

# ขลุ่ยหมุนตัดรถแทรกเตอร์

พัคตรีวิภา สุทธิวาริ

11

ขลุ่ยหมุนตัดรถแทรกเตอร์

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีพื้นที่นาข้าวทั้งหมดประมาณ 60 ล้านไร่ คิดเป็นพื้นที่ข้าวนาปรัง 8 ล้านไร่ การทำนาในเขตชลประทานหรือพื้นที่ข้าวนาปรังสามารถทำนาได้ 3 ครั้งต่อปี คือ

นาปี ช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม – เดือนพฤศจิกายน

นาปรังครั้งที่ 1 ช่วงระหว่างเดือนธันวาคม –เดือนมีนาคม

นาปรังครั้งที่ 2 ช่วงระหว่างเดือนเมษายน –เดือนกรกฎาคม

ขั้นตอนการเตรียมดินเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก และส่งผลต่อผลผลิตที่จะได้รับ จึงต้องมีการเตรียมดินให้มีความเหมาะสมทั้งในด้านความละเอียดและความเรียบของผิวหน้าดิน ผิวหน้าดินจะต้องเรียบได้ระดับเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำขังเมล็ดข้าวที่หว่านลงไปทำให้เน่าเสียหาย และยังช่วยให้สามารถควบคุมระดับน้ำได้สม่ำเสมอทั้งแปลง ทำให้ต้นข้าวได้รับน้ำพอดีกับความต้องการ ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโต แข็งแรงและมีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้การทำเทือกยังช่วยป้องกันการทำลายชั้นดินดาน (hard pan) ที่ช่วยรักษาน้ำและปุ๋ยไม่ให้สูญเสียลงชั้นใต้ดิน

ในปัจจุบันนี้ การเตรียมดินเพื่อให้ทันกับความต้องการของการทำนาในแต่ละฤดูกาล การใช้รถแทรกเตอร์แบบนั่งขับจึงได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากสามารถทำงานได้รวดเร็ว และลดความเหนื่อยยาก ของเกษตรกรได้ จากเดิมที่เกษตรกรเตรียมดินขั้นต้นและขั้นที่สองด้วยตนเอง โดยใช้รถไถเดินตามต่อพ่วงกับอุปกรณ์เตรียมดิน ก็ได้ปรับเปลี่ยนระบบการเตรียมดินเป็นการใช้รถแทรกเตอร์โดยเป็นการจ้างเหมาสำหรับเกษตรกรที่ไม่มีรถแทรกเตอร์เป็นของตนเอง ซึ่งในการเตรียมดินขั้นต้น มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมดินที่เหมาะสมใช้งานกันอย่างแพร่หลายอยู่แล้ว นั่นก็คือ จอบหมุน ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ส่วนการเตรียมดินขั้นที่สอง ยังไม่มีอุปกรณ์ที่เหมาะสม เกษตรกรบางรายปรับใช้ขลุ่ยสำหรับรถไถเดินตามมาใช้พ่วงกับรถแทรกเตอร์ ซึ่ง สามารถทำงานได้แต่สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมาก ถ้าหากมีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับเตรียมดินขั้นที่สองที่สามารถนำกำลังจากรถแทรกเตอร์มาใช้ จะทำให้การเตรียมดินขั้นต้นและขั้นที่สองได้รวดเร็วและประหยัดขึ้น

การเตรียมดินขั้นแรกโดยการจ้างเหมารถแทรกเตอร์ติดพ่วงจอบหมุนในอัตราค่าจ้างไร่ละ 150 บาท หรือรถแทรกเตอร์ ติดพ่วงพาลเตรียมดิน ในอัตราไร่ละ 130 บาท (ข้อมูลจากการสำรวจ ปี 2548) หลังจากนั้นจะปล่อยน้ำให้ขังในแปลงนา ปล่อยทิ้งไว้แล้วไถครั้งที่สองซึ่งเป็นการทำเทือกด้วยรถไถเดินตามหรือรถแทรกเตอร์ติดพ่วงคราดหรือลูกทูป ที่มีลักษณะ ดังรูปที่ 1 ประมาณ 3-4 รอบ ใช้เวลา ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่เกษตรกรเลือกใช้ในการเตรียมดินและระยะเวลาในการแช่น้ำขังในแปลงนา หลังจากนั้นทำการปรับระดับผิวหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอโดยใช้ชุดไถดิน และทำการลูบเทือกด้วยกระดานลูกเทือก หลังจากที่ได้ปุ๋ยแล้วจะทำการลูบเทือกอีกครั้งเพื่อให้ปุ๋ยและดินคลุกเคล้าผสมกัน จึงทำการขักร่องเพื่อการระบายน้ำในแปลงโดยขักร่องห่างกันประมาณ 4 เมตร



กล่าวได้ว่า งานเตรียมดินทำเทือกให้เรียบดีเป็นงานค่อนข้างหนักและสิ้นเปลืองเวลามากกว่าขั้นตอนอื่น ค่าความละเอียดของดินที่เหมาะสมกับการทำนาแบบหว่านน้ำตมสามารถวัดได้จากค่าดัชนีความเป็นเทือก ซึ่งจะแปรผันตรงกับจำนวนรอบของการทำเทือก เมื่อจำนวนรอบการทำเทือกเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความเป็นเทือกจะเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ค่าดัชนีความเป็นเทือกยังแปรผันตรงกับผลผลิต เมื่อค่าดัชนีความเป็นเทือกเพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น



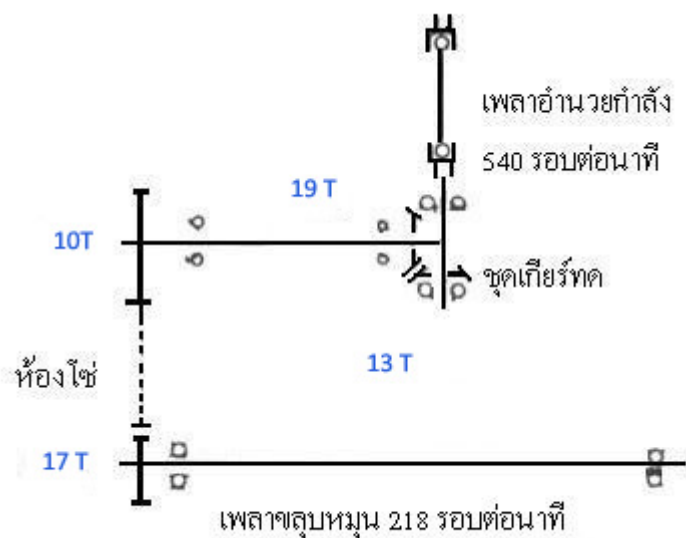
(ก)

(ข)

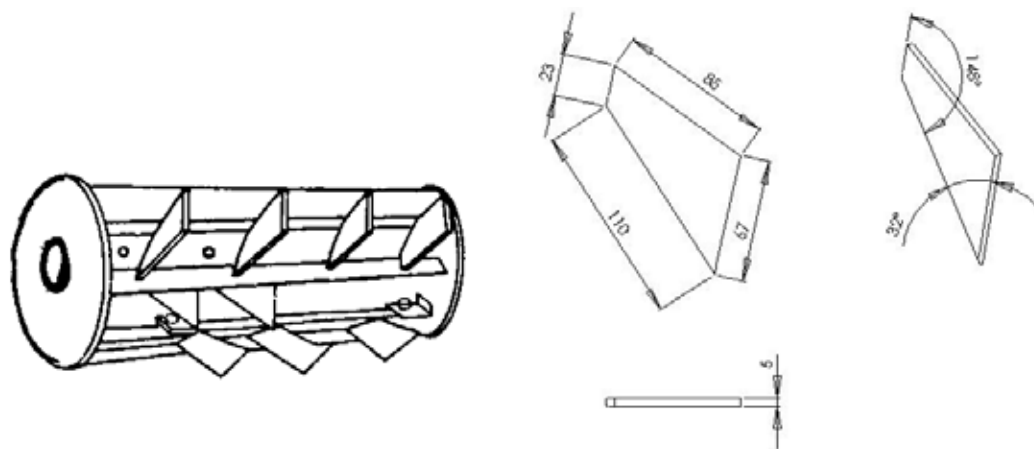
**รูปที่ 1** รูปแบบการเตรียมดินครั้งที่สองโดยใช้รถไถเดินตามและรถแทรกเตอร์นั่งขับ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้เตรียมดินชั้นที่สองที่มีใช้ในปัจจุบัน ลูกจี้ม (ก) และขลุบไม้ (ข)

### การออกแบบขลุบหมุนสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

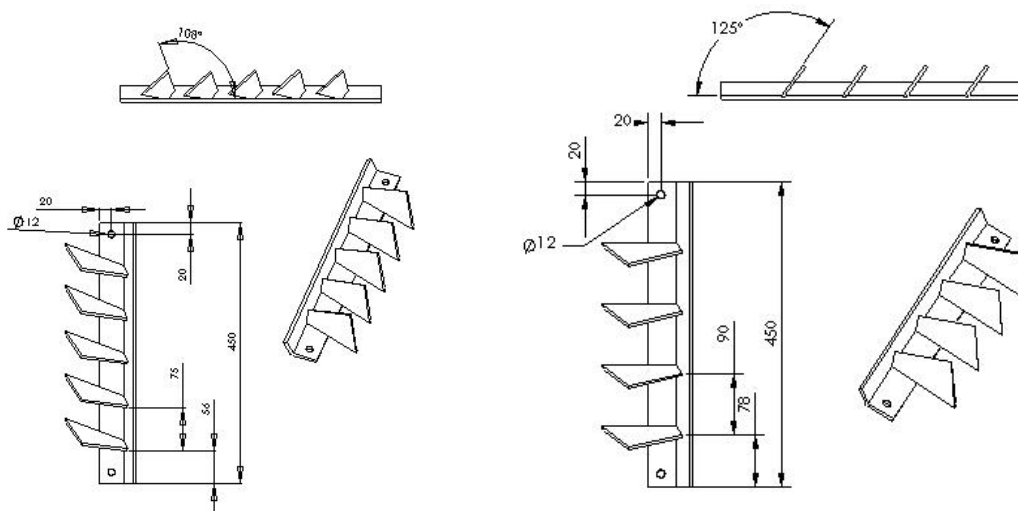
เนื่องจากในปี 2535 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ได้ศึกษารายละเอียดและทดสอบการใช้งานขลุบหมุนยี่ห้อ NIPLO ขนาด 1.80 เมตร จากประเทศญี่ปุ่น พบว่าสามารถทำงานได้ดี สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือ ที่ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ลดระยะเวลาในการเตรียมดินชั้นที่สองได้ จึงทำการออกแบบโดยใช้รถแทรกเตอร์ Kubota รุ่น L2605 ขนาด 27 แรงม้าเป็นต้นกำลัง โดยมีระบบถ่ายทอดกำลังดังรูปที่ 2 กำลังจากเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์ (540 รอบต่อนาที) ส่งถ่ายไปยังชุดเกียร์ทด ขนาด 35 แรงม้า ที่มีอัตราทด 1.46 : 1 และส่งผ่านกำลังโดยผ่านระบบถ่ายทอดกำลังแบบขับข้าง ไปยังเฟืองโซ่ 10 ฟัน และ 17 ฟัน อัตราทด 1.7 : 1 เพื่อขับเพลลาขลุบหมุน ให้หมุนด้วยความเร็วรอบ 218 รอบต่อนาที ลักษณะใบมีดที่ใช้เป็นแบบ Cage Wheel ดังรูปที่ 3 จำนวน 5 ชุด ซึ่งในแต่ละชุดประกอบด้วยใบมีด 18 ใบ โดยมีแผงใบมีดแบบ 4 ใบ จำนวน 2 แผง และแผงใบมีดแบบ 5 ใบ จำนวน 2 แผง ดังรูปที่ 4 รวมใบมีดทั้งหมด 90 ใบ โดยมีการจัดเรียงใบมีดสลับกันเพื่อให้มีเกิดการตีดินไม่พร้อมกัน มีหน้ากว้างการทำงาน 2.4 เมตร



รูปที่ 2 ระบบถ่ายทอดกำลังของขลุ่ยหมุนสำหรับรถแทรกเตอร์



รูปที่ 3 ลักษณะและขนาดของใบมีดแบบ cage wheel



รูปที่ 4 ขนาดและมิติของใบมีดแบบ 4 ใบ และ 5 ใบ

### การทดสอบ ขลุบหมุนดีดพวงรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

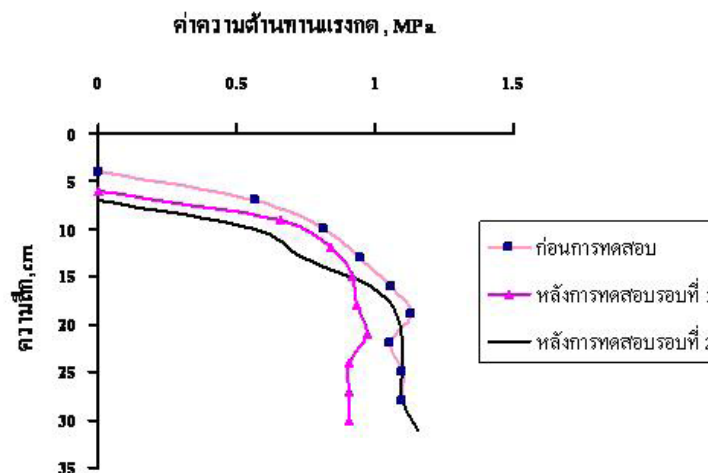
การทดสอบเก็บข้อมูลของขลุบหมุนเตรียมดินชั้นที่สอง ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 27 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ทำการทดสอบ ในแปลงที่มีการเตรียมดินชั้นต้นด้วยจอบหมุนดีดรถแทรกเตอร์ และปล่อยน้ำแช่ขัง 2 วัน ดังรูปที่ 5 ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 5 การทดสอบดินแบบขลุบหมุนเตรียมดินชั้นที่สองสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบขลุบหมุนสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย	2.27	ไร่ต่อชั่วโมง
ประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่เฉลี่ย	70.27	เปอร์เซ็นต์
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย	1.96	ลิตรต่อไร่
ความเร็วในการเคลื่อนที่เฉลี่ย	2.15	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
ดรรชนีความเป็นเทือกของดินเฉลี่ย	52.24	เปอร์เซ็นต์
ค่าความแข็งแรงผิวหน้าเทือก	7.59	ชม.



รูปที่ 6 แสดงค่าความต้านทานแรงกดของดิน ที่ระดับความลึกต่างๆ ก่อนและหลังการทดสอบเตรียมดินรอบที่ 1 และ 2

จากผลทดสอบพบว่า เมื่อจำนวนรอบในการทำเทือกมากขึ้นความแข็งแรงของผิวหน้าเทือกก็จะมีค่าลดลง (Cone drop type จมมากขึ้น) ซึ่งทำให้การเตรียมดินชั้นที่สองรอบที่ 2 สามารถทำได้ง่ายขึ้น ความสามารถในการทำงานจึงเพิ่มขึ้น และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง

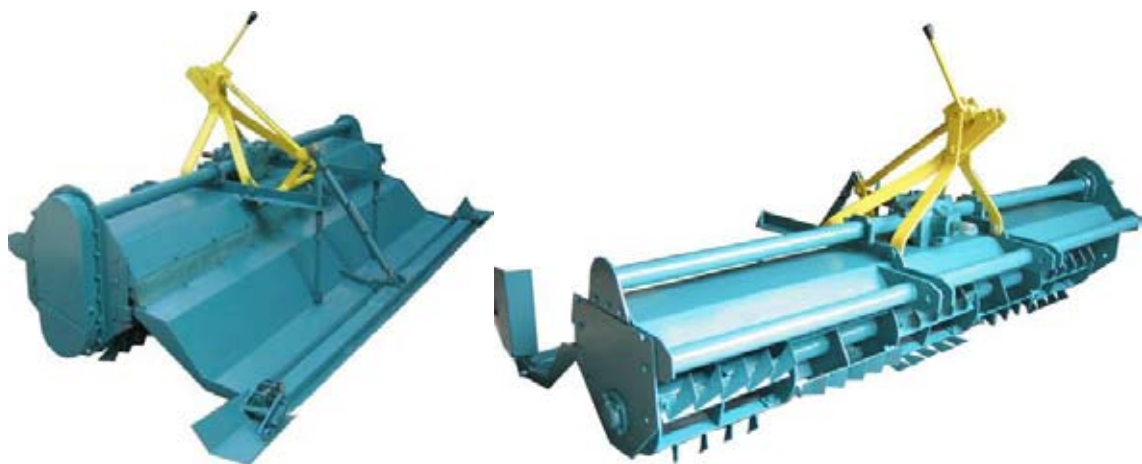
จากรูปที่ 6 การทดสอบวัดค่าความต้านทานแรงกดของดิน พบว่าที่ระยะความลึกในช่วงราว 0-10 เซนติเมตร ค่าความต้านทานแรงกดของดินจะมีค่าลดลง เมื่อจำนวนครั้งของการตีดินเพิ่มขึ้น และ ตั้งแต่ระยะที่ความลึก 10 เซนติเมตร ลงไป ค่าความต้านทานแรงกดของดินจะมีค่ามากขึ้นเมื่อจำนวนครั้งของการตีดินเพิ่มขึ้น แสดงว่าการเตรียมดินชั้นที่สองจะไม่ทำลายชั้นดินดาน (hard pan) ซึ่งตรงตามจุดประสงค์ของการทำนาที่ต้องการชั้นดินดาน (hard pan) ช่วยในการเก็บกักน้ำ

**การทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ในห้องปฏิบัติการ**

ทำทดสอบโดยวัดความเร็วรอบเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์ขณะที่ขณะหมุนตัวเพลล่า และขณะขลุบหมุนทำงานที่ความเร็วรถแทรกเตอร์ 2 ระดับ คือ ระดับความเร็วต่ำ ระดับ 1 และระดับความเร็วสูง ที่ ระดับ 2 โดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ (Proximity sensor) และบันทึกด้วยเครื่องมือบันทึกข้อมูล (Data logger) หลังจากนั้นทำการจำลองภาระ (load) ในห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กำลังที่เพลลาอำนาจกำลังใช้ในการขับเพลลาขลุบหมุน

	ขลุบหมุน ตัวเพลล่า	ขณะทำงาน
ความเร็วรอบของเพลลาอำนาจกำลังรถแทรกเตอร์เฉลี่ยรอบต่อนาที	535	507
กำลังที่ใช้ ,แรงม้า (กิโลวัตต์)	0.32 (0.24)	16.95 (12.65)



รูปที่ 7 ต้นแบบขลุบหมุนเตรียมดินชั้นที่สองสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

## การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

กำหนดให้ราคารถแทรกเตอร์ขนาดเล็กเท่ากับ 350,000 บาท จอบหมุนขนาด 1.4 เมตร ราคา 40,000 บาท และขลุบหมุนราคา 40,000 บาท รวมราคาทั้งหมด 430,000 บาท โดยใช้งานรถแทรกเตอร์และอุปกรณ์ 7 ปี และราคาขายรถแทรกเตอร์และอุปกรณ์หลังการใช้งาน 7 ปีเท่ากับ 113,000 บาท ทำการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ

### 1. กรณีของเกษตรกรซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมจอบหมุนและขลุบหมุนมาใช้เอง

ต้นทุนในการใช้งานของเกษตรกรจะลดลงเมื่อพื้นที่การใช้งานมากขึ้น เกษตรกรสามารถพิจารณาได้ว่าควรซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมจอบหมุนและขลุบหมุนมาใช้งานหรือไม่ โดยพิจารณาจากต้นทุนในการเตรียมดินซึ่งควรต่ำกว่าราคาค่าจ้างเตรียมดิน ซึ่งในปี 2548 อัตราค่าจ้างเตรียมดินขั้นต้นและขั้นที่สองอยู่ที่ 380 บาท/ไร่ และเกษตรกรควรมีพื้นที่การใช้งานไม่น้อยกว่า 420 ไร่/ปี จึงจะคุ้มค่าต่อการลงทุน

### 2. กรณีของผู้รับจ้าง

แบ่งเป็นสองเงื่อนไข

เงื่อนไขที่ 1 ผู้รับจ้างซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมจอบหมุนและขลุบหมุนมารับจ้างเตรียมดินขั้นต้นและขั้นที่สอง

ควรมีพื้นที่รับจ้าง 420 ไร่/ปีขึ้นไป จึงจะมีต้นทุนการทำงานต่อไร่ที่ต่ำกว่า 380 บาท/ไร่

เงื่อนไขที่ 2 ผู้รับจ้างซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมจอบหมุนมาเตรียมดินขั้นต้น แต่ไม่ได้ซื้อขลุบหมุน

ควรมีพื้นที่รับจ้าง 488 ไร่/ปีขึ้นไป จึงจะมีต้นทุนการทำงานต่อไร่ที่ต่ำกว่า 200 บาท/ไร่

ทั้งสองเงื่อนไขจะมีพื้นที่รับจ้างขั้นต่ำไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การซื้อขลุบหมุนมารับจ้างเตรียมดินขั้นที่สองด้วยจะสามารถทำให้ได้กำไรมากกว่า

ตัวอย่าง เช่น ถ้ามีพื้นที่รับจ้างเตรียมดินขั้นต้นและขั้นที่สอง 1,000 ไร่/ปี

ในเงื่อนไขที่ 1 จะมีต้นทุนในการใช้งาน 280 บาท/ไร่ ถ้ารับจ้างไร่ละ 380 บาท จะได้กำไร 100 บาท/ไร่ หรือคิดเป็นกำไร 100,000 บาท/ปี

ในเงื่อนไขที่ 2 จะมีต้นทุนในการใช้งาน 162 บาท/ไร่ ถ้ารับจ้างเตรียมดินขั้นต้นไร่ละ 200 บาท จะได้กำไร 38 บาท/ไร่ หรือคิดเป็นกำไร 38,000 บาท/ปี จะเห็นว่าถ้าเกษตรกรซื้อขลุบหมุนมารับจ้างด้วยจะได้กำไรมากขึ้นอีก 62,000 บาท/ปี

ถ้าเกษตรกรต้องการคืนทุนภายในระยะเวลา 2 ปี ควรรับจ้างในพื้นที่ 1,373 ไร่ ในอัตราค่าจ้างราคาไร่ละ 380 บาท โดยทำงานวันละ 10 ชั่วโมง 156 วันต่อปี

## สรุป

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาขลุบหมุนดีเทือกเตรียมดินขั้นที่สองสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่เหมาะสมกับเกษตรกรในเขตนาข้าวชลประทาน ขลุบหมุนสามารถสร้างและผลิตได้โดยโรงงานท้องถิ่น ซึ่งสามารถใช้เตรียมดินขั้นที่สองได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ สามารถทดแทนแรงงานที่ขาดแคลน เนื่องจากพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการทำอย่างต่อเนื่อง ทำให้



สามารถเตรียมดินได้ทันเวลา ตามความต้องการของเกษตรกร และสามารถเตรียมดินให้ได้ผิวหน้าดินเรียบสม่ำเสมอช่วยทำให้ต้นข้าวได้รับน้ำอย่างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ตลอดจนทำให้เกิดชั้นดินดานซึ่งช่วยเก็บน้ำ และลดการสูญเสียน้ำของปุ๋ย ค่าความเป็นเทือกของดินอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับนาหว่านน้ำตม ขลุบหมุนมีหน้ากว้างการทำงาน 2.40 เมตร มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.27 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่เฉลี่ย 70.27 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1.97 ลิตรต่อไร่ ครอบคลุมความเป็นเทือกของดินเฉลี่ย 52.24 เปอร์เซ็นต์ ต้นแบบขลุบหมุนสามารถผลิตได้โดยใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศ สามารถซ่อมแซมได้โดยโรงงานท้องถิ่น ซึ่งช่วยแก้ปัญหาเรื่องการซ่อมแซมบำรุงรักษา

ปัจจุบัน บริษัท สยามอิมพลีเม้นท์ จำกัด ได้นำต้นแบบขลุบหมุนสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กไปผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์แล้ว จำนวน 100 ตัว และนอกจากนี้บริษัทฯ ได้นำไปพัฒนาต่อและผลิตขายตามความต้องการของเกษตรกร ซึ่งทำให้สามารถนำไปใช้งานได้เหมาะสมและเต็มประสิทธิภาพของต้นกำลังรถแทรกเตอร์ที่เกษตรกรมีใช้งานอยู่

กลุ่มเป้าหมายของเกษตรกรที่ใช้งานขลุบหมุนสำหรับรถแทรกเตอร์ คือ เกษตรกรในเขตนาข้าวชลประทาน ในภาคกลาง เขตจังหวัดราชบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม อยุธยา อ่างทอง ลพบุรี และพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง พิษณุโลก พิจิตร

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ร่วมมือ กับ บริษัท สยามอิมพลีเม้นท์ จำกัด น้อมเกล้าถวายขลุบหมุนสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ออกแบบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แต่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ญา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ในวันที่ 6 สิงหาคม 2551



## รางวัลผลงานวิจัยที่ได้รับ

รางวัลผลงานวิจัยชมเชย งานวิจัยประดิษฐ์คิดค้น ประจำปี 2548 จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ หจก. ก. แสงยนต์ (ลูกแก) ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย โดยให้ยืมรถแทรกเตอร์Kubota และจัดหาแปลงทดสอบตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทดสอบเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบริษัท เค แอนด์ โอ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่ช่วยจัดหาชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อสร้างต้นแบบ เช่น ห้องเกียร์ ฯลฯ ซึ่งช่วยให้การสร้างต้นแบบเป็นไปตามความต้องการ

ขอขอบคุณ คุณมาแวน คำดี เกษตรกร อ. โพธารา จ.ราชบุรี ที่อนุเคราะห์แปลงทดสอบและช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

### บรรณานุกรม

- ประเชิญ กาญจน์ไทย์. 2542. การทำนาหว่านน้ำตมแผนใหม่. เซ็นเตอร์ ดิสคัฟเวอรี, กรุงเทพฯ. 5หน้า.
- พัทตร์วิภา สุทธิวาริ อัครพล เสนาณรงค์ สุภาษิต เสี่ยมพงษ์ อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ยุทธนา เครือหาญชาญ พงศ์ ขนิษฐ หวานณรงค์ และประสาธต์ แสงพันธุ์ตา 2548. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม วิจัยและพัฒนาขลุบหมันดีเทือกสำหรับเตรียมดินขั้นที่สองในนาข้าวชลประทาน ทะเบียนวิจัยเลขที่ 09-01-48-02. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิชา หมั่นทำการ ประยุทธ์ สุวรรณชีวะกร และเสกสรร สีหพงษ์. 2537. เครื่องมือวัดและเครื่องมือทดสอบ. ข่าวสารศูนย์เครื่องจักรกลเกษตรแห่งชาติ ปีที่ 7 หน้า 5-8. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. สถานการณ์และมาตรการข้าวนาปรัง 2548.
- Jun Sakai. Prof. Emeritus and Prof. Surin Pongsupamit. Two- Wheel Tractors Engineering for Asian Wet Land Farming. Shin-norinsha Co., Tokyo Japan. pp 14.
- Sinha, M.P. 1964. A study of the measurement of Puddling and Comparative Performance of Different Implements for Puddling in Rice Cultivation. Food and Agriculture Organization of The United Nation, International Rice Commission, Manila, Philippines. 5 pages.
- Yanmar diesel engine, 2000. Yanmar Green Revolution page 49.