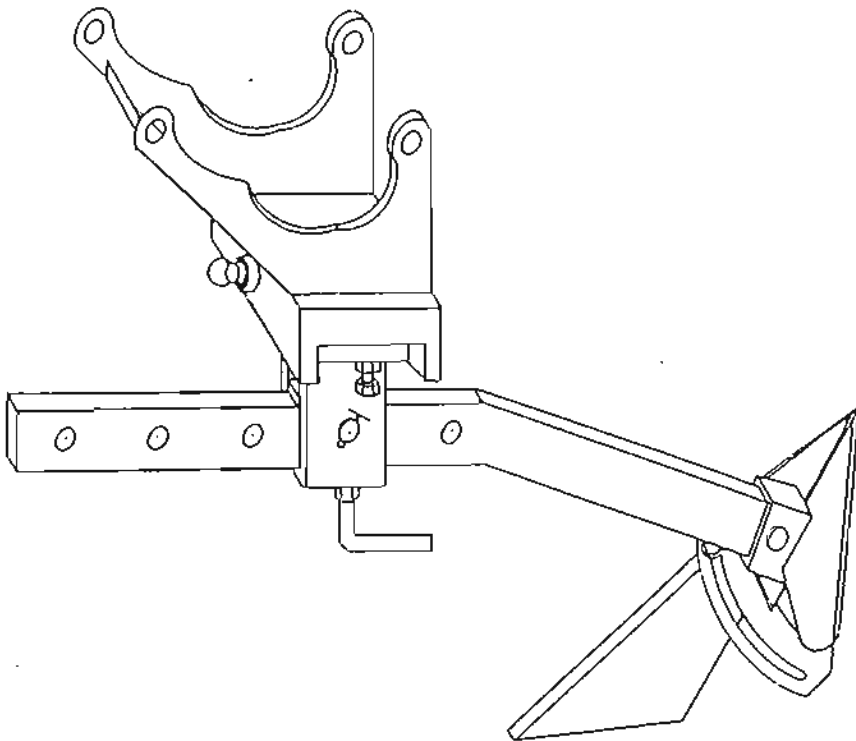
รูปที่ 2



รูปที่ 3

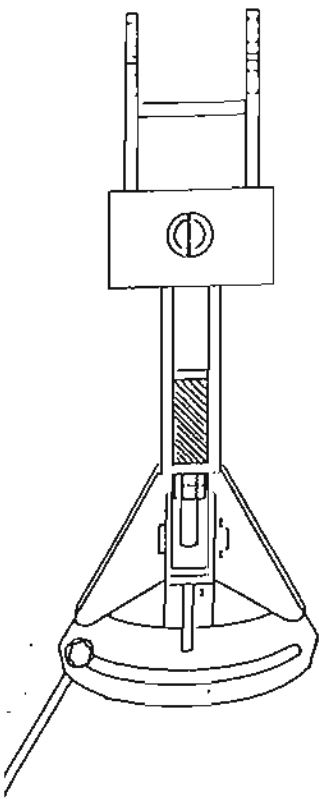


รูปที่ 4

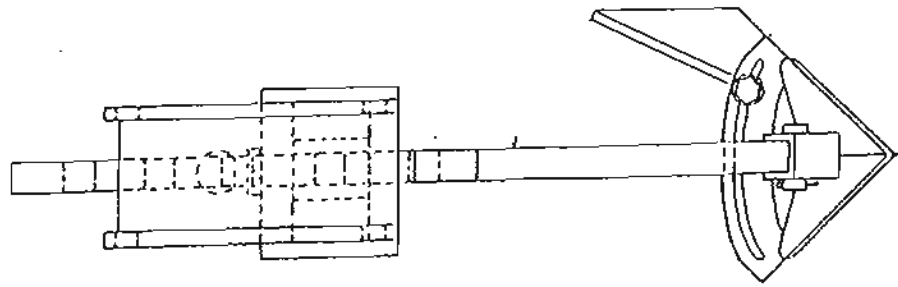


รูปที่ 5

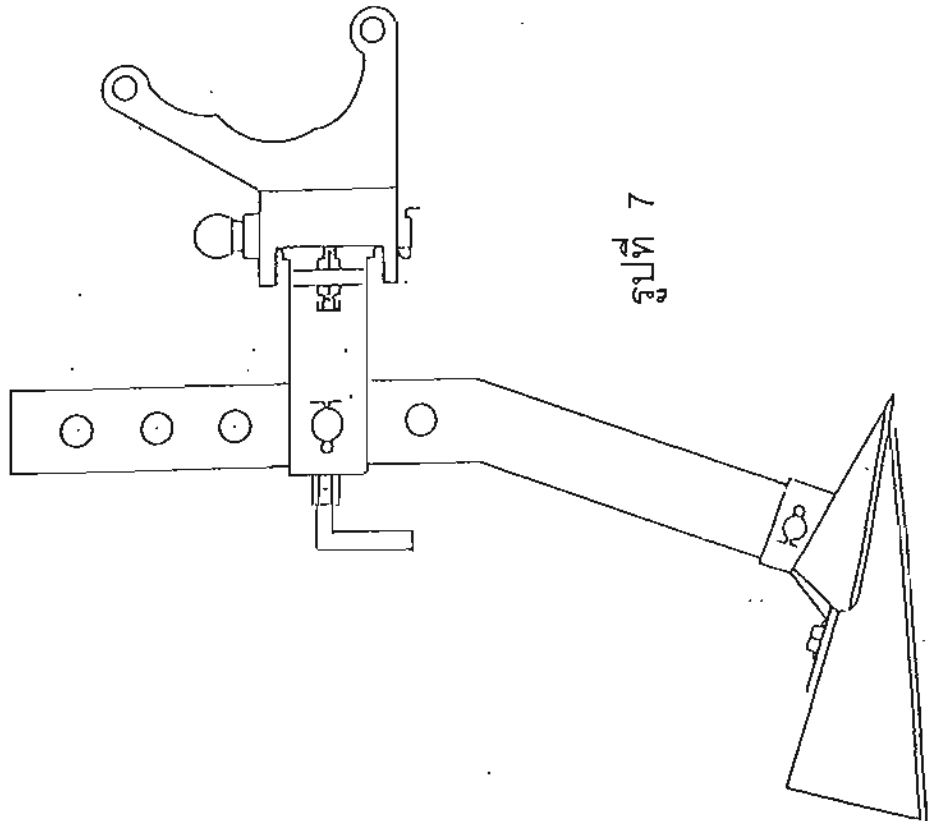
รูปที่ 6

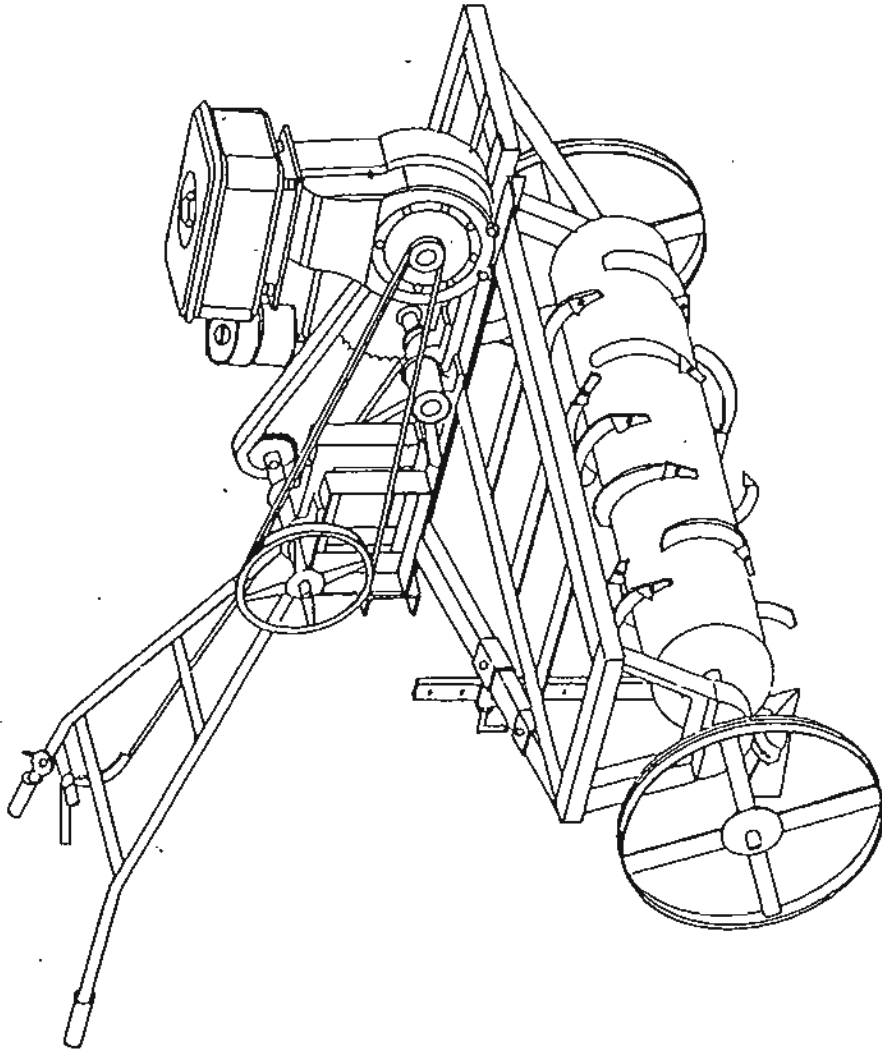


รูปที่ 8

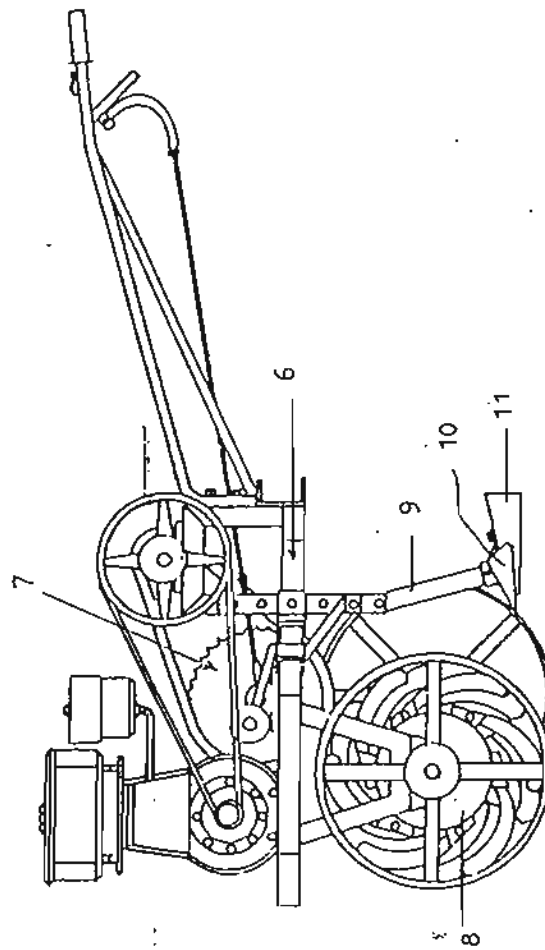


รูปที่ 7

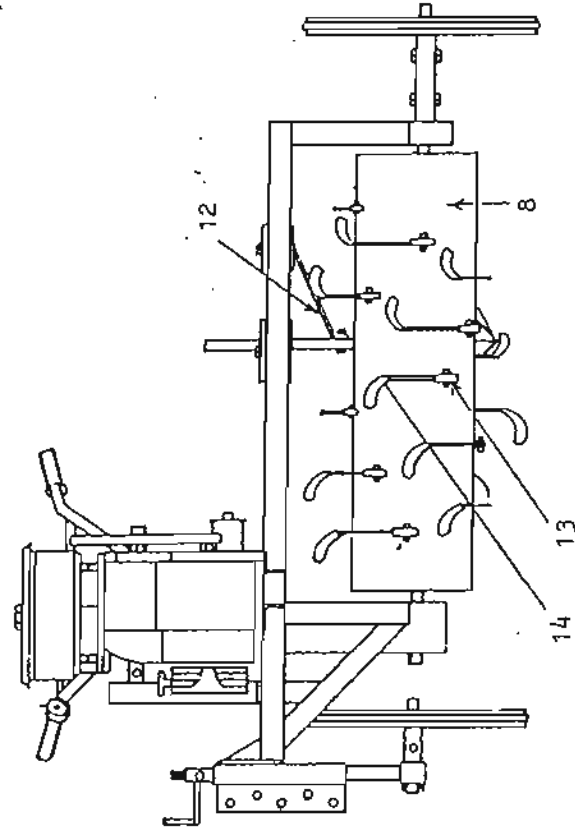




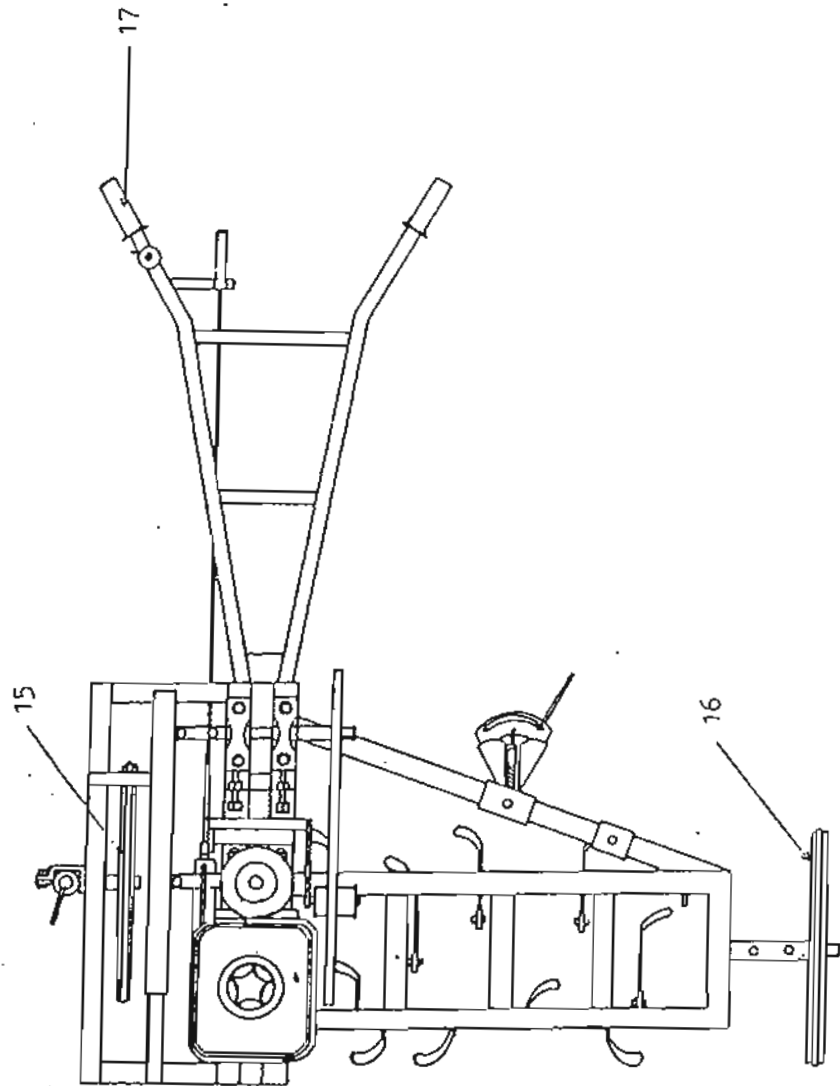
รูปที่ 9



รูปที่ 10



รูปที่ 11



รูปที่ 12

รายละเอียดการออกแบบและโครงสร้างตัวรถมีดังนี้

1. โครงรถ ทำด้วยเหล็กฉาก ขนาด $1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}" \times \frac{1}{8}"$ เป็นโครงสร้างเชื่อม (Welded construction) เป็นที่ยึดอุปกรณ์ทั้งหมด และมีด้ามจับสำหรับควบคุมรถ
 2. เครื่องยนต์ต้นกำลัง เป็นเครื่องยนต์เบนซินขนาดแรงม้าสูงสุดประมาณ 5 แรงม้า
 3. ชุดกลไกถ่ายทอดกำลัง ประกอบด้วยมู่เล่ย์สายพานและเฟือง-โซ่ ใช้ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์มายังล้อพรวนดิน การบังคับความตึงของสายพานทำโดยลูกรอก (Idler) ซึ่งคันบังคับอยู่ใกล้ด้ามจับ กำลังจากเครื่องยนต์ถูกถ่ายทอดมายังล้อพรวนดินให้หมุนด้วยความเร็วประมาณ 70 รอบ/นาที
 4. ล้อพรวนดิน ทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร ม้วนเป็นรูปทรงกระบอกกลม มีแผ่นเหล็กเชื่อมปิดหัว-ท้าย มีเพลาร้อยตรงกลางตลอดความยาวของล้อพรวนดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกระบอก 220 มิลลิเมตร ความยาวทรงกระบอก 800 มิลลิเมตร บริเวณผิวทรงกระบอกโดยรอบมีฝัก สำหรับยึดใบมีดพรวนดินอยู่ เมื่อวัดจากแนวถึงกลางทรงกระบอกไปทางซ้าย จะมีใบมีด 6 ใบ ในขณะที่ทางขวามีใบมีด 9 ใบ การที่มีใบมีดไม่เท่ากันนี้จะส่งผลให้แรงขับเคลื่อนด้านซ้ายน้อยกว่าแรงขับเคลื่อนด้านขวา ทำให้รถเคลื่อนที่เป็นทางโค้งเลี้ยวมาทางด้านซ้าย ใบมีดพรวนดินสามารถถอดและเปลี่ยนใหม่ได้ ใช้ได้ทั้งชนิด L-blade และ C-blade
 5. ชุดหัวพรวนติดครีปได้ต้อง ชุดหัวพรวนนี้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หน่วงการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวรถในขณะที่ล้อพรวนดินทำงานเพื่อให้ล้อพรวนดินสามารถพรวนดินได้ลึก ได้หัวพรวนจะติดครีปสามเหลี่ยมขนาด 280×130 มิลลิเมตร เอียงทำมุมกับแนวแกนกลางตัวรถประมาณ 25 องศา การที่แผ่นครีปตั้งเอียงจะทำให้เกิดแรงดันด้านข้างอันเนื่องมาจากแรงปฏิกิริยาจากดิน และส่งผลให้ตัวรถถูกผลักให้เลี้ยวไปในทิศตรงกันข้าม
 6. ล้อรักษาสมดุลย์และล้อเดินทาง เนื่องจากเครื่องยนต์วางอยู่ด้านขวาของตัวรถ (เมื่อมองจากตำแหน่งผู้ปฏิบัติงาน) ซึ่งการออกแบบเช่นนี้เพื่อลดต้นทุนและให้สร้างง่าย ตลอดจนสะดวกในการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงมีล้อรักษาสมดุลย์ของตัวรถอยู่ทางด้านขวา นอกจากนี้ทางด้านซ้ายของตัวรถยังมีล้อขนาดเดียวกันเพื่อความสะดวกในการเดินทางและจะถอดออกเมื่อถึงแปลงปฏิบัติงาน
- ล้อทั้งสองนี้ทำด้วยเหล็กเพื่อให้มีค่าความต้านทานในการกลิ้ง (rolling resistance) ต่ำทำให้ลดแรงต้านในการเคลื่อนที่
- รถพรวนดินนี้มีน้ำหนักประมาณ 150 กิโลกรัม รายละเอียดรถพรวนเดินทางตามชนิดนี้แสดงในรูปที่ 9-12 และภาพถ่ายที่ 11-13

การออกแบบและสร้างชุดพรวนตีนเปิด (duck foot) พร้อมล้อเหล็กและน้ำหนักถ่วง

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาอุปกรณ์พรวนชนิดนี้ ก็เพื่อใช้กับพื้นที่ดินอ่อนนุ่มและหญ้าเฟื่องออก อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาชนิดนี้

1. ล้อเหล็กเพื่อช่วยเพิ่มการจุดลาก
2. ชุดพรวนชนิดมีใบพรวนเป็นแบบตีนเปิด
3. น้ำหนักถ่วงที่เพลาล้อเพื่อช่วยเพิ่มการจุดลาก

รายละเอียดการประดิษฐ์แสดงในภาพถ่ายที่ 14

การทดลองเบื้องต้น

วัตถุประสงค์ในการทดลองเบื้องต้น เพื่อศึกษาความเหมาะสมทางเทคนิค ตลอดจนจุดที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งเพื่อพิจารณาชนิดและแบบของอุปกรณ์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาว่า ชนิดใดมีความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุด การทดลองเพื่อเก็บข้อมูลและศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานได้กระทำในขั้นตอนหลังจากนี้

วิธีการทดลองเบื้องต้น กระทำโดยนำอุปกรณ์และรถพรวนทุกชนิดที่ได้สร้างขึ้นมา ไปทดลองพรวนรอบคันมะม่วงเพื่อศึกษาความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ตลอดจนความคล่องตัวในการทำงาน ในการทดลองได้ใช้ผู้ปฏิบัติงานเพื่อควบคุมรถพรวน 1 คน

ผลการทดลองเบื้องต้น

ผลการทดลองเบื้องต้นในแปลงมะม่วง ระยะปลูกตั้งแต่ 2.5 x 2.5 เมตร และ 4 x 4 เมตร ได้ข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

1. รถพรวนดินเดินตามขนาดเบามีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปนั้น เมื่อนำล้อพรวนดินข้างหนึ่งมาปรับปรุงโดยลดจำนวนใบมีดลง 1/3 พร้อมกับติดตั้งแผ่นครีปใต้ท้องชุดหัวพรวนให้เอียงทำมุมกับแนวแกนกลางตัวรถประมาณ 25 องศา เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการพรวนกำจัดวัชพืชใต้ต้นมะม่วง เนื่องจากมีขนาดเบา มีความคล่องตัวในการทำงานและประการสำคัญสิ้นเปลืองเงินค่าลงทุนดัดแปลงต่ำ และกระทำได้ง่ายดาย (ภาพถ่ายที่ 1-4) และสามารถถอดเปลี่ยนใส่อุปกรณ์เดิมได้โดยง่าย

2. รถพรวนดินตามข้อหนึ่งแต่ติดตั้งหัวพรวนอีกชุดหนึ่ง (ภาพถ่ายที่ 6-7) เพื่อช่วงหน่วงการเคลื่อนที่ด้านที่ต้องการจะเลี้ยว รถพรวนดินชนิดนี้ช่วยให้สามารถเลี้ยวรอบต้นมะม่วงได้วงแคบยิ่งขึ้น ข้อด้อยมีเพียงประการเดียวคือมีส่วนประกอบมากขึ้น ทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและมีค่าใช้จ่ายมากขึ้น

3. รถพรวนดินที่ได้พัฒนาขึ้นมาทั้งคัน (ภาพถ่ายที่ 11-12) สามารถทำงานได้ดีมาก มีความคล่องตัวและขีดความสามารถในการทำงานเหมือนกับรถพรวนดินในข้อ 1 แต่มีน้ำหนักมากกว่า และมีความเร็วรอบหมุนของล้อพรวนดินเพียงจังหวะเดียว ส่วนข้อดีคือแข็งแรงทนทานโดยเฉพาะชุดอุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังและล้อพรวนดินมีความแข็งแรงมากและบำรุงรักษา

ง่าย ประการสำคัญมีต้นทุนต่ำที่สุดในบรรดารถพรวนดินทุกประเภท อนึ่งเนื่องจากการที่มีน้ำหนักมากกว่านี้เองทำให้เกิดผลดีประการหนึ่งคือช่วยลดการสิ้นเสทือนในขณะพรวนดิน

4. รถพรวนดินที่ใช้ลวดสลิงเกี่ยวหุยิดที่ตัวรถแล้วคล้องกับต้นไม้ (ภาพถ่ายที่ 10) รถพรวนดินชนิดนี้สามารถเลี้ยววนรอบไถ่ต้นมะม่วงได้ดีแต่มีข้อจำกัดในการทำงานคือ

1. ดันมะม่วงต้องมีขนาดใหญ่และแข็งแรงพอที่จะคล้องลวดสลิง และสามารถต้านทานแรงเหวี่ยงของตัวรถขณะหมุนวนรอบต้นได้
2. ทำงานได้ช้าเนื่องจากเสียเวลาคงลวดสลิงในการพรวนแต่ละต้น และต้องหยุดรถพร้อมกับเลื่อนระยะคล้องให้ยาวขึ้นเมื่อต้องการขยายวงรอบการพรวนรอบไถ่ต้น รวมทั้งต้องเสียเวลาปลดลวดสลิงเมื่อจะต้องย้ายไปพรวนต้นต่อไป
3. ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน คนหนึ่งบังคับตัวรถ ส่วนอีกคนหนึ่งคอยคล้องและปลดลวดสลิง
4. มีส่วนประกอบมากขึ้น ทำให้มีน้ำหนักมากขึ้น

5. รถพรวนดินที่ใช้ชุดเฟืองดาวเคราะห์ (planetary gear train) มาประกอบเพลาขับล้อพรวนดินข้างหนึ่งเพื่อลดความเร็วรอบหมุนลง (ภาพถ่ายที่ 24) จากการทดลองเบื้องต้นพบว่ามีความไม่สะดวกและไม่เหมาะในการใช้งานเนื่องจาก

1. ล้อพรวนดินข้างที่ถูกลดความเร็วรอบหมุนลงจะไม่สามารถยอยดินได้ดีเหมือนอีกข้างหนึ่ง ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชไม่ดีเท่าที่ควร
2. ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้ายไปทำงานจากต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่ง เพราะรถจะวิ่งวนเป็นวงกลมตลอดเวลา ถึงแม้จะยกด้ามจับจนหัวพรวนลอยพ้นพื้นแล้วก็ตาม ซึ่งในรถพรวนดินสี่แบบแรกจะไม่มีปัญหาเช่นว่านี้ ทั้งนี้เพราะล้อพรวนดินทั้งสองข้างจะหมุนด้วยความเร็วที่เท่ากัน

จากการทดลองเบื้องต้นนี้ทำให้ได้ข้อสรุปว่ารถพรวนดินชนิดเดินตามแบบที่ 1 และแบบที่ 3 เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการพรวนกำจัดวัชพืชไถ่ต้นมะม่วง รถพรวนดินเดินตามแบบที่ 2 ก็มีความเหมาะสมเช่นกัน แต่เหมาะสำหรับการเลี้ยววนรอบไถ่ต้นเป็นวงแคบมาก ๆ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการใช้งานจึงได้ปรับปรุงให้สามารถเลื่อนตำแหน่งหัวพรวนชุดที่สองให้เลื่อนไป-มาบนแคร่ได้ หัวพรวนชุดที่สองนี้จะหน่วงการเคลื่อนที่ของตัวรถเฉพาะด้านที่ต้องการเลี้ยว ดังนั้นจึงช่วยให้รถสามารถเลี้ยวเป็นวงแคบได้ดียิ่งขึ้น

อนึ่งสำหรับรถพรวนที่ติดตั้งอุปกรณ์แบบพรวนดินเปิดนั้น มีข้อจำกัดในการใช้อยู่ตรงที่ว่าดินจะต้องไม่แข็งและวัชพืชต้องอยู่ในระยะเริ่มงอกเท่านั้น ดังนั้นรถพรวนชนิดนี้ (ภาพถ่ายที่ 14) จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานพรวนกำจัดวัชพืชไถ่ต้นมะม่วงโดยทั่ว ๆ ไป เนื่องจากชนิดและการงอกของวัชพืชไถ่ต้นมะม่วงนั้นไม่แน่นอน อีกทั้งวัชพืชมักจะงอกงามเร็วมาก รายละเอียดการประดิษฐ์และลักษณะการทำงานของรถพรวนดินไถ่ต้นมะม่วงชนิดที่ 1 และชนิดที่ 3 (ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าชนิดที่ 2) เป็นดังนี้