การพัฒนาและสร้างเครื่องมือในการช้อนเนื้อเยื่อใบสับปะรด

A development of Pineapple fibrous leaf sieving Equipment

นายรัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ

นางสาวณัฏฐ์วรินทร์ ทองรักษ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๗

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการผลิตกระดาษใบสับปะรดแบบภูมิปัญญาชาวบ้านมีขนาดกว้าง 50 เซนติเมตรยาว 64 เซนติเมตรจึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มสหกรณ์มีขนาดเล็ก เนื่องจากกระดาษที่ผลิตได้มีขนาดจำกัด ถ้าจะนำมาทำฉากกั้นห้อง ร่มคันใหญ่ หรือภาพวาดขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดก็ไม่สามารถทำได้ และสมาชิกของสหกรณ์ก็ไม่สามารถทำกระดาษแผ่นใหญ่ได้

นักวิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องมือในการช้อนเยื่อกระดาษให้มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยอ่างตีเยื่อ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 185 เซนติเมตร ความลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ขาตั้งสูง 90 เซนติเมตรทำหน้าที่รองรับน้ำหนักและติดตั้งกลไกการยก ขึ้น-ลงของตะแกรงช้อนเยื่อใบสับปะรด ซึ่งมีขนาด 150 เซนติเมตร x 150 เซนติเมตร เป็นขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถทำได้เนื่องจากการตีเยื่อต้องใช้มือในการตีถ้าตะแกรงมีขนาดใหญ่กว่านี้จะไม่สามารถเอื้อมมือไปตีเนื้อเยื่อที่อยู่ตรงกลางได้

จากการทดลองผลิตกระดาษเยื่อใบสับปะรดจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับกระดาษที่ผลิตแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยใช้เยื่อใบสับปะรด 2.5 กิโลกรัมและความหนาของกระดาษ 0.35 มิลลิเมตรเป็นค่าคงที่ การผลิตโดยใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดใช้เวลาเฉลี่ย 647 วินาทีและแบบภูมิปัญญาชาวบ้านใช้เวลาเฉลี่ย 1,421 วินาที ซึ่งสามารถลดเวลาในการผลิตกระดาษได้ 774 วินาที หรือ 54 % นอกจากนี้นักวิจัยยังได้ผลิตกระดาษที่มีความหนาของกระดาษที่แตกต่างกันโดยใช้วิธีเพิ่มเยื่อใบสับปะรดขึ้น 0.5 กิโลกรัมต่อกระดาษในแต่ละแผ่นเพื่อให้สามารถเลือกใช้กระดาษได้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยเริ่มจาก 3 กิโลกรัม จนถึง 7.5 กิโลกรัมต่อแผ่นและจะได้ความหนาของกระดาษตั้งแต่ 0.36 มิลลิเมตร จนถึงกระดาษหนาที่สุดคือ 1.2 มิลลิเมตรโดยใช้เยื่อปริมาณ 7.5 กิโลกรัม ซึ่งถ้าหากใช้เยื่อปริมาณที่มากกว่านี้น้ำหนักก็จะมากเกินไปทำให้กระดาษหย่อนตรงกลาง

คำสำคัญ : กระดาษใบสับปะรด,ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ

Abstract

Currently, the pineapple leaf paper that is produced by using local wisdom is 50 centimeters wide and 64 centimeters long. Therefore, the product of the Cooperative is small. And because the size of the paper is limited, they cannot be used for producing room divider, big umbrella, or big painting as per customer's demand and the members of the cooperative cannot produce large sheet of paper.

The researchers, therefore, designed the Pineapple fibrous leaf sieving Equipment in order to produce large sheet of paper. The equipment consists of a square basin for washing leaf fiber, sized 185 centimeters, 10 centimeter deep, with a 90-centimeter high stand to support the basin and installed the mechanism to lift up the sieve that is used to take up the pineapple leaf fiber. The sieve is 150 centimeters x 150 centimeters which is the largest size possible because the leaf fiber washing must is done by hand. If the sieve is bigger, we will not be able to reach to the leaf fiber in the center.

Base on the experiment of pineapple leaf paper production by using the new equipment as compared to the paper production as per local wisdom by using 2.5 kilograms pineapple leaf fiber and the paper thickness shall be fixed at 0.35 millimeters, it is found that the production that use pineapple fibrous leaf sieving equipment takes 647 second on average and the production as per local wisdom takes 1,421 second on average. In other words, the equipment can help to reduce the time in paper production of 774 second or 54 %. Apart from that, the researcher produced the paper with different thickness by increasing the pineapple leaf fiber by 0.5 kilograms per one sheet of paper, so that there are more options to choose in order to match with various products. The amount of leaf fiber used in the production starts from 3 kilograms to 7.5 kilogram per sheet and the thickness of the paper is from 0.36 millimeters and the thickest paper is 1.2 millimeters thick, using approximately 7.5 kilograms of leaf fiber. If we use more leaf fiber for paper production, the paper will be overweight and it will be sagging.

Keyword: pineapple leaf paper, natural product

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สับปะรด	4
2.2 เหล็กกล้า (Steel)	4
2.3 เหล็กกล้าไร้สนิม (StainlessSteel)	8
2.4 แรง (Force)	11
2.5 การเชื่อม	15
2.6 ไฟเบอร์กลาส	18
2.7 สลิง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	21
3.1 แผนการสร้างและทดลองอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด	21
3.2 ศึกษาข้อมูลการช้อนเยื่อใบสับปะรดด้วยวิธีเดิมจากสถานที่จริง	22
3.3 ออกแบบอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด	23
3.4 ชิ้นส่วนต่างๆของอุปกรณ์ช้อนเยื่อใบสับปะรด	24
3.5 ส่วนต่างๆของตะแกรงช้อนเยื่อใบสับปะรด	27
3.6 การทดลองใช้อุปกรณ์ช้อนเยื่อใบสับปะรด	29
3.7 การทดลองและเก็บข้อมูล	33

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	35
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	37
5.1 สรุปผลการทดลอง	37
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	37
5.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	39
ประวัติผู้จัดทำ	50

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	แสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน	2
2-1	แสดงการรับน้ำหนักของสลิงลวดขนาดต่างๆ	20
3-1	เปรียบเทียบเวลาในการผลิตเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม	33
3-2	เปรียบเทียบความหนาของกระดาษเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม	34
4-1	เปรียบเทียบเวลาในการผลิตเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม	35
4-2	เปรียบเทียบความหนาของกระดาษเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม	36

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนต่างๆ	5
2-2	แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะในกลุ่มเหล็ก	6
2-3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์คาร์บอนในเหล็กกับปริมาณโครงสร้าง	7
2-4	แสดงเหล็กกล้าไร้สนิม	11
2-5	แสดงแรงภายในชิ้นส่วนของโครงสร้าง	13
2-6	แรงกระจายสม่ำเสมอ	13
2-7	แสดงการแตกแรงออกเป็นส่วนแรงย่อยตามแกน X และ Y	14
2-8	แสดงการคำนวณแรง R ออกเป็น 2 แรงย่อยตามแกน X และ Y	14
2-9	แสดงขณะเชื่อมโลหะ	15
2-10	แสดงถึงวิธีการเริ่มต้นอาร์คแบบขีด	16
2-11	แสดงถึงวิธีการเชื่อมเมื่อสิ้นสุดแนวเชื่อม	17
2-12	แสดงวิธีการต่อแนวเชื่อม	17
2-13	สลิงลวด	19
3-1	แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน	21
3-2	ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นบ้านป่าชางวิวัฒน์	22
3-3	แสดงการตากเยื่อใบสับปะรดโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน	22
3-4	แสดงแบบอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด	23
3-5	แสดงลักษณะของอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดและตะแกรงช้อนเยื่อที่สร้างเสร็จ	24
3-6	แสดงลักษณะกลไกในการยกตะแกรงช้อนเยื่อ	24
3-7	แสดงลวดสลิงในระบบกลไกการยกตะแกรงช้อนเยื่อ	25
3-8	แสดงแขนโยกและปุ่มล็อคที่ใช้ยกตะแกรงช้อนเยื่อ	25
3-9	แสดงระบบการยกตะแกรงช้อนเยื่อที่ติดตั้งด้านล่าง	26
3-10	แสดงระบบการยกตะแกรงช้อนเยื่อที่ติดตั้งด้านบน	26
3-11	แสดงขายกในการยกตะแกรงช้อนเยื่อซึ่งมีด้วยกัน4จุด	27
3-12	แสดงตะแกรงช้อนเยื่อที่สร้างเสร็จ	27
3-13	แสดงการขันปรับตะแกรงช้อนเยื่อให้ตึงแน่น	28
3-14	แสดงห่วงจับสำหรับยกตะแกรงช้อนเยื่อมี4จุด	28
3-15	แสดงขาตั้งของตะแกรงช้อนเยื่อมี4จุด	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-16	แสดงการกระจายเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด	29
3-17	แสดงการกระจายเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด	30
3-18	แสดงการกระจายเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด	30
3-19	แสดงเยื่อกระดาษที่กระจายเสร็จ	31
3-20	แสดงการตากเยื่อกระดาษ	31
3-21	แสดงเยื่อกระดาษที่ตากเสร็จแล้ว	32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมีอุตสาหกรรมการทำกระดาษสา โดยวัตถุดิบที่ใช้คือ ต้นปอสา ที่มีมากในพื้นที่ทางภาคเหนือ กระดาษสาสามารถนำไปทำสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ มากมาย ทางศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นบ้านป่าซางวิวัฒน์ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ได้ศึกษาวัตถุดิบใหม่พบว่าสับปะรดสามารถใช้ทำกระดาษได้ มีคุณภาพและคุณสมบัติเหมือนกระดาษที่ทำจากต้นปอสา และหาวัตถุดิบได้ง่ายเพราะในพื้นที่ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ชาวบ้านส่วนใหญ่มีอาชีพปลูกสับปะรดพันธ์นางแลเป็นหลัก ผลสดขายสำหรับรับประทาน ส่วนใบที่เหลือนำไปทำกระดาษเยื่อสับปะรดเพื่อเพิ่มรายได้อีกทางหนึ่ง ปัจจุบัน ได้มีกรรมวิธีการผลิตการดาษเยื่อใบสับปะรดแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยกระดาษที่ผลิตได้มีขนาดกว้าง 50 เซนติเมตรและยาว 64 ที่ผ่านมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฯ มีความต้องการที่จะทำผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม เนื่องจากมีความต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ แต่ไม่สามารถผลิตได้ เพราะไม่มีตะแกรงช้อนเยื่อใบสับปะรดขนาดที่ต้องการ

ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด ที่สามารถผลิตกระดาษเยื่อใบสับปะรดขนาดกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร ตามความต้องการของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฯ เพื่อรองรับความต้องการของตลาดและนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติดังกล่าวข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องมือในการช้อนเนื้อเยื่อใบสับปะรด ช่วยในกระบวนการผลิต

1.2.2 เพื่อทดลองและหาประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนาขึ้น

1.2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับสมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สร้างเครื่องมือในการช้อนเนื้อเยื่อใบสับปะรด

1.3.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับสมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาการซ้อนเยื่อใบสับปะรดด้วยกรรมวิธีภูมิปัญญาชาวบ้าน

1.4.2 ออกแบบและสร้างอ่างซ้อนเยื่อใบสับปะรด

1.4.3 เก็บข้อมูลการซ้อนเยื่อใบสับปะรดด้วยคน

1.4.4 เก็บข้อมูลการซ้อนเยื่อใบสับปะรดด้วยอ่างซ้อนเยื่อที่สร้างขึ้น

1.4.5 เปรียบเทียบการซ้อนเยื่อใบสับปะรดระหว่างคนกับอ่างซ้อนเยื่อที่สร้างขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เผยแพร่ในวารสารราชมงคลวิชาการ

1.5.2 สมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายใช้ประโยชน์จากการทำวิจัย

1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน

แผนการบริหารแผนงานวิจัย และแผนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2556			ปี พ.ศ.2557								
	ไตรมาสที่ 1			ไตรมาสที่ 2			ไตรมาสที่ 3			ไตรมาสที่ 4		
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค	ก.ย
1. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง												
2. สร้างเครื่องตามแบบ												
3. ทดลองเครื่อง												
4. ปรับปรุงแก้ไขเครื่อง												
5. ทดสอบและหาประสิทธิภาพ เครื่อง												
6. ดำเนินโครงการจัดอบรม												
7. ติดตามประเมินผลการดำเนินโครงการ												
8. รายงานผลการดำเนินโครงการ												

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การที่จะสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นมานั้นจำเป็นจะต้องทราบถึงข้อมูลและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่นเดียวกับการออกแบบและพัฒนาอ่างช้อนเยื่อสับปะรดที่มีทฤษฎีเกี่ยวข้องดังนี้

2.1 สับปะรด

ปัจจุบันประเทศไทยมีสับปะรดหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์ภูเก็ต พันธุ์นางแล พันธุ์ตราดสีทอง พันธุ์ภูแล พันธุ์เพชรบุรี เป็นต้น โดยแต่ละสายพันธุ์จะปลูกตามความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศในแต่ละภาคของประเทศไทย ในที่นี้จะกล่าวถึงสับปะรดพันธุ์นางแลเท่านั้น

ลักษณะสับปะรดพันธุ์นางแลเป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี สูง 90-100 เซนติเมตร มีลำต้นอยู่ใต้ดิน ใบเดี่ยวเรียงสลับซ้อนกันถี่มาก รอบต้นกว้าง 6.5 เซนติเมตร ยาวได้ถึง 1 เมตร ไม่มีก้านใบ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีและยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไปโดยตาที่ลำต้นจะเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก สามารถดัดแปลงเป็นไม้ประดับได้ ลักษณะเด่นของสับปะรดนางแล ทรงพุ่มเล็กกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ขอบใบเรียบไม่มีหนาม จะมีหนามที่ปลายใบเล็กน้อย มีผลเป็นรูปทรงกระบอกคือ ส่วนบนมีความกว้างเท่ากับส่วนล่างของผล ผลย่อยมีจำนวนน้อยและใหญ่กว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตานูนโปนยื่นออกมา ตาไม่ฝังลึก ปอกด้วยมีดเพียงบางๆ ก็จะถึงเนื้อในไม่มีส่วนของตาเหลืออยู่ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาและเสียเนื้อในการที่จะต้องกรีดเอาตาดอกออกเหมือนสับปะรดพันธุ์อื่น ซึ่งสับปะรดนางแลเนื้อมีรสหวานแหลมจัด ฉ่ำ สีเหลืองเข้ม ออกสีน้ำผึ้ง กลิ่นหอมเหมือนกลิ่นน้ำผึ้ง มีเยื่อใยน้อย จึงเรียกสับปะรดนางแลอีกชื่อหนึ่งว่า สับปะรดน้ำผึ้ง เหมาะสำหรับรับประทานสด ผลมีขนาดผลตั้งแต่ 0.5 - 2.5 กิโลกรัม เปลือกบางไม่เหมาะสำหรับการขนส่งทางไกลเพราะจะทำให้ช้ำได้ง่าย

2.2 เหล็กกล้า (Steel)

เนื่องจากเหล็กบริสุทธิ์มีกำลังต่ำเกินกว่าที่จะนำไปใช้งานวิศวกรรมได้ จึงมีการเติมธาตุผสม (Alloying Elements) เข้าไปในเนื้อเหล็กเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ ตามนิยามนั้นแบ่งเหล็กออกเป็นเหล็กกล้าเหล็กหล่อโดยอาศัยปริมาณคาร์บอนที่ผสมอยู่ เหล็กกล้าคือ เหล็กที่มีคาร์บอนไม่เกิน 2.0% ถ้ามีคาร์บอนมากกว่านั้นจะเป็นเหล็กหล่อ สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเหล็กกล้า เหล็กกล้าโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของ เหล็ก คาร์บอน ธาตุผสม และสารมลทิน

ปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอนในเหล็กกล้านั้นจะมีตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.40% โดยน้ำหนัก เมื่อเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนสูงขึ้นกำลังวัสดุ (Strength) และความแข็ง (Hardness) ของเหล็กกล้าจะเพิ่มขึ้นแต่ความเหนียว (Ductility) ของเหล็กกล้าจะลดลง สามารถจำแนกเหล็กกล้าออกไปเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือเหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon Steels) และเหล็กกล้าผสม (Alloy Steels)

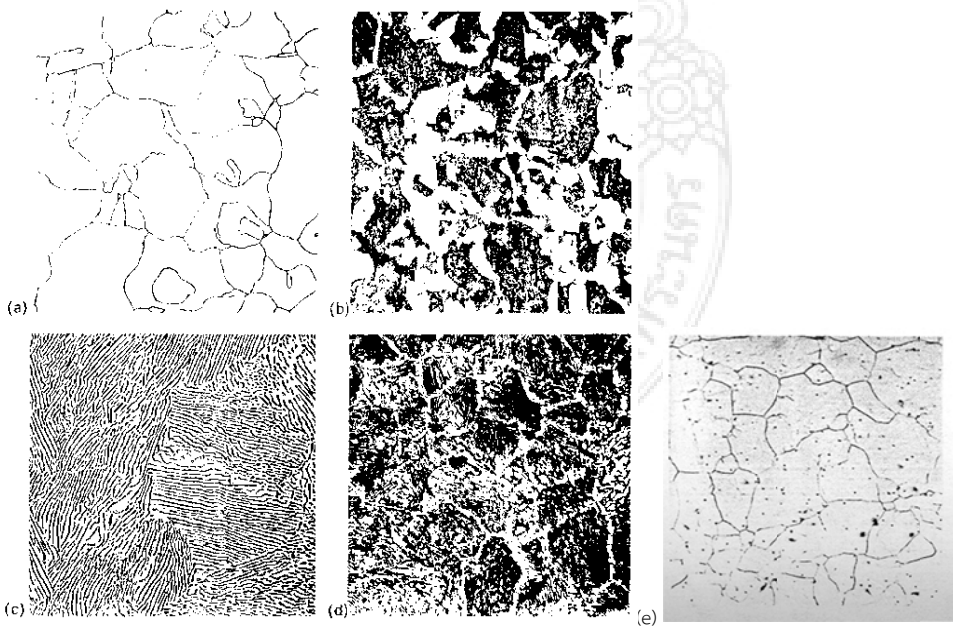
2.2.1 เหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon Steels) เหล็กกล้าคาร์บอน คือเหล็กกล้าที่มีธาตุคาร์บอนเป็นธาตุผสมหลักและมีปริมาณธาตุผสมอื่นๆ อยู่ในปริมาณน้อย ตามนิยามของ AISI (American Iron and Steel Institute) จำกัดปริมาณธาตุผสมไว้ดังนี้ : แมงกานีสไม่เกิน 1.65%, ซิลิคอนไม่เกิน 0.60%, ทองแดงไม่เกิน 0.60% และปริมาณของฟอสฟอรัสรวมกับกำมะถันไม่เกิน 0.05% ถือได้ว่าเฉพาะธาตุคาร์บอนเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเหล็กกล้าชนิดนี้ ธาตุผสมในเหล็กกล้าประเภทนี้นอกจากคาร์บอนแล้วจะมีซิลิคอนและแมงกานีส ส่วนกำมะถันและฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารมลทิน แบ่งชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอนตามเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่อยู่ในเนื้อเหล็กดังนี้

2.2.1.1 เหล็กกล้าละมุนหรือเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) <0.25% C

2.2.1.2 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel .25 $\leq$ <0.45% C

2.2.1.3 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) 0.45$\leq$ <1.50% C

โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าคาร์บอน จะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่เป็นหลัก และสามารถพิจารณาได้จากแผนภูมิสมดุลของเหล็ก-คาร์บอน



ภาพที่ 2-1 แสดงโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนต่างๆ [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://orddept-crma-steel-materials.blogspot.com, 9 มีนาคม 2556.]

(a) เฟอร์ไรท์ 0.0% C, 500x

(b) เฟอร์ไรท์ + เพิร์ลไลท์ 0.40% C, 500x

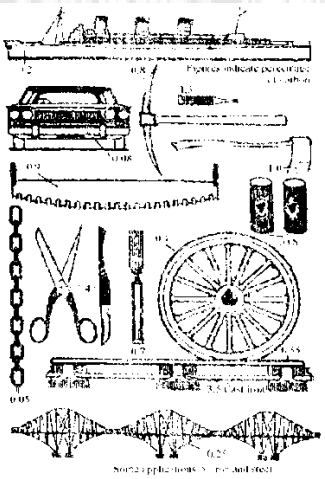
(c) เพิร์ลไลท์ 0.77% C, 1000x

(d) เพิร์ลไลท์ + ซีเมนไตท์ที่ขอบเกรน 1.4%C, 500x

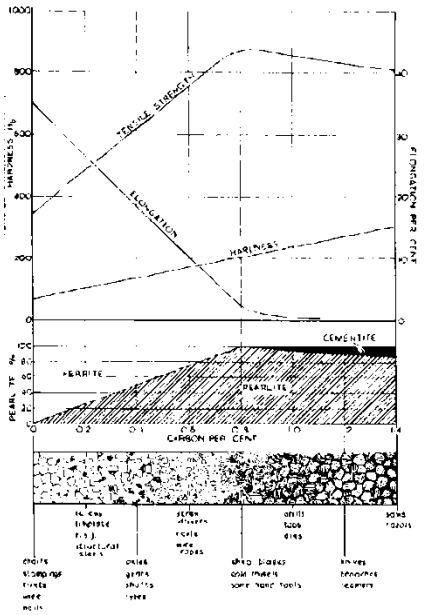
(e) ออสเตนไนท์, 500x

อาจแบ่งประเภทเหล็กกล้าคาร์บอนโดยอาศัยลักษณะโครงสร้างจุลภาคก็ได้ กล่าวคือ เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.77% จะมีโครงสร้างจุลภาคเป็นเพิร์ลไลท์อย่างเดียว เรียกเหล็กประเภทนี้ว่า Eutectoid Steels สำหรับเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.77% เรียกว่า Hypo eutectoid Steels (โครงสร้างจุลภาคจะประกอบด้วยโปรยูเทคตอยด์เฟอร์ไรท์กับเพิร์ลไลท์) และเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนสูงกว่า 0.77% เรียกว่า Hypereutectoid Steels (โครงสร้างจุลภาคจะประกอบด้วยโปรยูเทคตอยด์ซีเมนไตท์กับเพิร์ลไลท์)

คุณสมบัติเชิงกลของเหล็กกล้าคาร์บอนจะขึ้นตรงกับประเภทและปริมาณของโครงสร้างจุลภาคภายในเนื้อเหล็กนั้นๆ เฟอร์ไรท์มีกำลังวัสดุและความแข็งไม่สูงนักแต่มีความเหนียว ซีเมนไตท์มีความแข็งสูงแต่เปราะ เพิร์ลไลท์มีกำลังวัสดุสูงและสามารถยืดตัวได้ดีภายใต้แรงดึง และท้ายสุดออสเตนไนท์มีกำลังวัสดุต่ำ นิ่ม สามารถรีดให้เข้ารูปได้ง่าย เป็นต้น ส่วนประเภทและปริมาณของโครงสร้างจุลภาคจะขึ้นกับส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กกล้านั้นๆ ภาพที่ 2-2 แสดงตัวอย่างการใช้งานโลหะประเภทเหล็กโดยระบุเปอร์เซนต์คาร์บอนของเหล็กที่นำไปทำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ส่วนภาพที่ 2-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์คาร์บอนกับปริมาณของโครงสร้างจุลภาคแต่ละชนิด (เฟอร์ไรท์, เพิร์ลไลท์, ซีเมนไตท์) ในเหล็กและสมบัติเชิงกลของวัสดุ



ภาพที่ 2-2 แสดงตัวอย่างชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะในกลุ่มเหล็ก [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://orddept-crma-steel-materials.blogspot.com, 9 มีนาคม 2556.]



ภาพที่ 2-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์คาร์บอนในเหล็กกับปริมาณโครงสร้าง [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://orddept-crma-steel-materials.blogspot.com, 9 มีนาคม 2556.]

2.2.2 เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels) คือเหล็กกล้าที่ไม่จัดเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน จะจัดเป็นเหล็กกล้าผสมทั้งหมด ซึ่งนอกจากซิลิคอนและแมงกานีสแล้ว ธาตุผสมในเหล็กกล้าประเภทนี้ยังมีทองแดง นิกเกิล โครเมียมและโมลิบดีนั่ม เป็นต้น ด้วยคุณสมบัติเชิงกลของเหล็กกล้าผสมนอกจากจะขึ้นกับปริมาณของคาร์บอนเหมือนดังเหล็กกล้าคาร์บอนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของธาตุผสมที่อยู่ในเนื้อเหล็กกล้า ตลอดจนกระบวนในการอบชุบ (Heat - Treatment) ที่จะให้กับเหล็กกล้านั้นๆ จะใช้เหล็กกล้าผสมแทนที่เหล็กกล้าคาร์บอนเมื่อต้องการชิ้นงานที่มีสมบัติเชิงกลหรือคุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น คุณสมบัติด้านการทนทานต่อความร้อน, ความทนทานต่อการกัดกร่อน ฯลฯ ซึ่งเหล็กกล้าคาร์บอนไม่สามารถให้คุณสมบัติที่ต้องการนั้นได้ ผลอันเนื่องจากการเติมธาตุผสมในเหล็กกล้า

2.2.2.1 ทองแดง ปกติจะมีปริมาณน้อยกว่า 0.35% และไม่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกล หน้าที่หลักของทองแดงคือ การทำให้เกิดความต้านทานต่อการกัดกร่อนในบรรยากาศที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิปกติ

2.2.2.2 นิกเกิล ปกติมักใช้ควบคู่ไปกับโครเมียมปริมาณ 2-5% ช่วยเพิ่มกำลังวัสดุและความเหนียวให้กับเหล็กกล้าปริมาณ 9% ใช้ทำ Cryogenic Steel สำหรับที่จะใช้ทำภาชนะความดันที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ตั้งแต่ 10% ขึ้นไป ทำให้เหล็กกล้ามีกำลังวัสดุ, ความแข็งและความเหนียวเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 24% ขึ้นไป ทำให้เหล็กกล้ามีกำลังวัสดุแลความแข็งต่ำ แต่จะเหนียวมากและยืดตัวได้ดีภายใต้แรงดึง

2.2.2.3 โครเมียม ปกติจะใช้คู่กับนิกเกิล โครเมียมเพิ่มกำลังความแข็งให้กับเหล็กกล้าได้อย่างดี โดยไม่ทำให้การยืดตัวภายใต้แรงดึงลดลงมากนัก เหล็กกล้าใช้ในงานทำเครื่องมือกล โครงสร้างมีโครเมียมสูงถึง 3% เหล็กกล้าที่ใช้ทำแบบแม่พิมพ์มีโครเมียมตั้งแต่ 10% ขึ้นไป เหล็กกล้าไร้สนิมมีโครเมียมตั้งแต่ 13% ขึ้นไป เหล็กกล้าทนทานต่อความร้อนใช้ที่อุณหภูมิสูง มีโครเมียม 21%

2.2.2.4 โมลิบดีนั่ม โดยทั่วไปมักจะใช้ไม่เกิน 0.5% นอกจากสามารถช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กกล้าแล้ว โมลิบดีนั่มยังให้ความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง และเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนให้กับเหล็กกล้าไร้สนิมอีกด้วย

2.3 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

เหล็กกล้าไร้สนิมแบ่งออกเป็นกลุ่มพื้นฐานได้ 5 กลุ่ม คือออสเทนนิติค, เฟอริติค, ดูเพล็กซ์, มาร์เทนซิติคและกลุ่มเพิ่มความแข็งโดยวิธีการตกผลึก กลุ่มออสเทนนิติค (Austenitic) หรือเหล็กกล้าไร้สนิมตระกูล 300 เป็นเกรดที่ใช้งานแพร่หลายมากที่สุดถึง 70% มีคุณสมบัติที่แม่เหล็กดูดไม่ติด (Non–Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม 16% คาร์บอนอย่างมากที่สุด 0.15% มีส่วนผสมของธาตุนิกเกิล 8% เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการทำการประกอบ (Fabrication) และเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน เกรดที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและนิยมเรียก 18/10 คือมีส่วนผสมของโครเมียม 18% และนิกเกิล 10% กลุ่มเฟอริติค (Ferritic) แม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีธาตุคาร์บอนผสมปริมาณที่ต่ำและมีโครเมียมเป็นธาตุผสมหลักที่สำคัญอาจอยู่ระหว่าง 10.5%-27% และมีนิกเกิลเป็นส่วนผสมอยู่น้อยมากหรือไม่มีเลย กลุ่มมาร์เทนซิติค (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม 12-14% และมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ปานกลาง มีโมลิบดีนั่มเป็นส่วนผสมอยู่ประมาณ 0.2-1% ไม่มีนิกเกิล เหล็กกล้าไร้สนิมตระกูลนี้สามารถปรับความแข็งได้ โดยการให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (Quenching) และอบคืนตัว (Tempering) สามารถลดความแข็งได้คล้ายกับเหล็กกล้าคาร์บอน และพบการใช้งานที่สำคัญในการผลิตเครื่องตัด, อุตสาหกรรมเครื่องบินและงานวิศวกรรมทั่วไป กลุ่มเพิ่มความแข็งโดยการตกผลึก (Precipitation Hardening) เกรดที่เป็นที่รู้จักในตระกูลนี้คือ 17-4 H ซึ่งมีส่วนผสมของโครเมียม 17% และนิกเกิล 4% สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้โดยกลไกเพิ่มความแข็งจากการตกผลึก (Precipitation Hardening Mechanism) โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงมาก มีค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) อยู่ระหว่าง 1,000 ถึง 1,500 เมกาปาสคาล (MPa) ขึ้นอยู่กับชนิดและกรรมวิธีปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน (Heat-Treatment) กลุ่มดูเพล็กซ์ (Duplex) มีโครงสร้างผสมระหว่างโครงสร้างเฟอริติคและออสเทนนิติค มีโครเมียมเป็นธาตุผสมอยู่ระหว่าง 19-28% และโมลิบดินัมสูงกว่า 5% และมีนิกเกิลน้อยกว่าตระกูลออสเทนนิติค พบว่ามีการใช้งานมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบรรยากาศแวดล้อมของคลอไรด์

2.3.1 ประโยชน์ของการใช้งานเหล็กกล้าไร้สนิม ใช้ในสิ่งแวดล้อมที่กัดกร่อนสูงได้ (Corrosive Environment) งานอุณหภูมิเย็นจัด ป้องกันการแตกเปราะ ใช้งานอุณหภูมิสูง (High Temperature) ป้องกันการเกิดคราบออกไซด์ (Scale) และยังคงความแข็งแรง มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับมวล (High Strength vs. Mass) งานที่ต้องการสุขอนามัย (Hygienic Condition) ต้องการความสะอาดสูง งานด้านสถาปัตยกรรม (Aesthetic Appearance) ไม่เป็นสนิม ไม่ต้องทาสี ไม่ปนเปื้อนสิ่งเจือปนที่ทำให้เกิดการด่างพร้อย (No Contamination) ป้องกันการทำปฏิกิริยากับสารเร่งปฏิกิริยาต้านทานการขัดถูแบบเปียก (Wet Abrasion Resistance)

2.3.2 ผิวของเหล็กกล้าไร้สนิม

2.3.2.1 No.1 รีดร้อนหรือรีดเย็น อบอ่อน หรือปรับปรุงด้วยความร้อน คราบออกไซด์ไม่ได้ขจัดออกใช้งานในสภาพที่รีดออกมา โดยทั่วไปจะใช้งานที่ทนความร้อน

2.3.2.2 2D สภาพผิว 2D หลังจากการรีดเย็นโดยลดความหนาลง ผ่านการอบอ่อนและการกัดผิวโดยกรดลักษณะผิวสีเทาเงินเรียบ

2.3.2.3 2B สภาพผิว 2D ที่ผ่านลูกรีดขนาดใหญ่กดทับปรับความเรียบและเพิ่มความเงา ผิวเงาสะท้อนปานกลาง ผลิตโดยวิธีการรีดเย็นตามด้วยการอบอ่อนขจัดคราบออกไซด์ และนำไปรีดเบาๆ ผ่านไปยังลูกกลิ้งขัด ซึ่งเป็นวิธีการทั่วไปของการรีดเย็น ผิวที่ได้ส่วนมากจะอยู่ในระดับ 2B

2.3.2.4 BA ผ่านกระบวนในการรีดเย็นความหนาลดลงทีละน้อยๆ และผ่านการอบอ่นด้วยก๊าซไฮโดรเจนเพื่อป้องกันกันการออกซิเดชั่นกับออกซิเจนในอากาศ ผิวมันเงา สะท้อนความเงาได้ดีมาก ผิวผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าไร้สนิมจะกระทำด้วยวิธีนี้ ซึ่งจะมีเครื่องหมาย BA หรือNo.2BA, A ซึ่งผิวอบอ่อนเงาจะมีลักษณะเงากระจก ซึ่งเริ่มต้นจากการรีดเย็น อบอ่อนในเตาควบคุมบรรยากาศ ผิวเงาที่เห็นจะเป็นการขัดผิวด้วยลูกกลิ้งขัดผิวหรือเจียรนัยผิวตามเกรดที่ต้องการ ผิวอบอ่อนเงาส่วนมากจะใช้กับงานสถาปัตยกรรมที่ต้องการผิวสะท้อน ผิวอบอ่อนสีน้ำนมจะไม่สะท้อนแสงเหมือนกับ No.8 จะใช้กับงานที่เป็นขอบ ชิ้นส่วนทางสถาปัตยกรรม ภาชนะในครัว อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตอาหาร

2.3.2.5 No.4 Hair Line สภาพผิว 2B ที่ผ่านการขัดถูด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120-220 โดยค่าความหยาบขึ้นอยู่กับแรงกดขนาดของอนุภาคเม็ดทรายและระยะเวลาการใช้งานของกระดาษทราย ผิว No.4 เป็นสภาพผิวที่สนองต่อการนำไปใช้งานทั่วไป เช่น ร้านอาหาร อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัว อุปกรณ์รีดนม

2.3.2.6 No.8 สภาพผิว 2B, BA ต้องขัดด้วยผ้าขัดอย่างละเอียดมากขั้นตามลำดับ เช่น ผ้าขนสัตว์ โดยมีผงขัดอะลูมิเนียมและโครเมียมออกไซด์ ผิว No.8 ส่วนมากจะเป็นผิวเงาสะท้อนคล้ายกระจกเงา ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดแผ่น โดยผิวจะถูกขัดด้วยเครื่องขัดละเอียด นำไปใช้กับงานตกแต่งทางด้านสถาปัตยกรรมและงานที่เน้นความสวยงาม

2.3.3 การกัดกร่อน เหล็กกล้าไร้สนิมเป็นวัสดุที่ทนและต้านทานการกัดกร่อน อย่างไรก็ตาม มีเหล็กกล้าไร้สนิมลายตระกูลที่สามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีเลิศ ในประเด็นการใช้งานที่ต่างกัน ซึ่งต้องเลือกไปใช้ในงานผลิตหรืองานประกอบโครงสร้าง ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างระมัดระวัง

2.3.3.1 การกัดกร่อนทั่วไป (General Corrosion) เป็นการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นตลอดทั่วผิวหน้า (Uniform Attack) การกัดกร่อนแบบนี้มีอันตรายน้อย เพราะว่าสามารถวัดและทำนายการกัดกร่อนที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ การกัดกร่อนแบบนี้จะเกิดขึ้นกับเหล็กกล้าไร้สนิมในสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการกัดกร่อนในอัตราที่ต่ำมาก

2.3.3.2 การกัดกร่อนเนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้า (Galvanic Corrosion) เป็นการกัดกร่อนที่เกิดจากโลหะ 2 ชนิดที่มีศักย์ทางไฟฟ้าแตกต่างกันมาอยู่ติดกันจุ่มอยู่ในสารละลายที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเดียวกัน เหล็กกล้าไร้สนิมจะเป็นโลหะที่มีศักย์สูงกว่าดังนั้นอัตราการกัดกร่อนแบบกัลป์วานิคมักจะไม่ค่อยเพิ่มขึ้นในเหล็กกล้าไร้สนิม

2.3.3.3 การกัดกร่อนแบบสึกกร่อนเนื่องจากการไหลของสารละลายที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (Erosion Corrosion) การกัดกร่อนเนื่องจากการขัดถู (Abrasion Corrosion) การกัดกร่อนแบบ Erosion/Abrasion เป็นปฏิกิริยาที่เกิดร่วมกันระหว่าง การสึกหรอทางกลกับการกัดกร่อนจากสารละลาย ผงหรือเศษที่หลุดมาจากการขัดถูจะแขวนลอยอยู่ในสารละลายและไหลด้วยความเร็วสูงจะทำให้ผิวหน้าสัมผัสมีอัตราการกัดกร่อนสูง เหล็กกล้าไร้สนิมจะมีความต้านทานการกัดกร่อนแบบสึกกร่อนหรือแบบขัดถูสูงเนื่องจากมีฟิล์มถาวรที่ยึดแน่น และสร้างทดแทนขึ้นที่ผิวหน้าสม่ำเสมอ

2.3.3.4 การกัดกร่อนตามขอบเกรน (Intergranular Corrosion) ซึ่งเป็นการกัดกร่อนตามขอบเกรนเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดการตกผลึกของโครเมียมคาร์ไบด์บริเวณขอบเกรน ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 450°- 850°C ทำให้ขอบเกรนมีปริมาณโครเมียมลดลง มีความต้านทานการกัดกร่อนตามแนวขอบเกรนต่ำ แก้ไขโดยเลือกใช้วัสดุเกรด “L” หรือเกรดที่ช่วยให้โครงสร้างเสถียร (Stabilized Grade) และต้องระวังไม่ให้เกิดการกัดกร่อนตามขอบเกรนระหว่างการเชื่อมประกอบโครงสร้าง

2.3.3.5 การกัดกร่อนแบบสนิมขุม (Pitting Corrosion) การกัดแบบเป็นจุดหรือแบบสนิมขุมเป็นการกัดกร่อนเฉพาะที่เป็นอันตรายมาก ซึ่งมีผลทำให้เกิดการกัดกร่อนที่ผิวหน้าเป็นรูเล็กๆ หรือเป็นรูทะลุตลอดเนื้อวัสดุ แต่สามารถวัดการสูญเสียเนื้อวัสดุได้น้อย สิ่งแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนแบบสนิมขุมส่วนมากจะเป็นสารละลายจำพวกที่มีคลอไรด์ไอออน (Chloride Ion) จะเป็นตำแหน่งที่ฟิล์มถาวรจะถูกทำลายได้ง่ายที่สุด ในสิ่งแวดล้อมเช่นนี้ควรจะเลือกใช้วัสดุด้วยความระมัดระวังโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารละลายของกรดที่มีอุณหภูมิสูง ถ้าเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดการกัดกร่อนแบบสนิมขุมไม่สามารถแก้ไขได้ให้แก้โดย การเลือกใช้โลหะผสมที่ต้านทานการกัดกร่อนสูงกว่า เช่น เหล็กกล้าไร้สนิมเกรดดูเพล็กซ์และเกรดอื่นๆ ที่สามารถแก้ไขปัญหาได้

2.3.3.6 การกัดกร่อนในพื้นที่อับที่ถูกปกปิด (Crevice Corrosion) การกัดกร่อนแบบนี้เกิดขึ้นที่ผิวหน้าส่วนที่ถูกปิดหรือกดทับของสแตนเลส มีผลทำให้ปิดกั้นออกซิเจนไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสร้างฟิล์มออกไซด์ได้ ทำให้ฟิล์มป้องกันมีแนวโน้มที่จะแตกหรือถูกทำลายลงในพื้นที่อับนี้ ดังนั้นในสภาวะการใช้งานต้องหลีกเลี่ยงการมีพื้นที่อับ

2.3.3.7 การกัดกร่อนในสภาพแวดล้อมที่มีแบคทีเรียอยู่ (Microbiologically Induced Corrosion) การกัดกร่อนที่เป็นผลมาจากจุลชีพเกิดจากแบคทีเรียที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมเกาะติดที่ผิวหน้าของสแตนเลสทำให้บริเวณนั้นปิดกั้นออกซิเจน ดังนั้นเงื่อนไขในการกัดกร่อนจึง คล้ายกับแบบ Crevice แบคทีเรียจึงทำให้สถานการณ์การกัดกร่อนเลวร้ายลง

2.3.3.8 การแตกร้าวจากการกัดกร่อนภายใต้แรงเค้น (Stress Corrosion Cracking : SCC) SCC คือการแตกเปราะที่เริ่มต้นจากการกัดกร่อนในวัสดุที่มีความเหนียว เหล็กกล้าไร้สนิมเกรดออสเทนนิติกจะมีแนวโน้มที่จะเกิด SCC สูงกว่าเกรดเฟอร์ริติก, เหล็กกล้าไร้สนิมเกรดเฟอร์ริติกจึงสามารถต้านทานการกัดกร่อนแบบ SCC ได้สูงกว่าเกรดออสเทนนิติก

ภาพที่ 2-4 แสดงเหล็กกล้าไร้สนิม [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.gointerrich.com, 10 มีนาคม 2556.]

2.4 แรง (Force)

แรง คือการกระทำที่เปลี่ยนแปลง หรือพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงสภาวะการอยู่นิ่งหรือการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอของวัตถุ เช่น แรงดึงในเส้นเชือก น้ำหนักของวัตถุ (ซึ่งคือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้นเอง)

2.4.1 คุณลักษณะของแรง

2.4.1.1 แรงเป็นปริมาณเวคเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทางคุณลักษณะที่ครบถ้วนของแรง

2.4.1.2 ขนาด (Magnitude) บอกความมากน้อยของแรงเป็นนิวตัน

2.4.1.3 ทิศทาง (Direction) หมายถึงแนวของแรง (Line of Action) ที่กระทำไปโดยวัดจากแกนอ้างอิงว่าทำมุมเท่าใดและระบุทิศทางที่กระทำ (Sense) ว่าการกระทำไปทางซ้ายหรือขวา ลงหรือขึ้นซึ่งแสดงด้วยหัวลูกศร

2.4.1.4 จุดที่กระทำ (Point of Application) เป็นตำแหน่งบนวัตถุที่ถูกแรงกระทำ

2.4.2 ระบบแรง (Force System) เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์แรงที่กระทำบนโครงสร้างหรือเครื่องจักรต่างๆ กลุ่มแรงหรือระบบแรงที่กระทำต่อวัตถุใดๆ อาจจำแนกประเภทออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.4.2.1 ระบบแรงในระนาบเดียวกัน (General Case Offorces in a Plane or Coplanar Force System) หมายถึงระบบของแรงที่กระทำอยู่ในระนาบเดียวกันหมดหรือ 2 มิติ แต่แนวแรงอาจไม่ติดกันที่จุดเดียว Non-Concuwent Coplanar Force System ระบบแรงนี้อาจแบ่งย่อยเป็นเฉพาะกรณี

2.4.2.2 ระบบแรงในที่ว่างหรือหลายระนาบ (General Case of Forces in Space or Non Coplanar Force System) หมายถึงแรงที่กระทำใน 3 มิติ ซึ่งอาจมีแนวแรงไม่ตัดกันที่จุดเดียวหรือไม่ขนานกัน อาจแบ่งย่อยออกเป็นเฉพาะกรณี

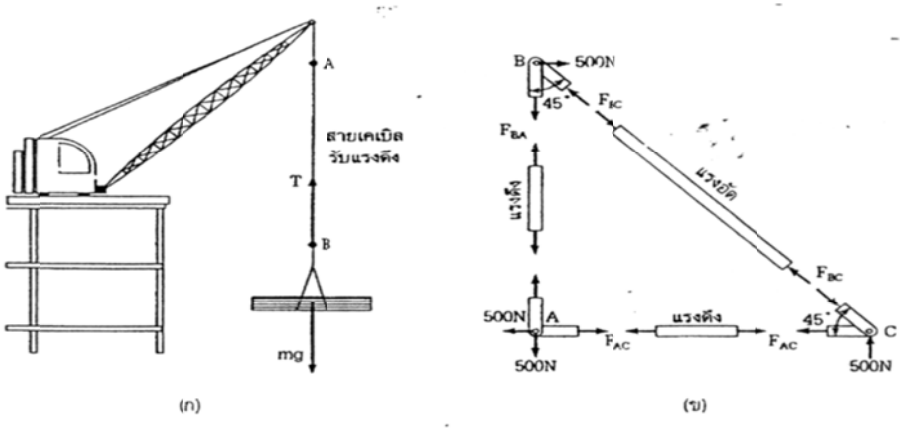
2.4.3 ชนิดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

2.4.3.1 แรงภายนอก (External Force) หมายถึงแรงที่กระทำจากภายนอกวัตถุ แบ่งย่อยออกเป็น

ก) แรงกระทำ (Acting Force) หมายถึงแรงที่จะกระทำต่อวัตถุโดยตรง เช่น แรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุหรือน้ำหนักของวัตถุที่กระทำบนโต๊ะ

ข) แรงปฏิกิริยา (Keacting Force) หมายถึงแรงตอบโต้การกระทำของแรงในข้อตามกฎข้อ 3 ของนิวตัน เช่น แรงที่โต๊ะกระทำต่อวัตถุ แรงที่จุดรองรับของโครงสร้างต่างๆ ที่ตอบโต้แรงกระทบที่มีต่อโครงสร้างนั้น

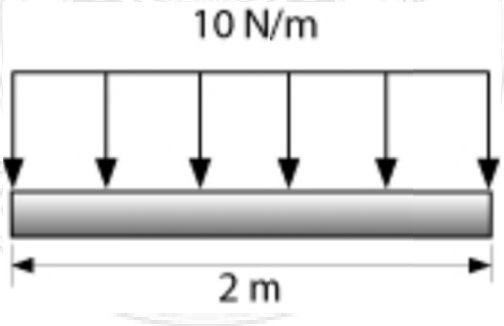
2.4.3.2 แรงภายใน (Internal Forces) หมายถึงแรงที่เกิดขึ้นภายในวัตถุหรือแรงขึ้นระหว่างส่วนต่างๆ ของโครงสร้าง อันเป็นผลเนื่องมาจากแรงภายนอกที่กระทำต่อวัตถุหรือโครงสร้างนั้น เช่น แรงถึงในสายเคเบิลดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 แสดงแรงภายในชิ้นส่วนของโครงสร้าง [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.eng.su.ac.th, 10 มีนาคม 2556.]

2.4.3.3 แรงแบบจุด (Concentrated Force or Point Load) เป็นแรงที่ได้กระทำต่อวัตถุบนเนื้อที่ขนาดเล็ก ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นจุด เช่น แรงที่ขาโต๊ะกระทำบนพื้นหรือน้ำหนักรถยนต์ที่กดลงบนพื้นถนนด้วยยางรถทั้งสี่ หรือน้ำหนักของกล่องสี่เหลี่ยมบนคาน เป็นต้น

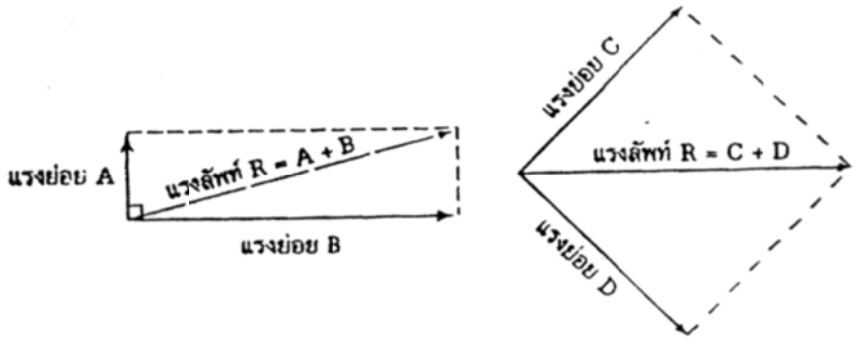
2.4.3.4 แรงแบบกระจาย (Distributed Force) เป็นแรงที่กระทำบนเนื้อที่ค่อนข้างใหญ่บนวัตถุหรือโครงสร้าง หากจะถือว่าแรงกระทบเป็นจุดอาจผิดความจริงไปมากจะต้องถือว่าแรงกระทำทั่วเนื้อที่นั้น ถ้าแรงกระทบอย่างสม่ำเสมอทั่วเนื้อที่นั้นเรียกว่า “แรงกระจายสม่ำเสมอ” (Unifrom Distributed Force) เช่น น้ำหนักของคานดังภาพที่ 2-6



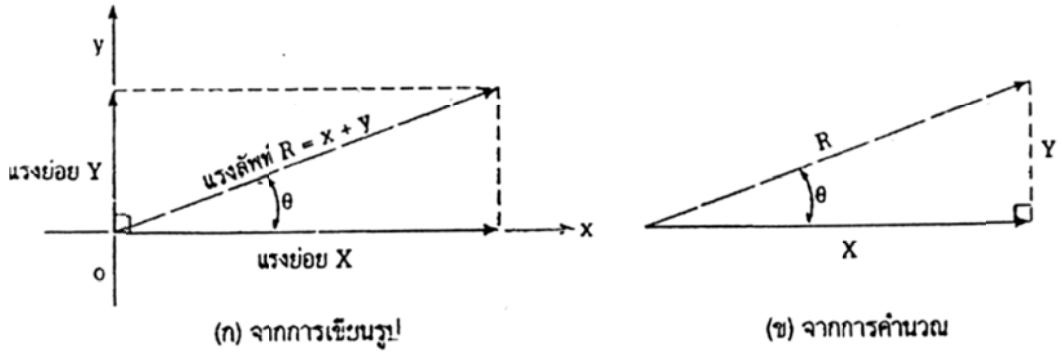
ภาพที่ 2-6 แสดงแรงกระจายสม่ำเสมอ [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www. eng.su.ac.th, 10 มีนาคม 2556.]

2.4.4 การแตกแรงหรือแยกแรง (Resolution of Forces) ในทางตรงกันข้ามกับการรวมแรง แรง R ใด อาจจะแตกออกเป็นสองแรงย่อย (Components) หรือหลายแรงได้ โดยอาศัยหลักการของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานหรือรูปสามเหลี่ยมแทนแรง

การแตกแรงออกเป็นสองแรงย่อยที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน (Rectangular Components) แรง K ออกเป็นแรงย่อยที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันเป็น A และ B หรือ C และ D ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 การแตกแรงออกเป็นส่วนแรงย่อยตามแกน X และ Y
[(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.eng.su.ac.th, 10 มีนาคม 2556.]



ภาพที่ 2-8 แสดงการคำนวณแรง R ออกเป็น 2 แรงย่อยตามแกน X และ Y
[(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www. eng.su.ac.th, 10 มีนาคม 2556.]

โดยที่ $$X = R\cos\upsilon \qquad (2\text{-}1)$$

$$X = \frac{R\sin\upsilon}{X^2 + Y^2} \qquad (2\text{-}2)$$

$$\upsilon = \tan^{-1}\left(\frac{Y}{X}\right) \qquad (2\text{-}3)$$

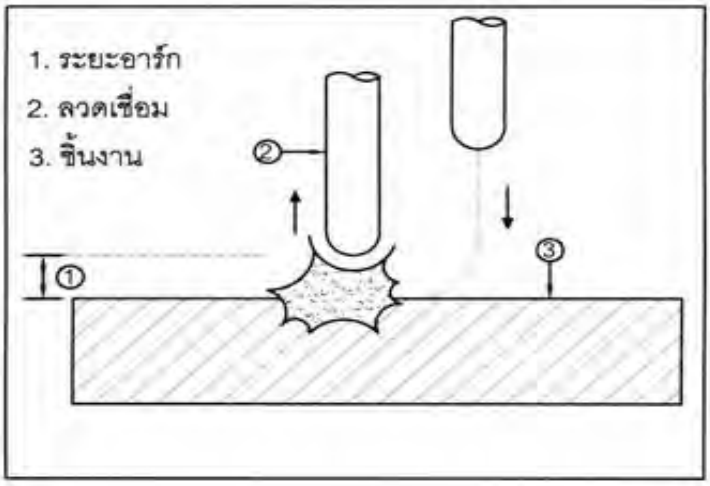
2.5 การเชื่อม

การเชื่อม เป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับต่อวัสดุ ส่วนใหญ่เป็นโลหะและพลาสติก โดยให้รวมตัวเข้าด้วยกัน ปกติใช้วิธีทำให้ชิ้นงานหลอมละลายและการเพิ่มเนื้อโลหะเติมลงในแอ่งหลอมละลายของวัสดุที่หลอมเหลว เมื่อเย็นตัวรอยต่อจะมีความแข็งแรงบางครั้งใช้แรงดันร่วมกับความร้อนหรืออย่างเดียวเพื่อให้เกิดรอยเชื่อม ซึ่งตรงข้ามกับการบัดกรีอ่อนและการบัดกรีแข็งซึ่งไม่มีการหลอมละลายของชิ้นงาน ชิ้นงานมีแหล่งพลังงานหลายอย่างสำหรับนำมาใช้ในการเชื่อม เช่น การใช้ความร้อนจากเปลวแก๊ส, การอาร์คโดยใช้กระแสไฟฟ้า, ลำแสงเลเซอร์, การใช้อิเล็คตรอนบีม, การเสียดสี, การใช้คลื่นเสียงเป็นต้น ในอุตสาหกรรมมีการนำมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น การเชื่อมในพื้นที่โล่ง, พื้นที่อับอากาศ, การเชื่อมใต้น้ำ การเชื่อมมีอันตรายเกิดขึ้นได้ง่ายจึงควรมีความระมัดระวังเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า, ความร้อน, สะเก็ดไฟ, ควันเชื่อม, แก๊สพิษ, รังสีอาร์ค, ชิ้นงานร้อน, ฝุ่นละออง ในยุคเริ่มแรกจนถึงศตวรรษที่ 19 มีการใช้งานเฉพาะการเชื่อมทุบ (Forge Welding) เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อโลหะ เช่น การทำดาบในสมัยโบราณ วิธีนี้รอยเชื่อมที่ได้จะมีความแข็งแรงสูง และโครงสร้างของเนื้อรอยเชื่อมมีคุณภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจ แต่มีความล่าช้าในการนำมาใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม หลังจากนั้นได้มีการพัฒนามาสู่การเชื่อมอาร์คและการเชื่อมโดยใช้เปลวแก๊สออกซิเจนและหลังจากนั้นมีการเชื่อมแบบความต้านทานตามมา

เทคโนโลยีการเชื่อมได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 20 ซึ่งอยู่ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และสงครามโลกครั้งที่ 2 เทคโนโลยีการเชื่อมแบบใหม่ๆ ได้มีการเร่งพัฒนาเพื่อรองรับต่อการสู้รบในช่วงเวลานั้น เพื่อทดแทนการต่อโลหะแบบเดิม เช่น การใช้หมุดย้ำซึ่งมีความล่าช้าอย่างมาก กระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ (SMAW) เป็นกระบวนการหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาในช่วงนั้น กระทั่งปัจจุบันยังคงเป็นกรรมวิธีที่ใช้งานกันมากที่สุดในประเทศไทยและประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย

ภาพที่ 2-9 แสดงขณะเชื่อมโลหะ [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://engineeringman.blogspot.com, 11 มีนาคม 2556.]

เทคนิคการเชื่อมที่ถูกวิธี กรรมวิธีการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ เป็นวิธีการเชื่อมที่อาศัยการอาร์คระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงานหลอมเป็นแนวเชื่อมได้อย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ จะต้องใช้ทักษะจากช่างเชื่อมในการปฏิบัติงาน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ช่างเชื่อมหรือผู้ปฏิบัติงานต้องรู้ถึงเทคนิคต่างๆ ในงานและปฏิบัติงานตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและหลายๆ ครั้งจนเกิดความชำนาญ

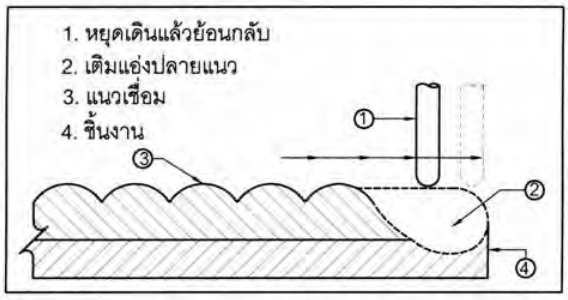


ภาพที่ 2-10 แสดงถึงวิธีการเริ่มต้นอาร์คแบบขีด [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://engineeringman.blogspot.com, 11 มีนาคม 2556.]

การเริ่มต้นเชื่อมควรเตรียมงานให้สะอาดปราศจากสิ่งต่างๆ เช่น จาระบี น้ำมันกันสนิมเพราะจะทำให้รอยเชื่อมไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ การเริ่มต้นเชื่อมที่บริเวณจุดเริ่มต้นของแนวเชื่อมจะเริ่มทำการอาร์ค เมื่อเกิดการอาร์คขึ้นแล้วยกลวดเชื่อมขึ้นประมาณ 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อมตามลักษณะของรอยต่อแบบต่างๆ ซึ่งมุมเชื่อมจะแตกต่างกันไป หลังจากนั้นให้สร้างบ่อหลอมเหลวซึ่งจะกว้างประมาณ 1.5-2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อมและต้องให้การซึมลึกอย่างสม่ำเสมอ

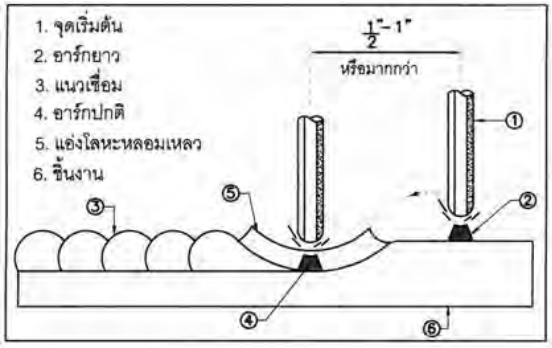
การต่อแนวเชื่อม ลวดเชื่อมไฟฟ้าแบบหุ้มฟลั๊กซ์ เมื่อเชื่อมจนปลายลวดเชื่อมเหลือประมาณ 38 มิลลิเมตร จะต้องมีการเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่และต้องมีการต่อแนวเชื่อม ซึ่งจะต้องเป็นแนวเดียวกันกับแนวเดิมจะต้องมีความแข็งแรงและคุณสมบัติเท่ากับแนวเดิม ซึ่งวิธีการต่อแนวเชื่อมมีดังนี้

2.5.1 ในกรณีที่แอ่งปลายแนวเชื่อมยังร้อนอยู่ ให้เชื่อมต่อได้ทันทีไม่ต้องเคาะทำความสะอาด โดยให้เริ่มต้นการอาร์คห่างบ่อหลอมเหลวเดิมไปทางด้านหน้าประมาณ ½ - 1 นิ้ว ดังภาพที่ 2-11 เริ่มอาร์คจากจุด 1 แล้วจึงถอยหลังไปที่จุด 2 ซึ่งเป็นบ่อหลอมละลายของแนวเชื่อมเดิม



ภาพที่ 2-11 แสดงถึงวิธีการเชื่อมเมื่อสิ้นสุดแนวเชื่อม [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://engineeringman.blogspot.com, 11 มีนาคม 2556.]

2.5.2 ในกรณีแอ่งปลายแนวเชื่อมเย็นแล้ว ให้ทำความสะอาดโดยการใช้ค้อนเคาะสแลกออกและใช้แปรงลวดขัดให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นให้เริ่มการอาร์คห่างจากแอ่งหลอมเดิมไปทางด้านหน้าประมาณ ½ - 1 นิ้ว เช่นเดียวกันกับข้อ 2.5.1 ดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 แสดงวิธีการต่อแนวเชื่อม [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://engineeringman.blogspot.com, 11 มีนาคม 2556.]

ข้อสังเกตในการต่อแนวเชื่อม ไม่ควรที่จะเริ่มต้นอาร์คใหม่ข้างแอ่งโลหะปลายแนวเชื่อมเพราะจะทำให้ความร้อนไม่พอที่จะหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกันของแนวเชื่อมและการเติมลวดเชื่อมตรงแนวต่อจะต้องควบคุมอย่าให้มากเกินไป เพราะจะทำให้แนวเชื่อมนูนกว่าเดิมแต่ถ้าเติมลวดเชื่อมน้อยเกินไปจะทำให้แนวเชื่อมแบนและเกิดรอยแหว่ง

การเชื่อมแนวเส้นเชื่อมคือ การเชื่อมโดยไม่ส่ายลวดเชื่อมขณะทำการเชื่อมเพียงแต่ควบคุมระยะอาร์คมุมของลวดเชื่อมและความเร็วในการเดินลวดเชื่อมเท่านั้นซึ่งการเชื่อมแนวเส้นเชือกนี้โดยทั่วไปจะใช้กับการเชื่อมท่าขนานนอนและท่าตั้งเชื่อมลงเพราะถ้าส่ายลวดเชื่อมอาจทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์

2.6 ไฟเบอร์กลาส

บางคนรู้จัก "ไฟเบอร์กลาส" ว่าเป็นวัสดุผสม หรือพลาสติกเสริมแรง ใช้ผลิตเป็นหลังคารถกระบะหรืออ่างอาบน้ำ แต่แท้จริงแล้ว "ไฟเบอร์กลาส" ก็คือ "เส้นใยแก้ว" มีความหมาย ที่แปลตรงตัว เส้นใยแก้วถูกนำไปใช้เป็นวัสดุช่วยเสริมแรงให้กับพลาสติกเรซินและขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น หลังคารถกระบะ อ่างอาบน้ำ เรือ ชิ้นส่วนเครื่องบินเล็ก ถังน้ำขนาดใหญ่ ชิ้นส่วนรถแข่ง ผลิตภัณฑ์คอนกรีตเสริมใยแก้ว (Glass Reinforced Concrete; GRC) เป็นต้น นอกจากสมบัติความแข็งแรง ทนแรงดึงได้สูงมากแล้ว เส้นใยแก้วยังมีสมบัติด้านการเป็นฉนวนความร้อน ถูกใช้เป็นฉนวนในเตา ตู้เย็น หรือวัสดุก่อสร้าง นอกจากนั้นเส้นใยแก้วสามารถทอเป็นผืนผ้าและด้วยโครงสร้างที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ทำจากเส้นใยแก้วมีช่องว่างภายในที่ถูกดักเก็บไว้ทำให้มีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดี เหมาะที่จะทำผ้าหนุนด้านใน เพื่อเป็นฉนวนที่ดีเช่นเดียวกับที่ใช้กับตู้เย็น หรือเสื้อกันหนาว ผ้าจากเส้นใยแก้วไม่มีการดูดซึมน้ำใช้เป็นผ้ากันน้ำ ไม่เกิดการหดตัวและไม่เกิดผลเสียจากน้ำ

เส้นใยแก้วมีขนาดและความยาวหลากหลายขนาด เส้นใยอาจยาวเหมือนเส้นด้ายที่ยาวมาก และเส้นใยที่สั้นมากจะมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เส้นใยแก้วผลิตจากส่วนประกอบ ของทรายแก้ว หินปูน หินฟันม้า เติมกรดบอริกและสารเติมแต่งอื่นๆ ถูกหลอมเหลวภายใน เตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูงมากถึง 1,370 องศาเซลเซียส ซึ่งหากมีการควบคุมคุณภาพส่วนผสมเป็นอย่างดี ให้มีความบริสุทธิ์ไม่จำเป็นต้องทำให้เป็นลูกแก้วเพื่อคัดเลือกลูกแก้วที่ดีมาหลอมเป็นน้ำแก้วใหม่อีกครั้ง หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการรีดเป็นเส้นใยยาว โดยเส้นใยถูกดึงออกจากหัวรีดและถูกม้วนเก็บด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วของใยแก้ว ที่ถูกอัดออกจากหัวรีด ซึ่งเท่ากับเป็นการยืดดึงในขณะที่เส้นใยยังอ่อนตัว จึงได้เส้นใยขนาดเล็กลงก่อนการแข็งตัว เส้นใยยาวนี้มักนิยมใช้ทำผ้าม่าน หากต้องการทำเป็นเส้นใยสั้นจะถูกตัดด้วยแรงลมให้มีความยาวแตกต่างกันออกไป ซึ่งนิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์เทปหรือผ้าในงานอุตสาหกรรม เพื่อป้องกันเสียงและอุณหภูมิและไฟ

"ไฟเบอร์กลาส" ในภาษาของวัสดุเสริมแรงที่รู้จักทั่วไปในการทำหลังคารถกระบะหรือชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงนั้น ผลิตจากการนำชิ้นส่วนต้นแบบมาขัดผิวด้านนอกด้วยขี้ผึ้งถอดแบบโดยวางผ้าใยแก้วบนชิ้นส่วนต้นแบบ ทาด้วยเรซินที่ผสมตัวทำให้แข็งให้มีความหนาตามต้องการ เมื่อเรซินแข็งตัวแล้วจึงดึงชิ้นส่วนไฟเบอร์กลาสออกจากชิ้นส่วนต้นแบบมาขัดแต่งผิวด้านนอกให้เรียบร้อย การสร้างชิ้นส่วนไฟเบอร์กลาสจากวิธีนี้จะขาดรายละเอียดและความสวยงามแตกต่างจากวิธีที่ใช้แม่พิมพ์ ซึ่งเหมาะสำหรับชิ้นส่วนจำนวนมาก แต่มีขั้นตอนยุ่งยากกว่าวิธีแรก โดยต้องสร้างแม่พิมพ์ขึ้นมาจากชิ้นส่วนต้นแบบเสียก่อน เมื่อได้แม่พิมพ์แล้วจึงนำมาสร้างชิ้นส่วนไฟเบอร์กลาสที่ต้องการชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นมามีความสวยงามเหมือนกับต้นแบบทุกประการและสามารถเสริมความแข็งแรงในบริเวณที่ต้องการโดยเพิ่มความหนาของใยแก้วหลายๆ ชั้น

2.7 สลิง

สลิง เป็นอุปกรณ์การยกที่สำคัญ หลายต่อหลายครั้งที่อุบัติเหตุรุนแรงมีสาเหตุมาจากสลิงขาด เนื่องจากการใช้งานสลิงที่ไม่ได้คุณภาพหรือใช้สลิงเกินความสามารถในการรับน้ำหนัก หลายคนรู้ว่าสลิงมีค่าความปลอดภัย 5 เท่า จึงใช้เกินน้ำหนักที่กำหนด แต่ไม่ได้คิดว่าค่าความปลอดภัยที่ควบคุมไว้เพื่อป้องกันในกรณีที่สลิงเก่า สลิงมีหลายประเภทแต่ ณ ที่นี้จะกล่าวถึงสลิงลวด

สลิงลวด ทำมาจากเส้นลวดที่นำมาหมุนพันกันจนเป็นเกลียว จากนั้นสลิงในแต่ละเกลียวก็นำไปพันรอบแกนกลาง ซึ่งแกนกลางก็จะมีทั้งชนิดทำจาก Fiber, ลวดตีเกลียว, หรือเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักต่างกัน ประเภทการใช้งานของสลิงลวดยังแบ่งตามลักษณะการพันเกลียวของเส้นลวด

2.7.1 Regular Ray คือลวดจะวางตัวในแนวที่ขวางกับทิศทางการตีเกลียว การเรียงตัวแบบนี้ทำให้มีโอกาสเกิดรอยแตก (Kiln) น้อยและมีโอกาสที่จะเกิดความเสียหายเนื่องจากแรงกระชากหรือการบิดตัวก็จะน้อยด้วย เชือกลวดเหล็กกล้าแบบนี้ถูกนำไปใช้งานหลากหลายที่สุด โดยจะมีความสามารถต้านทานต่อแรงกระแทก (Crushing) มากกวางแบบแลงส์ และจะไม่มีการบิดตัวในขณะที่ใช้งานภายใต้แรงกระทำที่รุนแรง เมื่อปลายข้างหนึ่งของเชือกลวดเหล็กกล้าไม่ได้ถูกยึดให้อยู่กับที่

2.7.2 Lang Ray คือลวดจะเรียงตัวทำมุมขวางกับแนวตามยาวของเชือกลวดเหล็กกล้าวางในแนวเดียวกับทิศทางของการตีเกลียว เชือกลวดเหล็กกล้าแบบนี้มีข้อได้เปรียบที่สำคัญ 2 ประการ คือจะมีความต้านทานต่อความล้าและการสึกหรอจากจากเสียดสีในขณะใช้งานที่ดีกว่าเชือกลวดเหล็กกล้าแบบธรรมดา (Regular Ray) และเนื่องจากบริเวณพื้นที่ผิวของลวดเหล็กของแต่ละเส้นจะมีมากกว่า ดังนั้นเวลาที่อยู่ภายใต้สภาวะการใช้งานที่เชือกลวดเหล็กกล้าต้องถูกดัดโค้ง จึงมีแรงดัดโค้งมากระทำน้อยกว่า ดังนั้นจะพบว่าเชือกลวดเหล็กกล้า แบบแลงส์จะมีความยืดหยุ่นดีกว่าและมีอายุการใช้งานสลิงลวดภายใต้สภาวะที่มีแรงดัดโค้งมากระทำเป็นหลักได้นานกว่าแบบธรรมดาประมาณ 15-20% แต่มีโอกาสที่เกิดรอยแตก (Kiln) มากกว่า และทนต่อแรงกระแทกได้น้อยกว่าแบบธรรมดา

ภาพที่ 2-13 สลิงลวด [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.shinystargroup.com, 11 มีนาคม 2556.]

ข้อดี สลิงลวดเป็นเรื่องของความแข็งแรงเมื่อเทียบกับขนาด มีความแข็งแรงทนทานสูง

ข้อเสีย บิดงอให้เข้ากับวัตถุที่ยกได้ยาก (ถ้ายกโดยบิดงอสลิงจะทำให้เสียรูปทรงแล้วเสื่อมคุณภาพ)

2.7.3 ข้อห้ามในการใช้สลิงโดย กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรปั้นจั่นและหม้อน้ำ พ.ศ. 2552

2.7.3.1 ลวดสลิงที่ลวดเส้นนอกสึกไปตั้งแต่หนึ่งในสามของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นลวด

2.7.3.2 ลวดสลิงที่ขมวด ถูกบดกระแทก แตกเกลียวหรือชำรุด ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานของลวดสลิงลดลง

2.7.3.3 ลวดสลิงมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงเกินร้อยละห้าของเส้นผ่านศูนย์กลางเดิ

2.7.3.4 ลวดสลิงถูกความร้อนทำลายหรือเป็นสนิมมากจนเห็นได้ชัดเจน

2.7.3.5 ลวดสลิงถูกกัดกร่อนชำรุดมากจนเห็นได้ชัดเจน

2.7.3.6 ลวดสลิงเคลื่อนที่ ที่มีเส้นลวดเหล็กในหนึ่งช่วงเกลียวขาดตั้งแต่สามเส้นขึ้นไปในเกลียวเดียวกันหรือขาดตั้งแต่หกเส้นขึ้นไปในหลายช่วงเกลียวรวมกัน

2.7.3.7 ลวดสลิงยึดโยงที่มีเส้นลวดขาดตรงข้อต่อตั้งแต่สองเส้นขึ้นไป

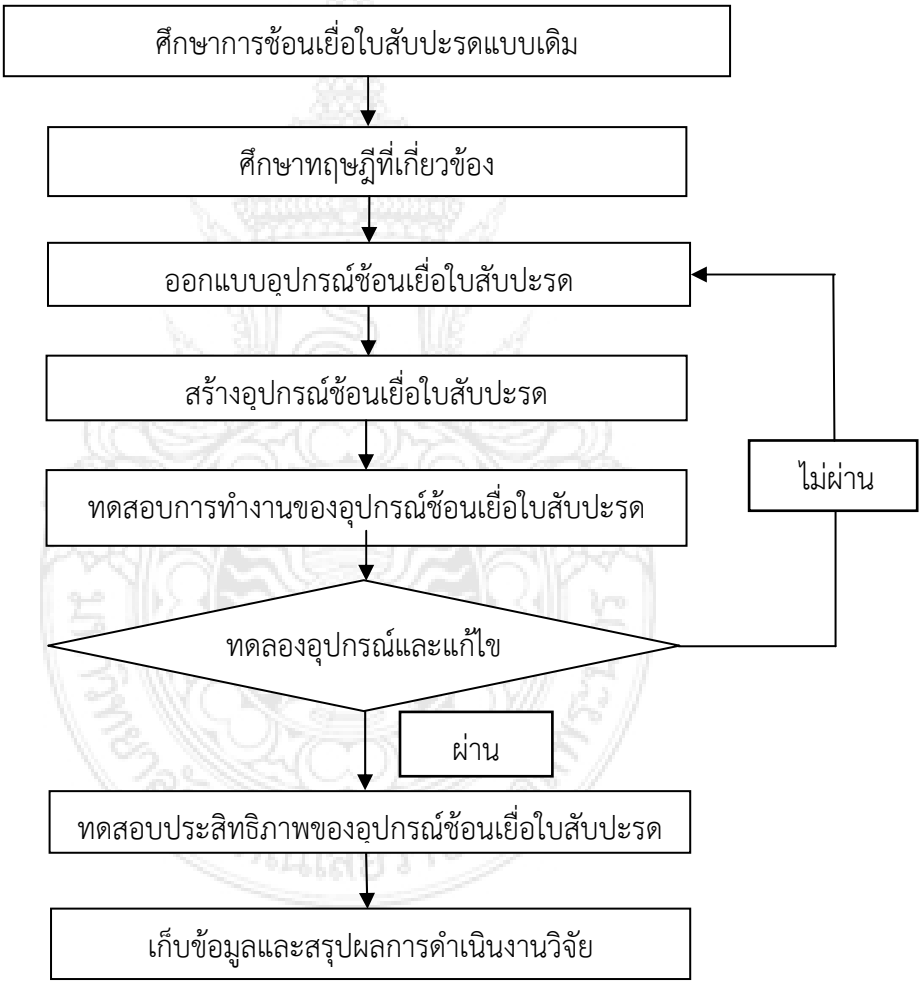
ตารางที่ 2-1 แสดงการรับน้ำหนักของสลิงลวดขนาดต่างๆ [(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www. forums.thaisafetywork.com, 11 มีนาคม 2556.]

Nomimal Dimeter		Nominal Strength	Approximate Mass
INCHES	MM	METRIC TONS	KG/M
1/16	1.5	0.63	0.04
1/8	3	1.25	0.08
1/4	6.5	2.49	0.16
5/16	8	3.86	0.24
3/8	9.5	5.53	0.35
7/16	11.5	7.5	0.48
1/2	13	9.71	0.63
9/16	14.5	12.2	0.79
5/8	16	15.1	0.89
3/4	19	21.6	1.41
7/8	22	29.2	1.92
1	26	37.9	2.5

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินการพัฒนาและสร้างอุปกรณ์ช้อนเยื่อใบสับปะรด โดยใช้ความรู้ด้านวิศวกรรม มาประยุกต์ในการออกแบบ พัฒนาและสร้างอุปกรณ์ช้อนเยื่อใบสับปะรด พร้อมหลักการทำงานในส่วนที่ประกอบขึ้นมาทางผู้จัดทำมีการวางแผนการดำเนินงานเอาไว้โดยแบ่งขั้นตอน ดังนี้

3.1 แผนการสร้างและทดลองอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน

3.2 ศึกษาข้อมูลการช้อนเยื่อใบสับปะรดด้วยวิธีเดิมจากสถานที่จริง

3.2.1 **ศึกษาและ**เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิตกระดาษเยื่อใบสับประรด ดังภาพที่ 3-2

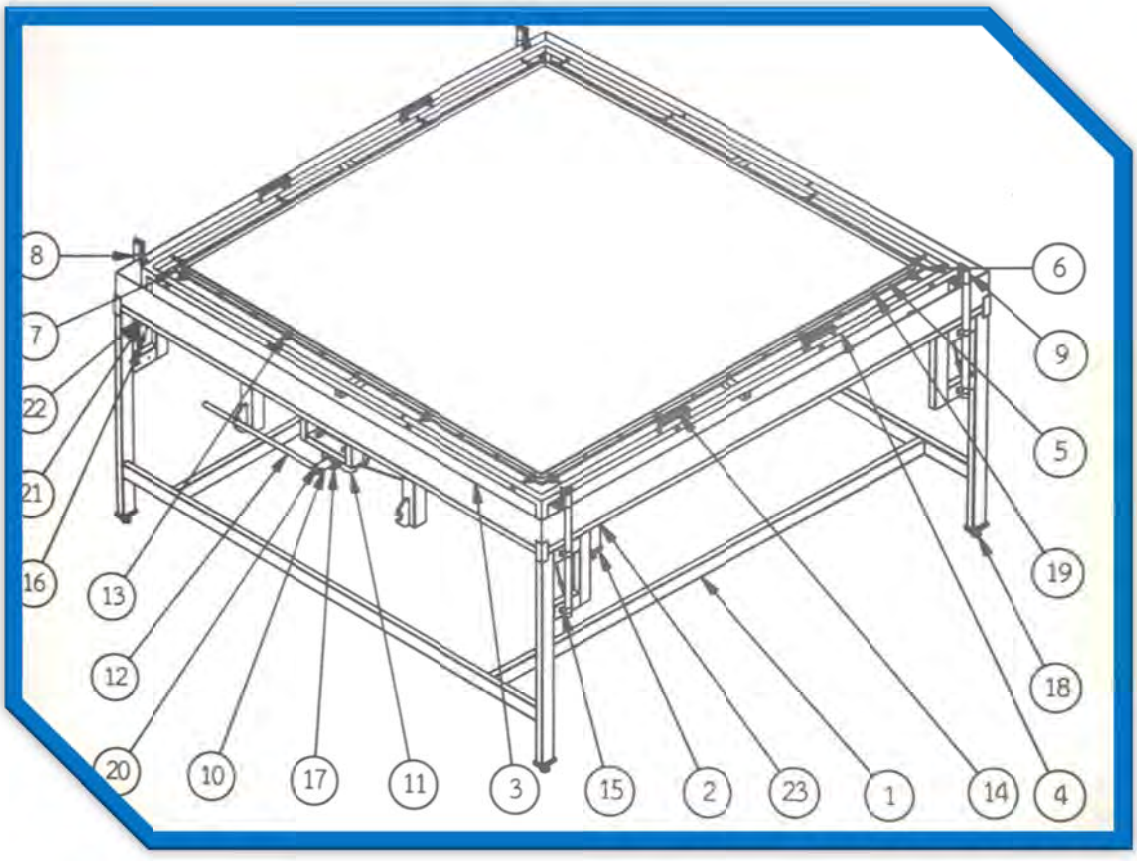
ภาพที่ 3-2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นบ้านป่าซางวิวัฒน์

3.2.2 ศึกษาวิธีการช้อนและตากเยื่อใบสับปะรดแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดกว้าง 50 เซนติเมตรและยาว 64 เซนติเมตรดังภาพที่ 3-3

ภาพที่ 3-3 แสดงการตากเยื่อใบสับปะรดโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน

3.3 ออกแบบอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด

3.3.1 อ่างตีเยื่อใบสับปะรด และอุปกรณ์ในการช้อนเยื่อสำหรับทำกระดาษใบสับปะรด ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาให้กับกลุ่มสมาชิกสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย บ้านป่าซางวิวัฒน์ เนื่องจากการทำกระดาษของทางกลุ่มมีขนาดความโตของกระดาษจำกัด จึงทำให้ไม่สามารถนำกระดาษมาทำผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเป็นความต้องการของตลาดได้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบอ่างตีเยื่อและอุปกรณ์ในการช้อนเยื่อให้ตรงกับความต้องการของทางกลุ่มคืออ่างที่ออกแบบมีขนาดใหญ่ สามารถทำกระดาษแผ่นใหญ่ได้โดยกระดาษที่ทำเสร็จจะมีขนาด 150x150 เซนติเมตร นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ออกแบบให้ตะแกรงช้อนเยื่อซึ่งมีขนาดใหญ่สามารถยกขึ้นให้พ้นน้ำได้โดยระบบกลไกอย่างง่ายเพียงโยกคันโยกด้วยมือเพียงข้างเดียวแทนที่จะยกด้วยแรงคนหกถึงเจ็ดคน ดังรายละเอียดที่จะแสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 แสดงลักษณะของอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดที่ออกแบบ

ภาพที่ 3-5 แสดงลักษณะของอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดและตะแกรงช้อนเยื่อที่สร้างเสร็จ

3.4 ชิ้นส่วนต่างๆของอุปกรณ์ช้อนเยื่อใบสับปะรด ซึ่งถูกออกแบบให้มีระบบกลไกเพื่อช่วยผ่อนแรงในการยกสามารถยกได้ด้วยแขนเพียงข้างเดียว

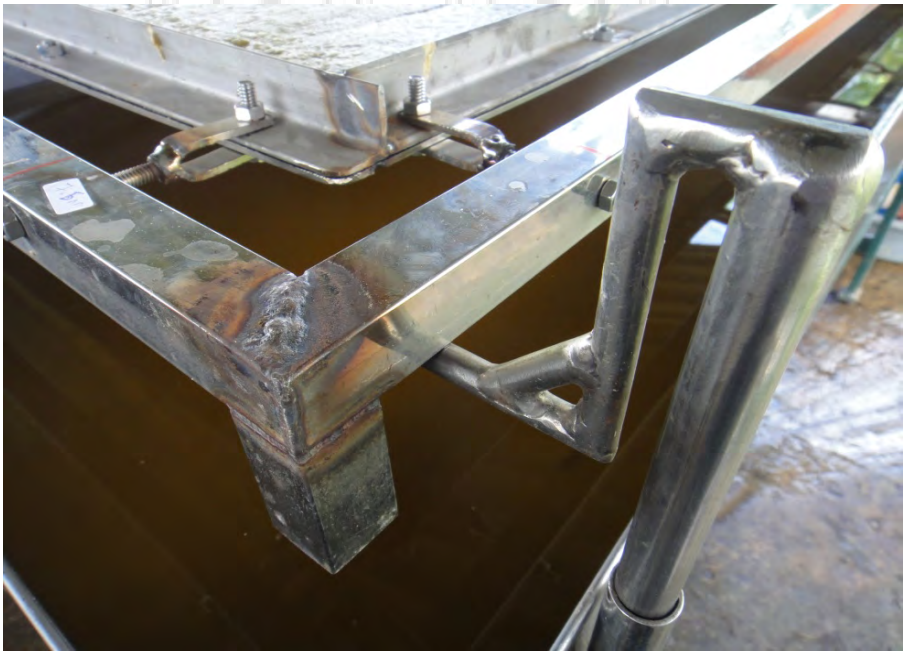
3.4.1 ชุดกลไกในการยกตะแกรงช้อนเยื่อใช้ตุ๊กตาแบริ่งเป็นจุดหมุน

ภาพที่ 3-6 แสดงลักษณะกลไกในการยกตะแกรงช้อนเยื่อ

ภาพที่ 3-7 แสดงลวดสลิงในระบบกลไกการยกตะแกรงช้อนเยื่อ

ภาพที่ 3-8 แสดงแขนโยกและปุ่มล็อคที่ใช้ยกตะแกรงช้อนเยื่อ

ภาพที่ 3-9 แสดงระบบการยกตะแกรงช้อนเยื่อที่ติดตั้งด้านล่าง

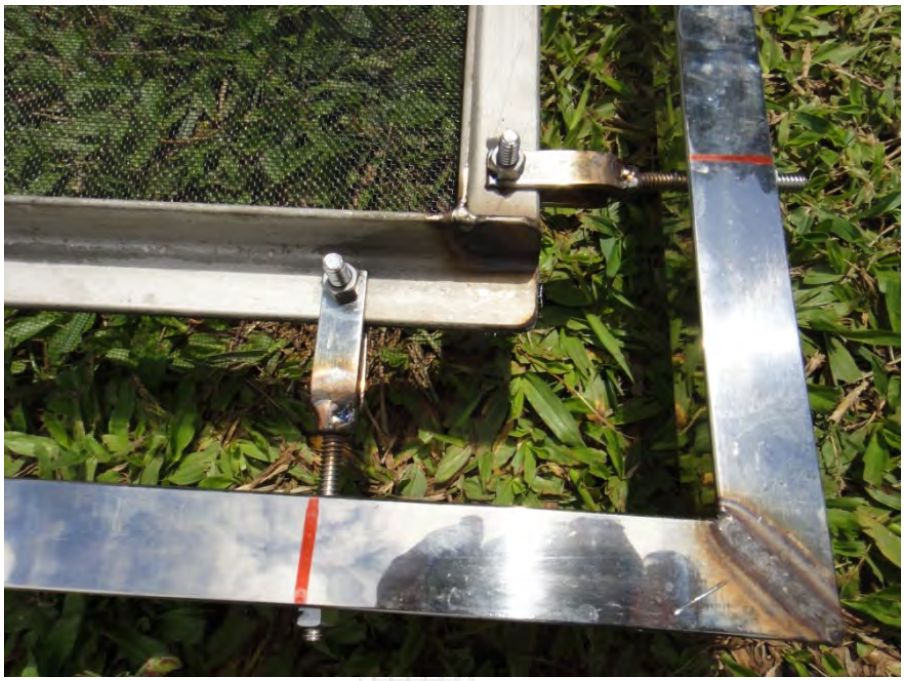


ภาพที่ 3-10 แสดงระบบการยกตะแกรงช้อนเยื่อที่ติดตั้งด้านบน

ภาพที่ 3-11 แสดงขายกในการยกตะแกรงช้อนเยื่อซึ่งมีด้วยกัน4จุด

3.5 ส่วนต่างๆของตะแกรงช้อนเยื่อใบสับปะรด รวมทั้งหมด 10 แผง โครงและสกรูขันปรับทำจากสแตนเลสเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและการกัดกร่อนจากโซดาไฟที่ผสมอยู่กับใบสับปะรดต้ม

ภาพที่ 3-12 แสดงตะแกรงช้อนเยื่อที่สร้างเสร็จ

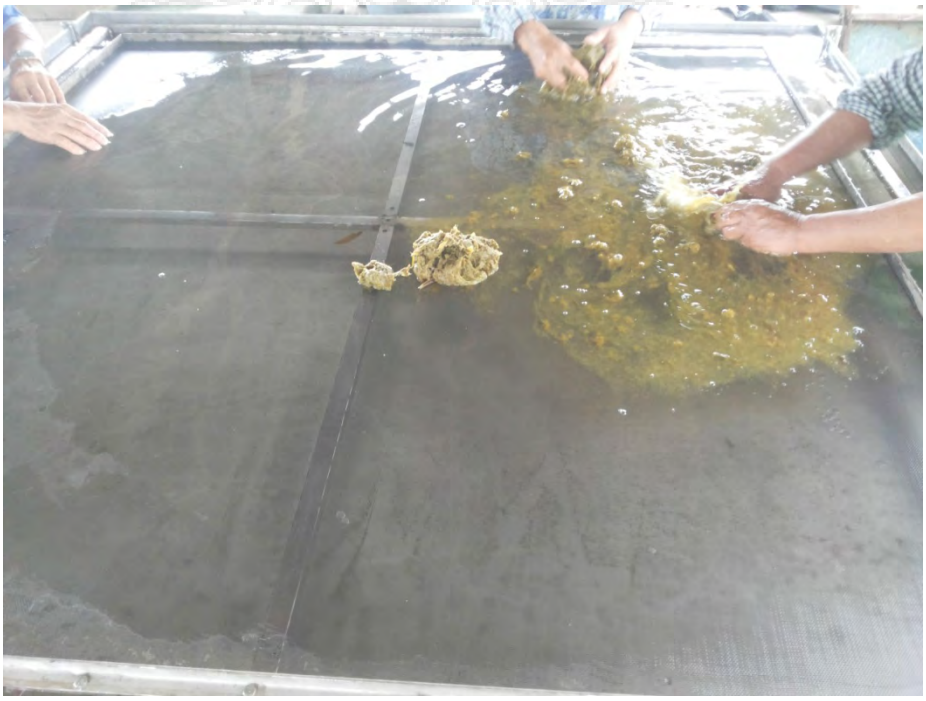


ภาพที่ 3-13 แสดงการขันปรับตะแกรงช้อนเยื่อให้ตึงแน่น

ภาพที่ 3-14 แสดงห่วงจับสำหรับยกตะแกรงช้อนเยื่อมี4จุด

ภาพที่ 3-15 แสดงขาตั้งของตะแกรงช้อนเยื่อมี4จุด

3.6 การทดลองใช้อุปกรณ์ช้อนเยื่อใบสับปะรด ที่สร้างเสร็จโดยทดลองเปรียบเทียบกับการทำกระดาษแบบเดิมเพื่อหาความเหมาะสม

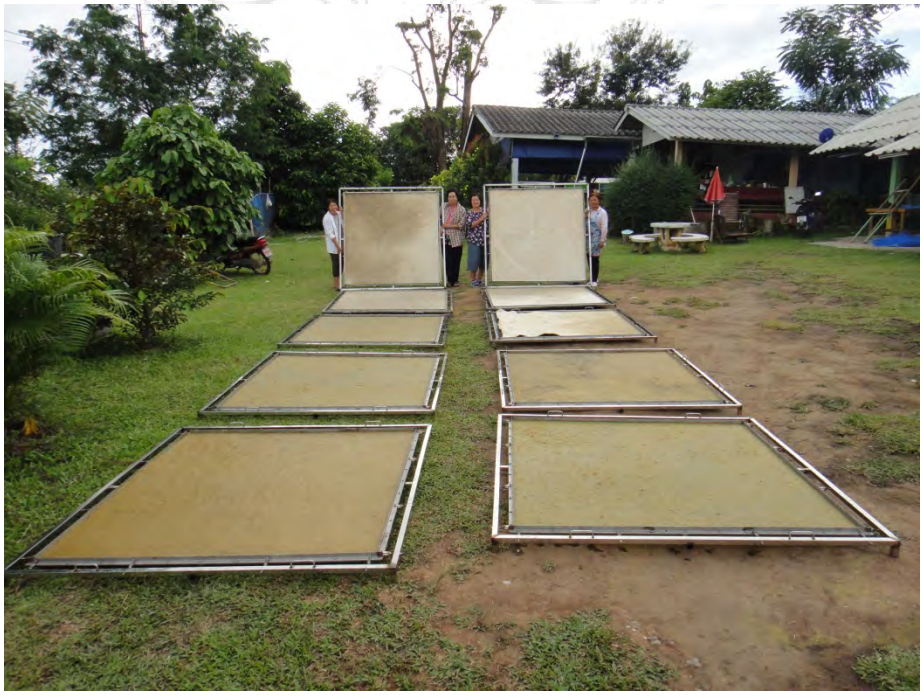


ภาพที่ 3-16 แสดงการกระจายเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด

ภาพที่ 3-17 แสดงการกระจายเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด

ภาพที่ 3-18 แสดงการกระจายเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด

ภาพที่ 3-19 แสดงเยื่อกระดาษที่กระจายเสร็จ



ภาพที่ 3-20 แสดงการตากเยื่อกระดาษ

ภาพที่ 3-21 แสดงเยื่อกระดาษที่ตากเสร็จแล้ว

3.7 การทดลองและเก็บข้อมูล

การทดลองจะแบ่งเป็นสองการทดลองคือทดลองโดยการเปรียบเทียบกับการทำกระดาษแบบเดิมและทดลองการทำกระดาษที่หนาขึ้นโดยการเพิ่มปริมาณเยื่อกระดาษขึ้นเรื่อยๆครั้งละ 0.5 กิโลกรัมโดยเริ่มจากน้ำหนักของเยื่อใบสับปะรดตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม

3.7.1 ทดลองโดยการเปรียบเทียบกับการทำกระดาษแบบเดิม

ตัวอย่างตารางการทดลองและบันทึกผลการใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม และบันทึกเวลาการช้อนเยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม แบบภูมิปัญญาชาวบ้าน เพื่อวิเคราะห์ผลดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 เปรียบเทียบเวลาในการผลิตเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม

ครั้งที่	ใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด (วินาที)	แบบภูมิปัญญาชาวบ้าน(วินาที)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
เวลาเฉลี่ย		

3.7.2 ทดลองการทำกระดาษที่หนาขึ้นโดยการเพิ่มปริมาณเยื่อกระดาษขึ้นเรื่อยๆครั้งละ 0.5 กิโลกรัมโดยเริ่มจากน้ำหนักของเยื่อใบสับปะรดตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม

ตัวอย่างตารางการทดลองและบันทึกผลการใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม เพื่อวิเคราะห์ผลดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 เปรียบเทียบความหนาของกระดาษเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม

การวัดครั้งที่	**น้ำหนักเยื่อใบสับปะรด (กิโลกรัม)**									
	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
ความหนาเฉลี่ย										

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ผลการทดลองจะแบ่งเป็นสองผลการทดลองคือทดลองโดยการเปรียบเทียบกับการทำกระดาษแบบเดิมและทดลองการทำกระดาษที่หนาขึ้นโดยการเพิ่มปริมาณเยื่อกระดาษขึ้นเรื่อยๆครั้งละ 0.5 กิโลกรัมโดยเริ่มจากน้ำหนักของเยื่อใบสับปะรดตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม

4.1 ผลการทดลองคือทดลองโดยการเปรียบเทียบกับการทำกระดาษแบบเดิมดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบเวลาในการผลิตเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม

ครั้งที่	ใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด (วินาที)	แบบภูมิปัญญาชาวบ้าน(วินาที)
1	650	1,350
2	640	1,430
3	660	1,530
4	630	1,420
5	640	1,460
6	610	1,370
7	680	1,420
8	650	1,440
9	680	1,430
10	630	1,360
เวลาเฉลี่ย	**647**	**1,421**

การช้อนเยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม โดยใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดใช้เวลาเฉลี่ย 647 วินาที และการช้อนเยื่อสับปะรดที่น้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม แบบภูมิปัญญาชาวบ้านใช้เวลาเฉลี่ย 1,421 วินาที ซึ่งการใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดสามารถลดเวลาเฉลี่ยได้ 774 วินาที หรือประมาณ 54%

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ลดลงจากการช้อนเยื่อใบสับปะรด

เวลาเฉลี่ยในการใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด = 647 วินาที

เวลาที่ใช้ในการผลิตแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน = 1,421 วินาที

$$\text{ดังนั้นเวลาในการผลิตที่ลดลง} = \frac{1,421-647}{1,421} \times 100 = 54.47\%$$

4.2 ทดลองการทำกระดาษที่หนาขึ้นโดยการเพิ่มปริมาณเยื่อกระดาษขึ้นเรื่อยๆครั้งละ 0.5 กิโลกรัมโดยเริ่มจากน้ำหนักของเยื่อใบสับปะรดตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบความหนาของกระดาษเมื่อใช้เยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัม ขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม

การวัดครั้งที่	น้ำหนักเยื่อใบสับปะรด (กิโลกรัม)									
	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
1	0.5	0.6	0.7	0.74	0.82	0.68	0.88	1.2	1.42	1.3
2	0.4	0.68	0.54	0.62	0.78	1.2	0.82	1.0	0.84	1.4
3	0.32	0.7	0.52	0.62	0.76	1.0	0.74	0.7	0.78	1.2
4	0.44	0.5	0.56	0.64	0.78	0.9	0.74	0.74	1.06	1.52
5	0.34	0.54	0.66	0.72	0.98	0.5	0.78	0.8	1.04	1.42
6	0.30	0.52	0.58	0.74	0.78	0.8	0.76	0.76	0.88	0.8
7	0.38	0.62	0.62	0.7	0.94	0.76	1.04	1.0	1.02	1.22
8	0.36	0.6	0.64	0.62	0.86	0.92	1.04	0.74	1.22	0.94
9	0.42	0.52	0.62	0.58	0.84	0.84	0.92	0.72	0.96	1.06
10	0.46	0.5	0.6	0.58	0.8	1.04	0.84	1.04	1.42	1.24
ความหนาเฉลี่ย	**0.36**	**0.58**	**0.6**	**0.66**	**0.8**	**0.86**	**0.86**	**0.87**	**1.1**	**1.2**

ผลการทดลองเพื่อหาความหนาเฉลี่ยของกระดาษโดยทดลองและบันทึกผลการใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม กระดาษจะมีความหนาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตั้งแต่ 0.36 มิลลิเมตรจนถึงความหนา 1.2 มิลลิเมตรลำยังสามรถเพิ่มความหนาขึ้นได้อีกจนกว่าแผ่นตะแกรงจะรับน้ำหนักไม่ได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เป็นการนำผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับเวลาที่ช้อนเยื่อใบสับปะรดและการวัดความหนาของกระดาษที่ได้จากการช้อนเยื่อใบสับปะรดสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1สรุปผลการทดลอง

5.1.1 อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดผลิตกระดาษเยื่อใบสับปะรดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด 150 เซนติเมตรซึ่งมีพื้นที่ของกระดาษ คิดเป็น 7 เท่า ของการผลิตแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน

5.1.2อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรด สามารถช้อนเยื่อใบสับปะรด2.5กิโลกรัมใช้เวลา 647 วินาที ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าการช้อนเยื่อใบสับปะรดแบบภูมิปัญญาชาวบ้านเป็นเวลา 774 วินาที หรือ คิดเป็นร้อยละ 54.47

5.1.3กระดาษเยื่อใบสับปะรดที่ได้จากอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดมีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 มิลลิเมตร

ดังนั้นกระดาษที่ได้จากอ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดมีขนาดพื้นที่เป็น 7 เท่า ของกรรมวิธีการผลิตแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน ใช้เวลาในการช้อนน้อยกว่า และมีความหนาเฉลี่ย 0.35 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นไปตามที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นบ้านป่าซางวิวัฒน์ต้องการส่วนผลการทดลองเพื่อหาความหนาเฉลี่ยของกระดาษโดยทดลองและบันทึกผลการใช้อ่างช้อนเยื่อใบสับปะรดที่น้ำหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไปจนถึง 7.5 กิโลกรัม กระดาษจะมีความหนาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตั้งแต่ 0.36 มิลลิเมตรจนถึงความหนา 1.2 มิลลิเมตรลำยังสามรถเพิ่มความหนาขึ้นได้อีกจนกว่าแผ่นตะแกรงจะรับน้ำหนักไม่ได้

5.2ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 เมื่อใช้มุมตากที่มากกว่า30 องศา เยื่อใบสับปะรดจะเกิดการแยกตัว

5.2.2 ปัญหาเรื่องสภาพอากาศในการตากเยื่อใบสับปะรด สภาพอากาศจะต้องมีความชื้นไม่มีแดดและลมเพื่อไม่ให้กระดาษเสียรูปทรง

5.2.3 ช่วงการทดลองอยู่ในหน้าฝนจำมีความลำบากในการทดลองเป็นอย่างมาก

5.3ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโครงงาน

5.3.1 ควรออกแบบชุดยกให้เป็นระบบที่ใช้เท้าเหยียบ

5.3.2 ควรออกแบบชุดตะแกรงใหม่ ให้มีน้ำหนักน้อยลง เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

บรรณานุกรม

บรรเลง ศรนิล และสมนึก วัฒนศรียกุล. **ตารางคู่มืองานโลหะ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

CHIANGMAI NEWS COMPANY LIMITED. **กระดาษใยสับปะรด ผลิตภัณฑ์จาก นางแล** [ออนไลน์] สืบค้นจาก : www.ist.cmu.ac.th [2 มีนาคม 2556]

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. **อุตสาหกรรมกระดาษใยสับปะรด** [ออนไลน์] สืบค้นจาก : www2.oie.go.th [2 มีนาคม 2556]

Otop_Subparos. **การทำกระดาษใยสับปะรด** [ออนไลน์] สืบค้นจาก : www.tasit-local.taripod.com [2 มีนาคม 2556]

ภาคผนวก ก.

ประวัติและความเป็นมาตำบลนางแล และสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด

1. ประวัติและความเป็นมาของ ตำบลนางแล

ตำบลนางแล เป็นตำบลที่แยกมาจากตำบลบ้านดู่ ประมาณ พ.ศ.2457 ประมาณ พ.ศ.2457 และได้รับการยกฐานะเป็น อบต.เมื่อ 30 ม.ค. 2539 ต.นางแล มีชื่อเสียงในด้านการเกษตร โดยเฉพาะสับประรดพันธุ์นางแล(พันธุ์น้ำผึ้ง) หรือเรียกกันติดปากว่า"สับปะรดนางแล"เป็นสับปะรดที่มีขนาดใหญ่ สีเหลืองสด กลิ่นหอม รสชาติหวานฉ่ำแตกต่างจากสับปะรดที่ปลูกในพื้นที่อื่น ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ จึงเป็นที่กล่าวขานของผู้ที่ได้ชิมสับปะรดนางแล เพราะมีรสชาติไม่เหมือนสับประรดพันธุ์อื่นๆ สับปะรดนางแลยังถือว่าเป็นเอกลักษณ์ของชาวตำบลนางแลและชาวจังหวัดเชียงราย ดังคำขวัญเดิมของจังหวัดเชียงรายที่ว่า

"เหนือสุดในสยาม อร่ามดอยตุง ผดุงวัฒนธรรม
เลิศล้ำข้าวสาร หอมหวานลิ้นจี่ สตรีโสภา
ชาเลิศรส สับปะรดนางแล แหล่งแพร่ปลาบึก"

ตำบลนางแลได้รับการยกฐานะเป็นองค์การบริหารส่วนตำบล เมื่อวันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2539 และประกาศของกระทรวงมหาดไทย เป็น อบต.ขนาดเล็ก มีสมาชิกสภาทั้งหมด 32 คน มีเขตการปกครองทั้งหมด 16 หมู่บ้านและได้ยกฐานะเป็นเทศบาลตำบลนางแล ในวันที่ 17 กรกฎาคม 2551 โดยมีสมาชิกทั้งหมด 12 คน แบ่งเขตการปกครองเป็น 2 เขต ครอบคลุมการดูแล 16 หมู่บ้านทั่วทั้งตำบล

ตำบลนางแลเป็นตำบลที่เป็นเส้นทางผ่านไปสู่แหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของ จ.เชียงราย เช่น แม่สาย เชียงแสน และแม่สะลอง เป็นต้น เหมาะแก่การลงทุน เพราะสภาพพื้นที่อยู่ในเขตของแผนพัฒนาสี่เหลี่ยมเศรษฐกิจ นอกจากเป็นแหล่งเกษตรที่สำคัญของจังหวัดเชียงรายแล้ว ต.นางแล ยังมีน้ำตกนางแลใน อันสวยงาม อยู่ในตำบล เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศ ปัจจุบัน อบต.นางแล ได้ดำเนินการปรับปรุงบางส่วนแล้ว เพื่อจะให้มีความสวยงาม และบริการนักท่องเที่ยวในอนาคตต่อไป

ภาพที่ ก-1 ตราเทศบาลตำบลนางแล

2. ประวัติความเป็นมา สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด

2.1 ประเภทและที่ตั้งสำนักงาน

ชื่อ สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด

ประเภท สหกรณ์การเกษตร

ที่ตั้งสำนักงานใหญ่ เลขที่4 ถนนเชียงราย–พาน หมู่ที่ 1 ตำบลสันทราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ที่ตั้งสำนักงานสาขา

สาขาที่ 1 สาขาสันทราย เลขที่4 ถนนเชียงราย–พาน หมู่ที่ 1 ตำบลสันทราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

สาขาที่ 2 สาขาห้วยสัก เลขที่ 348 ถนนเชียงราย–เทิง หมู่ที่ 1 ตำบลห้วยสัก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

สาขาที่ 3 สาขานางแล เลขที่ 16 ถนนเชียงราย–แม่จัน หมู่ที่ 3 ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

สาขาที่ 4 สาขาบัวสลี เลขที่ 228 ถนนเชียงราย–พาน หมู่ที่ 6 ตำบลบัวสลี อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย

ท้องที่ดำเนินการ อำเภอเมือง อำเภอเวียงชัย อำเภอแม่ลาว และอำเภอเวียงเชียงรุ้ง

2.2 ประวัติการจัดตั้งสหกรณ์

ได้มีการจัดตั้งสหกรณ์ขึ้นเป็นครั้งแรกในท้องที่อำเภอเมืองเชียงรายเมื่อปี พ.ศ. 2486 เป็นสหกรณ์ ที่เรียกกันในครั้งนั้นว่า สหกรณ์ประเภทหาทุน ได้รับการจดทะเบียนครั้งแรก จำนวน 3 สหกรณ์ มีสมาชิกแรกตั้ง จำนวน 56 คน สหกรณ์รุ่นแรกนี้ได้แก่

2.2.1 สหกรณ์ สันโค้ง ไม่จำกัด

2.2.2 สหกรณ์ป่าก้อ ไม่จำกัด

2.2.3 สหกรณ์หนองบัว ไม่จำกัด

ต่อมาได้มีการจัดตั้งสหกรณ์หาทุนขึ้นใน พ.ศ.2490 จำนวน 5 สหกรณ์ พ.ศ. 2491 จำนวน 19สหกรณ์พ.ศ. 2492 จำนวน 26 สหกรณ์ พ.ศ. 2494 จำนวน 21 สหกรณ์ พ.ศ.2495 จำนวน 4 สหกรณ์ จำนวน 30สหกรณ์ รวมเป็นสหกรณ์ทั้งสิ้น จำนวน108 สหกรณ์ ต่อมาในปี พ.ศ.2510 สหกรณ์ได้เลิกชำระบัญชีจำนวน 5 สหกรณ์ คงเหลือสหกรณ์ จำนวน 103 สหกรณ์

2.3 ประวัติการควบคุมสหกรณ์เข้ากัน

เมื่อพระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2511 ซึ่งบัญญัติให้สหกรณ์ ชนิดเดียวกันตั้งแต่สองสหกรณ์ขึ้นไปอาจควบคุมเข้ากันได้ ได้ประกาศใช้แล้ว สหกรณ์ประเภทหาทุน จำนวน 102 สหกรณ์ใน อำเภอเมืองเชียงรายได้มีมติควบเข้ากันกับสหกรณ์อื่นในอำเภอเมืองเชียงรายเป็น สหกรณ์ การเกษตร ชนิดไม่จำกัด รวบ 4 สหกรณ์คือ

2.3.1 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายหนึ่ง ไม่จำกัด จดทะเบียนเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2513 จาก สหกรณ์หาทุน จำนวน 24 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้ ลงมติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์ชนิดจำกัด และนายทะเบียน สหกรณ์ได้รับจดทะเบียน เมื่อวันที่ 15 ม.ค. 2514

2.3.2 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายสอง ไม่จำกัดจดทะเบียนเมื่อวันที่ 1 พ.ย. 2513 จากสหกรณ์ หาทุนจำนวน 29 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้มี มติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์ชนิด จำกัด และนายทะเบียนสหกรณ์ได้รับจดทะเบียนเมื่อวันที่ 1 มี.ค. 2514

2.3.3 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายสาม ไม่จำกัด จดทะเบียน เมื่อวันที่ 16 ธ.ค. 2513 จากสหกรณ์หาทุนจำนวน 25 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้ มีมติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์ชนิดจำกัด แบะนายทะเบียนสหกรณ์ได้รับจดทะเบียนเมื่อวันที่ 15 เม.ย. 2514

2.3.4 สหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงรายสี่ ไม่จำกีดจดทะเบียนเมื่อวันที่ 1ม.ค. 2514 จาก สหกรณ์หาทุนจำนวน 24 สหกรณ์ ต่อมาสหกรณ์ได้มี มติให้เปลี่ยนเป็นสหกรณ์จำกัด และนาย ทะเบียนเมื่อวันที่ 28 เม.ย. 2514 ต่อมาสหกรณ์การ เกษตรเมืองเชียงรายหนึ่ง-สอง-สาม-และสี่ จำกัด ต่างได้มีมติให้ควบคุมสหกรณ์เข้าด้วยกันเป็นสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด และนายทะเบียน สหกรณ์ได้รับจดทะเบียนเป็นสหกรณ์การเกษตรเมืองเชียงราย จำกัด เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2517 ตาม ความในมาตรา 86 แห่งพระราชบัญญัติสหกรณ์ พ.ศ. 2511

2.4 ขั้นตอนการผลิตกระดาษสับปะรดของกลุ่มสหกรณ์นางแล แสดงในภาพดังนี้

2.4.1 กลุ่มสหกรณ์นางแล ได้เพาะปลูกสับปะรดพันธ์นางแล กันเป็นจำนวนมาก ดัง แสดงในภาพที่ ก-2

ภาพที่ ก-2 ไร่สับปะรดของกลุ่มสหกรณ์นางแล

2.4.2 หลังจากเก็บเกี่ยวสับปะรดแล้ว กลุ่มสหกรณ์ก็จะตัดใบสับปะรดไว้เพื่อทำกระดาษสับปะรดต่อไป ดังแสดงในภาพที่ ก-3

ภาพที่ ก-3 ใบสับปะรด

2.4.3 นำใบสับปะรดมาตัดที่ขนาด 10-15 ซม. เพื่อเตรียมสำหรับการต้ม ดังแสดงในภาพที่ ก-4 และภาพที่ ก-5

ภาพที่ ก-4 การตัดใบสับปะรด

ภาพที่ ก-5 ใบสับปะรดที่ตัดแล้ว

2.4.4 ชั่งใบสับปะรดที่ตัดแล้วครั้งละ 30 กก. ต่อการต้ม 1 หม้อ ดังแสดงในภาพที่ ก-6

ภาพที่ ก-6 การชั่งใบสับปะรด

2.4.4 ในการต้มใบสับปะรดแต่ละครั้งจะใช้ปริมาณน้ำ 20 ลิตรผสมโซดาไฟ 8 ขีด และใช้เวลาการต้มใบสับปะรดที่ 3 ชม.ดังแสดงในภาพที่ ก-7 และภาพที่ ก-8

ภาพที่ ก-7 การต้มใบสับปะรด

ภาพที่ ก-8 การตักใบสับปะรดออกจากหม้อต้ม

2.4.5 หลังจากตักใบสับปะรดต้มออกมาแล้วก็นำมาที่บริเวณทำความสะอาดเพื่อทำการล้างและเหยียบให้เส้นใย(ตีแบบหยาบ).ดังแสดงในภาพที่ ก-9 ถึงภาพที่ ก-12

ภาพที่ ก-9 บริเวณทำความสะอาดใบสับปะรดที่ต้ม(การตีแบบหยาบ)

ภาพที่ ก-10 การใช้เท้าในการเหยียบแล้วเทน้ำเป็นช่วงๆ (ก)

ภาพที่ ก-11 การใช้เท้าในการเหยียบแล้วเทน้ำเป็นช่วงๆ (ข)

ภาพที่ ก-12 ใบสับปะรดที่ขึ้นใยแล้ว

2.4.6 เมื่อได้เส้นใยแล้วทำการปั้นเป็นก้อน ก้อนละประมาณ 1 ขีด เพื่อนำไปใส่ในแบบทำกระดาษเพื่อทำกระดาษสับปะรดต่อไป.ดังแสดงในภาพที่ ก-13 และภาพที่ ก-14

ภาพที่ ก-13 เส้นใยสับปะรดหลังการเหยียบ

ภาพที่ ก-14 ก้อนเส้นใย(มูลช้าง)

2.4.7 นำเส้นใยก้อนมาละลายลงในแบบกระดาษที่อยู่ในน้ำ เพราะน้ำจะทำให้เส้นใยกระจายตัวได้ทั่วแบบ หลังจากที่เส้นใยกระจายทั่วแบบแล้วก็ยกขึ้นจากน้ำ นำออกไปตากแบบ ดังแสดงในภาพที่ ก-15 และภาพที่ ก-16

ภาพที่ ก-15 การละลายลงในแบบทำการพดาษ

ภาพที่ ก-16 แบบกระดาษที่ตากแห้ง

2.4.8 เมื่อกระดาษแห้งแล้วทำการลอกออกจากแบบกระดาษ เพื่อจะได้กระดาษสับปะรดที่สมบูรณ์ แล้วพร้อมที่จะทำการแปลรูปหรือส่งขายต่อไป ดังแสดงในภาพที่ ก-15

ภาพที่ ก-17 กระดาษใบสับปะรด

ประวัติผู้จัดทำ

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงงานวิจัย

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงงานวิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายรัชดาศักดิ์ สุเพ็งคำ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Rachadasak Supengcum
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3400100895159
3. ตำแหน่งปัจจุบัน หัวหน้างานติดตามและประเมินผล
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรม อุตสาหการ ที่อยู่ 1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวง บางซื่อ เขต บางซื่อ กรุงเทพฯ 1080 โทรสาร 029132424 ต่อ 181 e-mail rachadasak@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ 2537 ปริญญาตรี ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (อุตสาหการ-เครื่องมือกล) จากสถาบันเทคโนโลยี ราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น

พ.ศ 2544 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต ธัญบุรี

พ.ศ 2550 ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม)จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขา วิศวกรรมและเทคโนโลยี
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือ ผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย โครงการเพิ่มผลผลิตกระดาษโดยใช้เครื่องบีบแยกน้ำออกจากเยื่อสับปะรดแบบอัตโนมัติ

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

   ชื่อผลงานวิจัย A Study of Coconut Oil Pressing Machine
   ปีที่พิมพ์ 2010
   การเผยแพร่ The 2ND RMUTP International Conference 2010
   ชื่อผลงานวิจัย โครงการเพิ่มผลผลิตกระดาษโดยใช้เครื่องบีบแยกน้ำออกจากเยื่อสับปะรดแบบอัตโนมัติปีที่พิมพ์ 2012
   การเผยแพร่ 1st International Symposium on Local Wisdom and Improving Quality of Life

   7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงงานวิจัยคนที่2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวณัฏฐ์วรินทร์ ทองรักษ์
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss. Nutwarin Thongrak
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3580400042282
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์

   อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
   ที่อยู่ 1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
   โทรสาร 029132424 ต่อ 181 e-mail : sabannga766@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา
   พ.ศ 2536 ปริญญาตรี ครุศาสตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร)
   จากสถาบันเทคโนโลยี ราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์
   พ.ศ 2547 ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์)
   จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง