



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งเพื่ออุตสาหกรรมไม้ผล

Development of Mechanical Pruning Machine for Fruit Industry

โดย ดร. ชงชัย ยันตรศรี และ คณะ

เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

มกราคม 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งเพื่ออุตสาหกรรมไม้ผล

Development of Mechanical Pruning Machine for Fruit Industry

คณะผู้วิจัย และ สังกัด

1. ดร. ชงชัย ยันตรศรี

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
50200 โทร. (053) 941-425 แฟกซ์ (053) 941-425

2. อาจารย์ ชูรัตน์ ธารารักษ์

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จ.เชียงใหม่
โทร. (053) 221-576 แฟกซ์ (053) 213-183

E-mail: CHURATTHARARUX@YAHOO.COM

3. อาจารย์พาวิณ มะโนชัย

สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยให้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อในการขนย้ายเครื่องตัดแต่งกิ่งไปทดสอบ

ขอขอบคุณภาควิชาผลิตภัณฑ์การเกษตร สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ให้ความอนุเคราะห์สวน และรถแทรกเตอร์เตอร์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง

ขอขอบคุณไร่ประพัฒน์และบุตร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความร่วมมือจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และทีมงาน ได้แก่ คุณสว่าง อินทะจิน คุณวิชาญ มูลสม ที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้วิจัย

มกราคม 2547

บทคัดย่อ

โครงการ การพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งเพื่ออุตสาหกรรมไม้ผล ได้พัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงเพื่อลดต้นทุนของการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในสวนขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลติดตั้งอยู่บนส่วนหน้าของรถแทรกเตอร์ ล้อยาง ขนาด 60-70 แรงม้า เครื่องตัดแต่งกิ่งทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก ชุดตัดแต่งกิ่งใช้เลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร จำนวน 4 ใบ ขับด้วยไฮดรอลิกมอเตอร์ และส่งกำลังด้วยระบบสายพาน ชุดต้นกำลังระบบไฮดรอลิกติดตั้งอยู่ส่วนท้ายของรถแทรกเตอร์ และถูกขับเคลื่อนด้วยเพลาอำนาจกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ เครื่องตัดแต่งกิ่งนี้สามารถตัดแต่งทรงพุ่มได้สูงสุด 5 เมตร และสามารถตัดในแนวดิ่งได้โดยการปรับมุมและระยะต่าง ๆ ด้วยระบบไฮดรอลิก จากการทดสอบพบว่าขีดความสามารถของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลสามารถตัดแต่งทรงพุ่มสำหรับต้นขนาดเล็กได้ 100 ต้นต่อชั่วโมง สำหรับต้นขนาดใหญ่ได้ 6.5 ต้นต่อชั่วโมง สำหรับค่าใช้จ่ายเหมือนกันทั้งขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก คือ 1,100 บาทต่อวัน ซึ่งประหยัดกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจ้างแรงงานคน 1,500 บาทต่อวัน จะสามารถคุ้มทุนได้ภายใน 3.46 ปี เครื่องตัดแต่งกิ่งนี้เหมาะสำหรับสวนขนาด 120 ไร่ขึ้นไป

การตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมความสูงของทรงพุ่มของลำไยและมะม่วง ประกอบด้วย 2 งานทดลอง คือการควบคุมทรงพุ่มลำไยที่ปลูกในระยะชิด โดยใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งที่ได้พัฒนาขึ้นและตัดแต่งกิ่งโดยใช้แรงงานคนโดยตัดปลายกิ่งออก 40 – 60 เซนติเมตรให้ความสูงของต้นอยู่ในระดับ 1.8 เมตร เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ควบคุมความสูงของทรงพุ่มซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 2.4 เมตร ผลการศึกษาพบว่าการตัดแต่งกิ่งด้วยเครื่องและแรงงาน เร่งการแตกใบได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้ควบคุมความสูง 14.4 – 17.6 วันและมีจำนวนยอดใหม่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การแตกใบและความยาวของยอดใหม่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของทรงพุ่มหลังตัดแต่งได้ 3 เดือนมีความสูงเพียง 1.93 – 2.04 เมตรเตี้ยกว่าต้นที่ไม่ได้ควบคุมความสูงซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 2.73 เมตร เมื่อให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ พบว่าทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก ระยะเวลาแทงช่อ และความยาวของช่อ จำนวนผลต่อช่อและคุณภาพผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมทรงพุ่มมะม่วง เปรียบเทียบการตัดแต่ง 3 กรรมวิธี คือ การตัดแต่งตามวิธีที่ชาวสวนปฏิบัติ การตัดด้วยเครื่อง โดยตัดปลายกิ่งทั้งด้านส่วนสูงและข้างทรงพุ่มออกประมาณ 50 เซนติเมตร และการตัดเครื่องร่วมกับแรงงาน โดยใช้แรงงานตัดกิ่งที่อยู่ในทรงพุ่มออก พบว่า การแตกใบ ความยาวยอด การออกดอก และผลผลิตต่อต้นของทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งแทนการตัดแต่งกิ่งด้วยแรงงานคน

Abstract

Development of mechanical pruning machine for fruit industry project is for saving labor cost and improving farm management in medium or large orchard. The machine installed in front of a 60-70 horses power tractor is consisted of a set of cutting boom, lifting mechanism and hydraulic driven system through tractor PTO installed on the tractor back. The cutting boom is made of 4 cutting blades with diameter 0.6 meters. The machine is capable of cutting with maximum height 5 meters with adjustable position of either horizontal, vertical or angle between. From field testing, the machine suitable for 120 rais farm size or more was found to be capable of pruning 100 trees per hour for small tree size and 6.5 trees per hour for large tree size with the same fuel and labor expense 1,100 bahts per day with turn-over 3.46 years.

There were 2 field experiments, with longan and mango orchards. For dense longan farm, the machine did prune with control height 1.8 meters compared to the control farm 2.4 meters. The result shows that both machine and manual pruning could accelerate the new budding 14.4-17.6 days compared to the control with no significant different between the machine and manual pruning. After adding potassium chlorate, no different effect were found among all treatments. Similarity of no different effect between machine, manual and combination of machine and manual was also found with mango.

Executive Summary

Abstract

At present, all agricultural sector face serious challenge of world wide recession, tight competition and coming free trade, resulting of lower market price while production cost increase gradually. Development of mechanical pruning machine for fruit industry project is to alleviate some of these problem particularly for saving labor cost and improving farm management in medium or large orchard.

The machine was designed to be installed in front of a 60-70 horses power tractor for easy movement. It is consisted of a set of cutting boom, lifting mechanism and hydraulic driven system through tractor PTO installed on the tractor back. The machine is capable of cutting with maximum height 5 meters with adjustable position of either horizontal, vertical or angle between. From field testing, the machine suitable for 120 rais farm size or more was found to be capable of pruning 100 trees per hour for small tree size and 6.5 trees per hour for large tree size with the same fuel and labor expense 1,100 bahts per day with turn-over maximum 3.46 years. In field experiments with longan and mango orchards, the result shows that both machine and manual pruning could accelerate the new budding with no different effect to be found among all treatments. Thus, the pruning technology could be used effectively to improve the farm management and reducing production cost in the future.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
Executive Summary Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	2
1.4 การนำผลงานไปใช้	2
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง	2
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการทดลอง	4
2.1 การดำเนินการวิจัย	4
2.2 ระยะเวลาของการวิจัย	9
2.3 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	9
2.4 ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการ	10
บทที่ 3 การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องตัดแต่งกิ่ง	11
3.1 การออกแบบเครื่องตัดแต่งกิ่ง	12
3.2 การสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่ง	16
บทที่ 4 การทดสอบ และผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง	23
4.1 การทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง	23
4.2 ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง	26
4.3 การประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต	30
บทที่ 5 สรุป และวิจารณ์ผลการวิจัย	58
5.1 การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ และการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง	58
5.2 การประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต	59
เอกสารอ้างอิง	60

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แผนการดำเนินงาน และผลที่คาดว่าจะได้รับ	9
ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการ	10
ตารางที่ 4.1 ราคาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผล (ไม่รวมรถแทรกเตอร์)	29
ตารางที่ 4.2 จำนวนวันที่แตกใบหลังจากตัดแต่งกิ่งและเปอร์เซ็นต์การแตกใบจำนวนยอด/กิ่งและความยาวยอดของลำไย	32
ตารางที่ 4.3 ความกว้างทรงพุ่ม ความสูงของต้น ความยาวยอดหลังตัดแต่งกิ่ง 3 เดือน	33
ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การแตกใบ และความยาวของยอดใหม่	34
ตารางที่ 4.5 การแตกใบและการออกดอก ของลำไยพันธุ์อีดอ หลังตัดแต่งกิ่งด้วยกรรไกรและเครื่องจักรเล็ก	40
ตารางที่ 4.6 การแตกใบ และ การออกดอก ของต้นลำไยที่ตัดด้วยเครื่องจักรกลและด้วยเครื่องร่วมกับใช้แรงงานคน	43
ตารางที่ 4.7 เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง จำนวนยอด/กิ่ง ความยาวยอดของลำไยที่ตัดด้วยเครื่องจักรกลและตัดด้วยเครื่องร่วมกับใช้แรงงานคน	43
ตารางที่ 4.8 การแตกใบ และความยาวยอดใหม่ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ตัดแต่งกิ่งตามรูปแบบ ต่างกัน	45
ตารางที่ 4.9 การออกดอก และผลผลิตต่อเฉลี่ยต่อต้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ตัดแต่งตามรูปแบบที่ต่างกัน	46
ตารางที่ 4.10 ความกว้างทรงพุ่ม และความสูงของต้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ตัดแต่งรูปแบบที่ต่างกัน	47
ตารางที่ 4.11 การออกดอก ความยาวยอดและผลผลิตต่อต้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ตัดแต่งรูปแบบที่ต่างกัน	48
ตารางที่ 4.12 จำนวนวันที่แตกใบหลังจากการตัดแต่งกิ่ง (วัน)	51
ตารางที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์การแตกใบ หลังตัดแต่งกิ่ง 21 วัน	52
ตารางที่ 4.14 จำนวนวันที่แตกใบหลังตัดแต่งกิ่ง (วัน)	53
ตารางที่ 4.15 เปอร์เซ็นต์การแตกใบหลังจากตัดแต่งกิ่ง	53
ตารางที่ 4.16 ผลของการตัดแต่งด้วยเครื่องตัดแต่งและแรงงานคน ต่อการผลิใบจำนวนยอดต่อกิ่งและความยาวของยอดใหม่ของลำไยพันธุ์อีดอ	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.17 ความสูงของต้นลำไยก่อนตัด หลังตัดแต่ง ความสูงก่อนออกดอก และการออกดอกของลำไยพันธุ์อีดอ	55
ตารางที่ 4.18 คุณภาพผลผลิตด้าน น้ำหนักต่อผล ขนาดของผล น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเมล็ด	56
ตารางที่ 4.19 คุณภาพผลผลิตด้าน ขนาดเปลือก ขนาดเนื้อ ขนาดเมล็ด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ	56
ตารางที่ 4.20 การผลิใบ การออกดอกและผลผลิตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ที่ตัดแต่งโดยใช้เครื่องตัดแต่ง	57

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 2.1 ลักษณะทรงพุ่มของต้นไม้ผลหลังได้รับการตัดแต่ง	6
ภาพที่ 2.2 ทรงพุ่มลำไยที่ต้องการ	7
ภาพที่ 2.3 แสดงระยะปลูกและทิศทางเครื่องตัดแต่งกิ่งวงทำงาน	8
ภาพที่ 3.1 แบบเครื่องตัดแต่งกิ่งกับชุดฐานยึดกับรถแทรกเตอร์	12
ภาพที่ 3.2 แบบเครื่องตัดแต่งกิ่งแสดงชุดแขนยก ชุดแขนปรับมุมการตัดและชุดใบเลื่อยวงเดือนที่ประกอบกันในลักษณะปรับชุดใบเลื่อยวงเดือนเพื่อตัดแต่งกิ่งในแนวระดับ	13
ภาพที่ 3.3 แบบเครื่องตัดแต่งกิ่งแสดงชุดแขนยก ชุดแขนปรับมุม และชุดใบเลื่อยวงเดือนที่ประกอบกันในลักษณะปรับชุดใบเลื่อยวงเดือนเพื่อตัดแต่งกิ่งในแนวตั้ง	14
ภาพที่ 3.4 แบบโครงยึดชุดต้นกำลัง	15
ภาพที่ 3.5 ชุดใบเลื่อยวงเดือนพร้อมชุดไฮดรอลิกมอเตอร์	16
ภาพที่ 3.6 ชุดแขนใบตัด	17
ภาพที่ 3.7 ชุดใบเลื่อยวงเดือน แสดงการติดตั้งต้นกำลังมอเตอร์ไฮดรอลิกชุดเพลาส่งกำลัง และใบเลื่อยวงเดือน บนชุดแขนใบตัด	17
ภาพที่ 3.8 แขนยกชุดใบเลื่อยวงเดือน แสดงกระบอกลิพไฮดรอลิก และแขนปรับมุมการตัด	18
ภาพที่ 3.9 แสดงการเชื่อมต่อแขนยกชุดใบตัดเข้ากับชุดใบเลื่อยวงเดือนและชุดแขนยกท่อนบน	18
ภาพที่ 3.10 แสดงการประกอบ ส่วนประกอบหลักของเครื่องตัดแต่งกิ่ง	19
ภาพที่ 3.11 ชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่ง	19
ภาพที่ 3.12 ชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่งเมื่อหมุนเปลี่ยนมุมไปด้านหน้า 90 องศา	20
ภาพที่ 3.13 ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก	21
ภาพที่ 3.14 แสดงโครงเหล็กสำหรับยึดต้นกำลังไฮดรอลิก และต้นกำลังไฮดรอลิก	22
ภาพที่ 3.15 การทดสอบการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งที่สร้างขึ้นในสวนมะม่วง	22
ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของทรงพุ่มก่อนที่จะทำการเริ่มตัดแต่ง	23
ภาพที่ 4.2 แสดงการปรับระดับความสูงของชุดใบตัดแต่งกิ่ง เพื่อที่จะทำการตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่ม	24
ภาพที่ 4.3 แสดงการตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่ม	25
ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะการตัดของใบตัดแต่งกิ่งขณะตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่ม	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.5 แสดงการตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่มระหว่างกำลังตัด (ภาพซ้าย) และหลังตัดเสร็จ (ภาพขวา)	26
ภาพที่ 4.6 แสดงการตัดแต่งด้านข้างของทรงพุ่ม และลักษณะของกิ่งที่ถูกตัดแต่งเสร็จแล้ว	27
ภาพที่ 4.7 แสดงขนาดและรอยแผลของกิ่งมะม่วงที่ถูกตัดแต่งด้วยเครื่อง (ขนาดของกิ่งที่ตัดแต่งโตสุดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50 มิลลิเมตร)	28
ภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะทรงพุ่มและช่องว่างระหว่างแถวของมะม่วงที่ตัดแต่งเมื่อแล้วเสร็จ	28
ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบแสดงลักษณะทรงพุ่มที่ยังไม่ได้ตัดแต่ง (ภาพซ้าย) กับทรงพุ่มที่ตัด แต่งแล้ว (ภาพขวา) เหลือความสูง 5 เมตร จากความสูงเดิม 6 เมตร และต้องการ ให้ผลผลิตออกทางด้านล่าง	29
ภาพที่ 4.10 แสดง ต้นลำไยก่อนการตัดแต่งกิ่ง ลึก 5 นิ้ว	34
ภาพที่ 4.11 แสดงต้นลำไยหลังการตัดแต่งกิ่ง ลึก 5 นิ้ว	35
ภาพที่ 4.12 แสดงต้นลำไยก่อนการตัดแต่งกิ่ง ลึก 10 นิ้ว	35
ภาพที่ 4.13 แสดงต้นลำไยหลังการตัดแต่งกิ่ง ลึก 10 นิ้ว	36
ภาพที่ 4.14 แสดงต้นลำไยก่อนการตัดแต่งกิ่ง ลึก 15 นิ้ว	36
ภาพที่ 4.15 แสดงต้นลำไยหลังการตัดแต่งกิ่ง ลึก 15 นิ้ว	37
ภาพที่ 4.16 แสดงการแตกยอดของมะม่วงจากรอยแผลที่ตัดด้วยใบเลื่อยวงเดือน	37
ภาพที่ 4.17 แสดงการแตกยอดของมะม่วงจากรอยแผลที่ตัดแต่งด้วยแรงงานคน	38
ภาพที่ 4.18 แสดงต้นมะม่วงที่ตัดแต่งกิ่งแล้วประมาณ 2 เดือน	38
ภาพที่ 4.19 แสดงต้นมะม่วงที่ตัดแต่งกิ่งแล้วประมาณ 2 เดือน	39
ภาพที่ 4.20 แสดงรอยแผลที่ใช้เครื่องจักรกลในการตัดแต่งกิ่ง	41
ภาพที่ 4.21 แสดงการตัดแต่งกิ่งด้วยกรรไกร	41
ภาพที่ 4.22 แสดงต้นที่ทำการตัดแต่งกิ่ง	42
ภาพที่ 4.23 การตัดแต่งกิ่งโดยใช้เครื่องตัดแต่งกิ่ง ทำให้เกิดช่องว่างสะดวกต่อการปฏิบัติงาน	48
ภาพที่ 4.24 แสดงการตัดแต่งกิ่งโดยใช้แรงงานคน (ทรงพุ่มเริ่มชนกัน)	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

การทำสวนผลไม้ใด ๆ การดูแลสภาพของต้นไม้มาก่อนเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่จะได้รับ โดยเฉพาะไม้ผลที่มีลำต้นสูง เช่น ลำไย ลิ้นจี่ มะม่วง ฯลฯ นั้นมีความจำเป็นต้องตัดแต่งกิ่งอยู่เสมอเพื่อกระตุ้นการออกดอกและกำจัดกิ่งเก่าที่เป็นโรคทิ้งไป ผลของการควบคุมขนาดทรงพุ่มและความสูงของต้นไม้มาก่อนเป็นประจำจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการดูแลสวนและลดต้นทุนในระยะยาว ทรงพุ่มที่เตี้ย และโปร่ง จะช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีที่จำเป็น เพื่อต่อการพ่นยาหรือปุ๋ยทางใบให้เป็นไปอย่างทั่วถึง ลดเวลาการแต่งช่อดอก ง่ายต่อการห่อผล เพื่อป้องกันการเกิดรอยขีดข่วนและช่วยให้สีผิวผลไม้มีนวลสวย ประเทศไทยประสบปัญหาผลผลิตทางการเกษตรมีราคาตกต่ำมาเป็นเวลาหลายปีเนื่องจากผลผลิตที่ออกมาสู่ท้องตลาดเป็นจำนวนมาก ในช่วงกลางฤดูทำให้ผลผลิตมีราคาตกต่ำ ขณะที่ต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะจากแรงงานกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังนั้นชาวสวนจึงมีโอกาสดำเนินการสูง การตัดดอกในช่วงฤดูทิ้งเพื่อให้ไม้ผลมีความพร้อมและสมบูรณ์เพื่อบังคับให้ไม้ผลออกผลผลิตในช่วงนอกฤดูจะช่วยให้ผลผลิตมีการกระจายออกสู่ท้องตลาดได้ตลอดปีเพื่อช่วยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดและมีผลผลิตออกสู่ผู้บริโภคได้ทั้งปี ซึ่งจะช่วยให้ผลผลิตที่ได้มีราคาสูงขึ้น ดังนั้น หากเกษตรกรหันมาใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งที่ได้รับ การพัฒนาขึ้นนี้ คาดว่าจะเป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว หลังจากนั้นก็มีเพียงรายจ่ายค่าดูแลบำรุงรักษา และค่าจ้างคนควบคุมเครื่อง 1 หรือ 2 คนเท่านั้น ยิ่งในสวนขนาดใหญ่กลุ่มผู้ปลูกไม้ผลจะประหยัดต้นทุนในการตัดแต่งกิ่งไม้ไปได้มาก เพราะการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการตัดแต่งกิ่งได้มาก นอกจากนี้ เครื่องยังสามารถผลิตเปลี่ยนหมุนเวียนกันใช้ในกลุ่มผู้ปลูกไม้ผล ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนเร็วขึ้น โดยมีจุดคุ้มทุน 2-6 ปี การตัดแต่งกิ่งที่รวดเร็วยังเอื้อประโยชน์ต่อการแตกช่อดอกให้พร้อมเพรียงกัน การดูแลรักษาสวนเมื่อติดผลก็จะทำได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 พัฒนาด้านแบบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลคลุมทรงพุ่มภายนอก

1.2.2 ทดสอบการทำงานของเครื่องในไร่ของเกษตรกร ประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณและคุณภาพของผลผลิต และหารูปแบบการจัดการสวนด้วยเครื่องที่เหมาะสม

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

เนื้อหาของโครงการดำเนินการสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน อิสระจากกัน เพื่อให้ได้ผลประโยชน์ของโครงการสูงสุด โดยส่วนแรก ก. จะเป็นการเตรียมแปลงไม้ผลแต่ละประเภทของสวนไม้ผลที่กำหนดเพื่อทดสอบหารูปแบบและลักษณะของทรงพุ่ม ซึ่งได้แก่ ความสูงและความกว้างของทรงพุ่มที่เหมาะสมของไม้ผลแต่ละชนิด ซึ่งการเตรียมทรงในปีแรกจะดำเนินการตัดแต่งโดยใช้มือคนร่วมกับเครื่องทุ่นแรงที่พอจัดหาได้ในพื้นที่ทดสอบ ในระหว่างการรอเครื่องที่กำลังจะสร้าง พร้อมประเมินผลกระทบจากการตัดตามรูปทรงที่กำหนด ส่วนที่ 2 ข. จะเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบที่สามารถใช้กับลักษณะทรงพุ่มที่เหมาะสมที่ได้ประเมินไว้แล้วข้างต้น พร้อมใช้เครื่องตัดประเมินผลกระทบตามรูปทรงที่กำหนด และประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่อง

1.4 การนำผลงานไปใช้

- 1.4.1 คณะวิจัยเป็นผู้กำหนดรูปแบบเทคโนโลยี ทำการออกแบบกลไกและหลักการการทำงานของเครื่อง คำนวณองค์ประกอบทางวิศวกรรม เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ
- 1.4.2 กลุ่มบริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์ (CP) ช่วยให้การปรึกษาในการพัฒนาต้นแบบและประเมินการทำงานของเครื่อง รวมทั้ง นำต้นแบบที่ได้ไปผลิตจำหน่าย

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

เทคโนโลยีเครื่องตัดแต่งกิ่งชุมทรงพุ่มไม้ผลยืนต้นที่ได้รับการจดสิทธิบัตรคุ้มครองตั้งตั้งแต่ปี 1966-ปัจจุบัน มีหลายชิ้นด้วยกัน อาทิ เครื่องตัดแต่งกิ่งที่คิดค้นโดย Patterson *et al.* (1966, U.S.Pat.No. 3,246,460) ได้ออกแบบ Pruning Machine ให้ใบมีดวงเดือน 3 ใบหมุนอยู่บนแป้นกลม ซึ่งติดตั้งบนแขนอีกทีหนึ่ง ขณะใช้งานแป้นกับใบมีดทั้งสามก็จะหมุนไปพร้อมกัน สิทธิบัตรฉบับนี้เป็นพื้นฐานของเครื่องที่มีจำหน่ายในปัจจุบันที่มีลักษณะและหลักการทำงานคล้ายกัน เช่น เครื่องตัดแต่งกิ่งของบริษัท TOL Incorporated รุ่น TH-SWAN, รุ่น TH-1100 LM KIT หรือ รุ่น TH-1200 ในการออกแบบของ Jodoin (1974, U.S.Pat.No. 3,913,304) ได้แก่ Tree Trimmer โดยให้แขนตัดแต่งกิ่งมีความเอียง 3 ระดับตามรูปทรงของต้นไม้ที่ต้องการ แต่ละระดับจะติดตั้งใบมีดวงเดือน 4 ใบ วางเหลื่อมซ้อนกัน โดยมีแกนหมุนตัวบนที่ยาวกว่าลัดหล่นกันลงไปและทุกตัวตั้งฉากกับแขน ส่วน Guerdnt *et al.* (1981, U.S.Pat.No. 4,302,922) ได้ออกแบบ Pruning Boom ให้ลักษณะของแขนตัดแต่งกิ่งมีใบมีดวงเดือนหลายใบวางตัวเหลื่อมซ้อนกัน แกนหมุนมีความยาวเท่ากัน อยู่ในแนวเดียวกัน และแต่ละตัวติดตั้งกับแขนด้วยมุมที่เท่ากัน สำหรับ Grant (1995, U.S.Pat.No. 5,430,999) ได้ออกแบบ Tree Trimmer and Pruning Machine โดยให้แขนตัดแต่งกิ่งมีใบมีดวงเดือน

หลายใบติดตั้งสลับฟันปลากันในแนวระนาบ แต่ละใบหมุนด้วยการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฮดรอลิกแบบตัวต่อตัว

การออกแบบเครื่องตัดแต่งกิ่งในโครงการนี้นั้น ได้ออกแบบแตกต่างจาก Prior Art ของที่มีการบันทึกไว้คือ 1) ติดตั้งใบมีดวงเดือนให้อยู่ในแนวระนาบและระดับเดียวกัน มีตัวรวบกิ่ง (Guider) ซึ่งติดตั้งอยู่ระหว่างใบมีด เพื่อช่วยรวบกิ่งไม้ให้รวมกันและเป็นฐานแข็งแรงรองรับ กิ่งไม้ไม่ให้ลู่ไปตามใบมีดขณะใช้งานรอยตัดจึงเรียบไม่ฉีกขาดหลังการตัดแต่ง ซึ่งไม่ปรากฏในสิทธิบัตรอื่น แรงที่ใช้ขับใบมีดจึงน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบของ Guernndt *et al.* (1981) และ Grant (1995) และ 2) มีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ดูแลรักษาง่ายกว่า เมื่อเทียบกับแบบของ Patterson *et al.* (1996)

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการทดลอง

2.1 การดำเนินการวิจัย

โครงการเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลจะใช้เวลาในการวิจัย 24 เดือน

เนื่องจากการได้มีศึกษาขั้นต้นบางส่วนของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลยืนต้นไว้แล้ว การดำเนินงานในโครงการนี้จึงใช้ผลที่ได้จากโครงการก่อนมาเป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาและพัฒนาต่อจากรูปแบบของโครงสร้างและระบบควบคุมที่มีอยู่เดิม โดยจะศึกษาเพิ่มเติมอย่างละเอียด ด้วยวิธีทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อหาขนาดที่แท้จริงของอุปกรณ์ทุกชิ้น ให้ได้มาซึ่งวิธีการเชื่อมต่อโครงสร้างทุกจุด รวมถึงการเชื่อมยึด การเสริมตำแหน่งที่ต้องรับความเค้นสูง และจุดที่สำคัญอื่น ๆ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นแบบของเครื่องโดยละเอียด สามารถนำไปสร้างใช้งานได้จริง นอกจากนี้ ในส่วนของใบตัดก็จะมีการทดลองเพิ่มเติมโดยสร้างชุดตัดให้เคลื่อนที่เข้าหาต้นไม้ได้ มีการวิเคราะห์ลักษณะของการส่งถ่ายแรง การยึดจับ ระบบรองรับกิ่งไม้ และระบบเพื่อความปลอดภัย เนื่องจากใบตัดมีความเร็วรอบสูงมากอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ เมื่อได้แบบโดยละเอียดของอุปกรณ์ทุกชิ้นแล้ว จะเป็นการประเมินน้ำหนักที่แท้จริงของเครื่องตัดแต่งกิ่งทั้งหมด แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวคำนวณสมดุลของตัวรถขณะตัดกิ่งไม้ที่ระดับความสูงต่าง ๆ หากพบว่ามีความไม่สมดุลเกิดขึ้นก็จะหาวิธีป้องกัน เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

เมื่อศึกษาขั้นต้นเสร็จสิ้นลง ก็จะดำเนินการสร้างชุดใบตัด อุปกรณ์ และกลไกต่าง ๆ เพื่อนำไปประกอบเข้ากับรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในงานเกษตรแล้วจึงทดสอบในสวนผลไม้ หากมีข้อบกพร่องใด ๆ เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน คณะวิจัยจะนำข้อบกพร่องนี้มาวิเคราะห์และหาวิธีการแก้ไขต่อไป

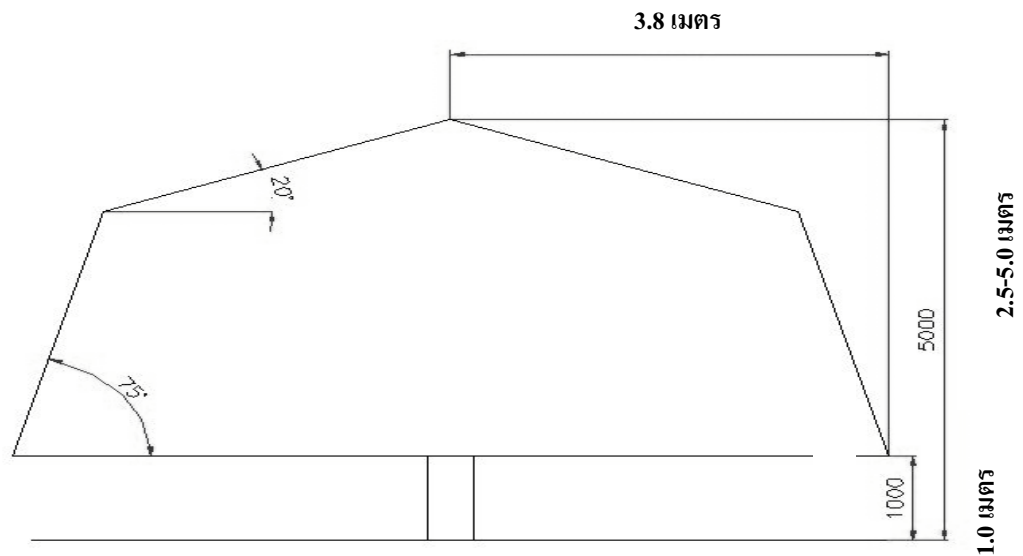
วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology / Workplan)

ออกแบบและสร้างเครื่องแต่งกิ่งไม้ผล 1 ชุด เพื่อคุมทรงพุ่มตามที่ต้องการดังภาพที่ 2.1 ลักษณะของเครื่องตัดแต่งกิ่งจะออกแบบให้ตัดได้สะดวก, รวดเร็ว และประหยัด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก. เครื่องตัดแต่งกิ่งนี้ สามารถติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์ ที่มีขนาด 70 แรงม้าขึ้นไป
- ข. เครื่องตัดแต่งกิ่งนี้ สามารถปรับระดับความสูงเพื่อตัดแต่งกิ่งคุมทรงพุ่มตั้งแต่ 1.50 – 5.00 เมตร ด้วยระบบ ไฮดรอลิก ชุดแขนตัดปรับมุมตัดแต่งได้ 0-90° จากแนวราบ
- ค. การตัดจะใช้เลื่อยวงเดือน หมุนโดยใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกต้นกำลังซึ่งแยกใช้เฉพาะเครื่องตัดแต่งกิ่งเท่านั้น
- ง. รายละเอียดทางด้านเทคนิคของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม่มีดังต่อไปนี้

- ชุดต้นกำลัง ใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์ขนาด 70 แรงม้าขึ้นไป
- ชุดใบตัด ใช้ใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เพราะโครงสร้างของชุดแขนตัดมีขนาดความกว้างและความยาวประมาณ 0.20 เมตร และ 2.50 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นขนาดของใบเลื่อยจะต้องโตกว่าขนาดของโครงสร้างชุดแขนตัด และต้องมีพื้นที่ในการตัดแต่งกิ่งได้ จึงเลือกขนาดของใบเลื่อย 40 เซนติเมตร โดยจะได้ส่วนใบที่ยื่นพ้นโครงสร้าง 0.2 เมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับงานตัด ติดตั้งอยู่บนแขนที่แข็งแรง แต่ละใบติดตั้งห่างกัน 15 เซนติเมตร โดยที่ระยะห่างระหว่างใบมีดดังกล่าวนี้มีความเหมาะสมเนื่องจากสามารถตัดกิ่งไม้ผลเช่น ลำไย ลิ้นจี่ และ มะม่วง (ธงชัย และคณะ, 2541) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งไม่เกิน 5 เซนติเมตร โดยไม่เกิดการติดขัดของกิ่งในระหว่างใบมีด (ธงชัย และคณะ, 2543) ใบมีดหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 2,500 รอบ/นาที เพื่อให้ได้ความเร็วตัดขอบใบสูงสุดประมาณ 3,140 เมตร/นาที โดยเป็นหลักการของมาตรฐานของเลื่อยวงเดือนใช้เลื่อยไม้ความเร็วตัดสูงสุดอยู่ในช่วงประมาณ 1,000-5,000 เมตร/นาที (ที่มา : ตารางงานโลหะสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2524) ซึ่งธงชัย และคณะ (2539) ได้ทดลองตัดกิ่งมะม่วง แล้วพบว่า รอยตัดที่ได้มีความเรียบ ไม่เกิดการฉีกเข้าไปในกิ่ง
- ชุดส่งกำลังด้วยระบบสายพาน
- ศึกษารายละเอียดการคำนวณหาค่า Parameters ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเช่น กำลัง, แรงบิด, ความเร็วรอบ ของชุดใบตัด

จ. วิธีการตัดแต่งกิ่งไม้ เครื่องตัดแต่งกิ่งจะติดตั้งอยู่ที่หน้าของรถแทรกเตอร์ จากนั้นจะขับเคลื่อนรถนี้เข้าไปตัดแต่งกิ่งต้นไม้ผลเป็นแนวตามทรงพุ่มที่ต้องการรูป 5 เหลี่ยม (เป็นทรงพุ่มที่เหมาะสมที่สุดโดยตัดด้านข้างละ 2 ครั้ง รวม 2 ด้านเป็น 4 ครั้ง โดยเว้นใต้ต้นไม้ตัด ถ้าตัดทั้งหมดแค่ 2 ครั้งจะได้ทรงสามเหลี่ยมซึ่งจะตัดกินเข้าทรงพุ่มมากเกินไป ทำให้กระทบการออกดอกผลในฤดูต่อไป)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทรงพุ่มของต้นไม้ผลหลังได้รับการตัดแต่ง (ภาพตามการออกแบบขั้นต้น)

การประเมินผลกระทบ จะประเมินผลกระทบที่มีต่อต้นไม้และผลผลิต ในเชิงปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตที่ได้ต่อไป เพื่อสรุปผลดี ผลเสีย ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง

กรรมวิธีการตัดแต่งมี 4 วิธี โดยมีทั้งสิ้น 7 ขั้น ๆ ละ 1 ต้น

กรรมวิธีที่ 1 ใช้คนตัดแต่งกิ่งตามปกติ โดยทำตามแบบเกษตรกรทั่วไป (ไม่คุมความสูง)

กรรมวิธีที่ 2 ใช้คนตัดแต่งกิ่งตามปกติ ร่วมกับการให้สาร $KClO_3$ อัตรา 10 กรัม/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 3 ใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งคุมทรงต้นสูงไม่เกิน 3 เมตร

กรรมวิธีที่ 4 ใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้สาร $KClO_3$ อัตรา 10 กรัม/ตารางเมตร (ในกรณี กรรมวิธีที่ใช้สาร $KClO_3$ จะทำกับลำไยเท่านั้น) การตัดแต่งกิ่งเริ่มภายหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนการให้ $KClO_3$ เริ่มให้เมื่อต้นแตกใบอ่อนอย่างน้อย 2 ครั้ง

การประเมินผลกระทบของการตัดแต่งกิ่ง มีการบันทึกข้อมูล 3 ส่วน ดังนี้

ก. การเจริญเติบโตของกิ่งใบ

- (1) ความสูงของต้นแล้วนำมาหาอัตราความสูง
- (2) เส้นผ่านศูนย์กลางกลางทรงพุ่ม
- (3) การแตกใบอ่อน (leaf flushing) ภายหลังจากตัดกิ่ง โดยบันทึกวันที่แตก จำนวนครั้งที่แตก และความยาวที่แตก โดยการสุ่มกิ่งรอบต้นทั้ง 4 ทิศ

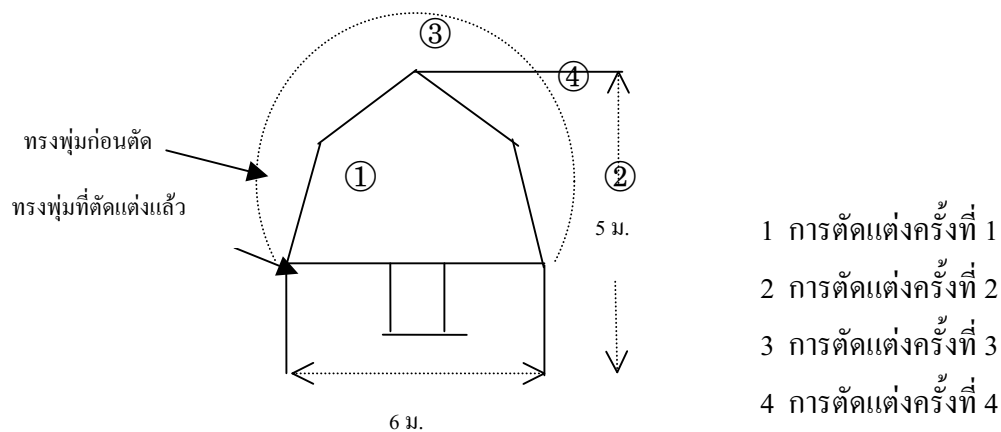
ข. การเจริญทางส่วนสืบพันธุ์

- (1) ความสูงของต้นแล้วนำมาหาอัตราความสูง
- (2) เปอร์เซ็นต์การออกดอกและการติดผลรอบต้น โดยใช้ต้นละ 50 ช่อ
- (3) ปริมาณของผลผลิตทั้งหมดต่อต้น และคุณภาพของผลผลิต โดยสุ่ม 30 ผลต่อต้น

ค. ต้นทุนการผลิต โดยเปรียบเทียบต้นทุนของแต่ละกรรมวิธี โดยประเมินจากค่าแรงงานที่ใช้ทั้งหมด น้ำมันที่ใช้เดินเครื่องเมื่อมีการใช้เครื่อง

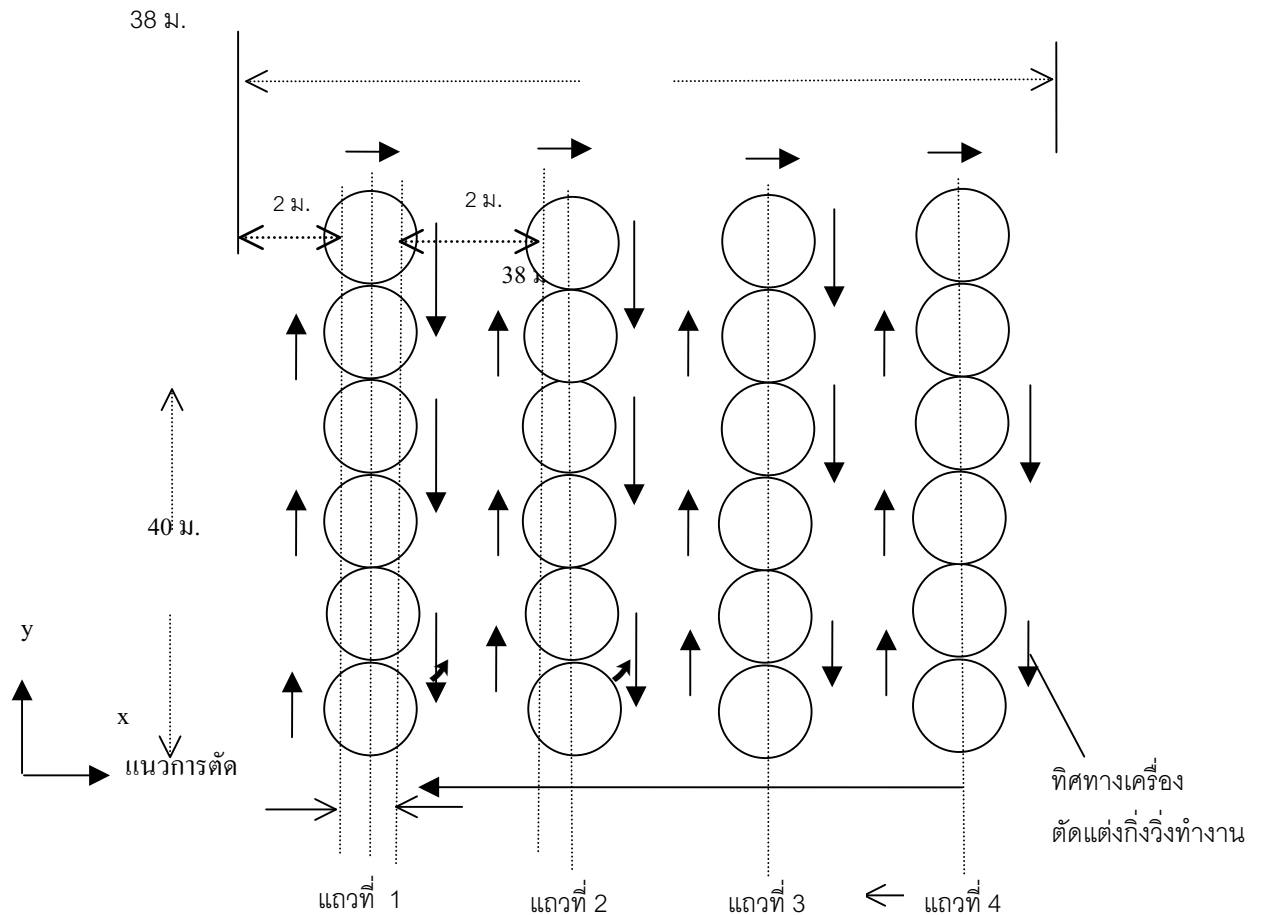
การประเมินสมรรถนะของเครื่องตัดแต่งกิ่ง จะประเมินจากความเร็วในการตัดจริงในสวน (หน่วยเป็นเนื้อที่ที่ตัดได้ต่อวัน) และประเมินความสิ้นเปลืองของการใช้พลังงานระหว่างการทำงานตัดจริง โดยมีรายละเอียดของเงื่อนไขที่กำหนดดังต่อไปนี้

ก. การกำหนดลักษณะและขนาดของทรงพุ่ม (ลำไย) ที่ต้องการมีลักษณะดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ทรงพุ่มลำไยที่ต้องการ

ข. การกำหนดระยะปลูกหรือระหว่างต้นเป็น 8 ม. X 6 ม. (x คูณ y) ดังภาพที่ 2.3 ในระยะปลูกตามที่กำหนดจะปลูกได้ประมาณ 33 ต้นต่อไร่ และเว้นระยะระหว่างแถวให้รถวิ่งได้ประมาณ 2 เมตร



ภาพที่ 2.3 แสดงระยะปลูกและทิศทางเครื่องตัดแต่งกิ่งวิ่งทำงาน

- (1) วิธีการตัดแต่งกิ่งจะตัดแต่งเฉพาะในแนวแกน y, ไม่ตัดแนวแกน x, และต้องตัดแต่งกิ่งครั้งละแนว คือตัดตามแนว ① ก่อน แล้วตัดแนว ② เพื่อคุมความกว้างของทรงพุ่ม แล้วตัดแนว ③ และ ④ ตามลำดับ เพื่อคุมความสูง รวม 4 ครั้ง ต่อต้น จึงจะได้รูปทรงพุ่มตามต้องการ
- (2) ความเร็วของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการตัดแต่งกิ่งวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 2.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- (3) ถ้าประสิทธิภาพของการตัดแต่งกิ่งได้ประมาณ 80% จะสามารถตัดแต่งกิ่งได้ประมาณ 25 ไร่ต่อวัน (เครื่องทำงานวันละ 8 ชั่วโมง)

2.2 ระยะเวลาของการวิจัย

2 ปี ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2544 ถึง พฤษภาคม 2546

2.3 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ตาราง 2.1 แผนการดำเนินการ และผลที่คาดว่าจะได้รับ

แผนการดำเนินการ	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
6 เดือนที่ 1 ก. เตรียมแปลงทดสอบของสวนที่กำหนด สำหรับไม้ผลแต่ละชนิดที่จะทดสอบ โดยกำหนดลักษณะทรงพุ่ม พร้อมเตรียมและแต่งให้ได้ทรงพุ่มที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องทุ่นแรงอื่นที่จัดหาได้ โดยยังไม่ใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งที่กำลังจะสร้างขึ้น ข. ออกแบบ เขียนแบบ เครื่องตัดแต่งกิ่ง	6 เดือนที่ 1 ก. ได้แปลงทดสอบไม้ผลสำหรับลำไยและมะม่วง และได้ลักษณะทรงพุ่มที่เหมาะสมสำหรับรอกการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งในปีที่ 2 ข. ได้แบบเพื่อสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมกับรูปทรงของไม้ผลที่กำหนด
6 เดือนที่ 2 ก. ประเมินผลกระทบของการตัดแต่งกิ่งต่อต้นในแง่การเจริญเติบโตของกิ่งใบและการเจริญทางส่วนสืบพันธุ์ ข. สร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผล	6 เดือนที่ 2 ก. ได้ผลกระทบของการตัดแต่งกิ่งต่อต้นในแง่การเจริญเติบโตของกิ่งใบและการเจริญทางส่วนสืบพันธุ์ ข. ได้เครื่องเพื่อพร้อมทดสอบขั้นต้น
6 เดือนที่ 3 ก. ตัดแต่งกิ่งไม้ผลให้ได้ทรงพุ่มตามที่กำหนดสำหรับไม้ผลแต่ละชนิดโดยใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งที่สร้างขึ้น ข. ทดสอบและปรับปรุงเครื่องตัดแต่งกิ่ง	6 เดือนที่ 3 ก. ได้ผลการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งในแง่ผลกระทบต่อต้นและในแง่การจัดการสวน ข. ได้เครื่องที่ปรับปรุงจนใช้งานได้ดี
6 เดือนที่ 4 ก. ประเมินผลกระทบของการตัดแต่งกิ่งในแง่การเจริญเติบโตของกิ่งใบและการเจริญทางส่วนสืบพันธุ์ ข. ประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งและต้นทุน ค. วิเคราะห์ผล สรุปและเขียนรายงาน	6 เดือนที่ 4 ก. ได้ผลกระทบของการตัดแต่งกิ่งต่อสวนที่กำหนด ข. ได้ผลประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่ง และต้นทุน ค. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์

2.4 ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการ

ตาราง 2.2 ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการ

กิจกรรม	ระยะเวลาในการดำเนินการ				ผู้รับผิดชอบ
	1-6	7-12	13-18	19-24	
1. ค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆรวมทั้ง Internet	↔				อ. รัชชัย
2. การเตรียมแปลงทดสอบ กำหนดรูปทรงและทดสอบการตัดแต่งตามรูปทรงที่กำหนด โดยยังไม่ใช้เครื่องที่ออกแบบ	↔				อ.ชูรัตน์ และ ผู้ช่วยวิจัย
3. ออกแบบ,สร้างต้นแบบเครื่องตัดแต่งกิ่งคุมทรงพุ่ม	↔	↔			”
4. ทดสอบและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ		↔			”
5. ทดสอบเครื่องและตัดแต่งกิ่งไม้ผลจริงในสวน			↔		ผู้เชี่ยวชาญ
6. ประเมินผลกระทบของต้นไม้และผลผลิต			↔		พืชสวน
7. สรุปและรายงานผล				↔	อ.รัชชัย

บทที่ 3

การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องตัดแต่งกิ่ง

เครื่องตัดแต่งกิ่งที่ออกแบบและสร้างขึ้น จะใช้ประกอบอยู่ส่วนหน้าของรถแทรกเตอร์ล้อยางขนาด 60-70 แรงม้า ที่มีใช้อยู่ทั่วไปในสวนผลไม้ เครื่องตัดแต่งกิ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ

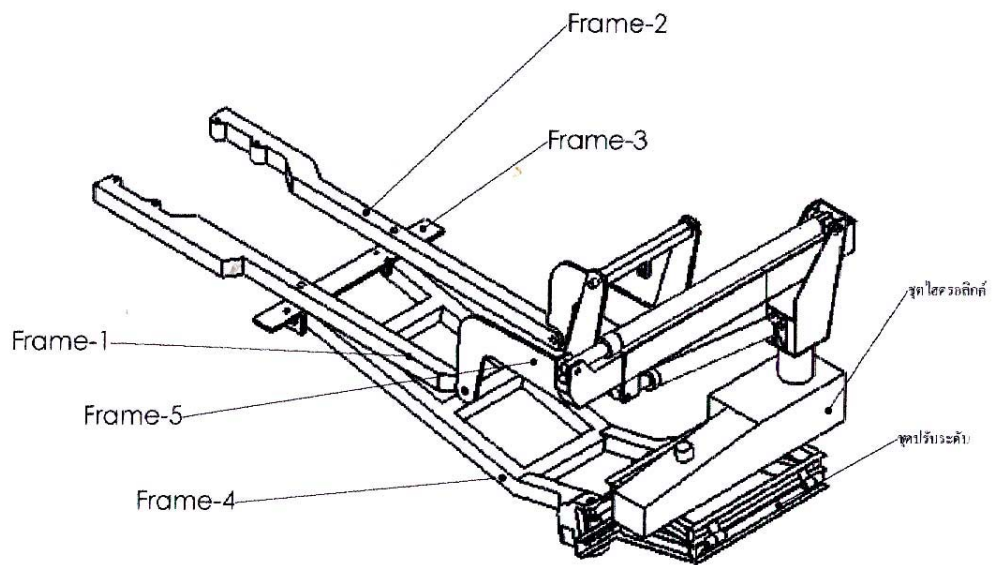
1. ชุดใบเลื่อยวงเดือนตัดแต่งกิ่ง ประกอบด้วย ใบเลื่อยวงเดือน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร จำนวนฟัน 180 ฟัน หนา 3.5 มิลลิเมตร จำนวน 4 ใบ ซึ่งประกอบอยู่บนเพลาลูกปืนรองรับหัวท้ายประกอบกันเป็นชุด ๆ ชุดใบเลื่อยทั้ง 4 จะถูกขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกมอเตอร์ 2 ตัว และส่งกำลังด้วยสายพาน

2. ชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่ง จะต่อเชื่อมโยงกับชุดตัดแต่งกิ่ง เพื่อใช้ปรับระดับความสูงทั้งในแนวดิ่ง และแนวราบทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก และควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า สามารถยกได้สูงประมาณ 5 เมตร และสามารถปรับท่ามุมกับแนวระนาบได้ประมาณ 70-75 องศา ชุดแขนยกนี้ประกอบกันเป็น 2 ท่อน เพื่อสะดวกในการปรับระดับความสูง

3. ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก จะติดตั้งอยู่ส่วนหลังของรถแทรกเตอร์ ซึ่งเป็นที่ติดตั้งของระบบไฮดรอลิกทั้งหมด และใช้กำลังขับเคลื่อนจากเพลานวยกกำลัง (PTO) จากรถแทรกเตอร์ ระบบไฮดรอลิกจะทำงานที่ความดัน 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร น้ำมันไฮดรอลิกจะถูกส่งไปยังชุดแขนยก และชุดตัดแต่งกิ่ง และถูกควบคุมด้วยระบบวาล์วเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า

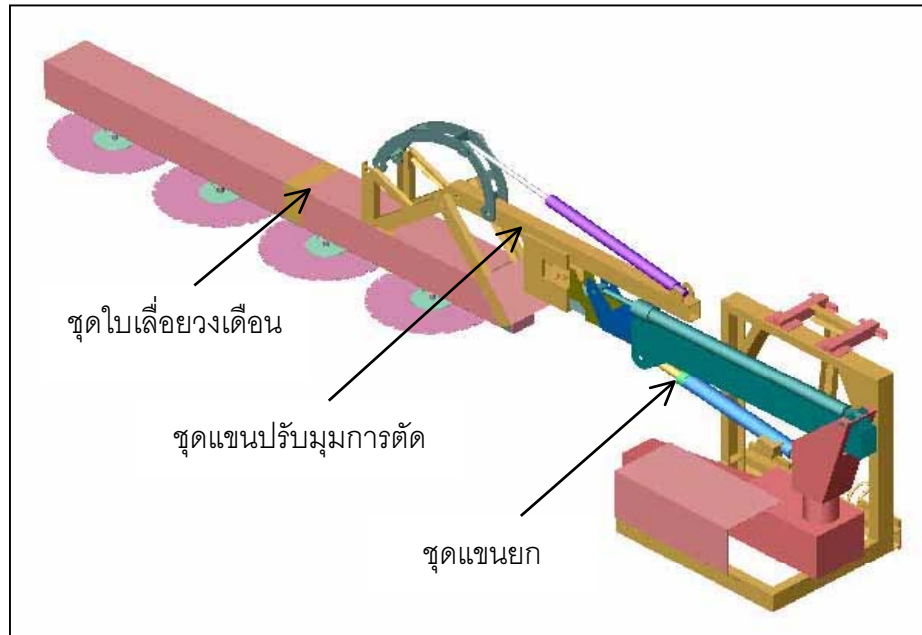
3.1 การออกแบบเครื่องตัดแต่งกิ่ง

ผลการดำเนินงานวิจัย ได้ดำเนินการออกแบบชุดฐานยึดเครื่องกับรถแทรกเตอร์ต้นแบบ เครื่องตัดแต่งกิ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.1



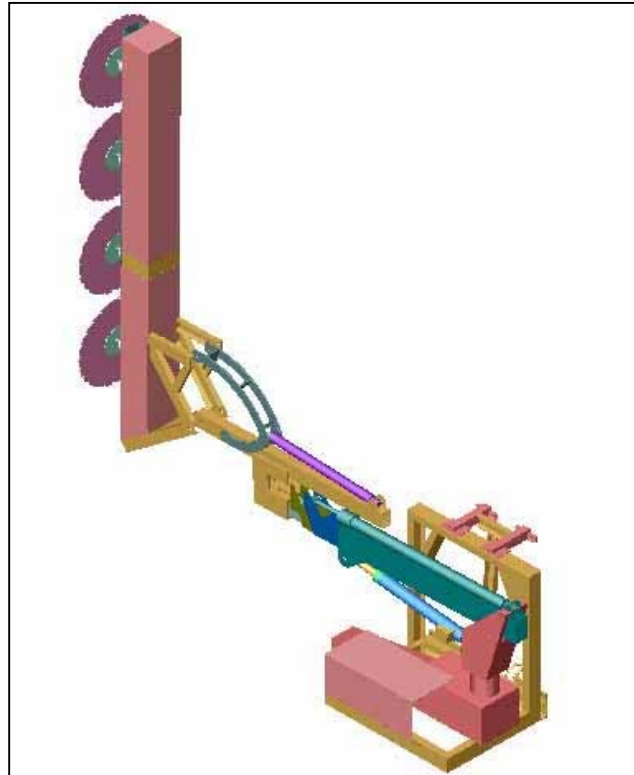
ภาพที่ 3.1 แบบเครื่องตัดแต่งกิ่งกับชุดฐานยึดกับรถแทรกเตอร์

ชุดใบเลื่อยวงเดือน ได้ดำเนินการออกแบบชุดใบเลื่อยวงเดือนมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.2



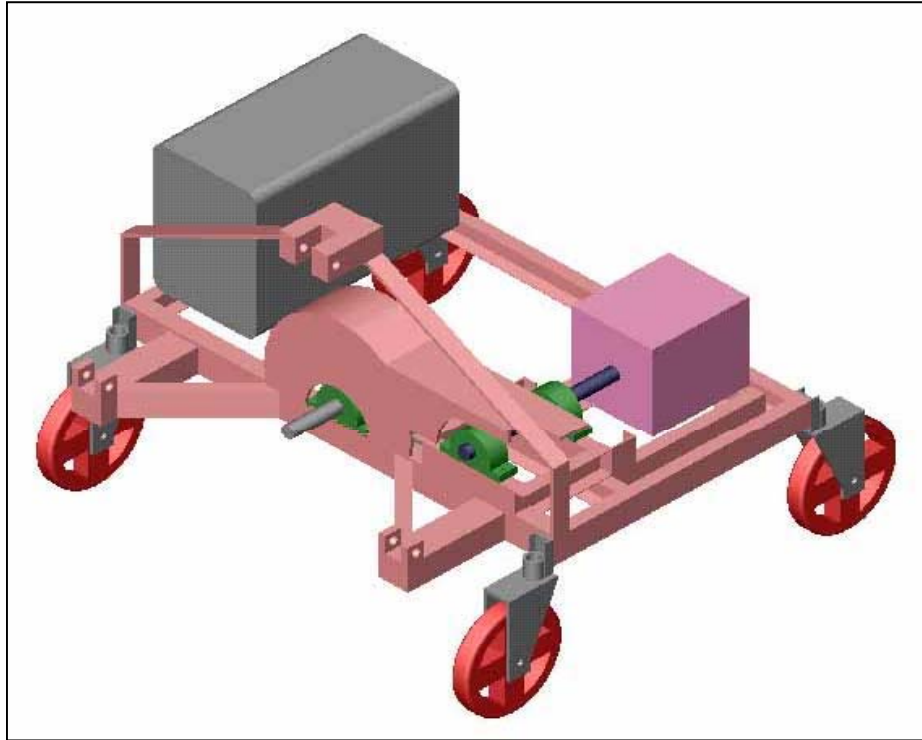
ภาพที่ 3.2 แบบเครื่องตัดแต่งกิ่งแสดงชุดแกนยก ชุดแกนปรับมุมการตัด และชุดใบเลื่อย วงเดือน ที่ประกอบกันในลักษณะปรับชุดใบเลื่อยวงเดือนเพื่อตัดแต่งกิ่งในแนวระดับ

ชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่งได้ดำเนินการออกแบบชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่ง มีรายละเอียด
ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แบบเครื่องตัดแต่งกิ่งแสดงชุดแขนยก ชุดแขนปรับมุม และชุดใบเลื่อยวงเดือน
ที่ประกอบกันในลักษณะปรับชุดใบเลื่อยวงเดือนเพื่อตัดแต่งกิ่งในแนวดิ่ง

ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก ได้ดำเนินการออกแบบชุดต้นกำลังไฮดรอลิกมีรายละเอียด
ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แบบโครงยึดชุดต้นกำลัง

3.2 การสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่ง

ชุดใบเลื่อยวงเดือน ประกอบด้วย ใบเลื่อยวงเดือน (ภาพที่ 3.5) จำนวน 4 ใบ ติดตั้งอยู่บนชุดแขนใบตัด (ภาพที่ 3.7) ใบเลื่อยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบ 0.4 เมตร จำนวนฟันเลื่อยใบละ 180 ฟัน ปลายฟันติดโลหะคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นโลหะผสมพิเศษเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความคมของฟันเลื่อย ใบเลื่อยทั้ง 4 ใบออกแบบให้ถูกขับเคลื่อนด้วย ไฮดรอลิกมอเตอร์ 2 ตัว โดยมอเตอร์ 1 ตัวจะขับเคลื่อนใบเลื่อย 2 ใบ และส่งกำลังด้วยสายพาน



ภาพที่ 3.5 ชุดใบเลื่อยวงเดือนพร้อมชุดไฮดรอลิกมอเตอร์



ภาพที่ 3.6 ชุดแกนใบตัด



ภาพที่ 3.7 ชุดใบเลื่อยวงเดือน แสดงการติดตั้งต้นกำลังมอเตอร์ไฮดรอลิก ชุดเพลาส่งกำลัง และใบเลื่อยวงเดือนบนชุดแกนใบตัด



ภาพที่ 3.8 แขนขงชุดใบเลื่อยวงเดือน แสดงกระบอกไฮดรอลิก และแขนปรับมุมการตัด



ภาพที่ 3.9 แสดงการเชื่อมต่อแขนขงชุดใบตัดเข้ากับชุดใบเลื่อยวงเดือน และชุดแขนยกท่อนบน



ภาพที่ 3.10 แสดงการประกอบ ส่วนประกอบหลักของเครื่องตักแต่งกิ่ง

ชุดแขนยกเครื่องตักแต่งกิ่ง (ภาพที่ 3.11) ประกอบด้วยแขนยก 2 ท่อน คือ แขนยกท่อนล่าง กับแขนยกท่อนบน ซึ่งสวมกันอยู่ และทำงานยึดหดด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิก สามารถยกแขนใบ ตัดให้สูงจากพื้น 5 เมตร และต่ำสุดเหนือพื้น 50 เซนติเมตรในแนวตั้งฉาก อีกทั้งสามารถหมุน เปลี่ยนมุมในด้านข้างได้ 90 องศา (ภาพที่ 3.12) และสามารถยกขึ้นทำมุมกับพื้นได้ประมาณ 70 -75 องศา

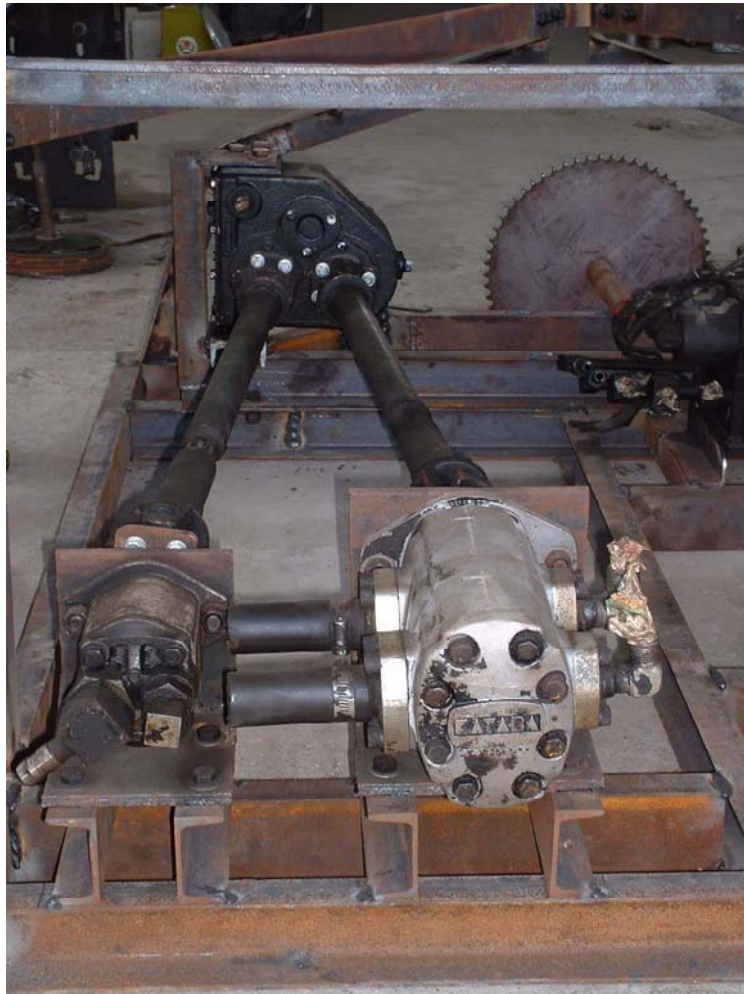


ภาพที่ 3.11 ชุดแขนยกเครื่องตักแต่งกิ่ง



ภาพที่ 3.12 ชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่งเมื่อหมุนเปลี่ยนมุมไปด้านหน้า 90 องศา

ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก (ภาพที่ 3.13) ได้กำลังจากเพลาอำนาจกำลัง (PTO) จากรถแทรกเตอร์ ขนาด 70 แรงม้า มาขับไฮดรอลิกปั๊ม จำนวน 3 ชุด เพื่อส่งกำลังไปขับไฮดรอลิกมอเตอร์ และชุดกระบอกสูบไฮดรอลิก ชุดต้นกำลังจากเพลา PTO จะส่งกำลังมาขับเฟืองโซ่ทดรอบ เพื่อเพิ่มความเร็วรอบให้กับไฮดรอลิกปั๊ม จาก 540 รอบ เป็น 1500 รอบต่อนาที จากนั้นกำลังจากเฟืองโซ่ทดรอบจะส่งกำลังมาที่เฟืองเกียร์ เพื่อแยกเพลาส่งกำลังไปยังไฮดรอลิกปั๊มจำนวน 2 ชุด ชุดแรกจะขับไฮดรอลิก มอเตอร์ 2 ตัวเพื่อหมุนใบเลื่อย 4 ใบ ส่วนชุดที่สองทำหน้าที่ขับชุดแขนยก ชุดควบคุมการทำงานปิดเปิดวาล์วเปลี่ยนทิศทางใช้ระบบไฟฟ้าแยกการควบคุมการทำงานออกเป็น 5 ช่อง แต่ละช่องแยกไปควบคุมกระบอกสูบไฮดรอลิก เพื่อบังคับทิศทาง และบังคับชุดแขนยกให้เคลื่อนซ้าย-ขวา ขึ้น-ลง ยึด-หยด



ภาพที่ 3.13 ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก



ภาพที่ 3.14 แสดงโครงเหล็กสำหรับยึดต้นกำลังไฮดรอลิก และต้นกำลังไฮดรอลิก



ภาพที่ 3.15 การทดสอบการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งที่สร้างขึ้นในสวนมะม่วง

บทที่ 4

การทดสอบ และผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง

4.1 การทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง

การทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งได้ทำการทดสอบตัดแต่งกิ่งในสวนมะม่วงเพื่อจะหาขีดความสามารถในการทำงานของเครื่อง โดยได้นำเครื่องไปทำการทดสอบที่สวนมะม่วง ไร่ประพัฒน์และบุตร ตั้งอยู่ที่ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สวนมะม่วง มีระยะปลูกแบบ 8 X 8 เมตร คิดเป็นจำนวน 25 ต้นต่อไร่ มีความสูงของทรงพุ่ม 6 เมตร และมีความกว้างของทรงพุ่ม 7 เมตร (ภาพที่ 4.1)



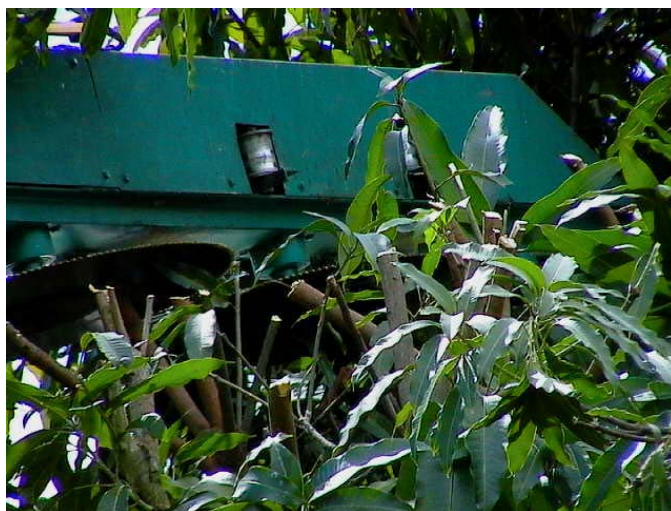
ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของทรงพุ่มก่อนที่จะทำการเริ่มตัดแต่ง



ภาพที่ 4.2 แสดงการปรับระดับความสูงของชุดใบตัดแต่งกิ่ง เพื่อที่จะทำการตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่ม



ภาพที่ 4.3 แสดงการตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่ม



ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะการตัดของใบตัดแต่งกิ่งขณะตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่ม



ก่อน

หลัง

ภาพที่ 4.5 แสดงการตัดแต่งด้านบนของทรงพุ่มระหว่างกำลังตัด (ภาพซ้าย) และหลังตัดเสร็จ (ภาพขวา)

4.2 ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่ง

ผลทดสอบการทำงานของเครื่องได้แสดงในภาพที่ 4.6-4.9 แสดงการตัดแต่งกิ่งมะม่วงในแปลงที่มีความสูงเกินกว่า 5 เมตร ในลักษณะต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งแล้วเสร็จการตัดแต่งกิ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ข้อสังเกตของผลการตัดแต่งตามที่ได้เสนอ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2) โดยตัดข้างละ 2 ครั้ง ด้านข้าง และด้านบน รวม 4 ครั้งต่อต้น ผลที่ได้มักจะได้อลักษณะทรงพุ่มเป็นรูป 4 เหลี่ยม แทนที่จะเป็นรูป 5 เหลี่ยมตามที่เสนอ ทั้งนี้เนื่องจากใบและกิ่งย่อยทางด้านบนของทรงพุ่มมักจะเบาบางมาก แต่หนาแน่นมากที่ด้านข้าง ดังนั้นเมื่อตัดด้านข้างเสร็จจะเหลือกิ่งย่อยและใบมาก ทำให้เห็นเป็นแนวตัดค่อนข้างชัดเจน แต่เมื่อตัดด้านบนเสร็จ ใบและกิ่งแขนงย่อยมักจะหายไป เหลือแต่กิ่งใหญ่ไม่กี่กิ่ง ทำให้เมื่อตัดเสร็จทรงพุ่มที่ได้กลายเป็นรูป 5 เหลี่ยมที่ยอดหายไป ซึ่งดูเหมือนรูป 4 เหลี่ยม ตามภาพที่ 4.9 และ 4.22

ข้อมูลการทดสอบการตัดแต่งกิ่งมะม่วงมีดังนี้

สำหรับสวนที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก (ความสูงของทรงพุ่ม 3 เมตร และความกว้างของทรงพุ่ม 3.5 เมตร) ความเร็วในการตัดแต่งกิ่งสามารถตัดได้ 100 ต้นต่อชั่วโมง

สำหรับสวนที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ (ความสูงของทรงพุ่ม 6 เมตร และความกว้างของทรงพุ่ม 6 เมตร) ความเร็วในการตัดแต่งกิ่งสามารถตัดได้ 6.5 ต้นต่อชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งด้วยเครื่องตัดแต่งกิ่ง

1. ค่าน้ำมันรถแทรกเตอร์	วันละ 500 บาท
2. ค่าแรง 2 คน ๆ ละ 200 บาท	วันละ 400 บาท
3. ค่าบำรุงรักษารถแทรกเตอร์และเครื่องตัดแต่งกิ่ง	วันละ 200 บาท
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	วันละ 1,100 บาท

จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการตัดแต่งกิ่งระหว่างการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งกับการใช้แรงงานคนให้ได้จำนวนต้นเท่ากัน (100 ต้นต่อชั่วโมง) สำหรับทรงพุ่มขนาดเล็ก และ (6.5 ต้นต่อชั่วโมง) สำหรับสวนที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 1,500 บาทต่อวัน และจะมีจุดคุ้มทุนที่ 3.42 ปี

หมายเหตุ ข้อมูลที่ใช้ในการคิดคำนวณเปรียบเทียบ

1. คน 1 คนสามารถตัดแต่งกิ่งไม้ได้ 61.5 ต้นต่อวัน สำหรับสวนที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก และ 4 ต้นต่อวัน สำหรับสวนที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่
2. ค่าแรงงานวันละ 200 บาท
3. เครื่องตัดแต่งทำงาน 100 วันต่อปี (เหมาะสำหรับสวนที่มีขนาดตั้งแต่ 120 ไร่ ขึ้นไป)
4. ราคาเครื่องตัดแต่งกิ่ง 520,000 บาท



ภาพที่ 4.6 แสดงการตัดแต่งด้านข้างของทรงพุ่ม และลักษณะของกิ่งที่ถูกตัดแต่งเสร็จแล้ว



ภาพที่ 4.7 แสดงขนาดและรอยแผลของกิ่งมะม่วงที่ถูกตัดแต่งด้วยเครื่อง (ขนาดของกิ่งที่ตัดแต่งโตสุดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50 มิลลิเมตร)



ก่อน



หลัง

ภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะทรงพุ่มและช่องว่างระหว่างแถวของมะม่วงที่ตัดแต่งเมื่อแล้วเสร็จ



ก่อน



หลัง

ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบแสดงลักษณะทรงพุ่มที่ยังไม่ได้ตัดแต่ง (ภาพซ้าย) กับทรงพุ่มที่ตัดแต่งแล้ว (ภาพขวา) เหลือความสูง 5 เมตร จากความสูงเดิม 6 เมตร และต้องการให้ผลผลิตออกทางด้านข้าง

ตาราง 4.1 ราคาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผล (ไม่รวมรถแทรกเตอร์)

รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)
1. ชุดใบเลื่อยวงเดือนตัดแต่งกิ่ง	1 ชุด	125,000
2. ชุดแขนยกเครื่องตัดแต่งกิ่งพร้อมโครงสร้างที่ติดตั้ง กับรถแทรกเตอร์	1 ชุด	85,000
3. ชุดต้นกำลังไฮดรอลิก	1 ชุด	75,000
4. ชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก และอุปกรณ์อื่น ๆ	1 ชุด	115,000
5. ค่าจ้างเหมาแรงงานสร้างเครื่อง		120,000
รวม		520,000

หมายเหตุ

1. อุปกรณ์ไฮดรอลิกบางชิ้นดัดแปลงจากของใช้แล้วโดยมีคุณภาพ สภาพ 70 เปอร์เซ็นต์
2. ราคาของเครื่องจะลดลงอย่างน้อยอีก 30 เปอร์เซ็นต์