



การพัฒนาอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์

The Development of a Cutting Device for Oil Palm Fruit harvesting by Small Gasoline Engine

เอ็มรอน บุญมาก*

Emron Bunmak

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม โดยใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นต้นกำลัง ส่งผ่านกำลังด้วยข้อเหวี่ยงเยื้องศูนย์ ที่มีเฟืองเกียร์ปรับความเร็วรอบ และชุดใบมีดที่สามารถตัดได้ทั้งทะลายปาล์ม และทางปาล์ม ผลการทดลองใช้ตัดทะลายปาล์ม 30 ต้น พบว่า อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มมีน้ำหนัก 14 กิโลกรัม สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มได้ทุกขนาด ที่ความสูงไม่เกิน 3 เมตร ใช้เวลาในการตัดเฉลี่ย 23.33 วินาทีต่อทะลายปาล์ม ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าการตัดด้วยเลื่อยที่ความสูงมากกว่า 1 เมตร และเครื่องตัดทะลายปาล์มใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 12.33 ซี.ซี.ต่อทะลาย

คำสำคัญ : อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์

Abstract

The aim of this research is to develop equipments to cut palm bunch using power units from small engine. Eccentric crankshaft with adjusted gears and blades was used for power transmission. The results showed that palm bunch cutting equipments with 14 kilogram weight can cut palm bunch and leafstalk all sizes which is under 3 meters height. The average of time was 23.33 seconds per palm bunch. It was less than cutting with edging knife which height is lower than 1 meter. The average of petrol was 12.33 milliliter per palm bunch used for this equipment with small engine.

Keywords : Cutting Device, Oil Palm Fruit Brunch

*บัณฑิตศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช



บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ปลูกกันมากในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยรองจากยางพารา ผลผลิตจากปาล์มน้ำมันเป็นสิ่งที่นำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทั้งในสินค้าอุปโภคและบริโภค ทั้งจากการแปรรูปโดยตรงและนำไปเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย เช่น น้ำมันปรุงอาหาร เนยเทียม ครีมเทียม เนยขาว ส่วนประกอบของไอศกรีม สบู่ เครื่องสำอาง เป็นต้น การปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2549 มีพื้นที่การปลูกทั่วประเทศ 2,374,202 ไร่ มีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 6,240,753 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันนั้น ต้องเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มที่สุกพอดี หรือประมาณ 20-22 ตัปดาห์ และส่งโรงงานสกัดน้ำมันภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพ

เกษตรกรส่วนใหญ่ยังใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม เครื่องมือที่ใช้โดยทั่วไปคือเสียม เกษตรกรจะเสียมตัดทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันให้ขาดออกจากลำต้น เสียมที่ใช้ยาว 3 เมตรหนัก 7 กิโลกรัมโดยประมาณ กระแทกด้วยความแม่นยำตัดไปให้ตรงตำแหน่งของโคนทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมัน ขึ้นตอดังกล่าวถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการเก็บเกี่ยว แต่ต้องอาศัยความชำนาญและแรงงานของผู้เก็บเกี่ยวผลผลิตค่อนข้างสูง โดยผู้เก็บเกี่ยวผลผลิตต้องใช้ความแม่นยำและแรงกระแทกสูง เพื่อจะตัดทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันให้ขาดออกจากลำต้น ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดอุบัติเหตุได้นอกจากนั้นยังทำให้เกิดความเมื่อยล้าในขณะปฏิบัติงานหากทำการตัดจำนวนหลายต้น ด้วยเหตุนี้จึงพัฒนาอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์มาช่วยในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม น้ำมัน อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันมีความกะทัดรัด รวดเร็ว แม่นยำในการตัดทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันลดแรง

กระแทกทำให้ลดความเมื่อยล้าในการทำงาน

การพัฒนาอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์ เป็นการศึกษาออกแบบรวมทั้งสร้างกลไกขับเคลื่อนให้ใบมีดทำงานเองเมื่อบีบก้านเร่ง มีสมรรถนะสามารถตัดทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันให้ขาดออกจากลำต้น ทั้งนี้เป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น และให้อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และลดแรงกระแทกในขณะทำการเก็บเกี่ยวปาล์ม น้ำมัน ซึ่งคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร หรือผู้ประกอบการแปรรูปปาล์ม น้ำมันได้เป็นอย่างดี

สมมติฐานการวิจัย

อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพการตัดด้านเวลาเร็วว่าการตัดทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันด้วยวิธีใช้เสียมตัดทะลายปาล์ม น้ำมัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นต้นกำลัง
2. เพื่อสร้างกลไกขับเคลื่อนอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันให้สามารถตัดทางใบ และทะลายปาล์ม น้ำมันได้
3. เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการวิจัยทั้งออกแบบ สร้างกลไกขับเคลื่อน และทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังแสดงตามภาพที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



1. แนวคิดของหลักการออกแบบของผู้วิจัยนั้น จะต้องใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรง ซึ่งหลักในการทำงานของเครื่องนั้น จะสามารถใช้ได้กับพื้นที่ของการปลูกปาล์มน้ำมันได้ทุกแห่ง สะดวกในการเคลื่อนย้าย และเก็บดูแลรักษา

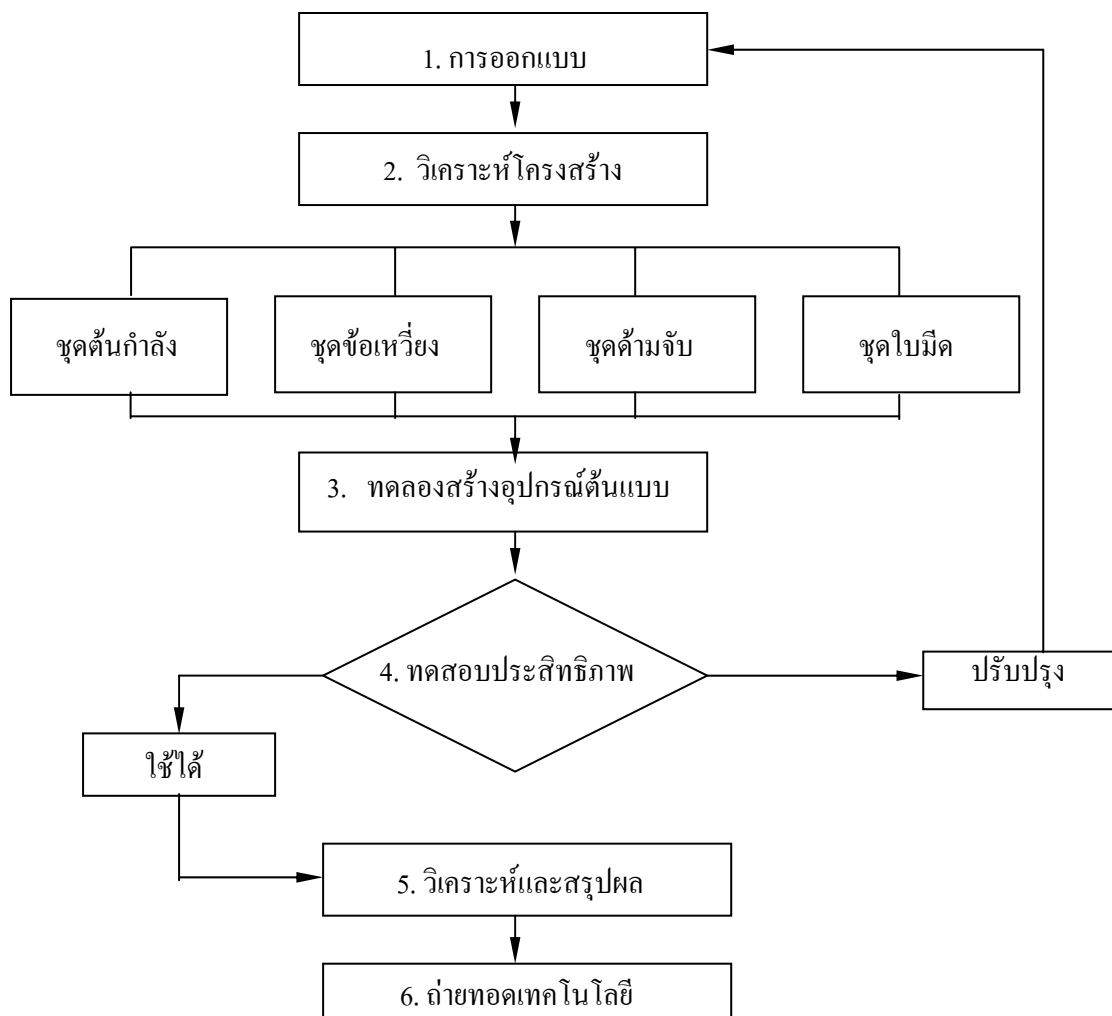
2. วิเคราะห์โครงสร้างส่วนประกอบของอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมัน จะเป็นการเลือกวัสดุและขนาดที่จะมาสร้างอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อความเหมาะสมในการใช้งานโดยแบ่งออกเป็น 4 ชุด คือ ชุดต้น ชุดข้อเหวี่ยง ชุดด้ามจับ และชุดใบมีด

3. ทดลองสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ เป็นการสร้างอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันตามที่ได้ออกแบบ และวิเคราะห์โครงสร้างไว้

4. การทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมัน มีวิธีการทดสอบ 3 แบบ คือ การทดสอบจับเวลาการประกอบ และถอดเก็บการทดสอบการออกแรงยก ลักษณะเอียงมุมตามกำหนด และการทดสอบประสิทธิภาพการตัดของอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมัน

5. การสรุปผลการดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์

6. ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร หรือผู้ประกอบการ



ภาพที่ 1 การพัฒนาอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง



ผลการวิจัย

1. การออกแบบอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม

น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์ให้สามารถตัดทางใบ และ ทะลายปาล์มน้ำมันได้ แบ่งออกเป็น 4 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ชุดต้นกำลัง จะเลือกใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายข้ออ่อนยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น BG-305 (328) ด้วยเครื่องยนต์เบนซินเล็ก โดยจะเลือกใช้เครื่องยนต์ 2 จังหวะที่มีสายอ่อนในการส่งถ่ายกำลัง เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานและประกอบ โดยจะมีคันเร่งควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์

ชุดที่ 2 ชุดข้อเหวี่ยง จะออกแบบการส่งถ่ายกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังใบมีด โดยชุดข้อเหวี่ยงจะต้องมีน้ำหนักเบาสามารถส่งกำลังเยื้องศูนย์กลางได้ ทนต่อแรงบิดในขณะใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยจะมีเฟืองเป็นชุดเกียร์ปรับความเร็วรอบ และมีข้อเหวี่ยงเป็นตัวเปลี่ยนแรงเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นแรงเคลื่อนที่การดึงแทน ข้อเหวี่ยงจะดึงแกนในด้ามจับที่ผูกติดกับชุดใบมีดเพื่อให้ใบมีดทำงาน เมื่อบีบคันเร่ง

ชุดที่ 3 ชุดด้ามจับ จะออกแบบด้ามจับให้สามารถประกอบกับชุดข้อเหวี่ยงและชุดใบมีด เลือกวัสดุเป็นเหล็กที่จะนำมาทำด้ามจับ ที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรง สามารถรับแรงที่มากระทำได้ดี ซึ่งได้เลือกเหล็กเพลาสี่เหลี่ยมมาใช้เป็นด้ามจับเพื่อบังคับชุดใบมีดให้ทำงานตรงตำแหน่งที่ต้องการ

ชุดที่ 4 ชุดใบมีด จะออกแบบด้ามใบมีดเพื่อบังคับใบมีดให้ทำการตัดทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันตรงตำแหน่งที่ต้องการ และกลไกที่จะสามารถทำให้ใบมีดกลับสู่สภาพปกติ พร้อมทั้งจะทำการตัดหลังจากทำการตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันไปแล้ว

2. สร้างกลไกขับเคลื่อน จากภาพที่ 2 เป็นอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์ ที่ประกอบเรียบร้อยแล้วพร้อมที่จะใช้งาน ซึ่งสามารถแยก

เป็นชุดได้ 4 ชุด คือ ชุดต้นกำลัง ชุดข้อเหวี่ยง ชุดด้ามจับ และชุดใบมีด ดังภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 6



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 3 เครื่องตัดหญ้าแบบสายข้ออ่อนยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น BG-305 (328)



ภาพที่ 4 ชุดข้อเหวี่ยง



ภาพที่ 5 ชุดด้ามจับ



ภาพที่ 6 ชุดใบมีด

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์

3.1 อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันนี้สามารถประกอบใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 120.40 วินาที ส่วนการถอดเก็บนั้นจะใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 80 วินาที โดยในการประกอบอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันนั้น จะใช้เวลาเฉลี่ยมากกว่าการถอดเก็บอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันอยู่เท่ากับ 40.40 วินาที หรือเท่ากับ 0.67 นาที

3.2 จากการชั่งน้ำหนักของตาชั่งสปริง กระบอกขนาด 30 กิโลกรัม ทั้ง 2 ตัว ที่ด้ามจับจะทำมุมกับพื้น 0 องศา น้ำหนักที่ตำแหน่งคันเร่งที่น้ำหนักกดลงจะมีน้ำหนัก 4 กิโลกรัม และตำแหน่งด้ามจับห่างจากคันเร่ง 70 เซนติเมตร ที่น้ำหนักกดขึ้นจะมีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ส่วนที่ด้ามจับจะทำมุมกับพื้น 60 องศา

น้ำหนักที่ตำแหน่งคันเร่งที่น้ำหนักกดลงจะมีน้ำหนัก 6.8 กิโลกรัม และตำแหน่งด้ามจับห่างจากคันเร่ง 70 เซนติเมตรที่น้ำหนักกดขึ้นจะมีน้ำหนัก 7.2 กิโลกรัม จะสังเกตว่ายิ่งทำมุมด้ามจับกับพื้นมากขึ้นก็จะทำให้น้ำหนักตำแหน่งคันเร่งที่น้ำหนักกดลงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และในทางกลับกันตำแหน่งด้ามจับห่างจากคันเร่ง 70 เซนติเมตรที่น้ำหนักกดขึ้นจะมีน้ำหนักกดลงหมายถึง ถ้าตัดทะลายปาล์มน้ำมันที่มีความสูงน้อยตำแหน่งคันเร่งก็จะออกแรงยกน้ำหนักของด้ามจับมาก ถ้ายิ่งตัดทะลายปาล์มน้ำมันที่มีความสูงมากขึ้นก็จะยิ่งออกแรงยกน้ำหนักของด้ามจับน้อยลง ตามลำดับ

3.3 ประสิทธิภาพที่สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมัน อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันสามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันได้ทุกขนาดที่ความสูงไม่เกิน 3 เมตร ใช้เวลาในการตัดเฉลี่ย 23.33 วินาทีต่อต้น โดยเวลาที่ใช้เร็วกว่าการตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันโดยวิธีใช้เลื่อยตัดทะลายปาล์มน้ำมัน จำนวนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เฉลี่ย 12.33 ซี.ซี.ต่อต้น สะดวกในการเคลื่อนย้าย และเก็บบำรุงรักษา

อภิปรายผล

จากการออกแบบสร้างอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์นี้ วัสดุที่นำมาทำด้ามจับจะใช้ท่อเหล็กเพลาสีเหลี่ยมขนาด 1 นิ้ว ซึ่งจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ มีน้ำหนักเบา โดยผู้วิจัยได้ออกแบบขนาดด้ามจับที่มีความยาว 3 เมตร โดยด้านล่างของด้ามจับจะเป็นเหล็กเพลากลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27.5 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถประกอบกับชุดคันกำลังและถอดเก็บหลังการใช้งาน สะดวกในการเคลื่อนย้าย และดูแลรักษา แต่ถ้าจะสร้างด้ามจับให้ยาวกว่า 3 เมตร ควรจะศึกษาวัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่าแต่มั่นคงแข็งแรงในการใช้งานเพราะว่ายิ่งด้ามจับยาว

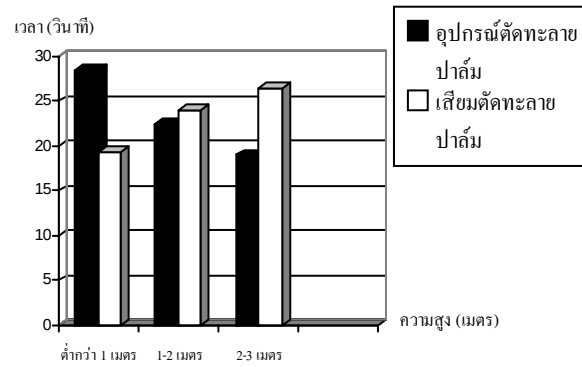


เพิ่มขึ้นก็จะมีผลต่อน้ำหนักในการใช้งาน แต่ถ้าจะสร้างค้ำจับที่สูงกว่า 3 เมตรนั้น ผู้วิจัยคิดว่าไม่จำเป็นเพราะขนาดค้ำจับความยาว 3 เมตรนั้นก็ใช้ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมันที่ระดับความสูงตั้งแต่ 0 เมตร ถึง 3 เมตร อยู่แล้ว

อุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน โดยอาศัยเครื่องยนต์ ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถประกอบเครื่องในการใช้งานโดยเฉลี่ยใช้เวลาทั้งหมด 120.40 วินาที หรือเท่ากับ 2.01 นาที และถอดเก็บเฉลี่ยใช้เวลาทั้งหมด 80 วินาที หรือเท่ากับ 1.33 นาที ซึ่งจะสะดวกในการเคลื่อนย้ายไปใช้งานและเก็บบำรุงรักษาง่าย ส่วนพื้นที่ในการใช้งานนั้น สามารถใช้งานได้กับพื้นที่ของการปลูกปาล์มน้ำมันได้ทุกแห่ง

จากการทดลองตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน โดยใช้ อุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน ทั้ง 30 ต้น โดยทำการแบ่งปาล์ม น้ำมัน ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ต้น โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มต้นปาล์ม น้ำมัน ที่มีความสูงไม่เกิน 1 เมตร กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มต้นปาล์ม น้ำมัน ที่มีความสูงระหว่าง 1 - 2 เมตร กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มต้นปาล์ม น้ำมัน ที่มีความสูงระหว่าง 2 - 3 เมตร ประสิทธิภาพในการตัด พบว่ากลุ่มต้นปาล์ม น้ำมัน ที่มีความสูงไม่เกิน 1 เมตร จะตัดยากกว่ากลุ่มอื่นเนื่องจากปาล์ม น้ำมัน ที่มีความสูงไม่เกิน 1 เมตร จะมีทางใบและทะเลสาบแนบชิดกับลำต้นมากกว่ากลุ่มอื่น จึงทำให้ใบมีดของอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน เข้าถึงตำแหน่งที่ต้องการตัดลำบาก นอกจากนั้นในการใช้ อุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน โดยอาศัยเครื่องยนต์ จะตัดได้เร็วหรือช้าขึ้นขึ้นอยู่กับทักษะความชำนาญการของผู้เก็บเกี่ยวด้วย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน กับเลียมตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน แสดงในแผนภูมิ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการตัดของอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน กับเลียมตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน กับเลียมตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน จะเห็นว่าต้นปาล์ม น้ำมัน ที่มีความสูงไม่เกิน 1 เมตร ถ้าใช้วิธีการตัดด้วยเลียม จะใช้เวลาเร็วกว่า ต่อมาความสูงระหว่าง 1-2 เมตร เวลาที่ได้จะใกล้เคียงกัน ส่วนความสูงระหว่าง 2-3 เมตร ถ้าใช้วิธีการตัดด้วยอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน โดยอาศัยเครื่องยนต์ จะใช้เวลาได้เร็วกว่านั้น หมายถึงถ้าปาล์ม น้ำมัน ยิ่งสูงขึ้นเท่าไรก็จะใช้ อุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน โดยอาศัยเครื่องยนต์ ได้ดี เป็นเพราะลักษณะของทางใบและทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน ที่สูงขึ้นจะทำให้สามารถนำใบมีดของอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน ที่มีลักษณะเป็นเคียวเข้าถึงตรงตำแหน่งที่ต้องการตัดได้ง่ายยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.1 ในการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์ตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน ควรคำนึงถึงความแข็งแรง เมื่อต้องการเพิ่มความยาวของค้ำจับในการตัดทะเลสาบปาล์ม น้ำมัน ที่สูงขึ้น และความสามารถในการยกไปใช้งานด้วย



1.2 ในการเลือกใบมีดมาใช้ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันนั้น ควรเลือกใบมีดที่มีความแข็งแรงเหมาะสมในการใช้งานโดยสังเกตตรงที่ส่วนโค้งของใบมีดจะเห็นได้ว่าถ้าโค้งมากไปจะทำให้ไม่สามารถนำใบมีดเข้าไปตัดตรงตำแหน่งของทางใบและทะลายปาล์ม น้ำมันที่ต้องการตัดได้

1.3 ปาล์มน้ำมันที่มีความสูงต่ำกว่า 1 เมตร ไม่สมควรใช้อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันตัดทางใบและทะลาย เพราะลักษณะของทางใบทะลายปาล์ม น้ำมันแบบชิดลำต้นยากต่อการนำใบมีดของอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันเข้าถึงตำแหน่งที่ต้องการตัด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาหาวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรงมาสร้างเพื่อลดน้ำหนักให้น้อยกว่า 14 กิโลกรัม โดยการลดน้ำหนักของชุดค้ำจับและชุดใบมีด

2.2 ควรศึกษาวิธีการต่อค้ำให้ยาวมากกว่า 3 เมตร เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์ม น้ำมันโดยอาศัยเครื่องยนต์สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันได้สูงกว่า 3 เมตร

2.3 อุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันนี้สามารถนำไปดัดแปลงในการสร้างเครื่องมืออย่างอื่นได้อีก เช่น ทำเครื่องตัดกิ่งไม้ เครื่องทำความสะอาดกระบอกบนที่สูง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ สารสิทธิ์ ประธานอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ชนาภรณ์ เมืองมุงคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยดูแลเอาใจใส่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ วุฒิสักดิ์ พิศสุวรรณ และนายอุเสน บุญมาก ผู้ทรงคุณวุฒิ

ที่ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการสร้างกลไกขับเคลื่อนอุปกรณ์ตัดทะลายปาล์มน้ำมันให้สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันได้

ขอขอบพระคุณนายครหมาน กะแหมเตบ ประกอบอาชีพทำสวนปาล์มน้ำมัน และผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการตัดทะลายปาล์ม น้ำมันทุกท่าน คุณพ่อคุณแม่ และสมาชิกครอบครัวของข้าพเจ้า ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่คอยส่งเสริม สนับสนุน และให้กำลังใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

เอกสารอ้างอิง

ธีรชัย เจ้าสกุล. (2541). **เขียนแบบเทคนิค 1.**

กรุงเทพฯ : ประชาชน .

บรรเลง ศรีนิล และประเสริฐ ก๊วยสมบุรณ์. (2524).

ตารางงานโลหะ. กรุงเทพฯ: สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประยงค์ สุขเดชะพันธ์. (2548). **ปาล์มน้ำมัน.**

กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

มนตรี พิรุณเกษตร. (2539). **กลศาสตร์ของวัสดุ.**

กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิชัย กปิลกาญจน์. (2533). **กลไกและพลศาสตร์ของ**

เครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง. (2549) **การปลูกปาล์มน้ำมัน.**

กรุงเทพฯ: เกษตรสาส์น.

เอกชัย พลฤกษ์อำไพ. (2548) **คู่มือปาล์มน้ำมัน.**

กรุงเทพฯ: เพ็ท-แพล้น พับลิชชิง.