



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงสมบัติทางกลของเหล็กกล้าไบต์ดหน้าสำหรับเครื่องตัดหญ้าสะพาย

คณะนักวิจัย

ดร.เชียรศักดิ์ ชูชีพ

ดร.นริศรา มหาธนินวงศ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน

สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2557 (นอกรอบ)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557 (นอกรอบ) สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ SIT570808S

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.ยุทธพงศ์ เพ็ชรโรจน์ คณบดีคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้สนับสนุนส่งเสริมการทำวิจัย และ ศูนย์ปฏิบัติวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ผู้ให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย ห้อง SD 304 – 306 ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจริญ เจตวิจิตร อดีตหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ และ ครูอัปตลหรือศักดิ์ ยี่ละ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณูญ มาศนิยม หัวหน้าภาควิชากรรมเหมืองแร่และวัสดุ อาจารย์ชาญชัย แสวอู และ อาจารย์ปรีชา เพชรนุ้ย แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบในงานวิจัยนี้ รวมทั้งนักศึกษาผู้ช่วยวิจัย นายกิตติ เล็กสมสันต์ นายวัชรพงศ์ มิตรกุล นายสุวัฒน์ ชัยสวัสดิ์ นางสาวจรินทร์ อันทอง นางสาวอนูรัตน์ ทองแก้ว นางสาวจุฑารัตน์ สกุนา และ นางสาวสุธาวี ไพจิตร นักศึกษา ผู้ช่วยวิจัยระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ทรงคุณวุฒิที่ช่วยให้ข้อคิดเห็นตั้งแต่ขั้นตอนการเสนอโครงการ ตรวจสอบรายงานการวิจัย และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์

คณะนักวิจัย

ธันวาคม 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ศึกษาสมบัติใบมีดตัดหญ้าปัจจุบัน และศึกษาสถานะที่เหมาะสมการชุบแข็งใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วด้วยเปลวไฟ

ผลจากการสำรวจพฤติกรรมการเลือกซื้อพบว่าเกษตรกรโดยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับความทนทานและอายุการใช้งานในตัดสินใจซื้อ โดยเกษตรกรมีการลับคมก่อนการใช้งานทุกครั้ง และเลิกใช้เมื่อระยะการสึกหรอจากขอบคมลดลง 1-2 นิ้ว การสึกหรอระยะคม 2 นิ้ว ของใบตัดหญ้า 16 นิ้ว ลดพื้นที่การตัดต่อรอบลง 43.8%

การศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันพบว่าจำแนกประเภทใบมีดตัดหญ้าเป็น 3 ประเภท คือ ใบตัดหญ้านำเข้า ใบตัดหญ้าผลิตในประเทศ และใบตัดหญ้าที่ไม่ระบุแหล่งผลิต ใบตัดหญ้าไม่ระบุแหล่งผลิตคิดเป็น 45.7% ใบตัดหญ้าผลิตในประเทศคิดเป็น 42.9% โดยใบตัดหญ้าผลิตในประเทศส่วนใหญ่เป็นการผลิตทดแทน (Replacement Equipment Manufacturer) และมีการระบุเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบตัดหญ้าตามมาตรฐานประเทศต่างๆ เช่น เยอรมัน สวีเดน ญี่ปุ่น และอังกฤษ ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีตาม ASTM A682 เป็นหลักกล้าคาร์บอน และยังพบว่าค่าความแข็งของใบตัดหญ้าที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความแข็งที่สูงกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนทั่วไปแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานใบตัดหญ้าผ่านกระบวนการทางความร้อนก่อนออกจำหน่าย

การชุบแข็งใบมีดตัดหญ้าในเตาพบว่าหากอุณหภูมิชุบแข็งต่ำกว่าอุณหภูมิออสเทนไนต์ ชิ้นงานมีค่าความแข็งลดลง และการสึกหรอเพิ่มขึ้น ส่วนชิ้นงานที่อุณหภูมิชุบแข็งสูงกว่าอุณหภูมิออสเทนไนต์ทำให้เพิ่มค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และการสึกหรอลดลง

การศึกษากระบวนการชุบแข็งเปลวไฟพบว่าความเร็วชุดชุบแข็งเปลวไฟอะเซทิลีน-ออกซิเจนที่เหมาะสม 0.29 เซนติเมตรต่อวินาที เพียงพอต่อการทำให้อุณหภูมิชิ้นงานถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ ทำให้ค่าความแข็งชิ้นงานเพิ่มขึ้น และลดการสึกหรอจาก 62.1-79.1 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร เหลือ 35.9-39.4 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งในกระบวนการการชุบแข็ง สารชุบและปริมาณสารชุบมีผลต่อค่าความแข็งน้อยกว่าความเร็วของชุดชุบแข็ง

Abstract

This research studied the brush cutter blade buying and using behaviors of farmers in Surat Thani Province. It studied the properties of the present brush cutter blades and investigated the optimum flame hardening conditions suitable for the used brush cutter blades.

The survey found that the majority of farmers placed the importance on the durability and lifespan of the blades when buying them. The blades were sharpened prior to use every time. In addition, the farmers stopped using the blades when the edges of blades had worn out approximately 1-2 inches. The 2 inches worn out edge of the 16" blade was equivalent to 43.8% cutting area reduction.

The study of the brush cutter blades at the present found that the blades could be classified to 3 types; the imported blade (IB), the local manufacturer blade (LMB), and the unidentified blade (UB). The unidentified blades were 45.7% and the local manufacturer blades were 42.9%. Most the local manufacturer blades are the replacement parts (Replacement Equipment Manufacturer) and the blades steel were identified by the standard of various countries such as Germany, England, Sweden and Japan. The chemical composition analysis as according to ASTM A682 found that the blade steels were the carbon steel grades. On the other hand, the hardness values of the blades were higher than that of carbon steels, implying that the blades were heat treated prior to distribution.

Hardening of the brush cutter blades by using the furnace found that the blades, which were heated at a temperature lower the austenite temperature, showed a reduction in their hardness values and increased in their wear. However, when the hardening temperatures were higher than the austenite temperature, the hardness value increased and the wear decreased.

The study of flame hardening process found that the optimum speed of the acetylene-oxygen flame hardening set was 0.29 cm/s, which was sufficient to keep the sample temperature reaches to the austenite temperature. This process led to the improvement of the hardness values and the decrease in wears from 62.1-79.1 mg/cm² to 35.9-39.4 mg/cm². Nevertheless, quenchant types and quantities affected the hardness of the blades less than the flame speed use in the hardening process.

สารบัญ

	หน้า
ปกใน	(ก)
กิตติกรรมประกาศ	(ข)
บทคัดย่อ	(ค)
Abstract	(ง)
สารบัญ	(จ)
รายการตาราง	(ช)
รายการรูป	(ฉ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ใบตัดหญ้า	4
2.2 การเพิ่มความแข็งแรงให้เหล็กกล้า	6
2.3 โครงสร้างจุลภาค	8
2.4 TTT ไดอะแกรม	12
2.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของการชุบแข็งผิว	13
2.6 สารชุบ	15
2.7 หลักการทำเทมเปอร์สำหรับเหล็กกล้า	16
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 การดำเนินโครงการ	20
3.1 การศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบตัดหญ้าของเกษตรกร	20
3.2 การศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุบแข็งเบื้องต้นในเตา	20
3.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟใบตัดหญ้าใช้แล้ว	27
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผล	31
4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบตัดหญ้าของเกษตรกร	31
4.2 ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุบแข็งเบื้องต้นในเตา	37
4.3 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟใบตัดหญ้าใช้แล้ว	56
	(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ	68
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	68
5.2 ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก ก การตีพิมพ์เผยแพร่	73
ภาคผนวก ข บทความส่งวารสารวิชาการ	75
ภาคผนวก ค การจัดโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี	85
ประวัติคณะผู้วิจัย	91

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่าความแข็งของเหล็กกล้าจากกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟ	8
2.2	ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาตรขณะเปลี่ยนเฟส	11
2.3	กระบวนการทางความร้อนและค่าความแข็ง	18
3.1	แผนการทดลอง	29
4.1	ข้อมูลเพศ	31
4.2	ข้อมูลช่วงอายุ	31
4.3	ข้อมูลอาชีพ	31
4.4	การเรียงลำดับเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ	32
4.5	การเรียงลำดับจากตราสินค้าที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับที่ 1	32
4.6	เหตุผลในการเลือกตราสินค้าต่างๆ ในลำดับที่ 1	33
4.7	ประเภทการใช้งาน	33
4.8	ความถี่ในการตัดหญ้า	33
4.9	การล้มคม	34
4.10	การดูแลรักษา	34
4.11	อายุการใช้งาน	34
4.12	การเลิกใช้	35
4.13	ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี	42
4.14	ส่วนผสมทางเคมี	43
4.15	ปริมาณธาตุเจือของเหล็กกล้าคาร์บอนเกรดต่างๆ ตามมาตรฐาน ASTM A682	43
4.16	ปริมาณธาตุเจือที่กำหนดเพิ่มเติมตามมาตรฐาน ASTM A682	44
4.17	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ก-1 และ ก-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682	45
4.18	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ค-1 ตามมาตรฐาน ASTM A682	45
4.19	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ค-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682	45
4.20	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ง ตามมาตรฐาน ASTM A682	45
4.21	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง จ-1 และ จ-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682	46
4.22	การเทียบเกรดเหล็กกล้า ฐ-1 ตามมาตรฐาน ASTM A682	46
4.23	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ฐ-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682	46
4.24	การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ฐ-3 ตามมาตรฐาน ASTM A682	46
4.25	ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าใหม่	47
4.26	ค่าการสึกหรอใบมีดตัดหญ้าใหม่	49
4.27	ค่าความแข็งจากการชุบแข็งในเตาของใบมีดใหม่ตัวอย่างชิ้นงาน ฐ-1	54
4.28	ค่าการสึกหรอของชิ้นงานใบมีดตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ฐ-1	54

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.29	ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าใช้งานแล้วก่อนการชุบแข็ง	56
4.30	ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วหลังการชุบแข็งของการทดลองต่างๆ	57
4.31	ค่าการสึกหรอของใบมีดตัดหญ้าใช้งานแล้วก่อนการชุบแข็ง	60
4.32	ค่าการสึกหรอของใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วหลังการชุบแข็ง	61

รายการรูป

รูปที่	หน้า	
1.1	ใบมีดตัดหญ้าแบบตัดจายน์มีด	1
1.2	ใบมีดตัดหญ้าแบบใบเดี่ยว	2
1.3	ใบมีดตัดหญ้าแบบใบมีดเกี่ยวข้าว-ตัดหญ้า	2
2.1	แบบใบมีดตัดหญ้า	4
2.2	ลักษณะของใบตัดที่มีจำหน่าย	5
2.3	ลักษณะมุมของใบมีดตัด	6
2.4	การชุบแข็งแบบต่อเนื่อง	7
2.5	ค่าความแข็งจากการชุบแข็งเปลวไฟหรือเหนียวนำกับปริมาณคาร์บอน	7
2.6	เฟสไดอะแกรม Fe-C	9
2.7	ผลของการเติมธาตุเจือต่อ (ก) อุดมหมู่มีเทนคอตอยด์ (ข) ปริมาณคาร์บอนที่ ส่วนผสมมีเทนคอตอยด์	10
2.8	โครงสร้างผลึก (ก) ออสเทนไนต์ (FCC) (ข) เพอร์ไรต์ (BCC) (ค) มาร์เทนไซต์ (BCT)	10
2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง ปริมาณคาร์บอน และปริมาณมาร์เทนไซต์	11
2.10	TTT ไดอะแกรมเหล็กกล้า 4130	12
2.11	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตามอุณหภูมิเทียบจากผิวชิ้นงานที่โดนเปลวไฟ	13
2.12	การเกิดโครงสร้างตามระดับอุณหภูมิของการชุบแข็งผิว	14
2.13	ขั้นตอนของสารชุบของเหลว	15
2.14	ค่าความแข็งของเหล็กกล้าที่ทำเทมเปอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ ของเหล็กกล้า C45 (AISI 1045) 42CrMo4 (AISI 4142)	17
3.1	ผังแสดงขั้นตอนการสำรวจพฤติกรรมการเลือกซื้อและการใช้งานใบตัดหญ้าของ เกษตรกร	20
3.2	ผังแสดงขั้นตอนการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบัน	21
3.3	เครื่องวัดความแข็ง Indentec	22
3.4	ขั้นตอนการวัดความแข็ง	22
3.5	เครื่องทดสอบการสึกหรอ	23
3.6	ขั้นตอนการทดสอบการสึกหรอ	24
3.7	รายละเอียดการเตรียมชิ้นงานทดสอบการสึกหรอ	25
3.8	ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค	26
3.9	ผังแสดงขั้นตอนการชุบแข็งเบื้องต้นในเตา	27
3.10	ผังแสดงขั้นตอนการศึกษาสภาวะการชุบแข็งที่เหมาะสม	28

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 การออกแบบชุดจับยึดใบตัดหญ้า	29
3.12 การปรับตั้งการทดลอง	30
4.1 1 การสึกหรอของใบตัดหญ้าขนาด 16”เมื่อเลิกใช้งาน (ก) และใบตัดใหม่ขนาด 16”(ข)	35
4.2 การจำแนกประเภทใบมีดตัดหญ้า	39
4.3 จำนวนตามการจำแนกประเภท	40
4.4 รายละเอียดเชิงปริมาณของการจำแนกประเภทและกลุ่มใบตัดหญ้า	40
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนและค่าความแข็งจากการชุบแข็งผิว	48
4.6 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ก-2	49
4.7 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ค-2	50
4.8 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง จ-2	50
4.9 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ฐ-1	51
4.10 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ฐ-2	51
4.11 โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าคาร์บอน (ก) UNS G 10400 (1040) และ (ข) UNS G 10800 (A1080)	52
4.12 โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้า 9310 ที่ผ่านการทำแก๊สคาร์บูไรซิ่งและผ่านการทำเทมเปอร์มาเทนไนต์ (ก) ปริมาณคาร์บอน 0.65% และ (ข) ปริมาณคาร์บอน 0.85%	53
4.13 โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่าง ฐ-1 หลังการชุบแข็ง 730 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที	55
4.14 โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่าง ฐ-1 หลังการชุบแข็ง 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที	55
4.15 ค่าความแข็งใบตัดใหม่และใบตัดใช้งาน	57
4.16 ค่าความแข็งชิ้นงานที่ผ่านสภาวะการชุบแข็งแตกต่างกัน	58
4.17 ค่าความแข็งลึกเทียบจากผิวจากการชุบแข็งเปลวไฟ	59
4.18 การเปรียบเทียบค่าการสึกหรอระหว่างใบตัดใหม่และใบตัดใช้งาน	60
4.19 กราฟเปรียบเทียบผลการสึกหรอของชิ้นงานชุบแข็งเปลวไฟที่สภาวะต่างๆ	61
4.20 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ก-2	62
4.21 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ค-2	62
4.22 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง จ-2	63
4.23 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ฐ-1	63
4.24 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ฐ-2	64
4.25 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง ก-2	64

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.26	โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง ค-2	65
4.27	โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง จ-2	65
4.28	โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง ฐ-1	66
4.29	โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง ฐ-2	66
4.30	โครงสร้างจุลภาคชิ้นงานตัวอย่าง ฐ-2	67
4.31	โครงสร้างจุลภาคตัวอย่าง ก-2	67

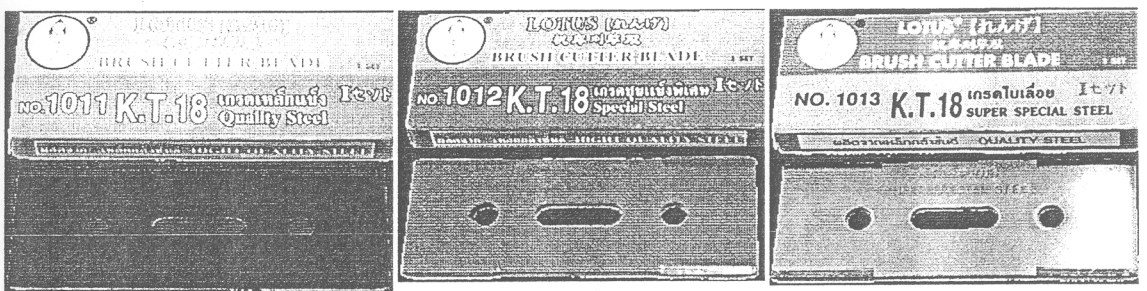
บทที่ 1

บทนำ

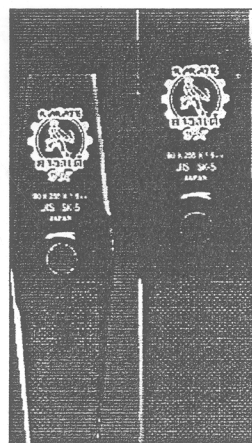
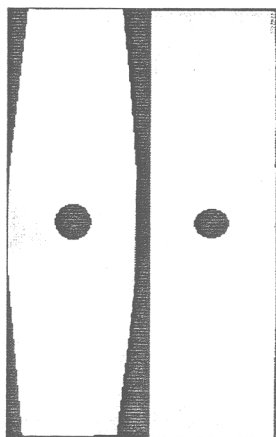
1.1 หลักการและเหตุผล

จากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดสุราษฎร์ธานี รายงานข้อมูลปริมาณพื้นที่ทำการเกษตร ปี พ.ศ. 2552 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 4,800,081 ไร่ ประมาณ 59 % ของพื้นที่รวมทั้งจังหวัด ในพื้นที่ทำการเกษตรมีหญ้าชนิดต่างๆ เป็นวัชพืชที่สำคัญ หากเกษตรกรที่ไม่ใช้สารเคมีในการกำจัดหญ้าและกลุ่มที่ทำการเกษตรแบบอินทรีย์ จำเป็นต้องใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายซึ่งสะดวกต่อการทำงานและเครื่องย้าย นอกจากนี้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายยังถือเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการกำจัดหญ้าข้างทางของถนนหลวงต่างๆ ซึ่งเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายเพิ่มประสิทธิภาพดีกว่าการใช้คนฉาดและสะดวกกว่าการใช้รถตัดหญ้า รหัส T68 ที่มีต้นทุนในการบำรุงรักษา และต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสูงในการใช้รถที่ต้องใช้เกียร์ต่ำในขณะที่ตัดหญ้า โดยปริมาณพื้นที่ตัดหญ้าสำหรับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย รหัส 04 สามารถตัดหญ้าได้ จำนวน 2,000 ตารางเมตรต่อวัน (งานปรับซ่อมแขวงทางหลวงคยที่ 2,-2557)

จากการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตของการจำหน่ายใบมีดตัดหญ้าสำหรับเครื่องตัดหญ้าสะพายพบว่ามีหลายประเภท เช่น ข้อมูลของ บริษัท ต.สหกิจ อินดัสตรี จำกัด (2557) ได้แบ่งแบบใบตัดหญ้าสำหรับเครื่องสะพายเป็น (1) แบบใบมีดติดจาน (2) แบบใบเดี่ยว และ (3) แบบใบเกี่ยวข้าว ลักษณะดังรูปที่ 1.1 -1.3 ตามลำดับ

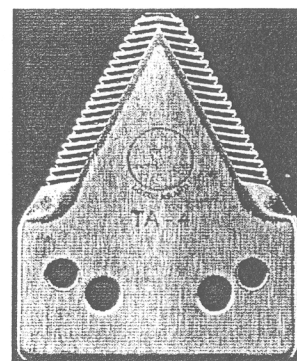
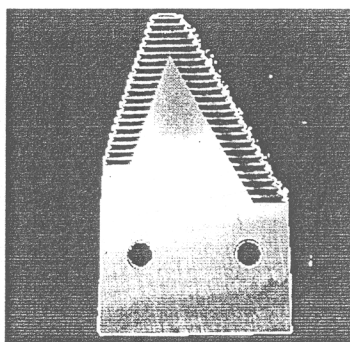
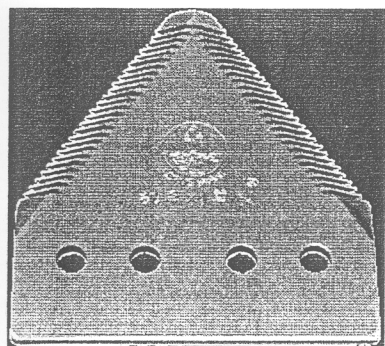


รูปที่ 1.1 ใบมีดตัดหญ้าแบบติดจานยึดมีด
ที่มา : บริษัท ต.สหกิจ อินดัสตรี จำกัด (2557)



รูปที่ 1.2 ใบมีดตัดหญ้าแบบใบเดี่ยว

ที่มา : บริษัท ต.สหกิจ อินดัสตรี จำกัด (2557)



รูปที่ 1.3 ใบมีดตัดหญ้าแบบใบมีดเกี่ยวข้าว-ตัดหญ้า

ที่มา : บริษัท ต.สหกิจ อินดัสตรี จำกัด (2557)

โดยจากข้อมูลจากการสืบค้นเบื้องต้นของผู้ขายใบมีดตัดหญ้าสำหรับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายพบว่า มีการระบุชนิดเหล็กที่ใช้ทำในกลุ่มของเหล็กกล้าเครื่องมือเหล็กสปริง และเหล็กที่ใช้ทำใบเลื่อย ดังเช่น บริษัท ตะวันทองไทย จำกัด (2557) ระบุเกรดใบตัดเดี่ยว เป็น เหล็กสปริง (SK 5) และ เกรดใบเลื่อยแท้ (alloy tool steel) สำหรับใบตัดจางน เกรดเหล็กแข็ง (quality steel) เกรดชุบแข็งพิเศษ (special steel) เกรดใบเลื่อย (super special steel) เกรดใบเลื่อยแท้ (alloy tool steel) (บริษัท ต.สหกิจ อินดัสตรี จำกัด, 2557) ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาการเลือกใช้ใบมีดตัดหญ้านอกจากข้อพิจารณาด้านราคา ต้องนำปัจจัยด้านอายุการใช้งานต่อการลับคมมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณพื้นที่ที่ตัดได้ก่อนการหยุดลับคม ซึ่งต้องหยุดการทำงาน เพื่อถอดใบมีดตัดเพื่อลับคม เตรียมอุปกรณ์การลับกระบวนกรลับ และประกอบใบมีดตัด ทำให้เสียเวลาในการทำงาน

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า และสมบัติทางกลของวัสดุเหล่านั้นจึงมีความสำคัญและมีผลต่ออายุการใช้งานของใบมีดตัดหญ้า ผลจากการสืบค้นข้อมูลเบื้องต้นพบว่าในประเทศไทยยังไม่มีกร

ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเริ่มต้นตั้งแต่สำรวจพฤติกรรม การเลือกซื้อและใช้ใบตัดหญ้าของเกษตรกร ศึกษาวัสดุ สมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของใบมีดตัดหญ้าที่วางจำหน่ายในท้องตลาด และรวมไปถึงการศึกษาปรับปรุงสมบัติทางกลของใบมีดตัดหญ้าด้วยกระบวนการทางความร้อน เพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการยืดอายุการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพการตัดหญ้าของใบมีดตัดหญ้าต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาสถานะภาพใบมีดตัดหญ้าที่เกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดใกล้เคียง ใช้ในปัจจุบัน
- (2) เพื่อศึกษาวัสดุ สมบัติทางกล และโครงสร้างจุลภาค ของใบมีดตัดหญ้าในปัจจุบัน
- (3) เพื่อศึกษากระบวนการทางความร้อนสำหรับปรับปรุงสมบัติทางกลใบมีดตัดหญ้า

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- (1) ทราบพฤติกรรม การเลือกซื้อ และการใช้งานของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี
- (2) ทราบชนิดวัสดุ สมบัติทางกล และโครงสร้างใบมีดตัดหญ้าที่จำหน่ายในปัจจุบัน
- (3) ทราบกระบวนการทางความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงสมบัติทางกลใบมีดตัดหญ้า

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ศึกษาพฤติกรรม การเลือกซื้อ การใช้ และการลับใบมีดตัดหญ้า

(1) สำรวจพฤติกรรม การเลือกซื้อ การใช้ การลับคมของเกษตรกร ไม่น้อยกว่า 100 รายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดใกล้เคียง

(2) วิเคราะห์และสรุปวิเคราะห์ผลการสำรวจ

1.4.2 ศึกษาเหล็กใบมีดตัดหญ้าปัจจุบัน

(1) สุ่มซื้อตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าสำหรับเครื่องตัดหญ้าจากร้านค้าต่างๆ ไม่น้อยกว่า 20 ร้านค้าภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดใกล้เคียง

(2) จัดกลุ่มและนำไปวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง

(3) ทดสอบความแข็ง ความต้านการสึกหรอ และศึกษาโครงสร้างจุลภาคใบมีดตัดหญ้า

1.4.3 ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงสมบัติเชิงกลสำหรับใบมีดตัดหญ้า

(1) เลือกชนิดเหล็กกล้าที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาสมบัติเชิงกลอย่างน้อย 1 ชนิด

(2) ศึกษาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติเชิงกลโดยการชุบแข็งภายในเตา

(3) ศึกษาและเลือกกระบวนการชุบแข็งผิวที่เหมาะสม

(4) กำหนดสภาวะการทดลองและดำเนินการทดลอง

(5) วิเคราะห์ผลการทดลอง ค่าความแข็ง โครงสร้างจุลภาคชิ้นงาน และการดำเนินการสึกหรอ

(6) สรุปผลการทดลองและจัดทำรายงาน

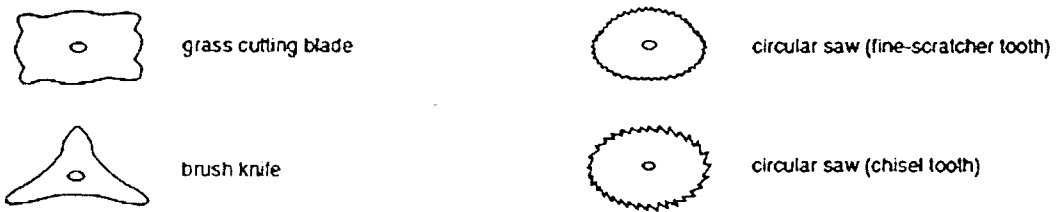
(7) จัดทำบทความวิจัยเพื่อเสนอตีพิมพ์ในวารสารที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ใบตัดหญ้า

ใบตัดหญ้า (brushcutters) เป็นวัสดุที่สำคัญในการประกอบกับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายที่ใช้สำหรับตัดหญ้าที่เป็นวัชพืชที่สำคัญในแปลงเกษตร รวมทั้งใช้ในการตัดหญ้าของทางหลวงต่างๆ สำหรับใบตัดหญ้าที่ประกอบกับตัวจับในเครื่องตัดหญ้า Kendrick *et. al.* (2004) ได้จำแนกตามลักษณะใบตัดเป็น 4 แบบ ประกอบด้วย ใบตัดหญ้า (grass cutting blade) ใบมีดตัด (brush knife) แบบเลื่อยวงเดือนฟันละเอียด (circular saw – fine-scratcher tooth) และแบบเลื่อยวงเดือนฟันหยาบ (circular saw – chisel tooth) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แบบใบมีดตัดหญ้า

ที่มา : Kendrick et al. (2004)

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด (cutting tool materials) บริษัท เอส อี เพอร์เฟค วัน จำกัด (2555) ได้สรุปคุณสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ สำหรับวัสดุทำมีดตัด ดังนี้

(1) ความแกร่ง (toughness) เป็นความสามารถของวัสดุที่จะรับพลังงานโดยไม่เกิดการพังหรือแตกหัก วัสดุที่จะใช้ทำมีดตัดควรมีลักษณะผสมระหว่าง ความแข็งแรง (strength) และความเหนียว (ductility)

(2) ความแข็งที่อุณหภูมิสูง (hot hardness) เป็นความสามารถของวัสดุที่จะยังคงความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง

(3) ความต้านทานการสึกหรอ (wear resistance) เป็นความสามารถของวัสดุในการต้านทานการสึกหรอ ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในการต้านทานการสึกหรอ คือ ความแข็ง

บริษัท เอส อี เพอร์เฟค วัน จำกัด (2555) กล่าวถึง กลุ่มวัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำเครื่องมือตัดไว้ ดังนี้

(1) เหล็กกล้าความเร็วสูง (high speed steel : HSS) เครื่องมือตัดที่เป็น HSS ส่วนใหญ่จะเป็นจำพวก ดอกสว่าน (drill) และดอกกัด (endmill) โดยเฉพาะดอกสว่านที่มีความยาวมากเป็นหลายเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เนื่องจากมีความเหนียวสูงจึงหักยากกว่าวัสดุอื่น

(2) คาร์ไบด์ (carbide) คือ ทังสเทนคาร์ไบด์ (WC) จึงเรียกกันสั้นๆว่า”คาร์ไบด์” ซึ่งครอบคลุมเครื่องมือตัดเกือบทุกประเภท และสามารถตัดชิ้นงานได้เกือบทุกชนิด แต่อายุใช้งานอาจยาวนานไม่เท่ากัน มีคุณสมบัติแข็งและทนความร้อนได้สูงกว่า HSS

(3) เซรามิก (ceramic) มีความแข็งและทนความร้อนและปฏิกิริยาทางเคมีได้สูงมาก แต่เปราะและไม่ทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิฉับพลัน

(4) เซอร์เมท (cermet) เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติสมระหว่าง คาร์ไบด์ (metal) กับเซรามิก (ceramic) รวมกันเป็นวัสดุชื่อใหม่ว่า สามารถทนอุณหภูมิสูงในระหว่างใช้งานได้ดีกว่าคาร์ไบด์ และมีความเหนียวและทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดีกว่าเซรามิก

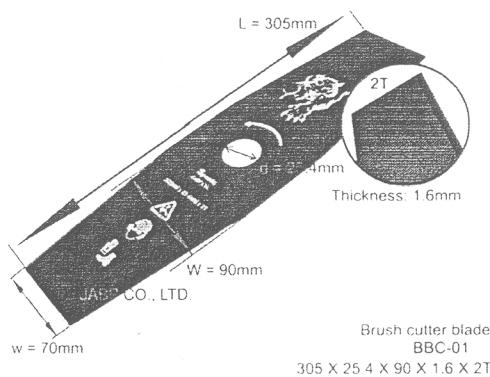
(5) เพชร (diamond) เป็นวัสดุที่แข็งที่สุดในโลก แต่ราคาสูง สามารถใช้เป็นเครื่องมือตัดได้ดีกับชิ้นงานบางประเภท โดยเฉพาะพวกอโลหะต่างๆ เช่น อลูมิเนียม ไฟเบอร์กลาส เป็นต้น

(6) CBN เป็นการใส่โครงสร้างของเพชรที่แข็งที่สุดในโลกมาเป็นต้นแบบ ทำให้มีความแข็งแรงจากเพชร

พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด ช่วยให้สามารถเลือกวัสดุเครื่องมือตัดได้ตรงตามความต้องการ เพราะวัสดุบางประเภทอาจเหมาะกับชิ้นงานบางอย่าง แต่บางชิ้นงานก็มีวัสดุที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือตัดได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่เรากำหนด เช่น ต้องการความเร็วผิวชิ้นงานต้นทุนการตัด อายุใช้งานนาน เป็นต้น นอกจากนี้ปัจจุบันก็มีเทคโนโลยีการเคลือบผิว (coating technology) เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุที่กล่าวมาข้างต้นให้ดีขึ้น เนื่องจากเครื่องมือแบบตัดเฉือนทางกลนั้น ผิวสัมผัสกับชิ้นงานจะเป็นจุดที่สำคัญ การเคลือบผิวเฉพาะตำแหน่งจะส่งผลต่อการต่ออายุการใช้งานวัสดุ (บริษัท เอส อี เพอร์เฟค วัน จำกัด, 2555)

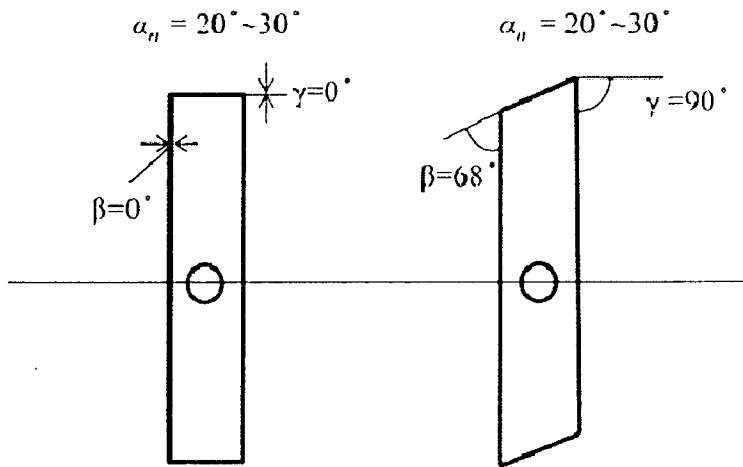
ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายแต่ส่วนใหญ่เป็นไปในด้านการพัฒนาปรับปรุง รวมทั้งการพัฒนาอุปกรณ์การจับต่างๆ แต่ไม่พบงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการใช้ทำใบมีดตัด รวมถึงการพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้ของเกษตรกร

ลักษณะใบตัดหญ้าที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปอยู่ในช่วงความยาวรวม 12 - 14 นิ้ว การออกแบบมีหลายลักษณะคมตัดตั้งฉากกับแนวความยาวหรือคมตัดทำมุมกับแนวความยาวใบตัด ตัวอย่างการจำหน่ายใบตัดหญ้างัดแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะของใบตัดที่มีจำหน่าย
ที่มา : <http://www.google.co.th/imgres>

สำหรับแบบใบตัดเดี่ยว Kwon et al. (2014) ได้ระบุส่วนต่างๆของใบมีดตัดหญ้าที่ใช้ปัจจุบันที่คมตัดอยู่แนวรัศมี (radial-type blade) มุม $\alpha \approx \alpha_n = 20 - 30$ องศา $\beta = 0$ องศา $\gamma = 0$ องศา ดังรูปที่ 6 (ซ้าย) ซึ่งมุมเฉือน (shear angle) น้อย $0 - 8$ องศา และมุมคาย (relief angle) 0 องศา ซึ่งส่งผลให้เกิดการฉีกขาดของหญ้าด้วยแรงที่สูง ส่งผลต่อชิ้นส่วนต่างๆ ที่รับแรง ต้องมีความทนทานมากขึ้น รวมทั้งอาจเกิดการกระแทกที่รุนแรงหากมีเศษหินหรือวัสดุแข็งอื่นๆ มากระทบใบตัด เพื่อลดผลกระทบดังกล่าวจึงได้มีการออกแบบใบมีดตัดหญ้าแบบมีคมตัดขอบ (peripheral-type blade) ให้มีลักษณะดังรูปที่ 2.3 (ขวา) มุม $\alpha < \alpha_n = 20 - 30$ องศา $\beta = 68$ (45 - 90) องศา $\gamma = 90$ องศา รายละเอียดดังรูปที่ 2.3 (ขวา) ผลจากการศึกษาพบว่าใบมีดตัดหญ้าแบบคมตัดขอบสามารถลดแรงตัดลงได้ 33%

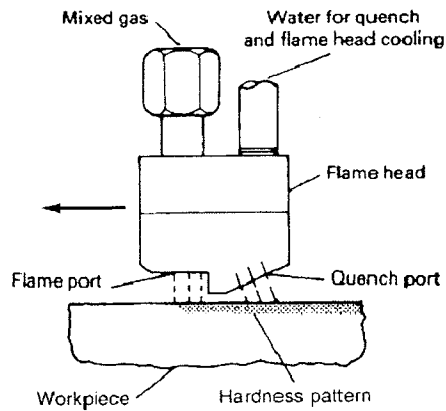


รูปที่ 2.3 ลักษณะมุมของใบมีดตัด
ที่มา : Kwon et al. (2014)

2.2 การเพิ่มความแข็งแรงผิวเหล็กกล้า

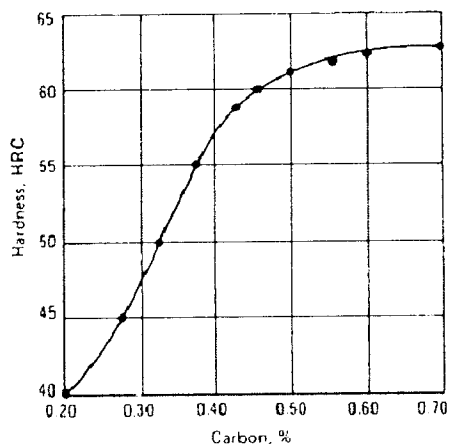
Davis (2002) ระบุถึงเทคนิคการเพิ่มความแข็งแรงผิวเหล็กกล้าเพื่อปรับปรุงสมบัติต้านทานการสึกหรอโดยไม่ส่งผลต่อสมบัติด้านในชิ้นงานว่ามี 3 กรรมวิธีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ วิธีการแพร่ (diffusion methods) วิธีการให้พลังงาน (applied energy methods) และวิธีการเคลือบและปรับเปลี่ยนผิว (coating and surface modification) การเพิ่มความแข็งแรงผิวของผิวด้วยกรรมวิธีชุบแข็งเปลวไฟเป็นกรรมวิธีการให้ความร้อนเฉพาะจุดตำแหน่งที่ต้องการปรับปรุงสมบัติของชิ้นงาน โดยลักษณะของการชุบแข็งเปลวไฟมีเปลวไฟจากหลากหลายแหล่งกำเนิดความร้อนระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจนโดยแก๊สที่มีใช้กันอยู่กันโดยทั่วไปคือ แก๊สอะเซทิลีน-ออกซิเจน ซึ่งสามารถให้ความร้อนเปลวไฟสูงสุดถึง 3,105 องศาเซลเซียส ที่สัดส่วนผสม 1:1 ให้ค่าความร้อน 26.7 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร (ASM Handbook Vol.4, 1990) นอกจากนี้ Gronergress (1964) ได้ระบุว่า การชุบแข็งด้วยเปลวไฟอะเซทิลีน-ออกซิเจน

สามารถให้ความร้อนสูงสุด 3100 องศาเซลเซียส และนิยมใช้น้ำเป็นสารชุบ (quenching medium) ปริมาณที่ใช้ประมาณ 10 - 25% ของปริมาตรแก๊สออกซิเจน กรรมวิธีการชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟ เป็นการให้ความร้อนด้วยเปลวไฟของแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน สำหรับกรรมวิธีชุบแข็งเปลวไฟแบบต่อเนื่อง (progressive flame hardening) ประกอบด้วยหัวเผาและชุดปล่อยสารชุบดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การชุบแข็งแบบต่อเนื่อง
ที่มา : Davis (2002)

โดยกรรมวิธีชุบแข็งเปลวไฟเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการปรับเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี ดังนั้นปริมาณคาร์บอนในเหล็กกล้าที่เหมาะสม ซึ่งปริมาณคาร์บอนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อระดับความแข็งของผิวชิ้นงาน ในทางปฏิบัติระดับความแข็งที่สูงที่สุดที่สามารถทำได้จากปริมาณคาร์บอน โดยวิธีการชุบแข็งเปลวไฟและแบบเหนี่ยวนำ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ค่าความแข็งจากการชุบแข็งเปลวไฟหรือเหนี่ยวนำกับปริมาณคาร์บอน
ที่มา : Davis (2002)

กรรมวิธีในการเพิ่มสมบัติด้านต้านการสึกหรอที่มีต้นทุนต่ำโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไปคือการชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟ โดยเป็นการเพิ่มสมบัติความแข็งแรงเฉพาะจุด เพื่อลดการสึกหรอและการยืดอายุการใช้งานที่มีการเสียดสี โดยที่สามารถคงสมบัติด้านความเหนียวของวัสดุเดิมในตำแหน่งอื่นๆไว้ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวต้องเลือกเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนเหมาะสมสำหรับกระบวนการชุบ เนื่องจากระหว่างกระบวนการชุบแข็งผิวไม่มีการเพิ่มธาตุเจือระหว่างกระบวนการชุบ (Davis, 2002) แต่มีจุดต่อไม่ซับซ้อน แต่มีความยากในการควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอและคงที่เพื่อให้ได้สมบัติความแข็งที่สม่ำเสมอทั้งชิ้น

โดยการชุบแข็งที่สามารถด้านความล้าได้มากที่สุดเมื่อชิ้นงานเกิดความเค้นตกค้างแบบกด (residual compressive stress) ที่ค่า 172 เมกะพาสคัล หากความแข็งผิวน้อยกว่า 1.75 มิลลิเมตร ความเค้นตกค้างเป็นแบบดึง (residual tensile stress) ดังนั้นควรชุบแข็งผิวให้มีระยะความแข็งลึก (hardening depth) ไม่น้อยกว่า 2.7 มิลลิเมตร และมีปริมาณโครงสร้างมาร์เทนไซต์ไม่น้อยกว่า 90% โดยไม่สามารถมองเห็นโครงสร้างเฟอร์ไรต์ที่กำลังขยาย 500x (Davis, 2002)

โดย Davis (2002) สรุปค่าความแข็งของการชุบแข็งผิวด้วยสารชุบต่างๆ สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนบางเกรด ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าความแข็งของเหล็กกล้าจากกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟ

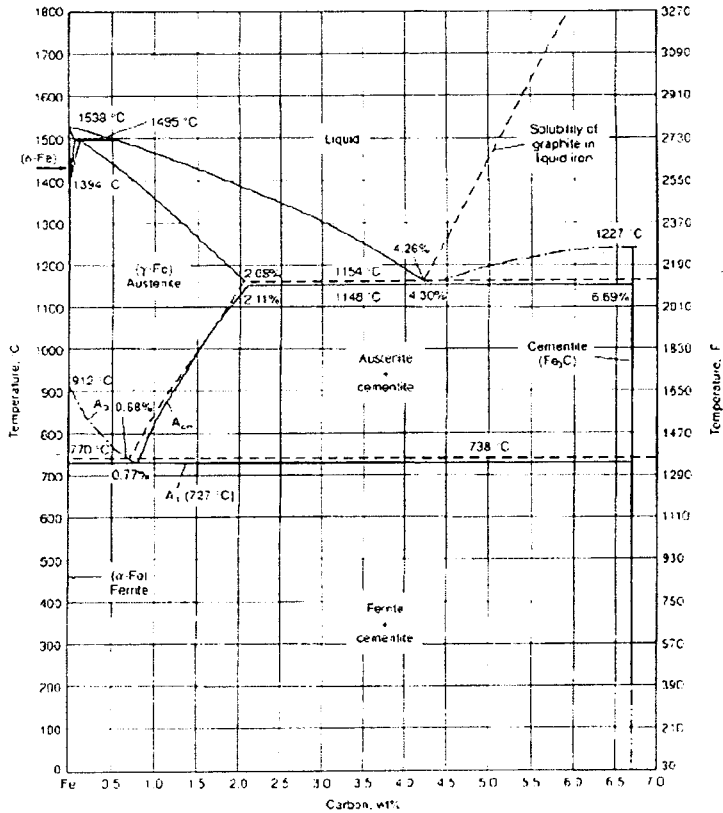
เหล็กกล้าคาร์บอน	ค่าความแข็ง (HRC) จากสารชุบ		
	อากาศ	น้ำมัน	น้ำ
1025-1035	-	-	33-50
1040-1050	-	52-58	55-60
1055-1075	50-60	58-62	60-63
1080-1095	55-62	58-62	62-65
1125-1137	-	-	45-55

ที่มา : Davis (2002)

2.3 โครงสร้างจุลภาค

กลไกการเพิ่มความแข็งระหว่างกระบวนการชุบแข็ง เกิดจากสมบัติอัญรูป (allotropic) ของเหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตามอุณหภูมิของเหล็ก โดยที่อุณหภูมิห้องเหล็กโครงสร้าง BCC เรียกว่า “เหล็กแอลฟา” (α -Fe) และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (T_{aust}) โครงสร้างจะเปลี่ยนเป็น FCC เรียกว่า “เหล็กแกมมา” (γ -Fe) โดยเหล็กแอลฟามีปริมาณคาร์บอน (C) ที่สามารถละลายได้สูงสุด 0.022% ที่อุณหภูมิ 727 องศาเซลเซียส และเหล็กแกมมามีปริมาณคาร์บอนที่สามารถละลายได้สูงสุด 2.11% ที่อุณหภูมิ 1148 องศาเซลเซียส ผลจากการความสามารถในการละลายของปริมาณคาร์บอนของเหล็กแกมมามากกว่าเหล็กแอลฟา เมื่อเหล็กที่มีโครงสร้างแกมมาเกิด

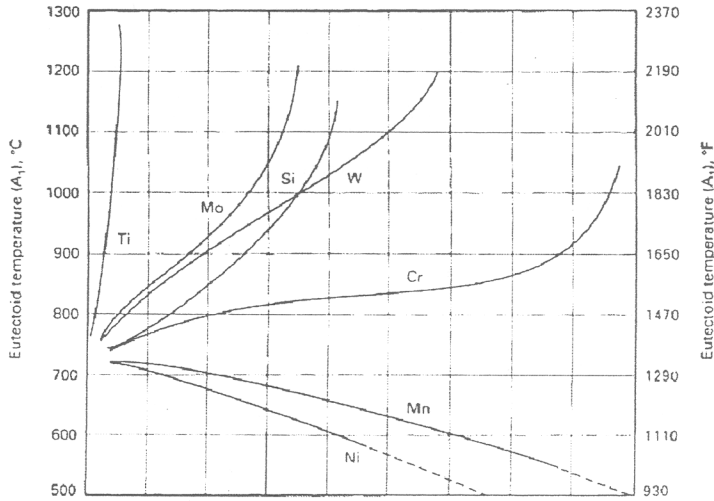
การเย็นตัวอย่างรวดเร็ว (quenching) ในสภาวะไม่สมดุล และไม่เกิดการแพร่ (diffusion) ของคาร์บอน ทำให้เกิดสภาวะสารละลายของแข็งอิ่มตัวยุยมวด (super saturated solid solution) ส่งผลให้โครงสร้างของเหล็กมีการบิดเบี้ยวกลายเป็นโครงสร้าง BCT (body center tetragonal) เกิดความเครียดในอะตอมส่งผลให้เพิ่มความแข็งแรงเรียกโครงสร้างดังกล่าวว่ามาร์เทนไซต์ (เฟลีน, 2555) รายละเอียดของเฟสต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.6



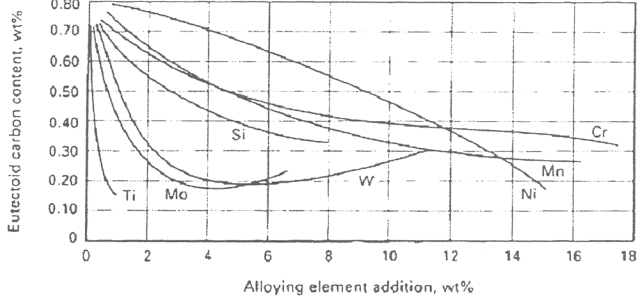
รูปที่ 2.6 เฟสไดอะแกรม Fe-C
ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

โดย ASM Handbook Vol.4 (1998) ระบุว่า การเติมธาตุเจือในเหล็กกล้ามีผลต่อเฟสไดอะแกรมระหว่าง Fe-C ทำให้ขอบเขตของ A₁ A₃ A_{cm} และ ส่วนผสมและอุณหภูมิยูเทคตอยด์เปลี่ยนไป โดยการเติมธาตุเจือ เช่น Ti Mo Si และ Cr มีผลทำให้อุณหภูมิยูเทคตอยด์เพิ่มขึ้น ส่วนการเติมธาตุเจือ Mn มีผลให้อุณหภูมิยูเทคตอยด์ต่ำลง รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ก) สำหรับผลของการเติมธาตุเจือมีผลทำให้ส่วนผสมยูเทคตอยด์ระหว่างเหล็กกับคาร์บอนลดลงตามปริมาณของการเติม เช่น Mn Cr และ Si รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ข)

(ก)



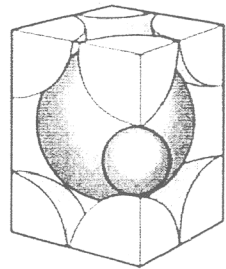
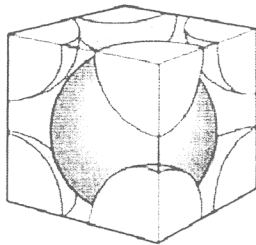
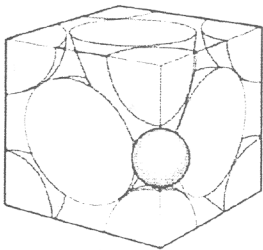
(ข)



รูปที่ 2.7 ผลของการเติมธาตุเจือต่อ (ก) อุณหภูมิยูเทคตอยด์ (ข) ปริมาณคาร์บอนที่ส่วนผสมยูเทคตอยด์

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

ลักษณะของโครงสร้างผลึก FCC ของเฟสออสเทนไนต์ที่มีความสามารถในการละลายอะตอมคาร์บอน 2.11% ดังแสดงในรูปที่ 2.8 (ก) โครงสร้างผลึก BCC เฟสเฟอร์ไรต์ ดังแสดงในรูป 2.8 (ข) และโครงสร้างผลึก BCT เฟสมาร์เทนไซต์เกิดสภาวะอ้อมด้วยยวดยวด ดังแสดงในรูปที่ 2.8 (ค)



รูปที่ 2.8 โครงสร้างผลึก (ก) ออสเทนไนต์ (FCC) (ข) เฟอร์ไรต์ (BCC) (ค) มาร์เทนไซต์ (BCT)

ที่มา : ASM Handbook Vol.9 (2004)

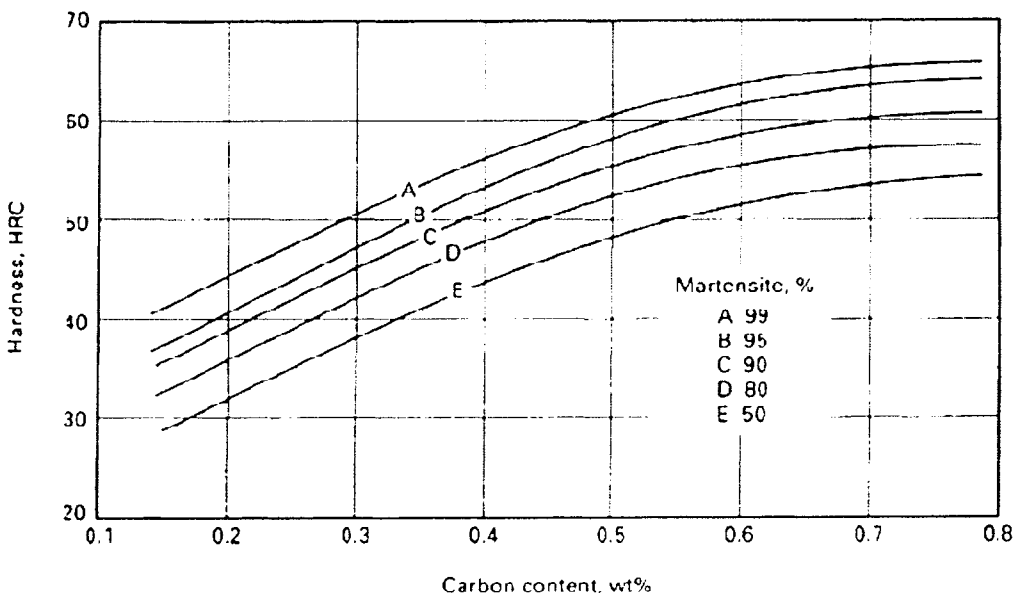
โดยการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในเหล็กกล้า ซึ่งการเปลี่ยนเฟสของโครงสร้างจากออสเทนไนต์ไปสู่มาร์เทนไซต์เกิดการขยายตัวตามความสัมพันธ์ $4.64-0.53x(\%C)$ รายละเอียดดังในตารางที่ 2.2 ซึ่งการขยายตัวดังกล่าวส่งผลต่อการเกิดความเค้นตกค้างหากเกินขีดจำกัดของเหล็กกล้านั้นๆ จะเกิดการแตกร้าวระหว่างการเปลี่ยนเฟส

ตารางที่ 2.2 ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาตรขณะเปลี่ยนเฟส

การเปลี่ยนเฟส	ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลง (%)
Spheroidized pearlite \rightarrow Austenite	$4.64-2.21x(\%C)$
Austenite \rightarrow Martensite	$4.64-0.53x(\%C)$
Austenite \rightarrow Lower bainite	$4.64-1.43x(\%C)$
Austenite \rightarrow Upper bainite	$4.64-2.21x(\%C)$

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

ซึ่งการเปลี่ยนจากเฟสโครงสร้างออสเทนไนต์ไปสู่มาร์เทนไซต์ที่มีความแข็งมากกว่าของเหล็กกล้าภายหลังการเย็นตัวอย่างรวดเร็วในสารชุบ ค่าความแข็ง (HRC) ขึ้นกับปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็กกล้าและขึ้นกับปริมาณโครงสร้างมาร์เทนไซต์ในเหล็กกล้า รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.9

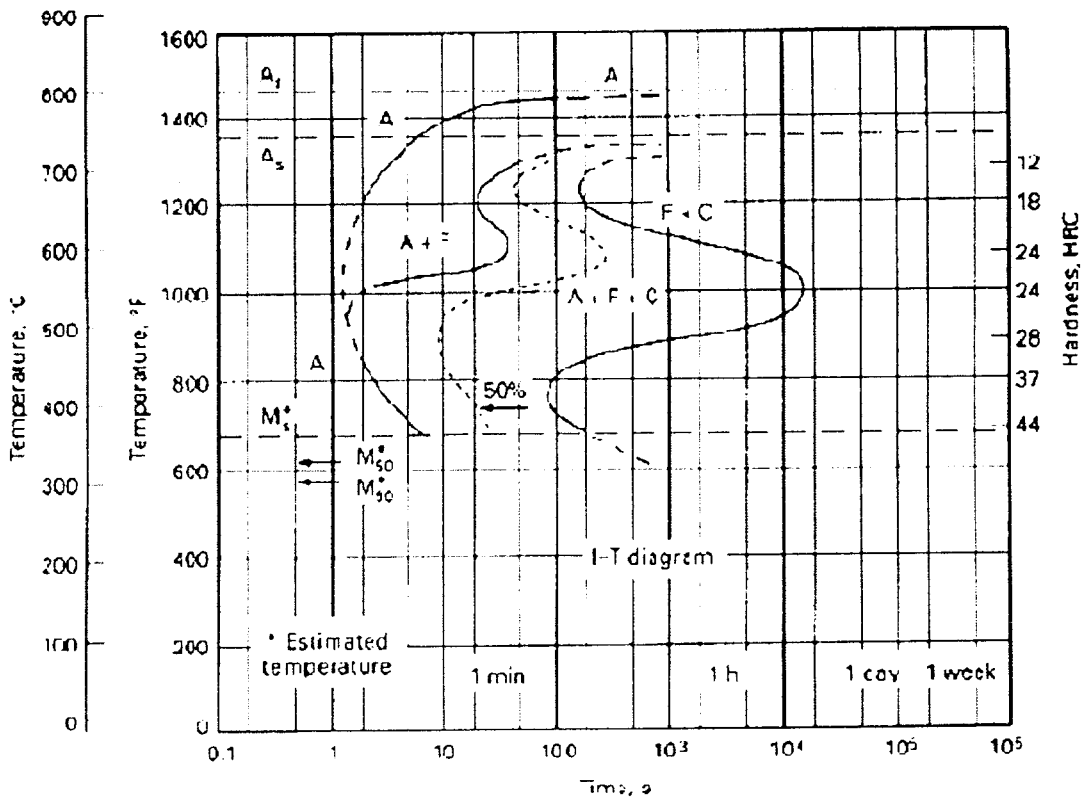


รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง ปริมาณคาร์บอน และปริมาณมาร์เทนไซต์

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

2.4 TTT ไดอะแกรม

อัตราการเพื่อให้เกิดโครงสร้างจุลภาคที่ต้องการสามารถแสดงได้ด้วย TTT ไดอะแกรม (time-temperature-transformation diagrams) โดยการสร้าง TTT ไดอะแกรมใช้การอบตัวอย่างเหล็กกล้าขนาดเล็กลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม แล้วทำให้ตัวอย่างเย็นตัวอย่างรวดเร็วในแอ่งตะกั่วหรือเกลือแช่จนตามช่วงระยะเวลาที่กำหนด แล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วในน้ำ ตัวอย่างภายหลังการเย็นตัวอย่างรวดเร็วถูกนำมาตรวจสอบหาเวลา ณ ที่เริ่มต้นเกิดการเปลี่ยนเป็นเฟสไรต์ เฟอร์ไรต์ และเบไนต์ ตัวอย่าง TTT ไดอะแกรมของเหล็กกล้า 4130 ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากต้องการให้เหล็กกล้า 4130 กลายเป็นโครงสร้างมาร์เทนไซต์ 100% เหล็กกล้าต้องเย็นตัวผ่าน 540 องศาเซลเซียส และเริ่มเปลี่ยนเป็นโครงสร้างมาร์เทนซิติก (M_s) ที่เวลาน้อยกว่า 1.5 วินาที หากต้องการให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ 50% ต้องเย็นตัวจากเฟสออสเทนไนต์ไปสู่จุดเริ่มต้นการเกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ (M_s) ในเวลาไม่เกิน 10 นาที



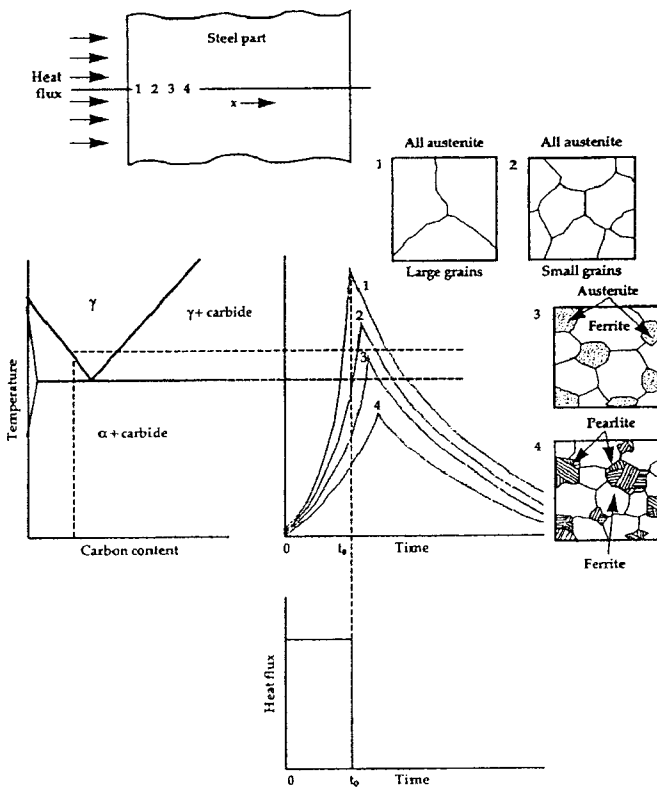
รูปที่ 2.10 TTT ไดอะแกรมเหล็กกล้า 4130

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

2.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของการชุบแข็งผิว

ASM Handbook Vol.4 (1998) ระบุถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระหว่างการให้ความร้อน (heating) และการทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (quenching) ของการชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟมีลักษณะการเปลี่ยนโครงสร้างระหว่างกระบวนการให้ความร้อนและเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 2.11 โดยในช่วงแรกเป็นช่วงการให้ความร้อนด้วยเปลวไฟบริเวณผิวชิ้นงานที่โดนเปลวไฟ (ตำแหน่งที่ 1) อุณหภูมิจะสูงกว่าบริเวณที่อยู่ลึกจากผิวชิ้นงาน (ตำแหน่งที่ 4) ส่งผลให้แต่ละตำแหน่งจากผิวชิ้นงานมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน เมื่อพิจารณาจากเฟสไดอะแกรมพบว่า มีเฉพาะตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2 ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิออสเทนไนต์ ส่วนตำแหน่งที่ 3 และ 4 อุณหภูมิไม่ถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์

เมื่อชิ้นงานสัมผัสกับสารชุบเกิดการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ณ ตำแหน่งที่ 1 และ 2 อุณหภูมิชิ้นงานถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์จะเกิดการเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ที่มีความแข็งสูง และการดำเนินการสึกหรอ ส่วนที่ตำแหน่ง 4 ซึ่งอยู่ลึกจากผิวชิ้นงานอุณหภูมิต่ำตำแหน่งดังกล่าวไม่ถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ จึงเกิดเฟสเฟอร์ไรต์และเพิร์ลไลต์ ส่งผลให้ความแข็งแรงจากกรรมวิธีการชุบแข็งด้วยเปลวไฟทำให้เกิดความแข็งที่แตกต่างกันไปตามระยะความลึกจากผิวชุบที่สัมผัสกับเปลวไฟ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.11

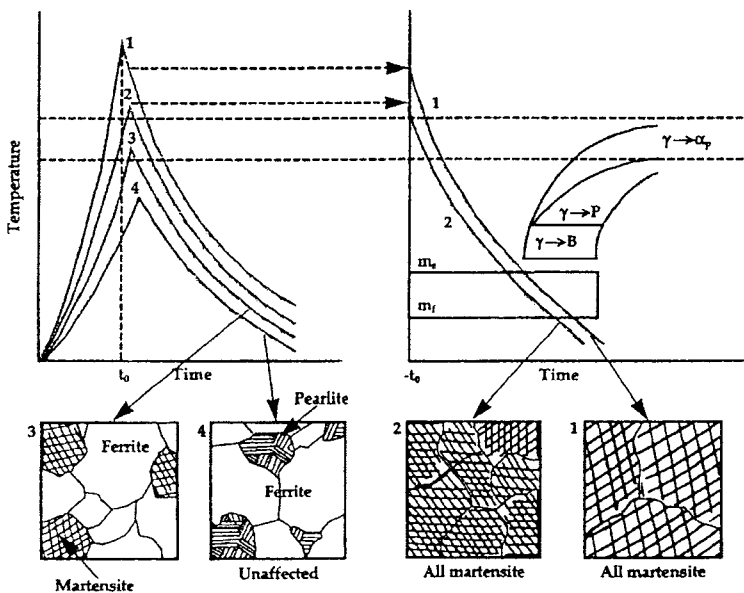


รูปที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตามอุณหภูมิเทียบจากผิวชิ้นงานที่โดนเปลวไฟ
ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

โดยการชุบแข็งเปลวไฟ Gronergress (1964) ระบุว่าเปลวไฟอะเซทิลีน-ออกซิเจน สามารถให้ความร้อนสูงสุดถึง 3100 องศาเซลเซียส ดังนั้นระยะให้ความร้อนขึ้นงานควรสั้น เพื่อป้องกันส่วนผิวที่ผิวเปลวไฟหลอมละลาย มนัส (2543) สรุปว่าเกณฑ์ที่สำคัญการชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟ ประกอบด้วย 3 ประการ คือ ระดับความแข็งที่ต้องการ (level of hardness) ระยะแข็งลึก (hardening depth) และ ความเค้นตกค้าง (residual stress) ซึ่ง 2 ประการแรกเป็นข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่สามารถควบคุมด้วยการออกแบบพารามิเตอร์ในกระบวนการชุบแข็งผิวให้สอดคล้องข้อกำหนด ส่วนประเด็นความเค้นตกค้างต้องมีความเข้าใจเรื่องอิทธิพลทางความร้อนและความเค้นดึงในระหว่างการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งต้องต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดความเค้นของเหล็กที่นำมาชุบแข็ง หากความเค้นที่เกิดขึ้นระหว่างการเย็นตัวอย่างรวดเร็วเกินขีดจำกัดของวัสดุที่รับได้จะก่อให้เกิดการแตกร้าวที่ชิ้นงาน

สำหรับกระบวนการชุบแข็งนั้นการควบคุมที่สำคัญ คือ อุณหภูมิสูงสุดที่ผิวสัมผัสกับเปลวไฟ (t_s) ต้องไม่สูงจนกระทั่งเกิดปัญหาหลอมละลาย และเวลาการเกิดปฏิกิริยาที่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจากโครงสร้างเดิมไปเป็นเฟสออสเทนไนต์ และอัตราการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ (มนัส, 2543)

รูปที่ 2.12 แสดงถึงอุณหภูมิ ณ ที่ระยะความลึกต่างๆ จากผิวชิ้นงานที่สัมผัสกับเปลวไฟ ซึ่งตำแหน่งของชิ้นงานที่ได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (ตำแหน่งที่ 1 และ 2) และอัตราการเย็นตัวอย่างรวดเร็วจะเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ส่วนตำแหน่งที่อุณหภูมิเหนืออุณหภูมิออสเทนไนต์เล็กน้อย (ตำแหน่งที่ 3) จะมีการเกิดเฟสมาร์เทนไซต์บางส่วนในชิ้นงาน ส่วนตำแหน่งที่อุณหภูมิไม่ถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ (ตำแหน่งที่ 4) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง



รูปที่ 2.12 การเกิดโครงสร้างตามระดับอุณหภูมิของการชุบแข็งผิว

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

2.6 สารชุบ (quenching medium)

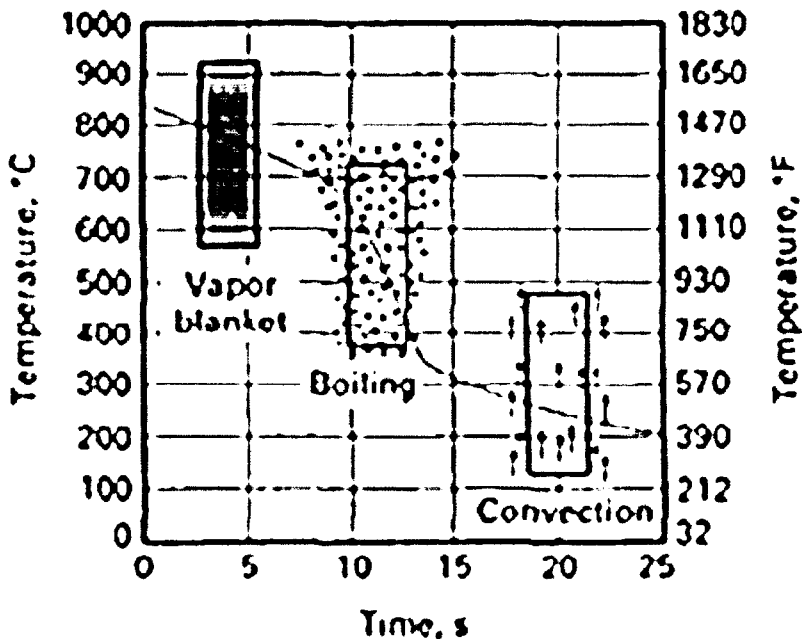
มันส์ (2543) ได้กล่าวถึงสมบัติที่ดีของสารชุบว่าต้องให้อัตราการเย็นตัวที่สูงกว่าอัตราการเย็นตัววิกฤติ (critical cooling rate) และในช่วงอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสจากออสเทนไนต์ไปเป็นมาร์เทนไซต์ควรมีอัตราการเย็นตัวช้าลงช่วงอุณหภูมิ 200 – 400 องศาเซลเซียส สำหรับสารชุบที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่กลายเป็นไอได้ จะมีอยู่ 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ของเหลวที่ได้รับการจุ่มแท่งเหล็กร้อนบริเวณรอบๆ จะได้รับความร้อนสูงจนกลายเป็นไอหุ้มเหล็กไว้ในลักษณะฟิล์มบางๆ เป็นช่วงที่ถ่ายเทความร้อนช้าเพราะความร้อนต้องผ่านฟิล์มไพอที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำ แต่เป็นช่วงสั้นๆ เมื่อไอรวมตัวกันมากขึ้นจะลอยขึ้นไปหรือแตกออก

ขั้นตอนที่ 2 ภายหลังจากฟิล์มบางๆ ของไอที่หุ้มแท่งเหล็กแตกออก ของเหลวที่อยู่รอบนอกจะเข้าสัมผัสแท่งเหล็กช่วงนี้ แต่ของเหลวรอบๆ นี้ร้อนจากได้รับความร้อนอยู่แล้วในขั้นแรก จะเกิดการเดือดกลายเป็นไอที่หุ้มทำให้เกิดการกวน อัตราการเย็นตัวสูง

ขั้นตอนที่ 3 ชั้นอัตราการเย็นตัวช้าลง ความร้อนจากแท่งเหล็กต่ำลงทำให้อุณหภูมิของเหลวเริ่มต่ำกว่าจุดเดือด ความร้อนจึงถ่ายเทออกไปด้วยการพาอย่างเดียว

รายละเอียดการเกิดขั้นตอนต่างๆ ของสารชุบเหลวดังแสดงในรูป ที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ขั้นตอนของสารชุบของเหลว

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

2.7 หลักการทำเทมเปอร์สำหรับเหล็กกล้า

ASM Handbook Vol.4 (1998) สรุปว่าเฟสมาร์เทนไซต์เป็นเฟสที่แข็งแรงมากของเหล็กกล้า มีค่าความแข็งสูงเกิดภาวะสลายของแข็งอิมตัวยิ่งยวดของปริมาณคาร์บอนในโครงสร้างอะตอมเหล็ก รวมทั้งการมีผลึกที่บกพร่องจำนวนมาก โดยเฉพาะดิสโลเคชัน ขอบเขตมุมสูงและมุมต่ำ (high angle and low angle boundaries) ซึ่งโครงสร้างมาร์เทนไซต์มีความเหนียว (toughness) ไม่เพียงพอต่อการใช้งานหลายๆ ด้าน ดังนั้นจึงมีการทำเทมเปอร์เหล็กกล้าโครงสร้างมาร์เทนไซต์ โดยการให้ความร้อนที่ต่ำกว่าเส้น A_1 เป็นการลดค่าความแข็งแรงเพื่อเพิ่มความเหนียว โดยการลดปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในสภาวะอิมตัวยิ่งยวด ด้วยเฟสที่มีเสถียรภาพมากกว่า นอกจากนี้สำหรับเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนเกิน 0.7% เฟสออสเทนไนต์ตกค้าง (retained austenite) สามารถแตกตัวระหว่างกระบวนการทำเทมเปอร์ สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณธาตุเจือปนน้อย ระหว่างกระบวนการเทมเปอร์ จะเกิดขึ้นตอนดังนี้

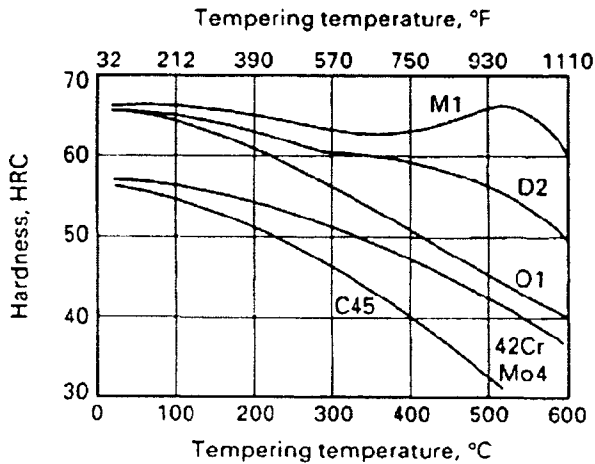
ขั้นตอนที่ 1 ช่วงอุณหภูมิ 20 – 100 องศาเซลเซียส เกิดการแพร่ช่วงสั้นของอะตอมคาร์บอนไปยังดิสโลเคชันและขอบเขตของมาร์เทนไซต์แบบแผ่น เกิดกลุ่มคาร์บอน (carbon cluster)

ขั้นตอนที่ 2 ช่วงอุณหภูมิ 100 – 200 องศาเซลเซียส ปริซิพิตเนฟสคาร์ไบด์ โดยเฉพาะ ϵ คาร์ไบด์ ($Fe_{2,4}C$)

ขั้นตอนที่ 3 ช่วงอุณหภูมิ 200 – 350 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของเฟสออสเทนไนต์ตกค้างกลายเป็นเฟอร์ไรต์และซีเมนไตต์

ขั้นตอนที่ 4 ช่วงอุณหภูมิ 250 – 700 องศาเซลเซียส เกิดโครงสร้างเฟอร์ไรต์และซีเมนไตต์ คาร์ไบด์กลม (spheroidized carbide) ในเมทริกซ์เกรนเฟอร์ไรต์ที่แกนเท่ากันของเหล็กกล้าที่ทำเทมเปอร์อย่างดี โดยการทำเทมเปอร์เป็นเวลานานที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

โดยในช่วงขั้นตอนที่ 1 ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ขั้นตอนที่ 2 – 4 ค่าความแข็งลดลง โดยในรูปที่ 2.14 แสดงค่าความแข็งของเหล็กกล้าบางชนิดที่ผ่านการทำเทมเปอร์เป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน



รูปที่ 2.14 ค่าความแข็งของเหล็กกล้าที่ทำเทมเปอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ ของเหล็กกล้า C45 (AISI 1045) 42CrMo4 (AISI 4142)

ที่มา : ASM Handbook Vol.4 (1998)

โดยสามารถพลอตค่าความแข็งตามเป็นฟังก์ชันของเทมเปอร์ริงพารามิเตอร์ (tempering parameter; P) จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (T) และเวลา (t) ตามสมการที่ 2.1

$$P = T(k + \log t) \quad 2.1$$

โดย T = อุณหภูมิในหน่วย Kelvin

k = ค่าคงที่ 20

t = เวลามีหน่วยเป็นชั่วโมง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ Lau *et. al.* (2000) เป็นการศึกษาใบตัดหญ้าโดยการนำเหล็ก AISI 1090 (คาร์บอน 0.85 – 0.98%) และเหล็ก AISI 1045 (คาร์บอน 0.42 – 0.50%) มาผ่านกระบวนการทางความร้อนแตกต่างกัน โดยได้ระบุสาเหตุที่งานวิจัยด้านการสึกหรอของคมตัดหญ้ามีจำนวนตีพิมพ์เผยแพร่ น้อย เนื่องจากว่า หากทำให้สถานที่จริงจะดำเนินการได้ยากหลายๆ ประการ เช่น การถอดเปลี่ยนใบตัด สภาพภูมิประเทศ ในขณะที่ทำในห้องปฏิบัติการจะขาดความสอดคล้องกับการนำไปใช้ โดยหญ้าที่ไ้ตัดเป็นหญ้าแห้งที่นำมาจุ่มน้ำ และปนทราย เพื่อศึกษาอัตราการสึกหรอของคมตัด รายละเอียดกระบวนการทางความร้อน ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 กระบวนการทางความร้อนและค่าความแข็ง

ตัวอย่าง	กระบวนการทางความร้อน	ความแข็ง (HRC)	
		ผิวชิ้นงาน	กลางชิ้นงาน
AISI 1045	- อบในเตา 840 องศาเซลเซียส - จุ่มลงในน้ำ - ทำเทมเปอร์ที่ 240 องศาเซลเซียส	52	52
AISI 1090	- ให้ความร้อนด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ - ออสเทมเปอร์ที่ 260 องศาเซลเซียสในอ่างเกลือ - เทมเปอร์ที่ 2 องศาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	51	20
AISI 1090	- ให้ความร้อนด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ - ออสเทมเปอร์ที่ 260 องศาเซลเซียสในอ่างน้ำมัน เป็นเวลา 30 นาที - เทมเปอร์ที่ 2 องศาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	45	20
AISI 1090	- ให้ความร้อนด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ - จุ่มในน้ำมัน - เทมเปอร์ที่ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	62	20

ที่มา : Lau *et. al.* (2000)

ผลจากการศึกษาพบว่าลักษณะการสึกหรอของคมตัดบางแตกต่างจากการสึกหรอของชิ้นงานทางกล และเครื่องมือตัดโลหะโดยทั่วไป โดยมีการสึกหรอ 2 ขั้นตอน คือ การสึกหรออย่างรวดเร็ว และการสึกหรอภายใต้สภาวะคงที่ โดยมีปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อการสึกหรอ คือ รูปทรงและความหนาของใบตัด การสึกหรอในช่วงต้นเกิดจากความล่าช้าจากการเสียดสี

สำหรับงานวิจัยของในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาเกี่ยวกับเครื่องตัดหญ้า เช่น อีรพงษ์ จันตะเสน (2553) ที่พัฒนาเครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าแบบชาร์จได้สำหรับเกษตรกร รุ่งเรือง กาล ศิริศิลป์ และ เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์ (2549) ศึกษาเรื่องการสันสะเทือนเครื่องตัดหญ้าแบบวางราย นอกจากนี้ยังมีงานการสร้างและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าแบบตัดท้ายรหัสเครื่องจักร 68 แบบใบมีดตัดหมุนขวาง ของงานปรับซ่อม หน่วยงานบำรุงทางแขวงทางที่ 2 (บึงกาฬ) และการออกแบบคมตัดของมีดกรีดยางของ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และคณะ (2546) และการศึกษาผลของมุมมีที่มีต่อสมรรถนะการหันหญ้าเพื่ออาหารสัตว์ของ วุชรินทร์ เขียวไกร และ คณะ (2556)

จากการสืบค้นฐานข้อมูลสิทธิบัตรพบว่า ส่วนใหญ่เป็นอนุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่อง เช่น เครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าแบบสะพายไหล่ รถเข็นสามล้อเพื่อการเกษตร เครื่องตัดทอนไม้ อเนกประสงค์ มอเตอร์ไซค์พ่วงข้างตัดหญ้า รวมทั้งการประดิษฐ์ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตัดหญ้า เช่น ฐานรองรับสำหรับใบมีดตัดหญ้า

อนุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์คมตัด อนุสิทธิบัตรเลขที่ 3475 ของ กิตติศักดิ์ ไวทยะพานิช ที่ออกอนุสิทธิบัตร เมื่อ พ.ศ. 2550 สำหรับการประดิษฐ์หัวตัดหญ้าแบบเฟืองเฉียงสำหรับ

ติดกับรถไถเดินตาม โดยมีลักษณะพิเศษคือมีชุดกล่องเฟืองที่มีแกนแนวนอนสำหรับติดพู่เลย์เพื่อรับการส่งกำลังจากเครื่องยนต์รถไถ โดยชุดกล่องเฟืองดังกล่าวประกอบด้วยกล่องเฟืองเฉียงเพื่อรับและส่งกำลังมายังแกนแนวตั้งเพื่อติดตั้งกับใบมีดตัดหญ้า

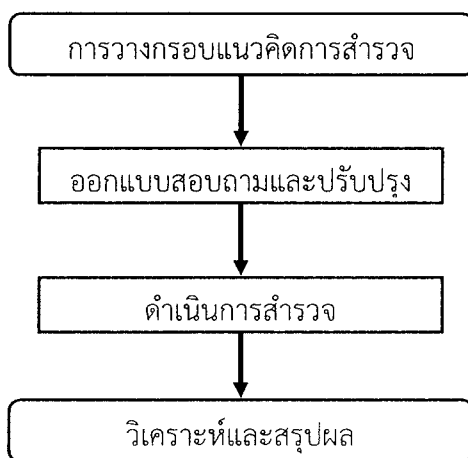
บทที่ 3

การดำเนินโครงการ

ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ (1) การศึกษาพฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบตัดหญ้าของเกษตรกร (2) การศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุปแข็งเบื้องต้นในเตา และ (3) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการชุปแข็งด้วยเปลวไฟ

3.1 การศึกษาพฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบตัดหญ้าของเกษตรกร

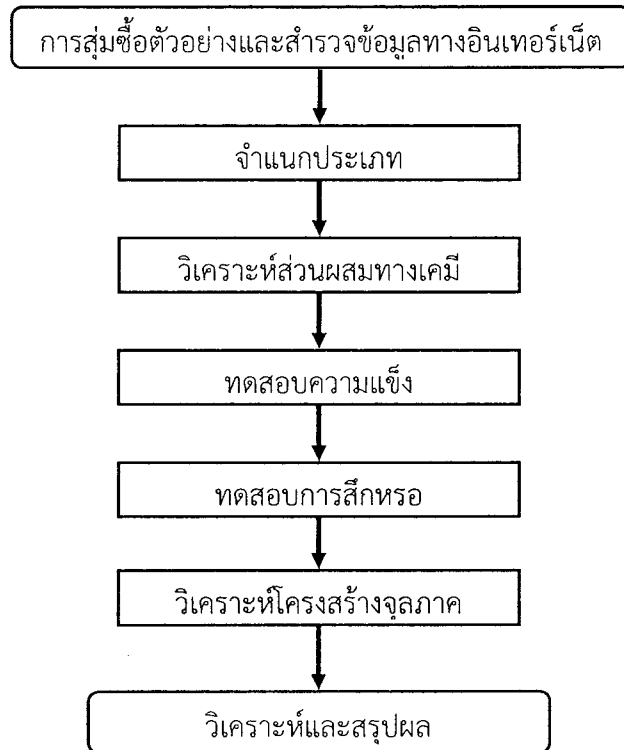
การศึกษาพฤติกรรมของเกษตรกรในการเลือกซื้อ การใช้งาน การดูแลรักษา และการยุติการใช้งาน ดำเนินงานตามขั้นตอนในผังรูปที่ 3.1 คือ วางกรอบแนวคิด ออกแบบสอบถาม ดำเนินการสำรวจ สํารวจ และสรุปผล



รูปที่ 3.1 ผังแสดงขั้นตอนการสำรวจพฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบตัดหญ้าของเกษตรกร

3.2 การศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุปเบื้องต้นแข็งในเตา

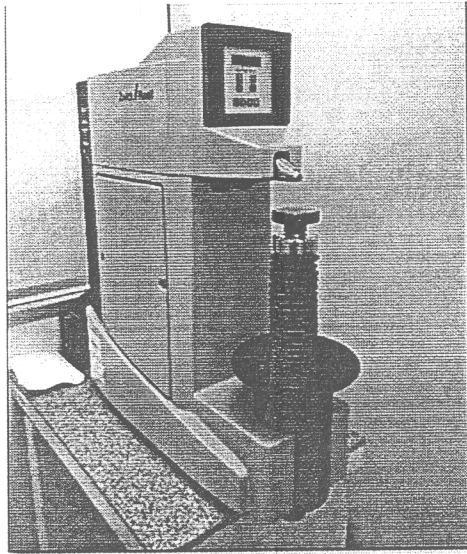
การศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันดำเนินการโดยการสุ่มซื้อตัวอย่างใบมีดตัดหญ้า การศึกษาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต การจำแนกประเภท การวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี การทดสอบความแข็ง การด้านการสีหรอ และโครงสร้างจุลภาคลำดับขั้นตอนดังรูปที่ 3.2



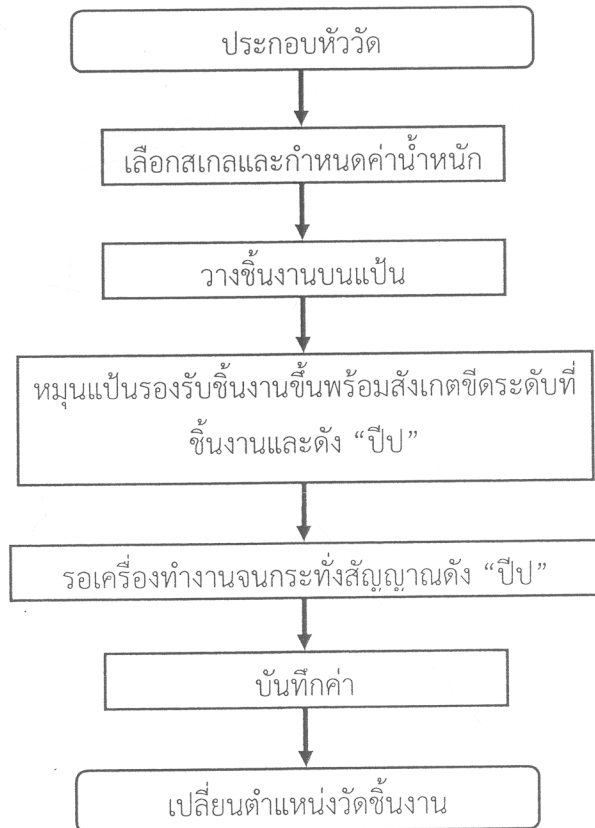
รูปที่ 3.2 ผังแสดงขั้นตอนการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบัน

3.2.1 การวัดความแข็ง

การวัดค่าความแข็งโดยการนำชิ้นงานตัวอย่างมาวัดค่าความแข็งกับเครื่องวัด Indentec รุ่น ZHR4150\K เครื่องวัดตั้งรูป 3.3 โดยการวัดใช้หัววัดเพชร น้ำหนักกด 150 กิโลกรัม และสเกล HRC ขั้นตอนการวัดตั้งรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความแข็ง Indentec

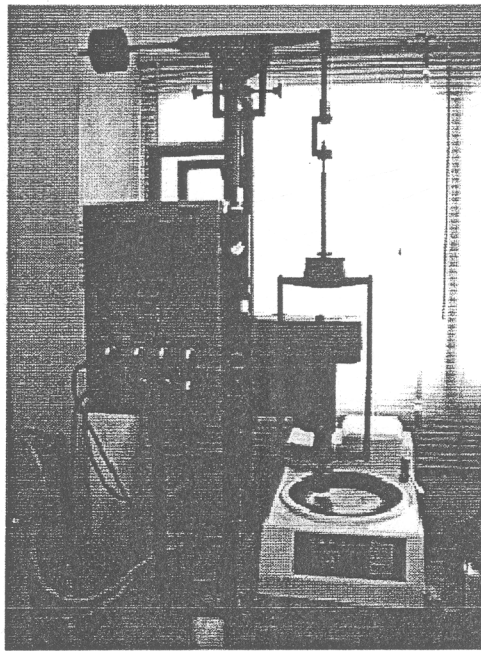


รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการวัดความแข็ง

3.2.2 การทดสอบการสึกหรอ

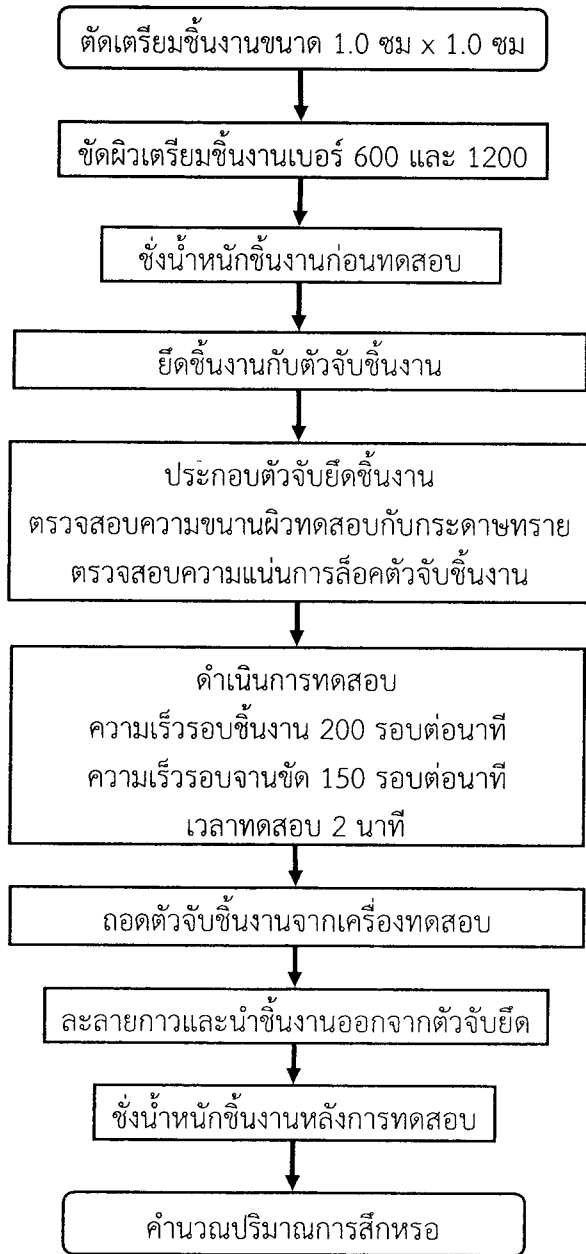
การทดสอบการสึกหรอเป็นการทดสอบการสึกหรอแบบขัดสีโดยเครื่องทดสอบการสึกหรอ ที่มีตัวจับยึดชิ้นงานขนาด 1.0 เซนติเมตร x 1.0 เซนติเมตร จับยึดกับแกนที่หมุนได้ด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที และจานขัดกระดาษทรายเบอร์ 120 ที่ความเร็วรอบ 200 นาที เป็นเวลา 2 นาที และคำนวณหาปริมาณการสูญเสียน้ำหนัก (loss weight) เทียบกับพื้นที่ทดสอบ (contact area) ตามสมการที่ 3.1 ลักษณะของเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.5

$$\text{loss weight} = \frac{\text{loss weight}(mg)}{\text{contact area}(cm^2)} \quad 3.1$$



รูปที่ 3.5 เครื่องทดสอบการสึกหรอ

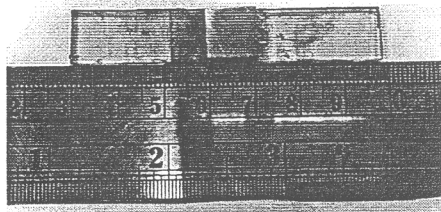
ขั้นตอนการทดสอบชิ้นงานประกอบด้วยเตรียมตัวอย่างชิ้นงานขนาด 1.0 เซนติเมตร x 1.0 เซนติเมตร เตรียมผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ต่างๆ ชั่งน้ำหนัก ยึดติดกับตัวจับชิ้นงาน ประกอบกับเครื่องทดสอบ ทดสอบเป็นเวลา 2 นาที นำชิ้นงานออกจากแท่งจับยึด ทำความสะอาดชิ้นงานที่หายไป คำนวณปริมาณการสึกหรอต่อพื้นที่รายละเอียดขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.6



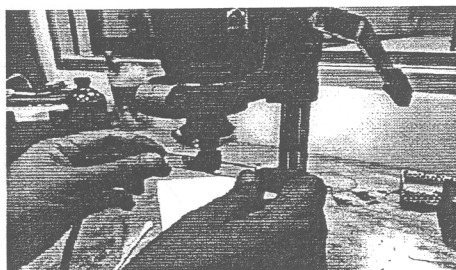
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการทดสอบการสึกหรอ

รายละเอียดการทำงานแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.7 (ก) การจับยึดเพื่อเตรียมผิวชิ้นงาน 3.7 (ข) การขัดเตรียมผิวชิ้นงาน 3.7 (ค) อะซิติโคนทำความสะอาดผิวชิ้นงาน 3.7 (ง) การชั่งน้ำหนัก 3.7 (จ) การยึดชิ้นงานบนตัวจับยึดและ 3.7 (ฉ) การทดสอบ

(ก)



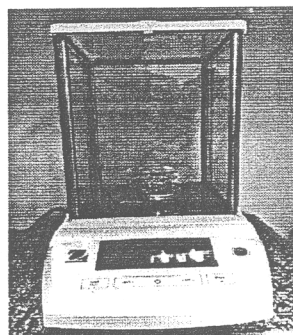
(ข)



(ค)



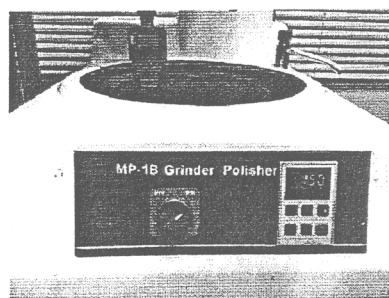
(ง)



(จ)



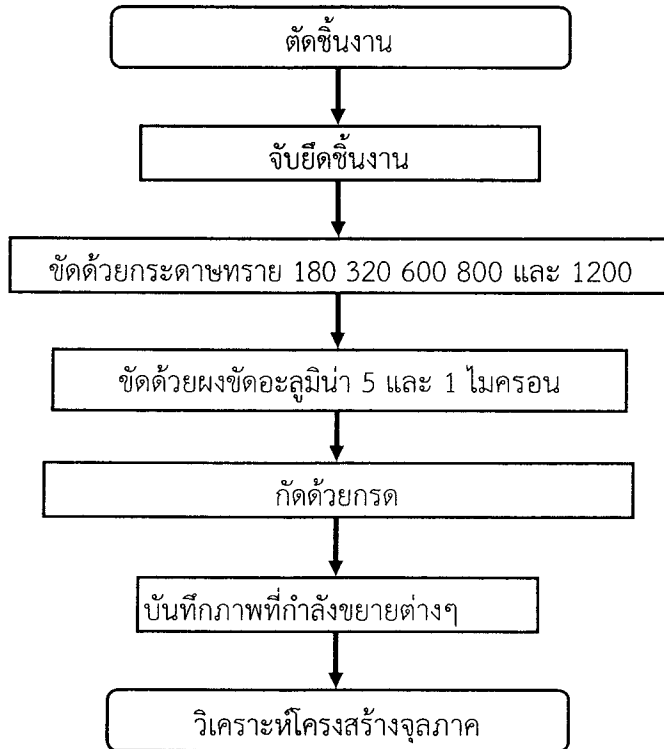
(ฉ)



รูปที่ 3.7 รายละเอียดการเตรียมชิ้นงานทดสอบการสึกหรอ

3.2.2 การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

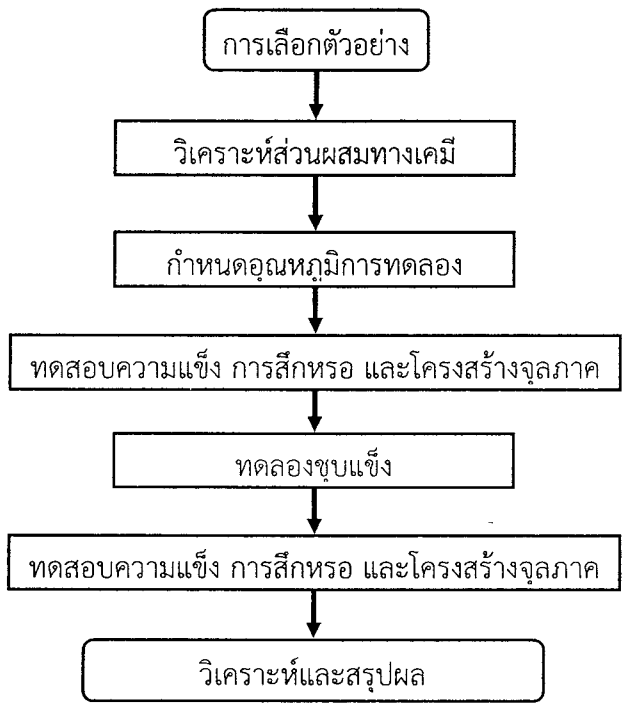
การเตรียมชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค ตัดชิ้นงาน จับยึดชิ้นงานด้วยเรซิน (mounting) ชัดเตรียมผิวด้วยกระดาษทรายเบอร์ต่างๆ ชัดด้วยผงขัดอะลูมิน่า กัดกรดไนตริก 2% เป็นเวลา 3 วินาที ถ่ายรูปด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (optical microscope) และวิเคราะห์โครงสร้าง รายละเอียดดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

3.2.3 การชุบแข็งเบื้องต้นในเตา

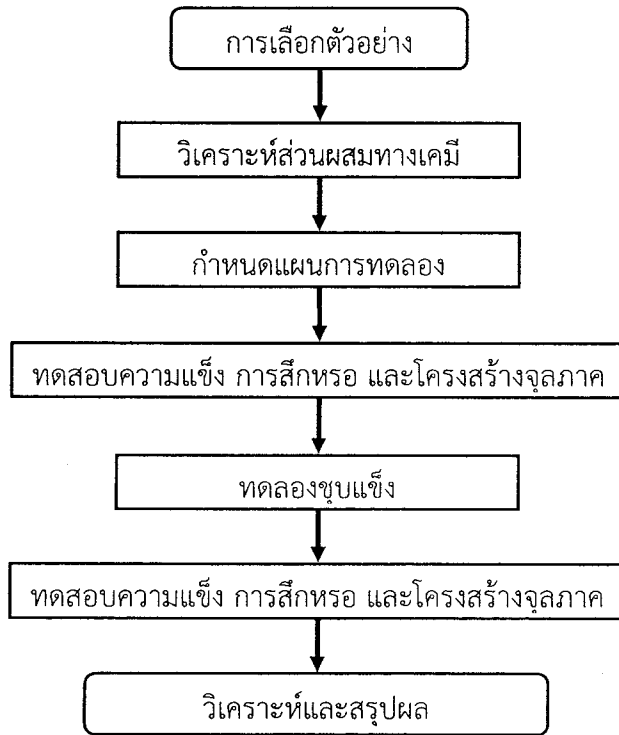
การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยการศึกษาในที่นี้ดำเนินการตามขั้นตอนเลือกตัวอย่าง วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี วัดค่าความแข็ง ทดสอบการสึกหรอ วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ทดลองชุบแข็ง วัดค่าความแข็ง ทดสอบการสึกหรอ วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค รายละเอียดขั้นตอนดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ผังแสดงขั้นตอนการชุบแข็งเบื้องต้นในเตา

3.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟใบตัดหญ้าใช้แล้ว

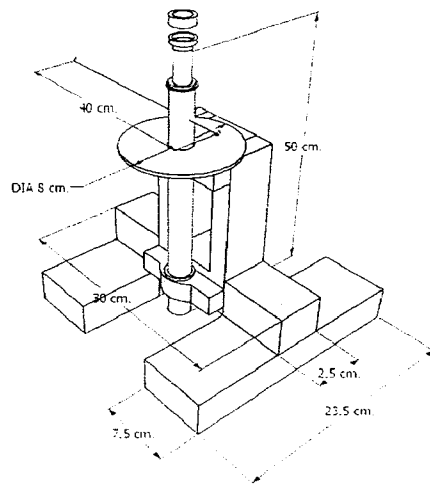
การศึกษากระบวนการทางความร้อนที่เหมาะสมเป็นการเลือกใบมีดตัดหญ้าที่ใช้งานแล้ว มาผ่านกระบวนการชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟซึ่งเป็นต้นทุนต่ำกว่าการชุบแข็งด้วยวิธีอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ ก่อนและหลังการชุบแข็ง รายละเอียดขั้นตอนประกอบด้วย การเลือกตัวอย่าง การวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี การวัดค่าความแข็งแรง การทดสอบการสึกหรอ การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ต่อมานำชิ้นงานไปชุบแข็งด้วยเปลวไฟตามแผนการทดลองที่กำหนด นำชิ้นงานมาวัดค่าความแข็งแรง ทดสอบการสึกหรอ และวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ผังแสดงขั้นตอนการศึกษาสภาวะการชุบแข็งที่เหมาะสม

3.3.1 การออกแบบตัวจับยึด

เนื่องจากปลายคมพินมี 2 ด้านจึงดำเนินการออกแบบชุดชุบแข็งให้สามารถหมุนสำหรับการชุบแข็งซึ่งใบตัดหญ้าประกอบด้วยคม 2 ด้าน ซึ่งสามารถหมุนสลับไปชุบอีกด้านด้วยชุดชุบแข็งเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูป 3.11



รูปที่ 3.11 การออกแบบชุดจึบยึดใบตัดหญ้า

3.3.2 แผนการทดลอง

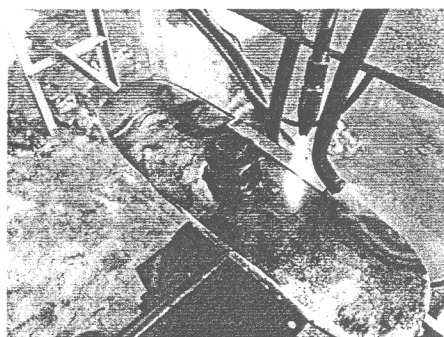
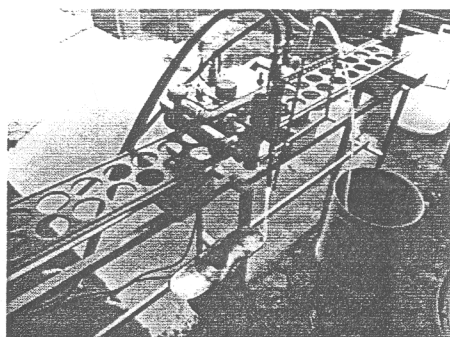
การทดลองนี้ประกอบ 8 การทดลองตัวแปรประกอบด้วย (1) ระดับความเร็ว (2) สารซุบ และ (3) ระดับสารซุบ สำหรับความเร็วชุดซุบแข็งประกอบด้วย 2 ระดับ คือที่ระดับความเร็วปรับตั้งหมายเลข 2 ความเร็วชุดหัวซุบ 0.29 เซนติเมตรต่อวินาที อุณหภูมิสูงสุดสัมพัทธ์ผิวชั้นงานอยู่ในช่วง 780 - 830 องศาเซลเซียส และที่ระดับความเร็ว 5 ความเร็วชุดหัวซุบ 0.74 เซนติเมตรต่อวินาที อุณหภูมิสูงสุดที่สัมพัทธ์ผิวชั้นงาน 680 - 730 องศาเซลเซียส ส่วนสารซุบใช้น้ำ และลมอัด โดยมีระดับของสารซุบ น้ำที่ 3 ลิตรต่อวินาที และ 5 ลิตรต่อวินาที ส่วนลมอัด ที่ 1 บาร์และ 4 บาร์

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลอง

การทดลองที่	สภาวะการทดลอง			
	ระดับความเร็ว	ช่วงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สารซุบ	ระดับสารซุบ
C-1	0.29 เซนติเมตรต่อวินาที	780 - 830	น้ำ	3 ลิตรต่อวินาที
C-2	0.29 เซนติเมตรต่อวินาที	780 - 830	น้ำ	5 ลิตรต่อวินาที
C-3	0.29 เซนติเมตรต่อวินาที	780 - 830	ลมอัด	1 บาร์
C-4	0.29 เซนติเมตรต่อวินาที	780 - 830	ลมอัด	4 บาร์
C-5	0.74 เซนติเมตรต่อวินาที	680 - 730	น้ำ	3 ลิตรต่อวินาที
C-6	0.74 เซนติเมตรต่อวินาที	680 - 730	น้ำ	5 ลิตรต่อวินาที
C-7	0.74 เซนติเมตรต่อวินาที	680 - 730	ลมอัด	1 บาร์
C-8	0.74 เซนติเมตรต่อวินาที	680 - 730	ลมอัด	4 บาร์

3.3.3 การปรับตั้งชุดทดลอง

การทดลองใช้การปรับระดับความเร็วที่ชุดชุปแข็งเปลวไฟที่ประกอบด้วยหัวแก๊สอะเซทิลีนที่ปรับระดับความเร็วการเดิน พร้อมทั้งนำหล่อเย็นตามหลังดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การปรับตั้งการทดลอง

3.3.4 การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ค่าความแข็ง ทดสอบการสึกหรอ และโครงสร้างจุลภาค ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ผลจากการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้งานของเกษตรกร ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุปแข็งเบื้องต้นในเตา และผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยกระบวนการชุปแข็งเปลวไฟใบมีดตัดหญ้าใช้แล้ว

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกร

ผลการสำรวจพฤติกรรมการเลือกซื้อ การใช้งาน การลับคม และการเลิกใช้งานของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 169 ราย ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ 4.1.1 และข้อมูลข้อมูลพฤติกรรมการเลือกซื้อในหัวข้อ 4.1.2 รายละเอียดดังนี้

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ

ข้อมูลเกี่ยวกับเพศ ช่วงอายุ และอาชีพของผู้ตอบแบบสำรวจดังแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.3 ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (87%) ช่วงอายุ 31 – 50 ปี (53.8%) และส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร (70.4%)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเพศ

ลำดับที่	เพศ	จำนวน	ร้อยละ
1	ชาย	147	87.0
2	หญิง	22	13.0

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลช่วงอายุ

ลำดับที่	ช่วงอายุของผู้ใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
1	31- 50 ปี	91	53.8
2	21 - 30 ปี	50	29.6
3	50 ปีขึ้นไป	20	11.8
4	ต่ำกว่า 20 ปี	8	4.7

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลอาชีพ

ลำดับที่	อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
1	เกษตรกร	119	70.4
2	รับจ้างตัดหญ้าทั่วไป	36	21.3
3	หน่วยงานภาครัฐ (งานสวน)	12	7.1
4	หน่วยงานภาคเอกชน (งานสวน)	2	1.2

4.1.2 ข้อมูลพฤติกรรมการเลือกซื้อ และการใช้งาน

เกษตรกรโดยส่วนใหญ่ยึดเกณฑ์ความทนทานและอายุการใช้งานในการตัดสินใจเลือกซื้อตราสินค้า (32%) โดยตราสินค้าที่ได้รับความนิยมเป็นลำดับที่ 1 ตรา ก (39.1%) มีสินค้าที่ซื้อและสัญลักษณ์ที่ใกล้เคียงกันมากเป็นเหตุให้บางร้านตัดสินใจเลิกขายตราสินค้านี้ดังกล่าวเนื่องจากไม่มั่นใจในเกณฑ์การแยกแยะระหว่าง 2 ตรา ยี่ห้อ และให้เหตุผลการเลือกตรา ยี่ห้อ ด้วยเหตุผลความทนทาน (39.1%) รายละเอียดดังตารางที่ 4.4 – 4.6

ตารางที่ 4.4 การเรียงลำดับเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ลำดับ	เกณฑ์ที่มีผลต่อการเลือกซื้อใบมีดตัดหญ้า	จำนวน	ร้อยละ
1	ความทนทานและอายุการใช้งาน	54	32.0
2	ราคาของใบมีดตัดหญ้า	35	20.7
3	รูปทรงของใบมีดตัดหญ้า	28	16.6
4	ยี่ห้อของใบมีดตัดหญ้า	19	11.2
5	ความคมของใบมีดตัดหญ้า	18	10.7
6	เลือกตามคำแนะนำของบุคคลที่เคยใช้งานมาก่อน	11	6.5
7	เลือกตามคำแนะนำของทางร้าน	4	2.4

ตารางที่ 4.5 การเรียงลำดับจากตราสินค้าที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับที่ 1

ลำดับ	ตรา ยี่ห้อ	จำนวน	ร้อยละ
1	ก	66	39.1
2	ข	26	15.4
3	ค	17	10.1
4	ง	13	7.7
5	จ	12	7.1
6	ฉ	7	4.1
7	ช	4	2.4
8	ซ	4	2.4
9	ณ	3	1.8
10	ญ	3	1.8
11	ฎ	1	0.6
12	ฏ	1	0.6
13	ฐ	12	7.1

ตารางที่ 4.6 เหตุผลในการเลือกตราสินค้าต่างๆ ในลำดับที่ 1

ลำดับ	เหตุผลการเลือกตรายี่ห้อ	จำนวน	ร้อยละ
1	ความทนทานและอายุการใช้งาน	66	39.1
2	รูปทรงของใบมีดตัดหญ้า	27	16.0
3	ราคาของใบมีดตัดหญ้า	22	13.0
4	ความคมของใบมีดตัดหญ้า	19	11.2
5	เลือกตามคำแนะนำของบุคคลที่เคยใช้งานมาก่อน	13	7.7
6	ยี่ห้อของใบมีดตัดหญ้า	16	9.5
7	เลือกตามคำแนะนำของทางร้าน	6	3.6

สำหรับการใช้งานใบมีดตัดหญ้าเกษตรกรโดยส่วนใหญ่ตัดหญ้าในแปลงของตนเอง (66.3%) โดยประมาณ 40.8% ตัดหญ้าในช่วงระหว่าง 2 – 3 เดือนต่อครั้ง และประมาณ 40.8% ของผู้ตอบแบบสอบถามลับใบตัดหญ้าก่อนการใช้งานทุกครั้ง และประมาณ 52.7% ของผู้ตอบแบบสอบถามทำความสะอาดทุกครั้งหลังการใช้งาน รายละเอียดดังตารางที่ 4.7 – 4.10

ตารางที่ 4.7 ประเภทการใช้งาน

ลำดับ	การใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
1	ตัดหญ้าในแปลงพืชผลทางการเกษตรของตนเอง	112	66.3
2	ตัดหญ้าตามแปลงที่รับจ้าง	29	17.2
3	ตัดหญ้าในสวนภายในหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบ	21	12.4
4	ตัดหญ้าริมถนนสาธารณะที่รับผิดชอบ	3	1.8
5	ตัดหญ้าตามสวนในองค์กรเอกชนที่รับผิดชอบ	2	1.2
6	อื่นๆ	2	1.2

ตารางที่ 4.8 ความถี่ในการตัดหญ้า

ลำดับ	ความถี่ในการตัดหญ้า	จำนวน	ร้อยละ
1	2-3 เดือน/ครั้ง	69	40.8
2	3-6 เดือน/ครั้ง	45	26.6
3	1-4 สัปดาห์/ครั้ง	39	23.1
4	มากกว่า 6 เดือน/ครั้ง	16	9.5

ตารางที่ 4.9 การลับคม

ลำดับ	การลับคมใบมีดตัดหญ้า	จำนวน	ร้อยละ
1	ทุกครั้ง	69	40.8
2	2-3 เดือน/ครั้ง	38	22.5
3	3-6 เดือน/ครั้ง	32	18.9
4	1-4 สัปดาห์/ครั้ง	20	11.8
5	มากกว่า 6 เดือน/ครั้ง	8	4.7
6	อื่นๆ	2	1.2

ตารางที่ 4.10 การดูแลรักษา

ลำดับ	การดูแลรักษาใบมีดตัดหญ้า	จำนวน	ร้อยละ
1	เช็ดทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งาน	89	52.7
2	เช็ดบางครั้ง	66	39.1
3	ไม่เคยเช็ดเลย	14	8.3

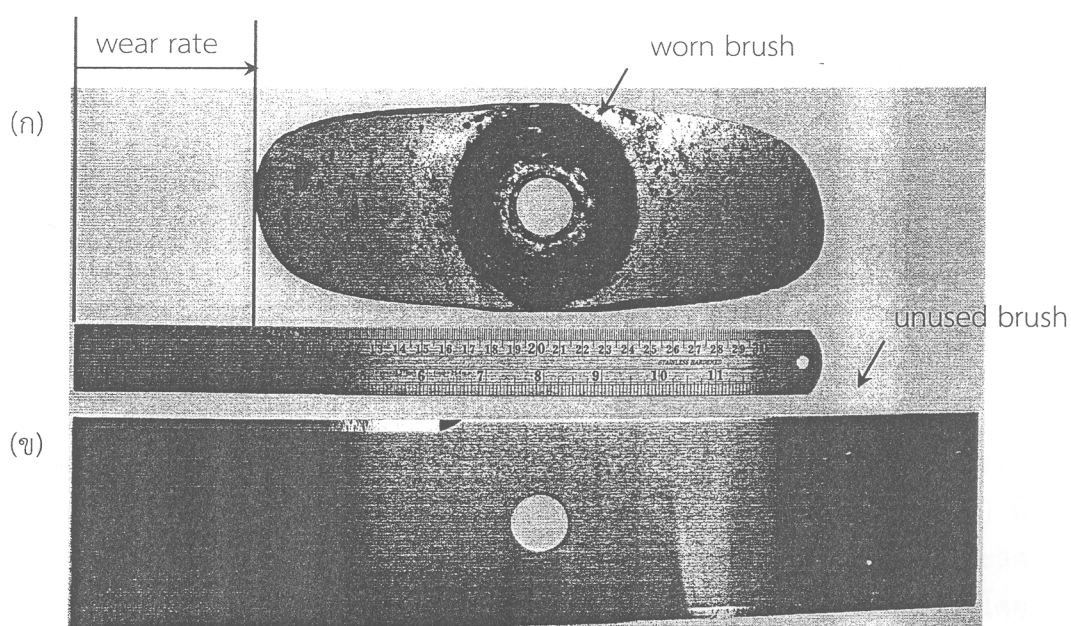
ผู้ตอบแบบสอบถาม 37.9% ใช้งานอยู่ในช่วง 6 – 12 เดือน ในขณะที่ 29.4% ใช้งานช่วง 4 – 6 เดือน และเลิกใช้งานเมื่อคมเป็นรอยหรือแตกหักจากการโดนกระแทก 33.1% ในขณะที่หากไม่เกิดการแตกหักหรือเป็นรอยของคม เกษตรกรอีก 30.8% เลิกใช้งานเมื่อใบตัดสึกหรอในช่วง 1 – 2 นิ้วจากขอบ รายละเอียด ดังตารางที่ 4.11 – 4.12

ตารางที่ 4.11 อายุการใช้งาน

ลำดับ	อายุการใช้งานของใบมีดตัดหญ้า	จำนวน	ร้อยละ
1	6-12 เดือน	64	37.9
2	4-6 เดือน	50	29.6
3	มากกว่า 12 เดือน	34	20.1
4	1-3 เดือน	19	11.2
5	อื่นๆ	2	1.2

ตารางที่ 4.12 การเลิกใช้

ลำดับ	ระยะการสึกหรอระยะจากขอบแนวนอน	จำนวน	ร้อยละ
1	เกิดการแตกหักของคมจากการโดนกระแทก	56	33.1
2	ประมาณ 1-2 นิ้ว	52	30.8
3	ประมาณ 1 นิ้ว	29	17.2
4	ประมาณ 2-3 นิ้ว	28	16.6
5	อื่นๆ	4	2.4



รูปที่ 4.1 การสึกหรอของใบตัดหญ้าขนาด 16" เมื่อเลิกใช้งาน (ก) และใบตัดใหม่ขนาด 16" (ข) ที่มา : เจริญศักดิ์ ชูชีพ และคณะ (2559)

จากผลจากการสำรวจพฤติกรรมการเลือกซื้อแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านความทนทานและอายุการใช้งานเป็นลำดับที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพลอยสุดา (2555) ที่พบว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ในส่วนของ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ในภาพรวมมีผลต่อพฤติกรรมการซื้อวัสดุการเกษตรของเกษตรกรในอำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี กล่าวคือเกษตรกรมักจะเลือกซื้อวัสดุการเกษตรที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มผลผลิต

ทั้งนี้คุณสมบัติที่สำคัญที่ส่งผลต่อความทนทานการด้านการสึกหรอหรืออายุการใช้งานของใบมีดตัดหญ้า คือสมบัติความแข็งและความต้านทานการสึกหรอ โดย Lau *et al.* (2000) สรุปว่า สำหรับใบมีดที่มีคมตัดบาง (thin edge cutting blade) จะมีการสึกหรอแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ (1)

ช่วงแรกอัตราการสึกหรอเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตาม และ (2) ช่วงต่อมาอัตราการสึกหรอค่อยๆ ลดลง อันเป็นผลจากมุมคาย (rake angle) หรือคมตัดที่จากรัศมีที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามลักษณะของใบมีดตัดหญ้าเป็นลักษณะของขอบคมตัดที่มีลักษณะบาง พฤติกรรมการสึกหรอของชิ้นงานเป็นกลไก ร่วมกับการล่า นอกจากนี้สมบัติความแข็งชิ้นงานยังขึ้นอยู่กับชนิดของเหล็กที่ใช้ จากการสุ่มซื้อใบตัดหญ้าตัวอย่างจากร้านจำหน่ายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าโดยส่วนใหญ่มีการระบุเหล็กที่ใช้ในการทำ ใบตัดที่มาจากต่างประเทศ เช่น เยอรมันนี สวีเดน และอังกฤษ บางตราสินค้าระบุว่าผลิตใน ต่างประเทศ เช่น อังกฤษ ญี่ปุ่น และสวีเดน เป็นต้น เมื่อสอบถามร้านจำหน่ายถึงตราสินค้า ก ที่รับ ความนิยมสูง บางร้านจำหน่ายให้ข้อมูลถึงการยุติการจำหน่ายอันเป็นผลมาจากสินค้าเลียนแบบซึ่งมี ความเสี่ยงต่อผู้ใช้งานที่ตัดหญ้าด้วยความเร็วรอบ และทางร้านไม่มีเกณฑ์ที่ชัดเจนในการแยกแยะ ระหว่างสินค้าแท้กับตราสินค้าเลียนแบบ

สำหรับการคัดเลือกยี่ห้อใบตัดเพื่อเข้าจำหน่ายในร้านค้า ร้านค้าโดยส่วนใหญ่เห็นสอดคล้อง กันในการคัดเลือกสินค้าที่มีคุณภาพเพื่อป้องกันอันตรายขณะใช้งาน แต่ละร้านค้ามีกระบวนการใน การคัดเลือกแตกต่างกัน เช่น การทดลองใช้งานในแปลงเกษตรของทางร้านเอง การติดต่อกับบริษัทผู้ จัดจำหน่ายโดยตรง เป็นต้น โดยใบตัดหญ้าเป็นสินค้าที่เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้งานที่มีความเร็วรอบใน การใช้งานสูงสุดถึง 6,500 - 8,000 รอบต่อนาที (Makita Corporation, 2015; Kwon *et al.*, 2014) ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐควรกำหนดเกณฑ์ด้านมาตรฐานสินค้าหรือให้การรับรองความปลอดภัย สินค้าใบตัดหญ้า ดังเช่นประเทศเกาหลี ที่มีการรับรอง Korean Safety Certificate (Kwon *et al.*, 2014) เพื่อให้เกษตรกรสามารถเลือกสินค้าที่มีคุณภาพและความปลอดภัยในการใช้งาน

จากข้อมูลผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานพบว่าอายุการใช้งานใบมีดตัดหญ้าอยู่ในช่วง 4 - 6 เดือน และ 6 - 12 เดือน เท่ากันที่ 33.7% และส่วนใหญ่ตัดหญ้า 2 - 3 เดือนต่อครั้ง (40.8%) ที่ พื้นที่การตัด 1 - 5 ไร่ต่อครั้ง (29.6%) ดังนั้นหากต้องการยืดอายุการใช้งานของใบมีดตัดหญ้าและลด อัตราการสึกหรอลง ปัจจัยเบื้องต้นแรกสุดที่ควรพิจารณาคือการเลือกใช้วัสดุ (อนันต์, 2549) โดย เลือกชนิดเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดให้เหมาะสม ซึ่งโดยส่วนใหญ่ความแข็งของเหล็กกล้าก่อนการ ปรับปรุงสมบัติทางความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอน ซึ่งเหล็กกล้าคาร์บอนสูงเป็นเหล็กกล้าที่มี ปริมาณคาร์บอน 0.5 - 0.7 เป็นเหล็กกล้าที่นิยมนำมาใช้งานเนื่องจากราคาไม่สูง นอกจากนี้ยังง่ายต่อ การปรับปรุงสมบัติด้านความแข็งด้วยกระบวนการทางความร้อน นอกจากปริมาณคาร์บอนที่มีผล สำคัญต่อการเพิ่มสมบัติความแข็งก็ยังมีธาตุเจือตัวที่สำคัญที่มีผลต่อการปรับปรุงสมบัติ เช่น เพิ่ม สมบัติการต้านการสึกหรอให้กับเหล็กกล้า (มนัส, 2543) สำหรับกระบวนการทางความร้อนเมื่อ พิจารณาจากลักษณะใบตัดที่ต้องการทั้งความเหนียวและความต้านทานการสึกหรอ การปรับปรุง สมบัติเฉพาะที่ผิวเป็นกระบวนการที่เหมาะสม เช่น การชุบแข็งผิวโดยเฉพาะพื้นที่ใช้งานจากขอบนอก เข้าไปโดยประมาณ 3 นิ้ว รายละเอียดดังรูปที่ 4.1 (ก) ให้มีความแข็งผิวประมาณ 52 HRC และความ แข็งส่วนกลางชิ้นงานประมาณ 20 HRC (Lau *et al.*, 2015) ส่วนตำแหน่งบริเวณตรงกลางชิ้นงานที่มี รัศมีเพลาคือเครื่องตัดหญ้าขนาด 1 นิ้ว ควรมีสมบัติแบบเหนียวที่ระยะรัศมีโดยประมาณ 1.5 นิ้ว จากจุด ศูนย์กลาง ดังรูปที่ 4.1 (ข) สมบัติด้านความเหนียวเพื่อจะต้องจับยึดกับเพลากลางของเครื่องตัดหญ้า

ส่วนการดูแลรักษาเกษตรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการดูแลรักษาใบมีดตัดหญ้า โดยเช็คทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 50.5 รวมถึงการลับทุกครั้งที่ใช้งานเป็นส่วนใหญ่ (52.7%) สำหรับอายุการใช้งานต่อครั้งผู้ผลิตเครื่องบางรายได้ระบุจำนวนชั่วโมงการใช้งาน 3 ชั่วโมงต่อการลับ 1 ครั้ง (Makita Corporation, 2015)

เกษตรกรที่เลิกใช้ใบตัดเมื่อมีการสึกหรอลดลงอยู่ในช่วงระยะ 1-2 นิ้ว (30.8) ส่งผลให้พื้นที่การตัดต่อรอบลดลง จากใบมีดตัดหญ้าก่อนการใช้งานมีขนาดความยาว 16 นิ้ว สามารถตัดหญ้าได้พื้นที่ประมาณ 201 ตารางนิ้ว เมื่อสึกหรอลง 1 นิ้วจะลดพื้นที่การตัดต่อรอบลงเหลือ 154 ตารางนิ้ว (23.4%) และในกรณีที่เลิกใช้ใบตัดหญ้าสึกหรอ 2 นิ้ว จะลดพื้นที่การตัดลงเหลือ 113 ตารางนิ้ว (43.8%) ซึ่งส่งผลให้ต้องใช้จำนวนรอบในการตัดมากขึ้นเมื่อเทียบกับตอนเริ่มใช้อันเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ความหนาของใบตัดหญ้าส่วนที่เหลือเกิดการเสียดสีกับหญ้าในขณะที่ตัดมีความหนาลดลง อันส่งผลให้ใบตัดบางลงกว่าตอนเริ่มต้นใช้ ดังนั้นมีอัตราการสูญเสียคมเร็วขึ้น (Lau *et. al*, 2000) มีความเสี่ยงต่อการบิน และการแตกหักได้ง่ายขึ้นเมื่อเทียบกับความหนาทอนเริ่มแรก

ทั้งนี้จากพฤติกรรมการเลิกใช้ที่เกิดจากปัจจัยการแตกหักของคมถึงแม้ว่าจะมีสัดส่วนสูงสุด (33.1%) แต่ปัจจัยนี้เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ขึ้นกับพฤติกรรมผู้ตัด และลักษณะพื้นที่แปลงเกษตรกรรมที่มีเศษต่างๆ วัสดุที่ทำให้ใบมีดตัดหญ้าแตกหักหากคมมีดตัดกระทบวัสดุดังกล่าว อย่างเช่น หิน โลหะ และแก้ว เป็นต้น อยู่ในพื้นที่ยังกล่าวหรือไม่ สำหรับข้อเสนอแนะของผู้ผลิตเครื่องตัดหญ้าโดยส่วนใหญ่ระบุให้เลิกใช้ใบตัดเมื่อเกิดรอยแตก บิด งอ (Makita Corporation, 2015) ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลิกใช้ตามอายุการใช้ใช้งานจริงๆ ที่สามารถควบคุมได้น่าจะเป็นปัจจัยจากการสึกหรอของใบมีด

4.2 ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุปแข็งเบื้องต้นในเตา

ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับใบมีดตัดหญ้าโดยการศึกษาจากตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าใหม่ที่ซื้อจากร้านจำหน่ายมาดำเนินการจำแนกประเภท (ข้อที่ 4.2.1 ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้า) การวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของตัวอย่างใบมีดตัดหญ้า (ข้อที่ 4.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีใบมีดตัดหญ้า) การวัดค่าความแข็งของใบมีดตัดหญ้า (ข้อที่ 4.2.3 ผลการวัดค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้า) การทดสอบการสึกหรอ (ข้อที่ 4.2.4 ผลการวัดค่าการสึกหรอ) การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค (ข้อที่ 4.2.5 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค) และการชุปแข็งเบื้องต้นในเตา (ข้อที่ 4.2.6 ผลศึกษาการชุปแข็งเบื้องต้นในเตา) รายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้า

ผลจากการศึกษาใบมีดตัดหญ้าที่มีอยู่ตามร้านจำหน่ายต่างๆ สุ่มซื้อใบมีดตัดหญ้าจากร้านค้าเกษตรภัณฑ์ ฮาร์ดแวร์ และวัสดุก่อสร้าง ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี และซื้อตัวอย่างจำนวน 20 ร้านค้า มาประกอบกับข้อมูลการโฆษณาจำหน่ายใบมีดตัดหญ้าทางอินเทอร์เน็ตของ Website ของผู้จำหน่ายใบ

ตัดหญ้า บริษัท ตะวันทองไทย จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด กิมเซ่งพาณิชย์ และร้านสยามวัสดุก่อสร้าง ทำให้สามารถสรุปข้อมูลใบตัดหญ้าได้ ดังนี้

4.2.1.1 ผลจากการสำรวจใบตัดหญ้าที่ซื้อ

จากการเลือกซื้อตัวอย่างใบตัดหญ้าจาก 20 ร้านค้า สามารถแบ่งออกเป็นตราสินค้าทั้งหมด 35 ตราสินค้า ซึ่งมีอยู่ 3 ตราสินค้ามีรายละเอียดแตกต่างกันของแต่ละรุ่นที่แต่นับเป็นตราสินค้าเดียวกัน โดยการศึกษาจากรายละเอียดที่ระบุที่ซอง (บรรจุภัณฑ์) หรือตัวใบตัด ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า วิธีการระบุรายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของแต่ละตราสินค้าแตกต่างกันออกไป ทั้งการระบุชื่อผู้ผลิต หรือผู้จัดจำหน่าย วัสดุที่ใช้ทำ และแหล่งกำเนิดสินค้า ดังนั้นในรายงานฉบับนี้จึงใช้เกณฑ์การจำแนกประเภทอันประกอบด้วย แหล่งผลิต ชนิดบริษัทผู้ผลิต แหล่งผลิตของเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบตัด รายละเอียดดังนี้

(1) แหล่งที่ผลิต สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

- ใบตัดนำเข้า (Imported Blade) หมายถึง ใบตัดหญ้าที่มีการระบุว่าเป็นผลิตในประเทศอะไรที่ซองบรรจุหรือตัวใบตัด
- ใบตัดผู้ผลิตในประเทศ (Local Manufacturer Blade) หมายถึง ใบตัดหญ้าที่มีการระบุชัดเจน หรือสันนิษฐานจากการใช้คำที่ซองบรรจุหรือตัวใบตัดว่าผลิตในประเทศไทย หรือข้อมูลบริษัทตั้งในประเทศ
- ใบตัดที่ไม่ระบุแหล่งผลิต (Unidentified Blade) หมายถึง ใบตัดที่ไม่ระบุชัดเจนว่าผลิตในประเทศอาจจะใช้ภาษาต่างประเทศ เช่น ภาษาญี่ปุ่น หรือ ภาษาอังกฤษ เป็นตัวกำกับ และมีภาษาไทยประกอบจนไม่สามารถสันนิษฐานได้ว่าผลิต ณ ที่ใด
 - กลุ่มย่อยรายละเอียดเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด เช่น Brush Cutter Blade
 - กลุ่มย่อยที่มีรายละเอียดเป็นภาษาอังกฤษและญี่ปุ่น เช่น Sunshine
 - กลุ่มย่อยที่มีรายละเอียดภาษาอังกฤษ – ภาษาญี่ปุ่น – ภาษาไทย เช่น Allway

(2) ชนิดบริษัทผู้ผลิต สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

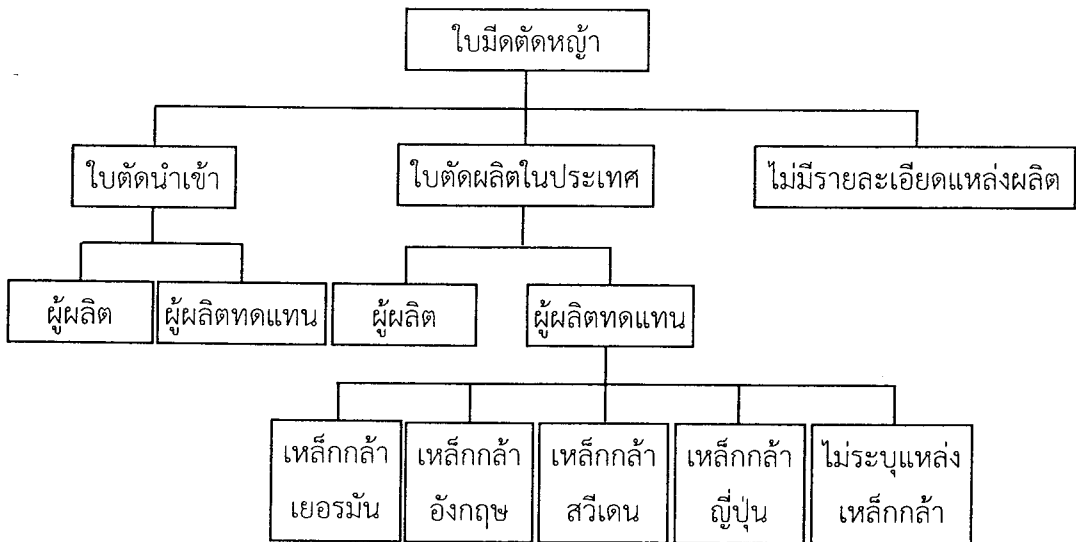
- กลุ่มผู้ผลิตเครื่องตัดหญ้า (Original Equipment Machine) หมายถึง กลุ่มใบตัดหญ้าที่เป็นยี่ห้อเดียวกับเครื่องตัดหญ้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น Husqvarna และ Asgatech เป็นต้น
- กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนทดแทน (Replacement Equipment Machine) หมายถึง กลุ่มใบตัดหญ้าที่ไม่ได้ผลิตเครื่องตัดหญ้า เช่น ตรามงกุฏ ที่ผลิตโดยบริษัท สยามทิมเบอร์ จำกัด

(3) แหล่งของผู้ผลิตเหล็กกล้าที่ใช้เป็นวัสดุทำใบตัด สามารถแบ่งตามประเทศต่างๆ ได้ดังนี้

- ประเทศเยอรมัน หมายถึง กลุ่มใบตัดหญ้าที่มีการระบุตามที่ตั้งหรือใบตัดหญ้า เช่น “มาตรฐานเยอรมัน” “DIN M85” “เยอรมัน” “สี่งชาติเยอรมัน” เป็นต้น

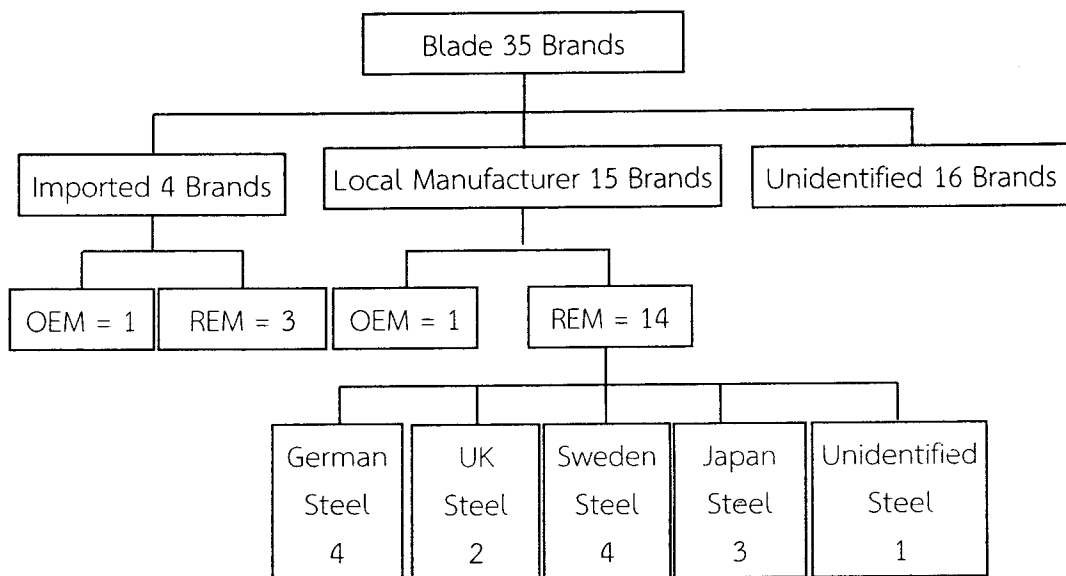
- ประเทศสวีเดน หมายถึง กลุ่มใบตัดหญ้าที่มีการระบุบริเวณซองหรือใบตัดหญ้า เช่น “สวีเดน” เป็นต้น
- ประเทศอังกฤษ หมายถึง กลุ่มใบตัดหญ้าที่มีการระบุบนซองหรือใบตัดหญ้า เช่น “อังกฤษ” “England” “UK” เป็นต้น
- ประเทศญี่ปุ่น หมายถึง กลุ่มใบตัดหญ้าที่มีการระบุบนซองหรือใบตัดหญ้าด้วยคำที่เกี่ยวข้องกับประเทศญี่ปุ่น เช่น “Japan” เป็นต้น

ดังนั้นสามารถจำแนกใบตัดหญ้าออกเป็นประเภทต่างๆ สามารถสรุปได้ดังรูป ดังรูปที่ 4.2



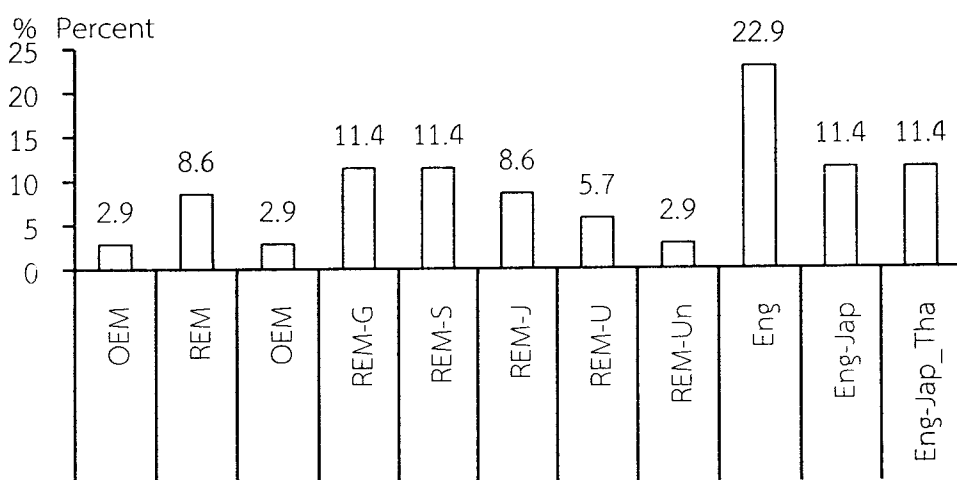
รูปที่ 4.2 การจำแนกประเภทใบมีดตัดหญ้า

ผลจากการศึกษาทั้งหมด 35 ตราสินค้าสามารถจำแนกประเภทตามเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้น โดยสามารถระบุจำนวนของ ประเภท กลุ่ม และแหล่งผลิตเฮลิกซ์ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 จำนวนตามการจำแนกประเภท

สำหรับปริมาณของใบตัดหญ้าแต่ละประเภทเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่าจำนวน 45.7% เป็นสินค้าที่ไม่ได้ระบุแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน ซึ่งมีจำนวน 22.9% ที่ระบุเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดเมื่อเทียบกับกลุ่มผู้ใช้งานใบตัดหญ้าซึ่งเป็นเกษตรกร ส่วนประเภทใบตัดหญ้าที่มีปริมาณรองลงมาเป็นประเภทผลิตในประเทศ 42.9% โดยในประเภทนี้กลุ่มที่ระบุข้อความหรือสัญลักษณ์ที่สื่อแหล่งผลิตเหล็กกล้าเยอรมันและสวีเดนเท่ากันที่ 11.4% รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 รายละเอียดเชิงปริมาณของการจำแนกประเภทและกลุ่มใบตัดหญ้า

ประเภทใบตัดนำเข้า เช่น Husqvarna ระบุแหล่งผลิต Made in Norway เป็นกลุ่ม OEM ส่วนกลุ่ม REM ของใบตัดนำเข้า เช่น Kinkiji และ Double Elephant ระบุแหล่งผลิต Made in Japan

สำหรับประเภทใบตัดผลิตในประเทศ กลุ่ม OEM เช่น Asgatech แต่ระบุแหล่งผลิต Made in China และกลุ่ม REM เป็นกลุ่มที่มีจำนวนตราสินค้าจำนวนมากกว่า เช่น Aranic Aranig Crown Brush Cutter Man Eye Grass Sakuraya Karate Pegasus Eagle Bar และ ภูเขาอมตะ โดยใบตัดในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีการระบุชื่อถึงการใช้เหล็กกล้าจากต่างประเทศดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

- เยอรมัน เช่น ตราสินค้า Aranic
- สวีเดน เช่น ตราสินค้ามังกู
- อังกฤษ เช่น ตราสินค้า Pegasus
- ญี่ปุ่น เช่น ตราสินค้า Karate
- ไม่ได้ระบุแหล่งที่มาของเหล็กที่ใช้ทำใบตัด เช่น Amata Mountain

ผลการสำรวจร้านค้าพบว่าความหนาของใบตัดหญ้าที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่หนา 1.6 1.8 และ 2.0 มิลลิเมตร แต่มีบางร้านค้ามีใบตัดความหนา 1.2 1.5 และ 1.9 มิลลิเมตร ส่วนขนาดความยาวใบตัดพบว่าในร้านค้าส่วนใหญ่จำหน่าย 14 16 และ 18 นิ้ว แต่จากการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมในอินเทอร์เน็ตมีระบุความยาวใบตัดหญ้าที่จำหน่ายตั้งแต่ 10 – 20 นิ้ว (บริษัท ตะวันทองไทย จำกัด, 2559)

จากรายละเอียดที่เห็นของใบตัดหญ้าจะพบรายละเอียดตราสินค้าทำสติ๊กเกอร์ระบุข้อมูลแตกต่างกันสำหรับใบตัดแต่ละรุ่น และบางตราสินค้ามีการออกชื่อรุ่นที่แตกต่างกัน บางตราสินค้าที่มีการจำหน่ายในร้านค้าสมัยใหม่จะระบุรายละเอียดมากกว่าที่จำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป ส่วนประเภทตราสินค้าใบตัดที่ผลิตในประเทศมีเพียงตราสินค้ามังกู ของบริษัท สยามทิมเบอร์แลนด์ จำกัด ที่ระบุเป็นภาษาไทยของบริษัทผู้ผลิตสินค้าอย่างชัดเจน รวมทั้งการระบุชื่อผู้ผลิต Mitarun Industries Limited เป็นภาษาอังกฤษของตราสินค้า Aranic ส่วนสินค้าที่มาจากต่างประเทศ Husqvarna และ Double Elephants ระบุบริษัทผู้ผลิตชัดเจน ส่วนตราสินค้า Kinkiji สามารถสืบค้นพบชื่อบริษัทผู้ผลิต

ผลจากการศึกษารายละเอียดของใบตัดจากร้านจำหน่ายจะเห็นได้ว่ารายละเอียดของใบตัดหญ้าที่จำหน่ายโดยส่วนใหญ่รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ผลิต แหล่งผลิต และแหล่งกำเนิดวัสดุที่ใช้ทำ อาจจะไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจของผู้ซื้อซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่มีความสามารถในการศึกษารายละเอียดต่างๆ จากภาษาต่างประเทศ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม การระบุรายละเอียดของสินค้าตามหลักกฎหมายพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 มาตรา 4 (1) ที่กำหนดว่า ผู้บริโภคต้องมี “สิทธิที่จะได้รับข่าวสารรวมทั้งคำพรรณนาคุณภาพที่ถูกต้องและเพียงพอเกี่ยวกับสินค้าและบริการ” ควรเร่งรีบดำเนินการเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมในด้านข้อมูลอย่างเพียงพอ

นอกจากนี้เหตุผลที่ควรจะมีการควบคุมสินค้าใบตัดหญ้าเนื่องจากใบตัดหญ้าที่มีการใช้งานที่ความเร็วรอบสูงถึง 6,500 รอบต่อนาที (Makita Corporation, 2015) อันอาจจะความเสี่ยงที่ไม่ปลอดภัยต่อการใช้งาน ดังนั้นในเบื้องต้นหน่วยงานผู้รับผิดชอบควบคุมหรือบังคับใช้เรื่องเครื่องหมายและฉลากตราสินค้าให้มีข้อมูลอย่างเพียงพอ และในอนาคตหน่วยงานผู้รับผิดชอบควรกำหนดมาตรฐานสินค้าใบตัดหญ้า หรืออย่างน้อยที่สุดก็ควรกำหนดมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย ดังเช่นของประเทศเกาหลี ที่มีการรับรอง Korean Safety Certificate (Kwon et. al., 2014) ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีใบตัดหญ้า

ได้นำเหล็กกล้าใบตัดหญ้ายี่ห้อต่างๆ มาวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีจำนวน 10 ตัวอย่างได้ผลการวิเคราะห์ ตามประเภทและกลุ่มดังนี้

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี

ประเภท	กลุ่ม	จำนวนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง	ตราสินค้าเทียบตามตาราง 4.5
ใบตัดนำเข้า (IB)	OEM	-	-	-
	REM	-	-	-
ใบตัดผลิตใน ประเทศ (LMB)	OEM	-	-	-
	REM-G	4	ก-1	ก
			ก-2	ก
			ฐ-1	ฐ
			ฐ-2	ฐ
	REM-S	2	ค-1	ค
			ค-2	ค
	REM-J	-	-	-
REM-U	3	ง	ง	
		จ-1	จ	
		จ-2	จ	
REM-Un	-	-	-	
ไม่สามารถระบุ แหล่งผลิตใบตัด (UB)	Eng	-	-	-
	Eng-Jap	1	ฐ-3	ฐ
	Eng-Jap-Tha	-	-	-

ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของตัวอย่างไปตัดหญ้าจำนวน 10 ตัวอย่าง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.14 โดยส่วนใหญ่จัดเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนเนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนสูงกว่า 0.5% (ASM Handbook Vol.1, 1997) ยกเว้นสินค้า รหัส-3 ซึ่งเป็นสินค้าไม่ระบุแหล่งผลิต (UB) โดยที่ช่องและไปตัดประกอบด้วยภาษาอังกฤษและญี่ปุ่น (Eng-Jap) จัดเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

ตารางที่ 4.14 ส่วนผสมทางเคมี

ตัวอย่าง	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	V	Ti	Co
ก-1	0.6504	0.9679	0.0207	0.0058	0.2553	0.0517	0.0154	0.0492	0.0051	0.0115	0.0036	0.0034	0.0079
ก-2	0.6532	0.9527	0.0109	0.0027	0.2263	0.1084	0.0549	0.0978	0.012	0.0023	0.0032	0.0022	0.0084
ค-1	0.7232	0.6867	0.0163	0.0069	0.2024	0.0090	0.0083	0.1757	0.0022	0.0090	<0.0003	0.0012	0.000
ค-2	0.6181	0.9261	0.0184	0.0054	0.2157	0.0263	0.0103	0.0608	0.0027	0.0133	0.0023	0.0036	0.0057
ง	0.7271	0.7157	0.0134	-	0.2199	0.1904	0.1140	0.1693	0.0342	0.0447	-	-	0.0100
จ-1	0.7506	0.6479	0.022	0.0126	0.251	0.0065	0.0104	0.0543	0.0006	0.0353	<0.0003	0.0017	-
จ-2	0.7256	0.7368	0.0126	0.0004	0.0619	0.0201	0.0399	0.2962	0.0096	0.0077	0.0021	0.0025	0.0038
ฐ-1	0.8089	0.6433	0.0116	0.0067	0.2064	0.0025	0.077	0.0543	-	0.0319	0.0012	0.0018	0.0019
ฐ-2	0.7008	0.6971	0.0110	0.0060	0.1981	0.0079	0.0196	0.1800	0.0030	0.0496	0.0026	0.0031	0.0052
ฐ-3	0.4878	0.5786	0.0236	0.0195	0.2050	0.0355	0.0035	0.1085	0.0035	0.0039	0.0005	0.0011	-

ผลจากการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีพบว่า มีธาตุเจือหลักประกอบด้วยคาร์บอน (C) ซิลิกอน (Si) และแมงกานีส (Mn) โดยมีปริมาณธาตุเจืออื่นๆ ในปริมาณน้อย สอดคล้องกับเกรดเหล็กกล้าคาร์บอนตามมาตรฐาน ASTM A682 ที่กำหนดเฉพาะธาตุเจือหลัก คือ คาร์บอน ซิลิกอน แมงกานีส และกำหนดปริมาณสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับ ฟอสฟอรัส และกำมะถัน รายละเอียดดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ปริมาณธาตุเจือของเหล็กกล้าคาร์บอนเกรดต่างๆ ตามมาตรฐาน ASTM A682

เกรดเหล็กกล้า	C	Mn	P (max)	S (max)	Si
1050	0.48 to 0.55	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1055	0.50 to 0.60	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1060	0.55 to 0.65	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1064	0.60 to 0.70	0.50 to 0.80	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1065	0.60 to 0.70	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1070	0.65 to 0.75	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1074	0.70 to 0.80	0.50 to 0.80	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1080	0.75 to 0.88	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1085	0.80 to 0.93	0.70 to 0.10	0.035	0.040	0.15 to 0.30
1086	0.80 to 0.93	0.30 to 0.50	0.035	0.040	0.15 to 0.30

นอกจากนี้มาตรฐาน ASTM A682 ยังกำหนดปริมาณที่ต้องรายงานของธาตุต่างๆ เช่น อลูมิเนียม วานาเดียม คออลัมเบียม ไททาเนียม และกำหนดปริมาณธาตุ ทองแดง นิกเกิล โครเมียม และ โมลิบดีนัม ไม่ให้เกินเกณฑ์ที่กำหนด โดยปริมาณ 4 ธาตุดังกล่าวรวมแล้วไม่เกิน 0.8% รายละเอียดดัง ตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ปริมาณธาตุเจือที่กำหนดเพิ่มเติมตามมาตรฐาน ASTM A682

ธาตุเติม	ปริมาณส่วนผสม (% โดยน้ำหนัก)
Al	ไม่กำหนดแต่ให้รายงานผลการวิเคราะห์
Cu	≤ 0.30
Ni	≤ 0.30
Cr	≤ 0.25
Mo	≤ 0.10
V	ไม่กำหนดแต่ให้รายงานผลการวิเคราะห์
Co	ไม่กำหนดแต่ให้รายงานผลการวิเคราะห์
Ti	ไม่กำหนดแต่ให้รายงานผลการวิเคราะห์

จากปริมาณธาตุเติมหลัก คาร์บอน แมงกานีส ซิลิกอน ตามตารางที่ 4.15 และปริมาณธาตุเติมอื่นๆ ทองแดง นิกเกิล โครเมียม และโมลิบดีนัม ตามตารางที่ 4.16 พบว่าประเภท Local Manufacturer Blade กลุ่ม REM เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนสูง สามารถเทียบเกรดกล้าได้ตามมาตรฐาน ASTM A682 แต่บางตัวอย่างที่มีปริมาณ Mn ออกนอกเกินเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อย เช่น ก1 (0.9679) ก-2 (0.9527) และ ค-2 (0.9261) ปริมาณ Mn เกินเกณฑ์ที่กำหนดของช่วงค่า 0.60 – 0.90 แต่มีข้อน่าสังเกตที่ตราสินค้า ค-1 และ ค-2 มีความแตกต่างกัน อันอาจเกิดจากชื่อตัวอย่างคนละร้านจำหน่ายหรือบริษัทผู้ผลิตเปลี่ยนแปลงเกรดเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบตัดเนื่องจากชื่อจากระยะเวลาต่างกัน หรือเกิดจากสินค้าเลียนแบบ แต่เป็นที่น่าสังเกตตัวอย่าง รฐ-3 ซึ่งเป็นตัวอย่างประเภทไม่สามารถระบุแหล่งผลิตอย่างชัดเจน กลุ่มย่อยที่มีการระบุเป็นภาษาอังกฤษและญี่ปุ่นมีปริมาณคาร์บอน (0.4878) เทียบเกรดตามมาตรฐาน ASTM A682 เกรด 1050 ส่วนใบตัดหญ้าที่ผลิตในประเทศสามารถเทียบเกรด 1065 1070 และ 1080 รายละเอียดดังในตารางที่ 4.17 – 4.22

ตารางที่ 4.17 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ก-1 และ ก-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
ก-1	0.6504	0.9679	0.0207	0.0058	0.2553	0.0517	0.0154	0.0492	0.0051	0.1163
ก-2	0.6532	0.9527	0.0109	0.0027	0.2263	0.1084	0.0549	0.0978	0.012	0.2731
1065	0.60 to 0.70	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ตารางที่ 4.18 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ค-1 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
ค-1	0.7232	0.6867	0.0163	0.0069	0.2024	0.0090	0.0083	0.1757	0.0022	0.5079
1070	0.65 to 0.75	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%
1074	0.70 to 0.80	0.50 to 0.80	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ตารางที่ 4.19 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ค-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
ค-2	0.6181	0.9261	0.0184	0.0054	0.2157	0.0263	0.0103	0.0608	0.0027	0.1001
1065	0.60 to 0.70	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ตารางที่ 4.20 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง ง ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
ง	0.7271	0.7157	0.0134	-	0.2199	0.1904	0.1140	0.1693	0.0342	0.5079
1070	0.65 to 0.75	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%
1074	0.70 to 0.80	0.50 to 0.80	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ตารางที่ 4.21 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง จ-1 และ จ-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
จ-1	0.7506	0.6479	0.022	0.0126	0.251	0.0065	0.0104	0.0543	0.0006	0.0718
จ-2	0.7256	0.7368	0.0126	0.0004	0.0619	0.0201	0.0399	0.2962	0.0096	0.3658
1070	0.65 to 0.75	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%
1074	0.70 to 0.80	0.50 to 0.80	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ตารางที่ 4.22 การเทียบเกรดเหล็กกล้า รฐ-1 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
รฐ-1	0.8089	0.6433	0.0116	0.0067	0.2064	0.0025	0.077	0.0543	-	0.1338
1080	0.75 to 0.88	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ตารางที่ 4.23 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง รฐ-2 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo
รฐ-2	0.7008	0.6971	0.0110	0.0060	0.1981	0.0079	0.0196	0.1800	0.0030
1074	0.70 to 0.80	0.50 to 0.80	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10

ตารางที่ 4.24 การเทียบเกรดเหล็กกล้าตัวอย่าง รฐ-3 ตามมาตรฐาน ASTM A682

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Cu+Ni+Cr+Mo
รฐ-3	0.4878	0.5786	0.0236	0.0195	0.2050	0.0355	0.0035	0.1085	0.0035	0.151
1050	0.48 to 0.55	0.60 to 0.90	0.035	0.040	0.15 to 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.25	≤ 0.10	<0.80%

ผลจากการเทียบเหล็กกล้าตามเกณฑ์มาตรฐานของ ASTM A682 เทียบได้กับเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ซึ่งแตกต่างจากส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง โดยบางตราสินค้ามีระบุถึงบริษัทผู้ที่เป็นผลิตเหล็กกล้าไว้ที่ของบรรจุในประเทศอังกฤษอย่างชัด แต่มียังมีความไม่

ชัดเจนของหลายตราสินค้าที่มีการระบุถึงข้อความประเทศต่างๆ ว่าเหล็กกล้าเป็นไปตามมาตรฐานต่างประเทศเหล่านั้นหรือบริษัทที่ตั้งอยู่ในประเทศเหล่านั้นเป็นผู้ส่งมอบเหล็กที่ใช้ทำใบตัด

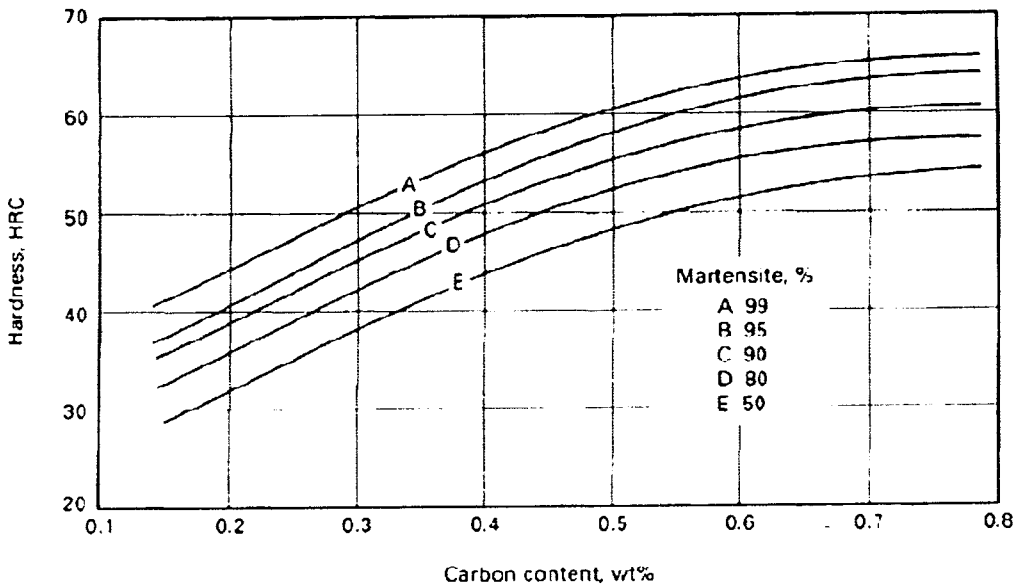
4.2.3 ผลการวัดค่าความแข็งใบตัดหญ้าใหม่

จากใบตัดหญ้าที่ซื้อมานำใบตัดใหม่มาวัดค่าความแข็งของโดยเลือกจากประเภทผู้ผลิตในประเทศ กลุ่มผลิตทดแทน และเหล็กกล้าจากประเทศต่างๆ รายละเอียดตัวอย่าง และค่าความแข็งใบตัดใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าใหม่

ตัวอย่าง	ประเภท/ กลุ่ม/ เหล็กกล้า	ค่าความแข็งที่วัดได้ (HRC)	ASTM A682	Matweb.com	
				Type	ความแข็ง (HRC)
ก-2	LMB/REM-G	50.2±0.6	1065	1065 Steel, hot rolled, 19-32 mm round	15
ค-2	LMB/REM-S	49.8±0.4	1065	1065 Steel, hot rolled, 19-32 mm round	15
จ-2	LMB/REM-U	44.1±0.2	1070	AISI 1070 Hot rolled	16
ฐ-1	LMB/REM-G	44.4±0.9	1080	AISI 1080 Steel, oil quenched from 815°C, tempered at 480°C	40
				AISI 1080 Steel, as rolled	31
ฐ-2	LMB/REM-S	50.7±0.6	1074	AISI 1074 Steel, hot rolled, (discontinued)	17

พิจารณาเทียบค่าความแข็งที่วัดได้จากชิ้นงานเทียบกับค่าความแข็งมาตรฐาน จะพบว่าค่าความแข็งของชิ้นงานสูงกว่า ซึ่งสามารถสันนิษฐานได้ว่าเหล็กกล้าใบตัดหญ้ามีการผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อเพิ่มความแข็ง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาประกอบค่ากับค่าความแข็งสูงสุดที่ปริมาณคาร์บอนต่างๆ พบว่าหากผ่านการชุบแข็งแต่เพียงอย่างเดียวค่าความแข็งจะสูงกว่าค่าที่วัดได้ เช่น ปริมาณคาร์บอน 0.6 ค่าความแข็งสูงสุดหากที่มีความแข็งสูงสุดถึง 62 HRC (Davis, 2002) รายละเอียด ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนและค่าความแข็งจากการชุบแข็งผิว
ที่มา : Davis (2002)

สำหรับค่าความแข็งจากไบต์ตีใหม่ช่วง 44.1 – 50.7 HRC พบว่ามีค่าช่วงในช่วงเดียวกับเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจอบ ที่กำหนดค่าความแข็ง 40 – 50 HRC (มอก. 852 -2532) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานทางการเกษตรจอบที่มีการใช้งานใกล้เคียงกัน โดย Lau *et al.* (2015) ระบุว่าชิ้นงาน AISI 1090 ที่ความแข็งผิว 51 HRC และความแข็งส่วนกลางชิ้นงาน 20 HRC มีความต้านการสึกหรอมากกว่าชิ้นงาน AISI 1090 ที่มีค่าความแข็งผิวน้อยกว่า (45 HRC) และความแข็งส่วนกลาง 20 HRC) และชิ้นงาน AISI 1090 ที่มีค่าแข็งสูงกว่า (ความแข็งผิว 62 HRC และความแข็งส่วนกลาง 20 HRC) รวมทั้งมีความต้านทานการสึกหรอสูงกว่าชิ้นงาน AISI 1045 ที่มีความแข็งเท่ากันทั้งบริเวณและส่วนกลาง (ความแข็งผิว 52 HRC และ ความแข็งส่วนกลาง 52 HRC)

4.2.4 ผลการวัดค่าการสึกหรอ

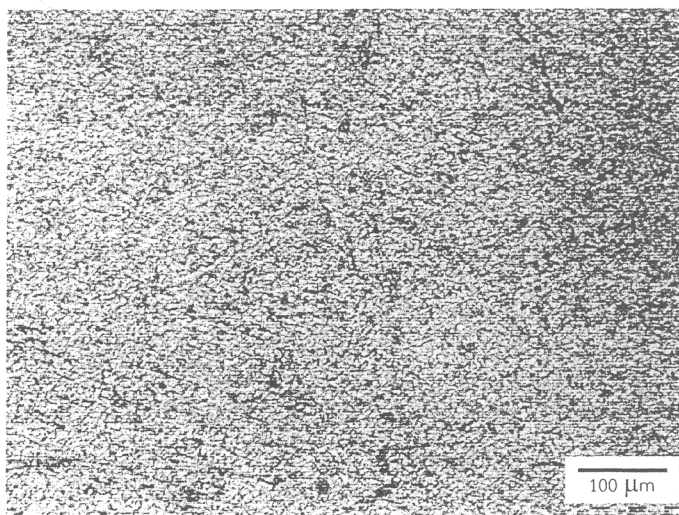
ผลการทดสอบค่าการสึกหรอของไบต์ตีหน้า ก-2 ค-2 จ-2 ฐ-1 และ ฐ-2 ได้พบว่าตัวอย่าง ฐ-2 มีปริมาณการสึกหรอต่ำสุด 57.6 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ จ-2 มีปริมาณการสึกหรอสูงสุด 75.2 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งสัมพันธ์กับค่าความแข็งของตัวอย่าง ฐ-2 และ จ-2 ที่มีค่าความแข็ง 50.7 HRC และ 44.1 HRC ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ค่าการสึกหรอไบตัดหญ้าใหม่

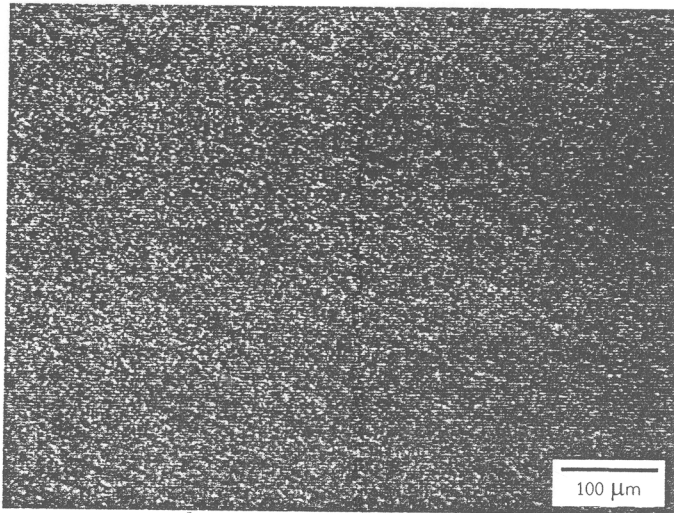
ตัวอย่าง	ประเภท/กลุ่ม/เหล็กกล้า	ค่าความแข็งที่วัดได้ (HRC)	การสึกหรอ (มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
ก-2	LMB/REM-G	50.2	63.4±9.6
ค-2	LMB/REM-S	49.8	64.4±2.0
จ-2	LMB/REM-U	44.1	75.2±10.1
ฐ-1	LMB/REM-G	44.4	85.3±16.5
ฐ-2	LMB/REM-S	50.7	57.6±9.6

4.2.5 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

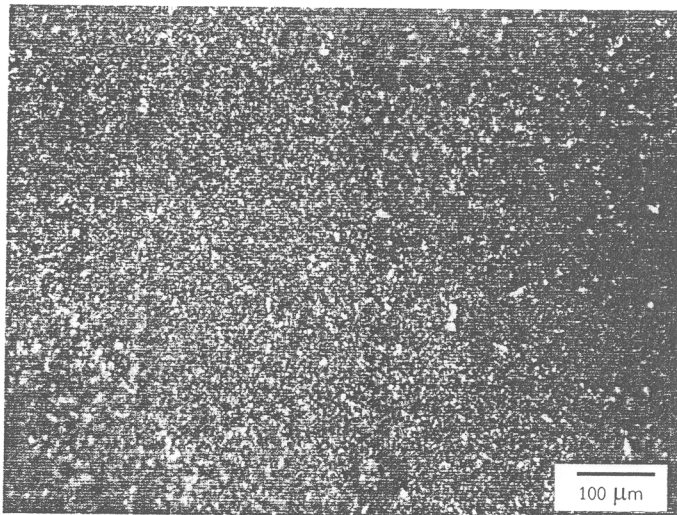
โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานตัวอย่าง ก-2 ค-2 จ-2 ฐ-1 และ ฐ-2 ดังแสดงในรูปที่ 4.6 -4.10



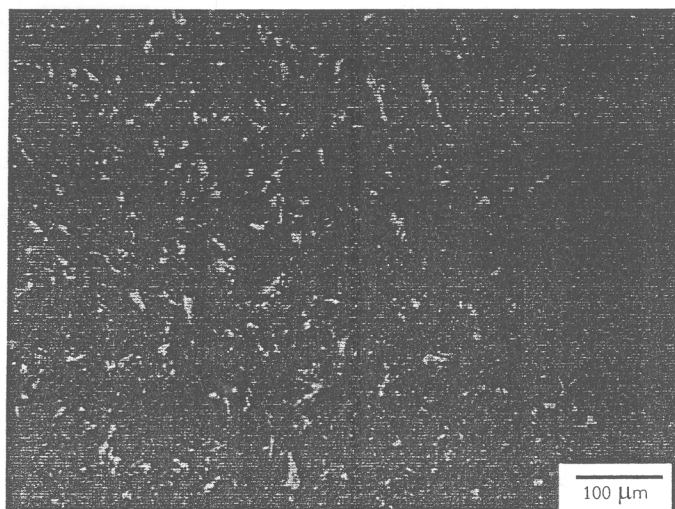
รูปที่ 4.6 โครงสร้างจุลภาคไบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ก-2



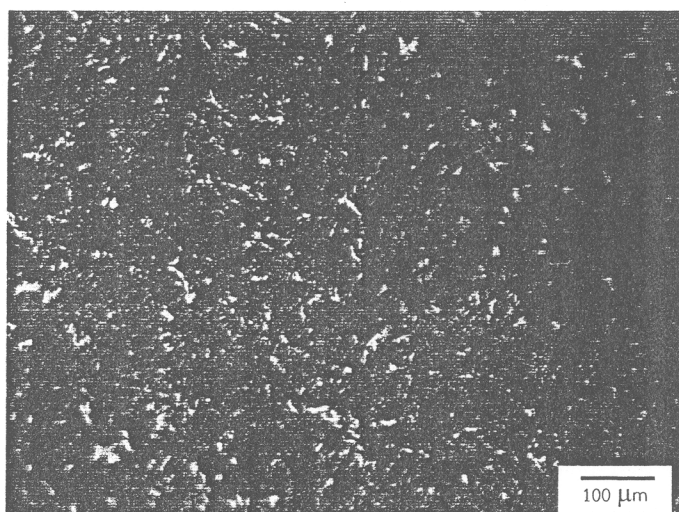
รูปที่ 4.7 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง ค-2



รูปที่ 4.8 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง จ-2



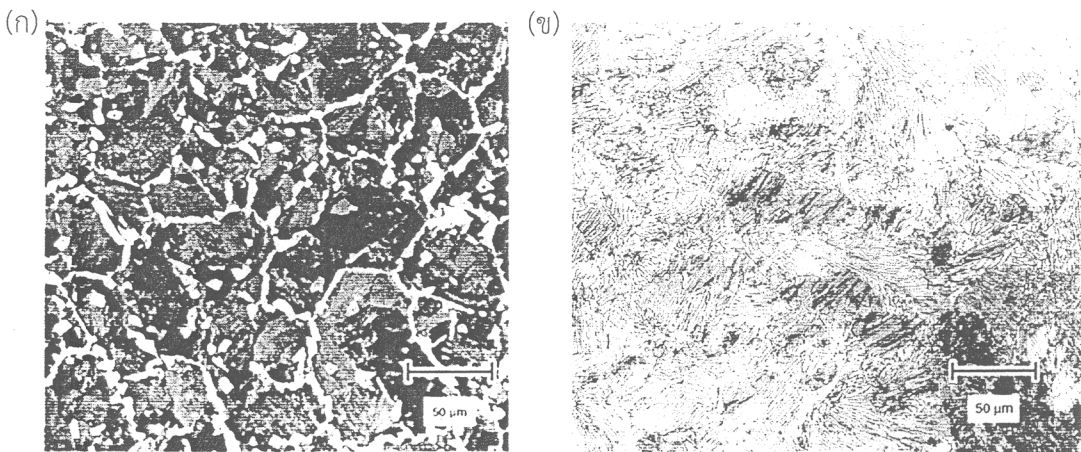
รูปที่ 4.9 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง รฐ-1



รูปที่ 4.10 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใหม่ตัวอย่าง รฐ-2

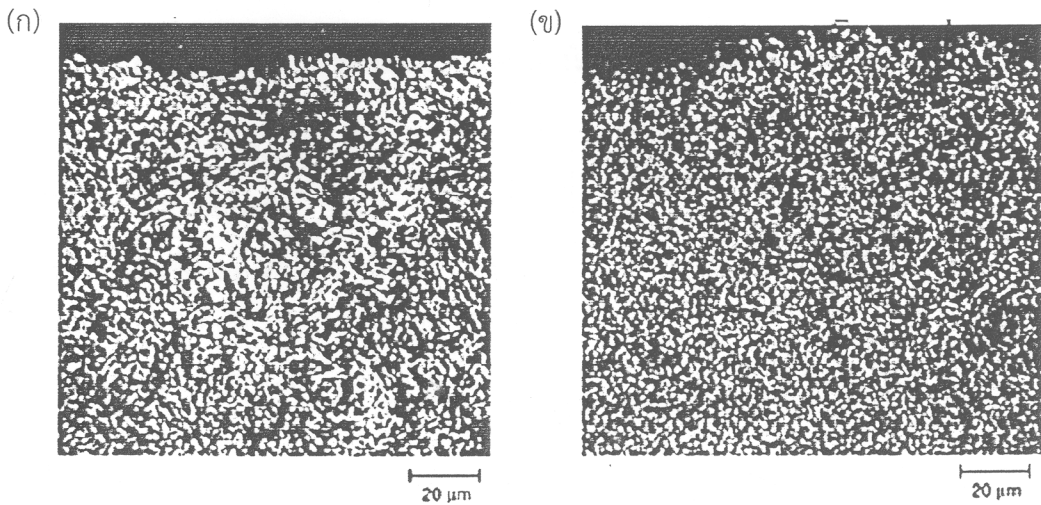
จากโครงสร้างจุลภาคของใบตัดหญ้าทั้ง ตั้งแต่รูปที่ 4.6 - 4.10 สามารถจำแนกตาม ASM Handbook Vol.9 (2004) ออกเป็นสองประเภทตามปริมาณคาร์บอน (1) ปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.77% เป็นเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยด์ (ตัวอย่าง ก-2 ค-2 จ-2 และ รฐ-2) และปริมาณคาร์บอนเกิน 0.77% เป็นเหล็กกล้าไฮเปอร์ยูเทคตอยด์ (ตัวอย่าง รฐ-1) โดยเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยด์จะประกอบด้วยโปรยูเทคตอยด์เฟอร์ไรต์และเฟิร์ลไลต์ โครงสร้างของเหล็กกล้าคาร์บอน 1040 (คาร์บอน 0.40%) จะประกอบด้วยโครงสร้างด้วยโครงสร้างเฟอร์ไรต์เฟสสีจาง และเฟิร์ลไลต์เฟสสี

เข้ม ดังแสดงในรูปที่ 4.11 (ก) ส่วนโครงสร้างเหล็กกล้าไฮเปอร์ยูเทคตอยด์จะประกอบด้วยโปรยูเทคตอยด์ซีเมนต์ไตต์ (Fe_3C) และเฟิร์ลไลต์ ลักษณะโครงสร้างของเหล็กกล้า 1080 (คาร์บอน 0.80%) แสดงดังในรูปที่ 4.11 (ข) จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของใบตัดหญ้าใหม่มีความแตกต่าง ประกอบด้วยค่าความแข็งที่วิเคราะห์ในหัวข้อข้างต้นแสดงว่าตัวอย่างชิ้นงานต่างๆ ต้องผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อเพิ่มความแข็งและการต้านทานการสึกหรอ และเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของเทมเปอร์มาร์เทนไซต์ตามรูปที่ 4.12 จะพบว่ามึลักษณะใกล้เคียงมากกว่า ดังนั้นแสดงว่าชิ้นงานตัวอย่างผ่านการทำเทมเปอร์มาร์เทนไซต์



รูปที่ 4.11 โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าคาร์บอน (ก) UNS G 1040 (1040) และ (ข) UNS G 1080 (A1080)

ที่มา : ASM Handbook Vol.9 (2004)



รูปที่ 4.12 โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้า 9310 ที่ผ่านการทำแก๊สคาร์บูไรซิ่งและผ่านการทำเทมเปอร์มาเทนไซด์ (ก) ปริมาณคาร์บอน 0.65% และ (ข) ปริมาณคาร์บอน 0.85%
ที่มา : ASM Handbook Vol.9 (2004)

4.2.6 ผลศึกษาการชุบแข็งเบื้องต้นในเตาใบตัดหญ้าใหม่

ชิ้นงานตัวอย่าง ฐ-1 เป็นชิ้นงานใบตัดผลิตในประเทศ (LMB) กลุ่มผลิตชิ้นส่วนทดแทน ระบุแหล่งผลิตเหล็กกล้าประเทศเยอรมัน (REM-G) ขนาดความยาว 18 นิ้ว หนา 1.6 มิลลิเมตร และมีส่วนผสมทางเคมีโดยมีปริมาณธาตุเติมหลัก คือ C 0.81 Mn 0.64 และ Si 0.21 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 4.14 เทียบเกรดตามมาตรฐาน ASTM A682 เกรด AISI 1080

4.2.6.1 ผลการวัดค่าความแข็ง

ผลการวัดค่าความแข็งชิ้นงานตัวอย่าง ฐ-1 ก่อนการชุบแข็งได้ค่าความแข็ง 43.5 ± 1.3 HRC และเมื่อนำมาชุบแข็งหลังจากชุบแข็งที่อุณหภูมิ 730 755 และ 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที ได้ค่าความแข็งดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ค่าความแข็งจากการชุบแข็งในเตาของไบต์ดใหม่ตัวอย่างชิ้นงาน รฐ-1

ชิ้นงาน	ค่าความแข็ง (HRC)
ไบต์ดใหม่ก่อนการชุบแข็ง	43.5±1.3
ไบต์ดใหม่ชุบแข็งอบที่ 730 °C เป็นเวลา 5 นาที	15.6±1.8
ไบต์ดใหม่ชุบแข็งอบที่ 755 °C เป็นเวลา 5 นาที	61.7±1.4
ไบต์ดใหม่ชุบแข็งอบที่ 780 °C เป็นเวลา 5 นาที	60.0±1.5

จากค่าความแข็งในตารางที่ 4.27 ที่อุณหภูมิชุบแข็ง 730 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาทีค่าความแข็งลดลง แสดงให้เห็นว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำเกินไปไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนให้เป็นเฟสออสเทนไนต์และเมื่อจุ่มลงในน้ำไม่เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ทำให้ค่าความแข็งไม่เพิ่มขึ้น ส่วนที่อุณหภูมิอบที่ 755 และ 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที แสดงว่าเพียงพอต่อการเปลี่ยนโครงสร้างเป็นเฟสออสเทนไนต์เมื่อจุ่มลงในน้ำให้เกิดการเย็นตัวอย่างรวดเร็วทำให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

4.2.6.2 การสีกรอ

ปริมาณการสีกรอของชิ้นงานก่อนการชุบแข็งมีค่า 85.3 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งที่อุณหภูมิต่ำ 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาทีมีการสีกรอลดลงเหลือ 40.2 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าหากอุณหภูมิชุบแข็งถึงอุณหภูมิต่ำเกินไปสำหรับชิ้นงานไบต์ดหญาที่มีความหนา 1.6 มิลลิเมตร สามารถเพิ่มความแข็งและลดการสีกรอของชิ้นงานเหล็กกล้าไบต์ดหญาได้ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.28

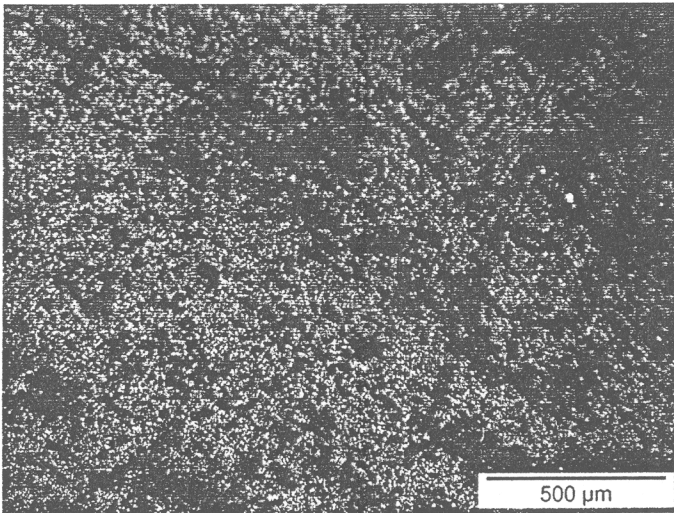
ตารางที่ 4.28 ค่าการสีกรอของชิ้นงานไบต์ดหญาใหม่ตัวอย่าง รฐ-1

ชิ้นงาน	การสีกรอ (มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
ก่อนการชุบแข็ง	85.3±16.5
อบที่ 780 °C เป็นเวลา 5 นาที	40.2±3.2

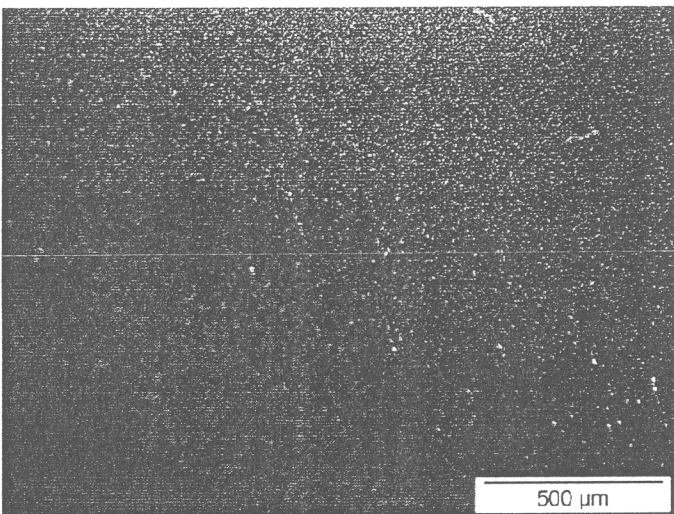
4.2.6.3 โครงสร้างจุลภาค

ชิ้นงานก่อนการชุบแข็งมีลักษณะคล้ายโครงสร้างเทมเปอร์มาร์เทนไซต์ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นดังแสดงในรูปที่ 4.10 ส่วนชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งที่อุณหภูมิต่ำ 730 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที และที่อุณหภูมิต่ำ 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.13 และ 4.14

ตามลำดับ จากค่าความแข็งที่ลดลงของการชุบที่อุณหภูมิอบ 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที แสดงว่าอุณหภูมิในการอบไม่เพียงพอในการทำให้เหล็กเปลี่ยนเป็นโครงสร้างออสเทนไนต์ทำให้เมื่อเย็นตัวลงกลายเป็นโครงสร้างเฟอร์ไรต์ ส่วนการชุบแข็งที่อุณหภูมิอบ 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที อุณหภูมิการอบชุบเพียงพอในการทำให้โครงสร้างของชิ้นงานกลายเป็นโครงสร้างออสเทนไนต์และกลายเป็นมาร์เทนไซต์เมื่อผ่านจุ่มลงในน้ำ



รูปที่ 4.13 โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่าง รฐ-1 หลังการชุบแข็ง 730 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที



รูปที่ 4.14 โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่าง รฐ-1 หลังการชุบแข็ง 780 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที

4.3 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟใบตัดหญ้าใช้แล้ว

ผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรพบว่าโดยส่วนใหญ่ (40.8%) จะลับคมทุกครั้งที่ใช้งาน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาสำหรับใบมีดตัดหญ้าที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการชุบแข็งเปลวไฟอะเซทิลีน-ออกซิเจน

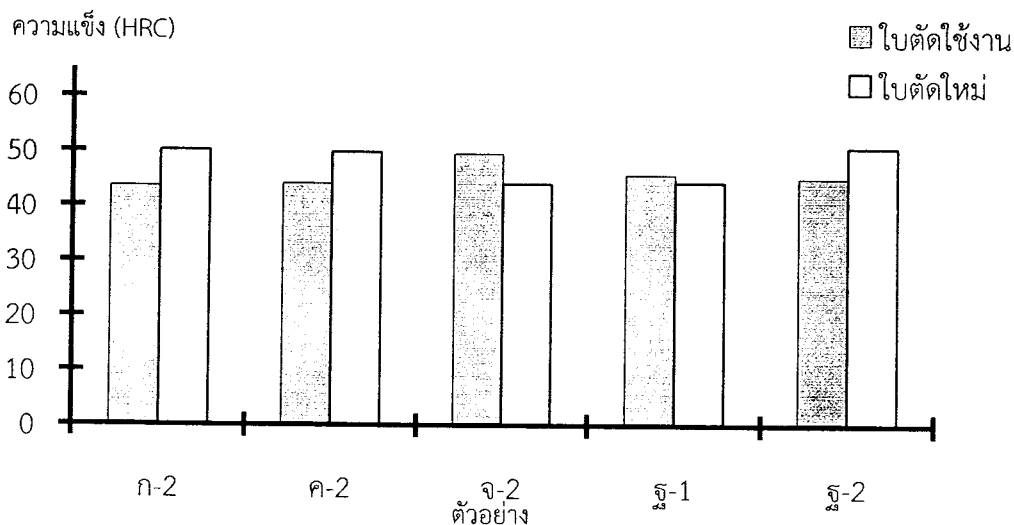
4.3.1 ค่าความแข็งใบตัดหญ้าใช้แล้ว

4.3.1.1 ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วก่อนการชุบแข็ง

ค่าความแข็งที่ผ่านการใช้งานของตราสินค้าต่างๆ ก-2 ค-2 จ-2 ฐ-1 และ ฐ-2 ดังแสดงในตารางที่ 4.29 เมื่อเทียบกับค่าความแข็งจากตารางใบมีดตัดหญ้าใหม่ 4.25 พบว่ามีตราสินค้า จ-2 ที่มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น จากการสอบถามเกษตรกรผู้ใช้งานพบว่าการปรับขึ้นงาน รายละเอียดการเปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.29 ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าใช้งานแล้วก่อนการชุบแข็ง

ตัวอย่าง	ค่าความแข็ง (HRC)
ก-2	43.6 ± 0.5
ค-2	44.1 ± 0.3
จ-2	49.5 ± 1.2
ฐ-1	45.7 ± 0.3
ฐ-2	45.1 ± 0.3



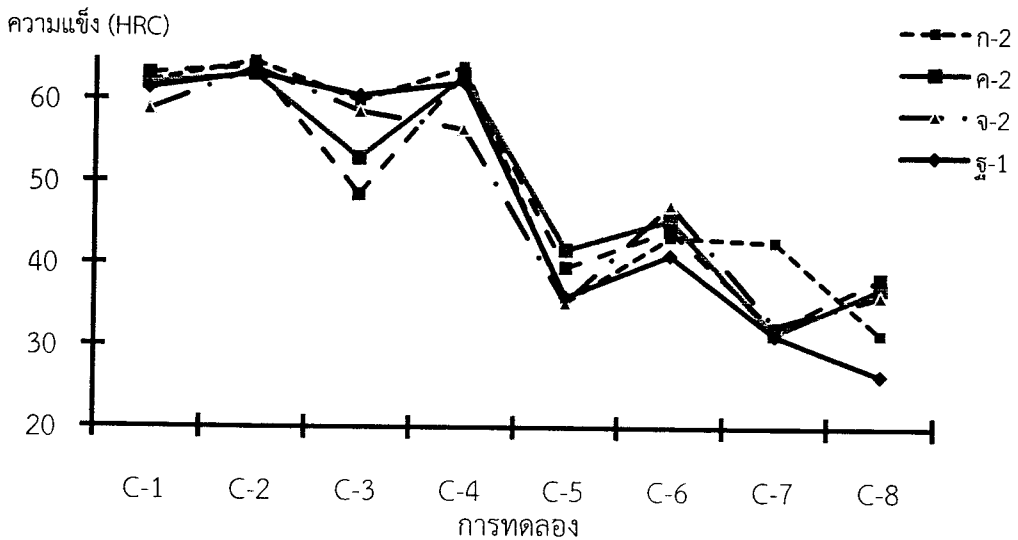
รูปที่ 4.15 ค่าความแข็งใบัติดใหม่และใบัติดใช้งาน

4.3.1.2 ค่าความแข็งใบัติดหญ้าใช้แล้วที่ผ่านการชุบแข็ง

ค่าความแข็งของใบัติดตัดหญ้าทั้ง 5 ตัวอย่างที่ผ่านการชุบแข็งเปลวไฟที่สภาวะต่างๆ จำนวน 8 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 – 4 ที่ความเร็วชุบแข็ง 0.29 เซนติเมตรต่อวินาทีที่มีแนวโน้มมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความเร็วสูง 0.79 เซนติเมตรต่อวินาที มีค่าความแข็งลดลงดังในการทดลองที่ 5 – 8 รายละเอียดข้อมูลดังตารางที่ 4.30 และแสดงข้อมูลดังในกราฟรูปที่ 4.16

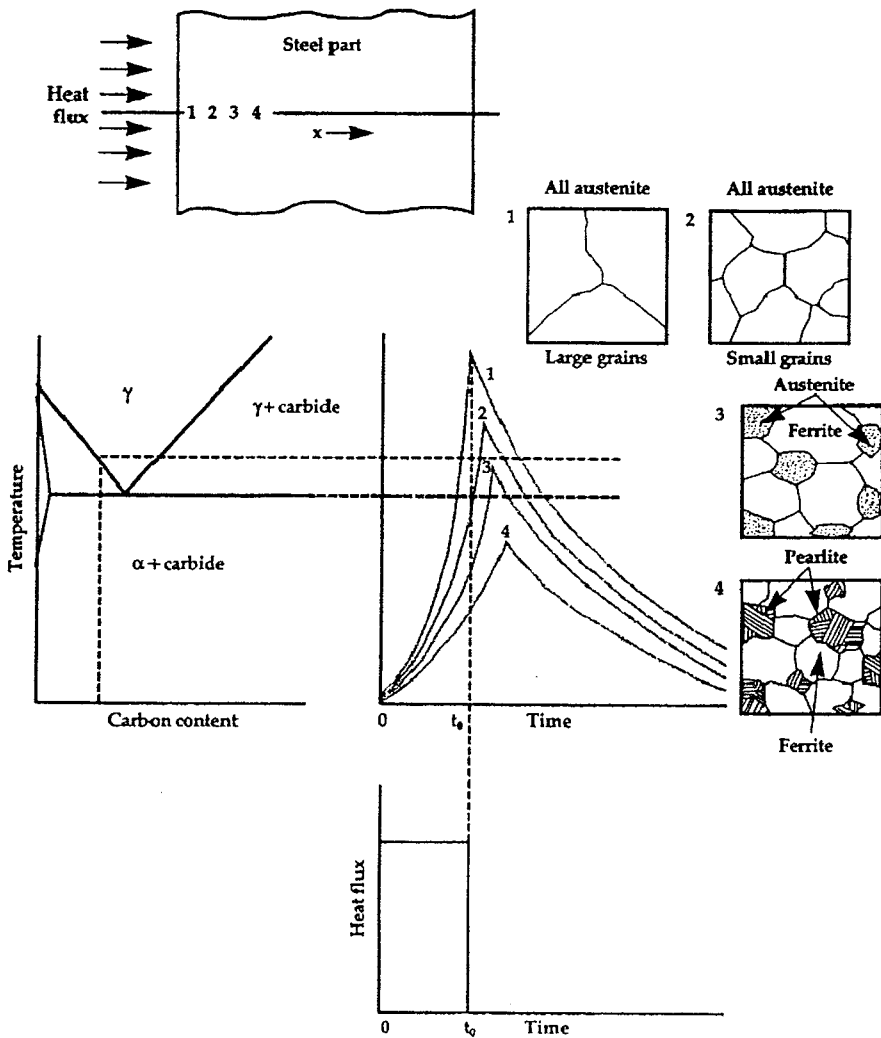
ตารางที่ 4.30 ค่าความแข็งใบัติดตัดหญ้าใช้แล้วหลังการชุบแข็งของการทดลองต่างๆ

การทดลองที่	ก-2	ค-2	จ-2	ฐ-1	ฐ-2
C-1	62.2±4.2	61.9±6.5	58.8±1.9	61.4±2.7	63.2±7.9
C-2	64.7±1.4	63.1±3.9	63.8±1.8	63.2±3.8	64.0±1.8
C-3	59.9±3.5	52.9±7.5	58.6±2.5	60.5±5.1	48.5±8.9
C-4	64.0±9.3	62.9±7.7	56.5±12.8	62.1±4.7	63.2±3.4
C-5	35.3±9.5	41.7±2.1	35.3±5.6	36.0±4.7	39.6±2.0
C-6	43.3±1.7	45.4±4.8	47.3±4.4	41.1±11.3	44.2±3.6
C-7	42.7±4.6	31.5±9.1	32.6±8.1	31.3±2.3	32.2±7.3
C-8	31.4±4.4	37.1±9.2	36.1±3.5	26.5±6.7	38.3±1.9



รูปที่ 4.16 ค่าความแข็งชิ้นงานที่ผ่านสภาวะการชุบแข็งแตกต่างกัน

แสดงว่าที่อุณหภูมิชุบแข็งความเร็วต่ำ 0.29 เซนติเมตรต่อวินาทีของการทดลองที่ 1 - 4 ทำให้ปริมาณความร้อนจากเปลวแก๊สอะเซทิลีน-ออกซิเจนที่เกิดจากการเดินชุดหัวชุบแข็งแบบต่อเนื่อง มีปริมาณความร้อนเพียงพอในการทำชิ้นงานให้ถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ของเหล็กกล้าแต่ละชนิด ไม่ว่าจะใช้สารชุบที่เป็นลมอัดหรือน้ำที่ระดับใดๆ ก็ตาม ส่วนค่าความแข็งของการทดลองที่ 5 - 8 ส่วนใหญ่ลดลงแสดงว่าที่ความเร็วชุบแข็ง 0.79 เซนติเมตรต่อวินาทีไม่เพียงพอต่อการทำให้ชิ้นงานต่างๆ ถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์เมื่อทำให้เย็นตัวด้วยตัวกลางสารชุบไม่เพิ่มความแข็ง ดังที่ ASM Handbook Vol.4 (1998) ได้อธิบายช่วงอุณหภูมิ 250 - 700 องศาเซลเซียส จะทำให้ชิ้นงานที่ทำแบบเพอร์ริ่งกลายเป็นโครงสร้างเฟอร์ไรต์และเพิร์ลไลต์ ทำให้ค่าความแข็งลดลงต่ำกว่าชิ้นงานเดิมที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนมาเรียบร้อยแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งผิวที่ระยะลึกต่างๆ ของการชุบแข็ง โดยผิวชิ้นงานที่ตำแหน่ง 1 มีอุณหภูมิถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อชุบในสารชุบ ส่วนที่ชิ้นงานที่ลึกลงไปในตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิไม่ถึงอุณหภูมิออสเทนไนต์เมื่อชุบในสารชุบเกิดโครงสร้างเฟอร์ไรต์และเพิร์ลไลต์ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ค่าความแข็งลึกเทียบจากผิวจากการชุบแข็งเปลวไฟ
 ที่มา : Davis (2002)

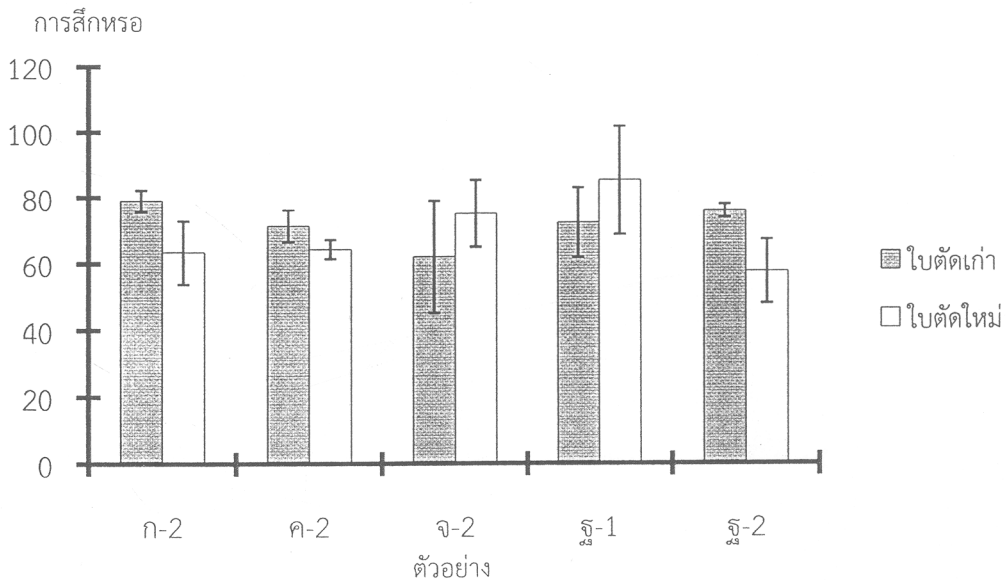
4.3.2 การทดสอบการสึกหรอ

4.3.2.1 ค่าการสึกหรอของแข็งใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วก่อนการชุบแข็ง

ผลการทดสอบการสึกหรอของใบตัดหญ้าที่ผ่านการใช้งาน 62.1 – 79.1 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณสึกหรอมีค่าใกล้เคียงกับใบตัดหญ้าใหม่ 57.6 – 75.2 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร รายละเอียดการเปรียบเทียบแต่ละตัวอย่างดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.18

ตารางที่ 4.31 ค่าการสึกหรอของใบมีดตัดหญ้าใช้งานแล้วก่อนการชุบแข็ง

ตัวอย่าง	การสึกหรอ (มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
ก-2	79.1 ± 3.2
ค-2	71.5 ± 4.8
จ-2	62.1 ± 16.9
ฐ-1	72.4 ± 10.6
ฐ-2	76.0 ± 2.0



รูปที่ 4.18 การเปรียบเทียบค่าการสึกหรอระหว่างใบตัดใหม่และใบตัดใช้งาน

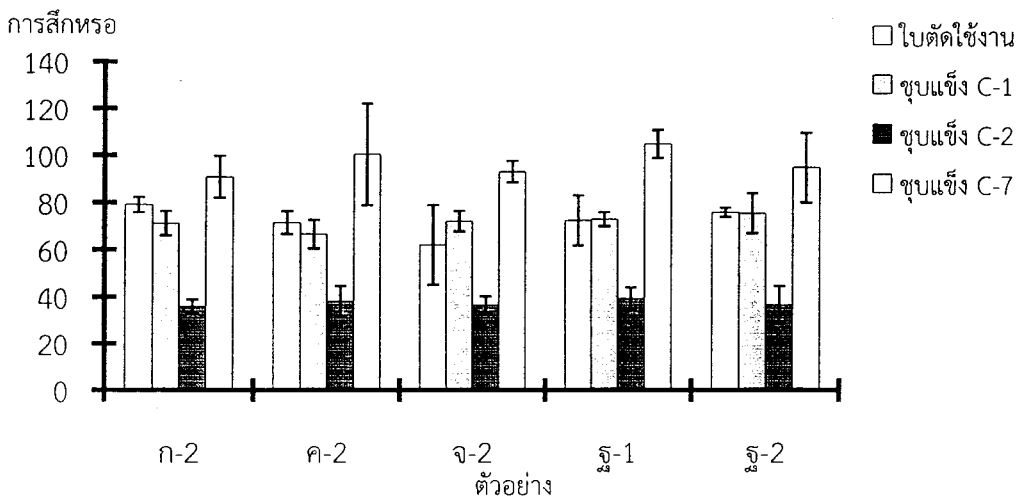
ค่าการสึกหรอก่อนและหลังการใช้งานไม่เห็นแนวโน้มที่ชัดเจน อันอาจจะเนื่องมาจากพฤติกรรมการในการใช้งานและลับคม ซึ่งที่ของบรรจุใบมีดตัดหญ้าบางตราสินค้าได้มีการระบุข้อความให้ลับด้วยตะไบเพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนโครงสร้างชิ้นงาน ซึ่งเกษตรกรหลายราย ใช้การลับด้วยเครื่องเจียรระโนมือ

4.3.2.2 ค่าการสึกหรอของใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วหลังการชุบแข็ง

ค่าการสึกหรอของชิ้นงานที่สภาวะการทดลองที่ 1 2 และ 7 ของชิ้นงาน ก-2 ค-2 จ-2 ฐ-1 และ ฐ-2 ดังแสดงในตารางที่ 4.32 และเปรียบเทียบให้เห็นในกราฟที่ 4.19

ตารางที่ 4.32 ค่าการสึกหรอของใบมีดตัดหญ้าใช้แล้วหลังการชุบแข็ง

ตัวอย่าง	อัตราการสึกหรอ (มิลลิกรัมตารางเซนติเมตร)		
	การทดลองที่ C-1	การทดลองที่ C-2	การทดลองที่ C-7
ก-2	71.3±5.1	35.9±3.0	90.9±8.8
ค-2	66.6±6.1	38.2±6.5	100.5±21.6
จ-2	72.2±4.4	36.6±3.8	93.2±4.6
ฐ-1	73.0±3.0	39.4±4.6	100.5±5.9
ฐ-2	75.5±8.4	36.7±8.0	94.9±14.8



รูปที่ 4.19 กราฟเปรียบเทียบผลการสึกหรอของชิ้นงานชุบแข็งเปลวไฟที่สภาวะต่างๆ

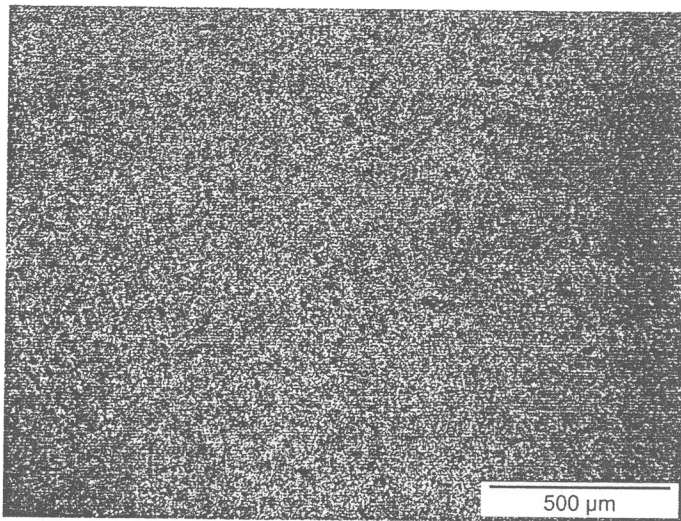
จากกราฟแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานที่มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมีปริมาณการสึกหรอลดลง โดยการทดลองที่สภาวะความเร็ว 0.29 เซนติเมตรต่อวินาที ใช้น้ำเป็นสารชุบ ที่ปริมาณการไหล 5 ลิตรต่อวินาที (C-2) มีค่าปริมาณการสึกหรอต่ำสุดในทุกตัวอย่าง ก-2 ค-2 จ-2 ฐ-1 และ ฐ-2 ในขณะที่สภาวะการทดลองที่ความเร็ว 0.29 เซนติเมตรต่อวินาที ใช้น้ำเป็นสารชุบ ที่ปริมาณการไหล 3 ลิตรต่อวินาที (C-1) มีปริมาณการสึกหรอน้อยลงรองมาเพียงพอต่อการลดปริมาณการสึกหรอ ส่วนการทดลอง C-7 ที่ความเร็ว 0.79 เซนติเมตรต่อวินาที ใช้น้ำเป็นสารชุบ ที่ระดับแรงดัน 1 บาร์ มีปริมาณการสึกหรอสูงกว่าใบตัดหญ้าที่ผ่านการใช้งาน สอดคล้องกับค่าความแข็งที่ลดลงดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อข้างต้น

4.3.5 การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

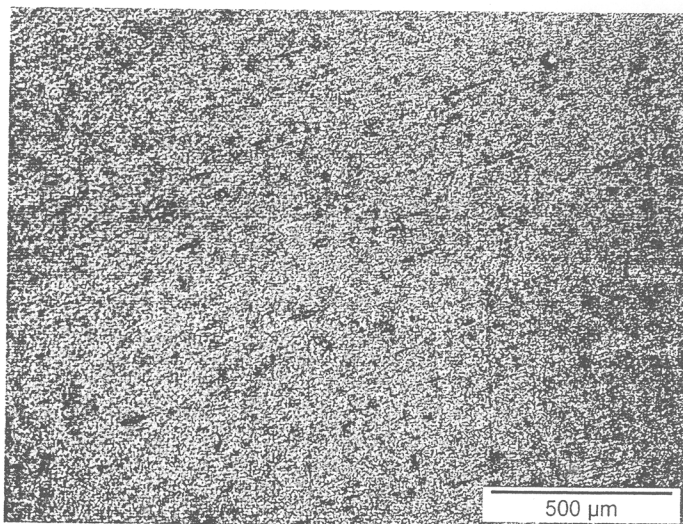
โครงสร้างใบตัดหญ้าที่ผ่านการใช้งานผ่านการรับภาระงานมีความแตกต่างกันอาจจะเกิดจากพฤติกรรมในการล้มคม ซึ่งเกษตรกรที่ใช้การล้มคมด้วยเครื่องเจียรระไนไม่มีโอกาสที่เกิดความเร็วรอบสูงจากการล้มคมอาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนโครงสร้าง

4.3.5.1 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใช้แล้ว

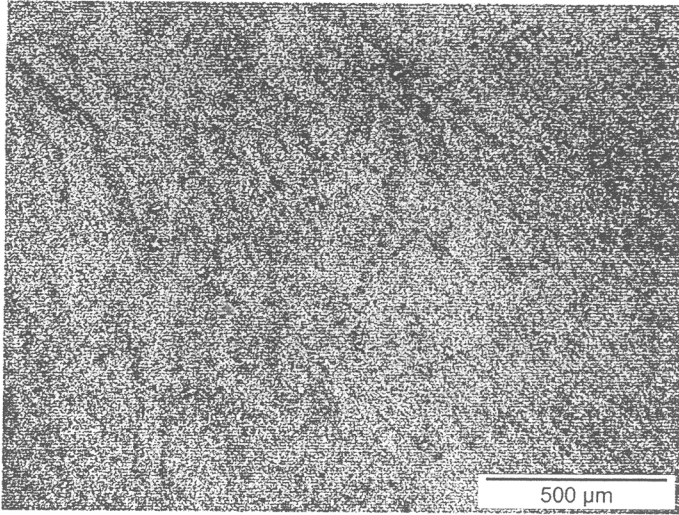
โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าที่ผ่านการใช้งานดังแสดงในรูปที่ 4.20 – 4.24



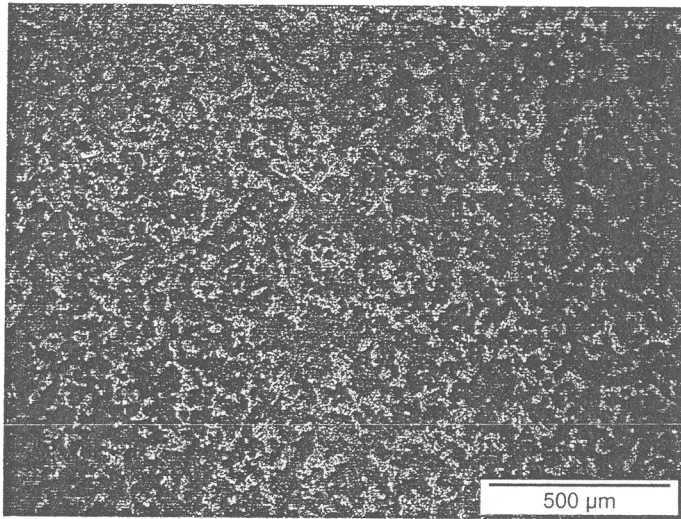
รูปที่ 4.20 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ก-2



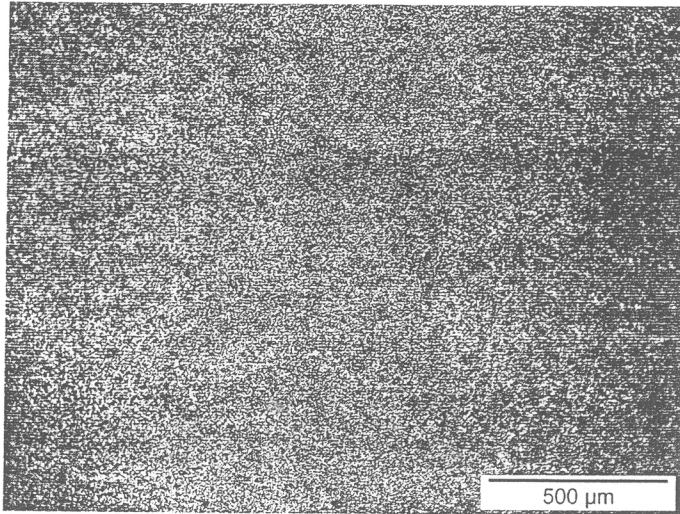
รูปที่ 4.21 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ค-2



รูปที่ 4.22 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง จ-2



รูปที่ 4.23 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง ฐ-1

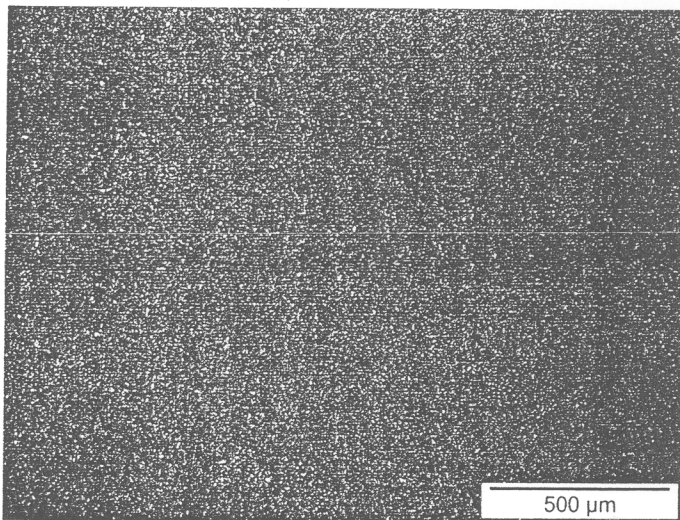


รูปที่ 4.24 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วตัวอย่าง รฐ-2

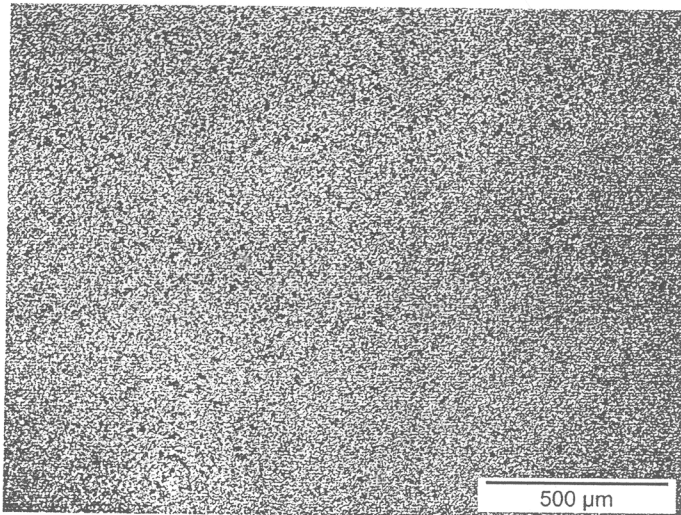
โดยลักษณะของโครงสร้างจุลภาคเมื่อเทียบกับใบตัดหญ้าใหม่ จากรูปที่ 4.6 -4.10 จะมีลักษณะใกล้เคียงกับโครงสร้างจุลภาคชิ้นงานใบตัดหญ้าใหม่ (จากรูปที่ 4.6 - 4.10) แสดงว่าการใช้งานและการล้มคมไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงาน

4.3.5.2 โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใช้แล้วที่ผ่านการชุบแข็ง

โครงสร้างจุลภาคใบตัดหญ้าใช้แล้วเมื่อผ่านการชุบแข็งที่สภาวะ C-2 ความเร็วเดินชุดชุบแข็ง 0.29 เซนติเมตรต่อวินาที โดยใช้น้ำที่ปริมาณ 5 ลิตรต่อนาที โครงสร้างจุลภาคดังแสดงในรูปที่ 4.25 - 4.29 ซึ่งเป็นโครงสร้างมาเทนไซต์

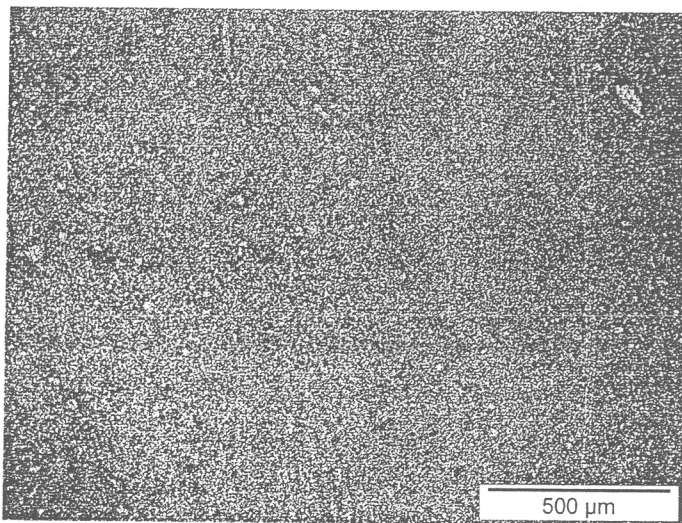


รูปที่ 4.25 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง ก-2

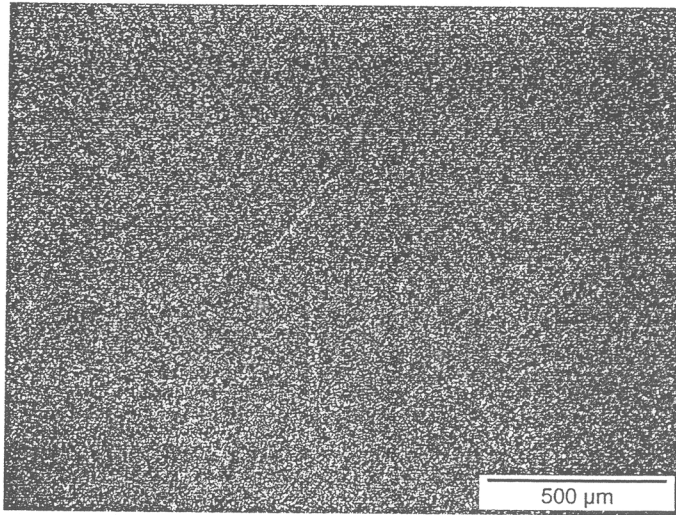


รูปที่ 4.26 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง ค-2

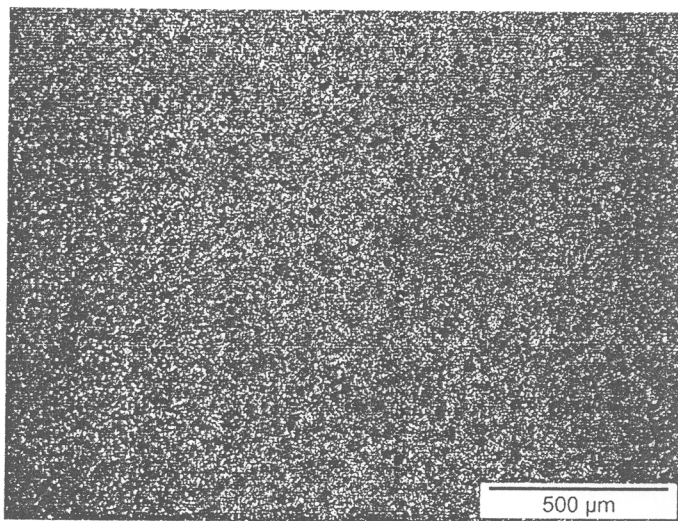
โครงสร้างใบตัดหญ้าตัวอย่าง จ-2 มีเฟสสีเข้มกระจายตัวอยู่ทั่วโครงสร้างลักษณะสอดคล้องกับ ASM Handbook Vol.4 (1998) อธิบายถึงการเกิดเฟสคาร์ไบด์ในช่วงอุณหภูมิ 250 – 700 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.27 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุบแข็งตัวอย่าง จ-2

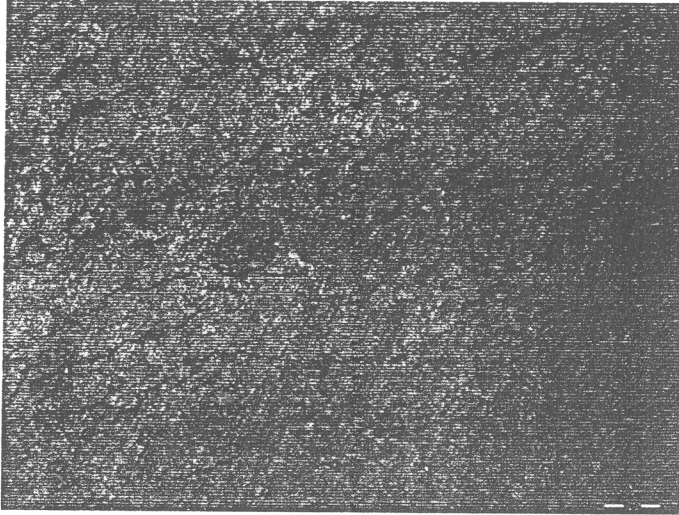


รูปที่ 4.28 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุปแข็งตัวอย่าง รฐ-1



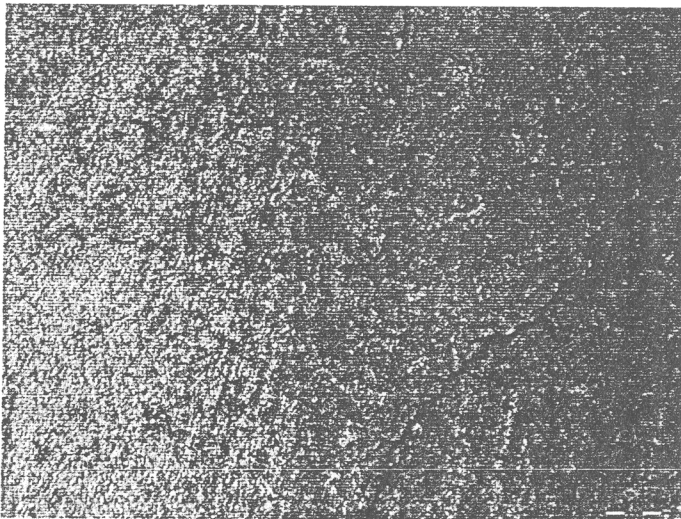
รูปที่ 4.29 โครงสร้างจุลภาคใบตัดใช้แล้วผ่านการชุปแข็งตัวอย่าง รฐ-2

นอกจากนี้สำหรับใบตัดหญ้าที่ผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การทุบ ตัด ในระหว่างการใช้งานอาจจะทำให้ชิ้นงานเสี่ยงเกิดการแตกร้าว ดังเช่น ชิ้นงานใบตัดหญ้าตัวอย่าง รฐ-2 ที่ผ่านกระบวนการที่การชุปแข็งด้วยความเร็ว 0.29 เซนติเมตรต่อวินาทีและปริมาณน้ำที่ระดับ 3 ลิตร ต่อหน้าที่ ส่งผลให้เกิดการแตกร้าว ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 โครงสร้างจุลภาคชิ้นงานตัวอย่าง รฐ-2

และชิ้นงานตัวอย่าง ก-2 ดังรูปที่ 4.30 ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการที่การชุบแข็งด้วยความเร็ว 0.29 เซนติเมตรต่อวินาทีและการน้ำที่ระดับ 5 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 4.31 โครงสร้างจุลภาคตัวอย่าง ก-2

แสดงว่าความเร็วชุบแข็ง 0.29 เซนติเมตรต่อวินาที และปริมาณน้ำ 5 ลิตรต่อนาที ส่งผลให้ชิ้นงานตัวอย่างเกิดการเย็นตัวอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดความเค้นเกินขีดจำกัดของเหล็กกล้าใบตัด ส่งผลให้เกิดการแตกร้าว โดยความเค้นที่เกิดขึ้นมี 2 แบบ คือ ความเค้นจากการหดตัวที่เป็นผลจากอุณหภูมิลดลง (thermal contraction) และความเค้นจากการขยายตัวในขณะที่เปลี่ยนเฟสจากออสเทนไนต์ไปสู่มาร์เทนไซต์ ตามความสัมพันธ์ $4.64 - 0.53x(\%C)$ (ASM Handbook Vol.4, 1998)

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

5.1.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้งานใบตัดหญ้าของเกษตรกร

ผลจากการสำรวจพฤติกรรมการเลือกซื้อและใช้ใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) เกษตรกรส่วนใหญ่คำนึงถึงความทนทานและอายุการใช้งานเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ

(2) พฤติกรรมการใช้งานจากการสีกรหรือส่วนใหญ่เลิกใช้เมื่อคมสึกหรือประมาณ 1 – 2 นิ้ว

(3) สมบัติใบมีดตัดหญ้าควรจะมีสมบัติ 2 ส่วน คือ ส่วนที่บริเวณคมตัดต้องให้ได้ค่าความแข็งที่เหมาะสมสำหรับระยะที่มีการใช้งานจริงที่ความแข็งผิวและความแข็งส่วนกลางใบตัดไม่เท่ากัน ส่วนบริเวณสำหรับจับยึดกับเครื่องตัดหญ้าต้องมีสมบัติเหนียวเพื่อให้สามารถรับแรงได้ในระยะยาว

5.1.2 ผลการศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบันและการชุบแข็งในเตา

5.1.2.1 การศึกษาใบมีดตัดหญ้าปัจจุบัน

ผลจากการศึกษาใบมีดตัดหญ้าตามร้านจำหน่ายในจังหวัดสุราษฎร์ธานีสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) มีความหลากหลายเชิงตราสินค้าไม่น้อยกว่า 35 ตราสินค้า

(2) สามารถแบ่งเป็นประเภทหลักตามแหล่งผลิตของแต่ละตราสินค้า คือ ตราสินค้านำเข้า ตราสินค้าผลิตในประเทศ และ ตราสินค้าไม่ระบุแหล่งผลิต โดยส่วนใหญ่เป็นตราสินค้าทดแทนที่ไม่ใช่ตราสินค้าผู้ผลิตเครื่องตัดหญ้า โดยมีการระบุแหล่งผลิตหลักที่ใช้ทำใบตัดหญ้าตามมาตรฐาน เยอรมัน อังกฤษ สวีเดน และญี่ปุ่น

(3) สามารถเทียบเกรดเหล็กกล้าตามมาตรฐาน ASTM 682 เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน

(4) ค่าความแข็งใบมีดตัดหญ้าอยู่ในช่วง 44.1 – 50.7 HRC

(5) ค่าการสึกหรอใบมีดตัดหญ้าอยู่ในช่วง 57.6 – 85.3 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5.1.2.2 การชุบแข็งในเตา

ผลจากการศึกษาการชุบแข็งในเตาของเหล็กกล้าใบมีดตัดหญ้าสามารถสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิการชุบแข็งที่สูงกว่าอุณหภูมิออสเทนไนต์สามารถเพิ่มความแข็งใบมีดตัดหญ้า และลดอัตราการสึกหรอ

5.1.3 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมด้วยกระบวนการชุบแข็งเปลวไฟใบมีดตัดหญ้าใช้แล้ว

ผลจากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการชุบแข็งใบมีดตัดหญ้าด้วยเปลวไฟพบว่าที่อัตราการเดินชุดชุบแข็ง 0.29 เซนติเมตรต่อนาที และ ใช้น้ำเป็นสารชุบที่ปริมาณการไหล 5 ลิตรต่อนาทีทำให้สามารถเพิ่มความแข็งสูงสุด (63.1 – 64.7 HRC) และลดอัตราการสึกหรอ (35.9 – 39.4 มิลลิกรัม

ต่อตารางเซนติเมตร)ในขณะเดียวกันใบตัดหญ้าที่ใช้แล้วหากผ่านขั้นตอนการล้างคั้นหรือกระบวนการทางกล ทางความร้อนมาอาจจะเสี่ยงต่อการแตกร้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

- (1) ควรมีการศึกษาพฤติกรรมเลือกใช้ใบตัดหญ้าของเกษตรกรที่ครอบคลุมทุกภูมิภาค
- (2) ควรมีการเพิ่มเติมการเสิร์ชหรือในลักษณะที่ทดสอบการใช้งานภายใต้สภาวะจริง (field test)
- (3) หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองผู้บริโภคควรมีการกำกับติดตามให้มีการระบุผู้ผลิต ที่อยู่ผู้ผลิต ข้อควรระวังในการใช้ และระบุเกรดของเหล็กกล้าให้ถูกต้องตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง พร้อมทั้งมีการใช้ภาษาไทยกำกับให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้บริโภค

บรรณานุกรม

- งานปรับซ่อมแขวงทางทางหนองคายที่ 2 บึงกาฬ. 2557. [ออนไลน์] สำนักทางหลวงที่ 3 กรมทางหลวง. (วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2557)
- ธีรพงษ์ จันทะเสน. 2553. การพัฒนาเครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าชนิดชาร์จพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับเกษตรกร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เชียรศักดิ์ ชูชีพ นริศรา มหาธนินวงศ์ และสมใจ จันทร์อุดม. 2559. พฤติกรรมการซื้อและใช้ใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. ปีที่ 33 ฉบับที่ 2.
- บริษัท ตะวันทองไทย จำกัด. 2559. [ออนไลน์] <http://www.tawansupply.com/> (วันที่สืบค้น 19 มิถุนายน 2559).
- บริษัท ด.สหกิจ อินดัสตรีจำกัด. 2559. [ออนไลน์] <http://www.tskindustry.com> (วันที่สืบค้น 19 มิถุนายน 2559).
- บริษัท เอสอี เพอร์เฟค วัน จำกัด. 2557. [ออนไลน์] Cutting Tool Technology 202.28.32.233/pics.../CUTTING%20TOOL%20TECHNOLOGY.pdf (วันที่ค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2557).
- พลอยสุดา อร่ามรส. 2555. พฤติกรรมการซื้อวัสดุการเกษตรของเกษตรกรในอำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี. น.21-23. ในโครงการประชุมเชิงวิชาการ SWUMBA Research Conference 17 กรกฎาคม 2555 โรงแรมจัสมิน เอ็กเซกคิวทีฟ สวีท.
- ไพลิน ฤกษ์จิรสวัสดิ์. 2555. หลักการพื้นฐานของกรรมวิธีทางความร้อนของเหล็กกล้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนัส สติรจินดา. 2543. วิศวกรรมการอบชุบเหล็ก (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- รุ่งเรือง การศิริศิลป์ และ เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์. 2549. การศึกษาค่าการสิ้นสعهเทียนเครื่องตัดหญ้าแบบวางราย คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ร้านสยามวัสดุก่อสร้าง. 2559. [ออนไลน์] <http://www.siamhw.com/> (วันที่สืบค้น 19 มิถุนายน 2559).
- วัชรินทร์ เขียวไกร พิศมาส หวังดี และ คมสันต์ วงศ์กาฬสินธุ์. 2556. ผลของมุมใบมีดที่มีต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องหั่นหญ้าอาหารสัตว์แบบใบมีดหมุนเหวี่ยงแกนนอน ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 486-489.
- พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522. 2522. [ออนไลน์] <http://web.krisdika.go.th/data/law /law2/%A434/%A434-20-9999-update.pdf> (11 มิถุนายน 2559)

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักงานเกษตรจังหวัดสุราษฎร์ธานี (2557) [ออนไลน์] ข้อมูลพื้นที่ทำการเกษตรจังหวัดสุราษฎร์ธานี” <http://www.suratthani.doe.go.th/newweb/data/dataland/dland.htm> (วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2557)
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2532. มอก. 852 – 2532 กระจกวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ.
- ห้างหุ้นส่วนจำกัด กิมเซ่งพาณิชย์. 2559. [ออนไลน์] http://gimzeng-ud.blogspot.com/2013/07/blog-post_4156.html (วันที่สืบค้น 19 มิถุนายน 2559).
- ASM International. 1997. ASM Handbook Volume 1 Properties and Selection : Irons Steels and High Performance Alloys. Ohio : ASM International.
- ASM International. 1998. ASM Handbook Volume 4 Heat Treating. Ohio : ASM International.
- ASM International. 2004. ASM Handbook Volume 9 Metallography and microstructure. Ohio : ASM International.
- ASTM International. 2002 ASTM A682 – 02 Standard Specification for Steel, Strip, High-Carbon, Cold-Rolled, General Requirements For
- Davis, J.R. Editor. 2002. Surface Hardening of Steels. Ohio : ASM International.
- Gronergress, H.W. 1964. Flame Hardening. Gevelsberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- <http://www.google.co.th/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fi01.i.aliimg.com> htm (วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2557)
- <http://www.robinoutdoorpower.com/manuals/Robin%20NB351,%20NB411%20Owner's%20Manual.pdf> (11 มิถุนายน 2559)
- <http://www.matweb.com/> (11 มิถุนายน 2559)
- Kendrick, P., Copson, M., Berestford, S., and McCormic, P. 2005. Road Work : Theory and Practice 5th Edition, Elsevier Butterworth Heinmann, Oxford, UK.
- Kwon, Y.D., Park, S.J., Choi, W.G., Bang, S.I., and Kwon, H.W. 2014. Shear Cutting Theory for the Peripheral Edges of Brush Blades, and Test of Its Effectiveness, Int. J. of Precision Engineering and Manufacturing Vol.15, No.7, pp.1459-1465.
- Lau, K.H., D. Mei, C.F. Yueng, and H.C. Man. 2000. Wear characteristics and mechanisms of a thin edge cutting blade. J. of Mater. Proc. Tech. 102 (2000): 203-207.
- Li, Hong-Ying, Hu Ji-dong, Li Jun, Chen Guang, and Sun Xiong-jie. 2013. Effect of tempering temperature on microstructure and mechanical properties of AISI 6150 steel. Journal Central South University. 20, 866-870.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Lee, M.K., Kim, G.H., Kim, K.H., and Kim, W.W. 2004. Control of Surface Hardnesses, Hardening Depths, and Residual Stresses of Low Carbon 12Cr Steel by Flame Hardening. Surface and Coatings Technology. 184, 239–246.
- Makita Corporation. 2015. Makita Instruction Manual-EM 2500U. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.makita.com>. (23 กันยายน 2557).

ภาคผนวก ก. การตีพิมพ์เผยแพร่

พฤติกรรมการณ์ซื้อและใช้ใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

Brush Cutter Blade Purchasing and Using Behavior of Farmers in Surat Thani Province

ธียรศักดิ์ ชูชีพ¹ นริศรา มหาธนินวงศ์¹ และสมใจ จันทร์อุดม²

Thiensak Chucheep¹ Narissara Mahathaninwong¹ and Somjai Janudom²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000

¹Division Industrial Management Technology, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla
University Surat Thani Campus, Muang, Surat Thani, 84000

²ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90110

¹Department of Mining and Materials Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai,
Songkhla, 90110

*Corresponding author: thiensak.c@psu.ac.th, thiensakc@yahoo.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อสำรวจพฤติกรรมการณ์ซื้อและการใช้งานใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงใบมีดตัดหญ้าให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการณ์ใช้งานและความต้องการของเกษตรกร ผลจากการสำรวจพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีให้ความสำคัญกับปัจจัยของผลิตภัณฑ์ ในส่วนของความทนทานและอายุการใช้งานในการตัดสนใจซื้อใบมีดตัดหญ้า (32.0%) ด้านการใช้งานส่วนใหญ่ตัดหญ้าในแปลงพืชผลทางการเกษตรของตนเอง (66.3%) ประเภทไม้ล้มลุกลำต้นอ่อน (76.9%) ความถี่ในการตัด 2-3 เดือนต่อครั้ง (40.8%) อายุการใช้งานใบมีดตัดหญ้า 6-12 เดือน (37.9%) ส่วนการดูแลรักษาเกษตรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการดูแลรักษาใบมีดตัดหญ้า โดยการเช็ดทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งาน (52.7%) สำหรับการตัดสินใจยุติการใช้งานโดยการพิจารณาจากการสึกหรอของคมตัดตามแนวยาว พบกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลิกใช้งานจากการแตกหักของคม (33.1%) รองลงมาการสึกหรอของคมตัดระยะ 1-2 นิ้ว (30.8%) ดังนั้นจากผลการสำรวจพฤติกรรมการณ์ซื้อและการใช้งานใบมีดตัดหญ้างดกล่าว การปรับปรุงสมบัติของใบมีดเพื่อเพิ่มความต้านทานการสึกหรอในการใช้งานสามารถทำได้โดยเลือกใช้วัสดุและกระบวนการทางความร้อนที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ใบมีดตัดหญ้าที่มีความทนทานและอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ส่วนการใช้งานโดยการควบคุมพฤติกรรมการณ์ใช้ เช่น ตัดด้วยความเร็วที่เหมาะสม ตรวจสอบพื้นที่ที่จะตัดว่ามีเศษวัสดุแข็ง อย่างเช่น หิน เศษโลหะ และแก้ว เป็นต้น จะช่วยลดการแตกหักของใบมีดตัดหญ้าและช่วยเสริมให้อายุการใช้งานของใบมีดตัดหญ้ายาวนานขึ้น

คำสำคัญ: ใบมีดตัดหญ้า, เกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี, พฤติกรรมการณ์ซื้อและการใช้งาน

ภาคผนวก ข. บทความส่งวารสารวิชาการ

การศึกษาใบมีดตัดหญ้าทดแทนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

A Study of Replacement Brush Cutter Blade in Surat Thani Province

เกียรติศักดิ์ ชูชีพ^{1*}, นริศรา มหาชนินวงศ์¹, สมใจ จันทร์อุดม², ชานชัย แฮวอู³, จรินทร์รัตน์ อินทอง⁴

จุฑารัตน์ สกุนา⁴, อนูรัตน์ ทองแก้ว⁴ และ สุธาวิ ไพจิตร⁴

Thiensak Chucheep^{1*}, Narissara Mahathaninwong¹, Somjai Janudom², Chanchai Haeou³, Charinrat Onthong⁴,
Chutarat Sakuna⁴, Anurat Thongkaew⁴, and SuthaweePhaijit¹

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษารายละเอียดที่ฉลากและบรรจุภัณฑ์ของใบมีดตัดหญ้าทดแทนจำนวน 35 ตราสินค้า ที่จำหน่ายในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและศึกษาเกรดเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้าจำนวน 7 ตราสินค้า ผลจากการศึกษาฉลากและบรรจุภัณฑ์ พบว่าสามารถจำแนกประเภทสินค้าออกเป็น 3 ประเภท คือ ใบมีดตัดหญ้านำเข้า ใบมีดตัดหญ้าผลิตในประเทศ และ ใบมีดตัดหญ้าไม่ระบุแหล่งผลิต โดยแต่ละประเภทมีจำนวน 4 (11.4%) 15 (42.9%) และ 16 (45.7%) ตราสินค้าตามลำดับ สำหรับใบมีดตัดหญ้าผลิตภายในประเทศ ชนิดการผลิตอะไหล่เทียบ จำนวน 14 ตราสินค้ามีการระบุข้อมูลสินค้าและผู้ผลิตที่ครบถ้วนเป็นภาษาไทยเพียงแค่ 2 ตราสินค้า ส่วนอีก 2 ตราสินค้าสามารถสืบค้นข้อมูลสอบกลับได้ไปยังผู้ผลิตทางอินเทอร์เน็ต และอีก 10 ตราสินค้าที่เหลือไม่สามารถสอบกลับได้ไปยังผู้ผลิตได้ นอกจากนี้การศึกษาเกรดเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า พบว่าเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด 1050 1065 1070 และ 1080 ตามมาตรฐาน ASTM A682

คำสำคัญ: ใบมีดตัดหญ้า, เหล็กกล้าใบมีดตัดหญ้า

Abstract

The purposes of this research were to study details of labeling and packaging of 35 brands of the replacement brush cutter blade purchased in Surat Thani province and to study the steel grades of the selected 7 brands. The samples could be classified into 3 product categories; Imported Blade (IB), Local Manufacturer

¹ อ.ดร., สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000

² อ.ดร., ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90100

³ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000

⁴ อดิศักดิ์ศึกษา., สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000

* Corresponding author: e-mail: thiensak.c@psu.ac.th Tel./Fax. 084-0670766/077-355453

Blade (LMB), and Unidentified Blade (UB). The numbers of IB, LMB, and UB were 4(11.4%), 15(42.9%) and 16(45.7%) brands, respectively. Out of the 14 LMB brands, 2 brands had a completed details in Thai language details on labels, 2 brands were traceable by internet searching. Other brands were not traceable. In additions, the investigations of steel grades found that the blades were steel grades of 1050 1065 1070 and 1080, by referring to ASTM A682.

Keywords: brush cutter blade, brush cutter steel

บทนำ

ใบมีดตัดหญ้าทดแทนนับเป็นวัสดุสิ้นเปลืองที่สำคัญของเกษตรกรที่ใช้ทางเลือกในการกำจัดวัชพืชในแปลงโดยไม่ใช้สารเคมี ซึ่งเกษตรกรโดยส่วนใหญ่ 34.7% เปลี่ยนใบมีดตัดหญ้าช่วง 6 – 12 เดือน โดยให้ความสำคัญกับเกณฑ์การเลือกซื้อด้านความทนทานและอายุการใช้งานมากที่สุด 32.0% และด้านตราสินค้า 11.2% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และมีบางตราสินค้าที่ได้รับความนิยมสูงสุดคิดเป็น 39.1% [1] แต่อย่างไรก็ตาม ในร้านจำหน่ายใบมีดตัดหญ้าทดแทนยังมีตราสินค้าอื่นๆ อีกจำนวนมาก ซึ่งนอกจากตราสินค้ามีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ ข้อมูลรายละเอียดของใบมีดตัดหญ้าที่ระบุบนใบมีดตัดหญ้าและบรรจุภัณฑ์เป็นสารสนเทศที่สำคัญต่อเกษตรกรในการเลือกซื้อเพื่อใช้งาน ใบมีดตัดหญ้าซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ใช้ตัดหญ้าที่ความเร็วรอบสูง 6,800-8,000 รอบต่อนาที [2,3] หากใช้งานใบมีดตัดหญ้าคุณภาพไม่ด้อยเกิดอันตรายจากการแตกหักต่อผู้ตัดและผู้อยู่บริเวณใกล้เคียงในรัศมี 15 เมตร [2] สำหรับบางประเทศ เช่น สาธารณรัฐเกาหลีมีมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับใบมีดตัดหญ้าแบบเคลื่อนย้ายได้ (Korean Standards of Safety Certification-Metal Blade for Portable) [3] ผลจากการสำรวจใบมีดตัดหญ้าทดแทนตามร้านค้าต่างๆ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเบื้องต้นพบว่าข้อมูลของใบมีดตัดหญ้าและบรรจุภัณฑ์ มีความหลากหลายทั้งตราสินค้า ภาษาที่ใช้ แหล่งผลิตเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า ความครบถ้วนของการระบุผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย การระบุแหล่งผลิตเหล็กกล้าชิ้นดีจากต่างประเทศ

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการให้ข้อมูลของใบมีดตัดหญ้าทดแทนที่จำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ซึ่งต่อไปในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า “ใบมีดตัดหญ้า” โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและผู้ผลิตจากฉลากและเครื่องหมายของแต่ละตราสินค้าที่ตัวใบมีดตัดหญ้าและบรรจุภัณฑ์ พร้อมทั้งจำแนกประเภท และเปรียบเทียบเกรดของเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและผู้ผลิตของ ใบมีดตัดหญ้าซึ่งระบุที่ตัวสินค้าและบรรจุภัณฑ์ และจัดแบ่งประเภทตามสารสนเทศที่ได้รับ
- 2) เพื่อศึกษาเกรดของเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า

2. ประชากรในงานวิจัย

ประชากรจำนวนตราสินค้าใบมีดตัดหญ้าในงานวิจัยนี้ไม่สามารถนิยามได้อย่างชัดเจน เนื่องจากตราสินค้าของใบมีดตัดหญ้ามีไม่น้อยกว่า 13 ตราสินค้า [1] รวมทั้งร้านจำหน่ายใบมีดตัดหญ้ามีหลากหลาย ทั้งร้านค้าชุมชน

ร้านขายวัสดุการเกษตร ร้านฮาร์ดแวร์ ร้านขายวัสดุก่อสร้าง และ โมเดิร์นเทรด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกซื้อตราสินค้าที่แตกต่างกันภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 35 ตราสินค้า

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

(1) สํารวจซื้อตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าที่ตราสินค้าแตกต่างกันจากร้านจำหน่ายใบมีดตัดหญ้าในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ศึกษารายละเอียดข้อมูลต่างๆ ที่มีการระบุบนตัวใบมีดตัดหญ้าและบรรจุภัณฑ์ของแต่ละตราสินค้า วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับเกี่ยวกับแหล่งผลิตใบมีดตัดหญ้า ชนิดการผลิต เหล็กกล้าที่ใช้ ภาษาที่ใช้ในการให้ข้อมูล สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต จำแนกประเภทและระบุข้อมูลเชิงปริมาณของใบมีดตัดหญ้าตามแหล่งผลิต ชนิดการผลิต และแหล่งผลิตเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า

(2) จัดเตรียมตัวอย่าง ส่งตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าเพื่อวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าโดยวิธี Optical Emission Spectroscopy (OES) เปรียบเทียบเกรดตามเกณฑ์ปริมาณส่วนผสมของธาตุเจือจากมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ผลและการวิจารณ์ผล

ผลจากการสำรวจซื้อตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าตราสินค้าต่างๆ ที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 35 ตราสินค้า มาศึกษาข้อมูลซึ่งระบุที่ใบมีดตัดหญ้าและบรรจุภัณฑ์ พบรายละเอียดที่สำคัญๆ ดังนี้

(1) การระบุข้อมูลในตราสินค้าเดียวแต่ละรุ่นกันไม่สม่ำเสมอ เช่น ตราสินค้าหลักเดียวกันแต่ระบุค่าขยายความร่นต่างกันที่แตกต่างกัน เช่น บางตัวอย่างไม่ระบุค่าเพิ่มเติม บางตัวอย่างระบุคำว่า “Platinum” และบางตัวอย่างระบุคำว่า “Gold Power”

(2) การระบุข้อมูลในตราสินค้าที่จำหน่ายแหล่งจำหน่ายไม่เหมือนกัน เช่น ในร้านค้าแบบ โมเดิร์นเทรด มีการระบุแหล่งผลิต แต่ในร้านจำหน่ายทั่วไปไม่ระบุแหล่งผลิต

(3) การระบุข้อมูลในสินค้าแต่ละรุ่นไม่สม่ำเสมอ เช่น บางรุ่นมีภาษาไทย บางรุ่นไม่มีภาษาไทย บางรุ่นระบุแหล่งผลิต “Made in Japan” บางรุ่นระบุ “Top Quality” และบางรุ่นไม่ระบุค่าใดๆ

(4) การระบุข้อมูลบริษัทผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายไม่ครบถ้วน โดยส่วนใหญ่มีแค่ตราสินค้า ข้อมูลขนาดใบมีดตัดหญ้า และแหล่งผลิตเหล็กกล้าที่ใช้ใบตัด ขาดรายละเอียดที่สอกลับได้ ไปยังผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย และบางตราสินค้าระบุชื่อบริษัทผู้ผลิตเป็นภาษาอังกฤษและรายละเอียดอื่นๆเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

1. ผลการศึกษาหลักและบรรจุภัณฑ์

ผลจากการสำรวจรายละเอียดระบุที่ใบมีดตัดหญ้าและบรรจุภัณฑ์จากใบมีดตัดหญ้าทั้งหมด 35 ตราสินค้า สามารถจำแนกประเภทโดยใช้เกณฑ์ในการแบ่ง 3 ระดับ คือ ประเภทแหล่งผลิตใบมีดตัดหญ้า ชนิดการผลิต และแหล่งผลิตเหล็กกล้า รายละเอียดของเกณฑ์และการนิยามเกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์การแบ่งประเภทแหล่งผลิตใบมีดตัดหญ้าโดยใช้ข้อมูลที่มีการระบุบนตัวใบมีดตัดหญ้า และบรรจุภัณฑ์จากแต่ละตราสินค้า หรือการสืบค้นข้อมูลแหล่งผลิตของแต่ละตราสินค้าทางอินเทอร์เน็ต สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (1) ใบมีดตัดหญ้านำเข้า (Imported Blade; IB) (2) ใบมีดตัดหญ้าผลิตในประเทศ (Local Manufacturer Blade; LMB) และ (3) ใบมีดตัดหญ้าไม่ระบุแหล่งผลิต (Unidentified Blade; UB)

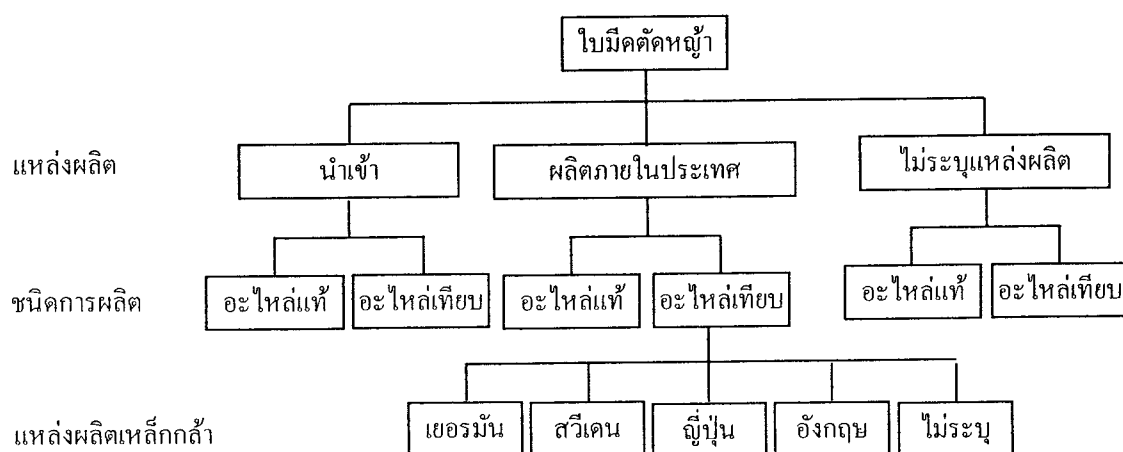
เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งชนิดการผลิตใบมีดตัดหญ้าอ้างอิงจากเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งผู้ผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ทดแทน (Replacement Equipment Manufacturing) ในประเทศไทย [4] ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ อะไหล่แท้ อะไหล่เทียบ และอะไหล่เทียม โดยอะไหล่เทียมเป็นการละเมิดตราสินค้า ดังนั้นในที่นี้จึงใช้เกณฑ์การ

ส่งเสอบบทความวิจัยเพื่อพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ต่อวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ (ฟอนต์และรูปแบบตามที่วารสารกำหนด)

แบ่งชนิดการผลิตใบมีดตัดหญ้าแค่ 2 ชนิดการผลิต คือ อะไหล่แท้ (Genuine Blade; GB) และ อะไหล่เทียบ (Compatible Blade; CB) โดย อะไหล่แท้ หมายถึง ตราสินค้าใบมีดตัดหญ้าที่เป็นผู้ผลิตเครื่องตัดหญ้า และ อะไหล่เทียบ หมายถึงตราสินค้าใบมีดตัดหญ้าที่ไม่ใช่ผู้ผลิตเครื่องตัดหญ้า

เกณฑ์การแบ่งกลุ่มตามแหล่งผลิตเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้าในที่นี้ทำการแบ่งกลุ่มเฉพาะประเภทที่ผลิตในประเทศเท่านั้น เนื่องผู้ผลิตในประเทศเป็นผู้ผลิตที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการควบคุมได้ ซึ่งจากการสำรวจฉลากและบรรจุภัณฑ์พบว่าตราสินค้าต่างๆ นิยมระบุแหล่งผลิตเหล็กกล้าจากประเทศ ดังนี้ ประเทศเยอรมัน (German Steel; GS) สวีเดน (Swedish Steels; SS) อังกฤษ (British Steel; BS) ญี่ปุ่น (Japanese Steel; JS) และไม่ระบุแหล่งผลิตเหล็กกล้า (Unidentified Steel; UnS) โดยใช้ข้อมูลที่มีการระบุบนตัวใบมีดตัดหญ้า หรือบรรจุภัณฑ์ ที่มีการสื่อถึงแหล่งผลิตเหล็ก ทั้งโดยตรงที่มีการระบุประเทศผู้ผลิตเหล็กกล้า และโดยอ้อมที่มีการระบุคำที่สามารถสื่อถึงแต่ละประเทศ เช่น “เยอรมัน” “Germany” “สวีเดน” “Sweden” “อังกฤษ” “England” “UK” และ “Japan” การใช้คำที่สื่อหมาย หรือ ระบุมาตรฐานต่างประเทศ เช่น “DIN” “SKS” หรือการใช้คล้ายสังขชาติของแต่ละประเทศ

เกณฑ์การจัดแบ่งดังแสดงในผังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เกณฑ์การจำแนกใบมีดตัดหญ้าจากการสำรวจข้อมูลฉลากและบรรจุภัณฑ์

จากการสำรวจฉลากและบรรจุภัณฑ์ใบมีดตัดหญ้าทั้งหมด 35 ตราสินค้า แบ่งเป็น ใบมีดตัดหญ้าประเภทนำเข้าจำนวน 4 ตราสินค้า (11.4%) โดยจัดเป็นอะไหล่แท้ 1 ตราสินค้า และอะไหล่เทียบ 3 ตราสินค้า ส่วนประเภทผู้ผลิตภายในประเทศ 15 ตราสินค้า (42.9%) จัดเป็นอะไหล่แท้ 1 ตราสินค้า และอะไหล่เทียบ 14 ตราสินค้า และประเภทผู้ผลิตที่ไม่ระบุแหล่งผลิต 16 ตราสินค้า (45.7%) จัดเป็นอะไหล่เทียบทั้ง 16 ตราสินค้า รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณใบมีดตัดหญ้าตามเกณฑ์การจำแนก

แหล่งผลิต	จำนวน (%)	ชนิดการผลิต	จำนวน (%)	แหล่งผลิตหลักกล้า	จำนวน (%)
นำเข้า	4 (11.4)	อะไหล่แท้	1 (2.9)	N/A	N/A
		อะไหล่เทียบ	4 (11.4)	N/A	N/A-
ผลิตภายในประเทศ	15 (42.9)	อะไหล่แท้	1 (2.9)	-	-
		อะไหล่เทียบ	14 (40.0)	เยอรมัน	4 (11.4)
				สวีเดน	4 (11.4)
				ญี่ปุ่น	3 (8.6)
				อังกฤษ	2 (5.7)
			ไม่ระบุ	1 (2.9%)	
ไม่ระบุแหล่งผลิต	16 (45.7)	อะไหล่แท้	0 (0)	N/A	N/A
		อะไหล่เทียบ	16 (45.7)	N/A	N/A-

หากคิดแยกเกณฑ์เฉพาะชนิดการผลิตจะเห็นได้ว่าใบมีดตัดหญ้าโดยส่วนใหญ่ 33 คราสินค้า จากทั้งหมด 35 คราสินค้า (คิดเป็น 94.3%) เป็นผู้ผลิตอะไหล่เทียบ โดยลักษณะที่สำคัญของผู้ผลิตอะไหล่เทียบตามเกณฑ์ผลิตของผู้ผลิตชิ้นส่วนทดแทน (Replacement Equipment Manufacturer) ของอุตสาหกรรมยานยนต์ สถาบันยานยนต์ [4] ระบุต้องเป็นชิ้นส่วนที่ไม่มีเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง ไม่เป็นชิ้นส่วนที่เกี่ยวกับระบบความปลอดภัย และไม่มีปัญหาด้านการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาต่างๆ เช่น คราสินค้า และสิทธิบัตร เป็นต้น

สำหรับใบมีดตัดหญ้าประเภทไม่ระบุแหล่งผลิต จำนวน 16 คราสินค้า (45.7%) จัดเป็นกลุ่มอะไหล่เทียบ ทั้ง 16 คราสินค้า โดยพบว่ามิใบมีดตัดหญ้าจำนวน 8 คราสินค้าให้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวสินค้าเป็นภาษาอังกฤษ ทั้งหมด ส่วนอีก 4 คราสินค้าให้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวสินค้าเป็นภาษาอังกฤษและภาษาญี่ปุ่น ที่เหลืออีก 4 คราสินค้าให้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวสินค้าเป็นภาษาอังกฤษ ภาษาญี่ปุ่น และภาษาไทย

หากศึกษาเฉพาะใบมีดตัดหญ้าประเภทผู้ผลิตภายในประเทศซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถควบคุมคุณภาพการผลิต และการให้ข้อมูลกับผู้บริโภคได้ จากการสำรวจพบว่ามิใบมีดตัดหญ้าในประเภนี้ทั้งหมด 15 คราสินค้า (42.9%) จาก 35 คราสินค้า มีเพียง 2 คราสินค้าที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ผลิตครบถ้วนสมบูรณ์เป็นภาษาไทยซึ่งวางจำหน่ายในร้านค้าแบบโมเดิร์นเทรด ส่วนอีก 3 คราสินค้ามีรายละเอียดที่เพียงพอต่อการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ตไปยังผู้ผลิตทำให้ไม่สะดวกต่อผู้บริโภคที่ขาดทักษะด้านการสืบค้นข้อมูลหรือไม่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ ส่วนที่เหลืออีก 10 คราสินค้า รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ผลิตไม่เพียงพอต่อการสอบกลับไปยังผู้ผลิตในประเทศ

ผลจากการศึกษาข้อมูลตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าชี้ให้เห็นว่ารายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของใบมีดตัดหญ้า ส่วนใหญ่ขาดรายละเอียดเกี่ยวกับการสอบกลับไปยังผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย รวมทั้งมีการให้ข้อมูลที่เป็นภาษาต่างๆประเทศ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการคุ้มครองผู้บริโภคควรกำกับติดตามให้สอดคล้องกับการระบุนายละเอียดของสินค้าตามหลักกฎหมายพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ.2522 มาตรา

4 (1) ที่กำหนดว่า ผู้บริโภคต้องมี “สิทธิที่จะได้รับข่าวสารรวมทั้งคำพรรณนาคุณภาพที่ถูกต้องและเพียงพอเกี่ยวกับสินค้าและบริการ” [5] ระบบการสอบกลับ ได้ไปยังผู้ผลิตเป็นสิ่งสำคัญเพื่อรับผิดชอบต่อผู้บริโภค ดังนั้นข้อกำหนดข้อที่ 8.2.1 การสื่อสารข้อมูลกับลูกค้าเกี่ยวกับสินค้าและบริการตามมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001 : 2015 [6]

นอกจากนี้ยังไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานของสินค้าดังกล่าว หรือ มาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย ดังเช่นของสาธารณรัฐเกาหลี [3] ทั้งที่เป็นสินค้าที่อาจจะเกิดอันตรายต่อกับผู้ใช้งาน

2. ผลการศึกษาเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้า

ผลการศึกษาข้อมูลจากฉลากและบรรจุภัณฑ์ของ ใบมีดตัดหญ้าพบว่า มีหลายตราสินค้าที่ระบุข้อมูลหรือสื่อว่าเป็นเหล็กกล้าชนิดพิเศษจากต่างประเทศ เช่น เยอรมัน สวีเดน อังกฤษ ญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งเกณฑ์หลักที่ใช้ในการระบุชนิดเหล็กกล้า มักใช้เกณฑ์ปริมาณส่วนผสมของธาตุเจือ (Alloys) ของเหล็กกล้าชนิดนั้นๆ ทั้งนี้สมบัติของใบมีดตัดหญ้าไม่ขึ้นกับปริมาณส่วนผสมของธาตุเจือแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับกระบวนการขึ้นรูป และกระบวนการทางความร้อนสำหรับใบมีดตัดหญ้าก่อนที่จะส่งเป็นสินค้าเพื่อจำหน่าย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าที่นำมาทำเป็นวัสดุใบมีดตัดหญ้า เพื่อเทียบกับเกรดของเหล็กกล้าตามมาตรฐานเหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอน ASTM A686 และเหล็กกล้าคาร์บอน ASTM A682 โดยนำตัวอย่างเหล็กกล้าใบมีดตัดหญ้าที่มีข้อความระบุสื่อความหมายว่าเป็นแหล่งผลิตเหล็กกล้าในประเทศเยอรมัน 2 ตัวอย่าง (LMB-CB-GS1 และ LMB-CB-GS2) แหล่งผลิตเหล็กกล้าในประเทศสวีเดน 2 ตัวอย่าง ((LMB-CB-SS1 และ (LMB-CB-SS 2) แหล่งผลิตเหล็กกล้าในประเทศอังกฤษ 2 ตัวอย่าง (LMB-CB-BS1 และ LMB-CB-BS 2) และเหล็กใบมีดตัดหญ้าที่ไม่สามารถระบุแหล่งผลิต (UB-CB1) ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีปริมาณธาตุเจือต่างๆ ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ส่วนผสมทางเคมีของใบมีดตัดหญ้า

Sample	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	V	Ti	Co
LMB-CB-GS1	0.6504	0.9679	0.0207	0.0058	0.2553	0.0517	0.0154	0.0492	0.0051	0.0115	0.0036	0.0034	0.0079
LMB-CB -GS2	0.8089	0.6433	0.0116	0.0067	0.2064	0.0025	0.077	0.0543	-	0.0319	0.0012	0.0018	0.0019
LMB-CB-SS 1	0.7232	0.6867	0.0163	0.0069	0.2024	0.0090	0.0083	0.1757	0.0022	0.0090	<0.0003	0.0012	0.000
LMB-CB-SS 2	0.7008	0.6971	0.0110	0.0060	0.1981	0.0079	0.0196	0.1800	0.0030	0.0496	0.0026	0.0031	0.0052
LMB-CB-BS 1	0.7271	0.7157	0.0134	-	0.2199	0.1904	0.1140	0.1693	0.0342	0.0447	-	-	0.0100
LMB-CB-BS 2	0.7506	0.6479	0.022	0.0126	0.251	0.0065	0.0104	0.0543	0.0006	0.0353	<0.0003	0.0017	-
UB-CB1	0.4878	0.5786	0.0236	0.0195	0.2050	0.0355	0.0035	0.1085	0.0035	0.0039	0.0005	0.0011	-

สำหรับส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอน วารุณี และ อรจิรา [7] ได้สรุปว่าปริมาณธาตุเจือที่สำคัญของเหล็กกล้าเกรด W1A-8 และ W1C-8 ตามมาตรฐาน ASTM A686 และ เกรด SK5 มาตรฐาน JIS G 4401 (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ส่วนผสมทางเคมีตามเกณฑ์ของมาตรฐาน ASTM A686 และ JIS G 4401 [7]

Steel	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	W	V
W1A-8	0.80-0.90	0.10-0.40	≤0.030	≤0.030	0.10-0.40	≤0.20	≤0.20	≤0.15	≤0.10	≤0.15	≤0.10
W1C-8	0.80-0.90	0.10-0.40	≤0.030	≤0.030	0.10-0.40	≤0.20	≤0.20	≤0.30	≤0.10	≤0.15	≤0.10
SK5	0.80-0.90	≤0.50	≤0.030	≤0.030	≤0.35	≤0.25	≤0.25	≤0.30	-	-	-
C80W1	0.75-0.85	0.10-0.25	≤0.020	≤0.020	0.10-0.25	-	-	-	-	-	-

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้าจากตารางที่ 2 มาเทียบกับเกณฑ์ส่วนผสมธาตุหลักของเหล็กกล้าเครื่องมือในตารางที่ 3 พบว่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของเหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอน เนื่องจากปริมาณ Mn เกินกว่าปริมาณสูงสุดของเกรด W1A-8 และ W1C-8 (0.10-0.40 %wt) และเมื่อนำไปเทียบตามเกณฑ์เหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอนตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS G4401 เกรด SK5 พบว่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์เช่นกัน เนื่องจากปริมาณ Mn เกินค่าที่กำหนด (0.50%wt) และเมื่อนำไปเทียบตามมาตรฐาน DIN 17350 เกรด C80W1 พบว่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของเกรดดังกล่าว เนื่องจากปริมาณ Mn เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในช่วง 0.10 – 0.25 %wt

สำหรับธาตุเจือ Mn ในเหล็กกล้าทำหน้าที่กำจัด S กลายเป็น MnS ส่วนที่เหลือไปละลายในเฟอร์ไรต์ กลายเป็น Mn_3C หรือ $(FeMn)_3C$ เพื่อเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง ในทางปฏิบัติจะนับ Mn เป็นธาตุผสมเมื่อส่วนผสมสูงเกินกว่า 0.6%wt ขึ้นไป ส่วน Si ป็นธาตุที่พบในเหล็กกล้าทุกประเภทประมาณ 0.20 – 0.30% ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจน และเสริมสมบัติในการชุบแข็งโดยไม่รวมตัวกับคาร์บอนแต่ทำหน้าที่ช่วยให้คาร์บอนรวมตัวกันเป็นกราฟไฟต์ช่วยให้มีความลื่นในการทำแม่พิมพ์ไม่ติดกับการจับติดโลหะระหว่างการขึ้นรูป [8]

ตามมาตรฐาน ASTM A682 [9] ได้กำหนดส่วนผสมของเหล็กกล้า โดยการแบ่งตามรหัสตัวเลขสี่หลักตาม AISI ของแต่ละเกรด โดยกำหนดปริมาณธาตุหลักและสารมลทิน ดังนี้ คาร์บอน (C) แมงกานีส (Mn) ซิลิกอน (Si) รวมมลทิน ฟอสฟอรัส (P) และ กำมะถัน (S) ดังตารางที่ 4 และกำหนดปริมาณธาตุเจือ ทองแดง (Cu) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr) และ โมลิบดีนัม (Mo) รวมกันไม่เกิน 0.80%

ตารางที่ 4 เกณฑ์กำหนดส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าตามมาตรฐาน ASTM A682 [9]

Steel	C	Mn	P (max)	S (max)	Si	Cu	Ni	Cr	Mo
1050	0.48-0.55	0.60-0.90	0.035	0.040	0.15-0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.25	≤0.10
1065	0.60-0.70	0.60-0.90	0.035	0.040	0.15-0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.25	≤0.10
1070	0.65-0.75	0.60-0.90	0.035	0.040	0.15-0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.25	≤0.10
1080	0.75-0.88	0.60-0.90	0.035	0.040	0.15-0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.25	≤0.10
1095	0.90-1.03	0.30-0.50	0.035	0.040	0.15-0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.25	≤0.10

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีมาวิเคราะห์เทียบกับมาตรฐาน ASTM A682 ในตารางที่ 4 พบว่า 3 ตัวอย่าง (LMB-CB-SS1, LMB-CB-SS2 และ LMB-CB-BS1) สามารถเทียบเกรดได้เป็นเหล็กกล้า

คาร์บอน 1070 และมี 2 ตัวอย่าง (LMB-CB-GS2 และ LMB-CB-BS2) สามารถเทียบได้เป็นเกรด 1080 ส่วนอีก 1 ตัวอย่าง (LMB-CB-GS1) ใกล้เคียงกับเกรด 1065 แต่มีปริมาณของ Mn (0.9679%wt) เกินเกณฑ์ที่เกรด 1065 ที่กำหนดไว้ที่ 0.60 - 0.90%wt ในขณะที่ตัวอย่างจากประเภทที่ไม่ระบุแหล่งผลิต (UB-CB1) พบว่ามีปริมาณคาร์บอน C 0.4878%wt ซึ่งปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าทุกตัวอย่างที่ผลิตภายในประเทศ สามารถเทียบเกรดตามมาตรฐาน ASTM A682 [9] เป็นเกรด 1050 ซึ่งเกรดเหล็กกล้าดังกล่าวสอดคล้องเหล็กกล้าใบตัดในงานวิจัยของ Lau *et al.* [10] ซึ่งศึกษากระบวนการทางความร้อนสำหรับเหล็กกล้าใบมีดตัดหญ้าเกรด 1045 (คาร์บอน 0.42 - 0.50%wt) และ 1090 (คาร์บอน 0.85 - 0.98%wt) ที่มีค่าส่วนผสมทางเคมีใกล้เคียงกับตัวอย่างเหล็กกล้าใบมีดตัดหญ้าที่พบจากการศึกษาในตลาดเชิงพาณิชย์ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

หากพิจารณาเฉพาะปริมาณส่วนผสมทางเคมีแสดงว่าเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้าเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน ไม่ใช่เหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอนที่มีการเติมธาตุเจือเป็นพิเศษดังที่บางตราสินค้าระบุไว้ แต่อย่างไรก็ตามสมบัติความทนทานต่อการสึกหรอของสินค้าใบมีดตัดหญ้ามีได้ขึ้นกับปริมาณส่วนผสมทางเคมีแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับกระบวนการทางความร้อนสำหรับใบมีดตัดหญ้า [10] ที่จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาโดยรวมจะเห็นได้ว่าการสื่อสารข้อมูลเหล็กกล้าที่ใช้ทำใบมีดตัดหญ้าทั้งเกรดและแหล่งผลิตเหล็กกล้าของใบมีดตัดหญ้าที่จำหน่ายในปัจจุบันขาดการตรวจสอบและรับรองความถูกต้อง

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าและวิเคราะห์ส่วนผสมตัวอย่างใบมีดตัดหญ้าในจังหวัดสุราษฎร์ธานีสามารถสรุปได้ว่า

- (1) มีตราสินค้าใบมีดตัดหญ้าที่หลากหลายไม่น้อยกว่า 35 ตราสินค้า และสามารถแบ่งประเภทเป็นประเภทใบมีดตัดหญ้านำเข้า ใบมีดตัดหญ้าผลิตในประเทศ และ ใบมีดตัดหญ้าไม่ระบุแหล่งผลิตซึ่งมีปริมาณมากที่สุด
- (2) ใบมีดตัดหญ้าผลิตในประเทศโดยส่วนใหญ่ขาดการระบุข้อมูลที่สามรถสอบกลับได้ถึงผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย
- (3) เหล็กกล้าที่ใช้ใบมีดตัดส่วนใหญ่เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด 1070 ตาม ASTM A682
- (4) การระบุชนิดของเหล็กกล้าและแหล่งผลิตขาดการตรวจสอบและรับรองความถูกต้อง

คำขอขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เลขที่ SIT 570808S ทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ปีงบประมาณ 2559 และสถานวิจัยความเป็นเลิศด้านวิศวกรรมวัสดุ (Center of Excellence in Materials Engineering, CEME) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาผู้ช่วยวิจัยระดับปริญญาตรี นายกิตติ เล็กสมสันต์ นายวัชรพงศ์ มิตรกุล นายสุวัฒน์ ชัยสวัสดิ์ รวมทั้งร้านจำหน่ายผู้ให้ข้อมูลทุกร้าน โดยเฉพาะร้านวรภัชน์ ร้านหนองคูการเกษตร และร้านเพชรพระโอษฐ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] เขียรศักดิ์ ชูชีพ นริศรา มหาชนินวงศ์ และสมใจ จันทร์อุดม. (2559). พฤติกรรมการซื้อและใช้ใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิชาการและส่งเสริมวิชาการเกษตร. Vol.33 (ฉบับที่ 2, 2559).
- [2] Makita Corporation. (2016). คู่มือการใช้งาน RBC411 และ RBC411U. สืบค้น 13 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.makita.com.vn>.
- [3] Kwon, Y.D., S.J. Park, W.G. Choi, S.I. Bang, and H.W. Kwon. (2014). Shear Cutting Theory for the Peripheral Edges of Brush Blades, and Test of Its Effectiveness. **Int. J. of Precision Engineering and Manufacturing**. Vol.15 (No.7), 1459-1465.
- [4] สถาบันยานยนต์. (2553). โครงการศึกษาศักยภาพผู้ผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ (REM : Replacement Equipment Manufacturing) ในประเทศ. สืบค้น 13 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.thaiauto.or.th>.
- [5] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2559). พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522. สืบค้น 13 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.krisdika.go.th>.
- [6] International Organization for Standardization. (2016). **ISO 9001:2015 - Quality Management System – Requirements**. Geneva : International Organization for Standardization (ISO).
- [7] วารุณี เปรมานนท์ และ อรจิรา เตียววณิชย์. 2554. งานขึ้นรูปโลหะ เล่มที่ 2 วัสดุทำแม่พิมพ์และขึ้นงาน. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [8] มนต์ สติรจินดา. (2543). วิศวกรรมการอบชุบเหล็ก(พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [9] ASTM International. 2002. **ASTM A682–02 Standard Specification for Steel, Strip, High-Carbon, Cold-Rolled, General Requirements for**. Pennsylvania : ASTM International.
- [10] Lau, K.H., D. Mei, C.F. Yueng, and H.C. Man. 2000. Wear characteristics and mechanisms of a thin edge cutting blade. **J. of Mater. Proc. Tech.** 102 (2000), 203-207.

ภาคผนวก ค. การจัดโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับนักศึกษา

ด้าน	แผน	ผล	หมายเหตุ
4.3 สถานที่ จัดโครงการ	ห้อง SD 317-318 อาคารศูนย์ปฏิบัติการ เครื่องมือวิทยาศาสตร์	ห้อง SD 317-318 อาคาร ศูนย์ปฏิบัติการเครื่องมือ วิทยาศาสตร์	-
4.4 กำหนดการ จัดโครงการ	21 เมษายน 2559	21 เมษายน 2559	-
4.5 ระยะเวลา การจัด โครงการ	2 1/2 ชั่วโมง	2 1/2 ชั่วโมง	-
4.6 งบประมาณ ระบุ/รายการ	-	-	-

5. ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าร่วมโครงการ/กิจกรรม

ความพึงพอใจใน กิจกรรม (คะแนนเต็ม 5)	ความพึงพอใจใน วิทยากร (คะแนนเต็ม 5)	ความพึงพอใจใน บริการ (คะแนนเต็ม 5)	ความพึงพอใจและประโยชน์ที่ได้รับ จากการประชุม/สัมมนา (คะแนนเต็ม 5)
4.39	4.48	4.46	4.56

6. การประชาสัมพันธ์โครงการ/กิจกรรม

วันที่ในการประชาสัมพันธ์	เมษายน 2559
สื่อ/ช่องทางที่ใช้ ในการประชาสัมพันธ์	ประกาศให้นักศึกษาทราบในชั้นเรียน

7. ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินโครงการ/กิจกรรม

การดำเนินโครงการระยะเวลากระชั้นชิดทำให้นักศึกษาเข้าร่วมโครงการได้น้อย

8. ข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ/กิจกรรม

(1) เพิ่มระยะเวลาประชาสัมพันธ์โครงการ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ที่ มอ 920.1/142
เรื่อง ขอดำเนินโครงการพัฒนานักศึกษา

งานการเงินและบัญชี
รับที่ 003007
รับวันที่ 18 เม.ย. 59
เวลา 10:20
ผู้รับ นาย

โทร 8886
วันที่ 18 เมษายน 2559

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ตามที่ข้าพเจ้า ดร.เชียรศักดิ์ ชูชีพ ได้รับทุนวิจัยโครงการ "การปรับปรุงสมบัติทางกลของเหล็กกล้าบัดดหน้าสำหรับเครื่องตัดท่อสเปซพาย" จากแหล่งทุน สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ SIT570808S-0 ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน" ในการนี้ทางหัวหน้าโครงการจึงขออนุมัติจัดโครงการพัฒนานักศึกษาเพื่อถ่ายทอดความรู้จากการดำเนินโครงการวิจัยเรื่อง "พฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อ การใช้งานและสมบัติทางกลบัดดหน้า" ให้แก่นักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 และ 4 ที่สนใจ ในวันพฤหัสบดีที่ 21 เมษายน 2559 เวลา 15.30 - 18.15 น. โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ รายละเอียดโครงการดังแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ จะขอบคุณยิ่ง

(ดร.เชียรศักดิ์ ชูชีพ)
หัวหน้าโครงการวิจัย

กจ
18/04/59

เรียน คณบดี

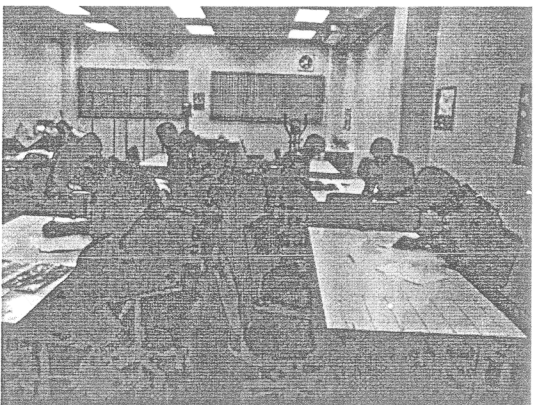
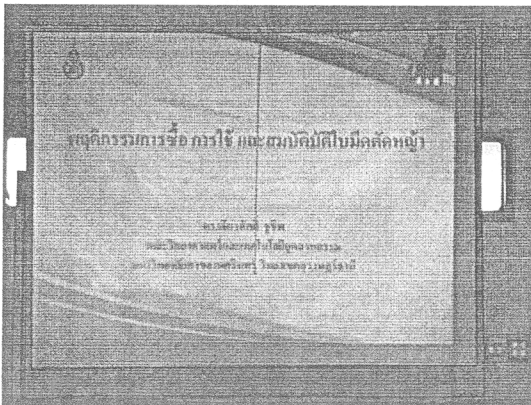
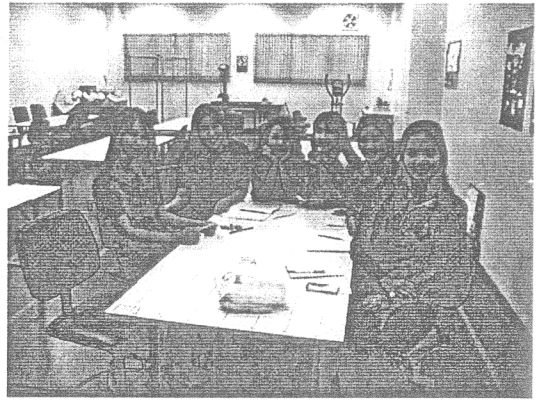
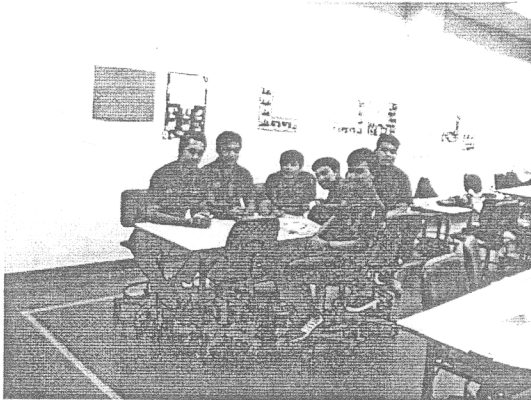
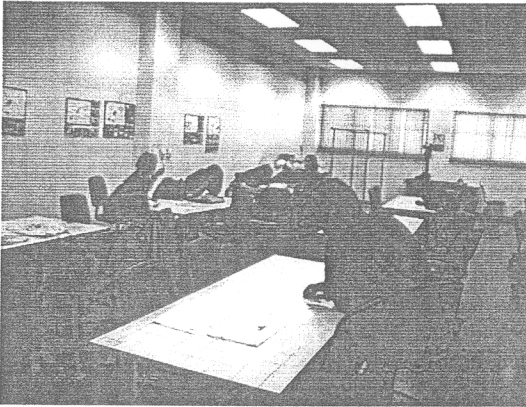
เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
ด้วย ดร.เชียรศักดิ์ ชูชีพ สำนักรง

งานบริหารจัดการอุตสาหกรรม มอสงขลานครินทร์
ที่สงขลานครินทร์ เดิมถ่ายถอด สหพันธ์จากมหาวิทยาลัย
กิจกรรมวิจัย 18:00 พฤติกรรม การเลือกซื้อ การใช้งาน
และสมบัติ ทางกลบัดดหน้า. ในที่นี้ 91 88.4.59
18:01 18:30-18:15 น. โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

18 เม.ย. 59

18/4/59

รูปการดำเนินโครงการ



ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ

ดร.เจียรศักดิ์ ชูชีพ

คุณวุฒิ

วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมวัสดุ)

สถานที่ปฏิบัติงาน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ประสบการณ์งานวิจัย

- นริศรา มหธานินวงศ์ เจียรศักดิ์ ชูชีพ นงเยาว์ เมืองดี ปิยนางู คงทิม เอกสิทธิ์ อนันต์เจริญวงศ์ สุธิดา หมาดโต๊ะชะ๊ะ และกนกรัตน์ สำอังกาย. 2559. พฤติกรรมการกรีดยางพารา พฤติกรรม การเลือกใช้มีดกรีดยางพารา และการประเมินแนวคิดเกี่ยวกับเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติของ เกษตรกรชาวสวนยางพารา. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 33 ฉบับที่ 1 มกราคม เมษายน 2559, 66-76.
- เจียรศักดิ์ ชูชีพ นริศรา มหธานินวงศ์ และสมใจ จันทร์อุดม. 2559. พฤติกรรม การซื้อและใช้ ใบบิดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2559.
- นริศรา มหธานินวงศ์ เจียรศักดิ์ ชูชีพนงเยาว์ เมืองดี ภูริวัฒน์ เพ็ชรนิคมอนุพงษ์ สุวรรณมณี และเอกพัฒน์ ช่วยเมือง. ใบบิดกรีดยางสำหรับเครื่องกรีดยางอัตโนมัติ. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2559, 25-33.
- Chucheeep, T., Wannasin, J., Wisutmethangoon, S. 2014. Effect of semi-solid processing on solidified microstructure and mechanical properties of rheo-slurries A356 sand cast. Advanced Materials Research.
- Chucheeep, T., Wannasin, J., Canyook, R., Rattanochaikul, T, Janudom, S., Wisutmethangoon, S., Flemings, M.C. 2013. Characterization of flow behavior of semi-solid slurries with low solid fractions. Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science.
- Chucheeep, T., Canyook, R., Rattanochaikul, T., Janudom, S., Wisutmethangoon, S., Wannasin, J. 2011. A fluidity study of semi-solid rheo-slurry of AC4C aluminum alloy in gravity sand casting. Advanced Materials Research.
- Wannasin, J., Janudom, S., Rattanochaikul, T., Canyook, R., Burapa, R., Chucheeep, T., Thanabumrunikul, S. 2010. Research and development of gas induced semi-solid process for industrial applications. Transactions of Nonferrous Metals Society of China.

- Burapa, R., Janudom, S., Chucheep, T., Canyook, R., Wannasin, J. 2010. Effects of primary phase morphology on mechanical properties of Al-Si-Mg-Fe alloy in semi-solid slurry casting process. Transactions of Nonferrous Metals Society of China.
- Chucheep, T., Burapa, R., Janudom, S., Wisutmethangoon, S., Wannasin, J. 2010. Semi-solid gravity sand casting using gas induced semi-solid process. Transactions of Nonferrous Metals Society of China.

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ	ดร.นริศรา มหาธนิวงค์
คุณวุฒิ	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมวัสดุ)
สถานที่ปฏิบัติงาน	สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยา เขตสุราษฎร์ธานี

ประสบการณ์งานวิจัย

- นริศรา มหาธนิวงค์ เขียรศักดิ์ ชูชีพ นงเยาว์ เมืองดี ปิยานุภ คงทิม เอกสิทธิ์ อนันต์เจริญวงศ์ สุธิดา หมาดไต้ชะ และกนกรัตน์ สำอางกาย. 2559. พฤติกรรมการกรีดยางพารา พฤติกรรม การเลือกใช้มีดกรีดยางพารา และการประเมินแนวคิดเกี่ยวกับเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติของ เกษตรกรชาวสวนยางพารา. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 33 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2559, 66-76.
- นริศรา มหาธนิวงค์ เขียรศักดิ์ ชูชีพนงเยาว์ เมืองดี ภูริวัฒน์ เพ็ชรนิคม อนุพงษ์ สุวรรณมณี และเอกพัฒน์ ช่วยเมือง. 2559. ใบมีดกรีดยางสำหรับเครื่องกรีดยางอัตโนมัติ. วารสาร มหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559, 25-33.
- เขียรศักดิ์ ชูชีพ นริศรา มหาธนิวงค์ และสมใจ จันทรอุตม. 2559. พฤติกรรม การซื้อและใช้ ใบมีดตัดหญ้าของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2559.
- S. Janudom, J. Wannasin, N. Mahathaninwong, T. Chucheeep, N. Umudee. Anodic Oxide Layer on Superheated Slurry Cast 7075 Aluminum Alloy. Surface and Coatings Technology (ISI impact factor :2.102) *submitted*
- Narissara Mahathaninwong, SirikulWisutmethangoon, ThiensakChucheeep, Somjai Janudom, and Rungsinee Canyook. Precipitate coarsening for Semi-Solid Cast 7075-T6 Al alloy determined by SAXS measurements. Maejo International Journal of Science and Technology (ISI impact factor : 0.367) *submitted*
- Itsaree Lewkitthayakorn, Somjai Janudom, Narissara Mahathaninwong. Solution Heat Treatment of 7075 Aluminum Alloy affected on Anodic oxide layer. 4th International Conference on Metallurgy Technology and Materials. 21-22th May 2016, Bayview Hotel, Singapore.
- Ekasit Ananchaenwong, SutidaMarthosa, NongyaMueangdee, Narissara Mahathaninwong, Piyant Chotikawanid. 2015. The effect of s/3 d1 3d/4 tapping system using jeh-bong knife on latex yield of rubber and the bark consumption of rubber trees located in Muang District, Surat Thani province. The second Asia Pacific Rubber Conference(APRC) 2015. 15-16th October 2015, Phuket, Thailand.

- Narissara Mahathaninwong, SirikulWisutmethangoon, ThawatchaiPlookphol, JessadaWannasin, and Suchart Chantaramanee. 2014. Elevated Temperature Tensile Behavior of Rheo-Cast 7075-T6 Al Alloy Produced by GISS Technique. *Advance Materials Research*. 881-883 : 1597-1600.
- Mahathaninwong, N., Zhou, Y., Babcock, S.E., Plookphol, T., Wannasin, J., and Wisutmethangoon, S. 2012. Creep rupture behavior of semi-solid cast 7075-T6 Al alloy. *Materials Science and Engineering A*. 556 : 107-113
- Mahathaninwong, N., Plookphol, T., Wannasin, J., and Wisutmethangoon, S. 2012. T6 heat treatment of rheocasting 7075 Al alloy. *Materials Science and Engineering A*. 532 : 91-99.
- Wisutmethangoon, S., Thongjan, S., Mahathaninwong, N., Plookphol, T., and Wannasin, J. 2012. Precipitation Hardening of A356 Al Alloy produced by Gas Induced Semi-Solid Process. *Materials Science and Engineering A*. 532 : 610-615.
- Narissara Mahathaninwong, SirikulWisutmethangoon, Thawatchai Plookphol, and JessadaWannasin. 2011. Influence of Solution Heat Treatment on Microstructures of Semisolid Cast 7075 Aluminium Alloy. *Advance Materials Research*. 33 :371
- Sumanggay, N., Imlao, S., and Thaveeprungsriporn, V. 2002. The Effect of Grain Boundary Inclination on Creep Fracture of 304 Stainless steel. in *The Second Thailand Materials Science and Technology Conference*, Bangkok, August 6-7, 2002.
- Panmatarith, T., Bomli, P., Tummahunth, P. and Sumanggay, N. 2000. Preparation and Electrical Properties Testing of ZnO Ceramic Materials. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 22 (1), Jan-Mar. 2000.