การวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปลูกข้าว

Analysis of energy consumption in rice cropping system

นายนิพล อุ่นสุทอง

นายอิทธพงศ์ พิมสาร

นายอลงกต สิริมาวรวุฒิ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน...520067.....
เลขเรียกหนังสือ.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร

I 509 3788
ป.
น๒๗๓
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน การวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปลูกข้าว

(Analysis of energy consumption in rice cropping system)

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายนิพล	อุ่นสุทอง	รหัส	47380131
นายอทิตพงศ์	พิมสาร	รหัส	47380164
นายอลงกต	สิริมาวรวุฒิ	รหัส	47380168

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

มัทนี สงวนเสริมศรี .....ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

.....กรรมการ

(อาจารย์รัตนา การุญบุญญานันท์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปัญญวัณ ลำเพาพงศ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์)

หัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปลูกข้าว
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายนิพล อุ่นสุทอง รหัส 47380131
	นายอทิตพงศ์ พิมสาร รหัส 47380164
	นายอสงกต สิริมาวรวุฒิ รหัส 47380168
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานของการปฏิบัติงานในระบบปลูกข้าว แปลงที่ทำการศึกษาเป็นการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม จำนวน 3 แปลงขนาด 1.28 ha (8ไร่), 1.6 ha (10ไร่) และ 3.2 ha (20ไร่) การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้ การสูบน้ำ, การเตรียมดิน, การปลูก, การให้ปุ๋ย, การพ่นสารกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว ผลจากจากวิเคราะห์พลังงานเฉลี่ย พบว่ากิจกรรมที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ การให้ปุ๋ย (7,806.44 MJ/ha) คิดเป็น35.8% ของพลังงานทั้งหมด (22570.09 MJ/ha) รองลงมา คือ การสูบน้ำ (5512.04 MJ/ha, 21.5%), การปลูก (4,510.21MJ/ha, 21.1%), การเก็บเกี่ยว (1,911.35 MJ/ha, 8.8%) และการเตรียมดิน (1,695.49 MJ/ha,7.5%) ตามลำดับ ขั้นตอนที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด คือ การพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (1,134.56 MJ/ha) คิดเป็น5.3% ของพลังงานรวมที่ใช้ทั้งหมด

ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 4,238.49 kg/ha คิดเป็นพลังงานที่ได้ 72,696.94 MJ/ha ประสิทธิภาพพลังงานเฉลี่ย (พลังงานที่ได้ต่อพลังงานที่ใส่) เท่ากับ 3.22 ค่าพลังงานที่ใส่ต่อกิโลกรัมของเมล็ดข้าวที่ได้เท่ากับ 2.63 MJ/ kg และอัตราส่วนปริมาณเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยที่ได้ต่อเมล็ดพันธุ์ที่ใส่เท่ากับ 15.34: 1

Project Title	Analysis of energy consumption in rice cropping system		
Name	Mr.Nipon	Ounsuthong	Code 47380131
	Mr.Atitapong	Pimsan	Code 47380164
	Mr.Alongkot	Sirimavorawoot	Code 47380168
Project Advisor	Dr. Mathanee	Sanguansermsri	
Department	Mechanical Engineering		
Academic Year	2007		

Abstract

Studying about energy consumption in rice cropping system. Studying in rice crop is kind for direct seeding system. Number is three plot of land is 1.28 ha (8 plantation), 1.6 ha (10 plantation) and 3.2 ha (20 plantation). Counting by 5 steps is water pumping, provided soil, crop, fertilizing and sprational, harvested. Result analysis maximum energy is harvested (24,650.9 MJ/ha, 43.0%) of the total energy (57,626.3 MJ/ha) following is provided soil (10,432.8 MJ/ha, 18.0%), fertilizing and sprational (9,739.6 MJ/ha, 17.0%) and water pumping (8,295.2 MJ/ha, 14.0%). Minimum energy is crop (4,507.8MJ/ha, 8%) of the total energy. Direct energy is (8,951.7 MJ/ha, 15.5%) and indirect energy is (48,674.6 MJ/ha, 84.5%).

Average production is 4,342.71 kg/ha. The ratio of total grain output to total input was 16.41: 1 and Average efficiency is 3.23. The ratio energy to grain's kilograms is 3.1 MJ/ kg.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านการให้คำแนะนำในการทำโครงงานจาก อาจารย์มัทนี สงวนเสริมศรี อาจารย์รัตนา การุณบุญญานันท์ อาจารย์ปัญญ วัน สำเพาพงศ์ อาจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์และอาจารย์ปองพันธ์ โอทกานนท์ ซึ่งให้คำปรึกษาแก่ผู้ดำเนินงานตลอดมา ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณวิก เสืออยู่สาย คุณเสน่ห์ พรมส้มซ่า คุณสมชาย เสืออยู่สายและครอบครัว ที่กรุณาให้ข้อมูลและความช่วยเหลือในการทำโครงงานการวิเคราะห์การใช้พลังงานในการทำนาข้าวจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจผู้ดำเนินโครงงานอย่างสม่ำเสมอตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
ลำดับสัญลักษณ์	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณที่ใช้	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 การวิเคราะห์พลังงาน	4
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การสำรวจ	9
3.2 การเก็บข้อมูล	9
3.3 วิเคราะห์ข้อมูล	10
บทที่4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลการศึกษา	11
4.2 ผลการวิเคราะห์พลังงาน	15
บทที่5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางข้อมูลดิบ	28
ภาคผนวก ข วิธีการคำนวณและ WORKSHEET	35
ภาคผนวก ค รูปการชั่งน้ำหนักรถแทรกเตอร์และอุปกรณ์ในการทำนา	77
ภาคผนวก ง รูปเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำนา	80
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	85

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าแฟกเตอร์พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการคำนวณ	4
ตารางที่ 2.2 ค่า wear – out lift สำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์	6
ตารางที่ 4.1 ค่าพลังงานเฉลี่ยของทั้ง 3 แปลง	18
ตารางที่ 4.2 ค่าพลังงานเฉลี่ยของทั้ง 2 แปลง	21
ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการทำนาของแปลงที่ 1 ขนาด 8 ไร่	29
ตารางที่ ก.2 น้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำนาของแปลงพื้นที่ 8 ไร่	30
ตารางที่ ก.3 ข้อมูลการทำนาของแปลงที่ 2 ขนาด 10 ไร่	31
ตารางที่ ก.4 น้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำนาของแปลงที่ 2 ขนาดพื้นที่ 10 ไร่	32
ตารางที่ ก.5 ข้อมูลการทำนาของแปลงที่ 3 ขนาด 20 ไร่	33
ตารางที่ ก.6 น้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำนาของแปลงที่ 3 ขนาดพื้นที่ 20 ไร่	34

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 4.1 การสูบน้ำ	11
รูปที่ 4.2 การไถพรวน	12
รูปที่ 4.3 การตีดิน	12
รูปที่ 4.4 การทำหน้าดินให้เรียบ	12
รูปที่ 4.5 การทำทางระบายน้ำ	13
รูปที่ 4.6 พันธุ์ข้าว	13
รูปที่ 4.7 การหว่านข้าว	13
รูปที่ 4.8 การพ่นยา	14
รูปที่ 4.9 การเกี่ยวข้าว	14
รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานที่ใช้ในการปลูกข้าว	19
รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานที่ใช้ในการปลูกข้าว	22
รูปที่ ค.1 การชั่งน้ำหนักรถแทรกเตอร์	78
รูปที่ ค.2 วิธีการชั่ง	78
รูปที่ ค.3 การชั่งน้ำหนักอุปกรณ์ในการทำนา	78
รูปที่ ค.4 การชั่งน้ำหนักอุปกรณ์ในการทำนา	79
รูปที่ ง.1 ท่อสูบน้ำ	81
รูปที่ ง.2 รถไถเดินตาม	81
รูปที่ ง.3 ขลุบ (ใช้บดดินให้ละเอียด)	81
รูปที่ ง.4 อุปกรณ์ในการแทรกร่อง (การทำทางระบายน้ำ)	82
รูปที่ ง.5 อุปกรณ์ในการรีดลูกรอง (การทำให้หน้าดินเรียบ)	82
รูปที่ ง.6 เครื่องพ่นยา	82
รูปที่ ง.7 สายยางพ่นยา	83
รูปที่ ง.8 ฮ่องเต้ (อุปกรณ์เสริมใช้นั่งและต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม)	83
รูปที่ ง.9 โรตารี่ (จอบหมุน)	83
รูปที่ ง.10 รถแทรกเตอร์	84
รูปที่ ง.11 รถเกี่ยวข้าว	84

ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย
A	พื้นที่ทั้งหมด (ha)
AFU	จำนวนน้ำมันที่ใช้ในการทำงานต่อจำนวนชั่วโมงการทำงาน (L/h)
AREA	จำนวนพื้นที่การทำงาน (ha)
e	พลังงานที่ใช้ทั้งหมดต่อพื้นที่ (MJ/ ha)
E	พลังงานที่ใช้ทั้งหมด (MJ)
e_0	พลังงานที่ได้ออกมาทั้งหมดต่อพื้นที่ (MJ/ ha)
B_s	พลังงานที่ได้จากข้าว (MJ/kg)
CED	พลังงานที่ให้กับเครื่องจักร (MJ/kg)
ED	ค่าพลังงานทางตรง (MJ/ha)
EID	พลังงานทางอ้อมจำเพาะของเครื่องจักรที่ใช้ทำนา (MJ/ ha)
h	ชั่วโมงการทำงานต่อพื้นที่ (h/ ha)
LABEN	อัตราส่วนการใช้พลังงานของแรงงานต่อพื้นที่ (MJ/ ha)
LABENF	พลังงานของแรงงานต่อชั่วโมง (MJ/h)
LABOUR	จำนวนคน
MATENF	องค์ประกอบพลังงานที่ใช้ของวัสดุ (MJ/kg)
OER	อัตราส่วนของพลังงานทั้งหมด
PEU	ปริมาณพลังงานจำเพาะ (MJ/L)
RATE	อัตราการใช้ต่อพื้นที่ (kg/ ha)
RU	จำนวนครั้งการทำงานที่พิจารณา
s	ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ (kg/ ha)
TIME	ชั่วโมงการทำงาน (h)
TW	น้ำหนักของเครื่องจักร (kg)
UL	Wear-out life (h)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

กระบวนการและกิจกรรมต่างๆ ในการทำนาข้าวส่วนใหญ่ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปของพลังงาน จากรูปหนึ่งไปยังรูปอื่นๆ โดยพลังงานรูปแบบต่างๆ ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ เช่น แรงงานคน, น้ำมันเชื้อแพลิง และปุ๋ยนั้น จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของพลังงานในเมล็ดข้าวที่เป็นผลผลิตหลักของระบบ ประสิทธิภาพของกระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานดังกล่าวจึงเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญ ที่บ่งชี้ถึงความคุ้มค่าของการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องคำนึงถึง เนื่องจากในสภาวะปัจจุบัน เกิดปัญหาของวิกฤติพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลมีปริมาณลดลง ราคาสูงขึ้น ขณะเดียวกับที่เกษตรนิยมใช้เครื่องจักรและสารเคมีในรูปแบบต่างๆ ในการเพาะปลูกอย่างแพร่หลาย คณะผู้ดำเนินโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปลูกข้าว ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ทำให้เข้าใจถึงวิธีการทำนาในปัจจุบัน ตลอดจนข้อมูลเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำนารวมทั้งชนิดและปริมาณของปุ๋ยและสารเคมีที่เกษตรกรใช้ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์พลังงานในการปลูกข้าวของเกษตรกรต่อไป ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณของพลังงานที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมรวมทั้ง ประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน คณะผู้ดำเนินโครงงานหวังว่าข้อมูลที่ได้นี้ จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาวิจัย เพื่อวางแผนการใช้พลังงานในการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาการใช้พลังงานของการปฏิบัติงานในระบบผลิตข้าว

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้ทำการสำรวจการใช้พลังงานของการทำนาแบบหว่านน้ำตม จำนวน 3 แปลง แปลงแรกพื้นที่ 1.28 ha (8ไร่) แปลงที่สองพื้นที่ 1.6 ha (10 ไร่) แปลงตัวอย่าง 2 แปลงแรกนี้เป็นนานอกเขตชลประทาน และแปลงที่สามพื้นที่ 3.2ha (20 ไร่) ในเขตชลประทาน บริเวณหลังมหาวิทยาลัยนเรศวรส่วนหนองอ้อ โดยเก็บข้อมูลตามกิจกรรมการทำนา 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.การสูบน้ำ

2.การเตรียมดิน

3.การปลูก

4.การดูแลรักษา ประกอบด้วยการให้ปุ๋ย การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

5.การเก็บเกี่ยว

พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาคือ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (อัตราส่วนพลังงานรวมที่ได้ต่อพลังงานรวมที่ใช้), ค่าพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการผลิตข้าว (พลังงานรวมที่ใช้ต่อหนึ่งหน่วยมวลเมล็ดข้าวที่ได้) และค่าพลังงานจำเพาะของแต่ละกิจกรรม (ค่าพลังงานที่ใช้ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่) โดยข้อมูลที่ทำการรวบรวมได้แก่ เวลาที่ใช้ พื้นที่ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวนแรงงานคน ชนิดเครื่องจักรที่ใช้ ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใช้ และชนิดและจำนวนยาปราบศัตรูพืชที่ใช้เป็นต้น

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน										
	พ.ย. 2549	ธ.ค. 2549	ม.ค. 2550	ก.พ. 2550	มี.ค. 2550	เม.ย. 2550	พ.ค. 2550	มิ.ย. 2550	ก.ค. 2550	ส.ค. 2550	ก.ย. 2550
ศึกษาขั้นตอนการทำนา	←										
เริ่มเก็บข้อมูลการทำนา		→	→	→	→						
รวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์						↔	↔				
จัดทำรายงาน								→	→	→	→

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.ข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละกิจกรรมของการผลิตข้าวและค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

2.ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยเพื่อให้การใช้พลังงานในการทำนาข้าวมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

1.6 งบประมาณที่ใช้

ค่าพิมพ์งาน	1,000 บาท
ค่าเข้าเล่ม	700 บาท
ค่าเอกสาร	500 บาท
อื่นๆ	800 บาท
รวมเป็นเงิน	3,000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Sahr Marvin Bockari-Gevao (ค.ศ.1998) และคณะได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานของการทำนาข้าวในที่ลุ่มของประเทศมาเลเซีย พบว่า การเตรียมดินเป็นขั้นตอนที่ใช้พลังงานสูงสุด (1747.33 MJ/ha) คิดเป็น 48.6% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด (3595.87 MJ/ha) รองลงมาได้แก่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (1171.91 MJ/ha, 32.6%) และการปลูก (562.91 MJ/ha, 15.7%) ทั้งนี้ พลังงานที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยและการพ่นสารกำจัดแมลงมีปริมาณน้อย พลังงานทางตรงที่ถูกใช้สูงสุดได้แก่ เชื้อเพลิง (2717.82 MJ/ha, 22.2%) โดยปุ๋ยเป็นพลังงานทางอ้อมที่ถูกใช้สูงสุด (7721.03 MJ/ha, 63.2%) แรงงานคน, สารกำจัดแมลง, เมล็ดพันธุ์ และพลังงานทางอ้อมสำหรับเครื่องจักรคิดเป็น 0.2%, 0.6%, 6.8% และ 6.9% ของพลังงานรวมที่ใช้ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 6470.8 kg/ha คิดเป็นพลังงาน 108321.75 MJ/ha อัตราส่วนพลังงานที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้เท่ากับ 8.86 พลังงานที่ใช้ต่อปริมาณผลผลิตที่ได้เท่ากับ 1.89 MJ/kg

Jiragorn Gajaseni (ค.ศ. 1994) ทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานของการทำนาลุ่มในประเทศไทย พบว่าสำหรับการทำนาแบบดั้งเดิมที่อาศัยธาตุอาหารที่มากับน้ำท่วมขังนั้น พลังงานที่ใช้ในขั้นตอนของการปลูกคิดเป็น 49% ของพลังงานที่ใช้ เมื่อปลูกแบบปักดำ และเท่ากับ 48% เมื่อปลูกแบบหว่าน อัตราส่วนของปริมาณเมล็ดที่ได้ต่อเมล็ดที่ใช้เท่ากับ 4.5 สำหรับนาดำ และเท่ากับ 2.7 สำหรับนาหว่าน โดยรูปแบบการทำนาได้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการผลผลิต และผลกำไร ตลอดจนความต้องการความสะดวกในการงาน จำนวนแรงงานในการทำนาดำ เพิ่มจาก 8.7 เป็น 20 คน/ha และแรงงานของการทำนาหว่านเพิ่มจาก 5.3 เป็น 12.5 คน/ha ต่อปี แม้พลังงานที่ได้จากผลผลิตจะเพิ่มขึ้น แต่พลังงานที่ใช้นั้น เพิ่มขึ้นมากกว่า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำลง อัตราส่วนของปริมาณเมล็ดที่ได้ต่อเมล็ดที่ใช้ ลดลงเหลือ 1.2 สำหรับนาดำ และลดลงเหลือ 0.3 สำหรับนาหว่าน

อย่างไรก็ตามการทำการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ในปัจจุบันนี้พบว่า ในการทำนานั้นได้มีการใช้เครื่องจักร สารเคมีและปุ๋ย มากขึ้น ประกอบกับรูปแบบการทำนาของแต่ละภูมิภาคที่แตกต่างกันไป คณะผู้ดำเนินโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานของการปลูกข้าวแบบนาหว่าน ซึ่งมีการทำอย่างแพร่หลายในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยหวังว่าข้อมูลที่ได้จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัย เพื่อการใช้พลังงานในระบบการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2.2 การวิเคราะห์พลังงาน

การวิเคราะห์พลังงานในการทำนารวมกิจกรรมตั้งแต่ขั้นตอนของการเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว พลังงานที่ทำการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น พลังงานทางตรง (Direct energy) ได้แก่พลังงานในรูปของแรงงานคน, แรงงานสัตว์และเชื้อเพลิง และพลังงานทางอ้อม (Indirect energy) ได้แก่ พลังงานที่ใช้ในการผลิต การขนส่ง และการดูแลรักษาสำหรับเครื่องจักร, เครื่องมือ, ปุ๋ย และสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งพลังงานของเมล็ดข้าว

แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะและสมมุติฐานในการคำนวณ

การวิเคราะห์พลังงานในโครงงานนี้ได้ใช้แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะและสมมุติฐาน สรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าแฟกเตอร์พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการคำนวณ

รายละเอียด	แฟกเตอร์ค่าพลังงานจำเพาะ	หมายเหตุ
Input:		
พลังงานทางตรง		
■ แรงงานคน	1.96 MJ/h	a
■ แรงงานสัตว์	8 MJ/h	
■ น้ำมันดีเซล	47.8 MJ/L	b
■ น้ำมันเบนซิน	46.3 MJ/L	b

a ในการคำนวณการวิเคราะห์พลังงานจะไม่แยกเพศชายหรือหญิงและไม่แยกระดับความหนักเบาของกิจกรรม

b ค่าพลังงานนี้รวมพลังงานการผลิต, ขนส่ง, น้ำมันเครื่องและน้ำมันหล่อลื่น

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าแฟกเตอร์พลังงานจำเพาะที่ใช้ (ต่อ)

รายละเอียด	แฟกเตอร์ค่าพลังงานจำเพาะ	หมายเหตุ
Input:		
พลังงานทางอ้อม		
■ เครื่องจักร	109 MJ/kg	c
■ เครื่องมือ	90 MJ/kg	c
■ ปุ๋ย		
ไนโตรเจน	61.53 MJ/kg	c
ฟอสฟอรัส	12.56 MJ/kg	c
โพตัสเซียม	6.7 MJ/kg	c
■ ยาปราบแมลง	185 MJ/kg	d
■ ยาปราบวัชพืช	255 MJ/kg	d
■ ยาปราบเชื้อรา	97 MJ/kg	d
Output:		
เมล็ดข้าว	16.74 MJ/kg	

c เป็นค่าพลังงานที่รวมพลังงานที่ใช้ในการผลิต และการขนส่ง

d คิดเฉพาะค่าพลังงานที่ใช้ในการผลิต โดยในการคำนวณไม่ได้รวมสารเคมีที่ใช้สำหรับกำจัดหอยเชอรี่

หมายเหตุ ค่าแฟกเตอร์พลังงานจำเพาะที่แสดงในตารางที่ 2.1 อ้างอิงจาก Bockari-Gevao, S.M. และคณะ (1)

การวิเคราะห์พลังงานในโครงงานนี้ได้ใช้ค่า Wear - out life สำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ สรุปได้ดังตารางที่2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า Wear - out life สำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ ตามมาตรฐาน ASAE

เครื่องจักร	ชั่วโมง
Tractors	
2-wheel drive	12,000
4-wheel drive	16,000
Tillage	
Rotary tiller	1,500
Chisel plow	2,000
Harvesters	
Combine	2,000
Combine, self- propelled	3,000
Fertilizer spreader	1,200
Boom sprayer	1,500
Orchard sprayer	1,200
Blower	1,500
Wagon	3,000

ที่มา: Donnell HUNT (4)

ในโครงงานนี้ได้กำหนด wear-out life ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการคำนวณ โดยอ้างอิงจากตารางที่ 2.2 ดังต่อไปนี้

รถไถเดินตาม	12,000	ชั่วโมง
รถแทรกเตอร์	12,000	ชั่วโมง
รถเกี่ยวนวดแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง	3,000	ชั่วโมง
อุปกรณ์ตีดิน (ขลุบ)	1,500	ชั่วโมง
ที่นั่ง (ฮ่องเต้)	3,000	ชั่วโมง
อุปกรณ์ทำหน้าดินให้เรียบ	1,500	ชั่วโมง
อุปกรณ์เปิดร่อง	1,500	ชั่วโมง
เครื่องสูบสำหรับพ่นยา	1,500	ชั่วโมง
เครื่องสูบท่อพญานาค	1,500	ชั่วโมง

สายยางพ่นยา	1,000	ชั่วโมง
สายส่งน้ำ	1,000	ชั่วโมง
ถังน้ำ	1,000	ชั่วโมง

สมการที่ใช้ในการคำนวณพลังงาน

ในโครงงานนี้การคำนวณค่าความหนาแน่นของพลังงานต่างๆ ต่อพื้นที่ (หน่วย MJ/ha) ใช้สูตรดังต่อไปนี้

1. การคำนวณพลังงานทางตรง ในรูปของเชื้อเพลิง

การคิดค่าพลังงานทางตรงในรูปของเชื้อเพลิงต่อพื้นที่การทำงาน คำนวณได้จาก

$$ED = h \times AFU \times PEU \times RU \quad \text{.....(1)}$$

โดยที่ ED = ค่าพลังงานทางตรง (MJ/ha)

h = ชั่วโมงการทำงาน (h/ ha)

AFU = จำนวนน้ำมันที่ใช้ในการทำงานต่อจำนวนชั่วโมงการทำงาน (L/h)

PEU = แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะ (MJ/L) (ค่าแสดงในตารางที่ 2.1)

RU = จำนวนครั้งการทำงาน

2. การคำนวณพลังงานทางตรงในรูปของแรงงาน

การคิดค่าพลังงานทางตรงในรูปของแรงงานคน หรือสัตว์ ต่อพื้นที่ คำนวณได้โดยใช้สมการ

$$LABEN = \frac{LABOUR \times TIME}{AREA} \times LABENF \quad \text{.....(2)}$$

โดยที่ $LABEN$ = อัตราส่วนการใช้พลังงานของแรงงานต่อพื้นที่ (MJ/ ha)

$LABOUR$ = จำนวนคน หรือสัตว์

$TIME$ = ชั่วโมงการทำงาน (h)

$AREA$ = จำนวนพื้นที่การทำงาน (ha)

$LABENF$ = แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะ (MJ/h) (ค่าแสดงในตารางที่ 2.1)

3. การคำนวณพลังงานทางอ้อม

พลังงานทางอ้อมจำเพาะของเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม คำนวณได้จาก

$$EID = \frac{TW \times CED}{UL} \times h \times RU \quad \text{.....(3)}$$

โดยที่ EID = พลังงานทางอ้อมจำเพาะของเครื่องจักรที่ใช้ทำนา (MJ/ ha)

TW = น้ำหนักของเครื่องจักร (kg)

CED = แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของเครื่องจักร (MJ/kg) (ค่าแสดงในตารางที่ 2.1)

UL = Wear-out life (h) (ค่าแสดงในตารางที่ 2.2)

h = ชั่วโมงการทำงานต่อพื้นที่ (h/ ha)

RU = จำนวนครั้งการทำงาน

ค่าพลังงานทางอ้อมต่อพื้นที่ของการใช้ ปุ๋ย, ยาปราบศัตรูพืชและเมล็ดพันธุ์คำนวณได้จาก

$$EID = RATE \times MATENF \quad \text{.....(4)}$$

โดยที่ EID = ค่าพลังงานทางอ้อมที่ใช้ต่อพื้นที่ (MJ/ ha)

$RATE$ = อัตราการใช้ต่อพื้นที่ (kg/ ha)

$MATENF$ = แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะ (MJ/kg) (ค่าแสดงในตารางที่2.1)

4. การคำนวณความหนาแน่นของพลังงาน

ความหนาแน่นของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดต่อพื้นที่ (e) ที่ใช้ในการทำนา คำนวณได้

$$e = \frac{E}{A} \quad \text{.....(5)}$$

โดยที่ e = พลังงานที่ใช้ทั้งหมดต่อพื้นที่ (MJ/ ha)

E = พลังงานที่ใช้ทั้งหมด (MJ) เท่ากับผลรวมของพลังงานทางตรงกับพลังงานทางอ้อม

A = พื้นที่ทั้งหมด (ha)

ความหนาแน่นพลังงานที่ได้ คำนวณจากพลังงานของผลผลิตเม็ดข้าวที่ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$e_0 = B_s \times s \quad \text{.....(6)}$$

โดยที่ e_0 = พลังงานที่ได้ออกมาทั้งหมดต่อพื้นที่ (MJ/ ha)

B_s = แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของข้าว = 16.74 MJ/kg

s = ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ (kg/ ha)

5. การคำนวณประสิทธิภาพของพลังงาน

ประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ ดังสมการต่อไปนี้

$$OER = \frac{e_0}{e} \quad \text{.....(7)}$$

โดยที่ OER = อัตราส่วนของพลังงานทั้งหมด

e_0 = พลังงานที่ได้ทั้งหมด (MJ/ ha)

e = พลังงานที่ใช้ทั้งหมด (MJ/ ha)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

คณะผู้ดำเนินโครงงานได้วางแนวทางในการดำเนินการศึกษาการวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปลูกข้าว โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ การเก็บข้อมูล และ การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การสำรวจ

การออกสำรวจภาคสนามเพื่อทำการเก็บข้อมูลจะยึดหลักการในการสำรวจและเก็บข้อมูลจากที่ได้กล่าวในบทที่แล้ว โดยกำหนดพื้นที่ในการสำรวจบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก การวางแผนการออกสำรวจได้ใช้ข้อมูลจากการสอบถามข้อมูลจากบุคคลภายในท้องถิ่น โดยได้เข้าไปสำรวจพื้นที่ที่คาดว่าจะมีการทำนาจากนั้นถามหาเจ้าของนา เมื่อทราบข้อมูลแล้ว จึงสอบถามถึงช่วงเวลาที่จะทำนา อยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ เพราะในการทำนาแต่ละครั้งต้องใช้ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 110 วันโดยประมาณ จากนั้นเมื่อทราบเวลาที่แน่นอนจึงสอบถามถึงรายละเอียดของวิธีการทำนา เพื่อจะได้วางแผนการ การดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม

3.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยแบ่งรายละเอียดการเก็บข้อมูลแยกเป็นแต่ละกิจกรรม อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ปากกา ดินสอ ยางลบ กระบอกตวง ไม้บรรทัด นาฬิกา กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

3.2.1 ชนิดของข้อมูลที่ทำการสำรวจ

ข้อมูลที่ทำการสำรวจและรวบรวมแบ่งตามขั้นตอนของการทำนาได้ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 การสูบน้ำ เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ในการสูบน้ำตลอดจนชนิดและน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1.2 การไถ (ปั่นนา) เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณน้ำมันที่ใช้ระยะเวลาที่ใช้ ชนิดและจำนวนแรงงานที่ใช้รวมทั้งชนิดและน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1.3 การตีดิน (ย่ำดิน) เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณน้ำมันที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ ชนิดและจำนวนแรงงานที่ใช้ ตลอดจนชนิดและน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1.4 การทำหน้าดินให้เรียบ (รีดลูกรอง) เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณน้ำมันที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ ชนิดและจำนวนแรงงานที่ใช้ ตลอดจนชนิดและน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1.5 การทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง) เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณน้ำมันที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ ชนิดและจำนวนแรงงานที่ใช้ ตลอดจนชนิดและน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1.6 การปลูกข้าว เก็บรวบรวมข้อมูลพันธุ์ข้าวและปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ วิธีการและระยะเวลาในการปลูก ตลอดจนชนิดและน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1.7 การใส่ปุ๋ย เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใช้ วิธีการใส่ปุ๋ยชนิดและจำนวนแรงงานที่ใช้ชนิดและน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ใส่ปุ๋ย

3.2.1.8 การให้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ วิธีการที่ใส่สารเคมี ชนิดและจำนวนแรงงาน ชนิดและปริมาณน้ำมัน ตลอดจนชนิดและน้ำหนักเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้

3.2.1.9 การเก็บเกี่ยว เก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการ ชนิดและน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ตลอดจน ชนิดและจำนวนแรงงานที่ใช้

3.2.2 เก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมัน

เก็บรวบรวมข้อมูลโดย

3.2.2.1 เติมน้ำมันที่ใช้ในการทำงานให้เต็มถังก่อนนำรถไปใช้งาน

3.2.2.2 เมื่อสิ้นสุดการทำงานแล้วทำการวัดระยะน้ำมันที่ลดลงจากเดิม (เต็มถัง) แล้วทำการบันทึกผล

3.2.2.3 วัดปริมาตรน้ำมันที่ใช้ (จำนวนลิตร) โดยการเติมน้ำมันเข้าไปในถังที่เหลือข้างต้นเพื่อวัดจำนวนน้ำมันที่ใช้ในรูปของจำนวนลิตร

3.2.3 ข้อมูลน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำนา

ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทำนานั้นทำได้โดย นำรถแทรกเตอร์และรถไถเดินตามไปชั่งที่ท่าข้าว ส่วนอุปกรณ์, เครื่องมือที่ใช้ในการทำนานั้น คณะผู้ดำเนินงานได้ใช้ตาชั่งขนาด 500 กิโลกรัม นำข้อมูลที่ได้จากการชั่งของแต่ละแปลงมารวบรวมในตารางที่ ก.2, ตารางที่ ก.4 และตารางที่ ก.6 ในภาคผนวก ก.

3.3 วิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะถูกจัดเก็บเข้าแฟ้มข้อมูลดิบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าพลังงานตามทฤษฎีข้างต้นต่อไป

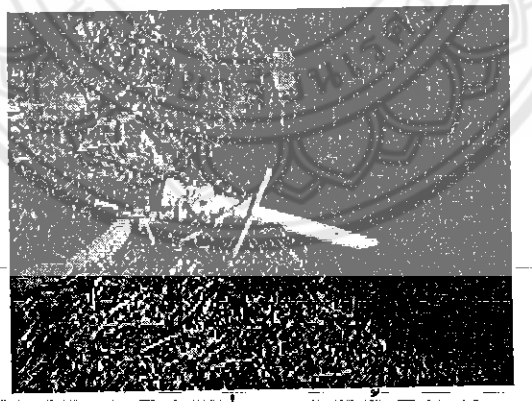
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการศึกษาวิธีการทำนาข้าว

ในโครงงานนี้ได้ทำการศึกษารูปแบบ และเก็บข้อมูลวิธีการทำนาเพื่อนำไปวิเคราะห์พลังงาน จำนวนทั้งสิ้น 3 แปลง คือ แปลงที่ 1 ขนาด 8 ไร่ (1.28 ha) แปลงที่ 2 ขนาด 10 ไร่ (1.6 ha) และแปลงที่ 3 ขนาด 20 ไร่ (3.2ha) ทั้งนี้แปลงที่ 1และแปลงที่ 2 นั้นอยู่นอกเขตชลประทาน ขณะที่แปลงที่ 3 เป็นนาในเขตชลประทาน รายละเอียดของรูปแบบและวิธีการปลูกข้าวของทั้ง 3 แปลงมีดังต่อไปนี้

โดยกิจกรรมการทำนาหว่านน้ำตมมีด้วยกัน 6 กิจกรรม คือ การสูบน้ำ, การเตรียมดิน, การปลูก, การให้ปุ๋ย, การให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

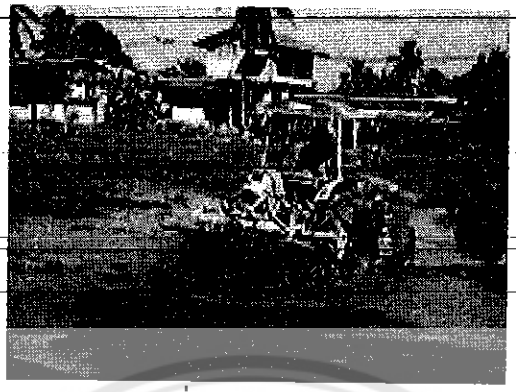
1) การสูบน้ำ สำหรับนานอกเขตชลประทานจากการสำรวจพบว่าการสูบน้ำ เข้า-ออกจากแปลงนานั้น เกษตรกรใช้ท่อพญานาคที่ขับด้วยเครื่องยนต์ของรถไถเดินตาม ดังแสดงในรูปที่ 4.1 รายละเอียดของจำนวนครั้งการสูบน้ำเข้า- ออก จากแปลงตัวอย่างนอกเขตชลประทานทั้ง 2 แปลง สรุปแสดงดังตารางที่ ก.1, และ ก.3 ในภาคผนวก ก สำหรับนาในเขตชลประทานเกษตรกรปล่อยน้ำเข้าและออกจากนาโดยใช้ประตูน้ำเป็นตัวควบคุมการไหลเข้าออกของน้ำ ในการวิเคราะห์พลังงานจึงคิดให้พลังงานในการสูบน้ำเท่ากับศูนย์สำหรับนาในเขตชลประทาน



รูปที่ 4.1 การสูบน้ำ

2) การเตรียมดิน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เริ่มจากการไถครั้งที่หนึ่ง หรือเรียกว่า การปั่นนา โดยอุปกรณ์ที่ใช้ คือโรตารี่ต่อพ่วงเข้ากับแทรกเตอร์ (รูปที่ 4.2) ขั้นตอนที่ 2 คือ การตีดินหรือการย่ำดินโดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตีดินจะต่อพ่วงเข้ากับรถไถเดินตาม (รูปที่ 4.3) ขั้นตอนที่ 3 การทำหน้า

ดินให้เรียบหรือการรีดลูกรองโดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำหน้าดินให้เรียบจะต่อพ่วงเข้ากับรถไถเดิน ตามดังรูปที่ 4.4 และขั้นตอนสุดท้าย การทำร่องระบายน้ำหรือเรียกว่าการแทรกร่องจะใช้อุปกรณ์สำหรับทำร่องระบายน้ำต่อพ่วงเข้ากับรถไถเดินตาม รูปที่ 4.5 แสดงร่องระบายน้ำที่เกษตรกรทำขึ้น



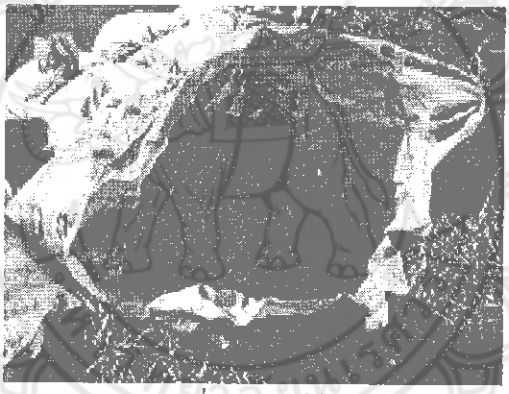
รูปที่ 4.2 การไถพรวน

รูปที่ 4.3 การตีดิน

รูปที่ 4.4 การทำให้หน้าดินเรียบ

รูปที่ 4.5 ทางระบายน้ำในแปลง

3) การปลูก เกษตรกรจะทำการเตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับหว่านโดยนำเมล็ดพันธุ์ใส่กระสอบไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ขึ้นจากน้ำ พักไว้อีก 24 ชั่วโมงจะได้เมล็ดข้าวงอกมีรากยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.6) แล้วจึงทำการหว่านเมล็ดพันธุ์ลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้โดยใช้แรงงานคนในการหว่านดังแสดงในรูปที่ 4.7



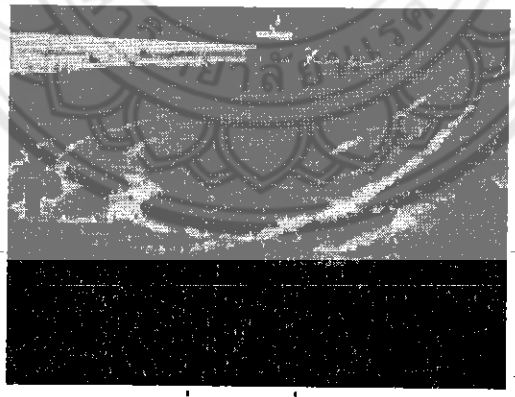
รูปที่ 4.6 พันธุ์ข้าว

รูปที่ 4.7 การหว่านข้าว

4) การดูแลรักษา ประกอบด้วยกิจกรรมการให้ปุ๋ย และการให้สารกำจัดศัตรูพืช หลังจากที่เสร็จสิ้นการเตรียมดินเกษตรกรจะทำการกำจัดหอยเชอรี่ เมื่อข้าวอายุ 7 วันทำการพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยการพ่นสารกำจัดวัชพืชนั้น จะทำโดยการผสมสารกำจัดวัชพืชลงไปในถังและใช้เครื่องสูบที่ขับด้วยเครื่องยนต์ของรถไถเดินตามแล้วใช้สายยางในการพ่น ดังแสดงในรูปที่ 4.8 เมื่อข้าวอายุ 1 เดือน ทำการให้ปุ๋ย ในการให้ปุ๋ยนั้นจะใช้วิธีการหว่านโดยใช้แรงงานคน พร้อมกับพ่นสารกำจัดแมลง ทั้งนี้การพ่นสารกำจัดศัตรูพืชจะขึ้นอยู่กับสภาวะการระบาดของศัตรูพืช และ ในเดือนที่สองจะทำการให้ปุ๋ยอีกครั้ง

รูปที่ 4.8 การพ่นยา

5) การเก็บเกี่ยว เมื่อข้าวอายุได้ประมาณ 110 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยวโดยการจ้างรถเกี่ยวนวดข้าวชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การเกี่ยวข้าว

ข้อมูลรายละเอียดของกิจกรรมทั้งหมดและผลผลิตที่ได้ รวมทั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ของแปลงตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้ง 3 แปลง สรุปแสดงในตาราง ก.1-ก.6 ในภาคผนวก ก. วิธีการเก็บข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์แสดงในภาคผนวก ค.

4.2 ผลการวิเคราะห์พลังงาน

ผลการวิเคราะห์พลังงานในระบบผลิตข้าว แบบนาหว่านน้ำตมของแปลงตัวอย่าง 3 แปลง มีดังต่อไปนี้

แปลงที่ 1 นอกเขตชลประทาน

พื้นที่	8	ไร่	=	1.28	ha
ผลผลิตที่ได้	5420	kg	=	90730.8	MJ
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้	280	kg			

กิจกรรม	พลังงานทางตรง (MJ/ha)	พลังงานทางอ้อม (MJ/ha)	รวม (MJ/ha)	%
Input				
การสูบน้ำ	6364.50	1873.46	8237.95	32.3
การเตรียมดิน	1285.50	156.48	1441.98	5.7
การปลูก	10.72	3661.88	3672.59	14.4
การให้ปุ๋ย	6.13	9000.60	9006.72	35.4
การป้องกัน กำจัด				
ศัตรูพืช	152.81	906.53	1059.34	4.2
การเก็บเกี่ยว	1312.39	745.12	2057.51	8.1
รวมทั้งสิ้น	**9132.05**	**16344.06**	**25476.10**	
Output				
เมล็ดข้าว			**70883.44**	

ผลผลิตเฉลี่ย =	4234.38	kg/ha
เมล็ดที่ได้/ที่ใส่ =	19.36	kg/kg
พลังงานที่ใส่/เมล็ดที่ได้ =	4.70	MJ/kg
ความหนาแน่นพลังงานที่ใส่	25476.10	MJ/ha
ความหนาแน่นพลังงานที่ได้	70883.44	MJ/ha
ประสิทธิภาพพลังงาน	2.78	MJ/MJ

แปลงที่	2	นอกเขตชลประทาน			
พื้นที่	10	ไร่	=	1.6	ha
ผลผลิตที่ได้	7790	kg	=	130404.6	MJ
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้	480	kg			

กิจกรรม	พลังงานทางตรง (MJ/ha)	พลังงานทางอ้อม (MJ/ha)	รวม (MJ/ha)	%
Input				
การสูบน้ำ	6696.78	1601.40	8298.18	32.0
การเตรียมดิน	2119.71	247.90	2367.61	9.1
การปลูก	14.70	5022.00	5036.70	19.5
การให้ปุ๋ย	6.13	7200.48	7206.61	27.8
การพ่นยา	140.30	962.78	1103.08	4.3
การเก็บเกี่ยว	1199.90	681.25	1881.15	7.3
รวมทั้งสิ้น	**10177.52**	**15715.81**	**25893.33**	
Output				
เมล็ดข้าว			**81502.88**	

ผลผลิตเฉลี่ย =	4868.75	kg/ha
เมล็ดที่ได้/ที่ใส่ =	16.23	kg/kg
พลังงานที่ใส่/เมล็ดที่ได้ =	3.32	MJ/kg
ความหนาแน่นพลังงานที่ใส่	25893.33	MJ/ha
ความหนาแน่นพลังงานที่ได้	81502.88	MJ/ha
ประสิทธิภาพพลังงาน	3.15	MJ/MJ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

แปลงที่	3	ในเขตชลประทาน			
พื้นที่	20	ไร่	=	3.2	ha
ผลผลิตที่ได้	12560	kg	=	210254.4	MJ
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้	920	kg			

กิจกรรม	พลังงานทางตรง (MJ/ha)	พลังงานทางอ้อม (MJ/ha)	รวม (MJ/ha)	%
Input				
การสูบน้ำ	0.00	0.00	0.00	0.0
การเตรียมดิน	1151.06	125.82	1276.88	7.8
การปลูก	8.58	4812.75	4821.33	29.5
การให้ปุ๋ย	5.51	7200.48	7205.99	44.1
การพ่นยา	192.85	1048.41	1241.26	7.6
การเก็บเกี่ยว	1199.29	596.09	1795.38	11.0
รวมทั้งสิ้น	**2557.29**	**13783.55**	**16340.84**	
Output				
เมล็ดข้าว			**65704.50**	

ผลผลิตเฉลี่ย =	3925.00	kg/ha
เมล็ดที่ได้/ที่ใส่ =	13.65	kg/kg
พลังงานที่ใส่/เมล็ดที่ได้ =	1.30	MJ/kg
ความหนาแน่นพลังงานที่ใส่	16340.84	MJ/ha
ความหนาแน่นพลังงานที่ได้	65704.50	MJ/ha
ประสิทธิภาพพลังงาน	4.02	MJ/MJ

ค่าเฉลี่ยของพลังงานของแปลงตัวอย่างนอกเขตชลประทาน จำนวน 2 แปลง (แปลงที่ 1 และแปลงที่ 2) สรุปแสดงในตารางที่ 4.1

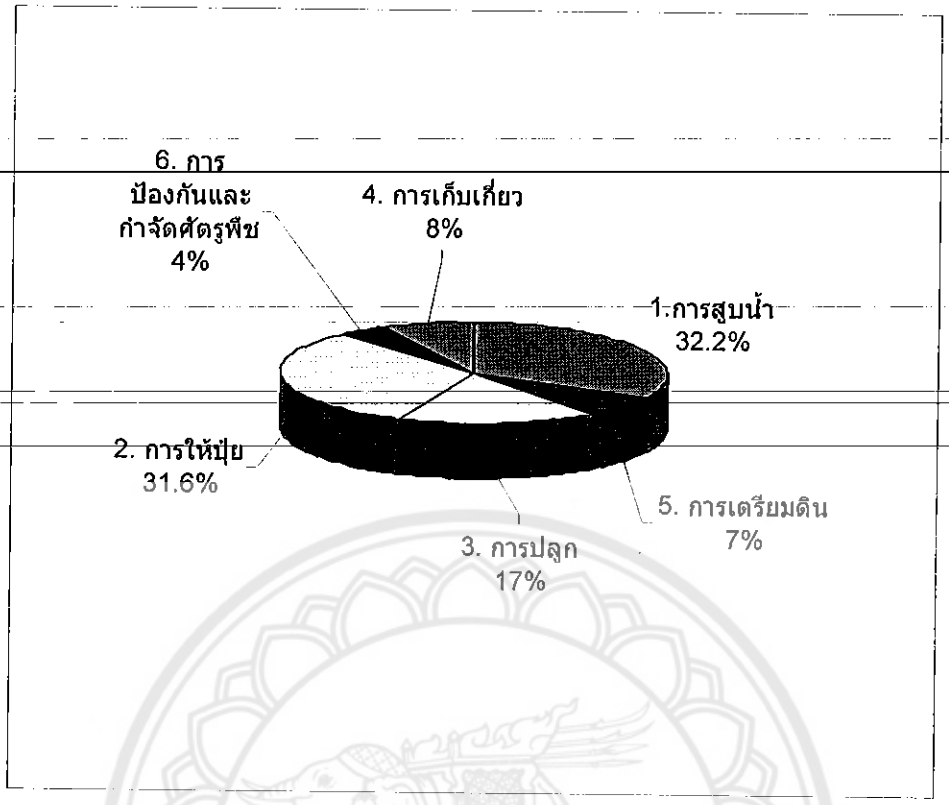
ตารางที่ 4.1 ค่าพลังงานเฉลี่ยของแปลงตัวอย่างนอกเขตชลประทานจำนวน 2 แปลง (8ไร่และ10ไร่)

กิจกรรม	พลังงานทางตรง (MJ/ha)	พลังงานทางอ้อม (MJ/ha)	รวม (MJ/ha)	%
Input				
การสูบน้ำ	6530.64	1737.43	8268.07	32.2
การเตรียมดิน	1702.61	179.37	1881.98	7.3
การปลูก	12.71	4341.94	4354.65	17.0
การให้ปุ๋ย	6.13	8100.54	8106.67	31.6
การพ่นยา	146.56	934.65	1081.21	4.2
การเก็บเกี่ยว	1256.15	713.18	1969.33	7.7
รวมทั้งสิ้น	**9654.78**	**16007.11**	**25661.90**	
Output				
เมล็ดข้าว			**76193.16**	

พื้นที่เฉลี่ย	9	ไร่ =	1.44	ha
ผลผลิตที่ได้เฉลี่ย	6605	kg =	110567.7	MJ
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้เฉลี่ย	380	kg		

ผลผลิตเฉลี่ย =	4586.81	kg/ha
เมล็ดที่ได้/ที่ใส่ =	17.38	kg/kg
พลังงานที่ใส่/เมล็ดที่ได้ =	3.89	MJ/kg
ความหนาแน่นพลังงานที่ใส่	25661.90	MJ/ha
ความหนาแน่นพลังงานที่ได้	76193.16	MJ/ha
ประสิทธิภาพพลังงานเฉลี่ย	2.97	MJ/MJ

รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานรวมเฉลี่ยของแปลงตัวอย่าง 2 แปลงนอกเขตชลประทาน



จากตารางที่ 4.1 และแผนภูมิในรูปที่ 4.10 พบว่าในการปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมของแปลงตัวอย่าง 2 แปลงซึ่งในตัวอย่าง 2 แปลงนี้เป็นนาแบบนอกเขตชลประทาน การปลูกข้าวพื้นที่ 1 ha ใช้พลังงานเฉลี่ย 2,5661.90 MJ/ha โดยกิจกรรมที่ต้องการพลังงานมากที่สุดคือการสูบน้ำโดยใช้พลังงาน 8,268.07 MJ/ha ซึ่งคิดเป็น 32.2% ของพลังงานรวมทั้งหมดและพลังงานที่ใช้ไปในขั้นตอนนี้ 79.0% อยู่ในรูปของพลังงานทางตรง 6,530.64 MJ/ha พลังงานทางตรงในส่วนนี้คือพลังงานในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เติมให้กับเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้ขับเครื่องสูบ โดยส่วนที่เหลือ 21% เป็นพลังงานทางอ้อมในรูปของน้ำหนักเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการสูบน้ำ

กิจกรรมที่ใช้พลังงานรวมมากเป็นอันดับที่สองได้แก่การให้ปุ๋ยซึ่งมีการใช้พลังงานถึง 8,106.67 MJ/ha คิดเป็น 31.6% ของพลังงานรวมทั้งหมดและ 99.9% ในขั้นตอนนี้อยู่ในรูปของพลังงานทางอ้อม คือ ปุ๋ยเคมีที่ทำการใส่เข้าไปในแปลงตัวอย่าง ส่วนอีก 0.1% นั้นเป็นพลังงานทางตรงในรูปของแรงงานคนที่ทำการหว่านปุ๋ยด้วยมือ กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับสามคือการปลูกต้องการพลังงานเท่ากับ 4,354.65 MJ/ha ขั้นตอนนี้พบว่ามีการใช้พลังงานทางอ้อมถึง 99.7% ในรูปของเมล็ดพันธุ์ที่ทำการหว่าน และที่เหลืออีก 0.3% นั้นเป็นพลังงานทางตรงในรูปของ

แรงงานคนที่ทำการปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านด้วยมือ กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่สี่นั้น คือ การเก็บเกี่ยว ซึ่งใช้พลังงานเท่ากับ 1,969.33 MJ/ha คิดเป็น 7.7% ของพลังงานรวมทั้งหมด และพลังงาน 63.7% ของขั้นตอนนี้อยู่ในรูปของพลังงานทางตรง ในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เติมให้แก่รถเกี่ยวนวดและแรงงานคน ส่วนที่เหลืออีก 36.3% นั้นเป็นพลังงานทางอ้อมซึ่งอยู่ในรูปของน้ำหนักของเครื่องจักรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่ห้า คือ การเตรียมดิน ซึ่งมีการใช้พลังงานรวม 1,881.98 MJ/ha คิดเป็น 7.3% ของพลังงานรวมทั้งหมดและพลังงานที่ใช้ไปในขั้นตอนนี้ 90.5% อยู่ในรูปของพลังงานทางตรง คือพลังงานในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เติมให้กับเครื่องจักรและในรูปของพลังงานที่เหลืออีก 9.5% นั้นอยู่ในรูปของพลังงานทางอ้อม คือในรูปของน้ำหนักเครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้

สำหรับกิจกรรมที่มีการใช้พลังงานน้อยที่สุดนั้น คือ การให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยใช้พลังงานรวม 1,081.21 MJ/ha คิดเป็น 4.2% ของพลังงานทั้งหมด โดยพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนนี้ 86.4% อยู่ในรูปของพลังงานทางอ้อม ในรูปของสารเคมีที่ใส่เข้าไป ส่วนพลังงานที่เหลืออีก 13.6% นั้นเป็นพลังงานทางตรงอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงที่ใช้เติมแก่เครื่องยนต์ต้นกำลังในการฉีดพ่นและแรงงานคน

พลังงานที่ได้อยู่ในรูปพลังงานทางอ้อมจากเมล็ดข้าว มีค่าเท่ากับ 76,193.16 MJ/ha ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้คือ 4,586.81 kg/ha และประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 2.97

ผลการวิเคราะห์พลังงานเฉลี่ยของแปลงตัวอย่างทั้ง 3 แปลง สรุปแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.11

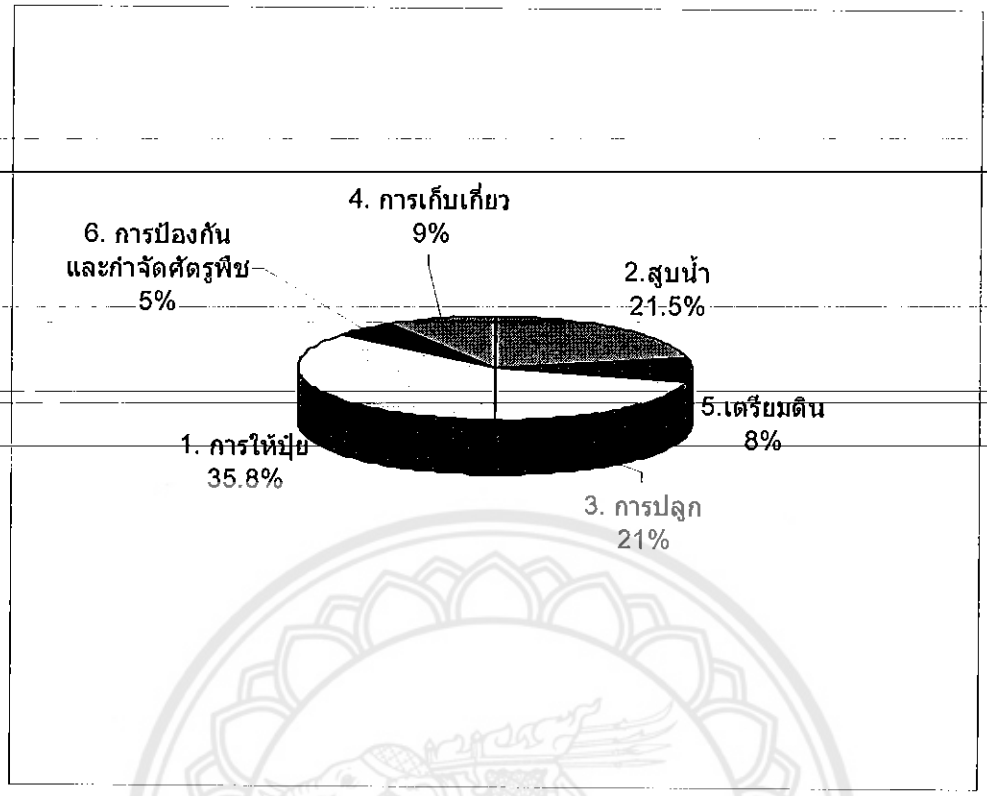
ตารางที่ 4.2 ค่าพลังงานเฉลี่ยของแปลงตัวอย่างจำนวน 3 แปลง

กิจกรรม	พลังงานทางตรง (MJ/ha)	พลังงานทางอ้อม (MJ/ha)	รวม (MJ/ha)	%
Input				
การสูบน้ำ	4353.76	1158.29	5512.04	21.5
การเตรียมดิน	1518.76	176.73	1695.49	7.5
การปลูก	11.33	4498.88	4510.21	21.1
การให้ปุ๋ย	5.92	7800.52	7806.44	35.8
การพ่นยา	161.99	972.57	1134.56	5.3
การเก็บเกี่ยว	1237.19	674.15	1911.35	8.8
รวมทั้งสิ้น	**7288.95**	**15281.14**	**22570.09**	
Output				
เมล็ดข้าว			**72696.94**	

พื้นที่เฉลี่ย	12.67	ไร่ =	2.03	ha
ผลผลิตที่ได้เฉลี่ย	8590	kg =	143796.6	MJ
เมล็ดพันธุ์ที่ใช้	560	kg		

ผลผลิตเฉลี่ย =	4238.49	kg/ha
เมล็ดที่ได้/ที่ใส่ =	15.34	kg/kg
พลังงานที่ใส่/เมล็ดที่ได้ =	2.63	MJ/kg
ความหนาแน่นพลังงานที่ใส่	22513.78	MJ/ha
ความหนาแน่นพลังงานที่ได้	72696.94	MJ/ha
ประสิทธิภาพพลังงาน	3.22	MJ/MJ

รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานรวมเฉลี่ยของแปลงตัวอย่างจำนวน 3 แปลง



จากตารางที่ 4.2 และแผนภูมิในรูปที่ 4.11 พบว่าในการปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมของแปลงตัวอย่าง 3 แปลงนั้น การปลูกข้าวพื้นที่ 1 ha ต้องใช้พลังงานรวมเฉลี่ยเท่ากับ 22570.09 MJ/ha โดยกิจกรรมที่ต้องการพลังงานมากที่สุด คือ การให้ปุ๋ย โดยใช้พลังงาน 7806.44 MJ/ha คิดเป็น 35.8% ของพลังงานรวมทั้งหมด และพลังงานรวมที่ใช้ไปในขั้นตอนนี้ 99.9% (7800.52 MJ/ha) เป็นพลังงานทางอ้อมในรูปของปุ๋ยเคมีที่ใส่ โดยพลังงานส่วนที่เหลือ 0.1% เป็นพลังงานทางตรงในรูปของแรงงานคนที่ทำการหว่านปุ๋ยด้วยมือ

กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับสอง ได้แก่ การสูบน้ำ ซึ่งใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 5512.04 MJ/ha คิดเป็น 21.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ในขั้นตอนนี้ 79% (4353.76 MJ/ha) เป็นพลังงานทางตรง ในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เติมให้กับเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้ขับเครื่องสูบ และพลังงานส่วนที่เหลืออีก 21% เป็นพลังงานทางอ้อมในรูปของน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่ 3 คือ การปลูก เท่ากับ 4510.21 MJ/ha คิดเป็น 21% โดยพลังงานทางอ้อม 99.7% อยู่ในรูปของเมล็ดพันธุ์ที่ทำการหว่าน และที่เหลืออีก 0.3% นั้นเป็นพลังงานทางตรงในรูปของแรงงานคนที่ทำการปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านด้วยมือ

กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับสี่ ได้แก่ การเก็บเกี่ยว ซึ่งมีการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 1911.35 MJ/ha ในขั้นตอนนี้ 64.7% เป็นพลังงานทางตรงที่อยู่ในรูปของพลังงานเชื้อเพลิงที่เติมให้กับเครื่องยนต์ของรถเกี่ยวนวด ส่วนอีก 35.3% นั้นเป็นพลังงานทางอ้อมที่อยู่ในรูปของน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเกี่ยว กิจกรรมที่ใช้พลังงานเป็นอันดับที่ห้า คือ การเตรียมดิน ซึ่งมีการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 1695.49 MJ/ha ขั้นตอนนี้ 89.5% เป็นใช้พลังงานทางตรงในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เติมให้แก่แทรกเตอร์และรถไถเดินตามที่ใช้เป็นต้นกำลัง ที่เหลืออีก 10.5% นั้นเป็นพลังงานทางอ้อมในรูปของน้ำหนักเครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในการเตรียมดิน

ส่วนขั้นตอนที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด คือ การให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยใช้พลังงาน 1134.56 MJ/ha คิดเป็น 5.3% ของพลังงานรวมทั้งหมด และพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนนี้ 85.7% อยู่ในรูปของพลังงานทางอ้อมในรูปของสารเคมีที่ใส่ และพลังงานส่วนที่เหลืออีก 14.3% นั้นเป็นพลังงานทางตรงอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงที่ใช้เติมแก่เครื่องยนต์ต้นกำลังและแรงงานคนในการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช พลังงานเฉลี่ยที่ได้ในรูปพลังงานทางอ้อมของเมล็ดข้าวเท่ากับ 72696.94 MJ/ha และประสิทธิภาพของพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 3.22

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษา และวิเคราะห์การใช้พลังงานของการปฏิบัติงานในระบบปลูกข้าว แปลงที่ทำการศึกษาเป็นการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม จำนวน 3 แปลงขนาด 1.28 ha (8ไร่), 1.6 ha (10ไร่) โดยสองแปลงแรกนี้ เป็นนานอกเขตชลประทาน และแปลงที่สามขนาด 3.2 ha (20ไร่) เป็นนาในเขตชลประทาน การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 6 กิจกรรม คือ การสูบน้ำ, การเตรียมดิน, การปลูก, การให้ปุ๋ย, การให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว

สำหรับแปลงนาตัวอย่างสองแปลง ที่อยู่นอกเขตชลประทาน พบว่าขั้นตอนที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ การสูบน้ำ โดยใช้พลังงานเฉลี่ย 8268.07 MJ/ha คิดเป็น 32.2% ของพลังงานรวมที่ใช้ กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่สอง คือ การให้ปุ๋ย ซึ่งมีการใช้พลังงานถึง 8106.67 MJ/ha คิดเป็น 31.6% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ส่วนกิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่สาม คือ การปลูก ใช้พลังงานเท่ากับ 4354.65MJ/ha

สำหรับแปลงนาที่อยู่ในเขตชลประทาน พบว่าขั้นตอนที่ต้องการใช้พลังงานมากที่สุด คือ การให้ปุ๋ย ซึ่งมีการใช้พลังงานถึง 7205.99 MJ/ha คิดเป็น 44.1% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ขั้นตอนที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับสอง คือ การปลูก ซึ่งมีการใช้พลังงาน 4821.33 MJ/ha คิดเป็น 29.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด และกิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่สาม คือ การเก็บเกี่ยว ต้องการพลังงานเท่ากับ 1795.38 MJ/ha คิดเป็น 11.0% ของพลังงานทั้งหมด

เมื่อคิดค่าพลังงานเฉลี่ยจากแปลงตัวอย่างทั้ง 3 แปลง พบว่า ขั้นตอนที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ การให้ปุ๋ย ซึ่งมีการใช้พลังงานถึง 7806.44 MJ/ha คิดเป็น 35.8% ของพลังงานรวมทั้งหมด กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่สอง คือ การสูบน้ำ ซึ่งมีการใช้พลังงานถึง 5512.04 MJ/ha คิดเป็น 21.5% ของพลังงานทั้งหมด ส่วนกิจกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับที่สาม คือการปลูก ต้องการพลังงานเท่ากับ 4510.21 MJ/ha คิดเป็น 21.1% ของพลังงานทั้งหมด

จากการวิเคราะห์พลังงานพบว่า ว่านานอกเขตชลประทานและในเขตชลประทานนั้นมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน คือ นานอกเขตชลประทานใช้พลังงานในการสูบน้ำมากที่สุด ส่วนนาในเขตชลประทานใช้พลังงานในส่วนของปุ๋ยมากที่สุด ดังนั้น จึงควรทำการศึกษา วิจัย เพื่อหาแนวทางลดการใช้พลังงานของทั้งสองกิจกรรมลงต่อไป เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องสูบท่อพญานาคที่เกษตรกรนิยมใช้ ให้มีค่าเพิ่มขึ้น ในส่วนของการให้ปุ๋ย ควรมีแนะนำเกษตรกรเกี่ยวกับข้อมูลอัตราการให้ปุ๋ยที่เหมาะสม เป็นต้น

5200067
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
1509788

ปัญหา อุปสรรคในโครงงานและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโครงงานนี้ทำการเก็บข้อมูลเฉพาะการทำนาแปลงแบบหว่านน้ำตมจำนวนเพียง 3 แปลง งานที่ควรทำต่อในอนาคตสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เก็บข้อมูลแปลงตัวอย่างเพิ่มขึ้น รวมทั้งแปลงที่มีการปลูกแบบอื่น เช่น ปักดำ
2. ศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์อื่นๆ ที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เช่น ขนาดของแปลง
3. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์พลังงาน

ปร. 4617 ก. 2550

เอกสารอ้างอิง

1. Bockari-Gevao, S.M. and others. Analysis of energy consumption in lowland rice-based cropping system of Malaysia. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2005, Vol. 27(4): pp. 819-826.
2. Richard C. FLUCK. Energy in Farm Production. University of Florida. U.S.A.1991.
3. Jiragorn Gajaseni. Energy analysis of wetland rice systems in Thailand. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol. 52, 1995, pp.173-178.
4. Donnell HUNT Farm power and machinery management 9th ed. Iowa State University Press. 1995.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูลดิบ

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการทำนาของแปลงที่ 1 ขนาด 8 ไร่

วันที่	กิจกรรม	เชื้อเพลิง	แรงงาน	จำนวนชั่วโมง	จำนวนนาที
10/12/2549	สูบน้ำเข้า	29.64 ลิตร	-	48	-
12/12/2549	ไถพรวน (ปั่นนา)	28.00 ลิตร	1 คน	4	30
13/12/2549	ตีดิน(ย่ำดิน)	3.70 ลิตร	1 คน	6	-
14/12/2549	ทำหน้าดินให้เรียบ (รีดลูกรอง)	1.78 ลิตร	1 คน	2	30
15/12/2549	ทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง)	0.39 ลิตร	1 คน	-	30
16/12/2549	หว่านข้าว	-	2 คน	3	30
	ให้ปุ๋ย 46-0-0 (300 กก.)				
	ให้ปุ๋ย 15-15-15 (250 กก.)				
4/1/2550	พ่นยา	1.20 ลิตร*	2 คน*	2*	-
7/1/2550	สูบน้ำเข้า	22.23 ลิตร	-	36	-
20/1/2550	สูบน้ำเข้า	21.00 ลิตร	-	34	-
5/2/2550	สูบน้ำเข้า	19.76 ลิตร	-	32	-
21/2/2550	สูบน้ำเข้า	19.76 ลิตร	-	32	-
7/3/2550	สูบน้ำเข้า	18.52 ลิตร	-	30	-
23/3/2550	สูบน้ำเข้า	19.14 ลิตร	-	31	-
3/4/2550	สูบน้ำออก	20.38 ลิตร	-	33	-
5/4/2550	เก็บเกี่ยว	35.00 ลิตร	1 คน	3	30
	เมล็ดข้าวที่ได้ 5420 kg				

* ข้อมูลการพ่นยา 1 ครั้ง โดยเกษตรกรทำการพ่นยาทั้งหมด 3 ครั้ง

ตารางที่ ก.2 น้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำนาของแปลงพื้นที่ 8 ไร่

เครื่องจักร อุปกรณ์	น้ำหนัก (kg)
รถแทรกเตอร์ (ยี่ห้อ Kubota รุ่นL3001) และชุด Rotary	1,425 *
อุปกรณ์ตีดิน	102
อุปกรณ์ปรับผิวหน้าดิน	36.5
อุปกรณ์ทำร่องระบายน้ำ	18.5
อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง)	43
รถไถเดินตาม (Kubota 11.5 แรงม้า)	358
ปั๊มพ่นยา (ไม่ทราบยี่ห้อและรุ่น)	7
ถังพ่นยา	12
สายส่งน้ำ	16
ท่อพญานาค (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว)	55
รถเกี่ยวข้าว (รุ่นตั้งใจรวย) แบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง	7,500
สายยางพ่นยา	27

* ในการคำนวณใช้ค่าน้ำหนักรถแทรกเตอร์เท่ากับ 1170 kg และน้ำหนักของชุด Rotary เท่ากับ 255 kg

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูล:

คุณเสน่ห์ พรมส้มซ่า บ้านเลขที่ 94/2 หมู่ 8 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลการทำนาของแปลงที่ 2 ขนาด 10 ไร่

วันที่	กิจกรรม	เชื้อเพลิง	แรงงาน	จำนวนชั่วโมง	จำนวนนาที
7/12/2549	สูบน้ำเข้านา	27.17 ลิตร	-	44	-
9/12/2549	ไถรอบแรก (ปั่นนา)	37.33 ลิตร	1 คน	6	-
10/12/2549	ไถรอบสอง (ปั่นนา)	24.89 ลิตร	1 คน	4	-
	ตีดิน (ย่ำดิน)	6.18 ลิตร	1 คน	10	-
	ทำหน้าดินให้เรียบ (รีดลูกรอง)	1.24 ลิตร	1 คน	2	-
11/12/2549	ทำร่องระบายน้ำ(แทรกร่อง)	0.39 ลิตร	1 คน	-	30
12/12/2549	หว่านข้าว	-	2 คน	3	-
	ให้ปุ๋ย 46-0-0 (300 กก.)				
	ให้ปุ๋ย 15-15-15 (250 กก.)				
27/12/2549	พ่นยา	1.24 ลิตร*	2 คน*	2	30
29/12/2549	สูบน้ำเข้า	32.11 ลิตร	-	52	-
5/1/2550	สูบน้ำเข้า	34.58 ลิตร	-	56	-
25/1/2550	สูบน้ำเข้า	33.35 ลิตร	-	54	-
17/2/2550	สูบน้ำเข้า	32.11 ลิตร	-	52	-
20/3/2550	สูบน้ำเข้า	32.73 ลิตร	-	53	-
30/3/2550	สูบน้ำออก	32.11 ลิตร	-	52	-
1/4/2550	เก็บเกี่ยว	40.00 ลิตร	1 คน	4	-
	ผลผลิตที่ได้ 7790 kg				

* ข้อมูลการพ่นยา 1 ครั้ง โดยเกษตรกรทำการพ่นยาทั้งหมด 3 ครั้ง

ตารางที่ ก.4 น้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำนาของแปลงที่ 2 ขนาดพื้นที่ 10 ไร่

	น้ำหนัก (kg)
รถแทรกเตอร์ (ยี่ห้อ Kubota รุ่นL3001) และชุด	1,425 *
Rotary	
รถแทรกเตอร์ (ยี่ห้อ Kubota รุ่นL3001)	1,425
อุปกรณ์ตีดิน(ย่ำดิน)	124
อุปกรณ์ปรับผิวหน้าดิน(รีดลูกรอง)	47
อุปกรณ์ทำร่องระบายน้ำ(แทรกร่อง)	18.5
อุปกรณ์เสริม(ที่นั่ง)	43
รถไถเดินตาม (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)	358
รถเกี่ยวข้าว (รุ่นตั้งใจรวย)	7,500
สายส่งน้ำ	10
ท่อพญานาค (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว)	40
สายยางพ่นยา	30
ปั๊มพ่นยา (ไม่ทราบยี่ห้อและรุ่น)	7
ถังพ่นยา	14

* ในการคำนวณใช้ค่าน้ำหนักรถแทรกเตอร์เท่ากับ 1170 kg และน้ำหนักของชุด Rotary เท่ากับ 255 kg

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูล:

คุณวิก เสืออยู่สาย บ้านเลขที่ 17 หมู่ 8 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลการทำนาของแปลงที่ 3 ขนาด 20ไร่

วันที่	กิจกรรม	เชื้อเพลิง	แรงงาน	จำนวน	จำนวนนาที
				ชั่วโมง	
25/06/2550	การไถพรวน(ปั่นนา)รอบแรก	57.11 ลิตร	1 คน	9	-
30/06/2550	การตีดิน(ย่ำดิน)	11 ลิตร	1 คน	15	-
31/06/2550	การทำหน้าดินให้เรียบ	2.3 ลิตร	1 คน	3	-
	(รีดลูกรอง)				
1/07/2550	การทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง)	0.39 ลิตร	1 คน	1	-
2/07/2550	การปลูกข้าว	-	2 คน	7	-
	ให้ปุ๋ย 46-0-0 (600 กก.)				
	ให้ปุ๋ย 15-15-15 (500 กก.)				
3/07/2550	พ่นยา	2.50 ลิตร*	2 คน*	4	30
15/10/2550	การเก็บเกี่ยว	80 ลิตร	1 คน	7	
	ผลผลิตที่ได้ 12560 kg				

หมายเหตุ เป็นนาชลประทานจึงไม่มีการสูบน้ำเข้า – ออก

* ข้อมูลการพ่นยา 1 ครั้ง โดยเกษตรกรทำการพ่นยาทั้งวัน 3 ครั้ง

ตารางที่ ก.6 น้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำนาของแปลงที่ 3 ขนาดพื้นที่ 20 ไร่

	น้ำหนัก (kg)
รถแทรกเตอร์ (ยี่ห้อ Kubota รุ่นL3001) และชุด Rotary	1,425 *
รถแทรกเตอร์ (ยี่ห้อ Kubota รุ่นL3001)	1,425
อุปกรณ์ตีดิน(ย่ำดิน)	97
อุปกรณ์ปรับผิวหน้าดิน(รีดลูกรอง)	32
อุปกรณ์ทำร่องระบายน้ำ(แทรกร่อง)	20
อุปกรณ์เสริม(ที่นั่ง)	45
รถไถเดินตาม (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)	286
รถเกี่ยวข้าว (รุ่นตั้งใจรวย)	7,500
สายยางพ่นยา	38
ปั๊มพ่นยา (ไม่ทราบยี่ห้อและรุ่น)	7
ถังพ่นยา	11

* ในการคำนวณใช้ค่าน้ำหนักรถแทรกเตอร์เท่ากับ 1170 kg และน้ำหนักของชุด Rotary เท่ากับ 255 kg

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูล:

คุณสมชาย เสืออยู่สาย บ้านเลขที่ 52 หมู่ 8 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ภาคผนวก ข

วิธีการคำนวณ และ WORKSHEET

<u>วิธีการคำนวณพื้นที่ 1.28 ha (8 ไร่)</u>

การแปลงเป็นหน่วยของ ha

1 ha = 10^4 m^2

1600 m^2 = 1 ไร่

ha = 6.25 ไร่

การคำนวณการใช้พลังงานในพื้นที่ 1.28 ha (8 ไร่)

1. การสูบน้ำ

- ท่อพญานาค 6 นิ้ว น้ำหนัก 55 kg
- รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- สายส่งน้ำน้ำหนัก 16 kg
- น้ำมันดีเซลจำนวน 170.43 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 276 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

ED = h x AFU x PEU x RU

โดยที่ ED = ค่าพลังงานทางตรง (MJ/ha)

h = จำนวนชั่วโมงการทำงาน (h/ha)

AFU = จำนวนน้ำมันในการทำงานต่อจำนวนชั่วโมงการทำงาน (L/h)

PEU = ปริมาณพลังงานจำเพาะ (MJ/h)

RU = จำนวนครั้งที่พิจารณา

* ค่า PEU ใช้เป็น 47.8 MJ/L

ค่า RU พิจารณาเป็น 1

h = 215.62 h/ha

AFU = 0.62 L/h

ดังนั้น ED = h x AFU x PEU x RU

ED = 6364.50 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

$$EID = \frac{TWxCED}{UL} \text{ x h x RU}$$

โดยที่ EID = พลังงานทางอ้อมจำเพาะของเครื่องจักรที่ใช้ทำนา (MJ/ha)

TW = น้ำหนักของเครื่องจักร (Kg)

CED = พลังงานที่ให้กับเครื่องจักร (MJ/Kg)

UL = Wear-out life (h)

h = ชั่วโมงการทำงานต่อพื้นที่ (h/ha)

RU = จำนวนครั้งที่พิจารณา

* ค่า CED ใช้เป็น 109 MJ/Kg

RU พิจารณาเป็น 1

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม +น้ำหนักท่อพญานาค + สายส่งน้ำ

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน276 h ต่อ 1.28 ha

$$EID = \frac{TWxCED}{UL} \text{ x h x RU}$$

EID = 1873.46 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการสูบน้ำทั้งหมดเท่ากับ 8237.95 MJ/ha

2. การเตรียมดิน

2.1 ไถพรวน (ปั่นนา)

- รถแทรกเตอร์+โรตารี่ น้ำหนัก 1,425 kg (ยี่ห้อ Kubota รุ่น L3001)
- น้ำมันดีเซลจำนวณ 28 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 4.5 ชั่วโมง
- แรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.69 MJ/h
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 3.5 h/ha

AFU = 6.22 L

แทนค่าในสูตร ED = 1045.63 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถแทรกเตอร์ 71.25 Kg

UL = wear-out life 12000h

h = เครื่องจักรทำงาน 4.5h ต่อ 1.28 ha

EID = 91.51MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

$$LABEN = \frac{LABOUR \times TIME}{AREA} \times LABENF$$

* $LABENF$ = 1.96 MJ/h

$LABOUR$ = 1 คน

$TIME$ = 4.5 h

LABEN = 6.89 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการไถพรวน(ปั่นนา)ทั้งหมดเท่า 1144.03MJ/ha

2.2 การตีดิน(ย่ำดิน)

-รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)

- น้ำมันดีเซลจำนวน 3.7 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 6 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ตีดิน (ขลุบ) 102 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 43 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 4.7 h/ha

AFU = 0.6 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 138.17 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การตีดิน+อุปกรณ์เสริม

UL = เครื่องจักรทำงาน 6 h

h = เครื่องจักรทำงาน 6h ต่อ 1.28 ha

แทนค่าในสูตร EID = 49.98 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 6 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 9.19 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการตีดิน(ย่ำดิน)ทั้งหมดเท่ากับ 197.34 MJ/ha

2.3 การทำผิวหน้าดินให้เรียบ (รีดลูกรอง)

-รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)

- น้ำมันดีเซลจำนวน 1.78 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 2.5 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ในการปรับผิวหน้าดิน 36.5 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 43 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 1.95 h/ha

AFU = 0.71 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 66.47 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การทำผิวหน้าดินให้เรียบ+อุปกรณ์อุปกรณ์เสริม

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 2.5 h ต่อ 1.28 ha

แทนค่าในสูตร EID = 13.15MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 2.5 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 3.83 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการทำผิวหน้าดินให้เรียบทั้งหมดเท่ากับ 83.45 MJ/ha

2.4 การทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง)

- รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 0.39 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 0.5 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ในการทำร่องระบายน้ำ 18.5 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 43 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 0.4 h/ha

AFU = 0.8L/h

แทนค่าในสูตร ED = 14.56 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การทำร่องระบายน้ำ+อุปกรณ์อุปกรณ์เสริม

UL = เครื่องจักรทำงาน 0.5 h

h = เครื่องจักรทำงาน 0.5 h ต่อ 1.28 ha

แทนค่าในสูตร EID = 2.21 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 0.5 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 0.77 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง) ทั้งหมดเท่ากับ 17.54 MJ/ha

3. การปลูก

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

- จำนวนแรงงาน 2 คน
- ชั่วโมงการทำงาน 3.5 ชั่วโมง
- ค่าพลังงานจำเพาะของเมล็ดข้าว 16.74 MJ/ha
- จำนวนเมล็ดพันธุ์ 280 kg (พันธุ์พิษณุโลก 2)

EID = 3672.59 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 2 คน

TIME = 3.5 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 10.72 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการปลูกทั้งหมดเท่ากับ 3,672.6 MJ/ha

4.การดูแลรักษา

- รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 Kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- ปั๊ม (ไม่ทราบยี่ห้อและรุ่น) น้ำหนัก 7 kg
- สายยางพ่นยาน้ำหนัก 27 kg
- ถังพ่นยาน้ำหนัก 12 kg
- น้ำมันดีเซลจำนวน 1.2 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 2 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 2 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- สารกำจัดแมลงปริมาณที่ใช้ 1 ขวด = 1 kg แฟกเตอร์ 185 MJ/kg
- สารกำจัดวัชพืชปริมาณที่ใช้ 1 ขวด = 1 kg แฟกเตอร์ 225 MJ/kg
- สารกำจัดเชื้อราปริมาณที่ใช้ 1 ขวด = 1 kg แฟกเตอร์ 97 MJ/kg

* ปุ๋ยที่ใช้ 46-0-0 ตรากระต่าย จำนวน 6 กระสอบ กระสอบละ 50 kg = 300 kg

องค์ประกอบพลังงานของ N ที่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 = 28.3 MJ/kg

* ปุ๋ยที่ใช้ 15-15-15 ตรากระต่าย จำนวน 5 กระสอบ กระสอบละ 50 kg = 250 kg

องค์ประกอบพลังงานของ N ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 9.23 MJ/kg

องค์ประกอบพลังงานของ P ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 1.884 MJ/kg

องค์ประกอบพลังงานของ K ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 1.005 MJ/kg

- การให้ปุ๋ย

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 6.13 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 9,000.60 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 9,006.72 MJ/ha

- สารกำจัดวัชพืช

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 50.94 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 187.14 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 238.08 MJ/ha

- สารกำจัดแมลง

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 50.94 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 707.87 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 758.81 MJ/ha

- สารกำจัดเชื้อรา

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 50.94 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 11.51 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 62.45 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการดูแลรักษาทั้งหมดเท่ากับ 1,059.34 MJ/ha

5.การเก็บเกี่ยว

- รถเกี่ยวข้าว 7500 kg (ยี่ห้อ- รุ่นตั้งใจรวย)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 35 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 3.5 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 2.7 h/ha

AFU = 10 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 1307.03 MJ/ไร่

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถเกี่ยวข้าว 375 Kg

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 3.5 h ต่อ 1.28 ha

แทนค่า EID = 745.12 MJ/ha

การคำนวณพลังงานแรงงานของคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 3.5 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 5.36 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมดเท่ากับ 2057.51 MJ/ha

การคำนวณประสิทธิภาพ

$e_0 = B_s \times s$

B_s = 16.74 MJ/kg

s = ปริมาณผลผลิตทั้งหมด 5420 kg

e_0 = 70,883.4 MJ/kg

e = 25430.46 MJ/kg

$$OER = \frac{e_0}{e}$$

OER = 2.79

การคำนวณการใช้พลังงานในพื้นที่ 1.6 ha (10 ไร่)

1. สูบน้ำ

- ท่อพญานาค 6 นิ้ว น้ำหนัก 40 kg
- รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- สายส่งน้ำหนัก 10 kg
- น้ำมันดีเซลจำนวน 224.16 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 363 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

ED = h x AFU x PEU x RU

โดยที่ ED = ค่าพลังงานทางตรง (MJ/ha)

h = จำนวนชั่วโมงการทำงาน (h/ha)

AFU = จำนวนน้ำมันในการทำงานต่อชั่วโมงการทำงาน (L/h)

PEU = ปริมาณพลังงานจำเพาะ (MJ/L)

RU = จำนวนครั้งที่พิจารณา

* ค่า PEU ใช้เป็น 47.8 MJ/L

ค่า RU พิจารณาเป็น 1

h = 140.1 h/ha

AFU = 0.62 L/h

ดังนั้น ED = h x AFU x PEU x RU

ED = 6,696.78 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

$$EID = \frac{TWxCED}{UL} \times h \times RU$$

โดยที่ EID = พลังงานทางอ้อมจำเพาะของเครื่องจักรที่ใช้ทำนา (MJ/ha)

TW = น้ำหนักของเครื่องจักร (Kg)

CED = พลังงานที่ให้กับเครื่องจักร (MJ/Kg)

UL = Wear-out life (h)

h = ชั่วโมงการทำงานต่อพื้นที่ (h/ha)

RU = จำนวนครั้งที่พิจารณา

* ค่า CED ใช้เป็น 109 MJ/Kg

RU พิจารณาเป็น 1

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม +น้ำหนักท่อพญานาค + สายส่งน้ำ

UL = Wear-out life (h)

h = เครื่องจักรทำงาน 363 h ต่อ 1.6 ha

$$EID = \frac{TWxCED}{UL} \times h \times RU$$

EID = 1,601.40 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการสูบน้ำทั้งหมดเท่ากับ 8,298.18 MJ/ha

2. การเตรียมดิน

2.1 ไถพรวน (ปั่นนา)

- รถแทรกเตอร์+โรตารี่ น้ำหนัก 1425 kg (ยี่ห้อ Kubota รุ่น L3001)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 62.22 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 10 ชั่วโมง
- แรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.69 MJ/h
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 6.3 h/ha

AFU = 6.2 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 1,858.82 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถแทรกเตอร์

UL = Wear-out life (h)

h = เครื่องจักรทำงาน 10h ต่อ 1.6 ha

EID = 162.05 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

$$LABEN = \frac{LABOUR \times TIME}{AREA} \times LABENF$$

* $LABENF$ = 1.96 MJ/h

$LABOUR$ = 1 คน

$TIME$ = 10 h

$$LABEN = \frac{1 \times 10}{1.6} \times 1.96$$

LABEN = 12.25 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการไถพรวน (ปั่นนา) ทั้งหมดเท่า 2033.12 MJ/ha

2.2 การตีดิน(ย่ำดิน)

-รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)

- น้ำมันดีเซลจำนวน 6.18 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 10 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ตีดิน (ขลุบ) 124 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 43 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 6.25 h/ha

AFU = 0.62 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 184.63 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การตีดิน+อุปกรณ์เสริม

UL = เครื่องจักรทำงาน 10 h

h = เครื่องจักรทำงาน 10h ต่อ 1.6 ha

แทนค่าในสูตร EID = 74.89 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 10 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 12.25 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการตีดิน(ย่ำดิน)ทั้งหมดเท่ากับ 271.77 MJ/ha

2.3 การทำผิวหน้าดินให้เรียบ (รีดลูกรอง)

-รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)

- น้ำมันดีเซลจำนวน 1.24 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 2 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ในการปรับผิวหน้าดิน 47 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 43 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 1.25 h/ha

AFU = 0.62 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 37.05 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การทำผิวหน้าดินให้เรียบ+อุปกรณ์อุปกรณ์เสริม

UL = เครื่องจักรทำงาน 2. h

h = เครื่องจักรทำงาน 2. h ต่อ 1.6 ha

แทนค่าในสูตร EID = 9.20 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 2 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 2.45 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการทำผิวหน้าดินให้เรียบทั้งหมดเท่ากับ 48.7 MJ/ha

2.4 การทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง)

- รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 0.39 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 0.5 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ในการทำร่องระบายน้ำ 18.5 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 43 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 0.3 h/ha

AFU = 0.8L/h

แทนค่าในสูตร ED = 11.65 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การทำร่องระบายน้ำ+อุปกรณ์อุปกรณ์เสริม

UL = เครื่องจักรทำงาน 0.5 h

h = เครื่องจักรทำงาน 0.5 h ต่อ 1.6 ha

แทนค่าในสูตร EID = 1.77 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 0.5 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 0.61 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง) ทั้งหมดเท่ากับ 14.03 MJ/ha

3. การปลูก

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

- จำนวนแรงงาน 2 คน
- ชั่วโมงการทำงาน 6 ชั่วโมง
- ค่าพลังงานจำเพาะของเมล็ดข้าว 16.74 MJ/ha
- จำนวนเมล็ดพันธุ์ 480 kg (พันธุ์พิษณุโลก 2)

EID = 5,022.00 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 2 คน

TIME = 3 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 14.7 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการปลูกทั้งหมดเท่ากับ 5,036.7 MJ/ha

4.การดูแลรักษา

- รถไถเดินตามน้ำหนัก 358 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- ปั๊ม (ไม่ทราบยี่ห้อและรุ่น) น้ำหนัก 7 kg
- สายยางพ่นยาน้ำหนัก 30 kg
- ถังพ่นยาน้ำหนัก 14 kg
- น้ำมันดีเซลจำนวน 1.24 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 2.5 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 2 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- สารกำจัดแมลงปริมาณที่ใช้ 1 ขวด = 1 kg แฟกเตอร์ 185 MJ/kg
- สารกำจัดวัชพืชปริมาณที่ใช้ 1 ขวด = 1 kg แฟกเตอร์ 225 MJ/kg
- สารกำจัดเชื้อราปริมาณที่ใช้ 1 ขวด = 1 kg แฟกเตอร์ 97 MJ/kg

* ปุ๋ยที่ใช้ 46-0-0 ตรากระต่าย จำนวน 6 กระสอบ กระสอบละ 50 kg = 300 kg

  องค์ประกอบพลังงานของ N ที่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 = 28.3 MJ/kg

* ปุ๋ยที่ใช้ 15-15-15 ตรากระต่าย จำนวน 5 กระสอบ กระสอบละ 50 kg = 250 kg

  องค์ประกอบพลังงานของ N ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 9.23 MJ/kg

องค์ประกอบพลังงานของ P ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 1.884 MJ/kg

องค์ประกอบพลังงานของ K ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 1.005 MJ/kg

- การให้ปุ๋ย

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 6.13 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 7,200.48 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 7,205.99 MJ/ha

- สารกำจัดวัชพืช

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 43.17 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 152.96 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 194.04 MJ/ha

- สารกำจัดแมลง

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 43.17 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 797.88 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 839.85 MJ/ha

- สารกำจัดเชื้อรา

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 53.96 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 12.21 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 64.19 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการดูแลรักษาทั้งหมดเท่ากับ 1,098.08 MJ/ha

5.การเก็บเกี่ยว

- รถเกี่ยวข้าว 7500 kg (ยี่ห้อ- รุ่นตั้งใจรวย)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 40 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 4 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 1,199.90 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่า EID = 681.25 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมดเท่ากับ 1,881.15 MJ/ha

การคำนวณประสิทธิภาพ

$e_0 = B_s \times s$

B_s = 16.74 MJ/kg

s = ปริมาณผลผลิตทั้งหมด 7790 kg

e_0 = 81,502.88 MJ/ha

e = 25806.55 MJ/ ha

$$OER = \frac{e_0}{e}$$

OER= 3.16

การคำนวณการใช้พลังงานในพื้นที่ 3.20 ha (20 ไร่)

1. การเตรียมดิน

1.1 ไถพรวน (ปั่นนา)

- รถแทรกเตอร์+โรตารี่ น้ำหนัก 1425 kg (ยี่ห้อ Kubota รุ่น L3001)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 62.22 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 9 ชั่วโมง
- แรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.69 MJ/h
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 2.81 h/ha

AFU = 6.33 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 929.41 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถแทรกเตอร์ 71.25 Kg

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 9 h ต่อ 3.2 ha

EID = 72.92 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

$$LABEN = \frac{LABOUR \times TIME}{AREA} \times LABENF$$

* $LABENF$ = 1.96 MJ/h

$LABOUR$ = 1 คน

$TIME$ = 9 h

LABEN = 5.51 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการไถพรวน (ปั่นนา) ทั้งหมดเท่า 971.32MJ/ha

1.2 การตีดิน(ย่ำดิน)

-รถไถเดินตามน้ำหนัก 286 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)

- น้ำมันดีเซลจำนวน 11ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 15 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L

- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ตีดิน (ขลุบ) 97 kg
- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 45 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 4.7 h/ha

AFU = 0.7 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 164.31 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การตีดิน+อุปกรณ์เสริม

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 15 h ต่อ 3.2ha

แทนค่าในสูตร EID = 45.79 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 15 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 9.19MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการตีดิน (ย่ำดิน) ทั้งหมดเท่ากับ 1,053 MJ/ha

1.3 การทำผิวหน้าดินให้เรียบ (รีดลูกรอง)

-รถไถเดินตามน้ำหนัก 286 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 2.3 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 3 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์ของแรงงาน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ในการปรับผิวหน้าดิน 32 kg

- อุปกรณ์เสริม (ที่นั่ง) 45 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 0.9 h/ha

AFU = 0.8 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 34.36 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การทำผิวหน้าดินให้เรียบ+อุปกรณ์อุปกรณ์เสริม

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 3h ต่อ 3.2 ha

แทนค่าในสูตร EID = 5.50 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 3 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 1.84 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการทำผิวหน้าดินให้เรียบทั้งหมดเท่ากับ 41.69 MJ/ha

1.4 การทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง)

- รถไถเดินตามน้ำหนัก 286 kg (ยี่ห้อ Kubota 11.5 แรงม้า)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 0.39 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 1 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์ของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- พลังงานในตัวเครื่องจักร 109 MJ/kg
- พลังงานในอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของแรงงานคน 1.96 MJ/h
- อุปกรณ์ในการทำร่องระบายน้ำ 20 kg
- อุปกรณ์ชุดที่นั่ง (ย่องเต้) 45 kg

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 0.3 h/ha

AFU = 0.4 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 5.83 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถไถเดินตาม + อุปกรณ์การทำร่องระบายน้ำ+อุปกรณ์อุปกรณ์เสริม

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 3 h ต่อ 3.2 ha

แทนค่าในสูตร EID = 1.61 MJ/ha

การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 1 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 0.61 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการทำร่องระบายน้ำ (แทรกร่อง) ทั้งหมดเท่ากับ 8.05 MJ/ha

2. การปลูก

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

- จำนวนแรงงาน 2 คน
- ชั่วโมงการทำงาน 7 ชั่วโมง
- ค่าพลังงานจำเพาะของเมล็ดข้าว 16.74 MJ/ha
- จำนวนเมล็ดพันธุ์ 920 kg (พันธุ์พิษณุโลก 2)

EID = 4812.75 MJ/ha

- การคำนวณพลังงานของแรงงานคน

LABOUR = 2 คน

TIME = 7 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 8.58 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการปลูกทั้งหมดเท่ากับ 4,821.33 MJ/ha

3.การดูแลรักษา

- รถไถเดินตามน้ำหนัก 286 kg (ยี่ห้อ Kubota ขนาด 11.5 แรงม้า)
- เครื่องสูบ (ไม่ทราบยี่ห้อและรุ่น) น้ำหนัก 7 kg
- สายยางพ่นยา หนัก 38 kg
- ถังพ่นยา หนัก 11 kg
- น้ำมันดีเซลจำนวน 2.5 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 4.5 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L

- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของเครื่องจักร 109 MJ/kg
- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของอุปกรณ์ 90 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 2 คน
-แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของแรงงานคน 1.96 MJ/h
- สารกำจัดแมลงปริมาณที่ใช้ 2 ขวด = 2 kg แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะ 185 MJ/kg
- สารกำจัดวัชพืชปริมาณที่ใช้ 2 ขวด = 2 kg แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะ225 MJ/kg
- สารกำจัดเชื้อราปริมาณที่ใช้ 2 ขวด = 2 kg แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะ 97 MJ/kg

* ปุ๋ยที่ใช้ 46-0-0 ตรากระต่าย จำนวน 12 กระสอบ กระสอบละ 50 kg = 600 kg
องค์ประกอบพลังงานของ N ที่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 = 28.3 MJ/kg
* ปุ๋ยที่ใช้ 15-15-15 ตรากระต่าย จำนวน 10 กระสอบ กระสอบละ 50 kg = 500 kg
องค์ประกอบพลังงานของ N ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 9.23 MJ/kg
องค์ประกอบพลังงานของ P ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 1.884 MJ/kg
องค์ประกอบพลังงานของ K ที่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 = 1.005 MJ/kg

- การให้ปุ๋ย

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 5.51 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 7,200.48 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 7,205.99 MJ/ha

- สารกำจัดวัชพืช

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 42.86 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 151.20 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 194.05 MJ/ha

- สารกำจัดแมลง

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 42.86 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 886.37 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 929.22 MJ/ha

- สารกำจัดเชื้อรา

การคำนวณพลังงานทางตรง

แทนค่าในสูตร ED = 107.14 MJ/ha

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

แทนค่าในสูตร EID = 10.84 MJ/ha

พลังงานรวมเท่ากับ 117.98 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการดูแลรักษาทั้งหมดเท่ากับ 1,241.26 MJ/ha

4. การเก็บเกี่ยว

- รถเกี่ยวข้าว 7500 kg (ยี่ห้อ- รุ่นตั้งใจรวย)
- น้ำมันดีเซลจำนวน 80 ลิตร
- ชั่วโมงการทำงาน 7 ชั่วโมง
- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของน้ำมันดีเซล 47.8 MJ/L
- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของเครื่องจักร 109 MJ/kg
- จำนวนแรงงาน 1 คน
- แฟกเตอร์พลังงานจำเพาะของแรงงานคน 1.96 MJ/h

การคำนวณพลังงานทางตรง

h = 2.2 h/ha

AFU = 11.4 L/h

แทนค่าในสูตร ED = 1195.00 MJ/ไร่

การคำนวณพลังงานทางอ้อม

TW = น้ำหนักรถเกี่ยวข้าว 375 Kg

UL = wear – out life

h = เครื่องจักรทำงาน 7h ต่อ 3.2 ha

แทนค่า EID = 596.09 MJ/ha

การคำนวณพลังงานแรงงานของคน

LABOUR = 1 คน

TIME = 7 h

แทนค่าในสูตร LABEN = 4.29 MJ/ha

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมดเท่ากับ 1,795.38 MJ/ha

การคำนวณประสิทธิภาพ

$e_0 = B_s \times s$

B_s = 16.74 MJ/kg

s = ปริมาณผลผลิตทั้งหมด 12,560 kg

e_0 = 65,704.50 MJ/ha

e = 16,304.32 MJ/ ha

$$OER = \frac{e_0}{e}$$

OER= 4.03

Excel worksheet สำหรับคำนวณค่าพลังงาน

แปลงที่	1				
พื้นที่	8	ไร่ =	1.28	ha	
ผลผลิต	5420	kg			
Input Energy Analysis					
การสูบน้ำ					
พลังงานทางตรง				1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	0	คน			
เวลา	276	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	170.43	L		133.15	6,364.50
			พลังงานทางตรง		6,364.50
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		6.43	701.18
เครื่องสูบ	55	kg		7.91	861.78
เครื่องมือ					
สายยาง	16	kg		3.45	310.50
			พลังงานทางอ้อม		1873.46
			พลังงานรวม		8,237.95
การเตรียมดิน					
ปั่น			1/ha	MJ/ha	
พลังงานทางตรง					
แรงงานคน	1	คน		0.78	6.89
เวลา	4.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	28	L		21.88	1,045.63
			รวมพลังงานทางตรง		1,052.52
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					

แทรกเตอร์	1170	kg	0.34	37.36
เครื่องมือ				
ชุด rotary	255	kg	0.60	53.79
			รวมพลังงานทางอ้อม 91.15	
ย่ำดิน				
พลังงานทางตรง				
แรงงานคน	1	คน	0.78	9.19
เวลา	6	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	3.7	L	2.89	138.17
			รวมพลังงานทางตรง 147.36	
พลังงานทางอ้อม				
เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	358	kg	0.14	15.24
เครื่องมือ				
ขลุบ	102	kg	0.32	28.69
ชุดพ่วงนั่งย่องเต้	43	kg	0.07	6.05
			รวมพลังงานทางอ้อม 49.98	
ปรับระดับ				
พลังงานทางตรง				
แรงงานคน	1	คน	0.78	3.83
เวลา	2.5	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	1.78	L	1.39	66.47
			รวมพลังงานทางตรง 70.30	
พลังงานทางอ้อม				
เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	358	kg	0.06	6.35
เครื่องมือ				
ชุดปรับผิวดิน	36.5	kg	0.05	4.28

ชุดพ่วงนั่งย่องเต้	43	kg		0.03	2.52
			รวมพลังงานทางอ้อม		13.15

ทำร่องน้ำ

พลังงานทางตรง

แรงงานคน	1	คน		0.78	0.77
เวลา	0.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	0.39	L		0.30	14.56
			รวมพลังงานทางตรง		15.33

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		0.01	1.27
เครื่องมือ					
ชุดเปิดร่อง	18.5	kg		0.005	0.43
ชุดพ่วงนั่งย่องเต้	43	kg		0.01	0.50
			รวมพลังงานทางอ้อม		2.21
			พลังงานทางตรง		1,285.50
			พลังงานทางอ้อม		156.48
			พลังงานรวม		1,441.99

แปลงที่ 1

พื้นที่	8	ไร่ =	1.28	ha
ผลผลิต	5420	kg		

Input Energy Analysis

การปลูก

พลังงานทางตรง

			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56	10.72
เวลา	3.5	h		
			พลังงานทางตรง	10.72

พลังงานทางอ้อม

เมล็ดพันธุ์	280	kg	218.75	3,661.88

				พลังงานทางอ้อม	3,661.88
				พลังงานรวม	3,672.59

การให้ปุ๋ย

พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56	6.13
เวลา	2	h		
			พลังงานทางตรง	6.13

พลังงานทางอ้อม

46-0-0	300	kg	107.81	6,633.70
15-15-15 (250 kg)				
N	37.5	kg	29.30	1802.64
P	37.5	kg	29.30	367.97
K	37.5	kg	29.30	196.29
			พลังงานทางอ้อม	9,000.60
			พลังงานรวม	9,006.72

สารกำจัดวัชพืช

พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56	6.13
เวลา	2	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	1.2	L	0.94	44.81
			พลังงานทางตรง	50.94

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	358	kg	0.05	5.08
Pump	7	kg	0.01	0.79
เครื่องมือ				
สายยาง	27	kg	0.04	3.80
ถัง	12	kg	0.02	1.69
สารกำจัดวัชพืช	1	kg	0.78	175.78
			พลังงานทางอ้อม	187.14

				พลังงานรวม	238.08

สารกำจัดแมลง

พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56	6.13
เวลา	2	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	1.2	L	0.94	44.81
			พลังงานทางตรง	50.94

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	358	kg	0.05	5.08
เครื่องสูบ	7	kg	0.01	0.79
เครื่องมือ				
สายยาง	27	kg	5.4	486
ถัง	12	kg	2.4	216
สารกำจัดแมลง	1	kg	0.78	144.53
			พลังงานทางอ้อม	707.8757813
			พลังงานรวม	758.81

สารกำจัดเชื้อรา

พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56	6.13
เวลา	2	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	1.2	L	0.94	44.81
			พลังงานทางตรง	50.94

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	358	kg	0.05	5.08
เครื่องสูบ	7	kg	0.01	0.79
เครื่องมือ				
สายยาง	27	kg	0.04	3.80

ถัง	12	kg		0.02	1.6875
สารกำจัดเชื้อรา	1	kg		0.00	0.15
			พลังงานทางอ้อม		11.51
			พลังงานรวม		62.45

กำจัดศัตรูพืช	**พลังงานทางตรง**	152.81
	พลังงานทางอ้อม	906.53
	พลังงานรวม	1,059.34

แปลงที่ 1

พื้นที่	8	ไร่ =	1.28	ha	
ผลผลิต	5420	kg			
Input Energy Analysis					
การเก็บเกี่ยว					
พลังงานทางตรง				1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	1	คน		0.78	5.36
เวลา	3.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	35	L		27.34	1,307.03
			พลังงานทางตรง		1,312.39
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถเกี่ยวนวด	7500	kg		6.84	745.12
			พลังงานทางอ้อม		745.12
			พลังงานรวม		2,057.51

OUTPUT

เมล็ดข้าว	5420	kg		4234.38	70883.44

แปลงที่	2				
พื้นที่	10	ไร่ =	1.6		ha
ผลผลิต	7790	kg			

Input Energy Analysis

การสูบน้ำ					
พลังงานทางตรง				1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	0	คน			
เวลา	363	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	224.16	L		140.10	6,696.78
			พลังงานทางตรง		6,696.78
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		6.77	737.76
เครื่องสูบ	40	kg		6.05	659.45
เครื่องมือ					
สายยาง	10	kg		2.27	204.19
			พลังงานทางอ้อม		1601.40
			พลังงานรวม		8,298.18

การเตรียมดิน					
ปั่นดิน				1/ha	MJ/ha
พลังงานทางตรง					
แรงงานคน	1	คน		0.63	12.25
เวลา	10	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	62.22	L		38.89	1,858.82
			รวมพลังงานทางตรง		1,871.07
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
แทรกเตอร์	1170	kg		0.61	66.42
เครื่องมือ					

Rotary	255	kg		1.06	95.63
			รวมพลังงานทางอ้อม		162.05

ย่ำดิน

พลังงานทางตรง

แรงงานคน	1	คน		0.63	12.25
เวลา	10	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	6.18	L		3.86	184.63
			รวมพลังงานทางตรง		196.88

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		0.19	20.32
เครื่องมือ					
ขลุบ	124	kg		0.52	46.50
ชุดนั่งฮ่องเต้	43	kg		0.09	8.06
			รวมพลังงานทางอ้อม		74.89

ปรับระดับ

พลังงานทางตรง

แรงงานคน	1	คน		0.63	2.45
เวลา	2	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	1.24	L		0.78	37.05
			รวมพลังงานทางตรง		39.50

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		0.04	4.06
เครื่องมือ					
ชุดปรับผิวดิน	47	kg		0.04	3.53
ฮ่องเต้	43	kg		0.02	1.61
			รวมพลังงานทางอ้อม		9.20

ทำร่องน้ำ

พลังงานทางตรง

แรงงานคน	1	คน	0.63	0.61
เวลา	0.5	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	0.39	L	0.24	11.65
			รวมพลังงานทางตรง	12.26

พลังงานทางอ้อม

เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	358	kg	0.01	1.02
เครื่องมือ				
ชุดเปิดร่อง	18.5	kg	0.004	0.35
ฮ่องเต้	43	kg	0.00	0.40
			รวมพลังงานทางอ้อม	1.77
			พลังงานทางตรง	2,119.71
			พลังงานทางอ้อม	247.90
			พลังงานรวม	2,367.61

แปลงที่ 2

พื้นที่ 10 ไร่ = 1.6 ha

ผลผลิต 7790 kg

Input Energy Analysis

การปลูก

พลังงานทางตรง			l/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.25	14.70
เวลา	6	h		
			พลังงานทางตรง	14.70

พลังงานทางอ้อม

เมล็ดพันธุ์	480	kg	300.00	5,022.00
			พลังงานทางอ้อม	5,022.00
			พลังงานรวม	5,036.70

การให้ปุ๋ย

พลังงานทางตรง			1/ha		MJ/ha
แรงงานคน	2	คน		1.25	6.13
เวลา	2.5	h			
			พลังงานทางตรง		6.13
พลังงานทางอ้อม					
46-0-0	300	kg		86.25	5,306.96
15-15-15 (250 kg)					
N	37.5	kg		23.44	1442.11
P	37.5	kg		23.44	294.38
K	37.5	kg		23.44	157.03
			พลังงานทางอ้อม		7,200.48
			พลังงานรวม		7,206.60

สารกำจัดวัชพืช

พลังงานทางตรง			1/ha		MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.25		6.13
เวลา	2.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	1.24	L	0.78		37.05
			พลังงานทางตรง		43.17
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		0.05	5.08
แทรกเตอร์	7	kg		0.01	0.79
เครื่องมือ					
สายยาง	30	kg		0.05	4.22
ถัง	14	kg		0.02	1.97
สารกำจัดวัชพืช	1	kg		0.63	140.63
			พลังงานทางอ้อม		152.69
			พลังงานรวม		195.86

สารกำจัดแมลง

พลังงานทางตรง			1/ha		MJ/ha
แรงงานคน	2	คน		1.25	6.13
เวลา	2.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	1.24	L		0.78	37.05
			พลังงานทางตรง	43.17	
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		0.05	5.08
Pump	7	kg		0.01	0.79
เครื่องมือ					
สายยาง*	30	kg		6	540
ถัง*	14	kg		2.8	252
สารกำจัดแมลง	1	kg		0.78	144.53
			พลังงานทางอ้อม	797.8758	
			พลังงานรวม	841.05	

สารกำจัดเชื้อรา

พลังงานทางตรง			1/ha		MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56		7.66
เวลา	2.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	1.24	L	0.97		46.31
			พลังงานทางตรง	53.96	
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	358	kg		0.05	5.08
เครื่องสูบ	7	kg		0.01	0.79
เครื่องมือ					
สายยาง	30	kg		0.05	4.22
ถัง	14	kg		0.02	1.96875

สารกำจัดเชื้อรา	1	kg		0.00	0.15
			พลังงานทางอ้อม		12.21
			พลังงานรวม		66.18
		กำจัดศัตรูพืช	พลังงานทางตรง	140.30	
			พลังงานทางอ้อม	962.78	
			พลังงานรวม	1,103.08	

แปลงที่ 2

พื้นที่	10	ไร่ =	1.6	ha	
ผลผลิต	7790	kg			
Input Energy Analysis					
การเก็บเกี่ยว					
พลังงานทางตรง				1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	1	คน		0.63	4.90
เวลา	4	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	40	L		25.00	1,195.00
			พลังงานทางตรง		1,199.90
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
Combine, self-propelled	7500	kg		6.25	681.25
			พลังงานทางอ้อม		681.25
			พลังงานรวม		1,881.15
OUTPUT					
เมล็ดข้าว	7790	kg		4868.75	81502.88

แปลงที่	3				
พื้นที่	20	ไร่ =	3.2	ha	
ผลผลิต	12560	kg			

Input Energy Analysis

การสูบน้ำ

			1/ha	MJ/ha
พลังงานทางตรง				
แรงงานคน	0	คน		
เวลา	0	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	0	L	0.00	0.00
			พลังงานทางตรง	0.00
พลังงานทางอ้อม				
เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	0	kg	0.00	0.00
เครื่องสูบ	0	kg	0.00	0.00
เครื่องมือ				
สายยาง	0	kg	0.00	0.00
			พลังงานทางอ้อม	0.00
			พลังงานรวม	0.00

การเตรียมดิน

			1/ha	MJ/ha
ปั่นดิน				
พลังงานทางตรง				
แรงงานคน	1	คน	0.31	5.51
เวลา	9	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	62.22	L	19.44	929.41
			รวมพลังงานทางตรง	934.92
พลังงานทางอ้อม				
เครื่องจักร				
แทรกเตอร์	1170	kg	0.27	29.89

เครื่องมือ					
	Rotary	255	kg	0.48	43.03
				รวมพลังงานทางอ้อม	72.92
ย่ำดิน					
พลังงานทางตรง					
แรงงานคน		1	คน	0.31	9.19
เวลา		15	h		
เชื้อเพลิง					
	น้ำมันดีเซล	11	L	3.44	164.31
				รวมพลังงานทางตรง	173.50
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
	รถไถเดินตาม	286	kg	0.11	12.18
เครื่องมือ					
	ขลุบ	97	kg	0.30	27.28
	ฮ่องเต้	45	kg	0.07	6.33
				รวมพลังงานทางอ้อม	46.79
ปรับระดับ					
พลังงานทางตรง					
แรงงานคน		1	คน	0.31	1.84
เวลา		3	h		
เชื้อเพลิง					
	น้ำมันดีเซล	2.3	L	0.72	34.36
				รวมพลังงานทางตรง	36.19
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
	รถไถเดินตาม	286	kg	0.02	2.44
เครื่องมือ					
	ชุดปรับผิวดิน	32	kg	0.02	1.80
	ฮ่องเต้	45	kg	0.01	1.27
				รวมพลังงานทางอ้อม	5.50

ทำร่องน้ำ					
พลังงานทางตรง					
แรงงานคน	1	คน		0.31	0.61
เวลา	1	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	0.39	L		0.12	5.83
			รวมพลังงานทางตรง	6.44	
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	286	kg		0.01	0.81
เครื่องมือ					
ชุดเปิดร่อง	20	kg		0.004	0.38
ฮ่องเต้	45	kg		0.00	0.42
			รวมพลังงานทางอ้อม	1.61	
			พลังงานทางตรง	1,151.06	
			พลังงานทางอ้อม	125.82	
			พลังงานรวม	1,276.87	
แปลงที่	3				
พื้นที่	20	ไร่ =	3.2	ha	
ผลผลิต	12560	kg			
Input Energy Analysis					
การปลูก					
พลังงานทางตรง				1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน		0.63	8.58
เวลา	7	h			
			พลังงานทางตรง	8.58	
พลังงานทางอ้อม					
เมล็ดพันธุ์	920	kg		287.50	4,812.75
			พลังงานทางอ้อม	4,812.75	
			พลังงานรวม	4,821.33	

การให้ปุ๋ย					
พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha	
แรงงานคน	2	คน	0.63	5.51	
เวลา	4.5	h			
			พลังงานทางตรง	5.51	
พลังงานทางอ้อม					
46-0-0	600	kg	86.25	5,306.96	
15-15-15 (500 kg)					
N	75	kg	23.44	1442.11	
P	75	kg	23.44	294.38	
K	75	kg	23.44	157.03	
			พลังงานทางอ้อม	7,200.48	
			พลังงานรวม	7,205.99	
สารกำจัดวัชพืช					
พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha	
แรงงานคน	2	คน	0.63	5.51	
เวลา	4.5	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	2.5	L	0.78	37.34	
			พลังงานทางตรง	42.86	
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
รถไถเดินตาม	286	kg	0.03	3.65	
เครื่องสูบ	7	kg	0.01	0.72	
เครื่องมือ					
สายยาง	38	kg	0.05	4.81	
ถัง	11	kg	0.02	1.39	
สารกำจัดวัชพืช	2	kg	0.63	140.63	
			พลังงานทางอ้อม	151.20	
			พลังงานรวม	194.05	

สารกำจัดแมลง

พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	0.63	5.51
เวลา	4.5	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	2.5	L	0.78	37.34
			พลังงานทางตรง	42.86
พลังงานทางอ้อม				
เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	286	kg	0.03	3.65
เครื่องสูบ	7	kg	0.01	0.72
เครื่องมือ				
สายยาง	38	kg	7.6	684
ถัง	11	kg	2.2	198
สารกำจัดแมลง	2	kg	1.56	289.06
			พลังงานทางอ้อม	886.3685
			พลังงานรวม	929.22

สารกำจัดเชื้อรา

พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha
แรงงานคน	2	คน	1.56	13.78
เวลา	4.5	h		
เชื้อเพลิง				
น้ำมันดีเซล	2.5	L	1.95	93.36
			พลังงานทางตรง	107.14
พลังงานทางอ้อม				
เครื่องจักร				
รถไถเดินตาม	286	kg	0.03	3.65
เครื่องสูบ	7	kg	0.01	0.72
เครื่องมือ				
สายยาง	38	kg	0.05	4.81

	ถัง	11	kg	0.02	1.392188
สารกำจัดเชื้อรา		2	kg	0.00	0.27
				พลังงานทางอ้อม	10.84
				พลังงานรวม	117.98

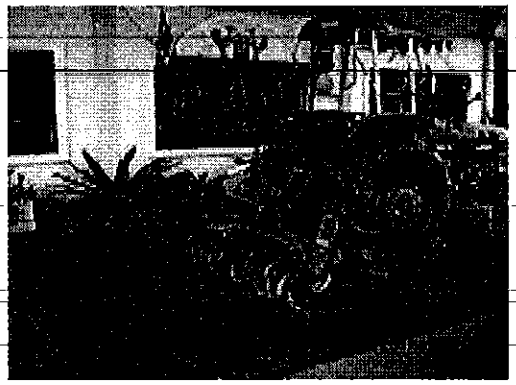
	กำจัดศัตรูพืช	พลังงานทางตรง	192.85
		พลังงานทางอ้อม	1,048.41
		พลังงานรวม	**1,241.26**

แปลงที่ 3

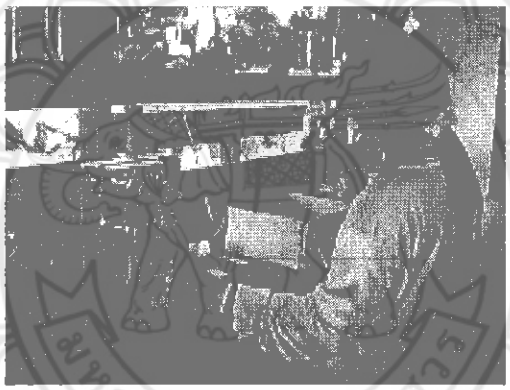
พื้นที่	20	ไร่ =	3.2	ha	
ผลผลิต	12560	kg			
Input Energy Analysis					
การเก็บเกี่ยว					
พลังงานทางตรง			1/ha	MJ/ha	
แรงงานคน	1	คน	0.31	4.29	
เวลา	7	h			
เชื้อเพลิง					
น้ำมันดีเซล	80	L	25.00	1,195.00	
			พลังงานทางตรง	1,199.29	
พลังงานทางอ้อม					
เครื่องจักร					
Combine, self-propelled	7500	kg	5.47	596.09	
			พลังงานทางอ้อม	596.09	
			พลังงานรวม	1,795.38	
OUTPUT					
เมล็ดข้าว	12560	kg	3925.00	65704.50	

ภาคผนวก ค
รูปการชั่งน้ำหนักรถแทรกเตอร์และอุปกรณ์ในการทำนา

รูปการชั่งน้ำหนักรถแทรกเตอร์และอุปกรณ์ในการทำนา

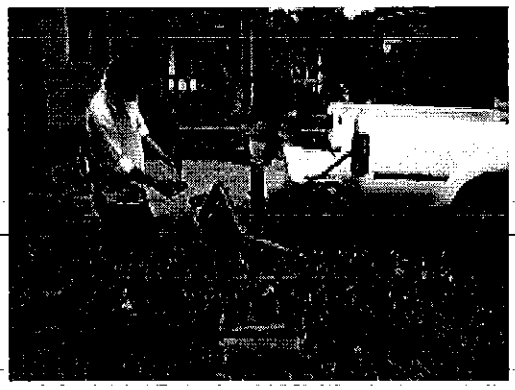


รูปที่ ค.1 การชั่งน้ำหนักรถแทรกเตอร์



รูปที่ ค.2 วิธีการชั่ง

รูปที่ ค.3 การชั่งน้ำหนักอุปกรณ์ในการทำนา

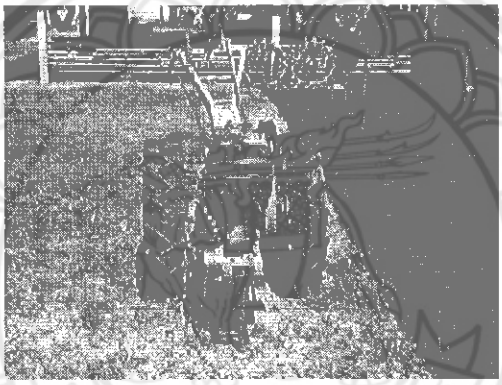


รูปที่ ค.4 การชั่งน้ำหนักอุปกรณ์ในการทำนา

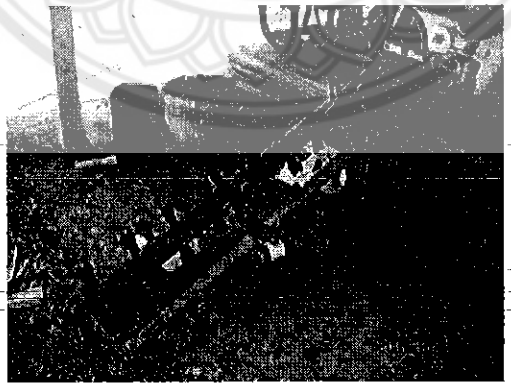
ภาคผนวก ง
รูปเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำนา

รูปเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำนา

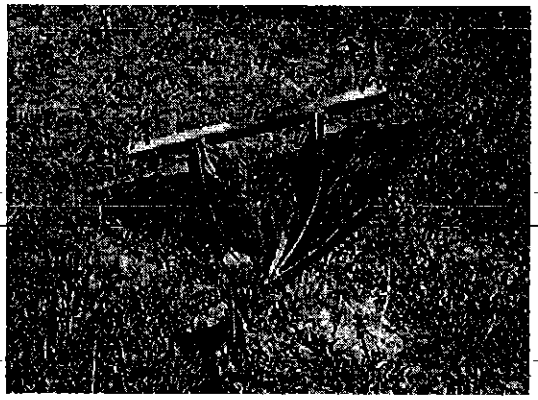
รูปที่ ง.1 ท่อสูบน้ำ



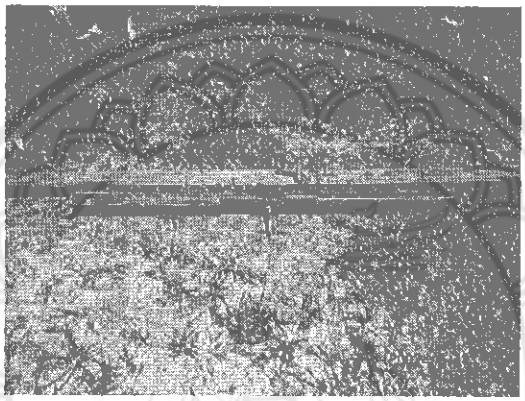
รูปที่ ง.2 รถไถเดินตาม



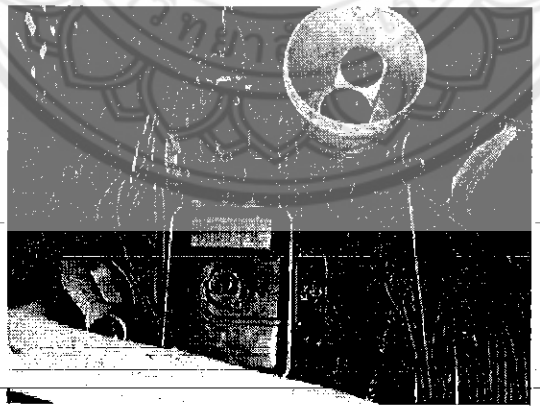
รูปที่ ง.3 ขลุบ (ใช้บดดินให้ละเอียด)



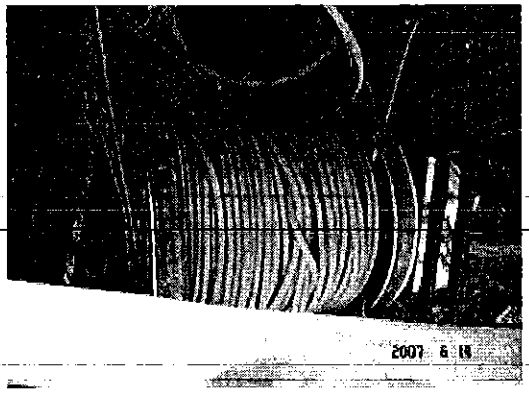
รูปที่ ง.4 อุปกรณ์ในการแทรกร่อง (การทำทางระบายน้ำ)



รูปที่ ง.5 อุปกรณ์ในการรีดลูกรอง (การทำให้หน้าดินเรียบ)



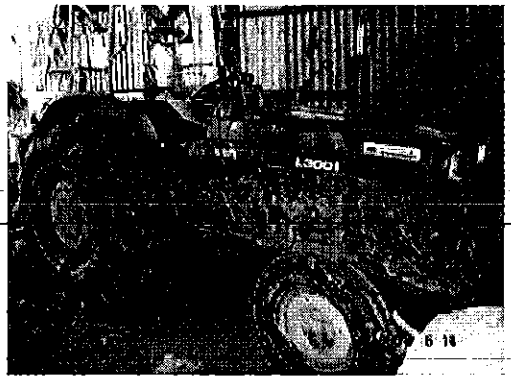
รูปที่ ง.6 เครื่องพ่นยา



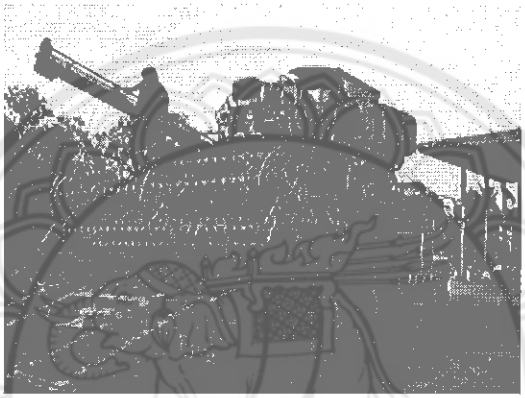
รูปที่ ง.7 สายยางพ่นยา

รูปที่ ง.8 ย่องเต้ (อุปกรณ์เสริมใช้นั่งและต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม)

รูปที่ ง.9 โรตารี่ (จอบหมุน)



รูปที่ ง.10 รถแทรกเตอร์



รูปที่ ง.11 รถเกี่ยวข้าว

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ	นายนิพล อุ่นสุทอง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2528
ภูมิลำเนา	จังหวัดลำปาง
ที่อยู่	86 หมู่ 1 ต.สันดอนแก้ว อ.แม่ทะ จ.ลำปาง 52150
ประวัติการศึกษา	
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนสันดอนแก้ว
ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนแม่ทะพัฒนศึกษา
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2546

ชื่อ	นายอทิตพงศ์ พิมสาร
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา	จังหวัดเชียงราย
ที่อยู่	58 หมู่ 3 ต. เชียงเคี่ยน อ.เทิง จ. เชียงราย 57230
ประวัติการศึกษา	
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลเด็กดี
ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนเทิงวิทยาคม
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2546

ชื่อ	นายอลงกต สิริมาวรวุฒิ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 31 ธันวาคม 2528
ภูมิลำเนา	จังหวัดน่าน
ที่อยู่	47 หมู่ 7 ต.บ่อแก้ว อ. นาหมื่น จ.น่าน 55180
ประวัติการศึกษา	
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านนายาง
ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคม
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2546