รหัสโครงการ SUT 7-703-55-12-50

รายงานการวิจัยเรื่อง

การทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง

(Traction Testing of Cage and Type Wheels Power Tiller for Working with Cassava Field)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT 7-703-55-12-50

รายงานการวิจัยเรื่อง

การทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง

(Traction Testing of Cage and Type Wheels Power Tiller for Working with Cassava Field)

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ดร.สามารถ บุญอาจ

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

ธันวาคม 2557

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้ให้งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัยการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง ประจำปี 2555 ขอขอบพระคุณบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยทุกท่าน และนายมานะศักดิ์ ทิพย์ภูจอม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยจะพยายามอย่างที่สุดเพื่อให้โครงการนี้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรไม่ว่าโดยทางตรงหรือทางอ้อม

สามารถ บุญอาจ

ธันวาคม 2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง การทดสอบแรงฉุดลากแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ ทดสอบแรงฉุดลากในการขุดมันสำปะหลัง และทดสอบแรงฉุดลากในการไถเตรียมดิน โดยทำการทดสอบบนดินทรายร่วน(Loamy sand) และดินทราย (Sand)

ผลการทดสอบภาคสนามพบว่าการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามบนดินทรายร่วน เมื่อใช้ล้อยางจะต้องใช้แรงลาก 1,394 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 1.03 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 69.58 % เมื่อใช้ล้อเหล็กจะต้องใช้แรงลาก 1,942 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 0.79 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 57.17 % การทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามบนดินทราย เมื่อใช้ล้อยางจะต้องใช้แรงลาก 1,596 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 0.99 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 84.4 % เมื่อใช้ล้อเหล็กจะต้องใช้แรงลาก 1,972 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 0.67 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 75.4 %

การทดสอบไถเตรียมดินติดรถไถเดินตามในดินทรายร่วน เมื่อใช้ล้อยางจะต้องใช้แรงลาก 1,719 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 1.61 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 80.43 % เมื่อใช้ล้อเหล็กจะต้องใช้แรงลาก 2,893 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 1.26 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 72.36 % การทดสอบไถเตรียมดินติดรถไถเดินตามในดินทราย เมื่อใช้ล้อยางจะต้องใช้แรงลาก 1,470 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 1.42 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 87.23 % เมื่อใช้ล้อเหล็กจะต้องใช้แรงลาก 2,008 นิวตัน ความสามารถในการทำงาน 1.15 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงาน 80.06 %

การทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะพบว่าเมื่อทำงานบนดินทรายล้อยางจะมีกำลังฉุดลากสูงสุด 1.459 กิโลวัตต์ที่เกียร์ 1 และล้อเหล็กมีกำลังฉุดลากสูงสุด 0.799 กิโลวัตต์ที่เกียร์ 1

การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแรงฉุดลากและความสามารถในการทำงานเมื่อใช้ล้อเหล็กและล้อยางพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Abstract

This research was conducted to test traction force of a walking tractor with cage and tyre wheels for cassava field. The test was divided into two operating steps of cassava production, including harvesting and land preparation. They were carried out on loamy sand and sandy conditions.

The results showed that harvesting of cassava on loamy sand with tyre wheels required the draft force of 1,394 N. It had the field capacity of 1.03 Rai/hour with its corresponding field efficiency of 69.58%. On the other hand, the test on cage wheels used the draft force of 1,942 N with the field capacity and its consequent field efficiency of 0.79 Rai/hour and 57.17%, respectively. For sandy condition, the use tyre wheels required the draft force of 1,596 N with field capacity of 0.99 Rai/hour and field efficiency of 88.4%, while those of cage wheels were 1,972 N, 0.67 Rai/hour and 75.4% for draft force, field capacity and its field efficiency, respectively.

The plowing test of the walking tractor with tyre wheels on loamy sand showed that the draft force required was 1,719 N, resulting in the field capacity of 1.61 Rai/hour with its corresponding field efficiency of 80.83%. When it was tested with cage wheels, the draft force was found to be 2,890 N with the field capacity and its field efficiency of 1.26 Rai/hour and 72.36%, respectively. For the sandy condition, the walking tractor with tyre wheels required the draft force of 1,470 N with the field capacity of 1.42 Rai/hour, corresponding to the field efficiency of 87.23%. However, when the cage wheels were used, the draft force was 2,008 N with the field capacity and field efficiency of 1.15 Rai/hour and 80.06%, respectively.

The results from performance graphs showed that operation of the walking tractor with tyre wheels on the sand had the highest traction force of 1.459 kW at 1st gear while that of cage wheels was 0.799 kW at 1st gear.

Statistical analysis indicated that the draft force and the field capacity of both tyre and cage wheels were not significantly different.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก
บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญภาพ ซ
คำนำ 1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
การตรวจเอกสาร
มันสำปะหลัง 3
การปลูกมันสำปะหลัง 14
วิธีการเก็บเกี่ยว 15
การเก็บรักษาต้นมันสำปะหลัง 16
อุปกรณ์ฉุดลาก 16
อัตราเร็วการเคลื่อนที่และการลื่นของล้อ 17
สัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่ 18
แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางแข็งแกร็ง 19
แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางสูบลม 23
อุปกรณ์และวิธีการ
อุปกรณ์ 26
วิธีการ 26
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง
การทดสอบการทำงานเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็ก 30
ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามในดิน Loamy sand 30
ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามในดิน sand 34
การทดสอบการไถเตรียมดินกับล้อยางและล้อเหล็ก 38

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ผลการทดสอบไถจานติดรถไถเดินตามในดิน Loamy sand 38
ผลการทดสอบไถจานติดรถไถเดินตามในดิน sand 42
การทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถณะ
ผลการทดสอบในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 47
ผลการทดสอบบนพื้นคอนกรีต 51
การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแรงลากของรถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องขุดมันสำปะหลัง 55
การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแรงลากของรถไถเดินตามต่อพ่วงไถจาน 57
การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามต่อพ่วง
เครื่องขุดมันสำปะหลัง 59
การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตาม
ต่อพ่วงไถจาน 61
สรุป 63
ข้อเสนอแนะ 65
เอกสารอ้างอิง 66
ภาคผนวก 68
ภาคผนวก ก ตารางผนวก 69
ภาคผนวก ข การคำนวณ 75
ภาคผนวก ค ภาพผนวก 92
ภาคผนวก ง การเผยแพร่ผลการวิจัย 96

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพื้นทีปลูก ผลผลิต และผลิตผลเฉลี่ยของปี 2555	4
2	ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)	30
3	ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)	34
4	ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)	38
5	ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)	42
6	แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถณะในการทำงานที่เกียร์ 1	47
7	แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถณะในการทำงานที่เกียร์ 1	51
8	แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถณะในการทำงานที่เกียร์ 2	52
9	แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	55
10	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	57
11	แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	57
12	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	59
13	แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	59
14	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	59
15	แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	61
16	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	61

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่	70
2	ตาราง Appendix C Points for the Distribution of *F* [5% (light type) and 1% (bold face type)]	70
3	ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)	71
4	ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)	72
5	ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)	73
6	ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)	74
7	แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	76
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD	76
9	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	79
10	แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	80
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD	80
12	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	83
13	แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	84
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD	84
15	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง	87
16	แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	88
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD	88
18	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง	91

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงลักษณะล้อยางและล้อเหล็ก	16
2	แสดงลักษณะหน้าตัดยางแบบต่างๆ	17
3	ภาพแรงกระทำภายนอกต่อล่อลากจูง	18
4	ภาพแบบจำลองอย่างง่ายแสดงแรงกระทำระหว่างล้อกับดิน	19
5	ภาพพฤติกรรมของล้อสูบลมภายใต้สภาพดินต่างๆกัน	23
6	ภาพการวางแผนผังการทดลองแบบติดเครื่องขุดมันสำปะหลัง	27
7	ภาพการวางแผนผังการทดลองแบบติดไถจาน	27
8	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก	31
9	แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก	32
10	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก	33
11	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก	35
12	แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก	36
13	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก	37
14	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก	39
15	แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก	40
16	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก	41
17	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก	43
18	แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก	44
19	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก	45
20	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง	48
21	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก	48
22	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง	49
23	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก	50
24	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง	53
25	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก	53
26	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง	54
27	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก	54

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพผนวกที่ หน้า

1 การวัดค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน 93

2 การวัดค่าแรงเฉือนภายในดิน 94

3 การวัดแรงฉุดลากของรถไถเดินตาม 94

4 การวัดความเร็วรอบของรถไถเดินตาม 95

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

รถไถเดินตามเป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้เป็นต้นกำลังสำหรับลากและขับเคลื่อนอุปกรณ์ทางการเกษตรต่างๆ ตลอดจนการช่วยเกษตรกรทำงานเกษตรกรรมหลายอย่างได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น พื้นที่ทางการเกษตรของประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน อาทิเช่น สภาพภูมิประเทศ ชนิดและคุณสมบัติดิน ในแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันสภาพแวดล้อมเป็นองค์ประกอบสำคัญหนึ่งในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร และเนื่องจากลักษณะพื้นที่ทางการเกษตรของประเทศไทยโดยส่วนใหญ่มักจะแบ่งเป็นแปลงขนาดเล็ก จึงเหมาะสมที่จะใช้รถไถเดินตามในการทำงาน อีกทั้งปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้รถไถเดินตามเป็นที่นิยมอย่างสูงก็คือ ความสามารถในการทำงานได้อย่างเอนกประสงค์ เช่น ใช้ในการสูบน้ำเข้าพื้นที่ ใช้ต่อพ่วงกับอุปกรณ์การเกษตรชนิด อื่น ๆ และใช้ในการขนส่งผลิตผลทางการเกษตร ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการจัดหามีราคาไม่สูงนัก ดังนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศไทยจึงมักจะมีรถไถเดินตามเป็นเครื่องจักรกลเกษตรหลักในครัวเรือน

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย จากข้อมูลการส่งออกปี พ.ศ. 2556 พบว่าไทยส่งออกมันสำปะหลังอัดเม็ด 59,082 ตัน และแป้งมันสำปะหลัง 2,445,612 ตัน มีมูลค่าการส่งออกทั้งสองรายการมากถึง 35,296 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกได้ในดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวและทนแล้งได้ดี ดังนั้นพื้นที่ปลูกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จึงอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ โดยเฉพาะในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอหนองบุญมาก ครบุรี และเสิงสาง มันสำปะหลังนอกจากจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปต่างๆ การผลิตอาหารสัตว์และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆแล้ว ยังมีศักยภาพสูงที่จะนำไปผลิตเอทานอลในเชิงพาณิชย์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานปิโตรเลียม ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เพราะมีความเสี่ยงในเรื่องราคาหรือการตลาดและความเสียหายจากความแห้งแล้งน้อยกว่าพืชไร่ชนิดอื่นๆ การนำรถไถเดินตามมาใช้ในไร่มันสำปะหลังนั้น สามารถนำมาใช้ได้ตั้งแต่ก่อนการปลูก โดยเริ่มที่กระบวนการเตรียมดิน การยกร่องปลูกมันสำปะหลัง และนำมาใช้ในระหว่างการปลูกจนกระทั่งการเก็บเกี่ยว เช่น การติดตั้งจอบหมุนเพื่อกำจัดวัชพืช และการติดตั้งเครื่องขุดหัวมันสำปะหลัง เป็นต้น จากการทำงานของรถไถเดินตามเมื่อใช้ในการฉุดลากเครื่องมือทางการเกษตร จะพบว่าประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อรถสามารถฉุดลากได้มากขึ้นในขณะที่รถมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่าเดิม ดังนั้น หากรถไถเดินตามที่ใช้งานสามารถออกแรงฉุดลากได้ดีกว่า จึงหมายความว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า ส่งผลให้เกิดความประหยัดในการทำงาน สามารถลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มรายได้ให้กับผลผลิตทางการเกษตรได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มแรงฉุดลากของรถไถเดินตามจะประกอบไปด้วยลักษณะของล้อที่ใช้ขับเคลื่อน สภาพพื้นที่ ลักษณะและชนิดของดิน รวมไปถึงความชื้นของดินด้วย ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะเลือกใช้รถไถเดินตามโดยพิจารณาปัจจัยในด้านราคา ความรวดเร็วในการทำงาน ความแข็งแรงทนทาน ความสะดวกในการจัดซื้อเท่านั้น โดยไม่พิจารณาปัจจัยการเลือกใช้ล้อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เนื่องจากเกษตรกรไม่มีข้อมูลดังกล่าวที่เพียงพอ การทดสอบแรงฉุดลากที่เกิดขึ้นของรถไถเดินตามระหว่างล้อเหล็ก

และล้อยาง เพื่อรวบรวมข้อมูลและสามารถใช้ในการตัดสินใจการเลือกใช้ล้อรถไถให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใช้งาน จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการผลิต และเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรของตนเองได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามเมื่อใช้ล้อเหล็กและล้อยางในไร่มันสำปะหลัง
2. เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้งานระหว่างล้อเหล็กและล้อยางเมื่อใช้งานในไร่มันสำปะหลัง
3. เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการเลือกใช้ล้อรถไถเดินตามให้เหมาะสมสำหรับเกษตรกร

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามเปรียบเทียบระหว่างการใช้ล้อเหล็กและล้อยาง
2. ทำการทดสอบในไร่มันสำปะหลังบนพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดนครราชสีมา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำผลการวิจัยที่ได้เสนอหน่วยงานหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อหำงานเผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การตรวจเอกสาร

มันสำปะหลัง

ความสำคัญ

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีชื่อสามัญเรียกหลายชื่อด้วยกัน ตามภาษาต่างๆที่ได้ยินมากเช่น Cassava, yuca, mandioca, manioc, madioc, tapioca เป็นต้น เดิมทีคนไทยเรียกว่า มันไม้ มันสำโรง ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่ามันต้นเตี้ย ภาคใต้เรียกมันเทศ (เรียกมันเทศว่ามันฆลา) ปัจจุบันคนส่วนใหญ่เรียกมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง เป็นพืชอาหารสำคัญของประเทศในเขตร้อน โดยเฉพาะประเทศต่างๆในทวีปแอฟริกา และทวีปอเมริกาใต้ ส่วนในทวีปเอเชีย ประเทศอินโดนีเซีย และอินเดีย มีการบริโภคมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก โดยรับประทานโดยตรง เลี้ยงสัตว์ กิจกรรมอุตสาหกรรม 95% ของผลผลิตมันสำปะหลังของโลก ใช้เป็นอาหารหลักของมนุษย์ทั้งในรูปอาหารหลัก อาหารรอง และอาหารเสริม โดยบริโภคในรูปหัวสด ประมาณหนึ่งถึงสามเปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตมันสำปะหลังของโลก ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลังอีกส่วนหนึ่งใช้ในการอุตสาหกรรมต่างๆ อาหารมากมายหลายชนิดที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังและยังมีอุตสาหกรรมหลายชนิดที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ

สำหรับประเทศไทย มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศมากพืชหนึ่ง เป็นพืชที่มีเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศในปี 2551 ประมาณ 7.7 ล้านไร่ ประมาณ 97% ของผลผลิตจากมันสำปะหลัง (หัวมันสด) ถูกส่งเข้าโรงงานทำการแปรสภาพเป็นผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังมากมายหลายชนิด ในจำนวนนี้ประมาณ 70% ของผลผลิตมันสำปะหลังใช้ในการแปรสภาพเป็นอาหารสัตว์ ส่วนที่เหลือใช้ในอุตสาหกรรมอื่น จึงนับว่าผลผลิตจากมันสำปะหลังนอกจากจะทำรายได้ให้แก่กสิกรแล้ว ยังทำรายได้ให้กับประชากรอีกส่วนหนึ่ง ผลสุดท้ายผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่แปรสภาพแล้ว ได้ส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าถึง 75,446 ล้านบาทในปี 2556

จากสถิติปี 2555 ประเทศไทยผลิตได้ 30 ล้านตัน ผลิตได้มากเป็นอันดับสามของโลก ประเทศที่ผลิตได้มากที่สุดได้แก่ไนจีเรีย แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญที่สุดของประเทศไทยในปัจจุบัน คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือภาคกลางซึ่งรวมภาคตะวันออกและภาคตะวันตกไว้ด้วย จังหวัดที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดตามสถิติปี 2555 ได้แก่จังหวัดนครราชสีมา 1,671,035ไร่ รองลงมาคือ จังหวัดกำแพงเพชร กาญจนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น พิษณุโลก มุกดาหาร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงพื้นทีปลูก ผลผลิต และผลิตผลเฉลี่ยของปี 2555

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ต้น)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)
นครราชสีมา	1,671,035	6,420,910	3,842
กำแพงเพชร	657,540	2,266,981	3,727
กาญจนบุรี	465,780	1,501,712	3,301
สระแก้ว	400,953	1,301,529	3,368
ฉะเชิงเทรา	285,281	1,000,068	3,592
ชลบุรี	283,675	1,113,641	4,027
กาฬสินธุ์	266,927	854,336	3,320
ขอนแก่น	238,182	663,595	3,135
พิษณุโลก	187,034	618,053	3,398
มุกดาหาร	153,823	394,733	3,052

สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกในเขตร้อน ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 30 องศาใต้ถึงเส้นรุ้งที่ 30 องศาเหนือ ในเขตหนาวหรือในเขตอบอุ่นที่มีอุณหภูมิเย็นจัดถึงขั้นมีหิมะมันสำปะหลังจะไม่สามารถขึ้นได้ ในเขตร้อนที่ปลูกมันสำปะหลังจะพบว่าพืชนี้ขึ้นได้ดีในสภาพดินฟ้าอากาศแตกต่างกันอย่างกว้างขวาง คือ ขึ้นได้ดีในสภาพที่มีฝนตกชุก ดินมีความสมบูรณ์ต่ำและเป็นเกรดในที่ที่ค่อนข้างแห้งแล้งแถบทวีปอัฟริกาหรือในที่บริเวณเทือกเขาแอนดิสที่มีความสูงถึง 2,000เมตร จากระดับน้ำทะเล

การปรับตัวต่อสภาพฟ้าอากาศ

มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีในเขตร้อน ในบริเวณพื้นที่ที่แต่ละฤดูกาลมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากๆ มันสำปะหลังจะไม่สามารถขึ้นได้ แต่ในบริเวณพื้นที่ที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิไม่แปรปรวนมาก เช่น ที่ประเทศโคลอมเบีย เปรู เอกวาดอร์ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 17 องศาเซลเซียส มันสำปะหลังก็สามารถขึ้นได้ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร จนถึง 1,300 มิลลิเมตรต่อปี แต่ทั้งนี้ในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก จะต้องมีการระบายน้ำดี เพราะหากมีน้ำท่วมเพียงวันเดียวอาจทำให้เสียหายได้

มันสำปะหลังเป็นพืชทนแล้งได้ดี หลังจากปลูกและต้นมันสำปะหลังตั้งตัวได้แล้ว แม้จะขาดฝนเป็นระยะเวลานานถึง 6 เดือนต่อปี ในสภาพที่กระทบแล้งมันสำปะหลังจะลดพื้นที่ใบโดยใบแก่จะร่วงไป การสร้างใบใหม่จะน้อยลงและมีขนาดเล็ก ปากใบบางส่วนจะปิดทำให้การคายน้ำน้อยลง จนกระทั่งมีฝนมันสำปะหลังจะดึงคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในต้นและหัวมาใช้สร้างใบและยอดใหม่

มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่บางแห่งที่มีปริมาณน้ำฝนต่อปีน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร เช่น ทางแถบทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล และทางทิศตะวันออกของทวีปอัฟริกา แต่ถ้าเป็นบริเวณที่มีฝนตกน้อยกว่า 600 มิลลิเมตรต่อปี ไม่สามารถปลูกมันสำปะหลังได้

การปรับตัวต่อสภาพดิน

มันสำปะหลังปรับตัวได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และทนทานต่อสภาพดินที่เป็นกรดจัดเช่น ในดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำ 4.4 ก็ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตซึ่งมีพืชน้อยชนิดที่มีคุณสมบัติทนต่อสภาพดินกรดเช่นเดียวกับมันสำปะหลัง แต่มันสำปะหลังมีข้อจำกัด คือไม่สามารถขึ้นได้ดีในดินที่เป็นด่าง (pH) มากกว่า 8 ขึ้นไป และนอกจากนี้มันสำปะหลังไม่สามารถทนต่อสภาพของดินที่มีน้ำขังโดยทั่วไปมันสำปะหลังขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด ชอบดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมี (pH) อยู่ระหว่าง 5.5–8 เป็นพืชวันสั้น ผลผลิตจะลดลงถ้าช่วงแสงของวันยาวเกิน10–12 ชั่วโมงสำหรับประเทศไทยปลูกมันสำปะหลังได้ตั้งแต่ใต้สุดจนถึงเหนือสุดของประเทศในอาณาบริเวณเส้นรุ้ง 6–20 องศาเหนือ เส้นแวง 99–105 องศาตะวันออก แหล่งที่ปลูกมันสำปะหลัง

มากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200–1,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนไม่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส พื้นที่ปลูกอยู่บริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 0–200 เมตร (โสภณ 2526 ก.)

ลักษณะทั่วไปทางพฤกศาสตร์

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิด (Center of origin) อยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกาโดยเฉพาะในอเมริกาใต้แถบประเทศเปรู เม็กซิโก กัวเตมาลา และฮอนดูรัส ซึ่งสันนิษฐานว่ามีการปลูก มันสำปะหลังประมาณ 3,000–7,000 ปีมาแล้ว ต่อมาได้ขยายไปทั่วเขตร้อนของทวีปอเมริกา และขยายไปสู่แหล่งอื่นๆ ของโลก โดยชาวปอร์ตุเกสและชาวสเปน มันสำปะหลังจากประเทศเม็กซิโก มายังประเทศฟิลิปปินส์ประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 17 และชาวฮอลแลนด์นำมายังอินโดนีเซียจากประเทศสุรินัมประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 18

ต้น มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่ม และมีอายุอยู่ได้หลายปี (shrubby perennial crop) ความสูงของต้นมันสำปะหลังแตกต่างกันตามพันธุ์ และสภาพแวดล้อมอาจสูง 1-5 เมตร ทุกส่วนของต้นมันสำปะหลังมียางสีขาวต้นมันสำปะหลังจัดเป็นพวกไม้เนื้ออ่อน ไส้กลางของต้น (pith) มีขนาดใหญ่เป็นผลให้ต้นเปราะหักงาย ส่วนของต้นที่แก่ pith มีขนาดเล็กกว่าส่วนที่ยังอ่อนสีของลำต้นที่แตกต่างกันตามพันธุ์ ส่วนยอดมักเป็นสีเขียว ส่วนที่ต่ำลงมามีสีแตกต่างกันออกไป

ใบ ใบมันสำปะหลัง เป็นแบบ simple leaf แผ่นใบ (lamina) ประกอบด้วยแฉกใบ (lobe) ลึกแบบ palmate ตามปกติใบมี 3-9 lobe ใบที่มีอยู่ใกล้ช่อดอกมีขนาดเล็กและมีจำนวน lobe น้อย มักมีเพียง 1-3 lobe เท่านั้นรูปร่างของ lobe แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ lobe มีรูปร่างต่างๆ กันได้แก่ ovate, linear, oborate, lanceolate หรือ pandurate เส้นใย (midrib) มีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ ก้านใบ (petioles) ติดอยู่กับฐานของแผ่นใบเป็นรูปตัว V พยุงให้แผ่นใบอยู่ในแนวราบก้านยาวประมาณ 5–30 ซม. ยาวกว่าแผ่นใบ ก้านใบมีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่ขาวหม่นจนถึงสีแดงก้านใบติดอยู่กับลำต้นโดยเรียงวนรอบลำต้นแบบ 2/5 spiral phyllotaxy ลักษณะต่างๆ ของใบ ได้แก่ จำนวน lobe ความยาว ความกว้างของ lobe สีของก้านใบ และสีของใบอ่อน ใบแก่ สามารถใช้จำแนกพันธุ์ได้

ชนิดและพันธุ์มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังที่ปลูกในแหล่งปลูกทั่วโลกและในประเทศไทย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดหวาน (Sweet type) เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซนานิคต่ำไม่มีรสขม ใช้เพื่อการบริโภคของมนุษย์ มีทั้งชนิดเนื้อร่วน นุ่ม และชนิดเนื้อแน่น เหนียว ในประเทศไทยไม่มีการปลูกเป็นพื้นที่ใหญ่ๆ เนื่องจากมีตลาดจำกัด ส่วนใหญ่จะปลูกรอบๆ บ้าน หรือตามร่องสวน เพื่อบริโภคเองในครัวเรือนหรือเพื่อจำหน่ายตามตลาดสดในท้องถิ่นในปริมาณไม่มาก

2. ชนิดขม (Bitter type) เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูง เป็นพิษและมีรสขมไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์หรือใช้หัวสดเลี้ยงสัตว์โดยตรง แต่จะใช้สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ เช่น แป้งมัน มันอัดเม็ด แอลกอฮอล์ เนื่องจากมีปริมาณแป้งสูง

1. พันธุ์ระยอง 1

ประวัติ

ปี พ.ศ. 2499 สถานีกสิกรรมห้วยโป่ง (ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ปัจจุบัน) ได้รวบรวมพันธุ์มันสำปะหลังจากท้องถิ่นต่างๆ ในภาคตะวันออก พบว่าพันธุ์ที่รวบรวมได้นั้นส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ปี พ.ศ. 2500 นำพันธุ์ที่รวบรวมได้มาปลูกคัดเลือกแบบ Clonal Selection แล้วคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด ปรากฏว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดเป็นพันธุ์ที่รวบรวมได้จากท้องที่ของจังหวัดระยอง จึงได้เรียกชื่อว่าพันธุ์ระยองซึ่งต่อมาได้ขยายพันธุ์แจกจ่ายให้เกษตรกร และทดลองเปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ที่รวบรวมได้จากท้องที่ต่างๆ ทั่วประเทศ และพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น จากอินโดนีเซีย พบว่า พันธุ์ระยองให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ต่างๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ ปี พ.ศ. 2518 กลุ่มนักวิชาการผู้ปฏิบัติงานวิจัยมันสำปะหลังตั้งชื่อพันธุ์ที่คัดเลือกได้นี้ว่าพันธุ์ระยอง 1 และได้ผลิตต้นพันธุ์แจกจ่ายให้เกษตรกรอย่างกว้างขวางตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

ลักษณะเด่น

พันธุ์ระยอง 1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ของประเทศไทยได้ดี ทรงต้นสูงตรง สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษา เก็บเกี่ยว และขนย้ายต้นพันธุ์ ต้นพันธุ์มีความแข็งแรง มีความงอกดีและเก็บรักษาได้นาน

ข้อจำกัด

ปริมาณแป้งไม่สูง คือประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน หรือ 24 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้ง

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีม่วง ในที่เจริญเต็มที่สีเขียวอมม่วง ก้านใบสีเขียวอมม่วง แผ่นใบเป็นแบบใบหอกปลายมน (Oblanceolate) มี 3, 5, 7 ถึง 9 แฉก ต้นสูงประมาณ 2.0-3.0 เมตร ลำต้นตรง มีสีเทาเงิน รอยแผลเป็นของใบ (Leaf scar) ใหญ่นูน แตกกิ่งน้อยคือ ประมาณ 0-1 ระดับ หากแตกกิ่ง กิ่งแรกจะแตกสูงจากพื้นดินประมาณ 1.8 เมตร กิ่งทำมุมแคบ (15-30 องศา) หัวยาวเรียวผิวเรียบ เปลือกสีขาวนวล เนื้อสีขาว ส่วนใหญ่จะออกดอกและติดผลเมื่ออายุเกินกว่า 1 ปีจึงไม่ค่อยได้เห็นดอกและผลของพันธุ์ระยอง 1 ตามแหล่งปลูกโดยทั่วไป

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.22 ตันต่อไร่ มีแป้ง 18.3 เปอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักแห้ง (Dry matter) 31.7 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝนให้ผลผลิตแป้งประมาณ 0.60 ตันต่อไร่ หรือให้ผลผลิตมันแห้งประมาณ 1.03 ตันต่อไร่ มี

น้ำหนักรวม (Total plant weight) 5.70 ตันต่อไร่ ดัชนีการเก็บเกี่ยว (H.I.) ประมาณ 0.56 และมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 8.8 หัว

ส่วนประกอบทางเคมีของหัวสด

มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค 43 ppm แคโรทีน 79.7 ไมโครกรัม/100 กรัม ไวตามินเอ133.0 IAU/100 กรัม

ความต้านทานต่อโรคและแมลง

ในสภาพธรรมชาติพันธุ์ระยอง 1 มีความต้านทานโรคใบไหม้ปานกลาง ไม่พบอาการของโรครุนแรงถึงขนาดทำให้ต้นตาย แต่จากการทดลองปลูกเชื้อ (*Xanthomonas campestrispv. manihotis*) พบว่าพันธุ์ระยอง 1 แสดงอาการของโรครุนแรง คือมีอาการยางไหลที่ต้นทำให้ยอดเหี่ยว ถึงยอดแห้งตาย

โรคใบจุดสีน้ำตาล พบเห็นได้ทั่วไปในแปลงปลูกมันสำปะหลังทั่วประเทศ แต่ระดับการเป็นโรคไม่รุนแรงถึงขั้นทำให้ต้นตาย ผลการสำรวจการเป็นโรคใบจุดในมันสำปะหลัง 124 พันธุ์ ในปี 2532 พบว่าพันธุ์ที่เป็นโรคใบจุดมากที่สุด มีระดับการเป็นโรค 8.74 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ระยอง 1 มีระดับการเป็นโรค 4.80 เปอร์เซ็นต์

ไรแดง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้งเป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของมันสำปะหลัง แต่การแพร่ระบาดในแต่ละปีไม่สม่ำเสมอ จากการสำรวจความหนาแน่นของศัตรูพืช 3 ชนิดดังกล่าวในปี 2533 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของแมลงน้อย พบว่าพันธุ์ระยอง 1 ไม่มีไรแดง แมลงหวี่ขาวหรือเพลี้ยแป้งเข้าทำลายเลย แต่ในปี 2534 ซึ่งมีแมลงแพร่ระบาดมาก พบการเข้าทำลายโดยไรแดงมีความหนาแน่น 14.4 เปอร์เซ็นต์ แมลงหวี่ขาว 3.8 เปอร์เซ็นต์ และเพลี้ยแป้ง 1.9 เปอร์เซ็นต์

2. พันธุ์ระยอง 3

ประวัติ

พันธุ์ระยอง 3 มีชื่อเดิมว่า CM407-7 หรือห้วยโป่ง 4 ได้จากการที่นักวิชาการจากสถาบันวิจัยพืชไร่นำเมล็ดลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ MMex 55 กับพันธุ์ MVen 307 ที่ศูนย์เกษตรเขตร้อนนานาชาติ (CIAT) ประเทศโคลอมเบีย มาปลูกคัดเลือกในประเทศไทยที่สถานีทดลองพืชไร่ห้วยโป่ง เมื่อปี พ.ศ. 2518 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ปี พ.ศ. 2519 คัดเลือกครั้งที่ 1 จากต้นที่ปลูกจากเมล็ด

ปี พ.ศ. 2520 คัดเลือกครั้งที่ 2 แบบต้นต่อแถว

ปี พ.ศ. 2521-2525 เปรียบเทียบเบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบในท้องถิ่นเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร และทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร ผลปรากฏว่า CM407-7 หรือห้วยโป่ง 4 มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงและให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 1 ได้รับการรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์แนะนำ ชื่อ พันธุ์ระยอง 3 จากคณะกรรมการวิจัยกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2526

ลักษณะเด่น

มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง คือประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน หรือ 28 เปอร์เซ็นต์ในฤดูแล้งให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 1 มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคต่ำกว่าพันธุ์ระยอง 1 นำไปใช้บริโภคได้ด้วย

ข้อจำกัด

ต้นเตี้ยและแตกกิ่ง ไม่สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษา หัวแหลมยาว เก็บเกี่ยวยากกว่าพันธุ์ระยอง 1 และต้องการสภาพแวดล้อมดีเพื่อให้ได้ผลผลิตดี หากสภาพแวดล้อมไม่ดีจะให้ผลผลิตหัวสดต่ำกว่าพันธุ์ระยอง 1

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียวอ่อน ก้านใบสีเขียวอ่อนปนแดง แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูงประมาณ 1.30-1.80 เมตร ลำต้นสีน้ำตาลอ่อน แตกกิ่ง 1-4 ระดับ ระดับแรกสูงจากพื้นดินประมาณ 80 ซม. กิ่งทำมุมกว้าง 75-90 องศา หัวยาวเรียวแหลมเปลือกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อขาว ออกดอกได้หลายครั้งภายใน 1 ปี มีดอกและผลดก

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 2.73 ตันต่อไร่ มีแป้ง 23.1 เปอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักแห้ง (Dry matter) 35.2 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน ให้ผลผลิตแป้งประมาณ 0.65 ตันต่อไร่ หรือให้ผลผลิตมันแห้งประมาณ 0.97 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักรวม (Total plant weight) 4.32 ตันต่อไร่ ดัชนีเก็บเกี่ยว (H.I.) ประมาณ 0.63 ซม. และมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 7.4 หัว

ส่วนประกอบทางเคมีของหัวสด

มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค 34 ppm แคโรทีน 94.7 ไมโครกรัม/100 กรัม ไวตามินเอ 158.0 IAU/100 กรัม

ความต้านทานต่อโรคและแมลง

ทั้งในสภาพธรรมชาติและจากการทดลองปลูกเชื้อพบว่า พันธุ์ระยอง 3 มีความต้านทานโรคใบไหม้ปานกลาง

ผลการสำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลในปี 2532 พบว่า พันธุ์ระยอง 3 มีระดับการเป็นโรค 2.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่า พันธุ์ระยอง 1

จากการสำรวจความหนาแน่นของไรแดง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้ง ในปี 2533 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของแมลงน้อย พบความหนาแน่นของไรแดงในพันธุ์ระยอง 3 1.36 เปอร์เซ็นต์ แมลงหวี่ขาว 2.28 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบเพลี้ยแป้ง ในปี 2534 ซึ่งมีแมลงแพร่ระบาดมาก พบความหนาแน่นของไรแดง 13.8 เปอร์เซ็นต์ แมลงหวี่ขาว 8.1 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบเพลี้ยแป้ง

3. พันธุ์ระยอง 2

ประวัติ

พันธุ์ระยอง 2 มีชื่อเดิม CM 305-21 หรือห้วยโป่ง 6 ได้จากการที่นักวิชาการจากสถาบันวิจัยพืชไร่นำเมล็ดลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ MCol 113 กับพันธุ์ MCol 22 ที่ศูนย์เกษตรเขตร้อนนานาชาติ (CIAT) ประเทศโคลอมเบีย มาปลูกคัดเลือกในประเทศไทย ที่สถานีทดลองพืชไร่ห้วยโป่ง เมื่อปี 2518 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ปี พ.ศ. 2519 คัดเลือกครั้งที่ 1 จากต้นที่ปลูกจากเมล็ด

ปี พ.ศ. 2520 คัดเลือกครั้งที่ 2 แบบต้นต่อแถว

ปี พ.ศ. 2521-2525 เปรียบเทียบพันธุ์และทดสอบพันธุ์ ผลปรากฏว่าพันธุ์ CM 305-21ให้ผลผลิตสูงระดับเดียวกับพันธุ์ระยอง 1 มีคุณสมบัติเหมาะในการบริโภคเมื่อนำไปผ่านเป็นแผ่นบางๆ แล้วนำมาทอดกรอบจะมีรสชาติคล้าย Potato Chips จึงได้รับการรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์แนะนำสำหรับการบริโภค ชื่อพันธุ์ระยอง 2 จากคณะกรรมการวิจัย กรมวิชาการเกษตรเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2527

ลักษณะเด่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลผลิตสูงเช่นเดียวกับพันธุ์ระยอง 1 เนื้อแน่น เหนียว มีรสหวาน และมีสีเหลือง เหมาะสำหรับบริโภคโดยเฉพาะในรูปของมันทอดกรอบ

ข้อจำกัด

มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน ไม่สามารถปลูกเพื่อส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันหรือมันเส้นได้

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีเขียวอมม่วง ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียวแก่ ก้านใบสีเขียวอมม่วง แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูงประมาณ 1.8-2.2 เมตร ลำต้นโค้ง สีน้ำตาลอ่อนอมเขียวแตกกิ่ง 0-1 หากแตกกิ่งจะแตกที่ระดับความสูงประมาณ 1.5 เมตรขึ้นไป กิ่งทำมุมกว้าง 75-90องศา หัวไม่ดก เปลือกนอกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อในสีเหลืองอ่อน มักจะไม่ออกดอกภายใน 1 ปีดอกและผลไม่ดก ดอกตัวผู้ไม่มีอับและละอองเกสร

องค์ประกอบทางเคมีของหัวสด

มีแคโรทีนสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ คือประมาณ 502.04 ไมโครกรัม/100 กรัม มีไวตามินเอ 837 IAU/100 กรัม มีกรดไฮโดรไซยานิค 24 ppm

ความต้านทานโรคและแมลง

ในสภาพธรรมชาติพันธุ์ระยอง 2 มีความต้านทานโรคใบไหม้ปานกลาง แต่จากการปลูกเชื้อจะมีอาการของโรครุนแรง คือ มีอาการยางไหลที่ต้น ยอดเหี่ยว หรือยอดแห้งตายได้ผลการสำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลในปี 2532 พบว่าพันธุ์ระยอง 2 มีระดับการเป็นโรค 3.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าพันธุ์ห้านาทีและระยอง 1 การแพร่ระบาดของไรแดง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้งในพันธุ์ระยอง 2 ในปี 2534 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของแมลงมาก พบว่ามีความหนาแน่นของโรคไรแดงสูงถึง 41.2 เปอร์เซ็นต์ แต่แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้งมีน้อยคือ 3.7 เปอร์เซ็นต์ และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. พันธุ์ระยอง 5

ประวัติ

พันธุ์ระยอง 5 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ 27-77-10 กับพันธุ์ระยอง 3 ในปี 2525 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ปี พ.ศ. 2525 คัดเลือกครั้งที่ 1 จากต้นที่ปลูกด้วยเมล็ด

ปี พ.ศ. 2526 คัดเลือกครั้งที่ 2 แบบต้นต่อแถว

ปี พ.ศ. 2527-2536 เปรียบเทียบพันธุ์และทดสอบพันธุ์ประมาณ 120 แปลง

ปี พ.ศ. 2537 กรมวิชาการเกษตรรับรองพันธุ์

ลักษณะเด่น

ผลผลิตสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ต้นพันธุ์มีความงอกดี

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีม่วงอ่อน ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียวแก่ ก้านใบสีแดงเข้ม แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูงประมาณ 1.7-2.2 เมตร ลำต้นสีน้ำตาลอ่อนอมเขียว แตกกิ่ง 2-3 ระดับ ระดับแรกสูงจากพื้นดินประมาณ 100-200 ซม. กิ่งทำมุมประมาณ 45-60 องศา หัวอ้วนสั้นเก็บเกี่ยวง่าย เปลือกนอกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีขาว ออกดอกได้ภายใน 1 ปี ดอกและผลค่อนข้างดก

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4.02 ตันต่อไร่ มีแป้ง 22.3 เปอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักแห้ง (Dry matter) 34.6 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝนให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 0.92 ตันต่อไร่ หรือให้ผลผลิตมันแห้งเฉลี่ย 1.41 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักต้นรวม (Total plant weight) 6.03 ตันต่อไร่ ดัชนีเก็บเกี่ยว (H.I.) ประมาณ 0.67 และมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 10.3 หัว

ความต้านทานต่อโรคและแมลง

ในสภาพธรรมชาติจะพบอาการของโรคใบไหม้ในพันธุ์ระยอง 5 ได้มากกว่าพันธุ์อื่นๆแต่ยังจัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ปานกลาง เนื่องจากไม่พบว่าต้นตายจาก
การเป็นโรค ส่วนใหญ่มีอาการที่ใบ แต่ไม่ลุกลามมากไปกว่านั้น จากการปลูกเชื้อยืนยันว่าพันธุ์ระยอง 5 มีความต้านทานโรคใบไหม้ปานกลาง

ผลการสำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลในปี 2532 พบว่าพันธุ์ระยอง 5 มีระดับการเป็นโรค
4.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าพันธุ์ระยอง 3 ระยอง 60 และระยอง 90 แต่น้อยกว่าพันธุ์ระยอง 1จากการสำรวจความหนาแน่นของไรแดง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้งในปี 2533 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของแมลงน้อย พบความหนาแน่นของไรแดงในพันธุ์ระยอง 5 แมลงหวี่ขาว 0.10 เปอร์เซ็นต์ และเพลี้ยแป้ง 0.49 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2534 มีการแพร่ระบาดของแมลงมากพบความหนาแน่นของไรแดง 5.6 เปอร์เซ็นต์ แมลงหวี่ขาว 6.3 เปอร์เซ็นต์ และเพลี้ยแป้ง 3.8 เปอร์เซ็นต์

5. พันธุ์ระยอง 60

ประวัติ

พันธุ์ระยอง 60 มีชื่อเดิมว่า CMR 24-63-43 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ MCol 1684 กับพันธุ์ระยอง 1 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองในปี 2524 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้
ปี พ.ศ. 2524 คัดเลือกครั้งที่ 1 จากต้นที่ปลูกจากเมล็ด
ปี พ.ศ. 2525 คัดเลือกครั้งที่ 2 แบบต้นต่อแถว
ปี พ.ศ. 2526-2530 เปรียบเทียบเบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบในท้องถิ่น เปรียบเทียบในไร่เกษตรกร และทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร โดยเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 8เดือน และ 12 เดือน ปี พ.ศ. 2530 ได้รับการรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์แนะนำจากคณะกรรมการวิจัย กรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 30 กันยายน โดยให้ชื่อว่า พันธุ์ระยอง 60 เพื่อร่วมเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ในวโรกาสวันมหามงคลเฉลิมพระชนม์พรรษา 5รอบ

ลักษณะเด่น

ให้ผลผลิตสูง ไม่ว่าจะเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 8 เดือนหรือ 12 เดือน จึงเหมาะสำหรับเกษตรกรที่ต้องการพันธุ์อายุเก็บเกี่ยวสั้น นอกจากนี้ยังมีทรงต้นสูงตรง แตกกิ่งน้อยสะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษา เก็บเกี่ยวและขนย้ายต้นพันธุ์ มีจำนวนลำต้น 2-4 ลำต่อหลุมทำให้มีอัตราการขยายพันธุ์สูง

ข้อจำกัด

ปริมาณแป้งไม่สูง คือประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน และเนื้อในของหัวมีสีขาวครีมโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งใช้เป็นข้ออ้างในการตัดราคารับซื้อหัวมันสด

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีเขียวอมน้ำตาล ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียว ก้านใบสีเขียวอ่อนปนแดง แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูงประมาณ 1.75-2.50 เมตร ลำต้นตั้งตรงมีสีน้ำตาลอ่อน แตกกิ่ง 0-3 ระดับ ระดับแรกสูงจากพื้นดินประมาณ 150 ซม. กิ่งทำมุม 45-60 องศา หัวอ้วน และค่อนข้างสั้น เปลือกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีครีม ออกดอกและติดผลได้ภายใน 1 ปี ความดกของดอกและผลปานกลาง

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.52 ตันต่อไร่ มีแป้ง 18.5 เปอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักแห้ง (Dry matter) 32.0 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝนให้ผลผลิตแป้งประมาณ 0.65 ตันต่อไร่ หรือให้ผลผลิตมันแห้งประมาณ 1.12 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักรวม (Total plant weight) 5.8 ตันต่อไร่ ดัชนีเก็บเกี่ยว (H.I.) ประมาณ 0.60 และมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 8.6 หัว

ส่วนประกอบทางเคมีของหัวสด

มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค เมื่อวัดโดยใช้ picric acid paper อยู่ในระดับ 3 คือ ประมาณ 60-89 ppm.

ความต้านทานต่อโรคและแมลง

ทั้งในสภาพธรรมชาติและจากการทดลองปลูกเชื้อพันธุ์ระยอง 60 มีความต้านทานโรคใบไหม้ปานกลาง คือ มีอาการใบจุดหรือใบไหม้ แต่ไม่มีอาการมากไปกว่านั้น

6. พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

ประวัติ

พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีชื่อเดิมว่า MKUC 28-77-3 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ระยอง 1 และพันธุ์ (CMC76 x V43) 21-1 หรือพันธุ์ระยอง 90 ในปี 2527 ที่สถานีวิจัยศรีราชา
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้
ปี พ.ศ. 2528 คัดเลือกครั้งที่ 1 จากต้นที่ปลูกจากเมล็ด
ปี พ.ศ. 2529 คัดเลือกครั้งที่ 2 แบบต้นต่อแถว
ปี พ.ศ. 2530-2532 เปรียบเทียบพันธุ์ และทดสอบพันธุ์
ปี พ.ศ. 2535 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์แนะนำพันธุ์ โดยตั้งชื่อว่าเกษตรศาสตร์ 50 เพื่อร่วมฉลองวาระครบรอบ 50 ปี ของการก่อตั้งมหาวิทยาลัย

ลักษณะเด่น

ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ทรงต้นสูง ปฏิบัติดูแลรักษาง่าย ต้นพันธุ์แข็งแรง มีความงอกดี และเก็บรักษาได้นาน ผลผลิตสูงและคุณภาพดี คือ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง

ข้อจำกัด

พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีข้อจำกัดน้อย ข้อจำกัดที่พบคือ ในบางท้องที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จะแตกกิ่งซึ่งจากการที่มีลำต้นโค้งและกิ่งทำมุมกว้าง จะทำให้ไม่สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว ข้อจำกัดนี้พบได้เช่นเดียวกันในพันธุ์ระยอง 90

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีม่วง ไม่มีขน ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียวอมม่วง แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูงประมาณ 2.0-3.0 เมตร ลำต้นโค้ง มีสีเทาเงิน แตกกิ่งน้อย คือ 0-1 ระดับหากแตกกิ่ง กิ่งแรกจะแตกสูงจากพื้นดิน

ประมาณ 1.50 เมตร กิ่งทำมุมกว้าง 75-90 องศา หัวมีขนาดสม่ำเสมอ เปลือกสีน้ำตาล เนื้อสีขาว ส่วนใหญ่ไม่พบการติดดอกออกผลภายใน 1 ปีดอกและผลไม่ดก

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.67 ตันต่อไร่ มีแป้ง 23.3 เปอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักแห้ง (Dry matter) 35.4 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝนให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 0.87 ตันต่อไร่ หรือให้ผลผลิตมันแห้งเฉลี่ย 1.32 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักต้นรวม (Total plant weight) 5.66 ตันต่อไร่ ดัชนีเก็บเกี่ยว (H.I.)ประมาณ 0.65 และมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 10.2 หัว

ความต้านทานต่อโรคและแมลง

ในสภาพธรรมชาติพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ปานกลาง แต่ไม่มีการทดสอบโดยการปลูกเชื้อ

ผลการสำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลในปี 2532 พบว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีระดับการเป็นโรค 3.44 เปอร์เซ็นต์

จากการสำรวจความหนาแน่นของไรแดง แมลงหวี่ขาวและเพลี้ยแป้งในปี 2533 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของแมลงน้อย ไม่พบไรแดง และแมลงหวี่ขาวทำลาย พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จะพบแต่เพลี้ยแป้งเล็กน้อย โดยมีความหนาแน่นของเพลี้ยแป้ง 0.19 เปอร์เซ็นต์

พันธุ์ระยอง 90

ประวัติ

พันธุ์ระยอง 90 มีชื่อเดิมว่า (CMC76 x V43) 21-1 ได้จากการผสมพันธุ์ CMC76 กับ V43 ในปี 2521 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ปี พ.ศ. 2521 คัดเลือกครั้งที่ 1 จากต้นที่ปลูกด้วยเมล็ด

ปี พ.ศ. 2522 คัดเลือกครั้งที่ 2 แบบต้นต่อแถว

ปี พ.ศ. 2523-2533 เปรียบเทียบพันธุ์ และทดสอบพันธุ์ประมาณ 150 แปลง

ปี พ.ศ. 2534 ได้รับการรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์แนะนำจากคณะกรรมการวิจัย กรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2534 โดยให้ชื่อว่า พันธุ์ระยอง 90 เพื่อร่วมเทอดพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ในวโรกาสที่ทรงเจริญพระชนมายุ 90 พรรษา

ลักษณะเด่น

ผลผลิตสูงและมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ระยอง 1 ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และมีแป้งประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน หรือ 30 เปอร์เซ็นต์ในฤดูแล้ง

ข้อจำกัด

ลำต้นโค้ง หากมีการแตกกิ่งจะทำให้ปฏิบัติดูแลรักษายาก และต้นพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วควรใช้ต้นพันธุ์ภายใน 2 สัปดาห์ หลังการเก็บเกี่ยว**ลักษณะประจำพันธุ์**ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียวแก่ ก้านใบสีเขียวอ่อน แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูงประมาณ 1.60-2.00 เมตร ลำต้นสีน้ำตาลอมส้ม แตกกิ่ง 0-1 ระดับระดับแรกสูงจากพื้นที่ดินประมาณ 120 ซม. กิ่งทำมุมกว้าง 75-90 องศา หัวยาวเรียว เปลือกสีน้ำตาลเข้ม เนื้อสีขาว ออกดอกได้ภายใน 1 ปี ถ้าลำต้นมีการแตกกิ่ง ดอกและผลดกปานกลาง

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.65 ตันต่อไร่ มีแป้ง 23.7 เปอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักแห้ง (Dry matter) 35.7 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝนให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 0.88 ตันต่อไร่ หรือให้ผลผลิตมันแห้งเฉลี่ย 1.31 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักต้นรวม (Total plant weight) 5.3 ตันต่อไร่ ดัชนีเก็บเกี่ยว (H.I.)ประมาณ 0.67 และมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 9.1 หัว

ความต้านทานต่อโรคและแมลง

ทั้งในสภาพธรรมชาติและจากการทดลองปลูกเชื้อพันธุ์ระยอง 90 มีความต้านทานโรคใบไหม้ปานกลาง คือ มีอาการใบจุดหรือใบไหม้ แต่ไม่มีอาการมากไปกว่านั้นผลการสำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลในปี 2532 พบว่า พันธุ์ระยอง 90 มีระดับการเป็นโรค 3.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์ระยอง 1 แต่สูงกว่าพันธุ์ระยอง 3 และระยอง 60 จากการสำรวจความหนาแน่นของไรแดง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้ง ในปี 2533 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของแมลงน้อย ไม่พบไรแดง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยแป้งในพันธุ์ระยอง 90 แต่ในปี 2534 ซึ่งมีแมลงแพร่ระบาดมาก พบว่าพันธุ์ระยอง 90 ถูกทำลายโดยแมลงหวี่ขาวมาก โดยมีความหนาแน่นถึง 81.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไรแดงที่พบมีความหนาแน่นเพียง 1.9 เปอร์เซ็นต์และไม่พบเพลี้ยแป้งเลย

8. พันธุ์ศรีราชา 1

ประวัติ

พันธ์ศรีราชา 1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ MKU 2-162 กับ ระยอง 1 โดยผสมที่สถานีวิจัยศรีราชาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2526ปี พ.ศ. 2527-2533 คัดเลือกพันธุ์ เปรียบเทียบพันธุ์ และทดสอบพันธุ์เดือนกรกฎาคม 2533 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์อนุมัติให้ขยายพันธุ์ส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปทดลองปลูก

ลักษณะเด่น

มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับพันธุ์ระยอง 1 แต่มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าพันธุ์ระยอง 1ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะประจำพันธุ์

ทรงต้น สีของยอดอ่อน ก้านใบ และใบใกล้เคียงกับพันธุ์ระยอง 1 แตกต่างจากพันธุ์ระยอง 1 คือ แผ่นใบกลางของพันธุ์ศรีราชา 1 จะเป็นรูปหอก (Lanceolate) ส่วนของพันธุ์ระยอง 1 จะมีรอยคอดและโป่งบริเวณปลายเล็กน้อย (Oblanceolate) และสีเนื้อของหัว พันธุ์ระยอง 1 เป็นสีขาว ส่วนของพันธุ์ศรีราชา 1 เป็นสีครีม

9. พันธุ์ห้านาที

ลักษณะเด่น เนื้อร่วนซุย เหมาะสำหรับบริโภคในรูปมันนึ่งหรือมันเชื่อม หรือมันเผา**ข้อจำกัด** ผลผลิตต่ำถ้าปลูกในสภาพไร่

ลักษณะประจำพันธุ์

ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบที่เจริญเต็มที่สีเขียวอ่อน ก้านใบสีแดงเข้ม แผ่นใบเป็นแบบใบหอก (Lanceolate) ต้นสูง 2.5-3.5 เมตร ลำต้นสีน้ำตาลอมเขียว แตกกิ่ง 1-3 ระดับ ระดับแรกสูงจากพื้นดินประมาณ 1.8 เมตร กิ่งทำมุมประมาณ 45-60 องศา หัวยาวเรียว เปลือกนอกขรุขระสีน้ำตาลเข้ม เนื้อสีขาว มักจะไม่ออกดอก ภายใน 1 ปี ดอกและผลไม่ดก

ถ้าปลูกในสภาพไร่ควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 6-8 เดือน หากเกินกว่านั้นเนื้อจะมีเสี้ยนมาก ไม่เหมาะจะนำมาบริโภค แต่ถ้าปลูกในสภาพสวนเนื้อจะไม่เป็นเสี้ยน

องค์ประกอบทางเคมี

ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรท 87 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2.3 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.2 เปอร์เซ็นต์ ไวตามินเอ 141 IAU/100 กรัม แคลเซียม 0.03 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค 12 ppm.

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

หากปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้านาทีในสภาพไร่จะให้ผลผลิตต่ำ คือเฉลี่ยประมาณ 2.00-3.00 ตันต่อไร่ แต่ถ้าปลูกในสภาพสวน เช่นที่จังหวัดปทุมธานี จะให้ผลผลิตสูงประมาณ 5.00ตันต่อไร่ พันธุ์ห้านาทีมีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรจะไม่นำผลผลิตของพันธุ์ห้านาทีไปขายส่งโรงงานอุตสาหกรรม

ความต้านทานโรคและแมลง

พันธุ์ห้านาทีมีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ทั้งในสภาพธรรมชาติและจากการทดลองปลูกเชื้อ โดยจะไม่ค่อยปรากฏอาการของโรค (จรุงสิทธิ์ และอัจฉรา, 2537 ข.)

10. พันธุ์ระยอง 72

ลักษณะประจำพันธุ์

ลำต้นทรงสีเขียว สูง 180-250 ซม. แตกกิ่งน้อยปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดีโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต้นพันธุ์เก็บไว้ได้ประมาณ 30 วัน หลังจากตัดต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตเฉลี่ย 5.2 ตันต่อไร่ มีแป้งเฉลี่ย 22 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน และ 28 เปอร์เซ็นต์ในฤดูแล้ง สำหรับภาคตะวันออกให้ผลเฉลี่ย 4.9 ตันต่อไร่ มีแป้งเฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน และ 27 เปอร์เซ็นต์ในฤดูแล้ง

การปลูกมันสำปะหลัง

ฤดูปลูกมันสำปะหลัง

เขตจังหวัดสุโขทัย กำแพงเพชร การปลูกต้นฤดูฝน พฤษภาคมถึงกรกฎาคม ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกกลางและปลายฝน

เขตจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี การปลูกต้นฤดูฝน เมษายนถึงกรกฎาคม ได้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกปลายฤดูฝน เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันมากนัก จากการปลูกเดือนต่างๆระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม

เขตจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมาการปลูกต้นฤดูฝนเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายนให้ผลผลิตสูงสุด

เขตจังหวัดระยองได้ผลเช่นเดียวกับเขตภาคเหนือตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การปลูกมันสำปะหลังสามารถกระทำได้ทุกๆ เดือน ตลอดทั้งปี

การปลูกในช่วงฤดูฝนจะมีผลทำให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าการปลูกในฤดูแล้งไม่ว่าจะเก็บเกี่ยวอายุเท่าใดระหว่าง 8-18 เดือน

การเตรียมดิน

การเตรียมดินสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ควรไถพรวนให้ลึก 8-12 นิ้ว โดยไถกลบเศษเหลือของพืช เช่น ลำต้น เหง้า ใบ และยอดของมันสำปะหลังที่เหลือจากการเก็บเกี่ยว ไม่ควรจะเผาหรือเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่เพาะปลูก เพราะว่าการเผาทิ้งหรือขนย้ายไปทิ้งจะทำให้ธาตุอาหารสูญหายไปเป็นจำนวนมาก

การไถควรทำ 1-2 ครั้ง ด้วยผาน 3 และผาน 7 หรือพรวน ถ้าปลูกในพื้นที่ลาดเท การไถควรไถขวางทิศทางของความลาดเทนั้นเพื่อลดการสูญเสียหน้าดิน และถ้าพื้นที่เพาะปลูกเป็นที่มีน้ำขังควรทำร่องระบายน้ำและยกร่องปลูก สำหรับพื้นที่ที่น้ำไม่ขัง การเตรียมดินโดยการ ยกร่อง ไม่ยกร่องกับการพูนโคนหลังจากกำจัดวัชพืชครั้งแรกผลผลิตไม่แตกต่างกัน เพื่อการประหยัดจึงไม่จำเป็นต้องยกร่องและไม่ต้องพูนโคนนอกเสียจากพูนโคนเพื่อกำจัดวัชพืช

การคัดเลือกท่อนพันธุ์ปลูก

ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่จะใช้ปลูก ควรจะได้จากต้นที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไปและไม่ควรเกิน 18 เดือน ถ้าพิจารณาขนาดของลำต้นขวาง ถ้าไส้กลางของลำต้นมีขนาดใหญ่ แสดงว่าต้นพันธุ์ยังอ่อนหรือถ้าไส้กลางเล็กเกินไป เล็กกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น แสดงว่าต้นพันธุ์นั้นแก่ เกินไป ใช้ท่อนพันธุ์จากต้นที่มีอายุ 8-12 เดือน ใหม่สด ไม่บอบช้ำปราศจากโรคแมลง ตัดต้นพันธุ์ยาวประมาณ 20 ซม. เมื่อปลูกในฤดูฝนหรือ 25 ซม. เมื่อปลูกปลายฤดูฝนและอย่างน้อยต้องมีจำนวน 5-7 ตาต่อท่อนพันธุ์

วิธีการปลูก

การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรมีหลายวิธี เช่น การปลูกแบบวางนอน (ฝัง) ในปัจจุบันปลูกกันน้อยมาก และการปลูกแบบปักกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน โดยเกษตรกรบางรายปลูกตามแนวสัตว์ไถ คือปลูกบนสันร่องที่ใช้แรงงานสัตว์ไถไว้แล้ว วิธีนี้เกษตรกรปลูกกันมากนอกจากนี้วิธีปลูกพื้นราบโดยใช้เชือกที่ทำเครื่องหมายบอกระยะ วางเป็นแนวในการปลูกวิธีการนี้จะทำให้ระยะปลูกถูกต้องสม่ำเสมอใกล้เคียงกับวิธีปลูกที่ทางการแนะนำ ซึ่งวิธีการนี้กำลังแพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน

ระยะปลูกมันสำปะหลัง

กสิกรปลูกมันสำปะหลังใช้ระยะแตกต่างกันระยะแถว 70-100 ซม. ระยะหลุม 50-100 ซม. ส่วนใหญ่ใช้ระยะปลูกประมาณ 80 x 100, 100 x 100 ซม. มีจำนวนต้นต่อไร่ 1,600-2,500ต้นต่อไร่ บนพื้นที่ลาดเอียงระยะระหว่างร่อง 80 ซม. เพื่อช่วยลดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

วิธีการเก็บเกี่ยว

กสิกรส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนทำการขุด นิยมการขุดโดยวิธีเหมาขุดและมีคนรับจ้างขุดมันเป็นกลุ่มๆ ส่วนราคาของการขุดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของดินแห้งหรือไม่ การขุดยากหรือง่าย และมันสำปะหลังนั้นมีหัวดีหรือไม่ดี หัวเล็กหรือใหญ่ มีวัชพืชมากหรือน้อย ถ้าหากไม่เหมาขุดก็จะใช้วิธีจ้างขุดเป็นรายวัน ซึ่งค่าจ้างแรงงานในการขุดจะแพงกว่า แรงงานในการปลูกหรือกำจัดวัชพืช วิธีการขุดนั้นจะทำการตัดต้นมันออกก่อนโดยเหลือเหง้าส่วนล่างของลำต้นทิ้งไว้ประมาณ 30-50 เซนติเมตร จากนั้นก็ทำการขุดด้วยจอบ ถ้าหากดินมีความชื้นก็จะใช้วิธีถอนขึ้น และขุดตามหัวที่หักหลงเหลืออยู่ในดินอีกทีหนึ่ง ต้นมันที่ตัดแล้วก็จะตัดยอดออกและเก็บไว้ปลูกหรือขายต่อไป เมื่อขุดหัวมันเสร็จแล้ว ก็จะนำกองไว้เป็นกองๆ จากนั้นจะทำการสับหัวมันออกจากเหง้า แล้วขนส่งสู่โรงงานแปรสภาพต่อไป โดยจะไม่ทิ้งไว้ในไร่ เพราะจะทำให้เน่าเสียได้ การทิ้งไว้นานเกิน 4 วัน จะเน่าเสียมากในกรณีที่ขาดแรงงาน กสิกรสามารถแบ่งแยกทยอยทำงานได้ โดยตัดต้นให้หมดเสียก่อนปล่อยหัวมันไว้ในดินได้นาน 75 วัน โดยหัวมันสำปะหลังไม่เสียและผลผลิตไม่ลดลงเมื่อพร้อมที่จะขุดจึงทำการขุดได้ดังนั้นก่อนที่กสิกรจะเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังก็มักจะต้องตกลงกับผู้ซื้อก่อนแล้ว จึงจะเริ่มทำการเก็บเกี่ยว นอกจากการขุดด้วยแรงคนแล้ว การขุดหัวมันสำปะหลังอาจทำได้โดยใช้เครื่องขุดติดท้ายรถแทรกเตอร์หรือใช้ไถผานเดี่ยวก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังต้องใช้แรงงานคนในการตัดต้น สับหัวและขนส่งสู่โรงงาน การขุดหัวมันโดยใช้เครื่องจักรช่วยนี้จะมีปัญหาในเรื่องหัวมันหลงเหลืออยู่ในดินมากกว่าการขุดโดยใช้แรงงานคน

การเก็บรักษาต้นมันสำปะหลัง

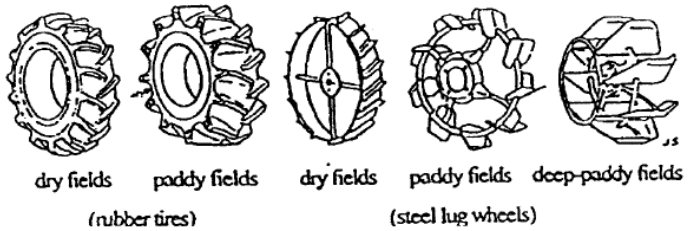
หลังจากขุดหัวมันสำปะหลังแล้ว เกษตรกรก็จะการเก็บรักษาต้นมันสำปะหลังไว้เพื่อใช้ทำพันธุ์ต่อไป โดยทั่วไปแล้วหลังจากการเก็บเกี่ยวเสร็จ เกษตรกรจะเตรียมดินและทำการปลูกในฤดูต่อไปเลยแต่ถ้าต้องการเก็บต้นพันธุ์มันสำปะหลังไว้ เกษตรกรจะวางต้นมันสำปะหลังไว้ในไร่โดยวิธีกอง 2 แบบ คือ วางตั้ง และวางนอน เนื่องจากมีความคิดเห็นแตกต่างกันออกไปโดยถือว่าถ้าหากเก็บต้นมันไว้ไม่นานก็จะวางกองไว้นอนๆ แต่ถ้าต้องการเก็บไว้นานๆ จะวางเป็นแนวตั้ง ในการกองต้นมันไว้นี้เกษตรกรจะใช้ใบไม้คลุมกองไว้ อาจใช้ยอดต้นมันที่ขุดแล้วนั้นคลุมก็ได้ แต่ก็ยังมีเกษตรกรบางคนเชื่อว่าการวางกองต้นมันแบบตั้งแล้วทิ้งไว้ไม่ต้องคลุมด้วยใบไม้ก็จะทำให้เก็บต้นมันไว้ได้นานๆ ส่วนการวางต้นมันแบบนอน นั้นหากเป็นเวลานานจะทำให้ต้นมันแตกตาข้างทั่วทั้งต้น ทำให้ใช้ปลูกทำพันธุ์

ไม่ได้ จากการทดลองที่สถานีทดลองพืชไร่ห้วยโป่ง ปรากฏว่าสามารถเก็บต้นพันธุ์มันสำปะหลังไว้โดยวิธีวางตั้งไว้ในร่มหรือกลางแจ้งและมีใบไม้คลุม ให้ผลใกล้เคียงกันคือ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์ส่วนสด 96.84-95.91% มีเปอร์เซ็นต์อยู่รอดของส่วนสด 83.52% และถ้าเก็บไว้นานถึง 45 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์อยู่รอดจากส่วนสดเพียง 64.79% เท่านั้น จึงได้แนะนำว่าถ้าหากจำเป็นต้องเก็บต้นมันสำปะหลังไว้ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 30 วัน เพราะหลังจากนี้แล้วเปอร์เซ็นต์อยู่รอดจะลดลงอย่างมาก จะทำให้การปลูกไม่ได้ผลดี

อุปกรณ์ฉุดลาก

อุปกรณ์ฉุดลากเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ให้ยานพาหนะเคลื่อนที่โดยอาศัยแรงปฏิกิริยาระหว่างอุปกรณ์ฉุดลากกับพื้นผิวรองยานพาหนะที่สัมผัสอุปกรณ์ฉุดลาก โดยทั่วไปอุปกรณ์ฉุดลาก หมายถึงล้อยาง (rubber wheel) และล้อเหล็ก (iron wheel) ซึ่งมีหน้าที่ทำให้รถไถเดินตามเคลื่อนที่ โดยอาศัยการขับของแรงบิด อุปกรณ์ฉุดลากที่ส่งมาจากเครื่องยนต์ นองจากนั้นอุปกรณ์ฉุดลากยังทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของรถไถเดินตาม

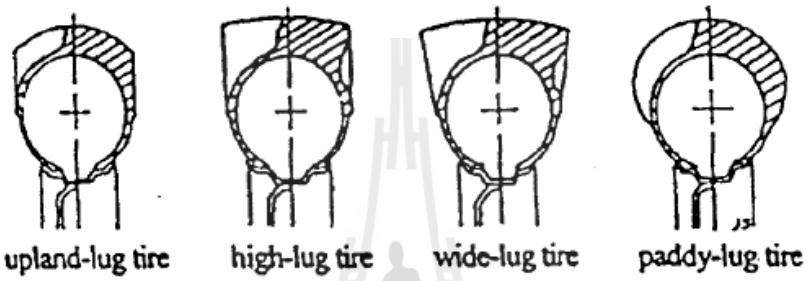
รถไถเดินตามติดอุปกรณ์เกษตรชนิดต่างๆทำงานในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นผิวดินใต้อุปกรณ์ฉุดลากจะยุบตัวเนื่องจากน้ำหนักกดของตัวรถและอุปกรณ์ การยุบตัวของดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ขนาดพื้นที่สัมผัสของอุปกรณ์ฉุดลาก และความแข็งของชั้นดิน พื้นทีทำไร่ชั้นดินจะแข็งกว่าพื้นที่ลุ่มใช้ทำนา จึงจำเป็นจะต้องออกแบบอุปกรณ์ฉุดลากหลายชนิดตามลักษณะเฉพาะของดิน ความต้องการฉุดลาก และการแบกทานในสภาพพื้นที่การทำงานที่ต่างกัน



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะล้อยางและล้อเหล็ก
ที่มา: Sakai (1999)

ล้อยาง (rubber wheel)

เป็นล้อพื้นฐานที่ใช้กับรถไถเดินตาม ล้อยางมีทั้งชนิดล้อยางตันที่ไม่ต้องสูบลมและล้อยางสูบลม ปกติที่ใช้จะเป็นล้อยางสูบลม ล้อยางที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนทั้งล้อหน้าและล้อหลังจะมีดอกยาง (tire lug) เป็นแถบเฉียงสลับกันตลอดหน้าล้อ ทำให้เกาะติดพื้นผิวดินได้ดีเพื่อเพิ่มการฉุดลากและลดการลื่นของล้อ ความสูงดอกยางสำหรับล้อขับเคลื่อนของรถไถเดินตามที่ใช้ทำไร่จะต่ำ และความกว้างหน้าล้อก็แคบกว่าดอกยางของล้อรถไถเดินตามที่ใช้ทำนา อนึ่ง ไม่ควรใช้ล้อยางชนิดดอกยางสูงกับรถแทรกเตอร์ที่ทำงานในพื้นที่แข็ง เพราะจะทำให้ดอกยางสึกหรอเร็วกว่าปกติและหักได้ง่าย ซึ่งเป็นการเลือกใช้ล้อยางที่ไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะหน้าตัดยางแบบต่างๆ
ที่มา : Sakai (1999)

ล้อเหล็ก (steel wheel or iron wheel)

เป็นล้อที่ออกแบบพัฒนาเพื่อใช้งานในพื้นที่ล้อยางไม่สามารถทำงานได้ เช่น พื้นที่นาที่มีดินอ่อนหรือดินโคลน ในสภาพพื้นที่ดังกล่าวล้อยางจะตะกุยดินได้ดีกว่าล้อยาง ล้อเหล็กสำหรับรถไถเดินตามมีอยู่หลายชนิดเพื่อความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และอุกรณ์ที่ติดข้างหลัง ล้อเหล็กนับว่ามีประโยชน์สำหรับรถไถเดินตาม ในการทำงานในพื้นที่นาลุ่ม ลักษณะโคลงสร้างล้อเหล็กธรรมดาไม่ค่อยยุ่งยาก จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีการทำสูงและต้นทุนการทำก็ต่ำ

อัตราเร็วการเคลื่อนที่และการลื่นของล้อ

ล้อที่มีรัศมี r กลิ้งด้วยพื้นผิวดินด้วยอัตราเร็วรอบหมุน n ความเร็วการเคลื่อนที่ทางทฤษฎีในแนวระดับคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$V_t = \frac{\pi r n}{30} \qquad (1)$$

และความเร็วการเคลื่อนที่จริง V_t สามารถหาได้จากสมการ

$$V_r = V_t(1 - s) \qquad (2)$$

เมื่อ s เป็นค่าการลื่นของล้อ และค่า s คำนวณได้จาก

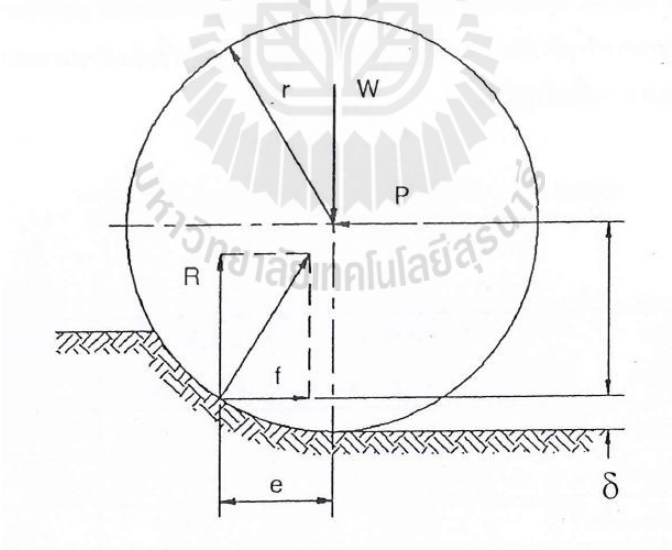
$$s = \frac{V_t - V_r}{V_t} \qquad (3)$$

เมื่อ r เป็นรัศมีกลิ้งของล้อ, cm
n เป็นอัตราเร็วรอบหมุน, rpm
V_t เป็นความเร็วเคลื่อนที่ทฤษฎี, cm/s
V_r เป็นความเร็วเคลื่อนที่จริง, cm/s
s เป็นการลื่นของล้อ

ในสภาวะดินตามธรรมชาติ รถไถเดินตามติดอุปกรณ์เกษตรชนิดต่างกันทำงาน ค่าการลื่นของล้ออาจจะเป็นบวกหรือลบ ทั้งนี้หมายความว่าขณะรถไถเดินตามทำงานนั้นล้ออาจจะหมุนเร็วหรือช้ากว่าการคำนวณทางทฤษฎี

<u>สัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่</u>

ล้อทำหน้าที่ช่วยการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามมีอยู่ 2 แบบคือ ล้อลากจูง (towed wheel) และล้อขับเคลื่อน (forced wheel) ล้อลากจูง เป็นล้อซึ่งไม่มีแรงขับต้องอาศัยแรงฉุดลาก P กระทำที่เพลาล้อ ดังแสดงในภาพที่ 3 ขณะเดียวกันน้ำหนักกดบนล้อ W ก็กระทำที่เพลาล้อเช่นเดียวกัน แรงทั้งสองนี้ถูกถ่วงดุลด้วยแรงย่อยจากแรงปฏิกิริยาของดิน R และแรงต้านทานการเคลื่อนที่ f ซึ่งจะได้ว่า W = R และ P = f



ภาพที่ 3 แรงกระทำภายนอกต่อล่อลากจูง
ที่มา : สุริทร์ (2539)

แรง P จะต้องเอาชนะแรงต้านทานการเคลื่อนที่ f ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายเป็นอย่างดี ดังนี้

$$f = \mu R \qquad (4)$$

เมื่อ f เป็นแรงต้านทานการเคลื่อนที่ (motion resistance), kN

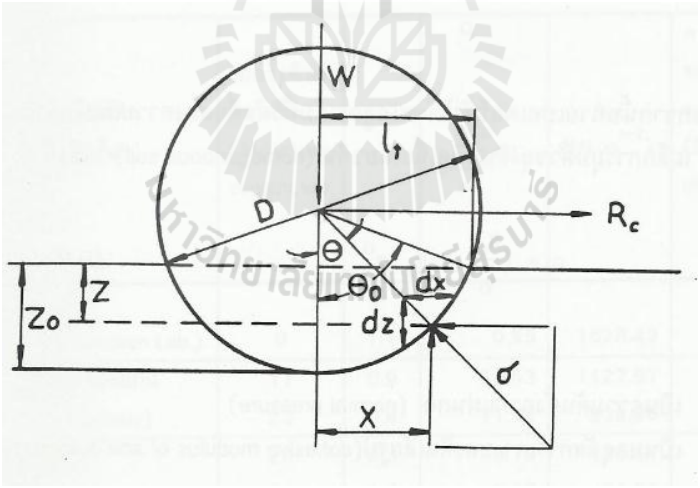
μ เป็นสัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่ (coefficient of motion resistance)

R เป็นแรงปฏิกิริยาแนวดิ่งของดิน (vertical soil reaction) ที่กระทำต่อล้อ, kN

จากการสังเกตสมการ (4) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับภาระของล้อ และพารามิเตอร์ของดินเท่านั้น ซึ่งนับว่าเป็นสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างง่าย สำหรับประยุกต์ใช้ในการคำนวณแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะได้ค่าอย่างประมาณที่ไม่ค่อยละเอียด

แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางแข็งแกร็ง

นายเอ็ม จี เบคเคอร์ (M.G. Bekker) วิศวกรผู้เชี่ยวชาญด้านจลนศาสตร์ของดินได้ทำการศึกษา เพื่อหาวิธีการทางเอมพิริคัล (empirical methods) เพื่อใช้ทำนายค่าแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อแข็งแกร็ง (rigid wheel) การพัฒนาวิธีการดังกล่าว โดยการสมมติว่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นผิวดินทุก ๆ จุดอยู่ในแนวรัศมี และมีค่าเท่ากับความดันตั้งฉากข้างใต้แผ่นระดับ ณ ตำแหน่งที่ความลึกเท่ากัน



ภาพที่ 4 แบบจำลองอย่างง่ายแสดงแรงกระทำระหว่างล้อกับดิน

จากรูปสมการสมดุลของล้อแข็งเกร็งลากจูงสามารถเขียนได้ดังนี้

สมการแรงต้านทานการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

$$R_c = b\int_0^{\theta_0} r\sin\theta d\theta \qquad (5)$$

สมการน้ำหนักกดล้อในแนวดิ่ง

$$W = b\int_{0}^{\theta_0} r\cos\theta d\theta \tag{6}$$

เมื่อ R_c เป็นแรงต้านทานการเคลื่อนที่

W เป็นน้ำหนักกดล้อแนวดิ่ง

σ เป็นความดันตั้งฉากกับเส้นรอบวงล้อ

r เป็นรัศมีล้อ

b เป็นความกว้างล้อ

θ เป็นมุมเซกเตอร์ของเส้นรอบวงล้อส่วนที่สัมผัสดิน

$$r\sin\theta d\theta = pdz \tag{7}$$

และ

$$r\cos\theta d\theta = pdx \tag{8}$$

สมการ (7) และ (8) สามารถจะเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

$$R_c = b\int_{0}^{z_0} pdz \tag{9}$$

และ

$$W = -b\int_{0}^{z_0} pdx \tag{10}$$

$$p = \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right) z^n \tag{11}$$

เมื่อ

p เป็นความดันตั้งฉากแผ่นกด

k_c เป็นมอดุลัสการเกาะดินเสียรูป

k_ϕ

เป็นมอดุลัสความเสียดทานของดินเสียรูป

b เป็นความกว้างของแผ่นกด

z เป็นการรวมดินของแผ่นกด

n เป็นสัมประสิทธิ์การจมดิน

เมื่อแทนค่าสมการ (11) ลงในสมการ (9) จะได้แรงต้านทานการเคลื่อนที่ดังนี้

$$R_c = b\left[\frac{z_0^{n+1}}{n+1}\right]\left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right) \tag{12}$$

เมื่อแทนค่าสมการ (11) ลงในสมการ (10) จะได้

$$W = -b\int_0^{z_0}\left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right) z^n dx \tag{13}$$

จากรูปทางเรขาคณิตของรูปที่ 1 สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$x^2 = \left[D - \left(z_0 - z\right)\right]\left(z_0 - z\right) \tag{14}$$

เมื่อ D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางล้อ

สำหรับกรณีล้อมจมดินน้อย สมการ (14) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$x^2 = D\left(z_0 - z\right) \tag{15}$$

และ

$$2xdx = -Ddz \tag{16}$$

จากนั้นแทนสมการ (16) ลงในสมการ (13) จะได้

$$W = b\left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right)\int_0^{z_0}\frac{\sqrt[2]{D}}{\sqrt[2]{z_0 - z}}dz \tag{17}$$

กำหนดให้ $z_0 - z = t^2$ ดังนั้น dz = -2tdt และสมการ (17) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$W = b\left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right)\sqrt{D}\int_0^{\sqrt{z_0}}\left(z_0 - t^2\right)^n dt \tag{18}$$

เมื่อกระจาย $\left(z_0 - t^2\right)^n$ และนำเอาเฉพาะสองเทอมแรกของอนุกรม คือ

$\left(z_0^n - nz_0^{n-1}t^2 + ...\right)$ แทนลงในสมการ (18) จะได้

$$W = \frac{b\left(k_c/b + k_\varphi\right)\sqrt{z_0 D}}{3} z_0^n \left(3 - n\right) \tag{19}$$

เมื่อจัดเรียงรูปแบบของสมการ (19) ใหม่ก็จะได้

$$z_0^{(2n+1)/2} = \frac{3W}{b\left(k_c/b + k_\varphi\right)\sqrt{D\left(3 - n\right)}}$$

หรือ

$$z_0 = \left[\frac{3W}{b\left(3 - n\right)\left(k_c/b + k_\varphi\right)\sqrt{D}}\right]^{2/(2n+1)} \tag{20}$$

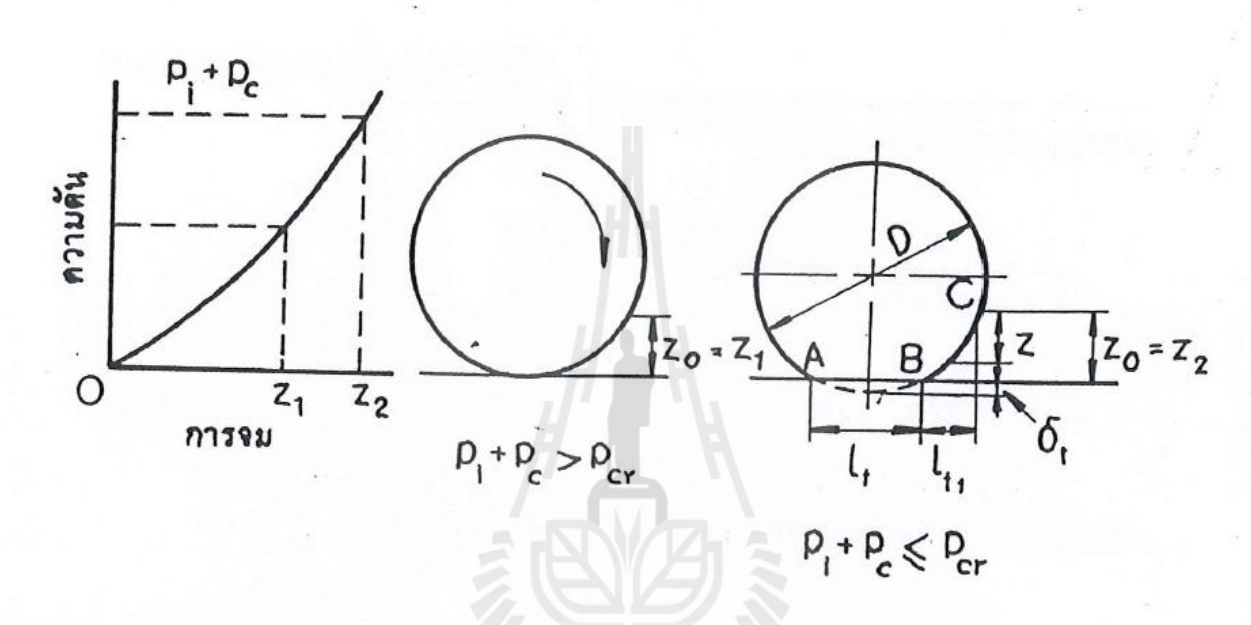
เมื่อแทนสมการ (20) ลงในสมการ (12) แรงต้านทานการเคลื่อนที่ สามารถเขียนด้วยสมการต่อไปนี้

$$R_c = \frac{1}{\left(3 - n\right)^{(2n+2)/(2n+1)}\left(n + 1\right)b^{1/(2n+1)}\left(k_c/b + k_\varphi\right)^{1/(2n+1)}}\left[\frac{3W}{\sqrt{D}}\right]^{(2n+2)/(2n+1)} \tag{21}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางสูบลม</u>

แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางลูบลม (pneumatic tire) ขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานของล้อสำคัญ กล่าวคือ หากผลรวมความดันลมในล้อ p_i มีค่ามากกว่าความดันสูงสุดที่พื้นผิวดินสามารถพยุงการกดของล้อทำให้ที่จุดต่ำสุดของเส้นรอบวงล้อมีลักษณะเส้นรอบวงล้อยางสูบลมกลมเหมือนล้อแข็งแกร็ง หรือล้อยืดหยุ่น (elastic wheel)



ภาพที่ 5 พฤติกรรมของล้อสูบลมภายใต้สภาพดินต่างๆกัน

ภายใต้สภาพการทำงานที่กำหนด ถ้าล้อยางสูบลมมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับวงล้อแข็งแกร็ง ให้ใช้สูตรเอ็มพิริคัลของนายเบคเคอร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับการจมดิน และความดันตั้งฉากที่จุดต่ำสุดที่สัมผัส (bottom-daed-center) p_g มีค่า

$$p_g = \left[\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right] z_0^n \qquad (22)$$

แทนค่า z_0 จากสมการ (11) ในสมการ (22) จะได้

$$p_g = \left[\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right]^{1/(2n+1)} \left[\frac{3W}{(3-n)b\sqrt{D}}\right]^{2n/(2n+1)} \qquad (23)$$

ถ้าผลรวมความดัน p_i และ p_c มากกว่า p_g ซึ่งอาจจะเรียกว่า “ความดันวิกฤติ” (critical pressure) p_{cr} เส้นรอบวงของล้อยางก็จะกลมอย่างเดียวกับวงล้อแข็งแกร็ง ภายใต้สภาพเช่นนี้แรงต้านทานการเคลื่อนที่เนื่องจากการอัดพื้นผิวดินสามารถทำนายได้โดยใช้สมการ (21) ในทางตรงกันข้าม ผลรวมของ p_i และ p_c น้อยกว่า p_{cr} ที่คำนวณจากสมการ (23) ส่วนของเส้นรอบวงล้อยางจะแบนและความดันสัมผัสกับส่วนแบนมีค่าเท่ากับ $p_i + p_c$ ในกรณีนี้การจมดิน Z_0 ของล้อยางสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$z_0 = \left(\frac{p_i + p_c}{k_c / b + k_\phi} \right)^{1/n} \qquad (24)$$

เมื่อแทนค่าสมการ (24) ลงในสมการ (12) จะได้สมการแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยืดหยุ่นเนื่องจากการอัดพื้นผิวดิน

$$R_c = \frac{b\left(p_i + p_c\right)^{(n+1)/n}}{(n+1)\left(k_c/b + k_\varphi\right)^{1/n}} \qquad (25)$$

สำหรับกรณีล้อยางที่มีหน้าล้อกว้างเมื่อเทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง การทำนายการจมดินและแรงต้านทานการเคลื่อนที่ด้วยสมการ (24) และ (25) จะต้องระมัดระวัง เนื่องจากจะมีผลผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ในกรณีของล้อยางหน้ากว้าง นายเบคเคอร์ได้กล่าวว่ามิติด้านกว้างของพื้นที่กด b ก็ไม่จะเป็นต้องเป็นหน้ากว้างของล้อ แต่ความยาวสัมผัส l_t ที่แสดงในรูป 2 เป็นค่าที่ใช้แทนความกว้าง b จะให้การประมาณที่ดีกว่า ดังนั้นในการทำนายแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อยางชนิดดังกล่าว จึงควรหาระยะสัมผัส l_t ก่อน สูตรสำหรับใช้คำนวณหาค่าประมาณการ l_t จะอยู่ในฟังชั่นการจมของล้อ δ_t ดังแสดงในรูป 2 ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$l_t = 2\sqrt{D\delta_t - \delta_t^2} \qquad (26)$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อ l_t มีค่าน้อยกว่าความกว้างของล้อยาง b จึงใช้ค่า l_t แทนค่า b ดังสูตรที่คำนวณการจมดิน z_0 สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$z_0 = \left(\frac{p_i + p_c}{k_c / l_t + k_\phi} \right)^{1/n} \qquad (27)$$

น้ำหนักกดล้อแนวดิ่ง W ถูกพยุงไว้ด้วยความดันพื้นผิวดิน $p_g = p_i + p_c$ ที่ส่วนแบน AB และส่วนโค้ง BC ดังแสดงในรูป 2 สำหรับการประมาณการครั้งแรกให้สมมติ BC เป็นส่วนโค้งของวงกลมรัศมี r=D/2 น้ำหนักกดล้อแนวดิ่ง W_{cu} ที่พยุงไว้โดยส่วน BC อาจหาได้จากแนวการศึกษาที่เหมือนกับกรณีล้อแข็งเกร็งดังได้อธิบายมาก่อนนี้ ดังนั้นสมการของ W_{cu} เขียนได้ดังนี้

$$W_{cu} = \frac{b\left(k_c / l_t + k_\phi\right)\sqrt{D}\left(z_0 - \delta_t\right)^{n+1}\left(\sqrt{z_0 + \delta_t} - \sqrt{\delta_t}\right)}{3} \times \left[z_0(3-n) + \delta_t(3-2n) - n\sqrt{\delta_t\left(z_0 + \delta_t\right)}\right] \qquad (28)$$

ดังนั้นน้ำหนักกดล้อแนวดิ่ง W ของล้อยางคำนวณได้จากสมการ

$$W = b\left(p_i + p_c\right)l_t + W_{cu} \qquad (29)$$

สำหรับขั้นตอนการคำนวณหาค่า W ที่ล้อสามารถพยุงได้นั้น ควรจะเริ่มจากการคำนวณหาความยาวสัมผัส l_t จากการสมมติค่า δ_t จากสมการ (26) จากนั้นอาศัยสมการ (27) คำนวณค่าการจมดิน z_0 สุดท้ายจึงคำนวณน้ำหนักกดล้อ W จากสมการ (28) ถ้าการสมมติค่า δ_t ถูกต้องค่า W ที่คำนวณได้ก็จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักกดล้อแนวดิ่ง ถ้าค่า W ทั้งสองไม่เท่ากัน ก็ให้สมมติค่า δ_t ใหม่และเริ่มคำนวณซ้ำตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ภายหลังจากที่ค่า δ_t ที่ถูกต้องและค่าความยาวสัมผัส l_t และการจมดิน z_0 ที่เหมาะสม แรงต้านทานการเคลื่อนที่ R_c ของล้อยาง สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$R_c = \frac{b\left(k_c / l_t + k_c\right)}{n+1} z_0^{\,n+1} \qquad (30)$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. รถไถเดินตาม สยามคูโบต้า รุ่น NC 131 เครื่องยนต์ขนาด 11.5 แรงม้า
2. รถแทรกเตอร์ Mitsubishi รุ่น MT 1900 เครื่องยนต์ขนาด 35 แรงม้า
3. เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบทรงกรวย
4. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ RHYTHM
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ WANT รุ่น WT22002NE
6. เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Lutron รุ่น DT-2234C
7. เทปวัด
8. กระบอกตวงน้ำมัน
9. หลักเล็งแนว
10. เครื่องมือวัดคุณสมบัติของดิน ยี่ห้อ Eijkelkamp
11. ถังน้ำมัน
12. ถุงซิบ
13. เทปกาว
14. กระดาษกาว
15. เชือกฟาง
17. ปากกาเมจิ
18. Strain indicator ยี่ห้อ VISHAY P3
20. Load sell ยี่ห้อ HBM
21. กล้องถ่ายรูป
22. คอมพิวเตอร์
23. เหล็กหมุด
24. อุปกรณ์วัดความลึกร่องไถ

วิธีการ

<u>แผนการทดลอง</u>

การทดสอบเปรียบเทียบหาความแตกต่างของแรงฉุดลากในไร่มันสำปะหลังโดยใช้เครื่องมือทดสอบ 2 ชนิดคือ เครื่องขุดมันสำปะหลัง และไถจาน มีปัจจัยที่ต้องการทดสอบคือรูปแบบล้อของรถไถเดินตาม และคาดว่ามีความแปรปรวนจากชนิดของดินด้วย จึงได้จัดรูปแบบลงใน RCBD เป็นแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายใน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บล็อค (Randomized Complete Block Design) ใช้กับการเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ทรีทเม้นต์ขึ้นไป ในการทดสอบแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง (2 บล็อค) ตามชนิดของดิน ในการทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบบนเนื้อดินประเภท Loamy Sand (ดินทรายร่วน) และการทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบบนเนื้อดินประเภท Sand (ดินทราย) ในแต่ละครั้งของการทดสอบแบ่งแปลงการทดสอบออกเป็น 2 แปลงใหญ่ คือแปลงที่ 1 การทดสอบขุดมันสำปะหลัง แบ่งแปลงการทดสอบออกเป็น 6 แปลงย่อย ที่มีขนาดแปลงละ 14 m x 28 m เท่า ๆ กัน (ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมไถหัวหมูติดรถไถเดินตาม) สำหรับการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยาง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ การทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อเหล็ก ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ แปลงที่ 2 การทดสอบไถเตรียมดิน แบ่งแปลงการทดสอบออกเป็น 6 แปลงย่อย ที่มีขนาดแปลงละ 14 m x 28 m เท่า ๆ กัน (ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมไถหัวหมูติดรถไถเดินตาม) สำหรับการทดสอบไถจานกับล้อยาง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ และการทดสอบไถจานกับล้อเหล็ก ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131 ในการทดสอบ การแบ่งแปลงย่อยแสดงดังรูป

B_1T_1	B_1T_2	B_1T_1	B_1T_2	B_1T_1	B_1T_2

ภาพที่ 6 การวางแผนผังการทดลองแบบติดเครื่องขุดมันสำปะหลัง

เมื่อ B คือ วิธีการทดสอบ

T คือ รูปแบบของล้อรถไถเดินตาม

B มี 1 รูปแบบ คือ B_1 เครื่องขุดมันสำปะหลัง

T มี 2 วิธี คือ T_1 ล้อยาง

T_2 ล้อเหล็ก

b_1t_1	b_1t_2	b_1t_1	b_1t_2	b_1t_1	b_1t_2

ภาพที่ 7 การวางแผนผังการทดลองแบบติดไถจาน

เมื่อ b คือ วิธีการทดสอบ

t คือ รูปแบบของล้อรถไถเดินตาม

b มี 1 รูปแบบ คือ b_1 ไถจาน

t มี 2 วิธี คือ t_1 ล้อยาง

t_2 ล้อเหล็ก

<u>การหาคุณสมบัติของดินในแปลง</u>

ก่อนจะดำเนินการทดสอบจะต้องทำการเก็บบันทึกค่าคุณสมบัติต่างๆของดินในแปลงดังนี้

1. Soil Moisture content

Soil Moisture content คือปริมาณความชื้นในดินฐานแห้ง (% Dry weight basis) โดยนำถุงซิบเพื่อเตรียมใส่ดินในแปลงการทดสอบ แปลงละ 5 จุด ทำการเก็บตัวอย่างดินจากการทดสอบการไถดินและเครื่องขุดมันสำปะหลัง จากนั้นจึงนำตัวอย่างดินมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนการอบ และนำตัวอย่างดินไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 95-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนด จึงนำตัวอย่างดินออกมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักหลังอบ แล้วจึงนำค่าน้ำหนักที่ได้มาหาค่าปริมาณความชื้นในดินจากสมการดังนี้

ปริมาณความชื้น $$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W คือปริมาณความชื้นของดินแห้ง (% d.b)

W_w คือน้ำหนักของน้ำ

W_s คือน้ำหนักของเม็ด

M_w คือมวลของน้ำ

M_s มวลของเม็ดดิน

2. ความต้านทานการแทงทะลุของดิน (cone index)

ใช้ cone penetrometer กดดินโดยใช้หัวรูปกรวยขนาดพื้นที่ 2 ตาราเซนติเมตร ในการกด ทำการกดดินในจุดต่างๆ 5 จุด โดยทำการกด ก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบ ที่ระดับความลึกผิวดิน และที่ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ

3. แรงเฉือนภายในดิน (soil Strength Parameters)

ใช้ Shear annulus กดดินแล้วหมุน Shear annulus จนเนื้อดินขาดออกจากกัน ทำการกดดินที่ระดับผิวดิน และที่ 10 เซนติเมตรตามลำดับ โดยทำการกด ก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การวิเคราะห์และจำแนกเนื้อดิน

เก็บตัวอย่างดิน นำดินมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ให้ได้ปริมาณ 500 กรัมต่อหนึ่งตัวอย่าง แล้วนำส่งศูนย์เครื่องมือปฏิบัติการปฐพีศาสตร์โดยวิธีทดสอบแบบตะแกรงร่อน เพื่อวิเคราะห์และจำแนกเนื้อดินต่อไป

<u>การเก็บข้อมูลในระหว่างการทดสอบ</u>

1. การลื่นไถล (slip)

โดยการทำมาร์คที่ล้อรถไถเดินตามและนับจำนวนรอบล้อของรถไถเดินตามให้ได้จำนวน 5 รอบ นำจำนวนรอบล้อมาคูณกับเส้นรอบวงก็จะได้ระยะทางที่ล้อเคลื่อนที่ได้ในทางทฤษฎี และจะต้องทำการวัดระยะทางจริงที่ล้อเคลื่อนที่ได้โดยใช้เทปวัดความยาวในการวัดและใช้เหล็กแทงในการมาร์คจุดเมื่อเริ่มนับล้อและหลังการนับล้อสิ้นสุดลง ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ใน 1 แปลง อุปกรณ์คือ เทปวัดความยาว และเหล็กหมุด

2. หน้ากว้างในการทำงาน

หน้ากว้างในการทำงานของเครื่องมือ สามารถหาได้โดย วัดความกว้างของร่องไถขณะทำการไถ โดยสุ่มวัดทั้งหมด 10 ค่าใน 1 แปลง ใช้อุปกรณ์คือเทปวัดความยาวในการวัด

3. ความลึกของร่องไถ

ความลึกของร่องไถ สามารถหาค่าได้โดย วัดความลึกของร่องไถขณะทำการไถ โดยสุ่มวัดทั้งหมด 10 ค่าใน 1 แปลง อุปกรณ์ในการวัดคือเครื่องมือการวัดความลึกร่องไถ

4. ความเร็วในการทำงาน

ความเร็วในการทำงานสามารถหาได้โดยการปัก Pole 2 หลัก มีระยะห่างกัน 10 เมตร ตำแหน่งการปักบริเวณการแปลง แล้วทำการจับเวลาในการทำงานขณะรถไถเดินตามกำลังวิ่งผ่าน Pole ที่ปักไว้ ทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ต่อ 1แปลงการทดสอบ

5. ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

จะทำการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถังทุกครั้งก่อนทำการไถ และวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละครั้งที่ทำงานเสร็จใน 1 แปลงการทดสอบ ด้วยบิกเกอร์พลาสติกทรงกระบอกแบบอ่านค่าได้ละเอียด แล้วบันทึกผล

<u>สถานที่ทำการวิจัย</u>

ดำเนินการทดสอบการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลังในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดสอบเพื่อหาแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ตามประเภทของอุปกรณ์ต่อพ่วง คือการทดสอบการทำงานกับเครื่องขุดมันสำปะหลังบนเนื้อดินประเภท Loamy Sand (ดินทรายร่วน) และเนื้อดินประเภท Sand (ดินทราย) และการทดสอบไถจานบนเนื้อดินประเภท Loamy Sand (ดินทรายร่วน) และเนื้อดินประเภท Sand (ดินทราย) โดยทำการทดสอบหาแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยาง ซึ่งจะได้แสดงรายละเอียดต่างๆของการทดสอบดังนี้

การทดสอบการทำงานเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็ก

ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน) (B_1)

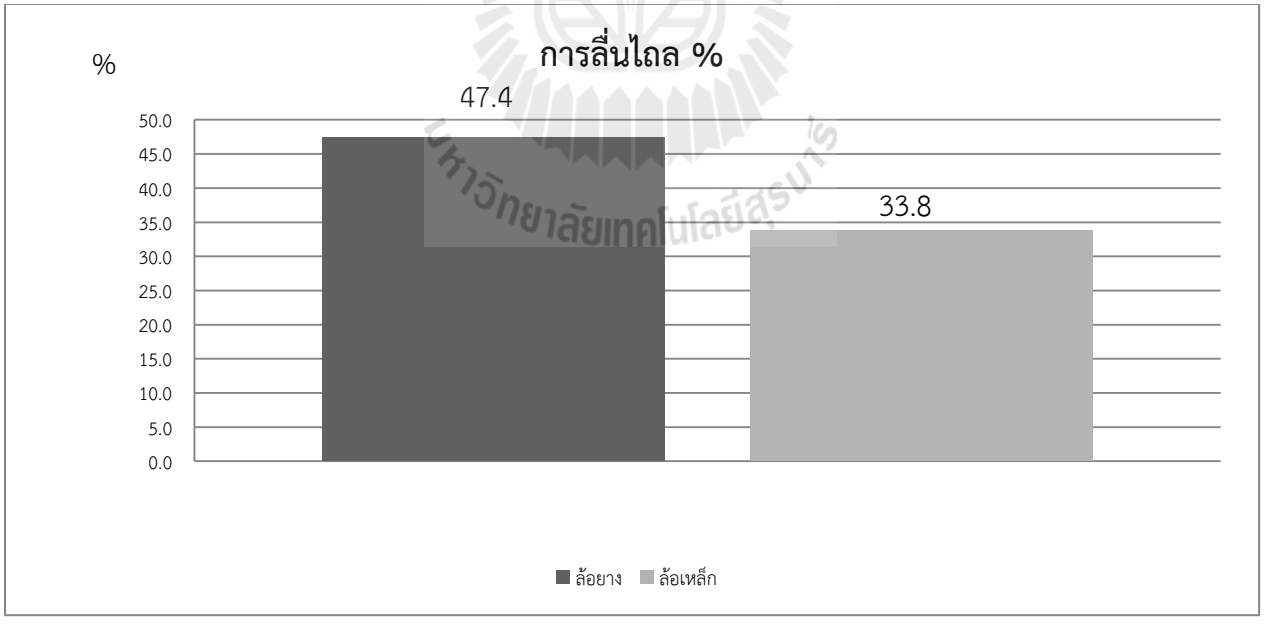
ทำการทดสอบในเขต ตำบลไชยมงคล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จะทำการแบ่งพื้นที่เป็น 6 แปลงย่อย สำหรับการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยาง (T_1) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ และการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อเหล็ก (T_2) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131 ในการทดสอบ ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)

ข้อมูลการทำงาน	เครื่องขุดฯกับล้อยาง (B_1T_1)	เครื่องขุดฯกับล้อเหล็ก (B_1T_2)
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	1.6	1.6
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุด (N/cm^2)	35.7	25.5
ความต้านทานการแทงทะลุของดินหลังขุด (N/cm^2)	46.4	39.4
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุด (kPa)	40.2	46
แรงเฉือนภายในดินหลังขุด (kPa)	32	17.5
การลื่นไถล (%)	47.4	33.8
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.47	0.43
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.22	0.18
แรงลาก (นิวตัน)	1,394	1,942
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง (ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	2.85	3.04
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.243	2.277
เวลาทั้งหมด (นาที)	4.09	5.317

ข้อมูลการทำงาน	เครื่องขุดฯกับล้อยาง (B_1T_1)	เครื่องขุดฯกับล้อเหล็ก (B_1T_2)
ความสามารถในการทำงาน(ไร่/ชม.)	1.03	0.79
ประสิทธิภาพในการทำงาน(%)	69.68	57.17

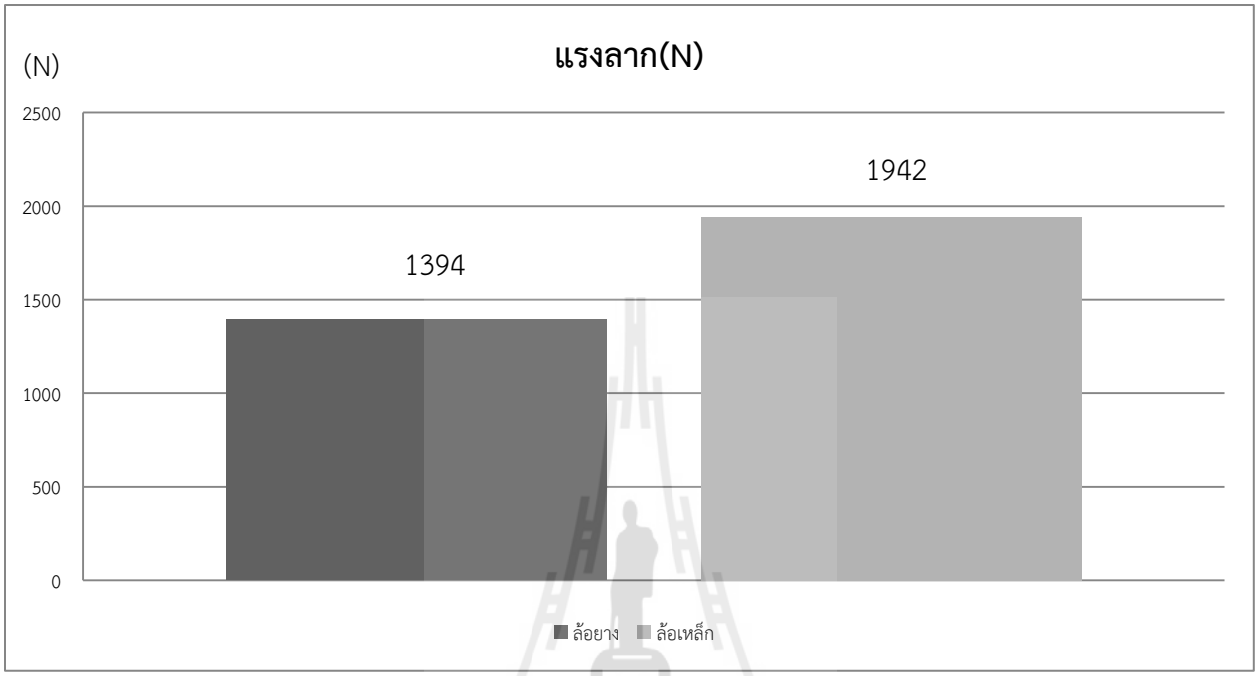
การทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน) การลื่นไถลของล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 47.4 % ล้อเหล็กจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 33.8 % ล้อยางมีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.47 เมตรต่อนาที ล้อเหล็กมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.43 เมตรต่อนาที แรงลากของล้อยางจะมีค่าที่น้อยกว่าแรงลากของล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,394 N ล้อเหล็กจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,942 N ล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานที่น้อยกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 4.09 นาที ล้อเหล็กมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 5.317 นาที ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 1.03 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อเหล็กมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 0.79 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 69.68 % ล้อเหล็กมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 57.17 %



ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก

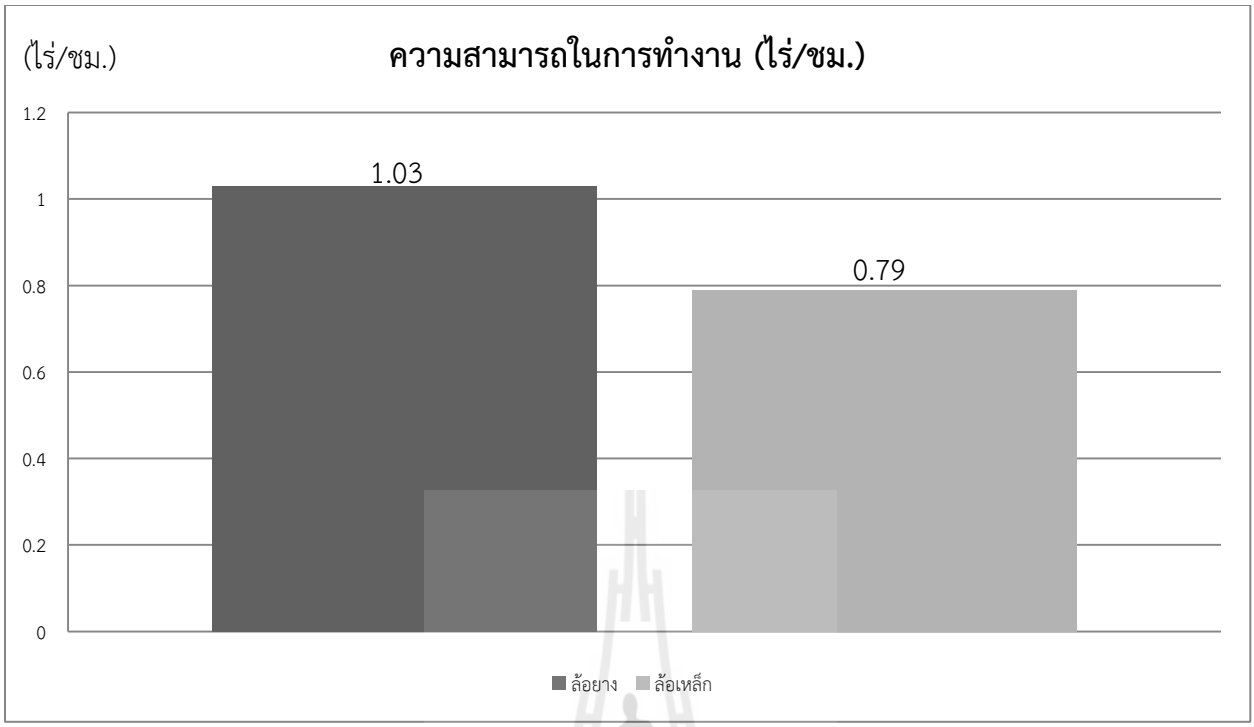
จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าล้อยางจะเกิดการลื่นไถลของล้อมากกว่าล้อเหล็ก 13.6 เปอร์เซ็น เนื่องจากลักษณะของล้อยางสร้างขึ้นรูปจากยางเมื่อล้อสัมผัสกับดินจะมีความลื่นที่สูงกว่าล้อเหล็ก ปั้งของล้อจะตื้นขณะทำงานล้อยางจมลงในดินต่ำประกอบกับในไร่มันสำปะหลังมีวัชพืชคลุมดินจึงทำให้การทำงานของล้อยางเกิดการ

ลื่นไถลที่สูงกว่าล้อเหล็ก ล้อเหล็กสร้างขึ้นจากการนำเหล็กหลายชิ้นส่วนมาประกอบกัน ใบล้อสามารถปักลงไปในดินและตะกุยดินได้ดีจึงทำให้เกิดเปอร์เซ็นการลื่นไถลต่ำ



ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่าล้อยางจะมีแรงลากที่ต่ำกว่าล้อเหล็ก โดยล้อเหล็กมีแรงลากที่มากกว่าล้อยางอยู่ที่ 548 นิวตัน เนื่องจากล้อยางมีความกว้างหน้าล้อที่แคบกว่าล้อเหล็ก ทำให้ลดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับผิวดิน อีกทั้งล้อยางมีน้ำหนักเบากว่าล้อเหล็กทำให้การขับเคลื่อนรถไถเดินตามมีความคล่องตัวมากกว่าล้อเหล็ก ในการขับเคลื่อนล้อยางจะเป็นล้อที่ไม่มีช่องว่างระหว่างบั้งของล้อทำให้การจมดินของล้อยางต่ำ การเคลื่อนตัวจะเร็วและมีแรงต้านทานการหมุนของล้อที่ต่ำกว่าล้อเหล็กเนื่องจากล้อเหล็กมีช่องว่างระหว่างใบล้อทำให้ใบล้อจมลงไปในดินที่ลึกกว่าล้อยางจึงเคลื่อนตัวได้ช้าและมีแรงต้านทานการหมุนที่สูงกว่าล้อยาง



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่าล้อยางจะมีความสามารถในการทำงานมากกว่าล้อเหล็กเนื่องจาก ล้อยางใช้แรงลากที่น้อยกว่าล้อเหล็ก การขับเคลื่อน การกลับหัวงาน ล้อยางสามารถทำงานได้คล่องตัวกว่าล้อเหล็กจึงทำให้ล้อยางใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่าล้อเหล็ก ในเปอร์เซ็นการลื่นไถลล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กแต่เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ในการทำงานที่เท่ากัน ล้อยางจะใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่า จึงส่งผลให้ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามในดิน sand (ดินทราย) (b_1)

ทำการทดสอบในเขต ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จะทำการแบ่งพื้นที่เป็น 6 แปลงย่อย สำหรับการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยาง (T_1) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ และการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อเหล็ก (T_2) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131 ในการทดสอบ ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง แสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

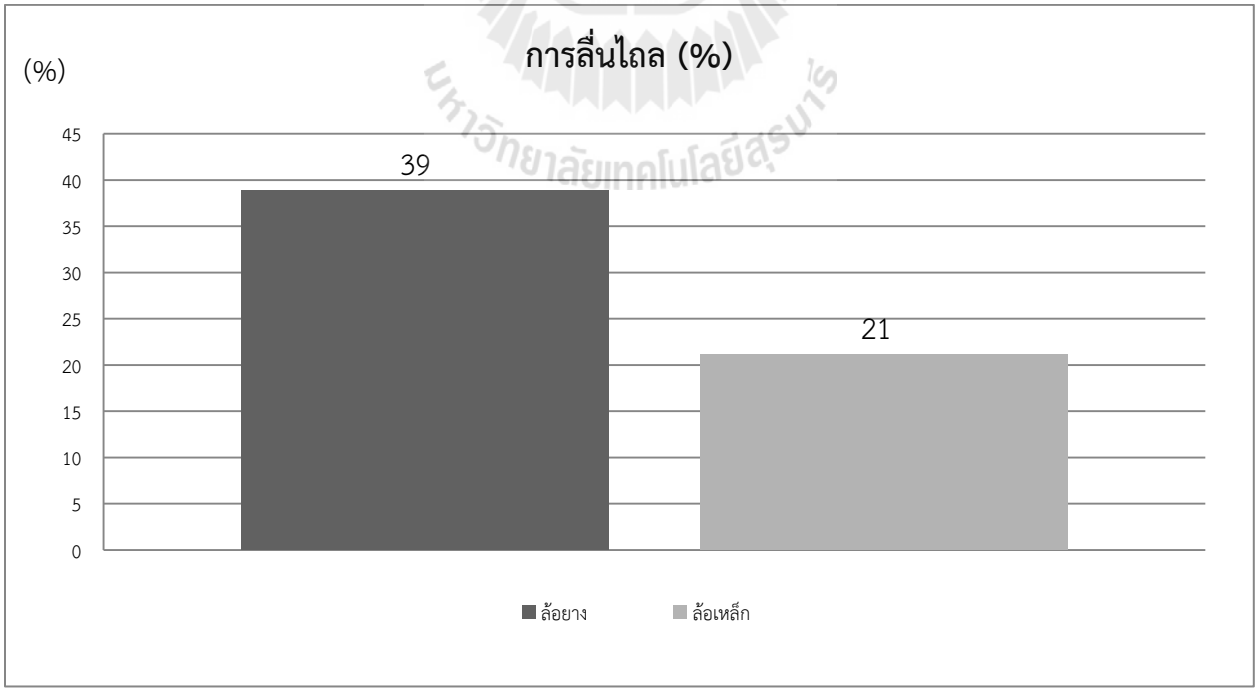
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)

ข้อมูลการทำงาน	**เครื่องขุดฯกับล้อยาง ($b_1T_{1)}$**	**เครื่องขุดฯกับล้อเหล็ก (b_1T_2)**
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	2.43	2.43
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ผิวดิน (N/cm^2)	61	64
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ความลึก 10 cm (N/cm^2)	85	88
ความต้านทานการแทงทะลุของดินหลังขุดที่ผิวดิน (N/cm^2)	50	49
ความต้านทานการแทงทะลุของดินหลังขุดที่ความลึก 10 cm (N/cm^2)	97	100
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุดที่ผิวดิน (kPa)	81	84
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุดที่ 10 cm (kPa)	104	109
แรงเฉือนภายในดินหลังขุดที่ผิวดิน (kPa)	80	66
แรงเฉือนภายในดินหลังขุดที่ 10 cm (kPa)	111	100
การลื่นไถล (%)	39	21
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.47	0.4
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.23	0.27
แรงลาก (นิวตัน)	1,596	1,972
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง (ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	4.22	5.51

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

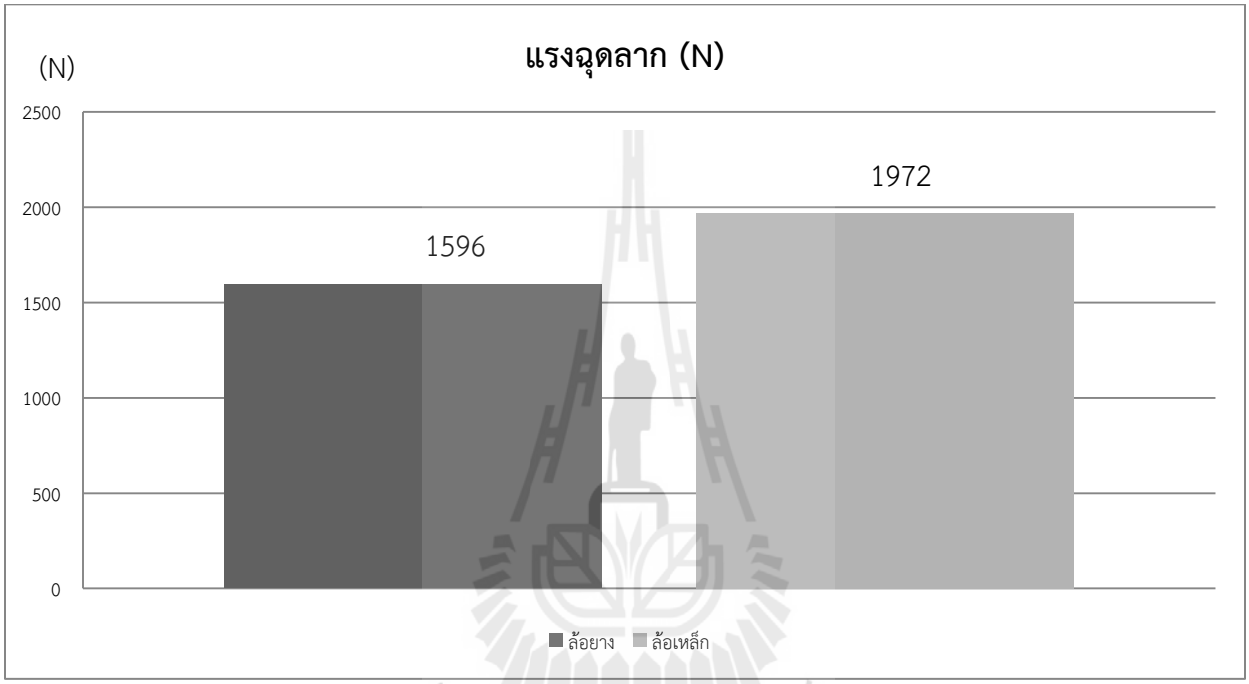
ข้อมูลการทำงาน	เครื่องขุดฯกับล้อยาง ($b_1t_{1)}$)	เครื่องขุดฯกับล้อเหล็ก (b_1t_2)
เวลาสูญเสีย (นาที)	0.38	1.79
เวลาทั้งหมด (นาที)	5	7.3
ความสามารถในการทำงาน(ไร่/ชม.)	0.99	0.67
ประสิทธิภาพในการทำงาน(%)	84.4	75.4

การทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตามในดิน sand (ดินทราย) การลื่นไถลของล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 39 % ล้อเหล็กจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 21 % ล้อยางมีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.47 เมตรต่อนาที ล้อเหล็กมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.4 เมตรต่อนาที แรงลากของล้อยางจะมีค่าที่น้อยกว่าแรงลากของล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,596 N ล้อเหล็กจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,972 N ล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานที่น้อยกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 5 นาที ล้อเหล็กมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 7.3 นาที ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 0.99 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อเหล็กมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 0.67 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 84.4 % ล้อเหล็กมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 75.4 %



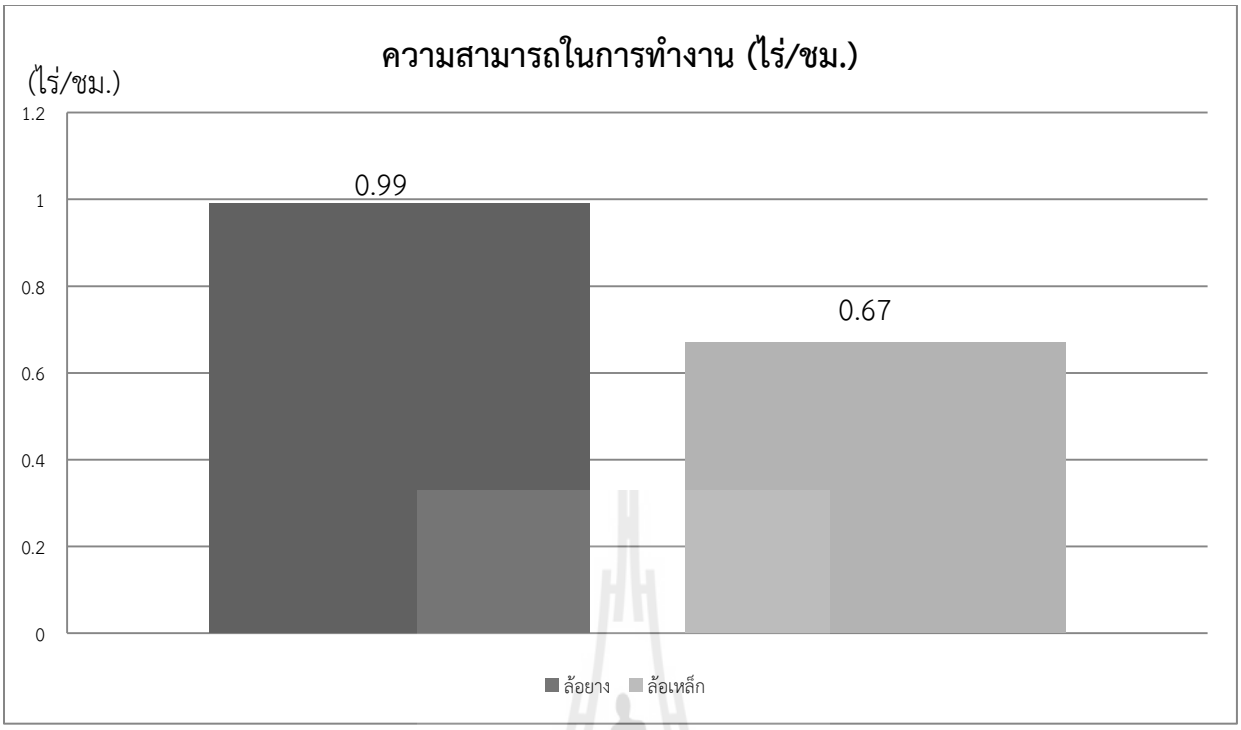
ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าล้อยางจะเกิดการลื่นไถลของล้อมากกว่าล้อเหล็ก 18 เปอร์เซ็น เนื่องจากลักษณะของล้อยางสร้างขึ้นรูปจากยางเมื่อล้อสัมผัสกับดินจะมีความลื่นที่สูงกว่าล้อเหล็ก บั้งของล้อจะตื้นขณะทำงานล้อยางจมลงในดินต่ำประกอบกับในไร่มันสำปะหลังมีวัชพืชคลุมดินจึงทำให้การทำงานของล้อยางเกิดการลื่นไถลที่สูงกว่าล้อเหล็ก ล้อเหล็กสร้างขึ้นจากการนำเหล็กหลายชิ้นส่วนมาประกอบกัน ใบล้อสามารถปักลงไปในดินและตะกุยดินได้ดีจึงทำให้เกิดเปอร์เซ็นการลื่นไถลต่ำ



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่าล้อยางจะมีแรงลากที่ต่ำกว่าล้อเหล็กโดยล้อเหล็กมีแรงลากที่มากกว่าล้อยางอยู่ที่ 548 นิวตัน เนื่องจากล้อยางมีความกว้างหน้าล้อที่แคบกว่าล้อเหล็ก ทำให้ลดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับผิวดิน อีกทั้งล้อยางมีน้ำหนักเบากว่าล้อเหล็กทำให้การขับเคลื่อนรถไถเดินตามมีความคล่องตัวมากกว่าล้อเหล็ก ในการขับเคลื่อนล้อยางจะเป็นล้อที่ไม่มีช่องว่างระหว่างบั้งของล้อทำให้การจมดินของล้อยางต่ำ การเคลื่อนตัวจะเร็วและมีแรงต้านทานการหมุนของล้อที่ต่ำกว่าล้อเหล็กเนื่องจากล้อเหล็กมีช่องว่างระหว่างใบล้อทำให้ใบล้อจมลงไปในดินที่ลึกกว่าล้อยางจึงเคลื่อนตัวได้ช้าและมีแรงต้านทานการหมุนที่สูงกว่าล้อยาง



ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่าล้อยางจะมีความสามารถในการทำงานมากกว่าล้อเหล็กเนื่องจาก ล้อยางใช้แรงลากที่น้อยกว่าล้อเหล็ก การขับเคลื่อน การกลับหัวงาน ล้อยางสามารถทำงานได้คล่องตัวกว่าล้อเหล็กจึงทำให้ล้อยางใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่าล้อเหล็ก ในเปอร์เซ็นการลื่นไถลล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กแต่เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ในการทำงานที่เท่ากัน ล้อยางจะใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่า จึงส่งผมให้ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทดสอบการไถเตรียมดินกับล้อยางและล้อเหล็ก

ผลการทดสอบไถจานติดรถไถเดินตามในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน) (B_2)

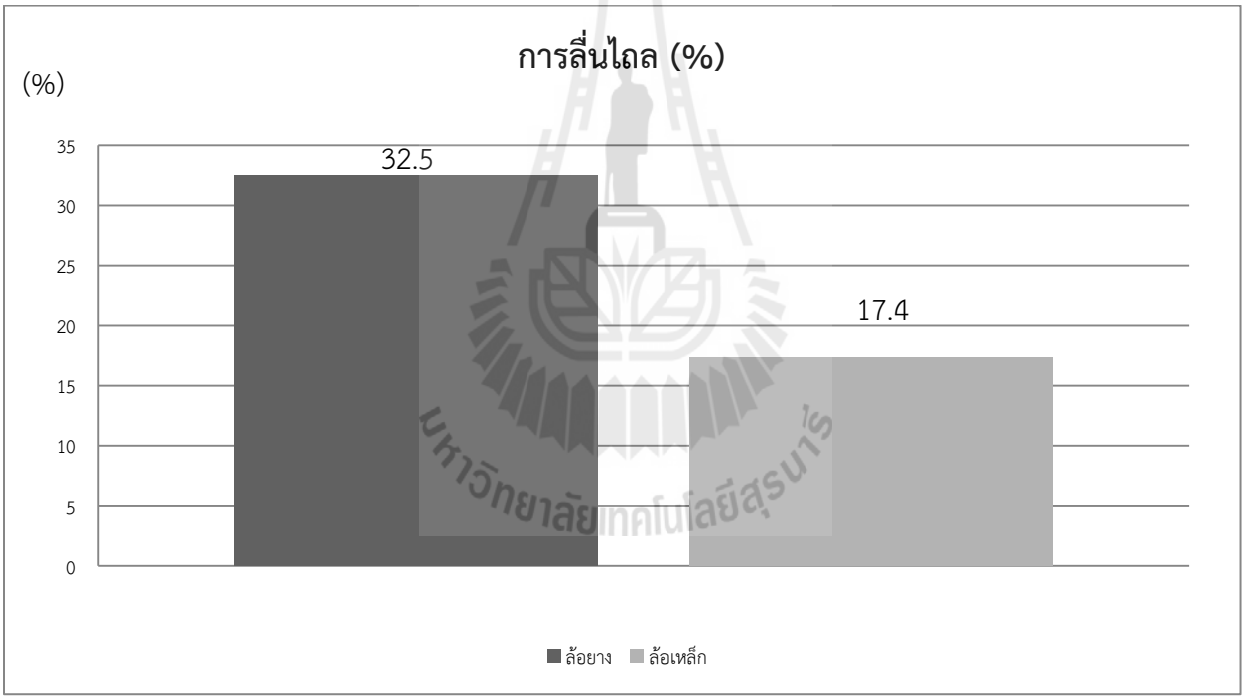
แปลงที่ 2 ทำการทดสอบในเขต ตำบลไชยมงคล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จะทำการแบ่งพื้นที่เป็น 6 แปลงย่อย สำหรับการทดสอบไถจานกับล้อยาง (T_1) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ และการทดสอบไถจานกับล้อเหล็ก (T_2) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131 ในการทดสอบ ผลการทดสอบไถจาน แสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)

ข้อมูลการทำงาน	**ไถจานกับล้อยาง (B_2T_1)**	**ไถจานกับล้อเหล็ก (B_2T_2)**
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	4.83	4.83
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนไถ(N/cm^2)	31.5	35
แรงเฉือนภายในดินก่อนไถ (kpa)	27.33	34.13
การลื่นไถล (%)	32.5	17.4
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.75	0.72
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.337	0.333
แรงลาก (นิวตัน)	1,719	2,893
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง (ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	7.32	8.46
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.78	2.23
เวลาทั้งหมด (นาที)	9.1	11.69
ความสามารถในการทำงาน(ไร่/ชม.)	1.61	1.26
ประสิทธิภาพในการทำงาน(%)	80.43	72.36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

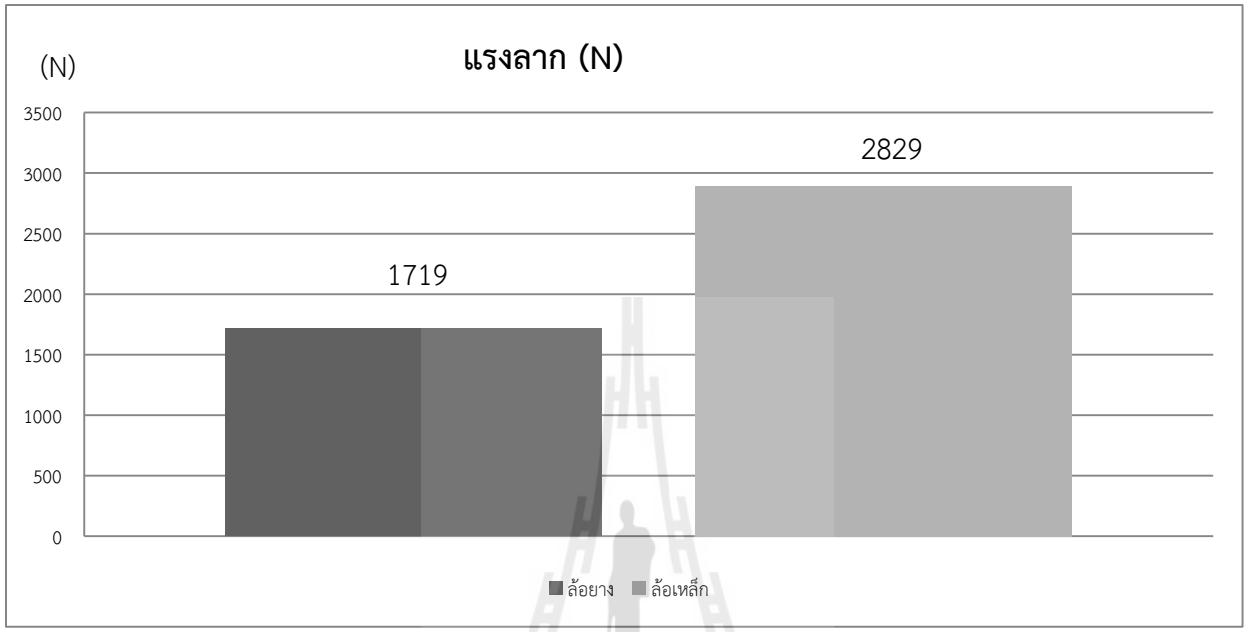
การทดสอบเครื่องไถจานติดรถไถเดินตามในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน) การลื่นไถลของล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 32.5 % ล้อเหล็กจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 17.4 % ล้อยางมีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.75 เมตรต่อนาที ล้อเหล็กมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.72 เมตรต่อนาที แรงลากของล้อยางจะมีค่าที่น้อยกว่าแรงลากของล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,719 N ล้อเหล็กจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,893 N ล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานที่น้อยกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 9.1 นาที ล้อเหล็กมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 11.69 นาที ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 1.61 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อเหล็กมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 1.26 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 80.43 % ล้อเหล็กมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 72.36 %



ภาพที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก

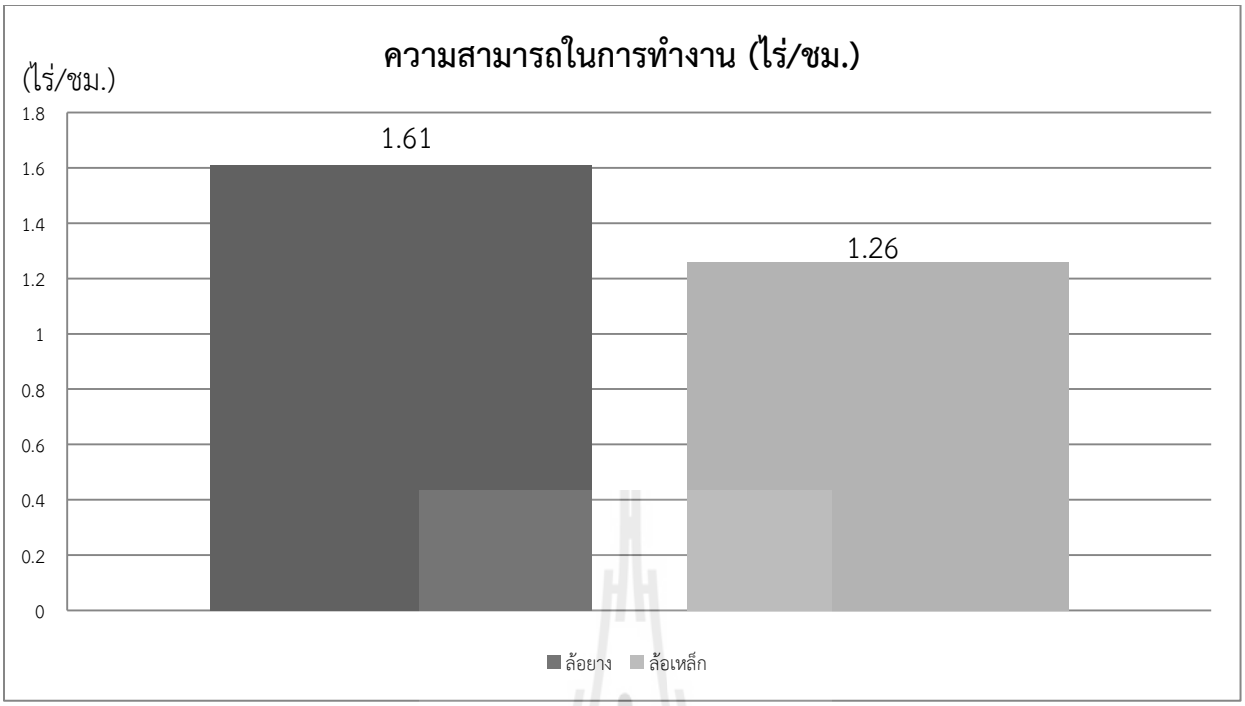
จากภาพที่ 7 ในการไถดินด้วยไถจานจะเห็นว่าล้อยางจะเกิดการลื่นไถลของล้อมากกว่าล้อเหล็ก 15.1 เปอร์เซ็น การลื่นไถลของล้อยางเกิดขึ้นเนื่องจากลักษณะของล้อยางสร้างขึ้นรูปจากยางเมื่อล้อสัมผัสกับดินจะมีความลื่นที่สูงกว่าล้อเหล็ก ดิน Loamy sand ในชั้นดินที่ลึกลงไปที่ 10 เซนติเมตร จะมีความแข็งของดินมาก ประกอบกับล้อยางมีน้ำหนักเบากว่าล้อเหล็กบั้งของล้อตื้นเมื่อใช้ในการขับเคลื่อน รถไถเดินตามจะจมลงไปในดินได้น้อยกว่าล้อเหล็ก อีกทั้งบริเวณผิวดินมีวัชพืชปกคลุมค้อนข้างมากจึงทำให้ล้อรถไถเดินตามเกิดการลื่นไถลที่สูง ล้อ

เหล็กสร้างขึ้นจากการนำเหล็กหลายชิ้นส่วนมาประกอบกัน ใบล้อสามารถปักลงไปในดินและตะกุยดินได้ดีจึงทำให้เกิดเปอร์เซ็นการลื่นไถลต่ำ



ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 8 จะเห็นว่าล้อยางจะมีแรงลากที่ต่ำกว่าล้อเหล็กโดยล้อเหล็กมีแรงลากที่มากกว่าล้อยางอยู่ที่ 1,110 นิวตัน เนื่องจากล้อยางมีความกว้างหน้าล้อที่แคบกว่าล้อเหล็ก ทำให้ลดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับผิวดิน อีกทั้งล้อยางมีน้ำหนักเบากว่าล้อเหล็กทำให้การขับเคลื่อนรถไถเดินตามมีความคล่องตัวมากกว่าล้อเหล็ก ในการขับเคลื่อนล้อยางจะเป็นล้อที่ไม่มีช่องว่างระหว่างบั้งของล้อประกอบกับผิวดินมีวัชพืชปกคลุมสูงทำให้การจมดินของล้อยางต่ำ การเคลื่อนตัวจะเร็วและมีแรงต้านทานการหมุนของล้อที่ต่ำกว่าล้อเหล็กเนื่องจากล้อเหล็กมีช่องว่างระหว่างใบล้อทำให้ใบล้อจมลงไปในดินที่ลึกกว่าล้อยางจึงเคลื่อนตัวได้ช้าและมีแรงต้านทานการหมุนที่สูงกว่าล้อยาง



ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 9 จะเห็นว่าล้อยางจะมีความสามารถในการทำงานมากกว่าล้อเหล็ก เนื่องจากล้อยางใช้แรงลากที่น้อยกว่าล้อเหล็ก การขับเคลื่อน การกลับหัวงาน ล้อยางสามารถทำงานได้คล่องตัวกว่าล้อเหล็กเนื่องจากล้อยางมีหน้ากว้างของล้อที่แคบกว่าล้อเหล็กการขับเคลื่อนจะทำได้สะดวกกว่า การกลับหัวงานก็สามารถทำการบังคับเลี้ยวได้ดีกว่าล้อเหล็ก จึงทำให้ล้อยางใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่าล้อเหล็ก ในเปอร์เซ็นการลื่นไถลล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กแต่เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ในการทำงานที่เท่ากัน ล้อยางจะใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่า จึงส่งผมให้ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก

ผลการทดสอบไถจานติดรถไถเดินตามในดิน sand (ดินทราย) (b_2)

ทำการทดสอบในเขต ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จะทำการแบ่งพื้นที่เป็น 6 แปลงย่อย การทดสอบไถจานกับล้อยาง (t_1) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ และการทดสอบไถจานกับล้อเหล็ก (t_2) ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131 ในการทดสอบ ผลการทดสอบไถจานแปลงที่ 2 แสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

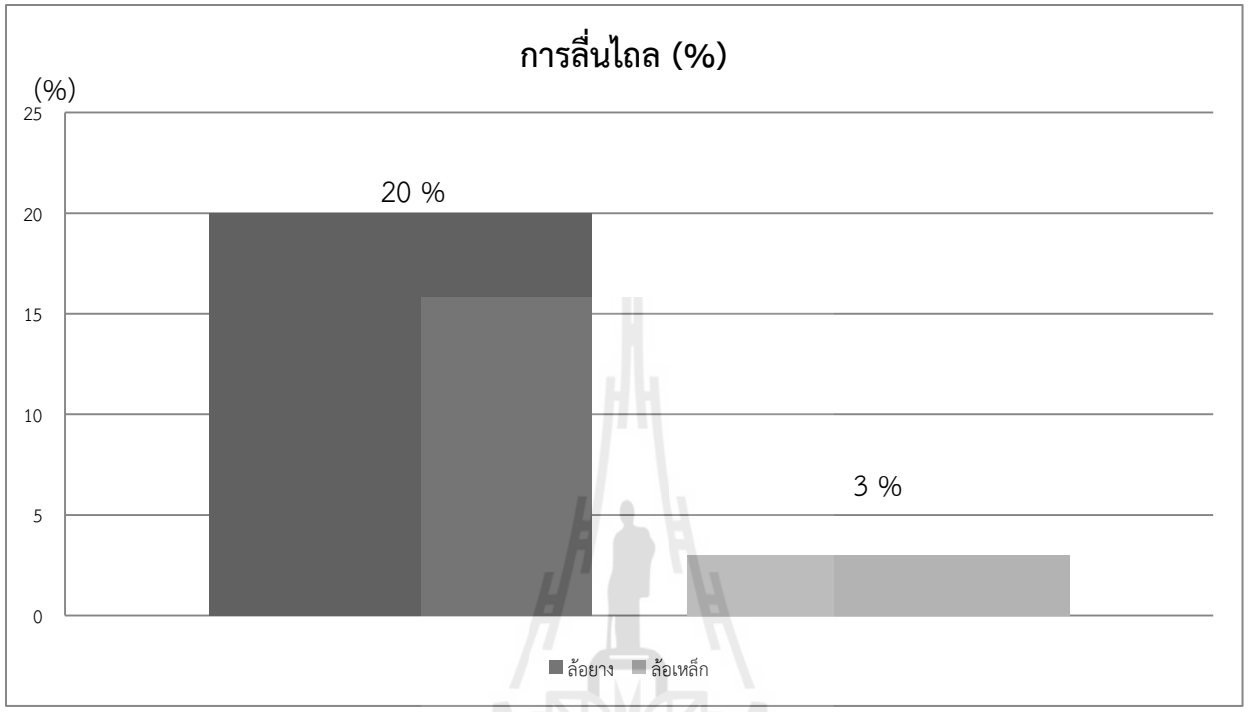
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)

ข้อมูลการทำงาน	ไถจานกับล้อยาง (b_2t_1)	ไถจานกับล้อเหล็ก (b_2t_2)
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	1.7	1.7
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ผิวดิน (N/cm^2)	21	21
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ความลึก 10 cm (N/cm^2)	53	53
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุดที่ 10 cm (kPa)	50	50
การลื่นไถล (%)	20	3
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.55	0.50
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	0.3	0.32
แรงลาก (นิวตัน)	1,470	2,008
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง(ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	9.02	10.2
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.32	2.54
เวลาทั้งหมด (นาที)	10.34	12.74
ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชม.)	1.42	1.15
ประสิทธิภาพในการทำงาน (%)	87.23	80.06

การทดสอบเครื่องไถจานติดรถไถเดินตามในดิน sand (ดินทราย) การลื่นไถลของล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 20 % ล้อเหล็กจะมีค่าการลื่นไถลอยู่ที่ 3 % ล้อยางมีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.55 เมตรต่อนาที ล้อเหล็กมีค่าความเร็วในการทำงานอยู่ที่ 0.50 เมตรต่อนาที แรงลากของล้อยางจะมีค่าที่น้อยกว่าแรงลากของล้อเหล็กโดยล้อยางจะมีแรงลากอยู่ที่ 1,470 N ล้อเหล็กจะมีแรงลากอยู่ที่ 2,008 N ล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานที่น้อยกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 10.34 นาที ล้อเหล็กมีเวลาทั้งหมดในการทำงานอยู่ที่ 12.74 นาที ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็กโดยล้อยางมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 1.42 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อ

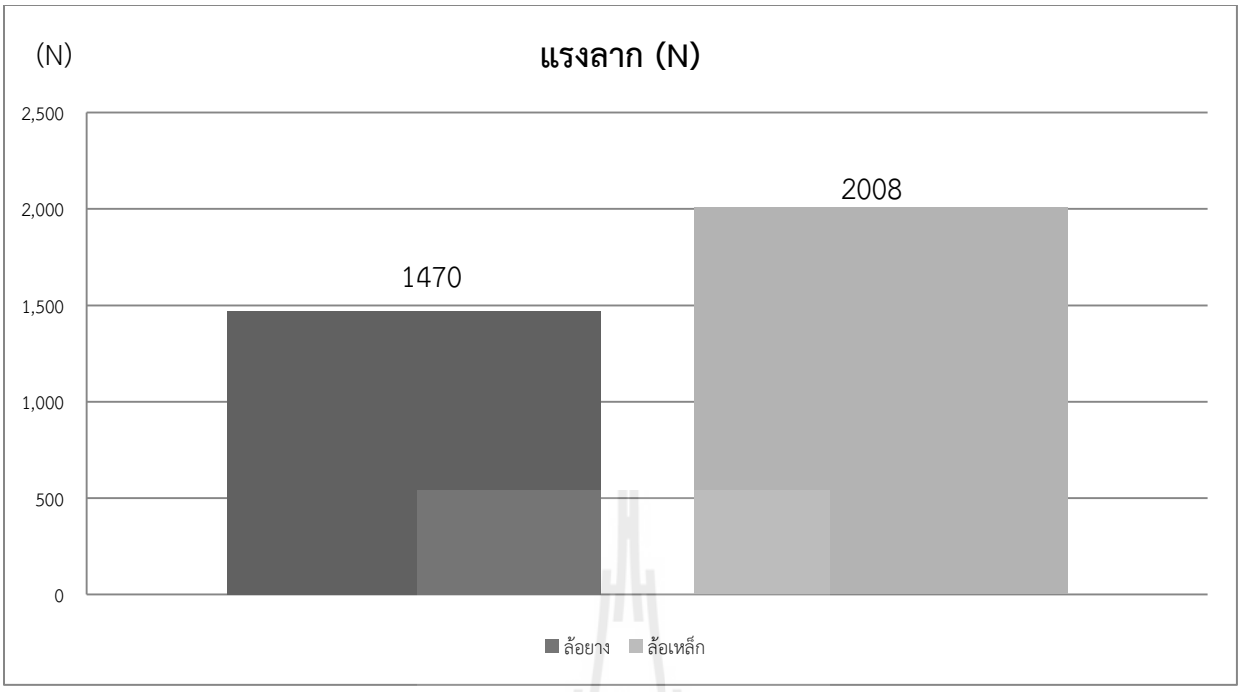
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เหล็กมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 1.19 ไร่ต่อชั่วโมง ล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก โดยล้อยางมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 87.23 % ล้อเหล็กมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ที่ 80.06 %



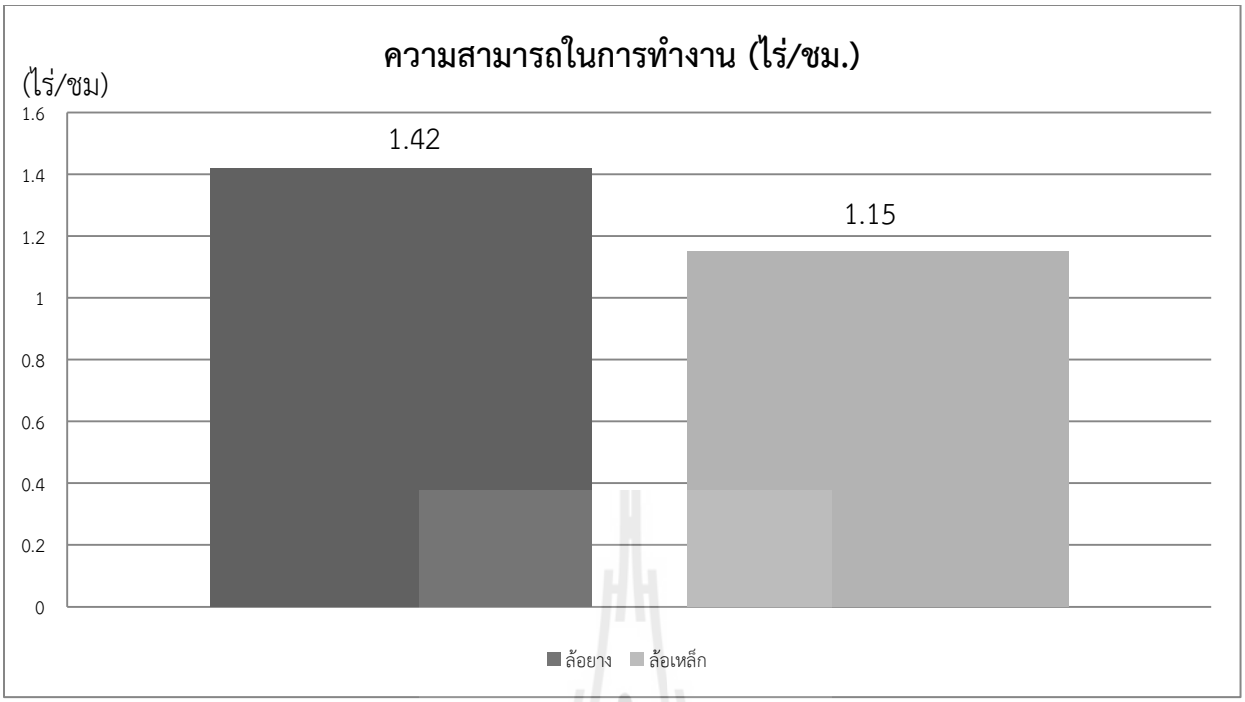
ภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นการลื่นไถลของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 10 ในการไถดินด้วยไถจานจะเห็นว่าล้อยางจะเกิดการลื่นไถลของล้อมากกว่าล้อเหล็ก 15.1 เปอร์เซ็น การลื่นไถลของล้อยางเกิดขึ้นเนื่องจากลักษณะของล้อยางสร้างขึ้นรูปจากยางเมื่อล้อสัมผัสกับดินจะมีความลื่นที่สูงกว่าล้อเหล็ก ดิน sand ในชั้นดินที่ลึกลงไปที่ 10 เซนติเมตร จะมีความต้านทานการแทงทะลุผ่านของดินที่ 53 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ชั้นดินที่บริเวณนี้จะมีความแข็งมาก ประกอบกับล้อยางมีน้ำหนักเบากว่าล้อเหล็กบั้งของล้อตื้นเมื่อใช้ในการขับเคลื่อน รถไถเดินตามจะจมลงไปในดินได้น้อยกว่าล้อเหล็ก อีกทั้งบริเวณผิวดินมีวัชพืชปกคลุมค้อนข้างมากจึงทำให้ล้อรถไถเดินตามเกิดการลื่นไถลที่สูง ล้อเหล็กสร้างขึ้นจากการนำเหล็กหลายชิ้นส่วนมาประกอบกัน ใบล้อสามารถปักลงไปในดินและตะกุยดินได้ดีจึงทำให้เกิดเปอร์เซ็นการลื่นไถลต่ำ



ภาพที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบแรงลากของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 11 จะเห็นว่าล้อยางจะมีแรงลากที่ต่ำกว่าล้อเหล็กโดยล้อเหล็กมีแรงลากที่มากกว่าล้อยางอยู่ที่ 538 นิวตัน เนื่องจากล้อยางมีความกว้างหน้าล้อที่แคบกว่าล้อเหล็ก ทำให้ลดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับผิวดิน อีกทั้งล้อยางมีน้ำหนักเบากว่าล้อเหล็กทำให้การขับเคลื่อนรถไถเดินตามมีความคล่องตัวมากกว่าล้อเหล็ก ในการขับเคลื่อนล้อยางจะเป็นล้อที่ไม่มีช่องว่างระหว่างบั้งของล้อประกอบกับผิวดินมีวัชพืชปกคลุมสูงทำให้การจมดินของล้อยางต่ำ การเคลื่อนตัวจะเร็วและมีแรงต้านทานการหมุนของล้อที่ต่ำกว่าล้อเหล็กเนื่องจากล้อเหล็กมีช่องว่างระหว่างใบล้อทำให้ใบล้อจมลงไปในดินที่ลึกกว่าล้อยางจึงเคลื่อนตัวได้ช้าและมีแรงต้านทานการหมุนที่สูงกว่าล้อยาง



ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของล้อยางและล้อเหล็ก

จากภาพที่ 12 จะเห็นว่าล้อยางจะมีความสามารถในการทำงานมากกว่าล้อเหล็ก เนื่องจากล้อยางใช้แรงลากที่น้อยกว่าล้อเหล็ก การขับเคลื่อน การกลับหัวงาน ล้อยางสามารถทำงานได้คล่องตัวกว่าล้อเหล็กเนื่องจากล้อยางมีหน้ากว้างของล้อที่แคบกว่าล้อเหล็กการขับเคลื่อนจะทำได้สะดวกกว่า การกลับหัวงานก็สามารถทำการบังคับเลี้ยวได้ดีกว่าล้อเหล็ก จึงทำให้ล้อยางใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่าล้อเหล็ก ในเปอร์เซ็นการลื่นไถลล้อยางจะสูงกว่าล้อเหล็กแต่เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ในการทำงานที่เท่ากัน ล้อยางจะใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดน้อยกว่าจึงส่งผมให้ล้อยางมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก

การทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะ

ทำการทดสอบรถไถเดินตามเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะเมื่อใช้ล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อน โดยจะทำการทดสอบในแปลงเกษตรในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา ดินเป็นดินทราย และทำการทดสอบบนพื้นคอนกรีตในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา ในการทดสอบจะทำการวัดค่า ความเร็วในการทำงาน แรงฉุดลาก และอัตราการลื่นไถลของล้อ โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1. บันทึกอุณหภูมิ ความดัน และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

2. ให้เครื่องยนต์ต้นกำลังเดินเบาเป็นเวลา 15 นาที แล้วค่อยเพิ่มความเร็วรอบให้ได้ 1,300 rpm

3. เดินรถไถเดินตามตัวเปล่าโดยใช้เกียร์ 1 ด้วยความเร็วการเคลื่อนที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อบันทึกความเร็วรอบเพลาพุลเลย์ห้องเกียร์และความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์เดินตาม ขณะไม่มีโหลด

4. ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์กับอุปกรณ์วัดแรงฉุดลาก

5. ให้รถไถเดินตามลากรถแทรกเตอร์ไปบนพื้นทดสอบ โดยใช้เกียร์1 และปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ให้ได้ 1,300 rpm แล้วหาค่าต่างดังต่อไปนี้

(1) แรงฉุดลาก

(2) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม

(3) อัตราการลื่นของล้อรถไถเดินตาม

6. ทดสอบหาค่าต่างๆ ตามข้อ 5 โดยปรับโหลดให้แก่รถไถเดินตามเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งอัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามเป็นร้อยละ 100

7. เมื่อทำการทดสอบตามข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 6 จนเสร็จสิ้นจึงทำการเปลี่ยนเกียร์รถไถเดินตามจากเกียร์ 1 เป็นเกียร์ 2 แล้วทำการทดสอบซ้ำตามรูปแบบเดิม

นำผลการทดสอบที่ได้มาสร้างกราฟแสดงสมรรถนะของรถไถเดินตามต่อไป ผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟสมรรถนะแสดงในตารางที่ 6 ดังนี้

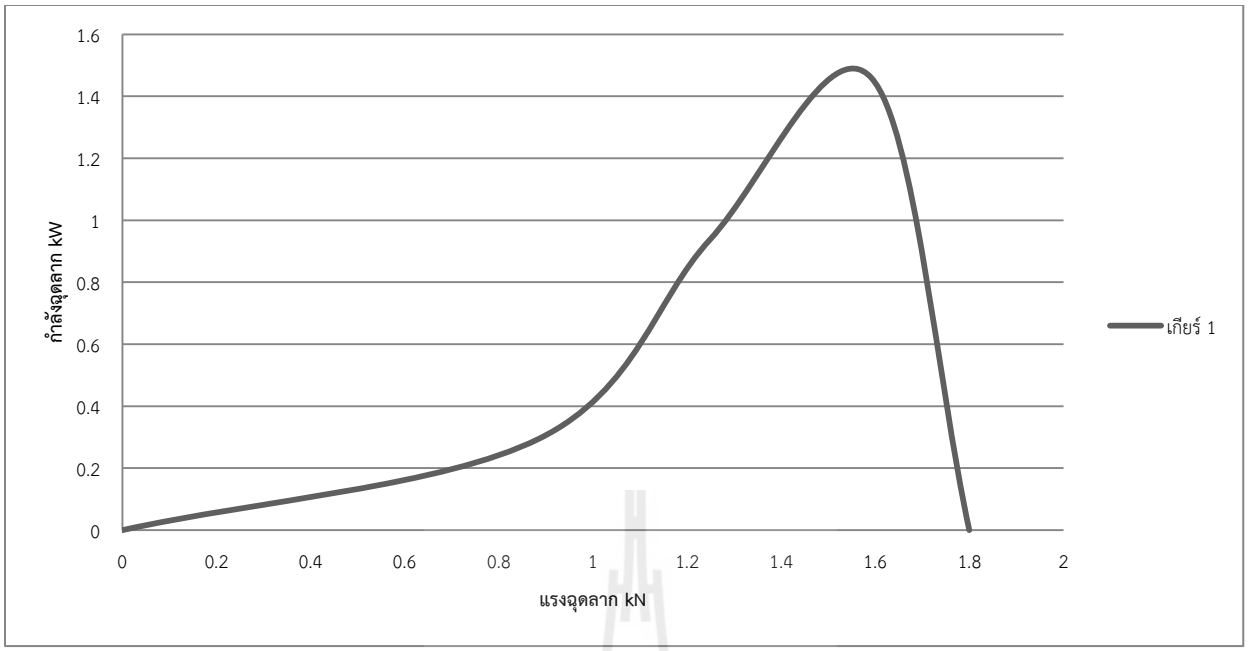
ผลการทดสอบในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะในการทำงานที่เกียร์ 1

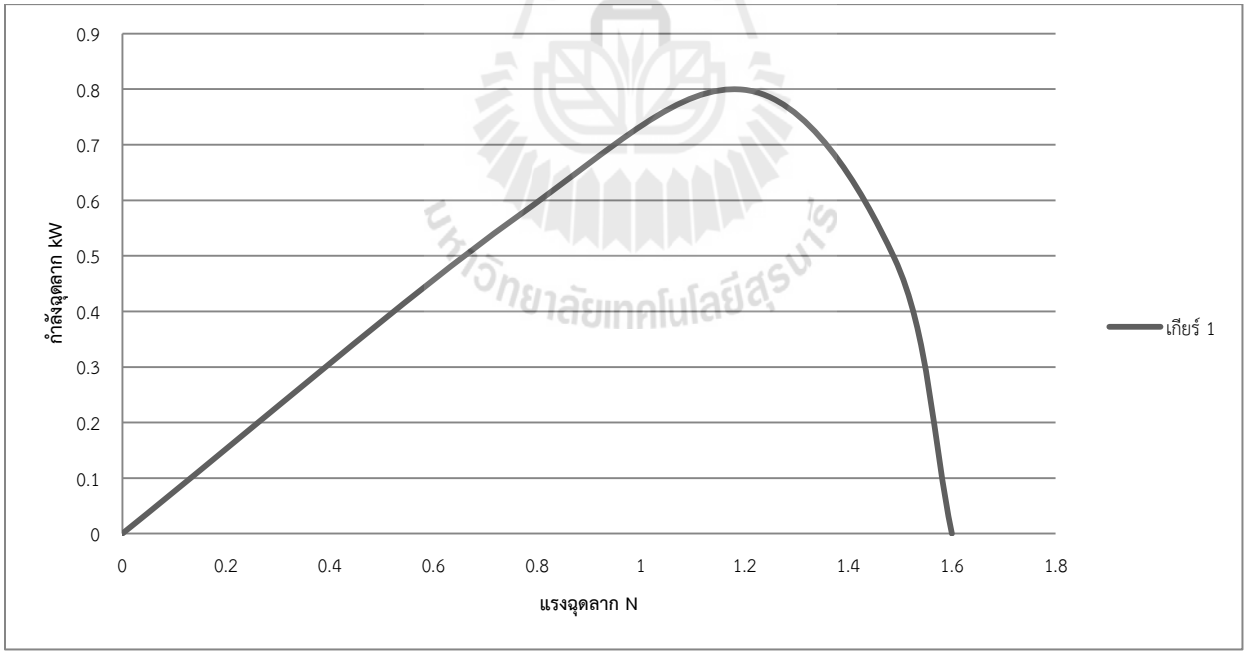
ข้อมูลการทำงานที่เกียร์ 1	ล้อยาง	ล้อเหล็ก
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 1 (km/hr)	1.2	2.7
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 2 (km/hr)	2.7	2.4
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 3 (km/hr)	3.3	1.2
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 1 (%)	10	9
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 2 (%)	17	15
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 3 (%)	59	55
แรงฉุดลากครั้งที่ 1 (kN)	0.886	0.755
แรงฉุดลากครั้งที่ 2 (kN)	1.248	1.198
แรงฉุดลากครั้งที่ 3 (kN)	1.592	1.489
กำลังฉุดลากครั้งที่ 1 (kW)	0.295	0.566
กำลังฉุดลากครั้งที่ 2 (kW)	0.936	0.799
กำลังฉุดลากครั้งที่ 3 (kW)	1.459	0.496

จากภาพที่ 13 ผลการทดสอบบนแปลงเกษตรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อนำกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนในแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่าเมื่อแรงฉุดลากเพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังฉุดลากเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มแรงฉุดลากทำให้ความเร็วในการเคลื่อนของรถไถเดินตามเพิ่มขึ้น ความเร็วในการเคลื่อนที่จะแปรผันตรงต่อกำลังฉุดลาก จึงทำให้กำลังฉุดลากมีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่5

จากภาพที่ 14 ผลการทดสอบบนแปลงเกษตรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อนำกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กในการขับเคลื่อนในแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มแรงฉุดลากจะส่งผลให้กำลังฉุดลากเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มแรงฉุดลากเป็นการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามไปในตัว ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามแปรผันตรงต่อกำลังฉุดลาก จึงส่งผลให้กำลังฉุดลากเพิ่มขึ้น แต่ในล้อเหล็กเมื่อแรงฉุดลากเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงหนึ่งจะทำให้กำลังฉุดลากลดลงเนื่องจากล้อเหล็กมีความสั่นสะเทือนมาก การบังคับรถไถเดินตามเป็นไปได้ยากจึงทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ลดลงส่งผลให้กำลังฉุดลากลดลงในช่วงท้ายของการทำงานดังแสดงในตารางที่ 5



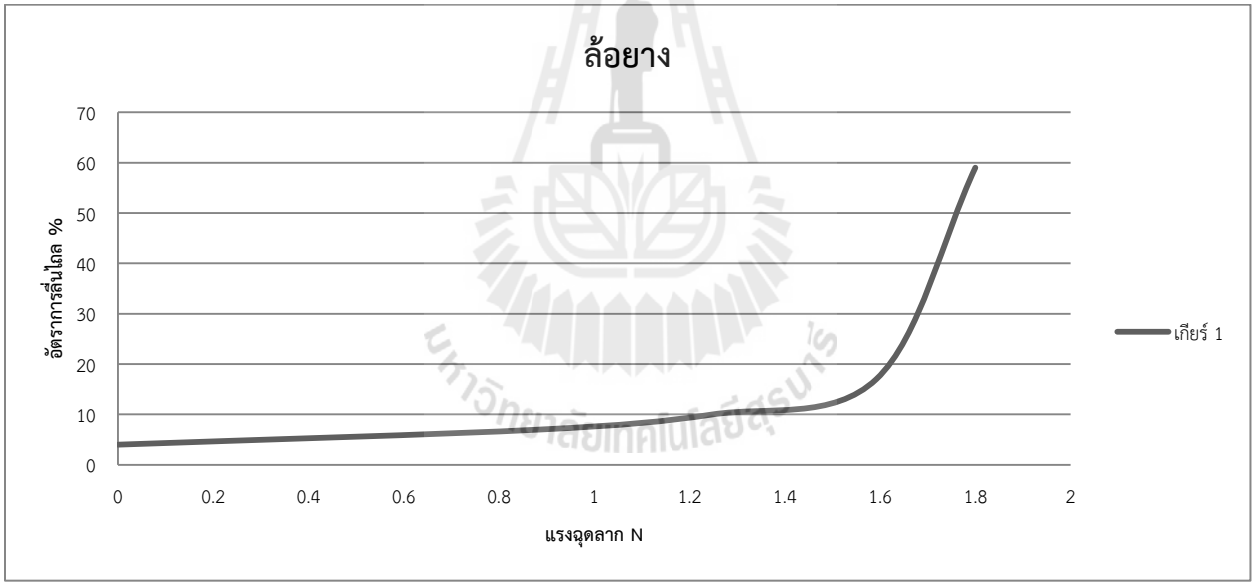
ภาพที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง



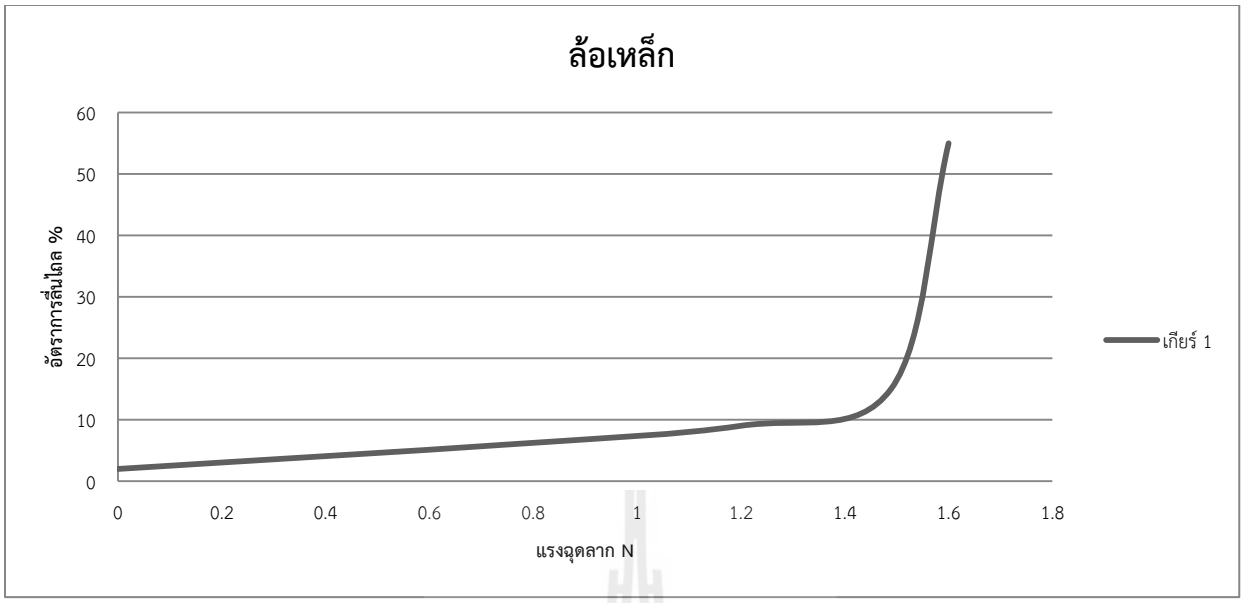
ภาพที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก

จากภาพที่ 10 ผลการทดสอบบนแปลงเกษตรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อนำอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนในแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่าเมื่อรถไถเดินตามมีแรงฉุดลากที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การลื่นไถลของล้อยางเพิ่มขึ้นเนื่องจากพื้นที่ทำงานเป็นแปลงเกษตรดินมีลักษณะเป็นดินทราย เมื่อเพิ่มโหลดให้กับรถไถเดินตามจะทำให้ล้อมีแรงต้านทานการหมุนที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อขับเคลื่อนในแปลงเกษตรจึงทำให้ล้อยางมีการลื่นไถลทางเพิ่มมากขึ้นดังตารางที่ 5

จากภาพที่ 11 ผลการทดสอบบนแปลงเกษตรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อนำอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กในการขับเคลื่อนในแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่าเมื่อรถไถเดินตามมีแรงฉุดลากที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การลื่นไถลของล้อเหล็กเพิ่มขึ้นเนื่องจากพื้นที่ทำงานเป็นแปลงเกษตรดินมีลักษณะเป็นดินทราย เมื่อเพิ่มโหลดให้กับรถไถเดินตามจะทำให้ล้อมีแรงต้านทานการหมุนที่เพิ่มมากขึ้นแต่เนื่องจากล้อเหล็กมีหน้ากว้างของล้อมากกว่าล้อยาง ใบล้อปักลงไปในดินได้ดีกว่าบั้งของล้อยางจึงส่งผลให้ล้อเหล็กมีค่าการลื่นไถลที่น้อยกว่าล้อยาง ดังตารางที่ 5



ภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง



ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดสอบบนพื้นคอนกรีต

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะในการทำงานที่เกียร์ 1

ข้อมูลการทำงานที่เกียร์ 1	ล้อยาง	ล้อเหล็ก
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 1 (km/hr)	3.3	3.0
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 2 (km/hr)	3.0	3.3
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 3 (km/hr)	3.0	3.5
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 4 (km/hr)	2.9	3.6
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 1 (%)	0.5	1
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 2 (%)	1	4
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 3 (%)	3	6
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 4 (%)	10	20
แรงฉุดลากครั้งที่ 1 (kN)	1.418	1.454
แรงฉุดลากครั้งที่ 2 (kN)	1.508	1.562
แรงฉุดลากครั้งที่ 3 (kN)	1.7	1.585
แรงฉุดลากครั้งที่ 4 (kN)	1.8	1.693
กำลังฉุดลากครั้งที่ 1 (kW)	1.3	1.20
กำลังฉุดลากครั้งที่ 2 (kW)	1.3	1.45
กำลังฉุดลากครั้งที่ 3 (kW)	1.4	1.54
กำลังฉุดลากครั้งที่ 4 (kW)	1.4	1.69

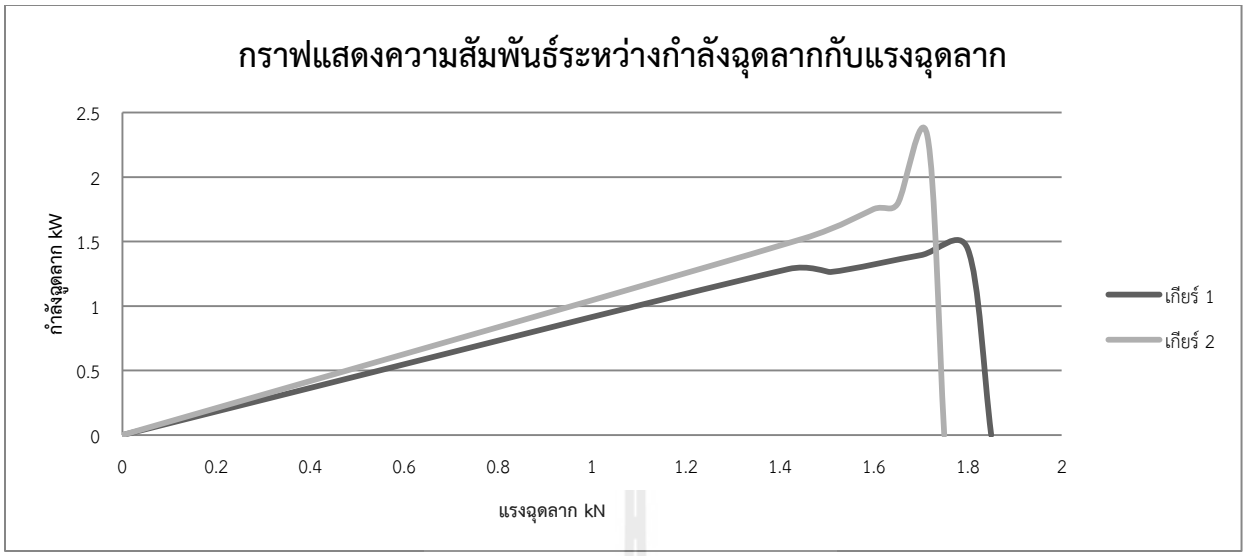
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถณะในการทำงานที่เกียร์ 2

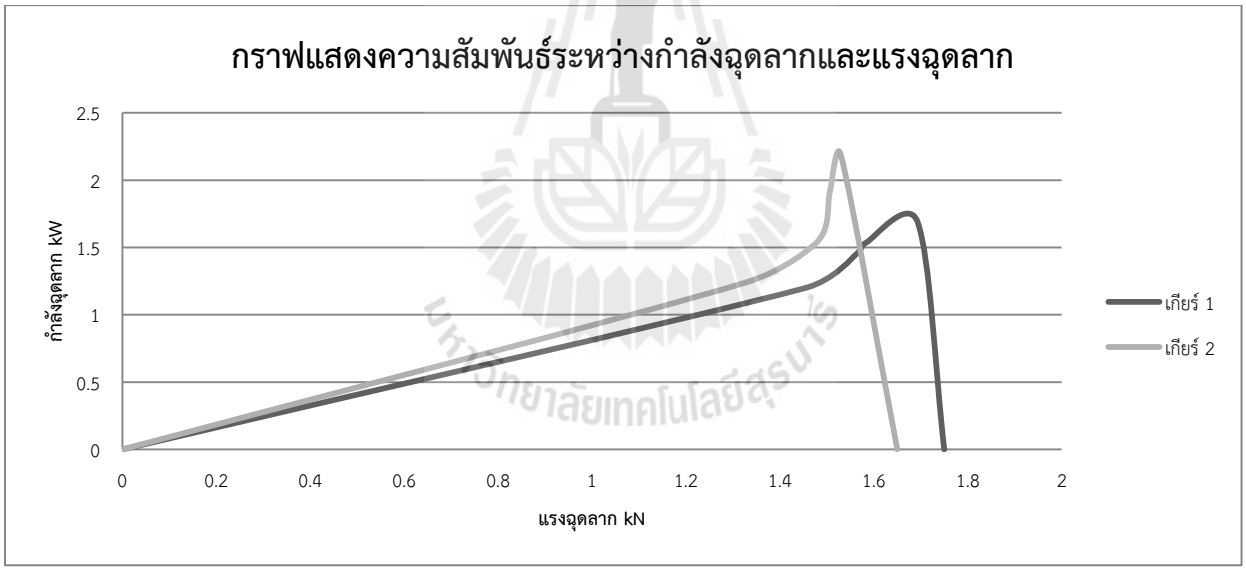
ข้อมูลการทำงานที่เกียร์ 2	ล้อยาง	ล้อเหล็ก
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 1 (km/hr)	3.78	3.4
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 2 (km/hr)	3.94	3.8
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 3 (km/hr)	3.90	4.6
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามครั้งที่ 4 (km/hr)	4.87	5.1
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 1 (%)	1	3
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 2 (%)	3	7
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 3 (%)	7	12
อัตราการลื่นไถลของล้อรถไถเดินตามครั้งที่ 4 (%)	9.7	15
แรงฉุดลากครั้งที่ 1 (kN)	1.45	1.325
แรงฉุดลากครั้งที่ 2 (kN)	1.6	1.48
แรงฉุดลากครั้งที่ 3 (kN)	1.65	1.507
แรงฉุดลากครั้งที่ 4 (kN)	1.714	1.53
กำลังฉุดลากครั้งที่ 1 (kW)	1.5	1.24
กำลังฉุดลากครั้งที่ 2 (kW)	1.8	1.54
กำลังฉุดลากครั้งที่ 3 (kW)	1.8	1.92
กำลังฉุดลากครั้งที่ 4 (kW)	2.3	2.19

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากภาพที่ 17 และ 18 ผลการทดสอบบนพื้นคอนกรีต เมื่อนำกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนที่เกียร์ 1 และเกียร์ 2 มาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่าที่เกียร์ 1 จะใช้แรงฉุดลากที่มากกว่า เกียร์ 2 เนื่องจากที่เกียร์ 1 จะส่งผลให้รถไถเดินตามเคลื่อนตัวได้ช้ากำลังฉุดลากจึงลดลง ที่เกียร์ 2 จะส่งผลให้รถไถเดินตามเคลื่อนตัวได้เร็วขึ้นจึงทำให้กำลังฉุดลากเพิ่มขึ้นตามลำดับ



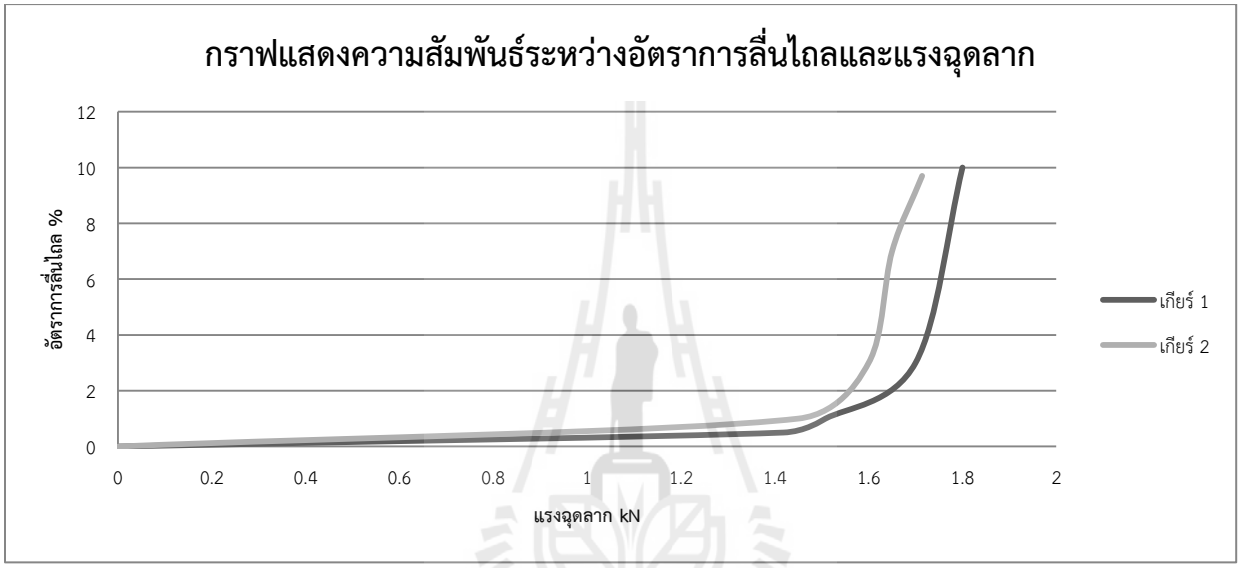
ภาพที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง



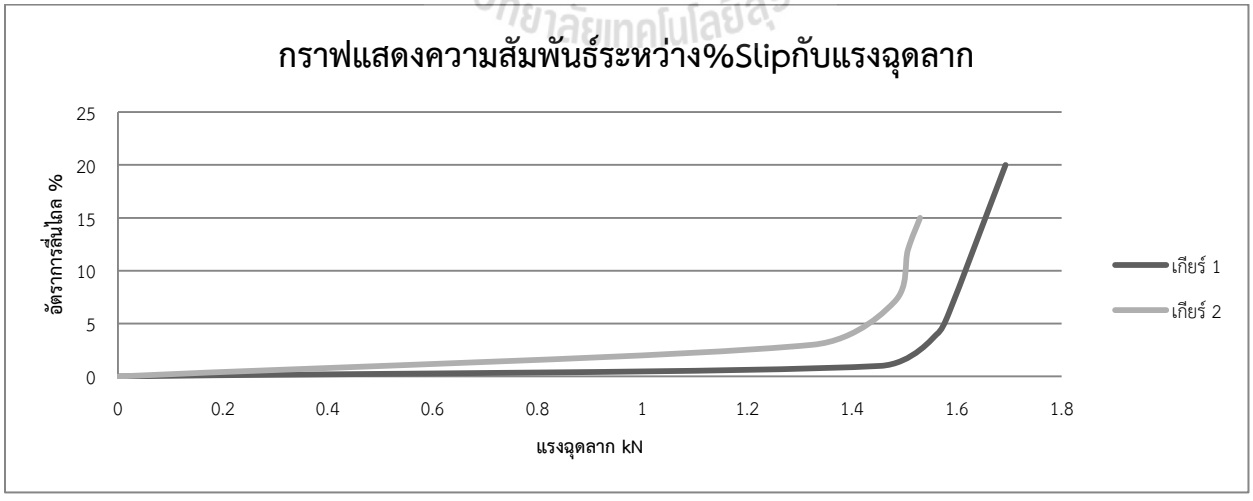
ภาพที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกำลังฉุดลากและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก

จากภาพที่ 19 ผลการทดสอบเมื่อนำอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนที่เกียร์ 1 และเกียร์ 2 มาเปรียบเทียบกัน ที่เกียร์ 1 จะเกิดการลื่นไถลที่มากกว่าเกียร์ 2 เนื่องจากการเคลื่อนตัวของรถไถเดินตามจะช้าส่งผลให้เกิดการลื่นไถลที่สูง ต่างจากการขับเคลื่อนที่เกียร์ 2 รถไถเดินตามจะเคลื่อนตัวด้วยความเร็วประกอบกับพื้นเป็นคอนกรีต จึงทำให้รถไถเดินตามเคลื่อนตัวได้เร็วขึ้น ในบางช่วงเกิดการกระโดดของล้อยางการลื่นไถลจึงลดลง ซึ่งในการทดสอบใช้คนขับที่ชำนาญจึงสามารถบังคับรถไถเดินตามได้

จากภาพที่ 20 ผลการทดสอบเมื่อนำอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เกียร์ 1 และเกียร์ 2 มาเปรียบเทียบกัน เนื่องจากโครงสร้างของล้อเหล็กทำจากเหล็กหลายชิ้นมาประกอบกัน เมื่อเคลื่อนตัวบนพื้นคอนกรีต ใบล้อเกิดการตะกุยของล้อน้อย ไม่สามารถปักลงไปในพื้นคอนกรีตได้ จึงเกิดการลื่นไถลที่สูง จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้เกียร์ 1 เกิดการลื่นไถลของล้อสูง ส่วนเกียร์ 2 รถไถเดินตามจะมีความเร็วในการเคลื่อนที่สูง จึงส่งผลให้การลื่นไถลจะลดต่ำลง แต่การสั่นสะเทือนของรถไถเดินตามจะสูงส่งผลต่อการบังคับรถไถเดินตามซึ่งต้องอาศัยผู้ขับที่มีความชำนาญในการขับรถไถเดินตาม



ภาพที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อยาง



ภาพที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการลื่นไถลและแรงฉุดลากของรถไถเดินตามกับล้อเหล็ก

การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแรงลากของรถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องขุดมันสำปะหลัง

การหาความแตกต่างของแรงลากทางสถิติ ที่ได้จากการขุดมันสำปะหลังโดยใช้ล้อเหล็กและล้อยางในการขับเคลื่อน จะทำการเก็บตัวอย่างของแรงลากโดยใช้ Strain Indicator สำหรับเก็บข้อมูลแรงลากของรถไถเดินตามที่อ่านได้จากอุปกรณ์วัดแรง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 8 แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง (kN)

ชนิดล้อ (Treatment)	**ซ้ำ (block)**		**ผลรวมของสิ่งทดลอง**	**ค่าเฉลี่ย**
	ดิน Loamy sand	**ดิน Sand**		
ล้อยาง	1.394	1.596	2.99(T_1)	1.496($\overline{T_1}$)
ล้อเหล็ก	1.942	1.972	3.914(T_2)	1.957($\overline{T_2}$)
ผลรวมของซ้ำ	3.336(R_1)	3.568(R_2)	6.904(G.T.)	1.726(G.M.)

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.01376	0.01376	0.0646
Treatments	1	0.0077	0.0077	0.0361
Error (RxT)	1	0.21314	0.21314	
Total	3			

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตารางผนวกที่ 2

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 0.0646<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 0.0646<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 0.0361<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 0.0361<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นผลการวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่า แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อน ไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแรงลากของรถไถเดินตามต่อพ่วงไถจาน

การหาความแตกต่างของแรงลากทางสถิติ ที่ได้จากการไถเตรียมดินโดยใช้ล้อเหล็กและล้อยางในการขับเคลื่อน จะทำการเก็บตัวอย่างของแรงลากโดยใช้ Strain Indicator สำหรับเก็บข้อมูลแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่อ่านได้จากอุปกรณ์วัดแรง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 10 แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง (kN)

ชนิดล้อ (Treatment)	ซ้ำ (block) ดิน Loamy sand	ดิน Sand	ผลรวมของสิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ย
ล้อยาง	1.719	1.470	3.186(T_1)	1.593($\bar{T}_1$)
ล้อเหล็ก	1.942	2.008	3.95(T_2)	1.975($\bar{T}_2$)
ผลรวมของซ้ำ	3.661(R_1)	3.478(R_2)	7.136(G.T.)	1.784(G.M.)

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.0197	0.0197	0.8565
Treatments	1	0.1465	0.1465	6.3695
Error (RxT)	1	0.023	0.023	
Total	3			

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตารางผนวกที่ 2

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 0.8565<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 0.8565<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 6.395<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 6.3695<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นผลการวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่า แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องขุดมันสำปะหลัง

การหาความแตกต่างของความสามารถในการทำงานทางสถิติ ที่ได้จากการขุดมันสำปะหลังโดยใช้ล้อเหล็กและล้อยางในการขับเคลื่อน จะทำการเก็บตัวอย่างของความสามารถในการทำงาน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 12 แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง (ไร่/ชม.)

ชนิดล้อ (Treatment)	**ซ้ำ (block)**		**ผลรวมของสิ่งทดลอง**	**ค่าเฉลี่ย**
	ดิน Loamy sand	**ดิน Sand**		
ล้อยาง	1.03	0.99	2.02(T_1)	1.01($\bar{T}_1$)
ล้อเหล็ก	0.79	0.67	1.46(T_2)	0.73($\bar{T}_2$)
ผลรวมของซ้ำ	1.82(R_1)	1.66(R_2)	3.48(G.T.)	0.87(G.M.)

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.0064	0.0064	4
Treatments	1	0.0784	0.0784	49
Error (RxT)	1	0.0016	0.0016	

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตารางผนวกที่ 2

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 4<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 4<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 49<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 49<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นผลการวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามต่อพ่วงไถจาน

การหาความแตกต่างของความสามารถในการทำงานทางสถิติ ที่ได้จากการไถเตรียมดินโดยใช้ล้อเหล็กและล้อยางในการขับเคลื่อน จะทำการเก็บตัวอย่างของความสามารถในการทำงาน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 14 แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง (ไร่/ชม.)

ชนิดล้อ (Treatment)	ซ้ำ (block) ดิน Loamy sand	ดิน Sand	ผลรวมของสิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ย
ล้อยาง	1.61	1.42	3.03(T_1)	1.515($\bar{T}_1$)
ล้อเหล็ก	1.26	1.15	2.41(T_2)	1.205($\bar{T}_2$)
ผลรวมของซ้ำ	2.87(R_1)	2.57(R_2)	5.44(G.T.)	1.36(G.M.)

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.0225	0.0225	15.625
Treatments	1	0.0961	0.0961	60.0625
Error (RxT)	1	0.0016	0.0016	
Total	3			

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตารางผนวกที่ 2

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 15.625<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 15.625<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 60.0625<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 60.0625<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นผลการวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อน ไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการทดลองที่ผ่านมา สามารถนำมารวบรวมสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ตามหัวข้อได้ดังนี้

การใช้งานเครื่องมือเก็บเกี่ยวติดรถไถเดินตาม

ในการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังเมื่อใช้ล้อชนิดต่าง ๆ บนดินต่างชนิดกันนั้น จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ล้อยาง จะมีค่าการลื่นไถลที่มากกว่าเมื่อใช้ล้อเหล็กทั้งในดินทรายร่วนและดินทรายอันเป็นดินหลักที่ใช้ในไร่มันสำปะหลังของจังหวัดนครราชสีมา สาเหตุเนื่องจากล้อเหล็กสามารถยึดเกาะกับดินได้ดีกว่าล้อยาง แต่เมื่อพิจารณาที่แรงลากที่ใช้กลับพบว่าเมื่อใช้ล้อยางจะใช้แรงลากน้อยกว่า เนื่องจากล้อยางมีความต้านทานการกลิ้ง (Rolling resistance) ต่ำกว่าล้อเหล็ก อีกทั้งหน้ายางที่แคบกว่าล้อเหล็กจึงส่งผลให้ใช้แรงลากน้อยกว่า ซึ่งจะนำไปสู่การใช้พลังงานน้อยลงส่งผลให้มีความประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้นในระยะยาว

สำหรับความสามารถในการทำงานนั้น เห็นได้ชัดเจนว่าเมื่อใช้ล้อยางจะมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก เนื่องจากการทำงานด้วยล้อยางนั้นสามารถขับเคลื่อนรถได้อย่างคล่องตัว การกลับรถหัวงาน การขุดมันสำปะหลังระหว่างแถวสามารถทำได้ดีและเร็วกว่าเมื่อใช้ล้อเหล็ก ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานมีค่าที่สูงขึ้นตามไปด้วย และเมื่อพิจารณาถึงการทำงานในไร่มันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรจะพบว่า เมื่อทำงานบนพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การใช้ล้อยางก็จะสามารถทำงานได้มากขึ้น เร็วขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ข้อสรุปในกรณีของการใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังกับรถไถเดินตามในสภาพไร่ว่า หากเป็นไปได้ เกษตรกรควรจะเลือกใช้ล้อยางในการทำงานมากกว่า เนื่องจากใช้แรงลากน้อยกว่า ส่งผลให้ใช้พลังงานน้อยลง และสามารถทำงานได้คล่องแคล่วขึ้น ทำให้ใช้เวลาในการทำงานลดลง ได้พื้นที่ในการทำงานมากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ล้อเหล็ก ถึงแม้ว่าการใช้ล้อยางจะมีค่าการลื่นไถลที่มากกว่าล้อเหล็กบ้าง แต่เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานที่น้อยลงแล้ว ล้อยางจึงมีความเหมาะสมมากกว่าล้อเหล็ก

การใช้งานเครื่องมือเตรียมดินติดรถไถเดินตาม

จากผลการทดสอบเครื่องมือเตรียมดินกับรถไถเดินตามในสภาพไร่มันสำปะหลังพบว่า ทิศทางและแนวโน้มของข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบนั้นมีลักษณะเดียวกับในกรณีการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง กล่าวคือ เมื่อใช้ล้อชนิดต่าง ๆ บนดินต่างชนิดกันนั้น จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อใช้ล้อยาง จะมีค่าการลื่นไถลที่มากกว่าเมื่อใช้ล้อเหล็กทั้งในดินทรายร่วนและดินทรายอันเป็นดินหลักที่ใช้ในไร่มันสำปะหลังของจังหวัดนครราชสีมา

สาเหตุเนื่องจากล้อเหล็กสามารถยึดเกาะกับดินได้ดีกว่าล้อยาง แต่เมื่อพิจารณาที่แรงลากที่ใช้กลับพบว่าเมื่อใช้ล้อยางจะใช้แรงลากน้อยกว่า เนื่องจากล้อยางมีความต้านทานการกลิ้ง (Rolling resistance) ต่ำกว่าล้อเหล็ก อีกทั้งหน้ายางที่แคบกว่าล้อเหล็กจึงส่งผลให้ใช้แรงลากน้อยกว่า ซึ่งจะนำไปสู่การใช้พลังงานน้อยลงส่งผลให้มีความประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้นในระยะยาว

สำหรับความสามารถในการทำงานนั้น เห็นได้ชัดเจนว่าเมื่อใช้ล้อยางจะมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าล้อเหล็ก เนื่องจากการทำงานด้วยล้อยางนั้นสามารถขับเคลื่อนรถได้อย่างคล่องตัว การกลับรถหัวงาน การขุดมันสำปะหลังระหว่างแถวสามารถทำได้ดีและเร็วกว่าเมื่อใช้ล้อเหล็ก ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานมีค่าที่สูงขึ้นตามไปด้วย และเมื่อพิจารณาถึงการทำงานในไร่มันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรจะพบว่า เมื่อทำงานบนพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การใช้ล้อยางก็จะสามารถทำงานได้มากขึ้น เร็วขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ข้อสรุปในกรณีของการใช้เครื่องมือเตรียมดินกับรถไถเดินตามในสภาพไร่ว่า หากเป็นไปได้ เกษตรกรควรจะเลือกใช้ล้อยางในการทำงานมากกว่า เนื่องจากใช้แรงลากน้อยกว่า ส่งผลให้ใช้พลังงานน้อยลงและสามารถทำงานได้คล่องแคล่วขึ้น ทำให้ใช้เวลาในการทำงานลดลง ได้พื้นที่ในการทำงานมากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ล้อเหล็ก ถึงแม้ว่าการใช้ล้อยางจะมีค่าการลื่นไถลที่มากกว่าล้อเหล็กบ้าง แต่เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานที่น้อยลงแล้ว ล้อยางจึงมีความเหมาะสมมากกว่าล้อเหล็ก

<u>การทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะ</u>

ในการทดสอบเพื่อสร้างกราฟแสดงสมรรถนะนั้น ผู้วิจัยเลือกทดสอบบนดินทราย เนื่องจากเมื่อใช้งานรถไถเดินตามบนดินทรายเปรียบเทียบกับดินทรายร่วนนั้น บนดินทรายมีความอ่อนนุ่มมากกว่า ทำให้ตัวรถส่งแรงฉุดลากไปใช้งานได้น้อยลง กราฟแสดงสมรรถนะบนดินทรายจึงมีค่าที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับบนดินทรายร่วน อย่างไรก็ตามทางผู้วิจัยได้ทดสอบบนพื้นคอนกรีตด้วย เพื่อเป็นการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน (เมื่อทดสอบบนพื้นคอนกรีตตัวรถจะสามารถส่งแรงฉุดลากได้มากที่สุด เนื่องจากค่าประสิทธิภาพการฉุดลากมีค่าสูงสุดบนพื้นแข็ง)

จากกราฟแสดงสมรรถนะจะพบว่าการทำงานบนดินทรายเมื่อใช้ล้อยางจะได้กำลังฉุดลากที่มากกว่าการใช้ล้อเหล็ก (1.459 kW และ 0.799 kW) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมากจาก ล้อยางมีค่าความต้านทานการหมุน (Rolling resistance) ที่ต่ำกว่าล้อเหล็ก เมื่อส่งกำลังด้วยแรงที่เท่ากันจึงสามารถส่งผ่านกำลังไปได้มากกว่าเมื่อใช้ล้อเหล็ก ดังนั้นเมื่อทำงานบนดินทรายหรือดินร่วนปนทรายซึ่งเป็นดินส่วนใหญ่ในไร่มันสำปะหลัง การใช้ล้อยางจึงมีความเหมาะสมมากกว่าล้อเหล็ก

การวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแรงลากและความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตาม

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งในกรณีการเปรียบเทียบแรงลากและการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามเมื่อใช้กับล้อเหล็กและล้อยางพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบบนดินทรายและดินทรายร่วนก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน ถึงแม้ว่าผลการทดสอบจะมองเห็นความแตกต่างก็ตาม แต่ความแตกต่างไม่มากพอที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นข้อสรุปของงานวิจัยนี้คือ ถึงแม้ว่าผลการทดสอบจะพบว่าค่าแรงลาก ความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงานของการใช้งานเครื่องมือกับรถไถเดินตามในไร่มันสำปะหลังจะมีความต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างล้อยางและล้อเหล็ก แต่จากการทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าค่าเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หากเกษตรกรมีรถไถเดินตามใช้งานอยู่แล้วและล้อที่มีใช้งานเป็นล้อเหล็ก ก็สามารถใช้งานต่อไปได้โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนเป็นล้อยางแต่อย่างใด แต่หากเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังยังไม่มีรถไถเดินตามใช้งานหรือกำลังจะตัดสินใจซื้อรถไถเดินตามเพื่อนำมาใช้งานกับไร่มันสำปะหลังแล้ว จากผลการทดสอบในงานวิจัยนี้พบว่า ควรเลือกใช้รถไถเดินตามที่ใช้ล้อยางจะมีความคุ้มค่ามากกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. ในงานวิจัยนี้ใช้พื้นที่ทดสอบในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายร่วนและดินทราย หากนำผลวิจัยนี้ไปใช้งานกับดินสภาพอื่นหรือในภูมิภาคอื่น เช่น ภาคตะวันออกซึ่งดินมีความร่วนมากกว่า ควรพิจารณาถึงลักษณะของดินด้วย

2. งานวิจัยนี้ดำเนินการทดสอบสำหรับช่วงเวลาเก็บเกี่ยวและเตรียมดินที่ใช้โดยส่วนใหญ่ของเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา กล่าวคือ เก็บเกี่ยวและเตรียมดินในช่วงดินแห้ง (ความชื้นต่ำ) ดังนั้นจึงไม่ได้เปลี่ยนแปลงค่าความชื้นที่ใช้ในการทดสอบ หากมีการใช้งานเครื่องมือที่ความชื้นต่างจากนี้ ควรพิจารณาในส่วนนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

วินิต ชินสุวรรณ. 2530. เครื่องจักรกลเกษตรและการจัดการเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 220 น.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. 2537. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 210 น.

สามารถ บุญอาจ. 2543. การออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บหัวมันสำปะหลังแบบติดพ่วงกับรถแทรคเตอร์. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 107 น.

สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์. 2539. วิศวกรรมรถไถเดินตาม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 417 น.

สุรีย์ ตั้งดำรงทรัพย์. 2546. พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อรถไถเดินตามของผู้บริโภคในจังหวัดสระแก้ว. สารนิพนธ์ระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 96 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการส่งออก (Export) -- มันสำปะหลัง : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php (4 กันยายน 2553)

Hermawan, W., Yamazaki, M. and Oida, A. 1999. Design and Traction Performance of the Movable Lug Wheel. Journal of Terramechanics, Vol. 35 Issue 3, July 1998. Pages 159-177

Hunt, D. 1977. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Iowa, U.S.A. 365 p.

Liljedahl, J.B., Turnquist, P.K., Smith, D.W. and Hoki, M. 1989. Tractors and Their Power Units. 4th ed. Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A. 463 p.

Mckyes, E. 1985. Soil Cutting and Tillage. Elsevier Science Publisher B.V., Netherland. 217 p.

Pandey, K.P. and Ojha, T.P. 1978. Effect of Design Parameters on the Performance of Rigid Traction Wheels on Saturated Soils. Journal of Terramechanics, Vol. 15 Issue 3, September 1978. Pages 145-156

Ram, R.B. and Pathak, B.S. 1978. Tractive Efficiency of Soil under a Simple Traction Device. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol.23 Issue 2, June 1978. Pages 141-150

Tiwan, V.K. Pandey, K.P. and Pranav, P.K. 2010. A Review on Traction Prediction Equations. Journal of Terramechanics, Vol. 47 Issue 3, June 2010. Pages 191-199

Tiwan, V.K. Pandey, K.P. and Sharma, A.K. 2009. Development of a Tyre Traction Testing Facility. Journal of Terramechanics, Vol. 46 Issue 6, December 2009. Pages 293-298

Triratanasirichai, K. Oida, A. and Honda, M. 1990. The Performance of Cage Wheels for Small Power Tillers in Agricultural Soil. Journal of Terramechanics, Vol. 27 Issue 3, July 1990. Pages 193-205

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางผนวกที่ 1 สัมประสิทธิ์แรงต้านทานการเคลื่อนที่

ชนิดพื้นผิวดิน	ล้อยางสูบลม	ล้อแข็งเกร็ง	ล้อตีนตะขาบ
พื้นดินไถ (plowed field)	0.18	0.20	0.12
โคลน (mud)	0.25	0.40	-

ที่มา : สุรินทร์ (2539)

ตารางผนวกที่ 2 ตาราง Appendix C Points for the Distribution of *F* [5% (light type) and 1% (bold face type)]

F_2	f_1 Degrees of freedom (for greater mean square)																							F_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254	1
	4,052	4,999	5,403	5,625	5,764	5,859	5,928	5,981	6,022	6,056	6,082	6,106	6,142	6,169	6,208	6,234	6,261	6,286	6,302	6,323	6,334	6,352	6,361	6,366	
2	18.15	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.36	19.37	19.38	19.39	19.40	19.41	19.42	19.43	19.44	19.45	19.46	19.47	19.47	19.48	19.49	19.49	19.50	19.50	2
	98.49	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.49	99.49	99.50	99.50	

ที่มา : สนั่น (2535)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)

ข้อมูลการทำงาน	เครื่องขุดฯกับล้อยาง (B_1T_1)	เครื่องขุดฯกับล้อเหล็ก (B_1T_2)
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	1.6	1.6
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุด (N/cm^2)	35.7	35.5
ความต้านทานการแทงทะลุของดินหลังขุด (N/cm^2)	46.4	46.8
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุด (kPa)	40.2	41
แรงเฉือนภายในดินหลังขุด (kPa)	32	32.5
การลื่นไถล (%)	47.4	33.8
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.47	0.43
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.22	0.18
แรงลาก (นิวตัน)	1394	1942
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง (ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	2.85	3.04
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.243	2.277
เวลาทั้งหมด (นาที)	4.09	5.317
ความสามารถในการทำงาน(ไร่/ชม.)	1.03	0.79
ประสิทธิภาพในการทำงาน(%)	69.68	57.17

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)

ข้อมูลการทำงาน	เครื่องขุดฯกับล้อยาง ($b_1T_{1)}$)	เครื่องขุดฯกับล้อเหล็ก (b_1T_2)
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	2.43	2.43
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ผิวดิน (N/cm^2)	61	64
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ความลึก 10 cm (N/cm^2)	85	88
ความต้านทานการแทงทะลุของดินหลังขุดที่ผิวดิน (N/cm^2)	50	49
ความต้านทานการแทงทะลุของดินหลังขุดที่ความลึก 10 cm (N/cm^2)	97	100
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุดที่ผิวดิน (kPa)	81	84
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุดที่ 10 cm (kPa)	104	109
แรงเฉือนภายในดินหลังขุดที่ผิวดิน (kPa)	80	66
แรงเฉือนภายในดินหลังขุดที่ 10 cm (kPa)	111	100
การลื่นไถล (%)	39	21
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.47	0.4
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.23	0.27
แรงฉุดลาก (นิวตัน)	1596	1972
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง (ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	4.22	5.51
เวลาสูญเสีย (นาที)	0.38	1.79
เวลาทั้งหมด (นาที)	5	7.3
ความสามารถในการทำงาน(ไร่/ชม.)	0.99	0.67
ประสิทธิภาพในการทำงาน(%)	84.4	75.4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน Loamy sand (ดินทรายร่วน)

ข้อมูลการทำงาน	ไถจานกับล้อยาง (B_2T_1)	ไถจานกับล้อเหล็ก (B_2T_2)
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	4.83	4.83
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนไถ(N/cm^2)	31.5	32
แรงเฉือนภายในดินก่อนไถ (kpa)	27.33	27.13
การลื่นไถล (%)	32.5	17.4
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.75	0.72
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.337	0.333
แรงฉุดลาก (นิวตัน)	1,719	2,893
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง (ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	7.32	8.46
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.78	2.23
เวลาทั้งหมด (นาที)	9.1	11.69
ความสามารถในการทำงาน(ไร่/ชม.)	1.61	1.26
ประสิทธิภาพในการทำงาน(%)	80.43	72.36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบไถจานกับล้อยางและล้อเหล็กในดิน sand (ดินทราย)

ข้อมูลการทำงาน	ไถจานกับล้อยาง (b_2t_1)	ไถจานกับล้อเหล็ก (b_2t_2)
ปริมาณความชื้นในดิน (%mc)	1.7	1.7
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ผิวดิน (N/cm^2)	21	21.8
ความต้านทานการแทงทะลุของดินก่อนขุดที่ความลึก 10 cm (N/cm^2)	53.2	53
แรงเฉือนภายในดินก่อนขุดที่ 10 cm (kPa)	50	50.4
การลื่นไถล (%)	20	3
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.55	0.50
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	0.3	0.32
แรงลาก (นิวตัน)	1,470	2,008
พื้นที่ทดสอบต่อแปลง(ไร่)	0.245	0.245
เวลาในการทำงาน (นาที)	9.02	10.2
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.32	2.54
เวลาทั้งหมด (นาที)	10.34	12.74
ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชม.)	1.42	1.15
ประสิทธิภาพในการทำงาน (%)	87.23	80.06

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

การคำนวณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการวิเคราะห์แรงลากทางสถิติของรถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางขับเคลื่อนในไร่มันสำปะหลัง

ตารางผนวกที่ 7 แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง (kN)

ชนิดล้อ (Treatment)	**ซ้ำ (block)**		**ผลรวมของสิ่งทดลอง**	**ค่าเฉลี่ย**
	ดิน Loamy sand	**ดิน Sand**		
ล้อยาง	1.394	1.596	2.99(T_1)	1.496($\overline{T_1}$)
ล้อเหล็ก	1.942	1.972	3.914(T_2)	1.957($\overline{T_2}$)
ผลรวมของซ้ำ	3.336(R_1)	3.568(R_2)	6.904(G.T.)	1.726(G.M.)

หมายเหตุ T_1, T_2 : คือผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง

$\overline{T_1}, \overline{T_2}$: คือค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง

R_1, R_2 : คือค่าผลรวมของแต่ละซ้ำหรือบล๊อค

G.T. : ผลรวมทั้งหมด (grand total)

G.M. : ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean)

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	r-1	$\frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t}$ C.F.	$\frac{(R)ss}{r\ 1} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
Treatments	t-1	$\frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2}{r}$ C.F.	$\frac{(T)ss}{t\ 1} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error (RxT)	(r-1)(t-1)	Total ss - (R) ss - (t) ss	$\frac{ErrorSS}{(r\ 1)(t\ 1)} = M_1$	
Total	tr-1	$\sum(eachvalue)^2$ C.F.		

t : คือจำนวนสิ่งทดลอง

r : คือจำนวนซ้ำ

ที่มา : ศิริชัย, (2545)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\text{C.F.} = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} = \frac{(\text{G.T.})^2}{(t)(r)} = \frac{(6.904)^2}{(2)(2)} = 11.916$$

Sum of squares

Total SS = ผลบวกของ (ข้อมูลแต่ละหน่วยการทดลอง)^2 – C.F.

$= (1.394)^2 + (1.972)^2 + (1.942)^2 + (1.596)^2 - 11.916$

$= 0.2346$

Replications SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละซ้ำ})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละซ้ำ} = \text{จำนวนสิ่งทดลอง}} - \text{C.F.}$

$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(3.336)^2 + (3.568)^2}{2} - 11.916$

$= 0.01376$

Treatment SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง} = \text{จำนวนซ้ำ}} - \text{C.F.}$

$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(3.366)^2 + (3.538)^2}{2} - 11.916$

$= 0.0077$

Error SS = Total SS – Replications SS – Treatments SS

$= 0.2346 - 0.01376 - 0.0077$

$= 0.21314$

Mean Squares

Replications MS, (M_3) $= \frac{\textbf{Replications SS}}{\textbf{d.f.replications,}(\mathbf{r-1})} = \frac{0.01376}{1} = 0.01376$

Treatments MS, (M_2) $= \frac{\textbf{Teratments SS}}{\textbf{d.f.treatments,(t-1)}} = \frac{0.0077}{1} = 0.0077$

Error MS, (M_1) $= \frac{Error\ SS}{d.f.error,(r-1)(t-1)} = \frac{0.21314}{(2\quad 1)(2\quad 1)} = 0.21314$

F-values

F(rep.) $= \frac{Rep.MS}{Error\ MS}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.01376}{0.21314}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 0.0646

F(treat.) $= \frac{Treat.MS}{Error\ MS}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.0077}{0.21314}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 0.0361

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตาราง(ตารางผนวกที่ 1)

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 0.0646<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 0.0646<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 0.0361<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 0.0361<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

F.05 คือ ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.05 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 95 ครั้ง ส่วนอีก 5 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

F.01 คือ ระดับความเชื่อมั่น 99% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.01 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 99 ครั้ง ส่วนอีก 1 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางผนวกที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.01376	0.01376	0.0646
Treatments	1	0.0077	0.0077	0.0361
Error (RxT)	1	0.21314	0.21314	
Total	3			

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังและไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy Sand (ดินทรายร่วน) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับ ไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการวิเคราะห์แรงลากทางสถิติของรถไถเดินตามต่อพ่วงไถจานที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางขับเคลื่อนในไร่มันสำปะหลัง

ตารางผนวกที่ 10 แสดงแรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง (kN)

ชนิดล้อ (Treatment)	**ซ้ำ (block)**		**ผลรวมของสิ่งทดลอง**	**ค่าเฉลี่ย**
	ดิน Loamy sand	**ดิน Sand**		
ล้อยาง	1.719	1.470	3.186(T_1)	1.593($\bar{T}_1$)
ล้อเหล็ก	1.942	2.008	3.95(T_2)	1.975($\bar{T}_2$)
ผลรวมของซ้ำ	3.661(R_1)	3.478(R_2)	7.136(G.T.)	1.784(G.M.)

หมายเหตุ T_1, T_2 : คือผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง

$\bar{T}_1, \bar{T}_2$: คือค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง

R_1, R_2 : คือค่าผลรวมของแต่ละซ้ำหรือบล๊อค

G.T. : ผลรวมทั้งหมด (grand total)

G.M. : ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean)

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	r-1	$\frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t}$ C.F.	$\frac{(R)_{SS}}{r\ \ 1} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
Treatments	t-1	$\frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2}{r}$ C.F.	$\frac{(T)_{SS}}{t\ \ 1} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error (RxT)	(r-1)(t-1)	Total ss - (R) ss - (t) ss	$\frac{ErrorSS}{(r\ \ 1)(t\ \ 1)} = M_1$	
Total	tr-1	$\sum(eachvalue)^2$ C.F.		

t : คือจำนวนสิ่งทดลอง

r : คือจำนวนซ้ำ

ที่มา : ศิริชัย, (2545)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\text{C.F.} = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} = \frac{(\text{G.T.})^2}{(t)(r)} = \frac{(7.136)^2}{(2)(2)} = 12.73$$

Sum of squares

Total SS = ผลบวกของ (ข้อมูลแต่ละหน่วยการทดลอง) ^{2} – C.F.

$= (1.719)^2 + (1.470)^2 + (1.942)^2 + (2.008)^2 - 12.73$

$= 0.1892$

Replications SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละซ้ำ})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละซ้ำ} = \text{จำนวนสิ่งทดลอง}} - \text{C.F.}$

$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(3.661)^2 + (3.478)^2}{2} - 12.73$

$= 0.0197$

Treatment SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง} = \text{จำนวนซ้ำ}} - \text{C.F.}$

$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(3.186)^2 + (3.95)^2}{2} - 12.73$

$= 0.1465$

Error SS = Total SS – Replications SS – Treatments SS

$= 0.1892 - 0.0197 - 0.1465$

$= 0.023$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Mean Squares

Replications MS, (M_3) $= \frac{\textbf{Replications SS}}{\textbf{d.f.replications,(r−1)}} = \frac{0.0197}{(2 \quad 1)} = 0.0197$

Treatments MS, (M_2) $= \frac{\textbf{Teratments SS}}{\textbf{d.f.treatments,(t−1)}} = \frac{0.1465}{(2 \quad 1)} = 0.1465$

Error MS, (M_1) $= \frac{\boldsymbol{Error\ SS}}{\boldsymbol{d.f.error,(r-1)(t-1)}} = \frac{0.023}{(2 \quad 1)(2 \quad 1)} = 0.023$

F-values

F(rep.) $= \frac{\boldsymbol{Rep.MS}}{\boldsymbol{Error\ MS}}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.0197}{0.023}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 0.8565

F(treat.) $= \frac{\boldsymbol{Treat.MS}}{\boldsymbol{Error\ MS}}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.1465}{0.023}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 6.3695

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตาราง(ตารางผนวกที่ 1)

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 0.8565<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 0.8565<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 6.395<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 6.3695<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

F.05 คือ ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.05 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 95 ครั้ง ส่วนอีก 5 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

F.01 คือ ระดับความเชื่อมั่น 99% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.01 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 99 ครั้ง ส่วนอีก 1 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงลากที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.0197	0.0197	0.8565
Treatments	1	0.1465	0.1465	6.3695
Error (RxT)	1	0.023	0.023	
Total	3			

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ แรงลากของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อน ไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานทางสถิติของรถไถเดินตามต่อเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางขับเคลื่อนในไร่มันสำปะหลัง

ตารางผนวกที่ 13 แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง (ไร่/ชม.)

ชนิดล้อ (Treatment)	**ซ้ำ (block)**		**ผลรวมของสิ่งทดลอง**	**ค่าเฉลี่ย**
	ดิน Loamy sand	**ดิน Sand**		
ล้อยาง	1.03	0.99	2.02(T_1)	1.01($\bar{T}_1$)
ล้อเหล็ก	0.79	0.67	1.46(T_2)	0.73($\bar{T}_2$)
ผลรวมของซ้ำ	1.82(R_1)	1.66(R_2)	3.48(G.T.)	0.87(G.M.)

หมายเหตุ T_1, T_2 : คือผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง

$\bar{T}_1, \bar{T}_2$: คือค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง

R_1, R_2 : คือค่าผลรวมของแต่ละซ้ำหรือบล๊อค

G.T. : ผลรวมทั้งหมด (grand total)

G.M. : ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	r-1	$\frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t}$ C.F.	$\frac{(R)_{SS}}{r \quad 1} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
Treatments	t-1	$\frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2}{r}$ C.F.	$\frac{(T)_{SS}}{t \quad 1} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error (RxT)	(r-1)(t-1)	Total ss - (R) ss - (t) ss	$\frac{ErrorSS}{(r \quad 1)(t \quad 1)} = M_1$	
Total	tr-1	$\sum(eachvalue)^2$ C.F.		

t : คือจำนวนสิ่งทดลอง

r : คือจำนวนซ้ำ

ที่มา : ศิริชัย, (2545)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\text{C.F.} = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} = \frac{(\text{G.T.})^2}{(t)(r)} = \frac{(3.48)^2}{(2)(2)} = 3.0276$$

Sum of squares

Total SS = ผลบวกของ (ข้อมูลแต่ละหน่วยการทดลอง) ^{2} – C.F.

$= (1.03)^2 + (0.99)^2 + (0.79)^2 + (0.67)^2 - 3.0276$

$= 0.0864$

Replications SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละซ้ำ})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละซ้ำ} = \text{จำนวนสิ่งทดลอง}} - \text{C.F.}$

$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(1.82)^2 + (1.66)^2}{2} - 3.0276$

$= 0.0064$

Treatment SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง} = \text{จำนวนซ้ำ}} - \text{C.F.}$

$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(2.02)^2 + (1.46)^2}{2} - 3.0276$

$= 0.0784$

Error SS = Total SS – Replications SS – Treatments SS

$= 0.0864 - 0.0064 - 0.0784$

$= 0.0016$

Mean Squares

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Replications MS, (M_3) $= \frac{\textbf{Replications SS}}{\textbf{d.f.replications,(r−1)}} = \frac{0.0064}{(2 \quad 1)} = 0.0064$

Treatments MS, (M_2) $= \frac{\textbf{Teratments SS}}{\textbf{d.f.treatments,(t−1)}} = \frac{0.0784}{(2 \quad 1)} = 0.0784$

Error MS, (M_1) $= \frac{\boldsymbol{Error\ SS}}{\boldsymbol{d.f.error,(r-1)(t-1)}} = \frac{0.0016}{(2 \quad 1)(2 \quad 1)} = 0.0016$

F-values

F(rep.) $= \frac{\boldsymbol{Rep.MS}}{\boldsymbol{Error\ MS}}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.0064}{0.0016}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 4

F(treat.) $= \frac{\boldsymbol{Treat.MS}}{\boldsymbol{Error\ MS}}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.0784}{0.0016}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 49

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตาราง(ตารางผนวกที่ 1)

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 4<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 4<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 49<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 49<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

F.05 คือ ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.05 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 95 ครั้ง ส่วนอีก 5 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

F.01 คือ ระดับความเชื่อมั่น 99% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.01 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 99 ครั้ง ส่วนอีก 1 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.0064	0.0064	4
Treatments	1	0.0784	0.0784	49
Error (RxT)	1	0.0016	0.0016	

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการขุดมันสำปะหลังในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อน ไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานทางสถิติของรถไถเดินตามต่อพ่วงไถจานที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางขับเคลื่อนในไร่มันสำปะหลัง

ตารางผนวกที่ แสดงความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง(ไร่/ชม.)

ชนิดล้อ (Treatment)	**ซ้ำ (block) ดิน Loamy sand**	**ดิน Sand**	**ผลรวมของสิ่งทดลอง**	**ค่าเฉลี่ย**
ล้อยาง	1.61	1.42	3.03(T_1)	1.515($\bar{T}_1$)
ล้อเหล็ก	1.26	1.15	2.41(T_2)	1.205($\bar{T}_2$)
ผลรวมของซ้ำ	2.87(R_1)	2.57(R_2)	5.44(G.T.)	1.36(G.M.)

หมายเหตุ T_1, T_2 : คือผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง

$\bar{T}_1, \bar{T}_2$: คือค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง

R_1, R_2 : คือค่าผลรวมของแต่ละซ้ำหรือบล๊อค

G.T. : ผลรวมทั้งหมด (grand total)

G.M. : ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean)

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	r-1	$\frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t}$ C.F.	$\frac{(R)_{SS}}{r\ 1} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
Treatments	t-1	$\frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2}{r}$ C.F.	$\frac{(T)_{SS}}{t\ 1} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error (RxT)	(r-1)(t-1)	Total ss - (R) ss - (t) ss	$\frac{ErrorSS}{(r\ 1)(t\ 1)} = M_1$	
Total	tr-1	$\sum(eachvalue)^2$ C.F.		

t : คือจำนวนสิ่งทดลอง

r : คือจำนวนซ้ำ

ที่มา : ศิริชัย, (2545)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\text{C.F.} = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} = \frac{(\text{G.T.})^2}{(t)(r)} = \frac{(5.44)^2}{(2)(2)} = 7.3984$$

Sum of squares

Total SS = ผลบวกของ (ข้อมูลแต่ละหน่วยการทดลอง) ^{2} – C.F.

$= (1.61)^2 + (1.42)^2 + (1.26)^2 + (1.15)^2 - 7.3984$

$= 0.1202$

Replications SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละซ้ำ})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละซ้ำ} = \text{จำนวนสิ่งทดลอง}} - \text{C.F.}$

$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(2.87)^2 + (2.57)^2}{2} - 7.3984$

$= 0.0225$

Treatment SS $= \frac{\text{ผลบวกของ}(\text{ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบกับผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง} = \text{จำนวนซ้ำ}} - \text{C.F.}$

$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_r^2}{t} - \text{C.F.}$

$= \frac{(3.03)^2 + (2.41)^2}{2} - 7.3984$

$= 0.0961$

Error SS = Total SS – Replications SS – Treatments SS

$= 0.1202 - 0.0225 - 0.0961$

$= 0.0016$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Mean Squares

Replications MS, (M_3) $= \frac{\textbf{Replications SS}}{\textbf{d.f.replications,(r−1)}} = \frac{0.0225}{(2 \quad 1)} = 0.0225$

Treatments MS, (M_2) $= \frac{\textbf{Teratments SS}}{\textbf{d.f.treatments,(t−1)}} = \frac{0.0961}{(2 \quad 1)} = 0.0961$

Error MS, (M_1) $= \frac{\boldsymbol{Error\ SS}}{\boldsymbol{d.f.error,(r-1)(t-1)}} = \frac{0.0016}{(2 \quad 1)(2 \quad 1)} = 0.0016$

F-values

F(rep.) $= \frac{\boldsymbol{Rep.MS}}{\boldsymbol{Error\ MS}}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.0225}{0.0016}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 15.625

F(treat.) $= \frac{\boldsymbol{Treat.MS}}{\boldsymbol{Error\ MS}}$ d.f. (r-1) และ (r-1)(t-1)

$= \frac{0.0961}{0.0016}$ d.f. 1 และ 1

$F(rep.)_{1,1}$ = 60.0625

เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตาราง(ตารางผนวกที่ 1)

$F_{(rep..)\ 1,1}$ = 15.625<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 15.625<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

$F_{(treat.)\ 1,1}$ = 60.0625<161 [$F.05_{(1,1)}$]

= 60.0625<4052 [$F.01_{(1,1)}$]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

F.05 คือ ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.05 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 95 ครั้ง ส่วนอีก 5 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

F.01 คือ ระดับความเชื่อมั่น 99% หรือระดับความเป็นไปได้ 0.01 หมายถึง ในการทดลอง 100 ครั้ง จะแสดงความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 99 ครั้ง ส่วนอีก 1 ครั้งไม่มีความแตกต่างกั

ตารางผนวกที่ 18 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลัง

Source of variation	d.f.	SS	MS	F
Replications	1	0.0225	0.0225	15.625
Treatments	1	0.0961	0.0961	60.0625
Error (RxT)	1	0.0016	0.0016	
Total	3			

จากการคำนวณ พบว่า จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อนที่เนื้อดินประเภท Loamy sand (ดินทรายร่วน) และดิน Sand (ดินทราย) ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % กล่าวคือ ความสามารถในการทำงานของรถไถเดินตามที่ใช้ในการไถเตรียมดินในไร่มันสำปะหลังโดยมีล้อยางและล้อเหล็กในการขับเคลื่อน ไม่มีความแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

ภาพผนวก

ภาพที่ 1 การวัดค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาพที่ 2 การวัดค่าแรงเฉือนภายในดิน

ภาพที่ 3 การวัดแรงฉุดลากของรถไถเดินตาม

ภาพที่ 4 การวัดความเร็วรอบของรถไถเดินตาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ง

การเผยแพร่ผลการวิจัย

การทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง

Traction Testing of Cage and Tyre Wheels Power Tiller for Working with Cassava Field

*สุกรี สุขประเสริฐ[1], มานะศักดิ์ ทิพย์ภูจอม[1] , สามารถ บุญอาจ[2,]
[1] สาขาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยัลเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
[2] สาขาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยัลเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
ติดต่อผู้เขียน: สุกรี สุขประเสริฐ E-mail: coe_engineer@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง การทดสอบแบบติดตั้งอุปกรณ์ต่อพ่วงเครื่องมือทางการเกษตร เพื่อทำการทดสอบแรงฉุดลาก ประเมินประสิทธิภาพและสมรรถนะในการทำงานของรถไถเดินตาม ผลการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามเทียบวัดแรงฉุดลากโดยใช้เครื่อง Strain indicator พบว่า แรงฉุดลากที่วัดได้เมื่อใช้ล้อเหล็ก 2,893 นิวตัน แรงฉุดลากที่วัดได้เมื่อใช้ล้อยาง 1,719 นิวตัน ดังนั้นแรงฉุดลากที่เหมาะสมกับรถไถเดินตามที่ใช้งานในไร่มันสำปะหลังเท่ากับ 1,719 นิวตัน ล้อที่เหมาะสม คือ ล้อยาง เนื้อดินประเภทดินทรายร่วน ความชื้น 4.83% dry basis กำลังที่ใช้ในการทำงาน 1.16 แรงม้า ความเร็วในการทำงาน 2.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สมรรถนะการทำงานไร่ต่อชั่วโมง 0.92 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 85.3 %

คำหลัก: รถไถเดินตาม, แรงฉุดลาก, ล้อเหล็ก, ล้อยาง

1. บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง ประเทศไทยมันสำปะหลังเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าการ ส่งออกที่มีมูลค่าการส่งออกปีละประมาณ 40,000บาท [2] ประเทศไทยส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลก ถึงแม้จะมีปริมาณการผลิตเพียง 25.11 ล้านตัน [2] ในปี 2554/2555 โดยมีพื้นที่การปลูกมันสำปะหลัง 7.37 ล้านไร่ [2] การส่งออกซึ่งอยู่อันดับสามของโลกรองจากประเทศไนจีเรียและบราซิล เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกได้ดีในดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวและทนแล้งได้ดีพื้นที่ปลูกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียง เหนือของประเทศโดยเฉพาะจังหวัดนคราชสีมา ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง 1.7 ล้านไร่ [2] ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอ ครบุรี หนองบุญมาก เสิงสาง มันสำปะหลังนอกจากถูกนำไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปต่างๆ การผลิตอาหารสัตว์และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆแล้ว ยังมีศักยภาพสูงที่จะนำไปผลิตเอทานอลในเชิงพานิชย์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานปิโตรเลียม ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่เกษตรกรที่นิยมปลูกกันมากเพราะความเสี่ยงเรื่องราคา การตลาด และความเสียหายจากความแห้งแล้งน้อยกว่าพืชไร่ชนิดอื่นๆ

รถไถเดินตามเป็นหนึ่งในเครื่องจักรกลเกษตรที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบการผลิตทางการเกษตรใน

ประเทศไทยตลอดมา เนื่องจากลักษณะพื้นที่ทางการเกษตรของประเทศไทยส่วนใหญ่มักแบ่งออกเป็นแปลงขนาดเล็กจึงเหมาะสมกับรถไถเดินตามในการทำงาน อีกปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมรถไถเดินตามเป็นที่นิยมอย่างสูงคือ ความสามารถในการทำงานอเนกประสงค์ เช่น การต่อพ่วงเครื่องจักรกลเกษตร การขนส่งผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการจัดหามีราคาไม่สูงมากนัก ส่วนใหญ่ในประเทศไทยมักจะมีรถไถเดินตามเป็นเครื่องจักรกลเกษตรหลักระดับครัวเรือน สำหรับเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังรายย่อยที่มีพื้นที่การปลูกโดยเฉลี่ย 12-15 ไร่ต่อครัวเรือน ในการนำรถไถเดินตามมาใช้ในไร่มันสำปะหลังสามารถใช้ตั้งแต่ก่อนการปลูกโดยเริ่มจากกระบวนการเตรียมดิน ยกร่องปลูก นำมาใช้ระหว่างการปลูกจนการเก็บเกี่ยว เช่น การติดผาลไถยกร่องปลูก การติดตั้งเครื่องขุดมันสำปะหลัง การทำงานของรถไถเดินตามเมื่อใช้ในการฉุดลากเครื่องมือทางการเกษตร ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อสามารถฉุดลากได้มากขึ้น ขณะที่อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเท่าเดิม ดังนั้นหากรถไถเดินตามที่ใช้งานสามารถออกแรงฉุดลากได้ดีกว่า จะหมายความว่ามีประสิทธิภาพสูง ส่งผลเกิดความประหยัดในการทำงาน สามารถลดค่าใช้จ่าย เพิ่มรายได้ให้กับผลผลิตทางการเกษตรได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มแรงฉุดลากจะประกอบไปด้วย ลักษณะล้อขับเคลื่อน สภาพพื้นที่ ลักษณะและชนิดของดินรวมไปถึงความชื้นของดินด้วย

ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะเลือกใช้รถไถเดินตามโดยพิจารณาปัจจัยในด้านราคา ความรวดเร็วในการทำงาน ความแข็งแรงทนทาน ความสะดวกในการจัดซื้อเท่านั้น โดยไม่พิจารณาปัจจัยการเลือกใช้ล้อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เนื่องจากเกษตรกรไม่มีข้อมูลดังกล่าวที่เพียงพอ การทดสอบแรงฉุดลากที่เกิดขึ้นของรถไถเดินตามระหว่างล้อเหล็กและล้อยาง เพื่อรวบรวมข้อมูลและสามารถใช้ในการตัดสินใจการเลือกใช้ล้อรถไถให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใช้งาน จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการผลิต และเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรของตนเองได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามเมื่อใช้ล้อเหล็กและล้อยางในไร่มันสำปะหลัง

2.2 เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการเลือกใช้ล้อรถไถเดินตามให้เหมาะสมกับเกษตรกร

3. ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

3.1 ได้ผลการทดสอบแรงฉุดลากระหว่างล้อเหล็กกับล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง

3.2 เกษตรกรสามารถนำผลการวิจัยไปเลือกใช้ล้อที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ทำงานมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตได้

4. ขอบเขตของการศึกษา

ทำการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามเปรียบเทียบระหว่างการใช้ล้อเหล็กและล้อยางในไร่มันสำปะหลังเท่านั้น

5. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131
2. อุปกรณ์เตรียมดิน ผาลไถ
3. เครื่องขุดมันสำปะหลัง
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก
6. เครื่องวัดความเร็วรอบ
7. เทปวัด
8.เครื่องวัดความลึกร่องไถ
9. pole
10.เครื่องวัดคุณสมบัติของดิน
11. เครื่อง cone index
12. ถุงซิบ

13. เทปกาว
14. กระดาษกาว
15. เชือกฟาง
17. กระบอกตวงน้ำมัน
18 เครื่อง Strain indicator
19 รถแทรกเตอร์คูโบต้าแม็กซ์ รุ่น L4708

6. วิธีการทดสอบ

การหาปริมาณความชื้นในดิน Soil Moisture content นำถุงซิบเพื่อเตรียมใส่ดินในแปลงการทดสอบแปลงละ 5 จุด ทำการเก็บตัวอย่างดินจากการทดสอบการไถดินและเครื่องขุดมันสำปะหลัง จากนั้นจึงนำตัวอย่างดินมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนการอบ และนำตัวอย่างดินไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 95-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดจึงนำตัวอย่างดินออกมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักหลังอบ แล้วจึงนำค่าน้ำหนักที่ได้มาหาค่าปริมาณความชื้นในดินจากสมการดังนี้

ปริมาณความชื้น $W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$

เมื่อ W คือปริมาณความชื้นของดินแห้ง (% d. b)
W_w คือน้ำหนักของน้ำ
W_s คือน้ำหนักของเม็ดดิน
M_w คือมวลของน้ำ
M_s มวลของเม็ดดิน

ความต้านทานการแทงทะลุของดิน (cone index) ใช้ cone penetrometer กดดินโดยใช้หัวรูปกรวยขนาดพื้นที่ 2 ตาราเซนติเมตร ในการกด ทำการกดดินในจุดต่างๆ 5 จุด แรงเฉือนภายในดิน (soil Strength Parameters) ใช้ Shear annulus กดดินแล้วหมุน Shear annulus จนเนื้อดินขาดออกจากกัน ทำการกดดินในจุดต่างๆ 5 จุด โดยทำการกด ก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบ วัชพืช ใช้บล๊อกในการสุ่มขนาด 1 X 1 เมตร สุ่มและนับจำนวนวัชพืชที่มีก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบและนำไปชั่งน้ำหนัก ทำการเก็บข้อมูลวัชพืชแปลงละ 5 จุด ความลึกของร่องไถวัดความลึกของร่องไถขณะทำการไถ โดยซุ่มวัดทั้งหมด 10 ค่าใน 1 แปลง โดยแต่ละแถวใน 1 แปลงจะวัดความลึกร่องไถเพียง 1 ค่า อุปกรณ์ในการวัดคือเครื่องมือการวัดความลึกร่องไถ ความเร็วในการทำงานความเร็วในการทำงานสามารถหาได้โดยการปัก Pole 2 หลัก มีระยะห่างกัน 10 เมตร ตำแหน่งการปัก แล้วทำการจับเวลาในการทำงานขณะรถไถเดินตามกำลังวิ่งผ่าน Pole ที่ปักไว้ ทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ต่อ 1 แปลงการทดสอบ ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละครั้งที่ทำงานเสร็จใน 1 แปลงการทดสอบ ด้วยบิกเกอร์พลาสติกทรงกระบอกแบบอ่านค่าได้ละเอียด

7. ผลการทดลองและวิจารณ์

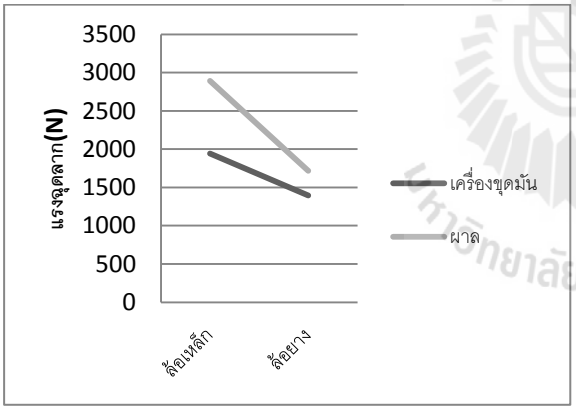
ตารางที่1 การทดสอบแรงฉุดลากกับเครื่องขุดมันสำปะหลัง

ข้อมูลการทำงาน	ล้อยาง	ล้อเหล็ก
แรงฉุดลาก (นิวตัน)	1393.91	1941.63
เวลาในการทดสอบ (นาที)	2.847	3.04
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.243	2.277
เวลาทั้งหมด (นาที)	4.09	5.317
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.47	0.43
ประสิทธิภาพการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	69.60	57.17
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.22	0.11
%slip	47.4	33.8

ตาราที่ 2 แสดงการการทดสอบแรงฉุดลากกับผาลไถ

ข้อมูลการทำงาน	ล้อยาง	ล้อเหล็ก
แรงฉุดลาก (นิวตัน)	1718.78	2892.75
เวลาในการทดสอบ (นาที)	10.32	8.46
เวลาสูญเสีย (นาที)	1.78	2.23
เวลาทั้งหมด (นาที)	12.1	10.69
ความเร็วในการทำงาน (เมตรต่อวินาที)	0.75	0.39
ประสิทธิภาพการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	85.30	79.13
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร)	0.64	0.68
%slip	32.5	17.4

รูปที่ 1 แสดงแรงฉุดลากระหว่างล้อเหล็กล้อยางต่อพ่วงกับเครื่องขุดมันสำปะหลังและผาลไถ



จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ประสิทธภาพการฉุดลากของผาลไถแบบล้อเหล็กมีแรงฉุดลากมากที่สุดและแรงฉุดลากของเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบล้อยางน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของแปลงทดสอบ การทดสอบครั้งนี้ชนิดของดินเป็น ดินร่วนปนทรายที่ความชื้นของดิน 4.83% dry basis เท่านั้น และผลที่มีต่อแรงฉุดลากขึ้นอยู่กับ สภาพค่าความแข็งของดิน ความลึกของล้อ ความลึกของร่อง แรงเฉือนของดินที่ทำการทดสอบ และ % slip ของล้อเมื่อทำการทดสอบ ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 สามารถอธิบายผลการทดสอบแรงฉุดลาก ล้อเหล็ก ล้อยาง กับอุปกรณ์เครื่องขุดมันสำปะหลังและผาลไถได้

8. สรุป

การทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง พบว่า ที่สภาพดินเป็นดินร่วนปนทราย **ความชื้น**ของดิน 4.83% dry basis แรงฉุดลากที่เหมาะสมกับรถไถเดินตามที่ใช้งานในไร่มันสำปะหลังเท่ากับ 1,719 นิวตัน ล้อที่เหมาะสมชนิดล้อยางและกำลังที่ใช้ในการทำงาน 1.16 แรงม้า ที่ความเร็วในการทำงาน 2.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีสมรรถนะการทำงาน 0.92 ไร่ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการทำงาน 85.3 % ถือเป็นแรงฉุดลากที่ได้จากข้อมูลการวิจัยเรื่องการทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง สามารถใช้เพื่อการตัดสินใจในการเลือกใช้ล้อรถไถเดินตามให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใช้งาน

9. กิติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้ เอื้อเฟื้อ รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า N131 และอุปกรณ์ต่อพ่วงให้มาศึกษาและทดสอบในครั้งนี้

10.เอกสารอ้างอิง

[1] ชาญชัย โรจนสโรช. 2551 . รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบติดรถไถนาเดินตาม.2552. ตุลาคม 2552

[2] ตลาดสินค้าแกษตรแห่งประเทศไทย. (2554). **ปริมาณการสำรวจมันสำปะหลัง** [ออนไลน์]. http://www.tapiocaonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=139&lang=th

[3] วินิต ชินสุวรรณ. 2530. เครื่องจักรกลเกษตรและการจัดการเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 220 น.

[4] สามารถ บุญอาจ. 2543. การออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บหัวมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงรถแทรคเตอร์. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 107 น.

[5] Hermawan, W., Yamazaki, M. and Oida, A. 1999. Design and Traction Performance of the Movable Lug Wheel. Journal of Terramechanics, Vol. 35 Issue 3, July 1998. Pages 159-177

[6] Hunt, D. 1977. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Iowa, U.S.A. 365 p.

[7] Liljedahl, J.B., Turnquist, P.K., Smith, D.W. and Hoki, M. 1989. Tractors and Their Power Units. 4th ed. Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A. 463 p.

[8] Mckyes, E. 1985. Soil Cutting and Tillage. Elsevier Science Publisher B.V., Netherland. 217 p.

[9] Pandey, K.P. and Ojha , T.P. 1978. Effect of Design Parameters on the Performance of Rigid Traction Wheels on Saturated Soils. Journal of Terramechanics, Vol. 15 Issue 3, September 1978. Pages 145-15

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี