รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันตามหลักการยศาสตร์

Design and Development of an Ergonomics Sickle for Oil Palm Frond Cutting

คณะนักวิจัย

รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก เงินรายได้มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2559 รหัสโครงการ ENG590409S

ชื่อโครงการเดี่ยว: การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันตามหลักการยศาสตร์

คณะนักวิจัยและหน่วยงานต้นสังกัด:

1.1 รศ. สมชาย ชูโฉม (Assoc. Prof. Somchai Chuchom)

หัวหน้าโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำวิจัย 50 % ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.2 ผศ.ดร.กลางเดือน โพชนา (Asst. Prof. Dr. Klangduen Pochana)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำวิจัย 50 % ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สารบัญ รายการตาราง รายการภาพประกอบ

สารบัญ

บทที่ หน้า

1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

2 การสำรวจเอกสาร 3

2.1 ปาล์มน้ำมัน 3

2.2 เคียวตัดปาล์มน้ำมัน 5

2.3 การออกแบบเครื่องมือตามหลักการยศาสตร์ 10

2.3.1 ประเภทของเครื่องมือ 11

2.3.2 การออกแบบเครื่องมือโดยใช้หลักการยศาสตร์ 12

2.3.3 การออกแบบจากหลักกายวิภาคของมือ 13

2.3.4 การออกแบบจากหลักการชีวกลศาสตร์ 15

2.3.5 หลักการยศาสตร์สำหรับการออกแบบเครื่องมือ 16

2.3.6 แนวทางการเลือกใช้เครื่องมือ 20

2.4 การประเมินทางการยศาสตร์ 20

2.5 สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ หน้า
3 การสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน 29
3.1 การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ 29
3.2. การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์มน้ำมัน 35
4 การออกแบบและประเมินผล 46
4.1 การออกแบบ 46
4.1.1. การออกแบบวิธีการทำงาน 46
4.1.2 การออกแบบอุปกรณ์ 55
4.2. การประเมินผล 70
4.2.1 จำนวนครั้งในการตัด 71
4.2.2. ระดับความพึงพอใจ 72
4.2.3. ความรู้สึกไม่สบายในมือ 74
4.2.4. ผลการประเมินความเสี่ยงของท่าทาง 77
4.3. สรุปผลการออกแบบ 85
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 90
เอกสารอ้างอิง 92
ภาคผนวก 97
เอกสารยื่นจดสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตร 104

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ข้อดีและข้อเสียของวิธีการตัดทางใบปาล์มน้ำมันโดยใช้เคียวในปัจจุบัน	2
2.1	ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ	6
2.2	การแปลผลคะแนนความเสี่ยงรวมในวิธี RULA	21
2.3	สิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับเคียวตัดปาล์ม	27
3.1	คุณลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	32
3.2	อาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 7 วัน และ 12 เดือน	34
3.3	ข้อดี-ข้อเสีย ของการยึดใบเคียวกับด้ามเคียวแบบต่างๆ	35
3.4	ลักษณะขั้นตอนการตัดทางใบ	39
3.5	ลักษณะการเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น	42
3.6	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายของอุปกรณ์	45
4.1	การออกแบบการทดลอง	52
4.2	ตาราง ANOVA	53
4.3	ค่าเฉลี่ยแต่ละมุมการตัด	54
4.4	ตาราง ANOVA	59
4.5	เปรียบเทียบค่างานแรงดึงของแบบเดิมกับแต่ละแบบ	59
4.6	ตาราง ANOVA	61
4.7	เปรียบเทียบค่างานแรงผลักของแบบเดิมกับแต่ละแบบ	62
4.8	ตาราง ANOVA	63
4.9	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัดของแบบเดิมกับแต่ละแบบ	64
4.10	ขนาดส่วนต่างๆ ของมือผู้ชายไทย	67
4.11	ต้นแบบด้ามจับสำหรับการทดลอง	68
4.12	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแต่ละแบบ	61
4.13	ตาราง ANOVA	72
4.14	ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจและค่า P- Value เปรียบเทียบแบบเคียวแต่ละแบบ	72
4.15	ประมวลระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ	73
4.16	คะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายในมือ	75

ตาราง หน้า

4.17 การแปลผลคะแนนจากผลคะแนน (Final score) 78
4.18 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล 78
4.19 อาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 7 วัน และ 12 เดือน 79
4.20 ผลคะแนน (final score) 80
4.21 ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานก่อนและหลังปรับปรุง 81
4.22 ตาราง final score การเปลี่ยนแปลงคะแนนเมื่อใช้เคียวแบบใหม่ 84

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1.1 หน้าตัดของรอยตัดทางใบและช่อทะลาย 2
2.1 ผังการปลูกปาล์มน้ำมัน 4
2.2 ส่วนประกอบของเคียวตัดปาล์ม 6
2.3 แสดงการให้ขนาดใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง 8
2.4 การยึดใบเคียวกับด้ามจับ 9
2.5 มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์ 22
2.6 อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล 23
2.7 เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน 24
2.8 อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ 26
3.1 ภาพแสดงหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง และ รูปแบบใบเคียวในปัจจุบัน 37
3.2 ตำแหน่งการยืนตัดทางใบ 39
3.3 ลักษณะทางใบที่ต้องตัดแต่งออก 41
3.4 แนวแรงที่เกิดขึ้นบริเวณโคนทางใบ 41
3.5 ลักษณะการเว้นโคนทางใบ 42
3.6 รอยจากการตัด 43
3.7 องค์ประกอบทางใบปาล์มในบริเวณการตัด (หน้าตัดฉาก) 43
4.1 มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม 47
4.2 การยืนชิดลำต้นมากเกินไป และการยืนระยะที่ระวังได้ 47

ภาพประกอบ หน้า

4.3 ลักษณะการวางใบเคียวและจุดสัมผัสคมเคียวกับทางใบเพื่อเตรียมการตัด 48

4.4 มุมหน้าตัดทางใบจากการเอียงใบเคียว 48

4.5 กรอบแนวคิดการทดลอง 49

4.6 ลักษณะเคียวในการทดลอง 49

4.7 ลักษณะใบเคียว และ ขนาดหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง 50

4.8 แสดงการติดตั้งโหลดเซลล์วัดแรง 51

4.9 ระยะกระจัดของการตัดแต่ละครั้ง 51

4.10 แนวแรงและแนวการเคลื่อนที่ของรอยตัด 52

4.11 แสดงค่าพลังงานเฉลี่ยในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง 54

4.12 กรอบแนวคิดการทดลอง 56

4.13 ลักษณะความโค้งและหน้ากว้างใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง 56

4.14 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบเดิม 57

4.15 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบบาง 57

4.16 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบสันหลบมุม 58

4.17 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบบางสันหลบมุม 58

4.18 ค่าเฉลี่ยแรงดึงในการตัด 61

4.19 ค่าเฉลี่ยแรงดันในการตัด 62

4.20 จำนวนครั้งเฉลี่ยในการตัดต่อทางใบ 64

4.21 รูปแบบการยึดใบเคียว โดยการเชื่อม และโดยการใช้ตัวล็อค 65

4.22 แสดงมือจับบน มือจับล่าง 66

4.23 รูปแบบการวัดขนาดส่วนต่างๆ ของมือ 66

4.24 การยึดใบเคียวเข้ากับด้ามอะลูมิเนียม 69

4.25 การประกอบด้ามจับเข้ากับท่อด้าม 69

4.26 เคียวแบบเดิม 71

4.27 ตัวอย่างการติดตั้งด้ามจับเข้ากับท่อด้าม 71

4.28 รูปแบบเคียวตัดที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด 74

4.29 การแบ่งบริเวณในมือสำหรับการประเมิน 76

ภาพประกอบ หน้า

4.30 ระดับความไม่สบายในมือ 76
4.31 ขั้นตอนการให้คะแนนด้วยวิธี RULA 77
4.32 การประเมินส่วนคอของการใช้เคียวแบบเดิม 82
4.33 มือจับบน มือจับล่าง 83
4.34 การประเมินส่วนข้อมือของการใช้เคียวแบบเดิม 83
4.35 ท่าทางการใช้เคียวแบบเดิม 84
4.36 ท่าทางการใช้เคียวแบบใหม่ 84
4.37 ลักษณะการจับของด้ามจับที่ออกแบบสำหรับการทดลอง 85
4.38 รูปแบบใบเคียว และรูปแบบหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง 86
4.39 รูปแบบการยึดใบเคียว โดยการเชื่อม และโดยการใช้ตัวล็อค 87
4.40 รูปแบบด้ามจับที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด 88
4.41 ลักษณะการถือเคียวในการเคลื่อนย้ายจากต้นสู่ต้น 86

กิตติกรรมประกาศ

รายวิจัยฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยประสบการณ์ เทคนิคหรือความรู้ต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ที่คอยให้ข้อเสนอแนะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้ความร่วมมืออย่างดีมาโดยตลอด และได้รับความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกโดยกลุ่มเกษตรกรจากจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และกระบี่ ที่ให้ข้อมูลและร่วมมือทำการทดลอง ทดสอบ และใช้งานเคียวในสภาวะต่างๆ จนได้ผลครบถ้วนสมบูรณ์ และขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยจากเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2559 (รหัสโครงการ ENG590409S) คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันที่มีผลต่อความสามารถในการตัด ความสะดวกสบายในการใช้งาน และออกแบบต้นแบบเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย การสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน ของวิธีการทำงาน เคียวตัดที่ใช้ และความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (MSDs) จากนั้นจึงออกแบบและทดลองวิธีการทำงานและลักษณะเคียวตัด เพื่อประเมินผลเปรียบเทียบ ค่าแรงหรือค่างานที่ใช้ 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

Abstract

The purposes of this research were: 1) To investigate the characteristics of a sickle affected to capabilities and comfortable to use, 2) To design and development 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, the researchers create sickle prototypes to compare with the original one on the applied force, the number of cuts per frond, user satisfaction level, discomfort on hands, 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 cuts 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 was 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.

บทนำ: แสดงในบทที่ 1

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันที่มีผลต่อความสามารถในการตัดและความสะดวกสบายในการใช้งาน

2) ออกแบบและพัฒนาต้นแบบเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

การตรวจเอกสาร: แสดงในบทที่ 2

วิธีการวิจัย

การวิจัยออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันตามหลักการยศาสตร์ เริ่มต้นจากการสำรวจปัญหา ได้แก่ ปัญหาที่เกิดจากสถานีงานและเครื่องมือ การสำรวจความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (MSDs) จากนั้นวิเคราะห์และออกแบบการทดลองวิธีการทำงานเบื้องต้น เพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าในการทดลองเพื่อออกแบบอุปกรณ์ต่อไป การเลือกปัจจัยด้านอุปกรณ์มาทดลองนั้นวิเคราะห์จากปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานและความสะดวกสบาย การเปรียบเทียบแบบเดิมกับแบบใหม่ที่ออกแบบ ได้แก่ ด้านความเสี่ยงของท่าทาง ค่าแรงหรือค่างานที่ใช้ ความพึงพอใจ ความรู้สึกไม่สบายในมือ และจำนวนครั้งในการตัด เพื่อสรุปผลลักษณะของวิธีการทำงานและลักษณะอุปกรณ์ที่ดีกว่า ด้านประสิทธิภาพ ความรู้สึกสะดวกสบาย และมีความเหมาะสมทางด้านการยศาสตร์

ผลการวิจัยและสรุปผล: แสดงในบทที่ 3 และ บทที่ 4

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป: แสดงในบทที่ 5

เอกสารอ้างอิง: แสดงในเอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก : แสดงในภาคผนวก

บทที่ 1 บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานมีการใช้เครื่องมือที่ใช้พลังงาน (Power tool) เข้ามาช่วยมากขึ้น เพราะมีความรวดเร็วในการทำงาน สามารถทุ่นแรง และประสิทธิภาพอาจจะดีกว่า แต่มีข้อเสียคือ อุปกรณ์มีราคาค่อนข้างสูงและใช้ทรัพยากรพลังงาน เกษตรกรส่วนใหญ่จึงยังเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ (Hand tool) เพราะเครื่องมือราคาถูกกว่า การบำรุงรักษาที่ง่ายกว่า เป็นต้น แต่อาจจะมีข้อด้อยด้านประสิทธิภาพและความสะดวกสบายในการใช้งาน และหากเครื่องมือที่ผู้ปฏิบัติงานนำมาใช้มีการออกแบบที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นต้นเหตุของการบาดเจ็บ การป่วย การขาดงาน และปัญหาอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม งานวิจัยนี้ศึกษาในเกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของไทยที่ให้ผลผลิตสูง การปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มสูงขึ้นในพื้นที่ภาคใต้ กระบวนการปลูกปาล์มน้ำมันใช้เวลานาน 3-4 ปี จึงจะเก็บเกี่ยวได้ การดูแลสวนปาล์มทุกระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญ ตั้งแต่การจัดการเรื่องวัชพืช การใส่ปุ๋ย ระบบต่างๆ ในการดูแลสวน เมื่ออายุปาล์มมากขึ้น การเก็บเกี่ยวและการตัดแต่งทางใบเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม อีกทั้งการเว้นจำนวนทางใบจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตด้วย การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันในช่วงอายุน้อยกว่า 10 ปี หรือความสูงไม่เกิน 4 เมตร จะใช้เสียมตัดสำหรับการเก็บเกี่ยว ในช่วงอายุมากกว่า 10 ปี หรือความสูงมากกว่า 4 เมตร จะใช้เคียวในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ทั้งเสียมและเคียวที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวจะใช้ตัดทั้งช่อทะลายและทางใบปาล์ม ซึ่งทางใบปาล์มที่ตัดจะมีขนาดใหญ่และมีเส้นใยแข็งกว่าช่อทะลาย และยังมีขนาดรอยตัดที่ใหญ่กว่าดังแสดงในรูปที่ 1.1 ในการตัดทางใบจึงทำได้ยากกว่า

ปัจจุบันมีเครื่องมือในการตัดทางใบปาล์มน้ำมัน 2 แบบคือ เคียวที่ใช้แรงจากมือและเคียวที่ใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ ทั้งสองแบบมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1.1 และในอดีตได้มีผู้คิดค้นและประดิษฐ์เคียวตัดปาล์มขึ้นมาในรูปแบบต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นด้านความสะดวกสบาย ทุ่นแรงในการตัดหรือเพิ่มขีดความสามารถในการตัด ทั้งนี้ได้มีการจดสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ดังแสดงในตารางที่ 1.2 ในการตัดทางปาล์มน้ำมัน คนงานจะทำการตัดแต่งทางปาล์มน้ำมันในแต่ละต้นจนเสร็จแล้วเดินไปต้นต่อไป ในการตัดหากเกิดการติดขัดระหว่างเคียวตัดกับทางปาล์มน้ำมันจะต้องออกแรงดันเพื่อให้เคียว

หลุดจากทางปาล์มน้ำมันและทำการตัดใหม่ การทำงานนี้เป็นลักษณะงานที่น่าอึดอัด การออกแรงนั้นยังเป็นผลทำให้เกิดการบาดเจ็บและความผิดปกติของกล้ามเนื้อได้

จากการสำรวจเบื้องต้นโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ในปัจจัยด้านการทำงานพบว่า คนงานใช้เวลาทำงาน 3.5 - 6 ชั่วโมงต่อวัน จำนวนต้นในการตัดมีค่าเฉลี่ยที่ 11 ต้นต่อการหยุดพักหนึ่งครั้ง การตัดทางปาล์มน้ำมันแต่ละทางใบนั้นจะตัดไม่ขาดในครั้งเดียว โดยร้อยละ 40 ของคนงานจะตัดขาดภายใน 3 ครั้ง ร้อยละ 25 ตัดขาดภายใน 4 ครั้ง และร้อยละ 35 ตัด 5 ครั้งขึ้นไปจึงจะขาด

รูปที่ 1.1 หน้าตัดของรอยตัดทางใบ (ซ้าย) และของช่อทะลาย (ขวา)

ตารางที่ 1.1 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการตัดทางใบปาล์มโดยใช้เคียวในปัจจุบัน

ชื่ออุปกรณ์	รูป	ข้อดี	ข้อเสีย
เคียวตัดปาล์ม (ใช้แรงจากมือ)		- สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มได้ - ราคาถูก - สามารถต่อด้ามเคียว ยาว 4 - 18 เมตร	- ตัดได้ช้า - เกิดการเมื่อยล้าและบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย
เครื่องตัดปาล์ม (ใช้แรงจากเครื่องยนต์)		- สามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มได้รวดเร็ว	- ไม่สามารถใช้กับต้นปาล์มที่สูงมากๆ ได้ - ใช้พลังงานน้ำมัน - มีการสั่นสะเทือน - ราคาค่อนข้างสูง

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 พบว่า ภาคใต้มีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันร้อยละ 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

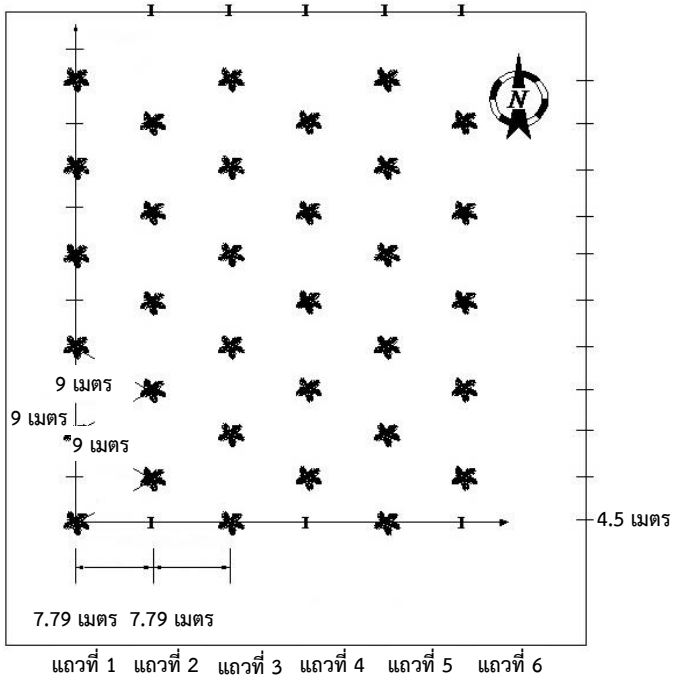
ใบ ใบของปาล์มน้ำมันประกอบด้วยก้านใบที่อาจมีความยาวถึง 7.5 เมตร สามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนปลายเป็นส่วนที่รองรับใบย่อย จำนวน 250 ถึง 300 ใบ และส่วนก้านที่ติดกับลำต้น ซึ่งเป็นส่วนที่มีหนามแข็ง การจัดเรียงทางใบบนลำต้นมีลักษณะเป็นเกลียวบนลำต้น โดยแต่ละรอบจะมีทางใบ

จำนวน 8 ทางใบ การเวียนจะมีทั้งด้านซ้ายและด้านขวา แต่ปาล์มน้ำมันที่ปลูกจะมีต้นไปทางด้านซ้ายหรือเวียนไปทางด้านขวาในปริมาณใกล้เคียงกัน

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

2.1.2 การวางผังปลูกปาล์มน้ำมัน

การวางผังการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการวางระบบต่างๆ ได้แก่ ถนนหลัก ถนนในแปลง ทางระบายน้ำและการวางแนวการปลูก การวางแนวการปลูกใช้แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า ให้แถวปลูกหลักอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ระยะปลูก 9 เมตร x 9 เมตร x 9 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ทั้งนี้เพื่อให้ต้นปาล์มทุกต้นได้รับแสงแดดมากที่สุดและสม่ำเสมอ หรือการปลูกระยะ 8.0-8.5 เมตร ซึ่งจะใช้กับปาล์มที่มีทางใบสั้น



รูปที่ 2.1 ผังการปลูกปาล์มน้ำมัน [2]

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

2.1.3 การตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมัน

การตัดแต่งทางใบปาล์มเป็นการตัดแต่งเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต และการเว้นจำนวนทางใบส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตด้วย ดังนั้นการตัดแต่งทางใบทั้งในขณะเก็บเกี่ยวผลผลิต หรือการตัดแต่งประจำปี จะมีการจัดการทางใบแตกต่างกันตามอายุของปาล์มน้ำมัน ดังนี้

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

• อายุ 4 - 7 ปี ต้นปาล์มน้ำมันควรเหลือทางใบ 3 รอบนับจากทะลายที่อยู่ล่างสุด

• อายุ 7 - 12 ปี ต้นปาล์มน้ำมันควรเหลือทางใบ 2 รอบนับจากทะลายล่างสุด

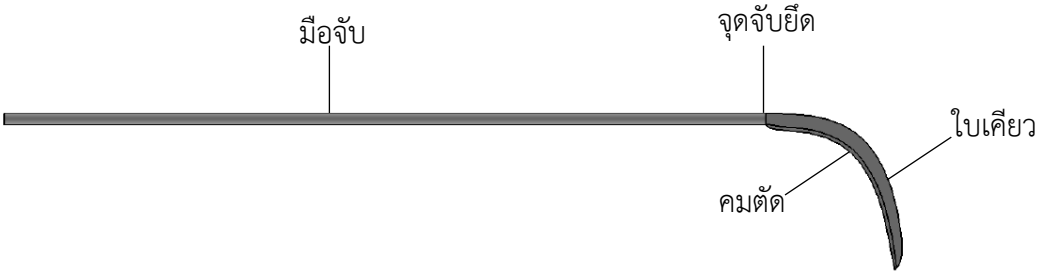
• อายุ 12 ปี ขึ้นไป ต้นปาล์มน้ำมันควรเหลือทางใบ 1 รอบนับจากทะลายล่างสุด

ทางใบที่ตัดแล้วจะนำมาเรียงกระจายรอบโคนต้น หรือเรียงแบบแถวเว้นแถวไม่กีดขวางทางเดินเก็บเกี่ยวหรือการขนส่ง และวางสลับแถวกันทุก ๆ ปี เพื่อกระจายให้ทั่วแปลง ทางใบเหล่านี้เมื่อคิดเทียบกับปุ๋ยเคมีจะได้ประมาณ 40 % ของปริมาณปุ๋ยที่ต้องใช้ตลอดทั้งปี จึงช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมันลงได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ทางใบเหล่านี้ยังเป็นอินทรียวัตถุในสวนปาล์มน้ำมันได้เป็นอย่างดี

การทำงานตัดแต่งทางใบปาล์ม จะมีการทำงาน 2 หน้าที่ คือ หน้าที่ตัดทางใบ และ หน้าที่เก็บทางใบมาเรียงเป็นแถว ซึ่งการทำงานสองหน้าที่นี้ควรแยกคนทำงานคนละคนกัน เพื่อเกิดความสะดวกในการทำงาน กล่าวคือหากคนที่ทำหน้าที่ตัดทางใบทำหน้าที่เก็บทางใบด้วย ก็ต้องวางเคียวตัดเพื่อเก็บทางใบ ซึ่งเป็นการเสียเวลาและเป็นการเพิ่มภาระงาน

2.2. เคียวตัดปาล์มน้ำมัน

เคียวตัดเป็นอุปกรณ์ใช้ในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน โดยมีหน้าที่การทำงาน 2 อย่าง คือ ตัดทะลายปาล์มและตัดทางใบปาล์ม เคียวตัดโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ด้ามจับ ใบเคียว และจุดจับยึด ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยแต่ละส่วนจะมีลักษณะ ดังนี้



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของเคียวตัดปาล์มน้ำมัน

2.2.1. ด้ามจับ (handle)

ด้ามจับหรือมือจับเป็นส่วนของเคียวที่ใช้ในการจับเพื่อออกแรงในการตัด มือจับของเคียวในปัจจุบัน ใช้วัสดุ 3 ชนิดคือ ท่อเหล็ก ไม้ไผ่ และท่ออลูมิเนียม โดยเหล็กจะใช้กับปาล์มที่สูงไม่เกิน 5 เมตร ถ้าขนาดมากกว่านี้จะมีน้ำหนักมากขึ้น ด้ามไม้ไผ่จะใช้กับปาล์มที่สูงประมาณไม่เกิน 5 เมตรเช่นกัน เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านขนาดและความอ่อนตัว ด้ามจับที่นิยมใช้ในปัจจุบันจึงเป็นท่ออะลูมิเนียมเพราะมีน้ำหนักเบาและค่อนข้างแข็งแรง ปาล์มที่มีความสูงมากก็จะใช้วิธีการต่อด้ามให้ยาวขึ้น จากงานวิจัยในปัจจุบันไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยมือจับของเคียวตัดโดยตรง ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าจากงานวิจัยอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นสามารถใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลาง รูปร่างและผิว ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ

ปัจจัย	ผู้ศึกษา	ประเภท/อุปกรณ์	วัตถุประสงค์	ผลการศึกษา
เส้นผ่านศูนย์กลาง	(Gregor Harih, Bojan Dolsak 2014)	มือจับ	เปรียบเทียบความรู้สึกสบายในมือจับ ระหว่างด้ามจับที่จับพอดีไม่มีช่องว่างระหว่างมือกับมือจับ กับด้ามจับทรงกระบอก	มือจับที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่พอเหมาะจะทำให้เกิดการออกแรงที่ดีในสำหรับแต่ละนิ้ว การออกแบบมือจับแบบพอดีมือ/พื้นที่มือ มีความสะดวกสบายสูง ใช้พลังงานได้ดีที่สุด แต่ในแบบทรงกระบอกไม่สะดวกสบายดีสุดเพราะเส้นผ่านศูนย์กลางถูกกำหนดมาให้ดีที่สุดสำหรับพื้นที่หนึ่งของมือเท่านั้น

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ (ต่อ)

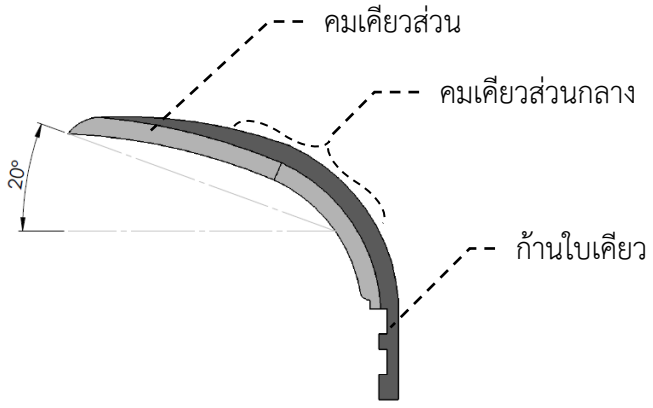
ปัจจัย	ผู้ศึกษา	ประเภท/อุปกรณ์	วัตถุประสงค์	ผลการศึกษา
เส้นผ่านศูนย์กลาง	Grant, K.A., Habes, D.J., Steward, L. L	มือจับ	การวิเคราะห์การออกแบบด้ามจับเพื่อลดความพยายามจับ: อิทธิพลของเส้นผ่านศูนย์กลางจับ	- ด้ามจับที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางมือมีการออกแรงได้มากสุดมากกว่าการจับขนาดใหญ่ - ด้ามจับที่มีขนาดเล็กให้ความจุมากที่สุดสำหรับแรงพยายามในการจับ ความพยายามจะลดลงเมื่อมือจับที่มีขนาดเล็กได้ถูกใช้
รูปร่าง	(Gregor Harih, Bojan Dolsak, Jasmin Kaljun 2012)	มือจับ	ศึกษาการตัดสินใจในการเลือกรูปทรงของมือจับ	วัตถุที่เป็นไปตามรูปทรงของมือสามารถป้องกันไม่ให้เกิดความรู้สึกไม่สบาย ความดันในมือและนิ้วมือ
	(Iman Dianata, Moein Nedaeib, Mohammad Ali, Mostashar Nezamic, 2015)	เกรียงก่ออิฐ	ผลของรูปร่างมือจับเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของมือการใช้งานและความรู้สึกไม่สบายโดยใช้ เกรียงก่ออิฐ	- การออกแบบควรมีประเมินเชิงคุณภาพจากคนงาน จะทำให้มีหลายแบบและสามารถเลือกใช้ได้ดี และเพื่อนำผลที่ได้ไปวิจัยในปัจจัยที่กว้างขึ้น
ผิว	(Fellows GL, Freivalds A, 1991)	กรรไกร	การประเมินผลการยศาสตร์ของด้ามจับยางโฟมสำหรับจับเครื่องมือ	ด้ามจับยางโฟมให้กระจายสม่ำเสมอมากแต่กำลังในการจับมากขึ้นทำให้เสียรูปได้และจะสูญเสียการควบคุมความรู้สึก แต่ผลการศึกษาคือพนักงานพึงพอใจที่จะใช้มือจับด้วยยางโฟมมากกว่า

ตารางที่ 2.1. ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยการออกแบบมือจับ (ต่อ)

ปัจจัย	ผู้ศึกษา	ประเภท/อุปกรณ์	วัตถุประสงค์	ผลการศึกษา
ผิว	(Laurent Claudon 2006)	มีด,ถุงมือ	ศึกษาอิทธิพลต่อการยึดเกาะพื้นผิวลักษณะด้ามมีดและการสวมถุงมือ	- ความแข็งและความหยาบของผิวด้ามจับเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้แรงบิดไปยังด้ามมีด - ภายใต้การทดลองโดยสวมถุงมือ จะเพิ่มแรงเสียดทานอย่างมีนัยสำคัญระหว่างมือและด้ามมีด เมื่อเกิดการดัดขึ้น สามารถเพิ่มแรงเสียดทานในมือหรือด้ามจับ แต่ข้อสรุปคือผู้ที่เข้าทดลองแนะนำให้ใช้ด้ามจับที่นุ่มซึ่งคิดว่าเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า

2.2.2. ใบเคียว (Sickle sharp)

ใบเคียวเป็นส่วนที่มีคมเพื่อใช้ในการตัดเฉือนทางใบหรือช่อทะลายให้ขาด ปัจจุบันยังไม่มีการให้ขนาดใบเคียวที่เป็นมาตรฐานชัดเจน สำหรับการให้ขนาดใบเคียวที่ใช้ในการทดลองนี้ แสดงในรูปที่ 2.3 การวัดใบเคียวใช้การวัด 3 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ คมเคียวส่วนกลาง ซึ่งส่วนคมและสันเคียวจะขนานกัน และเป็นส่วนที่ตัดผ่านทางใบโดยตรง ส่วนที่ 2 คือ องศาการเงยของปลายเคียว และส่วนที่ 3 คือ การให้ขนาดหน้าตัดของใบเคียวได้แก่ ความหนาและองศาคมเคียว



รูปที่ 2.3 การให้ขนาดใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง

(P. Beer และ คณะ, 1999) ได้ศึกษาผิวของคมตัดเครื่องมือในกระบวนการตัด โดยรูปทรงและคุณสมบัติวัสดุนั้นมีการตรวจสอบแล้วและใช้แบบเดิม โดยการเปรียบเทียบ แบบเคลือบผิว และไม่เคลือบผิว พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสำหรับงานไม้เปียกในการสัมผัสกับเหล็กมีค่าค่อนข้างสูง แรงเสียดทานที่สูง มีความต้องการของสารเคลือบผิวเพื่อเคลือบผิวของเครื่องมือ เพื่อให้เกิดความลื่น และการเคลือบสามารถป้องกันการกัดกร่อนเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด

จากกฎของแรงเสียดทาน คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของพื้นผิวสองอย่างที่สัมผัสกัน มักจะเกิดตรงข้ามกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เสมอ ผิวหน้าสัมผัสจึงช่วยลดแรงเสียดทานได้ ขนาดของแรงเสียดทานจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแรงหรือน้ำหนักที่กดลงไปบนพื้นผิวสัมผัสและลักษณะของผิวสัมผัสนั้น ๆ ถ้าผิวสัมผัสนั้นเรียบลื่น แรงเสียดทานก็จะมีค่าน้อย ถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระ แรงเสียดทานก็จะมีค่ามาก การลดแรงเสียดทาน เช่น การลดพื้นที่แรงกด การทำให้ผิวสัมผัสเรียบลื่น เป็นต้น

ดังนั้นปัจจัยเบื้องต้น ที่อาจจะส่งผลต่อความเสียดทานของเคียวตัด ได้แก่ ความหนาของใบเคียว ซึ่งเป็นแรงกดและผิวของใบเคียว ในการออกแบบใบเคียวถ้าสามารถทำให้การตัดมีความต้านทานแรงน้อย การตัดแต่ละครั้งจะให้ความลึกของรอยตัดที่ดีมากกว่า ทำให้จำนวนครั้งในการตัดลดลงได้

2.2.3. จุดจับยึด

จุดจับยึดระหว่างใบเคียวกับด้ามจับ ในปัจจุนั้นจะยึดด้วยวิธีการรัดด้วยยาง การใช้สกรูยึด การเชื่อมและการใช้แคลมป์รัด ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ทั้งนี้การยึดที่ดีควรให้มีศูนย์กลางแรงที่ดี และมีความแข็งแรงพอที่จะไม่หลุดหรือหักได้ ในปัจจุบันมีการนิยมใช้แบบแคลมป์รัด เพราะสะดวก ทำได้ง่ายและแข็งแรง

รูปที่ 2.4 การยึดใบเคียวกับด้ามจับ โดยวิธีการรัดด้วยยาง ใช้สกรูยึด
ใช้การเชื่อม และการใช้แคลมป์รัด ตามลำดับ

2.3. การออกแบบเครื่องมือตามหลักการยศาสตร์ [3]

เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ (Hand tools) กับ เครื่องมือที่ใช้กำลัง (Power tools) เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้การออกแรงจากมือหรือแรงกายของคน ในการบังคับควบคุมการทำงาน โดยไม่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในออกแรง [4] เช่น ค้อน (Hammers) ไขควง (Screwdrivers) คีม (Pliers) กรรไกร (Scissors) และ เลื่อยมือ (Handsaws) เป็นต้น ส่วนเครื่องมือที่ใช้กำลัง หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในการทำงาน เช่น สว่านไฟฟ้า ประแจลม เครื่องตัดหญ้า เครื่องตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้แรงจากมือมีการใช้งานแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมหลายประเภท [5] เครื่องมือที่ใช้มากในงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน เช่น ในอุตสาหกรรมการประกอบ ใช้คีม [6] อุตสากรรมแปรรูปเนื้อสัตว์มีการใช้มีดในการหั่นหรือแล่เนื้อ [7] อุตสาหกรรมการเกษตร ในส่วนการผลิตได้แก่ เคียว จอบ พร้า พลั่ว [8] เป็นต้น คนงานจำเป็นต้องใช้งานเครื่องมือเป็นประจำในกิจกรรมการทำงานของพวกเขา [9]

เมื่อมีการใช้งานเป็นเวลานานและอยู่ในการทำงานที่มีท่าทางซ้ำๆ และความเครียดที่จำกัด เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถนำไปสู่ปัญหาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อหรือกระดูก [10] อาจนำไปสู่อาการบาดเจ็บสะสม (Cumulative trauma disorders, CTDs) เป็นความผิดปกติของเนื้อเยื่ออ่อนของเส้นเอ็นและเส้นประสาทที่เกิดจากการออกแรงซ้ำและการเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของร่างกาย [11] โดยสำนักงานสถิติแรงงาน (BLS) รายงานว่าในปี 1981, 18% ของโรคจากการประกอบอาชีพได้เนื่องจากการบาดเจ็บสะสมและมีการเพิ่มขึ้นถึง 62% ในปี 1992 [11] สาเหตุอาจเกิดจากการออกแบบเครื่องมือหรือท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ส่วนหนึ่งสำคัญของเครื่องมือจับคือ มือจับ (handdle) หากออกแบบขนาดที่เหมาะสมและถูกต้อง การใช้งานจะมีความปลอดภัย ความสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น [8] [12] อีกทั้งยังส่งผลในเชิงบวกด้านสุขภาพและความพึงพอใจในงานที่เขาปฏิบัติอีกด้วย [13] ลักษณะการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับมือ และข้อมือ ในการทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งเพื่อการทำงานหรือในกิจวัตรประจำวัน ได้แก่

• การปวดเมื่อยข้อนิ้วมือ เนื่องจากการออกแรงเคลื่อนไหวที่นิ้วมือมากเกินไป

• การปวดกล้ามเนื้อในอุ้งฝ่ามือ อาจเกิดจากแรงกดทับในอุ้งมือเนื่องจากด้ามจับที่สั้นเกินไป หรือแรงจากน้ำหนักตัวของผู้ปฏิบัติงานเอง เมื่อปฏิบัติงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสม

• การปวดข้อมือ อาจเกิดจากการหมุนบิดข้อมือบ่อยครั้ง ทำงานหรือออกแรงในท่าทางที่ข้อมือบิดงอ ติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือ กระทำซ้ำๆ กันเป็นช่วงเวลานาน

• การปวดกล้ามเนื้อแขนและไหล่ เกิดจากการปฏิบัติงานที่ต้องยกแขนหรือไหล่ ติดต่อกันเป็นเวลานาน 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 แบ่งตามลักษณะการใช้กำลัง ดังนี้

1) ประเภทของเครื่องมือแบ่งตามลักษณะของด้ามจับ ดังนี้

• มือจับแบบด้ามเดี่ยว (Single handle tools) ได้แก่ ไขควง ค้อน เคียว เป็นต้น

• มือจับแบบด้ามคู่ (Double handle tools) ได้แก่ 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 [4] ดังนี้

• เครื่องมือที่ใช้มือ (Hand tools) หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้แรงมือหรือแรงกายของคนเท่านั้น ไม่ใช้พลังงานภายนอกมาช่วยในการทำงาน เช่น ค้อน(Hammers) ไขควง (Screwdrivers) คีม (Pliers) กรรไกร (Scissors) และ 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) ได้แก่ ค้อน สิ่ว ประแจ ไขควงแปรงทาสี เป็นต้น

• เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้วยคู่ (Double handle tools) ได้แก่ คีม กรรไกร เป็นต้น

2.3.2. การออกแบบเครื่องมือโดยใช้หลักการยศาสตร์

หลักการทางการยศาสตร์ควรจะรวมอยู่ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือเครื่องมือทางอุตสาหกรรม เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นก่อน [14] ซึ่งเครื่องมือจับที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์สามารถลดอาการไม่สบาย ความเครียดทางชีวกลศาสตร์และปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ [15] ตลอดถึงการส่งเสริมให้มีการปฏิบัติงานที่คล่องตัว มีความสะดวกในการทำงาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้อีกด้วย ถึงแม้ว่า เป็นการยากในทางปฏิบัติที่จะทำให้มีการออกแบบ

เครื่องมือให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมือ (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 กันเป็นการเพิ่มความเสี่ยง ต่อการเกิดแรงกระแทกและการอักเสบของเยื่อหุ้มเอ็น (Tendon sheaths) ได้

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

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

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงท่าทางที่ต้องงอข้อมือไปทางด้านหลังพร้อมกับหมุนข้อมือให้หงายขึ้น (Dorsiflexion or extension and pronation) ซึ่งท่าทางนี้ทำให้จุดเชื่อมต่อระหว่างส่วนหัวของกระดูกแขนล่างชิ้นนอก (Radius) กับส่วนหัวของกระดูกแขนบน (Humerus) ที่ตำแหน่งข้อศอกได้รับแรงกดมาก ก่อให้เกิดการเสียดสีและความร้อน [4] 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 ดังนั้น ท่าทางดังกล่าวนี้ควรหลีกเลี่ยงตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบสถานที่ทำงานและสถานีงาน

การออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการใช้มือแทนเครื่องมือ ซึ่งพฤติกรรมที่ถูกพบเห็นบ่อยๆ คือการใช้ฝ่ามือ (ตำแหน่งกระดูกข้อมือ) มือทุบ เคาะชิ้นส่วนต่างๆ แทนค้อน การกระทำเช่นนี้ก่อให้เกิดอันตราย คือ อาจทำลายเส้นประสาท เอ็นที่มือและเอ็นข้อมือ ซึ่งนอกจากนี้แรงกระแทกอาจส่งต่อไปถึงข้อศอกและหัวไหล่ ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่ข้อต่อดังกล่าวได้ ดังนั้น ค้อนยางเล็กๆควรถูกนำมาใช้ให้เหมาะสม

การเคลื่อนไหวนิ้วซ้ำๆ และการออกแรงหยิบชิ้นงานด้วยนิ้วมือ (ไม่ใช่การกำมือ) เป็นท่าทางที่ควรหลีกเลี่ยง เช่น การใช้แรงนิ้วชี้เหนี่ยวไก (Trigger) ซึ่งเป็นการควบคุมเครื่องมือใดเครื่องมือหนึ่ง โดยมีการออกแรงซ้ำๆติดต่อกันตลอดช่วงเวลาทำงาน จะเกิดอาการที่เรียกว่าโรคนิ้วล็อก (Trigger finger) โดยผู้ป่วยจะมีอาการกระตุกเมื่อยืดนิ้วออกหรือบางครั้งอาจต้องใช้อีกมือช่วยในการยืดนิ้วนั้นออก สาเหตุของการเกิดท่าทางนี้อาจเกิดขึ้นเมื่อมือต้องถือกำด้ามจับที่มีขนาดใหญ่เกินไป ซึ่งทำให้เกิดท่าทางคล้ายเหนี่ยวไกปืน คือเป็นลักษณะที่กระดูกนิ้วชิ้นกลาง (Middle phalanx) เกร็งเหยียดตรง ในขณะที่กระดูกนิ้วชิ้นปลาย(Distal phalanx) จะงอเกร็ง อย่างไรก็ตามอาการผิดปกตินี้ สามารถพบได้ในผู้ที่ใช้กล้ามเนื้อนิ้วมากๆกับด้ามจับที่มีขนาดเล็กด้วยก็ได้ ผู้ปฏิบัติงานควรหลีกเลี่ยงการสั่นสะเทือนของแขน–มือแบบซ้ำๆ และเป็นเครื่องมือที่ใช้กำลังมาก (Power tools) เช่น เลื่อยไฟฟ้า (Power saws) สว่าน (Power drills)

เครื่องเจียระไน (Grinders) ประแจลม (Pneumatic wrenches) เป็นต้น หรือการออกแรงต่อวัสดุเป้าหมายที่แข็ง เช่น จอบ ที่ใช้ในการขุดดินแข็ง ซึ่งทำให้มีแรงโต้ตอบมายังมือ [16] การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้เกิดอาการนิ้วตาย (White finger) เพราะเส้นเลือดเกิดการบีบรัดตัวสูง ทำให้การไหลเวียนของเลือดไม่สะดวก นิ้วจึงมีลักษณะขาว ซีด และมีอาการนิ้วชา

2.3.4. การออกแบบจากหลักการชีวกลศาสตร์

หลักการทางชีวกลศาสตร์และการยศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับ เพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากการใช้งานต่างๆ ซึ่งหลักการที่จะกล่าวต่อไปนี้ยังคงมีประโยชน์ในการพิจารณาอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องจักร อีกด้วย [17] ได้แก่

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

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

• พื้นผิวสัมผัสระหว่างด้ามจับและฝ่ามือจะต้องมีเนื้อที่เพียงพอ เพื่อหลีกเลี่ยงแรงกดอัดเฉพาะจุด ซึ่งแรงกดดังกล่าวอาจส่งผลต่อเส้นเลือดละเส้นประสาทที่อยู่ระหว่างด้ามจับกับกระดูกมือหรือกระดูกข้อมือ โดยขัดขวางการไหลเวียนของเลือดและทำลายเส้นประสาทได้ ส่งผลให้เกิดอาการนิ้วชา หรือปวดข้อ หรือนิ้วกระตุกได้

• เครื่องมือที่ดีควรหลีกเลี่ยงการออกแรงของกล้ามเนื้อตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดหรือนิ้วหนึ่งนิ้วใดมากเกินไป แต่ควรมีการกระจายของแรงให้มากที่สุดเท่าที่เป็นได้ เช่น การใช้นิ้วควบคุมเครื่องมือ

2.3.5. หลักการยศาสตร์สำหรับการออกแบบเครื่องมือ

หลักการที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์เพื่อการพิจารณาออกแบบเครื่องมือจับ ตลอดจนการเลือกใช้ที่ถูกเสนอแนะโดยนักการยศาสตร์หลายท่าน ตั้งแต่ ปี ค.ศ 1985 ถึงปัจจุบัน [4] 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 ส่วนประกอบของมีดแกะสลักแบบเดิม ที่ผู้ใช้มีความเสี่ยงต่อการถูกมีดบาดในขณะหมุนสว่าน (Chuck) เพื่อยึดใบมีดให้แน่น (หรือเมื่อต้องการถอดใบมีดออก) เนื่องจากตำแหน่งที่หมุนสว่าน (Chuck tightener) อยู่ใกล้ชิดกับคมมีดมาก ผู้ออกแบบจึงปรับปรุงเรื่องนี้ โดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนสำหรับการหมุนสว่านไปไว้ที่บริเวณปลายด้ามจับแทน อีกทั้งปรับปรุงวัสดุที่ห่อหุ้มด้ามมีดให้จับได้ถนัดมือ ไม่ลื่น

• วัสดุที่ใช้ทำด้ามจับควรทำให้พื้นผิวด้ามจับถูกจับอย่างถนัดมือ ไม่ลื่น ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า

• ด้ามจับควรหลีกเลี่ยงด้ามจับที่สั้น เมื่อจับกำแล้วด้ามจมอยู่ในอุ้งมือให้เกิดแรงกดอัดสูงในอุ้งมือก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ 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 ที่มือหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมปุ่มสั่งการอีกมือหนึ่งทำหน้าที่ประคองเครื่องมือ ซึ่งลักษณะเช่นนี้ ผู้ใช้งานสามารถสลับสับเปลี่ยนการทำงานของมือได้เพื่อประโยชน์ในการลดความล้าของมือแต่ละข้าง ตลอดจนการลดอาการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงานได้

• เครื่องมือหรืออุปกรณ์ควรใช้งานได้อย่างเหมาะสมทั้งผู้ปฏิบัติงานที่เป็นผู้หญิงและผู้ชาย

• เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เลือกใช้ควรออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะอย่างนั้นๆ แต่อาจมีข้อเสีย คือ อาจต้องมีเครื่องมือจำนวนหลายชิ้น ทำให้ยุ่งยากและลำบากในการเก็บและการจัดการในกรณีที่มีผู้ปฏิบัติงานหลายคนในสถานที่ทำงานเดียวกัน วิวัฒนาการในด้านนี้ทางการออกแบบทางการยศาสตร์ คือ การออกแบบเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์จากเครื่องมือหนึ่งชิ้น

• 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 (ปุ่มปิด เปิด หยุดฉุกเฉิน) เป็นต้น

• ความแข็งแรงของแรงบีบกำมือ (Grip strength) กับระยะเวลาในการออกแรง (Endurance) เป็นปัจจัยสองตัวที่มีความสำคัญต่อการออกแบบและการเลือกใช้เครื่องมือจับ [4] โดยความแข็งแรงของแรงบีบกำมือ (Grip strength) วัดจากค่าแรงบีบมือที่สูงที่สุดที่อ่านได้จากเครื่องวัด (Hand dynamometer) ซึ่งจะถูกพิจารณาควบคู่ไปกับระยะเวลาที่นานที่สุดที่ออกแรงสูงสุดนั้น(Endurance) โดยทั่วไปพบว่าบุคคลที่มีความแข็งแรงของแรงบีบกำมือต่ำและมีระยะเวลาในออกแรงน้อยกว่า จะมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสะสม (CTDs) มากกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงและทนต่อการออกแรงได้ยาวนานกว่า

เทยาริ [4] 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 [18] อ้างใน [4] 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 [4] และเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลง โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมนุษย์อายุ 65 ปีมีค่าเพียง 70-80% ของความแข็งแรงตอนอายุ 20-30 ปี [19] อ้างใน [4] ซึ่งข้อมูลที่กล่าวถึงนี้ รวมถึงค่าความแข็งแรงในการจับกำ (Grip strength)

• เพศ (Gender) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของแรงจับกำหรือแรงบีบมือ โดยเทยาริ [4] 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 % [4]

• ความสั่นสะเทือน (Vibration) โดยการจับกำอุปกรณ์เครื่องมือที่มีความสั่นสะเทือนย่อมต้องการแรงมือในการจับกำและควบคุมมากกว่าการจับกำและควบคุมเครื่องมือที่ไม่มีการสั่นสะเทือน

• ท่าทางของข้อมือ (Wrist posture) ความสามารถในการออกแรงบีบกำมือจะมีค่าลดลง เมื่อข้อมืออยู่ในท่าบิดงอ ไม่อยู่ในแนวตรงตามธรรมชาติ

• ถุงมือ (Gloves) : การสวมใส่ถุงมือ ทำให้มือมีขนาดใหญ่ขึ้น และผู้ปฏิบัติงานย่อมต้องออกแรงในการบีบกำเพิ่มขึ้นสำหรับการควบคุมงานเดิม แต่เมื่อทำงานร่วมกับเครื่องมือจับ มักจะสวมใส่ถุงมือเพื่อป้องกันมือจากอาการบาดเจ็บ [20]

• การผ่าตัด (Surgery): ข้อมือที่ผ่านการผ่าตัดเพื่อรักษาอาการของโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ (CTS) ย่อมส่งผลให้ความแข็งแรงของแรงบีบกำมือลดลง

2.3.6 แนวทางการเลือกใช้เครื่องมือ

แนวทางปฏิบัติสำหรับการเลือกใช้เครื่องมือ ตลอดจนถึงพฤติกรรมท่าทางในขณะทำงาน เพื่อความปลอดภัยจากการใช้เครื่องมือที่ใช้มือจับ ควรพิจารณาเพียงสามประเด็นใหญ่ๆ คือ

1) ขนาดและแรง หมายถึง ขนาดของด้ามจับหรือส่วนที่ถูกจับถือต้องมีขนาดเหมาะสมกับมือผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถจับถือได้ถนัดมือ

2) ด้ามจับหรือส่วนที่ถูกจับถือ ต้องมีความยาวมากกว่าความกว้างฝ่ามือและไม่ยาวเกินไปจนเกะกะ (ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดแรงกดอัดในอุ้งมือขณะออกแรงทำงาน เส้นรอบวงของด้ามจับหรือส่วนที่ถูกจับถือเสมือนด้ามจับ ควรมีความยาวไม่เกินความยาวที่วัดได้จากมือของผู้ใช้งาน จากท่าทางที่ปลายนิ้วโป้งแตะสัมผัสกับปลายนิ้วกลางพอดี

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

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานหรือทำกิจกรรมต่างๆ นั้น ส่วนใหญ่ ถูกซื้อมาจากผู้ขายภายนอก ไม่ได้รับการออกแบบและผลิตมาโดยผู้ใช้งานเอง จึงเป็นเรื่องปกติที่ขนาดของเครื่องมือส่วนมากไม่ค่อยพอดีกับขนาดมือของผู้ใช้งานหรือไม่สอดคล้องกับการจัดสถานีงานและท่าทางการทำงานเฉพาะงานนั้นๆ ดังนั้น ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานกับหลักการการยศาสตร์และหลักการชีวกลศาสตร์ควรนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อการเลือกอุปกรณ์ การประเมินและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

2.4. การประเมินทางการยศาสตร์

การประเมินทางการยศาสตร์ (Ergonomic assessment) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ท่าทาง วิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน 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 ในการประเมินความเจ็บปวดของท่าทางการทำงานของคนงานในการปอกเปลือกสับปะรดในหน่วยการผลิตผลไม้เล็ก ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย [21]

ผลการประเมินพบว่าควรแก้ไขเครื่องมือและเทคนิคการปอก เพิ่มเวลาพักผ่อนเพื่อลดผลกระทบจากการทำงานซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน การจัดที่นั่งเพื่อลดความเครียดเพราะการปอกใช้เวลานาน และการสำรวจความเป็นไปได้ของเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ

การสรุปผลคะแนนความเสี่ยงโดยรวมของวิธี RULA ในขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินเป็นการรวมคะแนน ส่วนแขนและข้อมือ 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

การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มน้ำมันตามหลักการยศาสตร์ จะใช้วิธี RULA ในการประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงาน เนื่องจากการทำงานในการตัดทางใบปาล์มน้ำมันเป็นการทำงานที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนบนเป็นส่วนหลัก ได้แก่ ข้อมือ แขน หัวไหล่ คอ และลำตัว และร่างกายส่วนล่าง ได้แก่ ขา ที่เคลื่อนที่ในขณะทำงาน

2.5. สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

การสืบค้นสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรเพื่อหาข้อจำกัดและเทคนิคต่างๆ ในการออกแบบและสร้างเคียว ในการตัดทางปาล์มน้ำมันที่มีผู้ออกแบบไว้แล้วมีดังนี้

1) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์ [22] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: นายนฤเทพ นิยมทองและคณะ อนุสิทธิบัตรเลขที่: 4978 ดังแสดงในรูปที่ 2.5

มีดตัดปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับขนาดความยาวให้ได้ตามความต้องการ สามารถใช้ได้กับต้นปาล์มน้ำมันที่มีขนาดความสูง 8 ถึง 12 เมตร โดยมีความแข็งแรงมากกว่าไม้ไผ่ สามารถใช้งานได้ดีกว่ามีดตัดปาล์มน้ำมันแบบเก่าและเมื่อต้องการต้องการเดินหรือพกพาไปยังสวนปาล์มน้ำมันสามารถนำพาได้สะดวก โดยมีข้อถือสิทธิ

1.มีดตัดทะลายปาล์มสไลด์มีลักษณะเฉพาะ

2.ประกอบด้วยด้ามโลหะสองขนาดสวมเข้าด้วยกันสามารถเลื่อนเข้าเลื่อนออกได้

3.ยึดติดด้วยสลัก

4.สามารถยึดตะขอเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันได้หลายขนาด

รูปที่ 2.5 มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์ [22]

2) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล [23] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: อับดุล ราชัค เจลานี อาห์หมัด ฮิแทม เลขที่สิทธิบัตร: 31101

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับมีดตัดโดยเฉพาะที่ใช้เพื่อการตัดใบปาล์มน้ำมันและซ่อผลปาล์มน้ำมันสด โดยมีข้อถือสิทธิ

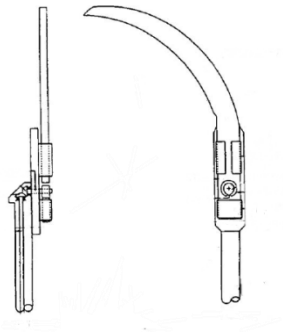
1.อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซ่อผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกลที่ประกอบด้วย เคียว ลูกเบี้ยว ตัวนำทางอย่างน้อยหนึ่งเครื่องเพื่อเชื่อมต่อเคียวและ ลูกเบี้ยวกับกระบอกในแนวดิ่ง กระบอกแนวดิ่งดังกล่าวมีช่องที่มีส่วนนูนซึ่งลูกเบี้ยวติดตั้งอยู่ โดยเมื่อลูกเบี้ยว ถูกหมุนด้วยเฟืองและเพลาเอียงนั้นก็เคลื่อนที่ขึ้นและลงเพื่อทำให้เกิดแรงที่เพียงพอแก่เคียวเพื่อตัดซ่อผลไม้สด

2.อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งเฟืองและเพลาเอียงหนึ่งคู่ถูกใช้เพื่อส่งการเคลื่อนที่หมุนจากเครื่องยนต์ไปยังลูกเบี้ยว

3.อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งตัวนำทางสามารถทำให้เคียวและลำตัวเคลื่อนที่ขึ้นและลงและช่วยป้องกันมิให้เกิดการเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งด้วย

4.อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งเคียวที่เข้ารูปกับใบปาล์มสามารถทำให้ตัดได้ด้วยแรงที่น้อยที่สุด

5.อุปกรณ์ตัดตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่งขอบนอกเคียวมีความนูนเพื่อสามารถกระจายแรงได้อย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.6 อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล [23]

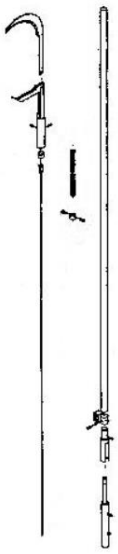
3) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน [24] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: นายบัณฑิต จริโมภาส และ คณะ เลขที่สิทธิบัตร: 31490 โดยมีข้อถือสิทธิ

1. เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วยใบมีดทำจากเคียวเกี่ยวปาล์มน้ำมัน ที่ปลายด้ามเจาะรูสำหรับสวมกับเขียง ลักษณะเป็นเขียงคู่ โดยเชื่อมประกบติดกันที่ช่วงปลายเขียงด้านล่างและเชื่อมติดกันตลอดความยาวสันเขียงให้ใบมีดเคลื่อนที่เข้า-ออกได้พอดี โคนเขียงด้านล่างเชื่อมติดกับด้ามเขียง ลักษณะเป็นท่อโลหะ เจาะรู ทำเกลียวใน ปลายด้านล่างสวมกับปลอกรัดด้าม ลักษณะเป็นวงแหวนด้านบนมีบ่าและด้านล่างสวมกับด้าม ลักษณะเป็นท่อโลหะ ที่ปลายด้านบนเจะรูทำเกลียวในสำหรับยึดใบมีดผ่านรูและรูห่างกันตามแนวยาวของด้าม ซึ่งปลายด้านล่างสวมกับโครงสวิตช์ที่มีตัวยึดรองรับด้วยกระบอกต้นกำลังที่ด้านบนเป็นวงแหวนและด้านล่างสวมกับชุดต้นกำลัง ซึ่งตัดบางส่วนออก มีลักษณะเฉพาะคือ ด้ามสวมภายในด้วยแกนเหล็กส่งกำลังลักษณะเป็นโลหะแบน ปลายด้านบนขึ้นรูปเป็นตัวยู มีช่องว่างเท่ากันความ

หนาของด้ามใบมีดทำเกลียวในสำหรับยึดรูของใบมีด ด้วยสลักเกลียว มีแหวนโลหะสวม เชื่อมติดกับตัวยู สำหรับเป็นบ่าสปริงด้านบน ส่วนปลายแกนเหล็กส่งกำลัง ด้านล่างทำเกลียวนอกสำหรับขันขึดติดกัชุดต้นกำลังสวมแกนเหล็กส่งกำลังด้วยขดสปริงจำนวนสองขด ปลายขดสปริงมีตัวยันสปริง ลักษณะเป็นวงแหวนเจาะรู ตรงศูนย์กลาง และด้านข้าง ให้แกนเหล็กส่งกำลังผ่านได้ โดยยึดติดกับด้ามด้วยสลักเกลียวสองตัว

2. เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน ตามข้อถือสิทธิ 1 ซึ่งด้ามเขียงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้าม

3. เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน ตามข้อถือสิทธิ 1 ซึ่งขดสปริงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของด้าม



รูปที่ 2.7 เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน [24]

4) ชื่อสิ่งประดิษฐ์: อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ [25] ชื่อผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: Hung Shun Bin เลขที่สิทธิบัตร: CN 201310316828 โดยมีข้อถือสิทธิ

1. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ซึ่งรวมถึงตำแหน่งของเหล็กหรือปลอกอลูมิเนียม (20) และสกรู (30) จับยึดเคียว (10) และ ปลอก (20) สวมเข้าสู่แท่งอลูมิเนียม (40) และจะจับยึดแน่นที่ปลอก (20) และกล่าวว่าปลอก (40) ยึดติดไว้ที่อุปกรณ์

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

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

4. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 นั้นเสียบปลายเคียว (102) ตามแนวขวาง (10) ของปลอก (20) เสียบทางด้านข้าง (ซ้ายและ / หรือขวา)

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

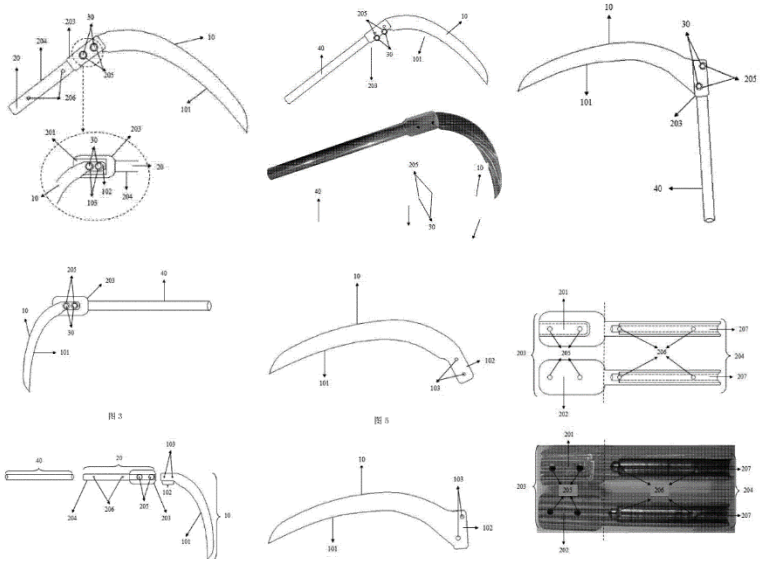
6. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ ตามข้อถือสิทธิที่ 1 กล่าวว่าปลอก (20) เป็นสองส่วนทั้งพื้นผิวที่เว้า (201) และส่วนระนาบ (202) ซึ่งประกอบด้วยหัว (203) ด้าม (204) และรูเจาะสกรู (205) และรูสกรูส่วนด้าม (206)

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 อีกอย่างคือลักษณะของปลายเคียวจะเรียวออกนอก เพื่อความสะดวกในการสอดระหว่างทางใบปาล์มก่อนทำการตัดการยึดใบเคียวเข้ากับด้ามจะใช้สกรูจับยึดเพื่อให้เกิดความแน่น ไม่ให้มีการสั่นคลอนระหว่างใบเคียวกับด้ามจับ ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการตัด และบางงานประดิษฐ์จะมีการเพิ่มการทำงานกลเช่นขับด้วยเพลา หรือไฮดรอลิก เพื่อให้ใบเคียวเกิดการเคลื่อนตัดทางใบ



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้ [25]

ตารางที่ 2.3 สิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับเคียวตัดปาล์ม

เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	ชื่อ	ผู้ประดิษฐ์	ประเทศที่จด	การใช้งาน	ลักษณะ
4978	มีดตัดทะลายปาล์มแบบสไลด์	นายนฤเทพ นิยมทอง และคณะ	ประเทศไทย	ใช้เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน	ประกอบด้วยด้ามโลหะสองขนาดสวมเข้าด้วยกันสามารถเลื่อนเข้าเลื่อนออกได้ ยึดติดด้วยสลักสามารถยึดตะขอเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันได้หลายขนาด บริเวณสอดใส่ด้ามมีความแข็งแรง
31101	อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล	อับดุลราชัค เจลานี อาห์หมัด ฮิแทม	ประเทศไทย	ใช้ตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมัน	อาศัยลูกเบี้ยวในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของเคียวทำให้เกิดแรงในการตัดโดยมีเครื่องส่งกำลัง
31490	เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน	นายบัณฑิต จริโมภาส และ คณะ	ประเทศไทย	ใช้ตัดทางใบปาล์มน้ำมัน	มีกลไกการตัดที่บังคับให้ใบมีดเคลื่อนที่เข้าหาเขียงโดยใบมีดอยู่ระหว่างเขียงทั้งสองด้านเลื่อนเข้าตัดทางใบปาล์มจนขาด และมีกลไกการดึงและดันใบมีดในการ เคลื่อนที่เข้าตัดและอ้าใบมีด ทำให้เครื่องมือทุ่นแรงในการตัดทางใบปาล์มน้ำมันให้ขาดได้โดยง่าย
CN 201310316828	อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้	Hung Shun Bin	ประเทศจีน	ใช้ตัดทางใบปาล์มและช่อผลไม้	ชิ้นส่วนของเคียวมีการถอดประกอบกันได้ มีการยึดใบเคียวกับด้ามจับด้วยสลัก

* ซอผลปาล์มน้ำมัน หมายถึง การใช้อุปกรณ์ในลักษณะการเลื่อยช่อทะลายปาล์ม

จากการวิเคราะห์ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานของเกษตรกรชาวสวนปาล์ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจาก Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms จากการสำรวจ พบว่า ในรอบ 7 วันพบความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกโครรงร่าง 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%

จากปัญหาในการทำงาน ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างและปัญหาด้านความสามารถของอุปกรณ์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตัด ได้แก่ การลดจำนวนครั้งในการตัดต่อทางใบและการลดแรงในการตัด การเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งาน ได้แก่ ความรู้สึกไม่สบายในมือเมื่อใช้อุปกรณ์และความพึงพอใจ อีกทั้งด้านความเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบอุปกรณ์ตามขนาดสัดส่วนร่างกาย การลดท่าทางที่มีความเสี่ยงในการทำงาน เป็นต้น

บทที่ 3 การสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน

3.1. การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงาน เป็นปัญหาที่สำคัญในด้านสุขภาพ ทั้งร่างกายและจิตใจ ซึ่งสามารถพบได้ในทุกสาขาอาชีพ โดยปัจจัยที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง เช่น ท่าทางที่มีความเสี่ยงในการทำงานท่าเดิมซ้ำ ๆ แม้เป็นการออกแรงไม่มาก [26] ทั้งนี้ปัจจัยอาจเกิดจาก ขั้นตอนการทำงาน อุปกรณ์หรือสถานีงานที่เป็นผลให้การใช้ท่าทางมีความเสี่ยง นอกจากนี้ การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุยังส่งผลต่อความผิดปกติได้ [27] โดยพบว่าสาเหตุการได้รับบาดเจ็บ ร้อยละ 50 เป็นผลมาจากการมีสภาพร่างกายและจิตไม่พร้อมในการทำงาน โดยเป็นผลมาจาก จำนวนการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมง การทำงานล่วงเวลา และการเคยประสบกับเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน การประเมินภาวะสุขภาพ เพื่อติดตามและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพด้านต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง การอบรมเกี่ยวกับอันตรายและโรคที่เกิดจากการประกอบอาชีพจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น [28]

การคำนวณความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ยกตัวอย่างเช่น พนักงานขับรถ มีอัตราความชุกของอาการดังกล่าวอยู่ที่ 45.5-81.8% คำนวณจาก (จำนวนคนที่มีอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ x 100) /จำนวนคนทั้งหมดที่ทำการศึกษาในช่วงเดียวกัน

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานในอาชีพต่างๆ เช่น การสำรวจคนงานในโรงงานทอแหอวน (จำนวน 433 คน) [29] พบความผิดปกติในบริเวณหลังส่วนล่าง 76% และ 26.3% มีอาการผิดปกติจนต้องหยุดงาน การสำรวจคนงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี [30] แรงงานมีความผิดปกติในส่วน ไหล่ 79.4% คอ 75.0% หลังส่วนบน 70.6% และหลังส่วนล่าง 66.2% ในแรงงานสูงอายุอุตสาหกรรมอาหารทะเลบรรจุกระป๋อง [31] ก็พบมากที่สุดในบริเวณคอเช่นกัน โดยพบความผิดปกติในคอ ไหล่ แขน 57.89% หลัง เอว 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% โดยอวัยวะที่มีความเสี่ยงสูงสุด คือ คอ 78.8% และหลัง 75.3% [32] หรือในแม้พนักงานขับรถบัสที่เหมือนจะไม่ออกแรงมากในการทำงานแต่ก็พบว่าความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างสูงถึง 81.8% [33]

อาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนทำงานในภาคการเกษตร จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า คนทำงานในภาคการเกษตร เป็นอาชีพหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อกระดูกมาก เช่น ในชาวนา ซึ่งจะใช้ท่าทางก้มๆ เงยๆ ในการทำงาน ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย [34] และในอาชีพอื่นๆ เช่น เกษตรกรพืชไร่ [35], [36], พืชสวน [37], [38], ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ [39], [40] เป็นต้น จากการสำรวจความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนทำงานในภาคการเกษตร เช่น ชาวนาในจังหวัดนครราชสีมา [41] จำนวน 270 ค น พบความผิดปกติในหลังส่วนล่าง 52.4% ไหล่ 71.7% และสะโพก 65.5% ชาวนาในจังหวัดขอนแก่น [34] พบความผิดปกติในหลังส่วนล่าง 73.31% หลังส่วนบน 14.15% ไหล่ 36.01% ต้นขา สะโพก 41.16% เข่า 35.37% มือและข้อมือ 12.54% ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะพบมากใน แนวกระดูกสันหลังรองลงมาคือ รยางค์ส่วนล่างและรยางค์ส่วนบน [42]

ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานในพืชไร่ พืชสวน จะมีอัตราความชุกใกล้เคียงกับการทำนา เช่น ผลสำรวจเกษตรกรไร่อ้อยในประเทศอินเดีย [35] พบความผิดปกติในหลังส่วนล่าง 50% เข่า 29% ส่วนอื่นๆ เช่น ข้อศอก ข้อมือ สะโพก ข้อเท้า พบประมาณ 10% ในเกษตรกรไร่ข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 130 คน ในประเทศไทย [36] พบความผิดปกติบริเวณหลัง 69.23% หลัง เอว สะโพก ลำตัว 69.23% ขา เข่า น่อง ข้อเท้า 63.08% มือ ข้อมือ แขน ไหล่ ข้อศอก 56.92% ในเกษตรกรชาวสวนยาง ประเทศศรีลังกา [38] พบความผิดปกในหลังมากถึง 94.4% ไหล่ 96.7% และคอ 83.3%

การปลูกปาล์มน้ำมันมีการปลูกมากในพื้นที่ภาคใต้ กระบวนการปลูกปาล์มน้ำมัน ใช้เวลานาน 3-4 ปี จึงจะเก็บเกี่ยวได้ ในการดูแลสวนปาล์มทุกระยะเวลา ตั้งแต่การจัดการเรื่องวัชพืช การใส่ปุ๋ย ระบบต่างๆ ในการดูแลสวน เมื่ออายุปาล์มมากขึ้น การตัดแต่งทางใบจะเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน ในช่วงอายุน้อยกว่า 10 ปี หรือความสูงไม่เกิน 4 เมตร จะใช้เสียมตัดสำหรับการเก็บเกี่ยว และในช่วงอายุมากกว่า 10 ปี จะใช้เคียวในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ทั้งเสียมและเคียวที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวจะใช้ตัดทั้งทะลาย และทางใบปาล์ม ซึ่งทางใบปาล์มที่ตัดจะมีขนาดใหญ่และมีเส้นใยแข็งกว่าช่อทะลาย การตัดทางใบจึงออกแรงมากกว่าในการตัด การใช้เคียวจะใช้กับปาล์มน้ำมันที่มีความสูงมากกว่า 4 เมตร ลักษณะงานเป็นงานที่ออกแรงซ้ำๆ ในการตัด จึงมีโอกาสมากที่จะมีความเสี่ยงของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

อย่างไรก็ตามยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนงานในสวนปาล์ม งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์อัตราความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครง

ร่างและกล้ามเนื้อของคนตัดทางปาล์มน้ำมัน เพื่อให้นำผลการวิจัยดังกล่าวไปสู่การป้องกันการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อต่อไป การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (cross sectional study) เพื่อสำรวจอัตราความชุกของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของคนตัดทางปาล์มน้ำมัน

3.1.1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่สำรวจเป็นคนตัดทางปาล์มน้ำมัน ในจังหวัดกระบี่ นครศรีธรรมราช และ พัทลุง งานวิจัยนี้สำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 40 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก ดังนี้ เกณฑ์คัดเข้าคือ คนตัดทางปาล์มน้ำมันที่ให้ความร่วมมือและสามารถสื่อความหมายได้ดี ส่วนเกณฑ์การคัดออก คือ คนตัดทางปาล์มน้ำมันที่ไม่เป็นคนงานประจำและมีประวัติการเกิดอุบัติเหตุหรือการผ่าตัดมาก่อน

3.1.2. เครื่องมือในการศึกษา

แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการการสำรวจข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การดื่มแอลกอฮอล์ สูบบุหรี่ และการออกกำลังกาย เป็นต้น ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่ดัดแปลงมาจาก Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms ซึ่งแบบสอบถามนี้ได้มีการนำมาใช้ในการสำรวจอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในหลายงานวิจัย เช่น กลุ่มอาชีพตัดเย็บ [43] [44] ลูกเรือและเจ้าหน้าที่ในท่าเรือขนส่งสินค้า [45] กลุ่มเกษตรกรกรีดยาง [38] เกษตรกรชาวนา [34] [41] [42] พนักงานขับรถบัส [33] 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

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวเองโดยทำการสัมภาษณ์คนตัดทางปาล์มน้ำมันที่ให้ความร่วมมือ ซึ่งคนตัดทางปาล์มน้ำมันทุกคนจะได้รับการชี้แจงสิทธิในการตอบแบบสัมภาษณ์ และการให้ข้อมูลเป็นไปด้วยความสมัครใจ รวมทั้งสามารถปฏิเสธการให้ข้อมูลได้ทันทีที่ต้องการ

3.1.4 การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบต่อเนื่องใช้ค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแจงนับ การวิเคราะห์ความถี่และร้อยละ และการคำนวณความชุกโดยใช้สูตร (จำนวนคนตัดทางปาล์มน้ำมันที่มีอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ x 100 / ด้วยจำนวนคนตัดทางปาล์มน้ำมันทั้งหมดที่ทำการศึกษาในช่วงเดียวกัน) โดยแสดงค่าช่วงเชื่อมั่นที่ 95% (Confident interval 95%CI)

3.1.5. ผลการสำรวจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลพบว่า คนตัดทางปาล์มน้ำมันมีอายุเฉลี่ย 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

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

ข้อมูล	จำนวน (N=40)	ร้อยละ
70 ขึ้นไป	8	20
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

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	15.0	5.71, 29.83	5.0	0.61, 16.92
แขนส่วนล่าง	10.0	2.79, 23.66	5.0	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

จากการวิเคราะห์ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานในคนตัดทางปาล์มน้ำมัน 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 เนื่องจากต้องใช้สายตาในการมองใบเคียวขณะตัดทางใบ เพื่อต้องตัดให้ตรงจุดที่ต้องการ และด้วยลักษณะต้นที่สูงจึงต้องมีการเงย ซึ่งการเงยเป็นเวลานานๆ จะทำให้ปวดคอได้ ความผิดปกติบริเวณไหล่อาจเกิดจากการออกแรงมากขณะตัดทำให้มีแรงกระแทกตามข้อต่อเยอะ ส่วนความผิดปกติบริเวณมือ พบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งการตัดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ จำนวนครั้งการตัดน้อย (≤ 3 ครั้ง) จะมีความผิดปกติน้อยกว่าจำนวนการตัดมาก (> 4 ครั้ง)

3.1.7. ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงที่สามารถทำได้เพื่อให้มีความผิดปกติของร่างกายน้อยลงหรือมีความเสี่ยงน้อยลง ได้แก่การปรับสถานีงานหรือการปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถกำจัดท่าทางการเงยหรือการลดระยะเวลาการเงย การออกแบบอุปกรณ์หรือวิธีการทำงานที่สามารถลดแรงในการทำงาน ลดจำนวนครั้งในการตัดให้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้งต่อหนึ่งทางใบ

3.2. การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์มน้ำมัน

การสำรวจปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์มน้ำมัน ได้แก่ การสำรวจลักษณะการใช้งาน ลักษณะเคียวตัด ลักษณะการตัดทางใบปาล์ม การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น และลักษณะทางใบปาล์มจากการตัด เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับความสามารถในการตัดและความสะดวกในการใช้งาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

3.2.1. วิธีการสำรวจ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับปัญหาในกระบวนการตัดทางใบปาล์มโดยการศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรสวนปาล์มน้ำมันที่ใช้เคียวในจังหวัดกระบี่ พัทลุง และนครศรีธรรมราช จำนวน 40 คน

โดยมีเครื่องมือและการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นที่สำรวจ ดังนี้

1. ลักษณะเคียวตัด

การวัดขนาดเคียวตัด โดยการถ่ายภาพเคียวบนกระดาษกราฟเพื่อเทียบขนาด การวัดขนาดของหน้าตัดของคมเคียว จะทำการตัดใบเคียวเป็นช่วงๆ และทำการวัดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ การศึกษาข้อดี ข้อเสียของเคียวในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์ปัญหาเพื่อปรับปรุง

2. ลักษณะและขั้นตอนการตัดทางใบ

เก็บข้อมูลโดยการถ่ายวีดีโอขณะตัดทางใบ เพื่อนำภาพมาวิเคราะห์ลักษณะการตัด เพื่อวิเคราะห์ปัญหา

3. ลักษณะทางใบปาล์มน้ำมันจากการตัด

เก็บข้อมูลโดยการศึกษาการเว้นระยะโคนทางใบ ลักษณะของทางใบที่เกิดจากการตัด รวมถึงโครงสร้างภายในของทางใบบริเวณตัด

4. การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น

การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น มีการแบกรับน้ำหนักเคียว และการเตรียมเคียวเพื่อทำการตัดต้นต่อไป ศึกษาวิเคราะห์ปัญหา เพื่อหาประเด็นในการออกแบบท่าทางหรืออุปกรณ์

5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายชองอุปกรณ์

การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวกับเคียวตัดปาล์มน้ำมันที่อาจจะส่งผลต่อ ความสามารถของอุปกรณ์และความสะดวกสบายในการใช้อุปกรณ์ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ใบเคียว และด้ามเคียว โดยแต่ละส่วนจะมีปัจจัย ได้แก่ ส่วนใบเคียว คือ วัสดุ มุมคม ขนาด รูปร่างความโค้ง และความแข็งแรง ในส่วนของด้ามเคียว คือ วัสดุ น้ำหนัก ความยาว ขนาดรูปร่าง และความแข็งแรง ทำการสรุปเป็นแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามจะให้เกษตรกรระบุระดับความเกี่ยวเนื่องต่อความสามารถของอุปกรณ์ และความ

สะดวกสบายในการใช้งาน 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 เคียวในปัจจุบันใบรูปแบบ

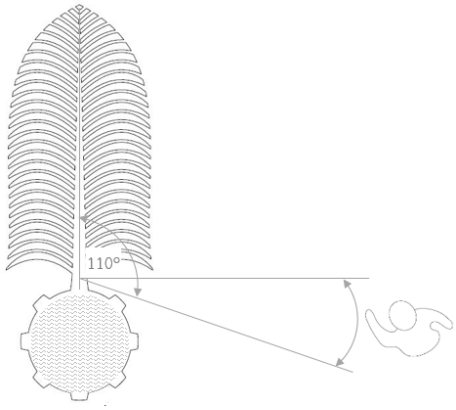
ตารางที่ 3.3 ข้อดี-ข้อเสีย ของการยึดใบเคียวกับด้ามเคียวแบบต่างๆ

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

การออกแบบตัวจับยึดถือเป็นส่วนที่สำคัญ ซึ่งสามารถนำข้อดีแต่ละแบบและแก้ไขข้อเสีย ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้ คือ ความแน่นในการจับยึดไม่ให้มีการสั่นคลอน ความสมดุลของการตัด (ใบเคียวอยู่ศูนย์กลางด้าม) และมีการถอดประกอบง่าย เก็บรักษาได้ง่ายเมื่อไม่ใช้งาน

3.2.2.2. ลักษณะและขั้นตอนการตัดทางใบ

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



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการยืนตัดทางใบ

ตารางที่ 3.4 ลักษณะขั้นตอนการตัดทางใบ

ขั้นตอน	รูปประกอบ	คำอธิบาย
1.วางใบเคียวบนทางใบ		การวางใบเคียวบนทางใบที่จะตัด เพื่อเตรียมพร้อมและทำการเล็งตำแหน่งที่จะตัด

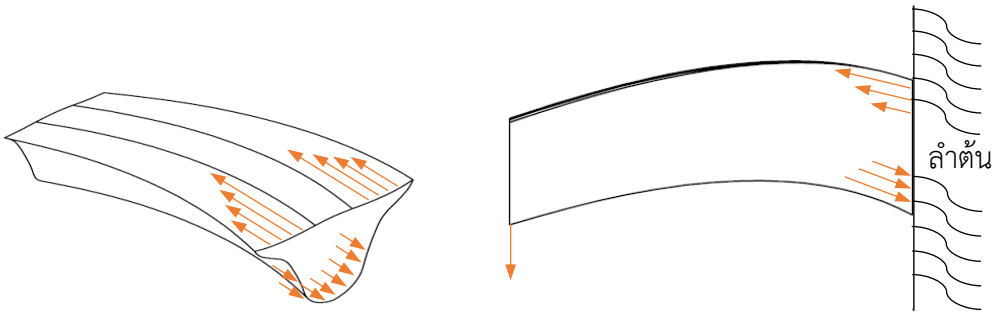
ตารางที่ 3.4 ลักษณะขั้นตอนการตัดทางใบ (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปประกอบ	คำอธิบาย
2.ดันเคียวเพื่อเตรียมตัด		การดันเคียวไปข้างหน้าเพื่อเตรียมตัด ระยะการดันเคียวขึ้นเพื่อทำการตัดในครั้งแรก 10 ± 5 เซนติเมตร ทั้งนี้ทางใบจะสัมผัสกับคมเคียวเท่านั้น ไม่สัมผัสส่วนของท่อด้าม
3.ลักษณะการตัด		หลังจากที่ดันเคียวไปข้างหน้าเพื่อเตรียมตัด ทำการดึงหรือกระตุกด้ามเคียวกลับเพื่อให้คมเคียวตัดเฉือนลงบนทางใบ ดังแสดงในรูปคมเคียวจะตัดลงมุมหนึ่งของขอบทางใบก่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่สัมผัสคมเคียวก่อนในระยะการตัด
4. การตัดซ้ำ (ในกรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียว)		ผู้ตัดจะต้องดันเคียวอีกครั้งเพื่อตัดซ้ำ การดันกลับเพื่อการตัดลงรอยเดิม ผู้ตัดอาจต้องใช้ความชำนาญ หรือทำได้โดยการดันไม่ให้คมเคียวที่ตัดลงทางใบแล้วพ้นทางใบ เพื่อเป็นร่องในการตัดซ้ำลงรอยเดิม
5.การขาดของทางใบ		เมื่อทำการตัดซ้ำจนขาด ทางใบขาดและตกสู่โคนต้น คนงานจะต้องระวังเพื่อไม่ให้ทางใบหล่นใส่ และเก็บทางใบมากองระหว่างร่อง หรือเก็บเป็นระเบียบตามแบบที่วางไว้

ทางใบปาล์มน้ำมันจะมีโคนใบติดกับลำต้น และทางใบยาวยื่นออกมา โดยทางใบที่ตัดแต่งออกคือทางใบที่เหลือนับจากทะลายล่างสุด ทางใบที่ตัดแต่งออกจะมีลักษณะปลายทางโน้มลงดังแสดงในรูปที่ 3.3 ทำให้เกิดแรงเค้นที่โคนทางใบแรงมี 2 ประเภทคือ แรงดึงที่เกิดขึ้นบริเวณผิวส่วนบนของโคนทางใบ และแรงกดที่เกิดขึ้นบริเวณผิวผิวล่างของโคนทางใบดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.3 ลักษณะทางใบที่ต้องตัดแต่งออก

แนวแรงที่โคนทางใบส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตัด ได้แก่ การทำให้เกิดการหนีบใบเคียวเมื่อตัดไม่ขาดในครั้งเดียวและใบเคียวติดอยู่ในทางใบ ทำให้ต้องใช้แรงเพื่อดันเคียวออกเพื่อตัดซ้ำ



รูปที่ 3.4 แนวแรงที่เกิดขึ้นบริเวณโคนทางใบ

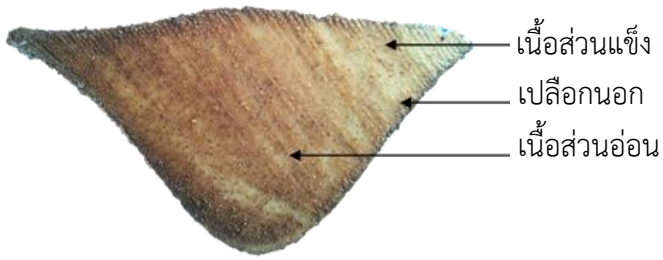
ปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อการหนีบของเคียว คือ ลักษณะการตัดเฉือนลงทางใบในจังหวะแรก คือ การตัดลงทางใบด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว เมื่อเคียวยังอยู่ในทางใบทำให้เกิดการหนีบ หากส่วนปลายเคียวขนานกับผิวด้านบนทางใบ การตัดจังหวะแรกใบเคียวจะตัดลงผิวด้านบนทั้งหมด การดันเคียวกลับกรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียวจะทำได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้อาจจะทำให้แรงหรือจำนวนครั้งในการตัดต่างกัน

3.2.2.3. ลักษณะทางใบปาล์มน้ำมันจากการตัด

การเว้นความยาวทางใบจากการตัดที่เหมาะสมคือ การตัดให้โคนทางใบเหลือสั้นที่สุด จะทำให้การตัดช่อทะลายหรือการตัดทางทางใบชั้นบนทำได้สะดวก 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 องค์ประกอบทางใบปาล์มน้ำมันในบริเวณโคนใบ (หน้าตัดฉาก)

3.2.2.4. การเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น

การตัดแต่งทางใบปาล์มหรือเก็บเกี่ยวเสร็จต้นหนึ่ง คนตัดต้องนำเคียวไปอีกต้นเพื่อทำการตัดต้นต่อไป การถือเคียวเพื่อเคลื่อนย้ายโดยปกติมี 3 ลักษณะ แต่ละลักษณะมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.5 ดังนั้นการออกแบบสถานีงานหรืออุปกรณ์ที่ดีสำหรับการเคลื่อนย้ายเคียวคือ การเคลื่อนย้ายเคียวในลักษณะที่เคียวอยู่ในแนวตั้ง และสามารถสอดใบเคียวเข้าในตำแหน่งที่ต้องการตัดได้แม่นยำและสะดวกขึ้น

ตารางที่ 3.5 ลักษณะการเคลื่อนย้ายเคียวจากต้นสู่ต้น

ลักษณะ	รูปประกอบ	คำอธิบาย
1.ถือในแนวตั้ง		ข้อดีคือ เคียวอยู่ในแนวตั้งแล้ว สามารถสอดใบเคียวเข้าส่วนที่จะตัดต่อไปได้เลย เนื่องจากอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันอยู่แล้ว แต่การสอดยังคงต้องใช้ความชำนาญเมื่อต้นปาล์มมีความสูงมากขึ้น
2.ถือในแนวนอน		ข้อดีคือ การรับน้ำหนักในขณะที่แขนและมืออยู่ในแนวเดียวกันและขนานกับลำตัว ทำให้ความเสี่ยงในการบาดเจ็บกล้ามเนื้อและกระดูกมีน้อย แต่ต้องออกแรงยกเคียวขึ้นในแนวตั้งอีกครั้งเมื่อจะทำการตัด
3.แบกบนบ่า		การแบกบนบ่ามีข้อดีคือ บ่าสามารถรับน้ำหนักได้ดี แต่ความแข็งของเคียวอาจทำให้กล้ามเนื้อบ่าบาดเจ็บได้ อีกทั้งยังต้องยกเคียวขึ้นใหม่เพื่อทำการตัดต้นต่อไป

3.2.2.5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายชองอุปกรณ์

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

3.2.3 สรุปและอภิปรายผล

จากการสำรวจพบปัญหาต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ การยึดใบเคียวเข้ากับท่อด้าม ที่ต้องมีความแน่นไม่สั่นคลอน และใบเคียวอยู่ตรงกลางท่อด้าม เพื่อความสมดุลในขณะการออกแรงตัด ขั้นตอนในการวางเคียวเพื่อเตรียมการตัดที่ต้องออกแบบให้การตัดจังหวะแรก ตัดขอบบนของทางใบทั้งหมดในส่วนที่เป็นเนื้อแข็ง เพื่อให้ทางใบโน้มลง และลดโอกาสการติดขัดของใบเคียว ในการเคลื่อนย้ายเคียว พบว่าการถือเคียวในแนวดิ่งจะทำการออกแรงทำงานน้อยที่สุด เนื่องจากไม่ต้องออกแรงและลดเวลาในการยกเคียวขึ้นใหม่เมื่อจะทำการตัดต้นต่อไป อย่างไรตามการถือเคียวในแนวดิ่งยังมีการเบี่ยงเบนของข้อมือ และการสอดเคียวในต้นต่อไปยังทำได้ไม่สะดวกเมื่อต้นปาล์มมีความสูงมากขึ้น จากการสัมภาษณ์ปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นข้อพิจารณาร่วม เกษตรกรส่วนใหญ่กล่าวว่ามุมคม องศาปลายเคียว ความยาวของด้ามเคียว น้ำหนักรวมของเคียว รูปร่างบริเวณที่จับ และความแข็งแรง ส่งผลต่อความสามารถในการตัดและความสะดวกสบายในการใช้งาน

ตารางที่ 3.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถและความสะดวกสบายของอุปกรณ์

ส่วนของอุปกรณ์	ปัจจัยในอุกรณ์	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

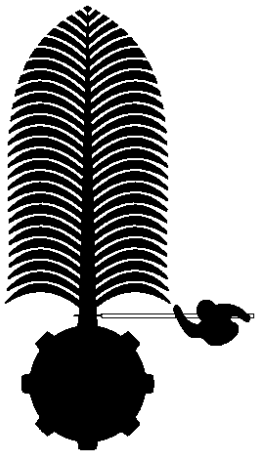
จากการสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน พบว่า ปัญหามีทั้งจากวิธีการในกระบวนการตัด และปัญหาจากการออกแบบอุปกรณ์ โดยปัญหาต่างๆ ได้มีการวิเคราะห์เพื่อออกแบบและเพื่อทดลองศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ได้วิธีการทำงานและการออกแบบอุปกรณ์ที่เหมาะสม ดังนี้

4.1.1. การออกแบบวิธีการทำงาน

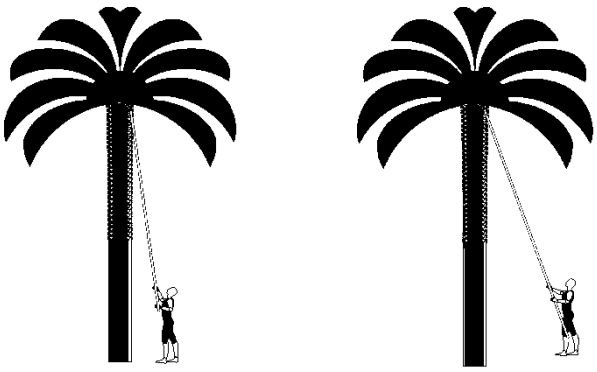
การสำรวจวิธีการทำงานด้านสถานีงาน พบปัญหาหลัก ได้แก่ ความสูงของต้นปาล์มน้ำมัน ที่ทำให้การเล็งในตำแหน่งที่ตัดทำได้ยาก ประกอบกับทางใบที่มีความแข็ง ซึ่งต้องออกแรงในการตัดมาก ทำให้การทำงานค่อนข้างลำบาก เกษตรกรส่วนมักต้องมีความชำนาญพอสมควร จากข้อแนะนำส่วนใหญ่ของเกษตรกรสำหรับการตัดที่ง่าย ในด้านวิธีการทำงาน คือ การยืนตำแหน่งที่เหมาะสม และการวางใบเคียวบนตำแหน่งการตัดที่ดี

ตำหน่งการยืน มีลักษณะที่ประกอบด้วยมุม 2 มุม ได้แก่ มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม กับมุมระหว่างต้นปาล์มกับท่อด้าม เมื่อพิจารณาตำแหน่งการยืนจากภาพมุมบน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 นั่นคือ มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม เกษตรกรนิยมยืนทำมุมกับทางใบเท่ากับ 90° หรือมากกว่าเล็กน้อยกับทางใบ เนื่องจากจะตัดง่ายกว่ามุมตัดที่น้อยว่า 90° ให้ความรู้สึกว่าออกแรงน้อย และเกิดการติดขัดของใบเคียวกับทางใบน้อยกว่า แต่การทำมุมจะไม่มากจนด้ามเคียวไปสัมผัสกับลำต้น จนเกิดการกีดขวางในขณะทำการตัด สำหรับมุมระหว่างท่อด้ามกับลำต้นปาล์ม เกิดจากระยะการยืนระยะห่างจากลำต้นและความยาวของท่อด้าม จากการสำรวจ พบว่าความยาวของท่อด้ามส่งผลมาก ต่อความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการทำงาน ทั้งนี้ลักษณะที่ทำให้เกิดปัญหาคือ การใช้ด้ามเคียวที่สั้น ที่เมื่อตั้งใบเคียวบนจุดที่จะตัดแล้ว ไม่สามารถยืนระยะถอยออกมาได้ ทำให้ยืนชิดต้นมากเกินไปและต้องจับเคียวในลักษณะที่ต้องชูมือด้านที่ต้องออกแรงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (ซ้าย) ซึ่งลักษณะการจับแบบนี้ทำให้ประสิทธิภาพของการออกแรงลดลง อีกทั้งการยืนระยะประชิดมีโอกาศที่เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่า เช่น จากการสำรวจด้านการเกิดอุบัติเหตุ เกษตรกรร้อยละ 32.5 เคยโดนทางใบหล่นใส่ ร้อยละ 12.5 มีการลื่นล้มจากการหลบหลีกทางใบ เป็นต้น การยืนในระยะที่ปลอดภัย กล่าวคือ การถือเคียวในลักษณะที่กระชับ และยืนในระยะที่สามารถสังเกตุการณ์ได้ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (ขวา) สามารถลดอุบัติเหตุได้

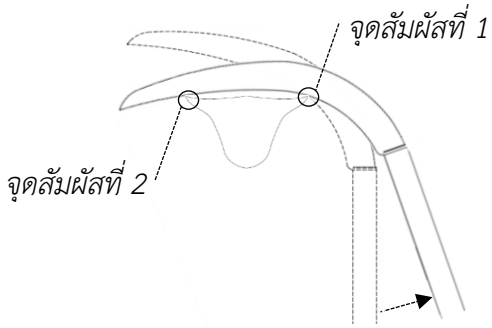
การวางใบเคียวบนตำแหน่งตัด โดยตำแหน่งที่ดีคือ ตำแหน่งที่สามารถทำให้จังหวะแรกของการตัดสามารถตัดขอบบนของทางใบได้ทั้งหมด (เปลือกและเนื้อส่วนแข็ง) เพราะหากขอบบนของทางใบขาดจะหมดจะทำให้ทางใบโน้มลงตามน้ำหนักและแรงโน้มถ่วง สามารถลดโอกาสการหนีบใบเคียวได้ โดยมีเทคนิคหรือข้อสังเกตุสำหรับคนตัดคือ การตั้งคมเคียวส่วนกลางให้สัมผัสกับมุมทางใบด้านหนึ่งก่อน (จุดสัมผัสที่ 1) แล้วเดินถอยออกเพื่อทำมุมให้คมเคียวส่วนปลายสัมผัสกับมุมทางใบด้านหนึ่ง (จุดสัมผัสที่ 2) ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และตัดโดยดันเคียวขึ้นด้านบนในแนวขนานกับท่าเตรียม ในระยะ 15-25 เซนติเมตร และดึงกลับในลักษณะกระตุก ให้คมเคียวตัดลงขอบบนทั้งหมดของทางใบ ทำการดันเคียวกลับเพื่อกระตุกใหม่ ในกรณีที่ตัดไม่ขาดในครั้งเดียว



รูปที่ 4.1 มุมระหว่างทางใบกับท่อด้าม

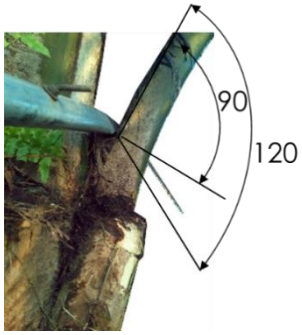


รูปที่ 4.2 การยืนชิดลำต้นมากเกินไป (ซ้าย) และการยืนระยะที่ระวังได้ (ขวา)



รูปที่ 4.3 ลักษณะการวางใบเคียวและจุดสัมผัสคมเคียวกับทางใบเพื่อเตรียมการตัด

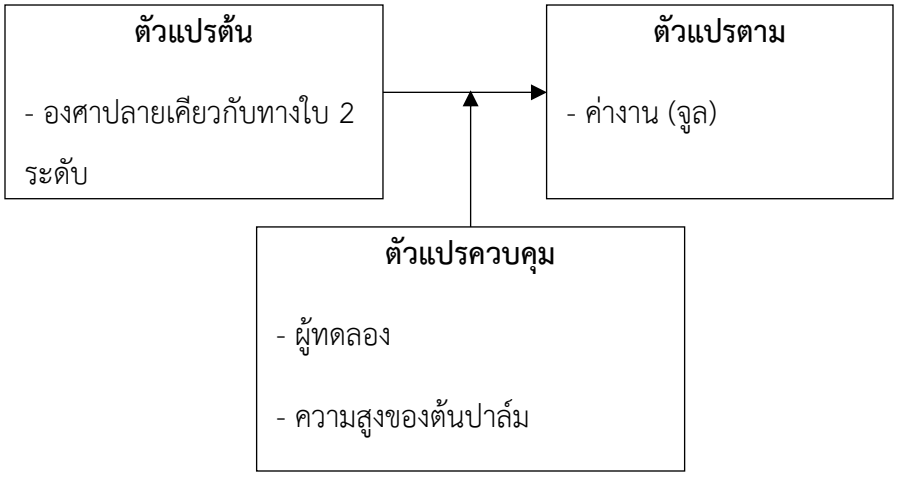
นอกจากการวางตำแหน่งเคียว ยังมีมุมของหน้าตัดทางใบ ที่เกิดจากการเอียงใบเคียว ทั้งนี้การเอียงใบเคียวที่มุมต่างกัน ทำให้หน้าตัดทางใบมีขนาดพื้นที่ต่างกันด้วย และอาจจะส่งผลต่อแรงในการตัด ในส่วนวิธีการทำงาน จึงสนใจศึกษาทดลองมุมของการตัดจากการเอียงใบเคียว



รูปที่ 4.4 มุมหน้าตัดทางใบจากการเอียงใบเคียว

4.1.1.1 การทดลองมุมการตัดของหน้าตัดทางใบ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาตำแหน่งการเอียงปลายเคียวที่เหมาะสมที่ทำให้การออกแรงและค่างานในการตัดที่น้อยกว่า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสถานีงาน การทดลองนี้มีตัวแปรต้น 1 ตัวแปรคือ การเอียงปลายเคียว 2 ระดับ (ทำมุมกับทางใบ 90 และ 120 องศา) ตัวแปรตามคือ ค่างานที่ใช้ในการตัด โดยมีตัวแปรควบคุมคือ ใช้ผู้ทดลองเพียงคนเดียวที่มีประสบการณ์ตัดทางใบอย่างน้อย 1 ปี, ความสูงของต้นปาล์ม 5 เมตร ทุกเงื่อนไขการทดลองใช้ต้นปาล์มต้นเดียวและทางใบในรอบหรือระดับเดียวกัน



รูปที่ 4.5 กรอบแนวคิดการทดลอง

1) ประชากรและตัวอย่าง

การทดลองใช้ผู้ทดลองคนเดียว ที่มีประสบการณ์การตัดทางใบปาล์มน้ำมันมากกว่า 1 ปี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการทำงาน แต่ละเงื่อนไขการทดลองใช้ทางใบในต้นเดียวกันที่ระดับความสูงเดียวกัน โดยกำหนดความสูงของต้นปาล์มน้ำมันที่ 5 เมตรหรืออายุประมาณ 10 ปี

2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

เคียวตัดปาล์มน้ำมัน ใช้ใบเคียวแบบเดิมที่ใช้งานทั่วไปโดยมีลักษณะส่วนประกอบคือด้ามจับ เป็นท่ออลูมิเนียมลักษณะกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาว 4 เมตร ยึดกับใบเคียว ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และใบเคียว เป็นใบเคียวที่ใช้ทั่วไปที่เป็นมาตรฐานโดยมีลักษณะและขนาดหน้าตัดคมเคียว (ส่วนกลาง) ดังแสดงในรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.6 ลักษณะเคียวในการทดลอง

รูปที่ 4.7 ลักษณะใบเคียว และ ขนาดหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง

3) การวัดค่างาน (จูล)

จูล เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาณงานที่ทำ หรือพลังงานที่ต้องการออกแรง จำนวน 1 นิวตัน เป็นระยะทาง 1 เมตรหรืออาจเรียกปริมาณงานที่ได้อีกอย่างหนึ่งว่า นิวตัน-เมตร งานจะมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรง F และขนาดของระยะทาง S ดังสมการที่ 1

$$W = F \times S \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

เมื่อ W คือ งาน วัดในหน่วยจูล (J) ตามระบบเอสไอ

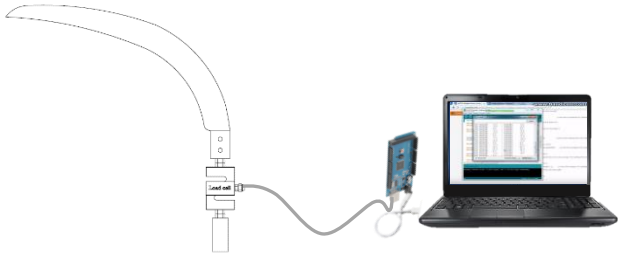
F คือ แรง วัดในหน่วยนิวตัน (N)

S คือ ระยะทาง วัดในหน่วยเมตร (m)

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

- การวัดค่าแรง (F)

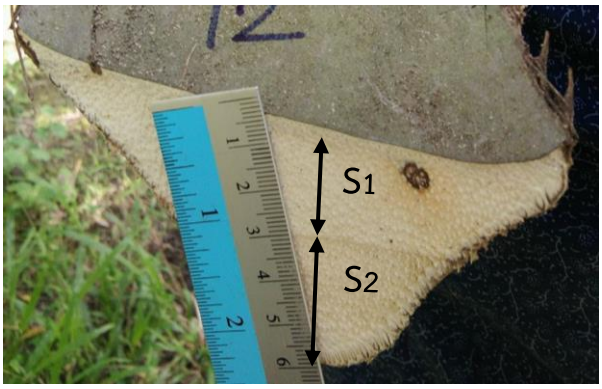
การวัดค่าแรงใช้โหลดเซลล์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แปลงค่าของแรงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อหาค่าของแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งของการตัดทางใบ ในการทดลองนี้ได้ใช้โหลดเซลล์แบบ S-Beam ซึ่งใช้สำหรับวัดแรงดึง ต่อเข้าระหว่างใบเคียวกับด้ามดังแสดงในรูปที่ 4.8 ต่อสายสัญญาณเข้าแผงวงจร และต่อสาย USB เข้าสู่คอมพิวเตอร์ซึ่งมีโปรแกรมบันทึกค่าแรง หน่วยเป็นนิวตัน (N)



รูปที่ 4.8 แสดงการติดตั้งโหลดเซลล์วัดแรง

- การวัดระยะทางการเคลื่อนที่ (S)

ระยะทางการเคลื่อนที่ คือ ระยะการเคลื่อนที่ตามแนวของการตัด ซึ่งการตัดแต่ละครั้งจะเกิดรอยในการตัดซึ่งสามารถวัดค่าได้ และนำหน่วยที่ได้มาแปลงเป็นหน่วยเมตร (m) เพื่อนำไปหาค่างาน ระยะทางการเคลื่อนที่ของรอยตัดดังแสดงในรูปที่ 4.9



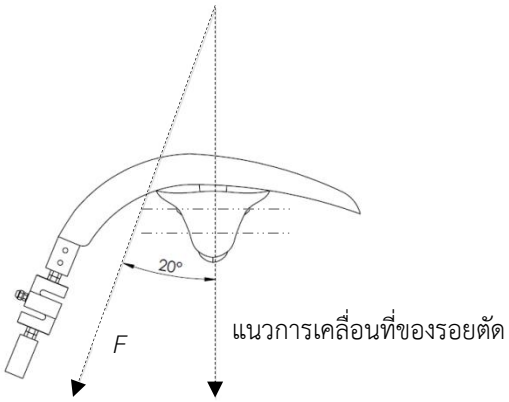
รูปที่ 4.9 ระยะกระจัดของการตัดแต่ละครั้ง

- การวัดค่างาน (จูล)

การใช้สมการที่ 1 เพื่อหาค่างานได้ ระยะกระจัดต้องอยู่ในแนวเดียวกับแรง (F) เท่านั้น จากการตัดทางใบ แนวแรงในการตัดแสดงในรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นการทำมุมของแนวระยะกระจัดและแนวแรง 20° ดังนั้นการหาค่างานจึงขนาดของมุมเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่างานจึงคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$W = F \times (S \cos \theta) \qquad \text{(สมการที่ 2)}$$

ค่างานจากการตัดทางใบ คิดโดยนำค่าแรงจากการตัดครั้งนั้นและระยะรอยตัดจากครั้งนั้น เพื่อแทนค่าในสมการที่ 2 ตัวอย่าง เช่น การตัดทางใบหนึ่งทาง มีจำนวนการตัด 3 ครั้ง ต้องเอาระยะทางการเลื่อนที่ของแนวตัด แรงแต่ละครั้งการตัดไปคำนวณค่างานในแต่ละครั้ง และนำค่างานทั้ง 3 ครั้ง มารวมกัน คิดเป็นค่างานที่ใช้ในการตัดทางใบนั้นๆ



รูปที่ 4.10 แนวแรงและแนวการเคลื่อนที่ของรอยตัด

4) ออกแบบการทดลอง

การทดลองทำโดยการสุ่ม การทำซ้ำ 9 ครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูล และมีลำดับการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1.

ตารางที่ 4.1. การออกแบบการทดลอง

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

$H_0 : \tau_1 \neq \tau_2$ ค่างานของการตัดทั้ง 2 มุมแตกต่างกัน

ค. การทดสอบสมมุติฐาน

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์ค่างานในการตัดดังแสดงในตารางที่ 4.2. เมื่อพิจารณาค่า P – Value = 0.032 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า Alpha = 0.05 ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของการทำมุมระหว่างปลายเคียวกับทางใบ (angle) ส่งผลให้ค่างานในการตัดมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.2 ตาราง ANOVA

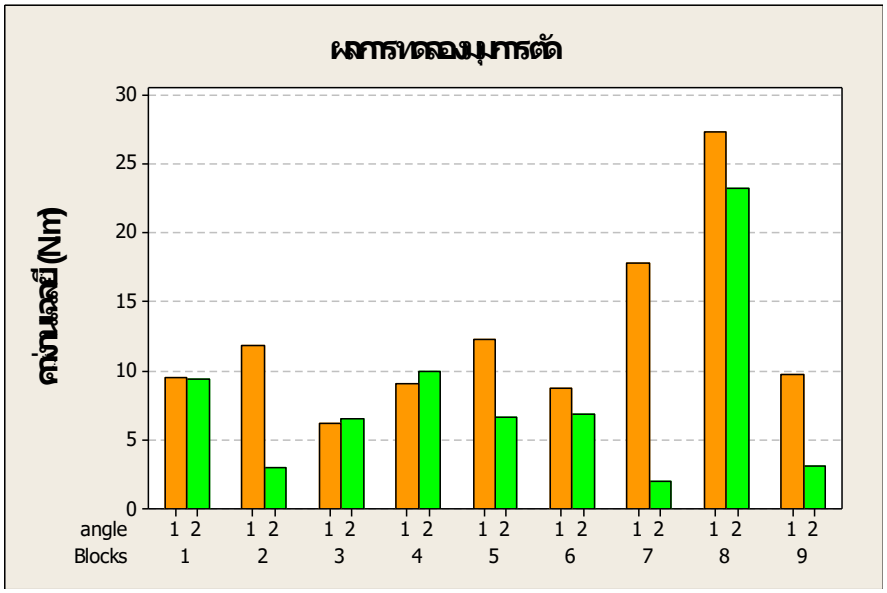
Source	DF	SS	MS	F	P
angle	1	97.485	97.4853	6.76	0.032
Blocks	8	545.799	68.2249		
Error	8	115.398	14.4247		
Total	17	758.682			

เมื่อพิจารณาค่างานในการตัดทางใบของทั้ง 2 มุม ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าจากการทดลองมุม 120° ใช้พลังงานเฉลี่ย 12.53 จูลต่อหนึ่งทางใบ ขณะที่มุม 90° ใช้พลังงานเฉลี่ยแค่ 7.87 จูลต่อหนึ่งทางใบ

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยแต่ละมุมการตัด

มุม	ค่าเฉลี่ย	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° ให้ค่างานที่น้อยกว่า มีเพียง 2 ซ้ำ ที่ค่างานของ 90° มากกว่า 120° เล็กน้อย อย่างไรก็ตามจากเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย พบว่า ค่างานจากการตัดที่มุม 90° ให้ค่างานที่น้อยกว่า 120° ถึง 37.2 % ผลสรุปการทดลองนี้คือ มุมการตัดที่ 90° เป็นค่าที่ให้ค่างานน้อยกว่าในการตัด ซึ่งหมายถึงการออกแรงในการตัดที่น้อยกว่าด้วย



รูปที่ 4.11 แสดงค่าพลังงานเฉลี่ยในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

4.1.2 การออกแบบอุปกรณ์

จากการสำรวจลักษณะเคียวตัด ได้แบ่งส่วนประกอบออกเป็น 3 ส่วน คือ ใบเคียว ตัวจับยึด และด้ามจับ สำหรับการออกแบบลักษณะที่ควรจะเป็น และลักษณะที่ต้องศึกษาทดลอง เพื่อหาข้อสรุปลักษณะหรือรูปแบบที่ดีที่สุด ดังนี้

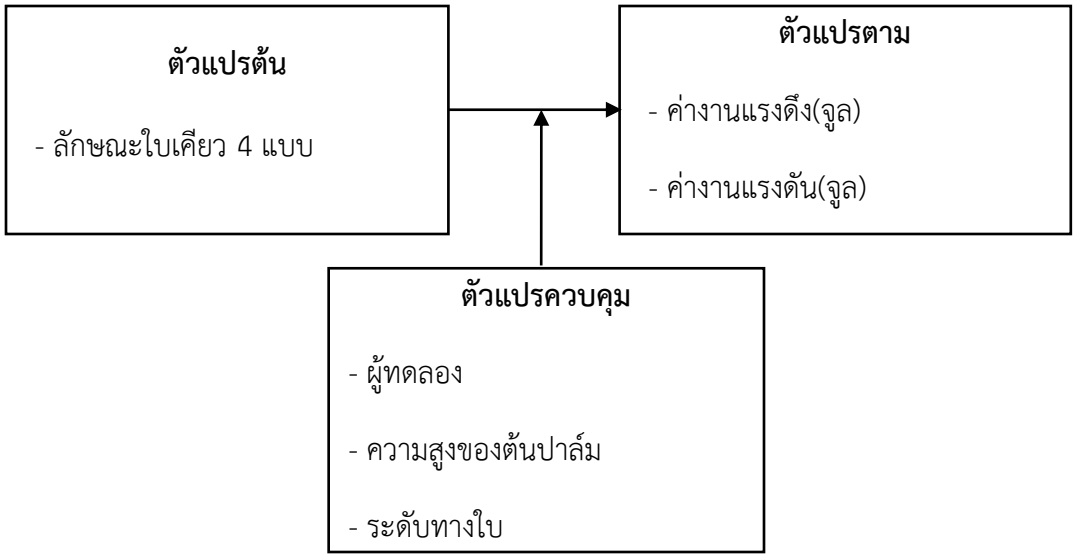
4.1.2.1. การออกแบบใบเคียว

จากการสำรวจความคิดเห็นจากเกษตรกร เกษตรกรส่วนใหญ่กล่าวว่าความคม และองศาการเงยของปลายเคียว มีผลต่อความสามารถในการตัด และจากการสำรวจความผิดปกของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกและปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงาน พบว่าความผิดปกติบริเวณมือ มีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งการตัดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ จำนวนครั้งการตัดน้อย (≤ 3 ครั้ง) จะมีความผิดปกติน้อยกว่าจำนวนครั้งการตัดมาก (≥ 4 ครั้ง) อีกทั้งสาเหตุส่วนหนึ่งของความผิดปกติคือ การออกแรงมากในการตัดทางใบ

การกำหนดลักษณะของใบเคียว ได้กำหนดรูปร่างใบเคียว มีองศาการเงยของใบเคียว 20 องศา และความยาวใบเคียวส่วนบนยาวกว่าความกว้างของหน้าตัดทางใบ สำหรับการทดลองลักษณะใบเคียวได้เลือกความคม ซึ่งเกษตรกรกล่าวว่ามีผลต่อความสามารถในการตัด ทั้งนี้อาจจะส่งผลต่อแรงที่ใช้ทั้งแรงดึงตัดและแรงดันกลับเมื่อเคียวติดขัด และจำนวนครั้งในการตัด โดยเลือกส่วนหน้าตัดคมเคียวในการออกแบบการทดลอง เพื่อเลือกลักษณะหน้าตัดคมเคียวที่ให้แรงในการตัด และจำนวนครั้งในการตัดน้อยที่สุด การทดลองนี้มีตัวแปรต้นคือ ลักษณะใบเคียวที่ออกแบบ มีตัวแปรตามคือ ค่างานที่ใช้ในการตัดทางใบปาล์ม โดยมีตัวแปรควบคุมคือ ผู้ทดลองคนเดียว ที่มีประสบการณ์ตัดทางใบอย่างน้อย 1 ปี, ความสูงของต้นปาล์ม 5 เมตร, ทุกเงื่อนไขการทดลองใช้ต้นปาล์มต้นเดียวและทางใบในรอบหรือระดับเดียวกัน

1) ผู้ทดลอง

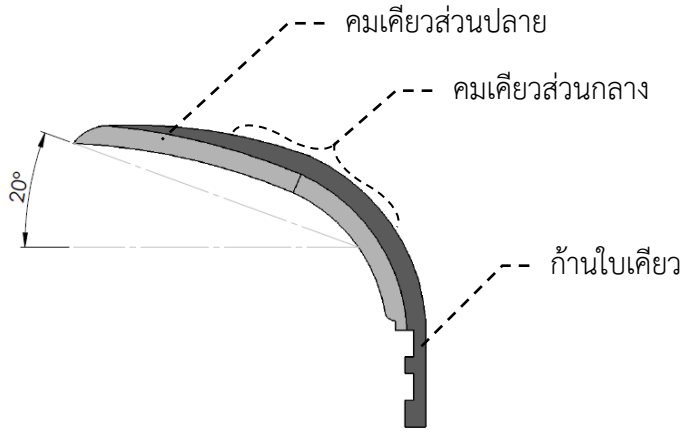
การทดลองใช้ผู้ทดลองคนเดียว และมีประสบการณ์การตัดทางใบปาล์มมากกว่า 1 ปี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการทำงาน แต่ละเงื่อนไขการทดลองใช้ทางใบในต้นเดียวกันที่ระดับความสูงใกล้เคียงกัน โดยกำหนดความสูงของต้นปาล์มน้ำมันที่ 5 เมตรหรืออายุประมาณ 10 ปี



รูปที่ 4.12 กรอบแนวคิดการทดลอง

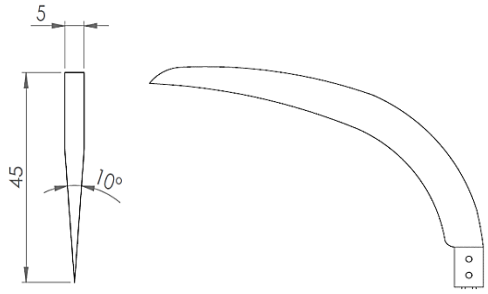
2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

การออกแบบใบเคียว 4 รูปแบบเพื่อใช้ในการทดลอง ได้แก่ ใบเคียวรูปแบบเดิม ใบเคียวรูปแบบบาง ใบเคียวรูปแบบสันหลบมุม และใบเคียวรูปแบบบางสันหลบมุม เพื่อทดลองและวิเคราะห์หารูปแบบใบเคียวที่ใช้ค่างานในการตัดน้อยที่สุด ใบเคียวทั้ง 4 รูปแบบ มีลักษณะรูปแบบความโค้ง ขนาดหน้ากว้างใบเคียวเท่ากัน โดยการออกแบบลักษณะเคียวมีส่วนที่แตกต่างกัน คือส่วนคมเคียวส่วนกลาง ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ซึ่งเป็นส่วนที่ตัดผ่านทางใบโดยตรง โดยใบเคียวที่ออกแบบมีลักษณะ ดังนี้



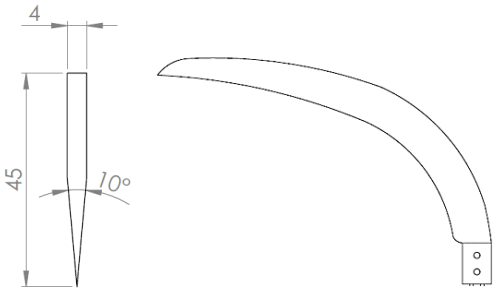
รูปที่ 4.13 ลักษณะความโค้งและหน้ากว้างใบเคียวที่ใช้ในการทดลอง

- ใบเคียวรูปแบบเดิม ขนาดหน้าตัดคมเคียวส่วนกลางหนา 5 มิลลิเมตร หน้ากว้าง 45 มิลิเมตร และมีมุมคม 10° ซึ่งเป็นเคียวแบบทั่วไปที่ใช้ในปัจจุบัน



รูปที่ 4.14 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบเดิม

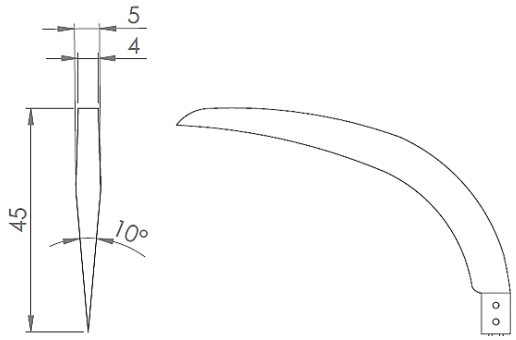
- ใบเคียวรูปแบบบาง มีขนาดหน้ากว้าง 45 มิลลิเมตร มุมคม 10° ความหนาลดลงจากเคียวจากแบบเดิม 5 มิลลิเมตร เหลือ 4 มิลลิเมตร การออกแบบโดยลดขนาดความหนาของใบเคียว ได้ข้อมูลจากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ข้อมูล พบว่า อายุของใบเคียวมีผลต่อจำนวนครั้งในการตัด ซึ่งอายุของใบเคียวที่ผ่านการใช้งานมาก ส่งผลให้ใบเคียวมีความหนาลดลงเมื่อเกิดการลับ การกำหนดความหนาที่ 4 มิลลิเมตร เนื่องจากความหนาส่วนสันบริเวณปลายเคียวที่ต่อจากส่วนกลาง ดังแสดงในรูปที่ 4.15 มีความหนา 4 มิลลิเมตรจนถึง 2.5 มิลลิเมตร ที่ปลายเคียว อายุการใช้งานของเคียวนั้นขึ้นอยู่กับปลายเคียว หากปลายเคียวสึกหรอจากการตัดจนเกิดมุมเงยมาก ปลายเคียวไม่สามารถเกาะทางใบหรือทะลายได้ การกำหนดขนาดความหนาในส่วนของหน้าตัดคมส่วนกลางที่ 4 มิลลิเมตร จึงไม่ส่งผลให้อายุการใช้งานน้อยลงกว่าเดิม การออกแบบลักษณะนี้เพื่อศึกษาความหนาของใบเคียวมีผลต่อค่างานในการตัดหรือไม่



รูปที่ 4.15 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบบาง

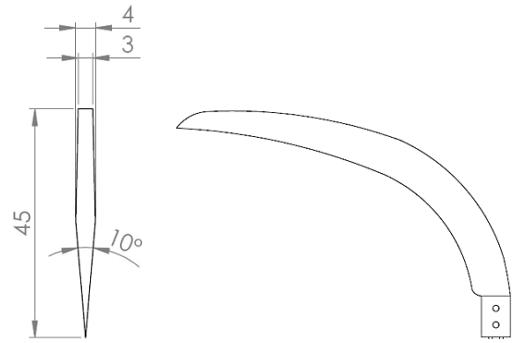
- ใบเคียวรูปแบบสันหลบมุม มีขนาดความหนาส่วนกลางใบ 5 มิลลิเมตร ความกว้าง 45 มิลลิเมตร มุมคม 10° เท่ากับใบเคียวแบบเดิม ส่วนที่แตกต่างคือ สันเคียวมีขนาดลดลงตั้งแต่ส่วนกลาง

ความกว้างของใบเคียว จนถึงสันเคียว โดยบริเวณสันเคียวมีขนาด 4 มิลลิเมตร การออกแบบเคียวลักษณะนี้ ด้วยสมมติฐานการทดลองคือ สามารถลดแรงเสียดทานระหว่างการตัด และสามารถลดแรงในการดันเคียวกลับ (กรณีตัดไม่ขาดในครั้งเดียว) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่น



รูปที่ 4.16 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบสันหลบมุม

- ใบเคียวรูปแบบบางสันหลบมุม มีขนาดความหนาส่วนกลางใบ 4 มิลลิเมตร ความกว้าง 45 มิลลิเมตร มุมคม 10° สันเคียวมีขนาดลดลงเป็นเส้นตรงตั้งแต่ส่วนกลางใบเคียว จนถึงสันเคียว โดยบริเวณสันเคียวมีขนาด 3 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.17 ลักษณะและขนาดหน้าตัดใบเคียวแบบบางสันหลบมุม

3) การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองทำโดยการสุ่ม การทำซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูล การประมวลผลจะนำค่าแรงที่ได้จากการอ่านค่ามาแปลงเป็นค่างาน เพื่อเปรียบเทียบระดับของปัจจัยว่ามีผลต่างกัน

หรือไม่ โดยค่างาน(จูล) คิดจากค่าแรงที่ใช้ในแต่ละครั้ง (นิวตัน) x ระยะทางความยาวแนวตัด (เมตร) ตามสมการที่ 2 การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลมีข้อกำหนดดังนี้

- ข้อกำหนดของการทดลอง

1) Error Type I (Alpha) = 0.05

2) Factor A = รูปแบบใบเคียว

- สมมติฐานในการทดลอง

โดยทดสอบสมมติฐานอิทธิพลของปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) ต่อค่าการใช้ค่างาน แรงดึง ค่างานแรงผลัก และจำนวนครั้งในการตัด

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

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

4) ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- ค่างานแรงดึงที่ใช้ในกระบวนการตัด

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์ค่างานแรงดึง ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า ค่า P – Value = 0.026 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ค่า Alpha = 0.05 ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) อย่างน้อย 1 คู่ ส่งผลให้ค่างานแรงดึงในการตัดมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

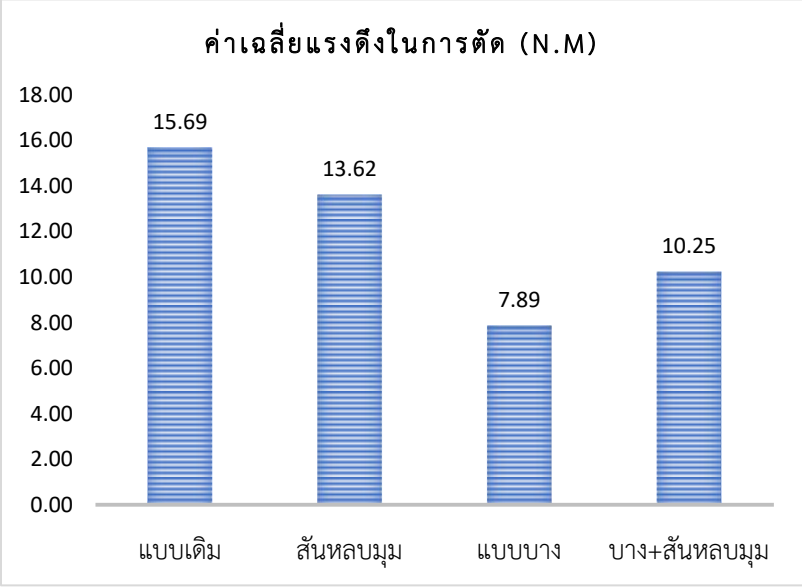
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยการเปรียบเทียบค่างานแรงดึงของใบเคียวแบบเดิมกับแบบเคียวแบบอื่นๆ โดยใช้ค่าของเคียวแบบเดิมเป็นหลัก ค่างานของเคียวแบบเดิมเท่ากับ 15.69 ± 5.23 นิวตัน เมตร จากการเปรียบเทียบได้ผล P-value ดังแสดงในตารางที่ 4.5 เมื่อกำหนด Alpha = 0.05 แสดงให้เห็นว่า แบบที่ 1 (แบบเดิม) ใช้ค่างานแรงดึง แตกต่างจากแบบที่ 2 (แบบบาง) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแสดงให้เห็นว่า ใบเคียวแบบบางใช้ค่างานในการตัดน้อยกว่าเคียวแบบเดิมถึง 50% อย่างไรก็ตาม สำหรับจากการทดลองแบบบางสันหลบมุมออกแรงน้อยกว่าแบบเดิมประมาณ 35% และแบบสันหลบมุมน้อยกว่าประมาณ 15%

ตารางที่ 4.4 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 4.5 เปรียบเทียบค่างานแรงดึงของแบบเดิมกับแต่ละแบบ

ชนิดใบเคียว	ผลต่างค่าเฉลี่ยกับแบบเดิม	P-Value
บาง	-7.795	0.0154
สันหลบมุม	-2.069	0.7118
บางสันหลบมุม	-5.434	0.0933



รูปที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยแรงดึงในการตัด

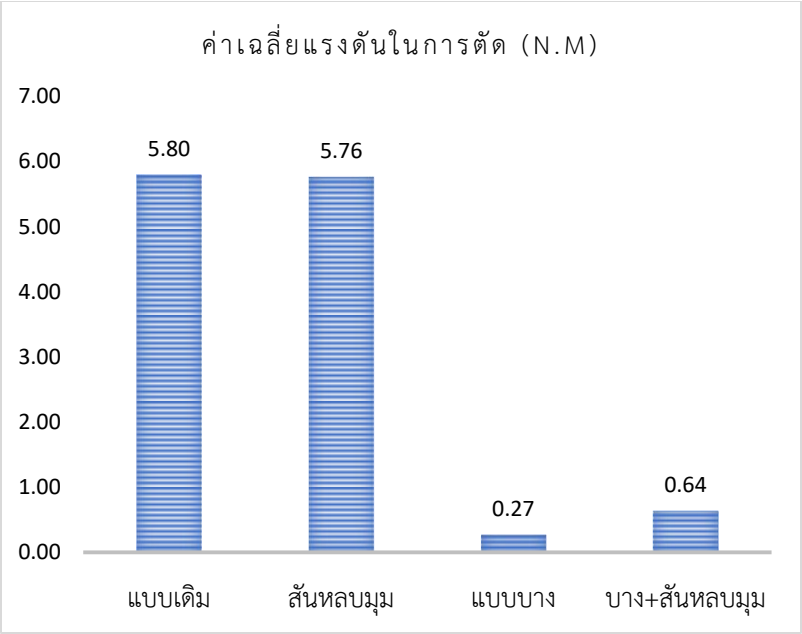
2. ค่างานแรงผลักที่ใช้ในกระบวนการตัด

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์ค่างานแรงผลัก ดังแสดงในตารางที่ 4.6 แสดง ค่า P – Value = 0.022 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ค่า Alpha = 0.05 ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบใบเคียว(Sickle type) อย่างน้อย 1 คู่ ส่งผลให้ค่างานแรงดึงในการตัดมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.6 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 โดยการเปรียบเทียบค่างานแรงผลักของใบเคียวแบบเดิมกับแบบเคียวแบบอื่นๆ โดยใช้ค่าของเคียวแบบเดิมเป็นหลัก ค่างานของเคียวแบบเดิมเท่ากับ 5.80 ± 6.23 นิวตันเมตร จากการเปรียบเทียบได้ผล P-value ดังแสดงในตารางที่ 4.7 เมื่อกำหนด Alpha = 0.05 แสดงให้เห็นว่า แบบที่ 1 (แบบเดิม) ใช้ค่างานแรงผลัก แตกต่างจากแบบที่ 2 (แบบบาง) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยแบบบาง ใช้ค่างานแรงผลักน้อยกว่าแบบเดิม



รูปที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยแรงดันในการตัด

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่างานแรงผลักของแบบเดิมกับแต่ละแบบ

ชนิดใบเคียว	ความต่างค่าเฉลี่ยกับแบบเดิม (นิวตันเมตร)	P-Value
บาง	-5.525	0.0450
สันหลบมุม	-0.033	1.0000
บางสันหลบมุม	-5.158	0.0621

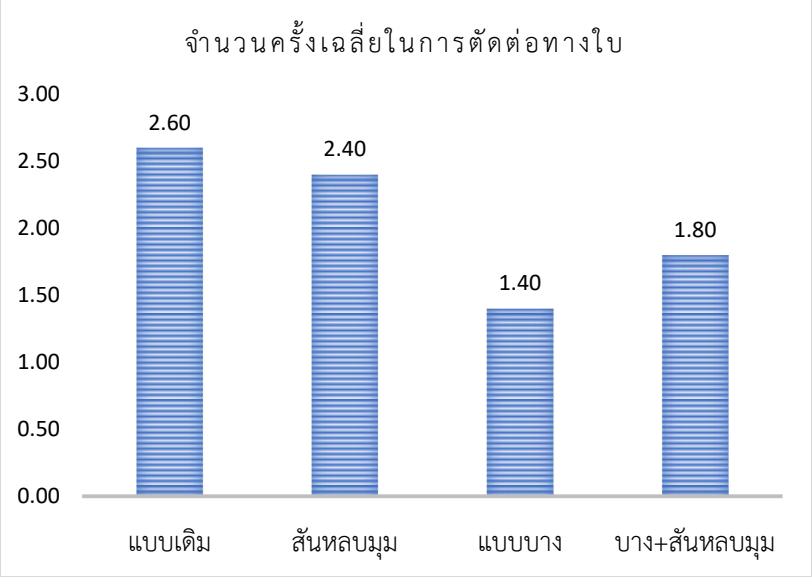
3. จำนวนครั้งในการตัด

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์อิทธิพลของลักษณะใบเคียวต่อจำนวนครั้งเฉลี่ยในการตัด ดังแสดงในตารางที่ 4.8. แสดงค่า P – Value = 0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ค่า Alpha = 0.05 ดังนั้นจึง Reject H_0 สรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบใบเคียว (Sickle type) ส่งผลให้จำนวนครั้งในการตัดมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.8. 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 ระหว่างใบเคียวแบบเดิมกับแบบเคียวแบบอื่นๆ โดยใช้ค่าของเคียวแบบเดิมเป็นหลัก จำนวนครั้งในการตัดของเคียวแบบเดิมเท่ากับ 2.6 ± 0.548 ครั้งต่อทางใบ จากการเปรียบเทียบได้ผล P-value ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เมื่อกำหนด Alpha = 0.05 แสดงให้เห็นว่า แบบที่ 1 (แบบเดิม) ใช้จำนวนครั้งในการตัด แตกต่างจากแบบที่ 2 (แบบบาง) และแบบที่ 4 (แบบบางสันหลบมุม) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และแสดงให้เห็นว่าแบบที่ 2 และแบบที่ 4 ใช้จำนวนครั้งในการตัดน้อยกว่า



รูปที่ 4.20 จำนวนครั้งเฉลี่ยในการตัดต่อทางใบ

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัดของแบบเดิมกับแต่ละแบบ

แบบที่	ความต่างค่าเฉลี่ย กับแบบเดิม (ครั้งต่อทางใบ)	P-Value
บาง	-1.200	0.004
สันหลบมุม	-0.200	0.844
บางสันหลบมุม	-0.800	0.050

4.1.2.2. การออกแบบจุดจับยึด

จากการสำรวจพบการจับยึดด้วยวิธีการหลายวิธี เช่น การรัดด้วยสายยาง การเชื่อมใบเคียวเข้ากับท่อด้าม หรือการยึดด้วยสกรู โดยจากการวิเคราะห์สรุปได้ว่า การยึดใบเคียวกับท่อด้ามจะต้องยึดติดกันแน่น ไม่สั่นคลอน และใบเคียวอยู่ตรงกลางท่อด้าม เพื่อความสมดุลในขณะการออกแรงตัด ผู้วิจัยได้ออกแบบ 2 วิธีในการยึดใบเคียวเพื่อให้อยู่ตรงกลางท่อด้าม และมีความแข็งแรง ดังแสดงในรูปที่ 4.21 ได้แก่ (1) การเชื่อมก้านใบเคียวเข้ากับท่อสั้นขนาดความยาว 20 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของท่อด้ามยาว โดยการใช้แคลมป์ในการยึดท่อสั้นนี้ซึ่งเปรียบเสมือนก้านใบเคียวเข้ากับท่อด้ามโดยการรัดแคลมป์ (2) การใช้ตัวล็อคก้านใบเคียวบริเวณก้านใบเคียว โดยขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวล็อคเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของท่อด้ามยาว โดยทั้งสองแบบมีข้อดีคือใบเคียวอยู่ศูนย์กลางท่อด้าม มีความแข็งแรงในการใช้งาน สามารถถอดลับคมและถอดเก็บได้สะดวก

รูปที่ 4.21 รูปแบบการยึดใบเคียวโดยการเชื่อม (ซ้าย) และโดยการใช้ตัวล็อค (ขวา)

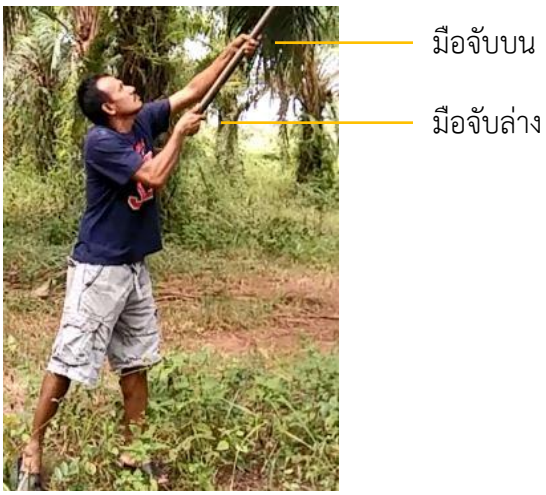
4.1.2.3. การออกแบบด้ามจับ

จากการสำรวจปัญหาด้านอุปกรณ์ ในส่วนของด้ามจับ เกษตรกรกล่าวว่า น้ำหนัก และความยาว ส่งผลต่อความสะดวกสบายมาก การออกแบบลักษณะด้ามจับเบื้องต้น ออกแบบให้ใช้ท่อด้ามอะลูมิเนียม ซึ่งมีน้ำหนักเบา แทนการใช้ท่อเหล็ก และไม้ไผ่ การออกแบบให้ความยาวของท่อด้ามสามารถปรับความยาวได้เพื่อให้ยืนระยะห่างจากโคนต้นเหมาะสม

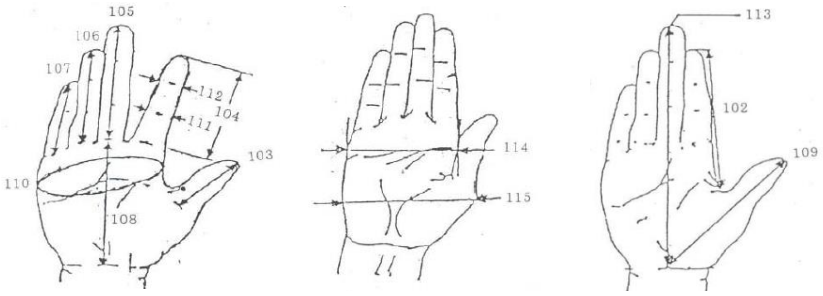
สำหรับปัญหาอื่นๆ ที่เห็นได้ชัดคือ จำนวนครั้งการตัดที่มากกว่า 3 ครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่มักเกิดจากการตัดไม่ลงรอยตัดครั้งแรก เนื่องจากลักษณะของส่วนที่ใช้จับซึ่งมีลักษณะเป็นท่อกลมยาว ส่วนที่ใช้จับก็มีลักษณะหน้าตัดกลม ทำให้เมื่อตัดครั้งแรกไม่ขาด การดันเคียวออกเพื่อตัดใหม่อาจทำให้มีการหมุนของท่อด้าม และทำให้ตำแหน่งการจับของมือเปลี่ยนไป จึงมีโอกาสที่การตัดครั้งต่อไปอาจพลาดจากรอยเดิมได้ อีกทั้งลักษณะการจับของมือที่มีการเบี่ยงและบิดหมุนของข้อมือ ดังแสดงในรูปที่ 4.22 ยังทำให้ประสิทธิภาพของการออกแรงน้อยลง

การออกแบบด้ามจับจึงออกแบบเพื่อแก้ปัญหาการเบี่ยงของข้อมือและลดการบิดหมุนขณะทำการตัด เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และการใช้แรงที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการออกแบบด้ามจับที่สามารถสวมเข้ากับท่อด้าม ที่มีลักษณะเป็นที่จับยื่นออกจากท่อด้าม สามารถปรับตำแหน่งและล็อคให้ติดอยู่ได้

จากการออกแบบด้ามจับนั้นได้ออกแบบสำหรับมือจับบน ซึ่งเป็นมือที่ถนัดที่เกษตรกรใช้จับและเป็นมือที่ออกแรงมากกว่าในการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.22 การกำหนดขนาดส่วนต่างๆ ของด้ามจับ กำหนดตามรายงานการสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 4 : พ.ศ. 2543 – 2544 ของชายไทยอายุ 17 - 49 ปี ขนาดส่วนสำคัญที่ใช้ในการออกแบบคือขนาดของมือ ดังแสดงในรูปที่ 4.23 และตารางที่ 4.10



รูปที่ 4.22 แสดงมือจับบน มือจับล่าง



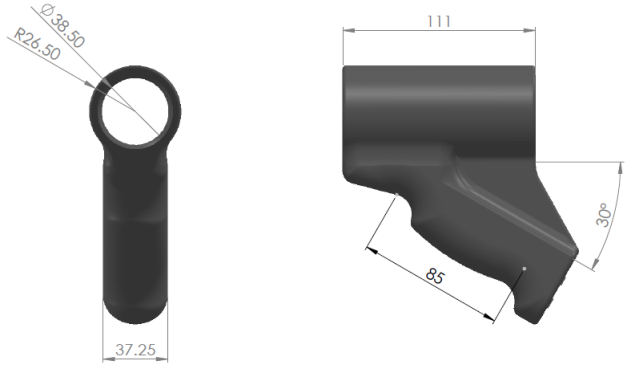
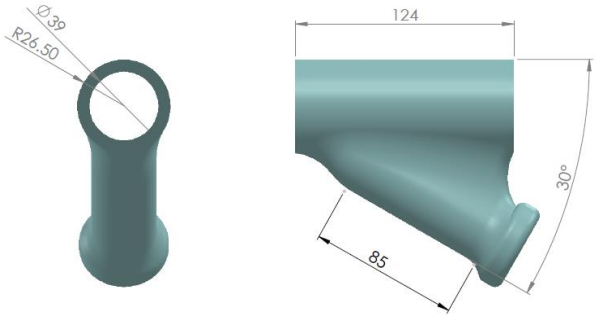
รูปที่ 4.23 รูปแบบการวัดขนาดส่วนต่างๆ ของมือ

ตารางที่ 4.10 ขนาดส่วนต่างๆ ของมือผู้ชายไทย

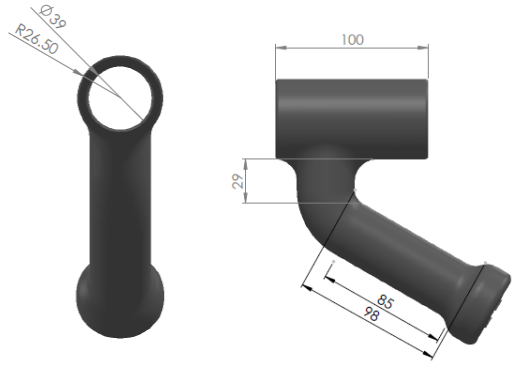
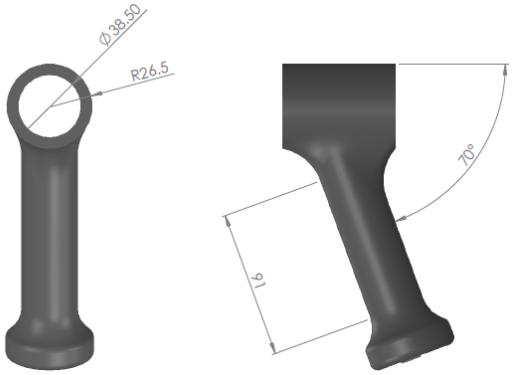
หมายเลขสัดส่วน	สัดส่วน	อายุ (ปี) โดยค่าเฉลี่ย (MEAN)			
		17-19	20-29	30-39	40-49
102	ระยะห่างปลายนิ้วชี้ – ง่ามนิ้วหัวแม่มือ	12.3	12.3	12.3	12.3
103	ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	7.1	7.1	7.2	7.2
104	ความยาวนิ้วชี้	7.6	7.6	7.6	7.6
105	ความยาวนิ้วกลาง	8.5	8.5	8.5	8.5
106	ความยาวนิ้วนาง	7.9	7.9	7.9	7.9
107	ความยาวนิ้วก้อย	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

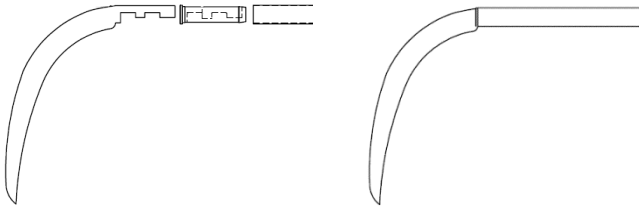
ด้ามจับจากการออกแบบทั้งหมด 4 แบบ ถูกออกแบบให้มีรูกลมสำหรับสวมกับท่อด้ามอะลูมิเนียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.1 มิลลิเมตร โดยมีส่วนที่ใช้สำหรับจับยื่นออกมา แบ่งเป็น 2 ลักษณะการจับ คือ ลักษณะแบบจับครึ่งมือ (แบบที่1, 2) แนวแกนสำหรับการจับทำมุมกับแนวด้ามเคียว 30° ซึ่งเมื่อจับแล้วจะทำให้มือและข้อมืออยู่ในเดียวกัน 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 ท่อด้ามและด้ามจับจากการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.24 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ 4.11 ต้นแบบด้ามจับสำหรับการทดลอง

แบบที่	รูปแบบ	ขนาด
1		
2		

ตารางที่ 4.11 ต้นแบบด้ามจับสำหรับการทดลอง (ต่อ)

แบบที่	รูปแบบ	ขนาด
3		
4		



รูปที่ 4.24 การยึดใบเคียวเข้ากับด้ามอะลูมิเนียม

รูปที่ 4.25 การประกอบด้ามจับเข้ากับท่อด้าม

4.2. การประเมินผล

การประเมินผลของการออกแบบ ประกอบด้วย การเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการตัด ความพึงพอใจ ความรู้สึกไม่สบายในมือ การประเมินความเสี่ยงของท่าทางด้วยวิธีการ RULA โดยการใช้แบบสอบถามและแบบประเมิน 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามจำนวนครั้งในการตัด โดยบันทึกจากการสอบถามในการทดลอง โดยให้ผู้ทดลองใช้เคียวแต่ละแบบในการทดลองตัดทางใบปาล์ม 5 ทางใบ และสอบถามถึงจำนวนครั้งในการตัดที่ผู้ทดลองสามรถทำได้สม่ำเสมอ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ ระดับความพึงพอใจทั้งหมด 11 ส่วน ได้แก่ ความพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน ขนาดและรูปร่างของด้ามเคียว สามารถจับได้ถนัดมือ รูปทรงตัวด้ามเคียวมีความเหมาะสมกับใบเคียวเมื่อใช้งาน น้ำหนักรวมของเคียว (ตัวใบเคียวและด้ามเคียวรวมถึงท่อด้าม) มีความเหมาะสม ใช้งานสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการทำงาน มีความรู้สึกออกแรงน้อยและเมื่อยล้าน้อยขณะใช้งาน การเลือกใช้วัสดุมีความเหมาะสม มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน ผิวด้ามเสียดทานดีไม่ลื่นหลุด ความแม่นยำในการใช้งาน และความสวยงาม โดยการให้ระดับความพึงพอใจ 5 ระดับคือ ระดับคะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุดหรือไม่ดี ระดับคะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจน้อยหรือปรับปรุง ระดับคะแนนเป็น 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลางหรือพอใช้ ระดับคะแนนเป็น 4 หมายถึง พึงพอใจมากหรือดี ระดับคะแนนเป็น 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุดหรือดีมาก

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความรู้สึกไม่สบายบริเวณมือขณะใช้อุปกรณ์ โดยประเมินระดับความรู้สึกไม่สบายในแต่ละบริเวณของมือ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ของด้ามเคียวแบบเดิมและด้ามเคียวจากการทดลองที่ให้ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ตอนที่ 4 แบบประเมินความเสี่ยงของท่าทางด้วยวิธีการ RULA เพื่อเปรียบเทียบผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการใช้อุปกรณ์แบบเดิมและแบบที่ได้จากการออกแบบ

เคียวตัดจากการออกแบบที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย เคียวตัดแบบเดิมและเคียวตัดจากการออกแบบ เคียวตัดแบบเดิมประกอบด้วย ใบเคียวแบบเดิมกับด้ามจับแบบเดิมที่ผู้ทดลองใช้อยู่ในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ 4.26. เคียวตัดจากการออกแบบ ประกอบด้วย ใบเคียวแบบบาง (จากผลการ

ทดลองใบเคียวที่ออกแรงน้อย) ตัวจับยึดจากการออกแบบ และด้ามจับจากการออกแบบ 4 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.27. รวมรูปแบบเคียวในการประเมินทั้งหมด 5 แบบ

รูปที่ 4.26 เคียวแบบเดิม

รูปที่ 4.27 ตัวอย่างการติดตั้งด้ามจับเข้ากับท่อด้าม

4.2.1. จำนวนครั้งในการตัด

จากค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแต่ละแบบ พบว่า แบบที่ 4 มีจำนวนครั้งน้อยที่สุด ที่ 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 ตามวัตถุประสงค์ของความสามารถในการตัด

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดของเคียวแต่ละแบบ

แบบเคียว	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัด	SD
เดิม	3.4333	1.0400
1	2.2333	0.4302
2	2.7000	0.4661
3	2.2000	0.4068
4	2.0333	0.1826

4.2.2. ระดับความพึงพอใจ

จากข้อมูลในตาราง ANOVA ของการวิเคราะห์คะแนนรวมของความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ทั้ง 5 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 พบว่า ค่า P – Value น้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ปัจจัยของรูปแบบเคียวอย่างน้อย 1 คู่ ส่งผลให้ค่าความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคู่ด้วยการวิเคราะห์ผลแบบ Pair Sample T-test กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าคู่การเปรียบเทียบของแบบที่ 1 และ 2 (แบบจับครึ่งมือ) มีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน ขณะที่เคียวแบบเดิม แตกต่างกับแบบอื่นๆ ทั้ง 4 แบบ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 ตาราง ANOVA

Source	DF	SS	MS	F	P
factor	4	9455.24	2363.81	727.66	0.000
Error	145	471.03	3.25		
Total	149	9926.27			

ตารางที่ 4.14 ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจและค่า P- Value เปรียบเทียบแบบเคียวแต่ละแบบ

แบบเคียว	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ระดับ	P-Value				
			แบบ	เดิม	1	2	3
แบบเดิม	2.915 ± 0.69	ปานกลาง	เดิม	-	-	-	-
1	4.088 ± 0.83	มาก	1	0.002	-	-	-
2	3.894 ± 0.84	มาก	2	0.005	0.064	-	-
3	4.794 ± 0.18	มากที่สุด	3	<0.001	0.016	0.004	-
4	4.924 ± 0.17	มากที่สุด	4	<0.001	0.008	0.003	0.012

จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการใช้งานเคียวตัด พบว่า ผู้ประเมินทั้งหมด มีแนวโน้มความพึงพอใจเหมือนกันคือ แบบที่ 4 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือ แบบที่ 3, 1, 2 และ แบบเดิม

ตามลำดับ สำหรับเกณฑ์การประเมิน เมื่อแบ่งคะแนนเฉลี่ย ความพึงพอใจและไม่พึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ไม่พึงพอใจ ระดับคะแนนเฉลี่ย 0.00 – 1.50 ไม่พึงพอใจมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.15.

ตารางที่ 4.15 ประมวลระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ

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
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

4.2.3. ความรู้สึกไม่สบายในมือ

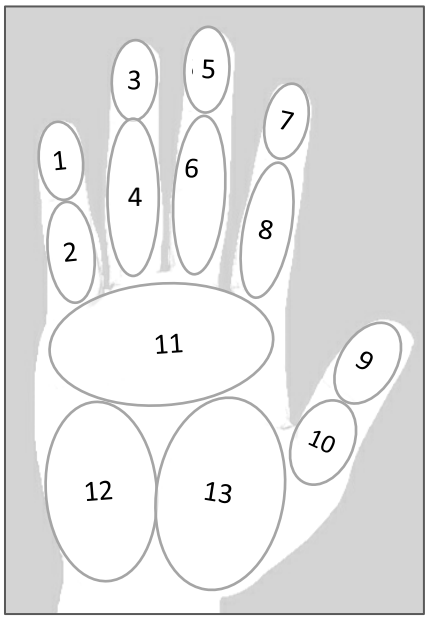
การเปรียบเทียบความรู้สึกไม่สบายบริเวณมือที่ใช้จับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเคียวแบบเดิมกับเคียวแบบใหม่ที่ผู้ทดลองให้คะแนนความพึงพอใจสูงที่สุด โดยพบว่าแบบที่ผู้ทดลองทั้งหมดเลือกให้เป็นแบบที่มีความพึงพอใจสูงที่สุดคือแบบที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 4.28 ดังนั้นจึงใช้แบบที่ 4 ในการเปรียบเทียบกับแบบเดิม โดยให้ผู้ทดลองประเมินด้วยตนเอง ในการประเมินความรู้สึกไม่สบายในมือทั้ง 13 บริเวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.29 โดยการให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับคือ ระดับคะแนน 1 หมายถึง รู้สึกไม่สบายน้อยที่สุด ระดับคะแนน 2 หมายถึง รู้สึกไม่สบายน้อย ระดับคะแนน 3 หมายถึง รู้สึกไม่สบายปานกลาง ระดับคะแนนเป็น 4 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมาก ระดับคะแนนเป็น 5 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบาย ดังแสดงในตารางที่ 4.16 โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 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 ระดับคะแนนเฉลี่ย 0.00 – 1.50 รู้สึกไม่สบายน้อยที่สุด

รูปที่ 4.28 รูปแบบเคียวตัดที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด

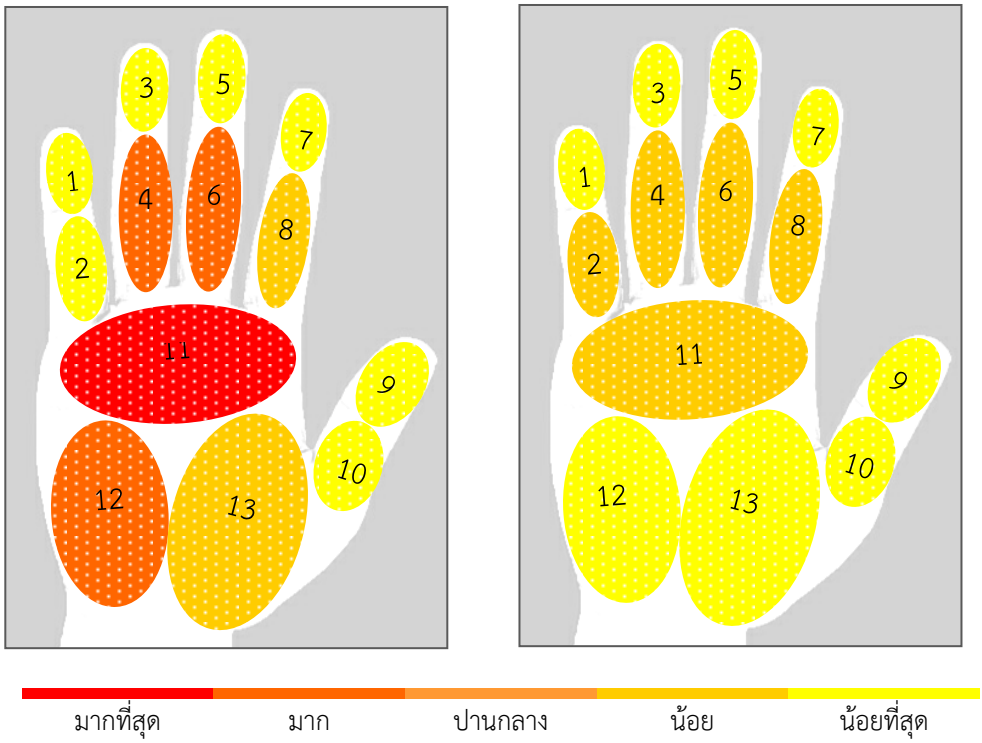
เมื่อเปรียบเทียบระดับความรู้สึกไม่สบายในบริเวณมือ ระหว่างแบบเดิมกับแบบที่มีความพึงพอใจมากที่สุด (แบบที่ 4) ดังแสดงในรูปที่ 4.30 พบว่าแบบเดิม ซึ่งใช้ใบเคียวแบบเดิมกับด้ามเคียวลักษณะท่อกลมยาว มีความรู้สึกไม่สบายมากที่สุดบริเวณฝ่ามือ (เลขที่ 11) รู้สึกไม่สบายมากบริเวณฝ่ามือ (เลขที่ 12) และบริเวณนิ้วกลาง นิ้วนาง (เลขที่ 4,6) รู้สึกไม่สบายเล็กน้อยที่บริเวณฝ่ามือ (เลขที่ 13) และนิ้วชี้ (เลขที่ 8) ขณะที่แบบของเคียวที่ผู้ทดลองเลือกให้มีความพึงพอใจมากที่สุด มีความรู้สึกไม่สบายเล็กน้อยที่บริเวณฝ่ามือ และบริเวณนิ้วทั้งสี่นิ้ว (เลขที่ 11, 2, 4, 6 และ 8)

ตารางที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยความรู้สึกไม่สบายในมือ (n=30)

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 4.29 การแบ่งบริเวณในมือสำหรับการประเมิน



รูปที่ 4.30 ระดับความไม่สบายในมือ ของการใช้เคียวแบบเดิม (ซ้าย) และแบบที่ได้รับการเลือก (ขวา)

4.2.4. ผลการประเมินความเสี่ยงของท่าทาง

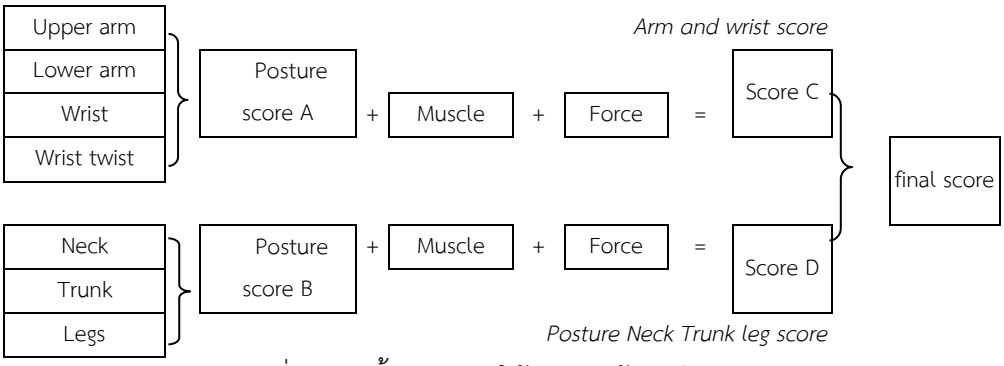
การประเมินทางการยศาสตร์ (Ergonomic assessment) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ท่าทาง วิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ลักษณะและสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน อันตรายของสถานีงานหรือสภาพแวดล้อมในการทำงาน ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการทำงาน เพื่อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม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

4.2.4.1. วิธีดำเนินการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (cross sectional research) ในกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบเจาะจง (Purposive method) จากเกษตรกรเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันโดยใช้เคียว ในจังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง จำนวน 16 คน

4.2.4.2. เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือในการศึกษา มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน ข้อมูลความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ส่วนที่ 2 แบบประเมินความเสี่ยงของท่าทางในกระบวนการทำงาน โดยใช้วิธีการ RULA (Rapid Upper Limp Assessment) มีขั้นตอนการให้คะแนนดังแสดงในรูปที่ 4.31 และการแปลผลจากคะแนนมีระดับความเสี่ยง 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.17



รูปที่ 4.31 ขั้นตอนการให้คะแนนด้วยวิธี RULA

ตารางที่ 4.17 การแปลผลคะแนนจากผลคะแนน (Final score)

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

4.2.4.3. ผลการศึกษา

1) ข้อมูลลักษณะประชากร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล (ตารางที่ 4.18) พบว่า คนตัดทางปาล์มน้ำมันมีอายุ 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 4.18 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

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) ความชุกของความผิดปกติของระบบกระดูกและโครงร่าง

จากการวิเคราะห์ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างเนื่องจากการทำงานของคนตัดทางใบปาล์มน้ำมัน โดยการใช้แบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจาก Standardized Nordic Questionnaires for The Analysis of Musculoskeletal Symptoms จากการสำรวจ (ตารางที่ 4.19) พบว่า ในรอบ 7 วัน พบความผิดปกติ บริเวณแขนส่วนบน 25.0% มือ 18.75% คอ ไหล่ หลังส่วนบน ข้อศอก แขนส่วนล่าง 12.5% ข้อมือ 6% ในรอบ 12 เดือน พบความผิดปกติ บริเวณไหล่ 87.5% คอ 75% มือ 68.75% แขนส่วนบน 56.25% หลังส่วนล่าง ข้อมือ 31.25% หลังส่วนบน ข้อศอก แขนส่วนล่าง 12.5% และเข่า 6.5%

ตารางที่ 4.19 อาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 7 วัน และ 12 เดือน

บริเวณ	รอบ 7 วัน		รอบ 12 เดือน	
	ร้อยละ	CI (95%)	ร้อยละ	CI (95%)
คอ	12.5	(0.015514, 0.383476)	75.0	(0.476229, 0.927338)
ไหล่	12.5	(0.015514, 0.383476)	87.5	(0.616524, 0.984486)
หลังส่วนบน	12.5	(0.015514, 0.383476)	12.5	(0.015514, 0.383476)
หลังส่วนล่าง	0	(0.000000, 0.170750)	31.25	(0.110170, 0.586621)
แขนส่วนบน	25.0	(0.072662, 0.523771)	56.25	(0.298777, 0.802466)
ข้อศอก	12.5	(0.015514, 0.383476)	12.5	(0.015514, 0.383476)
แขนส่วนล่าง	12.5	(0.015514, 0.383476)	12.5	(0.015514, 0.383476)
ข้อมือ	6	(0.001581, 0.302321)	31.25	(0.110170, 0.586621)
มือ	18.75	(0.040474, 0.456457)	68.75	(0.413379, 0.889830)
เข่า	0	(0.000000, 0.170750)	6.25	(0.001581, 0.302321)

3) ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานของเคียวแบบเดิม

จากการแปลผลคะแนนจากการประเมินความเสี่ยงของท่าทางการใช้เคียวแบบเดิม ดังแสดงในตารางที่ 4.20 พบว่า จำนวนทั้งหมดของกลุ่มผู้ประเมินมีผลคะแนน (final core) อยู่ที่ 7 คะแนน หมายความว่าการทำงานนั้นมีความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์และควรปรับปรุงทันที โดยมีผลคะแนนแต่ละขั้นตอนการประเมินแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.20 ผลคะแนน (final core)

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

รายละเอียดการประเมิน

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) ทั้งหมดนี้ส่งผลทำให้คะแนนของท่าทาง อยู่ที่ 5 ประกอบกับคะแนนการใช้กล้ามเนื้อเท่ากับ 1 และคะแนนการออกแรงเท่ากับ 0) ส่งผลให้คะแนนของกลุ่ม B อยู่ที่ 6

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

ตารางที่ 4.21 ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานเคียวแบบเดิมและแบบใหม่

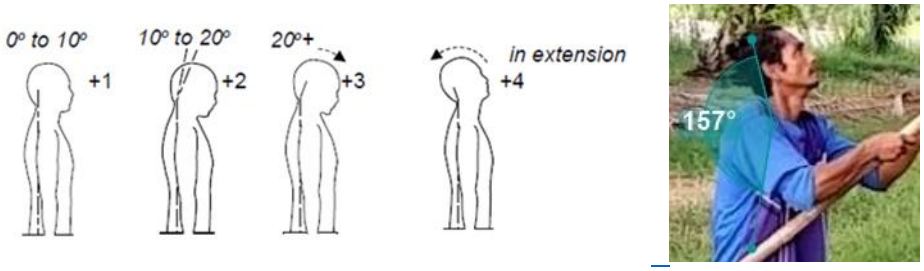
OP.	Posture Group A					Posture score A*		Muscle	Force	*Arm and wrist score**		Posture Group B			Posture score B*	Muscle	Force	*Posture Neck Trunk leg score**	*Grand score**
	Upper arm	Lower arm	Wrist *		Wrist twist							Neck*	Trunk	Leg					
1	3	1	4	2	1	5	4	1	2	*8*	*7*	4	2	1	5	1	0	*6*	*7*
2	3	2	4	2	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 คะแนนของเคียวแบบใหม่*

4) ผลประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานเคียวแบบใหม่

การใช้เคียวแบบใหม่สามารถทำให้ระดับความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานน้อยลง ได้แก่ การลดความเสี่ยงท่าทางของข้อมือ

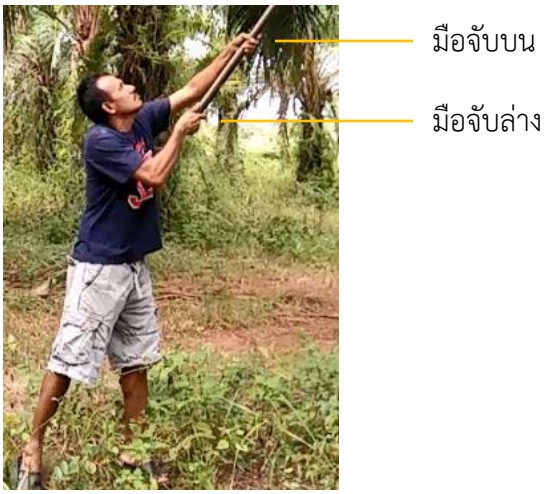
การลดความเสี่ยงท่าทางของข้อมือ พบว่า ทั้งหมดของผู้ทดลองที่ใช้เคียวแบบแบบเดิม มีความเสี่ยงมากที่ข้อมือที่มือจับบน (upper handle) มากกว่าข้อมือล่าง (lower handle) ดังแสดงในรูปที่ 4.33 โดยมีคะแนนที่ 3 (มีการหมุนข้อมือเข้า 0-15° และมีการเบี่ยงข้อมือลง) และมีคะแนนที่ 4 (มีการหมุนข้อมือเข้ามากกว่า 15° และมีการเบี่ยงข้อมือลง) ดังแสดงในรูปที่ 4.32 การหมุนข้อมือเกิดจากผู้เก็บเกี่ยวต้องหมุนท่อด้ามเพื่อให้ปลายเคียวอยู่ในตำแหน่งที่จะตัด อีกทั้ง ยังมีการเบี่ยงของข้อมือ เนื่องจากด้ามจับเป็นลักษณะท่อกลมและต้องจับให้มืออยู่ตำแหน่งเหนือไหล่ เพื่อมีระยะในการออกแรงดึง ทำให้ข้อมือมีลักษณะเบี่ยงมาก การมีด้ามจับเสริมทำให้ไม่มีการหมุนของข้อมือ กล่าวคือ เมื่อจับถือแล้วตำแหน่งปลายเคียวจะถูกบังคับไว้พอดีเพื่อไม่ต้องหมุนด้ามเพื่อหาตำแหน่งใหม่ ดังนั้นจึงลดคะแนนส่วนข้อมือเหลือ 2 ทำให้คะแนนส่วน แขนและข้อมือ (Arm and wrist score) ลดลง เหลือ 7



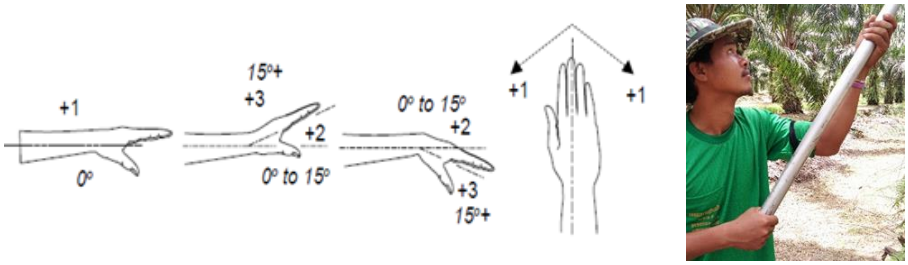
รูปที่ 4.32. แสดงการประเมินส่วนคอของการใช้เคียวแบบเดิม

การลดความเสี่ยงท่าทางของข้อมือ พบว่าข้อมือทั้งหมดของผู้ทดลองเคียวแบบเดิม มีความเสี่ยงมากที่ข้อมือที่มือจับบน (upper handle) มากกว่าข้อมือล่าง (lower handle) ดังแสดงในรูปที่ 4.33. โดยมีคะแนนที่ 3 (มีการหมุนข้อมือเข้า 0-15° และมีการเบี่ยงข้อมือลง) และมีคะแนนที่ 4 (มีการหมุนข้อมือเข้ามากกว่า 15° และมีการเบี่ยงข้อมือลง) ดังแสดงในรูปที่ 4.34. การหมุนข้อมือเกิดจากผู้เก็บเกี่ยวต้องหมุนมือจับเพื่อให้ปลายเคียวอยู่ในตำแหน่งที่จะตัด และการเบี่ยงของข้อมือเนื่องจากด้ามจับเป็นลักษณะท่อกลม และต้องจับให้มืออยู่ตำแหน่งเหนือไหล่ เพื่อมีระยะในการออกแรงดึง ทำให้ข้อมือมีลักษณะเบี่ยงออกลง การออกแบบของเคียวใหม่ทำให้จับแล้ว ไม่มีการหมุนของข้อมือ กล่าวคือ เมื่อจับถือแล้ว ตำแหน่งปลายเคียวจะถูกบังคับไว้พอดีเพื่อไม่ต้องหมุนด้ามเพื่อหาตำแหน่งใหม่ ดังนั้นจึงลดคะแนน

ส่วนข้อมือได้ ทำให้คะแนนส่วน แขนและข้อมือ (Arm and wrist score) ลดลงจาก 8 เหลือ 7 ดังแสดงในตารางที่ 4.22. (second step)



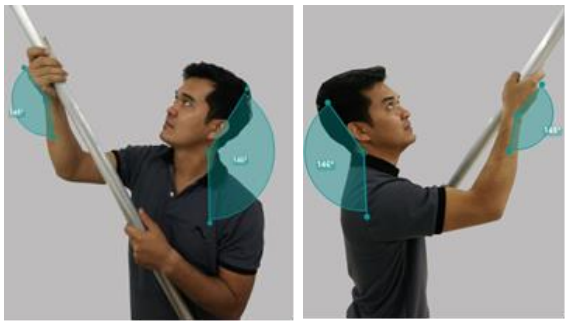
รูปที่ 4.33. แสดงมือจับบน มือจับล่าง



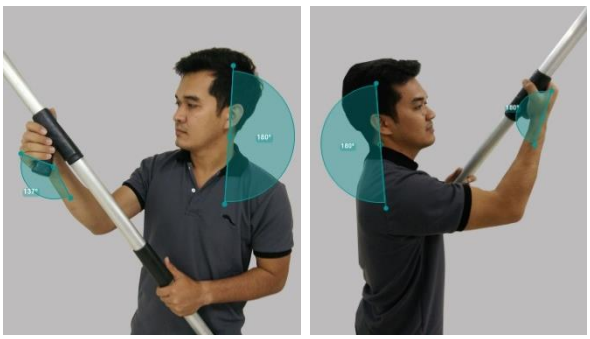
รูปที่ 4.34 แสดงการประเมินส่วนข้อมือของการใช้เคียวแบบเดิม

ตารางที่ 4.22 ตาราง final score การเปลี่ยนแปลงคะแนนเมื่อใช้เคียวแบบใหม่

Arm and wrist score	Posture Neck Trunk leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	*second step*		5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	9 5	7 11 6	*First step* 6		11 7	7
8+	5	5	5 6	7	7	5 7	7



รูปที่ 4.35 ท่าทางการใช้เคียวแบบเดิม



รูปที่ 4.36 ท่าทางการใช้เคียวแบบใหม่

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

รูปที่ 4.37 ลักษณะการจับของด้ามจับที่ออกแบบสำหรับการทดลอง

4.3. สรุปผลการออกแบบ

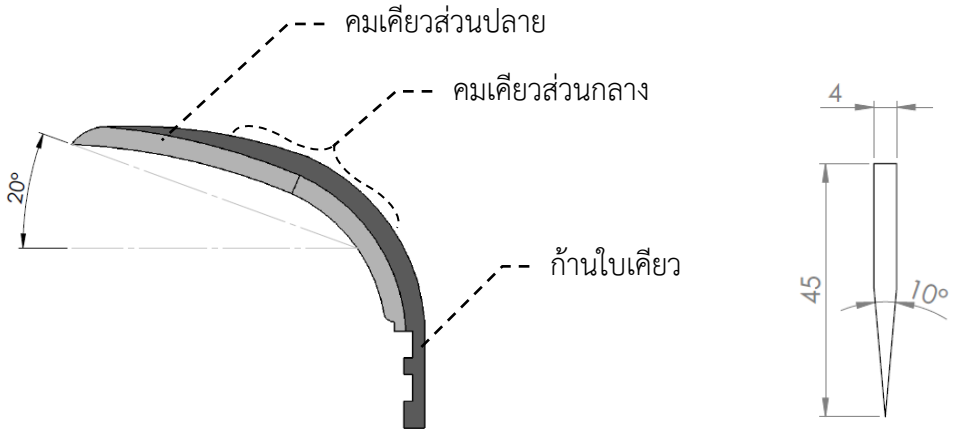
งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของเคียวตัดทางใบปาล์มน้ำมันที่มีผลต่อความสามารถในการตัด ความสะดวกสบายในการใช้งาน และเพื่อออกแบบและพัฒนาให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ จากการศึกษาได้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และได้ออกแบบอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1. การออกแบบเคียวตัด

ผลการออกแบบเคียวตัดทางใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งได้จากการสำรวจปัญหาด้านวิธีการหรือสถานีงาน การปรับปรุงท่าทางที่ลดความเสี่ยง ผลการศึกษาลักษณะเคียวตัด และการออกแบบตามความเหมาะสมทางการยศาสตร์ ได้คัดเลือกแบบเคียวที่ดีที่สุดจากการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.40 ส่วนประกอบของเคียวตัดจากการออกแบบ แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ใบเคียว ตัวล็อคใบเคียว และด้ามจับ

1) ใบเคียว

ใบเคียวทำจากโลหะผสม (Alloy Steels 5160) ขึ้นรูปโดยการตีร้อน มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.38 มีลักษณะที่สำคัญคือ คมเคียวทำมุม 10 องศา ความหนาใบเคียว 4 มิลลิเมตร ใบเคียวส่วนล่างและก้านใบเคียวหนา 5 มิลลิเมตร ส่วนปลายเคียวทำมุมเงย 20 องศา ใบเคียวลักษณะนี้สามารถใช้แรงในการตัดน้อยกว่าใบเคียวแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญ โดยน้อยกว่าถึง 50% เมื่อใช้ร่วมกับด้ามจับที่ได้จากการออกแบบ ทำให้มีจำนวนครั้งในการตัดที่น้อยกว่าใบเคียวแบบเดิม โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดที่ 2.0333 ± 0.18 ครั้งต่อทางใบ ขณะที่ใบเคียวแบบเดิมมีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตัดที่ 3.4333 ± 1.04 ครั้งต่อทางใบ



รูปที่ 4.38 รูปแบบใบเคียว (ซ้าย) รูปแบบหน้าตัดคมเคียวส่วนกลาง (ขวา)

2) ตัวล็อคใบเคียว

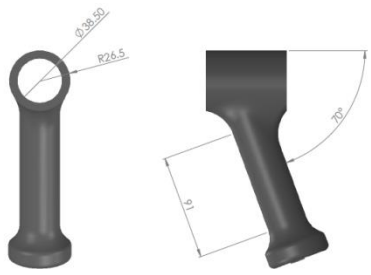
การออกแบบตัวล็อคใบเคียวมีวัตถุประสงค์คือ การจับยึดระหว่างใบเคียวกับด้ามเคียวที่มีความแน่น ไม่เกิดการสั่นคลอน หรือหลุดออกจากกัน และตำแหน่งของใบเคียวควรยึดติดอยู่ระหว่างกลางของด้ามจับ เพื่อให้การออกแรงและทิศทางของแรงมีความสมดุล ข้อแนะนำการออกแบบตามการศึกษาคือ การเชื่อมท่อกลมสั้นกับใบเคียว เพื่อสอดเข้าในท่อด้ามเพื่อทำการล็อค และการออกแบบตัวก้านเคียวที่สามารถสอดประกอบเข้ากับตัวล็อคด้าม แล้วจึงสอดเข้าในท่อด้ามเพื่อทำการล็อค

รูปที่ 4.39 รูปแบบการยึดใบเคียว โดยการเชื่อม (ซ้าย) และโดยการใช้ตัวล็อค (ขวา)

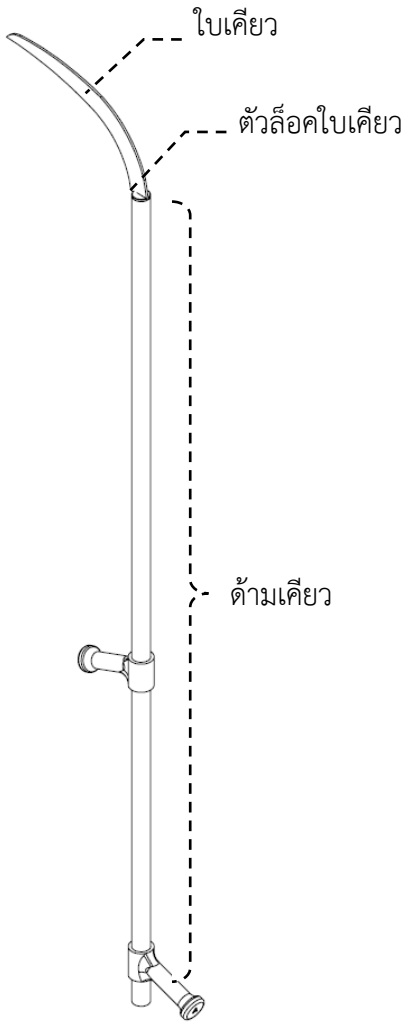
3) ด้ามจับ

จากการทดลองด้ามจับที่ได้จากการออกแบบ โดยทุกแบบมีลักษณะที่เหมือนกันคือ เป็นด้ามจับที่สำหรับสวมเข้ากับท่อด้าม และมีที่สำหรับจับยื่นออกมาในลักษณะเอียง ลักษณะด้ามจับนี้ทำให้ขณะที่ออกแรงในการตัด ไม่เกิดการบิดหมุนของข้อมือและการเงยของคอลดลง เมื่อประเมินท่าทางด้วยวิธีการ RULA ความเสี่ยงส่งผลให้คะแนนสุดท้ายลดลงเหลือ 5-6 จาก 7 ที่หมายความว่าการทำงานนั้นมีความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์และควรปรับปรุงทันที อย่างไรก็ตาม คะแนน 5-6 หมายความว่างานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง การออกแบบเครื่องมือตัดยังแนะนำให้หาวิธีลดความเสี่ยงเหล่านี้ต่อไป ซึ่งอาจมีมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และใช้ผลส่วนนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ความพึงพอใจของด้ามจับจากการออกแบบเพื่อทดลอง พบว่า ด้ามจับทุกแบบแตกต่างจากแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของด้ามจับที่ออกแบบ อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยแบบที่มีความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ย คือ แบบที่จับได้เต็มกำมือ มีองศาการเอียงที่ 70 ดังแสดงในรูปที่ 4.40 อีกทั้งด้ามจับทุกแบบในการทดลองมีจำนวนครั้งในการตัดน้อยกว่า 3 ครั้ง และด้ามจับที่มีความพึงพอใจมากที่สุดมีจำนวนครั้งในการตัดอยู่ที่ 2.03 ± 0.1826 ครั้งต่อทางใบ ด้านความรู้สึกไม่สบายในบริเวณมือ พบว่าความรู้สึกไม่สบายกระจายเท่าๆกัน ในพื้นที่ฝ่ามือที่ใช้รับแรงจากการใช้งาน ไม่กดทับมากบริเวณใดบริเวณหนึ่ง



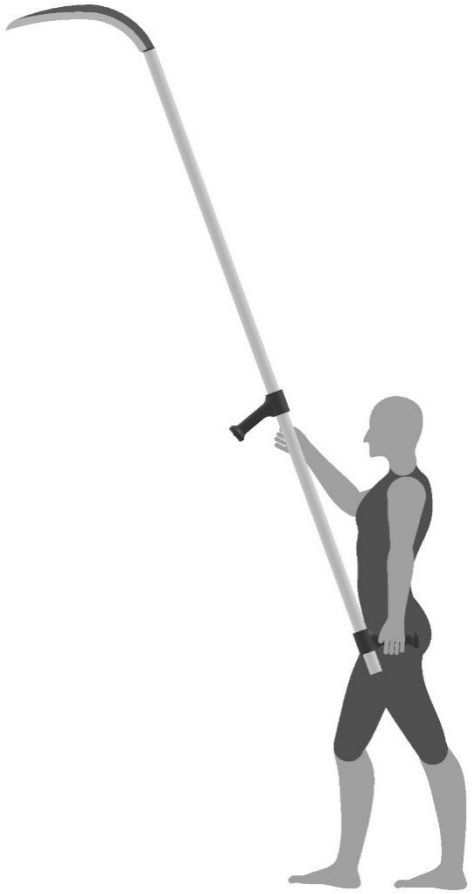
รูปที่ 4.40 รูปแบบด้ามจับที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด



รูปที่ 4.41 แบบเคียวที่ดีที่สุดจากการทดลอง

4) ด้ามจับเสริม

เมื่อเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวเสร็จต้นหนึ่งจะต้องเคลื่อนย้ายเคียวไปสู่อีกต้นเพื่อทำการเก็บเกี่ยวต่อไป และต้องสอดใบเคียวเข้าทางใบหรือช่อทะลายเพื่อทำการตัด สำหรับด้ามจับเสริมซึ่งติดอยู่ด้านโคนปลายเคียว ดังแสดงในรูปที่ 4.42 สามารถทำให้การสอดใบเคียวบนทางใบในท่าเตรียมง่ายขึ้น โดยวิธีการคือ เมื่อสอดใบเคียวเข้าทางใบแล้วให้หาตำแหน่งการยืนที่จับด้ามจับนี้แล้วทำให้ด้ามจับนี้ขนานกับพื้น นั่นคือคมเคียวจะสัมผัสกับทางใบในจุดที่ต้องการ จากนั้นเมื่อได้ตำแหน่งการยืนแล้วจึงเปลี่ยนการจับเพื่อทำการตัดต่อไป



รูปที่ 4.42 ลักษณะการถือเคียวในการเคลื่อนย้ายจากต้นสู่ต้น

บทที่ 5 ข้อเสนอแนะ

5.1. ข้อเสนะแนะสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์

5.1.1. การเตรียมเคียวตัด

- การลับคมเคียว ในขณะการลับคม ผู้ทำการลับสามารถจับส่วนก้านใบเคียว ซึ่งสามารถจับได้ถนัดและมีความปลอดภัยจากคมของใบเคียว

- การประกอบ เมื่อลับคมเสร็จ นำส่วนก้านใบเคียวสวมลงในท่อด้ามจนสุด ขันสกรูที่แคลมป์รัดให้แน่น กรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันมีความสูงมากกว่า 4 เมตร ให้ใส่ท่อด้ามที่เตรียมไว้สำหรับเพิ่มความยาวเพิ่ม จากนั้นจึงประกอบด้ามจับบน โดยวัดระยะจากโคนท่อด้ามประมาณ 1.5 เมตร

- การตั้งระยะ

ความยาวของท่อด้ามทั้งหมด ควรเท่ากับหรือมากกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความสูงของตำแหน่งการตัด สำหรับมือจับเสริม ควรอยู่ในระยะที่เมื่อทาบใบเคียวบนทางใบแล้ว สามารถใช้มือข้างหนึ่งจับให้ด้ามจับนี้อยู่ในแนวขนานกับพื้นได้ ทั้งนี้แขนส่วนล่าง ควรมีการทำมุมอยู่ระหว่าง 0-20° กับลำตัว

5.1.2. การบำรุงรักษา

เมื่อใช้งานเสร็จควรถอดใบเคียวออกจากท่อด้าม และใส่เก็บในกล่องหรือที่ที่ปลอดภัยจากคมเคียว อาจชโลมน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม ในกรณีที่หยุดใช้หลายวัน

5.2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้วิจัย

5.2.1. การทดลอง

สำหรับการทดลองวัดค่าแรง ผู้วิจัยใช้โหลดเซลล์เป็นเครื่องมือในการวัด โดยข้อควรระวังในการทดลอง คือ การระวังไม่ให้เกิดค่าแรงที่ไม่ใช่ค่าแรงที่ต้องการในการทดลองขึ้นมาในโปรแกรม ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการศึกษาได้ ข้อระวัง เช่น ขั้นตอนการดันเคียวกลับกรณีเกิดการหนีบใบเคียว เมื่อดันหลุดแล้วใบเคียวไปกระทบทางใบอื่นจนทำให้เกิดค่าแรง เป็นต้น

5.2.2. การศึกษาต่อ

ตัวแปรบางตัวในการทดลอง ผู้วิจัยไม่ได้ทำการทดลองจนได้เงื่อนไขที่ดีที่สุด เช่น ขนาดความหนาใบเคียว องศาการหลบมุมของสันเคียว เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อช่วยลดแรงในการงานอุปกรณ์ลงจากเดิมตามวัตถุประสงค์การวิจัยเท่านั้น ซึ่งเป็นตัวแปรสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อได้ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] “คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้),” สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน), 15 มีนาคม 2546. [เข้าถึงเมื่อ 23 พฤศจิกายน2558] http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/index.php.].

[2] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, “การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน,” [เข้าถึงเมื่อ 3 มีนาคม 2559] http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/management.html.

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

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

[5] 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,* vol. 50, no. 6, pp. 859–876, 2007.

[6] 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,* vol. 43, no. 2, pp. 413–423, 2012.

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

[8] R. K. K. Wibowo, “Farmers’Injuries, Discomfort and Its Use in Design of Agricultural Hand Tools: A Case Study from East Java, Indonesia,” no 9, pp. 323–327, 2016.

[9] Y. Kong, B. Lowe, S. Lee and E. Krieg, "Evaluation of handle shapes for screwdriving," *Applied Ergonomics,* vol. 39, no. 2, 2008.

[10] I. Dianat and A. Salimi, "Working conditions of Iranian hand-sewn shoe workers and

associations with musculoskeletal symptoms," *Ergonomics,* vol. 57, no. 4, pp. 602–611, 2014.

[11] 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,* vol. 19, no. 6, pp. 425–435, 1997.

[12] T. Yakou, K. Yamamoto, M. Koyama and . K. Hyodo, "Sensory evaluation of grip using cylindrical objects," *Machine Elements and Manufacturing,* vol. 40, no. 4, pp. 730–735, 1997.

[13] 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,* vol. 24, no. 3, pp. 203–211, 1993.

[14] H. Gregor and D. Bojan , "Tool-handle design based on a digital human hand model," *International Journal of Industrial Ergonomics,* vol. 43, no. 4, pp. 288–295, 2013.

[15] L. Kuijt-Evers, T. Bosch, M. Huysmans, M. De Looze และ P. Vink, “Association between objective and subjective measurements of comfort and discomfort in hand tools,” *Applied Ergonomics,* no 38, %15, pp. 643–654, 2007.

[16] A. Kumar, J. Singh, D. Mohan and M. Varghese, “Farm hand tools injuries: A case study from northern India,” *Safety Science,* no 46, pp. 54–65, 2008.

[17] E. R. Tichauer, The Biomechanical Basis for Ergonomics, New York: John Wiley, 1978.

[18] A. B. Swanson, I. B. Matev และ G. de Groot, “The strength of hand,” *Bulletin of Prosthetics Research,* pp. 145-153, 1970.

[19] K. Rodahl, The Physiology of Work, 1st บ.ก., London: Taylor & Francis, 1989.

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

[21] 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,* vol. 53, pp. 124–129, 2016.

[22] นิยมทอง และ คณะ, “มีดตัดทะลายปาล์มน้ำมันแบบสไลด์”. ไทย เลขที่สิทธิบัตร 4978, 9 กรกฎาคม 2552.

[23] เจลานี และ ฮิแทม, “อุปกรณ์สำหรับตัดใบและซอผลปาล์มน้ำมันแบบเคียวกล”. ไทย เลขที่สิทธิบัตร 31101, 18 ตุลาคม 2554.

[24] จริโมภาส และ คณะ, “เครื่องตัดกิ่งปาล์มน้ำมัน”. ไทย เลขที่สิทธิบัตร 31490, 9 มีนาคม 2549.

[25] H. S. Bin, "อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลไม้". China Patent CN 201310316828, 26 กรกฎาคม 2013.

[26] คุณากร สินธพพงศ์, จันทร์ทิพย์ อินทวงศ์ และ สุนทร เหรียญภูมิการกิจ, “รายงานผู้ป่วยภาวะความผิดปกติจากการบาดเจ็บสะสม ในโรงงานทำหมวกกันน็อก จังหวัดระยอง,” *The Public Health Journal of Burapha University,* หน้า 115-122, 2556.

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

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

[29] เพชรรัตน์ แก้วดวงดี, รุ้งทิพย์ พันธุเมธากุล, วัณทนา ศิริธราธิวัตร, ยอดชาย บุญประกอบ, สาวิตรี วันเพ็ญ, ภาณี ฤทธิ์มาก และ ยุพา ถาวรพิทักษ์, “ความชุกและปัจจัยด้านท่าทางการทำงานที่สัมพันธ์กับอาการปวดหลังส่วนล่างในกลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมสิ่งทอ (แหอวน) จังหวัดขอนแก่น,” *ศรีนครินทร์เวชสาร,* เล่มที่ 26, หน้า 317-24, 2554.

[30] นภานันท์ ดวงพรม และ สุนิสา ชายเกลี้ยง, “การรับรู้ความผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อในพนักงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี,” *วารสารวิจัยมข. ,*หน้า 880-891, 2556 .

[31] เสาวลักษณ์ แก้วมณี, ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์ และ ธานี แก้วธรรมานุกูล, “ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานและภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงของแรงงานสูงอายุในอุตสาหกรมอาหารทะเลบรรจุกระป๋อง,” *Occupational health,* หน้า 90-99, 2554.

[32] W. P. R. N. Sunisa Chaiklieng, “Work Environment Hazards and Ergonomic Risk of Dental Personnel,” *Burapha University,* no 11, pp. 99-110, 2016.

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

[34] รุ้งทิพย์ พันธุเมธากุล, วัณทนา ศิริธาราธิวัตร, ยอดชาย บุญประกอบ, วิชัย อึงพินิจพงศ์ และ มณเฑียร พันธุเมธากุล, “ความชุกของภาวะความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในชาวนา : กรณีศึกษาตำบลศิลา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น,” *เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด* , เล่มที่ 23, หน้า 297-303, 2554.

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

[36] “ปัจจัยคุกคามสุขภาพ การเจ็บป่วยและบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องกับการทำงาน พฤติกรรมการทำงานของแรงงานนอกระบบ : กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวโพดฝักอ่อน,” หน้า 41-50, 2553.

[37] 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,* pp. 78–85., 2013.

[38] 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,* pp. 91-98, 2016.

[39] 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,* pp. 443–451, 2008.

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

[41] 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,* pp. S85-S91, 2014.

[42] 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,* pp. 489-494, 2015.

[43] 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,* vol. 35, pp. 23-8, 2004.

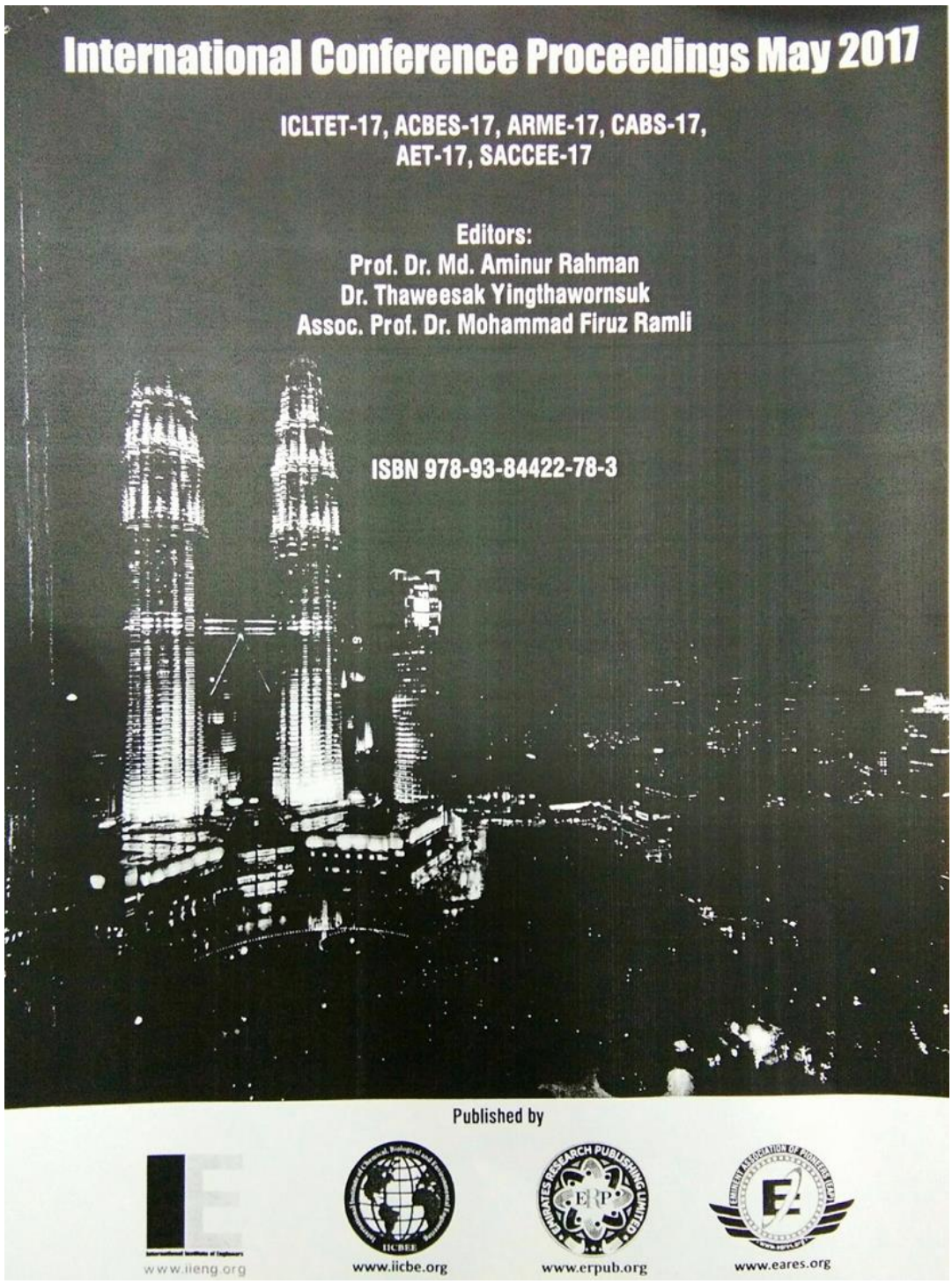
[44] นงลักษณ์ ทศทิศ, รุ้งทิพย์ พันธุเมธากุล, วิชัย อึงพินิจพงศ์, พรรณี ปึงสุวรรณ และ ทิพาพร กาญจนราช, "ความชุกของความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในกลุ่มอาชีพตัดเย็บ จังหวัดขอนแก่น," *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น,* เล่มที่ 11, หน้า 47-54, 2554.

ภาคผนวก

ผลงานด้านวิชาการ เอกสารยื่นจดสิทธิบัตรและสิทธิบัตร

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

สำเนาหน้าปก



บทความฉบับเต็ม

7th International Conference on "Advances in Engineering and Technology" (AET-17) May 25-26, 2017 Phuket (Thailand)

Investigation of Oil Palm Harvesters' Postures by Sickle Based on RULA Analysis

A. Keawnual, K. Pochana, and S. Chuchom

***Abstract*—** This study presents the prevalence of musculoskeletal disorders (MSDs) among 16 Oil Palm harvesters in southern Thailand. Data were collected by using modified Nordic Musculoskeletal Questionnaire. The observational assessment of working postures was conducted by using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method, the ergonomic assessment tool which widely used in both industrial and agricultural works. A high prevalence of MSDs, particularly in the shoulder 87.5%, neck 75%, and hand 68.75% were found. The final RULA score of 7 was found in all harvesters. 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 and neck. The suggestions on posture adjustment were made to reduce those risks which resulted in reduction of final score to 5-6. However, the redesign of cutting tools was also recommended for further reduction of these risks.

***Index Terms*—** Ergonomic, Oil palm, harvesting, Sickle, RULA

I. Introduction

Oil palm Plantation in Thailand continuously grows up every year, it shows the expansion of oil palm Industry, 85% of plantation is in southern parts of Thailand. Harvesting seems to be important because of its high volume and the worker's injury involved. The work-related Musculoskeletal Disorders (MSDs) is the most common injury among manual workers. It is still common in harvesting of agricultural products especially in developing countries.

Farmers are at risk of developing skeletal and skeletal abnormalities, such as in the posture of farmer at bend down and bend up, is a risk factor for injury [1] and other occupations have risk of posture such as farmer [1], horticulture [2], [3], animal farm [4], [5] etc.

The use of sickle for oil palm harvesting is widespread tools. However, sickle design that is currently available but has fairly concerned on the posture of the farmers using it. The main risk factors such as repetition of movement [6], postures for work tasks, and force applied.

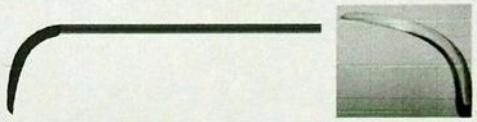
Hence, the objective of this study is to investigate the prevalence of musculoskeletal disorders and risks of posture in harvesting among Oil Palm harvesters.

II. Methodology

A. Subjects and Methods

A study was conducted with farmer of 16 harvesters in an oil palm plantation in southern Thailand. The inclusion criteria for selection were more than 1 year working experiences and voluntary participation. The exclusion criteria were a past record of MSDs or a history of accidents and disorders affecting the skeletal system and muscles. The samples have been clarified on the objective of the study and the right to terminate the participation immediately on demand. The study was conducted from September - December 2016.

This study the workers harvested the Palm fruit and Palm frond using a sickle standard as shown in Fig. 1, and pole handle which is 4 meters long.



(a) (b)

Fig. 1. Sickle (a) and Sickle blade (b)

B. Questionnaire

The data were collected by face-to-face interview with structured questionnaire. The questionnaire consisted of two parts: 1) Sample properties, 2) MSDs data (in the past 7 days and 12 months) modified from Nordic Musculoskeletal Disorder Questionnaire. [7]

C. RULA analysis

Posture analysis was investigation based on Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method in evaluating working posture [8]. RULA Assessment Worksheet was divided into two groups, Group A evaluated the arm and wrist analysis, Group B evaluated the neck, trunk and leg analysis. The first step was the selection of the most difficult work postures. The next step was measuring the size of angle formed by the workers harvested body while operating the sickle, and scoring by the value of RULA Table. The RULA scoring as shown in Figure 2. The translation of grand score as shown in TABLE I.

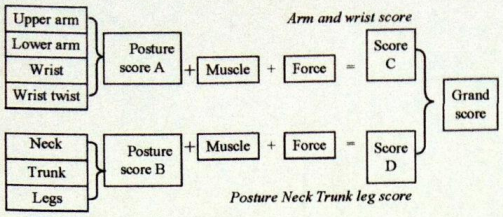


Fig. 2. The RULA scoring [8]

TABLE I: TRANSLATION OF GRAND SCORE

Score	Translation
Score 1 or 2	Indicated that the postures are acceptable if it is not maintained or repeated for long periods
Scores 3 or 4	Indicate that further investigation is needed, and changes may be required
Scores of 5 or 6	Indicates that investigation and changes are required soon
Scores of 7	Indicates that investigation and changes are required immediately

III. RESULT AND DISCUSSION

A. Sample properties.

Subjects were 16 male professional harvesters (mean age 34.1 ± 9.85 years, weight 64.8 ± 8.58 kg, height 170.5 ± 4.82 cm and Body Mass Index (BMI) 22.4 kg/m^2, working experience 2.6 ± 1.24 years). They worked in the oil palm plantation 4.7 hours per day and 4 days per week on average.

TABLE II: SAMPLE PROPERTIES.

	Mean	Standard deviation	Max.	Min
Age (year)	34.1	9.85	48.0	17.0
Height (cm)	170.5	4.82	176.0	160.0
Weight (kg)	64.8	8.58	85.0	54.0
Working hour/day	4.7	0.60	6.0	3.5
Workday/week	4.0	0.73	5.0	3.0
Experience (year)	2.6	1.24	5.0	1.0
Number of cut/frond	3.7	0.90	5.0	2.0

B. Body Part Discomfort

Based on the survey, oil palm harvesters had experienced discomfort occurrence in the past 7 days at upper arm 25.0% hand 18.75% neck, shoulder, upper back, elbow, lower arm 12.5% and wrist 6%. The discomfort occurrence in the past 12 months showed at the shoulder 87.5%, neck 75%, hand 68.75%, upper arm 56.25% lower back 31.25% upper back, elbow, lower arm 12.5% and knee 6.25%

C. RULA assessment of working postures

After observation of the harvesters working conditions in the field, the critical postures from each harvester were selected. All RULA important parameters were assessed. According to the RULA analysis results, the work posture of harvesters showed in Fig. 5. TABLE IV shows the results of RULA score in each part of body including the RULA scoring for the two different regions of body and for the grand final score (numbers in the boxes indicated "after improvement"). The assessment of the working postures by the RULA method was mainly separated the body segments into 2 groups, namely Group A and Group B. Body posture group A consisted of upper arm, lower arm, wrist, and wrist twist. Whereas, body posture group B comprised of neck, trunk, and legs.

Body assessment of posture group A consisted of upper arm, lower arm, wrist, and wrist twist. The upper arm score of harvesters was generally 3 and 4, a result that was characterized by the upper arm flexed between 45-90° and more than 90°, the shoulder is not elevated and the upper arm is not abducted. The lower arms score for most harvesters was also 2, lower arm flexion of more than 100°, but lower arm is not working across the midline. All wrists were ulnar deviation, the wrist score of harvesters was 3 (wrist flexion of 0-15°) and 4 (more than 15° flexion). All wrist score (wrist twist) was 1, because the wrist was in slightly twist from mid-range. Body assessment posture group A score for most harvesters was also 4. The force/load score was 2, the sickle load of 2-10 kg and working repeated.

Body assessment of posture group B comprised of neck, trunk, and legs. All neck scores were 4, result that was characterized by the necks extension. The trunk scores for most harvesters were also 1 (hip-trunk angle of 90° or more). All leg scores were 1, standing with the body weight evenly distributed over both feet, with room for changes of position.

All neck-trunk-leg posture scores were 6. Arm-wrist scores were 7 (11 harvesters) and 5 (5 harvesters). Therefore, all final RULA grand scores were 7, it indicated that investigation and changes were required immediately.

D. Posture adjustment

Since, the final RULA scores of 7 were found in all harvesters, recommendation for posture adjustment was needed. From the detail analysis on each body part score, it highlighted the critical posture risks on neck and wrist.

1) Neck posture adjustment

The neck scores for all harvesters were 4. This result was characterized by the neck extension shown in Fig. 3. The harvesters had to move the head upward to look at the object during cutting, this caused the extension of the neck. The reduction of the risk of neck posture was to modify cutting tools which was able to help harvesters to aim at cutting object easier. This could eliminate the neck extension time, therefore, the posture range for the neck angle was at the position between 0-10 flexion. After improvement, neck score was then reduced to 1 as shown in TABLE III (numbers in the boxes indicated "after improvement"). This resulted in reduction of the neck-trunk-leg posture scores from 6 to 3 as shown in 7 as shown in "first step" box on TABLE IVI.

TABLE IV: TOTAL SCORE OF BEFORE AND AFTER IMPROVEMENTS.

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 **1**	2	1	5 **2**	1	0	6 **3**	7 **6**
2	3	2	4 **2**	1	5 **4**	1	2	8 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
3	3	1	4 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
4	4	2	4 **2**	1	5 **4**	1	2	8 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **3**	7 **6**
5	3	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	2	1	5 **2**	1	0	6 **3**	7 **6**
6	3	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	2	1	5 **2**	1	0	6 **3**	7 **6**
7	4	2	4 **2**	1	5 **4**	1	2	8 **7**	4 **1**	2	1	5 **2**	1	0	6 **3**	7 **6**
8	4	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
9	3	2	4 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
10	3	1	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	2	1	5 **2**	1	0	6 **3**	7 **6**
11	4	2	4 **2**	1	5 **4**	1	2	8 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
12	3	2	4 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
13	4	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
14	4	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
15	4	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	1	1	5 **1**	1	0	6 **2**	7 **5**
16	4	2	3 **2**	1	4 **4**	1	2	7 **7**	4 **1**	2	1	5 **2**	1	0	6 **3**	7 **6**

*NUMBERS IN THE BOXES INDICATED "AFTER IMPROVEMENT"

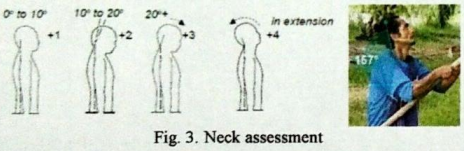


Fig. 3. Neck assessment

Fig. 5. Upper handle and Lower handle

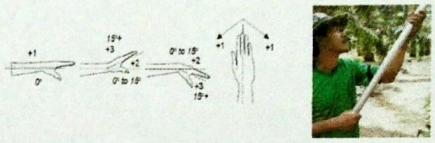
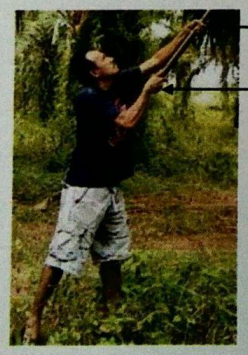


Fig. 6. Wrist twist assessment

2) Wrist posture adjustment

All wrists of upper handles were ulnar deviation, the wrist scores of harvesters were 3 (wrist flexion of 0-15°) and 4 (more than 15° flexion) as shown in Fig. 5 and Fig. 6. The harvesters had to twist the pole handle for positioning of the sickle blade during cutting. It was recommended to modify the pole by using handle socket that helped the harvesters to adjust the sickle tip easier as shown in Fig. 4. Therefore, the elimination of wrists ulnar deviation posture resulted in the reduction of the arm-wrist posture scores from 8 to 7 as shown in "second step" box on Table V.



From the adjustment, two improvements of neck and wrist posture led to the reduction of the RULA grand scores from 7 to 5-6.

TABLE IVI: NUMBER OF THE SAMPLE IN GRAND SCORE TABLE (N=16)

Arm and wrist score	Posture Neck Trunk leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	*second step*		5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	9 5	7 11 6	*First step* 6		11 7	7
8+	5	5	5 6	7	7	5 7	7

X Number of sample.
x Final score

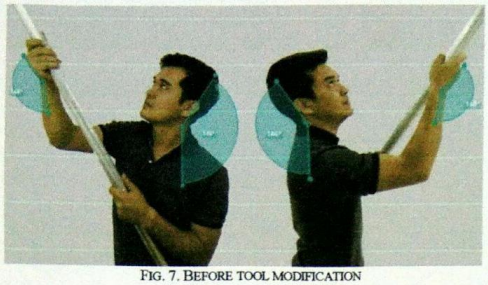


FIG. 7. BEFORE TOOL MODIFICATION

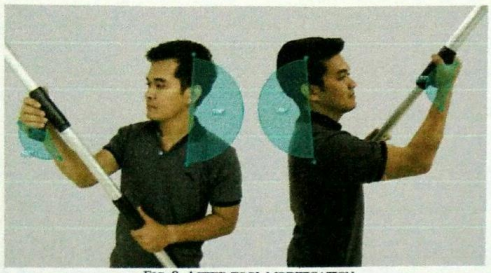


FIG. 8. AFTER TOOL MODIFICATION

V. CONCLUSION

Regarding to 2 improvements, suggestions were strongly on the modification of cutting sickle. The modified cutting tools which could help harvesters to target at cutting object easier could eliminate the neck extension. Moreover, the modified handle socket which helped the harvesters to adjust the sickle tip could help harvesters to avoid wrist twirling. The suggestions on tool design were made to reduce those risks which resulted in reduction of final score to 5-6. However, the redesign of cutting tools was also recommended for further reduction of these risks. There are other factors effect on the risk of injury. This is the directions for further development.

REFERENCE

[1] S. Y. Vasave and D. B. Anap, "Prevalence of musculoskeletal disorders among sugarcane workers -- A cross sectional study," *Basic and Applied Medical Research*, vol. 5, no. 2, pp. 756-762, 2016.

[2] Y. G. NG, S. B. M. TAMRIN, W. M. YIK, I. S. M. YUSOFF and I. 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*, vol. 52, no. 1, p. 78–85., 2013.

[3] K. Stankevitz, A. Schoenfisch, V. d. Silva, H. Tharindra, M. Stroo and T. Ostbye, "Prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders among Sri Lankan rubber tappers," *Occupational and Environmental Health*, vol. 22, no. 2, pp. 91-98, 2016.

[4] M. W. Nonnenmann, D. Anton, F. Gerr, L. Merlino and K. Donham, "Musculoskeletal Symptoms of the Neck and Upper Extremities among Iowa Dairy Farmers," *AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE*, vol. 51, no. 6, p. 443–451, 2008.

[5] B. M. Deros, N. K. Khamis, D. Mohamad, N. Kabilmiharbi and D. D. I. Daruis, "Investigation of Oil Palm Harvesters' Postures Using RULA," IEEE *Conference on Biomedical Engineering and Sciences*, Miri, Sarawak, Malaysia, 2014.

[6] C. L. Kolstrup, "Work-related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers," *Occupational Medicine and Toxicology*, vol. 7, no. 1, 2012.

[7] I. Kuorinka, B. Jonsson, A. Kilbom, H. Vinterberg, F. Biering-Sorensen, G. Andersson and K. Jorgensen, "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms," *applied Ergonomics*, vol. 18, no. 3, pp. 233-237, 1987.

[8] L. McAtamney and E. N. Corlett, "RULA: a survey method for the irwestigation of world-related upper limb disorders," *Applied Ergonomics*, vol. 22, no. 2, pp. 91-99, 1993.

เอกสารยื่นคำขอสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตร

- สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ เลขที่คำขอ 1702002984

แบบสป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	1702002984
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☑ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ อนุสิทธิบัตร **ยื่นผ่านพาณิชย์จังหวัด**

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2535 และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2542

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
ด้ามจับเดียว

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์ต่างชิ้นกันซึ่งจัดเป็นลำดับที่
ในจำนวน ชิ้น คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ตรอก/ซอย ถนน ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัด ประเทศ รหัสไปรษณีย์)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวนิชย์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

3.1 สัญชาติ	ไทย
3.2 โทรศัพท์	0-7428-9322
3.3 โทรสาร	0-7428-9339
3.4 อีเมล์	jittiyut.y@psu.ac.th

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยผลอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี) ที่อยู่ (เลขที่ ตรอก/ซอย ถนน ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัด ประเทศ รหัสไปรษณีย์)
นายจิตติยุทธ เยี่ยมยอกฤต และ/หรือ นางสาวเพชรดา สัพยากูล และ/หรือ
นายภาสกร กิ่งวัชระพงศ์ ศูนย์ทรัพย์สินทางปัญญา จุฬาภรณวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวนิชย์ อำเภอหาดใหญ่
จังหวัดสงขลา 90110

5.1 ตัวแทนเลขที่	2266 , 2448 , 2487
5.2 โทรศัพท์	074-289322
5.3 โทรสาร	074-289339
5.4 อีเมล์	jittiyut.y@psu.ac.th

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
1.นายธรรธพล เต็วนวล 2.นายสมชาย ชูโฉม และ3.นางสาวกลางเดือน ไพหนา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวนิชย์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตรเลขที่
วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแยกต่างหากแบบพิมพ์นี้ โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

แบบสป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า

8. การยื่นคำขอเอกสารของอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	ชื่อสัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10. การประดิษฐ์ที่เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขฝากเป็นต้นเก็บ	10.2 วันที่ต้นเก็บ	10.3 สถาบันต่างเก็บ/ประเทศ

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่น ๆ

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ชิบิดประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้
หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ.
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเรียงเหมาะสม ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย
ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ 1 หน้า
ง. รูปเรียน รูป หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์
☐ รูปเรียน รูป หน้า
☐ ภาพถ่าย 7 รูป 4 หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ หน้า

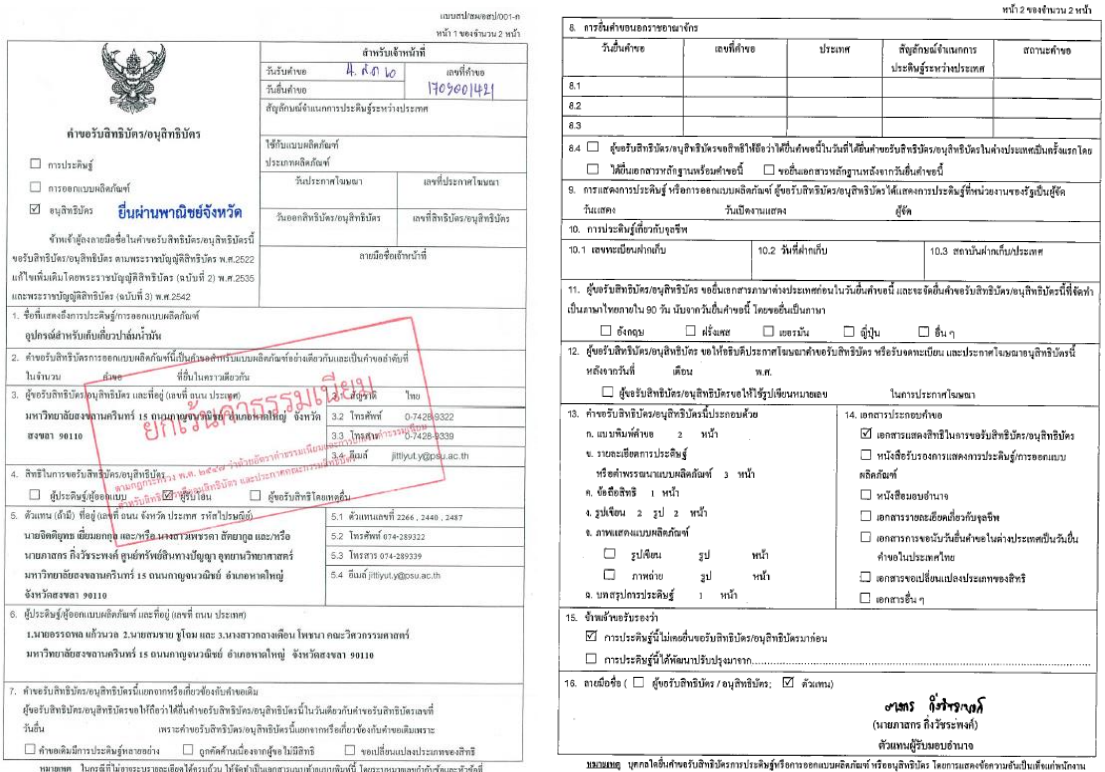
14. เอกสารประกอบคำขอ
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16. ลายมือชื่อ (☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☑ ตัวแทน)
(นายภาสกร กิ่งวัชระพงศ์)
ตัวแทนผู้รับมอบอำนาจ

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นคำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

- อนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ1703001421



แบบสป/สผอสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

สำหรับเจ้าหน้าที่
วันรับคำขอ 4 ส.ค. 60 เลขที่คำขอ 1703001421
วันยื่นคำขอ
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์
วันประกาศโฆษณา เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร **ยื่นผ่านพาณิชย์จังหวัด**

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2535 และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2542

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
อุปกรณ์สำหรับเติมเชื้อเพลิงน้ำมัน

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอที่ประกอบกับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน ข้อถือสิทธิ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวนิชย์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัด สงขลา 90110
3.1 สัญชาติ ไทย
3.2 โทรศัพท์ 0-7428-9322
3.3 โทรสาร 0-7428-9339
3.4 อีเมล์ jittiyut.y@psu.ac.th

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี) ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด ประเทศ รหัสไปรษณีย์)
นายจิตติยุทธ เยี่ยมยอกฤต และ/หรือ นางสาวพรรดา สัตยากูล และ/หรือ นายภาสกร ถิ่งวิระพงศ์ ศูนย์ทรัพย์สินทางปัญญา จุฬาภรณ์วิทยาสารสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวนิชย์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
5.1 ตัวแทนเลขที่ 2266 , 2448 , 2487
5.2 โทรศัพท์ 074-289322
5.3 โทรสาร 074-289339
5.4 อีเมล์ jittiyut.y@psu.ac.th

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
1.นายอรรถพล แก้วนวล 2.นายสมชาย ชูโรม และ 3.นางสาวกองเดือน โพธนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวนิชย์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตรเลขที่
วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่สามารถระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้ โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

แบบสป/สผอสป/001-ก
หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า

8. การยื่นคำขอบนอาณาจักร

	วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1					
8.2					
8.3					

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10. การประดิษฐ์ที่เกี่ยวกับจุลชีพ
10.1 เลขหมายฝากเก็บ 10.2 วันที่ฝากเก็บ 10.3 สถาบันฝากเก็บประเทศ

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่น ๆ

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้รับสิทธิประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับคดแยเปียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้
หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ.
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเรียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย
ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 3 หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ 1 หน้า
ง. รูปเขียน 2 รูป 2 หน้า
จ. ลายเส้นแบบผลิตภัณฑ์
☐ รูปเขียน รูป หน้า
☐ ภาพถ่าย รูป หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16. ลายมือชื่อ (☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☑ ตัวแทน)
ภาสกร ถิ่งวิระพงศ์
(นายภาสกร ถิ่งวิระพงศ์)
ตัวแทนผู้รับมอบอำนาจ

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นคำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือขอนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้รับใบสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ