



รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การออกแบบและประเมินผลเครื่องให้น้ำระหว่างแปลงพืชไร่
DESIGN AND EVALUATION OF CROP WATERING MACHINE
BETWEEN FIELD PLOTS

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2543
จำนวน 80,900 บาท

หัวหน้าโครงการ นายเสมอขวัญ ตันติกุล
ผู้ร่วมโครงการ -

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
วันที่ 10 เมษายน 2545

๕๑๑/๕๑

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้สนับสนุนการขอทุนสำหรับงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2543 นี้ และขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับสร้างและทดสอบเครื่องต้นแบบ อุปกรณ์สำนักงานตลอดจนคอมพิวเตอร์ของภาควิชา ในการจัดเตรียมเอกสารและเก็บข้อมูล และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณนางสาวปสุตา เปล่งสินวัฒนา และนายวินัย เชื้อเจ็ดตน นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร และคุณภาสกร เรือนนาค ที่ได้ร่วมดำเนินการวิจัยในส่วนการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อใช้สำหรับทดสอบ ขอขอบคุณ คุณสุนทรี หาญพรหม เจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร ที่ช่วยเป็นธุระในการดำเนินงานทางด้านธุรการผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการดำเนินการวิจัยนี้

งานวิจัยครั้งนี้คงไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากคุณเอนก จันทิมา เกษตรกรผู้ประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียม ในการให้ข้อมูลและให้ความช่วยเหลือในการทดสอบเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เขาประดิษฐ์ขึ้น ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมที่ให้ความร่วมมือในการตอบข้อซักถามเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตกระเทียม ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์เอียรชัย สันดุษฎี และรองศาสตราจารย์กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบ และสร้างเครื่องต้นแบบ และขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ถาวร สุทธิพันธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าช่วยตรวจทานต้นฉบับรายงานนี้

เสมอขวัญ ตันติกุล

เมษายน 2545

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
สารบัญ	II
สารบัญภาพ	IV
สารบัญตาราง	VI
บทคัดย่อ	VII
Abstract	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ความสำคัญ ปริมาณการผลิต และปัญหาการเพาะปลูกกระเทียม	5
2.1 ความสำคัญ ปริมาณการเพาะปลูกและผลผลิตกระเทียม	5
2.2 พันธุ์กระเทียมที่นิยมปลูกของประเทศไทย	6
2.3 การเพาะปลูกกระเทียม ต้นทุนและปัญหาการเพาะปลูกกระเทียม	7
บทที่ 3 เครื่องให้น้ำที่เกษตรกรประดิษฐ์	12
3.1 สาเหตุการประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียม	12
3.2 รูปแบบและการทำงานของเครื่องให้น้ำกระเทียม	13
3.3 การขยายการผลิตเครื่องให้น้ำกระเทียมของเกษตรกร	14
3.4 สรุปข้อดีเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น	14
3.5 สรุปข้อด้อยหรือข้อจำกัดของเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น	15
บทที่ 4 การออกแบบเครื่องต้นแบบเพื่อทดสอบ	22
4.1 ขอบเขตการออกแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ	22
4.2 การสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อการทดสอบ	23
4.3 การทดสอบเครื่องต้นแบบและผลการทดสอบ	27

4.4 การทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่	35
4.5 ข้อสรุปหลังการทดสอบ	35
บทที่ 5 การออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ	38
5.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ	38
บทที่ 6 การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ	47
6.1 การทดสอบปั๊ม	47
6.2 การทดสอบความสามารถในการให้น้ำ	49
6.3 การทดสอบความสามารถเชิงพื้นที่	53
6.4 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์	56
6.5 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	58
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	63
7.1 ผลการศึกษาโดยสรุป สำหรับการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ	63
7.2 ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	68
ภาคผนวก ก. แบบสัมภาษณ์ต้นทุนการผลิตกระเทียม	
ภาคผนวก ข. ภาพเขียนแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น	
ภาคผนวก ค. ภาพเขียนแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ	

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 กระเทียมพันธุ์จีนเมื่อเทียบกับพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่	8
ภาพที่ 2.2 ลักษณะแปลงกระเทียมและร่องระหว่างแปลง	10
ภาพที่ 2.3 ลักษณะของแปลงและร่องระหว่างแปลงพืชอื่น	11
ภาพที่ 2.4 การใช้แรงงานคนให้น้ำพืชบนแปลง	11
ภาพที่ 3.1 คุณเอนก จันทิมา เกษตรกรผู้ประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียม	16
ภาพที่ 3.2 การใช้แรงงานคนในการให้น้ำพืชจะใช้เวลาค่อนข้างมาก	16
ภาพที่ 3.3 การส่งกำลังของเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนปั๊ม	17
ภาพที่ 3.4 แขนบังคับควบคุมออกแบบคล้าย ๆ กับเครื่องตัดหญ้าแบบเดิน	17
ภาพที่ 3.5 คอปั๊มของปั๊มแบบแรงเหวี่ยง ซึ่งมีขายทั่วไป	18
ภาพที่ 3.6 เสื้อปั๊มที่ออกแบบคล้ายกับปั๊มแบบขับเคลื่อน	18
ภาพที่ 3.7 การติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังค่อนข้างสูง ทำให้เครื่องลัมง่าย	19
ภาพที่ 3.8 แสดงรูปแบบการกระจายของน้ำเมื่อใช้วิธีบีบปลายท่อจ่ายน้ำ	19
ภาพที่ 3.9 การขำรดของตลับลูกปืนทำให้ใบพัดปั๊มแฉกและเกิดการสึกหรอสูง	20
ภาพที่ 3.10 ใบพัดปั๊มเกิดการแตกหักเนื่องจากมีหินหรือทรายเข้าปั๊มได้	20
ภาพที่ 3.11 การเดินถอยหลังเพื่อให้น้ำกระเทียมทำให้เกิดความไม่สะดวกเท่าที่ควร	21
ภาพที่ 4.1 เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ	24
ภาพที่ 4.2 โครงสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ	24
ภาพที่ 4.3 ล้อของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับทดสอบ	25
ภาพที่ 4.4 ปั๊มที่ออกแบบเพื่อใช้กับเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับทดสอบ	26
ภาพที่ 4.5 แบบของหัวจ่ายน้ำทั้ง 4 แบบ	27
ภาพที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วยรอบในการขับปั๊ม	29
ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำแต่ละแบบ	31
ภาพที่ 4.8 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 1	31
ภาพที่ 4.9 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 2	32
ภาพที่ 4.10 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 3	32
ภาพที่ 4.11 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 4	33
ภาพที่ 4.12 ปัญหาเกิดการอุดตันของหัวจ่ายน้ำแบบที่ 1	33
ภาพที่ 4.13 ปัญหาเกิดการอุดตันบางส่วนของหัวจ่ายน้ำแบบที่ 2	34

ภาพที่ 4.14 ปัญหาเกิดการอุดตันของหัวจ่ายน้ำแบบที่ 3	34
ภาพที่ 4.15 ปัญหาการอุดตันของเศษหญ้าและโคลนที่ตะแกรงกรองทางเข้า	36
ภาพที่ 4.16 ปัญหาการเสียหายของโซ่เนื่องจากโซ่ต้องสัมผัสน้ำและความชื้น	36
ภาพที่ 5.1 เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ	39
ภาพที่ 5.2 ภาพด้านหน้าของเครื่อง	40
ภาพที่ 5.3 ภาพด้านบนของเครื่อง	41
ภาพที่ 5.4 ภาพด้านข้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ	42
ภาพที่ 5.5 โครงสร้างรองรับเครื่องและแขนบังคับลิ้น	42
ภาพที่ 5.6 ภาพด้านข้างและด้านหน้าของล้อขับเคลื่อน	42
ภาพที่ 5.7 ปุ่มที่ออกแบบเพื่อปุ่มคล้ายปุ่มแบบขับเคลื่อน	42
ภาพที่ 5.8 ตะแกรงกรองมีขนาดรูตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร	43
ภาพที่ 5.9 แสดงระบบส่งกำลังสำหรับขับเคลื่อนล้อ	44
ภาพที่ 5.10 การส่งกำลังจากชุดเกียร์ทดผ่านชุดเฟืองดอกจอกไปยังปั๊ม	44
ภาพที่ 5.11 กลไกควบคุมการทำงาน	45
ภาพที่ 5.12 กลไกสำหรับเพิ่มความถี่ให้กับมอเตอร์เกียร์ทด	46
ภาพที่ 5.13 โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ	46
ภาพที่ 6.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วยกปั๊ม	49
ภาพที่ 6.2 กระบะเหล็กสำหรับจำลองร่องน้ำ	51
ภาพที่ 6.3 การควบคุมเครื่องให้น้ำเคลื่อนที่ผ่านกระบะเหล็กซึ่งใส่น้ำไว้เกือบเต็ม	52
ภาพที่ 6.4 การรองรับน้ำที่พุ่งออกจากหัวจ่ายน้ำด้วยถาดสังกะสี	52
ภาพที่ 6.5 รูปแบบแปลงที่ใช้ทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่	53
ภาพที่ 6.6 การให้น้ำกระเทียมโดยเครื่องให้น้ำต้นแบบ (ด้านหน้า)	55
ภาพที่ 6.7 การให้น้ำกระเทียมโดยเครื่องให้น้ำต้นแบบ (ด้านหลัง)	55
ภาพที่ 6.8 การให้น้ำกระเทียมโดยเครื่องให้น้ำต้นแบบ (ด้านข้าง)	56
ภาพที่ 6.9 การให้โดยเกษตรกรกรเจ้าของไร่กระเทียม และการทดสอบใช้เครื่องให้น้ำ กระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นของผู้ช่วยวิจัย	60
ภาพที่ 6.10 การให้น้ำเมื่อปรับรอบเครื่องยนต์ที่ 2,000 รอบ/นาที	61
ภาพที่ 6.11 การให้น้ำเมื่อปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำลง	62

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายจังหวัด 10 อันดับปีการเพาะปลูก 2539/2540	7
ตารางที่ 2.2 แสดงต้นทุนการผลิตกระเทียมต่อไร่ ของเกษตรกรอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ปีการเพาะปลูก 2544/2545	9
ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้น้ำ ของหัวจ่ายน้ำแต่ละแบบ	30
ตารางที่ 6.1 อัตราการไหลที่ปั๊มทำได้ที่ความเร็วรอบในการขับปั๊มต่าง ๆ	48
ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณน้ำที่ได้จากหัวจ่ายต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร	51
ตารางที่ 6.3 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่	54
ตารางที่ 6.4 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย เมื่อกำหนดการทำงานที่ 150 วัน/ปี	59

การออกแบบและประเมินผลเครื่องให้น้ำระหว่างแปลงพืชไร่
DESIGN AND EVALUATION OF CROP WATERING MACHINE
BETWEEN FIELD PLOTS

เสมอขวัญ ตันติกุล
SAMERKHWAN TANTIKUL

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

กระเทียมเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออาชีพเกษตรกรชาวภาคเหนือตอนบน พันธุ์กระเทียมที่เกษตรกรนิยมนำมาปลูกคือพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่และพันธุ์จีน สำหรับปัญหาที่สำคัญในการผลิตกระเทียมได้แก่ การขาดแคลนพันธุ์กระเทียมที่ดี ป่วย ยาป้องกันเชื้อรา ยาฆ่าแมลงซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง และสิ่งที่ถือว่ามีความสำคัญอันดับสูงที่ควรนำมาพิจารณาคือ ค่าจ้างแรงงานที่ใช้ในกระบวนการการเพาะปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตกระเทียมสูงถึง 21,340 บาท/ไร่ หรือ 5.34-6.10 บาท/กิโลกรัม

กระเทียมเป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก ปกติจะให้น้ำ 7 วัน/ครั้ง รวมการให้น้ำตลอดอายุการเพาะปลูกประมาณ 17 ครั้ง ส่วนวิธีการให้น้ำของเกษตรกรโดยทั่ว ๆ ไปคือ การวิดน้ำจากร่องแปลงสาทดลองบนแปลงปลูกกระเทียม แต่วิธีการดังกล่าวทำให้คนทำงานเกิดความเมื่อยล้าสูง และใช้เวลาในการทำงานมาก จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นเกษตรกรผู้ผลิตกระเทียมจึงได้ประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียมขึ้น โดยมีหลักการง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เครื่องดังกล่าวสามารถในการทำงานได้ 5 ไร่/คน/วัน ถึงแม้ว่าการทำงานของคนยังคงมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว ประกอบกับแนวความคิดที่จะต้องส่งเสริมภูมิปัญญาของชาวบ้าน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบขึ้น โดยมีโครงสร้างคล้ายกับรถไถเดินตาม มีระบบขับเคลื่อนเป็นของตัวเอง มีล้อขับเคลื่อน 2 ล้อ สำหรับต้นกำลังใช้เครื่องยนต์เล็ก

เบนซิน 3.8 แรงม้า ความเร็วในการขับเคลื่อนขณะปฏิบัติงาน 12.6 เมตร/นาที ความสามารถในการให้น้ำ 11.19 ลิตร/ตารางเมตร

ผลจากการทดสอบปรากฏว่า ประสิทธิภาพในการทำงานเท่ากับ 85.1 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการทำงาน 1.77 ไร่/ชั่วโมง (14.16 ไร่/วัน) ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.7 ลิตร/ไร่ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แล้วจะเห็นได้ว่า ถ้านำเครื่องไปปรับจ้างให้น้ำกระเทียมในราคาไร่ละ 100 บาท โดยให้มีการใช้งาน 150 วัน/ปี จะให้ผลตอบแทนสุทธิเท่ากับ 171,698 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 42 วัน

Abstract

Garlic is one type of economic crop that is important to farmers in upper northern Thailand where the most popular garlic varieties cultivated consist of local Chiang Mai and Chinese varieties. Problems encountered by farmers during production include the lack of good garlic variety, high cost of fertilizer and pesticide but high labor cost from cultivation to harvesting has proven to be the problem that needs the highest consideration. The above-mentioned problems have caused the over increase in investment for garlic production to reach 21,340 baht/rai or 5.34-6.10 baht/kilogram.

Garlic is a crop that needs abundant supply of water. Ordinarily, water is provided 7 days/time and 17 times during the whole period. To provide water, farmers generally scoop water from a ditch and apply to the garlic plants, however, this method has proven to be too laborious and time wasting. To solve these obstacles, farmers devised a more simple and easy-to-use watering machine specifically for garlic plants. Although this particular machine could water an area of 5 rai/person/day, it has also some disadvantages. In order to reduce the limitations of this machine while maintaining the concept of promoting the local wisdom of the villagers, this research was conducted specifically to design and create a basic model of a watering machine. While being quite similar to a plow, this machine has its own self-driving system with 2 wheels and has a gasoline small engine of 3.8 horsepower. The speed of its driving motion is 12.6 meter/minute while the watering capacity is 11.19 liter/square meter.

The results of the trial showed that the efficiency of the machine was equivalent to 85.1 percent with a work capacity of 1.77 rai/hour (14.16 rai/day) and fuel consumption rate of 0.7 liter/rai. The data resulting from economic analysis of the machine indicated that if the machine is used to water garlic plants at 100 baht/rai during a period of 150 days/year, it produces an equivalent cost of 171,698 baht/year with a 42-year investment period.



บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

พืชไร่เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญประเภทหนึ่ง ซึ่งสามารถนำเงินตราเข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก ดังจะเห็นได้จากอนุสารสถิติและข้อมูลการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร จากความสำคัญทางเศรษฐกิจของพืชไร่ ดังนั้นในการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 รัฐบาลได้กำหนดให้พืชไร่บางชนิดเป็นสินค้าส่งออก โดยสนับสนุนส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มทั้งคุณภาพและปริมาณผลผลิตให้มากขึ้น เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของตลาดและเพียงพอต่อความต้องการสำหรับบริโภคและส่งออก

พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่มีทั่วทุกภาคของประเทศ และการให้ได้มาซึ่งผลผลิตสูง เกษตรกรจำเป็นต้องเอาใจใส่ดูแลรักษาเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากช่วงระยะเวลาในการปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงหลังการเก็บเกี่ยวข้าวนาปี เกษตรกรจะทำการปลูกทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จ ซึ่งอยู่ในราวเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ และจะเก็บเกี่ยวได้ในราวเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม

พืชไร่ที่เกษตรกรปลูกมีมากมายหลายชนิด ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเพาะปลูกแตกต่างกัน เช่น ความต้องการความชื้นของพืชแต่ละชนิด ชนิดของดิน ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และสิ่งที่ถือว่ามีสำคัญที่สุด คือ ความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน เพื่อให้การวิจัยเรื่องการออกแบบและประเมินผลเครื่องให้น้ำระหว่างแปลงพืชไร่สัมฤทธิ์ผลและมีขอบเขตที่ชัดเจน จึงกำหนดพืชไร่ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ กระเทียม (กระเทียมอาจจัดอยู่ในประเภทพืชสวน) และกระเทียมจัดอยู่ในพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจชุมชน และระดับประเทศ ส่วนแหล่งเพาะปลูกกระเทียมคุณภาพดีส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย และพะเยา

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัญหาการปลูกกระเทียมที่เกษตรกรมักประสบอยู่เสมอดังที่ได้กล่าวมาแล้วก็คือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำ ปัญหาแรงงาน ราคาผลผลิต วัชพืชและศัตรูพืช ปุ๋ยและยากำจัดแมลง เป็นต้น สำหรับปัญหาที่สำคัญและนับวันจะทวีความรุนแรงในอนาคตอันใกล้คือ การขาดแคลนแรงงานทางด้านเกษตร ทั้งนี้เพราะแรงงานส่วนใหญ่จะหันเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการด้านอื่น ๆ ส่วนการให้น้ำกระเทียมในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ก็ยังคงใช้วิธีการให้น้ำแบบดั้งเดิม คือ วิธีปล่อยน้ำเข้าในร่องน้ำระหว่างแปลงกระเทียม จากนั้นเกษตรกรจะใช้วิธีรดรดน้ำ (ทางภาคเหนือ

เรียกว่าการใช้กระโจีนวิดน้ำ) จากร่องระหว่างแปลงรดลงบนแปลงกระเทียมจนเปียกโชก (ชูศักดิ์, 2528) จากการสังเกตและสอบถามเกษตรกรที่ใช้วิธีการให้น้ำดังกล่าวพบว่า เกิดความเมื่อยล้าสูง ความสามารถในการให้น้ำต่ำ (1 ไร่/คน/วัน) ค่าจ้างแรงงานสูง (150 บาท/คน/วัน) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าราคาค่าแรงจะสูง แต่เกษตรกรก็ยังไม่สนใจที่จะรับจ้างทำงานในด้านนี้ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นเกษตรกรที่ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จึงได้ประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียมเพื่อนำไปใช้ในไร่กระเทียมของตนเอง ซึ่งก็ได้ผลในระดับหนึ่ง และต่อมาได้พัฒนาจนสามารถใช้งานได้ดีจึงได้ผลิตเพื่อจำหน่าย มีหลักการการทำงานของเครื่องเป็นการเลียนแบบการให้น้ำแบบวิดสาตด้วยคน คือ การนำเอาเครื่องยนต์เล็ก (ประมาณ 3 แรงม้า) ติดตั้งกับโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายโครงรถจักรยาน แล้วส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปขับปั๊มน้ำที่ดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้งาน ปั๊มน้ำจะติดตั้งไว้ด้านล่างของตัวโครงซึ่งปกติจะแช่อยู่ในน้ำ ดังนั้นเมื่อปั๊มน้ำทำงาน ปั๊มน้ำจะดูดน้ำจากร่องระหว่างแปลงแล้วส่งน้ำออกที่หัวจ่ายน้ำรดลงบนแปลงพืช ลักษณะดังกล่าวเหมือนคนวิดสาตน้ำลงบนแปลงนั่นเอง สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวนี้ ถือเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านอย่างแท้จริง และควรอย่างยิ่งที่จะได้รับการส่งเสริม และสนับสนุน ตลอดจนหาวิธีการพัฒนาให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้ใช้เครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น และจากการทดสอบและสังเกตการทำงานของเครื่องพบว่า ยังมีปัญหาและข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องอยู่หลายประการ คือ ประการแรกการบังคับควบคุมเครื่องยังทำได้ลำบาก ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องดังกล่าวมีล้อรองรับน้ำหนักซึ่งทำด้วยล้อจักรยานที่มีหน้ายางแคบเพียงล้อเดียว จึงทำให้ล้อจมโคลนได้ง่าย ส่วนการวางตำแหน่งเครื่องยนต์ก็อยู่ในตำแหน่งค่อนข้างสูง เป็นผลทำให้เกิดการล้มหรือพลิกคว่ำได้ง่าย ปัญหาประการที่สองคือน้ำที่ออกจากหัวจ่ายน้ำยังมีรูปแบบที่ยังไม่เหมาะสมกับลักษณะของพืช และการควบคุมการทำงานได้ลำบาก ซึ่งจะทำให้ต้นพืชได้รับความเสียหาย ปัญหาประการที่สามคือการขับเคลื่อนนิยมลากถอยหลังเพราะสามารถควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำได้ง่ายกว่าและล้อมีโอกาสดมโคลนได้น้อยกว่า แต่จะไม่สะดวกหากต้องทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ ปัญหาประการสุดท้ายคือทำให้เกิดความเมื่อยล้าเนื่องจากการบังคับเครื่องทำได้ลำบากเพราะต้องใช้แรงในการทำงานสูง

จากปัญหาและข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้น และเพื่อส่งเสริมภูมิปัญญาชาวบ้าน ตลอดจนลดข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่าควรต้องมีการศึกษา เพื่อที่จะออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำระหว่างแปลงพืชไร่ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งพอจะประมาณได้ดังต่อไปนี้

1. ใช้เครื่องยนต์เล็กที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา โดยเครื่องยนต์ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการปั้มน้ำ ซึ่งออกแบบและดัดแปลงให้เหมาะสมกับงาน และขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่ขับเคลื่อนล้อ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่โดยไม่ต้องออกแรงขุดลาก (ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง)
2. คนสามารถบังคับเครื่องและให้น้ำได้ด้วยตนเอง (ทำงานเพียงคนเดียว)
3. สามารถให้น้ำพืชไร่ได้พร้อมกันทั้ง 2 แปลง โดยสามารถปรับรูปแบบและปริมาณให้น้ำได้ตามความเหมาะสม การควบคุมสามารถทำได้ง่าย
4. เครื่องให้น้ำต้องมีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักที่เหมาะสม
5. มีชุดเกียร์ทดที่สามารถเปลี่ยนความเร็วในการขับเคลื่อน เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลและวิธีการปลูกกระเทียม เพื่อให้เหมาะสมกับการให้น้ำ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงาน ข้อดี ข้อด้อย ของเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการออกแบบ และสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ ความสามารถในการทำงาน และประเมินผลเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ เปรียบเทียบกับเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น
- 1.2.5 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อใช้เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบนี้ มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อส่งเสริมและพัฒนาภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยศึกษาข้อดีและข้อด้อย ของเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพาะปลูกกระเทียม ปัญหาการปลูกกระเทียม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะในเขตภาคเหนือตอนบน (จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน) ซึ่งพื้นที่อยู่ในเขตการให้น้ำจากชลประทาน และมีพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมจำนวนมาก จากนั้นจะนำข้อสรุปดังกล่าวมาออกแบบ และสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ รวมถึงการทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว จึงจัดกระบวนการวิจัยดังนี้

1.4.1 ศึกษาปัญหาต่าง ๆ ในการเพาะปลูกกระเทียมและต้นทุนในกระบวนการผลิตกระเทียม

1.4.2 ศึกษาการปลูกกระเทียม การจัดทำแปลงเพาะปลูกกระเทียม และความกว้างความลึกของร่องระหว่างแปลงกระเทียมให้เหมาะสมกับการใช้เครื่องให้น้ำ

1.4.3 ศึกษาปริมาณการให้น้ำกระเทียมในแต่ละครั้งของเกษตรกรเมื่อใช้วิธีการให้น้ำแบบดั้งเดิม (การรดน้ำจากร่องแปลงลาดลงบนแปลงพืช) และปัญหาการให้น้ำโดยใช้แรงงานคน

1.4.4 ศึกษาความเหมาะสมเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น

1.4.5 ออกแบบ สร้าง และทดสอบการใช้งานของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบเพื่อหาข้อสรุปและข้อจำกัดในการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับ

1.4.6 ออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ

1.4.7 ทำการทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ ตลอดจนวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

1.4.8 จัดทำข้อสรุปและข้อเสนอแนะในการศึกษาและวิจัยครั้งต่อไป

1.4.9 เผยแพร่ผลการวิจัย และเผยแพร่การใช้เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบที่ปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งาน แก่เกษตรกรในเขตภาคเหนือ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบรายละเอียดข้อมูลการเพาะปลูกกระเทียม ปัญหาการเพาะปลูกกระเทียมเพื่อนำไปแก้ไขให้เหมาะสมกับการให้น้ำด้วยเครื่องให้น้ำ

1.5.2 ได้ทราบข้อดีและข้อด้อยของเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น

1.5.3 ได้เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ ที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานสูง

1.5.4 ได้แนวทางในการวิจัยและศึกษาเครื่องให้น้ำในลักษณะนี้กับพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

1.5.5 ได้ข้อสรุป ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ สำหรับการพัฒนาเครื่องให้น้ำในลักษณะดังกล่าวต่อไป

1.5.6 เป็นข้อมูลสำหรับผู้ศึกษา พัฒนา และวิจัยในโอกาสต่อไป

บทที่ 2

ความสำคัญ ปริมาณการผลิต และปัญหาการเพาะปลูกกระเทียม

ข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบ สร้าง เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบประกอบ ด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของกระเทียม ปริมาณการผลิต การเพาะปลูก และปัญหาเกี่ยวกับการเพาะปลูกกระเทียมในปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความสำคัญ ปริมาณการเพาะปลูกและผลผลิตกระเทียม

กระเทียม (*Allium Sativum linn*) จัดเป็นพืชผักชนิดหนึ่ง อาจมีชื่อเรียกเป็นต่าง ๆ กันตามท้องถิ่นที่ปลูก โดยทั่วไปเรียกกระเทียมจีน กระเทียมขาวหรือหอมขาว (อุดรธานี) หอมเทียม (ภาคเหนือ) กระเทียมเป็นพืชที่รู้จักกันมานาน สันนิษฐานว่ามีแหล่งกำเนิดจากประเทศจีนและอินเดีย ในปัจจุบันกระเทียมถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่พืชหลักในการส่งออกของประเทศ แต่มีมูลค่าในการซื้อขาย มีเงินหมุนเวียนภายในประเทศถึงปีละมากกว่า 4,000 ล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากกระเทียมเป็นพืชที่นิยมบริโภคภายในประเทศสูง ดังนั้นผลผลิตเกือบทั้งหมดจึงจำหน่ายภายในประเทศ ซึ่งปกติใช้สำหรับการปรุงอาหาร ใช้ทำยารักษาโรค ทำอาหารสำเร็จรูป และใช้ในงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ เนื่องจากคนไทยได้ใช้กระเทียมในการบริโภค และใช้ในกิจการอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก จึงอาจกล่าวได้ว่า กระเทียมเป็นพืชที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีพ ซึ่งจะขาดมิได้ ประเทศไทยจัดอยู่ในอันดับ 5 ของผู้ผลิตมากที่สุดในเอเชีย และประเทศจีนเป็นประเทศที่มีผลผลิตกระเทียมมากที่สุดของโลก จากสถิติในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยสามารถผลิตกระเทียมได้ 805,000 ตัน โดยมีพื้นที่เพาะปลูก 233,000 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2541) คนไทยบริโภคกระเทียมต่อคนต่อปีเฉลี่ย 3.42 กิโลกรัม พื้นที่เพาะปลูกสามารถทำได้เกือบทั่วประเทศ แหล่งปลูกและผลผลิตกระเทียมมากที่สุดคือภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย และพะเยา (เศกศักดิ์, 2538) สำหรับแหล่งปลูกกระเทียมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่สำคัญได้แก่ ศรีสะเกษ ชัยภูมิ นครพนม สุรินทร์ และนครราชสีมา (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2541) ถึงอย่างไรก็ตามปริมาณการผลิตกระเทียมในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อการบริโภคและอุตสาหกรรมภายในประเทศ จากอนุสารสถิติและข้อมูลการเกษตร กองแผนงานกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2539/40 พบว่าเนื้อที่เพาะปลูกกระเทียมทั่วประเทศมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพบว่าพื้นที่การเพาะปลูกกระเทียมในช่วงปี พ.ศ. 2537-2540 มีพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศเท่ากับ 154,391, 159,766, 166,541, และ 171,212 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกกันมากในเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน และแม่ฮ่องสอน รวมพื้นที่

ที่เพาะปลูกคือ 53,662, 37,330 และ 18,659 ไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดเท่ากับ 32.63, 22.68 และ 11.34 เปอร์เซ็นต์

2.2 พันธุ์กระเทียมที่นิยมปลูกของประเทศไทย

สำหรับพันธุ์กระเทียมที่เกษตรกรไทยนิยมปลูกมีอยู่ 4 พันธุ์ด้วยกัน คือ พันธุ์พื้นเมืองศรีสะเกษ พันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ พันธุ์บางช้าง และพันธุ์จีน (ประสิทธิ์, 2528) คุณลักษณะสำคัญของแต่ละพันธุ์มีดังนี้

1. พันธุ์พื้นเมืองศรีสะเกษ มีลักษณะหัวกลม ป้อม ขนาดเล็กกว่ากระเทียมจีน หัวหนึ่งหัวแกะได้ 8-13 กลีบ น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อหัวประมาณ 70 กรัม ลักษณะปลายกลีบมีหางแหลมสีขาวปนเหลือง ระยะเวลาที่ใช้ปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวประมาณ 70-90 วัน ลำต้นและใบเล็กยาว และสูงกว่ากระเทียมจีนอย่างเห็นได้ชัด เมื่อต้นกระเทียมแก่ลำต้นจะเอนล้มเกือบทั้งแปลง ผลผลิตแห้งจะประมาณ 500-600 กิโลกรัม/ไร่ (มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลง 85 เปอร์เซ็นต์)

2. พันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ ขนาดของหัวโตกว่ากระเทียมพันธุ์พื้นเมืองศรีสะเกษเพียงเล็กน้อย แต่เล็กกว่ากระเทียมจีน มีลักษณะหัวกลมแบน สีเปลือกนอกขาวปนม่วง หัวหนึ่งหัวแกะได้ 8-10 กลีบ ขนาดหัวสดประมาณ $4 \times 5 \times 4$ เซนติเมตร น้ำหนักหัวสดเฉลี่ย 75 กรัม อายุประมาณ 110-130 วัน ผลผลิตแห้งประมาณ 600-800 กิโลกรัมต่อไร่ หรือน้ำหนักสดประมาณ 3,000-3,500 กิโลกรัม/ไร่ การปลูกจะใช้กระเทียมพันธุ์ประมาณ 100 กิโลกรัมต่อไร่

3. พันธุ์บางช้าง มีลักษณะคล้ายกับกระเทียมพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ คาดว่าเกษตรกรทางภาคกลางแถบดำเนินสะดวก อำเภอบางช้าง จังหวัดราชบุรี นำพันธุ์จากภาคเหนือไปปลูกกลีบและหัวที่ได้จะเล็กกว่ากระเทียมพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่

4. พันธุ์จีน ลักษณะหัวกระเทียมจะกลมรี มีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่มาก หัวหนึ่งหัวจะแกะกลีบได้ 2-6 กลีบ ขนาดของหัวจะประมาณ $5 \times 5 \times 5$ เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 100 กรัม ลำต้นและใบอวบ อายุในการปลูกประมาณ 150-180 วัน สามารถเก็บรักษาได้ 4-6 เดือน ถ้าทำให้แห้งจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลง 65 เปอร์เซ็นต์ การปลูกจะใช้กระเทียมพันธุ์ประมาณ 100-150 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตแห้งที่ได้ประมาณ 800-1,000 กิโลกรัม/ไร่

พันธุ์กระเทียมที่นิยมปลูกในภาคเหนือได้แก่ พันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ และหากเป็นการปลูกนอกฤดูกาลเกษตรกรจะนิยมปลูกพันธุ์นี้มาก เพราะใช้ทำเป็นกระเทียมดองได้ดี ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมปลูกพันธุ์พื้นเมืองศรีสะเกษ ชาวภาคกลางนิยมปลูกพันธุ์บางช้าง สำหรับพันธุ์ที่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่สุดได้แก่ พันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่และพันธุ์บางช้าง (เก็บรักษาเพื่อขายเมื่อราคากระเทียมในท้องตลาดสูงขึ้น) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันกระเทียมพันธุ์จีน เป็นที่นิยม

ปลูกมากขึ้นเพราะห้วมีขนาดใหญ่ ผลผลิตที่ได้ต่อไร่สูง และเป็นที่ต้องการของตลาดในปัจจุบัน (รูปที่ 2.1) เพื่อให้เห็นภาพปริมาณพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณผลผลิต จากตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็น ปริมาณการผลิตกระเทียม จำแนกตามพื้นที่ ซึ่งมีปริมาณการผลิตจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 2.1 พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายจังหวัด 10 อันดับ ปีการเพาะปลูก 2539/2540

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ตัน)	ผลผลิตที่ได้ต่อไร่ (กิโลกรัม)
1. เชียงใหม่	55,685	55,574	1,016
2. ลำพูน	40,344	34,817	875
3. แม่ฮ่องสอน	19,738	17,744	916
4. เชียงราย	11,461	9,066	791
5. ลำปาง	11,159	7,242	661
6. พะเยา	9,812	5,995	614
7. ศรีสะเกษ	5,116	4,635	912
8. ตาก	3,935	3,758	966
9. น่าน	2,816	1,597	570
10.แพร่	2,119	1,246	617

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

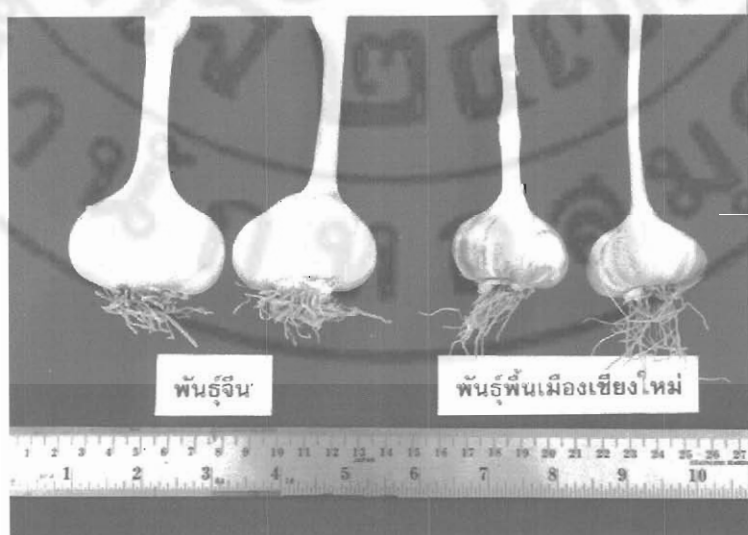
2.3 การเพาะปลูกกระเทียม ต้นทุนและปัญหาการเพาะปลูกกระเทียม

กระเทียมเป็นพืชผักประเภทหัวขนาดเล็กมีเนื้ออ่อน มีอายุการปลูกประมาณ 70-180 วัน ชอบอากาศเย็น (ประมาณ 12-22 องศาเซลเซียส) และเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ซึ่งมีค่า pH ระหว่าง 6.0-6.5 และกระเทียมยังเป็นพืชที่ต้องการน้ำและความชื้นในดินค่อนข้างมาก ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตต้องการความชื้นสูง จะอยู่ในช่วง 80-100 เปอร์เซ็นต์ (ความชื้นที่ดินดูดซับไว้ได้) ดังนั้นการปลูกกระเทียมในระยะแรกจะต้องให้น้ำประมาณ 3-5 วัน/ครั้ง เมื่อกระเทียมเริ่มลงหัวจะให้น้ำประมาณ 7 วัน/ครั้ง ผลจากการสำรวจการปลูกกระเทียมในภาคเหนือตอนบนพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ปลูกกระเทียมจะประมาณ 4-5 เดือน ซึ่งเกษตรกรจะให้น้ำเฉลี่ยประมาณ 17 ครั้ง ส่วนแสงแดดที่กระเทียมต้องการประมาณ 9-11 ชั่วโมง/วัน

ในทางปฏิบัติเกษตรกรทางภาคเหนือจะให้น้ำกระเทียมโดยเว้นระยะห่างทุก ๆ 7 วัน (7 วันครั้ง) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่หรือความชื้นของดิน การเพาะปลูกกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนส่วนมากจะปลูกในเขตรับน้ำชลประทาน ซึ่งมีน้ำค่อนข้างสมบูรณ์ เกษตรกรจะเตรียมแปลงปลูกซึ่งมีความกว้างตั้งแต่ 1 เมตร จนถึง 2.5 เมตร ยาวตามแนวของพื้นที่ปลูก ระหว่างแปลงจะทำเป็นร่อง (ใช้ทำเป็นทางเดินและร่องน้ำ) โดยทั่วไปจะมีความกว้างประมาณ 35-50 เซนติเมตร ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร (รูปที่ 2.2) สำหรับพืชผักหรือพืชไร่ชนิดอื่นแปลงและร่องน้ำระหว่างแปลงอาจแตกต่างกันไปจากนี้ (รูปที่ 2.3)

ระยะเวลาเพาะปลูกกระเทียมส่วนใหญ่จะกระทำหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ซึ่งปีหนึ่งจะทำการปลูกประมาณ 2 ช่วง คือ เพาะปลูกช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ซึ่งจะเก็บเกี่ยวประมาณเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ (อายุการปลูกประมาณ 75-90 วัน) กระเทียมที่ปลูกในช่วงนี้เรียกว่ากระเทียมดอก หรือกระเทียมเบา นิยมนำไปทำกระเทียมดอง เพราะไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน เนื่องจากหัวจะผุเร็ว ผลผลิตที่ได้จะประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมด สำหรับช่วงเพาะปลูกที่สอง คือ ช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม ซึ่งจะปลูกหลังจากเก็บเกี่ยวข้าว และจะทำการเก็บเกี่ยวระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน อายุการเพาะปลูกประมาณ 90-120 วัน กระเทียมที่ปลูกในช่วงนี้เรียกว่ากระเทียมปี ปกติเกษตรกรจะทำเป็นกระเทียมแห้ง เพราะสามารถเก็บไว้ได้นาน

สำหรับต้นทุนในการเพาะปลูกจนถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้น จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน พบว่า ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยประมาณ 21,340 บาท/ไร่ หรือ 5.34-6.10 บาท/กิโลกรัม ส่วนรายละเอียดต้นทุนการผลิตดังแสดงในตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.1 กระเทียมพันธุ์จีนเมื่อเทียบกับพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่

ตารางที่ 2.2 แสดงต้นทุนการผลิตกระเทียมต่อไร่ ของเกษตรกรอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ปีการเพาะปลูก 2544/2545

1. ค่าพันธุ์กระเทียม 150 กิโลกรัม ๆ ละ 35 บาท (ปกติจะใช้พันธุ์ 120-150 กิโลกรัม/ไร่ ราคาจะอยู่ระหว่าง 30-50 บาท/กิโลกรัม)	5,250	บาท
2. ค่าจ้างในการเตรียมดินและยกร่องแปลง	3,000	บาท
3. ค่าเช่าที่ดิน เฉพาะปลูกกระเทียม (ปกติเกษตรกรจะเช่าพื้นที่ทั้งปี ๆ ละ 2,000 บาท/ไร่)	1,000	บาท
4. ค่าปุ๋ยคอกรองพื้น (10 กระสอบปุ๋ย/ไร่ กระสอบละ 20 บาท)	200	บาท
5. ค่าฟางคลุมแปลง (350 มัด/ไร่ ปกติมัดละ 5 บาท)	1,750	บาท
6. ค่ายาฆ่าแมลง (2 ครั้ง ๆ ละ 1 ลิตร ๆ ละ 150 บาท)	300	บาท
7. ค่ายาป้องกันเชื้อรา (17 ครั้ง ๆ 1 กิโลกรัม ๆ ละ 140 บาท)	2,380	บาท
8. ค่าปุ๋ยเคมี (2 กระสอบ/ไร่ กระสอบละ 500 บาท)	1,000	บาท
9. ค่ายาคุมหญ้า (1 ลิตร ๆ ละ 100 บาท)	100	บาท
10. ค่าจ้างปลูก (10 คน ๆ ละ 120 บาท ส่วนมากเป็นแรงงานหญิง)	1,200	บาท
11. ค่าจ้างคลุมฟาง (3 คน ๆ ละ 150 บาท ส่วนมากเป็นแรงงานชาย)	450	บาท
12. ค่าจ้างถอนหญ้า (2 ครั้ง ครั้ง 4 คน ๆ ละ 120 บาท)	960	บาท
13. ค่าเก็บเกี่ยว (5 คน ๆ ละ 120 บาท)	600	บาท
14. ค่ามัดจุกกระเทียม (5 คน ๆ ละ 120 บาท)	600	บาท
15. ค่าให้น้ำกระเทียมแบบใช้แรงงานคน (17 ครั้ง ๆ ละ 150 บาท)	2,550	บาท
รวมเป็นเงิน	21,340	บาท
ผลผลิตที่ได้/ไร่ (พันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่หรือพันธุ์จีน)	3,500-4,000	กิโลกรัม/ไร่
ต้นทุนเฉลี่ย/กิโลกรัม (ราคาขายเป็นกระเทียมสด 7-9 บาท และแห้ง 20-25 บาท)	5.34-6.10	บาท

ราคาขายเป็นราคาที่ได้จากการสำรวจจากเกษตรกรโดยตรง ณ วันที่ 10 - 15 มีนาคม 2545

จากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนการผลิตกระเทียมค่อนข้างสูง คือ 21,340 บาท/ไร่ หากเกษตรกรขายกระเทียมในลักษณะเป็นกระเทียมสดจากไร่ (ราคาประมาณ 7-9 บาท) จะได้กำไรแค่เพียง 3,160-14,660 บาท/ไร่ เท่านั้น ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมจึงต้องรับภาระความเสี่ยงค่อนข้างสูง คือปีใดราคาซื้อขายกระเทียมตกต่ำมาก เกษตรกรจะประสบปัญหาขาดทุนทันที เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในกระบวนการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวกระเทียมจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในส่วน of ค่าพันธุ์กระเทียมค่อนข้างสูง ส่วนการเตรียมดินที่มีค่าใช้จ่ายสูง มักจะนำไปใช้เป็นการแปลงปัจจัยที่สำคัญอีกอันหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตกระเทียมค่อนข้างสูงก็คือ ค่าจ้างแรงงานคนในการให้น้ำกระเทียม (รูปที่ 2.4) ทั้งนี้เพราะแรงงานคนให้น้ำกระเทียม 1 คน จะมีความสามารถในการให้น้ำ 1 ไร่ต่อ 1 วัน และกระเทียมเป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก ประมาณทุก ๆ 7 วัน รวมจำนวนครั้งที่ให้น้ำเมื่อสิ้นสุดการปลูกประมาณ 17 ครั้ง การให้น้ำกระเทียมโดยใช้แรงงานคนซึ่งมักจะมีค่าจ้าง แล้วยังเกิดความเมื่อยล้าสูง

ดังนั้นการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นการสมควรที่จะนำเครื่องทุ่นแรงเข้ามาช่วยในการให้น้ำกระเทียม ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในบทต่อ ๆ ไป



รูปที่ 2.2 ลักษณะแปลงกระเทียมและร่องระหว่างแปลง



รูปที่ 2.3 ลักษณะของแปลงและร่องระหว่างแปลงพืชผัก



รูปที่ 2.4 การใช้แรงงานคนให้น้ำพืชบนแปลง

บทที่ 3

เครื่องให้น้ำที่เกษตรกรประดิษฐ์

การประดิษฐ์เครื่องมือหรือเครื่องจักรทางการเกษตรของเกษตรกร นับว่าเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่ควรจะได้รับ การส่งเสริมจากหน่วยงานของรัฐและสถาบันการศึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งนี้เนื่องจากการประดิษฐ์เครื่องมือหรือเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรได้สร้างขึ้นส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรเอง โดยปกติแล้วเครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรสร้างขึ้นมักจะมีลักษณะการทำงานง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้วัสดุที่มีอยู่ทั่วไปในท้องตลาด ใช้งานง่าย และข้อสำคัญต้องราคาถูก ปัจจุบันจึงทำให้เครื่องมือหรือเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรสร้างขึ้น ได้รับการยอมรับจากเกษตรกรทั่วไป

3.1 สาเหตุการประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียม

สำหรับเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบที่สร้างขึ้นก็เช่นเดียวกัน เป็นเครื่องทุ่นแรงหรือเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรผู้ทำไร่กระเทียมได้ประดิษฐ์ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เริ่มแรกเพื่อนำมาใช้ในไร่กระเทียมของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาความล่าช้า และลดความเหน็ดเหนื่อยในการให้น้ำกระเทียม โดยวิธีดั้งเดิมซึ่งใช้แรงงานคน เกษตรกรผู้ประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบนี้คือ นายเอนก จันทิมา (รูปที่ 3.1) อายุ 48 ปี อยู่บ้านเลขที่ 97/1 บ้านสันป่าสัก หมู่ 2 ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ผลจากการเข้าไปสัมภาษณ์เกษตรกรผู้นี้พบว่า ปัญหาการทำไร่กระเทียมของเกษตรกร โดยทั่วไปเกิดจากพันธุ์กระเทียมพันธุ์ที่ดีมีจำนวนไม่มากนัก เกษตรกรไม่นิยมปลูกกระเทียมพันธุ์เดียวกันในพื้นที่เดียวกัน ติดต่อกันหลายปี เพราะเนื่องจากว่าจะมีผลต่อคุณภาพและจำนวนผลผลิตของกระเทียมที่ได้ในปีถัดไปด้อยลง การแก้ปัญหาของเกษตรกรบางครั้งอาจต้องลักลอบนำกระเทียมจากประเทศพม่ามาทำเป็นแม่พันธุ์ (กระเทียมพันธุ์จีน) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ปัญหาอื่นได้แก่ ปัญหาศัตรูพืช เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของการเคมีหรือยาฆ่าแมลงค่อนข้างสูง ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย ปัญหาเรื่องฟางที่ใช้คลุมแปลง เนื่องจากการเก็บเกี่ยวข้าวในปัจจุบันเปลี่ยนไป การเก็บเกี่ยวในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องเกี่ยวนวด ทำให้ฟางที่ได้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้คลุมแปลงกระเทียม ทำให้เกษตรกรชาวไร่กระเทียมต้องหาซื้อฟางจากแหล่งอื่น ที่ยังใช้วิธีการนวดข้าวแบบดั้งเดิม มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นเช่นกัน และปัญหาสุดท้ายซึ่งมีความสำคัญคือ ปัญหาเรื่องแรงงานทางด้านเกษตรกรรม ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการขาดแคลนแรงงานและ

ค่าจ้างแรงงานที่มีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้น อีกทั้งความสามารถในการการทำงานโดยใช้แรงงานคนในการให้น้ำ (รูปที่ 3.2) ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากกระเทียมเป็นพืชที่ต้องการปริมาณน้ำในปริมาณที่มากพอสมควร (ปกติประมาณ 3-10 วัน/ครั้ง) ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายการจ้างให้น้ำกระเทียมมาก และการให้น้ำวิธีการดั้งเดิมต้องใช้เวลามาก (1 ไร่/คน/วัน) อีกทั้งยังเป็นงานที่เหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า จากการทำงานดังกล่าว ดังนั้นจึงเกิดแรงจูงใจในการประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบขึ้น

3.2 รูปแบบและการทำงานของเครื่องให้น้ำกระเทียม

สำหรับเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบที่เกษตรกรประดิษฐ์นั้น ในตอนแรกได้ดัดแปลงตัวโครงของเครื่องตัดหญ้าแบบเข็นที่มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยได้ดัดแปลงให้มีระยะห่างของล้อแคบลงและยังคงใช้ล้อ 2 ล้อ สำหรับปั้มน้ำได้ออกแบบปั้มเองโดยอาศัยหลักการทำงานเช่นเดียวกับกับปั้มแบบซับเมอร์ส (Submersible Pump) หรือที่ชาวบ้านนิยมเรียกว่า “ปั้มโดโว” ผลจากการทดลองใช้งานพบว่ายังมีข้อจำกัดมากมาย เช่น ลักษณะของโครงตัวรถมีขนาดใหญ่เทอะทะ ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน การที่รถมี 2 ล้อ ทำให้การเลี้ยวหัวแปลงทำได้ยาก และการออกแบบใบพัดปั้มด้วยตนเองทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต ซึ่งมีผลทำให้อัตราการส่งน้ำยังไม่ดีเท่าที่ควร จากปัญหาดังกล่าวเกษตรกรผู้ประดิษฐ์ จึงได้พัฒนารูปแบบของเครื่องให้น้ำกระเทียม โดยในตอนแรกดัดแปลงใช้โครงรถจักรยานบางส่วนมาทำเป็นตัวโครงของเครื่องให้น้ำ โดยใช้ล้อของรถจักรยานเป็นล้อสำหรับลากเลื่อนเพียงล้อเดียว ได้ติดตั้งเครื่องยนต์เล็กไว้ด้านบนเพื่อส่งกำลังไปขับปั้ม (รูปที่ 3.3) การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังปั้มใช้วิธีง่าย ๆ โดยการบิดสายพานเพื่อเปลี่ยนมุมในการส่งกำลัง (เช่นเดียวกับรถตัดหญ้าแบบเข็นที่มีจำหน่ายทั่วไป) ส่วนการควบคุมบังคับรถ ได้ออกแบบแขนสำหรับบังคับควบคุมแบบง่าย ๆ มีลักษณะคล้าย ๆ กับเครื่องตัดหญ้าแบบเข็น (รูปที่ 3.4) ส่วนการแก้ปัญหาปั้มน้ำกระทำโดยการใช้คอปปั้ม (ใบพัดปั้ม) ของปั้มน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) (รูปที่ 3.5) ซึ่งมีขายทั่วไป นำมาประกอบกับเรือนล้อปั้มที่ออกแบบเอง (รูปที่ 3.6) คล้ายกับเรือนล้อปั้มของปั้มแบบซับเมอร์ส ดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งมีผลทำให้ปัญหาการอุดตันและความยุ่งยากในการออกแบบใบพัดปั้มหมดไป อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีปัญหาในเรื่องความสูงของเครื่อง (รูปที่ 3.7) เนื่องจากตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องยนต์ยังค่อนข้างสูง จึงทำให้จุดศูนย์กลางของเครื่องอยู่สูงไปด้วย ซึ่งจะทำให้การควบคุมรถค่อนข้างยาก และเกิดการล้มได้ง่าย ดังนั้นในช่วงต่อมาจึงเปลี่ยนจากการใช้ล้อรถจักรยานธรรมดาเป็นล้อจักรยานที่มีขนาดความกว้างวงล้อเล็กลง และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของยางโตขึ้น (ปกติใช้จักรยานเสือภูเขาหรือที่เรียกว่าจักรยาน บี.เอ็ม.เอ็กซ์) ซึ่งทำให้ความสูงของเครื่องลดลง ในขณะที่เดียวกันยางที่โตขึ้นจะลดการจมของล้อได้อีกทาง

หนึ่ง ส่วนหัวจ่ายน้ำนั้นเกษตรกรผู้ประดิษฐ์ได้ใช้วิธีการบีบปลายท่อเพื่อให้น้ำกระจายไปยังแปลงได้สม่ำเสมอมากขึ้น (รูปที่ 3.8)

3.3 การขยายการผลิตเครื่องให้น้ำกระเทียมของเกษตรกร

การพัฒนาได้กระทำมาอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเห็นว่าเครื่องให้น้ำกระเทียมสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ เกษตรกรผู้ประดิษฐ์ได้นำไปใช้งานในไร่กระเทียมของตนเอง ซึ่งได้ผลเป็นที่พอใจ และได้รับความสนใจจากเกษตรกรที่ทำไร่กระเทียมในบริเวณข้างเคียง ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องให้น้ำกระเทียมดังกล่าวสามารถลดแรงงานได้มาก อีกทั้งมีความสามารถในการทำงานได้สูงกว่าการใช้แรงงานคนหลายเท่า จึงขอยืมเครื่องให้น้ำดังกล่าวไปทดลองใช้ และเกษตรกรที่ได้ใช้เครื่องส่วนใหญ่พอใจ จึงขอให้ผู้ประดิษฐ์ได้ผลิตเครื่องให้น้ำกระเทียมให้แก่ตนเอง

แรกที่เดียวจะผลิตเครื่องให้น้ำกระเทียมให้กับเกษตรกรที่ทำไร่กระเทียมในบริเวณใกล้เคียงกัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคนในหมู่บ้านเดียวกันในราคาเครื่องละ 500 บาท ทั้งนี้วัสดุเกือบทั้งหมดผู้สั่งทำต้องจัดหาเอง (ไม่รวมราคาเครื่องยนต์ต้นกำลัง) เช่น โครงรถจักรยานเก่า และชิ้นส่วนต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นของที่ใช้แล้ว ในปีแรก (ปี พ.ศ. 2533) สามารถผลิตได้ประมาณ 10 เครื่อง หลังจากนั้นในปีต่อมาเริ่มมีความต้องการเครื่องให้น้ำกระเทียมมากขึ้น จึงทำให้ยอดการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 40-50 เครื่อง ส่วนราคายับยั้งขึ้นเป็น 1,500 บาท/เครื่อง (วัสดุผู้ผลิตจัดหาเอง) หลังจากนั้นอีก 2-3 ปี มีความต้องการจากหมู่บ้านที่ไกลออกไป รวมถึงต่างอำเภอหรือต่างจังหวัด ทำให้มียอดส่งจองเพิ่มขึ้นเป็น 100-200 เครื่อง/ปี ส่วนราคาสูงขึ้นเป็น 2,500 บาท/เครื่อง ส่วนยอดการผลิตถึงปัจจุบันมีประมาณ 1,000 เครื่อง

3.4 สรุปข้อดีเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรผลิตขึ้น

จากการสอบถามผู้ประดิษฐ์และผู้ใช้เครื่องให้น้ำดังกล่าว สามารถสรุปข้อดีได้ดังต่อไปนี้

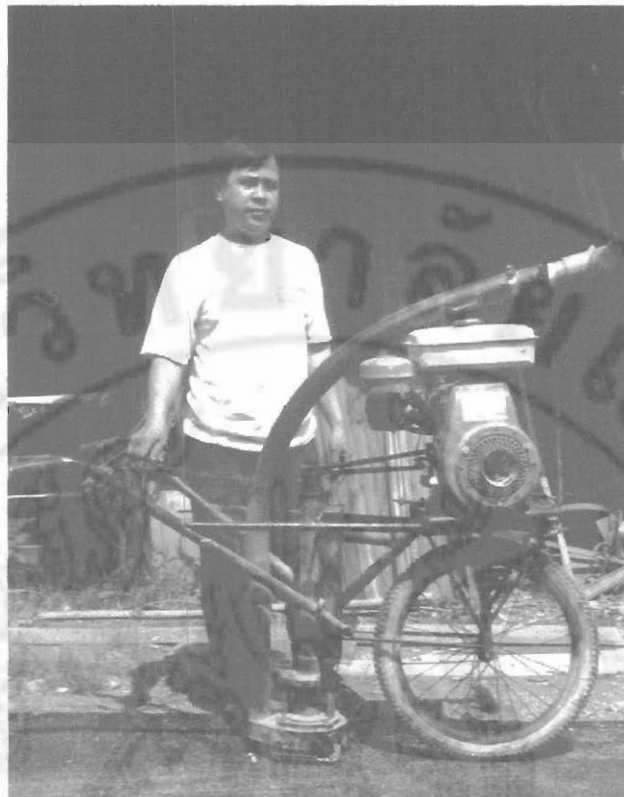
- 3.4.1 มีความสามารถในการทำงานค่อนข้างดี สามารถให้น้ำไร่กระเทียมประมาณ 5 ไร่/คน/วัน
- 3.4.2 ประหยัดเชื้อเพลิงเนื่องจากใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังขนาดเล็ก (3-5 แรงม้า)
- 3.4.3 ลดความเมื่อยล้าเนื่องจากการให้น้ำโดยวิธีใช้แรงคน
- 3.4.4 ลดค่าจ้างแรงงาน
- 3.4.5 ลดค่าใช้จ่ายในส่วนการจัดเลี้ยงหลังเสร็จงาน (วัฒนธรรมท้องถิ่นทางภาคเหนือ)
- 3.4.6 สามารถติดตั้งปั๊มแรงดันสูงสำหรับพ่นสารเคมีได้

3.5 สรุปข้อด้อยหรือข้อจำกัดของเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น

จากการทดสอบใช้เครื่องและสังเกตการทำงานพบว่าเครื่องให้น้ำที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นยังมีข้อจำกัดในการทำงาน ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

- 3.5.1 เกิดการชำรุดของตลับลูกปืนตัวล่างที่ติดกับปั๊ม เนื่องจากตลับลูกปืนตัวดังกล่าวต้องแช่อยู่ในน้ำขณะทำงาน ซึ่งปกติตลับลูกปืนต้องไม่ให้ถูกน้ำ ความชื้น และสิ่งสกปรก เมื่อตลับลูกปืนชำรุดทำให้เกิดการแกว่งของเพลลา (รูปที่ 3.9) ทำให้ใบพัดปั๊มได้รับความเสียหาย
- 3.5.2 เนื่องจากมีล้อลากเลื่อนเพียงล้อเดียวและมีน้ำหนักลงบนจุดเดียว ซึ่งจะทำให้ล้อเกิดการจมได้ โดยเฉพาะในกรณีที่ทำงานบนพื้นดินอ่อนหรือเป็นดินโคลน
- 3.5.3 เกิดการสั่นสะเทือนสูงจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง ซึ่งจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้บ้าง
- 3.5.4 ใบพัดปั๊มเกิดการสึกกร่อน แตกหัก และบิ่นเสียหายได้ง่าย (รูปที่ 3.10) เนื่องจากไม่มีตะแกรงกรองทำให้หินหรือทรายเข้าสู่ปั๊มได้ง่าย
- 3.5.5 การบังคับควบคุมนิยมนั่งเครื่องถอยหลัง เนื่องจากเข็นดันไปข้างหน้าอาจเกิดการจมของ ล้อได้ง่ายกว่าการดึงลากถอยหลัง และการเข็นไปข้างหน้าทำให้การควบคุมการจ่ายน้ำกระทำได้ยากกว่าเดินถอยหลัง อย่างไรก็ตามการเดินถอยหลังทำให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติงานด้วยความไม่สะดวก (รูปที่ 3.11)
- 3.5.6 การบังคับควบคุมเครื่องโดยรวมยังถือว่าทำได้ค่อนข้างยาก และต้องใช้แรงงานมากในการป้องกันไม่ให้เครื่องพลิกคว่ำหรือล้ม
- 3.5.7 เนื่องจากปั๊มน้ำมีอัตราการสูบส่งน้ำค่อนข้างสูง ปริมาณน้ำในร่องแปลงต้องมีปริมาณมากพอ หากปริมาณน้ำน้อย จะทำให้เครื่องทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ต้องหยุดพักเพื่อรอให้น้ำในร่องแปลงมีปริมาณมากพอจึงจะสามารถทำงานต่อไปได้

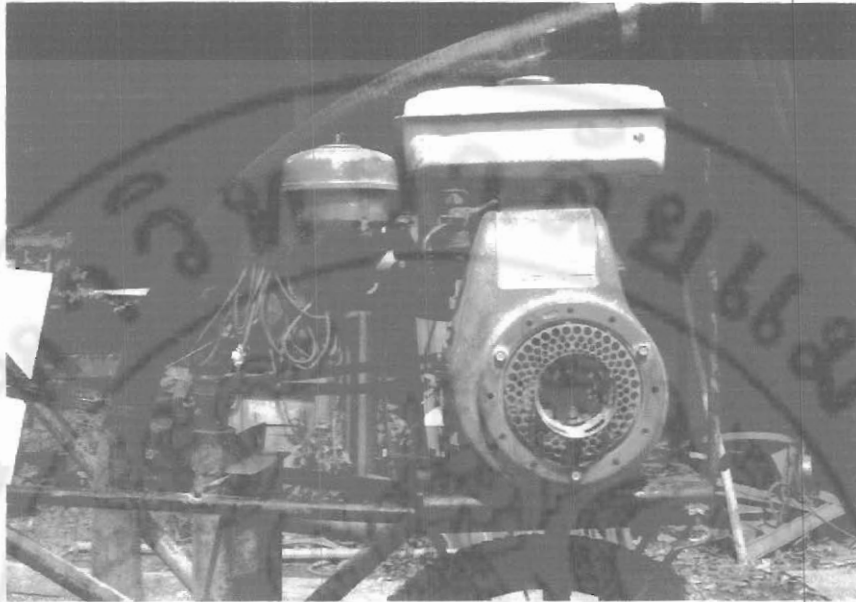
จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นยังคงมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าวและส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงข้อดีและข้อด้อยของเครื่องให้น้ำดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ สร้าง และประเมินผลการทำงาน ตลอดจนหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้ได้เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบที่ดีมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.1 คุณเอก จันทิมา เกษตรกรผู้ประดิษฐ์เครื่องให้น้ำกระเทียม



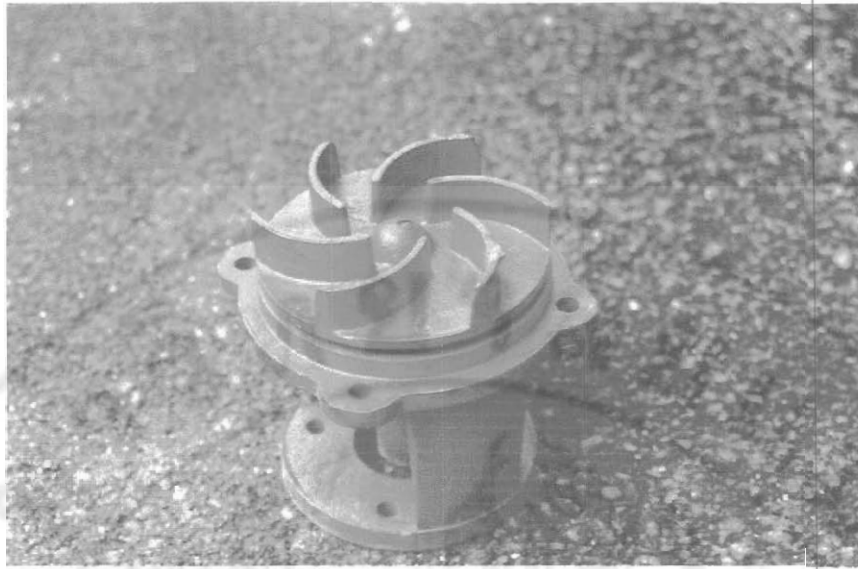
รูปที่ 3.2 การใช้แรงงานคนในการให้น้ำพืชจะใช้เวลาค่อนข้างมาก



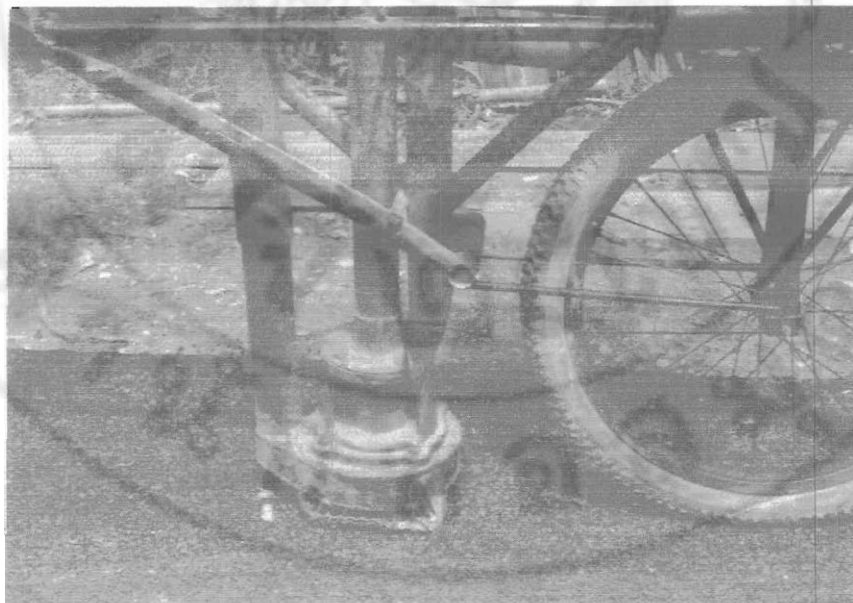
รูปที่ 3.3 การส่งกำลังของเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อน



รูปที่ 3.4 แชนบังคับควบคุมแบบเคลื่อนที่กับเครื่องตัดหญ้าแบบเดิน



รูปที่ 3.5 คอปั๊มของปั๊มแบบแรงเหวี่ยงซึ่งมีขายทั่วไป



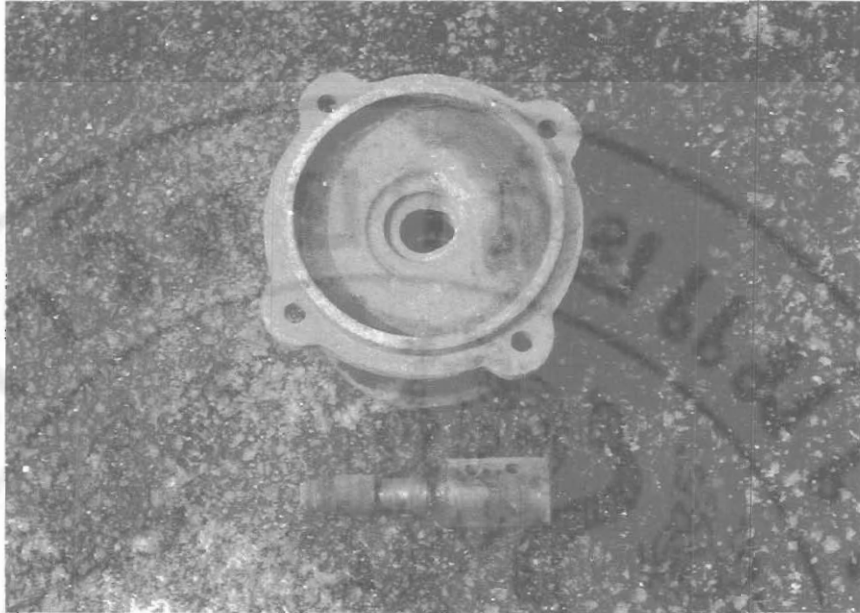
รูปที่ 3.6 ใ้ปั๊มที่ออกแบบคล้ายกับปั๊มแบบซีบเมอส์



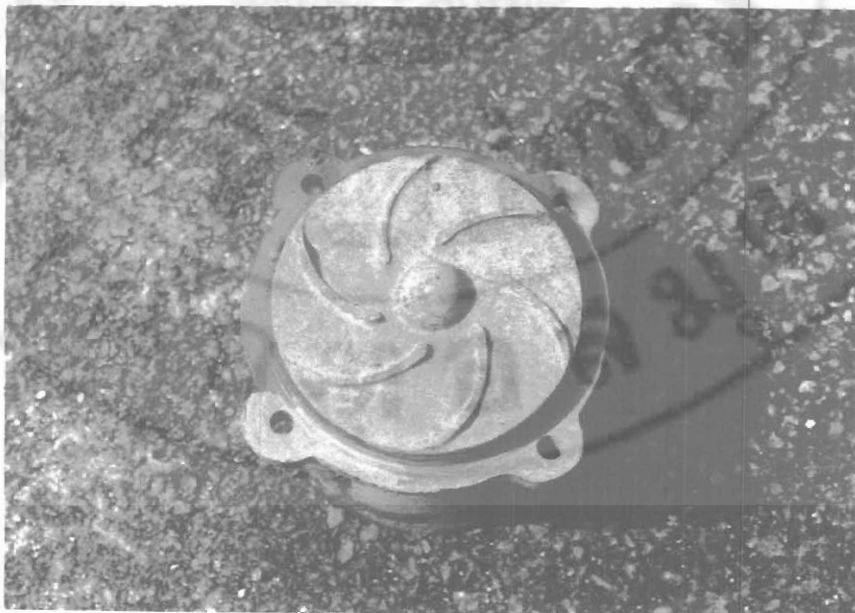
รูปที่ 3.7 การติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังค่อนข้างสูง ทำให้เครื่องล้มนได้ง่าย



รูปที่ 3.8 แสดงรูปแบบการกระจายของน้ำเมื่อใช้วิธีบีบปลายท่อจ่ายน้ำ



รูปที่ 3.9 การชำรุดของตลับลูกปืนทำให้ใบพัดปั๊มแกว่งและเกิดการสึกหรอสูง



รูปที่ 3.10 ใบพัดปั๊มเกิดการแตกหักเนื่องจากมีหินหรือทรายเข้าปั๊มได้



รูปที่ 3.11 การเดินถอยหลังเพื่อให้น้ำกระเทียมทำให้เกิดความไม่สะดวกเท่าที่ควร

บทที่ 4

การออกแบบเครื่องต้นแบบเพื่อทดสอบ

เพื่อให้ได้เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบที่เหมาะสม จึงสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ เหตุผลในการสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อทดสอบ เนื่องจากคาดว่าจะการออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ จะค้นพบข้อจำกัดในการออกแบบ และข้อจำกัดในการทำงาน และอื่น ๆ ซึ่งจะได้ข้อสรุปต่าง ๆ แล้วนำข้อสรุปเหล่านั้นไปพิจารณาในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานให้มากที่สุด

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อทดสอบ จะเน้นการพัฒนาเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นมาใช้งาน โดยนำข้อจำกัดต่าง ๆ ของเครื่องให้น้ำดังกล่าวมาพิจารณาในการออกแบบและสร้าง ซึ่งจากการสอบถาม และทดสอบการทำงานเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นพบว่า ยังมีข้อด้อยหรือข้อจำกัดอยู่หลายประการ ซึ่งพอจะสรุปเป็นประเด็นหลัก ๆ ได้ดังนี้

1. เนื่องจากใช้ล้อสำหรับรองรับน้ำหนักเป็นล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อเล็ก ประกอบกับมีล้อเดียว ทำให้เกิดการจมของล้อได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่พื้นดินอ่อนหรือดินโคลนจะจมได้ง่าย ทำให้ต้องใช้พลังงานมากในการดึงลากให้เครื่องเคลื่อนที่
2. ตำแหน่งการวางเครื่องต้นกำลังค่อนข้างอยู่สูง ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องอยู่สูงตามไปด้วย มีผลทำให้เครื่องล้มง่าย และต้องใช้แรงงานมากในการบังคับควบคุมเพื่อไม่ให้เครื่องล้ม
3. เนื่องจากต้องดึงหรือดันเครื่องให้เคลื่อนที่ในลักษณะถอยหลังหรือเดินหน้า ซึ่งต้องใช้แรงค่อนข้างมาก ให้ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความเมื่อยล้าสูง
4. ใบพัดของปั้มน้ำเกิดการสึกกร่อน บิ่น และแตกหักเสียหาย เนื่องจากไม่มีตะแกรงกรองหรือตะแกรงป้องกันที่ดีพอ ทำให้หินและกรวดเข้าสู่ปั้มได้ง่าย ซึ่งหินและกรวดจำทำอันตรายแก่ใบพัดปั้ม
5. เกิดการชำรุดของตลับลูกปืนตัวที่ติดกับปั้มได้ง่าย เนื่องจากการออกแบบทำตลับลูกปืนตัวดังกล่าวจะแช่อยู่ในน้ำ ทำให้น้ำ ทราย และสิ่งสกปรกทำลายตลับลูกปืน

4.1 ขอบเขตการออกแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ

จากข้อจำกัดของเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ โดยมีขอบเขตการออกแบบและการทำงาน

ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

4.1.1 ให้มีระบบขับเคลื่อนเป็นของตนเอง โดยใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังขนาดเล็ก (3-5 แรงม้า) และขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นเครื่องต้นกำลังปั้มน้ำได้อีกด้วย

4.1.2 มีล้อขับเคลื่อนแบบล้อของรถไถเดินตาม ซึ่งจะทำให้สามารถทำงานกับดินอ่อนหรือดินโคลนได้ดี โดยจะไม่ทำให้ล้อจม อีกทั้งยังช่วยในการทรงตัวและขับเคลื่อนได้ดียิ่งขึ้น

4.1.3 สามารถเปลี่ยนความเร็วในการขับเคลื่อนได้ ซึ่งจะทำให้สามารถเลือกใช้ความเร็วที่เหมาะสม

4.1.4 มีวาล์วปิด-เปิดควบคุมการจ่ายน้ำ เพื่อให้สามารถจ่ายน้ำได้ด้านเดียว หรือสองด้านพร้อมกัน

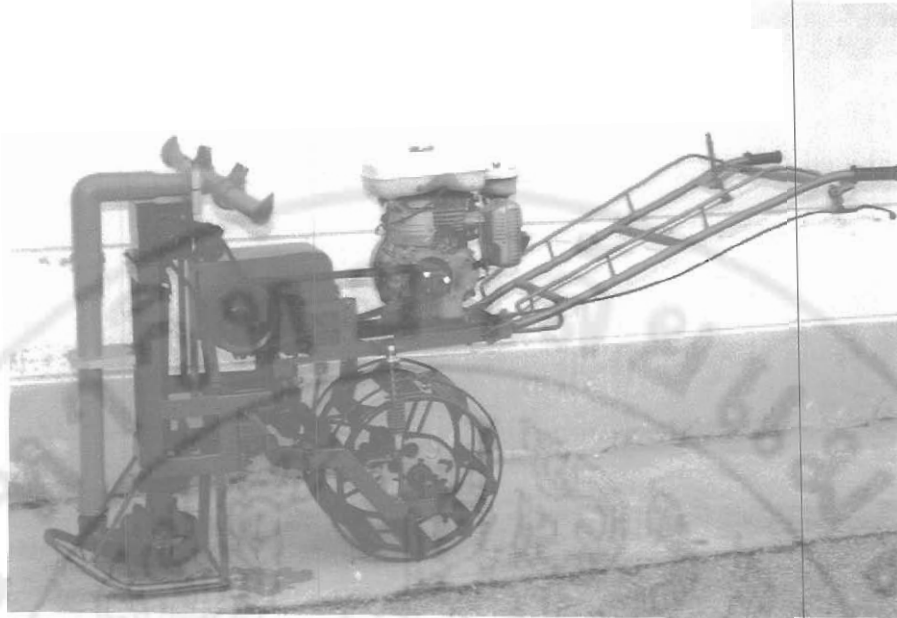
4.1.5 มีการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย และมีสมรรถนะในการทำงานสูง

4.2 การสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อการทดสอบ

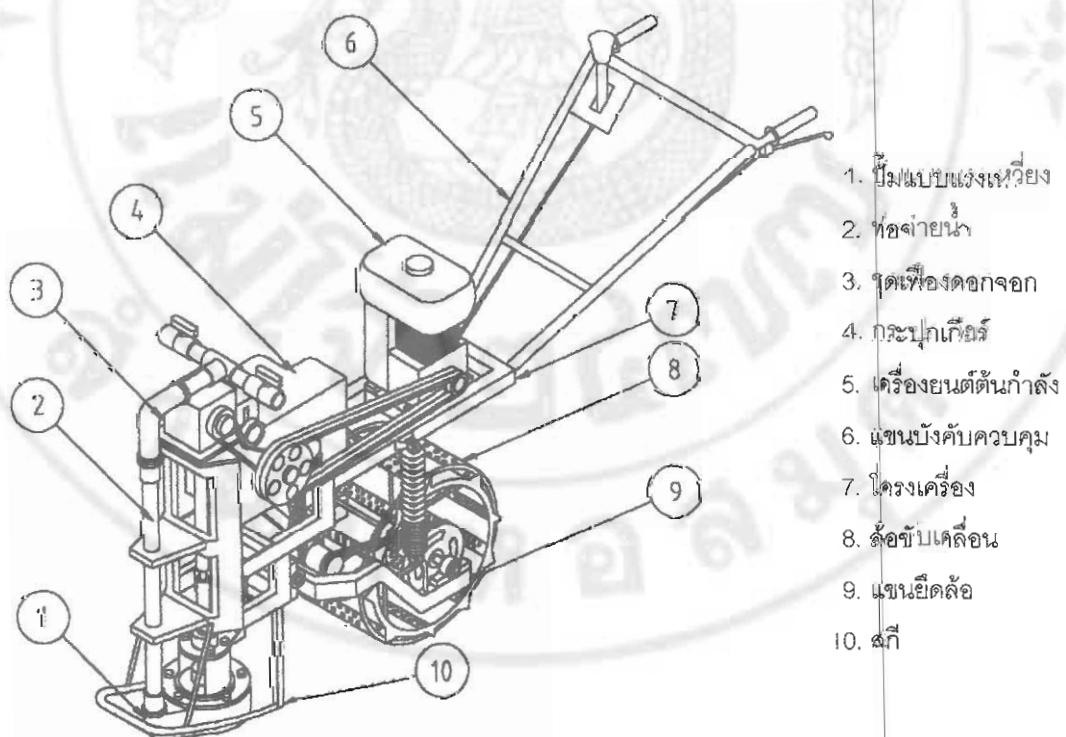
เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ (รูปที่ 4.1) ออกแบบให้มีโครงสร้างและการทำงานตามเงื่อนไขที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ซึ่งจะแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบโครงสร้าง

โครงสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อการทดสอบมีลักษณะคล้ายรถไถเดินตาม ส่วนหน้ากว้าง 25 เซนติเมตร ส่วนท้ายกว้าง 60 เซนติเมตร ความยาวทั้งหมด 195 เซนติเมตร ความสูงรวมความสูงเครื่องยนต์ต้นกำลัง 115 เซนติเมตร (รูปที่ 4.2) มีแขนยึดล้อ ปกติเรียกว่าสวิงอาร์ม (ช่วยลดแรงกระแทก) ทำจากเหล็กรูปสี่เหลี่ยมกลวงขนาด 2.54×5 เซนติเมตร ฐานรองรับเครื่องยนต์ใช้เหล็กฉากขนาด 3.75×3.75 เซนติเมตร (ออกแบบให้เครื่องยนต์สามารถขับเคลื่อนเพื่อปรับความตึงสายพานได้) ด้านหน้าปั้มน้ำมีโครงเหล็กทำหน้าที่คล้ายสกี ทำหน้าที่ป้องกันการกระแทกของปั้มน้ำและพยางค์ปั้มน้ำไม่ให้จมโคลน และยังช่วยในการทรงตัวให้ดียิ่งขึ้น ส่วนของแขนบังคับการเลี้ยวใช้ท่อเหล็กกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร



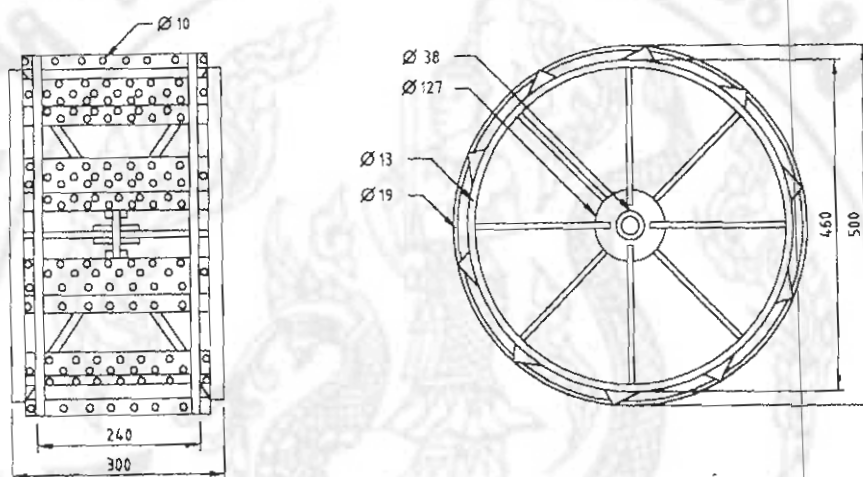
รูปที่ 4.1 เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ



รูปที่ 4.2 โครงสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ

2. การออกแบบล้อขับเคลื่อน

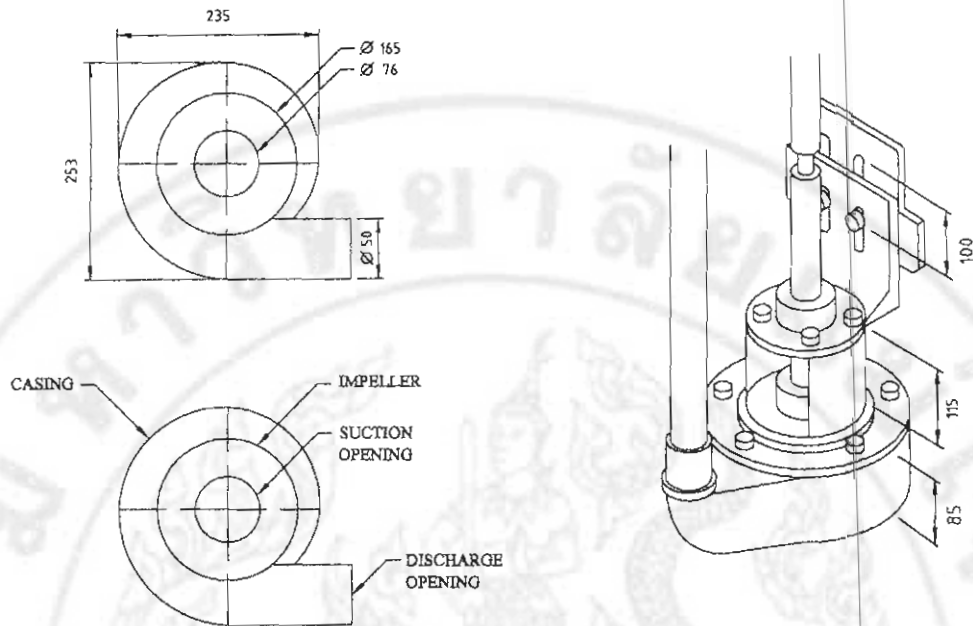
การออกแบบล้อขับเคลื่อนมีลักษณะคล้ายกับล้อรถไถเดินตาม (รูปที่ 4.3) โดยออกแบบให้น้ำล้อมีความกว้าง 30 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับขนาดของร่องระหว่างแปลง กระเทียมปกติจะมีความกว้างประมาณ 30-40 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ทำจากเหล็กกลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร ดุมล้อใช้เพลากลวงเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 3.7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.9 เซนติเมตร ส่วนครีบล้อสำหรับตะกุดดินใช้เหล็กแบน $2.54 \times 28 \times 0.64$ เซนติเมตร เจาะรูทั่วทั้งแผ่นเพื่อลดน้ำหนัก



รูปที่ 4.3 ล้อของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ

3. การออกแบบปั๊ม

การออกแบบปั๊มเพื่อให้ได้ปริมาณการสูบน้ำให้เพียงพอ โดยให้ท่อด้านจ่ายมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ท่อทางด้านดูดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร ใบพัดปั๊มขนาด 16.25 เซนติเมตร ยึดอยู่บนหัวปั๊ม เลือปั๊มใช้เหล็กท่อหนา 3 มิลลิเมตร ตีขึ้นรูปตามที่ได้ออกแบบไว้ (รูปที่ 4.4) ส่วนของตัวปั๊มและเพลาลูกปั๊มออกแบบให้สามารถยกขึ้น-ลงได้ประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อให้สะดวกในการปรับตั้ง และให้ปั๊มอยู่ในตำแหน่งเหมาะสมที่สุด



รูปที่ 4.4 ปั๊มที่ออกแบบเพื่อใช้กับเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ

4. การออกแบบระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังใช้เครื่องยนต์ขนาด 5.5 แรงม้า การส่งกำลังจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่งไปขับล้อเพื่อขับเคลื่อน และส่งไปขับปั๊มน้ำ ส่วนการออกแบบระบบส่งกำลังทั้งสองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

■ ระบบขับเคลื่อน

ความเร็วขับเคลื่อนของเครื่องให้น้ำจะต้องมีความสัมพันธ์กับความเร็วของปั๊ม เพราะหากความเร็วขับเคลื่อนสูงเกินไป ปริมาณการจ่ายน้ำให้แก่พืชอาจไม่เพียงพอ หากช้าเกินไป ปริมาณน้ำที่จ่ายให้พืชอาจมากเกินไป และที่สำคัญจะทำให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องลดลง ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูง ในการศึกษาครั้งนี้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้เท่ากับ 1,800 รอบ/นาที ทดรอบไปขับล้อด้วยอัตราทดเท่ากับ 15.3 : 1 ซึ่งจะได้ความเร็วในการขับเคลื่อนเท่ากับ 12.6 เมตร/นาที

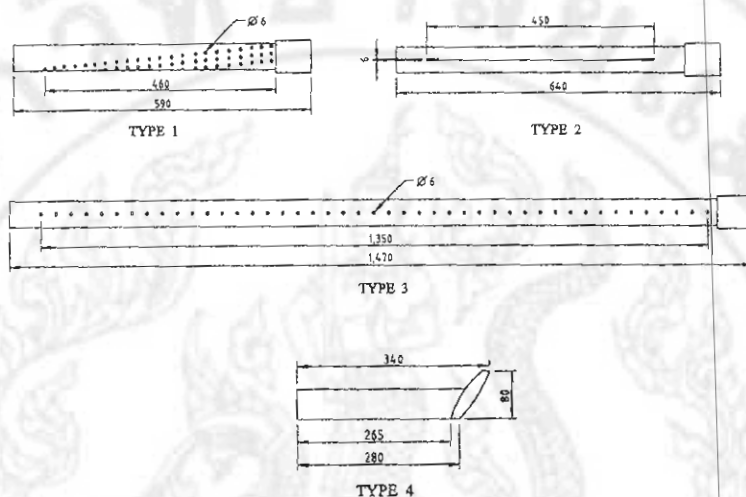
■ ระบบขับปั๊ม

ปั๊มได้รับกำลังขับมาจากเครื่องยนต์ โดยส่งผ่านมู่เล่ย์และสายพาน ไปยังเพลารองโดยมีอัตราทดเท่ากับ 2.8 : 1 อัตราทดจากเพลารองไปยังเพลาดอกจอกด้วยอัตราทดเท่า

กับ 1.9 : 1 เพื่อตรวจสอบจะทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังของเพลลา โดยมีอัตราทดเท่ากับ 1 : 1 ซึ่งเป็นอัตราเร็วที่เหมาะสมในการขับบีบ

5. การออกแบบหัวจ่ายน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะให้ครอบคลุมถึงรูปแบบของหัวจ่ายน้ำ จึงได้ออกแบบหัวจ่ายน้ำเป็น 4 แบบ (รูปที่ 4.5) เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบ และหารูปแบบหัวจ่ายที่เหมาะสมที่สุด (การออกแบบหัวจ่ายน้ำครั้งนี้ใช้ท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร)



รูปที่ 4.5 แบบของหัวจ่ายน้ำทั้ง 4 แบบ

4.3 การทดสอบทดสอบเครื่องต้นแบบและผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบใช้สำหรับการทดสอบเบื้องต้น เน้นการทดสอบ 3 ประเด็นหลัก คือ การทดสอบบีบ การทดสอบแบบหัวจ่ายน้ำ และการทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่ ซึ่งผลการทดสอบ คือ

■ การทดสอบบีบ

การทดสอบบีบ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสามารถในการจ่ายน้ำของบีบ ที่ความเร็วรอบ ต่าง ๆ โดยทำการทดสอบ 3 ชั่วโมง แปรตามความเร็วรอบ โดยเริ่มทดสอบที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที จนถึง 1,400 รอบ/นาที นำผลที่ได้มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับความเร็วรอบ

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบบีบประกอบด้วย

- มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า

- อินเวอร์เตอร์
- ถังน้ำขนาด 100 ลิตร
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล
- เครื่องชั่งขนาด 60 กิโลกรัม

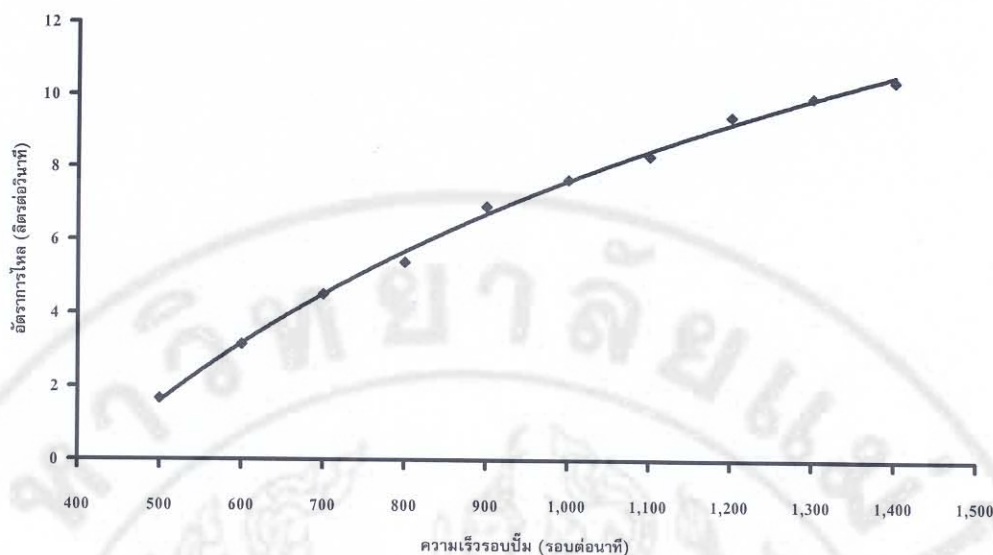
- วิธีการทดสอบ

การทดสอบความสามารถในการจ่ายน้ำของปั๊ม ไซมอนด์ขนาด 5 แรงม้า เป็นตัวต้นกำลังสำหรับขับปั๊ม ใช้อินเวอร์เตอร์เป็นตัวปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ เพื่อให้ได้ความเร็วรอบตามที่ต้องการ จะเริ่มทดสอบที่ความเร็วรอบขับปั๊ม 500 รอบ/นาที ซึ่งขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม ปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์ให้มอเตอร์ส่งกำลังไปขับปั๊ม โดยให้ปั๊มหมุนด้วยความเร็วรอบเท่ากับ 500 รอบ/นาที
2. ทำการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ปลายท่อจ่าย โดยใช้ถังขนาด 100 ลิตร รองรับน้ำในเวลา 5 นาที นำน้ำที่ได้ไปชั่งพร้อมบันทึกค่าไว้ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการไหล
3. ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ที่ความเร็วรอบขับปั๊มเดียวกัน
4. ปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์เพื่อเพิ่มรอบมอเตอร์ในการขับปั๊มขึ้นอีก 100 รอบ/นาที จนรอบในการขับปั๊มสูงสุดเท่ากับ 1,400 รอบ/นาที โดยแต่ละความเร็วรอบทำการทดสอบตามข้อ 2 และ 3
5. นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาอัตราการไหล

- ผลการทดสอบ

นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณ ซึ่งจะได้ข้อมูลมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วรอบในการขับปั๊ม (รูปที่ 4.6) และจากรูปที่ 4.6 พบว่าความเร็วรอบในการขับปั๊มที่เหมาะสมที่สุดคือ 1,200 รอบ/นาที ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วในการขับเคลื่อนของเครื่องให้น้ำเท่ากับ 12.6 เมตร/นาที ซึ่งสามารถให้น้ำได้ในปริมาณ 11.23 ลิตร/ตารางเมตร (จากการทดสอบภาคสนามพบว่าการให้น้ำโดยใช้แรงงานคนเท่ากับ 11 ลิตรต่อตารางเมตร) ส่วนข้อดีของการเลือกใช้ความเร็วรอบขับปั๊มที่ 1,200 รอบ/นาที ก็คือ เครื่องจะไม่รับภาระงานมากเกินไป ซึ่งจะทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะลดลงด้วย



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วรอบในการขับปั๊ม

■ การทดสอบแบบหัวจ่ายน้ำ

มีวัตถุประสงค์ของการทดสอบแบบหัวจ่ายน้ำเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำ 4 แบบ นอกจากนั้นยังได้พิจารณาถึงความเหมาะสม ข้อดีและข้อด้อยของหัวจ่ายน้ำแต่ละแบบ เพื่อให้ได้แบบหัวจ่ายน้ำที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้งาน

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบหัวจ่ายน้ำ ประกอบด้วย

- เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบสำหรับทดสอบ
- กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร
- ถาดสังกะสี ขนาด 1 ตารางเมตร
- หัวจ่ายน้ำ 4 แบบ
- เครื่องวัดความเร็วรอบ

- วิธีการทดสอบ

การทดสอบหัวจ่ายน้ำ มีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 1,800 รอบ/นาที วัดความเร็วรอบขับปั๊ม จดบันทึกค่าที่วัดได้
2. เปิดวาล์วที่หัวจ่ายน้ำทั้ง 2 ด้านจนสุด
3. วางถาดสังกะสีตรงกึ่งกลางแปลง

4. ใช้ความเร็วขับเคลื่อนใช้งานของเครื่องให้น้ำฯ (ความเร็วต่ำสุด) พร้อมบังคับให้เครื่องให้น้ำเคลื่อนที่อยู่ในร่องระหว่างแปลง โดยเคลื่อนที่ผ่านแถวสักระยะซึ่งรองรับน้ำพ่นจ่ายออกจากหัวจ่าย
5. หาปริมาณน้ำที่รองรับได้ โดยใช้กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร พร้อมทั้งจดบันทึกค่า
6. ทำการทดลองตามข้อ 1 – 5 โดยทำ 5 ซ้ำ จากนั้นเปลี่ยนแบบของหัวจ่ายน้ำจนครบทั้ง 4 แบบ

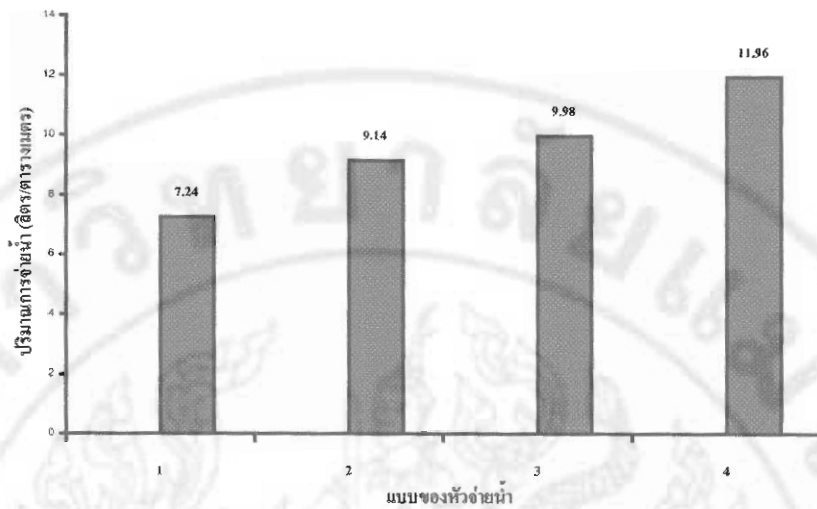
ค่าที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ คือ ความสามารถในการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำทั้ง 4 แบบ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามรูปแบบการทดสอบ ซึ่งทดสอบค่า F ที่ระดับนัยสำคัญ 5% หากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงความแตกต่างทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5 % ซึ่งผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 4.1 และรูป 4.7

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้น้ำ ของหัวจ่ายน้ำแต่ละแบบ

จำนวนซ้ำ	แบบของหัวจ่ายน้ำ (ลิตรต่อตารางเมตร)			
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
1	8.1	9.2	9.7	13.2
2	7.2	9.4	10.3	11.6
3	7.6	7.9	10.6	11.7
4	7.1	9.6	9.9	10.9
5	6.2	9.6	9.4	13.3
ผลรวม	36.2	45.7	49.9	59.8
ค่าเฉลี่ย	7.24a	9.14b	9.98b	11.96c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตามหลังอย่างน้อยหนึ่งตัวซ้ำกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้โดยใช้ LSD ที่ระดับนัยสำคัญ 5% เป็นค่าเปรียบเทียบ $LSD_{0.05} = 1.189$

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า หัวจ่ายน้ำแบบที่ 1, 2 และ 4 แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และแบบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการจ่ายน้ำของหัวจ่ายแต่ละแบบ

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าหัวจ่ายน้ำแบบที่ 4 สามารถจ่ายน้ำได้ดีที่สุดคือ 11.96 ลิตรต่อตารางเมตร ซึ่งพอเหมาะต่อความต้องการในการให้น้ำกระเทียม

ส่วนการทดสอบหาความสามารถในการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำแต่ละแบบ ตลอดจนถึงเกิดการกระจายของน้ำที่ออกจากหัวจ่ายน้ำ ซึ่งการทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 4.8, 4.9, 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ



รูปที่ 4.8 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 1



รูปที่ 4.9 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 2



รูปที่ 4.10 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 3



รูปที่ 4.11 การทดสอบหัวจ่ายน้ำแบบที่ 4

จากการพิจารณาถึงความเหมาะสม ข้อดีและข้อด้อยของหัวจ่ายน้ำแต่ละแบบ พบว่า

- หัวจ่ายน้ำแบบที่ 1 รูปแบบการกระจายให้น้ำไม่ครอบคลุมพื้นที่ และมีปัญหามีเศษหญ้าไปปิดกั้นตรงรูจ่ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ปัญหาเกิดการอุดตันของหัวจ่ายน้ำแบบที่ 1

■ หัวจ่ายน้ำแบบที่ 2 รูปแบบการกระจายให้น้ำไม่ครอบคลุมพื้นที่ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งาน ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เศษหญ้าและวัสดุจะเกิดการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำ (รูปที่ 4.13) ถึงแม้ว่าการอุดตันจะน้อยกว่าแบบที่ 1



รูปที่ 4.13 ปัญหาเกิดการอุดตันบางส่วนของหัวจ่ายน้ำแบบที่ 2

■ หัวจ่ายน้ำแบบที่ 3 มีรูปแบบการกระจายให้น้ำได้ครอบคลุมพื้นที่ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือเมื่อใช้งานไปได้ระยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำเช่นเดียวกับหัวจ่ายน้ำแบบที่ 1 (รูปที่ 4.14)



รูปที่ 4.14 ปัญหาเกิดการอุดตันของหัวจ่ายน้ำแบบที่ 3

■ หัวจ่ายน้ำแบบที่ 4 มีรูปแบบการกระจายให้น้ำได้ครอบคลุมพื้นที่ สามารถให้น้ำได้มากกว่าหัวจ่ายน้ำทั้งสามแบบที่กล่าวมาแล้ว และไม่มีปัญหาการอุดตันของเศษหญ้าที่หัวจ่ายน้ำ เนื่องจากขนาดของรูสำหรับจ่ายน้ำมีขนาดใหญ่

สรุปแล้วพบว่าหัวจ่ายน้ำแบบที่ 4 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถให้น้ำได้ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ มีการกระจายให้น้ำที่ดี และสามารถให้น้ำได้ครอบคลุมพื้นที่ และที่สำคัญไม่มีปัญหาการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำ

4.4 การทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่

การทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่ของเครื่องให้น้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาความสามารถในการทำงาน หาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานในพื้นที่จริง ในการทดสอบครั้งนี้ ทำการทดสอบบนพื้นที่กว้าง 13 เมตร ยาว 30 เมตร โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 5 แปลง ขนาดแปลงย่อยกว้าง 2 เมตร ยาว 30 เมตร ร่องน้ำมีความกว้าง 50 เซนติเมตร ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที ความเร็วปั๊ม 1,200 รอบ/นาที ความเร็วขับเคลื่อน 12.6 เมตร/นาที หน้ากว้างในการทำงาน 4.5 เมตร เวลาที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 9.88 นาที เวลาที่สูญเสียหัวแปลง 1.38 นาที เวลาที่สูญเสียในการซ่อมแซมขณะปฏิบัติงาน 1.05 นาที อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.21 ลิตร

ผลจากการทดสอบข้างต้น พบว่าประสิทธิภาพการทำงานในพื้นที่เท่ากับ 69.7 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการทำงานจริงเท่ากับ 1.48 ไร่/ชั่วโมง (11.84 ไร่/วัน) มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.861 ลิตร/ไร่

4.5 ข้อสรุปหลังการทดสอบ

ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะที่นำเครื่องไปทดสอบจริงในพื้นที่ มีดังต่อไปนี้

4.5.1 ขนาดของเครื่องให้น้ำดังกล่าวมีขนาดค่อนข้างใหญ่ เทอะทะ และมีน้ำหนักค่อนข้างมาก ทำให้การบังคับควบคุมกระทำได้ยาก (เลี้ยวหัวแปลง) ทั้งนี้ต้องใช้คนมากกว่าหนึ่งคนในการนำเครื่องลงแปลง

4.5.2 จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องค่อนข้างไปทางด้านหน้าล้อ (ด้านหน้าเครื่อง) ในขณะปฏิบัติงานจึงต้องออกแรงดันไม่ให้ด้านหน้า (ตัวปั๊ม) จมลงโคลน ซึ่งทำให้เกิดความเมื่อยล้า

4.5.3. เกิดการอุดตันของตะแกรงบริเวณทางเข้าของปั๊มค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากรูของตะแกรงมีขนาดเล็ก (รูปที่ 4.15) จึงสิ้นเปลืองแรงงานที่จะต้องคอยขจัดขยะออกอย่างต่อเนื่อง

4.5.4 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังอยู่สูงเกินไป ทำให้เครื่องล้มได้ง่าย

4.5.5 การส่งกำลังไปขับเคลื่อนโดยใช้โซ่ไม่เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากโซ่สัมผัสน้ำ ดินโคลน และความชื้น (รูปที่ 4.16) จะส่งผลให้อายุการใช้งานของโซ่สั้นลงมากกว่าปกติ

4.5.6 ตำแหน่งของหัวจ่ายน้ำอยู่สูง ทำให้แรงกระแทกของน้ำที่จ่ายออกจากหัวจ่ายน้ำแรงเกินไป ซึ่งจะทำให้ต้นกระเทียมเสียหายได้

7. วาล์วปิด-เปิด ที่ใช้แบบบอลวาล์วมักเกิดการติดขัดไม่สามารถทำงานได้ ทั้งนี้เนื่องจากทรายและสิ่งสกปรกมักเข้าไปอุดอยู่ระหว่างซอกเล็ก ๆ ของวาล์ว และจากการทดสอบในพื้นที่จริงพบว่าไม่มีจำเป็นในการใช้วาล์วปิด-เปิดในขณะปฏิบัติงานเลย



รูปที่ 4.15 ปัญหาการอุดตันของเศษหญ้าและโคลนที่ตะแกรงกรองทางเข้า



รูปที่ 4.16 ปัญหาการเสียหายของโซ่เนื่องจากโซ่ต้องสัมผัสน้ำและความชื้น

จากปัญหาและข้อจำกัดของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ จึงเป็นแนวทางเพื่อนำไปแก้ปัญหา และพัฒนาเครื่องให้น้ำกระเทียมที่มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นกว่าแบบที่ใช้ทดสอบ



บทที่ 5

การออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ

จากการทดสอบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการทดสอบ ทำให้ได้แนวทางในการออกแบบ และสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ โดยเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ต้องมีขนาดเล็ก กะทัดรัด ไม่ใหญ่เทอะทะ มีน้ำหนักเบา การบังคับควบคุมได้ง่าย
2. การวางตำแหน่งเครื่องย่นต้นกำลัง ปัม และชุดเกียร์ทดต้องมีความสมดุลและเหมาะสม
3. ออกแบบตะแกรงกรองตรงทางเข้าให้มีขนาดรูที่โตขึ้น และเพิ่มพื้นที่รูตะแกรงให้มากขึ้น เพื่อให้น้ำเข้าปัมได้เพียงพอ
4. ลดจุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่องให้ต่ำลงมากที่สุด เพื่อให้การควบคุมเครื่องทำได้ง่าย และช่วยป้องกันไม่ให้เครื่องล้มได้ง่าย
5. ลดตำแหน่งของหัวจ่ายน้ำให้ต่ำลง เพื่อลดแรงกระแทกของน้ำกับต้นพืช ซึ่งจะทำให้ต้นพืชไม่เกิดความเสียหาย
6. ลดความยาวของแขนบังคับขับเคลื่อนให้สั้นลง เพื่อให้การเลี้ยวหัวแปลงกระทำได้สะดวก
7. ใช้เครื่องยนต์ที่มีขนาดเล็กลง (3.8 แรงม้า) เพื่อลดน้ำหนัก และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
8. เปลี่ยนล้อขับเคลื่อนที่มีลักษณะคล้ายล้อของรถไถเดินตามซึ่งค่อนข้างหนัก จากล้อเดี่ยวเป็นล้อที่มีความกว้างของหน้าล้อแคบ จำนวน 2 ล้อ แทน
9. จะไม่ใช้โซ่สำหรับการส่งกำลังไปยังล้อขับเคลื่อน และตลับลูกปืน (แบริ่ง) ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มีการชิลป้องกันน้ำไว้เป็นอย่างดี (ไม่ให้ตลับลูกปืนได้มีโอกาสสัมผัสน้ำ)
10. การตัดต่อการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปชุดกระปุกเกียร์ ใช้ลูกกลิ้งตึงหรือหย่อนสายพาน (นิยมใช้กับเครื่องจักรกลเกษตรทั่วไป)
11. ใช้คอปัมที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป (การออกแบบใบพัดปัมค่อนข้างยุ่งยาก)

5.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

เมื่อได้ข้อสรุปลักษณะของเครื่องต้นแบบแล้ว จึงทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

5.1 การออกแบบเครื่องต้นแบบ

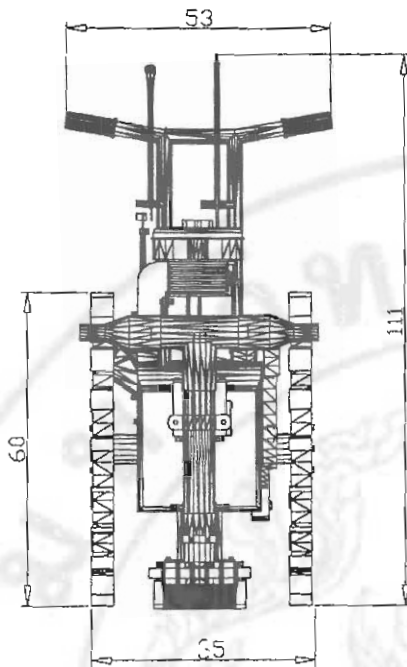
การออกแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบล้อขับเคลื่อน การออกแบบปั๊ม ออกแบบระบบส่งกำลัง และออกแบบระบบควบคุมการทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การออกแบบโครงสร้าง

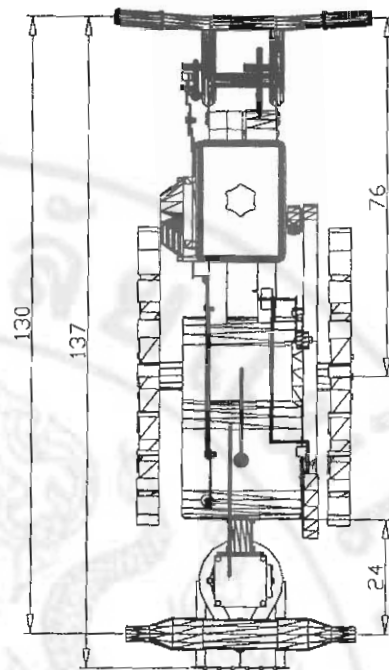
โครงสร้างของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ มีลักษณะคล้ายรถไถเดินตาม (รูปที่ 5.1) แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก มีความกว้าง 53 เซนติเมตร (รูปที่ 5.2) ความยาว 137 เซนติเมตร (รูปที่ 5.3) และความสูงจากพื้นดินวัดถึงแกนควบคุม 98 เซนติเมตร ตัวเครื่องยนต์ต้นกำลังสูงจากพื้น 37 เซนติเมตร (รูปที่ 5.4) วางตำแหน่งชุดเกียร์ทดไว้ระหว่างล้อทั้งสองข้างเพื่อลดความสูงของจุดศูนย์ถ่วงลง วางตำแหน่งเครื่องยนต์ห่างจากระยะศูนย์กลางของล้อขับเคลื่อนมาทางด้านคนขับเป็นระยะ 32 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลของน้ำหนัก ความสูงจากฐานปั๊มถึงท่อจ่ายน้ำ 56 เซนติเมตร โครงสร้างรองรับเครื่องทำจากเหล็กฉาก 3.75×3.75 เซนติเมตร แขนบังคับเลี้ยวใช้เหล็กท่อกลวงเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร (รูปที่ 5.5)



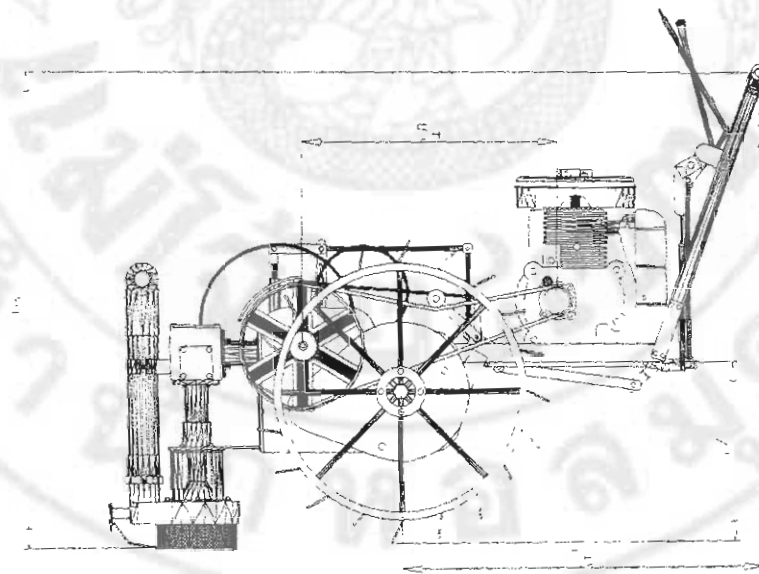
รูปที่ 5.1 เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ



รูปที่ 5.2 ภาพด้านหน้าของเครื่อง



รูปที่ 5.3 ภาพด้านบนของเครื่อง



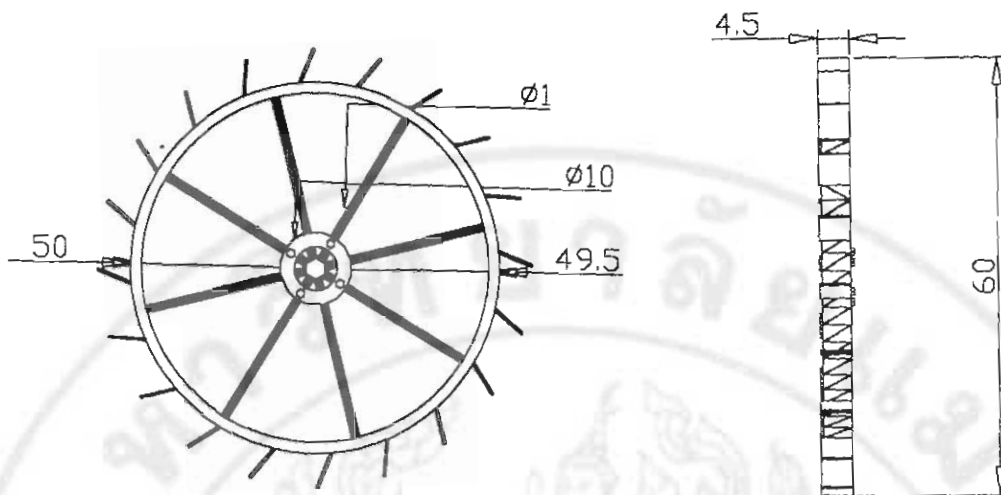
รูปที่ 5.4 ภาพด้านข้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ



รูปที่ 5.5 โครงสร้างรองรับเครื่องและแขนบังคับปั๊ม

2. การออกแบบล้อขับเคลื่อน

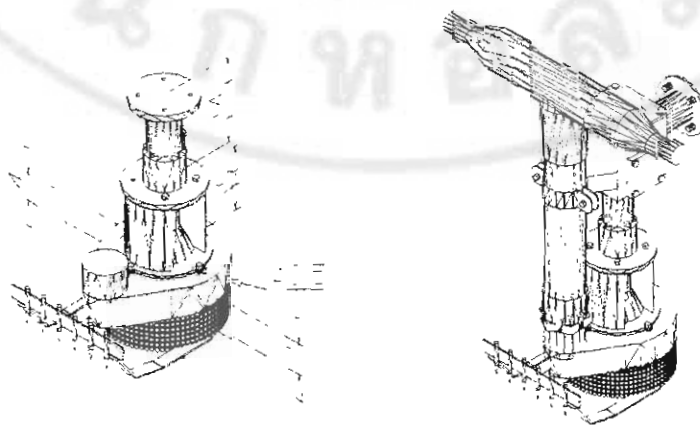
ล้อขับเคลื่อนมีขนาดหน้ากว้าง 4.5 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางรวมครีบล้อ 60 เซนติเมตร ตัววงล้อทำจากเหล็กแบบหนา 0.5 เซนติเมตร ม้วนเป็นรูปวงกลม มีครีบล้อทำจากเหล็กแบบหนา 0.5 เซนติเมตร มีจำนวน 21 ครีบล้อ เพื่อช่วยตะกุนดินให้ง่ายต่อการขับเคลื่อน ซึ่งล้อทำด้วยเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร มีจำนวน 8 ชิ้น (รูปที่ 5.6) มีจำนวน 2 ล้อ กระจายห่างของล้อทั้งสองโดยวัดจากขอบล้อด้านนอก 35 เซนติเมตร



รูปที่ 5.6 ภาพด้านข้างและภาพด้านหน้าของล้อขับเคลื่อน

3 การออกแบบปั๊ม

เพื่อลดความยุ่งยากในการออกแบบใบพัดปั๊ม จึงใช้คอปป์ที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป (เป็นคอปป์ที่ใช้ในเครื่องให้น้ำที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น) ซึ่งมีราคาไม่แพง (ประมาณ 500 บาท) ออกแบบเลื่อยคอปป์คล้ายเลื่อยปั๊มแบบขับเคลื่อน โดยให้เหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร พับขึ้นรูป (รูปที่ 5.7) ช่องทางน้ำเข้าเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร ช่องทางออกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ด้านล่างตัวปั๊มติดตั้งกระแวงทรงรูปทรงกระบอกขนาดเท่าตัวปั๊ม มีรูตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร โดยรอบ (รูปที่ 5.8) เพื่อป้องกันการอุดตันที่ตะแกรงและให้น้ำไหลเข้าปั๊มได้สะดวก ตัวปั๊มออกแบบให้อยู่สูงกว่าระดับพื้น 5 เซนติเมตร บริเวณด้านหน้าปั๊มติดตั้งคราดเพื่อป้องกันไม่ให้เศษฟางหรือหญ้าอุดตันที่ตะแกรงกรองปั๊ม



รูปที่ 5.7 ปั๊มน้ำที่ออกแบบคล้ายกับเลื่อยปั๊มแบบขับเคลื่อน



รูปที่ 5.8 ตะแกรงกรองมีขนาดรูตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร

5.2 การออกแบบระบบส่งกำลัง

ต้นกำลังของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบใช้เครื่องยนต์เล็กเบนซิน ขนาด 3.8 แรงม้า เพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนและขับปั๊ม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การออกแบบระบบขับเคลื่อน

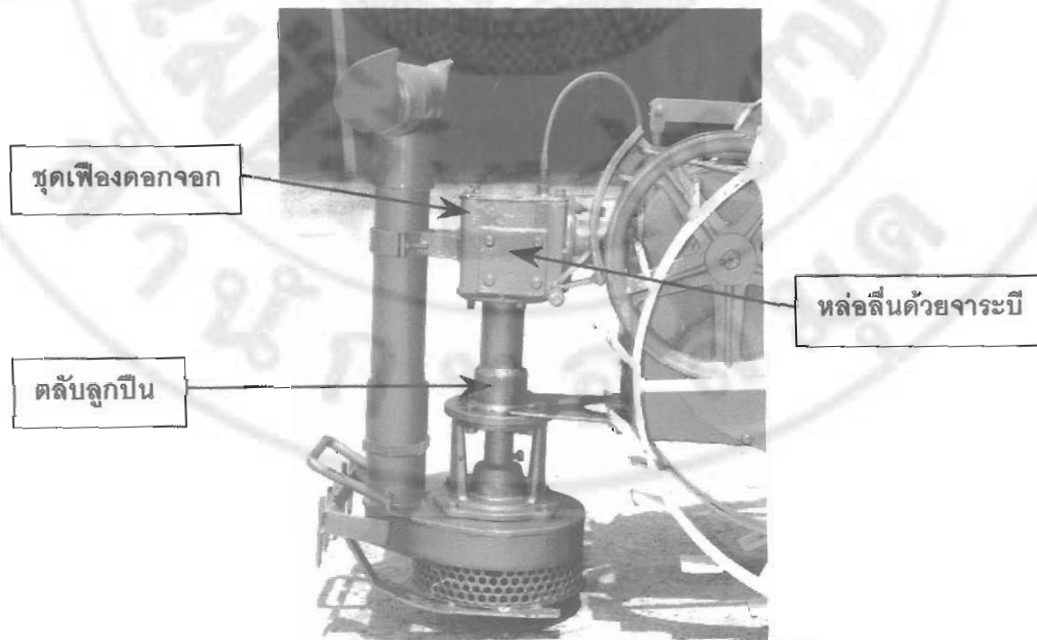
ความเร็วในการขับเคลื่อนของเครื่องให้กระเทียมต้นแบบ ออกแบบให้มีความเร็วเท่ากับความเร็วของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ คือมีความเร็วขับเคลื่อนในขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 12.6 เมตร/นาท โดยที่ใช้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 2,000 รอบ/นาท ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่เครื่องยนต์ให้แรงบิดอยู่ในเกณฑ์สูง กำลังจากเครื่องยนต์ส่งไปยังชุดเกียร์ทดโดยใช้สายพาน โดยผ่านมู่เลย์ที่เครื่องยนต์ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มู่เลย์ที่ชุดเกียร์ทดซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร (รูปที่ 5.9) จากชุดเกียร์จะส่งกำลังออกไปที่เพลาล้อทั้งสองข้าง ภายในห้องเกียร์บรรจุน้ำมันหล่อลื่นไว้ เพื่อลดการสึกหรอและความฝืด การตัดต่อวงจรส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังชุดเกียร์ทดใช้วิธีดึงและหย่อนสายพาน ซึ่งใช้กลไกและลูกกลิ้งควบคุม



รูปที่ 5.9 แสดงระบบส่งกำลังสำหรับขับเคลื่อนล้อ

2. การออกแบบระบบปั๊ม

ปั๊มได้รับกำลังจากเครื่องยนต์ ส่งผ่านมู่เลย์ของเครื่องยนต์ไปยังมู่เลย์ของชุดเกียร์ทด จากชุดเกียร์กำลังจะส่งผ่านชุดเฟืองดอกจอก ซึ่งมีอัตราทด 1 : 1 ไปยังปั๊ม (รูปที่ 5.10) สำหรับอัตราทดจากเครื่องยนต์ไปยังปั๊มเท่ากับ 1.43 : 1 ซึ่งจะได้ความเร็วรอบปั๊มเท่ากับ 1,400 รอบ/นาที ซึ่งถือเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่เพียงพอกับความต้องการของพืช และที่เฟืองดอกจอกหล่อลื่นด้วยจาระบีเพื่อลดเสียงดัง

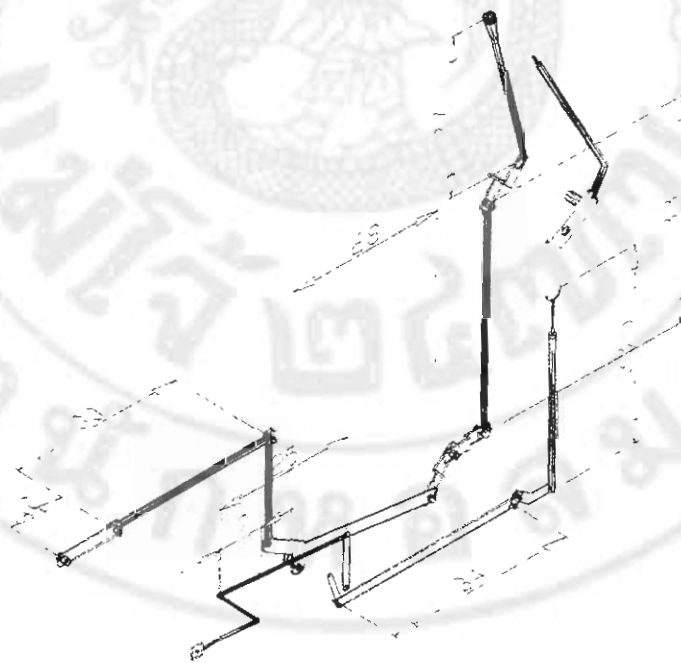


รูปที่ 5.10 การส่งกำลังจากชุดเกียร์ทดผ่านชุดเฟืองดอกจอกไปยังปั๊ม

5.3 การออกแบบระบบควบคุมการทำงาน

ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ เป็นระบบทางกลไกแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วย กลไกสำหรับเลือกอัตราทดของเกียร์ กลไกสำหรับตัดต่อการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์

กลไกสำหรับเลือกอัตราทดของเกียร์ ได้ออกแบบเป็นคันโยกที่คนขับ การส่งกำลังอาศัยการขยับเปลี่ยนตำแหน่งของแขนรอบจุดหมุน ซึ่งออกแบบให้มีจุดหมุนทั้งหมด 4 จุด ในส่วนของกลไกสำหรับตัดต่อการส่งกำลัง ได้ออกแบบเป็นแขนลิ้นคตำแหน่ง ปกติจะมี 2 ตำแหน่ง คือตำแหน่งกดลูกกลิ้งให้สายพานตึง และตำแหน่งยกลูกกลิ้งเพื่อหย่อนสายพาน อย่างไรก็ตามตำแหน่งเมื่อยกลูกกลิ้งเพื่อหย่อนสายพาน มู่เลย์ของชุดเกียร์ตึงคงหมุน (เนื่องจากที่ชุดเกียร์ตึงมีอัตราทดสูง) จึงทำให้เกิดแรงต้านการหมุนน้อย (หากมีแรงต้านมากสายพานจะสลিপกับร่องมู่เลย์) วิธีแก้ปัญหาคือการออกแบบชุดเพิ่มความต้านทานการหมุนของมู่เลย์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับฝักเบรค โดยเมื่อยกลูกกลิ้งขึ้น ชุดเพิ่มความต้านทานการหมุนมู่เลย์จะถูกกดลงทำให้มู่เลย์ของชุดเกียร์ตึงไม่หมุน สำหรับกลไกควบคุมการทำงานดังแสดงในรูป 5.11 และกลไกสำหรับเพิ่มความตึงแสดงในรูป 5.12

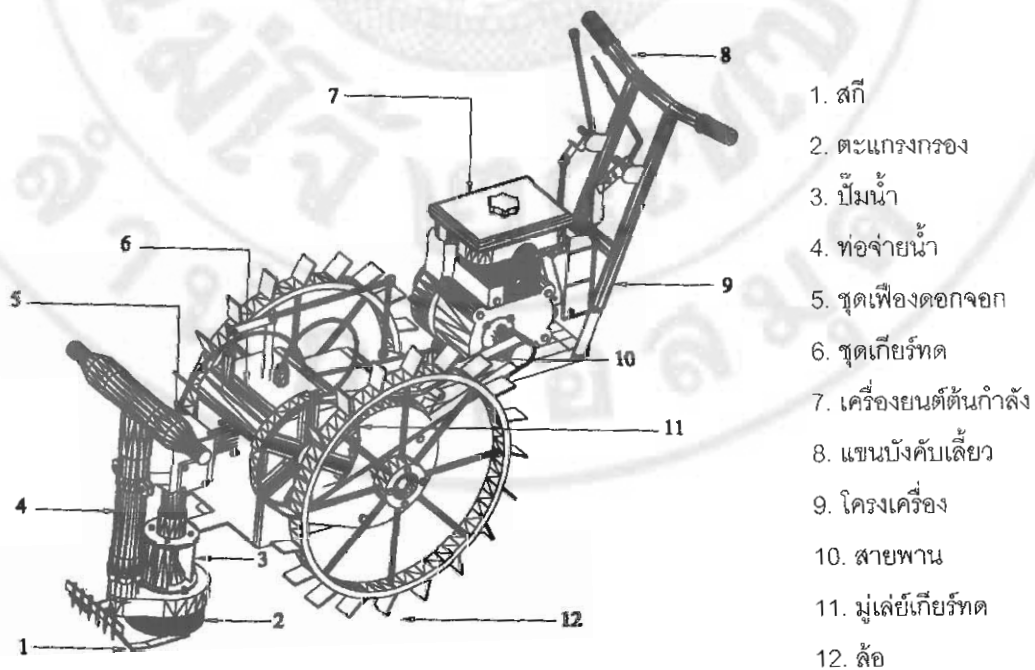


รูปที่ 5.11 กลไกควบคุมการทำงาน



รูปที่ 5.12 กลไกสำหรับเพิ่มความฝืดให้กับมู่เลย์เกียร์ทด

จากวิธีการทำงานของเครื่องกล่าวนมาแล้วข้างต้นจะเห็นว่าเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ มีระบบต่าง ๆ ที่สำคัญพอสรุปได้คือ ระบบส่งกำลัง (ขับเคลื่อนและขับเคลื่อน) ระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง ซึ่งโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องให้น้ำต้นแบบได้แสดงในรูปที่ 5.13 ส่วนหัวจ่ายน้ำ ใช้หัวจ่ายน้ำรูปแบบที่ 4 (แบบที่บีบปลายท่อ) ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 5.13 โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ

บทที่ 6

การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

การทดสอบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ มีวัตถุประสงค์ในการการศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมของปั๊ม ความสามารถในการให้น้ำ ความสามารถเชิงพื้นที่ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

6.1 การทดสอบปั๊ม

ข้อสรุปในการออกแบบเครื่องต้นแบบเพื่อทดสอบ พบว่าการออกแบบใบพัดปั๊มค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้นเครื่องต้นแบบจึงใช้ใบพัดปั๊ม (หัวปั๊ม) ที่มีขายทั่วไป โดยออกแบบเลื้อยปั๊มคล้ายกับปั๊มแบบขับเมอร์ส ซึ่งออกแบบและสร้างได้ง่ายกว่า เมื่อปั๊มมีโครงสร้างเปลี่ยนไปจากเดิม จึงจำเป็นต้องทดสอบปั๊มดังกล่าวนี้อีกครั้ง โดยต้องการหาความเร็วรอบที่ปั๊มสามารถให้อัตราการไหลที่เหมาะสม

6.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบหาความเร็วรอบปั๊มที่เหมาะสม ประกอบด้วย

- มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า
- ถังน้ำขนาด 100 ลิตร
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องชั่ง วัดน้ำหนักได้สูงสุด 60 กิโลกรัม
- เครื่องวัดความเร็วรอบแบบแสง
- ปั๊มน้ำที่ออกแบบ

6.1.2 วิธีการทดสอบ

การทดสอบปั๊มเพื่อ ต้องการทราบความเร็วรอบที่เหมาะสมในการขับปั๊ม ให้ปั๊มให้อัตราการสูบน้ำมีปริมาณน้ำตามที่ต้องการ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า เป็นตัวขับปั๊มน้ำ และใช้อินเวอร์เตอร์เป็นตัวควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ความเร็วรอบที่ต้องการศึกษาจะทดสอบที่ 5 ช่วงความเร็ว คือ 800, 1,000, 1,200, 1,400 และ 1,600 รอบ/นาที ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

1. ประกอบอินเวอร์เตอร์เข้ากับมอเตอร์ และติดตั้งมอเตอร์ให้ส่งกำลังขับปั๊ม และจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบให้พร้อม

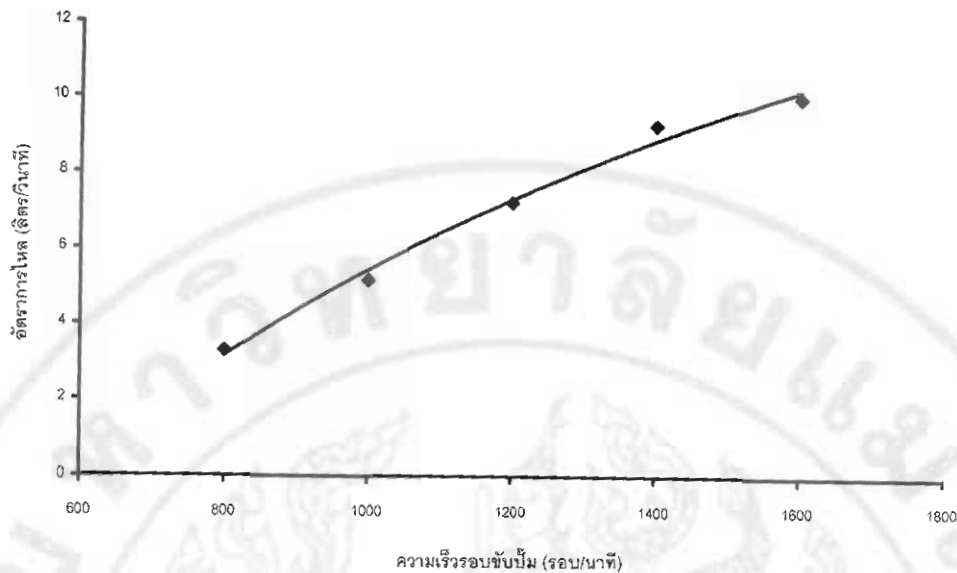
2. ปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์พร้อมใช้เครื่องวัดความเร็วรอบวัดความเร็วของเพลลาขับเคลื่อน ซึ่งค่าเริ่มแรกที่ต้องการทดสอบ คือ 800 รอบ/นาที
3. ทำการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ออกจากท่อจ่าย โดยใช้ถังน้ำขนาด 100 ลิตร ไปรองรับในเวลา 2 นาที จดบันทึกค่า ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบดังกล่าวอีก 3 ครั้ง
4. ปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์เพื่อเพิ่มความเร็วรอบ โดยเพิ่มความเร็วรอบขึ้นช่วงละ 200 รอบ/นาที ซึ่งก็คือความเร็วรอบที่ 1,000 รอบ/นาที ทำการทดสอบตามข้อ 3 อีก 2 ครั้ง
5. ทำการทดสอบที่ 1,200, 1,400 และ 1,600 รอบ/นาที ทุกความเร็วทดสอบ 3 ครั้ง
6. จากข้อมูลที่จดบันทึกนำมาคำนวณหาอัตราการไหล เขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบขับเคลื่อนกับอัตราการไหลที่ปั๊มทำได้

■ ผลการทดสอบปั๊ม

ค่าที่ได้จากการทดสอบ เมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าอัตราการไหล ดังแสดงในตารางที่ 6.1 ตารางที่ 6.1 อัตราการไหลที่ปั๊มทำได้และความเร็วรอบในการขับเคลื่อนต่าง ๆ

ความเร็วรอบขับเคลื่อน (รอบ/นาที)	ทดสอบครั้งที่ 1 (ลิตร/วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 2 (ลิตร/วินาที)	ทดสอบครั้งที่ 2 (ลิตร/วินาที)	ค่าเฉลี่ย (ลิตร/วินาที)
800	3.3	3.4	3.2	3.3
1,000	5.2	5.1	5.2	5.2
1,200	7.3	7.3	7.4	7.3
1,400	9.3	9.5	9.4	9.4
1,600	10.2	10.3	10.2	10.2

นำค่าที่ได้จากตารางที่ 6.1 มาเขียนเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบขับเคลื่อนกับอัตราการไหลที่ปั๊มทำได้ ดังแสดงในรูป 6.1



รูปที่ 6.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วรอบปั๊ม

เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ ออกแบบให้มีความเร็วขับเคลื่อน ในขณะปฏิบัติงาน (ความเร็วต่ำสุด) เท่ากับ 12.6 เมตร/นาทีก (0.21 เมตร/วินาที) ดังนั้นข้อมูลจากตารางที่ 6.1 และรูปที่ 6.1 พบว่าที่ความเร็วรอบปั๊มเท่ากับ 1,400 รอบ/นาที มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งจะสามารถให้น้ำได้ในปริมาณ 11.19 ลิตร/ตารางเมตร (ความต้องการการให้น้ำของกระเทียมเท่ากับ 11 ลิตร/ตารางเมตร)

หมายเหตุ ข้อมูลประกอบการคำนวณหาอัตราการไหลที่ต้องการได้จากสมการ

$$\text{อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)} = \text{ความต้องการน้ำต่อตารางเมตร} \times \text{หน้ากว้างในการให้น้ำ (เมตร)} \\ \times \text{ความเร็วขับเคลื่อน (เมตร/วินาที)}$$

หน้ากว้างการให้น้ำของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเท่ากับ 4 เมตร (ไม่รวมความกว้างของร่องน้ำ) ความเร็วขับเคลื่อน 0.21 เมตร/วินาที

6.2 การทดสอบความสามารถในการให้น้ำ

การทดสอบหาความสามารถในการให้น้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสามารถในการให้น้ำจริงของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ ซึ่งผลการทดสอบอาจใช้เป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง หรืออาจใช้ปรับแก้เมื่อเครื่องทำงานผิดพลาด

6.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบหาความสามารถในการให้น้ำของเครื่องต้นแบบ ประกอบด้วย

- เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ
- กระบอกตวง ขนาดปริมาตร 1 ลิตร
- ถาดสังกะสี ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร
- เครื่องวัดความเร็วรอบ
- กระบะเหล็ก ขนาด 40 x 250 x 25 เซนติเมตร (รูปที่ 6.2)

6.2.2 วิธีการทดสอบ

การทดสอบหาความสามารถในการให้น้ำของเครื่องต้นแบบ มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม เติมน้ำลงไปในกระบะเหล็กให้เต็ม วางตำแหน่งถาดสังกะสี ให้ห่างจากขอบของกระบะเหล็กประมาณ 20 เซนติเมตร
2. ให้ชุดเกียร์อยู่ที่ตำแหน่งว่าง ยกลูกกลิ้งตึงสายพานขึ้นเพื่อตัดการส่งกำลัง ติดเครื่องยนต์พร้อมปรับรอบเครื่องยนต์ไปที่ 2,000 รอบ/นาที โดยใช้เครื่องวัดรอบ
3. เข้าเกียร์ในตำแหน่งชุดเกียร์สำหรับปฏิบัติงาน กดลูกกลิ้งตึงสายพานลง (ต่อการส่งกำลัง) พร้อมทั้งควบคุมให้เครื่องเคลื่อนที่ผ่านบนกระบะเหล็ก (รูปที่ 6.3) ซึ่งจะมีน้ำถูกพ่นออกจากหัวจ่ายน้ำ โดยน้ำส่วนใหญ่จะตกลงบนถาดสังกะสี (รูปที่ 6.4)
4. วัดปริมาณน้ำที่อยู่ในถาดสังกะสี พร้อมจดบันทึกค่า
5. ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ
6. เปลี่ยนตำแหน่งการวางถาดมาไว้ด้านตรงข้าม จากนั้นทำตามขั้นตอน 1-4 ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ
7. นำข้อมูลที่ได้มาเขียนลงในตารางพร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ย

จากการทดสอบนำค่าที่บันทึกได้เขียนลงในตาราง ดังแสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณน้ำที่ได้จากหัวจ่ายต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ซ้ำที่	ปริมาณน้ำจากหัวจ่ายด้านซ้าย (ลิตร/ตารางเมตร)	ปริมาณน้ำจากหัวจ่ายด้านขวา (ลิตร/ตารางเมตร)
1	11.02	11.13
2	10.97	11.12
3	11.34	10.83
3	11.08	11.01
5	11.05	11.17
ค่าเฉลี่ย	11.09	11.05

จากตารางจะเห็นว่าความสามารถในการจ่ายน้ำของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบมีค่าเฉลี่ยประมาณ 11.09 และ 11.05 ของหัวจ่ายน้ำด้านซ้ายและหัวจ่ายน้ำด้านขวาตามลำดับ จะเห็นว่าเครื่องให้น้ำสามารถจ่ายน้ำได้เพียงพอกับความต้องการของพืช แต่ในการปฏิบัติงานจริง ล้ออาจมีการลื่นไถล (ดินอ่อน) ปริมาณน้ำที่ให้อาจมากกว่านี้ หรือหากมีการอุดตันที่กรองปริมาณน้ำที่ให้อาจน้อยกว่าค่าเฉลี่ยดังกล่าวข้างต้นบ้างเล็กน้อย



รูปที่ 6.2 กระบะเหล็ก สำหรับจำลองร่องน้ำ



รูปที่ 6.3 การควบคุมเครื่องให้น้ำเคลื่อนที่ผ่านกระบะเหล็ก
ซึ่งใส่น้ำไว้เกือบเต็ม

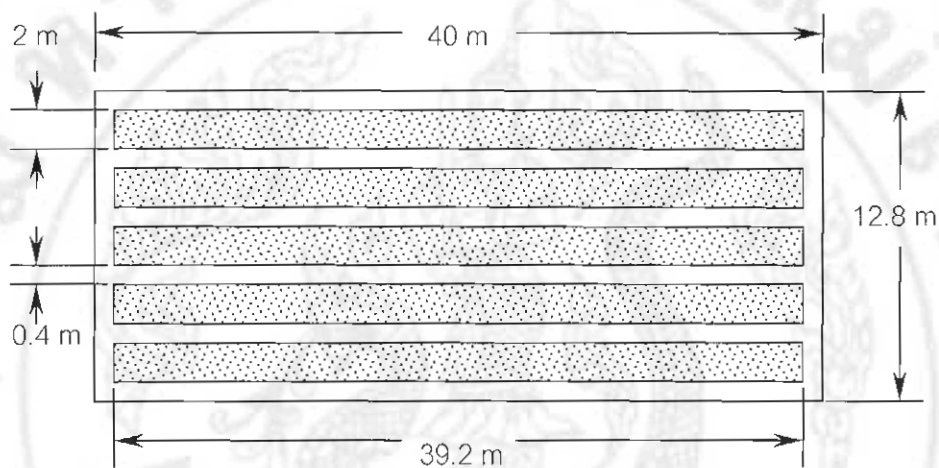


รูปที่ 6.4 การรองรับน้ำที่พุ่งออกจากหัวจ่ายด้วยถาดสังกะสี
เพื่อหาปริมาณการให้น้ำของเครื่องต้นแบบ

6.3 การทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่

การทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาความสามารถในการทำงาน และหาอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง หาความเร็วในการขับเคลื่อน นอกจากนั้นศึกษา ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดกับเครื่องมือทำงานในพื้นที่จริง

สำหรับการทดสอบครั้งนี้ทดสอบบนพื้นที่ กว้าง 12.8 เมตร ยาว 40 เมตร โดยพื้นที่ที่ทำ การทดสอบจะกำหนด 5 แปลง ซึ่งแปลงมีความกว้าง 2 เมตร ยาว 39.2 เมตร ร่องน้ำระหว่างแปลง มีความกว้าง 0.4 เมตร ลึก 0.27 เมตร ดังแสดงในรูป 6.5



รูปที่ 6.5 รูปแบบแปลงที่ใช้ทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่

6.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย

- เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องวัดความเร็วรอบ
- หลอดแก้วแบบมีขีดบอกปริมาตร

6.3.2 วิธีการทดสอบ

ขั้นตอนในการทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่ มีดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดสอบ ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิง (เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถึงและไล่ลมออกจากสาย หรือท่อทางให้หมด)
2. ปรับรอบเครื่องยนต์ที่ 2,000 รอบ/นาที

3. เริ่มปฏิบัติการการให้น้ำกระเทียม โดยใช้ความเร็วขับเคลื่อนต่ำสุด (12.6 เมตร/นาที่) จนจบการทดลอง (รูปที่ 6.6 ถึง รูปที่ 6.8)
4. จดบันทึกเวลาในการทำงานของเครื่อง ได้แก่ เวลาที่เริ่มทำงานจนเสร็จสิ้นการทำงาน เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเลี้ยวหัวแปลง เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการซ่อมแซมขณะปฏิบัติงาน
5. หาความเร็วในการขับเคลื่อนในพื้นที่จริง
6. หาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง หลังการทดสอบเสร็จ (เติมน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนลงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงจนเต็มอีกครั้ง)

ค่าชี้ผลในการทดสอบครั้งนี้ได้แก่ ความสามารถในการทำงานของเครื่อง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และความเร็วขณะปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะใช้ประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

สำหรับเงื่อนไขการทดสอบความสามารถเชิงพื้นที่ ได้แสดงในตาราง 6.3

ตาราง 6.3 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหาความสามารถเชิงพื้นที่

เงื่อนไขการทดสอบ	ผลการทดสอบ
- ขนาดพื้นที่ทดสอบ (กว้าง x ยาว)	12.8 x 40 เมตร
- ขนาดแปลงย่อยที่ทดสอบ (กว้าง x ยาว)	2 x 39.2 เมตร
- ความกว้างร่องระหว่างแปลง	0.4 เมตร
- ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ทดสอบ	2,000 รอบ/นาที
- ความเร็วรอบขับปั๊ม	1,400 รอบ/นาที
- ความเร็วรอบขับเคลื่อน	0.21 เมตร/วินาที
- หน้ากว้างในการทำงาน	4.4 เมตร
- เวลาที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด	651 วินาที
- เวลาที่สูญเสียในการเลี้ยวหัวแปลง	47 วินาที
- เวลาที่สูญเสียในการซ่อมแซมขณะปฏิบัติงาน	13 วินาที
- อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	0.224 ลิตร



รูปที่ 6.6 การให้น้ำกระเทียมโดยเครื่องให้น้ำต้นแบบ (ด้านหน้า)



รูปที่ 6.7 การให้น้ำกระเทียมโดยเครื่องให้น้ำต้นแบบ (ด้านหลัง)



รูปที่ 6.8 การให้น้ำกระเทียมโดยเครื่องให้น้ำต้นแบบ (ด้านหลัง)

จากข้อมูลในตารางที่ 6.3 เมื่อนำมาคำนวณหาความสามารถในการทำงานในพื้นที่จริงพบว่า มีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 1.77 ไร่/ชั่วโมง (14.16 ไร่/วัน) ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเท่ากับ 85.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.7 ลิตร/ไร่

จะเห็นว่าเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ จะมีความสามารถในการทำงาน และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่าเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ 16.38 เปอร์เซ็นต์ คือทำงานได้มากกว่า 2.32 ไร่/วัน และมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่า 15.4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่า 18.69 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องให้น้ำต้นแบบได้พัฒนาต่อจากเครื่องต้นแบบเพื่อทดสอบ ซึ่งมีการลดขนาดและขจัดข้อด้อยในการทำงาน ทำให้การควบคุมสะดวก ลดเวลาที่สูญเสียลงได้อีกมาก ส่วนเครื่องยนต์ต้นกำลังได้ลดขนาดให้เล็กลง

6.4 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การประเมินค่าใช้จ่ายในการให้น้ำกระเทียม ระยะเวลาคืนทุน และอัตราค่าตอบแทนในการลงทุน

6.4.1 ค่าใช้จ่ายในการให้น้ำกระเทียม

ค่าใช้จ่ายในการให้น้ำกระเทียม ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed cost) และค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable cost) สำหรับค่าใช้จ่ายคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคา ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน

(ค่าใช้จ่ายไม่แปรเปลี่ยนตามปริมาณการใช้งาน) และค่าใช้จ่ายผันแปรได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (ค่าใช้จ่ายที่แปรตามการใช้งาน) โดยกำหนดให้

TC = ค่าใช้จ่ายรวมการให้น้ำกระเทียม (บาท/ปี)

FC = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท/ปี)

VC = ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ปี)

PBP = ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

P = ราคาต้นทุนของเครื่อง (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

Y = อายุการใช้งาน (ปี)

I = อัตราดอกเบี้ย (%)

h = ชั่วโมงในการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง/วัน)

L = ค่าจ้างแรงงาน (บาท/วัน)

e = อัตราราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)

C_{ap} = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (ไร่/ชั่วโมง)

E = อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/วัน)

RM = ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ปี)

CR = ค่าจ้างในการให้น้ำกระเทียมต่อไร่ (บาท/ไร่)

A = จำนวนวันที่ปฏิบัติงานต่อปี (วัน/ปี)

เมื่อใช้สมการเส้นตรงในการคิดค่าเสื่อมราคา โดยกำหนดราคาหลังจากหมดอายุการใช้งานเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุนเครื่อง สมการค่าใช้จ่ายรวมของเครื่อง สมการค่าใช้จ่ายในการทำงาน สมการผลตอบแทนสุทธิ และระยะเวลาคืนทุน สามารถเขียนได้

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่อง (TC)} = FC + VC \quad (1)$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายคงที่ (FC)} = D + I \quad (2)$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายผันแปร (VC)} = L + E + RM \quad (3)$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายต่อไร่ (บาท/ไร่)} = \frac{TC}{C_{ap} \cdot A \cdot h} \quad (4)$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (PBP)} = \frac{P}{\{(CR \cdot C_{ap} \cdot h \cdot A) - (FC + VC)\}} \quad (5)$$

$$\text{ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ปี)} = (CR \cdot C_{ap} \cdot h \cdot A) - TC \quad (6)$$

6.5 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

การประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์จะครอบคลุมถึงค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ระยะเวลา คื่นทุน และผลตอบแทนที่ได้รับ ตามแนวทางการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์ ของเครื่องให้น้ำ กระเทียมต้นแบบ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

$P = 20,000$ บาท

$S = 2,000$ บาท (10% ของราคาเครื่อง)

$Y = 5$ ปี (อายุการใช้งานโดยประมาณ)

$I = 9.8$ เปอร์เซ็นต์ต่อปี (อัตราดอกเบี้ยของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์)

$h = 8$ ชั่วโมง/วัน (ชั่วโมงในการทำงานต่อวัน)

$L = 150$ บาท/วัน (ค่าจ้างแรงงาน)

$e = 14$ บาท/ลิตร (อัตราราคาน้ำมันเชื้อเพลิง)

$C_{ap} = 1.77$ ไร่/ชั่วโมง (ความสามารถในการทำงานของเครื่อง)

$E = 78.4$ บาท/วัน (อัตราค่าใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อใช้ 5.6 ลิตร/วัน)

$RM = 15$ เปอร์เซ็นต์ของ E (ค่าซ่อมบำรุง, บาท/ปี)

$CR = 100$ บาท/ไร่ (ค่าจ้างในการให้น้ำกระเทียมต่อไร่)

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ กำหนดจำนวนวันใช้งานต่อปี คือ 150 วัน (ประมาณ 5 เดือน ตามระยะเวลาการเพาะปลูกกระเทียม 1 รุ่น) และกำหนดค่าจ้างให้น้ำกระเทียมเท่ากับ 100 บาท/ไร่ ทั้งนี้เนื่องจากค่าจ้างสำหรับให้น้ำกระเทียม โดยใช้เครื่องให้น้ำกระเทียมที่ชาวบ้าน ประดิษฐ์ขึ้นก็คิดค่าจ้างในราคา 100 บาท/ไร่ เช่นกัน และสำหรับผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย สามารถเขียนอยู่ในรูปตาราง ดังแสดงในตาราง 6.4

ตารางที่ 6.4 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย เมื่อกำหนดการทำงานที่ 150 วัน/ปี

ค่าใช้จ่าย	จำนวน
1. ค่าใช้จ่ายคงที่	
1.1 ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)	3,600
1.2 ค่าดอกเบี้ย (บาท/ปี)	1,078
1.3 รวมค่าใช้จ่ายค่าที่ (บาท/ปี)	4,678
2. ค่าใช้จ่ายผันแปร	
2.1 ค่าแรงงาน (บาท/ปี)	22,500
2.2 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	11,760
2.3 ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ปี)	1,764
2.4 รวมค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ปี)	36,024
3. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด (บาท/ปี)	40,702
4. ปริมาณการทำงาน (ไร่/ปี)	2,124
5. ค่าใช้จ่ายต่อไร่ (บาท)	19.16

จากตารางสามารถวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่อง (TC)} = 4,678 + 36,024 = 40,702 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการทำงาน} = \frac{40,702}{(1.77 \times 8 \times 150)} = 19.16 \text{ บาท/ไร่}$$

$$\text{ผลต่อแทนสุทธิ} = (100 \times 1.77 \times 8 \times 150) - 40,702 = 171,698 \text{ บาท/ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= \frac{20,000}{\{(100 \times 1.77 \times 8 \times 150) - (4,678 + 36,024)\}} \\ &= 0.1165 \text{ ปี} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ระยะเวลาคืนทุน} = 42 \text{ วัน}$$

จากการสังเกตเปรียบเทียบการให้น้ำโดยเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น กับเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบพบว่า เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบสามารถบังคับควบคุมเครื่องในขณะปฏิบัติงานได้ดีกว่า ปริมาณน้ำที่ออกจากหัวจ่ายน้ำมากกว่า (เครื่องให้น้ำที่เกษตรกรประดิษฐ์การกระจายน้ำยังไม่ทั่วถึง) (รูปที่ 6.9) ความเร็วในการให้น้ำสูงกว่า จึงทำให้มีความ

สามารถในการทำงานสูงกว่าเครื่องให้น้ำที่เกษตรกรประดิษฐ์ประมาณ 3 เท่า อย่างไรก็ตามการนำเครื่องให้น้ำต้นแบบลงแปลงครั้งแรก พบว่ายังมีความยุ่งยากอยู่บ้าง หากใช้คนยกลงแปลงเพียงคนเดียว เนื่องจากตัวเครื่องยังมีน้ำหนักโดยรวมมาก และกรณีในร่องแปลงมีน้ำน้อยหรือมีปริมาณน้ำจากคลองปล่อยเข้าสู่ร่องแปลงไม่มากเท่าที่ควร อาจเสียเวลารอน้ำในร่องแปลงให้มีปริมาณที่เพียงพอเสียก่อน



(ก)



(ข)

รูปที่ 6.9 การให้น้ำโดยเกษตรกรเจ้าของไร่กระเทียม (ก)
และการทดสอบใช้เครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้นของผู้ช่วยวิจัย (ข)

และในการศึกษาค้างนี้เพื่อให้เห็นภาพการทำงานของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ เมื่อนำไปใช้งานกับพืชชนิดอื่น ที่มีลักษณะการปลูกและการให้น้ำคล้ายกับกระเทียม โดยในการทดสอบครั้งนี้เป็นแปลงกระหล่ำ ซึ่งมีขนาดความกว้างของแปลง 80 เซนติเมตร ความกว้างร่องน้ำ 45 เซนติเมตร บนแปลงปลูกพืชเป็น 2 แถว และท้ายแปลงไม่ได้ทำร่องน้ำไว้

ผลจากการทดสอบพบว่า หากปรับตั้งความเร็วรอบเครื่องยนต์ไว้ที่ 2,000 รอบ/นาที (ความเร็วรอบใช้งาน) หัวจ่ายน้ำจะจ่ายน้ำได้ไม่เหมาะสม คือจ่ายน้ำเลยจากแปลงออกไปด้านข้างมาก (รูปที่ 6.10) และเมื่อปรับรอบเครื่องยนต์ให้ต่ำลง จะสามารถจ่ายน้ำได้ดีขึ้น คือ จ่ายน้ำได้ครอบคลุมแปลง (รูปที่ 6.11) แต่มีผลทำให้ความสามารถในการทำงานลดลงมาก และที่สำคัญเมื่อเครื่องให้น้ำเคลื่อนที่ให้น้ำไปจนสุดท้ายแปลง จะเสียเวลามากในการเลี้ยวหัวแปลง เนื่องจากท้ายแปลงไม่ได้ทำร่องน้ำไว้

ดังนั้นข้อสรุปการนำเครื่องให้น้ำต้นแบบไปใช้กับพืชชนิดอื่น ที่มีลักษณะของแปลงแตกต่างไปจากแปลงกระเทียมต้นข้างมาก จะมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบที่ลดลง



รูปที่ 6.10 การให้น้ำเมื่อปรับรอบเครื่องยนต์ที่ 2,000 รอบ/นาที



รูปที่ 6.11 การให้น้ำเมื่อปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำลง

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาในการออกแบบและประเมินผลเครื่องให้น้ำระหว่างแปลงพืชไร่ดังกล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลการศึกษา ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง และเป็นข้อมูลอ้างอิงที่สามารถจะนำไปศึกษาและวิจัยต่อไป ดังต่อไปนี้

7.1 ผลการศึกษาโดยสรุป สำหรับการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

การศึกษากการออกแบบและประเมินผลเครื่องให้น้ำระหว่างแปลงพืชไร่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบเครื่อง ให้สามารถใช้งานกับไร่กระเทียม โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระเทียมและปัญหาการเพาะปลูกกระเทียม การประเมินผลเบื้องต้นเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น การออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อทดสอบ เพื่อหาข้อจำกัดต่าง ๆ นำมาใช้สำหรับพิจารณาในการออกแบบ สร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลจากการศึกษาจากข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระเทียม ตลอดจนปัญหาในกระบวนการเพาะปลูกของเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนบนพบว่า พันธุ์กระเทียมที่นิยมปลูกในภาคเหนือได้แก่ กระเทียมพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ และพันธุ์จีน กระเทียมเป็นพืชที่ชอบอากาศเย็น (12-22 องศาเซลเซียส) ต้องการความชื้นสูง (ต้องให้น้ำประมาณ 7 วัน/ครั้ง) ส่วนปัญหาในการเพาะปลูกคือการขาดแคลนพันธุ์กระเทียมที่ดี และต้นทุนการเพาะปลูกกระเทียมสูง ค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ค่าพันธุ์กระเทียม ค่าจ้างยกร่องแปลง ค่าฟางและค่าจ้างในการใช้วัสดุคลุมแปลง ค่ายาป้องกันเชื้อรา ยาฆ่าแมลง ค่าปุ๋ย ค่าจ้างปลูกและถอนหญ้า ค่าเก็บเกี่ยวและมัดจุก ตลอดจนค่าจ้างในการให้น้ำ เป็นต้น รวมค่าใช้จ่ายที่กล่าวมาข้างต้นเฉลี่ยแล้วประมาณ 21,340 บาท/ไร่ หรือ 5.34-6.10 บาท/กิโลกรัม ซึ่งมีผลผลิตกระเทียมที่ผลิตได้เฉลี่ย 3,500-4,000 กิโลกรัม/ไร่

2. การศึกษาการทำงานเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น พบว่าเครื่องให้น้ำดังกล่าวมีข้อดี คือ หลักการทำงานของเครื่องที่ไม่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตต่ำ มีความสามารถในการทำงานค่อนข้างดี (ความสามารถในการให้น้ำ 5 ไร่/คน/วัน) อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ คือ

- 2.1 เกิดการจมของล้อลากเลื่อนได้ง่าย เนื่องจากพื้นที่ของหน้าล้อที่สัมผัสพื้นน้อย

2.2 ปกติในการทำงานต้องดึงลากเครื่องถอยหลังขณะปฏิบัติงาน ถ้าต้องการดันเครื่องให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ล้อจะเกิดการจมได้ง่าย ซึ่งการลากเครื่องถอยหลังทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความไม่สะดวกและเกิดความเมื่อยล้าสูง

2.3 ตลับลูกปืนชำรุดได้ง่าย ทั้งนี้เนื่องจากตลับลูกปืนต้องสัมผัสน้ำ สิ่งสกปรก และ ความชื้นตลอดเวลาขณะปฏิบัติงาน นอกจากนั้นใบพัดปั๊มยังเกิดการสึกกร่อน บิ่น และแตกหักเสียหายได้ง่าย เนื่องจากไม่ได้ออกแบบตะแกรงกรองที่เหมาะสม

2.4 ตำแหน่งการวางเครื่องยนต์ต้นกำลังค่อนข้างสูง ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องสูงตามไปด้วย ผลจะทำให้เครื่องล้มง่าย ซึ่งจะต้องใช้แรงงานมากในการป้องกันไม่ให้เครื่องล้มหรือพลิกคว่ำ

3. การออกแบบและสร้างเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับทดสอบ โดยอาศัยข้อมูลข้อสรุปจากเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น สามารถสรุปลักษณะของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับทดสอบดังนี้

3.1 ลักษณะโครงสร้างคล้ายกับรถไถเดินตาม คือใช้เครื่องยนต์ต้นขนาด 5.5 แรงม้า เพื่อเป็นต้นกำลังสำหรับใช้ในการขับเคลื่อน และขับเคลื่อนน้ำ ส่วนล้อขับเคลื่อนออกแบบเช่นเดียวกับล้อของรถไถเดินตาม แต่ลดขนาดลง คือให้มีความกว้างหน้าล้อเท่ากับ 30 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 50 เซนติเมตร

3.2 ออกแบบใบพัดปั๊มให้มีความกว้าง 16.25 เซนติเมตร เลือปั๊มใช้เหล็กท่อหนา 3 มิลลิเมตร ตีขึ้นรูปโดยมีระยะห่างจากใบพัดปั๊มตามที่ได้คำนวณไว้ ส่วนชุดตัวปั๊มออกแบบให้สามารถยกขึ้นลงได้ประมาณ 10 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถติดตั้งปั๊มในตำแหน่งที่เหมาะสม

3.3 ความเร็วขับเคลื่อนใช้งานเท่ากับ 12.6 เมตร/นาที่ ที่ความเร็วรอบ 1,800 รอบ/นาที่ โดยการทดรอบไปที่ล้อด้วยอัตราทด 15.3 : 1

3.4 การทดสอบหัวจ่ายน้ำพบว่า หัวจ่ายน้ำแบบที่ 4 (แบบบีบปลายท่อ) มีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด เพราะสามารถจ่ายน้ำได้เหมาะสมคือ 11.96 ลิตร/ตารางเมตร ที่ความเร็วรอบปั๊ม 1,200 รอบ/นาที่ ไม่มีปัญหาการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำ

3.5 ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ 69.8 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการทำงาน 1.48 ไร่/ชั่วโมง และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.861 ลิตร/ไร่

3.6 จากการนำไปทดสอบปฏิบัติงานจริงพบข้อเสียที่สมควรจะแก้ไขดังนี้ คือ ขนาดของเครื่องค่อนข้างใหญ่เทอะทะ ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องอยู่สูงและอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เกิดการอุดตันของตะแกรงบ่อยเนื่องจากกรูตะแกรงเล็กเกินไป โข

ที่ใช้ส่งกำลังต้องสัมผัสน้ำและโคลน ทำให้มีอายุการใช้งานสั้น และตำแหน่งของหัวจ่ายน้ำอยู่สูงเกินไป น้ำที่ออกมากระทบพืชแรง ซึ่งจะทำให้พืชได้รับความเสียหายได้

4. การออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ เป็นการออกแบบ โดยอาศัยข้อมูลจากการทดสอบการใช้งาน เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบเพื่อใช้สำหรับทดสอบ เพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด และเครื่องดังกล่าวมีคุณลักษณะดังนี้

4.1 โครงสร้างยังคงมีลักษณะคล้ายกับรถไถเดินตาม แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก โดยมีความกว้างและความยาวเท่ากับ 53 เซนติเมตร และ 137 เซนติเมตร ตามลำดับ ลดความสูง ตำแหน่งติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังลงให้เหลือเพียง 37 เซนติเมตร วางชุดเกียร์ทอดอยู่ระหว่างล้อทั้งสองข้าง

4.2 ความกว้างของล้อได้ออกแบบให้แคบลง โดยออกแบบให้มีความกว้างล้อและเส้นผ่านศูนย์กลางล้อเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ออกแบบให้มี 2 ล้อ เพื่อให้เครื่องมีการทรงตัวที่ดี ไม่พลิกคว่ำได้ง่าย

4.3 ป้อนน้ำใช้ใบพัดป้อนที่มีขายทั่วไป ส่วนเสื้อปั๊มออกแบบคล้ายกับเสื้อปั๊มแบบขับเคลื่อน โดยให้มีช่องทางเข้ามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร และทางออก 5 เซนติเมตร ตะแกรงกรองเป็นรูปทรงกระบอกสูง 5 เซนติเมตร มีความกว้างเท่ากับเสื้อปั๊ม ตะแกรงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เจาะโดยรอบ และด้านหน้าปั๊มติดตั้งคราดเพื่อป้องกันเศษหญ้าหรือฟางอุดตันที่ตะแกรงกรอง

4.4 ใช้เครื่องยนต์ขนาด 3.8 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนและขับเคลื่อน ในขณะเดียวกัน ความเร็วขับเคลื่อนเมื่อปฏิบัติงาน 12.6 เมตร/นาที่ ความเร็วขับเคลื่อนที่เหมาะสมที่สุดคือ 1,400 รอบ/นาที่ ซึ่งสามารถให้น้ำได้ 11.19 ลิตร/ตารางเมตร ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบ/นาที่

4.5 เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ มีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 85.1 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการทำงาน 1.77 ไร่/ชั่วโมง หรือ 14.16 ไร่/วัน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.7 ลิตร/ไร่

4.6 จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า เครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบถ้านำไปปรับจ้างให้น้ำกระเทียมในอัตรา 100 บาท/ไร่ จะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายเท่ากับ 19.16 บาท/ไร่ เมื่อนำเครื่องดังกล่าวไปใช้งานที่ 150 วัน/ปี จะให้ผลตอบแทนสุทธิเท่ากับ 171,698 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 42 วัน เท่านั้น

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากการนำไปทดสอบในพื้นที่จริงพบว่า น้ำหนักโดยรวมของเครื่องยังค่อนข้างมาก ดังนั้น หากสามารถลดน้ำหนักของเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบลงได้อีก จะทำให้การเคลื่อนย้ายลงแปลงหรือข้ามแปลง จะสามารถกระทำได้สะดวกยิ่งขึ้นกว่านี้ ทั้งนี้อาจลดชุดเกียร์ทดให้เหลือเพียงชุดเดียว คือชุดเกียร์ทดสำหรับปฏิบัติงานเท่านั้น นอกจากนั้นอาจเปลี่ยนโครงสร้างบางส่วนเป็นอลูมิเนียมซึ่งแข็งแรงแต่น้ำหนักเบา



เอกสารอ้างอิง

- ชูศักดิ์ สัจจพงษ์. 2528. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นสตรอเบอรี่.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ประสิทธิ์ โนรี. 2528. กระเทียม. เอกสารวิชาการประกอบการบรรยายวิชา พณ.322. ภาควิชา
เทคโนโลยีทางพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2541. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2539/2540
เอกสารสถิติการเกษตรที่ 18/2541. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.
- เศกศักดิ์ เครือพานิช. 2538. ข้อมูลเศรษฐกิจกระเทียมแหล่งผลิตภาคเหนือตอนบน. สำนักงาน
การค้าภายใน เขต 5.



ภาคผนวก ก.

แบบสัมภาษณ์ต้นทุนการผลิตกระเทียม

แบบสอบถามต้นทุนการผลิตกระเทียม
เกษตรกรอำเภอ

1. ค่าพันธุ์กระเทียม กิโลกรัม ๗ ละ บาท บาท
(ปกติจะใช้พันธุ์ กิโลกรัมต่อไร่ ราคาอยู่ระหว่าง บาทต่อกิโลกรัม)
2. ค่าจ้างในการเตรียมดินและยกร่องแปลง บาท
3. พื้นที่สำหรับเพาะปลูก
☐ ที่ดินของตนเอง จำนวนที่ปลูก ไร่
☐ เช่าที่ดิน จำนวนที่เช่าปลูก ไร่
 (หากจะเช่าพื้นที่ทั้งปี ๗ ละ บาทต่อไร่)

รวมเป็นเงิน บาท
4. ค่าปุ๋ยคอกรองพื้น (จำนวน กระสอบปุ๋ยต่อไร่ กระสอบละ บาท) บาท
5. ค่าฟางคลุมแปลง (จำนวน มัดต่อไร่ ปกติมัดละ บาท) บาท
6. ค่ายาฆ่าแมลง บาท
7. ค่าปุ๋ยเคมี (จำนวน กระสอบต่อไร่ กระสอบละ บาท) บาท
8. ค่ายาคลุมหญ้า (จำนวน ลิตร ๗ ละ บาท) บาท
9. ค่าจ้างปลูก (จำนวน คน ๗ ละ บาท ส่วนมากเป็นแรงงานหญิง) บาท
10. ค่าจ้างคลุมฟาง (จำนวน คน ๗ บาท ส่วนมากเป็นแรงงานชาย) บาท
11. ค่าจ้างคองหญ้า (จำนวน ครั้ง ครั้ง คน ๗ ละ บาท) บาท
12. ค่าเก็บเกี่ยว (จำนวน คน ๗ ละ บาท) บาท
13. ค่ามัดจุกกระเทียม (จำนวน คน ๗ ละ บาท) บาท
14. ค่าให้น้ำกระเทียมแบบใช้แรงงานคน (จำนวน ครั้ง ๗ คน ๗ ละ บาท) บาท

รวมเป็นเงิน บาท

ผลผลิตที่ได้ต่อไร่ กิโลกรัมต่อไร่

- ☐ พันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่หรือ
☐ พันธุ์จีน
☐ พันธุ์

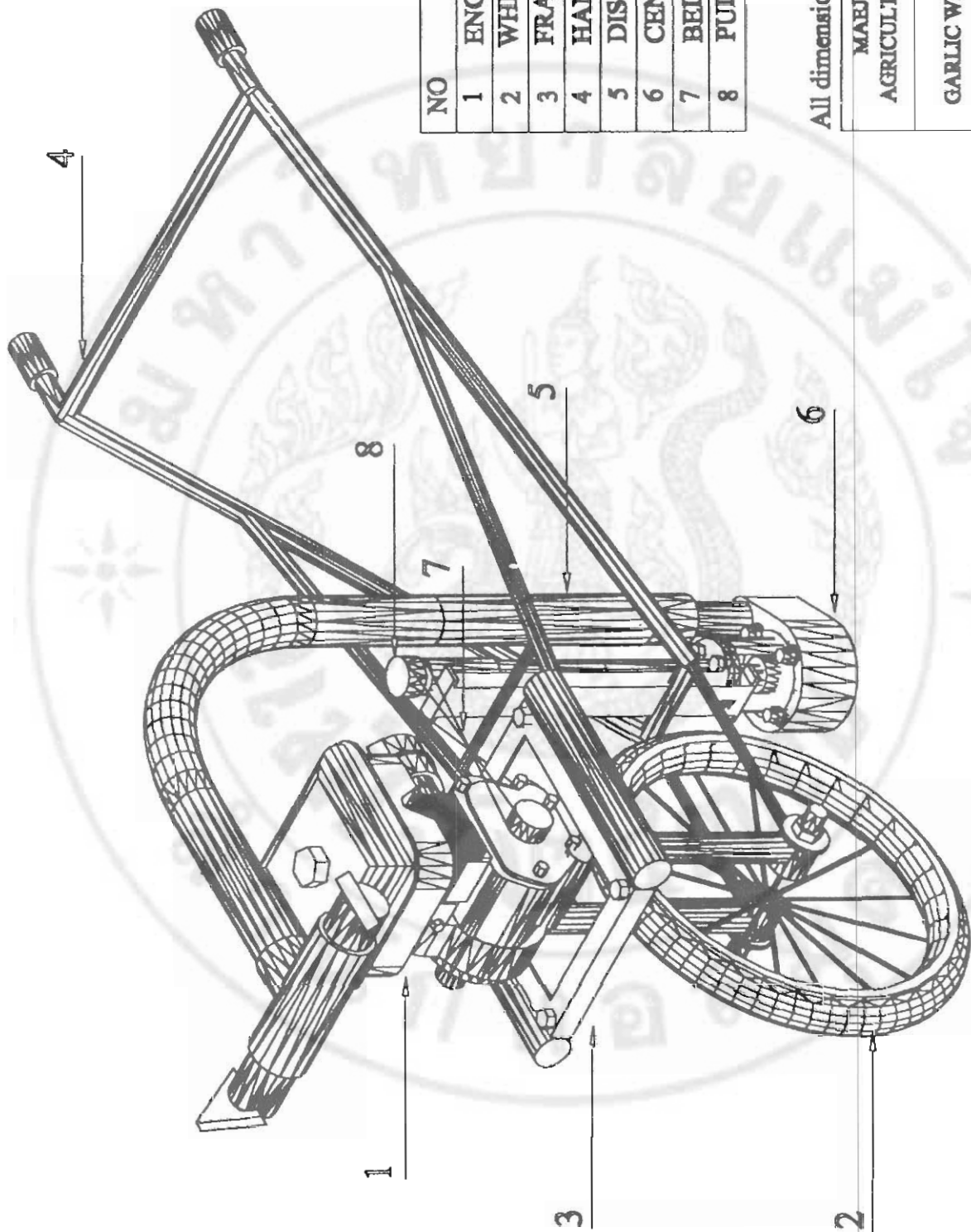
ราคาขายต่อกิโลกรัม

- ราคาขายเป็นกระเทียมสด บาท
- ราคาขายเป็นกระเทียมแห้ง บาท



ภาคผนวก ข.

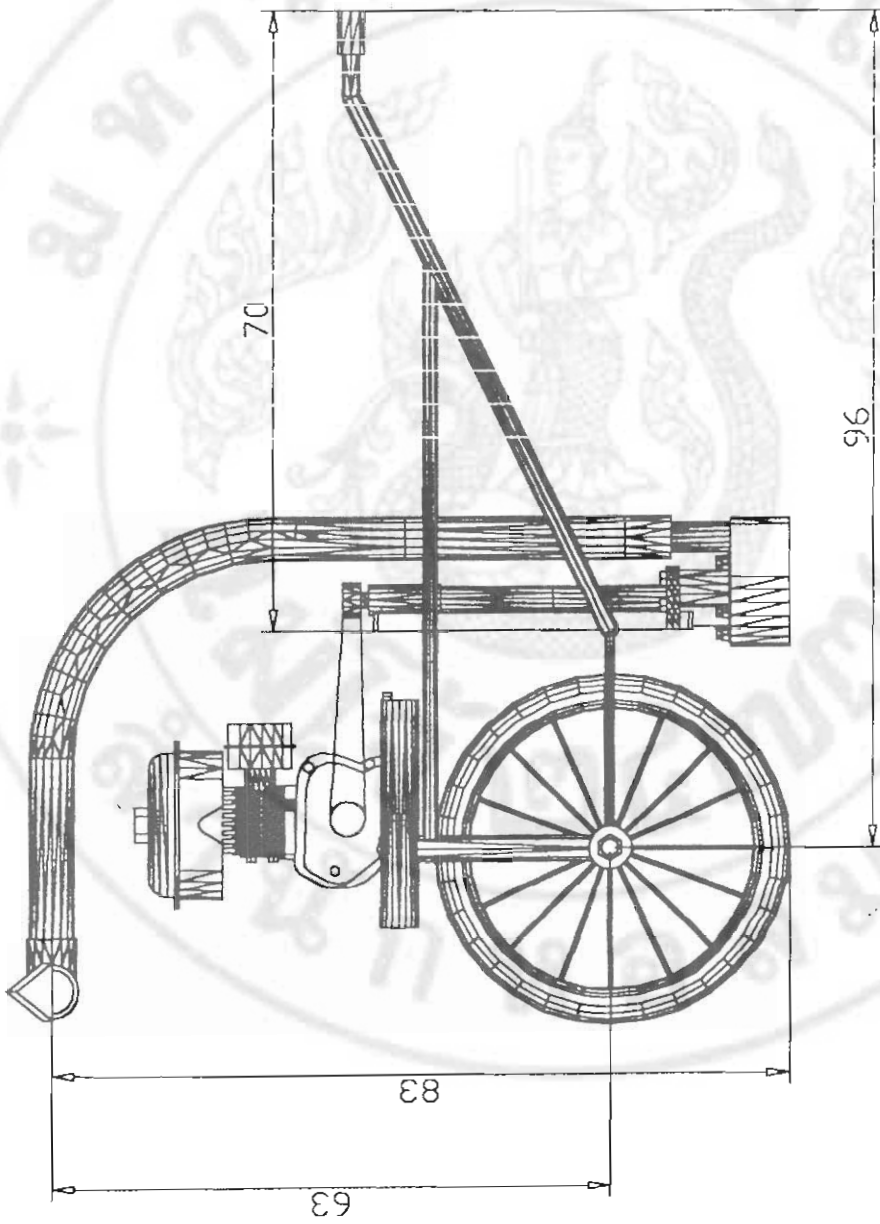
ภาพเขียนแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมที่เกษตรกรประดิษฐ์ขึ้น



NO	NAME
1	ENGINE
2	WHEEL
3	FRAME
4	HANDLE
5	DISCHARGEPIPE
6	CENTRIFUGAL PUMP
7	BELT
8	PULLEY

All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY	
AGRICULTURE ENGINEERING	
GARLIC WATERING MACHINE	
SCALE 1:2.5	BY
14/09/44	ATTAPOL
PLATE 1/6	

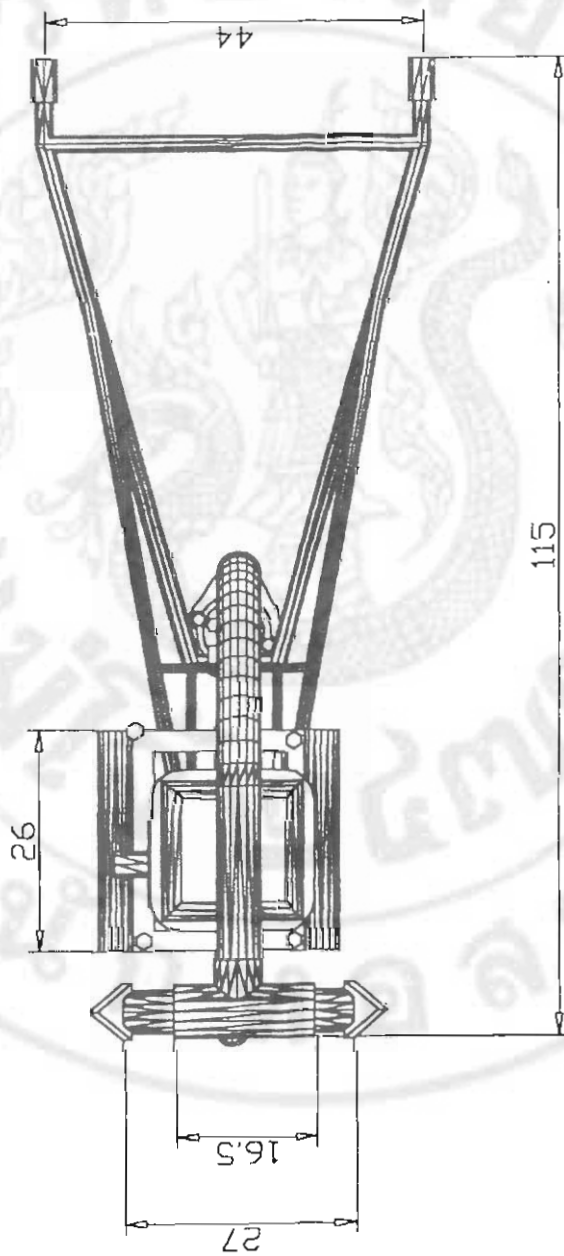


All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY
AGRICULTURE ENGINEERING

SIDE VIEW

SCALE 1:1.5	BY	PLATE 2/6
14/09/44	ATTAPOL	



All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY

AGRICULTURE ENGINEERING

TOP VIEW

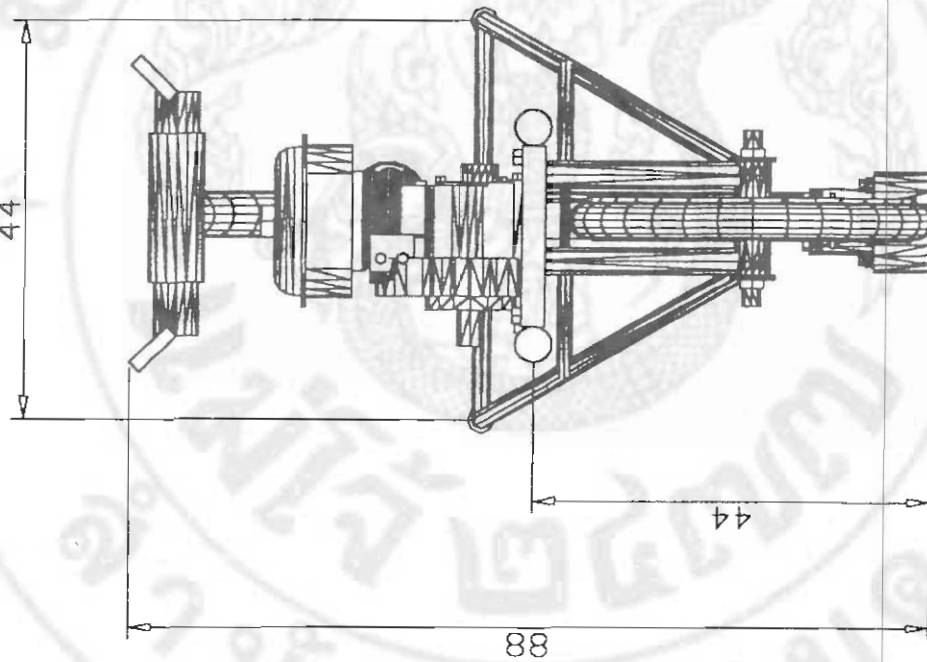
SCALE 1:1.5

BY

14/09/44

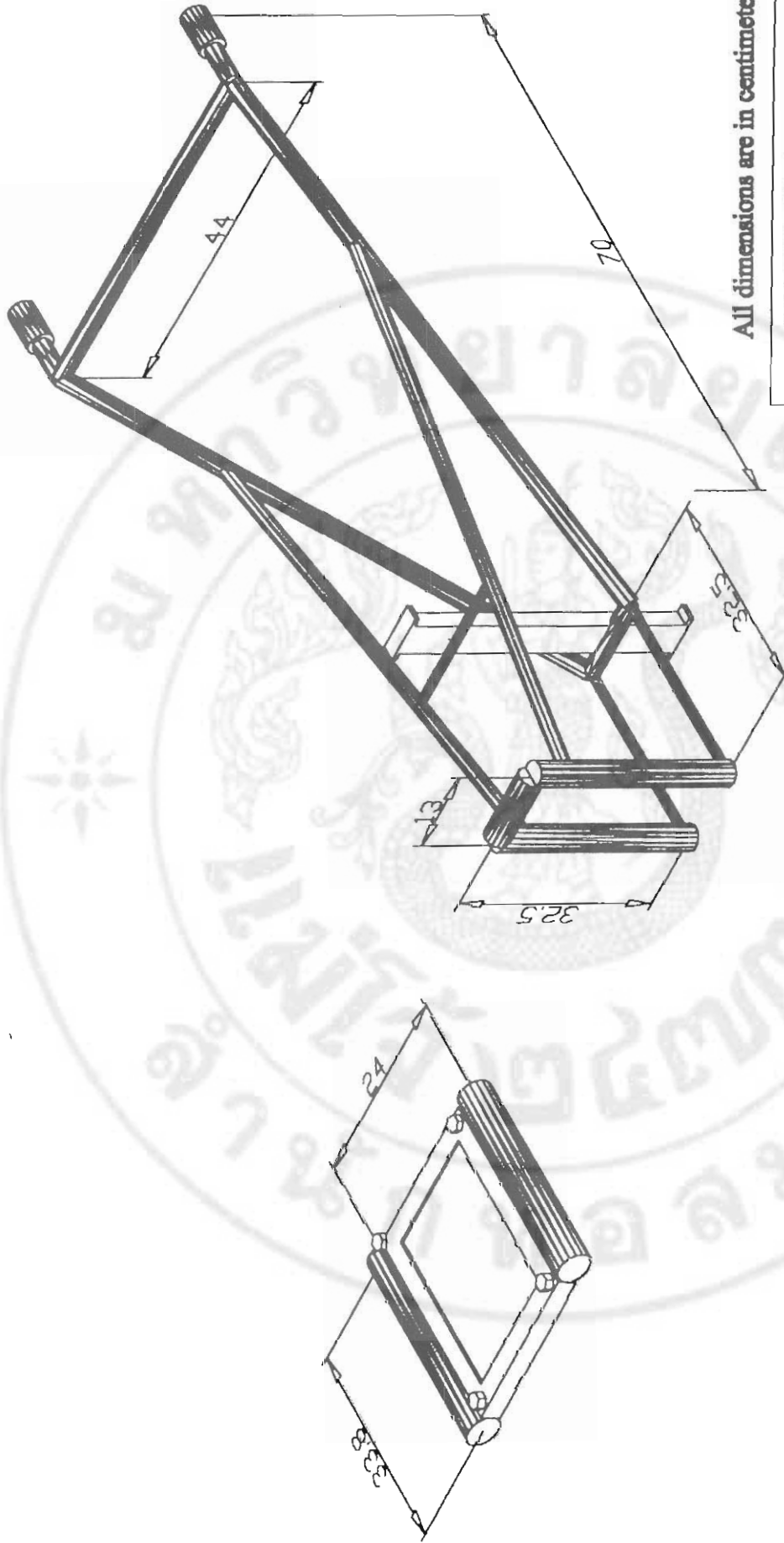
ATTAPOL

PLATE 3/6



All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY		BY	ATTAPOL	PLATE 4/6		
AGRICULTURE ENGINEERING						
FRONT VIEW						
SCALE 1:2.5	14/09/44					



All dimensions are in centimeter

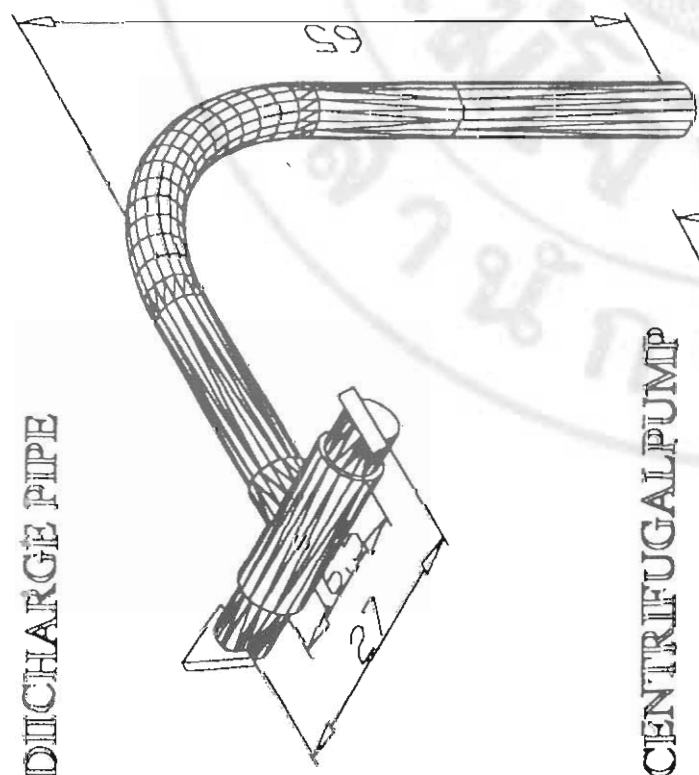
MAEJO UNIVERSITY

AGRICULTURE ENGINEERING

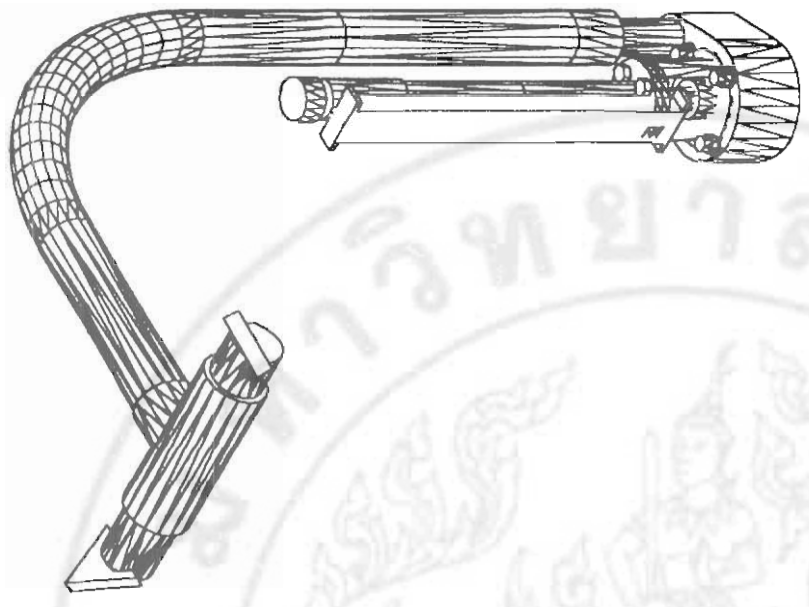
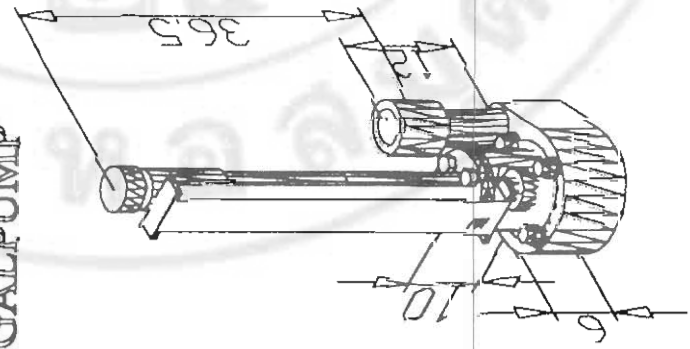
FRAME

SCALE 1:8.5	BY	PLATE
14/09/44	ATTAPOL	5/6

DIICHARGE PIPE



CIENTRIFUGALPUMP



All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVER SITY
AGRICULTUER ENGINEERING

DICHARGE PIPE AND CENTRIFUGALPUMP

SCALE 1:8.5
14/09/44

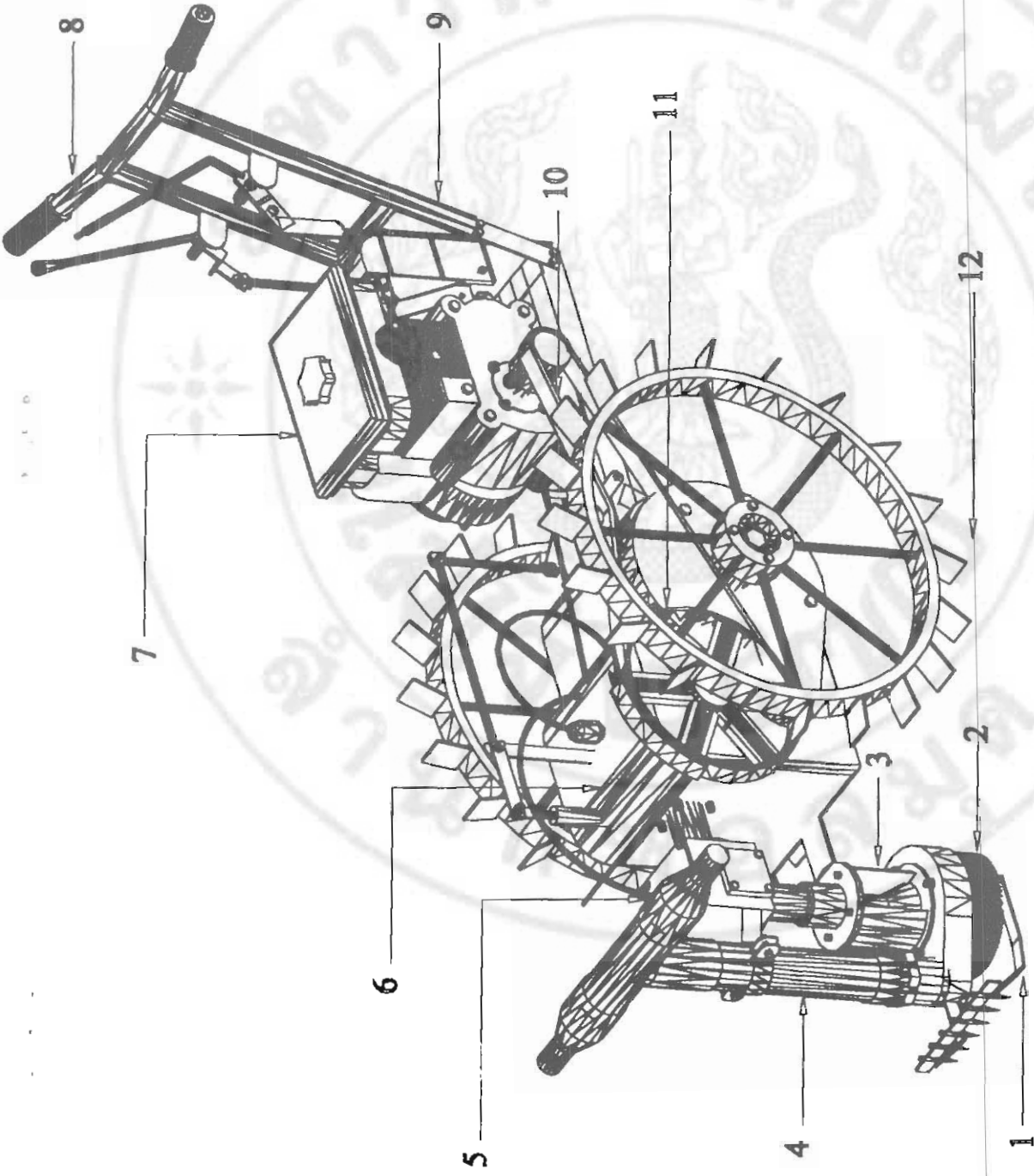
BY
ATTAPOL

PLATE 6/6

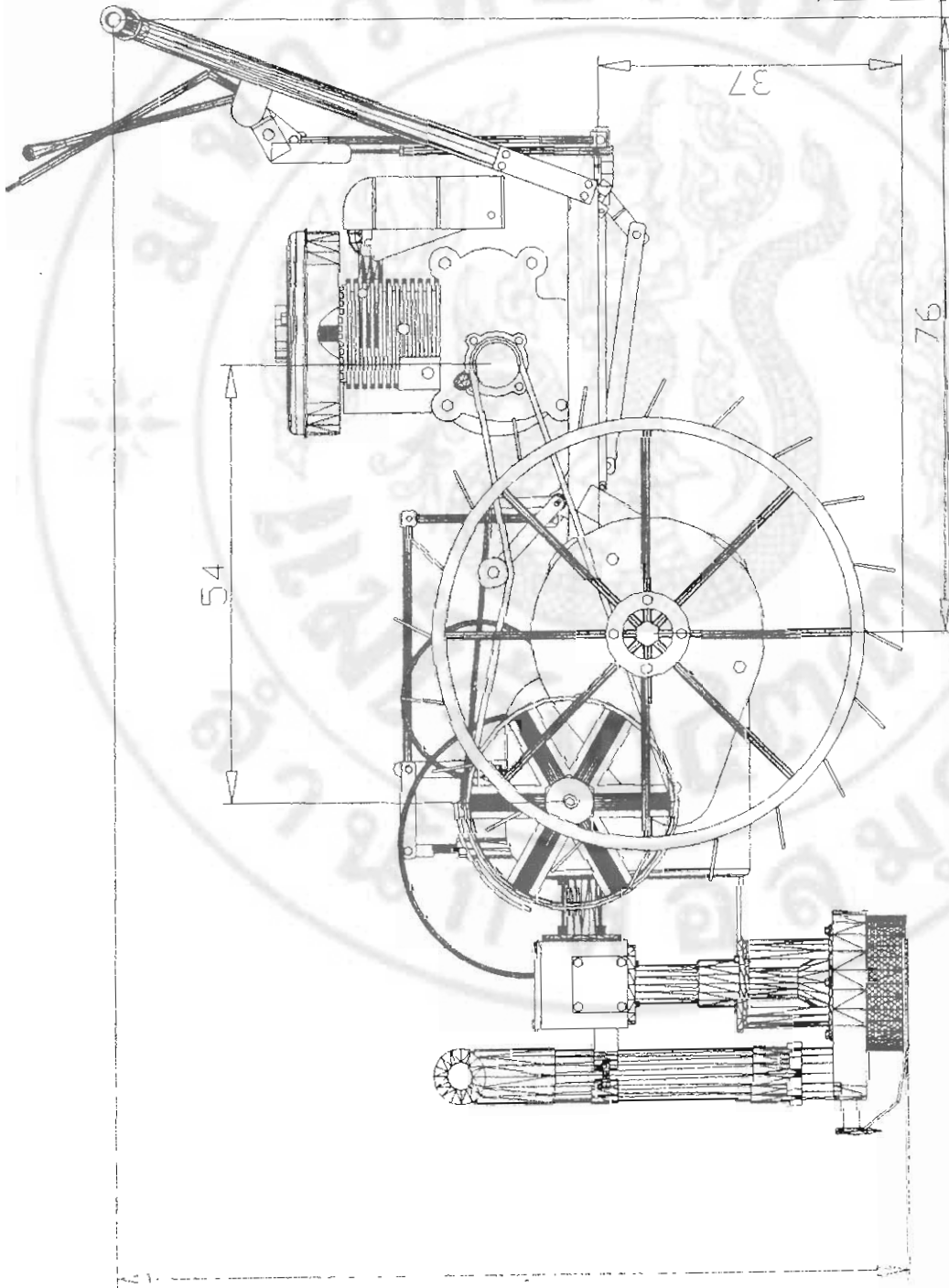


ภาคผนวก ค.

ภาพเขียนแบบเครื่องให้น้ำกระเทียมต้นแบบ



NO	NAME	
1	SKIE	
2	SCREEN	
3	CENTRIFUGAL PUMP	
4	DISCHARGE PIPE	
5	BEVEL GEAR	
6	GEAR BOX	
7	ENGINE	
8	HANDLE	
9	FRAME	
10	BELT	
11	PULLEY	
12	WHEEL	
MAEJO UNIVERSITY		
AGRICULTURE ENGINEERING		
GARLIC WATERING MACHINE		
SCALE 1:8.5	BY	PLATE 1/7
20/09/44	ATTAPOL	



All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY

RICULTURE ENGINEERING

SIDE VIEW

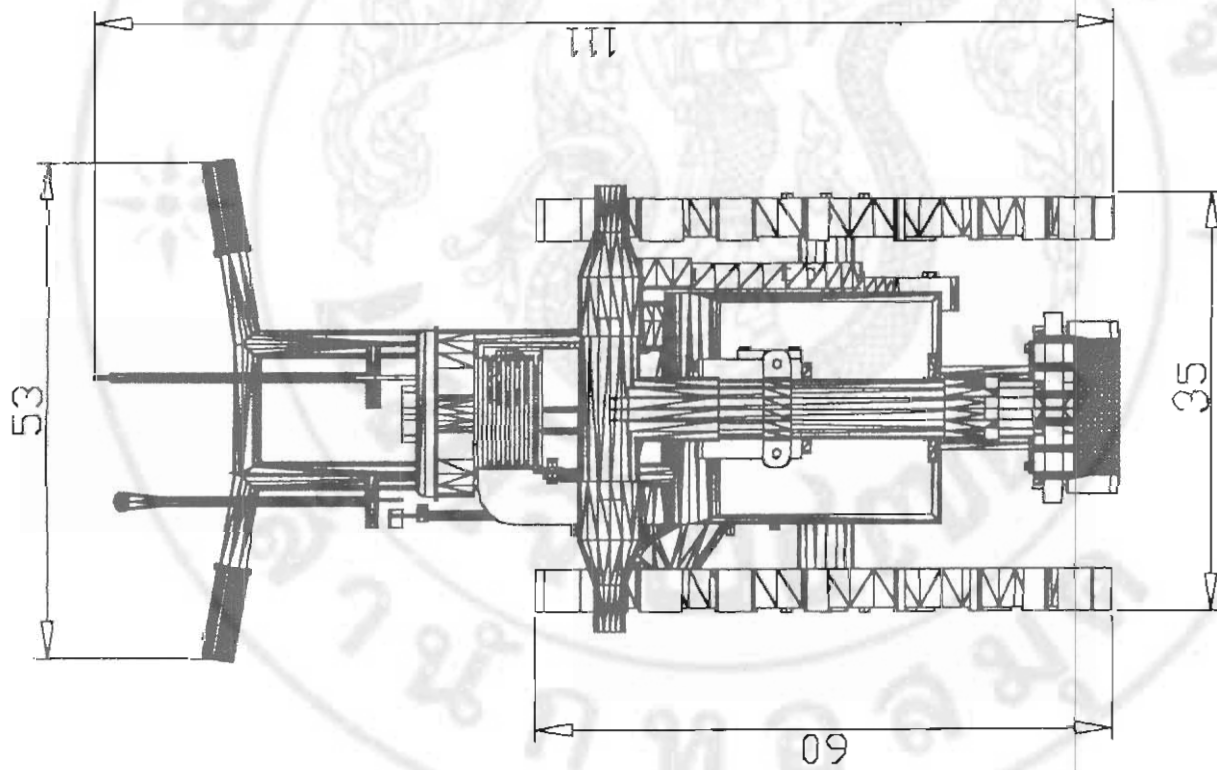
SCALE 1:8.5

BY

PLATE 3/7

ATTAPOL

20/09/44



All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY
AGRICULTURE ENGINEERING

FRONT VIEW

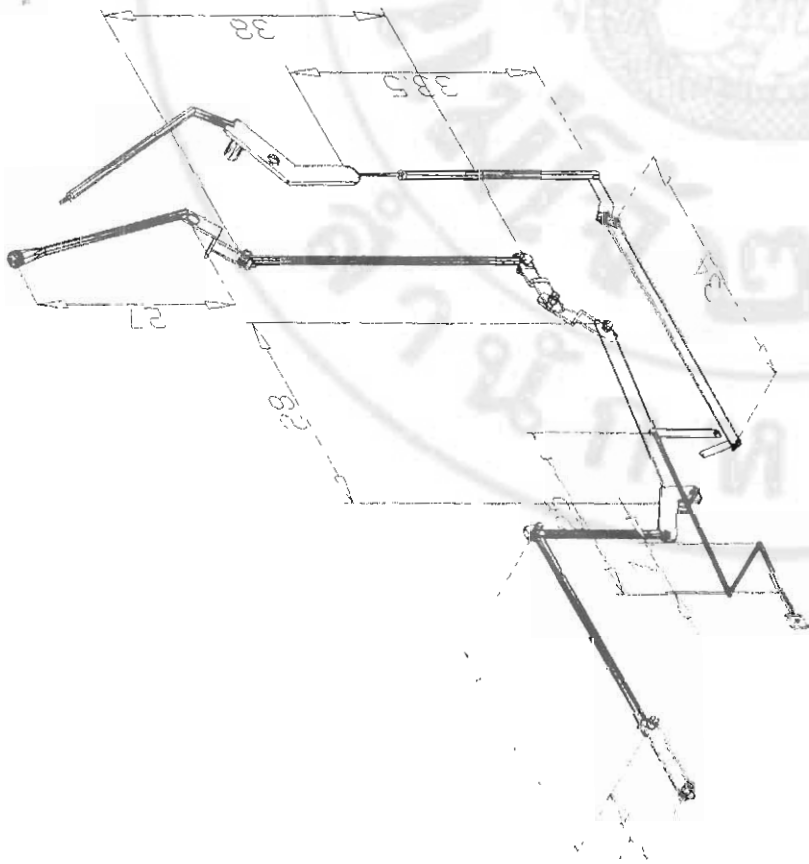
SCALE 1:8.5

BY

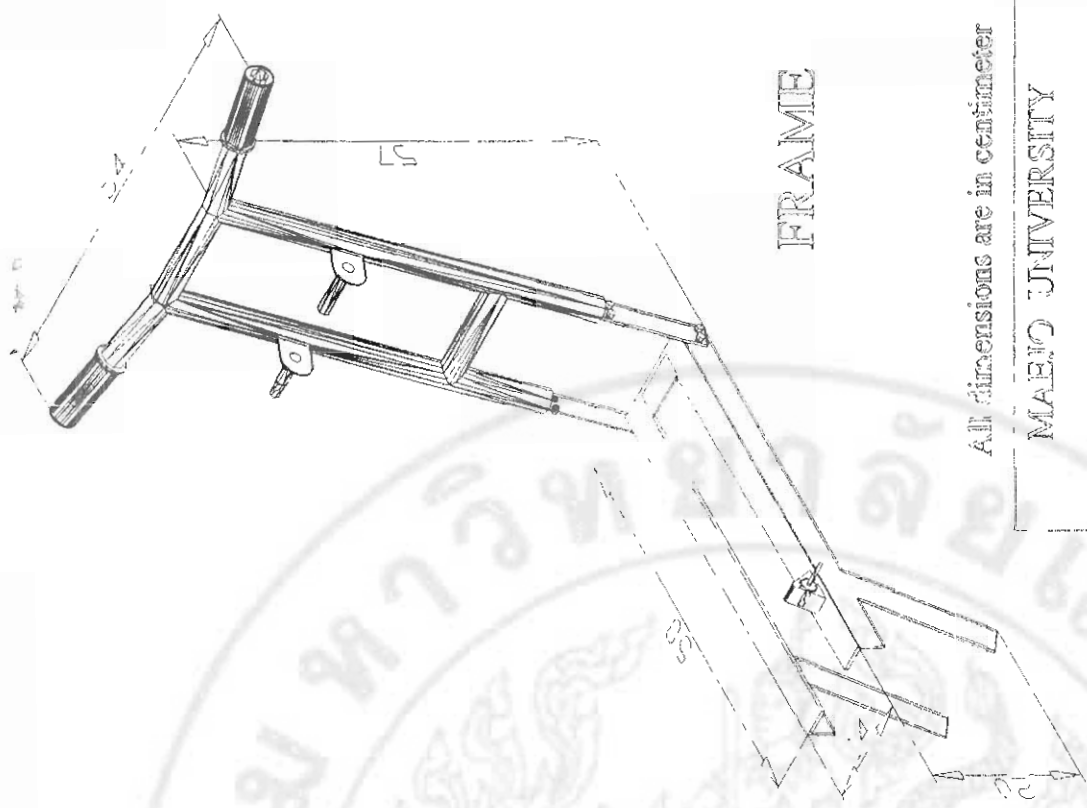
ATTAPOL

PLATE 2/7

20/09/44



GEAR BOX



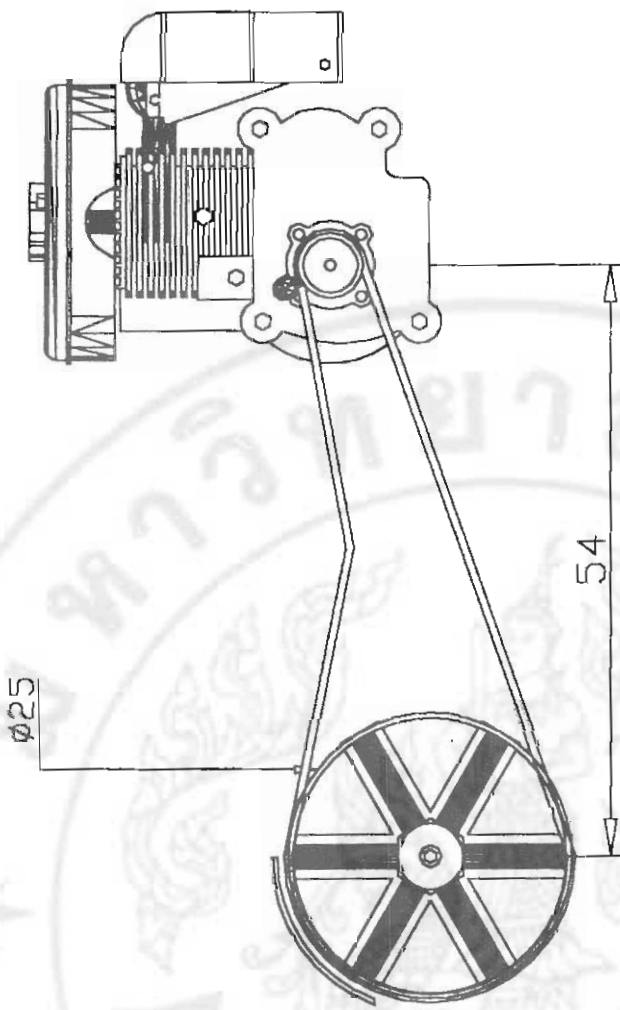
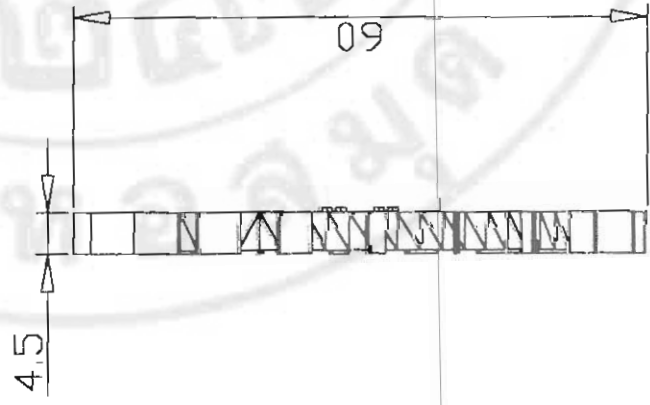
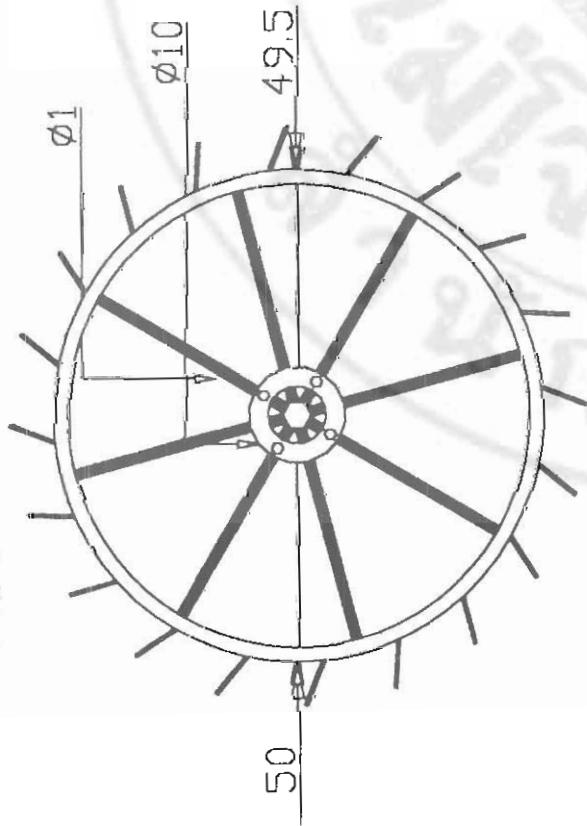
FRAME

All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY
AGRICULTURE ENGINEERING

FRAME AND GEARBOX

SCALE 1:8.5	BY ATTAPOL	PLATE S/7
20/09/44		



All dimensions are in centimeter

MAEJO UNIVERSITY

AGRICULTURE ENGINEERING

WHEEL AND POWER

SCALE 1:8.5

BY

ATTAPOL

PLATE 67

20/09/44

POWER