



รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การออกแบบและประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไย
แบบติดตั้งบนรถกระบะ

DESIGN AND EVALUATION OF PICKING PLATFORM FOR
LONGAN HARVESTING ATTACHED ON A PICKUP TRUCK

โดย

เสมอขวัญ ตันติกุล

2549

1๑๑/๔๙



รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การออกแบบและประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ
DESIGN AND EVALUATION OF PICKING PLATFORM FOR LONGAN
HARVESTING ATTACHED ON A PICKUP TRUCK

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2546

จำนวน 726,100 บาท

หัวหน้าโครงการ นายเสมอขวัญ ตันติกุล

ผู้ร่วมโครงการ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
วันที่ 30 มีนาคม 2549

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทสหฟาร์ม จำกัด ที่ได้สนับสนุนเงินวิจัยทั้งหมดตลอดทั้งโครงการ ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้สนับสนุนส่งเสริมการทำวิจัยนี้ และขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร และคณบดีคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับสร้างและทดสอบเครื่องต้นแบบ อุปกรณ์สำนักงานตลอดจนคอมพิวเตอร์ของภาควิชา ในการจัดเตรียมเอกสารและเก็บข้อมูล และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ grundig จันทบุรี ฤกษ์ชัย แซ่เตีย และฉัตรวิวัฒน์ วงษาเทียม ซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร ที่มีส่วนสำคัญมากสำหรับการสร้างเครื่องต้นแบบและทดสอบเครื่องต้นแบบ

งานวิจัยครั้งนี้คงไม่สมบูรณ์เท่าที่ควรหากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากเกษตรกรเจ้าของสวนลำไย ในการให้ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการทดสอบชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ และที่สำคัญขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้พิจารณาคัดเลือกงานวิจัยเพื่อให้ได้รับทุนดังกล่าว

เสมอขวัญ ดันติกุล

30 มีนาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
บทที่ 1 บทนำ	3
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	4
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	7
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลำไย	10
2.1 คุณลักษณะที่สำคัญของลำไย	10
2.2 การปลูกลำไย	18
2.3 แหล่งเพาะปลูก ปริมาณและมูลค่า	18
2.4 การตัดแต่งกิ่งลำไย	19
2.5 การเก็บเกี่ยวลำไย	20
2.6 การผลิตลำไยของต่างประเทศ	22
บทที่ 3 เครื่องทุ่นแรงที่ใช้สำหรับเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูง	24
3.1 เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้หรืออุปกรณ์สอยผลไม้	24
3.2 รถสำหรับเก็บเกี่ยวผลไม้	25
3.3 สรุปข้อดีข้อเสียหรือข้อจำกัดของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีใช้ในปัจจุบัน	31
บทที่ 4 การออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	32
4.1 ขอบเขตการออกแบบ	32
4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ	32
บทที่ 5 การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ	42
5.1 การออกแบบและการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น	42
5.2 การทดสอบในภาคสนาม	46
5.3 การวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์	49

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
6.1 ผลการศึกษาโดยสรุปสำหรับการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ	54
6.2 ข้อดีและข้อเสีย	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก. รูปแสดงความสูงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต	61
ภาคผนวก ข. ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	63



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์ของไทย ปี 2537-47	3
ตารางที่ 2.1 แสดงแหล่งเพาะปลูก ผลผลิต และปริมาณผลผลิต	19
ตารางที่ 2.2 พื้นที่ปลูก ผลผลิตรวม และผลผลิตเฉลี่ย/ตัน	21
ตารางที่ 2.3 การกำหนดเกรดผลสดเพื่อนำไปทำลำไยอบแห้ง	22
ตารางที่ 5.1 ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะของเครื่องต้นแบบ	42
ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบเบื้องต้น	45
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยว และอัตราการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว	46
ตารางที่ 5.4 ตารางการทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการเก็บเกี่ยวด้วยชุดกระเช้าและการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกร	52
ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย	64
ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน กรณีคิดอัตราการเก็บลำไย กิโลกรัมละ 1 บาท	65
ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน กรณีคิดอัตราการเก็บลำไย กิโลกรัมละ 1.25 บาท	66

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 รถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	6
ภาพที่ 2.1 ผลลำไยเครือหรือลำไยเถา	11
ภาพที่ 2.2 ผลลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดุก	12
ภาพที่ 2.3 ผลลำไยพันธุ์อีดอ	13
ภาพที่ 2.4 ผลลำไยพันธุ์สีชมพู	13
ภาพที่ 2.5 ผลลำไยพันธุ์อีดอแก้ว	14
ภาพที่ 2.6 ผลลำไยพันธุ์เปี้ยวเขียว	14
ภาพที่ 2.7 ผลลำไยพันธุ์ใบดำ	15
ภาพที่ 2.8 ผลลำไยพันธุ์อีดอแดงกลม	16
ภาพที่ 2.9 ผลลำไยพันธุ์พวงทอง	16
ภาพที่ 2.10 ผลลำไยพันธุ์สาครทวาย	17
ภาพที่ 2.11 ผลลำไยพันธุ์ปูมาตีนโค้ง	17
ภาพที่ 2.12 ต้นลำไยที่สูงประมาณ 6 เมตร	22
ภาพที่ 2.13 ต้นลำไยที่สูงประมาณ 8 เมตร	22
ภาพที่ 2.14 ระยะห่างการปลูกที่ 12x12 เมตร	23
ภาพที่ 2.15 การเก็บเกี่ยวลำไยโดยใช้พะอง	23
ภาพที่ 2.16 การปลิดและคัดแยกลำไย	23
ภาพที่ 2.17 การบรรจุผลลำไยสดลงตะกร้า	23
ภาพที่ 3.1 รถยกแบบผู้ปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวคนเดียว	26
ภาพที่ 3.2 รถเก็บเกี่ยวไม้ผลแบบเก็บเกี่ยวหลายคนยืนต่างระดับกันในแนวตั้ง	27
ภาพที่ 3.3 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ รุ่น 329	28
ภาพที่ 3.4 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบสามล้อ	29
ภาพที่ 3.5 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น JV412	29
ภาพที่ 3.6 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	30
ภาพที่ 3.7 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น HAS 950	31
ภาพที่ 4.1 โครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุน	33
ภาพที่ 4.2 โครงสร้างแท่นหมุน	34
ภาพที่ 4.3 โครงสร้างและการติดตั้งแขนกระเช้า	34

	หน้า
ภาพที่ 4.4 โครงสร้างและส่วนประกอบกระเช้า	35
ภาพที่ 4.5 อุปกรณ์และวงจรการควบคุมชุดกระเช้า	35
ภาพที่ 4.6 การส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกจากด้านบนลงด้านล่างที่แท่นป้อมหมุน	36
ภาพที่ 4.7 ตำแหน่งการติดตั้งกระบอกไฮดรอลิกที่แขนกระเช้า	37
ภาพที่ 4.8 โครงสร้างระบบค้ำยัน	38
ภาพที่ 4.9 กล้องสวิตช์ควบคุม	38
ภาพที่ 4.10 ระบบส่งกำลัง	39
ภาพที่ 4.11 โครงสร้างแขนรักษาระดับ	40
ภาพที่ 4.12 ส่วนประกอบชุดกระเช้า	40
ภาพที่ 4.13 การประกอบชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระเบาะขณะเคลื่อนย้าย	41
ภาพที่ 4.14 ภาพถ่ายชุดกระเช้าเมื่อติดตั้งเข้ากับรถกระเบาะและทดสอบการทำงาน	41
ภาพที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยระหว่างรถกระเช้ากับเกษตรกร	47
ภาพที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นระหว่างรถกระเช้ากับเกษตรกร	48
ภาพที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนสุทธิ ระยะเวลาคืนทุนและปริมาณการใช้งานปี เมื่อคิดค่าบริการ 1.00 บาท/กิโลกรัม	51
ภาพที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนสุทธิ ระยะเวลาคืนทุนและปริมาณการใช้งานปี เมื่อคิดค่าบริการ 1.25 บาท/กิโลกรัม	51
ภาพที่ ก.1 ระดับความสูงการเก็บเกี่ยวที่ระดับ 1-3 เมตร	62
ภาพที่ ก.2 ระดับความสูงการเก็บเกี่ยวที่ระดับ 3-6 เมตร	62

การออกแบบและประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไย
แบบติดตั้งบนรถกระบะ
DESIGN AND EVALUATION OF PICKING PLATFORM FOR
LONGAN HARVESTING ATTACHED ON A PICKUP TRUCK

เสมอขวัญ ตันติกุล
SAMERKHWAN TANTIKUL

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ ได้รับการออกแบบโดยให้มีคุณสมบัติเบื้องต้นคือ ตัวกระเช้าสามารถยกขึ้น-ลงในแนวดิ่งและหมุนรอบในแนวราบได้โดยใช้ระบบไฮดรอลิก ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยที่ระดับความสูง 1-8 เมตร และมีรัศมีการทำงาน 3.2 เมตร รอบตัวรถ ซึ่งน้ำหนักบรรทุกที่ปลอดภัยบนกระเช้าสูงสุดเท่ากับ 1,265 กิโลกรัม และเพื่อให้มีเสถียรภาพในการทำงานจึงออกแบบให้มีแขนค้ำยันทั้งหมด 4 แขน โดยมีมุมวิกฤตเท่ากับ 57.7 องศา นอกจากนี้ชุดกระเช้าดังกล่าวสามารถถอดและประกอบเข้ากับตัวรถกระบะได้ง่าย โดยไม่ต้องตัดแปลงที่ตัวรถกระบะ

ผลการทดสอบในภาคสนามเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวพบว่า ที่ความสูงระดับ 1-3 เมตร มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 179.11 และ 66.56 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 1.76 และ 1.59 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับที่ความสูงระดับ 3-6 เมตร มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวลดลงเหลือ 143.40 และ 41.93 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 1.9 และ 1.60 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวม ตามลำดับ จากการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์หากใช้รับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยในอัตรา 1.25 บาท/กิโลกรัม เมื่อให้เครื่องมีจำนวนวันใช้งานเท่ากับ 120 วัน จะได้ผลตอบแทนสุทธิ 98,376 บาท/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 2.03 ปี

Abstract

A picking platform for longan harvesting attached on a pickup truck was designed to have performance features: (1) the picking platform can be lifted off and on of the ground vertically and spun around the axis by the use of hydraulic system (2) suitable for a longan tree of 1-8 m height (3) working radius around the machine of 3.2 m (4) the maximum carrying load on the picking platform of 1,265 kg (5) 4-arms supporting which has a critical angle of 57.5° provides secure stability and (6) the picking platform is removable for attaching with suitable vehicle.

Result on the performance field test of this machine showed that the harvesting capacity and fruits loss were 179.11 kg/h and 1.76% of gross yield when operated mechanically at 1-3 m tree height, as against a hand harvesting of 66.56 kg/h and 1.59% of gross yield. When operated mechanically at 3-6 m tree height, there were respective 143.40 kg/h and 1.9% of gross yield, as against a traditional method of harvesting 41.93 kg/h and 1.6% of gross yield, respectively. Economic analysis with the custom rate of 1.25 Baht/kg and working day per year of 120 days, the break-even point was 98,376 Baht/year and the pay-back period was 2.03 years.

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

ผลไม้จัดเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากประชาชนนิยมปลูกและบริโภคกันทั่วประเทศ (พรทิพย์, 2529) อนึ่งการปลูกผลไม้บางชนิดจะปลูกได้เฉพาะบางพื้นที่ของประเทศเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดินและสภาพดินฟ้าอากาศที่เอื้ออำนวยให้ สำหรับลำไยเป็นผลไม้เฉพาะฤดูกาลที่มีผู้บริโภคกันมากภายในประเทศชนิดหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นผลไม้ส่งออกที่ทำรายได้สูงสุดเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ (สมพิศ อยู่วิจิตรและคณะ, 2526 : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539 : สมพัทธวรรณ สิทธิสังข์, 2527) ประเทศไทยสามารถผลิตลำไยได้มากกว่าความต้องการในประเทศ (บริโภคภายในประเทศ 19 เปอร์เซ็นต์) ทำให้ผลผลิตส่วนใหญ่ (81 เปอร์เซ็นต์) ถูกส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ จากเอกสารสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ ได้แสดงปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์ลำไยของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537-2547 ดังแสดงตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์ของไทย ปี พ.ศ. 2537-2547

ปริมาณ:ตัน, มูลค่า:ล้านบาท

ปี พ.ศ.	ลำไยสด		ลำไยแห้ง		ลำไยแช่แข็ง		ลำไยกระป๋อง		รวม	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
2537	32,628	756.45	3,335	248.23	140	8.64	10,020	370.47	46,123	1,383.79
2538	31,719	882.14	3,655	195.51	160	8.43	10,554	415.15	46,088	1,502.23
2539	61,053	1,286.39	26,850	1,049.06	231	12.57	16,132	609.27	104,266	2,954.29
2540	81,632	2,119.86	38,075	2,142.86	241	14.77	15,975	753.14	135,923	5,030.63
2541	2,581	149.51	346	85.46	219	19.90	4,861	272.63	8,607	527.49
2542	43,998	1,146.97	6,770	436.73	749	44.87	8,822	468.93	60,339	2,097.50
2543	98,950	2,041.40	55,904	2,414.87	3,977	119.15	11,715	476.32	170,546	5,051.74
2544	101,305	1,911.00	26,838	1,309.96	1,597	63.97	8,969	367.01	138,709	3,651.94
2545	113,168	1,940.33	29,917	1,326.13	1,235	16.51	11,506	412.70	155,826	3,725.66
2546	81,925	1,697.52	59,157	2,511.64	807	20.77	13,541	495.64	155,430	4,725.57
2547	115,480	2,166.03	71,560	1,541.00	708	27.21	11,321	403.30	199,069	4,137.53

ที่มา : กรมศุลกากร อ้างในสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ. 2548.

จากตารางที่ 1.1 พบว่าตั้งแต่ปี 2541 เป็นต้นมา มีการส่งออกลำไยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งการส่งออกลำไยในปี 2547 ประเทศไทยสามารถส่งลำไยสดได้ 115,480 ตัน มีมูลค่า 2,166.03 ล้านบาท ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ฮองกง อินโดนีเซีย และจีน ส่งออกในลักษณะลำไยอบแห้ง 71,560 ตัน เป็นมูลค่า 1,541 ล้านบาท ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญคือ จีน ฮองกง และสิงคโปร์ สำหรับลำไยอบแห้งนี้ตลาดส่งออกในฮองกงมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ในจีนลดลงกว่าครึ่งซึ่งมีผลมาจากการที่ประเทศจีนสามารถผลิตลำไยเองได้ ส่งออกในรูปลำไยกระป๋อง 11,321 ตัน คิดเป็นมูลค่า 403.30 ล้านบาท มีตลาดส่งออกที่สำคัญคือ มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย และส่งออกในลักษณะลำไยแช่แข็ง 708 ตัน คิดเป็นมูลค่า 27.21 ล้านบาท มีตลาดส่งออกที่สำคัญคือ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ, 2548) และลำไยถือเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งเป็นแหล่งปลูกและผลิตลำไยที่มีปริมาณและคุณภาพดีที่สุดในประเทศ จากเอกสารสถิติสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ กรมส่งเสริมการเกษตร ประจำปี 2547 พบว่าพื้นที่ให้ผลผลิตลำไยของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนสำรวจเมื่อปี 2547 พบว่ามีพื้นที่เท่ากับ 241,599 ไร่ และ 233,128 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ให้ผลผลิตลำไยเท่ากับ 66.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ให้ผลผลิตลำไยทั่วประเทศ โดยทั้งสองจังหวัดได้ผลผลิตลำไยรวมกันเท่ากับ 428,181 ตัน คิดเป็น 67.29 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมทั่วประเทศ อย่างไรก็ตามแม้ว่าในปัจจุบันราคาผลผลิตลำไยจะตกต่ำ แต่ลำไยก็ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของภาคเหนือตอนบน จากข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตรในปี พ.ศ. 2546 พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกลำไยที่ลงทะเบียนทั่วประเทศเท่ากับ 274,387 ราย อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ 78,626 ราย และลำพูน 47,023 ราย คิดเป็น 45.79 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ สังเกตได้จากการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและมีจำนวนผลผลิตลำไยเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นลำไยยังมีแนวโน้มที่จะทวีความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในรูปของการส่งออกและการแปรรูปภายในประเทศ แต่ในขณะเดียวกันงานวิจัยของรัฐในเรื่องวิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวลำไยนั้นยังขาดความต่อเนื่อง และกระจุกกระจายอยู่ทั่วไปซึ่งผลงานบางเรื่องยังล้าหลังภาคเอกชนเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นหน่วยงานของรัฐยังมีการติดต่อประสานงานกับชาวสวนและผู้ส่งออกน้อยมาก จึงมีผลทำให้ชาวสวนและผู้ส่งออกไม่ทราบผลวิจัยของรัฐ และผลที่ได้จากการวิจัยก็ไม่ได้นำมาทดลองหรือปฏิบัติจริง (พรทิพย์, 2529)

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัญหาการผลิตลำไยปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญมากคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวลำไย เนื่องจากการเก็บเกี่ยวลำไยนั้นต้องใช้แรงงานที่มีความสามารถและความชำนาญงานในการเก็บเกี่ยวลำไย ขณะเดียวกันในฤดูกาลเก็บเกี่ยวอุปสงค์ของแรงงานเหล่านี้จะมากและเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันเกือบทุกสวน ดังนั้นชาวสวนจึงขาดแคลนแรงงานที่มีความสามารถในการเก็บเกี่ยว อีกทั้งค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวในปัจจุบันนั้นค่อนข้างสูงขึ้น การใช้แรงงานคน

ในการเก็บเกี่ยวมีผลทำให้เกิดความล่าช้าในการเก็บผลผลิต ซึ่งหากทำการเก็บเกี่ยวไม่ทันตามกำหนดเวลาหรือความต้องการของตลาด ก็จะทำให้ผลผลิตลำไยเกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก อีกทั้งการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยยังอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงานได้ ซึ่งเป็นผลเสียต่อตัวคนงานเองและต่อเจ้าของสวนลำไยด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยเอง แต่มักจะจำหน่ายแบบเหมาระยะยาว หรือเหมาระยะสั้นใน 1 ปี ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องจำหน่ายผลผลิตลำไยในราคาที่ต่ำลง อีกทั้งเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวพ่อค้าคนกลางที่เหมาผลผลิตลำไยจะนำคนงานของตนมาเก็บเกี่ยวลำไย คนงานซึ่งมิใช่เจ้าของสวนมักเก็บเกี่ยวลำไยอย่างไม่ระมัดระวัง อาจมีการหักกิ่งลำไยมากเกินไป ทำให้ต้นลำไยอบซ้ำและเกิดความเสียหายได้

ดังนั้นหากเกษตรกรมีเครื่องทุ่นแรง โดยเฉพาะเครื่องทุ่นแรงที่ช่วยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย น่าจะช่วยลดปัญหาความล่าช้าในการเก็บเกี่ยว ลดปัญหาขาดแคลนแรงงานที่มีความชำนาญ ลดปัญหาค่าจ้างแรงงาน ลดปัญหาอันตรายเนื่องจากการพลัดตกขณะทำการเก็บเกี่ยว ตลอดจนค่ารักษาพยาบาลซึ่งอาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นแรงจูงใจไม่ให้เกษตรกรขายเหมาสวนให้พ่อค้ารับซื้อลำไยเนื่องจากปัญหาดังกล่าวข้างต้น

ดังนั้นการแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษา ออกแบบ และสร้างรถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบขึ้นเมื่อ 2546 โดยมีวัตถุประสงค์ในตอนต้นคือ เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ลดความล่าช้าในการทำงาน ลดการเสียหายของผลผลิตลำไยเนื่องจากการร่วงหล่นและเก็บเกี่ยวไม่ทันตามฤดูกาล และทำให้ได้ผลผลิตที่ทำการเก็บเกี่ยวมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค อนึ่งแม้ว่าปัจจุบันจะมีหน่วยงานภาครัฐ ตลอดจนภาคเอกชนหลายแห่งได้พยายามผลิตคิดค้นเครื่องทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยวไม้ผลบางชนิด แต่ก็ยังมีข้อจำกัดหรือข้อด้อยในการทำงานอยู่ค่อนข้างมาก จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้จริง มีประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานสูง ใช้งานง่าย และมีราคาที่เกษตรกรชาวสวนลำไยสามารถจัดทำหรือหาซื้อมาใช้งานได้ และจากการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นและการทดสอบในภาคสนามพบว่า การทำงานของรถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ ได้นำระบบไฮดรอลิคมาใช้กับระบบขับเคลื่อน และการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของกระเช้า การควบคุมการทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานอยู่บนกระเช้า ระดับความสูงของกระเช้าเมื่อทำงานสูงสุดเท่ากับ 9.15 เมตร เมื่อวัดจากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า (ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้สูงถึง 11 เมตร) มีรัศมีการทำงาน 6.50 เมตร รอบตัวรถ ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เกียร์สูงเท่ากับ 2.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เกียร์ต่ำเท่ากับ 1.50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังได้ มีรัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 3.25 เมตร น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่กระเช้า 201.5 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.46 ลิตรต่อชั่วโมง ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวขนาด 11 แรงม้า เป็นต้นกำลัง สามารถใช้ผู้ปฏิบัติงานสำหรับควบคุมเครื่องและเก็บผลไม้ 1-2 คน (ทำงานบนกระเช้าได้พร้อมกัน 2 คน

ได้) จากการทดสอบสมรรถนะการเก็บลำไยในภาคสนามของรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ พบว่าเมื่อใช้ผู้ปฏิบัติงานบนกระเช้าเพียงคนเดียว มีอัตราการเก็บเฉลี่ย 161 กิโลกรัม/ชั่วโมง การสูญเสียจากการร่วงหล่นประมาณ 0.93 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของผลลำไยที่ทำการเก็บในแต่ละวิธีพบความเสียหายเชิงกลน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บด้วยคน



รูปที่ 1.1 รถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

อย่างไรก็ตาม รถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ คือ ราคาเครื่องโดยรวมถือว่าค่อนข้างสูง การเคลื่อนที่เข้าและออกจากแปลงค่อนข้างช้า มีขนาดตัวเครื่องใหญ่เทอะทะและมีน้ำหนักมาก (ติดหล่มได้ง่าย) ทำให้ไม่สะดวกสำหรับการเขตรกรรมสมัยใหม่ซึ่งมีระยะห่างระหว่างต้นค่อนข้างชิด ดังนั้นหากสามารถนำข้อจำกัดของเครื่องต้นแบบมาพิจารณาในการออกแบบชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยโดยออกแบบให้มีขนาดเล็กลง และสามารถติดตั้งชุดกระเช้าดังกล่าวบนรถกระบะซึ่งเป็นรถที่เกษตรกรโดยทั่วไปมีอยู่แล้ว น่าจะช่วยลดปัญหาความล่าช้าสำหรับการเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่เข้าและออกจากแปลง และทำให้สามารถวิ่งผ่านอุปสรรคในแปลงได้ นอกจากนี้ยังลดปัญหาการติดหล่มในแปลงได้ (การเก็บเกี่ยวหลักมักเป็นฤดูฝน) ก็น่าจะแก้ปัญหของเกษตรกรชาวสวนลำไยได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาเครื่องทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยวผลไม้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และนำข้อดีและข้อจำกัดหรือข้อด้อยของรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบที่ได้มาใช้ในการออกแบบและสร้างชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ

1.2.2 ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ โดยในการศึกษาครั้งนี้มุ่งออกแบบชุดกระเช้าต้นแบบให้ทำงานโดยใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์เล็กดีเซลไม่เกิน 11 แรงม้า ซึ่งเป็นเครื่องต้นกำลังที่เกษตรกรนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป

1.2.3 การออกแบบเพื่อการติดตั้งชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไย ต้องหลีกเลี่ยงการดัดแปลงที่ตัวรถกระบะ สำหรับการยึดชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระบะจะใช้สกรู 4 ตัวเท่านั้น (สกรูสำหรับยึดกระบะเดิมของรถ)

1.2.4 เพื่อเพิ่มความสามารถในการเก็บเกี่ยว และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ลดค่าจ้างแรงงานสำหรับการเก็บเกี่ยว ตลอดจนลดการเสี่ยงภัยจากอุบัติเหตุการพลัดตกขณะปีนขึ้นเพื่อทำการเก็บเกี่ยวลำไย

1.2.5 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการทำงาน การสูญเสีย และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อใช้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะต้นแบบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานในการวิจัยครั้งนี้ คือ ศึกษาข้อดีข้อเสียหรือข้อจำกัดของกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบเพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดขอบเขตในการออกแบบ การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ การทดสอบในภาคสนาม และประเมินผลเครื่องต้นแบบ

โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการทำงาน และกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

- 1.3.1 สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่งลำไยที่มีความสูงประมาณ 1-8 เมตรได้
- 1.3.2 การติดตั้งชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระบะกระทำได้สะดวกรวดเร็ว
- 1.3.3 การบังคับควบคุมกระเช้าเข้าหาเป้าหมายสามารถบังคับในลักษณะยกขึ้น-ลง และเคลื่อนที่ในแนวระนาบรอบตัวรถได้
- 1.3.4 ใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์เล็กดีเซล 1 สูบ ขนาด 11 แรงม้าเป็นต้นกำลัง
- 1.3.5 สามารถติดตั้งกรรไกรลมและกรรไกรไฮดรอลิกเพื่อใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งได้
- 1.3.6 ใช้ผู้ปฏิบัติงานคนเดียวอยู่บนกระเช้าและต้องมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานสูง
- 1.3.7 มีอุปกรณ์ช่วยลำเลียงผลผลิตลำไยที่เก็บเกี่ยวจากบนกระเช้าลงสู่พื้น
- 1.3.8 เพื่อให้มีเสถียรภาพในการทำงานควรออกแบบให้มีแขนค้ำยัน 4 แขน ซึ่งแขนค้ำยันดังกล่าวสามารถปรับระดับระนาบของตัวรถได้ นอกจากนั้นต้องสามารถยืดกางออกและเลื่อนเก็บเข้าที่ได้โดยออกแบบให้มีการทำงานแบบกลไกง่าย ๆ
- 1.3.9 รถกระบะที่ใช้รองรับชุดกระเช้าต้นแบบควรเป็นแบบขับเคลื่อน 4 ล้อ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสำหรับการเคลื่อนที่ผ่านอุปสรรคและป้องกันการติดหล่มในแปลง

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว จึงจัดกระบวนการวิจัยดังนี้

1.4.1 ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของการปลูก ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างต้น ความสูงเฉลี่ยของต้น ความกว้างเฉลี่ยทรงพุ่ม การดูแลบำรุงรักษา การเก็บเกี่ยว ตลอดจนศึกษาถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการ

1.4.2 ศึกษา ทดสอบ และประเมินผลเพื่อหาข้อจำกัดหรือข้อด้อยของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นพื้นฐานในการสร้างเครื่องต้นแบบ

1.4.3 ศึกษาเพื่อหาข้อดีและข้อด้อยรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาในการออกแบบ

1.4.4 ศึกษาความเหมาะสมของระบบการทำงานที่จะนำมาใช้ในการออกแบบชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะต้นแบบ

1.4.5 ศึกษาความเหมาะสมของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ

1.4.6 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ พร้อมทดสอบการทำงานเบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปทดสอบจริง

1.4.7 การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ โดยพิจารณาถึงความสามารถในการทำงาน การสูญเสียจากการทำงาน ความสะดวกในการใช้งาน ความสะดวกหรือง่ายต่อการบังคับควบคุม ตลอดจนความสะดวกในการติดตั้งหรือปลดออกจากตัวรถกระบะ

1.4.8 เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

1.4.9 จัดทำรายงานเป็นรูปเล่มและนำเสนอ ตลอดจนเผยแพร่ผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบรายละเอียดข้อมูลการเพาะปลูกลำไย ปัญหาการเพาะปลูกลำไย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาในการออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

1.5.2 ได้ทราบข้อดีและข้อด้อยของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูงที่มีใช้ในประเทศและต่างประเทศ

1.5.3 ได้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ ที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

1.5.4 ช่วยแก้ปัญหาลาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยว ตลอดจนลดปัญหาการพลัดตกขณะทำการเก็บเกี่ยว

1.5.5 ได้แนวทางในการวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลลักษณะนี้ เพื่อขยายผลนำไปใช้กับไม้ผลชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะของผลผลิตและการปลูกที่คล้ายคลึงกัน

1.5.6 ได้ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ สำหรับการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยในลักษณะดังกล่าวต่อไป

1.5.6 เป็นข้อมูลสำหรับผู้ศึกษา เพื่อพัฒนาและวิจัยในโอกาสต่อไป



บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลำไย

ลำไย (*Euphoria longana* Lam.) เป็นพืชที่ติดผลที่ปลายกิ่งเช่นเดียวกับมะม่วงและเงาะ ดอกเกิดเป็นช่อ ดอกย่อยมีขนาดเล็กมีเพศเดียวหรือสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงมีจำนวน 5 อัน แยกกัน เกสรตัวผู้จำนวน 8-10 อัน แยกเป็น 2 ชั้น เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่แบบ Superior มีจำนวน 1-3 ช่อง เชื่อมติดกันเป็นลอน แต่ละช่องมีไข่ 1 อัน ผลแบบ berry drupe capsule หรือ nut เนื้อนุ่ม ส่วนที่รับประทานได้เกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ด

2.1 คุณลักษณะที่สำคัญของลำไย

2.1.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของลำไย (สุเมษ, 2537)

ลำไยมีถิ่นกำเนิดในบริเวณที่ราบต่ำของประเทศอินเดีย ศรีลังกา พม่า และจีนตอนใต้ มีปลูกในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลก ลำไยมีคุณสมบัติในการทนทานต่อความหนาวเย็นของอากาศ โดยเฉพาะน้ำค้างแข็ง ซึ่งพืชอื่นในตระกูลเดียวกับลำไยนี้ไม่สามารถทนทานได้ดีเท่า

2.1.2 โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของลำไย

นิสัยการเจริญ เป็นไม้ยืนต้นเล็ก ๆ ไม่ผลัดใบ ทรงต้นสูง 10-12 เมตร แผ่กิ่งก้านสาขากว้าง ทรงพุ่ม มีใบแน่น

ลำต้น กิ่งและลำต้นมีสีน้ำตาล

ใบ เรียงตัวแบบสลับ ใบประกอบแบบขนนกและมีใบที่ปลายเป็นคู่ มีใบย่อย 2-5 คู่ ความยาวใบ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม รูปรี รูปไข่หรือรูปหอก ไม่มีขน สีเขียวเข้ม เขียวอ่อนหรือเขียวปนเทา ผิวใบเป็นมัน ใบย่อยกว้าง 3 เซนติเมตร และยาว 7-15 เซนติเมตร เส้นใบปรากฏชัดเจน

ดอก เกิดเป็นช่อที่ช่อใบหรือปลายกิ่ง ช่อดอกขนาดใหญ่ ดอกย่อยมีขนาดเล็ก จำนวนมากแต่ละดอกมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกขนาดเล็กจำนวนเท่ากันคือ 5 อัน สีเหลืองอ่อน เกสรตัวผู้จำนวน 10 อัน แทรกอยู่บนแผ่นกลม เกสรตัวเมียมีรังไข่แบบ Superior บนช่อหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยดอก 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนน้อยมาก

ผล

ผลกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ผลสุกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีตุ่มแบน ๆ ปกคลุมที่เปลือกผิวด้านนอก เปลือกบาง เนื้อหนาหรือบางมีลักษณะคล้ายวุ้น มีน้ำมากสีขาว

เมล็ด

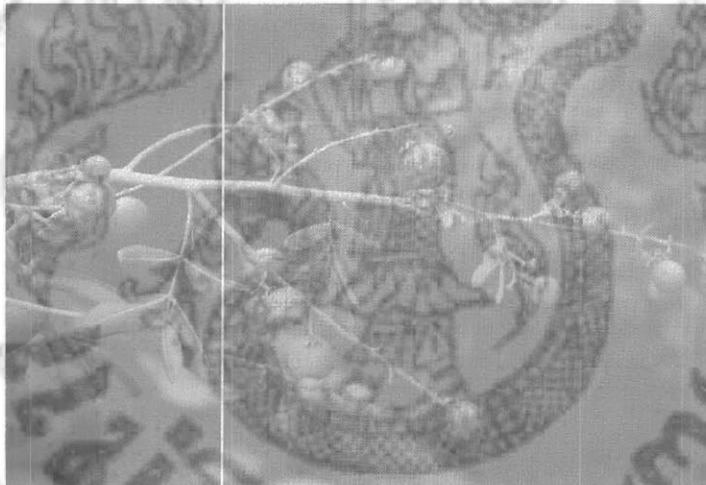
สีน้ำตาลเข้ม เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นมัน

2.1.3 พันธุ์ลำไย

พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของผลเนื้อ เมล็ดและรสชาติ คือ

ก. ลำไยเครือหรือลำไยเถา

ลำไยชนิดนี้มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น ใบขนาดเล็กและสั้น ผลเล็ก ผิวผลสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดโต เนื้อผลบางมีกลิ่นคล้ายกำมะถัน ปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่าที่จะใช้รับประทานผล



รูปที่ 2.1 ผลลำไยเครือหรือลำไยเถา

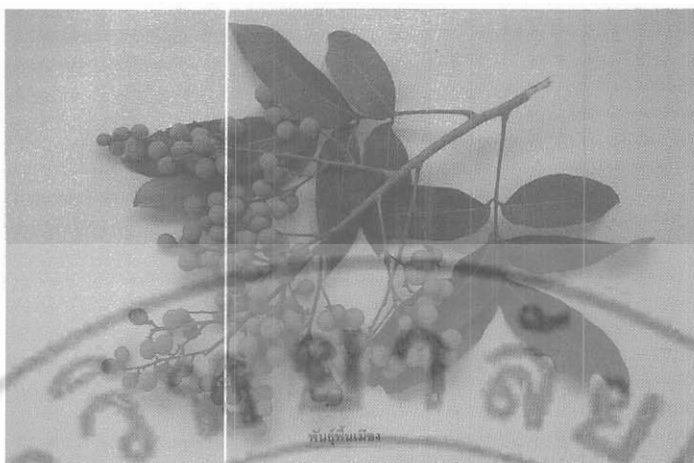
ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ข. ลำไยต้น

ลำไยต้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดุก

ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดุกออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร ยาว 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาลเปลือกหนา เนื้อบางสีขาวใส ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 19 เมล็ดโต เปลือก ลำต้นขรุขระมาก ต้นตั้งตรงสูงประมาณ 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก



รูปที่ 2.2 ผลลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระตูก
ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

2. ลำไยกะโหลก

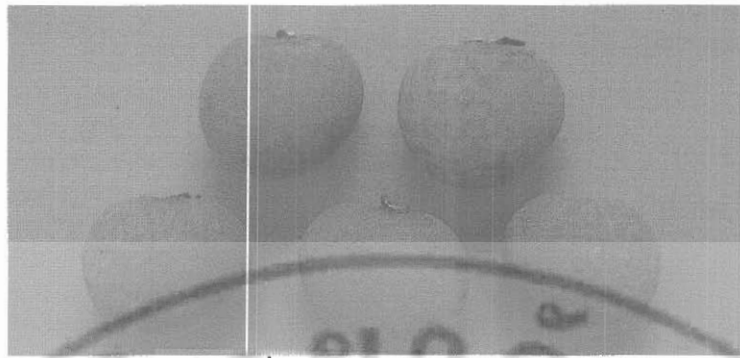
ลำไยกะโหลกเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เพราะผลใหญ่ เนื้อหนาและรสหวานปริมาณน้ำตาลร้อยละ 16-24 มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกัน พันธุ์กะโหลกที่ปลูกในประเทศไทยได้แก่

ก. พันธุ์ดอหรืออีดอ

เป็นพันธุ์ลำไยเบา คือ ออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด เพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ทำให้ได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำเพียงพอ ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์ดอแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิด คือ

1) *อีดอยอดแดง* เจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีดอยอดเขียว ลำต้นแข็งแรง ไม่หักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบอ่อนมีสีแดง ปัจจุบันอีดอยอดแดงไม่นิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลเริ่มสุกถ้าเก็บเกี่ยวไม่ทันผลจะร่วงเสียหายมาก

2) *อีดอยอดเขียว* มีลักษณะต้นคล้ายอีดอยอดแดง ใบอ่อนเป็นสีเขียว ออกดอกติดผลง่ายแต่อาจไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีดยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้อีก 2 ชนิด คืออีดอก้านอ่อน เปลือกของผลจะบาง และอีดอก้านแข็ง เปลือกของผลจะหนา ผลขนาดค่อนข้างใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ทรงผลกลมแป้น เบี้ยวยกปากข้างเดียว ผิวสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง สีน้ำตาลเข้ม เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 20 เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลาง รูปร่างแบนเล็กน้อย

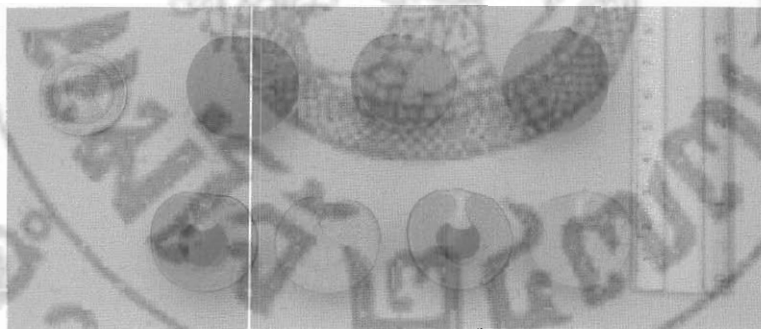


รูปที่ 2.3 ผลลำไยพันธุ์อีดอ

ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ข. พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู

เป็นลำไยพันธุ์กลาง จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานในประเทศ พุ่มต้นสูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย การเจริญเติบโตดี ไม่ทนแล้ง เกิดดอกติดผลง่ายปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.7 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม เปลือกเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบมีสีคล้ำตลอดผล เปลือกหนา แข็งและเปราะ เนื้อหนาปานกลาง นุ่มและกรอบ สีชมพูเรื่อ ๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้ออ่อน รสหวาน กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 21-22 เมล็ดค่อนข้างเล็ก



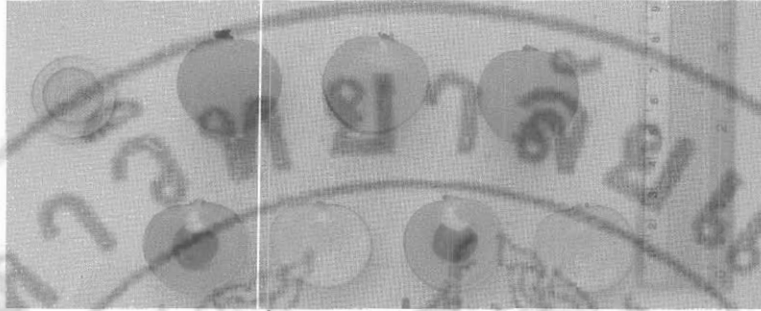
รูปที่ 2.4 ผลลำไยพันธุ์สีชมพู

ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ค. พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว

เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว กิ่งเปราะง่าย เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แห้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แห้วยอดแดง และ แห้วยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด แห้วยอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีแดง แห้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยาก อาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้นขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอทั้งผลขนาดใหญ่หรือปานกลางขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร ทรงผลกลมและแป้น ฐาน

ผลปຸ່ມ ผิวน้ำตาล มีสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนาแน่น เนื้อหนา แน่น แห้งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก หัวยอดแดง จะออกดอกได้ง่ายกว่าหัวยอดเขียวและมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า จึงนิยมปลูกมากกว่าหัวยอดเขียว



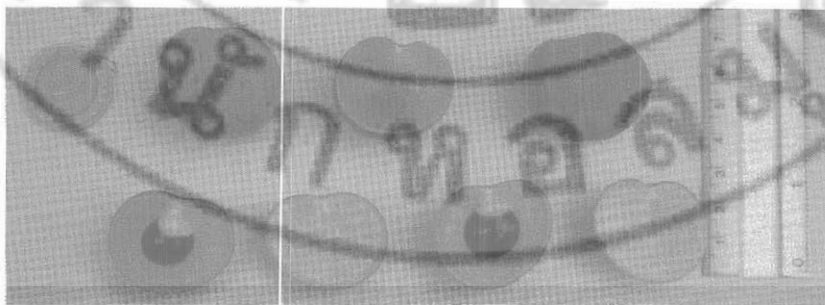
รูปที่ 2.5 ผลลำไยพันธุ์ฮีหัว

ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ง. พันธุ์เบี้ยวเขียวหรืออีเบี้ยวเขียว

เป็นลำไยพันธุ์หนึ่งที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ เจริญเติบโตได้ดี ทนแล้งได้ดี แต่มีอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ออกดอกยาก มักเว้นปี ช่อผลหลวม สีของผลมักมีขนาดเล็ก มีสีเขียว พันธุ์เบี้ยวเขียวแบ่งได้ 2 ชนิดคือ เบี้ยวเขียวก้านแข็ง (เบี้ยวเขียวป่าเส้า) และ เบี้ยวเขียวก้านอ่อน (เบี้ยวเขียวเชียงใหม่) เบี้ยวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ตก ขนาดผลใหญ่มาก แต่ติดผลน้อยอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ไม่ค่อยนิยมปลูก ส่วนเบี้ยวเขียวก้านอ่อนให้ผลตกเป็นพวงใหญ่

ผลมีขนาดใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 3.0 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ทรงผลกลมแบนและเบี้ยวมากเห็นได้ชัด ผิวน้ำตาลอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เนื้อหนา แห้ง กรอบ ล่อนง่าย สีขาว มีน้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 22 เมล็ดค่อนข้างเล็ก



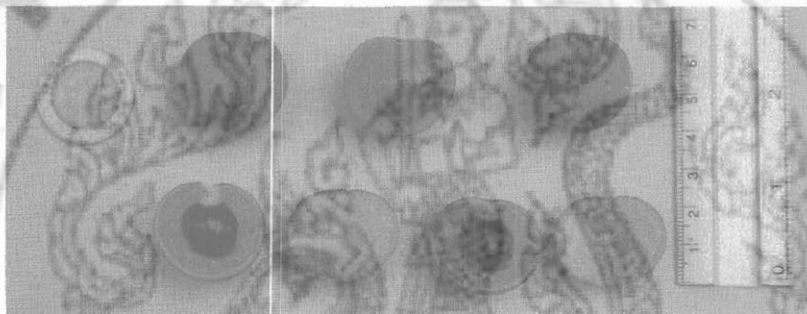
รูปที่ 2.6 ผลลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียว

ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

จ. พันธุ์ใบดำหรือสีดำ

เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นของลำไยพันธุ์นี้ คือออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตได้ดีมาก ทนแล้งและทนน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ผลโตเต็มที่ผลจะเล็กกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งนี้เพราะความดกมาก เมื่อผลแก่จัด มักมีเชื้อราติดที่เปลือก ปัจจุบันนิยมปลูกพันธุ์นี้ลดลง อาจเนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยดี จึงจำหน่ายได้ในราคาถูก แต่อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจสำหรับปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากออกดอกติดผลดี

ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม แบนและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำขรุขระ เปลือกหนา และเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 20 เมล็ดขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน



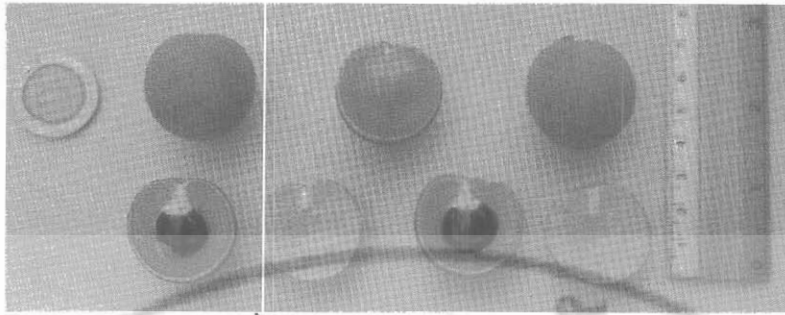
รูปที่ 2.7 ผลลำไยพันธุ์ใบดำ

ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ฉ. พันธุ์แดงหรืออีแดงกลม

เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตดีปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ทนน้ำขัง จึงล้มง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขัง หรือปีที่ติดผลดก ใบที่อยู่บริเวณใกล้กับช่อดอกมักจะเหลืองและร่วงหล่น เกิดดอกและติดผลง่าย ติดผลค่อนข้างคงที่

ผลขนาดใหญ่ปานกลางขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงผลกลม ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกบาง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีมเนื้อเหนียว มีน้ำมากจึงฉ่ำ ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 17 เมล็ดรูปร่างป้อม จุกใหญ่มาก



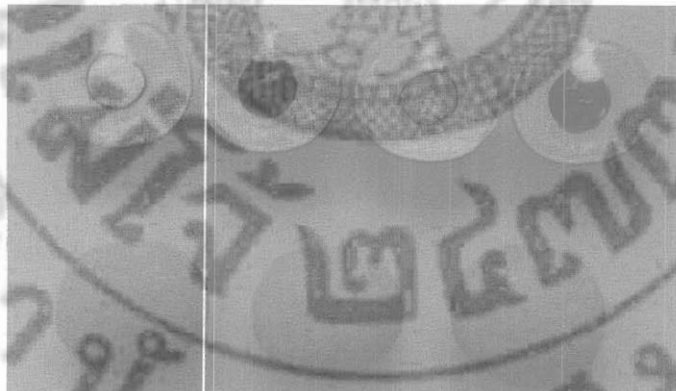
รูปที่ 2.8 ผลลำไยพันธุ์อีแดงกลม
ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ข. พันธุ์อีเหลืองหรือเหลือง

มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมาก ๆ ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลกว้าง 2.4 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 20-21 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม

ช. พันธุ์พวงทอง

เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ กว้าง 18.6 เซนติเมตร ยาว 29.3 เซนติเมตร ขนาดผล กว้างเฉลี่ย 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.4 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลม และเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาล มีกระสีน้ำตาล เนื้อหนา กรอบ สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 22 เมล็ดขนาดปานกลางและแบน



รูปที่ 2.9 ผลลำไยพันธุ์พวงทอง
ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ณ. พันธุ์เพชรสาครทะวาย

จัดเป็นลำไยพันธุ์ทะวายคือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบขนาดเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่นคือ ผลผลิตรุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคม-มกราคม และเก็บผลผลิตได้ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ผลผลิตรุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม เก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนธันวาคม-มกราคม ผลกลม

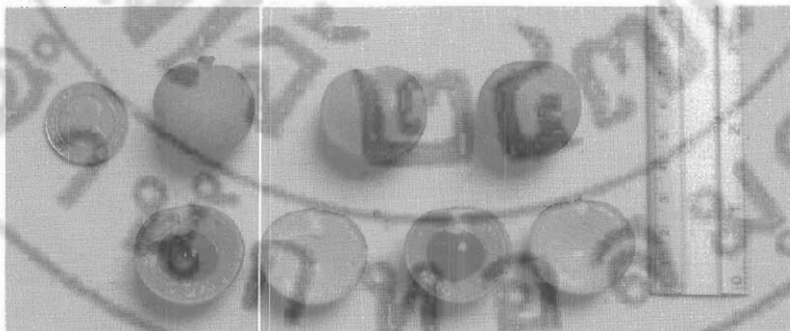
เปลือกบาง ขนาดผลกว้าง 2.7 เซนติเมตร หยา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร เนื้อมีสีขาวฉ่ำน้ำ ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 18-20 เมล็ดกว้าง 1.3 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร หยา 1.1 เซนติเมตร



รูปที่ 2.10 ผลลำไยพันธุ์สารทะวาย
ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ญ. พันธุ์ปูมาตินโค้ง

มีผลสวยงาม ขนาดใหญ่ สีเขียวให้ผลตก แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ปัจจุบันพันธุ์นี้ลดลงเป็นอย่างมาก คงมีแต่สวนเก่า ๆ ซึ่งมีเพียงบางต้นเท่านั้น ผลลำไยพันธุ์ปูมาตินโค้ง



รูปที่ 2.11 ผลลำไยพันธุ์ปูมาตินโค้ง
ที่มา : ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.

ฎ. พันธุ์ตุลีนาค

ผลขนาดใหญ่ ก่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่หวานจัด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น ยังมีลำไยอีกหลาย ๆ พันธุ์ที่มีการสำรวจพบ แต่ยังไม่ได้ปลูกแพร่หลายได้แก่ พันธุ์ใบหยก อีสร้อย ดอหลวง ดอแก้วยี่ เป็นต้น สำหรับพันธุ์ลำไยที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกกันมากในปัจจุบันมีอยู่ 4 พันธุ์ คือ พันธุ์อีตด แห้ว สีชมพู และพันธุ์เบี้ยวเขียว

2.2 การปลูกลำไย

การกำหนดระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างต้นลำไยมีพิจารณาดังนี้ (ศูนย์วิจัยพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543.)

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงควรใช้ระยะห่างการปลูกเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำให้ปลูกระยะชิด
2. ขนาดทรงพุ่มลำไย ต้องคำนึงถึงขนาดทรงพุ่มเมื่อลำไยโตเต็มที่ โดยทรงพุ่มต้องไม่ชนกัน เนื่องจากการติดผลจะอยู่ตรงปลายทรงพุ่ม ต้องมีแสงแดดส่องถึง
3. พันธุ์ของลำไย พันธุ์ที่ทรงพุ่มใหญ่ต้องปลูกห่าง โดยทั่วไประยะปลูกที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 8-12x8-12 เมตร แต่หากต้องการปลูกระยะชิดเพื่อเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ ก็สามารถใช้ระยะปลูกที่ 4x4, 5x5 และ 6x6 เมตร ก็ได้ และเมื่อทรงพุ่มชนกันก็สามารถแก้ไขโดยการตัดเว่นต้น ซึ่งจะทำให้ได้ระยะห่างการปลูก 8x8, 10x10 และ 12x12 เมตร

และจากการศึกษาการปลูกลำไยระยะชิดพบว่าสามารถลดต้นทุนการผลิต ดูแลรักษาได้ง่ายและให้ผลผลิตเร็ว ราคาผลผลิตต่อต้นทุนและต่อไร่จะสูงกว่าการปลูกในระยะห่างที่มีต้นใหญ่ อายุมาก ที่ระยะห่างการปลูก 3x5 หรือ 4x5 เมตร เหมาะสำหรับพันธุ์อีตดและสีชมพู ส่วนเบี้ยวเขียวควรใช้ระยะปลูก 5x5 เมตร อย่างไรก็ตามเมื่อลำไยอายุ 5 ปี ไปแล้วจะต้องตัดแต่งกิ่งหรือควบคุมทรงพุ่มให้แคระความสูงไม่เกิน 1.5-2.0 เมตร (มนัส, 2547)

อย่างไรก็ตามระยะห่างการปลูกนั้นมีความสำคัญมากต่อการใช้เครื่องทุ่นแรงสำหรับการบำรุงรักษา การตัดแต่งกิ่ง และการเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้นการปลูกระยะชิดมากเกินไปอาจทำให้เครื่องทุ่นแรงดังกล่าวไม่สามารถเข้าไปทำงานได้

2.3 แหล่งเพาะปลูก ปริมาณและมูลค่า

แหล่งปลูกลำไยของไทยกระจายอยู่ทั่วประเทศ แต่แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน จากสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าพื้นที่ปลูกลำไยของไทยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมามีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จากปี พ.ศ. 2537 ทั้งประเทศมีพื้นที่เพาะปลูกลำไย 226,309 ไร่ เพิ่มขึ้นเป็น 570,900 ไร่ในปี พ.ศ. 2543 จนถึง 917,326 ไร่ในปี พ.ศ. 2547 พื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในพื้นที่กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด (กลุ่มล้านนา) ประกอบด้วยจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน โดยมีพื้นที่ปลูก 711,706 ไร่ ในปี

พ.ศ. 2547 ในกลุ่มล้านนาที่มีพื้นที่ปลูกลำไยมากที่สุดที่จังหวัดเชียงใหม่ คือ 241,599 ไร่ คิดเป็น 33.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่จังหวัดลำพูน 233,128 ไร่ คิดเป็น 32.8 เปอร์เซ็นต์ จังหวัดเชียงราย 115,355 ไร่ คิดเป็น 16.2 เปอร์เซ็นต์ พะเยา 48,774 ไร่ คิดเป็น 6.9 เปอร์เซ็นต์ น่าน 30,835 ไร่ คิดเป็น 4.3 เปอร์เซ็นต์ ลำปาง 27,682 ไร่ คิดเป็น 3.9 เปอร์เซ็นต์ แพร่ 11,824 ไร่ คิดเป็น 1.7 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่เพาะปลูกน้อยที่สุดคือจังหวัดแม่ฮ่องสอน 2,549 ไร่ คิดเป็น 0.4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากกลุ่มล้านนาแล้วยังมีแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญอยู่ที่จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดเลย สำหรับสถิติ มีพื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลผลิต และปริมาณผลผลิต ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงมีพื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลผลิต และปริมาณผลผลิต

จังหวัด (ภาคเหนือ)	พื้นที่ปลูก (ไร่)			ผลผลิต	
	ให้ผล	ไม่ให้ผล	รวม	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)
เชียงใหม่	194,254	241,559	435,813	1,075	208,814
ลำพูน	192,310	233,128	425,438	1,141	219,367
ลำปาง	20,381	27,682	48,063	910	18,553
แพร่	11,361	11,824	23,185	645	7,325
น่าน	20,487	30,835	51,322	735	15,063
พะเยา	34,147	48,774	82,921	693	23,680
เชียงราย	84,628	115,355	199,983	846	71,564
แม่ฮ่องสอน	1,254	2,549	3,803	555	696
กลุ่มล้านนา	558,822	711,706	1,270,528	1,011	565,062
ประเทศ	699,145	917,326	1,616,471	910	636,309

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

2.4 การตัดแต่งกิ่งลำไย

วิธีปฏิบัติในการตัดแต่งกิ่งลำไยมีดังต่อไปนี้

1. การเลือกไว้กิ่งขนาดใหญ่กรณีกิ่งแตกออกอยู่เหนือระดับดิน ให้พยายามเลือกกิ่งที่ทำมุมกว้างกับลำต้นให้มากที่สุด กิ่งไหนทำมุมกับลำต้นแคบเกินไปให้ตัดทิ้ง โดยเลือกไว้ประมาณ 3-5 กิ่งใหญ่ ๆ แต่กรณีที่มีลำต้นหลายต้นแตกจากโคนต้นระดับผิวดิน ก็ไม่จำเป็นต้องตัดแต่งยอดกลาง ตัดเฉพาะกิ่งล่างที่ใกล้ระดับดินออก

2. หลังการเก็บเกี่ยวให้ตัดแต่งกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ เช่นกิ่งเป็นโรคและแมลงตลอดจนกิ่งที่เกิดภายในทรงพุ่ม เพื่อให้ทรงพุ่มโปร่ง แสงแดดสามารถส่องได้ทั่วถึงและสะดวกในการทำงานอื่น ๆ ในบางโอกาส

3. การตัดแต่งกิ่งที่ให้ผลแล้ว พยายามตัดปลายกิ่งให้ยาวที่สุดเท่าที่จะทำได้แต่ต้องให้เหลือไว้จำนวนหนึ่ง (ตัดแต่งครั้งเดียวทันทีหลังเก็บเกี่ยวผล)

4. ขณะเก็บเกี่ยวผล ถ้าทำได้และเป็นไปได้ให้ตัดแต่งไปพร้อม ๆ กันเลย โดยเฉพาะกิ่งที่อยู่สูงสุด แต่งให้ทรงพุ่มโปร่งขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน

5. โดยทั่วไปการตัดแต่งจะทำให้มีการแตกยอดใหม่หลายกิ่งในตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นต้องทำการตัดแต่งอีกครั้งหนึ่ง เป็นการไว้กิ่งที่สมบูรณ์พร้อมทั้งตัดแต่งกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ทิ้งไป ควรตัดแต่งกิ่งที่อยู่ชอนทับกันออกด้วย การตัดแต่งกิ่งลักษณะนี้จะลดจำนวนข้อที่ไม่สมบูรณ์ลง ทำให้ข้อที่ติดผลมีโอกาสเจริญเติบโตเป็นข้อที่สมบูรณ์ ผลผลิตและคุณภาพผลดี

6. กิ่งที่ไม่ออกดอกในปีผ่านมาย่อมยาว ให้ตัดปลายกิ่งเหล่านี้ออกให้เสมอกันทั้งพุ่ม ทำให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานในสวน

7. การเก็บเกี่ยวผลโดยการตัดข้อผลให้ลึกเข้าไปหากิ่งประมาณ $\frac{1}{2}$ - 1 ฟุต

8. ระยะเวลาฝนหรือการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ควรตัดแต่งกิ่งกระโดง กิ่งน้ำค้างออกก่อนเพราะช่วงนี้มีกิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นมาก

2.5 การเก็บเกี่ยวลำไย

หลังจากลำไยแทงช่อดอกได้ประมาณ 7 เดือน หรือนับจากดอกบานถึงผลแก่เก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 6 เดือน ลำไยจะแก่และเก็บเกี่ยวได้ โดยทั่วไปจะสังเกตขนาดของผลที่โตเต็มที่ ผิวเปลือกจะเรียบและมีสีคล้ำลง เนื้อจะมีรสชาติหวานหอม แต่ถ้าหากเก็บผลที่แก่เกินไป เนื้อจะกระด้างความหวานลดลง และเมล็ดจะขึ้นหัว (สุเมษ, 2537)

ปกติจะเก็บเกี่ยวลำไยในช่วงที่แดดไม่จัด โดยหักเฉพาะช่อผลลำไยส่งลงมาที่พื้นอย่างระมัดระวัง ไม่ควรให้มีกิ่งลำไยหักติดลงมากับช่อผล เพราะจะทำให้ต้นลำไยสูญเสียกิ่งและใบมากเกินไป ต้นลำไยจะทรุดโทรมต้องใช้เวลาและต้องมีการบำรุงรักษาอย่างดี ต้นลำไยจึงจะมีความสมบูรณ์เหมือนเดิม ซึ่งมีผลสืบเนื่องไปถึงการออกดอกติดผลในฤดูกาลต่อไป ควรใช้บันไดปีนขึ้นไป ตัดโดยไม่ต้องพาดกับกิ่งลำไย และการใช้กรรไกรตัดช่อลำไย จะช่วยลดการฉีกหักเสียของกิ่งลำไยได้เป็นอย่างดี

ประยงค์ (2542) กล่าวว่า มีแนวโน้มที่จะมีการผลิตลำไยออกสู่ตลาด 3 รุ่น ในรอบปี ลำไยรุ่นแรกเป็นลำไยก่อนฤดู จะมีผลผลิตออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม เป็นลำไยที่ใช้สารเร่งการออกดอกที่เรียกว่า โพแตสเซียมคลอเรท ($KClO_3$) โดยมีปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดประมาณร้อยละ 5 ลำไยรุ่นที่สองเป็นลำไยที่ออกสู่ตลาดตามฤดูกาลในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมโดยมีปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดประมาณร้อยละ 45 ลำไยรุ่น

ส่วนการจำหน่ายลำไยผลสดเพื่อนำไปทำลำไยอบแห้งจะนำไปผ่านเครื่องคัดขนาดซึ่งจะมีการกำหนดเกรดที่แน่นอน ดังแสดงในตาราง 2.3 (พิทยา และพาวัน, 2545)

ตารางที่ 2.3 การกำหนดเกรดผลสดเพื่อนำไปทำลำไยอบแห้ง

เกรด	เส้นผ่านศูนย์กลางของผล (เซนติเมตร)
AA	มากกว่า 2.5
A	2.2-2.5
B	2.0-2.2
C	น้อยกว่า 2.0

2.6 การผลิตลำไยของต่างประเทศ

ประเทศที่ผลิตลำไยนอกจากประเทศไทยแล้วยังมีประเทศผู้ผลิตลำไยที่สำคัญได้แก่

- **ประเทศจีน** จีนถือเป็นทั้งประเทศคู่ค้าและคู่แข่งชั้นในเรื่องลำไยที่สำคัญที่สุดของไทย ซึ่งจีนได้มีการขยายการผลิตค่อนข้างมาก จากพื้นที่ปลูก 2.78 ล้านไร่ ผลผลิต 0.496 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2540 เป็นพื้นที่ปลูก 3.54 ล้านไร่ ผลผลิต 0.882 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2542 และคาดว่าในปี พ.ศ. 2547 พื้นที่เพาะปลูกจะขยายเป็น 4.45 ล้านไร่ ผลผลิต 1.65 ล้านตัน ทั้งนี้ผลผลิตลำไยของจีนจะออกสู่ตลาดช้ากว่าลำไยธรรมชาติของไทยประมาณ 20-30 วัน ผลผลิตลำไยของจีนใช้ในการบริโภคภายในประเทศทั้งหมด

- **ประเทศเวียดนาม** ถือเป็นประเทศผู้ผลิตลำไยที่มีแนวโน้มเป็นคู่แข่งที่สำคัญของไทยมากขึ้น ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกลำไยทั้งประเทศประมาณ 0.319 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 0.25-0.30 ล้านตัน ผลผลิตประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ใช้บริโภคภายในประเทศ ส่วนที่เหลือส่งออก

นอกจากประเทศจีนและเวียดนามแล้วยังมีประเทศเกาหลีและไต้หวัน แต่ผลผลิตทั้งหมดใช้บริโภคภายในประเทศ (สำนักพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ, 2548)



รูปที่ 2.12 ต้นลำไยที่สูงประมาณ 6 เมตร



รูปที่ 2.13 ต้นลำไยที่สูงประมาณ 8 เมตร

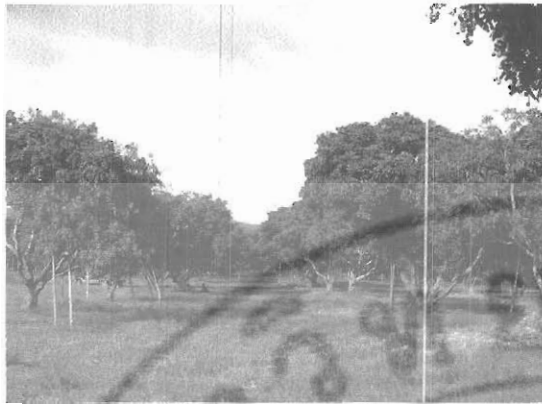
ที่สามเป็นลำไยนอกฤดูกลาง เป็นลำไยที่ใช้สารโปแตสเซียมคลอไรด์เร่งการออกดอก โดยเริ่มทำการให้สารโปแตสเซียมคลอไรด์ตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน ซึ่งจะให้ผลผลิตออกสู่ตลาดประมาณเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดประมาณร้อยละ 45 ปริมาณการให้ผลผลิตของลำไยใช้หลักสถิติวัดไม่ได้ เนื่องจากลำไยในช่วงให้ผลผลิต (อายุ 4-30 ปี) บางต้นก็ให้ผล บางต้นก็ไม่ให้ผล ดังนั้นการวัดปริมาณการให้ผลผลิตของลำไยจึงเป็นการประมาณการจากการสำรวจเป็นปี ๆ ไป ข้อมูลพื้นที่ปลูก และผลผลิตลำไยดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 พื้นที่ปลูก ผลผลิตรวม และผลผลิตเฉลี่ย/ตัน

ปี พ.ศ.	พื้นที่ปลูก ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่ ให้ผลผลิต (ไร่)	จำนวนต้น ทั้งหมด (ต้น)	จำนวนต้น ที่ให้ผล ผลิต (ต้น)	ผลผลิตรวม (กิโลกรัม)	ผลผลิต เฉลี่ย/พื้นที่ ให้ผลผลิต (กิโลกรัม)	ผลผลิต เฉลี่ย/ตันที่ ให้ผลผลิต (กิโลกรัม)
2525	21,217	20,318	424,359	406,360	8,595,789	423.06	21.15
2526	21,535	20,425	430,709	408,500	7,395,512	362.08	18.10
2527	21,729	21,217	434,589	424,340	7,975,647	375.91	18.80
2528	25,721	22,106	514,432	442,120	988,788	44.73	2.24
2529	26,452	22,618	529,054	452,360	12,768,631	564.53	28.23
2530	31,169	23,728	623,387	474,560	916,320	38.62	1.93
2531	35,801	27,347	716,036	546,940	19,305,526	705.95	35.30
2532	38,302	30,966	766,040	619,320	5,750,193	185.69	9.28
2533	44,890	34,800	897,800	696,000	31,385,360	109.88	45.09
2534	44,963	42,245	899,275	844,900	3,453,587	81.75	4.09
2535	70,557	55,106	1,411,140	1,102,180	19,381,280	351.69	17.58
2536	81,352	55,642	1,627,040	1,112,840	36,643,000	628.55	32.93
2537	79,776	66,776	1,595,520	1,335,520	29,629,233	443.71	22.19
2538	111,423	85,423	2,212,906	1,708,460	33,035,199	386.72	19.34
2539	145,340	98,688	2,895,175	1,973,760	75,088,160	760.86	38.04
2540	149,702	106,119	2,994,040	2,122,380	71,852,290	667.09	33.85
2541	157,220	117,366	3,144,400	2,347,330	8,531,470	72.69	3.64
เฉลี่ย							20.69

ที่มา : พัทธกิจ ปันทอง. 2542.

สำหรับการคัดขนาดโดยนำข้อลำไยมาคัดขนาดโดยให้ผลในช่อมีขนาดใกล้เคียงกัน คัดแยกช่อผลที่มีขนาดผลใกล้เคียงกันนำมารวมกัน เพื่อนำไปบรรจุตะกร้า สำหรับการกำหนดเกรดลำไยจะถูกกำหนดโดยพ่อค้าตามจุดรับซื้อต่าง ๆ แต่ละที่ก็มีการกำหนดเกรดลำไยแตกต่างกัน



รูปที่ 2.14 ระยะห่างการปลูกที่ 12x12 เมตร



รูปที่ 2.15 การเก็บเกี่ยวลำไยโดยใช้พะอง



รูปที่ 2.16 การผลิตและคัดแยกลำไย



รูปที่ 2.17 การบรรจุผลลำไยผลสดลงตะกร้า

มหาวิทยาลัย ๒๕๓๗
สำนักหอสมุด

บทที่ 3

เครื่องทุ่นแรงที่ใช้สำหรับเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูง

เครื่องทุ่นแรงที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวผลไม้เพื่อการจำหน่ายผลสด แบ่งตามลักษณะการเก็บเกี่ยวได้เป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้หรืออุปกรณ์สอยผลไม้ (Harvesting device) และ รถสำหรับการเก็บเกี่ยวผลไม้ (Man-positioner or Power lader)

3.1 เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้หรืออุปกรณ์สอยผลไม้

เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ QC. 21 เป็นโครงเหล็กติดใบมีดประกอบด้วยถุงผ้า ใช้เชือกกระตุกเพื่อให้ใบมีดตัดขั้วผลไม้ ผลไม้ที่ตัดขั้วแล้วจะหล่นลงถุงรองรับ เครื่องมือนี้ต่อกับด้ามไม้ไผ่ยาว 1-4 เมตร เก็บเกี่ยวผลไม้ได้หลายชนิด เช่น มะม่วง ส้ม อะโวคาโด (สุรพงษ์, 2530) การเก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดใช้ถุงผ้ายาวมีโครงและฟันอยู่ที่ปากถุงผ้า ลักษณะคล้ายกระช้ำ เมื่อดึงผลอะโวคาโด ผลอะโวคาโดจะร่วงลงตามถุงผ้า (สุรพงษ์, 2529) ศิวลักษณ์และคณะ (2533) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวผลไม้ ประกอบด้วย เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้ผลเดี่ยว เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด เครื่องมือเก็บเกี่ยวเงาะ เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะขามหวาน เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะละกอ และเครื่องมือเก็บเกี่ยวส้มโอ โดยที่เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้ผลเดี่ยว (แบบ กวศ. 1) เป็นแบบดึงกลับมีลักษณะเป็นโครงอลูมิเนียมตัดเป็นรูปวงกลมประกอบด้วยถุงตาข่าย ถักด้วยด้ายโพลีเอสเตอร์ ด้านหน้าติดใบมีดตัดแบบคัตเตอร์บาร์ (Cutter bar) มีสายเบรคเป็นอุปกรณ์ส่งกำลังและตัดขั้วผลไม้ด้วยใบมีดตัดโดยบังคับจากคันบังคับการตัด เก็บเกี่ยวผลไม้ได้หลายชนิด เก็บเกี่ยวได้สูง 5 เมตร ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ขณะตัดขั้วผลไม้สามารถคอนด้ามถือได้ทั้งสองมือ ไม่ทำให้ผลไม้ชำรุดแตกหรือรอยขีดข่วน หรือความเสียหายใด ๆ จากการทดสอบเก็บเกี่ยวมะม่วงได้ครั้งละ 5-7 ผล ได้ขั้วยาว ไม่ทำให้ยางไหลเปรอะผล เก็บเกี่ยวส้มได้ครั้งละ 5-6 ผล อะโวคาโด 5-7 ผล และส้มโอครั้งละ 1 ผล หรือ 1 พวง อัตราการเก็บอะโวคาโด ส้มแก้ว มะม่วง เท่ากับ 300, 276 และ 452 ผล/ชั่วโมง ตามลำดับ เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด ได้ออกแบบเครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุดแบบบิด (แบบ กวศ. 4) มีลักษณะเป็นโครงลวดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 เซนติเมตร สูง 14 เซนติเมตร คล้ายจำปาสอยผลไม้ มีซี่ฟันกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร จำนวน 5 ฟัน ตอนล่างของโครงอุปกรณ์เป็นถุงทรงกระบอกกันเปิด ยาว 35 เซนติเมตร ออกแบบให้สะดวกในการถ่ายเทผลมังคุด ขณะเก็บเกี่ยวผลจะอยู่ในลักษณะพับครึ่ง และเทผลมังคุดลงตะกร้าด้วยกลไกปลดล็อกการเทผลอุปกรณ์นี้จะประกอบด้วยด้ามไม้ไผ่ความยาว 2 - 4 เมตร จากการทดสอบการเก็บเกี่ยวมังคุด พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ครั้งละ 5-6 ผล ไม่ทำให้ผลมังคุดชำรุดหรือมีรอยขีดข่วน ไม่มีผลมังคุดที่ร่วงหล่นนอกอุปกรณ์ และไม่ทำให้กลีบผลแตกหรือฉีกขาด การเก็บเกี่ยวทำได้นี้มีนวลใช้แรงในการ

บิตเครื่องน้อยกว่าการดึง และกลไกในการปลดล็อกการเทพลง ช่วยให้เทพลงได้รวดเร็วขึ้น เครื่องมือเก็บเกี่ยวเงาะ ได้ออกแบบและปรับปรุงจนสามารถเลือกเก็บผลเงาะแต่ละผลในช่อได้อย่าง สะดวกและไม่ทำให้ผลเงาะช้ำ เครื่องมือนี้ประกอบด้วยกรรไกรตัดเงาะต่อด้ามไม้ไผ่ประกอบด้วย ภาชนะรองรับลักษณะเป็นโครงรูปใบโพธิ์ ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร ถูตา ข่ายในลอนแข็ง ลึก 30 เซนติเมตร ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษให้สามารถเทพลงเงาะลงช่อได้เลย เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะขามหวาน ได้ออกแบบและปรับปรุงให้เลือกเก็บเฉพาะฝักมะขามที่ต้องการ ประกอบด้วยกรรไกรกระตุกต่อกับด้ามไม้ไผ่ ประกอบด้วยภาชนะรองรับซึ่งออกแบบพิเศษ ให้สามารถเก็บฝักมะขามและเทลงในภาชนะได้อย่างสะดวก เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะละกอได้ออกแบบและพัฒนาเพื่อให้เก็บเกี่ยวมะละกอที่อยู่สูง ๆ เครื่องมือนี้มีลักษณะคล้ายจำปาหุ้มด้วยนม แต่สามารถหุบจับผลมะละกอได้ตามต้องการ โดยใช้กรรไกรที่ส่งจากด้าม ซึ่งใช้เชือกดึง จากการ ทดสอบพบว่าเครื่องมือนี้เก็บเกี่ยวมะละกอได้ดี ไม่ทำให้ผลมะละกอช้ำ จึงไม่มียางไหลที่ผิว ทำ การเก็บเกี่ยวได้รวดเร็ว เครื่องมือเก็บเกี่ยวส้มโอ ได้ออกแบบให้สามารถเก็บเกี่ยวส้มโอได้ดีกว่า แบบอื่น ๆ เก็บเกี่ยวได้สะดวกรวดเร็ว ประกอบด้วยกรรไกรกระตุกสำหรับตัดขั้วผลส้มโอ ภาชนะรองรับเป็นผลทรงกระบอกก้นเปิด เพื่อให้เทพลงส้มโอได้สะดวกรวดเร็ว และชุดกลไกปลด ล็อกเทพลงแบบกึ่งอัตโนมัติประกอบด้วยด้ามไม้ไผ่ เก็บเกี่ยวส้มโอได้ครั้งละ 1 พวง และเลือกเก็บ เกียวผลที่อยู่ในพวงได้ตามต้องการ ไม่ทำให้ผลส้มโอช้ำ

3.2 รถสำหรับเก็บเกี่ยวผลไม้

ภรต และ ชัยรัตน์ (2532) รายงานว่า ได้ออกแบบสร้างและทดสอบอุปกรณ์ช่วยเก็บ เกียวมะม่วง 2 แบบ มีลักษณะเป็นยานพาหนะสามล้อขับเคลื่อนด้วยต้นกำลังขนาดเล็ก บังคับ ทิศทางที่ล้อหน้าและใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 2 คน ได้ถูกสร้างและทดสอบ ใช้เก็บมะม่วงใน สวนแบบปลูกชิดไม่มีร่องคูน้ำ ผลการทดสอบพบว่าอุปกรณ์ช่วยเก็บเกี่ยวมะม่วงแบบที่ 1 ซึ่ง กว้าง 175.0 เซนติเมตร ยาว 373.5 เซนติเมตร พื้นกระเบะปฏิบัติงานปฏิบัติอยู่กับที่ไม่สามารถ ปรับระดับได้สามารถเก็บเกี่ยวมะม่วงที่อยู่สูงในระดับสูง 2.7 เมตร จากพื้นดิน โดยให้ผู้เก็บ เกียวสูง 1.65 เมตร ใช้เวลา 6.29 วินาที/ผล เมื่อเปรียบเทียบกับการสอยด้วยตะกร้าซึ่งใช้เวลา เฉลี่ย 15.52 วินาที/ผล อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ช่วยการเก็บเกี่ยวแบบที่ 1 มีปัญหาในเรื่องของ กำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนในสภาพพื้นที่ขรุขระมาก (ลักษณะเป็นดินก้อนโต) วงเลี้ยวกว้าง ทำงานได้ไม่คล่องตัว และมีข้อจำกัดในการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่อยู่สูงเกินกว่าความสูงที่ผู้เก็บ เกียวเอื้อมมือถึง อุปกรณ์ช่วยเก็บเกี่ยวแบบที่ 2 มีขนาดกว้าง 151 เซนติเมตร ยาว 306 เซนติเมตร พื้นกระเบะปฏิบัติงานสามารถปรับระดับความสูงได้ด้วยระบบไฮดรอลิก มีความสูง จากพื้นดินตั้งแต่ 79 เซนติเมตร ถึงระดับที่ยกได้สูงสุด 140 เซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่า การเก็บเกี่ยวครอบคลุมความสูงได้ 3.5 เมตร จากพื้นดิน ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 6.26 วินาที/ผล ความสูงในระดับที่มากกว่า 3.5 เมตร จากพื้นดิน ใช้ตะกร้อยาว 2.4 เมตร จะใช้

เวลาเก็บเกี่ยว 7.71 วินาที/ผล ขณะที่ใช้ตะกร้อยาว 4.25 เมตร เก็บเกี่ยวในระดับความสูง 7-8 เมตร ใช้เวลาเก็บเกี่ยว 15.07 วินาที/ผล สภาพของผลมะม่วงที่ไม่มีก้านติดอยู่ เมื่อใช้มือเก็บมีค่าทั้งหมดร้อยละ 60 ความเสียหายเชิงกลทั้งการใช้มือและตะกร้อเก็บเกี่ยวมีค่าน้อยมาก

ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้บันไดล้อเลื่อน 3 ล้อ (Movable step ladder) เก็บเกี่ยวผลไม้ โดยผู้เก็บเกี่ยวจะใช้กรรไกรตัดหรือใช้มือเด็ดผลไม้ใส่ตะกร้าที่วางอยู่ข้างบน เมื่อเต็มตะกร้าจะเปลี่ยนเอาตะกร้าใหม่ขึ้นไป (ศิวลักษณ์, 2536)

รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ในประเทศญี่ปุ่นจะใช้เครื่องยนต์ 6-8 กำลังม้า ตัวกระเช้ายกเปลี่ยนระดับขึ้น-ลงและหมุนซ้าย-ขวาได้โดยใช้ระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีคันบังคับอยู่ที่ผู้เก็บเกี่ยว รถกระเช้าแบบนี้ใช้กับการเก็บเกี่ยวผลพลับ ส้ม และสาลี่ (ศิวลักษณ์, 2536)

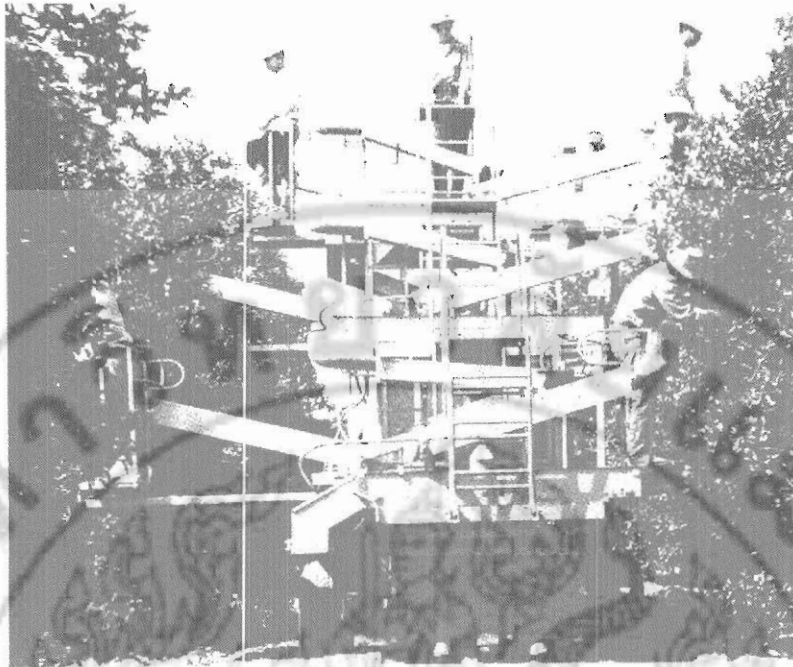
รถสำหรับเก็บเกี่ยวส้มในอเมริกา Molitorisz และ Perry (1966) รายงานว่า รถสำหรับเก็บเกี่ยวส้ม (Man-positioner) ประกอบด้วย โครงสร้างล้อเลื่อนติดตั้งเสากระโดงตามแนวดิ่งและติดตั้งกระเช้าไว้ตามแนวระดับตัวกระเช้าบรรทุกคนเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ตามการควบคุม รถนี้มีความสูงของเสากลาง 15 ฟุต (4.57 เมตร) รัศมีวงเลี้ยวต่ำสุด 3 ฟุต (0.91 เมตร) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าโดยมีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 6 แรงม้าขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ 58 แอมแปร์ ส่งกำลังโดยคัทซ์ไฟฟ้า เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่บนผิวดิน และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนและยกกระเช้าขึ้นลง

O' Brien และคณะ (1983) รายงานว่า รถยกแบบผู้ปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวคนเดียว (Singleman positioner) เป็นรถยกที่ใช้คนงานเก็บเกี่ยว 1 คน อยู่ในกระเช้าสามารถบังคับการเคลื่อนที่ของรถได้ด้วย รถแบบนี้ใช้เก็บเกี่ยวผลไม้ได้สะดวกขึ้นและทำให้เก็บเกี่ยวได้มากขึ้น ตัวกระเช้าเคลื่อนที่ได้สามมิติ รถยกนี้มีข้อจำกัดตรงที่ว่ามีราคาแพงและใช้คนงานเพียง 1 คน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 รถเก็บเกี่ยวไม้ผลแบบเก็บเกี่ยวหลายคนยืนต่างระดับกันในแนวดิ่ง (Multi boom vertical worker positioner) แบบนี้จะมีคนเก็บเกี่ยวผลไม้ได้หลายคนและตำแหน่งที่คนงานยืนเคลื่อนที่ได้ตามแนวระนาบได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 รถยกแบบผู้ปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวคนเดียว (Singleman positioner)

ที่มา : O'Brien, Cargill and Fridley. 1983.



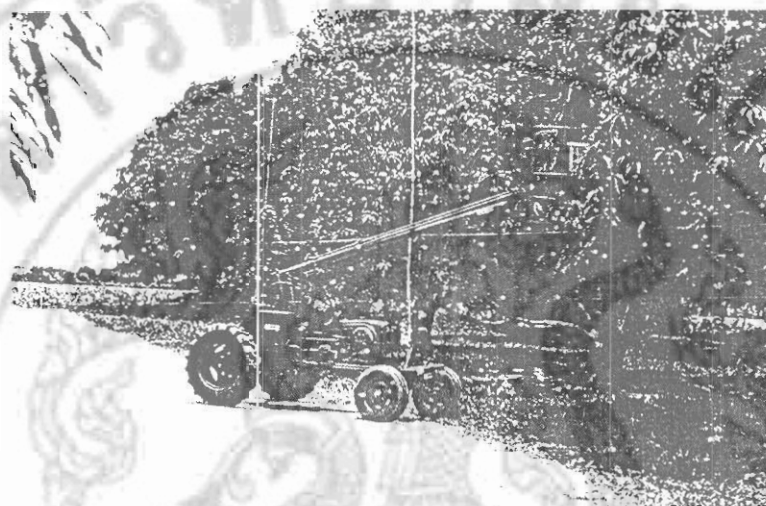
รูปที่ 3.2 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบเก็บเกี่ยวหลายคนยืนต่างระดับกันในแนวดิ่ง
(Multi boom vertical worker positioner)

ที่มา : O'Brien, Cargrill and Fridley. 1983.

Whitney และคณะ (1969) รายงานว่า รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบใช้คนงานหลายคน (Multi-worker positioner) เป็นรถเก็บเกี่ยวผลไม้ที่ใช้คนงานในการเก็บเกี่ยวผลไม้แต่ละครั้งอาจถึง 10 คน บางแบบสามารถเคลื่อนที่ฐานถอย (Plat form) ไปในแนวระดับได้ เพื่อให้ยืนเข้า-ออกไปในทรงพุ่มของต้นไม้ได้ การเคลื่อนที่ของตัวรถจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยส่วนใหญ่แล้วรถเก็บเกี่ยวแบบนี้จะมีลักษณะเป็นพื้นยกระดับหลาย ๆ ชั้นและมีที่ว่างให้คนงานเดินไปมาได้ใช้ในการเก็บเกี่ยวส้ม รถแบบนี้จะขับเคลื่อนด้วยตัวเองและเหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวผลไม้ที่ปลูกเป็นแถวเป็นแนวอย่างเป็นระเบียบ โดยจะต้องมีช่องว่างให้รถเข้าได้คือ กว้างประมาณ 1.8 เมตร ต้นไม้ต้องสูงไม่เกิน 3.0 เมตร ระดับชั้นที่คนยืน (Plat form) จะประมาณ 0.6-1.8 เมตร ระดับหนึ่ง และ 1.8-3.0 เมตรอีกระดับหนึ่ง และต้นไม้มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ เช่น แอปเปิ้ล ท้อ สาลี่ พลับ ซึ่งการใช้รถเก็บเกี่ยวผลไม้โดยใช้คนเก็บ ผลไม้ที่ได้จะไม่ชำเสียหายแต่ประการใด และเป็นที่ยอมรับในตลาดผลไม้สดเป็นอย่างดี

จักร และคณะ (2529) รายงานว่า รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ รุ่น 329 ผลิตโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัดวังน้อยจักรวาลยนต์ เป็นรถสี่ล้อ ส่งกำลังขับเคลื่อนโดยระบบเฟืองท้าย ใช้ระบบไฮดรอลิก ในการยกกระเช้าขึ้น-ลง ชุดควบคุมการทำงาน ยกขึ้นลง เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย-ขวา อยู่บนกระเช้าทั้งหมดใช้เครื่องยนต์ 7 แรงม้า น้ำหนัก 700 กิโลกรัม ความกว้างตัวรถ 132 เซนติเมตร ยาว 204 เซนติเมตร กระเช้ายกน้ำหนักได้ 200 กิโลกรัม ทำงานได้สูง 6

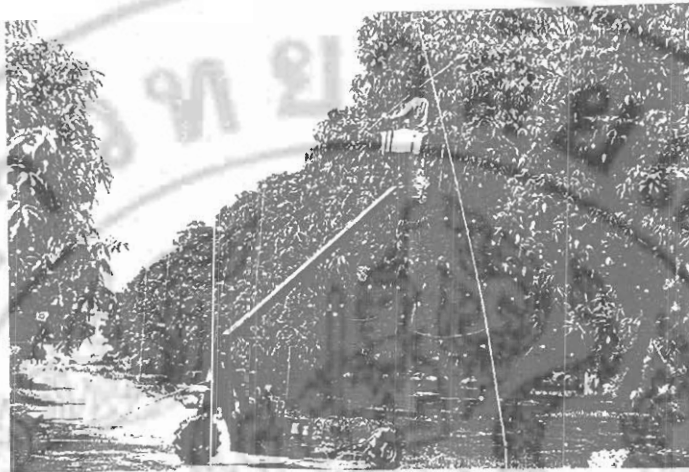
เมตร ประสิทธิภาพการทำงานในการเก็บเกี่ยวเงาะ อัตราเร็วในการเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับวิธีการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรคือ การใช้ตะขอเกี่ยวกระตุก แต่การใช้กระเช้ามีข้อดีคือ ใช้กำลังน้อย ผลเงาะที่ได้มีคุณภาพดีกว่าไม่ช้ำ เหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก สภาพต้นไม้ไม่เสียหายมาก ลดอันตรายจากการไถนต้น การบังคับการทำงานของรถเก็บเกี่ยวผู้ปฏิบัติงานต้องหันหลังให้กับต้นไม้ ทำให้การมองเห็นเป้าหมายไม่ชัด เกิดปัญหาการบังคับทิศทางของกระเช้า ทำให้เสียเวลาในการบังคับทิศทางรถเก็บเกี่ยว จึงทำงานได้ช้ากว่าที่ควรจะเป็น ควรเปลี่ยนตำแหน่งการวางชุดอุปกรณ์ให้เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้มัน 329

ที่มา : ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. 2536.

ศิวลักษณ์ (2536) ได้ออกแบบรถเก็บเกี่ยวผลไม้มันแบบสามล้อ ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก รถที่ออกแบบมีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ 196 x 530 x 166 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนัก 700 กิโลกรัม ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 10.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังไปขับเคลื่อนไฮดรอลิกโดยตรง แรงขับเคลื่อนของปั๊มไฮดรอลิกใช้สำหรับขับเคลื่อนล้อหน้า 2 ล้อ ใช้สำหรับการบังคับเลี้ยวซ้าย-ขวา โดยการหยุดล้อด้านใดด้านหนึ่ง และใช้สำหรับการยกกระเช้าขึ้นลง ผลการทดสอบยกกระเช้าได้สูง 4.20 เมตร มีความเร็วในการขับเคลื่อน 5.0 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่รอบเครื่องยนต์ 1,200 รอบ/นาที มีรัศมีวงเลี้ยว 3.87 เมตร ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นและลง 0.148 เมตร/วินาที และ 0.404 เมตร/วินาที ตามลำดับ โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน รถเก็บเกี่ยวผลไม้มันแบบสามล้อดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบสามล้อ

ที่มา : ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. 2536.

สุทธิพร (2542) ได้รายงานการออกแบบรถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ ของบริษัท จักรवालคาร์เซนเตอร์ รุ่น JV412 มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ 200 x 460 x 160 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 10.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังไปขับเคลื่อนไฮดรอลิกโดยตรง แรงขับเคลื่อนของปั๊มไฮดรอลิกที่ได้ถูกนำไปใช้งาน 3 ส่วน ใช้สำหรับขับเคลื่อนล้อหน้า 2 ล้อ ใช้สำหรับการบังคับเลี้ยวซ้าย-ขวา ล้อหลัง 1 ล้อ และใช้สำหรับการยกกระเช้าขึ้นลง ผลการทดสอบสามารถยกกระเช้าได้สูง 4.20 เมตร สามารถทำความเร็วในการขับเคลื่อนได้ 2.8 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่รอบเครื่องยนต์ 1,200 รอบ/นาที มีรัศมีวงเลี้ยว 3.4 เมตร ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นและลง 0.16 เมตร/วินาที และ 0.58 เมตร/วินาที ตามลำดับ สามารถวิ่งในพื้นที่ลาดเอียงไม่เกิน 15 องศา โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น JV412 ดังแสดงในรูปที่ 3.5



เสมอขวัญ (2546) ได้ทำการออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไย ต้นแบบในปี พ.ศ. 2544 พบว่าเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบนั้น ที่ระดับความสูง 2-5 เมตร สามารถเก็บเกี่ยวลำไยได้เฉลี่ยเท่ากับ 179 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วย เกษตรกรถึง 91 กิโลกรัม มีอัตราการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 0.87 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ เกษตรกรมีการสูญเสีย 1.71 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับ 5-10 เมตร พบว่า สามารถเก็บเกี่ยวลำไย เฉลี่ยได้เท่ากับ 143 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าเกษตรกรถึง 69 กิโลกรัม มีอัตราการสูญเสีย จากการร่วงหล่นเท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เกษตรกรสูญเสียถึง 2.29 เปอร์เซ็นต์ และ ในทางเศรษฐศาสตร์ จะพบว่าคุ้มทุนเมื่อ 4.25 ปีซึ่งถือว่าไม่คุ้มค่านำไปใช้เก็บเกี่ยวลำไย เพียงอย่างเดียว ดังนั้นหากสามารถนำเครื่องไปทำงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น เก็บเกี่ยว ผลผลิตอื่น ตัดแต่งกิ่ง ห่อผล และอื่น ๆ เป็นต้น ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ
ที่มา : เสมอขวัญ. 2546.

บริษัท Machinery and Engineering Ltd. ได้ผลิตรถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ ขับเคลื่อน ด้วยระบบไฮดรอลิค รุ่น HAS 950 โดยออกแบบให้มีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 2.3x1.97x8.23 เมตร น้ำหนัก 2,870 กิโลกรัม ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 3 สูบ 20 แรงม้า เป็นต้นกำลัง กระเช้า สามารถรองรับน้ำหนักได้ถึง 150 กิโลกรัม มีระยะความสูงทำงาน 9.5 เมตร ขับเคลื่อน 2 ล้อ โดยใช้ผู้ปฏิบัติการ 1 คน แต่มีข้อเสียคือมีน้ำหนักค่อนข้างมากไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในประเทศไทย เพราะในฤดูเก็บเกี่ยวของไทยจะอยู่ช่วงฤดูฝน ซึ่งลักษณะของพื้นดินจะมีความอ่อนนุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น HAS 950
ที่มา : บริษัท Machinery and Engineering Ltd.

3.4 สรุปข้อดีหรือข้อจำกัดของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีใช้ในปัจจุบัน

จากการตรวจสอบเอกสารและทดสอบเครื่องจริงในภาคสนามบางส่วนพบว่า เครื่องที่ออกแบบและสร้าง โดยการคิดค้นของส่วนราชการและของเอกชนยังคงมีข้อจำกัดในการทำงานค่อนข้างมากคือ มีความไม่สะดวกในการทำงาน ไม่สามารถเก็บผลผลิตที่ระดับสูงเกิน 8 เมตร ได้ การบังคับควบคุมกระทำได้ยาก และมีเสถียรภาพในการทำงานค่อนข้างต่ำต่ำ ซึ่งทำให้เกิดการพลิกคว่ำได้ง่าย เป็นต้น สำหรับในส่วนเครื่องที่ผลิตจากต่างประเทศพบว่า ราคาเครื่องค่อนข้างสูงมากจนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน นอกจากนั้นเครื่องส่วนใหญ่มีน้ำหนักมาก (ประมาณ 2-5 ตัน) มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เทอะทะ ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับสวนลำไยในประเทศไทย อีกทั้งความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายหรือความเร็วในการขนย้ายค่อนข้างต่ำ ซึ่งหากต้องการขนย้ายระยะไกล ๆ จะต้องมีการบรรทุกสำหรับขนย้ายโดยตรง ซึ่งทำให้ต้นทุนสำหรับการทำงานสูงมากขึ้น

การออกแบบเครื่องเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

เพื่อให้ได้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะที่มีลักษณะรูปร่าง และการทำงานที่เหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่ วิธีการปลูก ลักษณะของทรงพุ่มและผลผลิต ตลอดจนการลำเลียงผลผลิตลงจากกระเช้า จึงได้กำหนดขอบเขตในการออกแบบ ดังมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

4.1 ขอบเขตการออกแบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการทำงาน และกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะดังต่อไปนี้

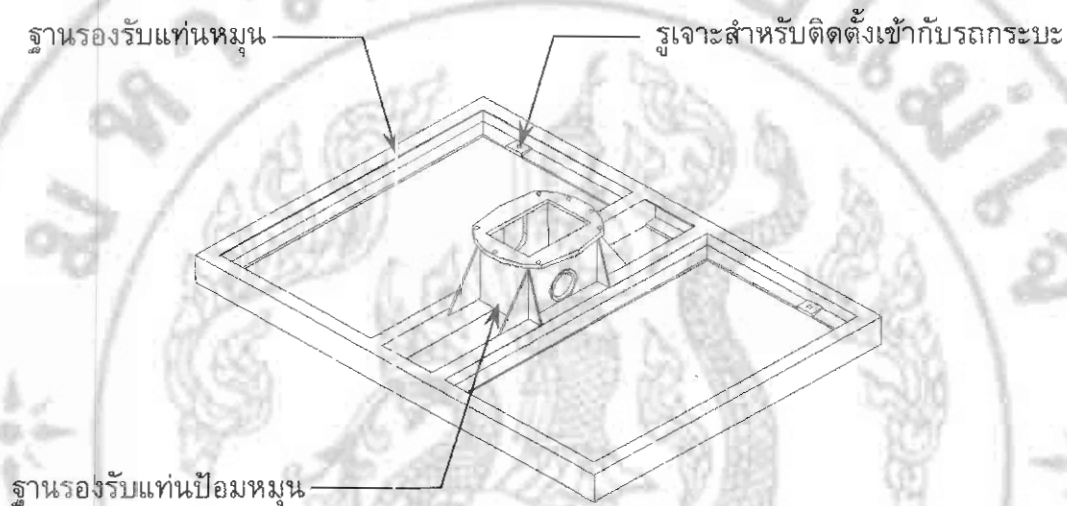
- 4.1.1 สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่งลำไยที่มีความสูงประมาณ 1-8 เมตรได้
- 4.1.2 การติดตั้งชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระบะกระทำได้สะดวกรวดเร็ว
- 4.1.3 การบังคับควบคุมกระเช้าเข้าหาเป้าหมายสามารถบังคับในลักษณะยกขึ้น-ลง และเคลื่อนที่ในแนวระนาบรอบตัวรถได้
- 4.1.4 ใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์เล็กดีเซล 1 สูบ ขนาด 11 แรงม้า เป็นต้นกำลัง
- 4.1.5 สามารถติดตั้งกรไถรอมและกรไถโรลลิคเพื่อใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งได้
- 4.1.6 ใช้ผู้ปฏิบัติงานคนเดียวอยู่บนกระเช้าและต้องมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานสูง
- 4.1.7 มีอุปกรณ์ช่วยลำเลียงผลผลิตลำไยที่เก็บเกี่ยวจากบนกระเช้าลงสู่พื้น
- 4.1.8 เพื่อให้มีเสถียรภาพในการทำงานควรออกแบบให้มีแขนค้ำยัน 4 แขน ซึ่งแขนค้ำยันดังกล่าวจะสามารถปรับระดับระนาบของตัวรถได้ นอกจากนั้นต้องสามารถยึดกางออกและเลื่อนเก็บเข้าที่ได้โดยออกแบบให้มีความทำงานแบบกลไกง่าย ๆ
- 4.1.9 รถกระบะที่ใช้รองรับชุดกระเช้าต้นแบบควรเป็นแบบขับเคลื่อน 4 ล้อ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสำหรับการเคลื่อนที่ผ่านอุปสรรคและป้องกันการติดหล่มในแปลงขณะเก็บเกี่ยว

4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากข้อกำหนดหรือขอบเขตของเครื่องต้นแบบดังกล่าว จึงดำเนินการออกแบบและสร้างชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ โดยคำนึงถึงความคล่องตัวในการเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมาย การบังคับการทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานบนกระเช้า และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การออกแบบโครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุน

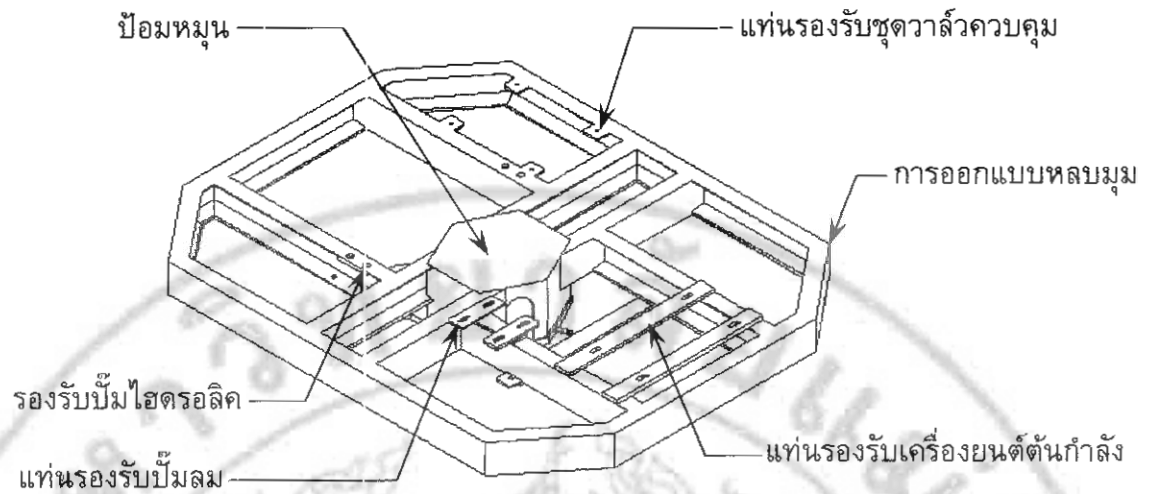
โครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุนทำหน้าที่รับน้ำหนักตัวชุดกระเช้าทั้งหมด รองรับการจัดตั้งแขนค้ำยันและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ตัวฐานรองรับทำจากเหล็กรูปตัวยู (U) ขนาดหน้าตัด 100 x 50 มิลลิเมตรหนา 8 มิลลิเมตร โดยมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเมื่อมองจากด้านบน มีความยาว 1.65 เมตร ความกว้าง 1.20 เมตร ที่ตรงกึ่งกลางติดตั้งแท่นป้อมหมุน และที่ฐานรองรับแท่นหมุนติดตั้งแขนค้ำยัน 2 คู่ ที่ด้านหัวและด้านท้ายของฐานรองรับแท่นหมุน



รูปที่ 4.1 โครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุน

4.2.2 การออกแบบโครงสร้างแท่นป้อมหมุน

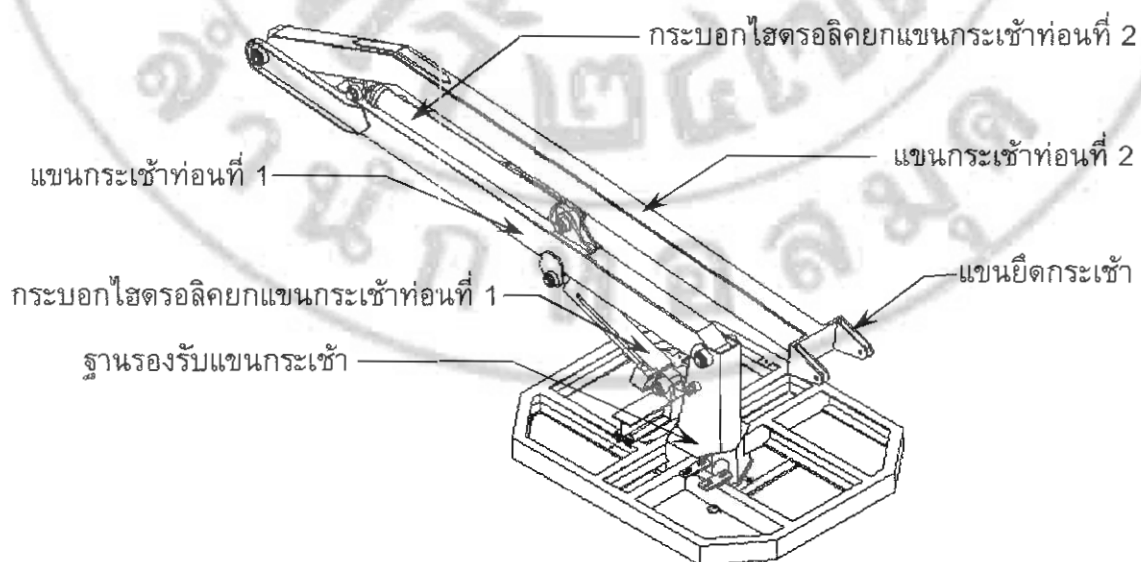
โครงสร้างแท่นป้อมหมุนทำหน้าที่รองรับน้ำหนักชุดกระเช้าและอุปกรณ์ประกอบ รองรับภาระหมุนของแขนกระเช้า และเป็นที่ติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนไฮดรอลิก ปั๊มลม และอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบไฮดรอลิก โครงสร้างแท่นหมุนทำจากคานเหล็กรูปตัวยูเช่นเดียวกับโครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุน โดยมีลักษณะรูปร่างเป็นรูปแปดเหลี่ยมเมื่อมองจากด้านบน และออกแบบตัวโครงสร้างแท่นหมุนให้หลบมุมกับตัวแกว่งของรถกระบะ (เพื่อป้องกันการชนของแท่นป้อมหมุนกับตัวรถ) ในการออกแบบครั้งนี้กำหนดให้ตัวแท่นป้อมหมุนมีความยาว 1.5 เมตร และกว้าง 1.2 เมตร ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โครงสร้างแท่นหลอม

4.2.3 การออกแบบแขนกระเช้า

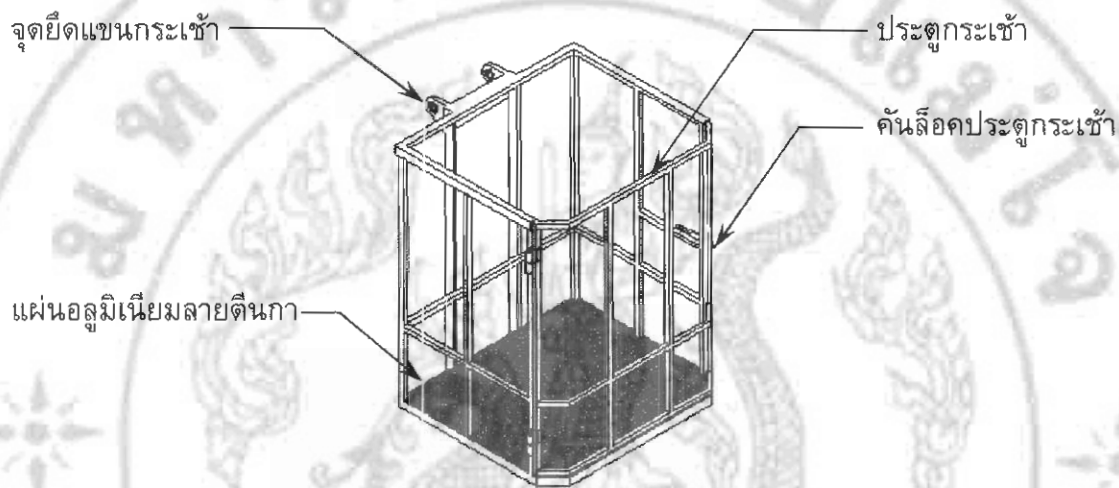
ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยประกอบด้วยแขนกระเช้าทั้งหมด 2 แขน แขนกระเช้าแต่ละแขนทำจากเหล็กแผ่นหนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 4 แผ่น โดย 2 แผ่นแรกทำการพับเข้ามุมจาก 2 ด้านตามแนวยาวของแผ่น จากนั้นนำมาประกอบเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมเป็นแขนกระเช้า (คันท่อน) โดยให้แผ่นเหล็กที่พับเข้ามุมวางในแนวด้านซ้าย-ขวา ส่วนแผ่นเหล็กอีก 2 แผ่นวางประกบด้านบนและด้านล่าง จากนั้นจึงทำการเชื่อมที่แนวรอยต่อทั้ง 4 มุม ซึ่งมีขนาดและความยาวของแขนกระเช้าคือ แขนท่อนที่ 1 มีขนาดหน้าตัด 145 x 100 มิลลิเมตร ยาว 2.65 เมตร และแขนท่อนที่ 2 มีขนาดหน้าตัด 145 x 100 มิลลิเมตร ยาว 3.36 เมตร ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โครงสร้างและการติดตั้งชุดแขนกระเช้า

4.2.4 การออกแบบกระเช้า

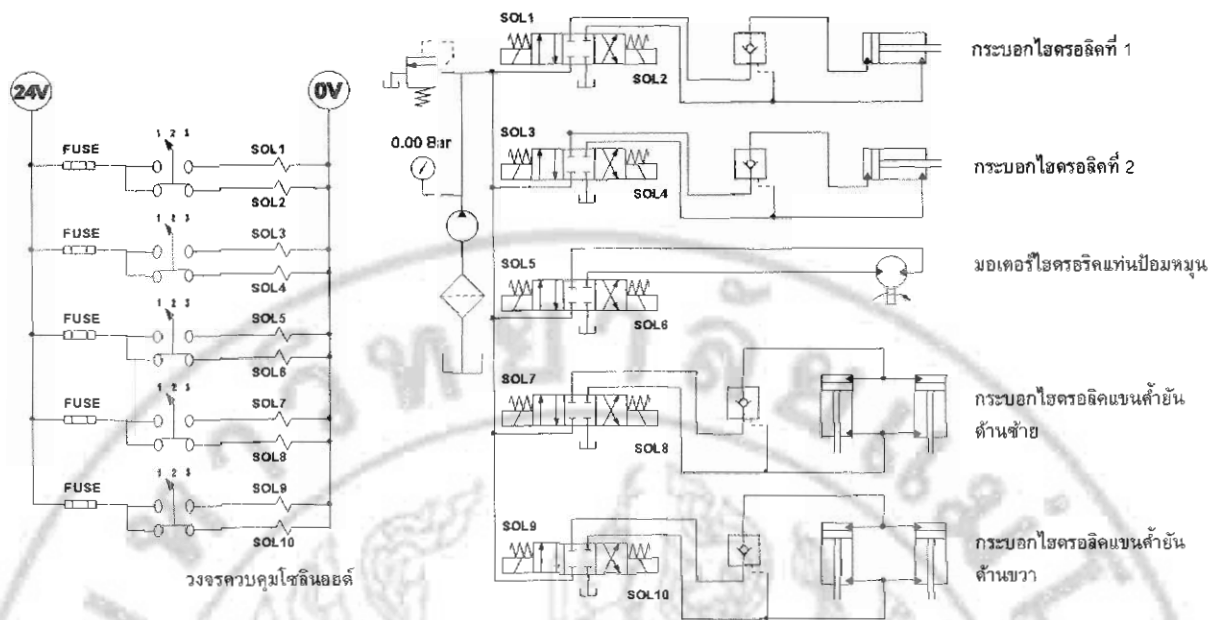
กระเช้าทำหน้าที่รองรับผู้ปฏิบัติงาน (เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่ง) ตัวกระเช้าทำจากเหล็กกล่องขนาด 25.4 x 25.4 มิลลิเมตร มีขนาดกว้าง 800 มิลลิเมตร ยาว 625 มิลลิเมตร สูง 1,000 มิลลิเมตร มีประตูเปิด-ปิดที่ด้านหน้าตัวกระเช้า ที่ขอบด้านบนกระเช้าจะออกแบบให้รองรับการติดตั้งสวิตช์ควบคุมการทำงานของชุดกระเช้า และที่พื้นกระเช้าปูด้วยแผ่นอะลูมิเนียมลายตีนกาขนาด 625 x 800 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการลื่นหกล้มของผู้ปฏิบัติงานที่อยู่บนกระเช้ากรณีพื้นกระเช้าเปียกชื้น โครงสร้างและส่วนประกอบดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 โครงสร้างและส่วนประกอบของกระเช้า

4.2.5 การออกแบบระบบไฮดรอลิก

ระบบไฮดรอลิกสำหรับยกและหมุนกระเช้า ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกแบบฟันเฟืองชนิดเฟืองฟันนอก ขนาดการแทนที่ (Displacement) 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร/รอบ ความดันใช้งานของระบบ 70 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร อัตราการไหล 28,800 ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาที หรือ 28.8 ลิตร/นาที ที่ความเร็วรอบ 600 รอบ/นาที ถังน้ำมันไฮดรอลิกเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดความจุ 20 ลิตร มีมาตรวัดระดับน้ำมันข้างถัง สายไฮดรอลิกใช้สายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว เป็นชนิดสองชั้น (SAE 100 R2, Type A and AT) สำหรับกรองน้ำมันไฮดรอลิก ใช้ไส้กรองแบบไส้กรองดูด (Suction Strainer) มีความละเอียด 125 ไมครอน ใช้ น้ำมันไฮดรอลิกเบอร์ 10 การป้องกันน้ำมันให้อุปกรณ์ทำงานใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ซึ่งมีตำแหน่งกลางแบบปิด (4/3 D.C.V. Close center) จำนวน 5 ชุด และการควบคุมการทำงานของชุดวาล์วทั้งหมดใช้โซลินอยด์ซึ่งการควบคุมทั้งหมดกระทำได้เมื่ออยู่บนกระเช้า สำหรับอุปกรณ์ทำงาน อุปกรณ์ควบคุม และวงจรการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 อุปกรณ์และวงจรการควบคุมชุดกระเช้า

4.2.6 การออกแบบระบบบังคับการหมุนของแท่นป้อมหมุน

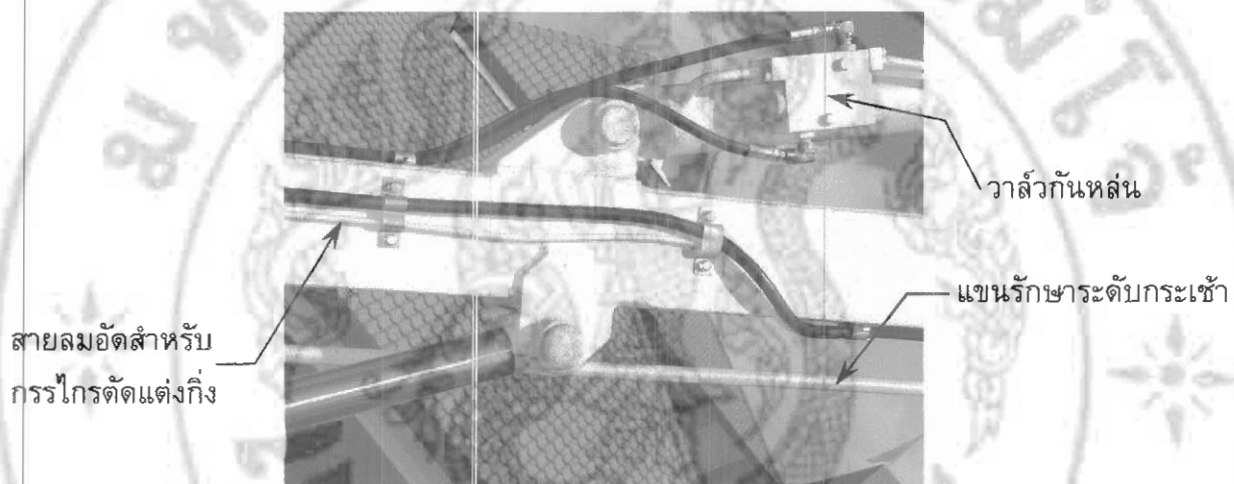
การหมุนของแท่นป้อมหมุนใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกส่งกำลังให้เฟืองขับ 11 ฟัน เฟืองตาม 81 ฟัน เพื่อให้มีอัตราทดเท่ากับ 7.38 :1 ส่วนแกนกลางของแท่นป้อมหมุนประกอบด้วยท่อทางสำหรับส่งน้ำมันไฮดรอลิกจากแท่นป้อมหมุนซึ่งอยู่ด้านบน ลงสู่ฐานรองรับแท่นหมุนซึ่งอยู่ด้านล่าง เพื่อส่งน้ำมันให้กับกระบอกไฮดรอลิกของชุดแขนค้ำยัน จำนวน 4 ช่องทาง



รูปที่ 4.6 การส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกจากด้านบนลงด้านล่างที่แท่นป้อมหมุน

4.2.7 การออกแบบระบบสำหรับยกแขนกระเช้า

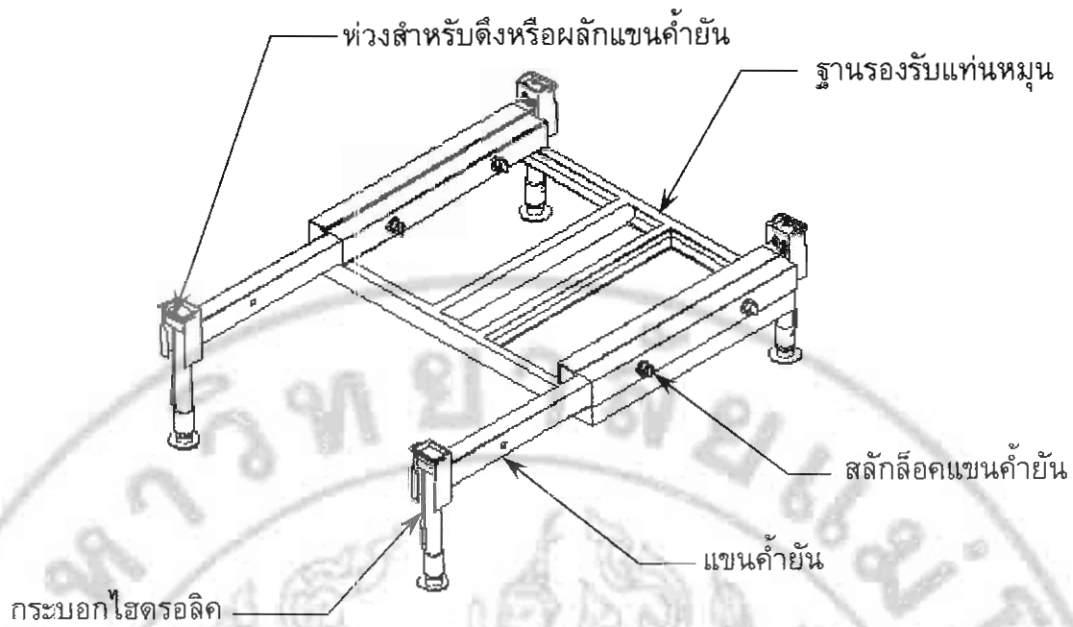
การยกแขนกระเช้าใช้กระบอกลไฮดรอลิกจำนวน 2 กระบอก กระบอกที่ 1 เป็นแบบทำงาน 2 ทิศทาง ลูกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ก้านสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 เซนติเมตร ($2\frac{1}{2}$ นิ้ว) ความยาวช่วงชัก 60 เซนติเมตร ใช้สำหรับยกแขนกระเช้าตอนที่ 1 ส่วนกระบอกลที่ 2 เป็นแบบทำงาน 2 ทิศทางเช่นกัน ลูกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ก้านสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ($1\frac{1}{2}$ นิ้ว) ความยาวช่วงชัก 100 เซนติเมตร ใช้สำหรับยกแขน กระเช้าตอนที่ 2 และที่กระบอกลไฮดรอลิกทั้ง 2 ได้ติดตั้งวาล์วกันล้นไว้เพื่อความปลอดภัยสำหรับการปฏิบัติงาน (เมื่อสายไฮดรอลิกเกิดขาดหรือรั่วตัวกระเช้าตัวกระเช้าจะยังคงค้างตำแหน่งเดิมโดยไม่หล่นลงมายังพื้น)



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งการติดตั้งกระบอกลไฮดรอลิกที่แขนกระเช้า

4.2.8 การออกแบบระบบค้ำยัน

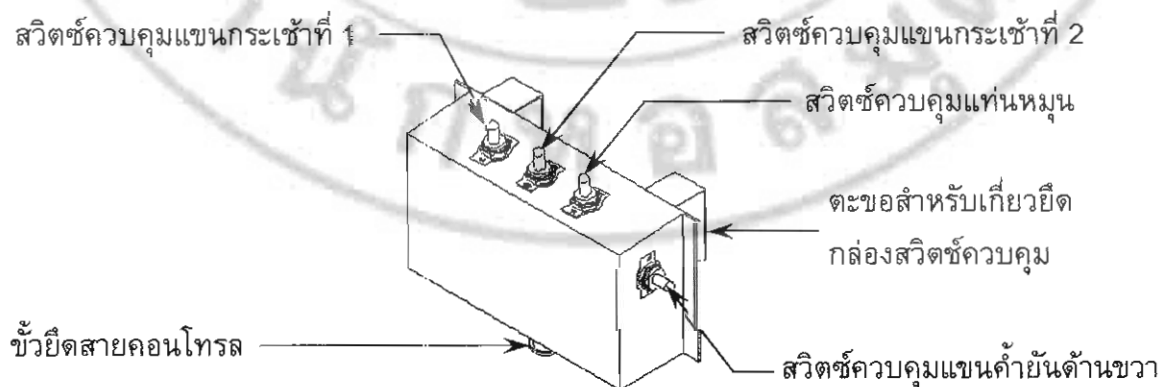
เพื่อให้มีเสถียรภาพในการทำงานของชุดกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยขณะปฏิบัติงาน จึงได้ออกแบบให้มีแขนค้ำยัน คอระหว่างล้อหลังของรถกระบะทั้งสองด้านจำนวน 4 แขน ซึ่งการติดตั้งแขนค้ำยันต้องให้สามารถเลื่อนสไลด์เข้า-ออกได้โดยใช้มือดึงหรือผลัก และสไลด์ออกจากตัวฐานรองรับแท่นหมุนได้ระยะสูงสุด 90 เซนติเมตร ซึ่งที่ปลายแขนค้ำยันจะมีกระบอกลไฮดรอลิกสำหรับเลื่อนลงเพื่อค้ำยันชุดกระเช้าและปรับระนาบตัวรถ และเพื่อล็อกเก็บแขนค้ำยันจึงออกแบบให้มีสลักล็อกเพื่อป้องกันการเลื่อนเข้า-ออก ในระหว่างใช้งานและเคลื่อนย้าย



รูปที่ 4.8 โครงสร้างระบบค้ำยัน

4.2.9 การออกแบบกล่องสวิตช์ควบคุม

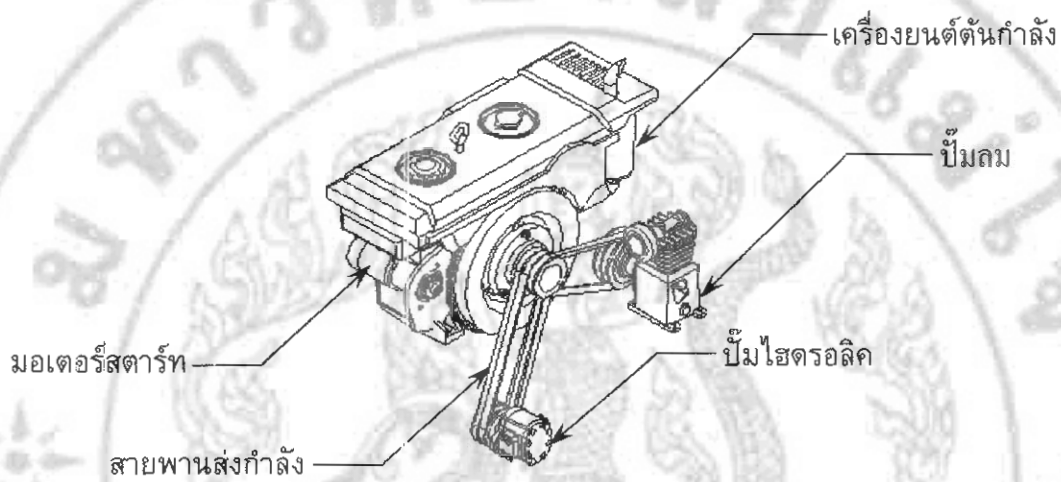
กล่องสวิตช์ควบคุมประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมชนิดโยกแบบ 3 ตำแหน่ง รีเซตด้วยสปริง ซึ่งกล่องสวิตช์ควบคุมจะติดตั้งอยู่บนขอบกระเช้า สำหรับการควบคุมการทำงานโดยการตัดต่อวงจรไฟเพื่อป้องกันไฟให้กับชุดโซลีนอยด์ควบคุมวาล์วซึ่งมีทั้งหมด 10 ชุด โดยสวิตช์ 1 ชุดจะควบคุมชุดโซลีนอยด์ 2 ตัว เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานต่าง ๆ ดังนี้ สวิตช์ชุดที่ 1-2 ควบคุมการทำงานของกระบอกลไฮดรอลิกในระบบการยกแขนกระเช้า สวิตช์ชุดที่ 3 ควบคุมการทำงานของระบบหมุนของแท่นป้อมหมุน สวิตช์ชุดที่ 4-5 ควบคุมการทำงานของกระบอกลไฮดรอลิกในระบบค้ำยัน สำหรับระบบไฟฟ้าจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 ลูก ต่อพ่วงด้วยกันแบบอนุกรม (แรงดันใช้งาน 24 โวลต์)



รูปที่ 4.9 กล่องสวิตช์ควบคุม

4.2.10 การออกแบบการให้ประโยชน์จากต้นกำลัง

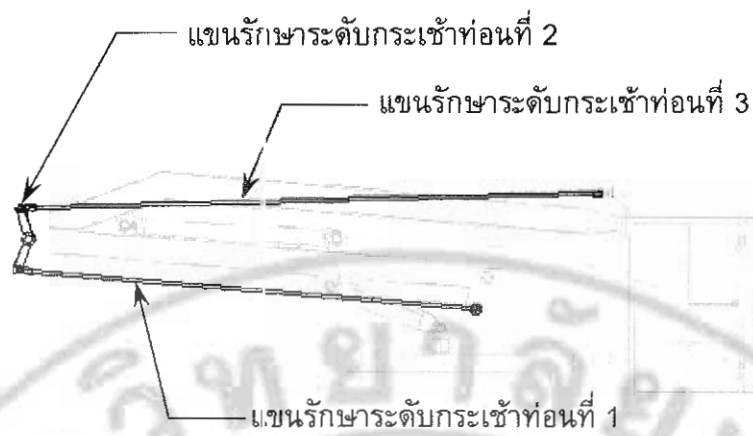
เครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนปั๊มไฮดรอลิกและปั๊มลมใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11 แรงม้า เพื่อให้สะดวกในการปฏิบัติงานควรใช้เครื่องยนต์ที่สามารถติดเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์สตาร์ทได้ การส่งกำลังจากเครื่องยนต์จะส่งกำลังผ่านพูลเลย์ร็องบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ไปยังพูลเลย์ร็องบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว เพื่อขับเคลื่อนปั๊มไฮดรอลิก และส่งกำลัง ผ่านพูลเลย์ร็องบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว จากเครื่องยนต์ไปยังพูลเลย์ร็องบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5½ นิ้ว เพื่อขับเคลื่อนปั๊มลมเพื่อรองรับกับการใช้งานกรรไกรลม



รูปที่ 4.10 ระบบส่งกำลัง

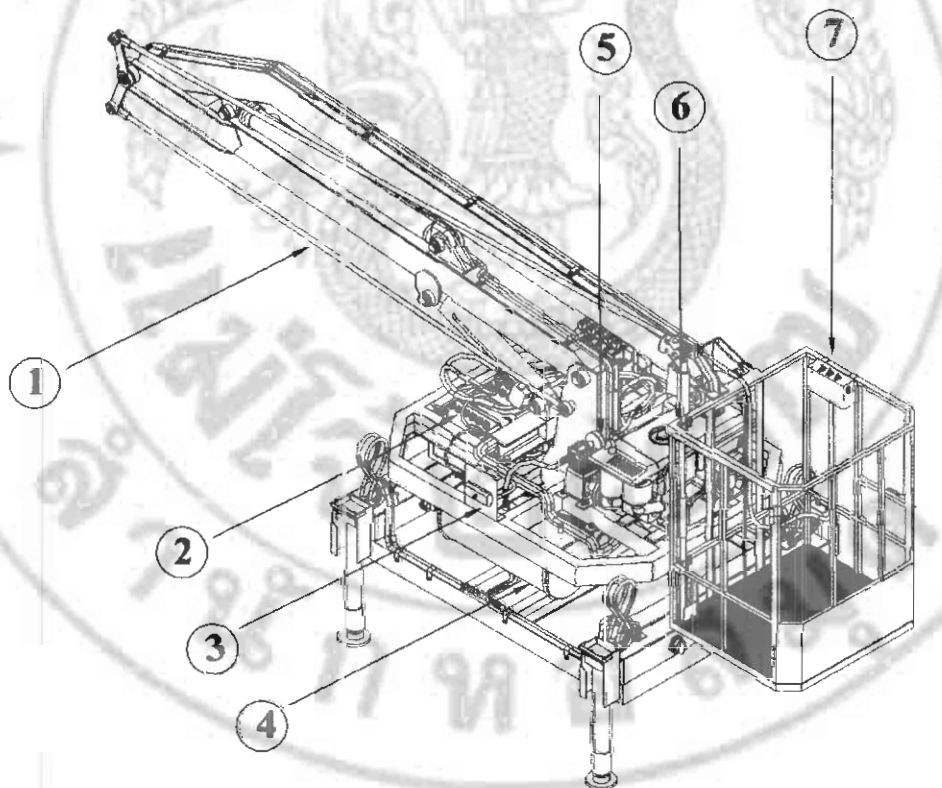
4.2.11 การออกแบบแขนรักษาระดับกระเช้า

ตัวกระเช้าจะถูกบังคับให้อยู่แนวระนาบตลอดเวลาโดยแขนกลไก โดยการรักษาระดับกระเช้าจะใช้แขนตอโยงทั้งหมด 3 แขน โดยแขนท่อนที่ 1 และท่อนที่ 3 ใช้เฟลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 นิ้ว ส่วนท่อนที่ 2 ใช้เหล็กแบนประกอบแขนต่อพ่วงและทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของแขนรักษาระดับกระเช้า ปลายแขนด้านหนึ่งยึดกับฐานรองรับแขนกระเช้า ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งยึดกับขอบด้านบนของตัวกระเช้า เพื่อให้กระเช้าให้อยู่แนวระนาบตลอดเวลา ไม่ว่าแขนกระเช้าจะท่ามุมเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ตาม



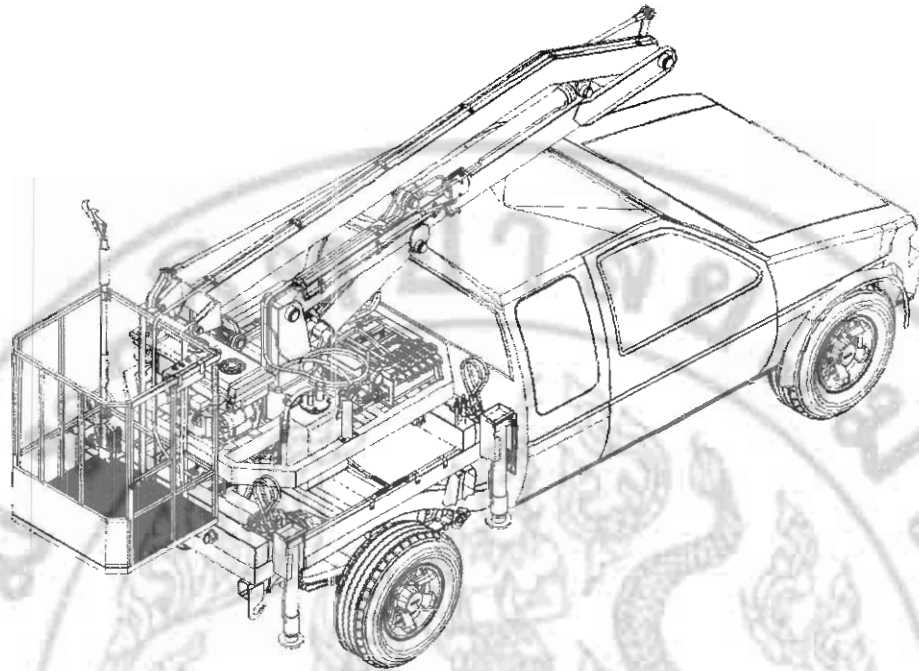
รูปที่ 4.11 โครงสร้างชั้นรักษาระดับ

และภายหลังจากการออกแบบและสร้างชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวต้นแบบ จะได้ชุดกระเช้ากระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยดังแสดงในรูปที่ 4.12 ถึง 4.14



- | | | |
|-------------------------|-------------|---------------------|
| ① ชั้นรักษาระดับกระเช้า | ② แบตเตอรี่ | ③ กล้องไฟ |
| ④ ถังลมอัด | ⑤ ปุ่มลม | ⑥ กรรไกรตัดแต่งกิ่ง |
| ⑦ กล้องสวิตช์ควบคุม | | |

รูปที่ 4.12 ส่วนประกอบชุดกระเช้า



รูปที่ 4.13 การประกอบชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระบะขณะเคลื่อนย้าย



รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายชุดกระเช้าเมื่อติดตั้งเข้ากับรถกระบะและทดสอบการทำงาน

บทที่ 5

การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

การทดสอบและประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนการทดสอบ คือ การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น และการทดสอบในภาคสนาม ดังมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลการออกแบบและการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นเครื่องต้นแบบ จะทำการทดสอบและบันทึกข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบที่ได้ออกแบบและสร้าง ได้แก่

- 1) ข้อมูลขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของตัวเครื่องต้นแบบ
- 2) น้ำหนักสุทธิของชุดกระเช้าช่วยตัดแต่งกิ่ง
- 3) รัศมีการทำงานรอบตัวรถ
- 4) รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด
- 5) ความเร็วการยกกระเช้าขึ้นหรือลง
- 6) ความเร็วการหมุนของแท่นป้อนหมุน
- 7) น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่กระเช้า
- 8) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- 9) เวลาที่ใช้สำหรับการติดตั้งชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระบะ
- 10) เวลาที่ใช้สำหรับการถอดชุดกระเช้าออกจากตัวรถกระบะ
- 11) จุดศูนย์กลาง (Center of gravity)

สำหรับข้อมูลที่สำคัญของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 สรุปผลการออกแบบเครื่องต้นแบบ

ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะที่ออกแบบและสร้าง มีส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องต้นแบบ

ส่วนประกอบหลัก	คุณลักษณะ
1. ต้นกำลัง	เครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อทะเลทอง รุ่น TT110A ขนาด 8.09 กิโลวัตต์ (11 แรงม้า)

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องต้นแบบ

ส่วนประกอบหลัก	คุณลักษณะ
2. โครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุน	คานเหล็กรูปตัวยู (U) ขนาดหน้าตัด 100 x 50 มิลลิเมตร หน้า 8 มิลลิเมตร ยาว 1.65 เมตร กว้าง 1.20 เมตร มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3. โครงสร้างแท่นป้อนหมุน	คานเหล็กตัวยู (U) ขนาดหน้าตัด 100 x 50 มิลลิเมตร หน้า 8 มิลลิเมตร ยาว 1.5 เมตร กว้าง 1.2 เมตร มีรูปร่างเป็นรูปแปดเหลี่ยม
4. โครงสร้างแขนกระเช้า	เหล็กแผ่นพับขอบขึ้นรูปและเชื่อมที่รอยต่อ แขนท่อนที่ 1 มีขนาดหน้าตัด 145 x 100 มิลลิเมตร ยาว 2.65 เมตร และท่อนที่ 2 มีขนาดหน้าตัด 145 x 100 มิลลิเมตร ยาว 3.36 เมตร
5. โครงสร้างกระเช้า	เหล็กกล่องขนาด 25.4 x 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ตัวกระเช้ามีขนาดกว้าง 800 มิลลิเมตร ยาว 625 มิลลิเมตร สูง 1,000 มิลลิเมตร ปูพื้นด้วยแผ่นอลูมิเนียมลายตีนกา
6. ระบบไฮดรอลิก	ปั๊มที่ใช้เป็นแบบปั๊มแบบฟันเฟือง ชนิดเฟืองฟันนอก ขนาดการแทนที่ 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร/รอบ ความดันใช้งานของระบบ 70 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถังน้ำมันไฮดรอลิกรูปสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 20 ลิตร สายไฮดรอลิกใช้สายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¼ นิ้ว ใช้ น้ำมันไฮดรอลิกเบอร์ 10 ใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ซึ่งมีตำแหน่งกลางแบบปิด จำนวน 5 ชุด
7. อุปกรณ์ทำงานระบบไฮดรอลิก	มอเตอร์ไฮดรอลิกชนิดสูบชัก 3.024 กิโลวัตต์ (4 แรงม้า) 1 ตัว กระบอกไฮดรอลิกขนาด 6.35 x 8 x 60 เซนติเมตร จำนวน 1 กระบอก (ขนาดก้านสูบ x ขนาดลูกสูบ x ขนาดช่วงชัก) และกระบอกไฮดรอลิกขนาด 4 x 7 x 100 เซนติเมตร จำนวน 1 กระบอก กระบอกไฮดรอลิกขนาด 5 x 6 x 40 เซนติเมตร จำนวน 4 กระบอก

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องต้นแบบ

ส่วนประกอบหลัก	คุณลักษณะ
8. การควบคุมการทำงาน	การป้องกันน้ำมันไฮดรอลิกให้อุปกรณ์ทำงานอาศัยการป้องกันไฟเข้าสู่ชุดลดโซลินอยด์ของวาล์วควบคุมทิศทางเพื่อเลื่อนตำแหน่งวาล์ว โดยกระแสไฟจะถูกป้องกันผ่านสวิตช์โยกแบบ 3 ตำแหน่ง ซึ่งติดตั้งอยู่บนกล่องควบคุมที่อยู่บนกระเช้า แรงดันไฟฟ้าระบบคือ DC 24 โวลต์ ใช้แบตเตอรี่ 2 ลูก (ต่อกันแบบอนุกรม) เป็นแหล่งจ่ายไฟ
9. เสถียรภาพของเครื่องต้นแบบ	ติดตั้งแขนค้ำยันที่โครงสร้างฐานรองรับแท่นหมุนทั้งหมด 4 แขน ซึ่งแต่ละแขนสามารถยืดกางออกและหดกลับได้อย่างอิสระจากกัน และบริเวณตรงปลายแขนค้ำยันติดตั้งกระบอกลไฮดรอลิก
10. อุปกรณ์ประกอบหลักและอุปกรณ์เสริม	ถุงผ้าสำหรับลำเลียงผลผลิตลำไยจากกระเช้าลงสู่พื้น ติดตั้งปั๊มลมและถังลมอัดเพื่อรองรับการใช้กรรไกรลมสำหรับตัดแต่งกิ่ง นอกจากนั้นยังติดตั้งหัวต่อเร็วสำหรับรองรับการใช้กรรไกรไฮดรอลิก
11. การดัดแปลงที่ตัวรถกระบะ	ต้องยกตัวกระบะออกจากตัวรถจึงจะสามารถติดตั้งชุดกระเช้าได้ และเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้ระบบรองรับน้ำหนักของรถควรเพิ่มจำนวนแผ่นแหนบเพิ่มเติมเข้าไปด้านละ 2 แผ่น (เฉพาะด้านหลัง)

5.1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

จากการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นและการทดสอบการทำงานของระบบต่าง ๆ ของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ ทำการทดสอบโดยทำการปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์และปรับความดันของระบบให้เหมาะสมกับการทำงาน โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการทำงาน ความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยเมื่อติดตั้งบนรถกระบะ มีขนาดความกว้าง 1.7 เมตร (3.1 เมตร เมื่อกางแขนค้ำยัน) ความยาว 5.35 เมตร ความกว้างช่วงล้อ 1.76 เมตร ความยาวช่วงล้อ 2.98 เมตร ความสูงที่ระดับพื้นกระเช้าต่ำสุด 0.45 เมตร ความสูงที่ระดับพื้นกระเช้าสูงสุด 6.04 เมตร น้ำหนักชุดกระเช้ารวมกับตัวรถกระบะเท่ากับ 2,690 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักของรถกระบะ

เท่ากับ 1,300 กิโลกรัม รัศมีในการทำงานกว้างสุด 3.2 เมตรรอบตัวรถ รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 3.23 เมตร ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นสูงสุด 0.10 เมตร/วินาที ความเร็วในการยกกระเช้าลงต่ำสุด 0.15 เมตร/วินาที ความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของแท่นป้อมหมุน 0.48 รอบ/นาที อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.54 ลิตร/ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบ/นาที จุดศูนย์ถ่วงห่างจากแกนล้อหลัง 1.16 เมตร ห่างจากแกนล้อด้านหน้า 1.82 เมตร ห่างจากพื้นระนาบ 1.10 เมตร ห่างจากล้อด้านซ้าย (เมื่อมองจากด้านหน้า) 0.92 เมตร และห่างจากล้อด้านขวา (เมื่อมองจากด้านหน้า) 0.84 เมตร

ผลจากการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นพบว่า ระบบการทำงานต่าง ๆ สามารถทำงานได้ค่อนข้างดี ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระเช้าที่ผู้ปฏิบัติงานเห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว ไม่ทำให้เกิดความหวาดเสียว และมีการกระชากเพียงเล็กน้อยเมื่อเริ่มหรือหยุดการเคลื่อนที่กระเช้า และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนำมาสรุปได้ในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

รายการ	ข้อมูล
1) ขนาด	
ความกว้างตัวรถ (เมื่อเก็บแขนค้ำยัน)	1.7 เมตร
ความกว้างตัวรถ (เมื่อกางแขนค้ำยัน)	3.1 เมตร
ความยาวตัวรถทั้งหมด (ระเคาระะรวมชุดกระเช้าที่ติดตั้ง)	5.35 เมตร
ความสูงพื้นกระเช้าต่ำสุด (ระยะจากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า)	0.45 เมตร
ความสูงพื้นกระเช้าสูงสุด (ระยะจากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า)	6.04 เมตร
2) น้ำหนักสุทธิ (เฉพาะชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไย)	1,390 กิโลกรัม
3) รัศมีการทำงานรอบตัวรถ	3.20 เมตร
4) รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด	3.23 เมตร
5) ความเร็วในการยกกระเช้า	
เมื่อยกกระเช้าขึ้น	0.10 เมตร/วินาที
เมื่อลดกระเช้าลง	0.15 เมตร/วินาที
6) ความเร็วในการหมุนของแท่นหมุน	0.48 รอบ/นาที
7) น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่กระเช้า	1,265 กิโลกรัม
8) อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ 1,500 รอบ/นาที	0.54 ลิตร/ชั่วโมง
9) เวลาที่ใช้ติดตั้งชุดกระเช้าเข้ากับตัวรถกระบะ	30 นาที
10) เวลาที่ใช้ถอดชุดกระเช้าออกจากตัวรถกระบะ	15 นาที

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

รายการ	ข้อมูล
11) จุดศูนย์ถ่วง	
ห่างจากล้อหลัง	1.16 เมตร
ห่างจากล้อด้านหน้า	1.82 เมตร
ห่างจากพื้นระนาบ	1.10 เมตร
ห่างจากล้อด้านซ้าย (มองจากด้านหน้า)	0.92 เมตร
ห่างจากล้อด้านขวา (มองจากด้านหน้า)	0.84 เมตร

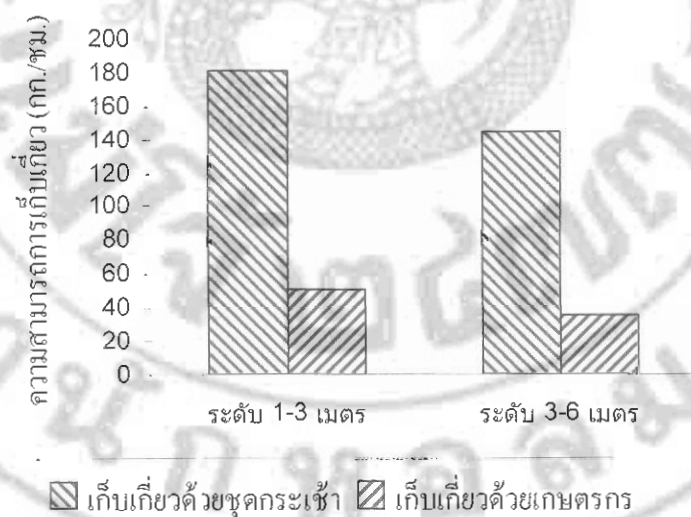
5.2 การทดสอบในภาคสนาม

การทดสอบการเก็บเกี่ยวลำไยในภาคสนาม เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการร่วงหล่น โดยเปรียบเทียบระหว่างการเก็บโดยเกษตรกรที่รับจ้างเก็บเกี่ยว และการเก็บโดยใช้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งท้ายกระบะ ซึ่งการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการเก็บเกี่ยวลำไยที่สวนแม่ใจการ์เด็นแลนด์วิว อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นสวนขนาด 250 ไร่ ลำไยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์อีดอและเบี้ยวเขียว อายุระหว่าง 10-20 ปี ขนาดทรงพุ่ม 8-15 เมตร ความสูง 4-10 เมตร ทำการทดสอบในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 ความตกและความหนาแน่นของลำไยอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ซึ่งแบ่งระดับความสูงในการทดสอบออกเป็น 2 ระดับ คือระดับ 1-3 เมตร และระดับ 3-6 เมตร (ภาคผนวก ก.1 และ ก.2) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ทุกระดับความสูง โดยเลือกต้นลำไยที่มีความสูงประมาณ 6 เมตร สำหรับผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5.3

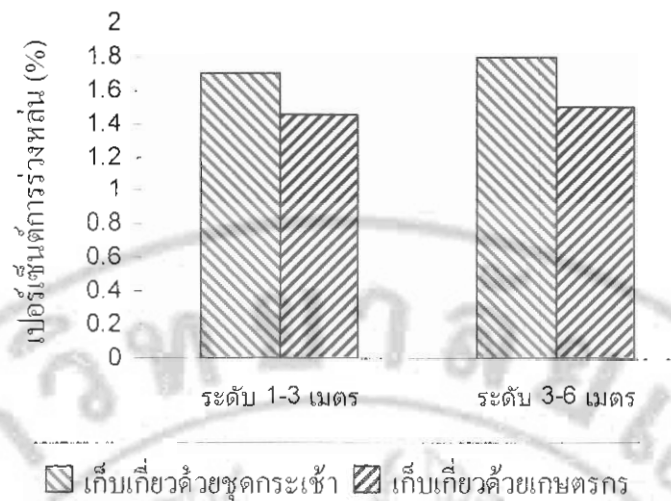
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวและอัตราการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว

ระดับความสูง	ความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย (กิโลกรัม/ชั่วโมง)				ความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยของรถกระเช้าเมื่อเปรียบเทียบกับคนเก็บเกี่ยว (เท่า)
	เก็บเกี่ยวโดยรถกระเช้า		เก็บเกี่ยวโดยเกษตรกร		
	เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัม)	ร่วงหล่น (เปอร์เซ็นต์)	เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัม)	ร่วงหล่น (เปอร์เซ็นต์)	
ระดับ 1-3 เมตร	181.4	1.7	50.8	1.46	3.6
ระดับ 3-6 เมตร	144.9	1.8	35.4	1.50	4.0
เฉลี่ย	162.0	1.75	42.3	1.48	3.8

จากตารางที่ 5.3 พบว่า การเก็บโดยรถกระเช้าช่วยเก็บลำไยที่ระดับความสูง 1-3 เมตร มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 181.4 กิโลกรัม/ชั่วโมง ส่วนที่ระดับความสูง 3-6 เมตร มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวลดลงเหลือ 144.9 กิโลกรัม/ชั่วโมง การเก็บโดยเกษตรกรที่ระดับความสูง 1-3 เมตร มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ย 50.8 กิโลกรัม/ชั่วโมง ที่ระดับความสูง 3-6 เมตร มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวลดลงเหลือ 35.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยผลผลิตลำไยมีความชื้นเฉลี่ย 79.52 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) แสดงให้เห็นว่าเมื่อความสูงของระดับในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นความสามารถในการเก็บเกี่ยวจะมีค่าลดลง เนื่องจากในการเก็บโดยเกษตรกรจะต้องปีนอยู่บนพุ่มองซึ่งจะต้องใช้ความระมัดระวังในการเก็บมากขึ้น และต้องเสียเวลาในการปีนขึ้นและลงมาซึ่ง ส่วนในการเก็บด้วยรถกระเช้าช่วยเก็บลำไยที่ระดับความสูงมากที่มากขึ้นก็จะต้องเพิ่มความระมัดระวังในการเก็บมากขึ้นเช่นกัน และต้องเสียเวลาในการปรับกระเช้าให้สูงขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธี ในแต่ละระดับความสูงพบว่า ที่ระดับความสูง 1-3 เมตร ความสามารถในการเก็บเกี่ยวโดยใช้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวสามารถเก็บเกี่ยวได้มากกว่าเกษตรกร 3.6 เท่า และที่ระดับความสูง 3-6 เมตร ความสามารถในการเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเก็บได้มากกว่าเกษตรกร 4.0 เท่า แสดงให้เห็นว่าเมื่อระดับความสูงในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น การเก็บโดยใช้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวจะได้เปรียบกว่าการเก็บโดยเกษตรกร ดังแสดงในรูปกราฟที่ 5.1 และ 5.2



รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยระหว่างรถกระเช้ากับเกษตรกร



รูปที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นระหว่างรถกระเช้ากับเกษตรกร

และเมื่อพิจารณาคุณภาพการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยพบว่า การเก็บด้วยชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวจะมีเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรอยู่เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบขนาดปากของถุงเฝ้าลำเลียงผลผลิตลำไยมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีผลทำให้ในบางครั้งเมื่อป้อนลำไยลงปากถุงอาจมีลำไยบางส่วนหลุดออกจากปากถุงและหล่นลงพื้น ส่วนเกษตรกรนั้นจะใช้ตะกร้าที่มีขนาดใหญ่พอเหมาะและผูกเชือกที่ตะกร้าเพื่อลำเลียงลำไยลงมาสู่พื้น ทำให้ลำไยร่วงหล่นน้อยกว่า โดยเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นเฉลี่ยของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวคือ 1.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการร่วงหล่นเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรคือ 1.48 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดสอบข้างต้นหากไม่คำนึงถึงความเหนื่อยล้า และความชำนาญงานของผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ดังนี้ การเก็บโดยใช้รถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยมีความสามารถในการเก็บมากกว่าการเก็บโดยเกษตรกร เนื่องจากลักษณะของผู้ปฏิบัติงานที่ยืนอยู่บนพื้นกระเช้าของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยซึ่งเปรียบเสมือนการยืนบนพื้นราบจะมีความถนัดและความคล่องตัวในการเก็บมากกว่าผู้ปฏิบัติงานที่ต้องปีนเกาะอยู่บนพะอง หรือต้นลำไย และลำไยเป็นไม้ผลที่ออกผลเป็นช่องทางปลายกิ่ง เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของกระเช้าซึ่งสามารถยกขึ้น-ลง และสามารถหมุนรอบตัว 360 องศา ทำให้การเคลื่อนที่ของกระเช้าเข้าหาข้อผลของลำไยได้จากด้านนอกของทรงพุ่ม จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในกระเช้ามีความสะดวกและความคล่องตัวในการเคลื่อนที่ รวบรวมผลมากกว่าผู้ปฏิบัติงานที่ต้องปีนไปตามพะองหรือต้นลำไย อีกทั้งความสามารถในการเคลื่อนที่ของกระเช้ายังช่วยลดจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้งของรถกระเช้าที่ติดตั้งชุดกระเช้า เพราะเนื่องจากในแต่ละจุดของตำแหน่งที่ตั้งของ

รถกระบะจะมีรัศมีการทำงานเท่ากับ 3.2 เมตร คลอบคลุมความสูงที่จะทำการเก็บลำไยได้สูง 8 เมตร และมีความปลอดภัยมากกว่า การเก็บลำไยโดยเกษตรกร

นอกจากนั้นการเก็บเกี่ยวลำไยโดยใช้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไย แบบติดตั้งบนรถกระบะยังช่วยลดความเสียหายของต้นลำไยที่กินความจำเป็น เพราะไม่ต้องทำการหักแขนงกิ่งใหญ่ออกมากเกินไปเพื่อเก็บข้อผลงำไยที่ด้านปลายกิ่ง เนื่องจากตัวกระเช้าของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยสามารถเคลื่อนที่เข้าหาข้อผลงำไยจากทางด้านนอกทรงพุ่มได้โดยตรง อย่งไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ในขณะที่ปฏิบัติการเก็บเกี่ยวลำไยผู้ปฏิบัติงานควรมีเข็มขัดนิรภัยผูกตัวเข้ากับกระเช้าเพื่อป้องกันการพลัดตกจากกระเช้า

5.3 การวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์

เงื่อนไขต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินผลมีดังต่อไปนี้

1. ใช้วิธีเส้นตรงในการคิดค่าเสื่อมราคา
2. ไม่คิดค่าโรงเรือน ค่าภาษี และค่าประกัน
3. ไม่คิดค่าใช้จ่ายปลั๊กยูเอชอื่น ๆ
4. ใช้ค่าใช้จ่ายในปี 2548 เป็นฐานในการคำนวณ
5. ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

การประเมินต้นทุนการปฏิบัติงานของเครื่องเก็บลำไย โดยกำหนดราคาเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลเท่ากับ 200,000 บาท/เครื่อง ซึ่งในความจริง ผู้ลงทุนไม่ได้ลงทุนเฉพาะราคาเครื่องเท่านั้น แต่ผู้ลงทุนต้องลงทุนในส่วนของค่าโรงเรือนสำหรับเก็บเครื่องด้วย ดังนั้นในที่นี้การวิเคราะห์ผลสมมติให้ราคาเครื่องคือ ต้นทุนขั้นต่ำที่ผู้ลงทุนต้องใช้ในการลงทุน และใช้ผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียวในการปฏิบัติงานควบคุมเครื่องและเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย

ตัวแปรในการวิเคราะห์คือ

P	=	200,000 บาท
S	=	ร้อยละ 10 ของ P
Y	=	10 ปี
i	=	ร้อยละ 10 ต่อปี
h	=	8 ชั่วโมง/วัน
L ₁	=	200 บาท/คน/วัน
e	=	25 บาท/ลิตร
E	=	108 บาท/วัน
E ₀	=	ร้อยละ 10 ของ E
R&M	=	ร้อยละ 3 ของ P ต่อ 100 ชั่วโมงทำงาน

$$\text{Cap} = 161.26 \text{ กิโลกรัม/ชั่วโมง}$$

จากข้อกำหนดต่าง ๆ ดังกล่าว สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{TC, บาท/ปี} = 29,000 + 788(A) \quad \dots(5.1)$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (บาท/ตัน)} = \frac{29,000 + 788(A)}{1,290.08(A)} \quad \dots(5.2)$$

$$\text{ผลตอบแทนสุทธิ} = [1,290.08(A)(CR)] - [788(A)] \quad \dots(5.3)$$

$$\text{PBP (ปี)} = \frac{200,000}{[1,290.08(A)(CR)] - [29,000 + 788(A)]} \quad \dots(5.4)$$

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 หัวข้อหลัก ๆ คือ ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน และผลตอบแทน ดังแสดงในรายละเอียดต่อไปนี้

5.3.1 ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน

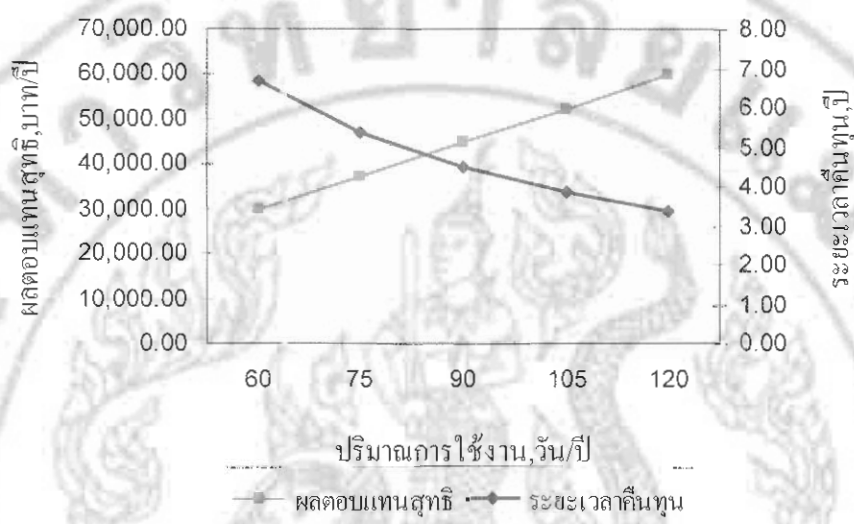
จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานจะมีค่าสูงสุดเมื่อให้รถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยทำงาน 120 วัน/ปี คือ 124,160 บาท โดยสามารถเก็บเกี่ยวลำไยได้เท่ากับ 154,809.60 กิโลกรัม และรถกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยจะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวลำไยปกติ (กรกฎาคม-สิงหาคม) ซึ่งโดยทั่วไปจะมีระยะเวลาประมาณ 2 เดือน (60 วัน) และผลผลิตลำไยนอกฤดูกาลซึ่งเป็นลำไยใช้สารโปแตสเซียมคลอไรด์เร่งการออกดอก ซึ่งจะออกประมาณเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ (ประมาณ 60 วัน) อย่างไรก็ตามแนวโน้มการผลิตลำไยให้ออกสู่ตลาดเป็น 3 รุ่นในรอบปี (ประยงค์, 2542) จะมีผลทำให้จำนวนวันการจ้างงานรถกระเช้ามาขึ้นซึ่งจะทำให้ผลตอบแทนจากการทำงานมากขึ้นกว่านี้

และจากผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (ตารางในภาคผนวกที่ ข.1) เมื่อพิจารณาปริมาณการทำงาน 60, 75, 90, 105 และ 120 วัน/ปี ค่าใช้จ่ายในการทำงานจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้งาน แต่ค่าใช้จ่าย/กิโลกรัมจะลดลงโดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.99-0.80 บาท/กิโลกรัม

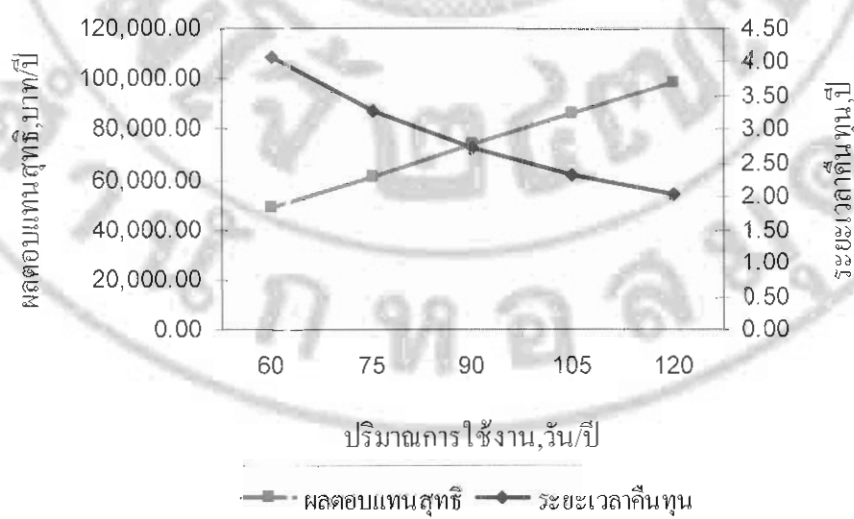
5.3.2 ผลตอบแทนในการทำงาน

ผลตอบแทนในการทำงานวิเคราะห์จากการคิดค่าบริการในการเก็บลำไย ซึ่งเรียกเก็บจากผู้จ้าง (เจ้าของสวนลำไยหรือผู้ซื้อเหมาสวน) โดยทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนในการทำงานที่อัตรา 2 ระดับ คือ 1.00 บาท/กิโลกรัม และ 1.25 บาท/กิโลกรัม ดังรูปที่ 5.3 และรูปที่ 5.4 ซึ่งแสดงผลวิเคราะห์ดังนี้

ผลวิเคราะห์ในตารางภาคผนวกที่ ข.2 และ ข.3 และรูปที่ 5.3 และ 5.4 แสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณการใช้งาน/ปีเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลตอบแทนสุทธิเพิ่มขึ้นด้วย แต่ระยะเวลาคืนทุนจะลดลงเรื่อย ๆ นั่นคือ ผลตอบแทนสุทธิจะแปรผันตรงกับปริมาณการทำงานต่อปี ส่วนระยะเวลาคืนทุนนั้นจะแปรผกผันกับปริมาณการใช้งาน/ปี เมื่อเปรียบเทียบระดับค่าบริการ 1.00 บาท/กิโลกรัม กับ 1.25 บาท/กิโลกรัม จะเห็นว่าที่ระดับค่าบริการ 1.00 บาท/กิโลกรัมนั้นจะได้ผลตอบแทนสุทธิน้อยกว่า ระดับค่าบริการ 1.25 บาท/กิโลกรัม



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนสุทธิ ระยะเวลาคืนทุนและปริมาณการใช้งาน/ปีเมื่อคิดค่าบริการ 1.00 บาท/กิโลกรัม



รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และปริมาณการใช้งาน/ปีเมื่อคิดค่าบริการ 1.25 บาท/กิโลกรัม

จากตารางในภาคผนวกที่ ข.2 และ ข.3 พบว่าเมื่อคิดค่าบริการที่อัตรา 1.00 ปริมาณการทำงาน 60 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดมีค่า 29,824.80 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 6.71 ปี เมื่อพิจารณาปริมาณการทำงาน 120 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิ 59,469.60 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 3.35 ปี เมื่อคิดค่าบริการที่อัตรา 1.25 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการทำงานต่อปี 60 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุด 49,176 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 4.07 ปี เมื่อพิจารณาปริมาณการทำงาน 120 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิ 98,352 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 2.03 ปี จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณทำงาน/ปี จะได้ผลตอบแทนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น

ดังนั้นในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน ผู้ลงทุนควรคำนึงถึงปัจจัยด้านจำนวนวันทำการในรอบปีในแต่ละปี ถ้ามีจำนวนวันทำการที่มากจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยคิดเป็น บาท/กิโลกรัมลดลง จะทำให้อัตราผลตอบแทนสูงขึ้นและระยะเวลาคืนทุนต่ำลง

และเมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ของชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ ซึ่งมีความคล่องตัวในการทำงาน มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมาย และนอกจากใช้เก็บลำไยได้แล้วยังสามารถนำไปเก็บไม้ผลชนิดอื่นได้อีกด้วย เช่น ลิ้นจี่ มะม่วง และมะขามหวาน และอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งการใช้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตนอกจากจะช่วยให้สามารถเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น ผลผลิตมีคุณภาพ ลดความเสียหายของผลผลิตจากการร่วงหล่นแล้ว ยังทำให้การทำงานมีความปลอดภัยช่วยลดอุบัติเหตุจากการพลัดตกจากบันไดหรือพะองได้อีกด้วย อีกทั้งยังได้ประโยชน์ใช้สอยอื่น ๆ เช่น การนำไปใช้ตัดแต่งกิ่ง ห่อผล ผสมเกสรไม้ผลบางชนิด และการฉีดพ่นสารเคมี เป็นต้น

5.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 5.4 ตารางการทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการเก็บเกี่ยวด้วยชุดกระเช้า และการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกร

ประเภท	ระดับความสูง 1-3 เมตร				ระดับความสูง 3-6 เมตร			
	$\bar{x}$	S	df	t	$\bar{x}$	S	df	t
ความสามารถในการเก็บเกี่ยว								
เก็บเกี่ยวด้วยชุดกระเช้า	181.4	17.0	4	12.7**	144.9	6.5	4	23.3**
เก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกร	50.8	4.8			35.4	4.8		
เปอร์เซ็นต์การร่วงหล่น								
เก็บเกี่ยวด้วยชุดกระเช้า	1.74	0.12	4	1.72	1.8	0.26	4	1.5
เก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกร	1.43	0.29			1.5	0.22		

จากตารางการทดสอบทางสถิติ โดยเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยวผลผลิต
 ลำไยและเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่น ระหว่างการเก็บเกี่ยวด้วยชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวกับการเก็บ
 เกี่ยวด้วยเกษตรกรที่รับจ้างเก็บเกี่ยวพบว่า ความสามารถในการเก็บเกี่ยวลำไยระหว่างการใช้
 ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบถัดตั้งบนรถกระบะกับการเก็บเกี่ยวโดยเกษตรกรมีความแตก
 ต่างกันทางสถิติ ซึ่งการเก็บเกี่ยวที่ระดับความสูง 1-3 เมตร ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวมี
 ความสามารถในการเก็บเกี่ยวได้มากกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ 0.01 และที่ระดับความสูง 3-6 เมตร นั้นชุดกระเช้ามีความสามารถในการเก็บเกี่ยวได้
 มากกว่าเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เช่นกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่น
 จากการเก็บเกี่ยวด้วยชุดกระเช้ากับการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกร ทุกระดับความสูงไม่แตกต่างกัน
 ทางสถิติ



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาในการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบดังกล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลการศึกษา ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง และเป็นข้อมูลอ้างอิงที่สามารถจะนำไปศึกษาและวิจัยต่อไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 ผลการศึกษาโดยสรุป สำหรับการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

การศึกษากการออกแบบ สร้าง และประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบเครื่องต้นแบบให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลำไยและปัญหาการผลิตลำไย การศึกษาเพื่อประเมินผลเบื้องต้นเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูงที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ และการประเมินผลเครื่องต้นแบบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษพบว่า ลำไยยังเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือและของประเทศไทย ประเทศไทยมีผลผลิตเกินความต้องการภายในประเทศ ดังนั้นผลผลิตส่วนใหญ่จึงถูกส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งจีนเป็นประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญของไทย

แหล่งผลิตลำไยที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งสองจังหวัดมีผลผลิตรวมกันเท่ากับ 68.5 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งประเทศ อย่างไรก็ตามการผลิตลำไยของเกษตรกรยังมีปัญหาอยู่หลายประการคือ ปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ ปัญหาขาดแคลนแรงงานสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต ปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง ปัญหาเกิดความบอบซ้ำของต้นและกิ่งลำไยสูงในกรณีเก็บเกี่ยวแบบดั้งเดิม ปัญหาความเสี่ยงภัยจากการพลัดตกขณะทำการเก็บเกี่ยว และปัญหาเกิดความล่าช้าและเกิดการร่วงหล่นสูงเมื่อใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว สำหรับในการศึกษครั้งนี้มุ่งความสำคัญไปที่ปัญหาการขาดแคลนแรงงานสำหรับการเก็บเกี่ยว และผลกระทบจากการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว ซึ่งการแก้ปัญหาโดยการใช้เครื่องทุ่นแรงเข้ามาช่วยในกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

2. การศึกษาเครื่องทุ่นแรงที่ช่วยสำหรับการเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีใช้ในประเทศพบว่า ยังมีรูปแบบที่ยังไม่เหมาะสม ใช้งานค่อนข้างยาก ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมาย และส่วนใหญ่การเคลื่อนกระเช้าเข้าหาเป้าหมายสามารถเคลื่อนที่ในแนวตั้งเท่านั้น ไม่สามารถเก็บเกี่ยวในระดับที่สูงเกิน 6 เมตรได้ อีกทั้งยังมีเสถียรภาพในการทำงานค่อนข้างต่ำ สำหรับรูปแบบเครื่องเก็บเกี่ยวของต่างประเทศพบว่า มีราคาสูง น้ำหนักมาก ขนาดโดยรวมค่อนข้างใหญ่และเทอะทะ มีความเร็วในการเคลื่อนที่ค่อนข้างต่ำ อีกทั้งต้องมีรถบรรทุกสำหรับลากเลื่อนหรือเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานในสวนไม้ผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. แนวคิดการออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบ เพื่อให้ชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยสามารถเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายได้รวดเร็ว โดยไม่ต้องอาศัยรถสำหรับลากเลื่อนหรือบรรทุก จึงออกแบบให้ชุดกระเช้าดังกล่าวให้สามารถติดตั้งบนรถกระบะได้ (รถกระบะมาตรฐานและรถกระบะแบบ ๖ ตอนครึ่ง) โดยออกแบบให้ตัวชุดฐานกระเช้า (ฐานรองรับแท่นหมุน) ให้มีขนาดพอดีกับตัวโครงรถ (Frame) ซึ่งออกแบบมาสำหรับรองรับตัวกระบะมีขนาดความกว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 165 เซนติเมตร และเพื่อให้กระเช้าสามารถเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนรอบตัวได้ จึงออกแบบให้มีแท่นป้อมหมุนติดตั้งอยู่บนชุดฐานกระเช้า มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (8 เหลี่ยม) เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้บริเวณหมุนของแท่นป้อมหมุนกระแทกเข้าตัวห้องโดยสาร มีขนาดความกว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สูงประมาณ 8 เมตรได้ จึงได้ออกแบบให้มีแขนกระเช้า 2 ท่อน โดยแขนท่อนที่หนึ่งยาว 265 เซนติเมตร ท่อนที่สองยาว 336 เซนติเมตร ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก ส่วนกระเช้าออกแบบให้มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 62.5 เซนติเมตร และสูง 100 เซนติเมตร ต้นก้านที่ใช้ขับเคลื่อนไฮดรอลิกและปั๊มลมใช้เครื่องยนต์เล็กดีเซลขนาด 11 แรงม้า ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่เกษตรกรนิยมใช้กันทั่วไป เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพจึงออกแบบให้มีแขนค้ำยันทั้งหมด 4 แขน ซึ่งทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก การควบคุมการทำงานของกระเช้าทั้งหมดสามารถกระทำได้เมื่ออยู่บนกระเช้า สำหรับอุปกรณ์เสริมเพื่อให้สามารถทำงานได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงติดตั้งปั๊มลมและถังลมอัดเพื่อรองรับการใช้กรรไกรลม นอกจากนั้นยังสามารถใช้กรรไกรไฮดรอลิกสำหรับตัดแต่งกิ่งได้อีกด้วย ส่วนการลำเลียงผลผลิตลงจากกระเช้าใช้ถุงผ้าที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างกระเช้า

4. คุณสมบัติเครื่องต้นแบบ เมื่อทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า ระดับกระเช้าต่ำสุดเท่ากับ 0.45 เมตร และสามารถยกขึ้นได้สูงสุดเท่ากับ 6.04 เมตร จากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า มีรัศมีการทำงาน 3.2 เมตร รอบตัวรถ น้ำหนักเฉพาะชุดกระเช้าเท่ากับ 1,390 กิโลกรัม และเมื่อรวมกับน้ำหนักรถกระบะจะมีน้ำหนักเท่ากับ 2,690 กิโลกรัม น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยเมื่อกระเช้าเท่ากับ 1,265 กิโลกรัม มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.54 ลิตร/ชั่วโมง (ทำงานที่ 1,500 รอบ/นาฬิกา) เวลาที่ใช้สำหรับประกอบและถอดชุดกระเช้ากับตัวรถเท่ากับ 30 นาที และ 15 นาที ตามลำดับ และเมื่อประกอบเข้ากับตัวรถพบว่าจุดศูนย์ถ่วงห่างจากล้อหลัง 1.16 เมตร ห่างจากล้อหน้า 1.82 เมตร ห่างจากพื้น 1.10 เมตร รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 3.23 เมตร

5. การทดสอบเครื่องต้นแบบในภาคสนาม โดยการทดสอบจะแบ่งความสูงในการเก็บเกี่ยวออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับ 1-3 เมตร และ 3-6 เมตร พบว่า ที่ระดับความสูงที่ระดับ 1-3 เมตร เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 181.4 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรเท่ากับ 130.6 กิโลกรัม (เก็บเกี่ยวได้มากกว่าเกษตรกรเท่ากับ 3.6 เท่า) มีอัตราการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เกษตรกรสูญเสีย 1.46 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความสูง 3-6 เมตร พบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการเก็บ

เกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 144.9 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรเท่ากับ 109.5 กิโลกรัม (เก็บเกี่ยวได้มากกว่าเกษตรกรเท่ากับ 4.0 เท่า) มีอัตราการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เกษตรกรสูญเสีย 1.48 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสาเหตุที่การสูญเสียจากการร่วงหล่นมากกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรจากการสังเกตพบว่า ช่องที่ใช้สำหรับป้อนลำเลียงลำไยลงสู่พื้นมีขนาดเล็กเกินไปทำให้ลำไยบางส่วนหลุดออกจากช่องที่ใช้ลำเลียงดังกล่าว

ดังนั้นจึงสามารถสรุปข้อดีหรือข้อได้เปรียบของชุดกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะดังนี้ คือ

- 1) ผู้ปฏิบัติงานยืนอยู่บนพื้นกระเช้าเสมือนยืนอยู่บนพื้นราบ ทำให้มีความถนัดและสะดวกในการทำงาน จึงลดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าในการปฏิบัติงานลงได้มาก
- 2) การเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายกระทำได้ง่ายและรวดเร็ว ไม่ต้องใช้รถลากเลื่อน
- 3) สามารถเก็บเกี่ยวลำไยได้ 4 ต้น โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตัวรถกระบะ
- 4) มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวแบบดั้งเดิม
- 5) ลดการเสี่ยงภัยจากการพลัดตกขณะทำการเก็บเกี่ยว
- 6) ลดความบอบซ้ำของก้านและกิ่งลำไยมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น
- 7) สามารถติดตั้งอุปกรณ์สำหรับโน้มกิ่งและตัดแต่งกิ่งได้
- 9) ติดตั้งปั๊มลมทำให้สามารถรองรับการใช้กรรไกรลมและกรรไกรไฮดรอลิค สำหรับการตัดแต่งกิ่ง (เพิ่มประโยชน์การใช้สอยให้มากขึ้น)
- 10) ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.54 ลิตร/ชั่วโมง เนื่องจากใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวขนาด 11 แรงม้า เป็นต้นกำลังขณะปฏิบัติการเก็บเกี่ยว
- 11) ติดตั้งแขนค้ำยันทั้งหมด 4 แขน ทำให้มีเสถียรภาพในการทำงานสูง
- 12) การปฏิบัติงานสามารถใช้คนเพียงคนเดียวในการเก็บเกี่ยวได้ การควบคุมทั้งหมดสามารถกระทำได้โดยที่อยู่นบนกระเช้า
- 13) ภายหลังเมื่อหมดฤดูกาลเก็บเกี่ยวและตัดแต่งกิ่งแล้วสามารถนำรถกระบะไปใช้งานได้ตามปกติเพียงแค่นำชุดกระเช้าลงเท่านั้น เป็นต้น

6. ในส่วนของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อกำหนดให้ราคาเครื่องต้นแบบเท่ากับ 200,000 บาท เมื่อนำไปปรับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยที่อัตรา 1 บาท/กิโลกรัม มีระยะเวลาการใช้งาน 4 เดือน พบว่า ได้ผลตอบแทนสุทธิ 59,469.60 บาท/ปี มีระยะเวลาในการคืนทุน 3.35 ปี ซึ่งถือว่าหากนำเครื่องดังกล่าวไปใช้สำหรับเก็บเกี่ยวลำไยเพียงอย่างเดียวนั้นจะไม่คุ้มค่านัก ดังนั้นหากสามารถนำเครื่องดังกล่าวไปใช้เก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน หรือนำไปใช้ในการตัดแต่งกิ่งหรืออื่น ๆ ก็จะทำให้เกิดความคุ้มค่าและลดระยะเวลาในการคืนทุนมากยิ่งขึ้น

6.2 ข้อด้อยและข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามยังมีข้อด้อยหรือข้อจำกัดในการทำงาน คือ

1) การเคลื่อนกระเช้าเข้าหาเป้าหมายยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการออกแบบให้มีแขนกระเช้าเพียง 2 แขน การแก้ปัญหาดังกล่าวน่าจะติดตั้งแขนกระเช้าที่ 3 โดยออกแบบให้มีลักษณะการเคลื่อนที่ยืดออกและหดกลับอยู่ในแขนกระเช้าที่ 2 (ควบคุมการทำงานด้วยกระบอกไฮดรอลิก)

2) ขนาดโดยรวมของรถและชุดกระเช้ายังถือว่าค่อนข้างใหญ่ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้กับสวนสมัยใหม่ ซึ่งการเขตกรรมสวนลำไยสมัยใหม่มีระยะการปลูกชิดกันมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างคล่องตัวมากยิ่งขึ้น เครื่องเก็บเกี่ยวและตัดแต่งกิ่งลำไยควรมีความกว้างและความยาวของตัวรถลดลง

3) เนื่องจากฤดูการเก็บเกี่ยวหลักมักเป็นฤดูฝน ทำให้พื้นดินค่อนข้างนุ่มและมักติดหล่มได้ง่าย ดังนั้นรถกระบะที่ใช้เป็นตัวรองรับชุดกระเช้าควรมีระบบการขับเคลื่อนเป็นแบบ 4 ล้อ ซึ่งทำให้ต้นทุนของเกษตรกรสูงขึ้น (ปกติเกษตรกรจะใช้รถกระบะตอนเดียวขับเคลื่อน 2 ล้อ)

เอกสารอ้างอิง

- จักร จักกะพาก จารุวัฒน์ มงคลชนตรศ ชัชชัย ชัยสัตย์ปรกรณ์ และ จินดา มงคลชนตรศ. 2529. การสำรวจเครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้. รายงานผลการวิจัย, กองเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 18 น.
- ชมรมผู้ปลูกลำไยแห่งประเทศไทย. 2541. ข่าวการเกษตร. หนังสือพิมพ์กสิกร 71.(พ.ค.-มิ.ย.): 291-292
- นัย บำรุงเวช. 2543. รถฟาร์มแทรกเตอร์ 2 : ระบบไฮดรอลิค. ซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ.
- บริษัท Machinery and Engineering Ltd. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :<http://www.afron.com>
- ประยงค์ จึงอยู่สุข. 2542. การทำสวนลำไยในยุค 2000 (Y2K). น. 26. ในเอกสารประกอบการประชุมเสวนาเรื่อง ลำไยไม่ติดผลในฤดูนี้มีแนวทางปฏิบัติอย่างไร, 25 มีนาคม 2542. ศูนย์กีฬากาญจนานิเทศ รัชกาลที่ 9 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- พิทยา สรวมศิริ และพาวัน มะโนชัย. 2545. การผลิตลำไยนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. ธนบรรณการพิมพ์. เชียงใหม่.
- พรทิพย์ เขียวธีรวิทย์. 2529. ลำไย : การตลาดและรายได้ของชาวสวนในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- มนัส กัมพูกุล. 2547. การปลูกลำไยระยะชิด. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่อง “การนำผลการวิจัยไม้ผลสู่การปฏิบัติเชิงพาณิชย์” สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.
- ภรต กุญชร และ ชัยรัตน์ รามแดง. 2532. การพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเก็บมะม่วง. รายงานวิจัย. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ศิวลักษณ์ ปรู่วีรัตน์. 2536. การออกแบบและทดสอบรถเก็บเกี่ยวผลไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 109 น.
- ศิวลักษณ์ ปรู่วีรัตน์ ธงชัยคัตนะคุปต์ ประมวล มนต์วิเศษ และอนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล. 2533. การออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวผลไม้. รายงานผลการวิจัย, กองเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 44 น.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543. การผลิตลำไย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- สุทธิพร เนียมหอม และ อนเนก สุขเจริญ. 2542. รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น JV412. รายงานการทดสอบ. กรุงเทพฯ : ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตรแห่งชาติ. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2530. การเก็บเกี่ยวผลไม้และเครื่องมือช่วยการเก็บเกี่ยว. พืชสวน 21 (4) :

สุวรรณพงศ์ ทองปลิว. 2529. อะโวคาโด. หนังสือพิมพ์กสิกร 59 (1) : 6-7.

สุเมธ เกตุวราภรณ์. 2537. ไม้ผลเบื้องต้น. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เสมอขวัญ ดันติกุล. 2546. รายงานการวิจัยเรื่องการออกแบบ สร้างและประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยว
ลำไยต้นแบบ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สมพัทธวรรณ สิทธิสังข์. 2527. ตลาดลำไยและสู่ทางการใช้สหกรณ์ในกระบวนการตลาด ใน
กระบวนการตลาดของผู้ผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมพิศ อยู่วิจิตร, และคณะ. "ลำไย" รายงานการสำรวจการตลาด กรมการค้าภายใน กระทรวง
พาณิชย์, 2526.

สำนักงานส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2539. รายงานสถานการณ์ลำไยปี 2542. กรมส่งเสริมการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :<http://www.oae.go.th>

สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ. 2548. การปรับโครงสร้างการผลิตโดยใช้ฐานความรู้
วิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ลำไย ลิ้นจี่. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ
และสังคมแห่งชาติ.

สุเมธ เกตุวราภรณ์. 2537. ไม้ผลเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

Molitoris, J. and R. perry. 1966. Citrus harvest mechanization. California Agr. 3 : 8-9.

O'Brien, M., B.F. Cargill and R.B. Fridley. 1983. Principle and Practice for Harvesting
and Handling Fruit and Nut. Avi Publ.Co.Inc., Westport, Connecticut.

Whitney, L.F., D.W. Marshall and W.J. Lord. 1969. Telescoping and Platform for Harvesting
Apples. N.E. Apple Harvesting and Storagesymp., Proc. Univ. Mass. Coop. Ext.
Service Publ. No. 5





ภาคผนวก ก.

รูปแสดงระดับความสูงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต



รูปที่ ก.1 ระดับความสูงการเก็บเกี่ยวที่ระดับ 1-3 เมตร



รูปที่ ก.2 ระดับความสูงการเก็บเกี่ยวที่ระดับ 3-6 เมตร



ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย

รายการ	ปริมาณการทำงาน (วันต่อปี)				
	60	75	90	105	120
1. ค่าใช้จ่ายคงที่					
1.1 ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
1.2 ค่าดอกเบี้ย (บาท/ปี)	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
1.3 รวม (บาท/ปี)	29,000	29,000	29,000	29,000	29,000
2. ค่าใช้จ่ายแปรผัน					
2.1 ค่าแรงงาน (บาท/ปี)	12,000	15,000	18,000	21,000	24,000
2.2 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	6,480	8,100	9,720	11,340	12,960
2.3 ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ปี)	300	375	450	525	600
2.4 ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ปี)	28,800	36,000	43,200	50,400	57,600
2.5 รวม (บาท/ปี)	47,580	59,475	71,370	83,265	95,160
3. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด (บาท/ปี)	76,580	88,475	100,370	112,265	124,160
4. ปริมาณการทำงาน (กิโกลัม/ปี)	77,404	96,756	116,170.20	135,458.40	154,809.60
5. ค่าใช้จ่าย (บาท/กิโกลัม)	0.99	0.91	0.86	0.83	0.80

ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน กรณีคิดอัตราการเก็บค่าใช้จ่ายกิโกรัมละ 1 บาท

รายการ	ปริมาณการทำงาน (วันต่อปี)					
	60	75	90	105	120	
1. รายได้รวม	1	1	1	1	1	
1.1 อัตราค่าจ้าง (บาท/กิโลกรัม)						
1.2 ปริมาณการทำงาน (กิโลกรัม/ปี)	77,404.80	96,756	116,107.20	135,458.40	154,809.60	
1.3 รายได้ (บาท/ปี)	77,404.80	96,756	116,107.20	135,458.40	154,809.60	
2. ค่าใช้จ่ายคงที่						
2.1 ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	
2.2 ค่าดอกเบี้ย (บาท/ปี)	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	
2.3 รวม (บาท/ปี)	29,000	29,000	29,000	29,000	29,000	
3. ค่าใช้จ่ายแปรผัน						
3.1 ค่าแรงงาน (บาท/ปี)	12,000	15,000	18,000	21,000	24,000	
3.2 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	6,480	8,100	9,720	11,340	12,960	
3.3 ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ปี)	300	375	450	525	600	
3.4 ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ปี)	28,800	36,000	43,200	50,400	57,600	
3.5 รวม (บาท/ปี)	47,580	59,475	71,370	83,265	95,160	
4. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด (บาท/ปี)	76,580	88,475	100,370	112,265	124,160	
5. ผลการตอบแทนสุทธิ (บาท/ปี)	29,824.80	37,281.0	44,737.20	52,193.40	59,649.60	
6. ระยะเวลาคืนทุน (บาท/ปี)	6.71	5.36	4.47	3.83	3.35	

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน กรณีคิดอัตราการเก็บลำไย กิโลกรัมละ 1.25 บาท

รายการ	ปริมาณการทำงาน (วันต่อปี)					
	60	75	90	105	120	
1. รายได้รวม						
1.1 อัตราค่าจ้าง (บาท/กิโลกรัม)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
1.2 ปริมาณการทำงาน (กิโลกรัม/ปี)	77,404.80	96,756	116,107.20	135,458.40	154,809.60	154,809.60
1.3 รายได้ (บาท/ปี)	77,404.80	96,756	116,107.20	135,458.40	154,809.60	154,809.60
2. ค่าใช้จ่ายคงที่						
2.1 ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
2.2 ค่าดอกเบี้ย (บาท/ปี)	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
2.3 รวม (บาท/ปี)	29,000	29,000	29,000	29,000	29,000	29,000
3. ค่าใช้จ่ายแปรผัน						
3.1 ค่าแรงงาน (บาท/ปี)	12,000	15,000	18,000	21,000	24,000	24,000
3.2 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	6,480	8,100	9,720	11,340	12,960	12,960
3.3 ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ปี)	300	375	450	525	600	600
3.4 ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ปี)	28,800	36,000	43,200	50,400	57,600	57,600
3.5 รวม (บาท/ปี)	47,580	59,475	71,370	83,265	95,160	95,160
4. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด (บาท/ปี)	76,580	88,475	100,370	112,265	124,160	124,160
5. ผลการตอบแทนสุทธิ (บาท/ปี)	49,188.0	61,485	73,782	86,079	98,376	98,376
6. ระยะเวลาคืนทุน (บาท/ปี)	4.07	3.25	2.71	2.32	2.03	2.03