การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์

Design and Development of Ergonomics Sickle for Palm Frond Cutting

อรรถพล แก้วนวล

Attaphon Keawnual

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering
Prince of Songkla University

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์

Design and Development of Ergonomics Sickle for Palm Frond Cutting

อรรถพล แก้วนวล

Attaphon Keawnual

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering
Prince of Songkla University
2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์
ผู้เขียน นายอรรถพล แก้วนวล
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายอรรถพล แก้วนวล)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายอรรถพล แก้วนวล)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์
ผู้เขียน นายอรรถพล แก้วนวล
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางใบปาล์มที่มีผลต่อความสามารถในการตัด ความสะดวกสบายในการใช้งาน และออกแบบต้นแบบเคียวตัดทางปาล์มที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของวิธีการทำงาน เคียวตัดที่ใช้ และความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (MSDs) จากนั้นจึงออกแบบและทดลองวิธีการทำงานและลักษณะเคียวตัด เพื่อประเมินผลเปรียบเทียบค่าแรงหรือค่างานที่ใช้ จำนวนครั้งในการตัด ระดับความพึงพอใจ ความรู้สึกไม่สบายในมือ และความเสี่ยงของท่าทาง

ผลการเปรียบเทียบเคียวแบบเดิมกับแบบใหม่ ค่างานในกระบวนการตัดของแบบใหม่ลดลงจากการใช้แบบเดิมประมาณ 49% จำนวนครั้งในการตัดลดลงจากเดิม 3.43 ± 1.04 เหลือ 2.03 ± 0.18 ครั้งต่อทางใบ เกษตรกรมีความพึงพอใจเคียวแบบใหม่ระดับมากที่สุด ขณะที่แบบเดิมพึงพอใจระดับปานกลาง ความรู้สึกไม่สบายในมือของเคียวแบบใหม่ มีการกระจายการรับแรงในพื้นที่มือดีกว่า อีกทั้งการประเมินความเสี่ยงของท่าทางด้วยวิธีการ RULA นั้น เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดเกี่ยวกับคะแนนแต่ละส่วนของร่างกาย ได้เน้นแก้ไขท่าทางที่มีความเสี่ยงของข้อมือ ทำให้ลดความเบี่ยงเบนและการบิดหมุนของข้อมือได้ อย่างไรก็ตาม คะแนนสุดท้ายของการประเมินยังคงเหลือ 7 นั่นคืองานนี้ยังมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อลดความเสี่ยงในส่วนอื่นๆ ต่อไป

Thesis Title Design and Development of Ergonomics Sickle for Palm Frond Cutting
Author Mr. Attaphon Keawnual
Major Program Industrial and Systems Engineering
Academic Year 2017

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) To investigate the characteristics of sickle affected to capabilities and comfortable to use, 2) To design and develop of sickle for palm frond cutting based on ergonomics. The research methodology started from surveying the problems of work stations, characteristic of tools and work-related Musculoskeletal Disorders (MSDs). Next, created a sickle prototype to compare original and new model, the comparison considers on the force, the number of cuts per frond, satisfaction, discomfort on hand, and posture analysis which investigation based on Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method.

The results of the study were as follows: 1) The new models could reduce the force of about 49%, 2) The number of cut was reduced from 3.43 ± 1.04 to 2.03 ± 0.18 times per frond, 3) Farmers were more satisfied, 4) The pressure on hand was distributed equally, 5) The final RULA score of all harvesters were 7. It indicated that further investigation and changes were required immediately. From the detail analysis on each body part score, it highlighted the critical posture risks on wrist. The new model could reduce those risks. However, the redesign of cutting tools was also recommended for further reduction of these risks.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยประสบการณ์ เทคนิคหรือความรู้ต่างๆ ความเมตตาจากคณาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ การช่วยเหลืออย่างดีมาโดยตลอดตลอดจนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และหน่วยงานต่างๆ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและการทำวิจัย โดยได้รับทุนจาก เงินรายได้มหาวิทยาลัย เลขที่ ENG590409S ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ และทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีตลอดมา ทั้งด้านแนวคิดด้านความรู้ หรือเทคนิคในด้านต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงการประสานงานเกี่ยวกับทุนสนับสนุน การติดต่อผู้มีประสบการณ์เรื่องปาล์มน้ำมันเพื่อให้คำแนะนำ ซึ่งเหล่านี้ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงร่าง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ ข้อปรับปรุง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณนายธีรพงษ์ เหล็มขุน ในการติดต่อประสานงานเกษตรกร ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ให้บริการดีเยี่ยมมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอมอบคุณความดีจากการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้แด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การเลี้ยงดูเป็นอย่างดี ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ให้วิชาความรู้และปลูกฝังคุณธรรม อีกทั้งเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่คอยให้กำลังใจ คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือเสมอมาจนงานนี้สำเร็จได้ด้วยดี

อรรถพล แก้วนวล

สารบัญ

หน้า

รายการตาราง ..... (10)

รายการภาพประกอบ ..... (12)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2. วัตถุประสงค์ 4

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย 4

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.5. วิธีดำเนินการวิจัย 5

บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร 8

2.1. ปาล์มน้ำมัน 8

2.2. เคียวตัดปาล์ม 10

2.3. การออกแบบเครื่องมือตามหลักการยศาสตร์ 14

2.4. การประเมินทางการยศาสตร์ 24

2.5. สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 การสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน 30

3.1. การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ 30

3.2. การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์ม 36

บทที่ 4 การออกแบบและประเมินผล 46

4.1. การออกแบบ 46

4.2. การประเมินผล 67

4.3. สรุปผลการออกแบบ 80

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 84

5.1. สรุปผล 84

5.2. ข้อเสนอแนะ 85

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 87
ภาคผนวก 93
ภาคผนวก ก 94
ภาคผนวก ข 107
ประวัติผู้เขียน 113

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ข้อดีและข้อเสียของวิธีการตัดทางใบปาล์มโดยใช้เคียวในปัจจุบัน	2
1.2	สิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับเคียวตัดปาล์ม	3
2.1	ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ	11
2.2	การแปลผลคะแนนความเสี่ยงรวมในวิธี RULA	25
3.1	คุณลักษณะกลุ่มตัวอย่าง (40 คน)	33
3.2	อาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 7 วัน และ 12 เดือน (40 คน)	35
3.3	ข้อดี-ข้อเสีย ของการจับยึดใบเคียวเข้ากับด้ามจับแบบต่างๆ	38
3.4	ลักษณะขั้นตอนการตัดทางใบ	39
3.5	ลักษณะการเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น	43
3.6	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายของอุปกรณ์	45
4.1	การออกแบบการทดลองมุมการตัด	52
4.2	ตาราง ANOVA	53
4.3	ค่างานเฉลี่ยแต่ละมุมการตัด	53
4.4	รูปแบบหน้าตัดคมเคียวส่วนกลางของใบเคียวในการทดลอง	57
4.5	ลำดับการทดลองรูปแบบใบเคียว	58
4.6	ตาราง ANOVA	59
4.7	เปรียบเทียบค่างานแรงดึงของแบบที่ 1 กับแต่ละแบบ (Paired t-test)	59
4.8	ตาราง ANOVA	60
4.9	เปรียบเทียบค่างานแรงผลักของแบบที่ 1 กับแต่ละแบบ (Paired t-test)	61
4.10	ตาราง ANOVA	61
4.11	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัดของแบบที่ 1 กับแต่ละแบบ (Paired t-test)	62
4.12	ขนาดส่วนต่างๆ ของมือผู้ชายไทย	65
4.13	ต้นแบบด้ามจับสำหรับการทดลอง	66
4.14	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแต่ละแบบ	69
4.15	ตาราง ANOVA	69
4.16	ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจและค่า P- Value เปรียบเทียบแบบเคียวแต่ละแบบ	70
4.17	ประมวลระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ (30 คน)	70

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.18	คะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายในมือ (30 คน)	72
4.19	การแปลผลคะแนนจากผลคะแนน (Final score)	75
4.20	ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล (16 คน)	75
4.21	ผลคะแนนสุดท้าย (16 คน)	76
4.22	ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางการใช้เคียวตัดที่เสริมด้ามจับและไม่เสริมด้ามจับ	77
5.1	ผลเปรียบเทียบเคียวแบบเดิมและเคียวแบบใหม่จากการออกแบบ	84

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	หน้าตัดของรอยตัดทางใบ และหน้าตัดของรอยตัดช่อทะลาย	2
1.2	แผนผังขั้นตอนการวิจัย	5
1.3	ส่วนต่างๆ ของร่างกาย	6
2.1	ผังการปลูกปาล์มน้ำมัน	9
2.2	ส่วนประกอบของเคียวตัดปาล์ม	11
2.3	การให้ขนาดใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง	13
2.4	การยึดใบเคียวกับด้ามจับ	14
2.5	มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์	26
2.6	อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล	26
2.7	เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน	27
2.8	อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้	29
3.1	รูปแบบใบเคียวในปัจจุบัน	37
3.2	ตำแหน่งการยืนตัดทางใบ	39
3.3	ลักษณะทางใบที่ต้องตัดแต่งออก	41
3.4	แนวแรงที่เกิดขึ้นบริเวณโคนทางใบ	41
3.5	ลักษณะการระยะเว้นโคนทางใบ	42
3.7	องค์ประกอบทางใบปาล์มบริเวณโคนใบ (หน้าตัดฉาก)	43
4.1	มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม	47
4.2	การใช้ด้ามจับที่สั้นเกินไป และการใช้ด้ามจับที่ความยาวเพียงพอ	47
4.3	ลักษณะการวางใบเคียวและจุดสัมผัสคมเคียวบนทางใบเพื่อเตรียมการตัด	48
4.4	มุมหน้าตัดทางใบ	48
4.5	กรอบแนวคิดการทดลอง	49
4.6	ลักษณะเคียวในการทดลอง	49
4.7	การติดตั้งโหลดเซลล์วัดแรง	50
4.8	ระยะการเคลื่อนที่ของรอยตัดแต่ละครั้ง	51
4.9	แนวแรงและแนวการเคลื่อนที่ของรอยตัด	52
4.10	ค่างานเฉลี่ยในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง	54

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
4.11	กรอบแนวคิดการทดลอง	55
4.12	ลักษณะใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง	56
4.13	ค่างานแรงดึงเฉลี่ยเฉลี่ยในการตัด	59
4.14	ค่างานแรงผลักเฉลี่ยในการตัด	60
4.15	จำนวนครั้งเฉลี่ยในการตัด	62
4.16	รูปแบบการยึดใบเคียวจากการออกแบบ	63
4.17	ท่าทางในการจับเคียว	64
4.18	รูปแบบการวัดขนาดส่วนต่างๆ ของมือ	64
4.19	ลักษณะการประกอบด้ามจับเข้ากับท่อด้ามเพื่อการทดลอง	67
4.20	เคียวแบบเดิม	68
4.21	ลักษณะการประกอบเคียวตัดจากการออกแบบ	68
4.22	รูปแบบเคียวตัดที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด	72
4.23	บริเวณในมือสำหรับการประเมินความรู้สึกไม่สบาย	73
4.24	ระดับความรู้สึกไม่สบายในมือ	73
4.25	ขั้นตอนการให้คะแนนด้วยวิธี RULA	74
4.26	ลักษณะการจับเคียวตัดแบบไม่มีด้ามจับเสริม	78
4.28	ท่าทางการใช้เคียวแบบไม่เสริมด้ามจับ	79
4.29	ท่าทางการใช้เคียวแบบเสริมด้ามจับ	79
4.30	ลักษณะการจับของเคียวที่มีด้ามจับเสริม	80
4.31	รูปแบบใบเคียว และรูปแบบหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง	81
4.32	การยึดใบเคียวโดยการเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อสั้น	81
4.33	รูปแบบด้ามจับที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด	82
4.35	ลักษณะการจับด้ามจับเสริมในการสอดใบเคียวเข้าทางใบ	83
4.34	แบบเคียวจากการออกแบบ	83

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานมีการใช้เครื่องมือที่ใช้พลังงาน (Power tool) เข้ามาช่วยมากขึ้น เพราะมีความรวดเร็วในการทำงาน สามารถทุ่นแรง และประสิทธิภาพอาจจะดีกว่าเครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ (Hand tool) แต่มีข้อเสียคือ อุปกรณ์มีราคาค่อนข้างสูงและใช้ทรัพยากรพลังงาน เกษตรกรส่วนใหญ่จึงยังเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ (Hand tool) เพราะเครื่องมือราคาถูกกว่า การบำรุงรักษาที่ง่ายกว่า เป็นต้น แต่อาจจะมีข้อด้อยด้านประสิทธิภาพ ความสะดวกสบายในการใช้งาน และหากเครื่องมือที่ผู้ปฏิบัติงานนำมาใช้มีการออกแบบที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นต้นเหตุของการบาดเจ็บ การป่วย การขาดงาน และปัญหาอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม งานวิจัยนี้ได้สนใจศึกษาในเกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของไทยที่ให้ผลผลิตสูง การปลูกปาล์มมีแนวโน้มสูงขึ้นในพื้นที่ภาคใต้ กระบวนการปลูกปาล์มน้ำมันนั้นใช้เวลานาน 3-4 ปี จึงจะเก็บเกี่ยวได้ การดูแลสวนปาล์มทุกระยะเวลาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ตั้งแต่การจัดการเรื่องวัชพืช การใส่ปุ๋ย ระบบต่างๆ ในการดูแลสวน เมื่ออายุปาล์มมากขึ้น การเก็บเกี่ยวและการตัดแต่งทางใบเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม อีกทั้ง การเว้นจำนวนทางใบจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตด้วย การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันในช่วงอายุน้อยกว่า 10 ปี หรือความสูงไม่เกิน 4 เมตร จะใช้เสียมตัด สำหรับการเก็บเกี่ยวในช่วงอายุมากกว่า 10 ปี หรือความสูงมากกว่า 4 เมตร จะใช้เคียวในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ ทั้งเสียมและเคียวที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวจะใช้ตัดทั้งช่อทะลายและทางใบปาล์ม ซึ่งทางใบปาล์มที่ตัดจะมีขนาดใหญ่และมีเส้นใยแข็งกว่าช่อทะลาย และยังมีขนาดรอยตัดที่ใหญ่กว่าดังแสดงในรูปที่ 1.1 ในการตัดทางใบจึงทำได้ยากกว่า

ปัจจุบันมีเครื่องมือในการตัดทางใบปาล์มน้ำมัน 2 แบบคือ เคียวที่ใช้แรงจากมือและเคียวที่ใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ ทั้งสองแบบมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1.1 และในอดีตได้มีผู้คิดค้นและประดิษฐ์เคียวตัดปาล์มขึ้นมาในรูปแบบต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นด้านความสะดวกสบาย ทุ่นแรงในการตัดหรือเพิ่มขีดความสามารถในการตัด ทั้งนี้ ได้มีการจดสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ดังแสดงในตารางที่ 1.2 ในการตัดทางปาล์มน้ำมัน คนงานจะทำการตัดแต่งทางปาล์มในแต่ละต้นจนเสร็จแล้วเดินไปต้นต่อไป ในการตัดหากเกิดการติดขัดระหว่างใบเคียวกับทางใบปาล์ม ผู้ปฏิบัติงานจะต้องออกแรงดันเพื่อให้เคียวหลุดจากทางปาล์มและทำการตัดใหม่ การทำงานลักษณะ

นี้ซ้ำๆ ถือเป็นงานที่น่าอึดอัด การออกแรงนั้นยังเป็นผลทำให้เกิดการบาดเจ็บและความผิดปกติของกล้ามเนื้อได้

จากการสำรวจเบื้องต้นโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับพฤติกรรมและอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูกของเกษตรกรชาวสวนปาล์มในปัจจัยด้านการทำงาน พบว่าคนงานใช้เวลาปฏิบัติงานประมาณ 3.5 - 6 ชั่วโมงต่อวัน จำนวนต้นเฉลี่ย 11 ต้นต่อการหยุดพักหนึ่งครั้ง การตัดทางปาล์มแต่ละทางใบนั้นจะตัดไม่ขาดในครั้งเดียว โดยร้อยละ 40 ของคนงานจะตัดขาดภายใน 3 ครั้ง ร้อยละ 25 ตัดขาดภายใน 4 ครั้ง และร้อยละ 35 ตัด 5 ครั้งขึ้นไปจึงจะขาด

(ก) (ข)

รูปที่ 1.1 หน้าตัดของรอยตัดทางใบ (ก), หน้าตัดของรอยตัดช่อทะลาย (ข)

ตารางที่ 1.1 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการตัดทางใบปาล์มโดยใช้เคียวในปัจจุบัน

ชื่ออุปกรณ์	รูป	ข้อดี	ข้อเสีย
1. เคียวตัดปาล์ม (ใช้แรงจากมือ)		- สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มได้ - ราคาถูก - สามารถต่อด้ามเคียวยาว 4 - 18 เมตร	- ทำงานได้ช้า - เกิดการเมื่อยล้าและบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย
2. เครื่องตัดปาล์ม (ใช้แรงจากเครื่องยนต์)		- สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มได้รวดเร็ว	- ใช้ได้กับต้นปาล์มที่สูงไม่เกิน 6 เมตร - ใช้พลังงานน้ำมัน - มีการสั่นสะเทือน - ราคาค่อนข้างสูง

ตารางที่ 1.2 สิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับเคียวตัดปาล์ม

เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	ชื่อ	ผู้ประดิษฐ์	ประเทศที่จด	ลักษณะ
4978	มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์	นายนฤเทพ นิยมทอง และคณะ	ประเทศไทย	ประกอบด้วยด้ามโลหะสองขนาดสวมเข้าด้วยกันสามารถเลื่อนเข้าเลื่อนออกได้ ยึดติดด้วยสลัก สามารถยึดตะขอเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันได้หลายขนาด บริเวณสอดใส่ด้ามมีความแข็งแรง
31101	อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล	อับดุล ราชัค เจลานี อาห์หมัด ฮิแทม	ประเทศไทย	อาศัยลูกเบี้ยวในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของเคียวทำให้เกิดแรงในการตัด โดยมีเครื่องส่งกำลัง
31490	เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน	นายบัณฑิต จริโมภาส และ คณะ	ประเทศไทย	มีกลไกการตัดที่บังคับให้ใบมีดเคลื่อนที่เข้าหาเขียงโดยใบมีดอยู่ระหว่างเขียงทั้งสองด้านเลื่อนเข้าตัดทางใบปาล์มจนขาด และมีกลไกการดึงและดันใบมีดในการเคลื่อนที่เข้าตัดและอ้าใบมีด ทำให้เครื่องมือทุ่นแรงในการตัดทางใบปาล์มน้ำมันให้ขาดได้โดยง่าย
CN 201310316828	อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้	Hung Shun Bin	ประเทศจีน	ชิ้นส่วนของเคียวมีการถอดประกอบกันได้ มีการยึดใบเคียวกับด้ามจับด้วยสลัก

จากการวิเคราะห์ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานของเกษตรกรชาวสวนปาล์ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจาก Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms จากการสำรวจเกษตรชาวสวนปาล์มจำนวน 40 คน พบว่า ในรอบ 7 วันพบจำนวนเกษตรกรที่มีความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง บริเวณคอ แขนส่วนบน 27.5% มือ 25% ไหล่ 20.5% ข้อมือ 17.5% ข้อศอก 15.0% แขนส่วนล่าง 10.0% หลังส่วนบน 7.5% หลังส่วนล่าง 2.5% และในรอบ 12 เดือน พบความ

ผิดปกติ บริเวณไหล่ 57.5% คอ 50% มือ 45% แขนส่วนบน หลังส่วนล่าง 37.5% หลังส่วนบน ข้อมือ 17.5% ข้อศอก แขนส่วนล่าง เข่า 5.0% ขาส่วนบน ขาส่วนล่าง 2.5%

จากปัญหาในการทำงาน ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างและปัญหาด้านความสามารถของอุปกรณ์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตัด ได้แก่ การลดจำนวนครั้งในการตัดต่อทางใบและการลดแรงในการตัด การเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งาน ได้แก่ ความรู้สึกไม่สบายในมือเมื่อใช้อุปกรณ์และความพึงพอใจ อีกทั้งด้านความเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบอุปกรณ์ตามขนาดสัดส่วนร่างกาย การลดท่าทางที่มีความเสี่ยงในการทำงาน เป็นต้น

1.2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางปาล์มที่มีผลต่อความสามารถในการตัดและความสะดวกสบายในการใช้งาน

2) ออกแบบและพัฒนาต้นแบบเคียวตัดทางปาล์มที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมในการใช้เคียวตัดทางใบปาล์มน้ำมันที่มีความสูง 5 เมตร การทดลองใช้ผู้ปฏิบัติงานชายที่มีประสบการณ์ในการตัดปาล์มอย่างน้อย 1 ปี อายุอยู่ในช่วง 20-50 ปี และไม่มีประวัติการบาดเจ็บ ทำการทดลองตัดด้วยท่าทาง วิธีการ และลักษณะเคียวตัดตามที่กำหนด รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และออกแบบลักษณะเคียวตัดที่เพิ่มความสามารถในการตัดความสะดวกสบายต่อการใช้งานและมีความเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

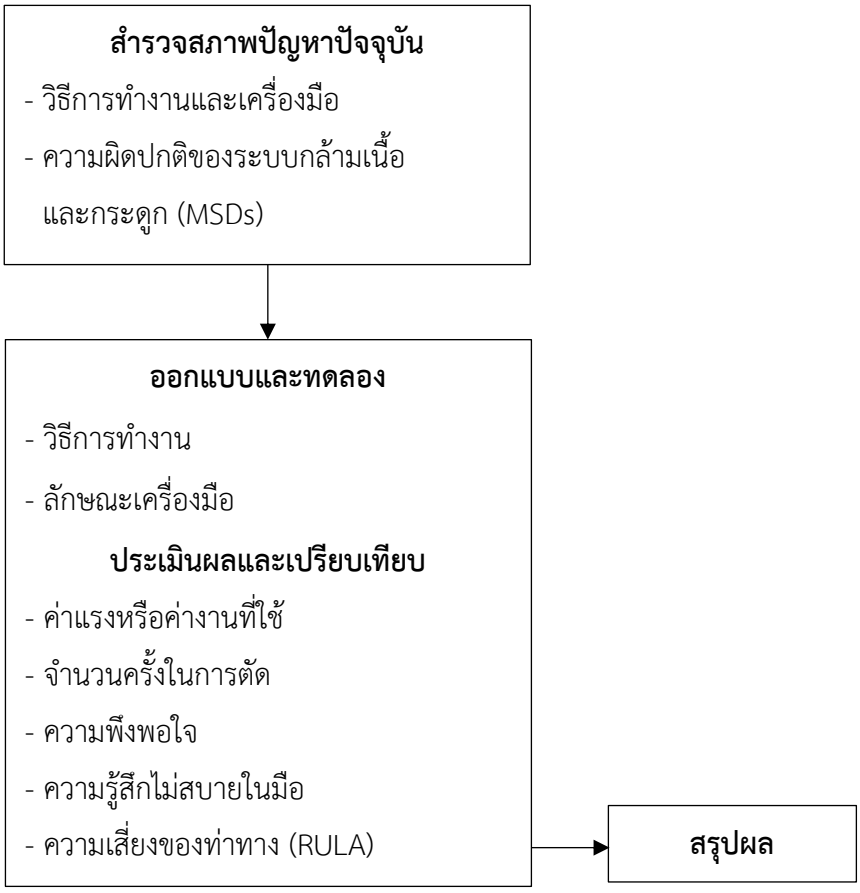
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถประยุกต์ผลการวิจัยเพื่อใช้ในการออกแบบลักษณะเคียวตัดปาล์ม วิธีการทำงานหรือสถานีงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและความสะดวกสบายในการใช้งาน

2) สร้างต้นแบบเคียวตัดทางใบปาล์มที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

1.5. วิธีดำเนินการวิจัย

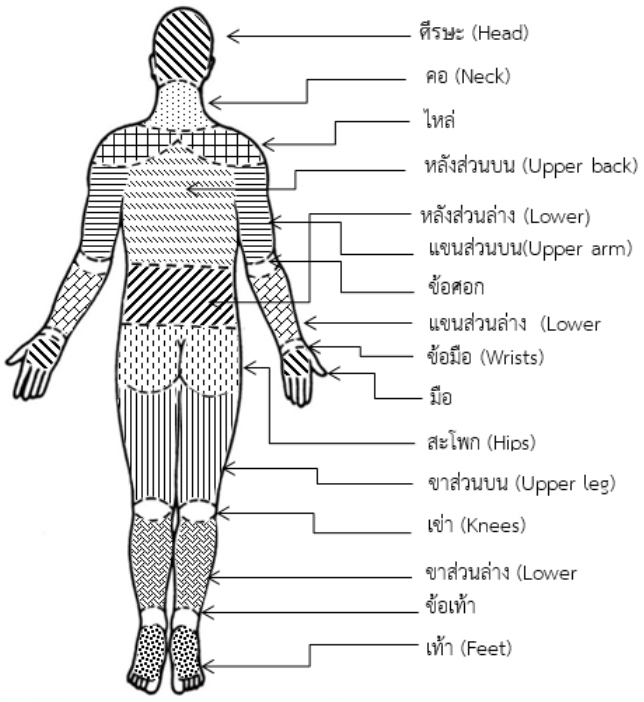
การวิจัยออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มตามหลักการยศาสตร์ เริ่มต้นจากการสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาที่เกิดจากสถานีงานและเครื่องมือ การสำรวจความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (MSDs) จากนั้นวิเคราะห์และออกแบบการทดลองวิธีการทำงานเบื้องต้นเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าในการทดลองเพื่อออกแบบอุปกรณ์ต่อไป การเลือกปัจจัยด้านอุปกรณ์มาทดลองนั้น วิเคราะห์จากปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานและความสะดวกสบาย การเปรียบเทียบลักษณะเคียวแบบเดิมกับแบบใหม่ที่ออกแบบ ได้แก่ ค่าแรงหรือค่างานที่ใช้ ความพึงพอใจ ความรู้สึกไม่สบายในมือ จำนวนครั้งในการตัด และความเสี่ยงของท่าทาง เพื่อสรุปผลลักษณะของวิธีการทำงานและลักษณะอุปกรณ์ที่ดีกว่าด้านประสิทธิภาพ ความรู้สึกสะดวกสบาย และมีความเหมาะสมทางด้านการยศาสตร์



รูปที่ 1.2 แผนผังขั้นตอนการวิจัย

1.5.1. การสำรวจปัญหา

การสำรวจปัญหา ได้แก่ ปัญหาด้านสถานีงานและเครื่องมือ เช่น ลักษณะของเคียวตัดในปัจจุบัน ขั้นตอนการตัดทางใบ ขั้นตอนการเคลื่อนย้ายเคียว ลักษณะของทางใบ ปัจจัยที่เกษตรกรกล่าวว่าอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและความสะดวกสบาย และความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (MSDs) การสำรวจนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ (1) แบบสอบถามข้อมูลปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล (2) แบบสอบถามข้อมูลด้านการทำงาน (3) แบบสอบถามข้อมูลการบาดเจ็บทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง โดยผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบสอบถามมาตรฐานเกี่ยวกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Standard Nordic questionnaires) ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบด้วย การระบุตำแหน่งของความผิดปกติ ลักษณะอาการผิดปกติ ความรุนแรงของอาการ ความถี่ของการเกิดอาการ ช่วงเวลาที่เกิดอาการและการจัดการกับอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างในช่วง 7 วันและ 12 เดือนที่ผ่านมา โดยมีรูปที่ใช้ในการสัมภาษณ์ดังแสดงในรูปที่ 1.3 (4) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลปัจจัยด้านสถานีงานและการใช้เคียวตัด



รูปที่ 1.3 ส่วนต่างๆ ของร่างกาย

1.5.2. การออกแบบและประเมินผล

1.5.2.1. การออกแบบวิธีการทำงานและเครื่องมือ

การเลือกปัจจัยเพื่อทดลองลักษณะของวิธีการทำงานและเครื่องมือ พิจารณาคัดเลือกประเด็นปัญหาจากผลการสำรวจปัญหาสภาพปัจจุบัน โดยปรับปรุงวิธีการทำงานที่เหมาะสมก่อนการปรับปรุงเครื่องมือ

1.5.2.2. การประเมินผล

1) การประเมินค่าแรงหรือค่างานที่ใช้

2) จำนวนครั้งในการตัด

3) ความพึงพอใจในการใช้งาน

4) ความรู้สึกไม่สบายในมือ

5) การประเมินความเสี่ยงของท่าทาง

1.5.3. สรุปผลการวิจัยและจัดทำรูปเล่ม

สรุปผลสิ่งที่ได้จากการวิจัยโดยมีเป้าหมายหลักคือเคียวตัดทางปาล์มที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพิ่มความสามารถในการตัดและความสะดวกสบายในการใช้งาน จัดทำรูปเล่มและยื่นขอจดสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์

บทที่ 2
การสำรวจเอกสาร

2.1. ปาล์มน้ำมัน

ชื่อวิทยาศาสตร์: Elaeis guineensis ชื่อสามัญ: Oil palm ชื่อวงศ์: ARECACEAE (PALMAE) จีนัส: Elaeis สปีชีส์: guineensis [1] ปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดในแถบแอฟริกาตะวันตก เริ่มเข้ามาในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2472 โดยการนำปาล์มน้ำมันมาปลูกที่สถานีทดลองยางคอหงส์ จังหวัดสงขลา และสถานีกสิกรรมพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี การส่งเสริมการปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2511 จนในปี พ.ศ. 2546 มีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 2,100,000 ไร่ ในปีพ.ศ. 2558 พบว่าภาคใต้มีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันร้อยละ 85.41 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งประเทศ โดยจังหวัดที่มีพื้นที่การเพาะปลูกมากที่สุด คือ จ.สุราษฎร์ธานี ที่มีพื้นที่ 1,072,406 ไร่ รองลงมาคือ จังหวัดกระบี่ 987,963 ไร่ และ จังหวัดชุมพร 857,205 ไร่

2.1.1. ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ราก รากเป็นระบบรากฝอย (Fibrous root system) กระจายอยู่บริเวณผิวดินลึกไม่เกิน 45 เซนติเมตร มีความหนาแน่นมากในบริเวณโคนในระยะ 1.5 ถึง 2.0 เมตรจากลำต้น นอกจากนี้ในกรณีที่เกิดน้ำท่วม รากจะโผล่เหนือพื้นดินเพื่อช่วยในการหายใจ

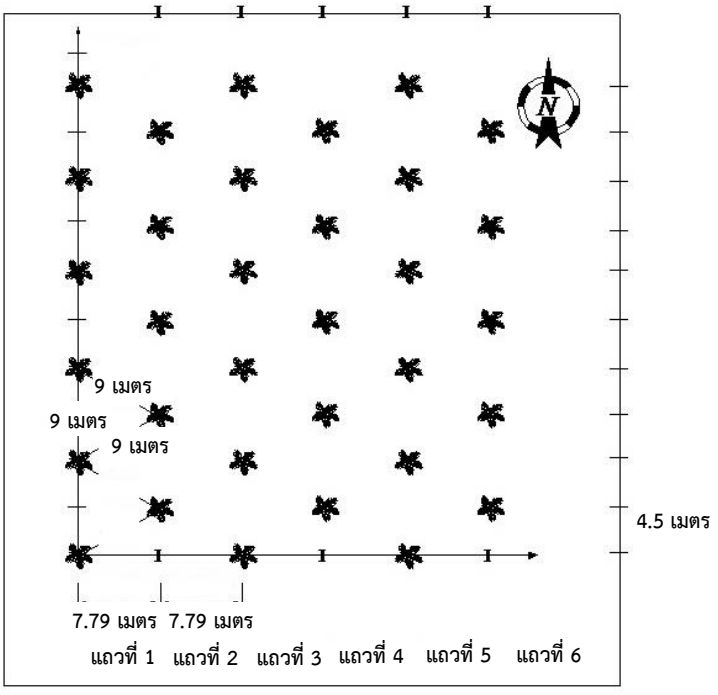
ลำต้น ลำต้นจะมีขนาดความโตเต็มที่โดยใช้เวลาประมาณ 3 ปี จะเกิดเป็นลำต้นใต้ดิน (Bole) จากนั้นก็จะเจริญเติบโตในด้านความสูงเป็นลำต้นเหนือดิน (Trunk) ที่มีกาบใบห่อหุ้ม กาบใบจะติดอยู่กับลำต้นอย่างน้อย 12 ปี ต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุไม่เกิน 12 ปี จึงมีใบคลุมถึงโคนต้น เมื่ออายุมากขึ้นกาบใบบริเวณโคนต้นจะทยอยร่วง ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ไม่มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตด้านข้าง ดังนั้นเมื่อมีแผลบริเวณลำต้นจะไม่สามารถซ่อมแซมได้ ลำต้นจะมีการเพิ่มความสูง 25 ถึง 50 เซนติเมตรต่อปี หากการปลูกที่หนาแน่นมากเกินไปจะทำให้ลำต้นสูงเร็วและมีขนาดเล็ก โดยทั่วไปต้นปาล์มจะมีความสูง 15 ถึง 18 เมตร

ใบ ใบของปาล์มน้ำมันประกอบด้วยก้านใบที่อาจมีความยาวถึง 7.5 เมตร สามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนปลายเป็นส่วนที่รองรับใบย่อย จำนวน 250 ถึง 300 ใบ และส่วนก้านที่ติดกับลำต้น ซึ่งเป็นส่วนที่มีหนามแข็ง การจัดเรียงทางใบบนลำต้นมีลักษณะเป็นเกลียวบนลำต้น โดยแต่ละรอบจะมีทางใบจำนวน 8 ทางใบ การเวียนจะมีทั้งด้านซ้ายและด้านขวา แต่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกจะมีต้นเวียนไปทางด้านซ้ายหรือเวียนไปทางด้านขวาในปริมาณใกล้เคียงกัน

ผลและเมล็ด ผลเป็นแบบ Drupe ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด (Pericarp) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนอย่างชัดเจน คือ Exocarp อยู่ด้านนอกสุด ผิวเป็นมันและแข็ง Mesocarp เป็นส่วนที่อยู่ถัดไปที่เป็นเส้นใย เป็นส่วนทีมีน้ำมันสูง นำไปสกัดเป็นน้ำมันปาล์ม (Palm Oil) และ Endocarp ลักษณะเป็นเปลือกแข็งสีดำ เมื่อสกัดน้ำมันจาก Mesocarp ออกมาจะเหลือส่วนนี้ซึ่งห่อหุ้มเมล็ดอยู่ สามารถนำไปสกัดเอาน้ำมันปาล์มจากเมล็ด (Palm Kernel Oil) ถัดจากส่วนของ Endocarp เป็นส่วนของเมล็ดซึ่งมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลหุ้มเอนโดเสปิร์มที่มีความแข็งและแน่น มีน้ำมันสูง

2.1.2. การวางผังปลูกปาล์มน้ำมัน

การวางผังการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการวางระบบต่างๆ ได้แก่ ถนนหลัก ถนนในแปลง ทางระบายน้ำและการวางแนวการปลูก การวางแนวการปลูกใช้แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า แถวปลูกหลักอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ระยะปลูก 9 เมตร x 9 เมตร x 9 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ทั้งนี้เพื่อให้ต้นปาล์มทุกต้นได้รับแสงแดดมากที่สุดและสม่ำเสมอ หรือการปลูกระยะ 8.0 - 8.5 เมตร ซึ่งจะใช้กับปาล์มที่มีทางใบสั้น [2]



รูปที่ 2.1 ผังการปลูกปาล์มน้ำมัน

การวางผังแบบ 9 เมตร x 9 เมตร x 9 เมตร มีระยะระหว่างต้น 9 เมตร ระยะระหว่างแถว 7.79 เมตร จะปลูกได้จำนวน 23 ต้นต่อไร่ ผู้ทำการเก็บเกี่ยวจึงต้องเดินในการเก็บเกี่ยวเป็นระยะทางประมาณ 207 เมตรต่อไร่ โดยไม่รวมกรณีการเดินรอบต้นปาล์ม

2.1.3. การตัดแต่งทางใบปาล์ม

การตัดแต่งทางใบปาล์มเป็นการตัดแต่งเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต และการเว้นจำนวนทางใบส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตด้วย ดังนั้นการตัดแต่งทางใบทั้งในขณะเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือการตัดแต่งประจำปี จะมีการจัดการทางใบแตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน ดังนี้

• อายุ 1 - 3 ปี ควรให้ต้นปาล์มน้ำมันมีทางใบมากที่สุด โดยตัดแต่งทางใบออกเท่าที่จำเป็น เช่น ทางใบที่แห้ง ทางใบที่มีโรคหรือแมลงทำลาย เป็นต้น

• อายุ 4 - 7 ปี ต้นปาล์มควรเหลือทางใบ 3 รอบนับจากทะลายที่อยู่ล่างสุด

• อายุ 7 - 12 ปี ต้นปาล์มควรเหลือทางใบ 2 รอบนับจากทะลายล่างสุด

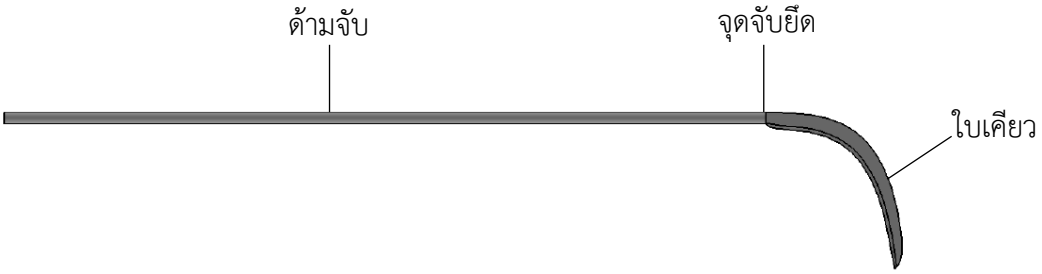
• อายุ 12 ปี ขึ้นไป ต้นปาล์มควรเหลือทางใบ 1 รอบนับจากทะลายล่างสุด

ทางใบที่ตัดแล้วจะนำมาเรียงกระจายรอบโคนต้น หรือเรียงแบบแถวเว้นแถวไม่กีดขวางทางเดินเก็บเกี่ยวหรือการขนส่ง และวางสลับแถวกันทุกๆ ปี เพื่อกระจายให้ทั่วแปลง ทางใบเหล่านี้เมื่อคิดเทียบกับปุ๋ยเคมีจะได้ประมาณ 40% ของปริมาณปุ๋ยที่ต้องใช้ตลอดทั้งปี จึงช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมันลงได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ทางใบเหล่านี้ยังเป็นอินทรียวัตถุในสวนปาล์มน้ำมันได้เป็นอย่างดี

การทำงานตัดแต่งทางใบปาล์ม จะมีการทำงาน 2 หน้าที่ คือ หน้าที่ตัดทางใบและหน้าที่เก็บทางใบมาเรียงเป็นแถว ซึ่งการทำงานสองหน้าที่นี้ควรแยกคนทำงานคนละคนกัน เพื่อเกิดความสะดวกในการทำงาน กล่าวคือหากคนที่ทำหน้าที่ตัดทางใบทำหน้าที่เก็บทางใบด้วยก็ต้องวางเคียวตัดเพื่อเก็บทางใบ ซึ่งเป็นการเสียเวลาและเป็นการเพิ่มภาระงาน

2.2. เคียวตัดปาล์ม

เคียวตัดเป็นอุปกรณ์ใช้ในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากกว่า 10 ปี หรือมีความสูงมากกว่า 4 เมตร โดยเคียวตัดมีหน้าที่การทำงาน 2 อย่าง คือ ตัดทะลายปาล์มและตัดทางใบปาล์ม เคียวตัดโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ด้ามจับ ใบเคียว และจุดจับยึด ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยแต่ละส่วนจะมีลักษณะ ดังนี้



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของเคียวตัดปาล์ม

2.2.1. ด้ามจับ (handle)

ด้ามจับหรือมือจับเป็นส่วนของเคียวที่ใช้ในการจับเพื่อออกแรงในการตัด มือจับของเคียวในปัจจุบันใช้วัสดุ 3 ชนิดคือ ท่อเหล็ก ไม้ไผ่ และท่ออลูมิเนียม โดยเหล็กจะใช้กับปาล์มที่สูงไม่เกิน 5 เมตร เนื่องจากมีน้ำหนักมากขึ้น ด้ามไม้ไผ่จะใช้กับปาล์มที่สูงประมาณไม่เกิน 5 เมตรเช่นกัน เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านขนาดและความอ่อนตัว ด้ามจับที่นิยมใช้ในปัจจุบันจึงเป็นท่ออลูมิเนียมเพราะมีน้ำหนักเบาและค่อนข้างแข็งแรง ปาล์มที่มีความสูงมากจะใช้วิธีการต่อด้ามให้ยาวขึ้น จากงานวิจัยในปัจจุบันไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยมือจับของเคียวตัดโดยตรง ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าจากงานวิจัยอุปกรณ์อื่นๆ ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลาง รูปร่างและผิว ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ

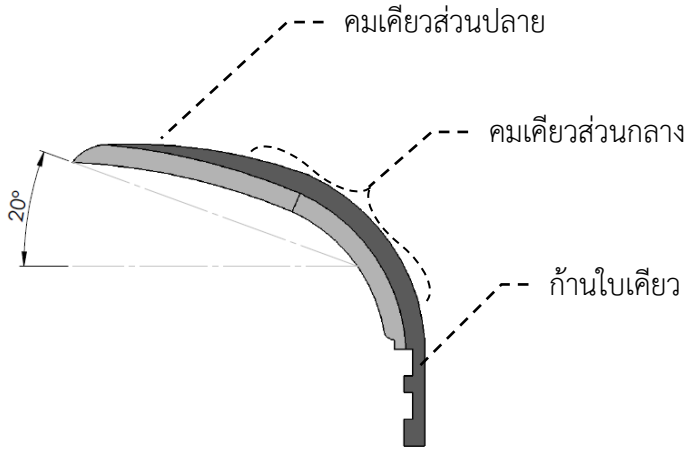
ปัจจัย	ประเภท/อุปกรณ์	วัตถุประสงค์	ผลการศึกษา
เส้นผ่านศูนย์กลาง	มือจับ	เปรียบเทียบความรู้สึกสบายในมือจับ ระหว่างด้ามจับที่จับพอดีไม่มีช่องว่างระหว่างมือกับมือจับ และด้ามจับทรงกระบอก	มือจับที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่พอเหมาะจะทำให้เกิดการออกแรงที่ดีสำหรับแต่ละนิ้ว การออกแบบมือจับแบบพอดีมือหรือพื้นที่มือทำให้มีความสะดวกสบายสูงใช้พลังงานได้ดีที่สุด แต่ในแบบทรงกระบอกไม่สะดวกสบายกว่าเพราะเส้นผ่านศูนย์กลางถูกกำหนดมาให้ดีที่สุดสำหรับพื้นที่หนึ่งของมือเท่านั้น [3]

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ (ต่อ)

ปัจจัย	ประเภท/อุปกรณ์	วัตถุประสงค์	ผลการศึกษา
เส้นผ่านศูนย์กลาง	มือจับ	การวิเคราะห์การออกแบบด้ามจับเพื่อลดแรงจับ: อิทธิพลของเส้นผ่านศูนย์กลางจับ	- ด้ามจับที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางมือจะมีการออกแรงได้มากกว่าด้ามจับขนาดใหญ่
รูปร่าง	มือจับ	ศึกษาการตัดสินใจในการเลือกรูปทรงของมือจับ	วัตถุที่เป็นไปตามรูปทรงของมือสามารถป้องกันไม่ให้เกิดความรู้สึกไม่สบาย แรงกดในมือและนิ้วมือ [4]
	เกรียงก่ออิฐ	ผลของรูปร่างมือจับเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของมือ การใช้งานและความรู้สึกไม่สบายโดยในการใช้เกรียงก่ออิฐ	- การออกแบบควรมีการประเมินเชิงคุณภาพจากคนงาน จะทำให้มีหลายแบบและสามารถเลือกแบบที่ดีเพื่อนำผลที่ได้ไปศึกษาต่อ [5]
ผิว	กรรไกร	การประเมินผลการย-ศาสตร์ของด้ามจับยางโฟมสำหรับจับเครื่องมือ	ด้ามจับยางโฟมให้การกระจายแรงกดในมือสม่ำเสมอมาก แต่ทำให้ต้องออกแรงมากขึ้นทำให้เสียรูปได้ และจะสูญเสียการควบคุมความรู้สึก แต่ผลการศึกษาคือพนักงานพึงพอใจที่จะใช้มือจับด้วยยางโฟมที่มีความนุ่ม [6]
ผิว	มีด,ถุงมือ	ศึกษาอิทธิพลต่อการยึดเกาะพื้นผิวด้ามมีดของการสวมถุงมือ	- ความแข็งและความหยาบของผิวด้ามจับเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้แรงบิดไปยังด้ามมีด - ภายใต้การทดลองโดยสวมถุงมือจะเพิ่มแรงเสียดทานอย่างมีนัยสำคัญระหว่างมือและด้ามมีด เมื่อเกิดการดัดขึ้นสามารถเพิ่มแรงเสียดทานในมือหรือด้ามจับ แต่ข้อสรุปคือผู้ที่เข้าทดลองแนะนำให้ใช้ด้ามจับที่นุ่มซึ่งคิดว่าเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า [7]

2.2.2. ใบเคียว (Sickle blade)

ใบเคียวเป็นส่วนที่มีคมเพื่อใช้ในการตัดเฉือนทางใบหรือช่อทะลายให้ขาด ปัจจุบันยังไม่มีการให้ขนาดใบเคียวที่เป็นมาตรฐานชัดเจน สำหรับการให้ขนาดใบเคียวที่ใช้ในการทดลองนี้ แสดงในรูปที่ 2.3 การวัดใบเคียวใช้การวัด 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ องศาการเงยของปลายเคียว และส่วนที่ 2 คือ การให้ขนาดหน้าตัดของคมเคียวส่วนกลาง ได้แก่ ความหนาของเคียวและองศาคมเคียว



รูปที่ 2.3 การให้ขนาดใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง

P. Beer et al. [8] ได้ศึกษาผิวของคมตัดเครื่องมือในกระบวนการตัด โดยรูปทรงและคุณสมบัติวัสดุนั้นได้มีการตรวจสอบแล้วและใช้แบบเดิมในการทดลอง โดยการเปรียบเทียบแบบเคลือบผิว และแบบไม่เคลือบผิว พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสำหรับงานตัดไม้ชื้นในการสัมผัสกับเหล็กมีค่าค่อนข้างสูง แรงเสียดทานที่สูง มีความต้องการของสารเคลือบผิวเพื่อเคลือบผิวของเครื่องมือเพื่อให้เกิดความลื่น และการเคลือบสามารถป้องกันการกัดกร่อนเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด

จากกฎของแรงเสียดทานคือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของพื้นผิวสองอย่างที่สัมผัสกัน มักจะเกิดตรงข้ามกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เสมอ ผิวหน้าสัมผัสจึงช่วยลดแรงเสียดทานได้ ขนาดของแรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงหรือน้ำหนักที่กดลงไปบนพื้นผิวสัมผัสและลักษณะของผิวสัมผัสนั้นๆ ถ้าผิวสัมผัสนั้นเรียบลื่น แรงเสียดทานก็จะมีค่าน้อย ถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระ แรงเสียดทานก็จะมีค่ามาก การลดแรงเสียดทาน เช่น การลดพื้นที่แรงกด การทำให้ผิวสัมผัสเรียบลื่น เป็นต้น

ดังนั้นปัจจัยเบื้องต้น ที่อาจจะส่งผลต่อความเสียดทานของเคียวตัด ได้แก่ ความหนาของใบเคียวซึ่งเป็นแรงกดและผิวของใบเคียว ในการออกแบบใบเคียวถ้าสามารถทำให้การตัดมีความ

ต้านทานแรงน้อย อาจจะส่งผลให้มีการออกแรงน้อยลง อีกทั้งการตัดแต่ละครั้งอาจจะให้ความลึกของรอยตัดที่มากกว่า ทำให้จำนวนครั้งในการตัดลดลงได้

2.2.3. จุดจับยึด

จุดจับยึดระหว่างใบเคียวกับด้ามจับในปัจจุบันมีการยึดหลายวิธี โดยที่พบจากการสำรวจ เช่น วิธีการรัดด้วยยาง การใช้สกรูยึด การเชื่อม และการใช้แคลมป์รัด ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ทั้งนี้การยึดที่ดีควรให้มีศูนย์กลางแรงที่ดี กล่าวคือใบเคียวควรติดตั้งอยู่ศูนย์กลางท่อด้าม และการจับยึดมีความแข็งแรงพอที่จะไม่เกิดการสั่นคลอนทำให้ใบเคียวและด้ามจับหลุดจากกัน

(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 2.4 การยึดใบเคียวกับด้ามจับ โดยวิธีการรัดด้วยยาง (ก), ใช้สกรูยึด (ข), ใช้การเชื่อม (ค), การใช้แคลมป์รัด (ง)

2.3. การออกแบบเครื่องมือตามหลักการยศาสตร์ [9]

เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ (Hand tools) กับ เครื่องมือที่ใช้กำลัง (Power tools) เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้การออกแรงจากมือหรือแรงกายของคน ในการบังคับควบคุมการทำงาน โดยไม่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในออกแรง [10] เช่น ค้อน (Hammers) ไขควง (Screwdrivers) คีม (Pliers) กรรไกร (Scissors) เลื่อยมือ (Handsaws) เป็นต้น ส่วนเครื่องมือที่ใช้กำลัง หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในการทำงาน เช่น สว่านไฟฟ้า ประแจลม เครื่องตัดหญ้า เครื่องตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือมีการใช้งานแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท [11] เครื่องมือที่ใช้มากในงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน เช่น ในอุตสาหกรรมการประกอบ ใช้คีม [12] อุตสากรรมแปรรูปเนื้อสัตว์มีการใช้มีดในการหั่นหรือแล่เนื้อ [13] อุตสาหกรรมการเกษตร ในส่วนการผลิตได้แก่ เคียว จอบ พร้า พลั่ว [14] เป็นต้น คนงานจำเป็นต้องใช้งานเครื่องมือเป็นประจำในกิจกรรมการทำงานของพวกเขา [15]

การใช้งานเครื่องมือเป็นเวลานานและอยู่ในการทำงานที่มีท่าทางซ้ำๆ และความเครียดที่จำกัด เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถนำไปสู่ปัญหาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อหรือกระดูก [16] อาจนำไปสู่อาการบาดเจ็บสะสม (Cumulative trauma disorders, CTDs) เป็นความผิดปกติของเนื้อเยื่ออ่อนของเส้นเอ็นและเส้นประสาทที่เกิดจากการออกแรงซ้ำๆ และการเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของร่างกาย [17] โดยสำนักงานสถิติแรงงาน (BLS) รายงานว่าในปี ค.ศ. 1981, 18% ของโรคจากการประกอบอาชีพ เนื่องจากการบาดเจ็บสะสมและมีการเพิ่มขึ้นถึง 62% ในปี ค.ศ. 1992 [17] สาเหตุอาจเกิดจากการออกแบบเครื่องมือหรือท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของเครื่องมือจับคือ มือจับ (handdle) หากออกแบบขนาดที่เหมาะสมและถูกต้อง การใช้งานจะมีความปลอดภัย ความสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น [14] [18] อีกทั้งยังส่งผลในเชิงบวกด้านสุขภาพและความพึงพอใจในงานที่เขาปฏิบัติอีกด้วย [19] ลักษณะการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับมือและข้อมือในการทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งเพื่อการทำงานหรือในกิจวัตรประจำวัน ได้แก่

• การปวดเมื่อยข้อนิ้วมือ เนื่องจากการออกแรงเคลื่อนไหวที่นิ้วมือมากเกินไป

• การปวดกล้ามเนื้อในอุ้งฝ่ามือ อาจเกิดจากแรงกดทับในอุ้งมือเนื่องจากด้ามจับที่สั้นเกินไป หรือแรงจากน้ำหนักตัวของผู้ปฏิบัติงานเอง เมื่อปฏิบัติงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสม

• การปวดข้อมือ อาจเกิดจากการหมุนบิดข้อมือบ่อยครั้ง ทำงานหรือออกแรงในท่าทางที่ข้อมือบิดงอ ติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือกระทำซ้ำๆ กันเป็นช่วงเวลานาน

• การปวดกล้ามเนื้อแขนและไหล่ เกิดจากการปฏิบัติงานที่ต้องยกแขนหรือไหล่ติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งอาจเป็นผลต่อเนื่องมาจากการจัดสถานที่ทำงาน หรือท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม

• การถูกบาด/ถูกตัด ด้วยของมีคม หรือถูกหนีบด้วยชิ้นส่วนของอุปกรณ์ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุมาจากการออกแบบเครื่องมือที่ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงเหล่านี้

• การเกิดแผลผุพองเนื่องจากสัมผัสของร้อน หรือสารเคมี เพราะมือเป็นอวัยวะมหัศจรรย์ที่เคลื่อนไหว และทำกิจกรรมได้มากที่สุดในแต่ละวัน ดังนั้น โอกาสที่ได้สัมผัสกับอันตรายย่อมมีมากด้วยเช่นกัน

ดังนั้น การออกแบบเครื่องมือ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับลักษณะการใช้งานหรือประเภทของเครื่องมือ โดยใช้หลักการการออกแบบตามหลักการต่างๆ ได้แก่ กายวิภาคของมือ ชีวกลศาสตร์และหลักการการยศาสตร์ รวมถึงแนวทางการเลือกใช้เครื่องมือที่ถูกต้องและเหมาะสม

2.3.1. ประเภทของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้มือจับทั่วไปสามารถแบ่งประเภทได้หลายลักษณะ เช่น แบ่งตามลักษณะของด้ามจับ แบ่งตามลักษณะการจับถือและการออกแรงของผู้ใช้งาน และแบ่งตามลักษณะการใช้กำลัง ดังนี้

1) ประเภทของเครื่องมือแบ่งตามลักษณะของด้ามจับ ดังนี้

- ด้ามจับแบบด้ามเดี่ยว (Single handle tools) เช่น ไขควง ค้อน เคียว เป็นต้น
- ด้ามจับแบบด้ามคู่ (Double handle tools) เช่น กรรไกร คีม เป็นต้น

2) ประเภทของเครื่องมือแบ่งตามลักษณะการจับถือและการออกแรงของผู้ใช้งาน ได้แก่

- ประเภทที่ต้องการแรงจับกำอย่างมั่นคง (Power grip) เป็นเครื่องมือที่ต้องการแรงจากมือและแขนช่วยเสริมในการทำกิจกกรรม เช่น พวงมาลัย (Hand wheel) ค้อน (Hammer) คันโยก (Hand lever) เป็นต้น การใช้งานอุปกรณ์เครื่องมือในกลุ่มนี้ ผู้ใช้งานต้องจับกำด้ามเครื่องมือจับอย่างมั่นคง พร้อมกับการออกแรงของมือและแขน
- ประเภทที่ต้องการแรงจับน้อยแต่เน้นความแม่นยำ (Precision grip) หรือการหยิบจับ (Pinch grip) คือเครื่องมือที่จับด้วยกล้ามเนื้อนิ้วมือเพื่อระบุตำแหน่งของการทำงานที่เจาะจง เช่น ปากกา ตะเกียบ เป็นต้น ลักษณะเช่นนี้จะออกแรงไม่มากแต่เป็นการออกแรงซ้ำๆ ของกล้ามเนื้อนิ้วมือ การจับถือแบบนี้จะพบว่า ส่วนใหญ่เครื่องมืออุปกรณ์จะอยู่ระหว่างนิ้วโป้งกับนิ้วชี้และนิ้วกลาง

3) ประเภทของเครื่องมือแบ่งตามลักษณะการใช้กำลัง แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ [10] ดังนี้

- เครื่องมือที่ใช้มือ (Hand tools) หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้แรงมือหรือแรงกายของคนเท่านั้น ไม่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในการทำงาน เช่น ค้อน (Hammers) ไขควง (Screwdrivers) คีม (Pliers) กรรไกร (Scissors) เลื่อยมือ (Handsaws) เป็นต้น
- เครื่องมือที่ใช้กำลัง (Power tools) หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในการทำงาน เช่น พลังงานไฟฟ้า (Electric) พลังงานลม (Pneumatic) พลังงานเชื้อเพลิงเหลว (Liquid fuel) พลังงานน้ำ (Hydraulic) เป็นต้น

4) ประเภทของเครื่องมือแบ่งตามลักษณะของด้ามจับได้ดังนี้

• เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามเดี่ยว (Single handle tools) เช่น ค้อน สิ่ว ประแจ ไขควงแปรงทาสี เป็นต้น

• เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้วยคู่ (Double handle tools) เช่น คีม กรรไกร เป็นต้น

2.3.2. การออกแบบเครื่องมือโดยใช้หลักการยศาสตร์

หลักการทางการยศาสตร์ควรจะรวมอยู่ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือเครื่องมือทางอุตสาหกรรม เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นเบื้องต้น [20] ซึ่งเครื่องมือจับที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์สามารถลดอาการไม่สบาย ความเครียดทางชีวกลศาสตร์และปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ [21] ตลอดถึงการส่งเสริมให้มีการปฏิบัติงานที่คล่องตัว มีความสะดวกในการทำงาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้อีกด้วย ถึงแม้ว่า เป็นการยากในทางปฏิบัติที่จะทำให้มีการออกแบบเครื่องมือที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมือ (Hand anthropometry) ของผู้ใช้ทุกคน แต่หลักการพื้นฐานทางการยศาตร์ที่ควรพิจารณา ได้แก่ ด้ามจับของเครื่องมือควรถูกออกแบบให้การจับถือของมือนั้นไม่เกิดการหักงอขณะทำงาน (หรือเกิดการเบี่ยงเบนของข้อมือให้น้อยที่สุด) สำหรับหลักการที่ควรนำไปประยุกต์ใช้ สามารถแบ่งเป็นสามกลุ่มได้แก่ หลักกายวิภาคของมือ หลักชีวกลศาสตร์ และหลักการยศาสตร์

2.3.3. การออกแบบจากหลักกายวิภาคของมือ

ข้อมือควรอยู่ในแนวตรงเป็นแนวเดียวกับแนวของลำแขนล่างไม่ควรมีการเบี่ยงหรือหัก-งอ ไม่ว่าเป็นการงอ การยืด การเบี่ยงไปทางนิ้วโป้ง หรือการเบี่ยงไปทางนิ้วก้อย เพราะการที่ข้อมือไม่อยู่ในแนวตรงถือว่าเป็นท่าที่ผิดธรรมชาติเป็นสาเหตุให้เส้นประสาทและเอ็นกล้ามเนื้อที่ข้อมือถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดอาการของโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ นอกจากนี้ ข้อมือที่อยู่ในท่าผิดธรรมชาติจะมีความแข็งแรงของแรงบีบ-กำ ลดลง มีความล้ามากขึ้น อีกทั้งมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการควบคุมเครื่องมือหรือทำเครื่องมือตกหล่น เป็นผลให้เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุและความเสียหายแก่เครื่องมืออีกด้วย

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงท่าทางที่มีลักษณะการเบี่ยงข้อมือไปทางนิ้วก้อยพร้อมกับหมุนข้อมือหงายขึ้น (Ulna deviation and supination) เช่น การใช้มือขวาหมุนบิดปุ่มควบคุม (Knob) ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ซึ่งการกระทำท่าทางนี้ซ้ำๆ กันเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดแรงกระแทกและการอักเสบของเยื่อหุ้มเอ็น (Tendon sheaths) ได้

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงท่าทางที่มีการเบี่ยงข้อมือไปทางนิ้วก้อยพร้อมกับงอข้อมือเข้าใน (Ulna deviation and palmar flexion) ซึ่งท่าทางนี้ก่อให้เกิดความผิดปกติขึ้นกับเส้นประสาทและเอ็นที่ข้อมือ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับผืนผ้าที่ถูกม้วนบิดเป็นเกลียว โดยท่าทางนี้ได้แก่ การใช้ไขควงเพื่อไขสกรู ใช้คีมหมุนบิดลวด การหมุนบิดด้ามจับรถมอเตอร์ไซด์ ตลอดถึงการใช้มีดกรีดยางพารา เป็นต้น

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการงอข้อมือไปทางด้านหลัง (Dorsiflexion or extension of the wrist) ท่าทางดังกล่าวนี้ ได้แก่ การเช็ดถูทำความสะอาดพื้นห้องด้วยผ้าขี้ริ้ว การทาสีหรือขัดผนังด้วยแปรงแบบดั้งเดิม ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงท่าทางที่ไม่เหมาะสมนี้ ควรใช้ไม้ถูพื้นแทนและใช้อุปกรณ์ทาสีที่ออกแบบด้ามจับตามหลักการยศาสตร์

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงท่าทางที่ต้องงอข้อมือไปทางด้านหลังพร้อมกับหมุนข้อมือให้หงายขึ้น (Dorsiflexion or extension and pronation) ซึ่งท่าทางนี้ทำให้จุดเชื่อมต่อระหว่างส่วนหัวของกระดูกแขนล่างชิ้นนอก (Radius) กับส่วนหัวของกระดูกแขนบน (Humerus) ที่ตำแหน่งข้อศอก ได้รับแรงกดมาก ก่อให้เกิดการเสียดสีและความร้อน [10] ซึ่งได้แก่ ท่าทางการยก ท่าทางการผลัก และการดึง

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการงอข้อศอก (Elbow flexion) พร้อมกับการหมุนบิดแขนส่วนล่างเข้าหาลำตัว (Inward rotation) โดยหมุนรอบแกนในแนวดิ่ง (ไม่ใช่การหมุนบิดข้อมือให้คว่ำลงรอบแกนในแนวนอนที่เรียกว่า supination) ซึ่งท่าทางที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ การยกของหนัก การดึงที่ต้องใช้แรงมาก จะทำให้เกิดแรงกดและแรงบิดที่ข้อศอกเยอะมาก

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการเบี่ยงข้อมือไปทางนิ้วโป้ง (Radial deviation) ร่วมกับหมุนแขนส่วนล่างให้หงายขึ้น (Forearm pronation) ร่วมกับการงอข้อมือไปทางด้านหลัง (Dirsiflexion) เพราะจะทำให้เกิดอาการปวดกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัดใหญ่บริเวณข้อศอก (Tennis elbow) ได้ ดังนั้นท่าทางดังกล่าวนี้ควรหลีกเลี่ยงตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบสถานที่ทำงานและสถานีงาน

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการใช้มือแทนเครื่องมือ ซึ่งพฤติกรรมที่ถูกพบเห็นบ่อยๆ คือการใช้ฝ่ามือ (ตำแหน่งกระดูกข้อมือ) มือทุบ เคาะชิ้นส่วนต่างๆ แทนค้อน การกระทำเช่นนี้ก่อให้เกิดอันตราย คือ อาจทำลายเส้นประสาท เอ็นที่มือและเอ็นข้อมือ ซึ่งนอกจากนี้แรงกระแทกอาจส่งต่อไปถึงข้อศอกและหัวไหล่ ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่ข้อต่อดังกล่าวได้ ดังนั้นค้อนยางเล็กๆ ควรถูกนำมาใช้ให้เหมาะสม

การเคลื่อนไหวนิ้วซ้ำๆ และการออกแรงหยิบชิ้นงานด้วยนิ้วมือ (ไม่ใช่การกำมือ) เป็นท่าทางที่ควรหลีกเลี่ยง เช่น การใช้แรงนิ้วชี้เหนี่ยวไก (Trigger) ซึ่งเป็นการควบคุมเครื่องมือใดเครื่องมือหนึ่ง

โดยมีการออกแรงซ้ำๆ ติดต่อกันตลอดช่วงเวลาทำงาน จะเกิดอาการที่เรียกว่าโรคนิ้วล็อก (Trigger finger) โดยผู้ป่วยจะมีอาการกระตุกเมื่อยืดนิ้วออกหรือบางครั้งอาจต้องใช้อีกมือช่วยในการยืดนิ้วนั้นออก สาเหตุของการเกิดท่าทางนี้อาจเกิดขึ้นเมื่อมือต้องถือกำด้ามจับที่มีขนาดใหญ่เกินไป ซึ่งทำให้เกิดท่าทางคล้ายเหนี่ยวไกปืน คือเป็นลักษณะที่กระดูกนิ้วชิ้นกลาง (Middle phalanx) เกร็งเหยียดตรง ในขณะที่กระดูกนิ้วชิ้นปลาย (Distal phalanx) จะงอเกร็ง อย่างไรก็ตามอาการผิดปกตินี้ สามารถพบได้ในผู้ที่ใช้กล้ามเนื้อนิ้วมากๆ กับด้ามจับที่มีขนาดเล็กด้วยก็ได้ ผู้ปฏิบัติงานควรหลีกเลี่ยงการสั่นสะเทือนของแขนและมือแบบซ้ำๆ และเป็นเครื่องมือที่ใช้กำลังมาก (Power tools) เช่น เลื่อยไฟฟ้า (Power saws) สว่าน (Power drills) เครื่องเจียระไน (Grinders) ประแจลม (Pneumatic wrenches) เป็นต้น หรือการออกแรงต่อวัสดุเป้าหมายที่แข็ง เช่น จอบที่ใช้ในการขุดดินแข็ง ซึ่งทำให้มีแรงโต้ตอบมายังมือ [22] การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้เกิดอาการนิ้วตาย (White finger) เพราะเส้นเลือดเกิดการบีบรัดตัวสูง ทำให้การไหลเวียนของเลือดไม่สะดวก นิ้วจึงมีลักษณะขาว ซีด และมีอาการนิ้วชา

2.3.4. การออกแบบจากหลักการชีวกลศาสตร์

หลักการทางชีวกลศาสตร์และการยศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากการใช้งานต่างๆ ซึ่งหลักการที่จะกล่าวต่อไปนี้ ยังคงมีประโยชน์ในการพิจารณาอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องจักรอีกด้วย [23] ได้แก่

• ปริมาณของแรงที่ต้องการใช้ในการควบคุมเครื่องมือจะต้องเพียงพอ เหมาะสมกับพื้นผิวสัมผัสของมือและการการรับความรู้สึกนั้น นั่นคือปริมาณของแรงที่ใช้ต้องมีค่าที่พอดีกับพื้นผิวสัมผัสของฝ่ามืออยู่ที่ค่าค่าหนึ่ง (Optimum force) เนื่องจากการออกแรงที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดการเสียหายต่อชิ้นงานหรือต่อร่างกายได้ ในขณะที่การออกแรงที่น้อยเกินไปอาจเป็นสาเหตุไปสู่การออกแรงซ้ำๆ ให้เกิดความล้า การบาดเจ็บสะสมและลดอัตราผลิตภาพได้

• เครื่องมือควรถูกออกแบบให้มีค่าของแรงที่เหมาะสม (Optimal stress) และมีความแม่นยำ (Precision) ในการออกแรงทำงานบนชิ้นงานเป้าหมาย อีกทั้งรูปร่างของเครื่องมือต้องส่งเสริมให้การทำงานบรรลุผลสูงสุด ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อคนงานหรือทำความเสียหายแก่ชิ้นงาน ซึ่งตัวอย่างของเครื่องมือเหล่านี้ ได้แก่ ขวาน เหล็กขูดสนิม (Scrapers) ซึ่งก็ควรมีความคมที่พอเหมาะ นั่นคือเครื่องมือไม่ควรมีความคมมากจนเกินไป (ทำให้เพิ่มภาระในการลับบ่อยๆ หรือหักบิ่นได้ง่าย ตลอดจนเสี่ยงต่อการบาดผิวหนังของผู้ใช้งาน)

• พื้นผิวสัมผัสระหว่างด้ามจับและฝ่ามือจะต้องมีเนื้อที่เพียงพอ เพื่อหลีกเลี่ยงแรงกดอัดเฉพาะจุด ซึ่งแรงกดดังกล่าวอาจส่งผลต่อเส้นเลือดและเส้นประสาทที่อยู่ระหว่างด้ามจับกับกระดูกมือ

หรือกระดูกข้อมือ โดยขัดขวางการไหลเวียนของเลือดและทำลายเส้นประสาทได้ ส่งผลให้เกิดอาการนิ้วชา หรือปวดข้อ หรือนิ้วกระตุกได้

• เครื่องมือที่ดีควรหลีกเลี่ยงการออกแรงของกล้ามเนื้อตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดหรือนิ้วหนึ่งนิ้วใดมากเกินไป แต่ควรมีการกระจายของแรงให้มากที่สุดเท่าที่เป็นได้ เช่น การใช้นิ้วควบคุมเครื่องมือ

2.3.5. หลักการยศาสตร์สำหรับการออกแบบเครื่องมือ

หลักการที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์เพื่อการพิจารณาออกแบบเครื่องมือจับ ตลอดจนการเลือกใช้ที่ถูกเสนอแนะโดยนักการยศาสตร์หลายท่าน ตั้งแต่ ปี ค.ศ 1985 ถึงปัจจุบัน [10] สามารถสรุปได้ดังนี้

• ด้ามจับควรหลีกเลี่ยงการบากร่องตามรอยนิ้วแต่ละนิ้ว เพราะลักษณะเช่นนั้นจะทำให้การออกแรงของกล้ามเนื้อมือลดลงและการออกแรงของแต่ละนิ้วย่อมถูกจำกัด (ยกเว้นว่า เป็นการออกแบบและผลิตมาเฉพาะบุคคล ขนาดของด้ามจับและร่องนิ้วเหล่านั้นมีขนาดพอดีกับผู้ใช้งานท่านนั้นจริงๆ) แต่ที่พบเห็นในตลาดทั่วไปนั้น ด้ามจับประเภทนี้ถูกออกแบบและผลิตมาให้มีขนาดที่เข้ากันได้กับคนส่วนใหญ่ (One size fits all) ดังนั้นผู้ใช้ที่มีมือขนาดเล็ก (กลุ่มเปอร์เซ็นไทล์ที่ห้า) ย่อมต้องกางนิ้วมากกว่าปกติในขณะใช้งาน ในขณะที่กลุ่มผู้ใช้ที่มีมือขนาดใหญ่ (กลุ่มเปอร์เซ็นไทล์ที่เก้าสิบห้า) จะต้องจับกำแบบเบียดนิ้วโดยมีส่วนสัมผัสบนสันนูนระหว่างนิ้วของด้ามจับนั้น ทำให้ไม่สะดวกสบายและบาดเจ็บได้

• ด้ามจับควรหลีกเลี่ยงด้ามจับที่ทำให้ต้องอยู่ในท่าทางที่ผิดปกติในขณะทำงาน เช่น ต้องหักงอข้อมือหรือต้องเบี่ยงข้อมือ แต่ควรเลือกใช้เครื่องมือที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสมสามารถจับถือได้ในท่าทางที่ไม่ผิดธรรมชาติ

• ด้ามจับควรหลีกเลี่ยงด้ามจับที่อยู่ใกล้ส่วนที่มีคมหรือเป็นมุมแหลมหรือมีตำแหน่งที่สามารถบาดผู้ใช้งานได้ หรือมีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายอื่นๆ ต่อผู้ใช้งานนั่นคือ ลักษณะที่เป็นอันตรายเหล่านี้ควรถูกกำจัดออกไป หรือมีอุปกรณ์ป้องกัน (Guard) ในขณะใช้งานอย่างเหมาะสม อีกทั้ง ด้ามจับที่แนะนำคือมีหน้าตัดเป็นวงกลมหรือรูปไข่ ส่วนประกอบของมีดแกะสลักแบบเดิมที่ผู้ใช้มีความเสี่ยงต่อการถูกมีดบาดในขณะหมุนสว่าน (Chuck) เพื่อยึดใบมีดให้แน่น (หรือเมื่อต้องการถอดใบมีดออก) เนื่องจากตำแหน่งที่หมุนสว่าน (Chuck tightener) อยู่ใกล้ชิดกับคมมีดมาก ผู้ออกแบบจึงปรับปรุงเรื่องนี้ โดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนสำหรับการหมุนสว่านไปไว้ที่บริเวณปลายด้ามจับแทน อีกทั้งปรับปรุงวัสดุที่ห่อหุ้มด้ามมีดให้จับได้ถนัดมือ ไม่ลื่น

• วัสดุที่ใช้ทำด้ามจับควรทำให้พื้นผิวด้ามจับถูกจับอย่างถนัดมือ ไม่ลื่น ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า

• ด้ามจับควรหลีกเลี่ยงด้ามจับที่สั้น เมื่อจับกำแล้วด้ามจมอยู่ในอุ้งมือให้เกิดแรงกดอัดสูงในอุ้งมือ ก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ เนื่องจากการไหลเวียนของเลือดและแนวเส้นประสาทถูกขัดขวาง

• ขนาดของด้ามจับควรพอดีกับขนาดของมือ ทั้งนี้ คือการพิจารณาทั้งรูปร่าง ความหนา ความยาว ซึ่งขนาดของการการจับกำที่เหมาะสมย่อมขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของนิ้วมือ ฝ่ามือและมือของผู้ใช้งาน แต่โดยทั่วไปแล้ว ขนาดความยาวของด้ามจับที่เหมาะสมกับคนส่วนใหญ่ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 4.0 นิ้ว หรือ 10.0 ซม. (แต่ค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 11.5-12 ซม.) และเส้นรอบวงด้ามจับควรมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 9 ซม.

• เครื่องมือจับที่ดีควรออกแบบให้ใช้ได้ทั้งผู้ที่ถนัดมือซ้ายและมือขวาหรือในบางชนิดของอุปกรณ์สามารถสับเปลี่ยนให้ผู้ใช้งานใช้ได้ทั้งสองมือ เช่น เครื่องเลื่อยไฟฟ้า ที่มือหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมปุ่มสั่งการ อีกมือหนึ่งทำหน้าที่ประคองเครื่องมือ ซึ่งลักษณะเช่นนี้ ผู้ใช้งานสามารถสลับสับเปลี่ยนการทำงานของมือได้เพื่อประโยชน์ในการลดความล้าของมือแต่ละข้าง ตลอดจนการลดอาการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงานได้

• เครื่องมือหรืออุปกรณ์ควรใช้งานได้อย่างเหมาะสมทั้งผู้ปฏิบัติงานที่เป็นผู้หญิงและผู้ชาย

• เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เลือกใช้ควรออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะอย่างนั้นๆ แต่อาจมีข้อเสียคือ อาจต้องมีเครื่องมือจำนวนหลายชิ้น ทำให้ยุ่งยากและลำบากในการเก็บและการจัดการในกรณีที่มีผู้ปฏิบัติงานหลายคนในสถานที่ทำงานเดียวกัน วิวัฒนาการในด้านนี้ทางการออกแบบทางการยศาสตร์ คือการออกแบบเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์จากเครื่องมือหนึ่งชิ้น

• หลีกเลี่ยง (หรือป้องกัน) ความสั่นสะเทือนจากเครื่องมือ

• คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน

• การใช้เครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการจับถือด้ามจับพร้อมการออกแรงที่ก่อให้เกิดแรงกดอัดปริมาณมากที่ในอุ้งมือ ซึ่งเครื่องมือบางประเภทได้รับการพัฒนาการออกแบบให้ลดปัญหาในเรื่องนี้ลงได้ เช่น มีดขูด-ขัดสี ด้ามจับสว่านไฟฟ้า ควรหลีกเลี่ยงการใช้ด้ามจับแบบเดิม (Traditional handle) แต่ควรพิจารณาเลือกใช้การออกแบบที่พัฒนาปรับปรุงแล้ว

• ผู้ใช้เครื่องมือต้องจับถือเครื่องมือด้วยแรงที่เหมาะสม เช่น เครื่องมือที่ใช้แรงมากควรจับกำด้วยกำมือทั้งหมด (Power grip) แต่ถ้าเป็นเครื่องมือที่ต้องการความละเอียดแม่นยำย่อมต้องจับถือด้วยกล้ามเนื้อมัดเล็ก (Precision grip)

• เครื่องมือต้องถูกออกแบบหรือเลือกใช้ให้เหมาะสมกับตำแหน่งท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดข้อมือหรือการบิดลำตัวและเพื่อความสะดวกสบายในการทำงานมากที่สุด

• เครื่องมือที่ต้องการการออกแรงสูงนั้น ควรปรับปรุงให้มีการใช้พลังงานจากภายนอก เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานลม พลังงานน้ำ เป็นต้น แต่การออกแบบต้องพิจารณาให้รอบคอบในเรื่องน้ำหนักของเครื่องมือ การสั่นสะเทือน ขนาดด้ามจับ ความสะดวกปลอดภัยในการบังคับปุ่มควบคุมเครื่อง (ปุ่ม ปิด เปิด หยุดฉุกเฉิน) เป็นต้น

• ความแข็งแรงของแรงบีบกำมือ (Grip strength) กับระยะเวลาในการออกแรง (Endurance) เป็นปัจจัยสองตัวที่มีความสำคัญต่อการออกแบบและการเลือกใช้เครื่องมือจับ [10] โดยความแข็งแรงของแรงบีบกำมือ (Grip strength) วัดจากค่าแรงบีบมือที่สูงที่สุดที่อ่านได้จากเครื่องวัด (Hand dynamometer) ซึ่งจะถูกพิจารณาควบคู่ไปกับระยะเวลาที่นานที่สุดที่ออกแรงสูงสุดนั้น (Endurance) โดยทั่วไปพบว่าบุคคลที่มีความแข็งแรงของแรงบีบกำมือต่ำและมีระยะเวลาในออกแรงน้อยกว่า จะมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสะสม (CTDs) มากกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงและทนต่อการออกแรงได้ยาวนานกว่า

เทยาริ [10] รายงานว่า เมื่อคนเรากำมือปกติในท่าทางธรรมชาตินั้น กำมือจะเป็นรูปไข่ (Elliptical shape) โดยข้อมือจะอยู่ในแนวตรง กล้ามเนื้อจึงออกแรงได้สูงสุด ซึ่งสามารถทดสอบด้วยการกำถือด้ามค้อน (ด้ามตรง) จะพบว่า เมื่อข้อมืออยู่ในแนวตรงจะทำให้ด้ามค้อนอยู่ในแนวเอียงระดับหนึ่งแต่การออกแรงจะถนัดกว่าการจับถือด้ามค้อนให้ตั้งฉากกับแนวแขน (เนื่องจากกล้ามเนื้อนิ้วก้อยและนิ้วนางไม่สามารถออกแรงได้เต็มที่) สำหรับการทดสอบด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของมือ (Hand dynamometer) จากกลุ่มตัวอย่างชาวอเมริกันนั้น พบว่า ระยะห่างของด้ามจับที่มีค่า 1.5 ถึง 2.5 นิ้ว จะทำให้ผู้ออกแรงบีบกำออกแรงได้สูงสุดหรือถนัดที่สุด [24] อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะต่อไปนี้ควรนำไปพิจารณาเพื่อการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับ

• ขนาดความกว้างของด้ามจับและเส้นผ่านศูนย์กลางด้ามจับ (Size of grip span and diameter) โดยควรออกแบบให้ขนาดของด้ามจับมีขนาดพอเหมาะกับมือของผู้ใช้ เพราะขนาดที่เล็กหรือใหญ่เกินไปจะทำให้จับไม่ถนัดมือและการออกแรงในการจับกำย่อมลดน้อยลง

• ชนิดของการหยิบจับหรือกำ (Type of grasp/grip) ซึ่งในการออกแรงตามธรรมชาตินั้น มนุษย์สามารถออกแรงสูงสุดในการจับกำได้มากกว่าแรงสูงสุดในการหยิบจับถึงสี่เท่า เพราะการหยิบจับต้องการแรงของกล้ามเนื้อเพื่อการทำงานสูงกว่ามาก

• อายุ (Age) จากข้อมูลรายงานว่า มนุษย์ผู้ชายจะมีความแข้งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดที่อายุประมาณ 20 ปี ส่วนผู้หญิงที่อายุประมาณ 17-18 ปี [10] และเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นความแข็งแรงของ

กล้ามเนื้อจะลดลง โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมนุษย์อายุ 65 ปีมีค่าเพียง 70-80% ของความแข็งแรงตอนอายุ 20-30 ปี [25] อ้างใน [10] ซึ่งข้อมูลที่กล่าวถึงนี้ รวมถึงค่าความแข็งแรงในการจับกำ (Grip strength)

• เพศ (Gender) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของแรงจับกำหรือแรงบีบมือ โดยเทยาริ [10] รายงานว่า ผู้หญิงอเมริกันมีค่าความแข็งแรงนี้ประมาณ 24.5-35.0 กิโลกรัม ขณะที่ผู้ชายให้ค่าความแข็งแรงประมาณ 41.9-59.8 กิโลกรัม

• ความถนัดมือ (Handedness) จากข้อมูลการใช้แรงมือของคนทั่วไป พบว่าค่าความแข็งแรงของแรงบีบกำสูงสุดกับความระยะเวลาในการออกแรงนั้น นอกจากขึ้นอยู่กับเพศและอายุแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความถนัดของมืออีกด้วย โดยจากการทดสอบออกแรงของผู้ชายอเมริกัน พบว่าการออกแรงด้วยมือข้างที่ถนัดจะให้ค่าที่สูงกว่าข้างที่ไม่ถนัด อยู่ในช่วง 3.2-11.5% [10]

• ความสั่นสะเทือน (Vibration) โดยการจับกำอุปกรณ์เครื่องมือที่มีความสั่นสะเทือนย่อมต้องการแรงมือในการจับกำและควบคุมมากกว่าการจับกำและควบคุมเครื่องมือที่ไม่มีการสั่นสะเทือน

• ท่าทางของข้อมือ (Wrist posture) ความสามารถในการออกแรงบีบกำมือจะมีค่าลดลงเมื่อข้อมืออยู่ในท่าบิดงอ ไม่อยู่ในแนวตรงตามธรรมชาติ

• ถุงมือ (Gloves) การสวมใส่ถุงมือทำให้มือมีขนาดใหญ่ขึ้น และผู้ปฏิบัติงานย่อมต้องออกแรงในการบีบกำเพิ่มขึ้นสำหรับการควบคุมงานเดิม แต่เมื่อทำงานร่วมกับเครื่องมือจับ มักจะสวมใส่ถุงมือเพื่อป้องกันมือจากอาการบาดเจ็บ [26]

• การผ่าตัด (Surgery) ข้อมือที่ผ่านการผ่าตัดเพื่อรักษาอาการของโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ (CTS) ย่อมส่งผลให้ความแข็งแรงของแรงบีบกำมือลดลง

2.3.6 แนวทางการเลือกใช้เครื่องมือ

แนวทางปฏิบัติสำหรับการเลือกใช้เครื่องมือ ตลอดจนถึงพฤติกรรมท่าทางในขณะทำงานเพื่อความปลอดภัยจากการใช้เครื่องมือที่ใช้มือจับ ควรพิจารณาเพียงสามประเด็นใหญ่ๆ คือ

1) ขนาดและแรง หมายถึง ขนาดของด้ามจับหรือส่วนที่ถูกจับถือต้องมีขนาดเหมาะสมกับมือผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถจับถือได้ถนัดมือ

2) ด้ามจับหรือส่วนที่ถูกจับถือต้องมีความยาวมากกว่าความกว้างฝ่ามือและไม่ยาวเกินไปจนเกะกะ (ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดแรงกดอัดในอุ้งมือขณะออกแรงทำงาน เส้นรอบวงของด้ามจับหรือส่วนที่ถูกจับถือเสมือนด้ามจับ ควรมีความยาวไม่เกินความยาวที่วัดได้จากมือของผู้ใช้งาน จากท่าทางที่ปลายนิ้วโป้งแตะสัมผัสกับปลายนิ้วกลางพอดี

3) แรงหรือกำลังที่ต้องการสำหรับการจับกำด้ามจับ ไม่ควรมีค่าเกิน 35% ของแรงบีบสูงสุดของมือ (Grip strength) เพื่อลดความล้า ความเครียดของกล้ามเนื้อกับเอ็นที่มือและข้อมือ

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานหรือทำกิจกรรมต่างๆ นั้น ส่วนใหญ่ถูกซื้อมาจากผู้ขายภายนอก ไม่ได้รับการออกแบบและผลิตมาโดยผู้ใช้งานเอง จึงเป็นเรื่องปกติที่ขนาดของเครื่องมือส่วนมากไม่ค่อยพอดีกับขนาดมือของผู้ใช้งานหรือไม่สอดคล้องกับการจัดสถานีงานและท่าทางการทำงานเฉพาะงานนั้นๆ ดังนั้น ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานกับหลักการการยศาสตร์และหลักการชีวกลศาสตร์ควรนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการเลือกอุปกรณ์ การประเมินและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

2.4. การประเมินทางการยศาสตร์

การประเมินทางการยศาสตร์ (Ergonomic assessment) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ท่าทางวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ลักษณะและสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน อันตรายของสถานีงานหรือสภาพแวดล้อมในการทำงาน ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการทำงาน เพื่อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม โดยเทคนิควิธีการประเมินทางการยศาสตร์มีหลายวิธี เช่น OWAS NIOSH RULA REBA ROSA เป็นต้น

RULA (Rapid Upper Limp Assessment) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดย Lynn McAtamney และ Nigel Corlett ในปี ค.ศ.1993 เพื่อใช้ประเมินท่าทางในงานที่นั่งทำงานหรือมุ่งเน้นท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบน การประเมินด้วยวิธี RULA จะประเมิน 2 กลุ่มหลัก คือกลุ่ม A ประกอบด้วย การประเมินส่วนข้อมือ แขน และหัวไหล่ และกลุ่ม B ประกอบด้วย การประเมินส่วนคอ ลำตัว และขา วิธี RULA ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น P. Kumar, D. Chakrabarti, T. Patel และ A. Chowdhuri, 2016 ใช้วิธี RULA ในการประเมินความเจ็บปวดของท่าทางการทำงานของคนงานในการปอกเปลือกสับปะรดในหน่วยการผลิตผลไม้เล็กๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย [27] ผลของการประเมินพบว่าควรแก้ไขเครื่องมือและเทคนิคการปอก เพิ่มเวลาพักผ่อนเพื่อลดผลกระทบจากการทำงานซ้ำๆ เป็นเวลานาน การจัดที่นั่งเพื่อลดความเครียดเพราะการปอกใช้เวลานาน และการสำรวจความเป็นไปได้ของเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

การสรุปผลคะแนนความเสี่ยงโดยรวมของวิธี RULA ในขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินเป็นการรวมคะแนนส่วนแขนและข้อมือ และคะแนนส่วนขาและเท้า มาประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงโดยรวม โดยจะมีคะแนน 4 ช่วงระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การแปลผลคะแนนความเสี่ยงรวมในวิธี RULA

คะแนน	การแปลผล
1-2	ยอมรับได้ แต่อาจจะมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
3-4	ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่องอาจจะจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบงานใหม่
5-6	งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง
7	งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์และต้องมีการปรับปรุงทันที

การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มตามหลักการยศาสตร์ ใช้วิธี RULA ในการประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงาน เนื่องจากการทำงานในการตัดทางใบปาล์มเป็นการทำงานที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนบนเป็นส่วนหลัก ได้แก่ ข้อมือ แขน หัวไหล่ คอ และลำตัว และร่างกายส่วนล่าง ได้แก่ ขา ที่เคลื่อนที่ในขณะทำงาน

2.5. สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

การสืบค้นสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรเพื่อหาข้อจำกัดและเทคนิคต่างๆ ในการออกแบบและสร้างเคียวในการตัดทางปาล์มที่มีผู้ออกแบบไว้แล้วมีดังนี้

1) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์ [28] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: นายนฤเทพ นิยมทองและคณะ อนุสิทธิบัตรเลขที่: 4978 ดังแสดงในรูปที่ 2.5

มีดตัดปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับขนาดความยาวให้ได้ตามความต้องการ สามารถใช้ได้กับต้นปาล์มน้ำมันที่มีขนาดความสูง 8 ถึง 12 เมตร โดยมีความแข็งแรงมากกว่าไม้ไผ่ สามารถใช้งานได้ดีกว่ามีดตัดปาล์มน้ำมันแบบเก่าและเมื่อต้องการต้องการเดินหรือพกพาไปยังสวนปาล์มน้ำมันสามารถนำพาได้สะดวก โดยมีข้อถือสิทธิ คือ มีดตัดทะลายปาล์มสไลด์ที่มีลักษณะเฉพาะ ประกอบด้วยด้ามโลหะสองขนาดสวมเข้าด้วยกันสามารถเลื่อนเข้าเลื่อนออกได้ ยึดติดด้วยสลัก และสามารถยึดตะขอเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันได้หลายขนาด

รูปที่ 2.5 มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์ [28]

2) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล [29] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: อับดุล ราชัค เจลานี อาห์หมัด ฮิแทม เลขที่สิทธิบัตร: 31101

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับมีดตัดโดยเฉพาะที่ใช้เพื่อการตัดใบปาล์มและซ่อผลปาล์มน้ำมันสด โดยมีข้อถือสิทธิ คือ

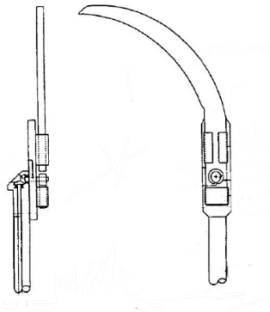
1. อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกลที่ประกอบด้วย เคียว ลูกเบี้ยว ตัวนำทางอย่างน้อยหนึ่งเครื่องเพื่อเชื่อมต่อเคียวและลูกเบี้ยวกับกระบอกในแนวดิ่ง กระบอกแนวดิ่งดังกล่าวมีช่องที่มีส่วนนูนซึ่งลูกเบี้ยวติดตั้งอยู่ โดยเมื่อลูกเบี้ยวถูกหมุนด้วยเฟืองและเพลาเอียงนั้นก็เคลื่อนที่ขึ้นและลงเพื่อทำให้เกิดแรงที่เพียงพอแก่เคียวเพื่อตัดซ่อผลไม้สด

2. อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งเฟืองและเพลาเอียงหนึ่งคู่ถูกใช้เพื่อส่งการเคลื่อนที่หมุนจากเครื่องยนต์ไปยังลูกเบี้ยว

3. อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งตัวนำทางสามารถทำให้เคียวและลำตัวเคลื่อนที่ขึ้นและลงและช่วยป้องกันมิให้เกิดการเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งด้วย

4. อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งเคียวที่เข้ารูปกับใบปาล์มสามารถทำให้ตัดได้ด้วยแรงที่น้อยที่สุด

5. อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งขอบนอกเคียวมีความนูนเพื่อสามารถกระจายแรงได้อย่างสม่ำเสมอ



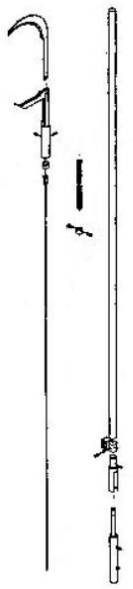
รูปที่ 2.6 อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล [29]

3) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน [30] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: นายบัณฑิต จริโมภาส และคณะ เลขที่สิทธิบัตร: 31490 โดยมีข้อถือสิทธิ

1. เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วยใบมีดทำจากเคียวเกี่ยวปาล์มน้ำมัน ที่ปลายด้ามเจาะรูสำหรับสวมกับเขียง ลักษณะเป็นเขียงคู่ โดยเชื่อมประกบติดกันที่ช่วงปลายเขียงด้านล่างและเชื่อมติดกันตลอดความยาวสันเขียงให้ใบมีดเคลื่อนที่เข้า-ออกได้พอดี โคนเขียงด้านล่างเชื่อมติดกับด้ามเขียง ลักษณะเป็นท่อโลหะ เจาะรู ทำเกลียวใน ปลายด้านล่างสวมกับปลอกรัดด้าม ลักษณะเป็นวงแหวนด้านบนมีบ่าและด้านล่างสวมกับด้าม ลักษณะเป็นท่อโลหะ ที่ปลายด้านบนเจาะรูทำเกลียวในสำหรับยึดใบมีดผ่านรูและรูห่างกันตามแนวยาวของด้าม ซึ่งปลายด้านล่างสวมกับโครงสวิตช์ที่มีตัวยึดรองรับด้วยกระบอกต้นกำลังที่ด้านบนเป็นวงแหวนและด้านล่างสวมกับชุดต้นกำลัง ซึ่งตัดบางส่วนออก มีลักษณะเฉพาะคือ ด้ามสวมภายในด้วยแกนเหล็กส่งกำลังลักษณะเป็นโลหะแบน ปลายด้านบนขึ้นรูปเป็นตัวยู มีช่องว่างเท่ากับความหนาของด้ามใบมีดทำเกลียวในสำหรับยึดรูของใบมีดด้วยสลักเกลียว มีแหวนโลหะสวมเชื่อมติดกับตัวยูสำหรับเป็นบ่าสปริงด้านบน ส่วนปลายแกนเหล็กส่งกำลังด้านล่างทำเกลียวนอกสำหรับขันยึดติดกับชุดต้นกำลัง สวมแกนเหล็กส่งกำลังด้วยขดสปริงจำนวนสองขด ปลายขดสปริงมีตัวยันสปริง ลักษณะเป็นวงแหวนเจาะรูตรงศูนย์กลางและด้านข้างให้แกนเหล็กส่งกำลังผ่านได้ โดยยึดติดกับด้ามด้วยสลักเกลียวสองตัว

2. เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน ตามข้อถือสิทธิ 1 ซึ่งด้ามเขียงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้าม

3. เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน ตามข้อถือสิทธิ 1 ซึ่งขดสปริงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของด้าม



รูปที่ 2.7 เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน [30]

4) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ [31] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: Hung Shun Bin เลขที่สิทธิบัตร: CN 201310316828 โดยมีข้อถือสิทธิ คือ

1. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ซึ่งรวมถึงตำแหน่งของเหล็กหรือปลอกอลูมิเนียม (20) และสกรู (30) จับยึดเคียว (10) และปลอก (20) สวมเข้าสู่แท่งอลูมิเนียม (40) และจะจับยึดแน่นที่ปลอก (20) และปลอก (40) ยึดติดไว้ที่อุปกรณ์

2. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 เสียบปลายเคียว (102) รวมถึงรูสกรู (103) สำหรับเคียว (10) และปลอก (20) และมีความกระชับ

3. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 เสียบปลายเคียว (102) เพื่อให้เคียว (10) สามารถอยู่ได้อย่างง่ายในปลอก (20) จากด้านบน

4. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 นั้นเสียบปลายเคียว (102) ตามแนวขวาง (10) ของปลอก (20) เสียบทางด้านข้าง (ซ้ายหรือขวา)

5. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 นั้นเสียบปลายเคียว (102) และปลอก ทั้งหมดจะต้องครอบกันพอดี (20)

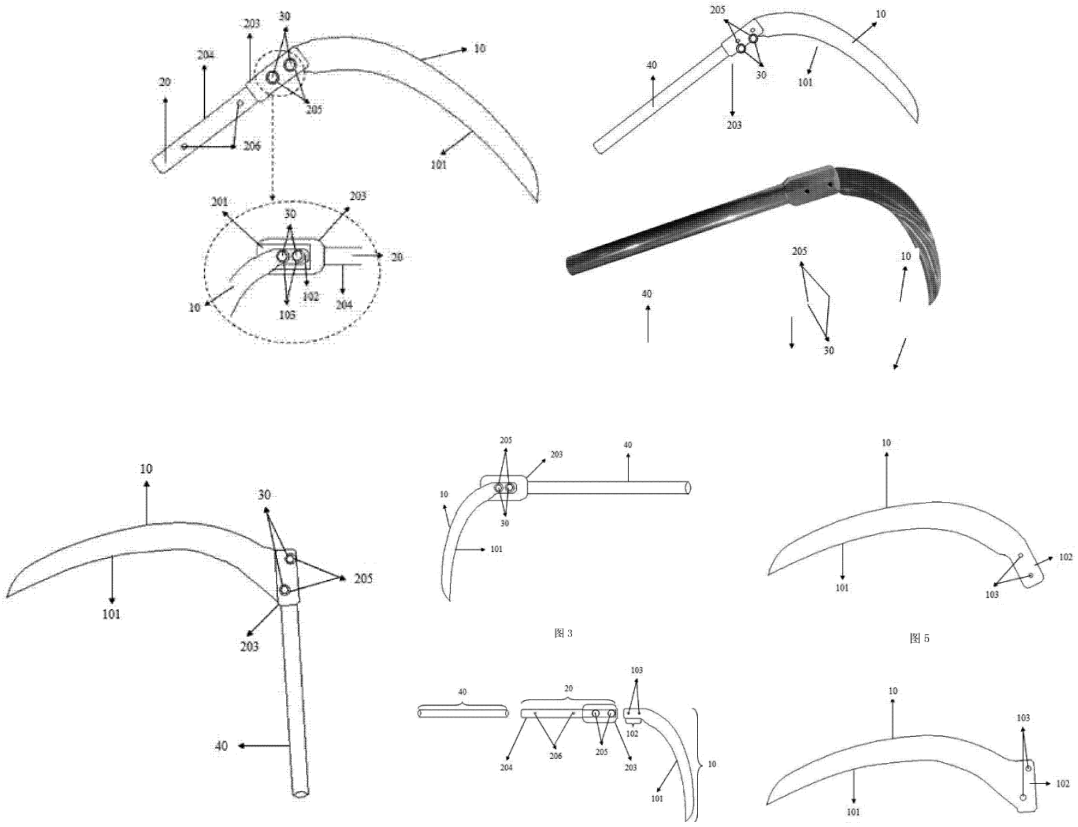
6. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 กล่าวว่าปลอก (20) เป็นสองส่วนทั้งพื้นผิวที่เว้า (201) และส่วนระนาบ (202) ซึ่งประกอบด้วยหัว (203) ด้าม (204) และรูเจาะสกรู (205) และรูสกรูส่วนด้าม (206)

7. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ส่วนของเคียว (10) สอดเข้า (207)

8.อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ส่วนเคียว (10) เป็นสกรู (30) เข้ากับปลอก (20)

9. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ในส่วนสกรู (30) เข้ากับเคียว (10) ของปลอก (20) ลงไปในแกน (40) และยึดแน่นบนปลอก (20) และแท่ง (40) ที่ผิวทั้งสองส่วนพอดีกัน

จากการสำรวจสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องพบว่า ลักษณะเดียวกันของแต่ละงานประดิษฐ์คือ เคียวจะมีการแยกชิ้นส่วนได้ ทั้งใบเคียว ตัวยึด หรือด้ามจับ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุงหรือการจัดเก็บเมื่อไม่ได้ใช้งาน ลักษณะของปลายเคียวจะเรียวออกนอก เพื่อความสะดวกในการสอดระหว่างทางใบปาล์มก่อนทำการตัดการยึดใบเคียวเข้ากับด้ามจะใช้สกรูจับยึดเพื่อให้เกิดความแน่น ไม่ให้มีการสั่นคลอนระหว่างใบเคียวกับด้ามจับ ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการตัดและบางงานประดิษฐ์จะมีการเพิ่มการทำงานกล เช่น การขับด้วยเพลาโดยใช้เครื่องยนต์ หรือการใช้ไฮดรอลิก เพื่อเป็นตัวช่วยให้ใบเคียวเกิดการเคลื่อนที่เพื่อตัดทางใบ



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ [31]

บทที่ 3
การสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน

การสำรวจสภาพปัญหาในปัจจุบันเป็นการสำรวจเพื่อรวบรวมและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ได้แก่ การสำรวจความชุกของอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (MSDs) การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์ม เพื่อนำไปสู่การออกแบบปรับปรุง

3.1. การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงาน เป็นปัญหาที่สำคัญในด้านสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจ ซึ่งสามารถพบได้ในทุกสาขาอาชีพ โดยปัจจัยที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง เช่น ท่าทางที่มีความเสี่ยงในการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ แม้เป็นการออกแรงไม่มาก [32] ทั้งนี้ปัจจัยอาจเกิดจากขั้นตอนการทำงาน อุปกรณ์หรือสถานีงานที่เป็นผลให้การใช้ท่าทางมีความเสี่ยง นอกจากนี้การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุยังส่งผลต่อความผิดปกติได้ [33] โดยพบว่าสาเหตุการได้รับบาดเจ็บร้อยละ 50 เป็นผลมาจากการมีสภาพร่างกายและจิตใจไม่พร้อมในการทำงาน โดยเป็นผลมาจากเวลาการทำงานที่มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน การทำงานล่วงเวลา และการเคยประสบกับเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน การประเมินภาวะสุขภาพเพื่อติดตามและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพด้านต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง การอบรมเกี่ยวกับอันตรายและโรคที่เกิดจากการประกอบอาชีพจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น [34]

การคำนวณความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ยกตัวอย่างเช่น พนักงานขับรถมีอัตราความชุกของอาการดังกล่าวอยู่ที่ 45.5-81.8% คำนวณจากสูตร (จำนวนคนที่มีอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ x 100) / จำนวนคนทั้งหมดที่ทำการศึกษาในช่วงเดียวกัน

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานในอาชีพต่างๆ เช่น การสำรวจคนงานในโรงงานทอแหอวน (จำนวน 433 คน) [35] พบความผิดปกติในบริเวณหลังส่วนล่าง 76% และ 26.3% มีอาการผิดปกติจนต้องหยุดงาน การสำรวจคนงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี [36] แรงงานมีความผิดปกติในส่วนไหล่ 79.4% คอ 75.0% หลังส่วนบน 70.6% และหลังส่วนล่าง 66.2% ในแรงงานสูงอายุอุตสาหกรรมอาหารทะเลบรรจุกระป๋อง [37] พบมากที่สุดในบริเวณคอเช่นกัน โดยพบความผิดปกติในคอ ไหล่ แขน 57.89% หลังเอว 47.02% ขา น่อง เข่า 39.30% มือ ข้อมือ 12.98% เท้า ข้อเท้า ส้นเท้า 12.28% งานในหน่วยทันตแพทย์และทันตาภิบาลที่มีความเสี่ยงสูง คือ งาน ขูดหินปูน 78.8% และงานอุดฟัน 77.7% โดย

อวัยวะที่มีความเสี่ยงสูงสุด คือ คอ 78.8% และหลัง 75.3% [38] หรือในแม้พนักงานขับรถบัสที่เหมือนจะไม่ออกแรงมากในการทำงานแต่ก็พบว่าความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างสูงถึง 81.8% [39]

อาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนทำงานในภาคการเกษตร จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า คนทำงานในภาคการเกษตร เป็นอาชีพหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อกระดูกมาก เช่น ในชาวนา ซึ่งจะใช้ท่าทางก้มๆ เงยๆ ในการทำงาน ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย [40] และในอาชีพอื่นๆ เช่น เกษตรกรพืชไร่ [41], [42], พืชสวน [43], [44], ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ [45], [46] เป็นต้น จากการสำรวจความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนทำงานในภาคการเกษตร เช่น ชาวนาในจังหวัดนครราชสีมา [47] จำนวน 270 คน พบความผิดปกติในหลังส่วนล่าง 52.4% ไหล่ 71.7% และสะโพก 65.5% ชาวนาในจังหวัดขอนแก่น [40] พบความผิดปกติในหลังส่วนล่าง 73.31% หลังส่วนบน 14.15% ไหล่ 36.01% ต้นขา สะโพก 41.16% เข่า 35.37% มือและข้อมือ 12.54% ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะพบมากในแนวกระดูกสันหลัง รองลงมาคือ รยางค์ส่วนล่างและรยางค์ส่วนบน [48]

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานในพืชไร่ พืชสวน จะมีอัตราความชุกใกล้เคียงกับการทำนา เช่น ผลสำรวจเกษตรกรไร่อ้อยในประเทศอินเดีย [41] พบความผิดปกติในหลังส่วนล่าง 50% เข่า 29% ส่วนอื่นๆ เช่น ข้อศอก ข้อมือ สะโพก ข้อเท้า พบประมาณ 10% ในเกษตรกรไร่ข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 130 คน ในประเทศไทย [42] พบความผิดปกติบริเวณหลัง 69.23% หลัง เอว สะโพก ลำตัว 69.23% ขา เข่า น่อง ข้อเท้า 63.08% มือ ข้อมือ แขน ไหล่ ข้อศอก 56.92% ในเกษตรกรชาวสวนยาง ประเทศศรีลังกา [44] พบความผิดปกติในหลังมากถึง 94.4% ไหล่ 96.7% และคอ 83.3%

การปลูกปาล์มน้ำมันมีการปลูกมากในพื้นที่ภาคใต้ กระบวนการปลูกปาล์ม ใช้เวลานาน 3-4 ปี จึงจะเก็บเกี่ยวได้ ในการดูแลสวนปาล์มทุกระยะเวลา ตั้งแต่การจัดการเรื่องวัชพืช การใส่ปุ๋ย ระบบต่างๆ ในการดูแลสวน เมื่ออายุปาล์มมากขึ้น การตัดแต่งทางใบจะเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน ในช่วงอายุน้อยกว่า 10 ปี หรือความสูงไม่เกิน 4 เมตร จะใช้เสียมตัดสำหรับการเก็บเกี่ยว และในช่วงอายุมากกว่า 10 ปี จะใช้เคียวในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ทั้งเสียมและเคียวที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวจะใช้ตัดทั้งทะลายและทางใบปาล์ม ซึ่งทางใบปาล์มที่ตัดจะมีขนาดใหญ่และมีเส้นใยแข็งกว่าช่อทะลาย การตัดทางใบจึงออกแรงมากกว่าในการตัด การใช้เคียวจะใช้กับปาล์มที่มีความสูงมากกว่า 4 เมตร ลักษณะงานเป็นงานที่ออกแรงซ้ำๆ ในการตัด จึงมีโอกาสมากที่จะมีความเสี่ยงของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

อย่างไรก็ตามยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนงานในสวนปาล์ม ในขณะที่การปลูกปาล์มมีปริมาณที่มากขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการวิเคราะห์อัตราความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนตัดทางปาล์ม เพื่อนำผลการวิจัยดังกล่าวไปสู่การป้องกันการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อต่อไป การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (cross sectional study) เพื่อสำรวจอัตราความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนตัดทางปาล์ม

3.1.1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่สำรวจเป็นคนตัดทางปาล์มในจังหวัดกระบี่ นครศรีธรรมราช และพัทลุง งานวิจัยนี้สำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 40 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก ดังนี้ เกณฑ์คัดเข้าคือ คนตัดทางปาล์มที่ให้ความร่วมมือและสามารถสื่อความหมายได้ดี ส่วนเกณฑ์การคัดออกคือ คนตัดทางปาล์มที่ไม่เป็นคนงานประจำและมีประวัติการเกิดอุบัติเหตุหรือการผ่าตัดมาก่อน

3.1.2. เครื่องมือในการศึกษา

แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการการสำรวจข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ และการออกกำลังกาย เป็นต้น ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่ดัดแปลงมาจาก Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms ซึ่งแบบสอบถามนี้ได้มีการนำมาใช้ในการสำรวจอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในหลายงานวิจัย เช่น กลุ่มอาชีพตัดเย็บ [49] [50] ลูกเรือและเจ้าหน้าที่ในท่าเรือขนส่งสินค้า [51] กลุ่มเกษตรกรกรีดยาง [44] เกษตรกรชาวนา [40] [47] [48] พนักงานขับรถบัส [39] เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกาย 16 ส่วน ได้แก่ ศีรษะ คอ ไหล่ หลังส่วนล่าง หลังส่วนบน สะโพก เข่า ขาส่วนล่าง ขาส่วนบน ข้อเท้า แขนส่วนล่าง แขนส่วนบน เท้า มือ/นิ้ว ศอก และข้อมือ ในรอบ 7 วันที่ผ่านมา และในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

3.1.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวเองโดยการสัมภาษณ์คนตัดทางปาล์มที่ให้ความร่วมมือ ซึ่งคนตัดทางปาล์มทุกคนจะได้รับการชี้แจงสิทธิในการตอบแบบสัมภาษณ์ และการให้ข้อมูลเป็นไปด้วยความสมัครใจ รวมทั้งสามารถปฏิเสธการให้ข้อมูลได้ทันทีที่ต้องการ

3.1.4. การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบต่อเนื่องใช้ค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแจงนับ การวิเคราะห์ความถี่และร้อยละ และการคำนวณความชุกโดยใช้สูตร (จำนวนคนตัดทางปาล์มที่มีอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ x 100 / ด้วยจำนวนคนตัดทางปาล์มทั้งหมดที่ทำการศึกษาในช่วงเดียวกัน)

3.1.5. ผลการสำรวจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลพบว่า คนตัดทางปาล์มมีอายุเฉลี่ย 34.35 ± (SD 8.59) ปี โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 40-49 ปี (ร้อยละ 37.5) มีน้ำหนักเฉลี่ย 64.23 ± (SD 8.12) กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 169.2 ± (SD 5.69) เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) เฉลี่ย 22.44 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะกลุ่มตัวอย่าง (40 คน)

ข้อมูล	จำนวน (N=40)	ร้อยละ
อายุ (ปี)		
ต่ำกว่า 20	3	7.50
20-29	10	25.00
30-39	12	30.00
40-49	15	37.50
ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป	0	0.00
เพศ		
ชาย	40	100
หญิง	0	0
น้ำหนัก (กิโลกรัม)		
น้อยกว่าเท่ากับ 50	2	5
51-59	12	30
60-70	18	45
70 ขึ้นไป	8	20

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะกลุ่มตัวอย่าง (40 คน) (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (N=40)	ร้อยละ
ส่วนสูง (เซนติเมตร)		
150-159	1	2.50
160-169	18	45.00
170-179	20	50.00
ตั้งแต่ 180 ขึ้นไป	1	2.50
ประสบการณ์ทำงาน(ปี)		
1-1.9	11	27.50
2-2.9	7	17.50
3-3.9	11	27.50
ตั้งแต่ 4 ขึ้นไป	11	27.50
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน		
3-3.9	1	2.50
4-4.9	13	32.50
5-5.9	23	57.50
ตั้งแต่ 6 ขึ้นไป	3	7.50
วันทำงานต่อสัปดาห์		
1-2	1	2.50
3-4	29	72.50
5-6	8	20.00
7	2	5.00
จำนวนครั้งการตัดต่อหนึ่งทางใบ		
2	9	22.50
3	15	37.50
4	9	22.50
5	7	17.50

ตารางที่ 3.2 อาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 7 วัน และ 12 เดือน (40 คน)

บริเวณ	รอบ 7 วัน		รอบ 12 เดือน	
	ร้อยละ	CI (95%)	ร้อยละ	CI (95%)
คอ	27.5	14.60, 43.89	50	33.80, 66.20
ไหล่	20.5	9.05, 35.65	57.5	40.89, 72.96
หลังส่วนบน	7.5	1.57, 20.39	17.5	1.57, 20.39
หลังส่วนล่าง	2.5	0.63, 13.16	37.5	22.72, 54.20
แขนส่วนบน	27.5	14.60, 43.89	37.5	22.72, 54.19
ข้อศอก	5.0	5.71, 29.83	15.0	0.61, 16.92
แขนส่วนล่าง	5.0	2.79, 23.66	10.0	0.61, 16.92
ข้อมือ	17.5	7.34, 32.78	17.5	7.34, 32.78
มือ	25.0	12.69, 41.19	45	29.26, 61.51
ขาส่วนบน	0	0.00, 7.215	2.5	0.063, 13.158
เข่า	0	0.00, 7.21	5.0	0.61, 16.92
ขาส่วนล่าง	0	0.00, 7.21	2.5	0.063, 13.16

3.1.6. สรุปและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานในคนตัดทางปาล์ม โดยการใช้แบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจาก Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms จากการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 3.2 พบว่า ในรอบ 7 วันพบความผิดปกติ บริเวณคอ แขนส่วนบน 27.5% มือ 25% ไหล่ 20.5% ข้อมือ 17.5% ข้อศอก 15.0% แขนส่วนล่าง 10.0% หลังส่วนบน 7.5% หลังส่วนล่าง 2.5% และในรอบ 12 เดือน พบความผิดปกติ บริเวณไหล่ 57.5% คอ 50% มือ 45% แขนส่วนบน หลังส่วนล่าง 37.5% หลังส่วนบน ข้อมือ 17.5% ข้อศอก แขนส่วนล่าง เข่า 5.0% ขาส่วนบน ขาส่วนล่าง 2.5%

ความผิดปกติบริเวณคอ อาจเกิดจากสถานีงาน เนื่องจากต้องใช้สายตาในการมองใบเคียวขณะตัดทางใบเพื่อต้องตัดให้ตรงจุดที่ต้องการ และด้วยลักษณะต้นที่สูงจึงต้องมีการเงย ซึ่งการเงยเป็นเวลานานๆ จะทำให้ปวดคอได้ ความผิดปกติบริเวณไหล่อาจเกิดจากการออกแรงมากขณะตัดประกอบกับการออกแรงดึงในลักษณะการกระชาก ส่วนความผิดปกติบริเวณมือ พบว่ามีความสัมพันธ์

กับจำนวนครั้งการตัดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ จำนวนครั้งการตัดน้อย (≤ 3 ครั้ง) จะมีความผิดปกติน้อยกว่าการใช้จำนวนการตัดมาก (> 4 ครั้ง)

3.1.7. ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงที่สามารถทำได้เพื่อให้มีความผิดปกติของร่างกายน้อยลงหรือมีความเสี่ยงน้อยลง ได้แก่การปรับสถานีงานหรือการปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถกำจัดท่าทางการเงยหรือการลดระยะเวลาการเงย การออกแบบอุปกรณ์หรือวิธีการทำงานที่สามารถลดแรงในการทำงาน ลดจำนวนครั้งในการตัดให้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้งต่อทางใบ

3.2. การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์ม

การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์ม ได้แก่ การสำรวจลักษณะการใช้งาน ลักษณะเคียวตัด ลักษณะการตัดทางใบปาล์ม การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น และลักษณะทางใบปาล์มจากการตัด เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับความสามารถในการตัดและความสะดวกในการใช้งาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

3.2.1. วิธีการสำรวจ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์ม โดยการศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรสวนปาล์มที่ใช้เคียวในจังหวัดกระบี่ พัทลุง และนครศรีธรรมราช จำนวน 40 คน โดยมีเครื่องมือและการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นที่สำรวจ ดังนี้

1. ลักษณะเคียวตัด

การวัดขนาดเคียวตัด โดยการถ่ายภาพเคียวบนกระดาษกราฟเพื่อเทียบขนาด การวัดขนาดของหน้าตัดของคมเคียว จะทำการตัดใบเคียวเป็นช่วงๆ และทำการวัดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ การศึกษาข้อดี ข้อเสียของเคียวในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์ปัญหาเพื่อปรับปรุง

2. ลักษณะและขั้นตอนการตัดทางใบ

เก็บข้อมูลโดยการถ่ายวีดีโอขณะตัดทางใบ เพื่อนำภาพมาวิเคราะห์ลักษณะการตัด เพื่อวิเคราะห์ปัญหา

3. ลักษณะทางใบปาล์มจากการตัด

เก็บข้อมูลโดยการศึกษาการเว้นความยาวของโคนทางใบ ลักษณะของทางใบที่เกิดจากการตัด รวมถึงโครงสร้างภายในของทางใบบริเวณตัด

4. การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น

การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น มีการแบกรับน้ำหนักเคียว และการเตรียมเคียวเพื่อทำการตัดต้นต่อไป

5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายของอุปกรณ์

การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวกับเคียวตัดปาล์มที่อาจจะส่งผลต่อความสามารถของอุปกรณ์และความสะดวกสบายในการใช้อุปกรณ์ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ใบเคียว และด้ามเคียว โดยแต่ละส่วนจะมีปัจจัย ได้แก่ ส่วนใบเคียว คือ วัสดุ มุมคม ขนาด รูปร่างความโค้ง และความแข็งแรง ในส่วนของด้ามเคียว คือ วัสดุ น้ำหนัก ความยาว ขนาดรูปร่าง และความแข็งแรง ทำการสรุปเป็นแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามจะให้เกษตรกรระบุระดับความเกี่ยวเนื่องต่อความสามารถของอุปกรณ์ และความสะดวกสบายในการใช้งาน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ เกี่ยวเนื่องมากที่สุด (5), เกี่ยวเนื่องมาก (4), เกี่ยวเนื่องปานกลาง (3), เกี่ยวเนื่องน้อย (2), เกี่ยวเนื่องน้อยมาก (1) เลือกปัจจัยที่เกษตรกรระบุว่ามีความเกี่ยวเนื่องมากที่สุดมาวิเคราะห์พิจารณา เพื่อหาสาเหตุและปรับปรุง

3.2.2. ผลการสำรวจ

3.2.2.1. ลักษณะเคียวตัด

ลักษณะใบเคียวจะเป็นเหล็กแบนโค้ง ใบเคียวทำมุมเอียงกับด้ามจับ 110 องศา ลักษณะคมตัดเป็นรูปห้าเหลี่ยม หนา 5 มิลลิเมตร มุมคม 10° การยึดใบเคียวกับด้ามจับที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายวิธี ได้แก่ การรัดด้วยยาง การใช้สกรูยึด การเชื่อมและการใช้แคลมป์รัด น้ำหนักรวมของเคียวขึ้นอยู่กับความยาวและวัสดุ การจับยึดใบเคียวเข้ากับด้ามจับแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

รูปที่ 3.1 รูปแบบใบเคียวในปัจจุบัน

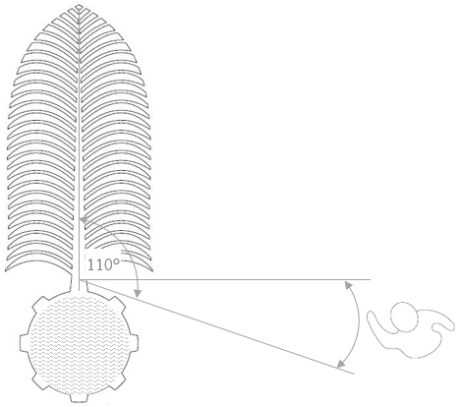
ตารางที่ 3.3 ข้อดี-ข้อเสีย ของการจับยึดใบเคียวเข้ากับด้ามจับแบบต่างๆ

ลักษณะการยึด	ข้อดี	ข้อเสีย
1. สายยางรัด	- ยางมีราคาถูก - สามารถยึดวัสดุต่างชนิดกันได้	- อายุการใช้งานของยางน้อย - มีโอกาสหลุดหากรัดไม่แน่น - สมดุลการตัดไม่ดีเนื่องใบเคียวไม่อยู่ศูนย์กลางด้าม
2. ยึดด้วยสกรู	- ไม่ทำให้ใบเคียวและด้ามหลุดออกจากกัน - สมดุลการตัดดีเนื่องจากใบเคียวอยู่ศูนย์กลางด้าม	- เมื่ออายุการใช้งานมากขึ้น จะเกิดการสั่นคลอนบริเวณรูที่ยึดสกรู ทำให้มีโอกาสของการตัดไม่ลงรอยตัดเดิม
3. เชื่อม	- มีความแข็งแรงในการรับแรงดึง - สมดุลการตัดดีเนื่องใบเคียวอยู่ศูนย์กลางด้าม	- สามารถยึดได้เฉพาะเหล็กกับเหล็ก - มีน้ำหนักมาก
4. รัดแคลมป์	- มีความแข็งแรงในการยึด - อายุการใช้งานดี - ถอดใบเคียวเก็บได้ เมื่อไม่ใช้งาน	- สมดุลการตัดไม่ดีเนื่องจากใบเคียวไม่อยู่ศูนย์กลางด้าม

การออกแบบตัวจับยึดถือเป็นส่วนที่สำคัญ ซึ่งสามารถนำข้อดีแต่ละแบบและแก้ไขข้อเสีย ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้ คือ ความแน่นในการจับยึดไม่ให้มีการสั่นคลอน ความสมดุลของการตัด (ใบเคียวอยู่ศูนย์กลางด้าม) และมีการถอดประกอบได้ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย และการเก็บรักษาเมื่อไม่ใช้งาน

3.2.2.2. ลักษณะและขั้นตอนการตัดทางใบ

การตัดทางใบมีขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมการตัด จนถึงการตัดซ้ำในกรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียว ดังแสดงในตารางที่ 3.4 ในการตัดเพื่อให้ทางใบขาด ผู้ตัดจะต้องออกแรงในการดึงหรือกระตุกเคียว เพื่อให้คมเคียวตัดลงบนโคนทางใบ โดยด้ามเคียวที่ถือหรือตำแหน่งการยืนทำมุมกับทางใบที่จะตัด 90-110 องศา ซึ่งเป็นตำแหน่งการยืนปกติ ที่จะช่วยให้ตัดง่ายขึ้นกว่าการทำมุมน้อยกว่า 90 องศา ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการยืนตัดทางใบ

ตารางที่ 3.4 ลักษณะขั้นตอนการตัดทางใบ

ขั้นตอน	รูปประกอบ	คำอธิบาย
1. วางใบเคียวบนทางใบ		การวางใบเคียวบนทางใบ เพื่อทำการเล็งและเตรียมพร้อมที่จะตัดตรงตำแหน่งที่ต้องการ

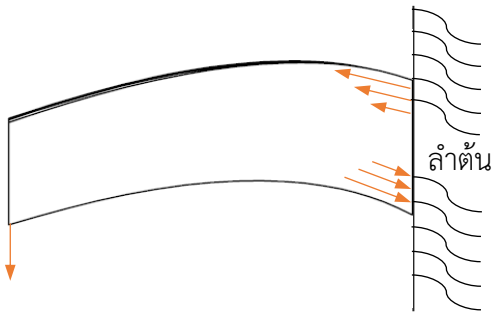
ตารางที่ 3.4 ลักษณะขั้นตอนการตัดทางใบ (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปประกอบ	คำอธิบาย
2. ดันเคียวเพื่อเตรียมตัด		การดันเคียวไปข้างหน้าเพื่อเตรียมตัด ระยะการดันเคียวขึ้นเพื่อทำการตัดในครั้งแรก 10 ± 5 เซนติเมตร ทั้งนี้ทางใบจะสัมผัสกับคมเคียวเท่านั้น ไม่สัมผัสส่วนของท่อด้าม
3. ตัดลงทางใบ		หลังจากที่ดันเคียวไปข้างหน้าเพื่อเตรียมตัด ทำการดึงหรือกระตุกด้ามเคียวกลับเพื่อให้คมเคียวตัดเฉือนลงบนทางใบ ดังแสดงในรูปคมเคียวจะตัดลงมุมหนึ่งของขอบทางใบก่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่สัมผัสคมเคียวก่อน
4. การตัดซ้ำ (ในกรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียว)		ผู้ตัดจะต้องออกแรงดันเคียวให้พ้นจากรอยตัดเดิม และทำการตัดอีกครั้ง
5. การขาดของทางใบ		เมื่อทำการตัดซ้ำจนขาด ทางใบขาดและตกสู่โคนต้น คนงานจะต้องระวังเพื่อไม่ให้ทางใบหล่นใส่ และเก็บทางใบมากองระหว่างร่องหรือเก็บเป็นระเบียบตามแบบที่วางไว้

ทางใบปาล์มจะมีโคนใบติดกับลำต้นและทางใบยาวยื่นออกมา โดยทางใบที่ตัดแต่งออกคือทางใบที่เหลือนับจากทะลายล่างสุด ทางใบที่ตัดแต่งออกจะมีลักษณะปลายทางโน้มลงดังแสดงในรูปที่ 3.3 ทำให้เกิดแรงเค้นที่โคนทางใบแรงมี 2 ประเภทคือ แรงดึงที่เกิดขึ้นบริเวณผิวส่วนบนของโคนทางใบ และแรงกดที่เกิดขึ้นบริเวณผิวผิวล่างของโคนทางใบดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.3 ลักษณะทางใบที่ต้องตัดแต่งออก

แนวแรงที่โคนทางใบส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตัด ได้แก่ เมื่อตัดไม่ขาดในครั้งเดียวจะเกิดการหนีบใบเคียว ทำให้ต้องใช้แรงเพื่อดันเคียวออกเพื่อตัดซ้ำ



รูปที่ 3.4 แนวแรงที่เกิดขึ้นบริเวณโคนทางใบ

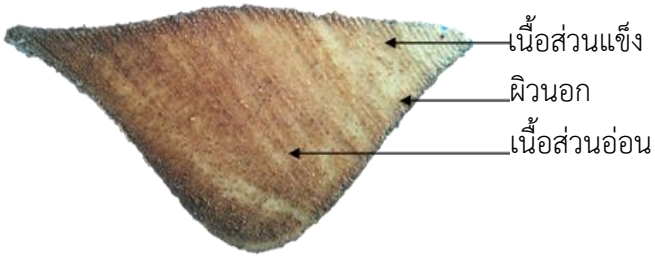
ปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อการหนีบของเคียว คือ ลักษณะการตัดเฉือนลงทางใบในจังหวะแรก ที่ใบเคียวตัดลงทางใบจากมุมได้มุมหนึ่งเพียงด้านเดียว เมื่อเคียวยังอยู่ในทางใบทำให้เกิดการหนีบได้ง่าย หากส่วนปลายเคียวขนานกับผิวด้านบนทางใบ การตัดจังหวะแรกใบเคียวจะตัดลงผิวด้านบนทั้งหมด การดันเคียวกลับกรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียวจะทำได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้อาจจะทำให้แรงหรือจำนวนครั้งในการตัดต่างกัน

3.2.2.3. ลักษณะทางใบปาล์มจากการตัด

การเว้นความยาวทางใบจากการตัดที่เหมาะสมคือ การตัดให้โคนทางใบเหลือสั้นที่สุด จะทำให้การตัดซ่อทลายหรือการตัดทางทางใบชั้นบนทำได้สะดวก ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งเว้นโคนทางใบประมาณ 20-30 เซนติเมตร การตัดทางใบนั้นหากตัดไม่ขาดในครั้งเดียวก็จะต้องทำการตัดใหม่ เช่น ตัวอย่างที่ปรากฏร่องรอยการตัดดังแสดงในรูปที่ 3.6 ที่มีจำนวนการตัด 2 ครั้ง ลักษณะโครงสร้างของทางใบบริเวณโคนใบนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนเปลือก เนื้อส่วนแข็งและเนื้อส่วนอ่อน ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.5 ลักษณะการระยะเว้นโคนทางใบ

รูปที่ 3.6 รอยจากการตัด



รูปที่ 3.7 องค์ประกอบทางใบปาล์มบริเวณโคนใบ (หน้าตัดฉาก)

3.2.2.4. การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น

การตัดแต่งทางใบปาล์มหรือเก็บเกี่ยวเสร็จต้นหนึ่ง คนตัดต้องนำเคียวไปอีกต้นเพื่อทำการตัดต้นต่อไป การถือเคียวเพื่อเคลื่อนย้ายโดยปกติมี 3 ลักษณะ แต่ละลักษณะมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.5 โดยการออกแบบสถานีงานหรืออุปกรณ์ที่ดีสำหรับการเคลื่อนย้ายเคียวคือ การเคลื่อนย้ายเคียวในลักษณะที่เคียวอยู่ในแนวตั้ง และสามารถสอดใบเคียวเข้าในตำแหน่งที่ต้องการตัดได้แม่นยำและสะดวก

ตารางที่ 3.5 ลักษณะการเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น

ลักษณะ	รูปประกอบ	คำอธิบาย
1. ถือในแนวตั้ง		ข้อดีคือ เคียวที่อยู่ในแนวตั้งสามารถสอดใบเคียวเข้าส่วนที่จะตัดต่อไปได้เลย เนื่องจากอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันอยู่แล้ว แต่การสอดยังคงต้องใช้ความชำนาญเมื่อต้นปาล์มมีความสูงมากขึ้น
2. ถือในแนวนอน		ข้อดีคือ การรับน้ำหนักในขณะที่แขนและมืออยู่ในแนวเดียวกันและขนานกับลำตัว ทำให้ความเสี่ยงในการบาดเจ็บกล้ามเนื้อและกระดูกมีน้อย แต่ต้องออกแรงยกเคียวขึ้นในแนวตั้งอีกครั้งเมื่อจะทำการตัด

ตารางที่ 3.5 ลักษณะการเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น (ต่อ)

ลักษณะ	รูปประกอบ	คำอธิบาย
3. แบกบนบ่า		การแบกบนบ่ามีข้อดีคือ บ่าสามารถรับน้ำหนักได้ดี แต่ความแข็งของเคียวอาจทำให้กล้ามเนื้อบ่าบาดเจ็บได้ อีกทั้งยังต้องยกเคียวขึ้นใหม่เพื่อทำการตัดต้นต่อไป

3.2.2.5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายชองอุปกรณ์

จากการวิเคราะห์จากแบบสอบถาม เกษตรกรกล่าวว่า ใบเคียวจะส่งผลมากต่อความสามารถในการตัด โดยปัจจัยของมุมคมส่งผลมากที่สุด รองลงมาคือ องศาปลายเคียว ในขณะที่ด้ามเคียวส่งผลมากทั้งต่อความสามารถในการตัดและความสะดวกสบาย โดยปัจจัยที่ส่งผลมาก ได้แก่ ความยาวของด้ามเคียว น้ำหนักรวมของเคียว รูปร่างบริเวณที่จับ และความแข็งแรง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.6

3.2.3 สรุปและอภิปรายผล

จากการสำรวจพบปัญหาต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ การยึดใบเคียวเข้ากับท่อด้ามที่ต้องมีความแน่น ไม่สั่นคลอน และใบเคียวอยู่ศูนย์กลางท่อด้ามเพื่อความสมดุลในขณะการออกแรงตัด ขั้นตอนในการวางเคียวเพื่อเตรียมการตัดที่ต้องออกแบบให้การตัดจังหวะแรกตัดขอบบนของทางใบทั้งหมดในส่วนที่เป็นเนื้อแข็ง เพื่อให้ทางใบโน้มลงเพื่อลดโอกาสการติดขัดของใบเคียว ในการเคลื่อนย้ายเคียวพบว่าการถือเคียวในแนวดิ่งจะทำการออกแรงทำงานน้อยที่สุด เนื่องจากไม่ต้องออกแรงและลดเวลาในการยกเคียวขึ้นใหม่เมื่อจะทำการตัดต้นต่อไป อย่างไรตามการถือเคียวในแนวดิ่งยังมีการเบี่ยงเบนของข้อมือ และการสอดเคียวในต้นต่อไปยังทำได้ไม่สะดวกเมื่อต้นปาล์มมีความสูงมากขึ้น จากการสัมภาษณ์ปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นข้อพิจารณาร่วม เกษตรกรส่วนใหญ่กล่าวว่ามุมคม องศาปลายเคียว ความยาวของด้ามเคียว น้ำหนักรวมของเคียว รูปร่างบริเวณที่จับ และความแข็งแรง ส่งผลต่อความสามารถในการตัดและความสะดวกสบายในการใช้งาน

ตารางที่ 3.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายของอุปกรณ์

ส่วนของอุปกรณ์	ปัจจัยในอุปกรณ์	ค่าเฉลี่ยระดับความสามารถ	ค่าเฉลี่ยความสะดวกสบาย	**รวม**
1. ใบเคียว	- วัสดุ	3.58	2.40	**5.98**
	- มุมคม	4.65	2.58	**7.23**
	- ขนาด	3.65	2.98	**6.63**
	- ความโค้ง	4.35	3.98	**8.33**
	- ความแข็งแรง	4.30	2.80	**7.10**
	รวม	**4.11**	**2.95**	
2. ด้ามจับ	- วัสดุ	2.95	2.78	**5.73**
	- น้ำหนัก	3.78	4.13	**7.90**
	- ความยาว	4.20	4.33	**8.53**
	- รูปร่าง ขนาด	3.65	4.08	**7.73**
	- ความแข็งแรง	3.70	3.55	**7.25**
	รวม	**3.66**	**3.77**	

บทที่ 4
การออกแบบและประเมินผล

4.1. การออกแบบ

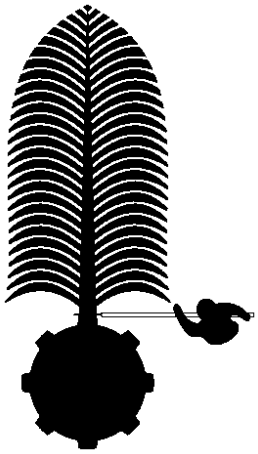
จากการสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน พบว่า ปัญหามีทั้งจากวิธีการในกระบวนการตัด และปัญหาจากการออกแบบอุปกรณ์ โดยปัญหาต่างๆ ได้มีการวิเคราะห์เพื่อออกแบบและเพื่อทดลองศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ได้วิธีการทำงานและการออกแบบอุปกรณ์ที่เหมาะสม ดังนี้

4.1.1. การออกแบบวิธีการทำงาน

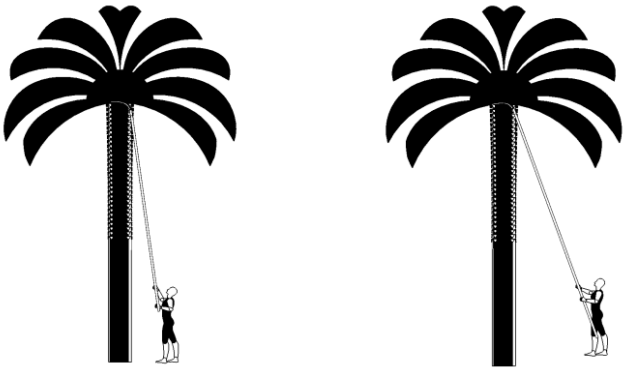
การสำรวจวิธีการทำงานด้านสถานีงาน พบปัญหาหลัก ได้แก่ ความสูงของต้นปาล์มน้ำมันที่ทำให้การเล็งในตำแหน่งที่ตัดทำได้ยาก ประกอบกับทางใบที่มีความแข็ง ซึ่งต้องออกแรงในการตัดมาก ทำให้การทำงานค่อนข้างลำบาก เกษตรกรต้องมีความชำนาญพอสมควร จากข้อแนะนำส่วนใหญ่ของเกษตรกรสำหรับการตัดที่ง่ายในด้านวิธีการทำงาน คือ การยืนตำแหน่งที่เหมาะสมและการวางใบเคียวบนตำแหน่งการตัดที่ดี

ตำแหน่งการยืน มีลักษณะที่ประกอบด้วยมุม 2 มุม ได้แก่ มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม กับมุมระหว่างต้นปาล์มกับท่อด้าม เมื่อพิจารณาตำแหน่งการยืนจากภาพมุมบน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 นั่นคือ มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม เกษตรกรนิยมยืนทำมุมกับทางใบเท่ากับ 90° หรือมากกว่าเล็กน้อยกับทางใบ เนื่องจากจะตัดง่ายกว่ามุมตัดที่น้อยว่า 90° ให้ความรู้สึกว่าออกแรงน้อย และเกิดการติดขัดของใบเคียวกับทางใบน้อยกว่า แต่การทำมุมจะไม่มากจนด้ามเคียวไปสัมผัสกับลำต้นจนเกิดการกีดขวางในขณะทำการตัด สำหรับมุมระหว่างท่อด้ามกับลำต้นปาล์ม เกิดจากระยะการยืนระยะห่างจากลำต้นและความยาวของท่อด้าม จากการสำรวจ พบว่าความยาวของท่อด้ามส่งผลมากต่อความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการทำงาน ทั้งนี้ลักษณะที่ทำให้เกิดปัญหาคือ การใช้ด้ามเคียวที่สั้นเกินไป เมื่อตั้งใบเคียวบนจุดที่จะตัดแล้ว ไม่สามารถยืนระยะถอยออกมาได้ ทำให้ยืนชิดต้นมากเกินไป และต้องจับเคียวในลักษณะที่ต้องชูมือขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (ก) ซึ่งลักษณะการจับแบบนี้ทำให้ประสิทธิภาพของการออกแรงลดลง อีกทั้งการยืนระยะประชิดมีโอกาสที่เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่า เช่น จากการสำรวจด้านการเกิดอุบัติเหตุ เกษตรกรร้อยละ 32.5 เคยโดนทางใบหล่นใส่ ร้อยละ 12.5 มีการลื่นล้มจากการหลบหลีกทางใบ เป็นต้น การยืนในระยะที่ปลอดภัยนั้นต้องมีการถือเคียวในลักษณะที่กระชับ และยืนในระยะที่สามารถสังเกตุการณ์ได้ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (ข) สามารถลดอุบัติเหตุได้

การวางใบเคียวบนตำแหน่งการตัดที่ดี คือ ตำแหน่งที่สามารถทำให้จังหวะแรกของการตัดสามารถตัดขอบบนของทางใบได้ทั้งหมด (ผิวนอกและเนื้อส่วนแข็ง) เพราะหากขอบบนของทางใบขาดหมดจะทำให้ทางใบโน้มลงตามน้ำหนักและแรงโน้มถ่วง สามารถลดโอกาสการหนีบใบเคียวได้ โดยมีเทคนิคหรือข้อสังเกตุสำหรับคนตัดคือ การตั้งคมเคียวส่วนกลางให้สัมผัสกับมุมทางใบด้านหนึ่งก่อน (จุดสัมผัสที่ 1) แล้วเดินถอยออกเพื่อทำมุมให้คมเคียวส่วนปลายสัมผัสกับมุมทางใบด้านหนึ่ง (จุดสัมผัสที่ 2) ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และตัดโดยดันเคียวขึ้นด้านบนในแนวขนานกับท่าเตรียม ในระยะ 15-25 เซนติเมตร แล้วจึงทำการตัด คมเคียวจะตัดลงขอบบนทั้งหมดของทางใบ ทำให้การดันเคียวกลับเพื่อตัดใหม่ในกรณีที่ตัดไม่ขาดในครั้งเดียวทำได้ง่ายขึ้น

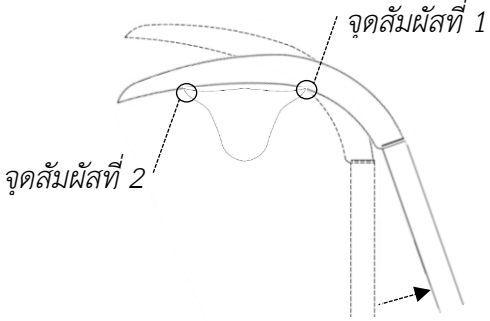


รูปที่ 4.1 มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม



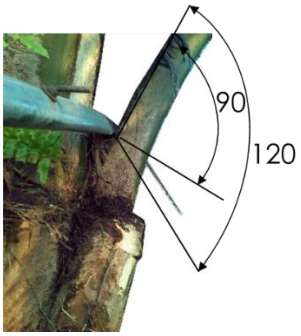
(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 การใช้ด้ามจับที่สั้นเกินไป (ก) และการใช้ด้ามจับที่ความยาวเพียงพอ (ข)



รูปที่ 4.3 ลักษณะการวางใบเคียวและจุดสัมผัสคมเคียวบนทางใบเพื่อเตรียมการตัด

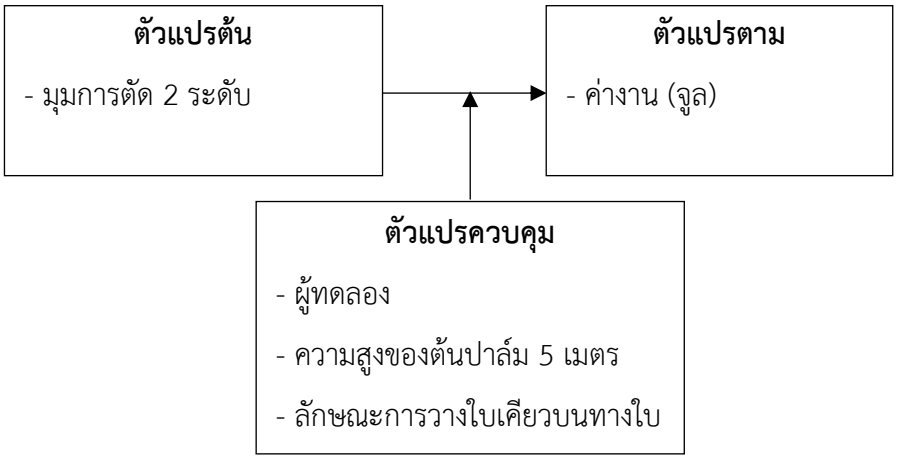
นอกจากการวางตำแหน่งเคียว ยังมีมุมของหน้าตัดทางใบที่เกิดจากการตัด ทั้งนี้มุมหน้าตัดต่างกัน ทำให้ขนาดพื้นที่ของรอยตัดต่างกันด้วย และอาจจะส่งผลต่อแรงในการตัด ในส่วนวิธีการทำงานจึงสนใจศึกษาทดลองมุมของการตัดเพิ่มเติม



รูปที่ 4.4 มุมหน้าตัดทางใบ

4.1.1.1 การทดลองมุมการตัดของหน้าตัดทางใบ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อหามุมตัดของทางใบที่เหมาะสมที่ทำให้การออกแรงและค่างานในการตัดที่น้อยกว่า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสถานีงาน การทดลองนี้มีตัวแปรต้น 1 ตัวแปร คือ มุมการตัด 2 ระดับ (90 และ 120 องศา) ตัวแปรตาม คือ ค่างานที่ใช้ในการตัด โดยมีตัวแปรควบคุมคือ ใช้ผู้ทดลองเพียงคนเดียวที่มีประสบการณ์ตัดทางใบอย่างน้อย 1 ปี ความสูงของต้นปาล์ม 5 เมตร ทุกเงื่อนไขการทดลองใช้ต้นปาล์มต้นเดียวและทางใบในรอบเดียวกัน



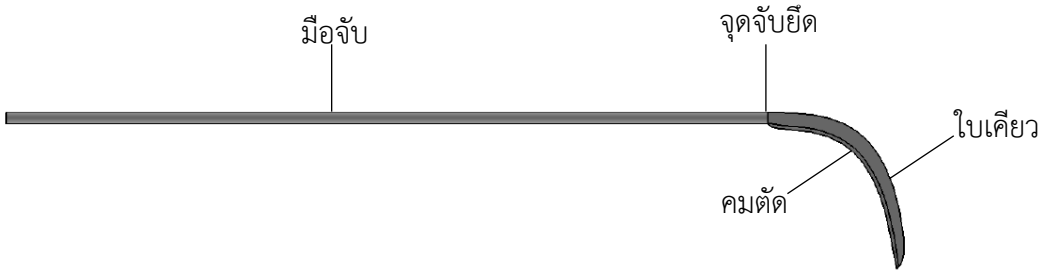
รูปที่ 4.5 กรอบแนวคิดการทดลอง

1) ประชากรและตัวอย่าง

การทดลองใช้ผู้ทดลองคนเดียวที่มีประสบการณ์การตัดทางใบปาล์มมากกว่า 1 ปี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการทำงาน แต่ละเงื่อนไขทดลองกับทางใบในต้นเดียวกันที่ระดับความสูงเดียวกัน โดยกำหนดความสูงของต้นปาล์มที่ 5 เมตรหรืออายุประมาณ 10 ปี

2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

เคียวตัดปาล์ม ใช้เคียวแบบเดิมที่ใช้งานทั่วไปโดยมีลักษณะส่วนประกอบคือ ด้ามจับเป็นท่ออลูมิเนียมลักษณะกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาว 5 เมตร ยึดกับใบเคียวที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ลักษณะเคียวในการทดลอง

3) การวัดค่างาน (จูล)

จูล เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาณงานที่ทำ หรือพลังงานที่ต้องการออกแรงจำนวน 1 นิวตัน เป็นระยะทาง 1 เมตร หรืออาจเรียกปริมาณงานที่ได้อีกอย่างหนึ่งว่า นิวตัน-เมตร งานจะมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรง (F) และขนาดของระยะทาง (S) ดังสมการที่ 4.1

$$W = F \times S \qquad \text{(สมการที่ 4.1)}$$

เมื่อ W คือ งาน วัดในหน่วยจูล (J) ตามระบบเอสไอ

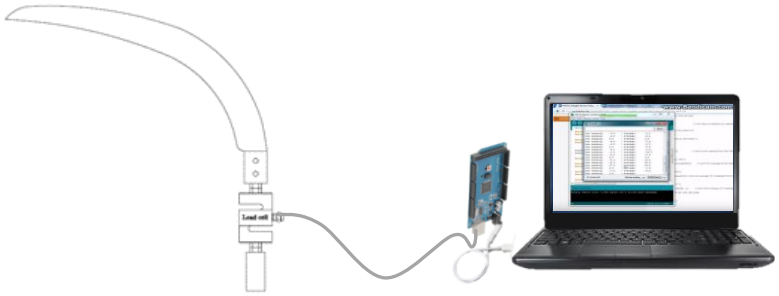
F คือ แรง วัดในหน่วยนิวตัน (N)

S คือ ระยะทาง วัดในหน่วยเมตร (m)

หมายเหตุ: แรง (F) จะต้องเป็นแรงที่มีค่าคงตัว และระยะการเคลื่อนที่ (S) ต้องเป็นระยะที่อยู่ในแนวเดียวกับแรง (F) เท่านั้นจึงจะหางานตามสมการข้างต้นนี้ได้

- การวัดค่าแรง (F)

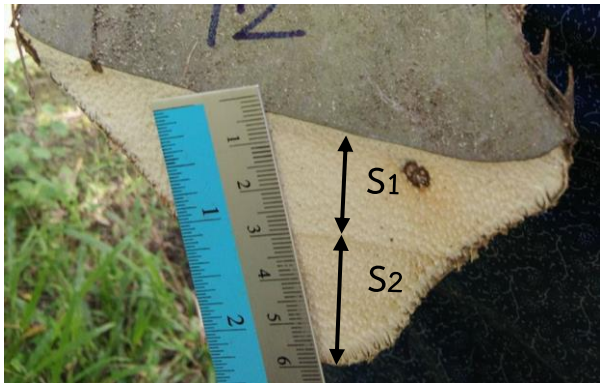
การวัดค่าแรงใช้โหลดเซลล์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แปลงค่าของแรงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อหาค่าของแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งของการตัดทางใบ ในการทดลองนี้ได้ใช้โหลดเซลล์แบบ S-Beam ซึ่งใช้สำหรับวัดแรงดึง ต่อเข้าระหว่างใบเคียวกับด้ามดังแสดงในรูปที่ 4.7 ต่อสายสัญญาณเข้าแผงวงจร และต่อสาย USB เข้าสู่คอมพิวเตอร์ซึ่งมีโปรแกรมบันทึกค่าแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)



รูปที่ 4.7 การติดตั้งโหลดเซลล์วัดแรง

- การวัดระยะทางการเคลื่อนที่ (S)

ระยะทางการเคลื่อนที่ คือ ระยะการเคลื่อนที่ตามแนวของการตัด ซึ่งการตัดแต่ละครั้งจะเกิดรอยในการตัดซึ่งสามารถวัดค่าได้ และนำหน่วยที่ได้มาแปลงเป็นหน่วยเมตร (m) เพื่อนำไปหาค่างาน ระยะทางการเคลื่อนที่ของรอยตัดดังแสดงในรูปที่ 4.8



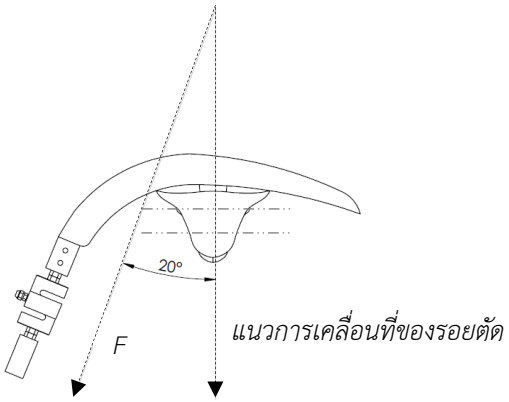
รูปที่ 4.8 ระยะการเคลื่อนที่ของรอยตัดแต่ละครั้ง

- การวัดค่างาน (จูล)

การใช้สมการที่ 4.1 เพื่อหาค่างานได้ ระยะแนวตัดต้องอยู่ในแนวเดียวกับแรง (F) เท่านั้น จากการตัดทางใบ แนวแรงในการตัดแสดงในรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นการทำมุมของแนวการเคลื่อนที่และแนวแรง 20° ดังนั้นการหาค่างานจึงมีขนาดของมุมเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่างานจึงคำนวณได้จากสมการที่ 4.2

$$W = F \times (S \cos 20) \qquad \text{(สมการที่ 4.2)}$$

ค่างานจากการตัดทางใบ คิดโดยการนำค่าแรงจากการตัดครั้งนั้นและระยะรอยตัดจากครั้งนั้น เพื่อแทนค่าในสมการที่ 4.2 ตัวอย่าง เช่น การตัดทางใบหนึ่งทาง มีจำนวนการตัด 3 ครั้ง ต้องเอาระยะทางการเคลื่อนที่ของแนวตัด และแรงแต่ละครั้งการตัดไปคำนวณค่างานในแต่ละครั้ง และนำค่างานทั้ง 3 ครั้งมารวมกัน คิดเป็นค่างานที่ใช้ในการตัดทางใบนั้นๆ



รูปที่ 4.9 แนวแรงและแนวการเคลื่อนที่ของรอยตัด

4) การออกแบบการทดลอง

การทดลองทำโดยการสุ่ม และทำซ้ำ 9 ครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูล และมีลำดับการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การออกแบบการทดลองมุมการตัด

ลำดับ	ต้นที่ (Blocks)	มุม
1	1	120
2	1	90
3	2	90
4	2	120
5	3	120
6	3	90
7	4	90
8	4	120
9	5	90

ลำดับ	ต้นที่ (Blocks)	มุม
10	5	120
11	6	120
12	6	90
13	7	90
14	7	120
15	8	120
16	8	90
17	9	90
18	9	120

5) ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

ก. ข้อกำหนดของการทดลอง

1) Error Type I (Alpha) = 0.05

2) Factor A = การทำมุมระหว่างปลายเคียวกับทางใบ

ข. สมมติฐานในการทดลอง

$H_0 : \tau_1 = \tau_2$ ค่างานของการตัดทั้ง 2 มุมไม่แตกต่างกัน

$H_1 : \tau_1 \neq \tau_2$ ค่างานของการตัดทั้ง 2 มุมแตกต่างกัน

ค. การทดสอบสมมุติฐาน

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์ค่างานในการตัดดังแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาค่า P-value = 0.032 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า Alpha = 0.05 ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของมุมการตัด (cutting angle) ส่งผลให้ค่างานในการตัดมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.2 ตาราง ANOVA

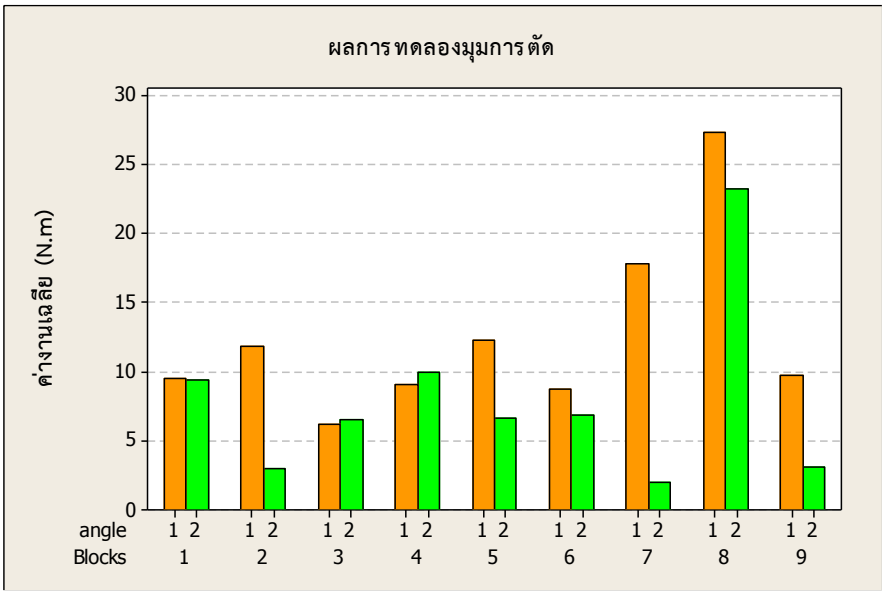
Source	DF	SS	MS	F	P
angle	1	97.485	97.4853	6.76	0.032
Blocks	8	545.799	68.2249		
Error	8	115.398	14.4247		
Total	17	758.682			

เมื่อพิจารณาค่างานในการตัดทางใบของทั้ง 2 มุม ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าจากการทดลองมุม 120° ใช้ค่างานเฉลี่ย 12.53 จูลต่อหนึ่งทางใบ ขณะที่มุม 90° ใช้ค่างานเฉลี่ยแค่ 7.87 จูลต่อหนึ่งทางใบ

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยแต่ละมุมการตัด

มุม	ค่างานเฉลี่ย (N.m.)	SD	Minimum	Maximum
120	12.53	6.44	6.20	27.38
90	7.87	6.42	2.00	23.29

เมื่อพิจารณาค่างานเฉลี่ยในแต่ละครั้งของมุม 120° และ 90° พบว่า มี 7 ซ้ำการทดลองที่มุม 90° ใช้ค่างานที่น้อยกว่า มีเพียง 2 ซ้ำ ที่ค่างานของ 90° มากกว่า 120° เล็กน้อย อย่างไรก็ตามจากเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย พบว่า ค่างานจากการตัดที่มุม 90° ใช้ค่างานที่น้อยกว่า 120° ถึง 37.2 % ผลสรุปการทดลองนี้คือ มุมการตัดที่ 90° เป็นมุมการตัดที่ใช้ค่างานน้อยกว่าในการตัด ซึ่งหมายถึงการออกแรงในการตัดที่น้อยกว่านั่นเอง



1 คือ มุม 120°
2 คือ มุม 90°

รูปที่ 4.10 ค่างานเฉลี่ยในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

4.1.2. การออกแบบอุปกรณ์

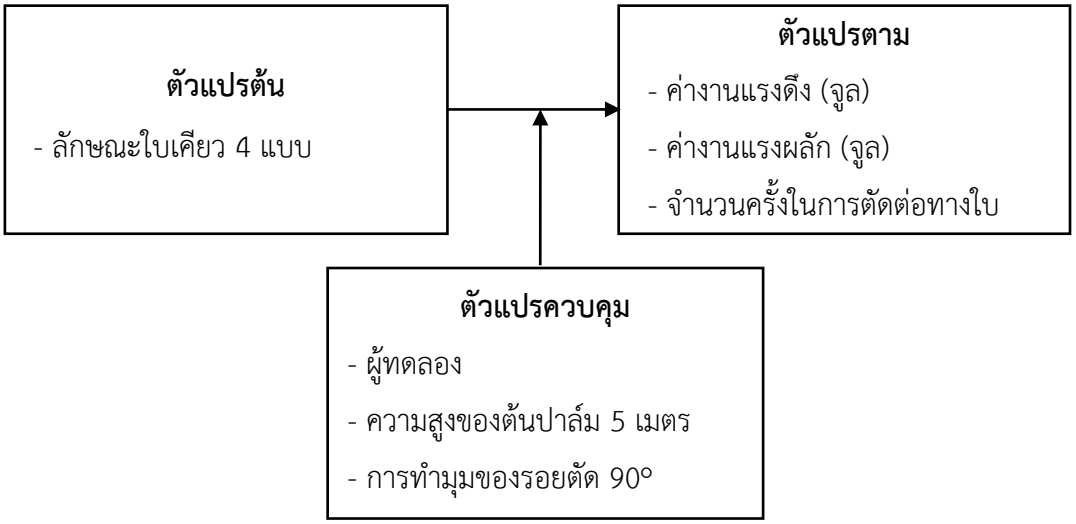
จากการสำรวจลักษณะเคียวตัด ได้แบ่งส่วนประกอบออกเป็น 3 ส่วน คือ ใบเคียว ตัวจับยึด และด้ามจับ สำหรับการออกแบบลักษณะที่ควรจะเป็น และลักษณะที่ต้องศึกษาทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปลักษณะหรือรูปแบบที่ดีที่สุด ดังนี้

4.1.2.1. การออกแบบใบเคียว

จากการสำรวจความคิดเห็นจากเกษตรกร เกษตรกรส่วนใหญ่กล่าวว่าความคม และองศาการเงยของปลายเคียว มีผลต่อความสามารถในการตัด และจากการสำรวจความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกและปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงาน พบว่าความผิดปกติบริเวณมือ มีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งการตัดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ จำนวนครั้งการตัดน้อย (≤ 3

ครั้ง) จะพบความผิดปกติของมือน้อยกว่าจำนวนครั้งการตัดมาก (≥ 4 ครั้ง) อีกทั้งสาเหตุส่วนหนึ่งของความผิดปกติคือ การออกแรงมากในการตัดทางใบ

การกำหนดลักษณะของใบเคียว ได้กำหนดรูปร่างใบเคียวมีองศาการเงย 20 องศา และความยาวใบเคียวส่วนบนยาวกว่าความกว้างของหน้าตัดทางใบ สำหรับการทดลองลักษณะใบเคียว ได้เลือกความคม ซึ่งเกษตรกรกล่าวว่ามีผลต่อความสามารถในการตัด ทั้งนี้อาจจะส่งผลต่อแรงที่ใช้ทั้งแรงดึงตัด แรงผลักเมื่อเคียวติดขัด และจำนวนครั้งในการตัด โดยเลือกส่วนหน้าตัดคมเคียวในการออกแบบการทดลอง เพื่อเลือกลักษณะหน้าตัดคมเคียวที่ให้แรงในการตัด และจำนวนครั้งในการตัดน้อยที่สุด การทดลองนี้มีตัวแปรต้นคือ ลักษณะใบเคียวที่ออกแบบ ตัวแปรตามคือ ค่างานที่ใช้ในการตัดทางใบ โดยมีตัวแปรควบคุมคือ ผู้ทดลองชายคนเดียว และมีประสบการณ์การตัดทางใบอย่างน้อย 1 ปี ความสูงของต้นปาล์ม 5 เมตร ทุกเงื่อนไขการทดลองใช้ต้นปาล์มต้นเดียวและทางใบในรอบหรือระดับเดียวกัน

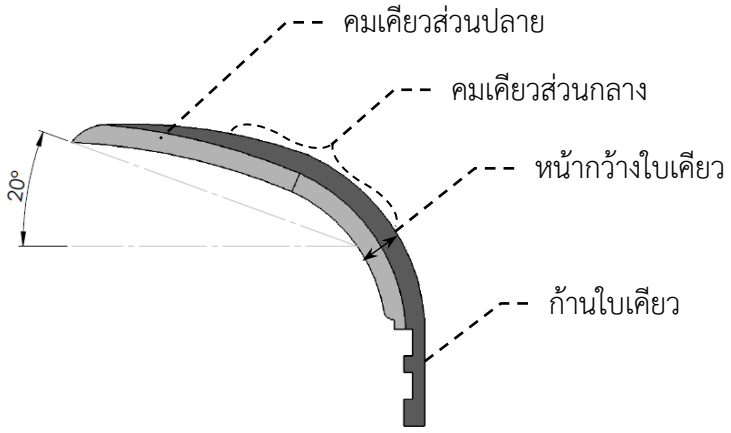


รูปที่ 4.11 กรอบแนวคิดการทดลอง

1) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ใบเคียว 4 รูปแบบ ได้แก่ ใบเคียวรูปแบบที่ใช้ในปัจจุบัน (แบบที่ 1), ใบเคียวรูปแบบบาง (แบบที่ 2), ใบเคียวรูปแบบสันหลบมุม (แบบที่ 3) และใบเคียวรูปแบบบางสันหลบมุม (แบบที่ 4) เพื่อทดลองและวิเคราะห์หารูปแบบใบเคียวที่ใช้ค่างานในการตัดน้อยที่สุด ใบเคียวทั้ง 4 รูปแบบ มีลักษณะรูปแบบความโค้ง องศาการเงย และขนาดหน้ากว้างใบเคียวเท่ากัน โดยการ

ออกแบบลักษณะเคียวมีส่วนที่แตกต่างกันคือ รูปแบบของหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ซึ่งเป็นส่วนที่ตัดผ่านทางใบโดยตรง โดยใบเคียวที่ออกแบบมีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.12 ลักษณะใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง

2) การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองทำโดยการสุ่ม และทำซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูล โดยมีลำดับการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5 การประมวลผลทำโดยการนำค่าแรงที่ได้จากการอ่านค่ามาแปลงเป็นค่างาน เพื่อเปรียบเทียบระดับของปัจจัยว่ามีผลต่างกันหรือไม่ โดยค่างาน (จูล) คิดจากค่าแรงที่ใช้ในแต่ละครั้ง (นิวตัน) x ระยะทางความยาวแนวตัด (เมตร) ตามสมการที่ 4.2 การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลมีข้อกำหนดดังนี้

- ข้อกำหนดของการทดลอง

1) Error Type I (Alpha) = 0.05

2) Factor A = รูปแบบใบเคียว

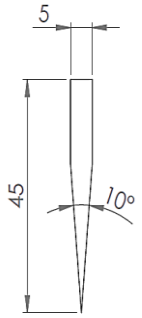
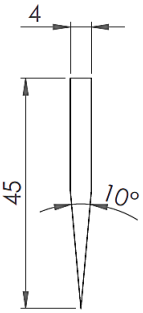
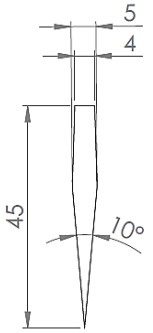
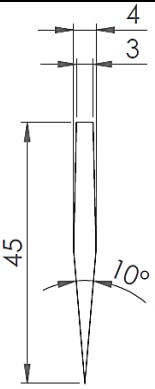
- สมมติฐานในการทดลอง

สมมติฐานการทดลองคือ อิทธิพลของปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) มีผลต่อการใช้ค่างานแรงดึง ค่างานแรงผลัก และจำนวนครั้งในการตัด

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$ สำหรับทุกรูปแบบใบเคียวไม่แตกต่างกัน

$H_1 : at\ least\ one\ \tau_i \neq 0$ สำหรับบางรูปแบบใบเคียวแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 รูปแบบหน้าตัดคมเคียวส่วนกลางของใบเคียวในการทดลอง

แบบที่	หน้าตัดคมเคียว (หน่วย: มิลลิเมตร)	อธิบาย
1 (แบบเดิม)		ใบเคียวแบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน ขนาดหน้าตัดคมเคียวส่วนกลางหนา 5 มิลลิเมตร หน้ากว้าง 45 มิลิเมตร และมีมุมคม 10° ซึ่งเป็นเคียวแบบทั่วไปที่ใช้ในปัจจุบัน
2		ใบเคียวแบบบาง กำหนดความหนาลดลงจากเคียวแบบแรก เหลือ 4 มิลลิเมตร การออกแบบโดยลดขนาดความหนาของใบเคียว ได้ข้อมูลจากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ข้อมูลพบว่า อายุของใบเคียวมีผลต่อจำนวนครั้งในการตัด ซึ่งอายุของใบเคียวที่ผ่านการใช้งานมาก ส่งผลให้ใบเคียวมีความหนาลดลงเนื่องจากการลับ การออกแบบลักษณะนี้เพื่อศึกษาว่าความหนาของใบเคียวส่งผลหรือไม่
3		ใบเคียวแบบสันหลบมุม มีขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร เท่าแบบแรก ส่วนที่แตกต่างคือ สันเคียวมีลักษณะหลบมุมโดยบริเวณสันเคียวมีขนาด 4 มิลลิเมตร การออกแบบเคียวลักษณะนี้ ด้วยสมมติฐานการทดลองคือ สามารถลดแรงเสียดทานระหว่างการตัดและสามารถลดแรงในการดันเคียวกลับ (กรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียว) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่น
4		ใบเคียวแบบบางและมีสันหลบมุม มีขนาดความหนา 4 มิลลิเมตร โดยบริเวณสันเคียวมีขนาด 3 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.5 ลำดับการทดลองรูปแบบใบเคียว

ลำดับการทดลอง	ต้นที่ (Blocks)	รูปแบบใบเคียว
1	2	สันหลบมุม
2	2	แบบบาง
3	2	บางสันหลบมุม
4	2	แบบเดิม
5	1	บางสันหลบมุม
6	1	แบบบาง
7	1	แบบเดิม
8	1	สันหลบมุม
9	3	แบบบาง
10	3	แบบเดิม

ลำดับการทดลอง	ต้นที่ (Blocks)	รูปแบบใบเคียว
11	3	บางสันหลบมุม
12	3	สันหลบมุม
13	4	บางสันหลบมุม
14	4	แบบเดิม
15	4	สันหลบมุม
16	4	แบบบาง
17	5	แบบบาง
18	5	แบบเดิม
19	5	บางสันหลบมุม
20	5	สันหลบมุม

3) ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- ค่างานแรงดึงที่ใช้ในกระบวนการตัด

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์ค่างานแรงดึง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าค่า P–value = 0.026 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า Alpha (<0.05) ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) อย่างน้อย 1 คู่ ส่งผลให้ค่างานแรงดึงในการตัดมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

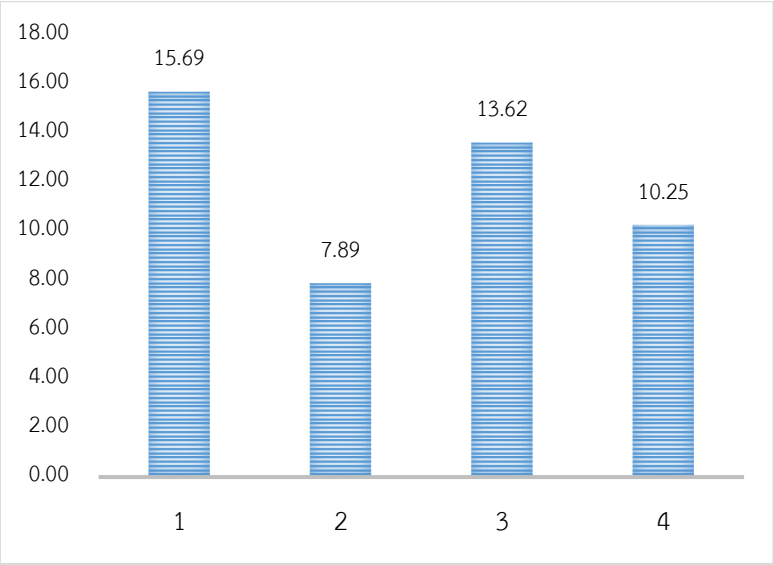
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยการเปรียบเทียบค่างานแรงดึงของใบเคียวแบบเดิมกับแบบเคียวแบบอื่นๆ โดยใช้ค่าของเคียวแบบที่ 1 (แบบเดิม) เป็นหลัก ค่างานของเคียวแบบเดิมเท่ากับ 15.69 ± 5.23 นิวตันเมตร จากการเปรียบเทียบได้ผล P-value ดังแสดงในตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า แบบที่ 1 (แบบเดิม) ใช้ค่างานแรงดึงแตกต่างจากแบบที่ 2 (แบบบาง) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแสดงให้เห็นว่า ใบเคียวแบบที่ 2 ใช้ค่างานแรงดึงในการตัดน้อยกว่าเคียวแบบเดิมถึง 49% อย่างไรก็ตาม ผลของแบบที่ 4 และแบบที่ 3 ออกแรงน้อยกว่าแบบที่ 1 เช่นกัน ซึ่งน้อยกว่าประมาณ 35% และ 15% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ตาราง ANOVA

Source	DF	SS	MS	F	P
Sickle type	3	180.303	60.1010	4.41	0.026
Blocks	4	335.209	83.8023		
Error	12	163.682	13.6401		
Total	19	679.194			

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่างานแรงดึงของแบบที่ 1 กับแต่ละแบบ (Paired t-test)

ชนิดใบเคียว	ผลต่างค่าเฉลี่ยกับแบบเดิม (N·m)	P-Value
แบบที่ 2	-7.795	0.0154
แบบที่ 3	-2.069	0.7118
แบบที่ 4	-5.434	0.0933



รูปที่ 4.13 ค่างานแรงดึงเฉลี่ยเฉลี่ยในการตัด (หน่วย: นิวตันเมตร)

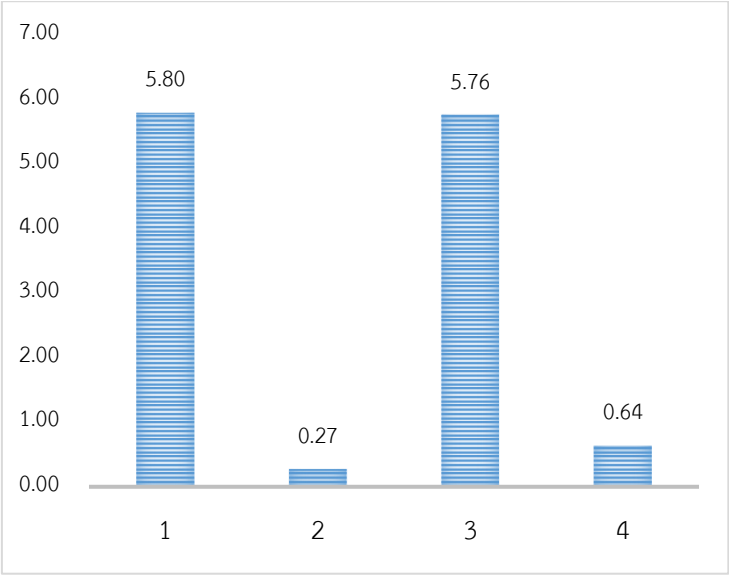
- ค่างานแรงผลักที่ใช้ในกระบวนการตัด

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์ค่างานแรงผลัก ดังแสดงในตารางที่ 4.8 แสดงค่า P-value = 0.022 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า Alpha (<0.05) ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) อย่างน้อย 1 คู่ ส่งผลให้ค่างานแรงผลักในการตัดมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.8 ตาราง ANOVA

Source	DF	SS	MS	F	P
Sickle type	3	142.106	47.3688	4.67	0.022
Blocks	4	135.128	33.7821		
Error	12	121.728	10.1440		
Total	19	398.962			

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยการเปรียบเทียบค่างานแรงผลักของใบเคียวแบบที่ 1 กับแบบอื่นๆ โดยใช้ค่าของเคียวแบบที่ 1 เป็นหลัก ค่างานแรงผลักของเคียวแบบที่ 1 เท่ากับ 5.80 ± 6.23 นิวตันเมตร จากการเปรียบเทียบได้ผล P-value ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เมื่อกำหนด Alpha = 0.05 แสดงให้เห็นว่า แบบที่ 1 ใช้ค่างานแรงผลักแตกต่างจากแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยแบบที่ 2 ใช้ค่างานแรงผลักน้อยกว่าแบบที่ 1



รูปที่ 4.14 ค่างานแรงผลักเฉลี่ยในการตัด (หน่วย: นิวตันเมตร)

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่างานแรงผลักของแบบที่ 1 กับแต่ละแบบ (Paired t-test)

ชนิดใบเคียว	ความต่างค่าเฉลี่ยกับแบบเดิม (นิวตันเมตร)	P-Value
แบบที่ 2	-5.525	0.0450
แบบที่ 3	-0.033	1.0000
แบบที่ 4	-5.158	0.0621

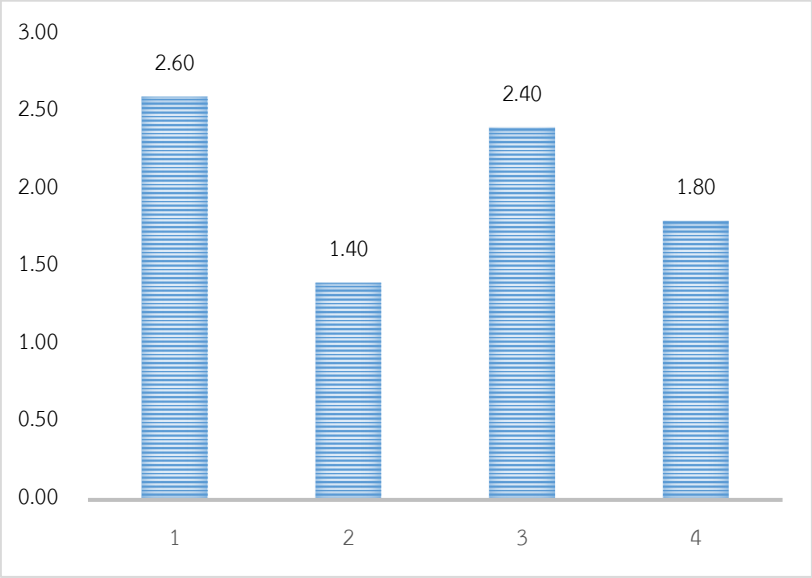
- จำนวนครั้งในการตัด

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์อิทธิพลของลักษณะใบเคียวต่อจำนวนครั้งเฉลี่ยในการตัด ดังแสดงในตารางที่ 4.10 แสดงค่า P-value = 0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า Alpha (<0.05) ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) ส่งผลให้จำนวนครั้งในการตัดมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.10 ตาราง ANOVA

Source	DF	SS	MS	F	P
Sickle type	3	4.55	1.51667	6.74	0.006
Blocks	4	3.70	0.92500	4.11	0.025
Error	12	2.70	0.22500		
Total	19	10.95			

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดยการเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัดต่อหนึ่งทางใบ ระหว่างใบเคียวแบบที่ 1 กับแบบเคียวแบบอื่นๆ โดยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแบบที่ 1 เท่ากับ 2.6 ± 0.548 ครั้งต่อทางใบ จากการเปรียบเทียบได้ผล P-value ดังแสดงในตารางที่ 4.11 เมื่อกำหนด Alpha = 0.05 แสดงให้เห็นว่า แบบที่ 1 (แบบเดิม) ใช้จำนวนครั้งในการตัด แตกต่างจากแบบที่ 2 และแบบที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และแสดงให้เห็นว่าแบบที่ 2 และแบบที่ 4 ใช้จำนวนครั้งในการตัดน้อยกว่า



รูปที่ 4.15 จำนวนครั้งเฉลี่ยในการตัด (หน่วย: ครั้ง/ทางใบ)

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัดของแบบที่ 1 กับแต่ละแบบ (Paired t-test)

แบบที่	ความต่างค่าเฉลี่ย กับแบบเดิม (ครั้งต่อทางใบ)	P-Value
แบบที่ 2	-1.200	0.004
แบบที่ 3	-0.200	0.844
แบบที่ 4	-0.800	0.050

4.1.2.2. การออกแบบจุดจับยึด

จากการสำรวจพบการจับยึดด้วยวิธีการหลายวิธี ได้แก่ การรัดด้วยสายยาง การเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อด้าม และการยึดด้วยสกรู โดยจากการสอบถามเกษตรกรสรุปได้ว่า การยึดใบเคียวกับท่อด้ามจะต้องยึดติดแน่น ไม่สั่นคลอน และใบเคียวอยู่ตรงกลางท่อด้าม เพื่อความสมดุลในขณะการออกแรงตัด และใบเคียวต้องถอดออกจากท่อด้ามได้ เพื่อความสะดวกในการลับคม การเคลื่อนย้าย และการเก็บรักษา ผู้วิจัยได้ออกแบบ 2 วิธีในการยึดใบเคียว ดังแสดงในรูปที่ 4.16 ได้แก่ (1) การเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อสั้นขนาดความยาว 20 เซนติเมตร ซึ่งท่อสั้นนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของท่อด้ามยาว จากนั้นประกอบใบเคียวกับท่อด้ามยาว โดยสอดท่อสั้นซึ่งมีใบเคียวติดอยู่เข้าท่อด้ามยาวแล้วจึงรัดด้วยแคลมป์ (2) การใช้ตัวล็อคบริเวณก้านใบเคียว โดยตัวล็อคนี้ถูกออกแบบให้สวมล็อคเข้ากับก้านใบเคียว ซึ่งตัวล็อคนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกเท่ากับเส้นผ่าน

ศูนย์กลางด้านในของท่อด้ามยาว จากนั้นประกอบใบเคียวกับท่อด้ามยาว โดยสอดตัวล็อคซึ่งมีใบเคียวติดอยู่เข้าท่อด้ามยาวแล้วจึงรัดด้วยแคลมป์ การออกแบบทั้งสองแบบมีข้อดีคือ ใบเคียวอยู่ศูนย์กลางท่อด้าม มีความแข็งแรงในการจับยึด และสามารถถอดประกอบได้เพื่อความสะดวก

(ก) (ข)

รูปที่ 4.16 รูปแบบการยึดใบเคียวโดยการเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อสั้น (ก) และแบบการใช้ตัวล็อคบริเวณก้านใบเคียว (ข)

4.1.2.3. การออกแบบด้ามจับ

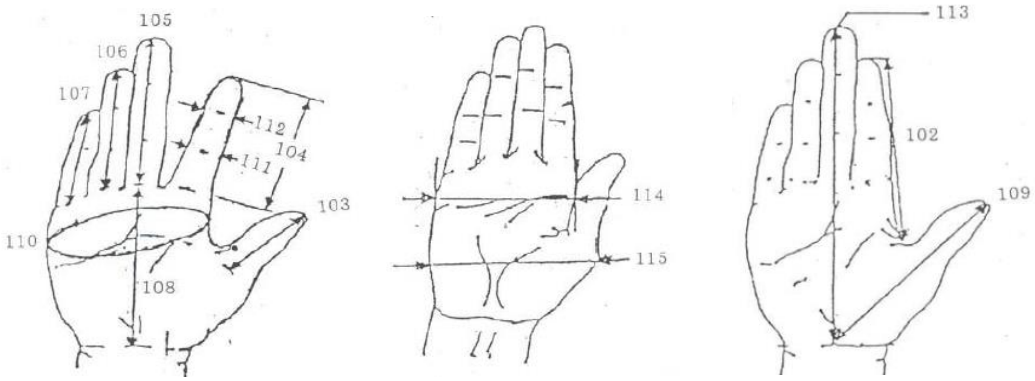
จากการสำรวจปัญหาด้านอุปกรณ์ในส่วนของด้ามจับ เกษตรกรกล่าวว่า น้ำหนัก และความยาว ส่งผลต่อความสะดวกสบายมาก การออกแบบลักษณะด้ามจับเบื้องต้น ออกแบบให้ใช้ท่อด้ามอะลูมิเนียมซึ่งมีน้ำหนักเบา แทนการใช้ท่อเหล็ก และไม้ไผ่ การออกแบบให้ความยาวของท่อด้ามสามารถปรับความยาวได้เพื่อให้ยืนระยะห่างจากโคนต้นเหมาะสม

สำหรับปัญหาอื่นๆ ที่เห็นได้ชัดคือ จำนวนครั้งการตัดที่มากกว่า 3 ครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่มักเกิดจากการตัดไม่ลงรอยตัดครั้งแรก เนื่องจากลักษณะของส่วนที่ใช้จับมีลักษณะเป็นท่อกลมยาว ทำให้เมื่อตัดครั้งแรกไม่ขาด การดันเคียวออกเพื่อตัดใหม่อาจทำให้มีการหมุนของท่อด้าม และทำให้ตำแหน่งการจับของมือเปลี่ยนไป จึงมีโอกาสที่การตัดครั้งต่อไปอาจพลาดจากรอยเดิมได้ง่าย อีกทั้งลักษณะการจับของมือที่มีการเบี่ยงและบิดหมุนของข้อมือ ดังแสดงในรูปที่ 4.17 ยังทำให้ประสิทธิภาพของการออกแรงน้อยลง

การออกแบบด้ามจับจึงออกแบบเพื่อแก้ปัญหาการเบี่ยงของข้อมือและลดการบิดหมุนขณะทำการตัด เพื่อเพิ่มความแม่นยำและการใช้แรงที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการออกแบบด้ามจับที่

สามารถสวมเข้ากับท่อด้าม ที่มีลักษณะเป็นที่จับยื่นออกจากท่อด้าม สามารถปรับตำแหน่งและล็อคให้ติดอยู่ได้ จากการออกแบบด้ามจับนั้นได้ออกแบบสำหรับมือจับบน ซึ่งเป็นมือที่ถนัดที่เกษตรกรใช้จับและเป็นมือที่ออกแรงมากกว่าในการทำงาน การกำหนดขนาดส่วนต่างๆ ของด้ามจับ กำหนดตามรายงานการสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 4 : พ.ศ. 2543 – 2544 ของชายไทยอายุ 17 - 49 ปี ขนาดส่วนสำคัญที่ใช้ในการออกแบบคือขนาดของมือ ดังแสดงในรูปที่ 4.18 และตารางที่ 4.12

รูปที่ 4.17 ท่าทางในการจับเคียว



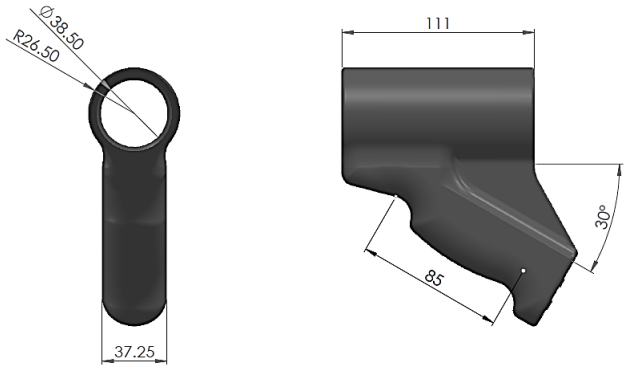
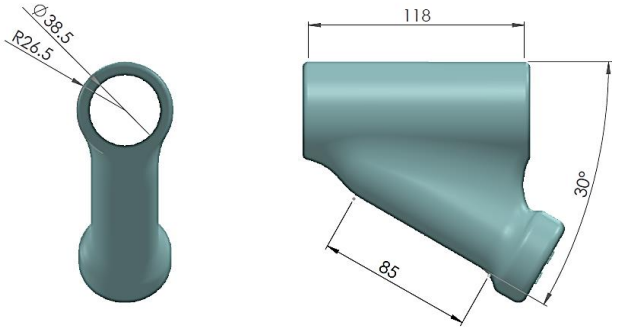
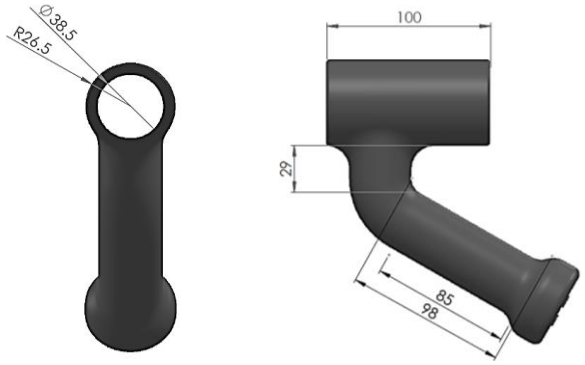
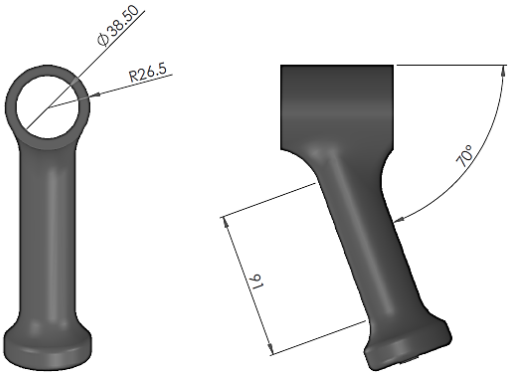
รูปที่ 4.18 รูปแบบการวัดขนาดส่วนต่างๆ ของมือ

ตารางที่ 4.12 ขนาดส่วนต่างๆ ของมือผู้ชายไทย

หมายเลขสัดส่วน	สัดส่วน	อายุ (ปี) โดยค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
		17-19	20-29	30-39	40-49
102	ระยะห่างปลายนิ้วชี้ – ง่ามนิ้วหัวแม่มือ	12.3	12.3	12.3	12.3
103	ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	7.1	7.1	7.2	7.2
104	ความยาวนิ้วชี้	7.6	7.6	7.6	7.6
105	ความยาวนิ้วกลาง	8.5	8.5	8.5	8.5
106	ความยาวนิ้วนาง	7.9	7.9	7.9	7.9
107	ความยาวนิ้วก้อย	6.3	6.3	6.3	6.3
108	ระยะโคนนิ้วกลาง – กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	11.2	11.2	11.2	11.2
109	ระยะห่างปลายนิ้วหัวแม่มือ – กึ่งโคนฝ่ามือ	14.7	14.7	14.7	14.7
110	ความยาวรอบฝ่ามือ	20.7	20.7	21.0	21.3
111	ความกว้างนิ้วชี้ (ข้อนิ้วที่ 2)	1.8	1.9	1.9	2.0
112	ความกว้างนิ้วชี้ (ข้อนิ้วที่ 3)	1.6	1.6	1.6	1.7
113	ความยาวฝ่ามือ	19.5	19.5	19.5	19.5
114	ความกว้างฝ่ามือ	8.3	8.6	8.4	8.4
115	ความกว้างมือ	9.8	9.7	9.8	9.8

ด้ามจับจากการออกแบบทั้งหมด 4 แบบ ถูกออกแบบให้มีรูกลมสำหรับสวมกับท่อด้ามอะลูมิเนียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.1 มิลลิเมตร โดยมีส่วนที่ใช้สำหรับจับยื่นออกมา แบ่งเป็น 2 ลักษณะการจับ คือ ลักษณะแบบจับครึ่งมือ (แบบที่1, 2) แนวแกนสำหรับการจับทำมุมกับแนวด้ามเคียว 30° ซึ่งเมื่อจับแล้วจะทำให้มือและข้อมืออยู่ในเดียวกัน ขนาดความยาวของด้ามกำหนดตามความยาวของฝ่ามือคือ 85 มิลลิเมตร ความต่างของแบบที่ 1 และแบบที่ 2 คือ แบบที่ 1 มีผิวจับออกแบบตามขนาดศูนย์กลางแต่ละนิ้ว แบบที่ 2 ด้านหน้าเป็นผิวโค้งตลอดด้าม สำหรับด้ามจับแบบจับเต็มมือหรือกำรอบ (แบบที่ 3, 4) ขนาดความยาวด้ามจับจะคำนึงถึงความกว้างมือ กล่าวคือ เมื่อจับแล้วส่วนข้อมือด้านหัวแม่มือจะไม่เสียดสีหรือกระแทกกับผิมด้ามจับเมื่อใช้งาน ขนาดความยาวผิวด้ามจับด้านหลัง 98 มิลลิเมตร แบบที่ 3 ทำมุม 30° แบบที่ 4 ทำมุม 70° การประกอบของเคียวที่ได้จากการออกแบบ ประกอบด้วยใบเคียว ตัวล็อคใบเคียว ท่อด้าม และด้ามจับจากการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.19

ตารางที่ 4.13 ต้นแบบด้ามจับสำหรับการทดลอง

แบบที่	รูปแบบ	ขนาด (หน่วย: มิลลิเมตร)
1		
2		
3		
4		

รูปที่ 4.19 ลักษณะการประกอบด้ามจับเข้ากับท่อด้ามเพื่อการทดลอง

4.2. การประเมินผล

การประเมินผลของการออกแบบ ประกอบด้วย การเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัด ระดับความพึงพอใจ ความรู้สึกไม่สบายในมือ และการประเมินความเสี่ยงของท่าทางด้วยวิธีการ RULA โดยการใช้แบบสอบถามและแบบประเมิน 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกจำนวนครั้งในการตัด โดยบันทึกจากการทดลอง โดยให้ผู้ทดลองใช้เคียวแต่ละแบบในการทดลองตัดทางใบปาล์ม 5 ทางใบ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ ทั้งหมด 11 ข้อ ประเมินโดยการให้คะแนน 5 ระดับคือ ระดับคะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุดหรือไม่ดี ระดับคะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจน้อยหรือปรับปรุง ระดับคะแนนเป็น 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลางหรือพอใช้ ระดับคะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจมากหรือดี และระดับคะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุดหรือดีมาก หัวข้อการประเมินระดับความพึงพอใจ ได้แก่

1. ความพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน
2. ขนาดและรูปร่างของด้ามเคียวสามารถจับได้ถนัดมือ
3. รูปทรงตัวด้ามเคียวมีความเหมาะสมกับใบเคียวเมื่อใช้งาน
4. น้ำหนักรวมของเคียว (ตัวใบเคียวและด้ามเคียวรวมถึงท่อด้าม) มีความเหมาะสม
5. ใช้งานสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการทำงาน
6. มีความรู้สึกออกแรงน้อยและเมื่อยล้าน้อยขณะใช้งาน
7. การเลือกใช้วัสดุมีความเหมาะสม
8. มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน
9. ผิวด้ามเสียดทานดีไม่ลื่นหลุด
10. ความแม่นยำในการตัด
11. ความสวยงาม

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความรู้สึกไม่สบายบริเวณมือขณะใช้อุปกรณ์ โดยประเมินระดับความรู้สึกไม่สบายในแต่ละบริเวณของมือของเคียวตัด 2 แบบ คือ เคียวตัดแบบเดิมและเคียวตัดที่ใช้ด้ามจับจากการออกแบบที่เกษตรกรผู้ประเมินให้ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ส่วนที่ 4 แบบประเมินความเสี่ยงของท่าทางด้วยวิธีการ RULA เพื่อเปรียบเทียบผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการใช้อุปกรณ์แบบเดิมและแบบที่ได้จากการออกแบบ

เคียวตัดจากการออกแบบที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย เคียวตัดแบบเดิมและเคียวตัดจากการออกแบบ เคียวตัดแบบเดิมประกอบด้วยใบเคียวแบบเดิมกับด้ามจับแบบเดิมที่ผู้ทดลองใช้อยู่ในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ 4.20 เคียวตัดจากการออกแบบ ประกอบด้วย ใบเคียวแบบบาง (จากผลการทดลองใบเคียวที่ออกแรงน้อย) และด้ามจับจากการออกแบบ 4 แบบ มีลักษณะการประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.21 รวมรูปแบบเคียวตัดในการประเมินทั้งหมด 5 แบบ

รูปที่ 4.20 เคียวแบบเดิม

รูปที่ 4.21 ลักษณะการประกอบเคียวตัดจากการออกแบบ

4.2.1. จำนวนครั้งในการตัด

จากค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแต่ละแบบ พบว่า แบบที่ 4 มีจำนวนครั้งน้อยที่สุดที่ 2.03 ± 0.18 ครั้งต่อทางใบ รองลงมาคือ แบบที่ 3 แบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบเดิม ตามลำดับ โดยแบบเดิม มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 3.43 ± 1.04 ครั้งต่อทางใบ อย่างไรก็ตาม แบบที่ได้รับการออกแบบใหม่ทุกแบบยังให้ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดน้อยกว่า 3 ครั้ง ตามวัตถุประสงค์ด้านความสามารถในการตัด

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแต่ละแบบ

แบบเคียว	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัด (ครั้ง/ทางใบ)	SD
แบบเดิม	3.43	1.04
1	2.23	0.43
2	2.70	0.46
3	2.20	0.41
4	2.03	0.18

4.2.2. ระดับความพึงพอใจ

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์คะแนนรวมของความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ทั้ง 5 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 พบว่า ค่า P-value < 0.05 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบเคียวอย่างน้อย 1 คู่ ส่งผลให้ค่าความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคู่ด้วยการวิเคราะห์ผลแบบ Pair Sample T-test พบว่าคู่การเปรียบเทียบของแบบที่ 1 และ 2 (แบบจับครึ่งมือ) มีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกันอย่างไรก็ตาม เคียวตัดทั้ง 4 แบบ มีความแตกต่างกับเคียวตัดแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.16 โดยเคียวตัดที่ออกแบบมีความพึงพอใจมากกว่า

ตารางที่ 4.15 ตาราง ANOVA

Source	DF	SS	MS	F	P
factor	4	9455.24	2363.81	727.66	<0.01
Error	145	471.03	3.25		
Total	149	9926.27			

จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการใช้งานเคียวตัด พบว่า ผู้ประเมินทั้งหมด มีแนวโน้มความพึงพอใจเหมือนกันคือ แบบที่ 4 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือ แบบที่ 3 , 1, 2 และแบบเดิม ตามลำดับ สำหรับเกณฑ์การประเมิน เมื่อแบ่งคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจและไม่พึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ระดับ

คะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง ไม่พึงพอใจ ระดับคะแนนเฉลี่ย 0.00–1.50 ไม่พึงพอใจมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.16 ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจและค่า P- Value เปรียบเทียบแบบเคียวแต่ละแบบ

แบบเคียว	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ระดับ	P-Value				
			แบบ	เดิม	1	2	3
แบบเดิม	2.92 ± 0.69	ปานกลาง	เดิม	-	-	-	-
1	4.09 ± 0.83	มาก	1	0.002	-	-	-
2	3.89 ± 0.84	มาก	2	0.005	0.064	-	-
3	4.79 ± 0.18	มากที่สุด	3	<0.001	0.016	0.004	-
4	4.92 ± 0.17	มากที่สุด	4	<0.001	0.008	0.003	0.012

ตารางที่ 4.17 ประมวลระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ (30 คน)

ที่	หัวข้อการประเมิน	แบบที่				
		แบบเดิม	1	2	3	4
1	มีความพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	2.70 ปานกลาง	4.43 มาก	3.73 มาก	4.70 มากที่สุด	4.93 มากที่สุด
2	ขนาดและรูปร่างของด้ามเคียวสามารถจับได้ถนัดมือ	3.00 ปานกลาง	4.63 มากที่สุด	3.77 มาก	4.67 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด
3	รูปทรงตัวด้ามเคียวมีความเหมาะสมกับใบเคียวเมื่อใช้งาน	2.70 ปานกลาง	3.13 ปานกลาง	3.00 ปานกลาง	4.70 มากที่สุด	4.97 มากที่สุด
4	น้ำหนักรวมของเคียวมีความเหมาะสม	4.87 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด
5	ใช้งานได้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการทำงาน	3.00 ปานกลาง	3.17 ปานกลาง	2.87 ปานกลาง	4.70 มากที่สุด	4.93 มากที่สุด
6	มีความรู้สึกออกแรงน้อยและเมื่อยล้าน้อยขณะใช้งาน	2.23 ไม่พึงพอใจ	4.00 มาก	4.00 มาก	4.70 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด
7	การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	2.90 ปานกลาง	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด
8	มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	2.87 ปานกลาง	3.17 ปานกลาง	3.17 ปานกลาง	4.90 มากที่สุด	4.97 มากที่สุด

ตารางที่ 4.17 ประมวลระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ (ต่อ)

ที่	หัวข้อการประเมิน	แบบที่				
		แบบเดิม	1	2	3	4
9	ผิวด้ามเสียดทานดี ไม่ลื่นหลุด	2.77 ปานกลาง	3.00 ปานกลาง	3.00 ปานกลาง	4.93 มากที่สุด	4.93 มากที่สุด
10	ความแม่นยำในการใช้งาน	2.57 ปานกลาง	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด	5.00 มากที่สุด
11	ความสวยงาม	2.47 ไม่พึงพอใจ	4.43 มาก	4.30 มาก	4.43 มาก	4.43 มาก

4.2.3. ความรู้สึกไม่สบายในมือ

การเปรียบเทียบความรู้สึกไม่สบายในมือ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเคียวแบบเดิมกับเคียวจากการทดลองที่ผู้ทดลองให้คะแนนความพึงพอใจมากที่สุด โดยให้ผู้ทดลองประเมินด้วยตนเอง การประเมินนั้นประเมินเฉพาะมือข้างที่ผู้ทดลองใช้จับด้ามจับเนื่องจากเป็นมือข้างที่ออกแรงมากกว่า ประเมินโดยการให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับคือ ระดับคะแนน 1 หมายถึง รู้สึกไม่สบายน้อยที่สุด ระดับคะแนน 2 หมายถึง รู้สึกไม่สบายน้อย ระดับคะแนน 3 หมายถึง รู้สึกไม่สบายปานกลาง ระดับคะแนน 4 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมาก และระดับคะแนน 5 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมากที่สุด

จากการประเมินความพึงพอใจ พบว่า แบบที่ผู้ทดลองทั้งหมดเลือกให้เป็นแบบที่มีความพึงพอใจสูงที่สุดคือแบบที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 4.22 ดังนั้นจึงใช้แบบที่ 4 ในการเปรียบเทียบกับแบบเดิมในการประเมินความรู้สึกไม่สบายในมือทั้ง 13 บริเวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.23 จากการเปรียบเทียบเคียวตัดทั้งสองแบบ มีผลคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบาย ดังแสดงในตารางที่ 4.18

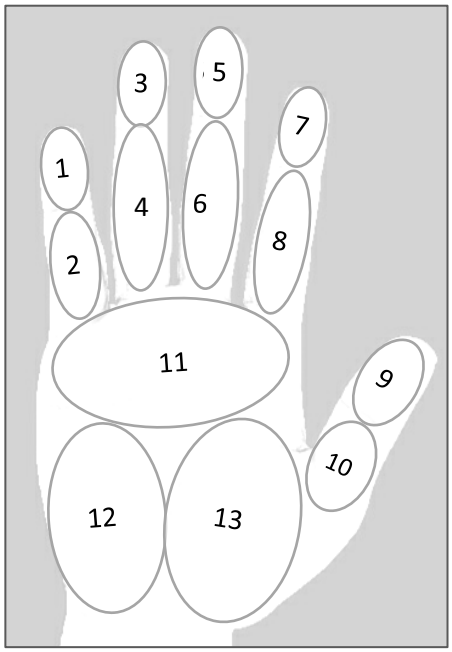
เกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมากที่สุด ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมาก ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง รู้สึกไม่สบายปานกลาง ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง รู้สึกไม่สบายน้อย และระดับคะแนนเฉลี่ย 0.00–1.50 หมายถึง รู้สึกไม่สบายน้อยที่สุด

รูปที่ 4.22 รูปแบบเคียวตัดที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด

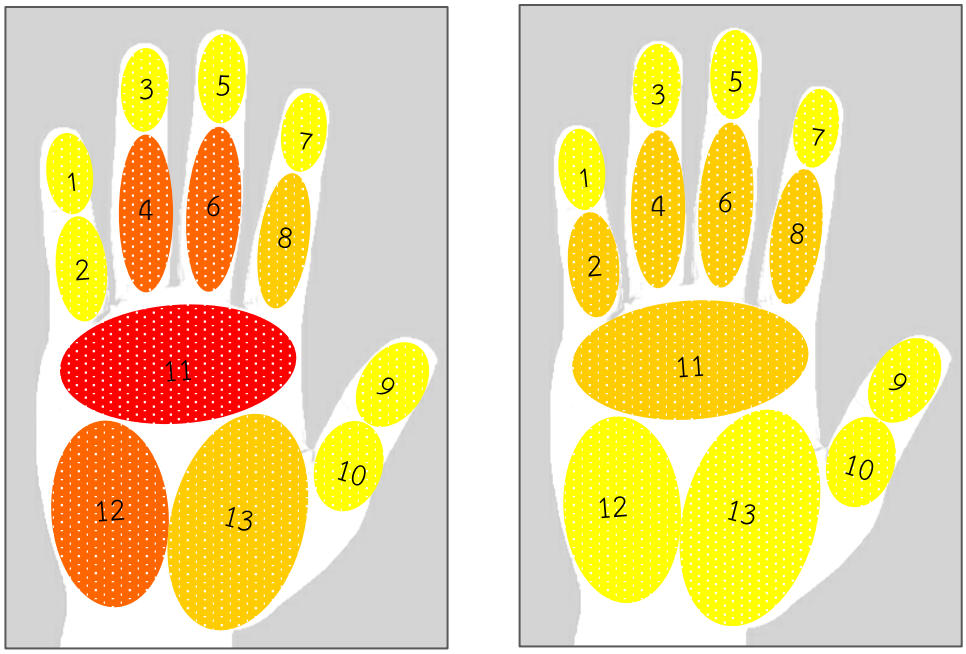
เมื่อเปรียบเทียบระดับความรู้สึกไม่สบายในบริเวณมือ ระหว่างแบบเดิมกับแบบที่มีความพึงพอใจมากที่สุด (แบบที่ 4) ดังแสดงในรูปที่ 4.24 พบว่า แบบเดิม ซึ่งใช้ใบเคียวแบบเดิมกับด้ามเคียวลักษณะท่อกลมยาว มีความรู้สึกไม่สบายมากที่สุดบริเวณฝ่ามือ (เลขที่ 11) รู้สึกไม่สบายมากบริเวณฝ่ามือ (เลขที่ 12) และบริเวณนิ้วกลาง นิ้วนาง (เลขที่ 4,6) รู้สึกไม่สบายเล็กน้อยที่บริเวณฝ่ามือ (เลขที่ 13) และนิ้วชี้ (เลขที่ 8) ขณะที่แบบของเคียวที่ผู้ทดลองเลือกให้มีความพึงพอใจมากที่สุด มีความรู้สึกไม่สบายเล็กน้อยที่บริเวณฝ่ามือ และบริเวณนิ้วทั้งสี่นิ้ว (เลขที่ 11, 2, 4, 6 และ 8)

ตารางที่ 4.18 คะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายในมือ (30 คน)

หมายเลขกำกับบริเวณมือ	คะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายในมือ	
	แบบเดิม	แบบใหม่
1	1.10	1.00
2	1.43	2.00
3	1.00	1.00
4	3.67	1.97
5	1.00	1.00
6	4.10	2.03
7	1.13	1.13
8	2.20	2.00
9	1.00	1.00
10	1.00	1.00
11	4.93	2.00
12	3.80	1.00
13	2.03	1.00



รูปที่ 4.23 บริเวณในมือสำหรับการประเมินความรู้สึกไม่สบาย



มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

(ก) (ข)

รูปที่ 4.24 ระดับความรู้สึกไม่สบายในมือ ของการใช้เคียวแบบเดิม (ก) และแบบที่พึงพอใจมากที่สุด (ข)

4.2.4. ผลการประเมินความเสี่ยงของท่าทาง

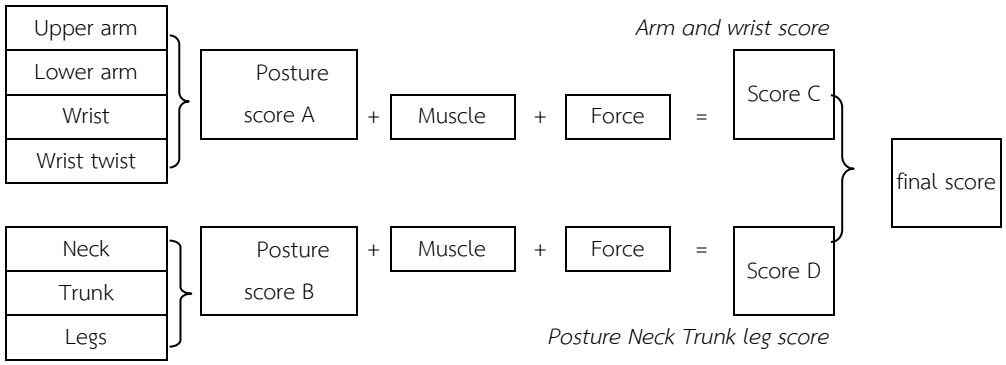
การประเมินทางการยศาสตร์ (Ergonomic assessment) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ท่าทางวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ลักษณะและสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน อันตรายของสถานีงานหรือสภาพแวดล้อมในการทำงาน ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการทำงาน เพื่อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม โดยเทคนิควิธีการประเมินทางการยศาสตร์มีหลายวิธี เช่น OWAS NIOSH RULA REBA ROSA เป็นต้น ในการประเมินความเสี่ยงของท่าทางในกระบวนการตัดทางใบปาล์ม ใช้วิธี RULA (Rapid Upper Limp Assessment) ในการประเมิน ซึ่งเป็นวิธีที่หลายงานวิจัยใช้ประเมินเกี่ยวกับการทำงานในสวนปาล์มน้ำมันและงานเกษตรอื่นๆ การประเมินนี้เพื่อเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานของการใช้เคียวตัดที่เสริมด้ามจับและไม่เสริมด้ามจับ

4.2.4.1. วิธีดำเนินการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบเจาะจง (Purposive method) จากเกษตรกรเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันโดยใช้เคียวในจังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง จำนวน 16 คน

4.2.4.2. เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือในการศึกษา มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน ส่วนที่ 2 เป็นแบบประเมินความเสี่ยงของท่าทางในกระบวนการทำงาน โดยใช้วิธีการ RULA (Rapid Upper Limp Assessment) มีขั้นตอนการประเมิน 16 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 4.25 และการแปลผลจากคะแนนสุดท้าย (final score) แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.19



รูปที่ 4.25 ขั้นตอนการให้คะแนนด้วยวิธี RULA

ตารางที่ 4.19 การแปลผลคะแนนจากผลคะแนน (Final score)

ผลคะแนน (Final score)	การแปลผล
1-2	ยอมรับได้ แต่อาจจะมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
3-4	ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง อาจจะจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบงานใหม่
5-6	งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม และควรรีบปรับปรุง
7	งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที

4.2.4.3. ผลการศึกษา

1) ข้อมูลลักษณะประชากร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน (ตารางที่ 4.20) พบว่า คนตัดทางปาล์มมีอายุ 34.1 ± 9.85 ปี ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 40-49 ปี (37.5%) น้ำหนัก 64.8 ± 8.58 กิโลกรัม ส่วนสูง 170.5 ± 4.82 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) เฉลี่ย 22.4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทำงานเฉลี่ย 4.7 ชั่วโมงต่อวัน และมีวันทำงานเฉลี่ย 4 วันต่อสัปดาห์

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล (16 คน)

ข้อมูล	mean	S.D.	Max.	Min
อายุ (ปี)	34.1	9.85	48.0	17.0
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170.5	4.82	176.0	160.0
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	64.8	8.58	85.0	54.0
ชั่วโมงการทำงาน/วัน	4.7	0.60	6.0	3.5
วันทำงาน/สัปดาห์	4.0	0.73	5.0	3.0
ประสบการทำงาน (ปี)	2.6	1.24	5.0	1.0
จำนวนครั้งการตัด/ทางใบ	3.7	0.90	5.0	2.0

2) รายละเอียดการประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการใช้เคียวตัดแบบไม่เสริมด้ามจับ

การประเมินท่าทางของกลุ่ม A (Arm and wrist score) ประกอบด้วยแขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือและการบิดของข้อมือ พบว่า การประเมินแขนส่วนบนของผู้เก็บเกี่ยวมีคะแนนอยู่ที่ 3 (มีมุม 45-90° เมื่อเทียบกับลำตัว) และ 4 (มีมุมมากกว่า 90° เมื่อเทียบกับลำตัว) และไม่มีการยกหัวไหล่ การประเมินแขนส่วนล่าง ส่วนมากมีคะแนนอยู่ที่ 2 เนื่องจากแขนส่วนล่างตกลงมาด้านล่างโดยมีมุมน้อยกว่า 60° หรือแขนอยู่ในตำแหน่งยกขึ้นด้านบนทำมุมมากกว่า 100° เมื่อเทียบกับแนวดิ่ง การประเมินข้อมือ พบว่า ทั้งหมดของผู้ประเมินมีคะแนนอยู่ที่ 3 (ตำแหน่งของข้อมือ (แนวกระดูกฝ่ามือ) ทำมุมลงมากกว่า 15° เมื่อเทียบกับแนวแขนส่วนล่าง) และ 4 เนื่องจากมีการเอียงข้อมือเบี่ยงไปด้านข้างซ้ายประกอบด้วย การประเมินการหมุนของข้อมือเท่ากับ 1 เนื่องจากไม่มีการบิดหรือหมุนข้อมือ หรือหมุนบิดข้อมือเล็กน้อยไม่เกินครึ่ง ทั้งหมดนี้ส่งผลทำให้คะแนนของท่าทาง เท่ากับ 4 และ 5 ประกอบกับคะแนนการใช้กล้ามเนื้อเท่ากับ 1 และคะแนนการออกแรงเท่ากับ 2 (น้ำหนักที่ถือเคียวอยู่ระหว่าง 2–10 กก. โดยมีการใช้แรงและจับถือน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา และมีการออกแรงซ้ำไปมาบ่อยๆ) ส่งผลให้คะนนของกลุ่ม A (Arm and wrist score) อยู่ที่ 7 และ 8

การประเมินท่าทางของกลุ่ม B (Posture Neck Trunk leg score) ประกอบด้วย คอ ลำตัว และขา พบว่า การประเมินส่วนคอ พบว่าทั้งหมดของผู้ประเมิน มีคะแนนอยู่ที่ 4 คือ ลักษณะศีรษะเงยไปด้านหลัง การประเมินส่วนลำตัวมีคะแนนเท่ากับ 1 คือลำตัวตั้งตรง และคะแนนการประเมินส่วนขาเท่ากับ 1 (ขาและเท้าทั้ง 2 ข้างอยู่ในท่าทางสมดุล) ทั้งหมดนี้ส่งผลทำให้คะแนนของท่าทางอยู่ที่ 5 ประกอบกับคะแนนการใช้กล้ามเนื้อเท่ากับ 1 และคะแนนการออกแรงเท่ากับ 0) ส่งผลให้คะแนนของกลุ่ม B อยู่ที่ 6

เมื่อนำคะแนนที่ได้จากทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อหาคะแนนความเสี่ยงสุดท้าย (final score) พบว่าคะแนนความเสี่ยงของผู้ประเมินทั้งหมดอยู่ที่ 7 ซึ่งเป็นระดับมากสุด หมายความว่า งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที

ตารางที่ 4.21 ผลคะแนนสุดท้าย (16 คน)

ผลคะแนน (Final score)	การแปลผล	จำนวน (คน)	%
5-6	งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม และควรรีบปรับปรุง	0	0
7	งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที	16	100

ตารางที่ 4.22 ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางการใช้เคียวตัดที่เสริมด้ามจับและไม่เสริมด้ามจับ

OP.	Posture Group A				Posture score A*		Muscle	Force	*Arm and wrist score**		Posture Group B			Posture score B*	Muscle	Force	*Posture Neck Trunk leg score**	*Grand score**
	Upper arm	Lower arm	Wrist *		Wrist twist						Neck*	Trunk	Leg					
1	3	1	4	2	1	5	4	1	2	*8*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*
2	3	2	4	2	1	5	4	1	2	*8*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
3	3	1	4	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
4	4	2	4	2	1	5	4	1	2	*8*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
5	3	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*
6	3	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*
7	4	2	4	2	1	5	4	1	2	*8*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*
8	4	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
9	3	2	4	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
10	3	1	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*
11	4	2	4	2	1	5	4	1	2	*8*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
12	3	2	4	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
13	4	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
14	4	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
15	4	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	1	1	5	1	0	*6*	*7*
16	4	2	3	2	1	4	4	1	2	*7*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*

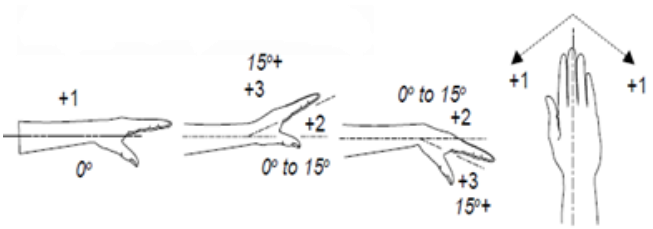
**ตัวเลขในกล่องข้อความคือ คะแนนของเคียวแบบเสริมด้ามจับ*

3) ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานของเคียวแบบเสริมด้ามจับ

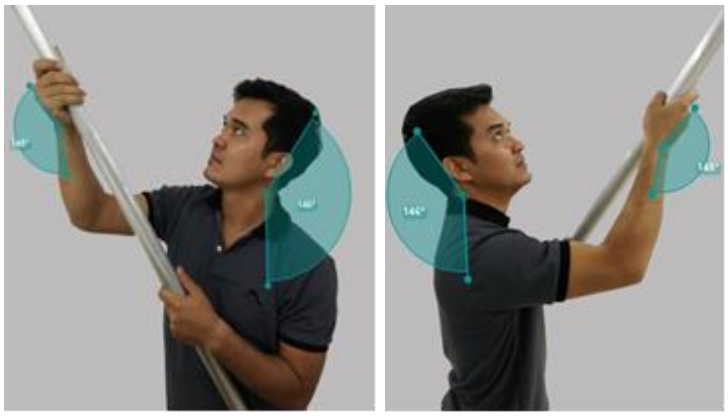
การใช้เคียวแบบเสริมด้ามจับสามารถทำให้ระดับความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานน้อยลง ได้แก่ การลดความเสี่ยงท่าทางของข้อมือ

การลดความเสี่ยงท่าทางของข้อมือ พบว่า ทั้งหมดของผู้ทดลองที่ใช้เคียวแบบไม่เสริมด้ามจับ (แบบเดิม) มีความเสี่ยงมากที่ข้อมือที่มือจับบน (upper handle) มากกว่าข้อมือล่าง (lower handle) ดังแสดงในรูปที่ 4.26 โดยมีคะแนนที่ 3 (มีการหมุนข้อมือเข้า 0-15º และมีการเบี่ยงข้อมือลง) และมีคะแนนที่ 4 (มีการหมุนข้อมือเข้ามากกว่า 15º และมีการเบี่ยงข้อมือลง) ดังแสดงในรูปที่ 4.28 การหมุนข้อมือเกิดจากผู้เก็บเกี่ยวต้องหมุนท่อด้ามเพื่อให้ปลายเคียวอยู่ในตำแหน่งที่จะตัด อีกทั้ง ยังมีการเบี่ยงของข้อมือ เนื่องจากด้ามจับเป็นลักษณะท่อกลมและต้องจับให้มืออยู่ตำแหน่งเหนือไหล่ เพื่อมีระยะในการออกแรงดึง ทำให้ข้อมือมีลักษณะเบี่ยงมาก การมีด้ามจับเสริมทำให้ไม่มีการหมุนของข้อมือ กล่าวคือ เมื่อจับถือแล้วตำแหน่งปลายเคียวจะถูกบังคับไว้พอดีเพื่อไม่ต้องหมุนด้ามเพื่อหาตำแหน่งใหม่ ดังนั้นจึงลดคะแนนส่วนข้อมือเหลือ 2 ทำให้คะแนนส่วน แขนและข้อมือ (Arm and wrist score) ลดลง เหลือ 7

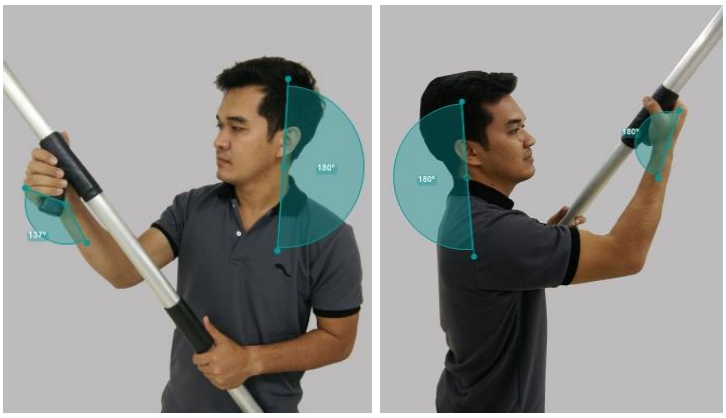
รูปที่ 4.26 ลักษณะการจับเคียวตัดแบบไม่มีด้ามจับเสริม



รูปที่ 4.27 การให้คะแนนการประเมินส่วนข้อมือ



รูปที่ 4.28 ท่าทางการใช้เคียวแบบไม่เสริมด้ามจับ



รูปที่ 4.29 ท่าทางการใช้เคียวแบบเสริมด้ามจับ

การใช้ด้ามจับเสริมที่ทำมุมกับท่อด้ามทำให้สามารถป้องกันไม่ให้มีการบิดหมุนของข้อมือ เนื่องจากการสามารถบังคับปลายเคียวให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ง่าย อีกทั้งยังทำให้ความเสี่ยงท่าทางของมือและข้อมือลดลง อย่างไรก็ตามคะแนนสุดท้ายยังคงเหลือ 7 นั่นคืองานนี้ยังมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อลดความเสี่ยงในส่วนอื่นๆ เช่น ท่าทางการเงยของคอ การออกแรงที่มาก เป็นต้น การออกแบบเคียวตัดยังคงแนะนำให้หาวิธีลดความเสี่ยงเหล่านี้ และใช้ผลส่วนนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

รูปที่ 4.30 ลักษณะการจับของเคียวที่มีด้ามจับเสริม

4.3. สรุปผลการออกแบบ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางใบปาล์มที่มีผลต่อความสามารถในการตัด ความสะดวกสบายในการใช้งาน และเพื่อออกแบบและพัฒนาให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ จากการศึกษาได้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และได้ออกแบบอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม มีรายละเอียดดังนี้

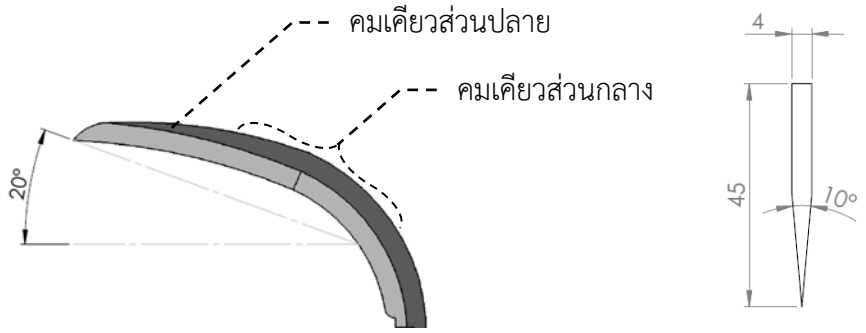
4.3.1. การออกแบบเคียวตัด

ผลการออกแบบเคียวตัดทางใบปาล์ม ซึ่งได้จากการสำรวจปัญหาสภาพปัจจุบัน ด้านวิธีการทำงาน ด้านอุปกรณ์ และความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง จากนั้นจึงมีการออกแบบและทดลอง เพื่อการปรับปรุงความสามารถและความสะดวกสบายในการใช้งานอุปกรณ์ รวมถึงการออกแบบให้มีความเหมาะสมทางการยศาสตร์ ส่วนประกอบของเคียวตัดจากการออกแบบแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ใบเคียว ตัวล็อคใบเคียว และด้ามจับ มีรายละเอียด ดังนี้

4.3.1.1. ใบเคียว

ใบเคียวในการทดลอง ซึ่งเป็นแบบที่ใช้ในปัจจุบันผลิตจากโลหะผสม (Alloy Steels 5160) ขึ้นรูปโดยการตีร้อน มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.31 มีลักษณะที่สำคัญคือ คมเคียวทำมุม 10 องศา ความหนาใบเคียว 4 มิลลิเมตร ใบเคียวส่วนล่างและก้านใบเคียวหนา 5 มิลลิเมตร ส่วนปลายเคียวทำมุมเงย 20 องศา ใบเคียวลักษณะนี้สามารถใช้แรงในการตัดน้อยกว่าใบเคียวแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญโดยน้อยกว่า 49% เมื่อใช้ร่วมกับด้ามจับที่ได้จากการออกแบบ ทำให้มีจำนวนครั้งในการตัดที่น้อย

กว่าใบเคียวแบบเดิม โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดที่ 2.0333 ± 0.18 ครั้งต่อทางใบ ขณะที่ใบเคียวแบบเดิมมีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดที่ 3.4333 ± 1.04 ครั้งต่อทางใบ

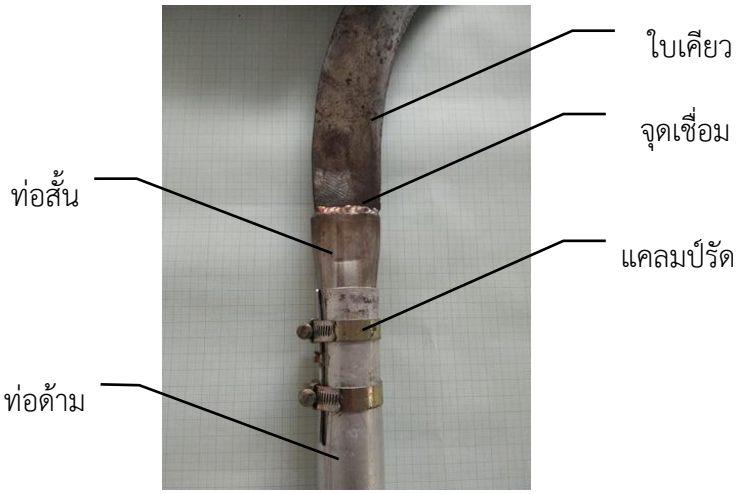


(ก) (ข)

รูปที่ 4.31 รูปแบบใบเคียว (ก) รูปแบบหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง (หน่วย: มิลลิเมตร) (ข)

4.3.1.2. การจับยึดใบเคียว

การออกแบบตัวจับยึดใบเคียวมีวัตถุประสงค์คือ การจับยึดระหว่างใบเคียวกับท่อด้ามที่มีความแน่น ไม่เกิดการสั่นคลอน และตำแหน่งของใบเคียวควรยึดติดอยู่ศูนย์กลางของท่อด้าม เพื่อให้การออกแรงและทิศทางของแรงมีความสมดุล ข้อแนะนำการออกแบบคือ การเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อสั้นขนาดความยาว 20 เซนติเมตร ซึ่งท่อสั้นนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของท่อด้ามยาว จากนั้นประกอบใบเคียวกับท่อด้ามยาว โดยสอดท่อสั้นซึ่งมีใบเคียวติดอยู่เข้าท่อด้ามยาวแล้วจึงรัดด้วยแคลมป์

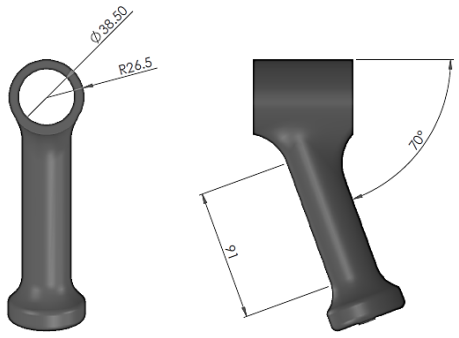


รูปที่ 4.32 การยึดใบเคียวโดยการเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อสั้น

4.3.1.3. ด้ามจับ

จากการทดลองด้ามจับที่ได้จากการออกแบบ โดยทุกแบบมีลักษณะที่เหมือนกันคือ เป็นด้ามจับที่สำหรับสวมยึดเข้ากับท่อด้าม และมีที่สำหรับจับยื่นออกมาในลักษณะเอียง ลักษณะด้ามจับนี้ทำให้ไม่เกิดการบิดหมุนของข้อมือขณะที่ออกแรงในการตัด ทำให้ความเสี่ยงของมือและข้อมือมีค่าลดลง อีกทั้งยังมีจำนวนครั้งในการตัดน้อยกว่า 3 ครั้ง

สำหรับด้ามจับที่ถูกประเมินให้มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้ามจับที่มีการเอียง 70° กับท่อด้าม ดังแสดงในรูปที่ 4.33 มีจำนวนครั้งในการตัดอยู่ที่ 2.03 ± 0.1826 ครั้งต่อทางใบ ด้านความรู้สึกไม่สบายในบริเวณมือ พบว่า ความรู้สึกไม่สบายกระจายเท่าๆ กันในพื้นที่ฝ่ามือที่ ไม่มีแรงกดทับมากบริเวณใดบริเวณหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เมื่อประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธีการ RULA คะแนนสุดท้าย (final score) ยังอยู่ที่ 7 นั่นหมายความว่างานนี้ยังมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ควรทำการศึกษาและแก้ไขทันที ซึ่งอาจมีมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผล การศึกษาต่ออาจใช้ผลในงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

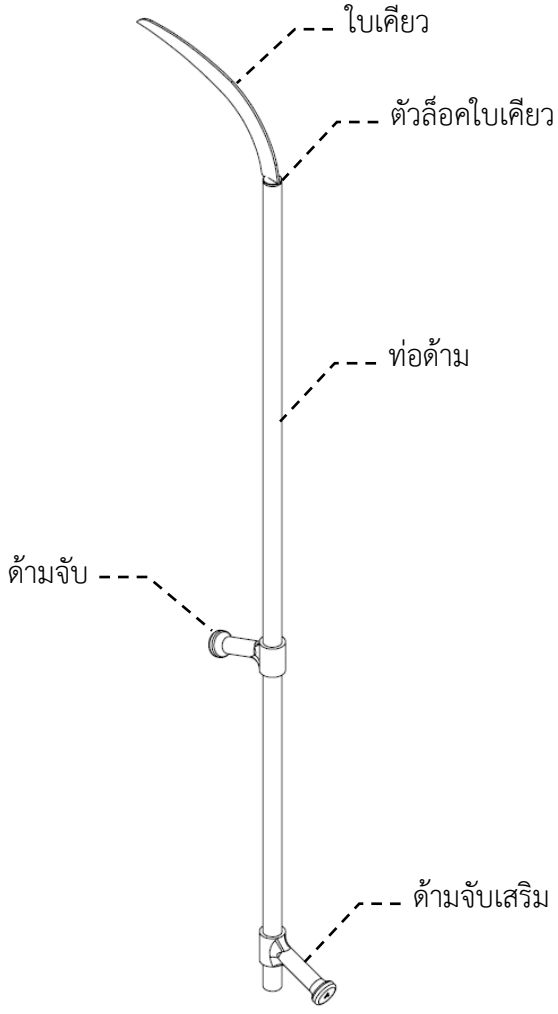


รูปที่ 4.33 รูปแบบด้ามจับที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด

4.3.1.4. ด้ามจับเสริม

เมื่อเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวเสร็จต้นหนึ่งจะต้องเคลื่อนย้ายเคียวไปสู่อีกต้นเพื่อทำการเก็บเกี่ยวต่อไป และต้องสอดใบเคียวเข้าทางใบหรือช่อทะลายเพื่อทำการตัด สำหรับด้ามจับเสริมซึ่งติดอยู่ด้านโคนปลายเคียว ดังแสดงในรูปที่ 4.34 สามารถทำให้การสอดใบเคียวบนทางใบทำได้ง่ายขึ้น โดยวิธีการคือ เมื่อสอดใบเคียวเข้าทางใบแล้วให้หาตำแหน่งการยืนที่จับด้ามจับนี้แล้วทำให้ด้ามจับนี้ขนานกับพื้น นั่นคือคมเคียวจะสัมผัสกับทางใบในจุดที่ต้องการ จากนั้นเมื่อได้ตำแหน่งการยืนแล้วจึงเปลี่ยนการจับมาจับด้ามจับบนเพื่อทำการตัดต่อไป

รูปที่ 4.35 ลักษณะการจับด้ามจับเสริมในการสอดใบเคียวเข้าทางใบ



รูปที่ 4.34 แบบเคียวจากการออกแบบ

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผล

จากวัตถุประสงค์งานวิจัย เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางใบปาล์มที่มีผลต่อความสามารถในการตัด ความสะดวกสบายในการใช้งาน และการออกแบบพัฒนาต้นแบบเคียวตัดทางใบปาล์มที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ การออกแบบและประเมินผล พบว่า การใช้เคียวแบบใหม่มีการใช้ค่างานในการตัดลดลงประมาณ 49% นั่นหมายถึง การใช้แรงในการทำงานที่น้อยลงด้วย จำนวนครั้งในการตัด ≤ 3 ครั้งต่อทางใบ เกษตรกรมีระดับความพึงพอใจมากขึ้น ด้ามจับที่ใช้มีการกระจายแรงกดในมือที่ดีกว่า อีกทั้งยังช่วยลดท่าทางความเสี่ยงของมือและข้อมือ อย่างไรก็ตาม ผลของการประเมินท่าทางโดยรวมด้วยวิธีการ RULA อยู่ที่ 7 คะแนน ยังบ่งบอกว่างานนี้ยังมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ซึ่งต้องศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

ตารางที่ 5.1 ผลเปรียบเทียบเคียวแบบเดิมและเคียวแบบใหม่จากการออกแบบ

วัตถุประสงค์	การประเมิน	เคียวแบบเดิม	เคียวแบบใหม่
1. ความสามารถในการตัด	ค่างานที่ใช้	15.69 จูล	7.89 จูล
	จำนวนครั้งในการตัดต่อทางใบ	3.43 ± 1.04 ครั้ง	2.03 ± 0.18 ครั้ง
2. ความสะดวกสบายในการใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ (เต็ม 5 คะแนน)	2.91 (พึงพอใจปานกลาง)	4.92 (พึงพอใจมากที่สุด)
	ความรู้สึกไม่สบายในมือ	มีความรู้สึกไม่สบายมากในบางจุด	มีความรู้สึกไม่สบายน้อย กระจายทั่วมือ
3. ด้านการยศาสตร์	ประเมินความเสี่ยงของท่าทางด้วยวิธีการ RULA	คะแนนสุดท้าย 7 คะแนน	คะแนนสุดท้าย 7 คะแนน

5.2. ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ข้อเสนะแนะสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์

5.2.1.1. การเตรียมเคียวตัด

- การลับคมเคียว

การลับคมเคียว ผู้ทำการลับสามารถจับส่วนท่อสั้น (ก้านใบเคียว) ซึ่งสามารถจับได้ถนัดและมีความปลอดภัยจากคมของใบเคียว

- การประกอบ

เมื่อลับคมเสร็จ นำส่วนก้านใบเคียวสอดเข้าในท่อด้ามจนสุด ขันสกรูที่แคลมป์รัดให้แน่น ในกรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันมีความสูงมากกว่า 5 เมตร ให้ต่อท่อด้ามสำหรับเพิ่มความยาวให้เท่ากับความสูงต้นปาล์ม จากนั้นจึงประกอบด้ามจับบน

- การตั้งระยะ

ความยาวของท่อด้ามทั้งหมดควรเท่ากับหรือมากกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความสูงของตำแหน่งการตัด ด้ามจับบนห่างจากโคนท่อด้ามประมาณ 1.5 เมตร ด้ามจับเสริมควรอยู่ในระยะที่เมื่อทาบใบเคียวบนทางใบแล้ว สามารถใช้มือข้างหนึ่งจับให้ด้ามจับนี้อยู่ในแนวขนานกับพื้นได้ ทั้งนี้เมื่อจับแล้วแขนส่วนล่างควรมีการทำมุมอยู่ระหว่าง 0-20° กับลำตัว

5.2.1.2. การบำรุงรักษา

เมื่อใช้งานเสร็จควรถอดใบเคียวออกจากท่อด้าม และใส่เก็บในกล่องหรือที่ที่ปลอดภัยจากคมเคียว อาจชโลมน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม ในกรณีที่หยุดใช้หลายวัน

5.2.2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้วิจัย

5.2.2.1. การทดลอง

สำหรับการทดลองวัดค่าแรง ผู้วิจัยใช้โหลดเซลล์เป็นเครื่องมือในการวัด โดยข้อควรระวังในการทดลองคือ การระวังไม่ให้เกิดค่าแรงที่ไม่ใช่ค่าแรงที่ต้องการในการทดลองขึ้นมาในโปรแกรม ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้ อย่างเช่น ขั้นตอนการดันเคียวกลับกรณีเกิดการหนีบใบเคียว เมื่อดันหลุดแล้วใบเคียวไปกระทบทางใบอื่นจนทำให้เกิดค่าแรง เป็นต้น

5.2.2.2. การศึกษาต่อ

ในงานวิจัยนี้เลือกเฉพาะใบเคียวแบบบางมาทดสอบร่วมกับด้ามจับแต่ละแบบ แต่อาจจะมีความสัมพันธ์ระหว่างใบเคียวกับลักษณะด้ามจับ ดังนั้นจึงน่าจะมีการศึกษาวิจัยการใช้ใบเคียวลักษณะต่างๆ กับด้ามจับรูปแบบต่างๆ ด้วย

บรรณานุกรม

[1] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2546, คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค. http:// www. arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/index.php. (สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2558).

[2] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2546, การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. http://www.doa. go.th/palm/linkTechnical/management.html. (สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2559).

[3] G. Harih, "Decision Support System for generation ergonomic Tool-Handle," international journal simulation modelling, 13(1): 5-15, 2014.

[4] G. Harih and B. Dolsak, "Tool-handle design based on a digital human hand model," Industrial Ergonomics, 43(1): 288-295, 2013.

[5] I. Dianat, M. Nedaei and M. A. M. Nezami, "The effects of tool handle shape on hand performance, usability and discomfort using masons' trowels," Industrial Ergonomics, 45(1): 13-20, 2015.

[6] Fellows, G.L. and Freivalds, A., "Ergonomics evaluation of a foam rubber grip for tool handles," Applied Ergonomics, 22(4): 225-230, 1991.

[7] L. Claudon, "Influence on grip of knife handle surface characteristics and wearing protective gloves," Applied Ergonomics, 37(1): 729–735, 2006.

[8] P. Beer, M.A. Djouadi, R. Marchal, A. Sokolowska, M. Lambertin and S. Miklaszewski, "In uence of knife-surfaces modication with hard coatings on the peeling wood process," Materials Processing Technology, 92(1): 264-268, 1999.

[9] องุ่น สังขพงศ์ และ กลางเดือน โพชนา, การยศาสตร์และการประเมิน, สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2556.

[10] F. Tayyari and J. L. Smith, Occupational Ergonomics ; Principles and applications, London, UK: Chapman & Hall, 1997.

[11] J. Lin, R. McGorry, C. Chang and P. Dempsey, "Effects of user experience, working posture and joint hardness on powered nut-runner torque reactions," Ergonomics, 50(6): 859–876, 2007.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] I. Dianat, C. M. Haslegrave and A. W. Stedmon, "Using pliers in assembly work: Short and long task duration effects of gloves on hand performance capabilities and subjective assessments of discomfort and ease of tool manipulation," Applied Ergonomics, 43(2): 413–423, 2012.

[13] อรทัย บัวผุด, “การศึกษาทางด้านการยศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยของมีดที่มีผลต่องานตัดเฉือน,” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2554.

[14] R. K. K. Wibowo, "Farmers’Injuries, Discomfort and Its Use in Design of Agricultural Hand Tools: A Case Study from East Java, Indonesia," Agriculture and Agricultural Science Procedia, 9(1): 323–327, 2016.

[15] Y. Kong, B. Lowe, S. Lee and E. Krieg, "Evaluation of handle shapes for screwdriving," Applied Ergonomics, 39(2), 2008.

[16] I. Dianat and A. Salimi, "Working conditions of Iranian hand-sewn shoe workers and associations with musculoskeletal symptoms," Ergonomics, 57(4): 602–611, 2014.

[17] C.-C. Lee, J. Nelson, K. G. Davis and W. S. Marras, "An ergonomic comparison of industrial spray paint guns," International Journal of Industrial Ergonomics, 19(6): 425–435, 1997.

[18] T. Yakou, K. Yamamoto, M. Koyama and . K. Hyodo, "Sensory evaluation of grip using cylindrical objects," Machine Elements and Manufacturing, 40(4): 730–735, 1997.

[19] R. Kadefors, A. Areskoug, S. Dahlman, Å. Kilbom, L. Sperling, L. Wikström and J. Öster, "An approach to ergonomics evaluation of hand tools," Applied Ergonomics, 24(3): 203–211, 1993.

[20] H. Gregor and D. Bojan , "Tool-handle design based on a digital human hand model," International Journal of Industrial Ergonomics, 43(4): 288–295, 2013.

[21] L. Kuijt-Evers, T. Bosch, M. Huysmans, M. De Looze and P. Vink, "Association between objective and subjective measurements of comfort and discomfort in hand tools," Applied Ergonomics, 38(5): 643–654, 2007.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[22] A. Kumar, J. Singh, D. Mohan and M. Varghese, "Farm hand tools injuries: A case study from northern India," Safety Science, 46(1): 54–65, 2008.

[23] E. R. Tichauer, The Biomechanical Basis for Ergonomics, 1st ed., New York: John Wiley, 1978.

[24] A. B. Swanson, I. B. Matev and G. de Groot, "The strength of hand," Bulletin of Prosthetics Research, page 145-153, 1970.

[25] K. Rodahl, The Physiology of Work, 1st ed., London: Taylor & Francis, 1989.

[26] R. Bishu, B. Kim and G. Klute, "Force endurance relationship: does it matter if gloves are donned?," Appl. Ergon., 26: 179–185, 1995.

[27] P. Kumar, D. Chakrabarti, T. Patel and . A. Chowdhuri, "Work-related pains among the workers associated with pineapple peeling in small fruit processing units of North East India," International Journal of Industrial Ergonomics, 53: 124–129, 2016.

[28] นฤเทพ นิยมทอง และ คณะ, “มีดตัดทะลายปาล์มน้ำมันแบบสไลด์”. เลขที่สิทธิบัตร 4978, 9 กรกฎาคม 2552.

[29] เจลานี อับดุล ราชัค และ อาห์หมัด ฮิแทม, “อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล”. เลขที่สิทธิบัตร 31101, 18 ตุลาคม 2554.

[30] บัณฑิต จริโมภาส และ คณะ, “เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน”. เลขที่สิทธิบัตร 31490, 9 มีนาคม 2549.

[31] H. S. Bin, "Palm Oil and Fruit Harvesters". China Patent CN 201310316828, 26 July 2013.

[32] คุณากร สินธพพงศ์, จันทร์ทิพย์ อินทวงศ์ และ สุนทร เหรียญภูมิการกิจ, “รายงานผู้ป่วยภาวะความผิดปกติจากการบาดเจ็บสะสม ในโรงงานทำหมวกกันน็อก จังหวัดระยอง,” วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, หน้า 115-122, 2556.

[33] มงคลศักดิ์ หลงละเลิง, สสิธร เทพตระการพร และ สิริมา มงคลสัมฤทธิ์, “ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการบาดเจ็บจากการทำงาน ของคนงานในโรงพิมพ์ขนาดเล็ก พื้นที่เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร,” วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, หน้า 24-35, 2557.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[34] ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และ ตั้ม บุญรอด, “ปัจจัยที่มีผลต่อการดูแลสุขภาพตนเองของเกษตรกรสวนยางพารา,” คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ, หน้า 43-49, 2555.

[35] เพชรรัตน์ แก้วดวงดี, รุ้งทิพย์ พันธุเมธากุล, วัณทนา ศิริธราธิวัตร, ยอดชาย บุญประกอบ, สาวิตรี วันเพ็ญ, ภาณี ฤทธิ์มาก และ ยุพา ถาวรพิทักษ์, “ความชุกและปัจจัยด้านท่าทางการทำงานที่สัมพันธ์กับอาการปวดหลังส่วนล่างในกลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมสิ่งทอ (แหอวน) จังหวัดขอนแก่น,” ศรีนครินทร์เวชสาร, 26(14): 317-324, 2554.

[36] นภานันท์ ดวงพรม และ สุนิสา ชายเกลี้ยง, “การรับรู้ความผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อในพนักงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี,” วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 880-891, 2556.

[37] เสาวลักษณ์ แก้วมณี, ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์ และ ธานี แก้วธรรมานุกูล, “ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานและภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงของแรงงานสูงอายุในอุตสาหกรมอาหารทะเลบรรจุกระป๋อง,” อาชีวอนามัย, หน้า 90-99, 2554.

[38] W. Poochada, R. Nithithamthada and Sunisa Chaiklieng , "Work Environment Hazards and Ergonomic Risk of Dental Personnel," Burapha University, 11: 99-110, 2016.

[39] S. B. M. Tamrin, K. Yokoyama, N. Aziz and S. Maeda, “Association of Risk Factors with Musculoskeletal Disorders among Male Commercial Bus Drivers in Malaysia”. 2012.

[40] รุ้งทิพย์ พันธุเมธากุล, วัณทนา ศิริธาราธิวัตร, ยอดชาย บุญประกอบ, วิชัย อึงพินิจพงศ์ และ มณเฑียร พันธุเมธากุล, “ความชุกของภาวะความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในชาวนา : กรณีศึกษาตำบลศิลา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น,” เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด, 23(13): 297-303, 2554.

[41] S. Y. Vasave and D. B. Anap, "Prevalance of musculoskeletal disorders among sugarcane workers – A cross sectional study," Basic and Applied Medical Research, page 756-762, 2016.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[42] ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์ และ ธานี แก้วธรรมานุกูล, “ปัจจัยคุกคามสุขภาพ การเจ็บป่วยและบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องกับการทำงาน พฤติกรรมการทำงานของแรงงานนอกระบบ : กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวโพดฝักอ่อน,” หน้า 41-50, 2553.

[43] Yee Guan NG, Shamsul Bahri Mohd TAMRIN, Wai Mun YIK, Irwan Syah Mohd YUSOFF and Ippei MORI, "The Prevalence of Musculoskeletal Disorder and Association with Productivity Loss: A Preliminary Study among Labour Intensive Manual Harvesting Activities in Oil Palm Plantation," Industrial Health, page 78–85, 2013.

[44] Kayla Stankevitz, Ashley Schoenfisch, Vijitha de Silva, Hemajith Tharindra, Marissa Stroo and Truls Ostbye, "Prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders among Sri Lankan rubber tappers," Occupational and Environmental Health, page 91-98, 2016.

[45] Matthew W. Nonnenmann, Dan Anton, Fredric Gerr, Linda Merlino and Kelley Donham, "Musculoskeletal Symptoms of the Neck and Upper Extremities among Iowa Dairy Farmers," AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE, page 443–451, 2008.

[46] Christina Lunner Kolstrup, "Work-related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers," Occupational Medicine and Toxicology, 2012.

[47] Titaporn Luangwilai, Saowanee Norkaew and Wattasit Siriwong, "FACTORS ASSOCIATED WITH MUSCULOSKELETAL DISORDERS AMONG RICE FARMERS: CROSS SECTIONAL STUDY IN TARNLALORD SUB-DISTRICT, PHIMAI DISTRICT, NAKHONRATCHASIMA PROVINCE, THAILAND," Journal of Health Research, page 85-91, 2014.

[48] Elahe Kabir-Mokamelkhah, Mashallah Aghilinejad, Amir Bahrami-Ahmadi, Soheila Abbaszadeh, Sharbanou Moslemi, Narges Shahnaghi and Mohammad Hassan Nassiri-Kashani, "Role of Rice Farming in Development Risk of Musculoskeletal Disorders Among Rice Farmers: a Prospective Study in 2013," Safety & Environment, page 489-494, 2015.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[49] J. Kezhi, S. S. Gary and C. K. Theodore, "Prevalence of low back pain in three occupational groups in Shanghai, People's Republic of China," Journal of Safety Research, 35: 23-28, 2004.

[50] นงลักษณ์ ทศทิศ และ คณะ, "ความชุกของความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในกลุ่มอาชีพตัดเย็บ จังหวัดขอนแก่น," วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 11(12): 47-54, 2554.

[51] J.N. Saraji, M. A. Hassanzadeh, M. Pourmahabadian and and S. J. Shahtaheri, "EVALUATION OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS RISK FACTORS AMONG THE CREW OF THE IRANIAN PORTS AND SHIPPING ORGANIZATION'S VESSELS," Acta Medica Iranica, page 350-354, 2004.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับพฤติกรรมและอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูก
ของเกษตรกรชาวสวนปาล์ม

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาปัจจัยทางการยศาสตร์ที่มีผลต่ออาการผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้ทำงานตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ของไทย โดยนำผลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์มาทำการประเมินความเสี่ยงจากการตัดแต่งทางใบปาล์ม เพื่อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการลดความเสี่ยงในการเกิดอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อและกระดูก ในส่วนของข้อมูลพื้นฐานส่วนตัวและข้อมูลซึ่งทำให้เกิดความเสื่อมเสีย เสียหาย ไม่ปลอดภัย ต่อผู้ถูกสัมภาษณ์นั้น ได้แก่ ชื่อ-สกุล เบอร์โทรศัพท์และ E-mail โดยผู้วิจัยไม่มีจุดประสงค์อื่นใดนอกจากการไว้ใช้ติดต่อกลับไปยังผู้ถูกสัมภาษณ์เท่านั้น และจะไม่มีการเผยแพร่ออกสู่สาธารณชน และในการสัมภาษณ์ข้อมูล ผู้เข้ารับการสัมภาษณ์มีสิทธิที่จะปฏิเสธการให้ข้อมูลเมื่อไม่พร้อมให้ข้อมูลหรือไม่สามารถให้ข้อมูลได้โดยทันที

แบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยด้านการทำงาน

ตอนที่ 3 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูกในแต่ละส่วนของร่างกาย

ตอนที่ 4 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยด้านสถานีงาน

ขอขอบคุณที่กรุณาตอบแบบสัมภาษณ์

รศ.สมชาย ชูโฉม

หัวหน้าโครงการ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ข้าพเจ้าจะนำไปวิเคราะห์เพื่อประกอบการทำโครงการวิจัย “เรื่องออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์” ฉะนั้นเพื่อให้การศึกษาเรื่องดังกล่าวมีความสมบูรณ์ และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์จริง จึงขอความอนุเคราะห์ในการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปประกอบการทำโครงการวิจัย ยกเว้นข้อมูลซึ่งทำให้เกิดความเสื่อมเสีย เสียหาย ไม่ปลอดภัย ต่อท่าน อันได้แก่ ชื่อ-สกุลเบอร์โทรศัพท์และ E-mail

เกษตรกรชาวสวนปาล์ม

(.....)

ตอนที่ 1 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

<u>คำชี้แจง</u> โปรดเติมข้อมูลของท่านลงในช่องว่าง ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ชื่อ.....สกุล.....

เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง

อายุ.....ปี

ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม

โทรศัพท์ (มือถือ)..... E-mail.....

สถานภาพ ( ) 1. โสด ( ) 2. คู่ ( ) 3. หย่าหรือหม้าย

ระดับการศึกษา ( ) 1. ประถมศึกษา ( ) 2. มัธยมศึกษาตอนต้น

( ) 3. มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือปวช. ( ) 4. อนุปริญญา หรือปวส.

( ) 5. ปริญญาตรี หรือสูงกว่า

โรคประจำตัว (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 1. ไม่มี ( ) 2. มี

โรคประจำตัว ( ) 1. โรคกระดูกและโครงสร้างผิดรูป ( ) 2. โรคมะเร็ง ระบุอวัยวะ.....

( ) 3. โรคไต ( ) 4. วัณโรคกระดูก

( ) 5. โรคความดันโลหิตสูง ( ) 6. โรคกระเพาะอาหาร

( ) 7. อื่นๆ.....

ท่านเคยเจ็บปวดร่างกายก่อนทำงานตัดแต่งทางใบปาล์มหรือไม่

( ) 1. ไม่เคย ( ) 2. เคย

ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมาท่านประสบอุบัติเหตุในการทำงานตัดทางใบปาล์มหรือไม่

( ) 1. ไม่เคย ( ) 2. เคย

ถ้าเคย ครั้งล่าสุดเมื่อเดือน.....ปี 25.....

ท่านคิดว่าสาเหตุเกิดจาก (สามารถตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

( ) 1. ง่วงนอน ( ) 2. น้ำหนักหรือสภาพเคียว ( ) 3. ไม่ชำนาญงาน

( ) 4. ไม่มีการป้องกัน ( ) 5. สภาพพื้นที่สวน ( ) 6. ความสูงต้อนปาล์ม

( ) 6. อื่นๆระบุ.....

ลักษณะของอุบัติเหตุ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

( ) 1. ทางใบปาล์มหล่นทับ ( ) 2. เคียวตัดหล่นทับ

( ) 3. เคียวบาด ( ) 4. อื่นๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการดำรงชีวิตประจำวัน

ท่านสูบบุหรี่หรือไม่

( ) 1. ไม่สูบ

( ) 2. สูบ.....ม้วน/วัน ระยะเวลา.....ปี

( ) 3. เคยสูบ แต่เลิกมาแล้ว.....ปี

ท่านดื่ม เบียร์ สุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่

( ) 1. ไม่เคยดื่ม

( ) 2. ดื่ม ระบุความถี่ในการดื่ม ( ) ทุกวัน ( ) ทุกสัปดาห์ ( ) นานๆ ครั้ง

( ) 3. เคยดื่ม แต่เลิกมาแล้ว.....ปี

ท่านออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาบ่อยแค่ไหน

( ) 1. นานๆครั้ง ( ) 2. สัปดาห์ละครั้ง ( ) 3. ทุกวัน ( ) 4. ไม่เคยเลย

ประเภทกีฬาที่เล่นประจำระบุ.....

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ปัจจัยด้านการทำงาน

1. ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี.....เดือน

2. ระยะเวลาที่ทำงาน.....ชั่วโมง.....นาทีต่อวัน

3. ท่านทำงานสัปดาห์ละ.....วัน

4. ระหว่างการทำงาน ท่านได้หยุดพักหรือไม่ (เช่น หยุดรับประทานอาหาร หยุดพักแรง)

( ) 1. ไม่ได้หยุด

( ) 2. ได้หยุด ประมาณ.....ชั่วโมง.....นาที
หยุดพัก.....ครั้งต่อวัน

5. ขณะทำงานท่านมีความวิตกกังวลหรือไม่ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

( ) ไม่มี

( ) มี ถ้ามี ด้าน ( ) 1. สุขภาพ ( ) 2. อุบัติเหตุ
( ) 3. ความเสียหายของต้นปาล์ม ( ) 4. เวลา
( ) 5. สภาพแวดล้อม ( ) 6. อื่นๆ
ระบุ.....

6.การตัดแต่ละต้น ตัดประมาณกี่ทางใบ

( ) 1-3 ( ) 4-6 ( ) 7-9 ( ) 9 ขึ้นไป

7.การตัดแต่ละ 1 ทางใบกี่ครั้งจึงขาด

( ) 1 ครั้ง ( ) 2 ครั้ง ( ) 3 ครั้ง ( ) 4 ครั้ง ( ) มากกว่า 5 ครั้ง

8.ท่านมีเทคนิคหรือวิธีในการตัดอย่างไรเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด

.....

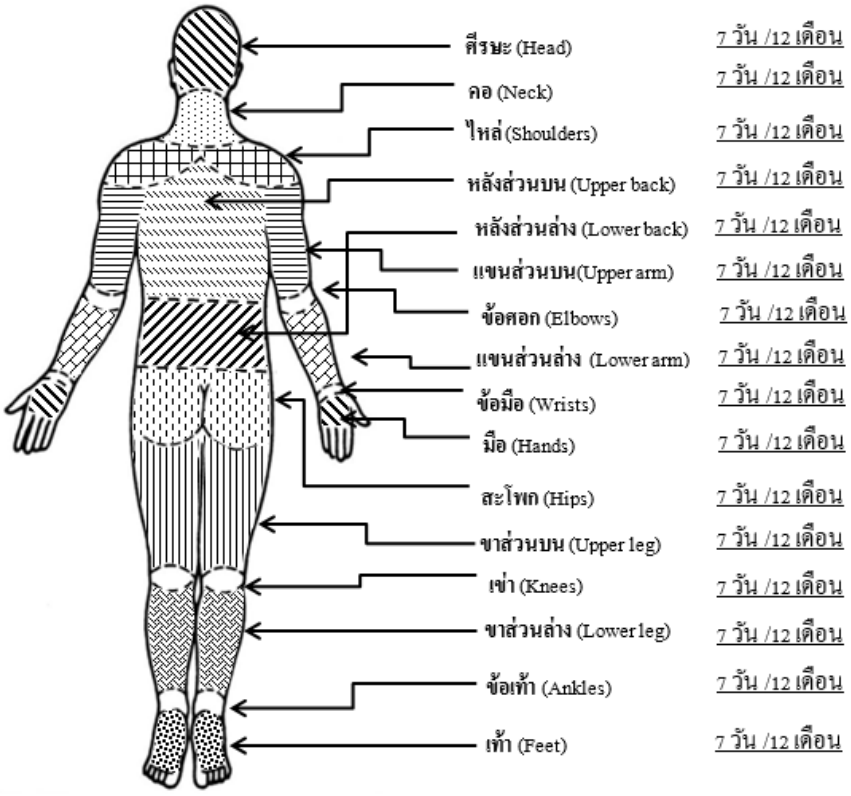
.....

.....

ตอนที่ 3 อาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูก

คำชี้แจง ท่านมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตามส่วนต่างๆของร่างกายจากการทำงานหรือไม่ โดยให้ทำเครื่องหมาย O รอบเวลาที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนของร่างกายที่มีความปวดเมื่อย

- 7 วัน หมายถึงมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนต่างๆ ของร่างกายในรอบ 7 วัน
- 12 เดือน หมายถึงมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนต่างๆ ของร่างกายในรอบ 12 เดือน



รูปที่ ก-1 ส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ตอนที่ 4 แบบสัมภาษณ์ปัจจัยด้านสถานีงานและการใช้งานเคียวตัด

<u>คำชี้แจง</u> จงใส่เครื่องหมาย (√) ในช่องที่ท่านคิดว่าตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1. อายุของเคียวที่ใช้.....ปี.....เดือน

2. ท่านใช้วัสดุหุ้มด้ามจับหรือไม่

( ) ไม่ใช้ ( ) ใช้ วัสดุ.....

3. ท่านใช้ถุงมือหรือไม่

( ) ไม่ใช้ ( ) ใช้ แบบ ( ) ผ้า ( ) ยาง

( ) ผ้าปุ่มยาง ( ) อื่นๆ

ระบุ.....

4. ท่านใช้เคียวแบบใด

( ) 1. แบบธรรมดา ( ) 2. แบบปรับขนาดได้

5. ท่านมีอุปสรรคในการตัดด้านใดบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่าหนึ่งข้อ)

( ) ความสูงต่ำของลำต้น อุปสรรค.....

( ) สภาพพื้นที่สวน อุปสรรค.....

( ) ความรกโคนต้น อุปสรรค.....

( ) สภาพอากาศ อุปสรรค.....

( ) พันธุ์ของปาล์ม อุปสรรค.....

อื่น ๆ ระบุ.....

6. ท่านคิดว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายในการใช้งานในระดับใด

5: มากที่สุด 4: มาก 3: ปานกลาง 2: น้อย 1: น้อยมาก

ตารางที่ ก-1 การประเมินปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายในการใช้งาน

ส่วน	ปัจจัย	ความสามารถในการตัด					ความสะดวกสบาย				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
ใบเคียว	วัสดุ										
	มุมคม										
	ขนาด										
	ความโค้งหรือรูปร่าง										
	ความแข็งแรง										

ตารางที่ ก-1 การประเมินปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายในการใช้งาน (ต่อ)

ส่วน	ปัจจัย	ความสามารถในการตัด					ความสะดวกสบาย				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
ด้ามจับ	วัสดุ										
	น้ำหนัก										
	ความยาว										
	รูปร่างหรือขนาดตรงมือจับ										
	ความแข็งแรง										

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้เคียวตัดปาล์ม

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้เคียวตัดปาล์มของผู้ทำงานตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ของไทย โดยนำผลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์มาทำการประเมิน เพื่อออกแบบเคียวตัดปาล์มที่เหมาะสมในการลดความเสี่ยงในการเกิดอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อและกระดูก และในส่วนของข้อมูลพื้นฐานส่วนตัว ที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้ถูกสัมภาษณ์นั้น อันได้แก่ ชื่อ-สกุลเบอร์โทรศัพท์และ E-mail ผู้วิจัยไม่มีจุดประสงค์อื่นใด นอกจากเพื่อใช้ติดต่อกลับไปยังผู้ถูกสัมภาษณ์เท่านั้น จะไม่มีการเผยแพร่ออกสู่สาธารณชน และในการสอบถามข้อมูล ผู้เข้ารับการสัมภาษณ์มีสิทธิที่จะปฏิเสธการให้ข้อมูลเมื่อไม่พร้อมให้ข้อมูลหรือไม่สามารถให้ข้อมูลได้โดยทันที

แบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความรู้สึกไม่สบายบริเวณมือขณะใช้อุปกรณ์

ขอขอบคุณที่กรุณาตอบแบบสัมภาษณ์

รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม

หัวหน้าโครงการ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ข้าพเจ้าจะนำไปวิเคราะห์เพื่อประกอบการทำโครงการวิจัย “เรื่องออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์” ฉะนั้นเพื่อให้การศึกษาเรื่องดังกล่าวมีความสมบูรณ์ และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์จริง จึงขอความอนุเคราะห์ในการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปประกอบการทำโครงการวิจัย ยกเว้นข้อมูลซึ่งทำให้เกิดความเสื่อมเสีย เสียหาย ไม่ปลอดภัย ต่อท่าน อันได้แก่ ชื่อ-สกุลเบอร์โทรศัพท์และ E-mail

เกษตรกรชาวสวนปาล์ม

(.....)

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. ชื่อ.....สกุล.....
2. เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง
3. อายุ.....ปี
4. ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม
5. โทรศัพท์ (มือถือ)..... E-mail .....

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ระดับความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์

2.1. ความเหมาะสมและความสะดวกสบายโดยรวม

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 : มากที่สุด 4 : มาก 3 : ปานกลาง 2 : น้อย 1 : น้อยมาก

ตารางที่ ก-2 การประเมินความเหมาะสมและความสะดวกสบายโดยรวมของด้ามเคียว

ที่	ด้ามจับ	หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน				
			5	4	3	2	1
1		1. ความเหมาะสมของรูปแบบในการจับ					
		2. ความสะดวกสบายโดยรวม					
2		1. ความเหมาะสมของรูปแบบในการจับ					
		2. ความสะดวกสบายโดยรวม					
3		1. ความเหมาะสมของรูปแบบในการจับ					
		2. ความสะดวกสบายโดยรวม					
4		1. ความเหมาะสมของรูปแบบในการจับ					
		2. ความสะดวกสบายโดยรวม					

2.2 ระดับความพึงพอใจ

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5: ดีมาก 4: ดี 3: พอดี 2:น้อย 1: แย่

ตารางที่ ก-3 การประเมินระดับความพึงพอใจ

ที่	หัวข้อ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบเดิม
1	มีความพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน					
2	ขนาดและรูปร่างของด้ามเคียวสามารถจับได้ถนัดมือ					
3	รูปทรงตัวด้ามเคียวมีความเหมาะสมกับใบเคียวเมื่อใช้งาน					
4	น้ำหนักรวมของเคียวมีความเหมาะสม					
5	ใช้งานได้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการทำงาน					
6	มีความรู้สึกออกแรงน้อยและเมื่อยล้าน้อยขณะใช้งาน					
7	การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
8	มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน					
9	ผิวด้ามเสียดทานดี ไม่ลื่นหลุด					
10	ความแม่นยำในการใช้งาน					
11	ความสวยงาม					

ตอนที่ 3 ระดับ<u>ความรู้สึกไม่สบาย</u>ในมือ

(เขียนคะแนนลงในช่องที่รูปมือแต่ละจุด โดยให้คะแนน <u>เฉพาะรูปแบบที่มีความพึงพอใจมากที่สุด</u>)

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 : มากที่สุด 4 : มาก 3 : ปานกลาง 2 : น้อย 1 : น้อยมาก

ที่	แบบด้ามจับ	ระดับความไม่สบายในมือ
1		
2		
3		

ที่	แบบด้ามจับ	ระดับความไม่สบายในมือ
4		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ข-1 ผลการทดลองมุมในการตัด

ต้นที่	มุมตัด	จำนวนครั้งในการตัด	ความยาว ; s (เมตร.)			ค่าแรง ; F (นิวตัน)			ค่างาน *(F·s cos 20)*			รวมค่างาน (จูล)
1	90	1	0.07	-	-	145.09	-	-	9.54379	-	-	9.5438
	120	1	0.06	-	-	166.51	-	-	9.388	-	-	9.388
2	120	1	0.05	-	-	64.09	-	-	3.01134	-	-	3.0113
	90	1	0.08	-	-	157.91	-	-	11.8708	-	-	11.871
3	90	2	0.03	0.02	-	187.11	48.985	-	5.27476	0.92061	-	6.1954
	120	1	0.06	-	-	115.2	-	-	6.49527	-	-	6.4953
4	120	2	0.02	0.04	-	126.84	202.22	-	2.38387	7.60087	-	9.9847
	90	2	0.02	0.05	-	167.78	126.39	-	3.1533	5.93818	-	9.0915
5	120	2	0.02	0.03	-	128.25	151.56	-	2.4103	4.27272	-	6.683
	90	1	0.06	-	-	218.47	-	-	12.3176	-	-	12.318
6	90	2	0.03	0.05	-	37.57	164.25	-	1.05919	7.71732	-	8.7765
	120	2	0.015	0.055	-	13.01	130.11	-	0.18345	6.72466	-	6.9081
7	120	1	0.06	-	-	35.41	-	-	1.9967	-	-	1.9967
	90	2	0.08	0.03	-	196.1	108.69	-	14.742	3.06419	-	17.806
8	90	2	0.09	0.015	-	321.74	11.94	-	27.2099	0.16824	-	27.378
	120	3	0.02	0.04	0.045	147.05	309.37	210.52	2.76367	11.6287	8.90219	23.295
9	120	1	0.07	-	-	47.06	-	-	3.09523	-	-	3.0952
	90	2	0.08	0.03	-	119.62	27.47	-	8.99223	0.77434	-	9.7666

ตารางที่ ข-2 ผลการทดลองรูปแบบใบเคียว

ลำดับการทดลอง	ต้นที่ (Blocks)	รูปแบบใบเคียว	ค่างานแรงดึง (จูล)	ค่างานแรงดัน (จูล)	จำนวนครั้งการตัด/ทางใบ
1	2	สันหลบมุม	15.92	4.91	3
2	2	แบบบาง	5.02	0.00	1
3	2	บาง+สันหลบมุม	7.75	0.43	2
4	2	แบบเดิม	9.33	3.11	3
5	1	บาง+สันหลบมุม	4.44	0.00	1
6	1	แบบบาง	4.20	0.00	1
7	1	แบบเดิม	11.99	3.89	2
8	1	สันหลบมุม	8.67	1.96	2
9	3	แบบบาง	3.34	0.00	1
10	3	แบบเดิม	20.93	1.70	3
11	3	บาง+สันหลบมุม	4.20	1.65	2
12	3	สันหลบมุม	7.68	1.71	2
13	4	บาง+สันหลบมุม	16.50	0.78	2
14	4	แบบเดิม	15.25	26.24	3
15	4	สันหลบมุม	18.15	13.20	3
16	4	แบบบาง	12.58	1.28	3
17	5	แบบบาง	14.31	0.00	1
18	5	แบบเดิม	20.93	2.71	2
19	5	บาง+สันหลบมุม	18.37	0.15	2
20	5	สันหลบมุม	17.67	5.31	2

ตารางที่ ข-3 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในแต่ละหัวข้อการประเมินของรูปแบบด้ามเคียว

ที่	หัวข้อการประเมิน	รูปแบบด้ามเคียว				
		1	2	3	4	แบบเดิม
1	มีความพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	4.43	3.73	4.70	4.93	2.70
2	ขนาดและรูปร่างของด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือ	4.63	3.77	4.67	5.00	3.00
3	รูปทรงตัวด้ามมีดมีความเหมาะสมกับมีดเมื่อใช้งาน	3.13	3.00	4.70	4.97	2.70
4	น้ำหนักรวมของมีด (ตัวมีดและด้ามมีด) มีความเหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00	4.87
5	ใช้งานได้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการทำงาน	3.17	2.87	4.70	4.93	3.00
6	มีความรู้สึกออกแรงน้อยและเมื่อยล้าน้อยขณะใช้งาน	4.00	4.00	4.70	5.00	2.23
7	การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00	2.90
8	มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	3.17	3.17	4.90	4.97	2.87
9	ผิวด้ามเสียดทานดี ไม่ลื่นหลุด	3.00	3.00	4.93	4.93	2.77
10	ความแม่นยำในการใช้งาน	5.00	5.00	5.00	5.00	2.57
11	ความสวยงาม	4.43	4.30	4.43	4.43	2.47
เฉลี่ย		4.088	3.894	4.794	4.924	2.915

ตารางที่ ข-4 ระดับความไม่สบายในบริเวณมือของเคียวแบบเดิม

บริเวณ / คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	3	2
2	1	1	1	4	1	4	1	2	1	1	5	3	2
3	1	2	1	3	1	4	1	3	1	1	5	4	2
4	1	1	1	4	1	5	1	2	1	1	5	3	2
5	1	1	1	4	1	4	1	2	1	1	5	4	2
6	1	1	1	4	1	4	1	2	1	1	5	4	2
7	1	1	1	4	1	4	1	2	1	1	5	4	1
8	1	1	1	4	1	4	1	3	1	1	5	3	2

ตารางที่ ข-4 ระดับความไม่สบายในบริเวณมือของเคียวแบบเดิม (ต่อ)

บริเวณ / คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	1	1	1	4	1	4	1	3	1	1	5	3	2
10	1	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	3	1
11	1	2	1	4	1	5	1	2	1	1	5	3	3
12	1	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	4	2
13	1	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	5	2
14	1	2	1	4	1	5	1	2	1	1	5	4	3
15	1	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	5	2
16	1	1	1	3	1	4	1	3	1	1	4	4	2
17	1	1	1	3	1	4	1	2	1	1	5	5	2
18	1	1	1	3	1	4	1	2	1	1	5	3	2
19	1	1	1	4	1	4	2	2	1	1	5	4	3
20	1	2	1	4	1	4	2	2	1	1	5	5	2
21	1	2	1	3	1	4	1	3	1	1	5	3	1
22	2	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	3	2
23	1	1	1	4	1	4	2	2	1	1	5	3	2
24	1	1	1	3	1	4	2	3	1	1	4	5	2
25	2	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	3	2
26	1	2	1	4	1	4	1	2	1	1	5	3	2
27	1	1	1	3	1	4	1	2	1	1	5	5	3
28	1	1	1	3	1	4	1	2	1	1	5	3	2
29	1	1	1	3	1	4	1	2	1	1	5	5	2
30	1	1	1	3	1	4	1	2	1	1	5	5	2
เฉลี่ย	1.10	1.43	1.00	3.67	1.00	4.10	1.13	2.20	1.00	1.00	4.93	3.80	2.03

ตารางที่ ข-5 ระดับความไม่สบายในบริเวณมือของเคียวแบบใหม่

บริเวณ / คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1

ตารางที่ ข-5 ระดับความไม่สบายในบริเวณมือของเคียวแบบใหม่ (ต่อ)

บริเวณ / คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
4	1	2	1	2	1	3	1	2	1	1	2	1	1
5	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
6	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
7	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
8	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
9	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
10	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
11	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
12	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
13	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
14	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
15	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
16	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
17	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
18	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
19	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1
20	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1
21	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
22	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
23	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1
24	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1
25	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
26	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
27	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
28	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
29	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
30	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายอรรถพล แก้วนวล

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5810120053

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	2558

ทุนการศึกษา

- ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์
- ทุนอุดหนุนวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์
- ทุนเงินรายได้มหาวิทยาลัย

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อรรถพล แก้วนวล, บรรพต โลหะพูนตระกูล , กลางเดือน โพชนา, "ความชุกของความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานในอาชีพต่างๆ", วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2560. (GISE) Attaphon Keawnual, Bunpot Lohapoontagoon, Klangduen Pochana, "Prevalence of Work-related Musculoskeletal Disorders in various occupations"