บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

จากวิธีการดำเนินการวิจัยที่กล่าวมาแล้ว ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอนประกอบด้วย

1. ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางราย
2. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ
3. การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบ
4. ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางราย

ดังนั้นจึงแยกการเสนอผลการวิจัยและวิจารณ์ผลตามวิธีการดำเนินการวิจัยข้างต้น โดยมีรายละเอียดของผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลจากการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องตัดวางรายต้นพันธุ์มันสำปะหลัง

4.1.1 ผลการศึกษาปัญหาและวิธีการตัดต้นมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน

ผลการศึกษาที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร และผู้รับจ้างเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจำนวน 25 ราย (เพศชาย 19 ราย เพศหญิง 6 ราย) อายุระหว่าง 20-45 ปี ในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี สรุปได้ดังนี้

1. แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานภายในชุมชน หรือหมู่บ้านใกล้เคียง
2. มันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวมีอายุ 8-12 เดือน
3. การตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยวิธีเดิมใช้ มีด
3. ค่าจ้างแรงงานในการตัด 150-200 บาทต่อคนต่อวันทำงานประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน
4. ปริมาณการตัดต้นพันธ์มันสำปะหลังต่อคนต่อวัน (ทำงาน 7-8 ชั่วโมง) ประมาณ 1 ไร่ ขึ้นอยู่กับความชำนาญ
5. ปัญหาที่พบในการเก็บเกี่ยวท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง
   - เกษตรกรมีอาการปวดหลังและแขนเรื้อรังเนื่องจากการก้มทำงานตลอดทั้งวัน
   - ขาดแคลนแรงงานสำหรับการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงการเก็บเกี่ยวอ้อย หรือ ข้าวโพด
6. ปัญหาที่พบเกี่ยวกับรถแทรกเตอร์

จากการที่ได้ลงพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในหลายจังหวัด เช่น จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสระแก้ว และจังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น พบว่ารถแทรกเตอร์รับจ้างที่ใช้งานในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นรถค่อนข้างเก่า ใช้งานได้เฉพาะการต่อพ่วง 3 จุด หรือการลากจูงเท่านั้น ไม่มีระบบส่งกำลังเพลา PTO (ถอดออกหรือเสีย) ซึ่งถือว่าเป็นต้นกำลังที่สำคัญของเครื่องต้นแบบที่ได้ทำการวิจัย เพื่อตัดปัญหาที่จะเกิดจาก

ต้นกำลังดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจเปลี่ยนต้นกำลังจากเพลา PTO ของรถแทรกเตอร์มาเป็นเครื่องยนต์ดีเซลเล็กที่เกษตรกรมีใช้อยู่ทั่วไป โดยออกแบบให้เครื่องตัดต้นพันธ์มันสำปะหลังแบบวางรายต้นแบบสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง

4.1.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของต้นมันสำปะหลังและสภาพของพื้นที่ก่อนเก็บเกี่ยวต้นมันสำปะหลัง

จากการสุ่มวัดต้นมันสำปะหลังพันธ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย คือ พันธ์เกษตรศาสตร์ 50 จำนวน 50 ต้น ณ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของต้นมันสำปะหลังและสภาพของพื้นที่ก่อนเก็บเกี่ยวต้นมันสำปะหลัง

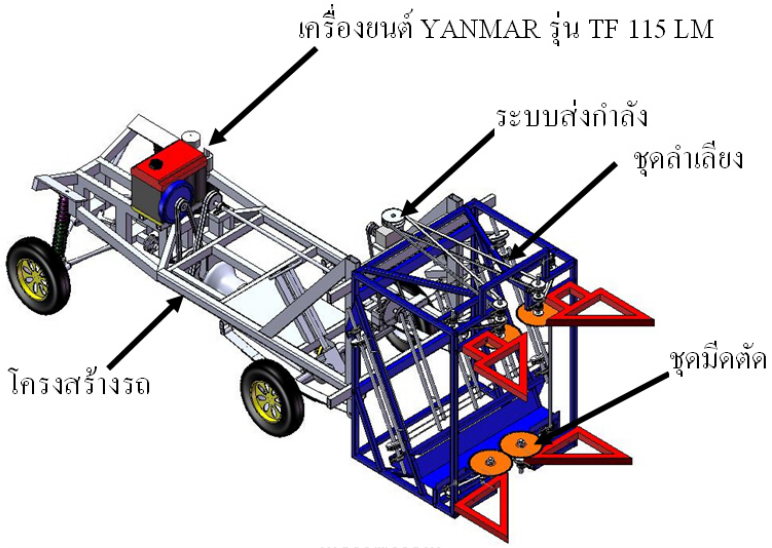
ผลการศึกษา	ความสูงลำต้นที่เหลือหลังตัด (u) cm	ความสูงต้นพันธ์มันสำปะหลังหลังตัด (v) m	ความสูงต้นพันธ์มันสำปะหลังก่อนตัด(y) m	ความกว้างพุ่มส่วนล่าง(z) cm	ความกว้างพุ่มบน(x) cm	ระยะห่างระหว่างร่อง (w) m
ค่าสูงสุด	32.0	2.2	2.7	91.0	96.0	1.4
ค่าต่ำสุด	13.0	1.2	1.7	20.0	1.0	1.0
ค่าเฉลี่ย	21.6	1.6	2.1	51.6	41.0	1.1
S.D.	5.0	0.2	0.2	18.7	37.0	0.1

ผลที่ได้จากการวัดแสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องตัดพันธ์มันสำปะหลังแบบวางราย เช่น ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นมันสำปะหลัง ความกว้างพุ่มบนและล่าง ความกว้างของร่องมันสำปะหลัง จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบในส่วนของความสูงของโครงสร้างชุดตัด ชุดรวบต้นมันสำปะหลัง ความกว้างของเครื่องตัด ระยะความสูงของใบเลื่อยวงเดือนจากพื้นดิน และระยะห่างระหว่างใบเลื่อยตัดยอดและใบเลื่อยตัดต้น เป็นต้น

4.2 ผลจากการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากการรวบรวมข้อมูลและศึกษาในหัวข้อที่ 4.1 รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ และหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบ จึงได้เครื่องตัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังแบบวางรายที่มีส่วนประกอบหลัก คือ เครื่องต้นกำลังและระบบขับเคลื่อน โครงสร้างของชุดตัดชุดใบมีดตัด ชุดลำเลียงต้นมันสำปะหลังและระบบส่งกำลังโดยแสดงดังรูปที่ 4.2 และเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังต้นแบบที่สร้างเสร็จแสดงดังรูปที่ 4.3 เครื่องต้นแบบสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองและใช้ผู้ควบคุมเครื่องเพียงคนเดียว เมื่อขับเครื่องตัดเข้าสู่แปลงปลูก ชุดใบมีดตัดที่ติดตั้งทางด้านหน้าตัวเครื่องจะทำหน้าที่ตัดต้นพันธ์ทั้งส่วนล่างและ

ส่วนบนของต้นพันธุ์ และท่อนพันธ์ที่ผ่านการตัดจะถูกชุดลำเลียงลำเลียงไปวางรายทางด้านข้างของเครื่อง



รูปที่ 4.1 การออกแบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรม CAD

รูปที่ 4.2 เครื่องต้นแบบที่ได้สร้างขึ้น

4.3 ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบและการปรับปรุงแก้ไข

4.3.1 ผลการทดสอบในสภาวะไม่มีภาระกระทำ (No-load)

จากการเดินเครื่องทดสอบในสภาวะไม่มีภาระกระทำ พบว่าเครื่องต้นแบบยังมีข้อบกพร่องที่ชุดลำเลียงเมื่อทำงานจะมีเสียงดังมาก ซึ่งเกิดจากการเสียดสีกันระหว่างโซ่ลำเลียงและรางรองรับโซ่ลำเลียง

เมื่อทดลองนำยางมารองบนรางรับโซ่ลำเลียงสามารถลดเสียงดังได้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงเปลี่ยนชุดสายพานเป็นสายพานโรงสีดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การปรับเปลี่ยนระบบลำเลียงเป็นสายพานโรงสี

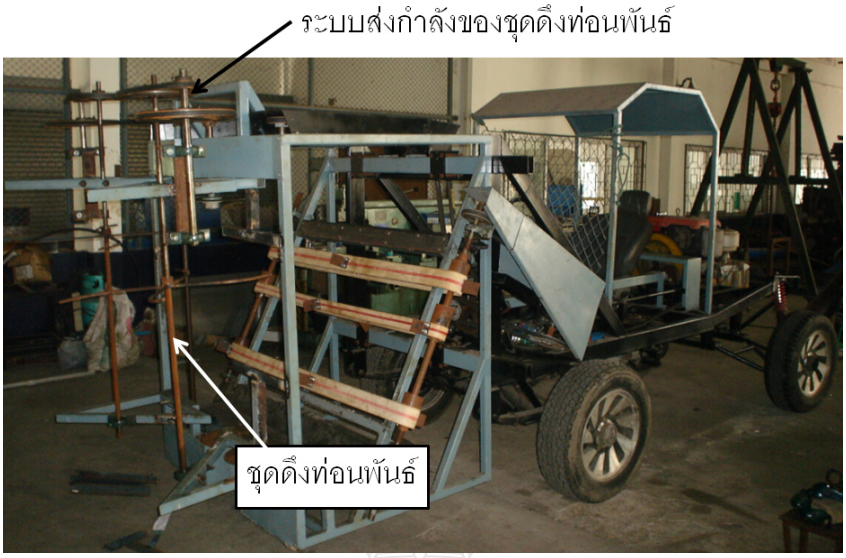
4.3.2 ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบในขณะมีภาระกระทำ (Loaded)

จากการทดสอบเครื่องต้นแบบในสภาวะมีภาระกระทำดังรูปที่ 4.4 พบว่าส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องต้นแบบยังมีข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขดังนี้

- ระบบส่งกำลังของชุดใบมีดและระบบลำเลียง ควรเพิ่มความตึงของสายพานโดยเพิ่มระยะลูกกลิ้งกดสายพาน เพื่อเพิ่มแรง และลดการลื่นไถลของสายพาน
- ชุดใบมีดตัดต้นพันธุ์ ควรเพิ่มอุปกรณ์ดึงต้นพันธุ์เข้าสู่ชุดใบมีด เนื่องจากต้นพันธ์ที่ถูกโดยชุดใบมีดชุดล่างจะล้มไปด้านหน้าของเครื่องแทนที่จะเข้าสู่ชุดลำเลียง นอกจากนั้นส่วนล่างของลำต้นจะถูกตัดก่อนส่วนบนทั้งที่ได้ออกแบบให้ชุดใบมีดด้านบนยื่นออกมามากกว่าใบมีดชุดล่าง
- ชุดลำเลียงต้นพันธ์ ควรเปลี่ยนชุดสายพานลำเลียงจากโซ่ลำเลียงมาเป็นสายพานโรงสีเพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการกระแทรกระหว่างต้นพันธุ์มันสำปะหลังและลำเลียงและลดเสียงดัง

รูปที่ 4.4 การทดสอบเครื่องต้นแบบในสภาวะที่มีภาระกระทำ

เมื่อได้แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องต้นแบบตามข้อเสนอแนะข้างต้นแล้วจะได้เครื่องต้นแบบแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 เครื่องต้นแบบหลังจากการแก้ไขข้อบกพร่อง

4.4 ผลการทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางราย

จากการทดสอบการทดสอบสมรรถนะเครื่องตัดต้นพันธ์มันสำปะหลังแบบวางรายต้นแบบในแปลงทดสอบที่จำลองขึ้น โดยใช้ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นพันธ์ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นค่าชี้ผลการศึกษา และทดสอบที่ 3 ระดับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องต้นแบบได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางราย

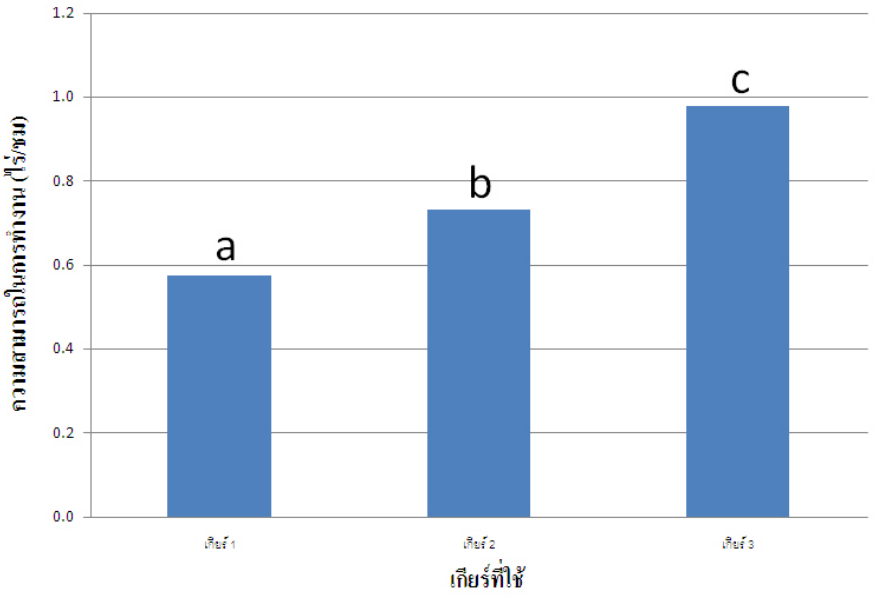
เกียร์ที่ใช้	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (กิโลเมตร/ชม.)	ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชม.)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นพันธ์ (%)	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	
				(ลิตร/ไร่)	(ลิตร/ชม.)
1	0.9	0.6 (0.03)	4.4(1.57)	1.7(0.11)	1.0(0.09)
2	1.2	0.7(0.03)	12.2(1.57)	1.6(0.03)	1.2(0.06)
3	1.6	1.0(0.04)	17.8(1.58)	1.6(0.11)	1.6(0.08)

หมายเหตุ ค่าในวงเล็บคือค่า S.D.

ก) ความสามารถในการทำงาน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางรายต้นแบบมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ที่ระดับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องต่างๆ

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังวางรายต้นแบบจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วในการเคลื่อนของเครื่อง โดยมีค่าเท่ากับ 0.6, 0.7 และ 1.0 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ความเร็ว 0.9, 1.2 และ 1.6 km/h ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นว่าเมื่อต้องการเพิ่มความสามารถในการทำงานจะต้องเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ แต่จากการสังเกตขณะทดสอบเมื่อยิ่งเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ จำนวนต้นพันธ์ที่มีความเสียหายมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่นำมาประกอบการเลือกใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมคือเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นมันสำปะหลังนั้นเอง

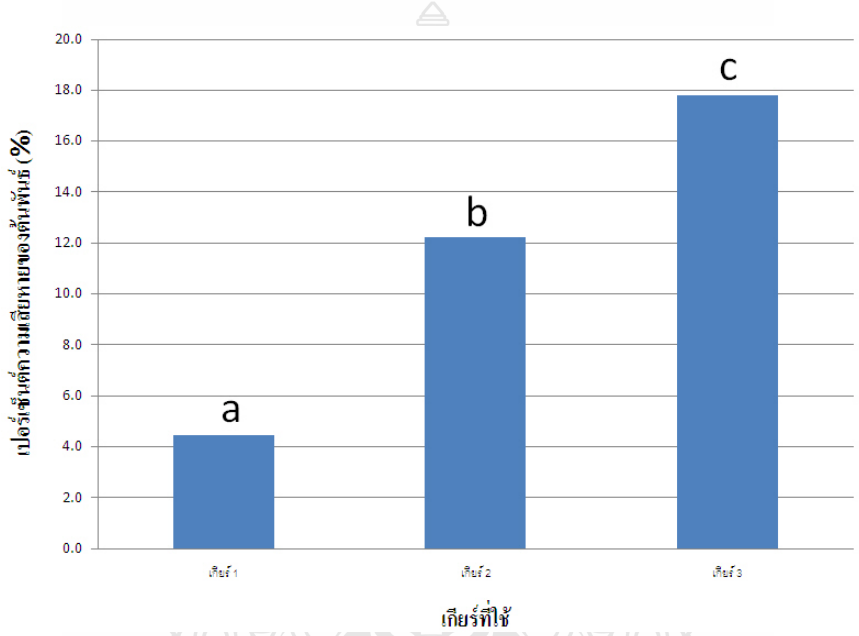


รูปที่ 4.6 ความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางรายต้นแบบที่ความแตกต่างความเร็วในการเคลื่อนที่

ข) เปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นพันธ์มันสำปะหลังมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ที่ระดับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องต่างๆ

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นพันธ์มันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วในการเคลื่อนของเครื่อง โดยมีค่าเท่ากับ 4.4, 12.2 และ 17.8% ที่ความเร็ว 0.9, 1.2 และ 1.6 km/h ตามลำดับ จากการสังเกตต้นพันธ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่จะแตกหักเสียหายในขณะที่ถูกลำเลียงอยู่ในชุดลำเลียง และจะเสียหายมากขึ้นเมื่อชุดลำเลียงมีความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งความเร็วที่เพิ่มของชุดลำเลียงนั้นจะทำให้ต้นพันธ์เบียดตัวกันมากขึ้นจึงทำให้ต้นพันธ์เสียหายมากขึ้นนั่นเอง ดังนั้นความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสำหรับกับเครื่องต้นแบบควรมีค่าเท่ากับ 0.9 km/h

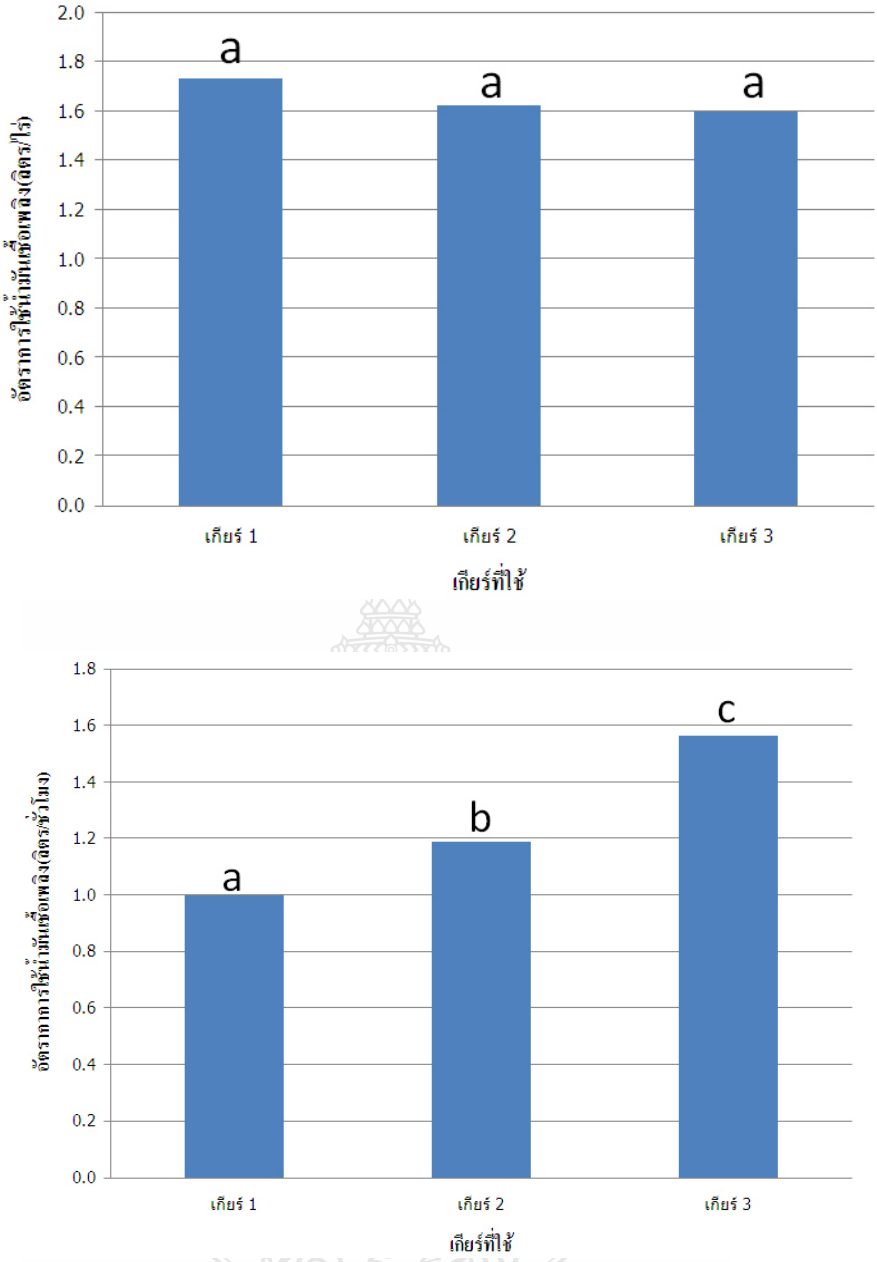


รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นพันธ์มันสำปะหลังที่ความแตกต่างความเร็วในการเคลื่อนที่

ค) อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางรายต้นแบบไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อคิดเทียบกับพื้นที่ทำงาน แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อคิดเทียบกับเวลาในการทำงาน

จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็ว 0.9, 1.2 และ 1.6 km/h เมื่อคิดเทียบกับพื้นที่ทำงานมีค่าระหว่าง 1.6-1.7 ลิตรต่อไร่ และมีค่าลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเนื่องจากใช้เวลาในการทำงานลดลง แต่เมื่อคิดเทียบกับเวลาในการทำงานมีค่าระหว่าง 1.0-1.6 ลิตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.8 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบวางรายต้นแบบที่ความแตกต่างความเร็วในการเคลื่อนที่