รายงานการวิจัย

การพัฒนาเครื่องเคลือบผิวส้มโอเพื่อการส่งออก

Waxed by a machine development of Pummels for export

โดย

นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์

นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ

นางสาว นาตยา มนตรี

รศ.อัครเดช สินธุ์ภัค

นายพงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์

นายศิระ สายศร

ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข (ที่ปรึกษาโครงการวิจัย)

RCH
S
676.5
ส251

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....73030
วัน,เดือน,ปี.....27 มิ.ย. 2550

.b.....11968086
.i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณประจำปีการศึกษา 2547

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยโครงการนี้สำเร็จได้เพราะการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาเครื่องเคลือบผิวส้มโอเพื่อการส่งออก

Waxed by a machine development of Punmels for export.

2. หน่วยงานที่รับผิดชอบงานวิจัยและที่อยู่

หน่วยงานหลัก

แผนก/ภาควิชา	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
กอง/คณะ	วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กระทรวง	ทบวงมหาวิทยาลัย
ที่อยู่	17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์	0-7750-6422
โทรสาร	0-7750-6410

3. คณะผู้วิจัย

3.1 ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขต ลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

3.2 หัวหน้าโครงการ

นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

สัดส่วนงานวิจัย 25 เปอร์เซ็นต์

3.3 ผู้ร่วมวิจัย

3.3.1 นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

สัดส่วนงานวิจัย 15 เปอร์เซ็นต์

3.3.2 นางสาว นาตยา มนตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

สัดส่วนงานวิจัย 15 เปอร์เซ็นต์

3.3.3 รศ.อัครเดช สินธุ์ภัค สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

สัดส่วนงานวิจัย 15 เปอร์เซ็นต์

3.3.4 นายพงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

สัดส่วนงานวิจัย 15 เปอร์เซ็นต์

3.3.5 นายศิระ สายศร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

สัดส่วนงานวิจัย 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาเครื่องเคลือบผิวส้มโอเพื่อการส่งออก

ชื่อผู้วิจัย

นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นางสาวกนกพร บุญญะอติชาติ
นางสาว นาตยา มนตรี
รศ.อัครเดช สินธุ์ภัค
นายพงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์
นายศิระ สายศร
ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข (ที่ปรึกษาโครงการวิจัย)

บทคัดย่อ

งานวิจัยโครงการนี้ได้ทำการศึกษาเชิงทดลองการเคลือบผิวผลส้มโอโดยใช้เครื่องเคลือบผิวส้มโอในลักษณะเพลาขนแปรงผ่านหัวฉีดและห้องอบผิวแห้ง โดยทำการทดลองเคลือบผิวผลส้มโอ ที่อัตราการป้อนผลส้มโอและความเร็วรอบที่ต่างกัน เพื่อหาค่าทดสอบที่เหมาะสม ผลส้มโอที่นำมาทดลองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 17 นิ้ว น้ำหนักเฉลี่ย 1.5 กิโลกรัม น้ำยาเคลือบผิวส้มโอใช้ STA-Fresh 360 ติดตั้งหัวฉีด 2 หัว ในการทดลองใช้ความเร็วรอบที่ 100, 110, 120, 130, 140 รอบต่อนาที และอัตราการป้อน 60, 90, และ 180 ลูกต่อนาทีตามลำดับ จากการทดลองพบว่าความเหมาะสมในอัตราความทั่วถึงนั้นมีค่าสูง และการสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอต่ำ ซึ่งความหนาของสารเคลือบนั้นเท่ากับมาตรฐาน และพบว่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที อัตราการป้อนที่ 60 ลูกต่อนาที เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title Waxed by a machine development of Pummels for export

Research Team

Mr.Panya	Daungviluilux
Miss. Kanokporn	Bunya-atichart
Miss. Nataya	Montri
Assoc. Prof. Akradech	Sindhuphak
Mr. Pongsak	Kritayapornpong
Mr. Sira	Saisorn
Asst.Prof. Dr.Jaruwat	Charoensuk

Abstract

This a paper is represent wax pomelo by using pomelo wax maching. A brush shaft is working paint the pomelo. In prove we use different feed and revolution speed different for determine optimum. The pomelo for this test dimension is 14 centimeter, 1.5 kilogram and using wax type STA-FRESH 360. Using 2 nozzles to test 100,110,120,130 and 140 revolution per minute and pomelo feed 180,90 and 60 unit per minute respectively. From this test we find when 120 revolution per minute and pomelo feed at 60 unit per minute is optimum. However dimension to be necessary for optimum efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	4
2.1 พันธ์ส้มโอ	4
2.1.1 ระยะเก็บเกี่ยว	6
2.1.2 ฤดูการเก็บเกี่ยว	7
2.1.3 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว	7
2.1.4 ผลผลิต	7
2.1.6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออก	7
บทที่ 3 ทฤษฎีและการออกแบบ	8
3.1 การออกแบบ	8
3.2 การคำนวณเครื่องเคลือบผิวส้มโอ	9
บทที่ 4 ส่วนประกอบและอุปกรณ์การทดลอง	19
4.1 หัวฉีด	19
4.2 ปั๊มทนสารเคมี	19
4.3 สารเคลือบผิว	20
4.4 เพลาแปรงขนม้า	20
4.5 ระบบส่งกำลังของเครื่องเคลือบผิว	21
4.6 มอเตอร์	21
บทที่ 5 วิธีการและผลการทดลอง	25
5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	25
5.2 ขั้นตอนการทดลอง	25
5.2.1 เครื่องเคลือบผิว	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 เครื่องอบผิวแห้ง 26
5.3 ผลที่ได้จากการทดลอง 40
บทที่ 6 วิจารณ์ สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ 41
6.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ 41
6.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องจักร 41
ภาคผนวก 42
บรรณานุกรม 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบเครื่องเคลือบผิวส้มโอ 33
ตารางที่ 5.2 ตารางบันทึกผลการทดลอง 34
ตารางที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์ความแห้งที่อุณหภูมิ40 $^{\circ}c$ 39
ตารางภาคผนวก ก.1 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำสม่ำเสมอ 42
ตารางภาคผนวก ก.2 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและผสม 44
ตารางภาคผนวก ก.3 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และความร้อนของก๊าซที่ความดันบรรยากาศ 46
ตารางภาคผนวก ก.4 ตัวประกอบความล้า 48
ตารางภาคผนวก ก.5 ค่าความปลอดภัย 48
ตารางภาคผนวก ก.6 ค่าคงที่ทางกายภาพของวัสดุวิศวกรรมบางชนิด 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ส้มโอพันธ์ขาวทองดี 4
รูปที่ 2.2 ส้มโอพันธ์ขาวน้ำผึ้ง 4
รูปที่ 2.3 ส้มโอพันธ์ขาวพวง 4
รูปที่ 2.4 การเก็บเกี่ยวด้วยมือ 5
รูปที่ 2.5 การเก็บเกี่ยวที่เก็บเกี่ยวชนิดมีขอ 5
รูปที่ 3.1 FREE BODY DIAGRAM ของเพลาลูกกลิ้ง 10
รูปที่ 3.2 TAKE MOMENT 11
รูปที่ 3.3 จุดรองรับภาระ 11
รูปที่ 3.4 ลักษณะการเคลื่อนที่ของเพลาลูกกลิ้ง 13
รูปที่ 3.5 FREE BODY DIAGRAM เพลาลำเลียงของชุดเครื่องอบ 15
รูปที่ 3.6 การต่อวงจรอุปกรณ์ให้ความร้อน 18
รูปที่ 4.1 การติดตั้งหัวฉีด 19
รูปที่ 4.2 ปั๊มทนสารเคมี 19
รูปที่ 4.3 สารเคลือบผิวที่ใช้ในการทดลอง 20
รูปที่ 4.4 เพลาแปรงขนม้า 20
รูปที่ 4.5 โซ่ส่งกำลังของชุดเคลือบผิว 21
รูปที่ 4.6 ชุดมอเตอร์ส่งกำลังเครื่องเคลือบผิวส้มโอ 21
รูปที่ 4.7 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ 22
รูปที่ 4.8 ห้องอบสารเคลือบผิว 22
รูปที่ 4.9 อุปกรณ์ให้ความร้อน 23
รูปที่ 4.10 ชุดควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบผิว 23
รูปที่ 4.11 ระบบส่งกำลังสายพานลำเลียงห้องอบ 24
รูปที่ 4. 12 สายพานลำเลียงภายในห้องอบ 24
รูปที่ 5.1 ผลส้มโอที่ผ่านการเคลือบผิวที่ความเร็วรอบต่างๆ 26
รูปที่ 5.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปส่องกล้องหาความหนาของสารเคลือบผิว 27
รูปที่ 5.3 การใช้กล้องจุลทรรศน์ขนาด 200x พร้อมกล้องถ่ายภาพหาความหนาของผิวเคลือบ 27
รูปที่ 5.4 การเปรียบเทียบความทั่วถึงของส้มโอกับความเร็วรอบที่ต่างกัน 28
รูปที่ 5.5 การเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำของส้มโอที่ความเร็วรอบต่างๆ 28
รูปที่ 5.6 ความหนาของสารเคลือบผิวที่เป็นผิวส้มโอที่ส่งออก 29
รูปที่ 5.7 ความหนาของสารเคลือบที่ 100 รอบต่อนาที ที่อัตรา 60 ลูกต่อนาที 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 ความหนาของสารเคลือบที่ 110 รอบต่อนาที ที่อัตราป้อน 60 ลูกต่อนาที 30
รูปที่ 5.9 ความหนาของสารเคลือบที่ 120 รอบต่อนาที ที่อัตรา 25 ลูกต่อนาที 30
รูปที่ 5.10 ความหนาของสารเคลือบที่ 120 รอบต่อนาที ที่อัตรา 36 ลูกต่อนาที 31
รูปที่ 5.11 ความหนาของสารเคลือบที่ 120 รอบต่อนาที ที่อัตรา 60 ลูกต่อนาที 31
รูปที่ 5.12 ความหนาของสารเคลือบที่ 130 รอบต่อนาที ที่อัตรา 60 ลูกต่อนาที 32
รูปที่ 5.13 ความหนาของสารเคลือบผิวที่ความเร็ว 140 รอบต่อนาทีที่อัตราการป้อน 60 ลูกต่อนาที 32
รูปที่ 5.14 เปรียบเทียบความทั่วถึงของสารเคลือบผิวที่อัตราการป้อนและความเร็วรอบต่างๆ 33
รูปที่ 5.15 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่อัตราการป้อน 60 ลูก/นาที 35
รูปที่ 5.16 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่อัตราการป้อน 36 ลูก/นาที 35
รูปที่ 5.17 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่อัตราการป้อน 25 ลูก/นาที 36
รูปที่ 5.18 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 100 rpm 36
รูปที่ 5.19 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 110 rpm 37
รูปที่ 5.20 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 120 rpm 37
รูปที่ 5.21 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 130 rpm 38
รูปที่ 5.22 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 140 rpm 38
รูปที่ 5.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความแห้งกับเวลา 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ส้มโอเป็นผลไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีรสชาติดีและเป็นที่นิยมของคนทั่วไป นอกจากนี้ยังส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศมีทั้งตลาดเก่า ได้แก่ ฮ่องกง จีน และประเทศแถบยุโรป ส่วนตลาดใหม่ ได้แก่ ประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สิงค์โปร ตะวันออกกลาง และเอเชียใต้ ซึ่งสามารถนำเงินเข้าประเทศได้ปีละหลายสิบล้านบาทจนทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกส้มโอมากขึ้นทุกปี พื้นที่ปลูกส้มโอเดิมอยู่ในเขตจังหวัดทางภาคตะวันตก เช่น นนทบุรี นครปฐม เป็นต้น ปัจจุบันพื้นที่ปลูกส้มโอได้กระจายอยู่ในจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศโดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ นครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี ชัยนาท พิจิตร ปราจีนบุรี นครนายก ตราด ชุมพร สงขลา เป็นต้น

ส้มโอเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการส่งออกของประเทศ เนื่องจากมีรสชาติอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นที่ต้องการของตลาดในและต่างประเทศ นอกจากนั้นส้มโอมีผิวเปลือกหนา ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ทนทานต่อการกระทบกระเทือนระหว่างการขนส่งทางไกลได้ดี อีกทั้งการเก็บรักษาแบบธรรมดาที่ไม่นานจนเกินไปก็ไม่ทำให้คุณภาพในด้านรสชาติเสียไป แต่ในทางตรงกันข้ามส้มโอจะให้รสชาติดีขึ้น ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้วส้มโอจึงเป็นพืชที่เหมาะสมที่จะเร่งรัดทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อการส่งออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 ปี พ.ศ. 2541 ประเทศไทยมีการส่งออกส้มโอประมาณ 4,496 ตัน มูลค่า 69 ล้านบาทและปริมาณดังกล่าวได้เพิ่มขึ้นในปี 2542 เป็น 6,432 ตัน คิดเป็นมูลค่า 103 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าช่วงระยะเวลาดังกล่าว อัตรามูลค่าการส่งออกของผลส้มโอ มีอัตราการขยายตัวสูงขึ้นถึง 49.3 เปอร์เซ็นต์ โดยรวมประเทศไทยในปี 2542 มีพื้นที่ปลูกส้มโอจำนวน 206,772 ไร่ได้ผลผลิตประมาณ 157,840 ตัน ในการพัฒนาส้มโอเพื่อการส่งออกนั้นพบว่าประเทศไทยยังมีปัญหาหลายด้านที่ต้องดำเนินการวิจัยและพัฒนาในด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ในการรักษาคุณภาพผลส้มโอสดให้อยู่ได้นานพอสามารถทำได้หลายวิธีเช่น บรรจุกล่อง ถุงพลาสติก ถุงพลาสติกชนิดพิเศษ หุ้มฟิล์มพลาสติก และเคลือบไข โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างประเทศนิยมใช้ Wax เคลือบผิวผลไม้จำพวกส้มมาก เพราะจะช่วยลดอาการเหี่ยวและการใช้สารเคลือบผิวผลไม้ เพื่อทำให้ดูสวยงาม น่าซื้อ น่ารับประทาน ลดการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงช้า สารเคลือบผิวนั้นจะต้องมีความหนาพอดีเพราะว่าหากหนาเกินไปจะทำให้การเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เกิดช้าเกินไป ทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนภายในผลไม้ส่งผลให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ทำให้ผลไม้รสชาติผิดปกติ เช่น มีกลิ่นหมักเกิดขึ้น ส่วนเครื่องจักรที่ใช้ในการเคลือบผิวส้มโอส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น ไต้หวัน ซึ่งเครื่องเคลือบผิวจะมีราคาแพง ต้องนำเข้า และเครื่องเคลือบผิวนี้เป็นเทคโนโลยีที่ประเทศไทยสามารถสร้างและพัฒนาให้เหมาะสมที่มีขายอยู่ในท้องตลาดได้ซึ่งจะสามารถช่วยลดต้น และกลุ่มเกษตรกรที่ต้องการส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ให้ถูกพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อผลส้มโอราคาถูกแล้วมาผ่านเครื่องเคลือบผิว และสามารถส่งขายได้ในราคาสูง[1]

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดต้นทุนในการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ

1.2.2 เพื่อพัฒนาการออกแบบ และสร้างเครื่องเคลือบผิวส้มโอเพื่อการส่งออก

1.2.3 เพื่อให้ผลไม้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานหลังการเก็บเกี่ยว

1.2.4 เพื่อเพิ่มมาตรฐาน และคุณภาพของผลส้มโอในการส่งออก

1.2.5 เพื่อลดความเสียหาย และค่าขนส่งของผลไม้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพิ่มมูลค่าของผลส้มโอให้แก่เกษตรกร และประเทศได้กุลการค้ามากขึ้น

1.3.2 สามารถเก็บรักษารูปร่าง และรสชาติของผลส้มโอได้นานขึ้น

1.3.3 ลดต้นทุน และความเสียหายที่เกิดจากการขนส่งสินค้าอีกด้วย

1.4 ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

สารเคลือบผิวผัก ผลไม้ที่ใช้กันในปัจจุบันมักเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น จากพืช และสัตว์ แต่ในกระบวนการผลิตมักจะมีการผสมสารเคมีลงไปด้วยจึงอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ในปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แห่งสหรัฐอเมริกา ได้ออกกฎบังคับว่าผลิตผลชนิดใดก็ตามที่มีการใช้สารเคลือบผิว เช่น Wax จะต้องปิดฉลากให้ผู้บริโภคได้ทราบว่า สารเคลือบผิวที่ใช้มีส่วนผสมอะไรบ้าง สารเคลือบผิวที่บริโภคได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืช และสัตว์ เช่น ธัญพืช น้ำมันพืช วิตามิน โปรตีน และสารสกัดจากสาหร่ายทะเล เป็นต้น

แนวความคิดของเครื่องเคลือบผิวคือ เมื่อชาวสวนทำการเก็บเกี่ยวผลส้มโอแล้วทำการผ่านเครื่องคัดขนาดของผลส้มโอให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตรไทย สำนักงานมาตรฐาน และตรวจสอบสินค้าเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จากนั้นนำไปวางบนเครื่องเคลือบต่อจากนั้นจะผ่านมายังห้องที่ทำการฉีดสารเคลือบผิวส้มโอโดยมีหัวฉีดพ่นฝอย โดยจะทำการออกแบบหัวฉีด มุมการฉีดของสารเคลือบผิวระยะเวลาที่จะใช้เคลือบถ้าเร็วเกินไปจะทำให้สารเคลือบผิวติดน้อย จึงทำให้ผลส้มโอเกิดการสูญเสียน้ำทำให้การรักษาไม่ได้นานแต่ถ้าเคลือบผิวมากสารเคลือบผิวนั้นจะต้องมีความหนาพอดีเพราะหากหนาเกินไปจะทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ช้าเกินไป ทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนภายในผลไม้ ส่งผลให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ทำให้ผลไม้รสชาติผิดปกติ เช่น มีกลิ่นหมักเกิดขึ้น และหลังจากนั้นก็จะผ่านมายังห้องอบโดยมีลมร้อนให้พอเหมาะเพราะจะมีผลต่อการแห้ง เกาะติดของสารเคลือบผิว และสีผิวของส้มโอ ในการออกแบบนั้นจะทำการหาข้อมูลจากเครื่องที่เกษตรกรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และผสานของข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง อุปกรณ์ ตามหลักวิศวกรรมการออกเครื่องจักรกล อิเล็กทรอนิกส์ ทางการเกษตร เพื่อสร้างเครื่องเคลือบผิวที่เหมาะสมและมีคุณภาพเพื่อเกษตรกรชาวไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

ส้มโอเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่ทุกคนรู้จัก เนื่องจากสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยแต่มีชื่อเสียงมากอยู่ที่จังหวัดนครปฐมโดยเฉพาะอำเภอสามพรานสามารถปลูกส้มโอที่มีรสชาติดีมากเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปนอกจากจะนิยมบริโภคกันภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ปีละหลายสิบล้านบาทอีกด้วย[5]

ชื่อท้องถิ่น - มะขุน มะโอ (เหนือ) , สังอู (กะเหรี่ยง)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - Citrus maxima Merr.

ชื่อสามัญ - Pomelo

ลักษณะ - ต้น เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง พุ่มสูง 5 -8 เมตร แตกกิ่งก้านสาขาที่เรือนยอดของต้น ลำต้นมีสีน้ำตาลและมีหนามเล็กๆ ใบเป็นใบประกอบมีใบย่อย 1 ใบแผ่นใบเหมือนมะกรูดใบมี 2 ส่วน ส่วนบนรูปกลมปลายเว้าส่วนล่างเป็นก้านใบที่ขยายแผ่ออกมีขนาดเล็กกว่าส่วนแรก ดอก ออกเป็นช่อสั้นหรือดอกเดี่ยวตามบริเวณง่ามใบดอกสีขาวอมเขียวมี 5 กลีบ กลางดอกมีเกสร 20 - 25 อัน มีกลิ่นหอมสดชื่น ผลส้มโอมีสองลักษณะคือกลมแป้นหมายถึงทรงกลมคล้ายลูกฟุตบอลแต่ส่วนขั้วและก้นยุบลงทำให้ป้องตรงกลางคล้ายๆ กับใช้มือกดลูกโป่งด้านบนและด้านล่างให้ตรงกลางป่องส้มโอที่มีลักษณะกลมแป้นเช่นนี้คือส้มโอชื่อขาวแป้น ขาวทองดี อีกลักษณะหนึ่งคือส้มโอที่ชื่อ "ขาวพวง" ความแตกต่างของส้มโอแต่ละชื่อนอกจากแตกต่างกันด้วยรูป ทรงของผลแล้ว ผิวของส้มโอแต่ละชนิดยังแตกต่างกันด้วย เช่น ผิวภายนอกของเปลือกส้มโอมีเม็ดหยาบละเอียดต่างกันเช่นส้มขาวทองดีจะมีผิวไม่เรียบขรุขระเป็นเม็ดละเอียดกว่าส้ม ขาวพวง และความหนาของเปลือก บางกว่า ด้านในของเปลือก มีสีชมพูอ่อน ส่วนเปลือกของส้ม ขาวพวงและขาวแป้น ส้มขาวทองดีบางต้นเม็ดลีบทำให้ได้เนื้อมาก ในขณะที่ส้มขาวพวงมีเนื้อเป็นสี ขาวอมเขียวมีรสค่อนข้างเปรี้ยว แต่ถ้าผึ่งทิ้งไว้ให้ผิวเหี่ยวลงสัก 7 วัน จะมีรสหวานขึ้น แต่เนื้อยังแห้งกรอบมีเมล็ดลีบเหมือนกัน ผลส้มโอทุกชนิดมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-15 เซนติเมตร

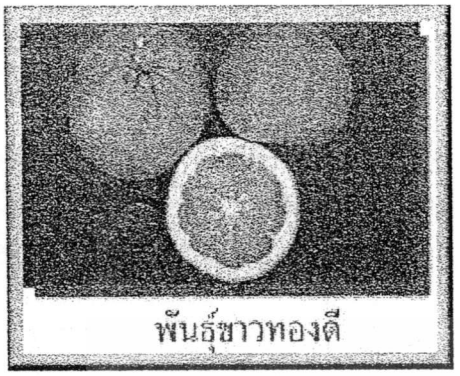
2.2.1 พันธ์ส้มโอ พันธุ์ส้มโอที่ปลูกในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ โดยพันธุ์เดียวกันหรือ กลุ่มเดียวกันแต่ปลูกกันคนละท้องที่ก็จะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งพันธุ์ส้มโอที่ปลูกเป็นการค้าออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. พันธ์การค้าหลักมี 6 พันธ์ คือ ขาวพวง , ขาวแป้น , ขาวทองดี , ขาวใหญ่ , ขาวหอม และ บางขุนนนท์

2. พันธ์การค้าเฉพาะแห่งมี 6 พันธ์ ได้แก่ ปัตตาเวีย , ขาวแตงกวา , ขาวแก้ว , กรุ่น ท่าข่อย และขาวน้ำผึ้ง

แต่พันธุ์ที่ปลูกกันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ต้องการของตลาดมีอยู่ 3 พันธุ์ คือ ขาวทองดี ขาวน้ำผึ้ง และ ขาวพวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พันธุ์ขาวทองดี หรือทองดี

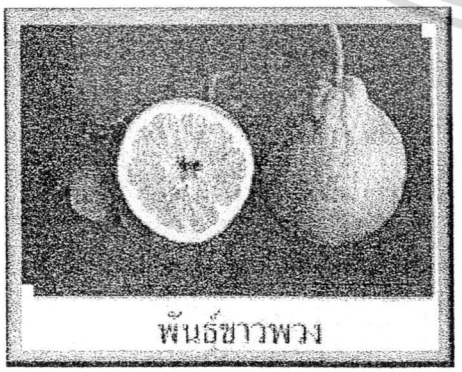
ผลมีขนาดโตปานกลางทรงผลกลมแป้น ไม่มีจุก ต้นขั้วผลมีจีบเล็กน้อย ก้นผลเรียบถึง เว้าเล็กน้อย ผิวเรียบมีสีเขียวเข้มต่อมน้ำมันละเอียดอยู่ชิดกัน เปลือกค่อนข้างบาง ด้านในของเปลือกมีสีชมพูเรื่อยๆ ผลหนึ่ง มีกลีบผลประมาณ 14-16 กลีบ ผนังกลีบมีสีชมพูอ่อน กุ้งมี สีชมพูเบียดกันแน่น นิ่ม ฉ่ำน้ำ รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดมี ขนาดเล็ก เป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปและส่งไปจำหน่าย ยังต่างประเทศ

รูปที่ 2.1 ส้มโอพันธ์ขาวทองดี

พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง

ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทรงผลกลมสูงแต่ไม่มีจุกเด่นชัด เหมือนพันธุ์ขาวพวงด้านก้นผลเรียบต่อม น้ำมันที่ผิวเปลือกมีขนาดใหญ่อยู่กันห่างๆ ผิวเปลือกมีสีเขียวเข้มเปลือกค่อนข้างหนาผลหนึ่งมีกลีบ

รูปที่ 2.2 ส้มโอพันธ์ขาวน้ำผึ้ง



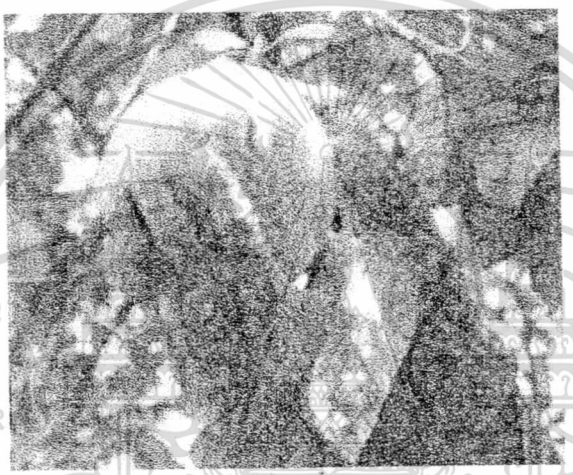
พันธุ์ขาวพวง

ผลมีขนาดโตปานกลาง ทรงผลกลม ทรงสูงเล็กน้อย มีจุกสูง มีกีบที่จุก ด้านก้นผลเว้าเล็กน้อย ผิวเรียบ มีสีเขียวอมเหลือง ต่อมน้ำมันที่ผิวเปลือกค่อนข้างใหญ่ อยู่ห่างกันพอสมควร เปลือกหนาปานกลาง ผลหนึ่งมีกลีบผล ประมาณ 12 - 14 กลีบ แยกออกจากกันได้ง่าย กุ้ง (เนื้อ) มีสีขาวอมเหลือง ค่อนข้างแข็งเบียดกันอยู่อย่างหลวม มีน้ำมากแต่ไม่แฉะน้ำ รสหวานอมเปรี้ยวมีเมล็ดไม่มากเป็นพันธุ์ที่นิยมใช้ในเทศกาลไหว้พระจันทร์ เนื่องจากมีรูปทรง ผลสวย

รูปที่2.3 ส้มโอพันธ์ขาวพวง

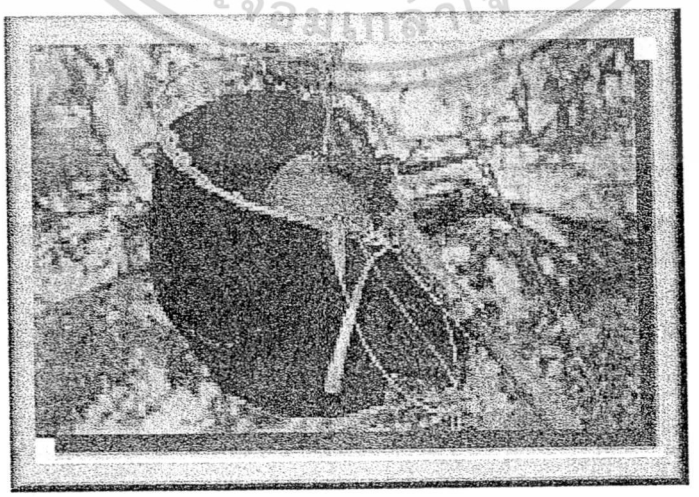
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ระยะเก็บเกี่ยว อายุ 3-4 ปี ช่วงออกดอกและติดผลแก่ใช้เวลาประมาณ 8-9 เดือน การเก็บเกี่ยวให้พิจารณาจากขนาด สีผล โดยสีจะจางลงจากสีเขียวเป็นสีเขียวอมเหลือง ต่อมน้ำมันจะห่างและจงลงบริเวณปลายผลจะแบน และนิ่มเมื่อใช้มือกด การเก็บเกี่ยวในกรณีที่ผลอยู่ไม่สูงนัก ก็ใช้มือปลิด ใช้จำปาสอย หรือใช้ขอติดแบบเชือกกระตุกต่อด้ามและมีเชือกกระคุกพร้อมถุงรองรับ ซึ่งสามารถตัดผลตามซอกมุมต่าง ๆ ของต้นได้ดี และจำนวนผลร่วงหล่น บอบช้ำมีน้อย จากนั้นก็ขนส่งมายังโรงเรือนเพื่อคัดขนาด รอการจำน่ายต่อไป



การเก็บเกี่ยว

รูปที่2.4 การเก็บเกี่ยวด้วยมือ



รูปที่2.5 การเก็บเกี่ยวที่เก็บเกี่ยวชนิดมีขอ ตัดต่อด้าม และมีเชือกกระคุกพร้อมถุงรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ฤดูการเก็บเกี่ยว ช่วงที่ให้ผลผลิตมากอยู่ในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม

2.1.4 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว หลังจากเก็บเกี่ยวและขนส่งอย่างระมัดระวังมายังโรงเรือนบรรจุหีบห่อ ก็จะต้องทำการคัดเลือกเอาผลที่มีคุณภาพดีตามต้องการ นำมาทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำที่ใส่สารฆ่าเชื้อราและเชื้อโรค แล้วล้างอีกครั้งหนึ่งด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำ โดยการผึ่งหรือเป่าด้วยลมเย็นให้แห้ง แล้วนำมาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแล้วนำไปผึ่งหรือเป่าให้แห้งอีกครั้งแล้วจึงนำมา คัดขนาด จากนั้นจึงนำมาบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือตะกร้าพลาสติกตามที่ตลาดต้องการ

การตลาด - ตลาดภายในประเทศ ได้แก่ ตลาดท้องถิ่นในจังหวัดต่างๆ และตลาดขายส่งสี่มุมเมือง ตลาดต่างประเทศได้แก่ ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อเมริกา แคนาดา และในยุโรป ฮ่องกง สิงคโปร์ก็มีการนำเข้าส้มโอจากไทยมาก ปัจจุบันตลาดต่างประเทศเริ่มขยายไปทางตะวันออกกลาง เช่น บาร์เรน ซาอุดิอาระเบีย ดูเวต โอมาน สำหรับตลาดฮ่องกงยังมีความต้องการส้มโอในปริมาณที่มาก เนื่องจากส้มโอไทยมีรสชาติดี การส่งออกส่วนใหญ่จะส่งออกในระหว่างเดือนกันยายน - เดือนตุลาคม ส้มโอที่ส่งออกและเป็นที่นิยมของตลาดต่างประเทศมีอยู่ 3 พันธุ์คือ พันธุ์ขาวหอม ขาวน้ำผึ้ง และขาวทองดี

2.1.5 ผลผลิต

ผลผลิตรวมทั้งประเทศ(ประมาณการ)	125,000 ตัน/ปี
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่	1,400 กก./ไร่
ปริมาณการใช้ภายในประเทศ	118,568 ตัน/ปี

2.1.6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออก

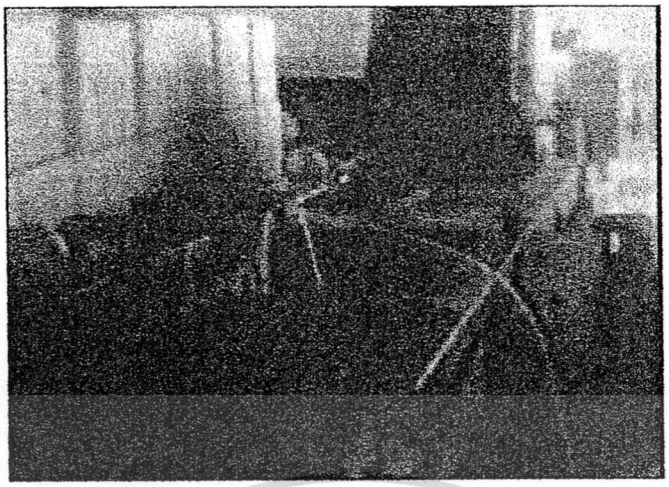
ปริมาณการส่งออก	6,432 ตัน/ปี
มูลค่า	103 ล้านบาท

2.2 เครื่องเคลือบผิวส้มโอที่ใช้ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการส่งออกส้มโอเป็นที่แพร่หลาย การเคลือบผิวส้มโอเพื่อส่งออกจึงเป็นกระบวนการหนึ่งของอุตสาหกรรมนี้ สาเหตุเพราะว่า สามารถมีกำลังการผลิตได้ครั้งละมากๆ เพียงพอในการส่งออก ผลผลิตคุณภาพที่ได้มาตรฐาน จากที่ได้ลงไปสำรวจจากสถานที่จริงในโรงงานผลิต เครื่องเคลือบผิวส้มโอที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่ผลิตในประเทศเป็นเครื่องเคลือบผิวที่ใช้กับส้มโชกุนและส้มเขียวหวานซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับการเคลือบผิวส้มโอโดยมีลักษณะของเครื่องจะมีขนาดเล็กช่องทางในการลำเลียงส้มโอทำได้เพียง 1-2 ลูก ส่วนเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาค่อนข้างแพงและเกษตรกรได้ใช้กันมานานแล้วทำให้เครื่องที่ใช้กันอยู่มีสภาพค่อนข้างชำรุดทรุดโทรมหาอะไหล่มาเปลี่ยนยาก

ดังนั้นเราจึงได้นำข้อบกพร่องของแต่ละที่มาทำการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการออกแบบให้เหมาะสมกับ ขนาดลูกส้มโอที่มีขนาดใหญ่กว่าเพื่อลดการเสียดสีของผิวลูกส้มโอ และน้ำหนักที่มีขนาดมากกว่าโดยการเพิ่มความกว้างของช่องทางลำเลียงลูกส้มโอให้เพิ่มมากขึ้นรองรับน้ำหนักได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 เครื่องเคลือบผิวส้มโอที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

2.3 เครื่องเคลือบผิวส้มโอที่ใช้กันมีส่วนประกอบหลัก ๆ 4 ส่วนคือ

2.3.1 เครื่องล้างทำความสะอาดผิวส้มโอ

มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวลูกส้มโอชำระล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนผิวลูกส้มโอให้ออกให้หมด

2.3.2 เครื่องทำให้น้ำที่ล้างทำความสะอาดแห้ง

มีหน้าที่เป่าลมร้อนให้แก่ลูกส้มโอเพื่อทำให้ผิวที่ผ่านการล้างน้ำมีความแห้งก่อนที่จะนำไปเคลือบสารเคลือบผิว

2.3.3 เครื่องเคลือบสารเคลือบผิวส้มโอ

มีหน้าที่เคลือบสารเคลือบผิวให้แก่ส้มโอ จะต้องให้มีความหนาที่พอดีเหมาะสมกับระยะเวลาการส่งออกต่างประเทศ

2.3.4 เครื่องอบผิวส้มโอให้สารเคลือบผิวแห้ง

มีหน้าที่ทำให้สารเคลือบผิวส้มโอที่ผิวของส้มโอแห้งสนิทก่อนที่จะนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อรอการส่งออก

2.4 การส่งออก

จากการที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลการส่งออกส้มโอในภาคใต้ของประเทศเช่นจังหวัด ชุมพร นครศรีธรรมราช และพัทลุง ฯลฯ จะต้องมีการขนส่งผลส้มโอที่ได้จากการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรไปยังโรงงานเคลือบผิวส้มโอและบรรจุภัณฑ์ที่จังหวัดนครปฐม โดยส้มโอบางส่วนจะส่งออกทางท่าเรือเพื่อส่งไปต่างประเทศและส้มโอบางส่วนถูกส่งกลับมายังภาคใต้ของประเทศเพื่อส่งออกทางประเทศสิงค์โปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีและการออกแบบ

3.1 การออกแบบเครื่องเคลือบผิวส้มโอสามารถแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

3.1.1 การออกแบบในส่วนทำการเคลือบผิวส้มโอ

3.1.2 การออกแบบในส่วนทำการอบน้ำยาเคลือบ

3.1.1 การออกแบบชุดเคลือบผิวส้มโอ

หลักการในการออกแบบชุดเคลือบผิวส้มโอนี้คือการใช้เพลาขนแปรง 10 ชุดหมุนอยู่กับที่เพื่อเป็นการทาหรือชโลมน้ำยาเคลือบผิวให้ทั่วผิวผลส้มโอ ขนแปรงที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัตินุ่ม เหนียว และอมน้ำได้ดี ส่วนด้านบนจะติดตั้งหัวฉีดจำนวน 2 หัวเพื่อทำการพ่นฝอยละอองน้ำยาให้ถูกลูกส้มโอและพ่นฝอยละอองหล่อเลี้ยงขนแปรงด้านล่างให้เปียกน้ำยาตลอด ในการเคลื่อนที่ของลูกส้มโอจะอาศัยหลักการชนของลูกส้มโอที่ป้อนเข้ามาใหม่ทำให้ลูกส้มโอที่อยู่บนเพลาถูกขับให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่วนด้านล่างของเครื่องเคลือบจะมีถาดรองน้ำยาเพื่อนำมาใช้ใหม่เป็นการประหยัดน้ำยาเคลือบได้ด้วย ส่วนประกอบของเครื่องเคลือบผิวสามารถแบ่งได้ดังนี้

3.1.1.1 เพลาแปรงขนม้า

3.1.1.2 หัวฉีด

3.1.1.3 ห้องฉีดน้ำยา

3.1.1.4 ถาดรองน้ำยา

3.1.1.5 ปั๊มสารเคมีแรงดันสูง

3.1.1.6 มอเตอร์ขับชุดแปรงลูกกลิ้ง

3.1.1.7 ตัวปรับความเร็วมอเตอร์

3.1.2 การออกแบบชุดห้องอบน้ำยาเคลือบผิว

ในการออกแบบห้องอบน้ำยาเคลือบเราได้ออกแบบเป็นรูปทรงกระบอกยาว 3 เมตร ติดตั้งแท่งความร้อนไว้ภายใน หลักการทำงานจะอาศัยแท่งความร้อนในการให้ความร้อนของการอบผิวแห้งผลส้มโอโดยจะมีการลำเลียงผลส้มโอจากชุดเครื่องเคลือบผิว มายังสายพานลำเลียงที่ติดตั้งไว้ภายในห้องอบผิวส้มโอ เราสามารถปรับค่าความเร็วมอเตอร์และสามารถปรับตั้งค่าที่ความร้อนภายในห้องอบเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสม ส่วนประกอบของห้องอบมีดังนี้

3.1.2.1 แท่งให้ความร้อน

3.1.2.2 ชุดลำเลียง

3.1.2.3 มอเตอร์

3.1.2.4 ตัวปรับความเร็วมอเตอร์

3.1.2.5 ตัวปรับอุณหภูมิแท่งให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคำนวณเครื่องเคลือบผิวส้มโอ

3.2.1 การคำนวณในส่วนทำการเคลือบผิวส้มโอ

ตรวจสอบความสามารถในการรับแรงของโซ่

ความเร็วโซ่ [2]

$$v = pzn$$
$$= 0.008(15)(1540/60) = 2.9\ m/s$$

เมื่อ

v = ความเร็วโซ่

p = ระยะพิต

z = จำนวนฟันเฟืองโซ่

n = ความเร็วรอบของเฟืองโซ่

$$F_t = \frac{W_p}{v} = \frac{1\times 746\times 10^{-3}}{2.9}$$
$$= 0.264\ kN$$
$$F_{ct} = \frac{Wv^2}{g} = \frac{0.39}{1000}(2.9)^2 = 0.0033\ kN$$

แรงดึงในโซ่

$$F = F_t + F_{ct}$$
$$= 0.264 + 0.0033$$
$$= 0.2673\ kN$$
$$N_b = \frac{F_b}{F} = \frac{4.51}{0.2673} 16.87$$

เมื่อ

F = แรงดึงในโซ่

F_t = แรงในแนวเส้นสัมผัส

F_{ct} = แรงหนีศูนย์กลางในแนวรัศมี

F_b = แรงแตกหักที่น้อยที่สุดของโซ่

N_b = ค่าความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาจำนวนข้อโซ่

$$x = \frac{2(300)}{8} + \frac{38+15}{2} + \left(\frac{38-15}{2\pi}\right)^2 \frac{8}{300}$$

$$= 101.85$$

จะต้องเลือกใช้โซ่ 102 ข้อ

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางที่แท้จริง

$$c = \frac{8}{4}\left(134 - \frac{38+15}{2} + \sqrt{\left[134 - \frac{38+15}{2}\right]^2 - 2\left[\frac{38-15}{\pi}\right]^2}\right)$$

$$= 42.9\ mm$$

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางที่แท้จริงคือ 43 มิลลิเมตร

ดังนั้นเลือกใช้โซ่โรลเลอร์ ISO/R606 05B-1 จำนวน 102 ข้อ

หาจำนวนฟันเฟืองทดชุดที่ 2

$$M_w = \frac{n_2}{n_3} = \frac{600}{300} = 2$$

ใช้เฟืองโซ่ขนาด Z = 15(2) = 30 ฟัน

เลือกใช้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 30 ฟัน

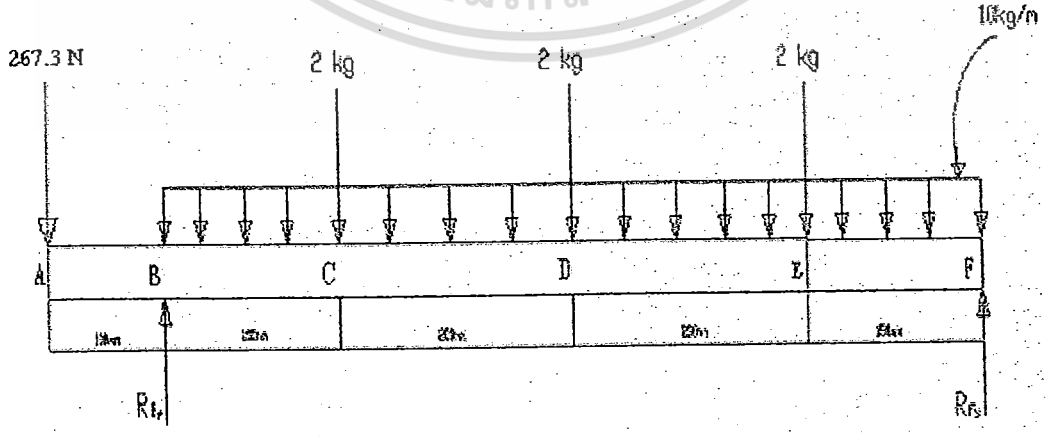
การคำนวณหาขนาดเพลาขนแปรง

พิจารณาในแนวดิ่ง

มีแรงกระจายบนเพลา 10 kg/m

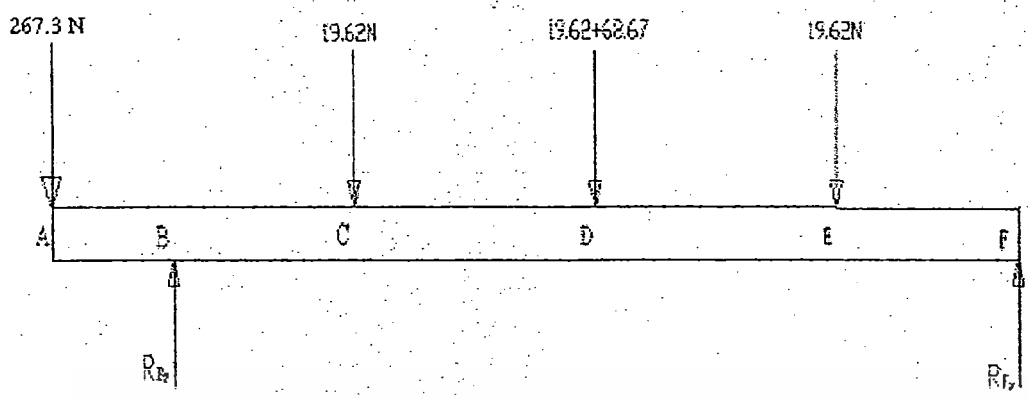
แรงตึงโซ่ที่จุด A มีค่าเท่ากับ 267.3

น้ำหนักส้มโอเท่ากับ 2 kg



รูปที่ 3.1 FREE BODY DIAGRAM ของเพลาลูกกลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 TAKE MOMENT

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{By} + R_{Fy} = 154.5 + (6 \times 9.81) + 68.67$$

Take Moment ที่จุด B โดย กำหนดให้ทิศทางทวนเข็มนาฬิกามีค่าเป็นบวก

$$\sum M_{By} = 0$$

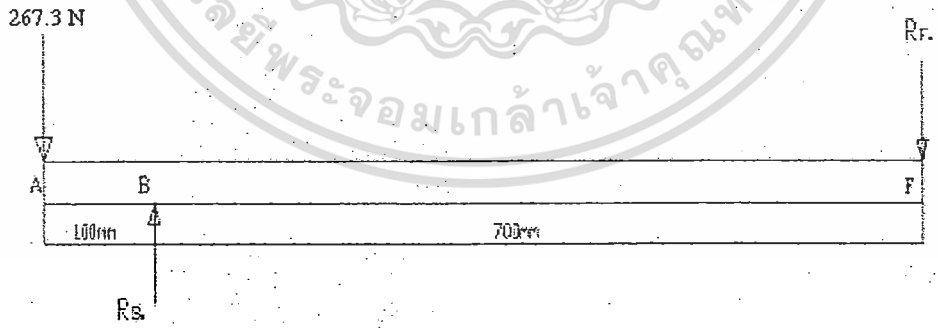
$$(154.5 \times 100) + 700\, R_{Fy} = (19.62 \times 150) + (88.29 \times 350) + (19.62 \times 550)$$

$$\therefore R_{Fy} = 41.69\ N$$

และ

$$R_{By} = 240.34\ N$$

พิจารณาในแนวระดับ



รูปที่ 3.3 จุดรองรับภาระของเพลาลำเลียง

$$\sum F_x = 0$$

$$R_{Bx} + R_{Fx} = 154.5\ N$$

$$\sum M_{Bx} = 0$$

$$(154.5 \times 800) = R_{Bx}(700)$$

$$\therefore R_{Bx} = 176.57\ N$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$R_{Fx} = 22.07\ N$$

หาโมเมนต์ที่จุด A และ B ในแนวดิ่ง

$$M_{Ay} = 24034\ Nmm$$

$$M_{By} = 14591.5\ Nmm$$

หาโมเมนต์ที่จุด A และ B ในแนวระดับ

$$M_{Ax} = 17657\ Nmm$$

$$M_{Bx} = 7727.5\ Nmm$$

$$M_A = \sqrt{24034^2 + 17657^2} = 29822.57\ Nmm = 27.82\ kNmm$$

$$M_B = \sqrt{14591.5^2 + 7727.5^2} = 16509.99\ Nmm = 16.51\ kNmm$$

โมเมนต์ดัดสูงสุดจะเกิดขึ้นที่จุด A

หาโมเมนต์บิดเนื่องจากการส่งกำลังจากโซ่

$$T = (0.1545 \times 250/2) = 19.31\ kNmm$$

สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่ม [1]

$$\tau_d = 41\ N/mm^2$$

จากตารางภาคผนวก ก.5

$$C_m = 3.0, C_t = 2.0$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau}\left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2\right]^{1/2}$$

$$= \frac{16}{41\pi} \times 10^3 \left[(2.0 \times 19.31)^2 + (3.0 \times 29.82)^2\right]^{1/2}$$

$$= 22.96\ mm$$

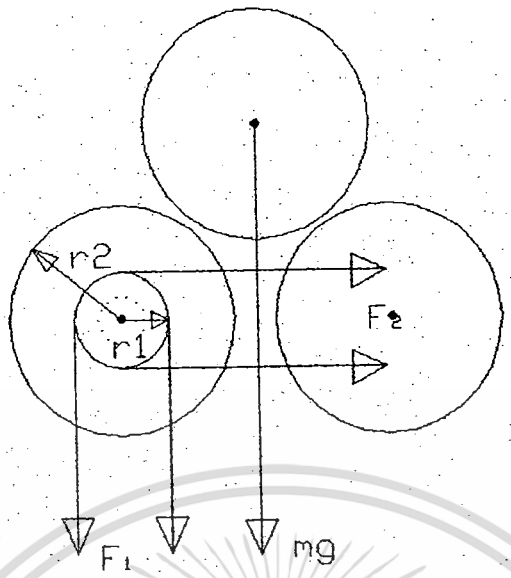
เพราะฉะนั้นเราจะเลือกใช้ขนาดเพลา = 25 mm

เมื่อ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะการเคลื่อนที่ของเพลาลูกกลิ้ง

หากำลังของมอเตอร์

$$T = F_1(r_1) + F_2(r_3) + (mg\cos\theta)r_2$$
$$= (260.5)r_1 + (260.5)r_3 + (2\times 9.81\cos\theta)(3\times 0.0254)$$
$$= (260.5)0.06 + (260.5)0.035 + (2\times 9.81\cos 27.44)(3\times 0.0254)$$
$$= 26.07Nm$$
$$P = \frac{2\pi nT}{60}$$
$$= \frac{2\pi(120)(26.07)}{60}$$
$$= 327.66Watt$$
$$= 0.439Hp$$

เมื่อ

T = แรงบิด

P = กำลังของมอเตอร์

F_1 = แรงดึงในโซ่

F_2 = แรงดึงในโซ่

r_1 = รัศมีของเฟืองโซ่ (25ฟัน)= 6 cm

r_2 = รัศมีของเพลาขนแปรง = 7.62 cm

r_3 = รัศมีของเฟืองโซ่(15ฟัน) = 3.5 cm

Ø = มุมระหว่างเพลาแปรงกับผลส้มโอ =

M = มวลของส้มโอ (2.0 กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาโซ่

ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลัง 1 แรงม้าความเร็วรอบ1450 รอบต่อนาที ไปขับเพลาส่งกำลังให้มีความเร็ว 300 รอบต่อนาทีกำหนดให้เฟืองขับมี 15 ฟัน ทำการทด 2 ครั้ง ครั้งแรกให้มีความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที

จากตาราง ภาคผนวก ก.1 N_s มีค่า = 2.21

คำนวณอัตราทด $M_w = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450}{600} = 2.42$

เฟืองโซ่มีขนาด Z = 15(2.42) = 36.3 ฟัน

เพราะฉะนั้นเลือกใช้โซ่ที่มีจำนวนฟัน Z = 38 ฟัน

เมื่อ

M_w = อัตราทดเฟืองโซ่

n_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์

n_2 = ความเร็วรอบในการทดครั้งแรก

กำลังที่ใช้เลือกโซ่ $P = (W_p)(N_s)$

$$= (1 \times 746) \times 10^{-3} \times 2.21$$

$$= 1.64866\ kW$$

เมื่อ

P = กำลังที่ใช้เลือกโซ่

W_p = กำลังของมอเตอร์

N_s = ค่าตัวประกอบใช้งาน

จากแผนภูมิรูป ภาคผนวก ก.1เลือกใช้โซ่ 1 ชั้นที่มีระยะ พิต 8 มิลลิเมตร

มีชื่อมาตรฐานว่า ISO/R606 05B-1

มีแรงแตกหัก 4.51 kN (Fb)

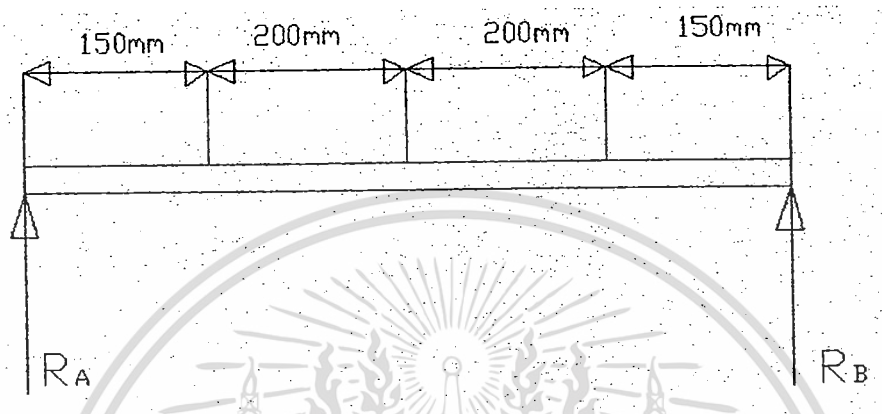
มีมวล 0.39 kg/m (W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การคำนวณในส่วนทำการอบน้ำยาเคลือบ

การคำนวณชุดอบน้ำยาเคลือบผิวส้มโอ

หาขนาดของเพลาลำเลียงผลส้มโอ



รูปที่ 3.5 FREE BODY DIAGRAM เพลาลำเลียงของชุดเครื่องอบ

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B = 6 \times 9.81 = 58.86$$

$$\sum M_A = 0$$

$$(19.62 \times 150) + (19.62 \times 350) + (19.62 \times 550) = 700 R_A$$

$$R_A = 29.43\ Nmm$$

$$R_B = 29.43\ Nmm$$

$$M_A = 10.3\ kNmm$$

$$M_B = 10.3\ kNmm$$

$$d^3 = \frac{16}{55\pi}\left[(1.5 \times 0)^2 + \left(2 \times 10.3^2\right)\right]^{1/2}$$

$$= 1.24\ mm$$

เลือกใช้เหล็กเพลาขาว ขนาด 6 มิลลิเมตร

หากำลังของมอเตอร์ขับเพลาลำเลียงชุดเครื่องอบ

กำหนดให้เพลากลมทำจากเหล็กกล้า AISI 1030

ให้หมุนด้วยความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที

จากตาราง ก.2

$$\sigma_y = 76\ ksi$$

$$= 76 \times 6.895 = 524\ N/mm^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางภาคผนวก ก.6

$$E = 207\ GN/m^2$$

$$G = 79.30\ GN/m^2$$

สมมติให้แรงกระทำสม่ำเสมอ

จากตาราง ก.6 จะได้ค่าความปลอดภัย N = 2

$$\tau_y = 0.6\sigma_y$$

$$\tau_d = \frac{\tau_y}{N}$$

$$= \frac{0.6 \times 524}{2}$$

$$= 152.2\ N/mm^2$$

หาแรงบิดของเพลาจากสมการ[6]

$$\tau = \frac{Tr}{J} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$T = \frac{\tau \pi d^3}{16}$$

$$T = \frac{152.2\pi 0.02^3}{16(1000)}$$

$$T = 489.7175\ Nm$$

เมื่อ

r = รัศมีของเพลา

T = แรงบิดของเพลา

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา

จากสูตรหากำลังของมอเตอร์

$$W_p = 2\pi nT$$

$$W_p = \frac{2\pi 30 \times 489.7175}{60}$$

$$= 1538.49\ Watt$$

หรือ จาก 1 แรงม้าเท่ากับ 746 วัตต์

$$= 2.06 \text{ แรงม้า}$$

เพราะฉะนั้นเราจะเลือกใช้มอเตอร์ที่มีกำลังขนาด 2 แรง

เมื่อ

W_p = กำลังของมอเตอร์

n = ความเร็วรอบของ สายพานลำเลียง

T= แรงบิดของเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากำลังของเครื่องทำความร้อนให้ห้องอบน้ำยาเคลือบผิวส้มโอ[4]

เมื่อ

Q = กำลังความร้อนภายในห้องอบ

T_s = อุณหภูมิที่ผิวแท่งให้ความร้อนเท่ากับ 450 องศาเซลเซียส

T_{sur}= อุณหภูมิที่ต้องการให้ความร้อนในห้องอบเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส

แท่งความร้อนมีค่าสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 0.85($\varepsilon = 0.85$)

ค่าคงที่ $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$

L = ความยาวของห้องอบมีค่าเท่ากับ 3 เมตร

สมมติให้

ท่อมีอุณหภูมิผิวท่อคงที่ตลอดความยาวท่อ

อากาศรอบๆท่อเป็นอากาศนิ่ง พิจารณาเป็นการพาความร้อนตามธรรมชาติ

พิจารณาเป็นการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนต่อหนึ่งหน่วยความยาวท่อ

$$\frac{Q}{L} = \pi D h_m (T_s - T_\infty) + \pi D \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{surr}^4) \quad \text{.....(1)}$$

$T_s = 450 + 273 = 723\ K$

$T_\infty = 50 + 273 = 323\ K$

คุณสมบัติของอากาศจากตารางภาคผนวก ก.3 $T_f = \frac{723+323}{2} = 523\ K$

ที่ 523 องศาเคลวิน

$$v = 41.9 \times 10^{-6}\ m^2/s, k = 42.1 \times 10^{-3}\ W/mK, \alpha = 61.3\ m^2/s, \Pr = 0.683$$

$$Ra_D = \frac{g\beta D^3 (T_s - T_\infty)}{v\alpha}$$

$$= \frac{9.81\left(\frac{1}{523}\right)(0.02)^3 (723-323)}{41.9 \times 10^{-6} \times 61.3 \times 10^{-6}}$$

$$= 23.369 \times 10^3$$

73030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการของเชอร์ชิลล์และชู

$$Nu_m = \left\{0.60 + \frac{0.387Ra_D^{1/6}}{\left[1+(0.559/\mathrm{Pr})^{9/16}\right]^{8/27}}\right\}^2$$

$$= \left\{0.60 + \frac{0.387(23.369\times10^3)}{\left[1+(0.559/0.683)^{9/16}\right]^{8/27}}\right\}^2$$

$$= 5.347$$

จากสมการ

$$h_m = \frac{Nu_m k}{D} = \frac{5.347\times42.1\times10^{-3}}{0.02} = 11.2554\,W/m^2K$$

นำค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการ (1)

$$\frac{Q}{L} = \pi(0.02)(11.2554)(723-323) + \pi(0.02)(0.85)(5.67\times10^{-8})(723^4 - 323^4)$$

$$= 282.879 + 794.476 = 1077.355\,W/m$$

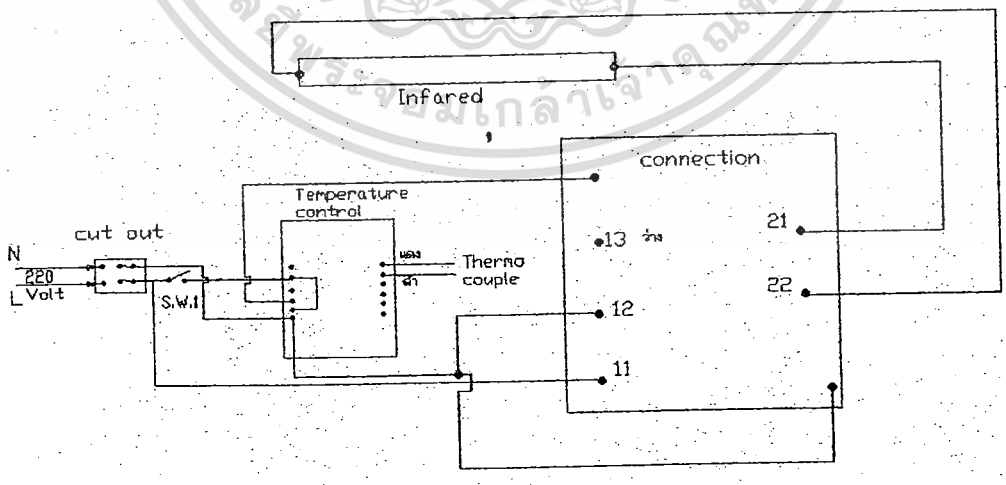
$$Q = 1077.355\times3$$

$$= 3232.06\ \ Watt$$

แท่งให้ความร้อนให้กำลังแท่งละ 350 วัตต์

$$\frac{3232.06}{350} = 9.23445$$

ดังนั้นจะใช้จำนวนแท่งความร้อนจำนวน 9 แท่ง



รูปที่ 3.6 การต่อวงจรอุปกรณ์ให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

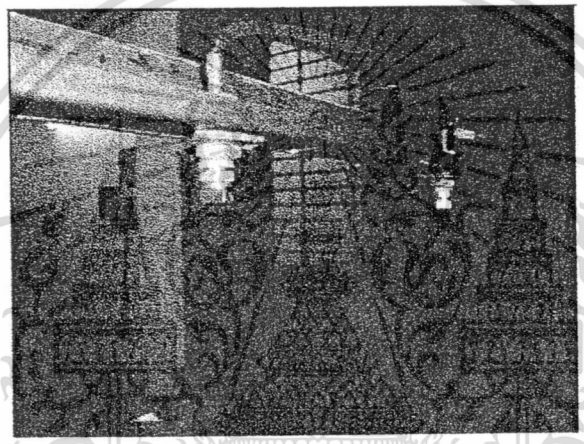
บทที่ 4
ส่วนประกอบและอุปกรณ์การทดลอง

ส่วนประกอบและอุปกรณ์การทดลองสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นชุดเคลือบผิวส้มโอ
2. ส่วนที่เป็นชุดอบสารเคลือบผิวส้มโอ

4.1 หัวฉีด

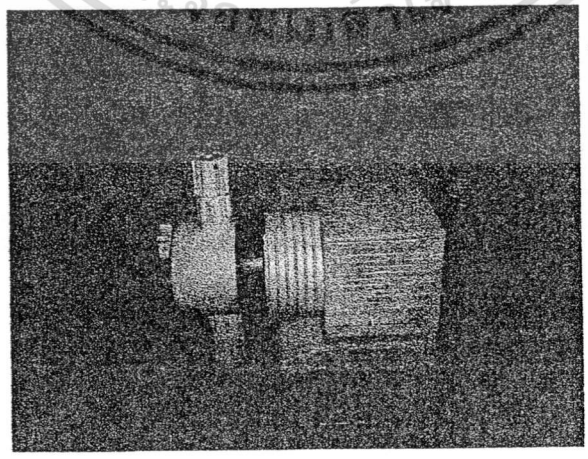
หัวฉีดจะติดตั้งอยู่ด้านบนของเครื่องเคลือบผิว ซึ่งจะทำหน้าที่พ่นฝอยละอองสารเคลือบผิวให้กระจายทั่วถึงลูกส้มโอ และ มีหน้าที่ช่วยให้ เพลาแปรงเปียกน้ำยาเคลือบผิวอยู่ตลอดเวลาขณะทดลอง



รูปที่ 4.1 การติดตั้งหัวฉีด

4.2 ปั๊มทนสารเคมี

ทำหน้าที่เป็นตัวส่งแรงดันสารเคลือบผิวให้กับหัวฉีด ปั๊มที่จะต้องเป็นปั๊มที่มีคุณสมบัติทนสารเคมี

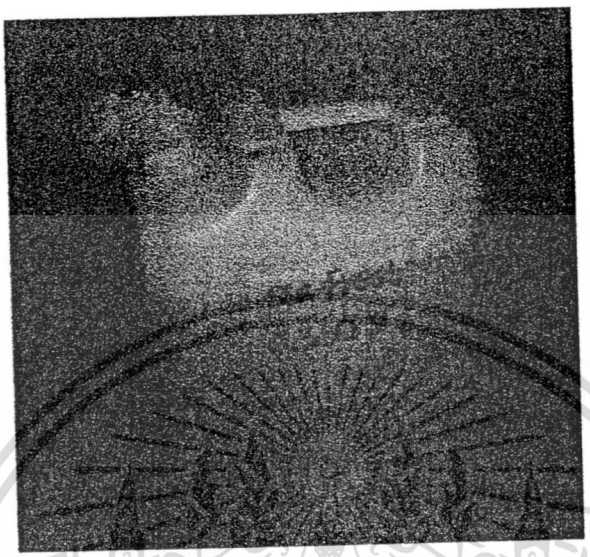


รูปที่ 4.2 ปั๊มทนสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สารเคลือบผิว

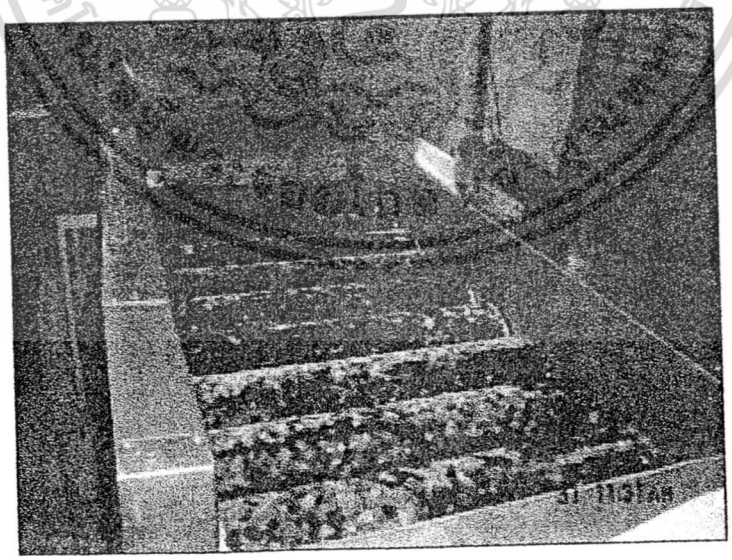
เป็นสารเคมีที่สกัดจากธรรมชาติ ในการทดลองนี้เราใช้สารเคลือบผิวที่ชื่อว่า STA - FRESH 360 ซึ่งเป็นที่นิยมใช้แพร่หลายในอุตสาหกรรมการส่งออกส้มโอ



รูปที่ 4.3 สารเคลือบผิวที่ใช้ในการทดลอง

4.4 เพลาแปรงขนม้า

มีหน้าที่ทำให้สารเคลือบผิวชโลมไปทั่วผิวลูกส้มโอ เพลาแปรงจะต้องมีคุณสมบัติยืดหยุ่น นุ่ม เก็บรักษาน้ำได้ดีพอสมควร

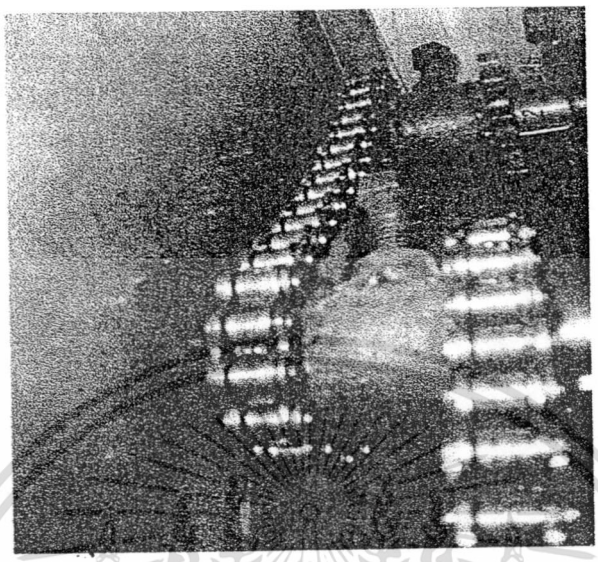


รูปที่ 4.4 เพลาแปรงขนม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ระบบส่งกำลังของเครื่องเคลือบผิว

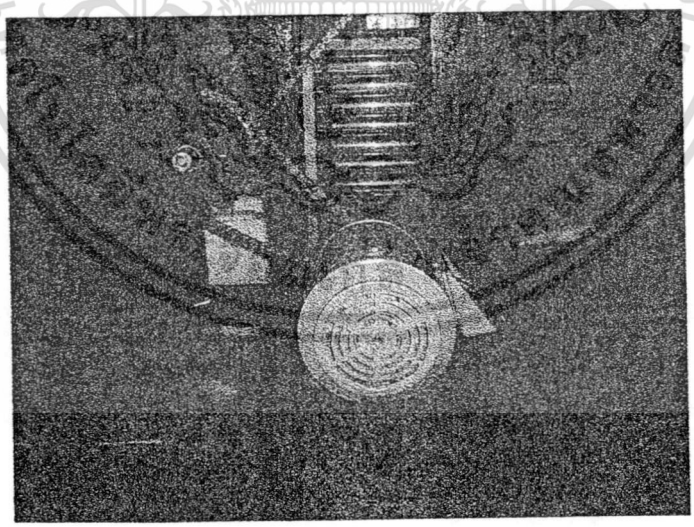
ส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าไปให้เพลาแปรงหมุนต่อๆ กันไป



รูปที่ 4.5 โซ่ส่งกำลังของชุดเคลือบผิว

4.6 มอเตอร์

ชุดมอเตอร์เครื่องเคลือบผิวส้มโอ มีหน้าที่ส่งกำลังไปให้เพลาแปรงหมุนอยู่กับที่ในความเร็วรอบต่าง ๆ

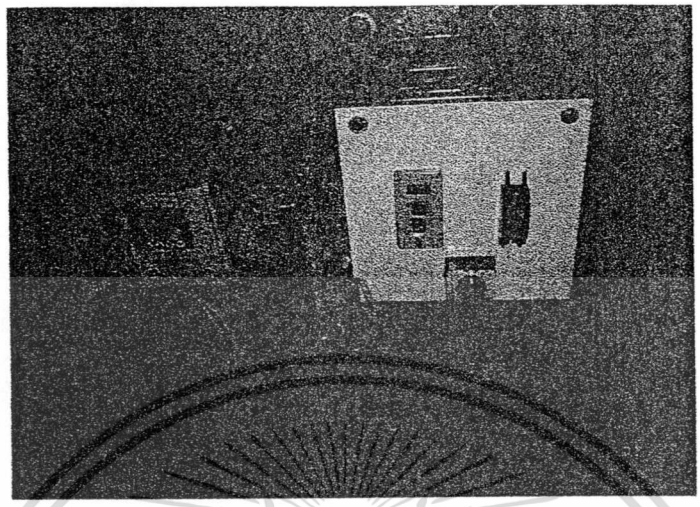


รูปที่ 4.6 ชุดมอเตอร์ส่งกำลังเครื่องเคลือบผิวส้มโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์

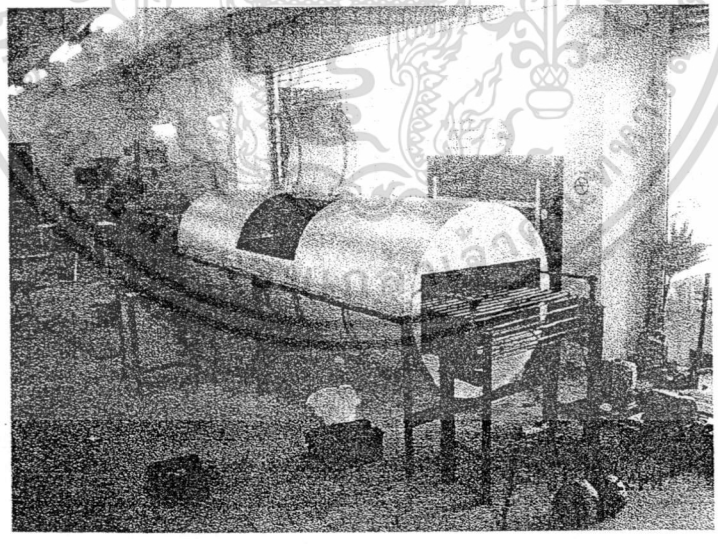
มีหน้าที่ควบคุมความเร็วมอเตอร์ในความเร็วรอบต่างๆ สำหรับการทดลองเพื่อหาค่าความมาเปรียบเทียบหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการเคลือบผิวส้มโอ



รูปที่ 4.7 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์

4.8 ชุดห้องอบสารเคลือบผิว

ห้องอบมีความยาว 3.2 เมตร ออกแบบให้เป็นรูปทรงกระบอกเพื่อให้มีการกระจายความร้อนได้ดี ภายในห้องอบผิวจะมีแท่งให้ความร้อน จำนวน 9 อัน

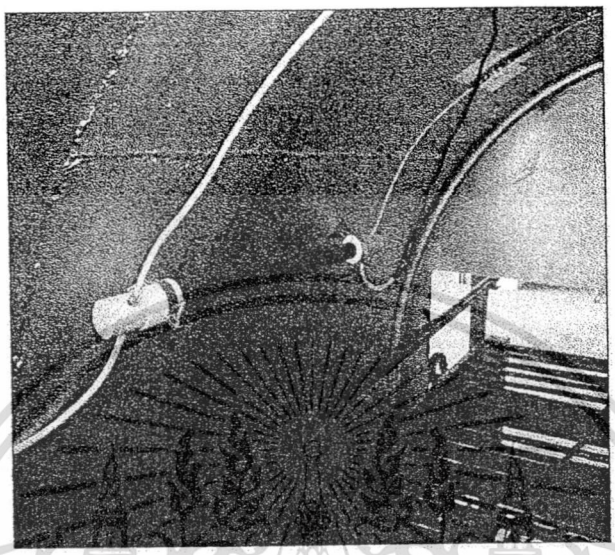


รูปที่ 4.8 ห้องอบสารเคลือบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 อุปกรณ์ให้ความร้อน

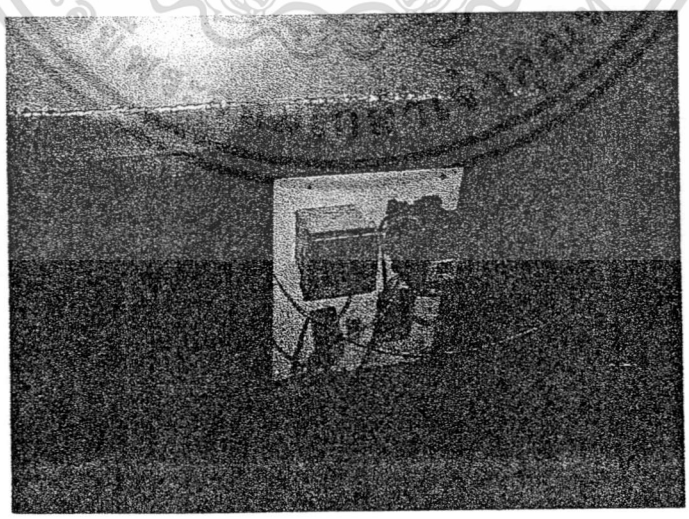
มีหน้าที่ให้พลังงานความร้อนให้กับห้องอบสารเคลือบผิว อุปกรณ์ให้ความร้อนจะติดตั้งภายให้ห้องอบ 9 อันแต่ละอันจะมีกำลังไฟฟ้าตัวละ 450 วัตต์



รูปที่ 4.9 อุปกรณ์ให้ความร้อน(แท่งอินฟาเรด)

4.10 ชุดควบคุมอุณหภูมิ

มีหน้าที่ปรับอุณหภูมิในการทดลองเพื่อหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบที่ผิวของส้มโอ

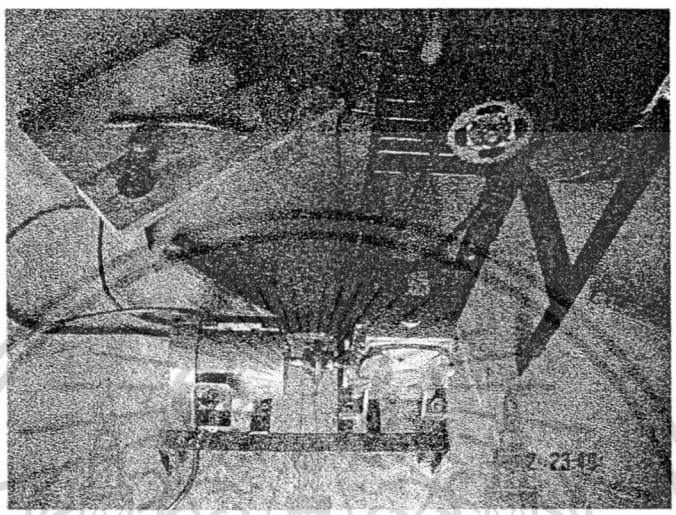


รูปที่ 4.10 ชุดควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 ระบบส่งกำลังของสายพานลำเลียงในห้องอบ

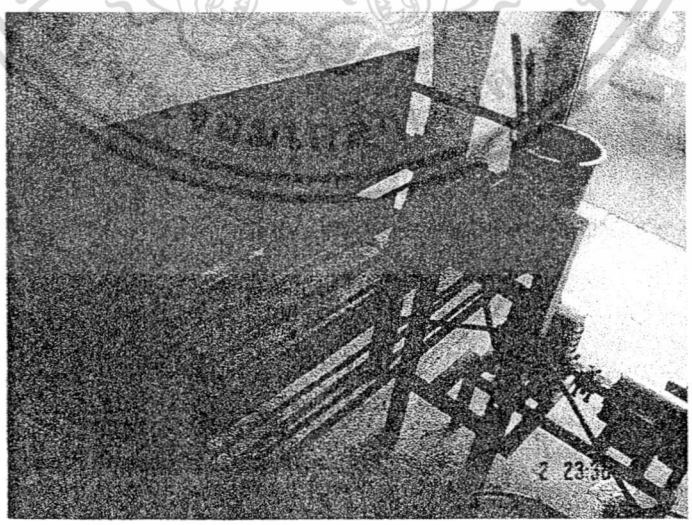
มีหน้าที่ส่งกำลังให้สายพานมีการเคลื่อนที่พาลูกส้มโอให้เคลื่อนที่ผ่านห้องอบผิวแห้งทดรอบด้วยชุดเฟืองทด 1 ชุดเพื่อให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ



รูปที่ 4.11 ระบบส่งกำลังสายพานลำเลียงห้องอบ

4.12 สายพานลำเลียงภายในห้องอบ

เป็นอุปกรณ์ที่คอยลำเลียงลูกส้มโอที่ผ่านการเคลือบผิวให้เคลื่อนที่ภายในห้องอบโซ่ที่ใช้ร้อยสายพายเป็นโซ่แบบ Attachment Chains เพื่อง่ายในการติดตั้งเพลาลำเลียง



รูปที่ 4. 12 สายพานลำเลียงภายในห้องอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิธีการและผลการทดลอง

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1. ขนแปรงปัดขนม้า
2. ปั๊มทนสารเคมี (metering pump)
3. หัวฉีด
4. มอเตอร์3 เฟส
5. ตัวปรับความเร็วรอบ (inverter)
6. Heater infrared
7. ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)
8. Thermocouple
9. ชุดเฟืองทด (warm gear)
10. กล้องจุลทรรศน์

5.2 ขั้นตอนการทดลอง

ในสภาวะการทำงานจริงการเคลื่อนที่ของผลส้มโอจะเกิดขึ้นเมื่อมีผลต่อไปมากระทบด้านหลัง ซึ่งหากหากทำการทดลองตามวิธีการดังกล่าวจะทำให้สิ้นเปลืองผลส้มโอในการทดลองมาก ดังนั้นเพื่อความประหยัดจึงทำการทดลองครั้งละ 3 ลูกโดยใช้ไม้แทนผลส้มโอมาดันให้ผลส้มโอเคลื่อนที่ตามความเร็วรอบ และอัตราการป้อนต่างๆ กัน

5.2.1 เครื่องเคลือบผิว

1. เปิดเครื่องและปั๊มสารเคมีทิ้งไว้จนขนแปรงเปียกชุม (ประมาณ2-3 นาที)
2. ปรับความเร็วเพลาแปรงจนมีความเร็วรอบ 100 rpm
3. คัดเลือกลูกส้มโอที่มีขนาดใกล้เคียงกัน นำไปชั่งน้ำหนักก่อนทำการเคลือบผิว
4. ทำการป้อนผลส้มโอเข้าสู่เครื่องเคลือบผิวครั้งละ 3 ลูก ด้วยอัตราความเร็ว 3 วินาที / ครั้ง หรือ 60 ลูก/นาที
5. นำผลส้มโอที่ผ่านการเคลือบผิวแล้วมาตรวจสอบด้วยตาเปล่าว่ามีการเคลือบทั่วทั้งพื้นที่ผิวหรือไม่
6. นำส้มโอที่ได้ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง
7. นำผลส้มโอที่ผ่านการเคลือบผิวแล้วไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายขนาด 1000 เท่า (1000 x)เพื่อเปรียบเทียบความหนากับผลส้มโอที่ใช้ส่งออกโดยทั่วไป
8. ทำการเพิ่มความเร็วรอบของเพลาขนแปรงครั้งละ 10 rpm หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนที่ 3-7 จนกระทั่งมีความเร็วรอบสุดท้ายของเพลาอยู่ที่ 140 rpm (100 , 110 , 120 , 130 และ 140 rpm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ลดอัตราความเร็วการป้อนเป็น 36 ลูก/นาที (5 วินาที/ครั้ง) หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนที่ 2-7 จนมีอัตราการป้อนสุดท้ายที่ 25 ลูก/นาที (7 วินาที/ครั้ง)
10. จดบันทึกค่าต่างๆ แล้วนำไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์

หมายเหตุ : - หากใช้ความเร็วรอบในการหมุนของเพลาเกิน 140 rpm ผลส้มโอจะกระโดดข้ามเพลา
- หากใช้อัตราเร็วในการป้อนมากกว่า 25 ลูก/นาที จะทำให้สิ้นเปลืองเกินไป

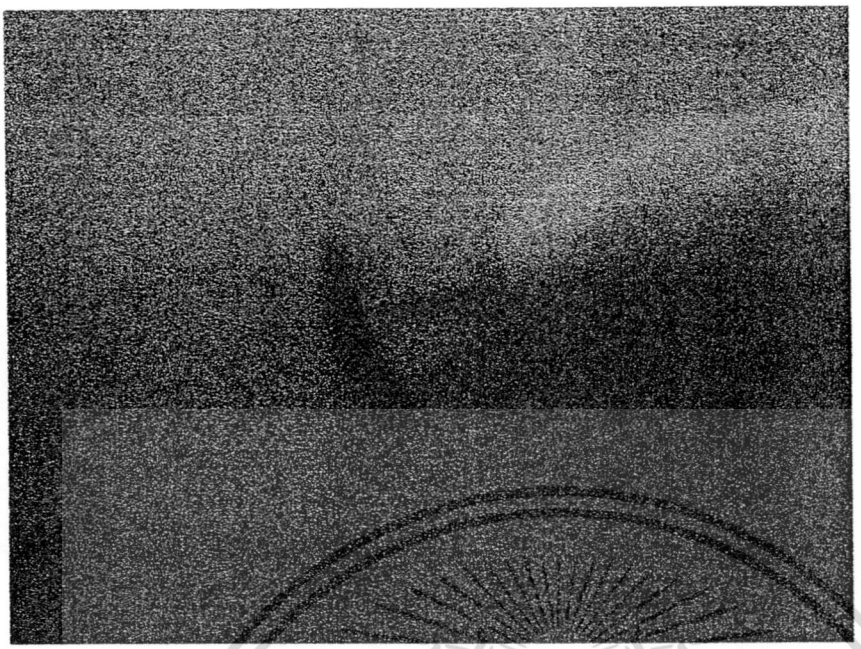
.2.2 เครื่องอบผิวแห้ง

1. เปิดเครื่องทำความร้อน (Heater Infrared) ทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิคงที่ (ประมาณ 30 นาที)
2. เดินเครื่องด้วยความเร็ว4 rpm
3. นำผลส้มโอที่ผ่านการเคลือบผิวแล้วเข้าเครื่องอบ
4. นำผลส้มโอที่ออกมาจากห้องอบมาตรวจสอบหาเปอร์เซ็นความแห้ง
6. ทำการปรับความเร็วรอบขึ้นเรื่อยๆ จนมีความเร็วรอบสุดท้ายที่ 10 rpm
7. จดบันทึกค่าต่างๆ แล้วนำไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์

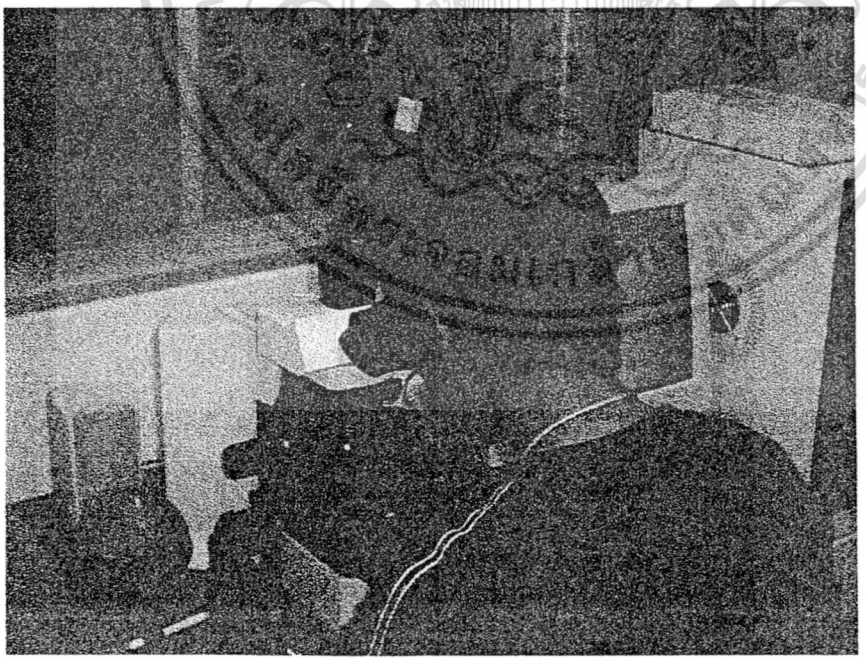
หมายเหตุ : - Heater ทำความร้อนสูงสุดได้เพียง 40°c
- หากเดินเครื่องด้วยความเร็วต่ำกว่า 40 rpm จะทำให้ผลส้มโอแห้งเร็วเกินไปทำให้ผลส้มโอสูญเสียน้ำมากเกินความจำเป็น

รูปที่ 5.1 ผลส้มโอที่ผ่านการเคลือบผิวที่ความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

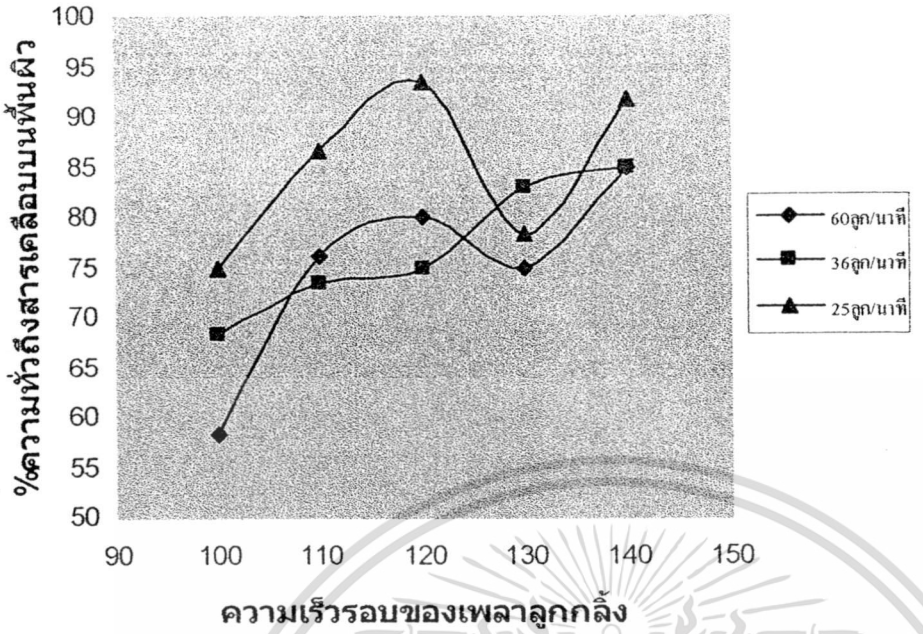


รูปที่ 5.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปส่องกล้องหาความหนาของสารเคลือบผิว

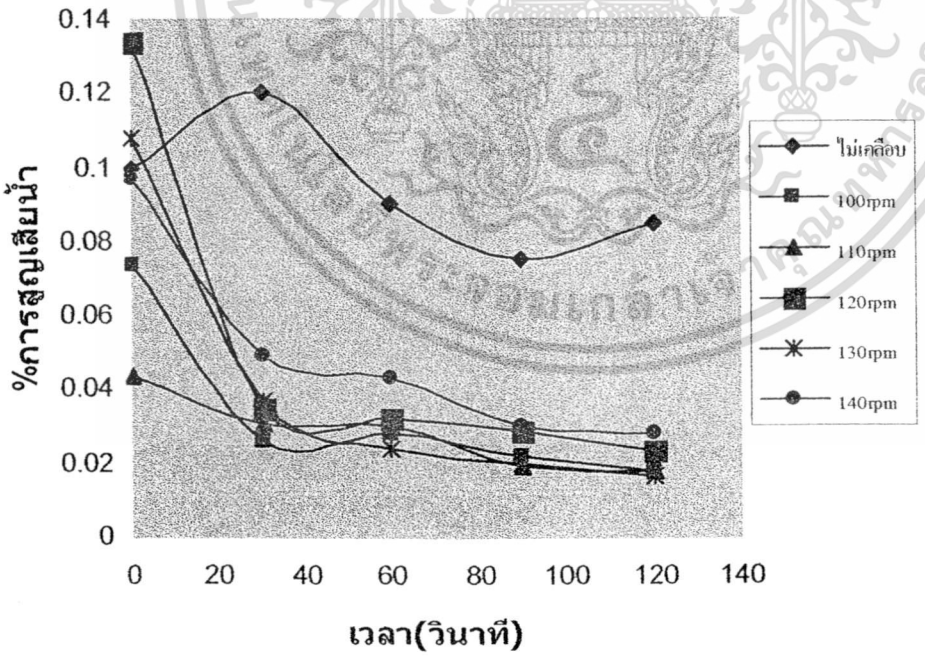


รูปที่ 5.3 การใช้กล้องจุลทรรศน์ขนาด 1000x พร้อมกล้องถ่ายภาพหาความหนาของผิวเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

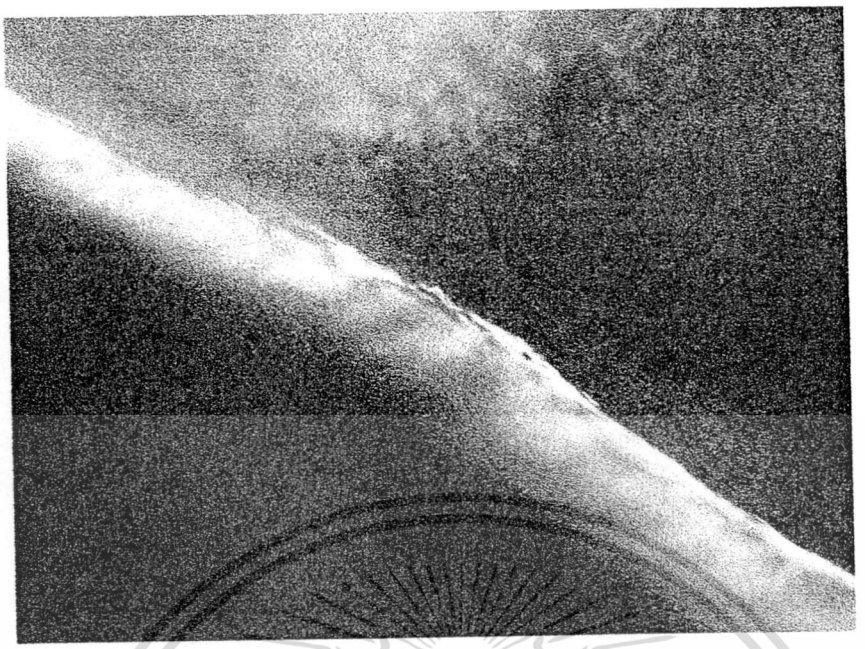


รูปที่ 5.4 การเปรียบเทียบความทั่วถึงของส้มโอกับความเร็วรอบที่ต่างกัน

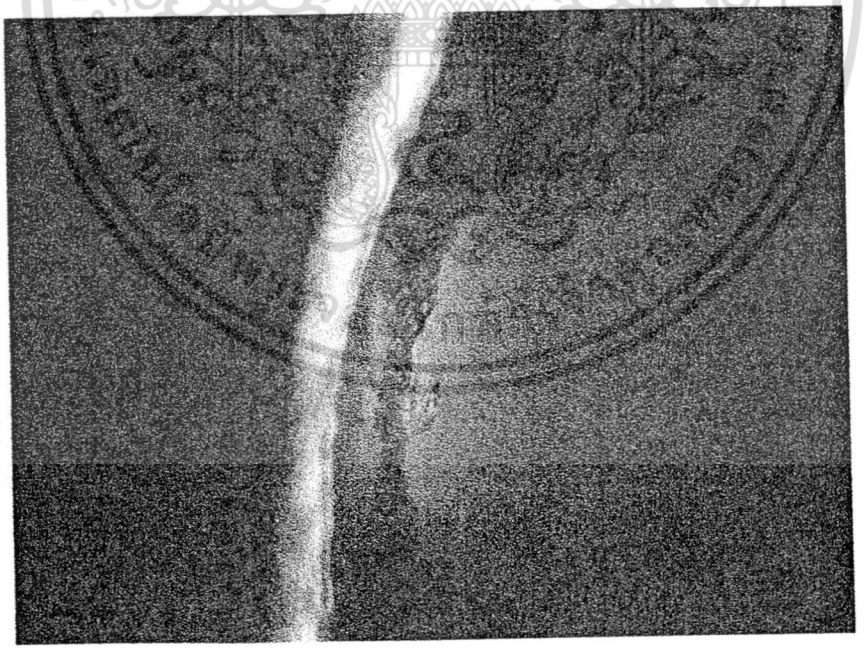


รูปที่ 5.5 การเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำของส้มโอที่ความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

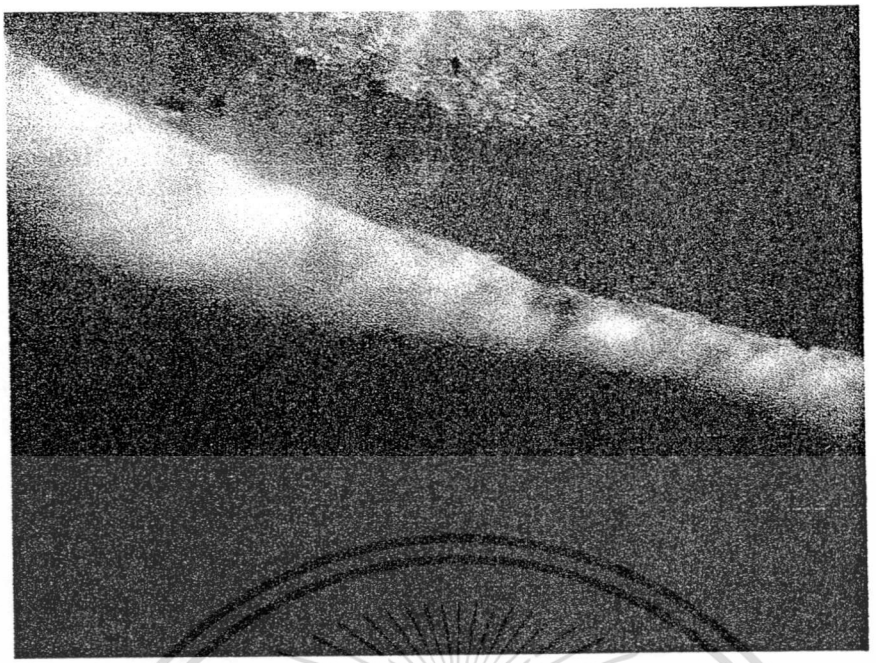


รูปที่ 5.6 ความหนาของสารเคลือบผิวที่เป็นผิวส้มโอที่ส่งออก



รูปที่ 5.7 ความหนาของสารเคลือบที่ 100 รอบต่อนาที ที่อัตรา 60 ลูกต่อนาที

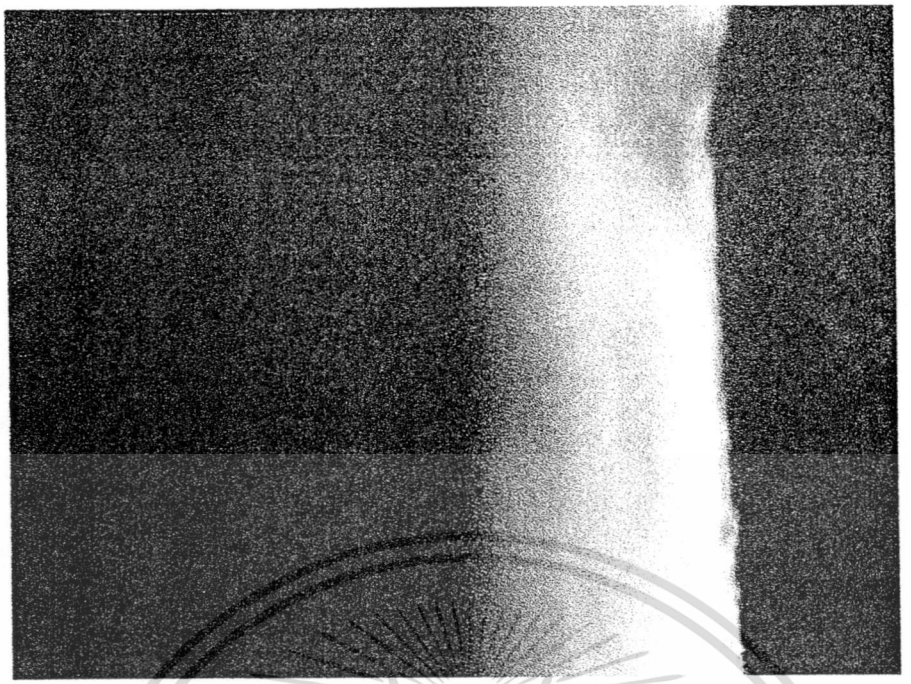
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



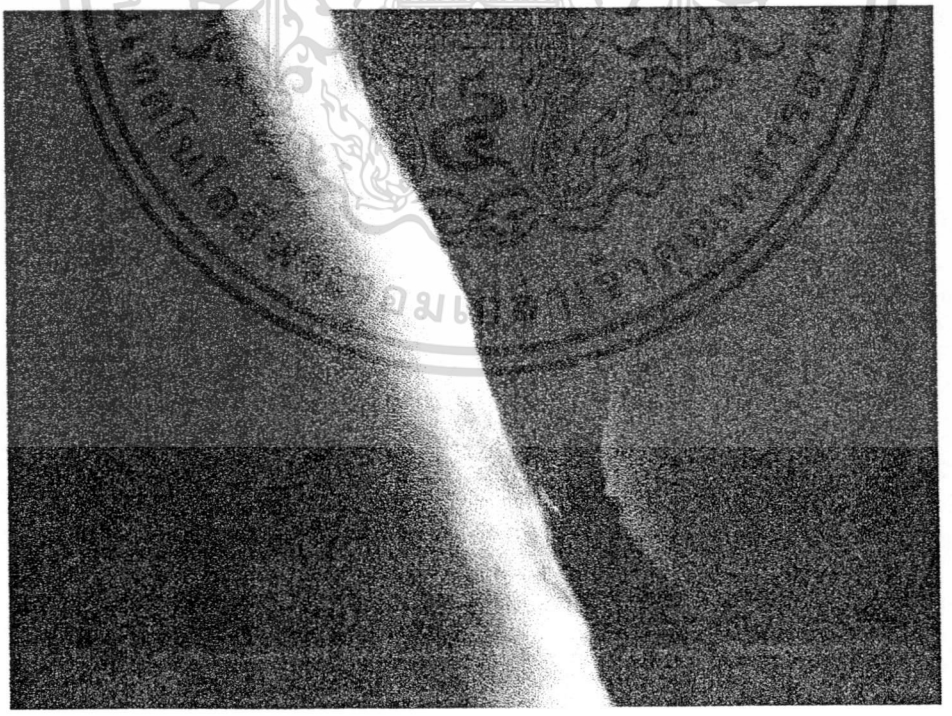
รูปที่ 5.8 ความหนาของสารเคลือบที่ 110 รอบต่อนาที ที่อัตราป้อน 60 ลูกต่อนาที

รูปที่ 5.9 ความหนาของสารเคลือบที่ 120 รอบต่อนาที ที่อัตรา 25 ลูกต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

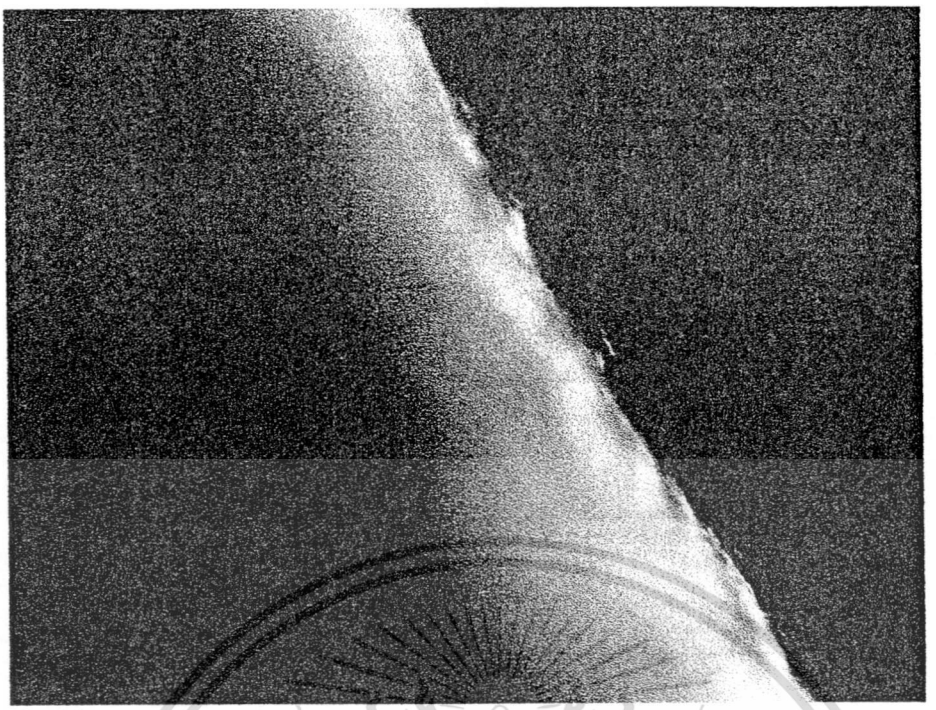


รูปที่ 5.10 ความหนาของสารเคลือบที่ 120 รอบต่อนาที ที่อัตรา 36 ลูกต่อนาที

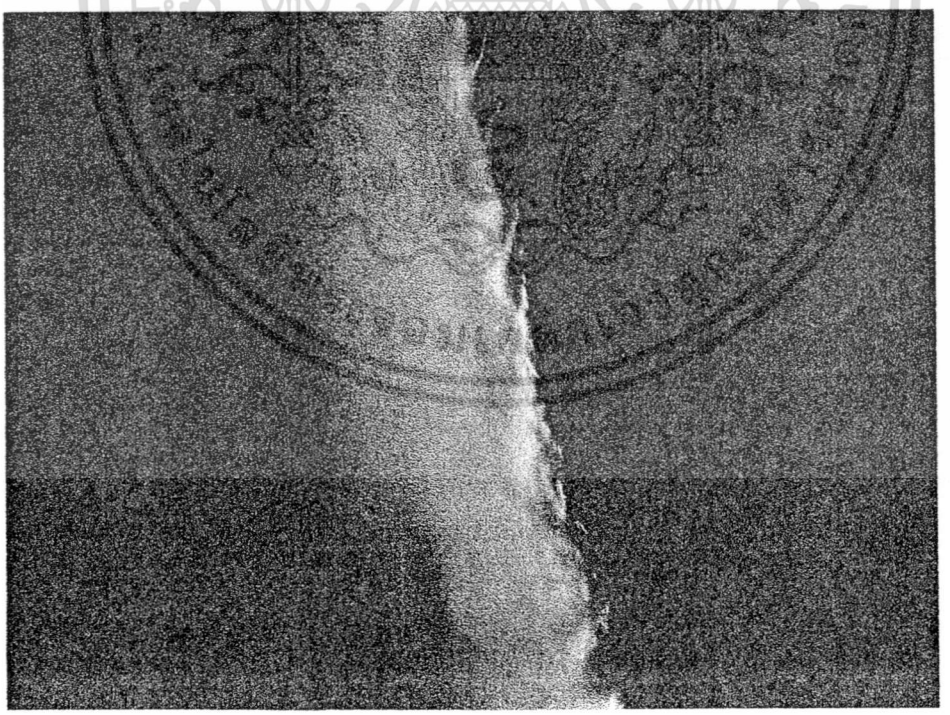


รูปที่ 5.11 ความหนาของสารเคลือบที่ 120 รอบต่อนาที ที่อัตราป้อน 60 ลูกต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 ความหนาของสารเคลือบที่ 130 รอบต่อนาที ที่อัตรา 60 ลูกต่อนาที

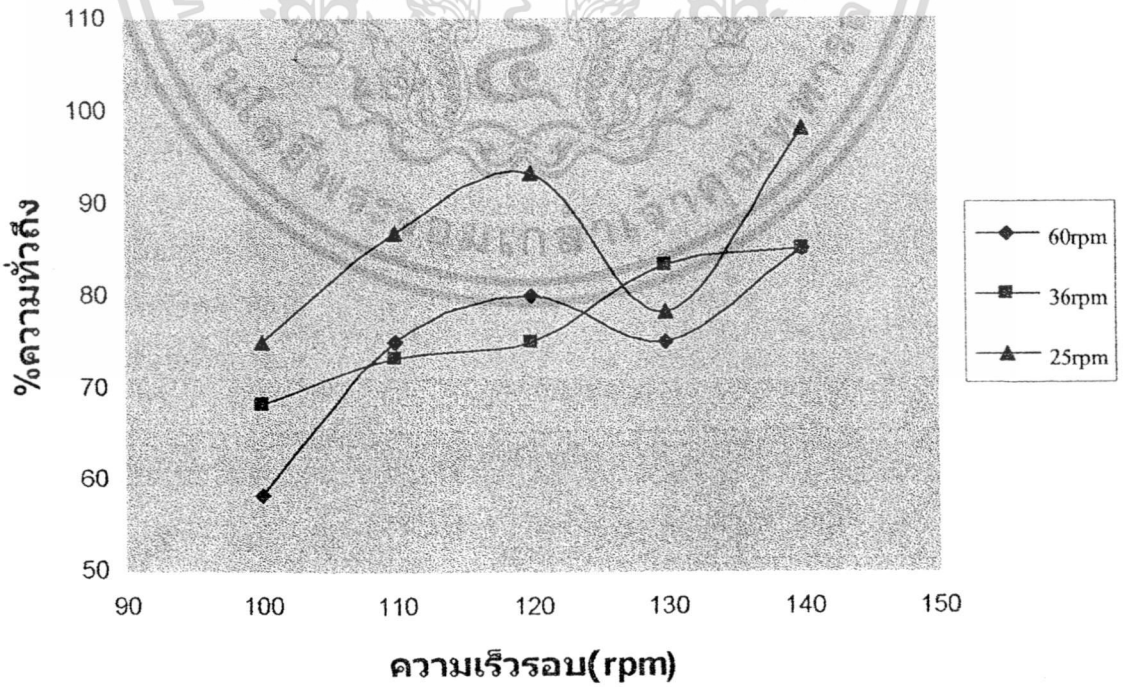


รูปที่ 5.13 ความหนาของสารเคลือบผิวที่ความเร็ว 140 รอบต่อนาทีที่อัตราการป้อน 60 ลูกต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1แสดงผลการทดสอบเครื่องเคลือบผิวส้มโอ

N(RPM)	อัตราการป้อน ลูกต่อนาที	% ความทั่วถึงโดยเฉลี่ย
100	60	58.33
	36	68.33
	25	75
110	60	75
	36	73.33
	25	86.67
120	60	80
	36	75
	25	93.33
130	60	75
	36	83.33
	25	78.33
140	60	85
	36	85
	25	98



รูปที่ 5.14 เปรียบเทียบความทั่วถึงของสารเคลือบผิวที่อัตราการป้อนและความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความเร็วรอบ (rpm)	อัตราการป้อน (ลูก/นาที)	เวลาทำการทดลอง (วัน)								
		นน. ก่อนเคลือบ(kg.)	นน. หลังเคลือบ (kg.)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
100	60	1317.35	1315.84	1288.73	1266.60	1248.59	1227.62	1208.09	1188.76	1169.77
	36	1527.71	1526.37	1499.94	1477.93	1459.48	1438.08	1418.62	1399.41	1380.02
	25	1158.37	1157.20	1134.87	1116.46	1101.62	1084.43	1068.85	1053.68	1038.26
110	60	1372.84	1370.97	1343.34	1319.62	1300.43	1279.56	1240.30	1220.83	1201.30
	36	1358.72	1357.31	1333.70	1314.63	1298.46	1279.64	1262.38	1245.36	1228.15
	25	1218.87	1217.86	1199.02	1183.38	1170.49	1155.72	1142.66	1129.01	1115.60
120	60	1359.70	1358.21	1334.25	1314.68	1297.91	1278.88	1261.04	1243.51	1225.91
	36	1498.50	1497.68	1470.95	1449.72	1431.92	1411.37	1392.66	1374.31	1356.12
	25	1453.03	1451.83	1430.21	1412.08	1396.88	1379.46	1363.46	1347.74	1332.08
130	60	1437.73	1436.10	1412.57	1393.20	1377.78	1359.03	1342.02	1325.08	1308.13
	36	1234.09	1232.72	1212.16	1194.83	1180.58	1164.02	1148.97	1134.14	111.911
	25	1450.10	1448.99	1425.59	1406.93	1392.45	1375.68	1366.52	1345.41	1330.24
140	60	1454.18	1452.65	1431.29	1412.16	1396.49	1378.43	1361.84	1345.12	1328.78
	36	1437.18	1435.46	1412.11	1392.83	1376.70	1358.15	1341.27	1324.68	1308.07
	25	1308.78	1308.10	1291.58	1278.54	1267.97	1255.86	1244.74	1233.74	1222.52
ไม่เคลือบ		1381.22	1348.68	1317.56	1285.61	1256.34	1227.22	1199.10	1169.06	1140.55

สูตรการคำนวณหา%การสูญเสียน้ำหนักของส้มโอ

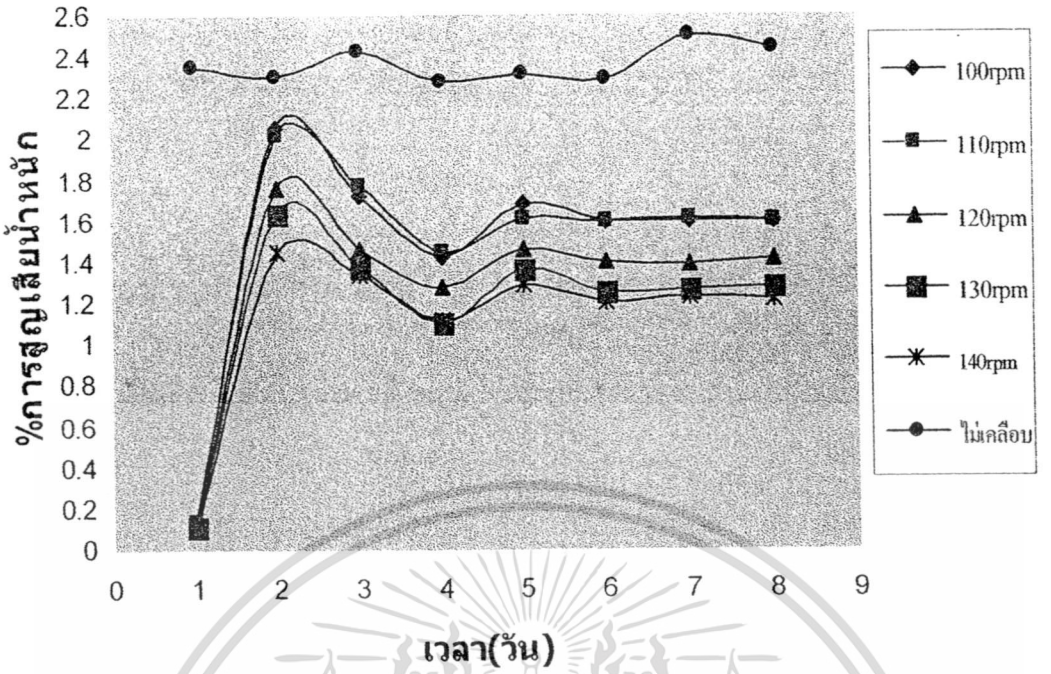
$$\% X = \frac{W_{i0} - W_{tn}}{W_{i0}} \times 100\ \%$$

$\%X$ = อัตราการหายใจหรือการสูญเสียน้ำหนัก

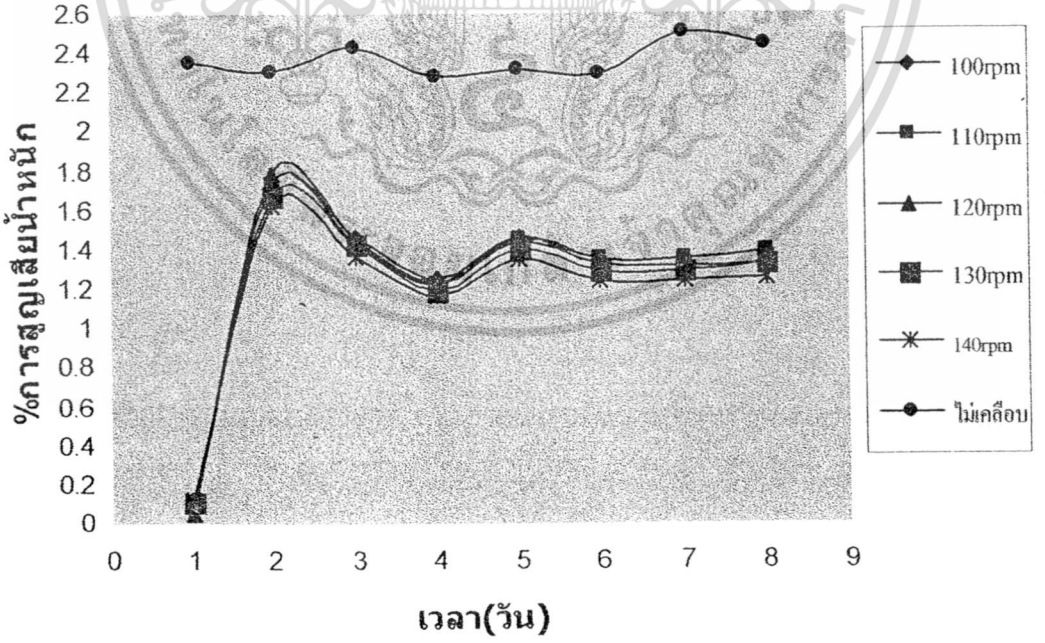
W_{i0} = น้ำหนักเริ่มต้นของส้มโอ

W_{tn} = น้ำหนักส้มโอที่เวลาใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

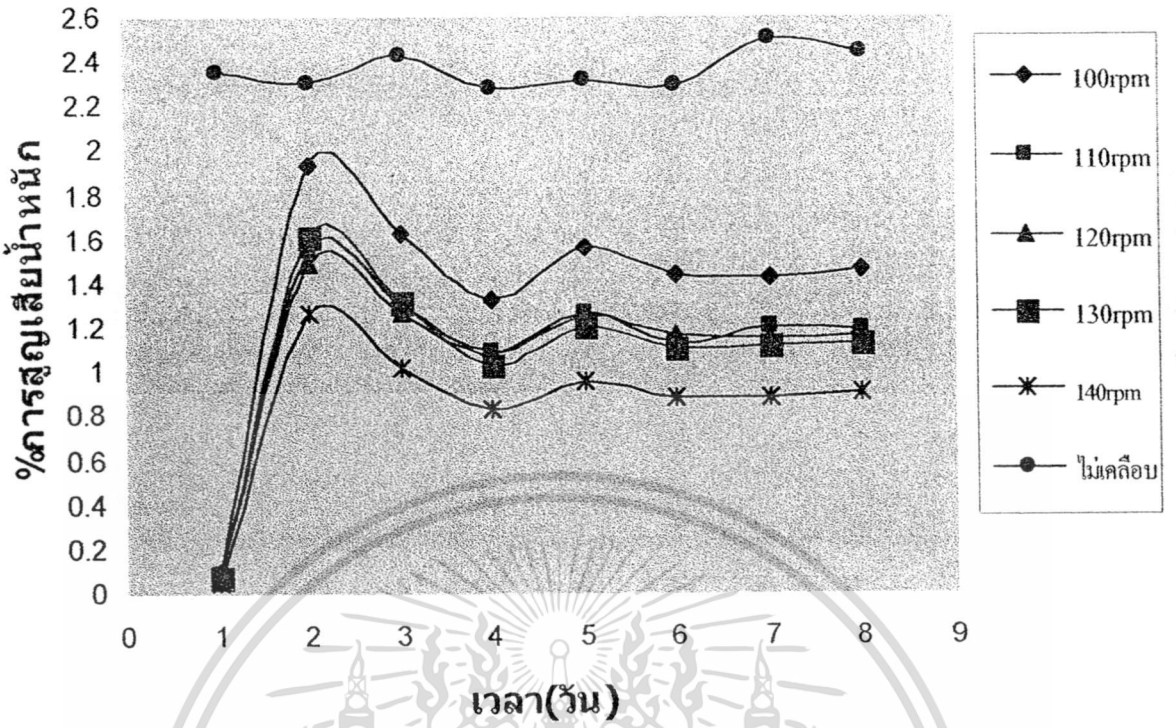


รูปที่ 5.15 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่อัตราการป่อน 60 ลูก/นาที

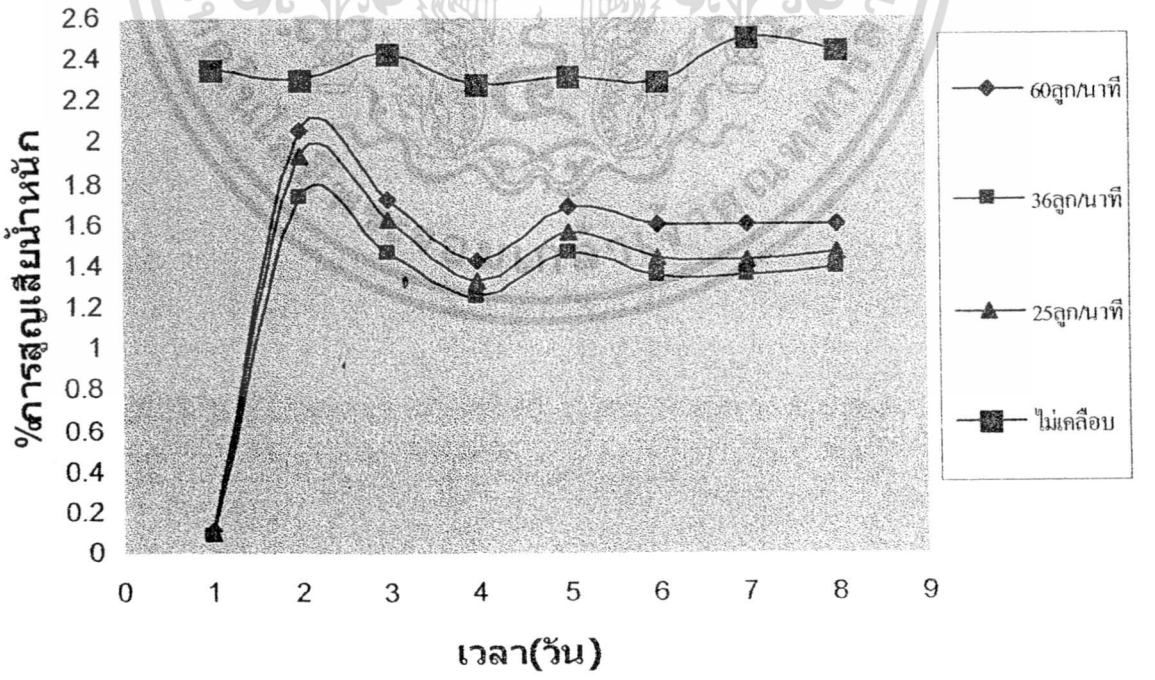


รูปที่ 5.16 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่อัตราการป่อน 36 ลูก/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

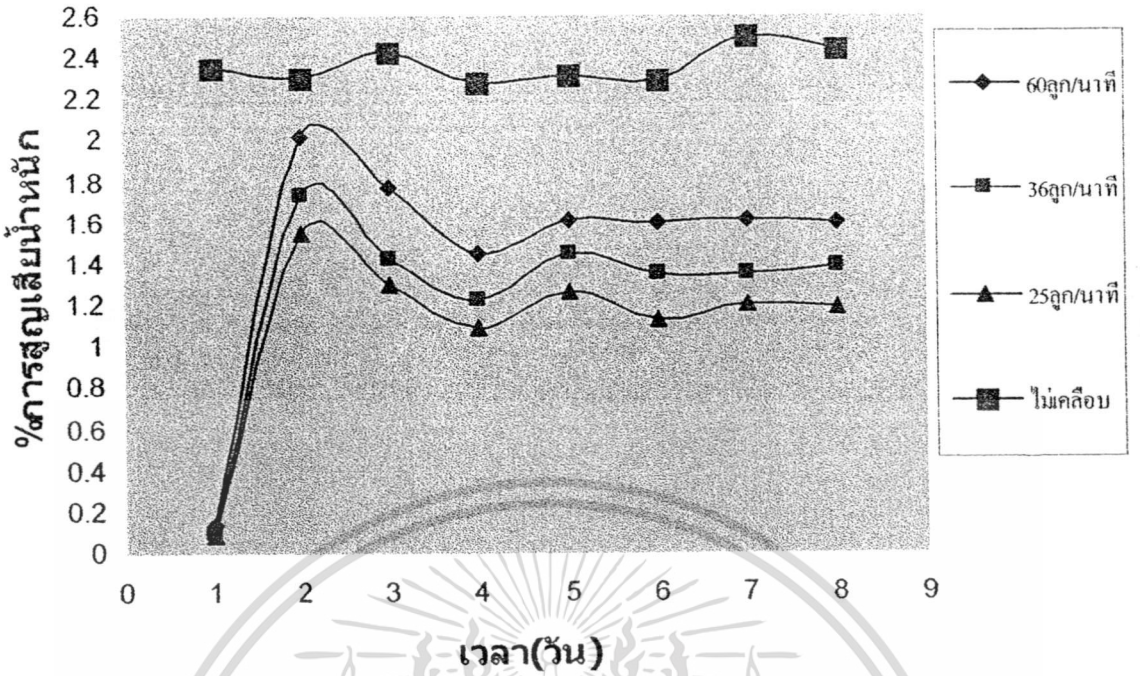


รูปที่ 5.17 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่อัตราการป่อน 25 ลูก/นาที

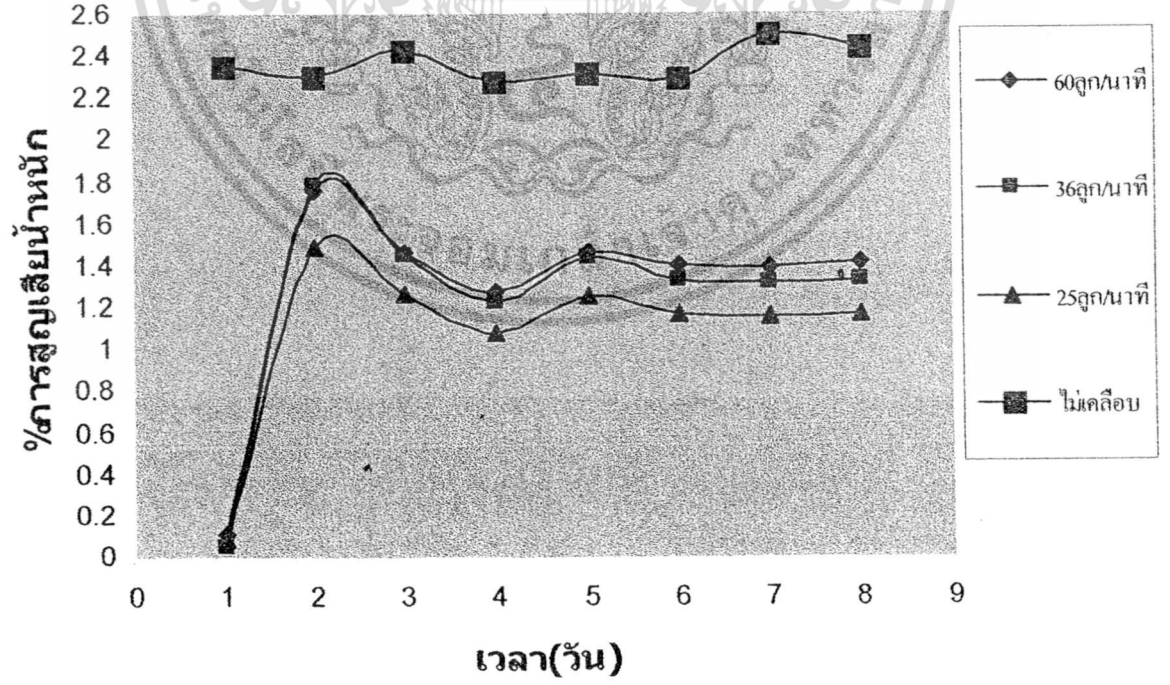


รูปที่ 5.18 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

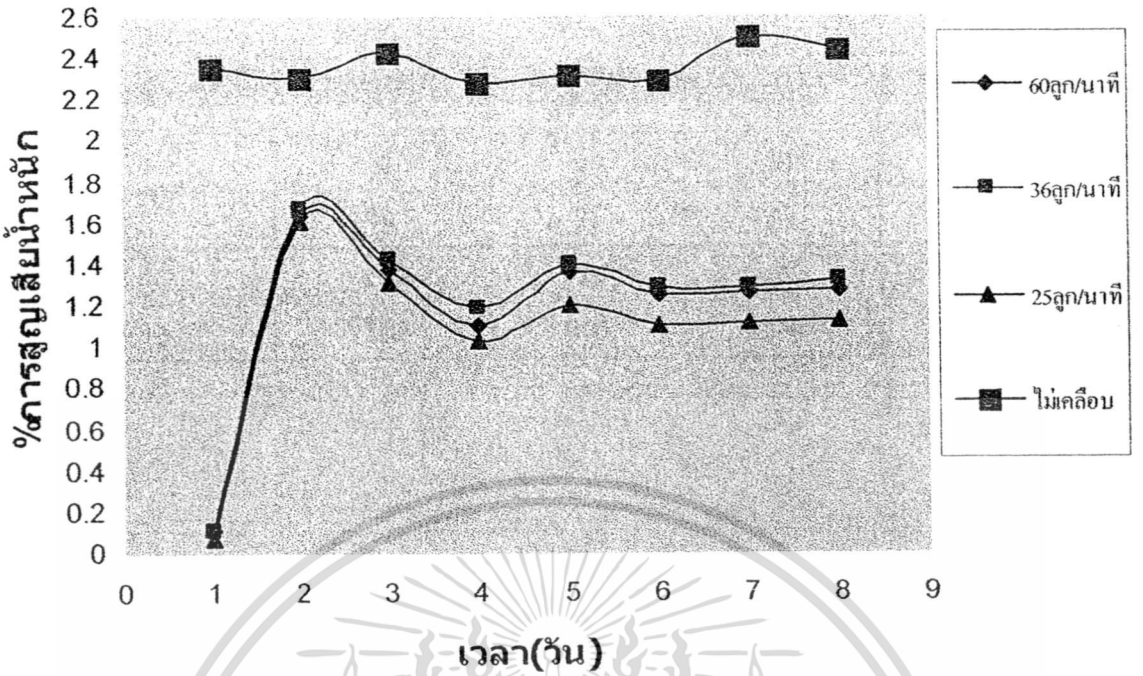


รูปที่ 5.19 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 110 rpm

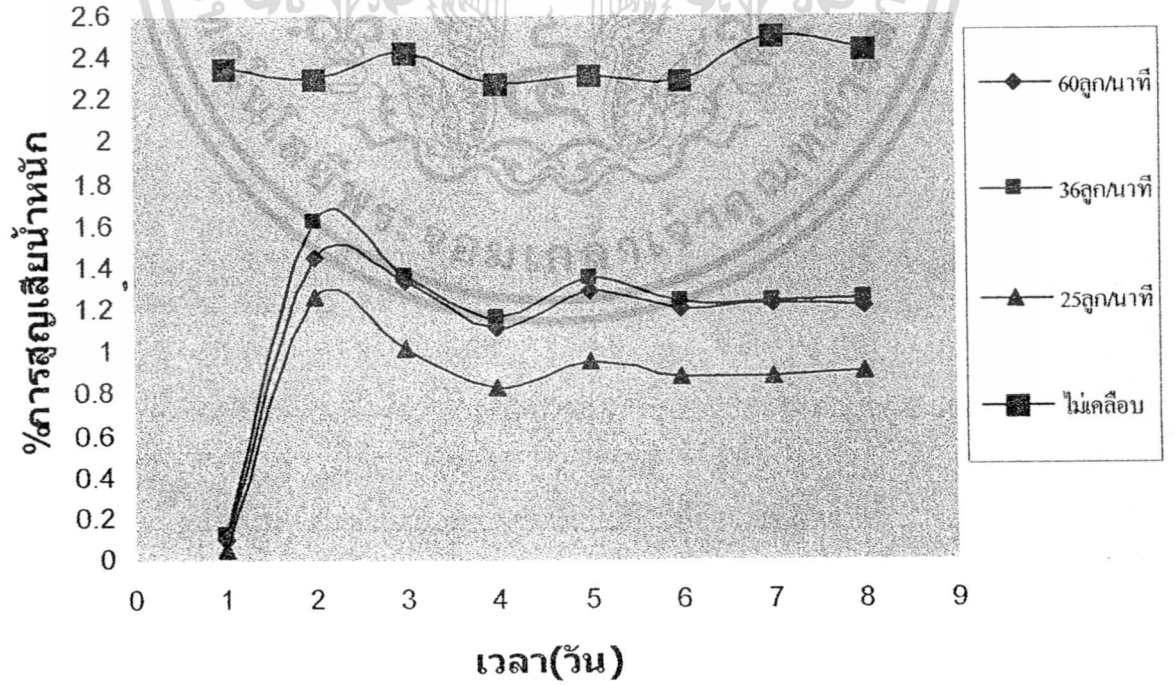


รูปที่ 5.20 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 120 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.21 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 130 rpm

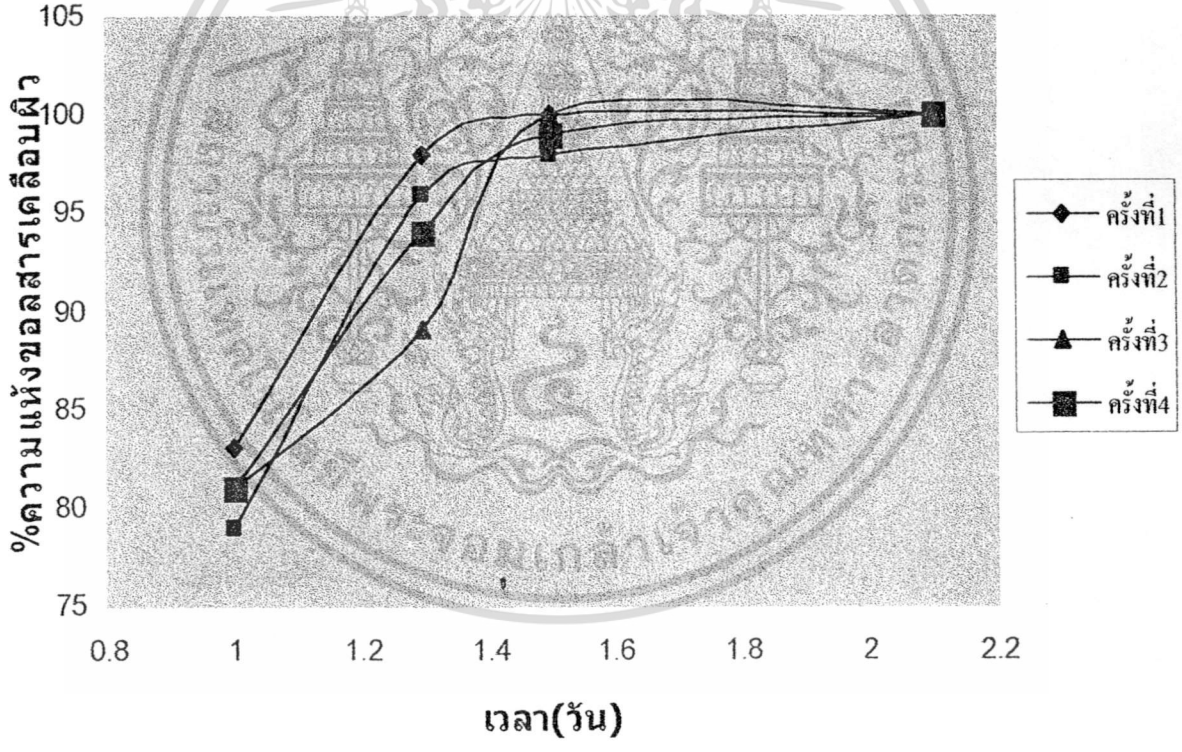


รูปที่ 5.22 การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอที่ความเร็วรอบ 140 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์ความแห้งที่อุณหภูมิ40

เวลา (นาที)	% ความแห้ง			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
1	83	79	81	81
1.3	98	96	89	94
1.5	100	98	100	99
2.1	100	100	100	100



รูปที่ 5.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความแห้งกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลที่ได้จากการทดลอง

จากการทดลองเคลือบผิวส้มโอที่สภาวะต่างๆ พบว่า ที่อัตราป้อน 60 ลูกต่อนาที สามารถเคลือบผิวส้มโอได้ 98 % ซึ่งเป็นอัตราป้อนที่เหมาสม โดยใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาของการละเหยของน้ำที่ผิว ความหนาของสารเคลือบ โดยที่ความเร็วรอบที่ 140 รอบต่อนาที อัตราการป้อนที่ 60ลูกต่อนาที สามารถลดการคายน้ำได้มากที่สุด และที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที อัตราการป้อนที่ 60 ลูกต่อนาทีมีความหนาของสารเคลือบมีขนาดใกล้เคียงกับความหนาที่ส่งออก เมื่อพิจารณารวมความเหมาะสมทั้งอัตราความทั่วถึงสูง การสูญเสียน้ำที่ผิวส้มโอต่ำ ความหนาของสารเคลือบเท่ากับมาตรฐาน พบว่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที อัตราการป้อนที่ 60ลูกต่อนาที เหมาะสมที่สุด ส่วนตู้อบใช้อุณหภูมิ 40 $^{\circ}c$ โดยเวลาอย่างน้อย 1 นาที 50 วินาทีผลส้มโอที่เคลือบออกมาจะมีความแห้งที่พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
วิจารณ์ สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

6.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบเครื่องเคลือบผิวส้มโอพบว่า สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์กล่าวคือ สามารถ เคลือบผิวส้มโอได้ทั่วลูกส้มโอ จากรูปที่ 5.7 และ รูปที่ 5.8 ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 60 ลูกต่อนาที และ ที่ความเร็วรอบ 110 รอบต่อนาที , อัตราการป้อน 60 ลูกต่อนาทีจะเห็นได้ว่าความหนาของผิวเคลือบทั้งสองมีความบางเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 5.6 ซึ่งเป็นความหนามาตรฐานในการเคลือบผิวส้มโอ ส่วนรูปที่ 5.9 เป็นรูปการเคลือบผิวที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที, อัตราการป้อน 25 ลูกต่อนาที และรูปที่ 5.10 ที่ความเร็วรอบที่เท่ากันแต่อัตราการป้อนเป็น 60 ลูกต่อนาที จะเห็นได้ว่าความหนาของผิวเคลือบจะมีความหนาเพิ่มขึ้นมาจากเดิม ความหนาของสารเคลือบผิวทั้งสองรูป มีความหนาใกล้เคียงกัน

สรุป จากการทดสอบในอัตราการป้อน ที่ 120 รอบต่อนาที , อัตราการป้อนลูกส้มโอ 25 ลูกต่อนาที และ 60 ลูกต่อนาทีตามลำดับ จากรูปที่ 5.9 และ 5.10 จะเห็นได้ว่ามีความหนาใกล้เคียงกันมากเมื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับผลส้มโอที่เป็นมาตรฐานการเคลือบผิวในรูปที่ 5.6 แต่ว่าเราจะเลือกใช้ความเร็วรอบที่ 120 รอบต่อนาทีและ อัตราการป้อน 60 ต่อลูกเพราะจะเป็นการประหยัดค่าสารเคลือบผิวมากกว่าที่เราจะใช้อัตราการป้อนที่ 25 ลูกต่อนาที

อย่างไรก็ตามการที่จะให้เครื่องเคลือบผิวส้มโอทำงานได้เต็มประสิทธิภาพที่สุดนั้นก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การคัดขนาดผลส้มโอที่ได้ขนาดมาตรฐาน , อัตราส่วนผสมระหว่างสารเคลือบผิวกับน้ำ , อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบผิวแห้ง, การฟุ้งกระจายของสารเคลือบที่ออกมาจากหัวฉีด เป็นต้น

6.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องจักร

6.2.1 ควรเลือกใช้หัวฉีดที่เหมาะสมกับแรงดันของปั๊มเพื่อให้หัวฉีดจะได้มีการกระจายเป็นฝอยได้ดีกว่านี้

6.2.2 ควรติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบ

6.2.3 ควรใช้วัสดุในการทำสายพานลำเลียงในห้องอบป้องกันสนิมหรือใช้วัสดุที่ไม่เป็นสนิม

6.2.4 ฐานของเครื่องควรจะทำแบบมีล้อ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายและมีที่ปรับระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

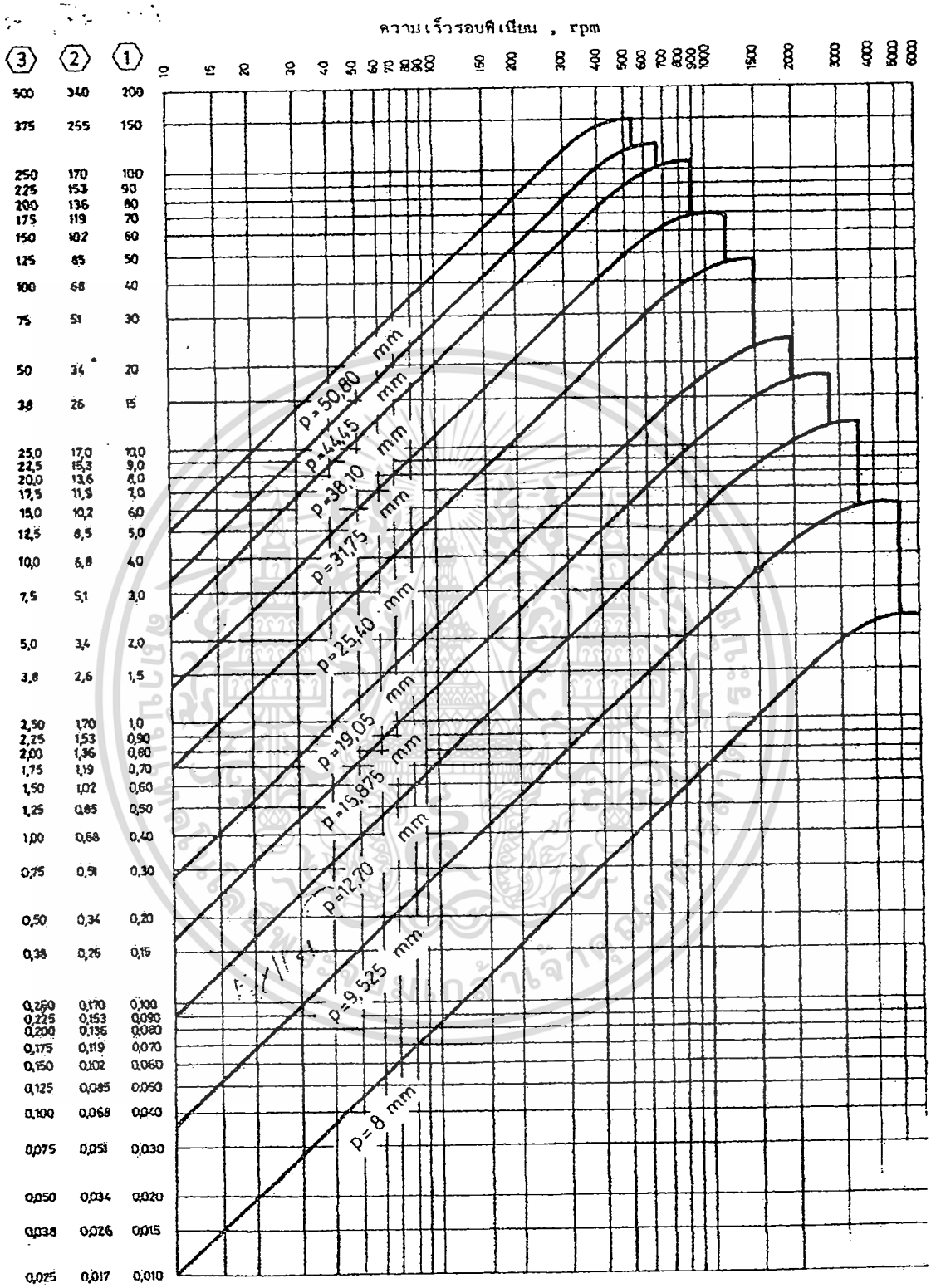
ตารางภาคผนวก ก.1 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำสม่ำเสมอ

โซ่โรลเล่อร์แบบ B				โซ่โรลเล่อร์แบบ A			
จำนวนฟันบนพิเนียน	อุปกรณ์ขับ*			จำนวนฟันบนพิเนียน	อุปกรณ์ขับ**		
	สม่ำเสมอ	กระตุกปานกลาง	กระตุกมาก		ประเภท I	ประเภท II	ประเภท III
15	1.58	1.90	2.22	15	1.20	1.30	1.40
16	1.49	1.79	2.08	16	1.11	1.20	1.30
17	1.40	1.69	1.97	17	1.03	1.12	1.21
18	1.32	1.58	1.84	18	0.98	1.06	1.14
19	1.25	1.50	1.75	ใช้กับแผนภูมิรูป 11.20			
20	1.19	1.43	1.67	19	1.20	1.30	1.40
21	1.14	1.36	1.59	20	1.12	1.21	1.31
22	1.08	1.29	1.51	21	1.06	1.15	1.24
23	1.03	1.24	1.45	22	1.01	1.09	1.18
24	0.99	1.19	1.39	23	0.96	1.04	1.12
25	0.95	1.14	1.33	24	0.93	1.01	1.09
				25	0.90	0.97	1.04

โซ่โรลเล่อร์แบบ B				โซ่โรลเล่อร์แบบ A			
จำนวนฟันบนพิเนียน	อุปกรณ์ขับ*			จำนวนฟันบนพิเนียน	อุปกรณ์ขับ**		
	สม่ำเสมอ	กระตุกปานกลาง	กระตุกมาก		ประเภท I	ประเภท II	ประเภท III
ใช้กับแผนภูมิรูป 11.18				ใช้กับแผนภูมิรูป 11.19			
11	2.16	2.59	3.02	11	1.69	1.83	1.97
12	1.95	2.38	2.78	12	1.54	1.67	1.79
13	1.84	2.21	2.57	13	1.43	1.55	1.67
14	1.69	2.03	2.36	14	1.32	1.43	1.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป ก.1 แผนภูมิที่ใช้เลือกโซ่โรลเลอร์แบบ B สำหรับพิเนียน 19 ฟัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าคาร์บอนผสม

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
1010	HR	64	42	28	67	107	45
	CD	78	68	16	63	129	55
	CDA	64	48	28	65	131	55
1020	HR	65	43	36	59	143	50
	CD	78	66	20	55	156	65
	A	57	52	37	66	111	90
	N	64	50	36	68	131	75
1030	HR&turned	72	44	31	63	140	–
	CD	84	76	16	57	177	65
	A	67	50	31	58	126	–
	N	76	51	32	61	149	–
1040	HR	91	58	27	50	201	63
	CD	100	88	17	42	207	65
	A	75	51	30	57	149	–
	N	85	50	28	55	170	60
1045	HR	98	59	24	45	212	56
	CD	103	90	14	40	217	60
	A	90	55	27	54	174	60
	N	99	61	25	49	207	–
1050	HR	105	67	15	–	–	–
	CD	114	104	9	–	–	54
	A	92	43	24	40	187	–
	N	109	62	20	39	217	–
1095	HR	142	83	18	38	295	–
	A	95	38	13	21	192	–
	N	147	73	10	14	293	–
1118	HR	75	50	35	55	140	–
	CD	85	75	25	55	170	80
	A	65	41	35	57	131	80
	N	69	46	34	66	143	80
2330	CD	105	90	20	50	212	50
	A	86	61	28	58	179	50
	N	100	68	26	56	207	–
3140	CD	107	92	17	50	212	55
	A	100	61	25	51	197	55
	N	129	87	20	58	262	–
4130	HRA	86	56	29	57	183	65
	CDA	98	87	21	52	201	70
	N	97	63	26	60	197	50
4140	HRA	90	63	27	58	187	57
	CDA	102	90	18	50	223	66
	N	148	95	18	47	302	–
4340	HRA	101	69	21	45	207	45
	CDA	110	99	16	42	223	50
	N	185	126	11	41	363	–

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 (ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ) คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
4620	HR	85	63	28	64	183	58
	CD	101	85	22	60	207	64
	A	74	54	31	60	149	55
	N	83	53	29	67	174	-
4640	CDA	117	95	15	43	235	55
	A	98	63	24	51	179	55
	N	123	87	19	51	248	-
5120	CD	92	77	20	55	187	65
	CDA	87	70	23	60	179	65
5140	CDA	105	88	18	52	212	60
52100	HRA	100	81	25	57	192	45
	HRN	185	139	13	20	363	-
6150	CDA	111	95	14	44	223	45
	N	136	89	22	61	269	-
8620	HR	89	65	25	63	192	60
	CD	102	85	22	58	212	63
	A	78	56	31	62	149	-
	N	92	52	26	60	183	-
8640	CD	140	120	11	38	277	-
	CDA	107	90	14	45	217	60
8740	HRA	95	64	25	55	190	56
	CDA	107	96	17	48	223	56
	N	135	88	16	48	269	-
9255	HRA	113	71	22	41	229	45
	N	135	84	20	43	269	-
E9310	HR	115	75	22	58	241	45
	A	119	64	17	42	241	-
	N	132	83	19	58	269	-
9440	HR	123	80	18	47	241	-
	HRA	93	59	26	53	183	-
	N	110	72	25	58	223	-

ที่มา : ASME Handbook-Material Properties, McGraw-Hill, 1954 ; Ryerson Data Book, Joseph T.Ryerson and Sons, Inc., 1965.

หมายเหตุ : HR รีดร้อน
HRA รีดร้อนและแอนนีล
CD รีดเย็น
CDA รีดเย็นและแอนนีล
HRN รีดร้อนและนอร์มัลไล
A แอนนีล
N นอร์มัลไล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และความร้อนของก๊าซที่ความดันบรรยากาศ

T (K)	ρ (kg/m³)	C_p (kJ/kg·K)	$\mu \cdot 10^7$ (N·s/m²)	$\nu \cdot 10^6$ (m²/s)	$k \cdot 10^3$ (W/m·K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m²/s)	Pr
อากาศ							
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683
600	0.5804	1.051	305.8	52.69	46.9	76.9	0.685
650	0.5356	1.063	322.5	60.21	49.7	87.3	0.690
700	0.4975	1.075	338.8	68.10	52.4	98.0	0.695
750	0.4643	1.087	354.6	76.37	54.9	109	0.702
800	0.4354	1.099	369.8	84.93	57.3	120	0.709
850	0.4097	1.110	384.3	93.80	59.6	131	0.716
900	0.3868	1.121	398.1	102.9	62.0	143	0.720
950	0.3666	1.131	411.3	112.2	64.3	155	0.723
1000	0.3482	1.141	424.4	121.9	66.7	168	0.726
1100	0.3166	1.159	449.0	141.8	71.5	195	0.728
1200	0.2902	1.175	473.0	162.9	76.3	224	0.728
1300	0.2679	1.189	496.0	185.1	82	238	0.719
1400	0.2488	1.207	530	213	91	303	0.703
1500	0.2322	1.230	557	240	100	350	0.685
1600	0.2177	1.248	584	268	106	390	0.688
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)							
280	1.9022	0.830	140	7.36	15.20	9.63	0.765
300	1.7730	0.851	149	8.40	16.55	11.0	0.766
320	1.6609	0.872	156	9.39	18.05	12.5	0.754
340	1.5618	0.891	165	10.6	19.70	14.2	0.746
360	1.4743	0.908	173	11.7	21.2	15.8	0.741
380	1.3961	0.926	181	13.0	22.75	17.6	0.737
400	1.3257	0.942	190	14.3	24.3	19.5	0.737
450	1.1782	0.981	210	17.8	28.3	24.5	0.728
500	1.0594	1.02	231	21.8	32.5	30.1	0.725
550	0.9625	1.05	251	26.1	36.6	36.2	0.721
600	0.8826	1.08	270	30.6	40.7	42.7	0.717
650	0.8143	1.10	288	35.1	44.5	49.7	0.712
700	0.7564	1.13	305	40.3	48.1	56.3	0.717
750	0.7057	1.15	321	45.5	51.7	63.7	0.714
800	0.6614	1.17	337	51.0	55.1	71.2	0.716

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. 3 (ต่อ)

T (K)	ρ (kg/m^3)	C_p (kJ/kg·K)	μ·10^7 (N·s/m^2)	ν·10^6 (m^2/s)	k·10^3 (W/m·K)	α·10^6 (m^2/s)	Pr
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)							
200	1.6888	1.045	127	7.52	17.0	9.63	0.781
220	1.5341	1.044	137	8.93	19.0	11.9	0.753
240	1.4055	1.043	147	10.5	20.6	14.1	0.744
260	1.2967	1.043	157	12.1	22.1	16.3	0.741
280	1.2038	1.042	166	13.8	23.6	18.8	0.733
300	1.1233	1.043	175	15.6	25.0	21.3	0.730
320	1.0529	1.043	184	17.5	26.3	23.9	0.730
340	0.9909	1.044	193	19.5	27.8	26.9	0.725
360	0.9357	1.045	202	21.6	29.1	29.8	0.725
380	0.8864	1.047	210	23.7	30.5	32.9	0.729
400	0.8421	1.049	218	25.9	31.8	36.0	0.719
450	0.7483	1.055	237	31.7	35.0	44.3	0.714
500	0.67352	1.065	254	37.7	38.1	53.1	0.710
550	0.61226	1.076	271	44.3	41.1	62.4	0.710
600	0.56126	1.088	286	51.0	44.0	72.1	0.707
650	0.51806	1.101	301	58.1	47.0	82.4	0.705
700	0.48102	1.114	315	65.5	50.0	93.3	0.702
750	0.44899	1.127	329	73.3	52.8	104	0.702
800	0.42095	1.140	343	81.5	55.5	116	0.705
แอมโมเนีย (NH_3)							
300	0.6894	2.158	101.5	14.7	24.7	16.6	0.887
320	0.6448	2.170	109	16.9	27.2	19.4	0.870
340	0.6059	2.192	116.5	19.2	29.3	22.1	0.872
360	0.5716	2.221	124	21.7	31.6	24.9	0.872
380	0.5410	2.254	131	24.2	34.0	27.9	0.869
400	0.5136	2.287	138	26.9	37.0	31.5	0.853
420	0.4888	2.322	145	29.7	40.4	35.6	0.833
440	0.4664	2.357	152.5	32.7	43.5	39.6	0.826
460	0.4460	2.393	159	35.7	46.3	43.4	0.822
480	0.4273	2.430	166.5	39.0	49.2	47.4	0.822
500	0.4101	2.467	173	42.2	52.5	51.9	0.813
520	0.3942	2.504	180	45.7	54.5	55.2	0.827
540	0.3795	2.540	186.5	49.1	57.5	59.7	0.824
560	0.3708	2.577	193	52.0	60.6	63.4	0.827
580	0.3533	2.613	199.5	56.5	63.8	69.1	0.817
ไอน้ำ							
380	0.5863	2.060	127.1	21.68	24.6	20.4	1.06
400	0.5542	2.014	134.4	24.25	26.1	23.4	1.04
450	0.4902	1.980	152.5	31.11	29.9	30.8	1.01
500	0.4405	1.985	170.4	38.68	33.9	38.8	0.998
550	0.4005	1.997	188.4	47.04	37.9	47.4	0.993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 ตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

ตาราง ก.5 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	Ny	Nu	Nu
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2.0	3.0-4.0	5.0-6.0
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7.0-8.0
แรง2ซ้ำทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10.0-12.0
แรงกระแทกอย่างหนัก	5.0-7.0	10.0-15.0	15.0-20.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.6 ค่าคงที่ทางกายภาพของวัสดุวิศวกรรมบางชนิด

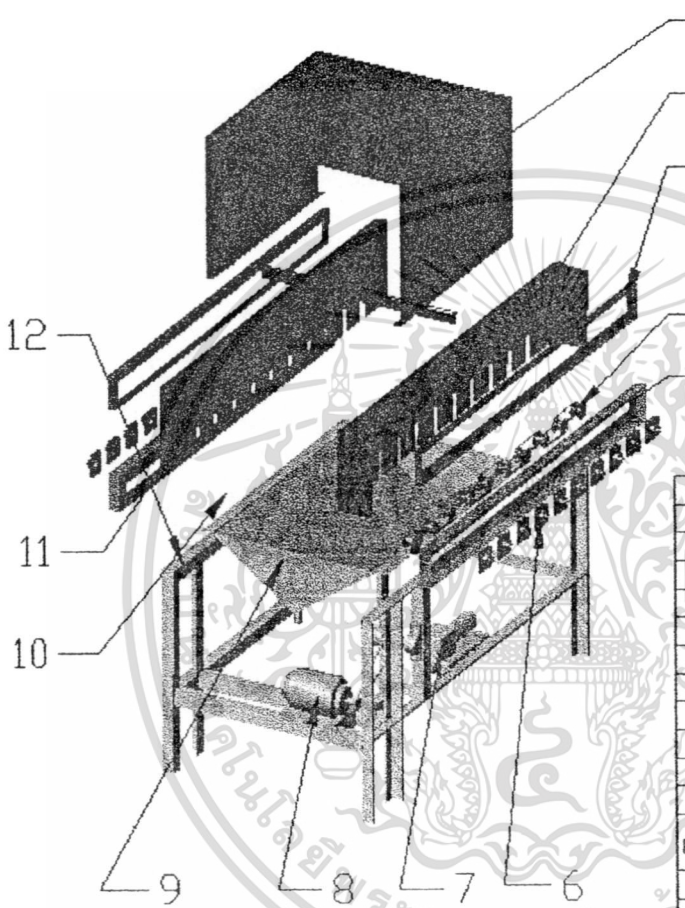
ตารางที่ ข.16 ค่าคงที่ทางกายภาพของวัสดุวิศวกรรมบางชนิด

วัสดุ	โมดูลัสความยืดหยุ่น E		โมดูลัสความแข็งแกร่ง G		อัตราส่วนปัวซอง ν	น้ำหนักจำเพาะ w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lb/in^3	lb/ft^3	kN/m^3
Aluminum(all alloys)	10.3	71.0	3.80	26.2	0.334	0.098	169	26.6
Beryllium copper	18.0	124.0	7.00	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Brass	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Carbon steel	30.0	207.0	11.50	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Cast iron, gray	14.5	100.0	6.00	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Copper	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Douglas fir	1.6	11.0	0.60	4.1	0.330	0.016	28	4.3
Glass	6.7	46.2	2.70	18.6	0.245	0.094	162	25.4
Inconel	31.0	214.0	11.00	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Lead	5.3	36.5	1.90	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Magnesium	6.5	44.8	2.40	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molybdenum	48.0	331.0	17.00	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.50	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Nickel silver	18.5	127.0	7.00	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Nickel steel	30.0	207.0	11.50	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Phosphor bronze	16.1	111.0	6.00	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Stainless steel (18-8)	27.6	190.0	10.60	73.1	0.305	0.280	484	76.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

รูปภาคผนวก ข.1 ภาพชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องเคลือบผิว



Pos No.	nomendature	No.of piece	Mat/Dim/Msc.
12	โครงเครื่องเคลือบ	1	
11	โครงยึดหัวฉีด	1	
10	เพลาขนปัด	10	
9	ถาดรองสารเคลือบผิว	1	
8	มอเตอร์	1	1 hp
7	ปั๊มสารเคลือบผิว	1	8 bar
6	แร็ง	20	
5	โครงยึดเพลาขนปัด	2	
4	ชุดขับเพลาขนปัด	1	
3	โครงยึดแผ่นกั้น	2	
2	แผ่นกั้นลูกสั้มโอ	2	
1	ห้องเคลือบผิว	1	

List of Part : ชุดเคลือบผิว

king Mungkut Institute of technology ladkrabang

scale 1:2

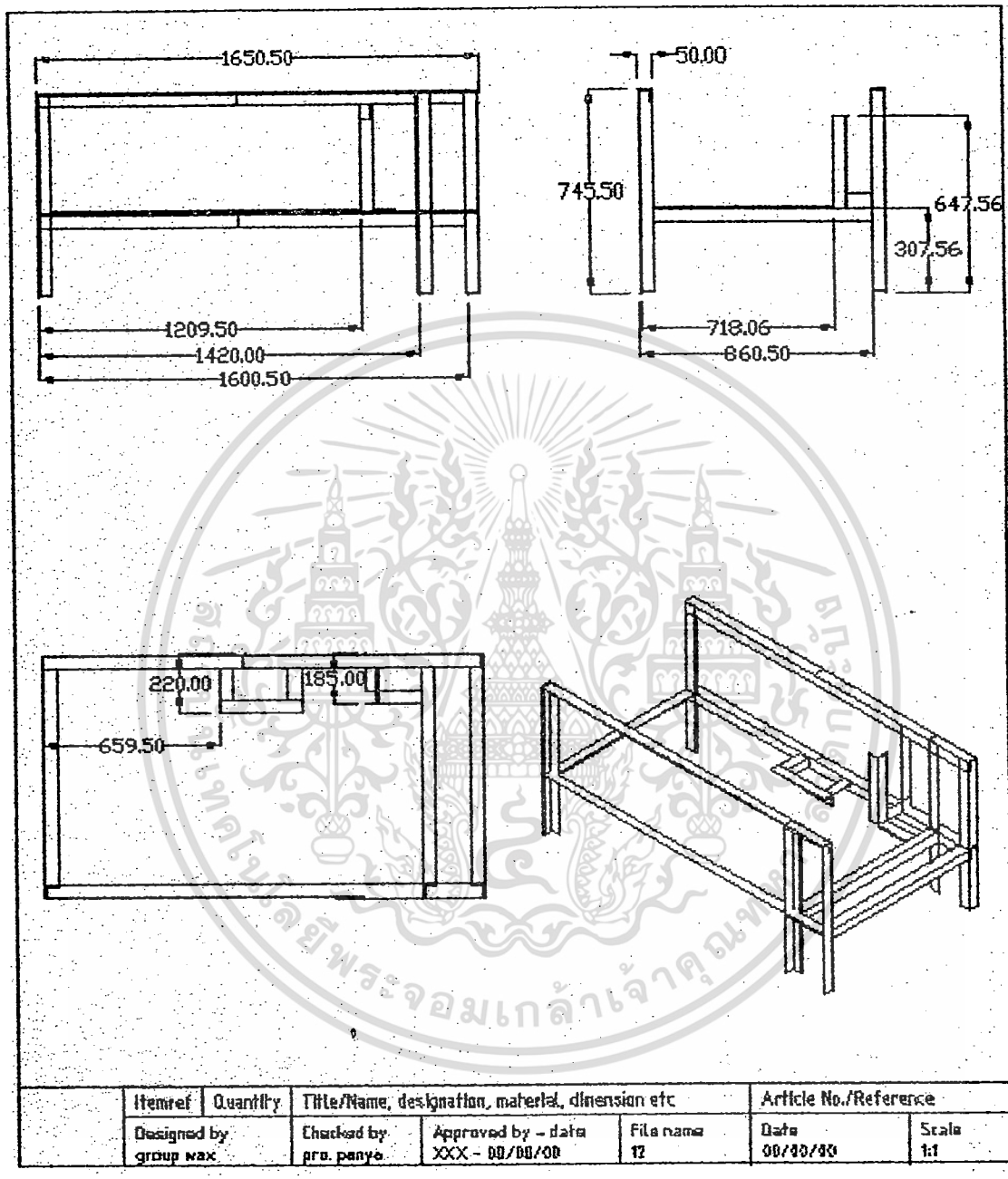
Name :

Date :

Class :

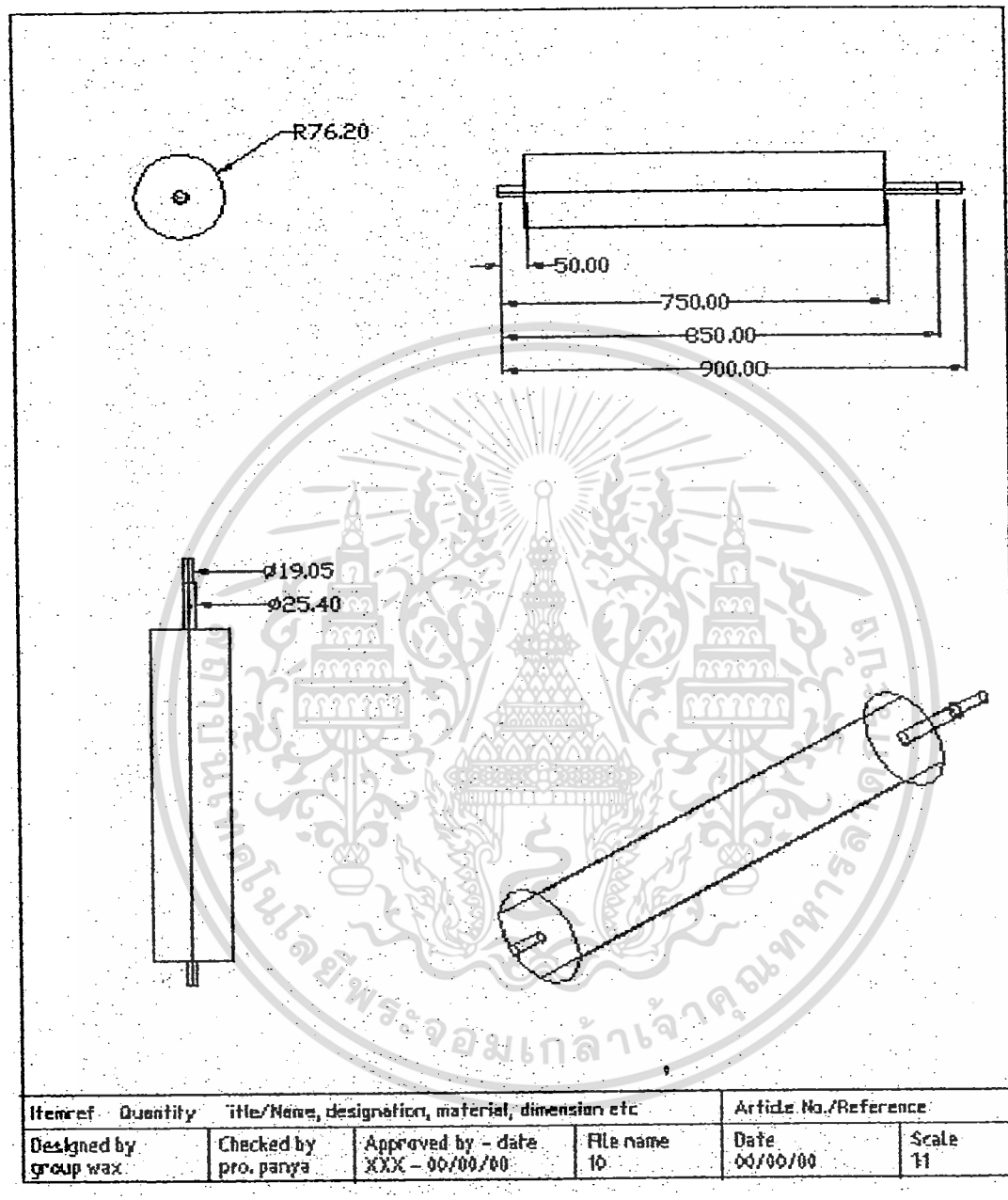
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.2 โครงสร้างของชุดเคลือบผิว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

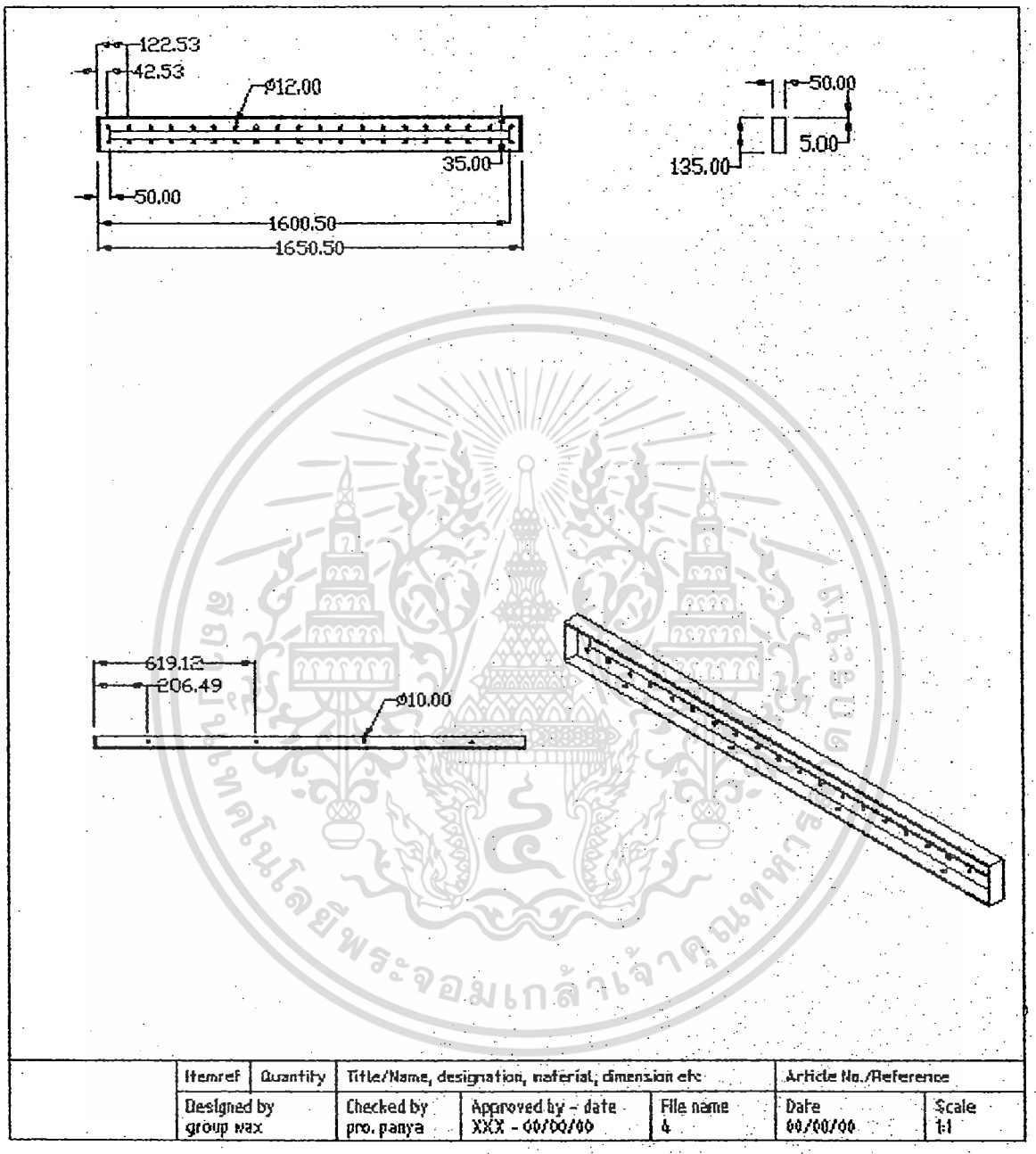
รูปภาคผนวก ข.3 แปรงลูกกลิ้ง



Itemref Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by group wax	Checked by pro. panya	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name 10	Date 00/00/00	Scale 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

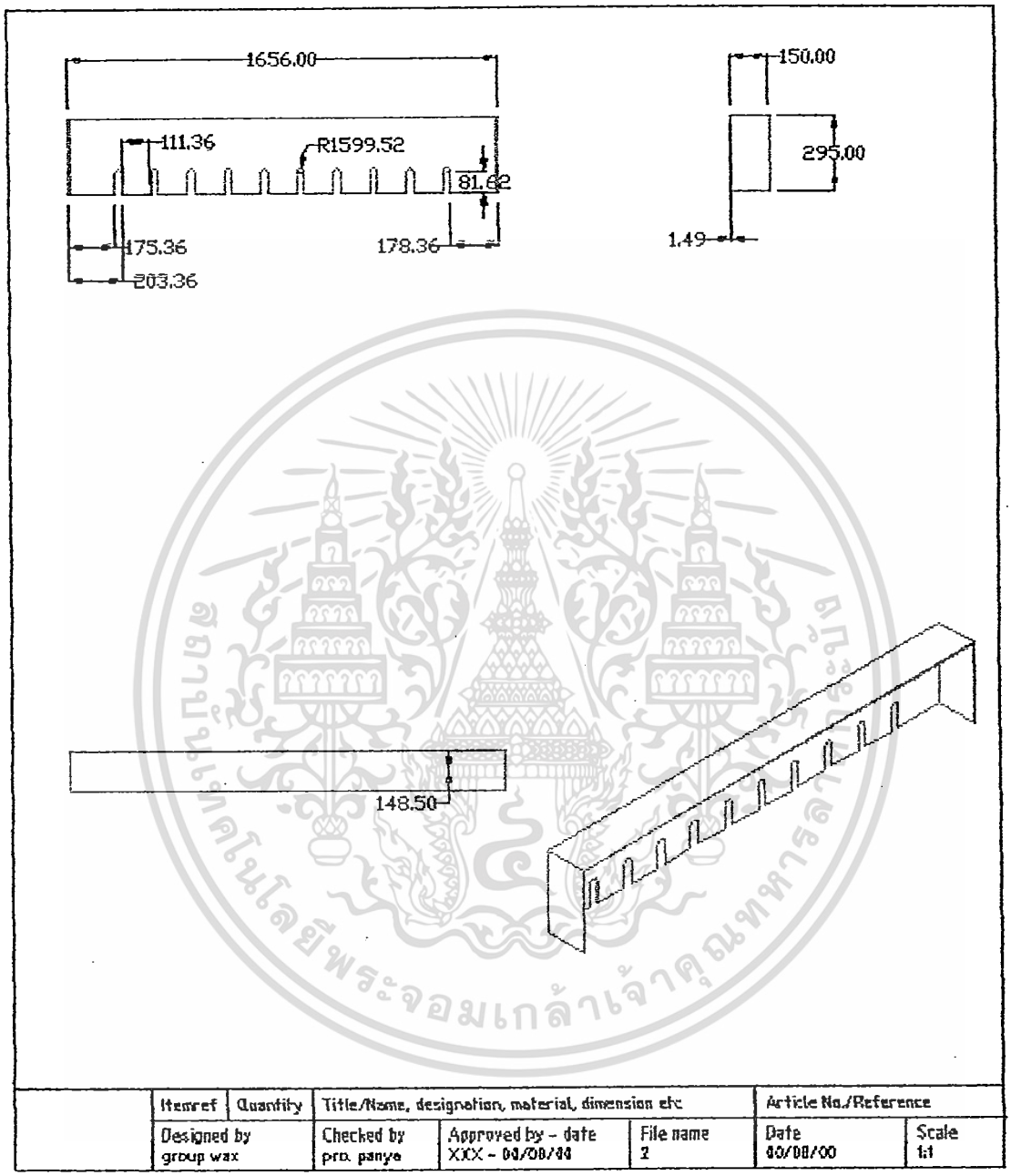
รูปภาคผนวก ข.4 โครงยึดเพลาแปรงลูกกลิ้ง



	Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
	Designed by group wax		Checked by pro. panya	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name 4	Date 00/00/00	Scale 1:1

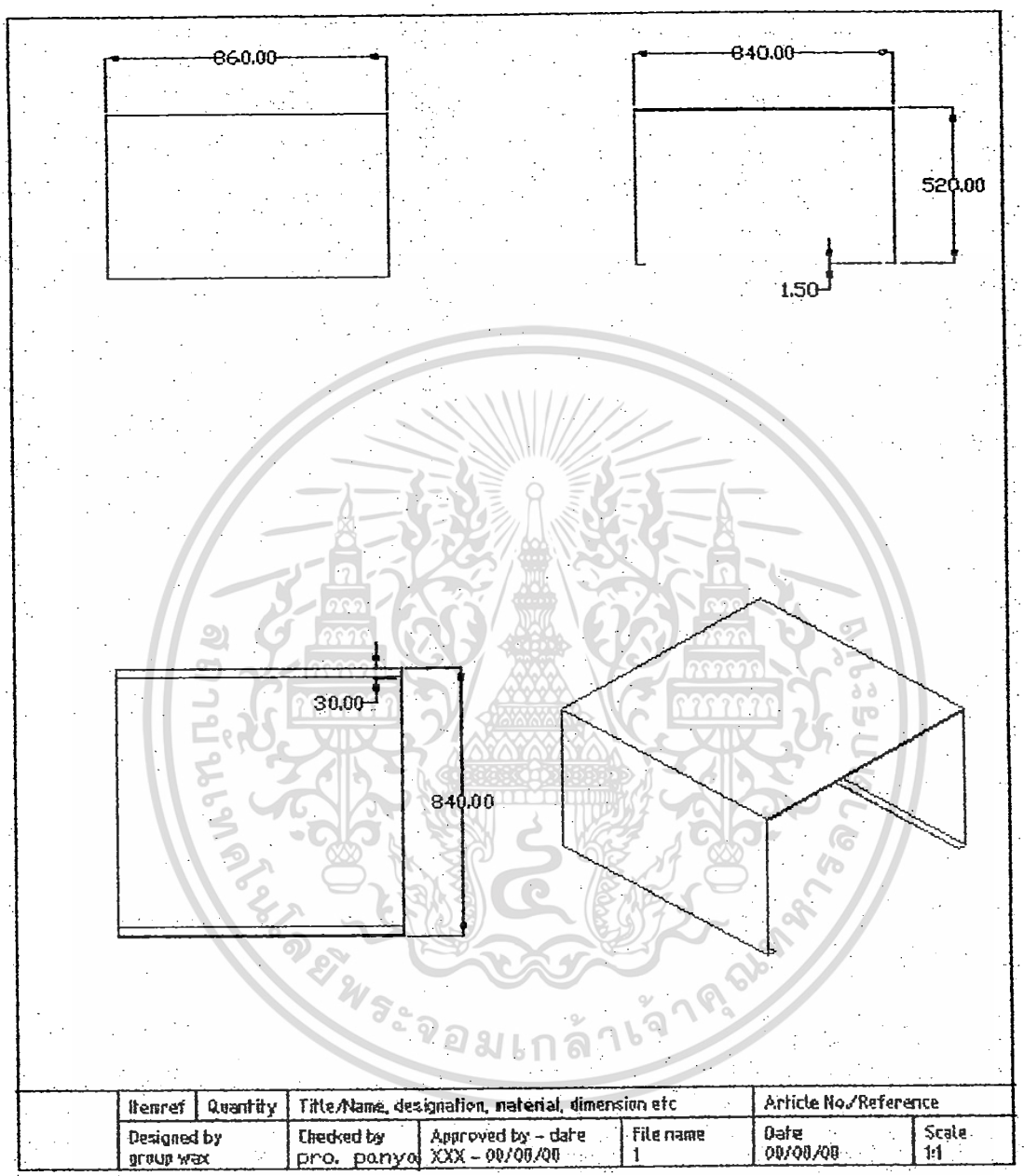
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.5 แผ่นกั้นลูกส้มโอด้านข้างบนเพลาแปรง



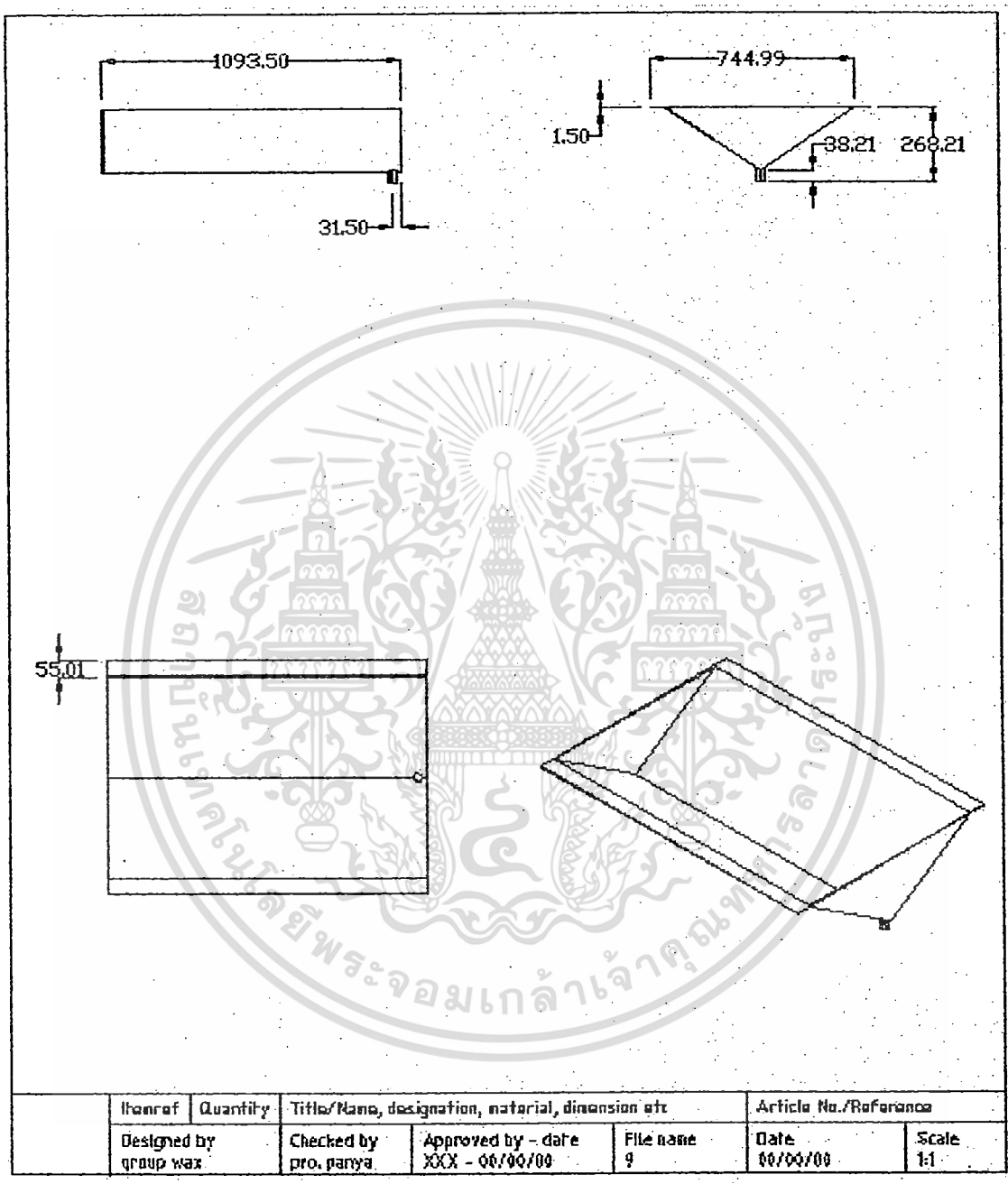
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.6 ห้องกันลมสำหรับเครื่องเคลือบผิว



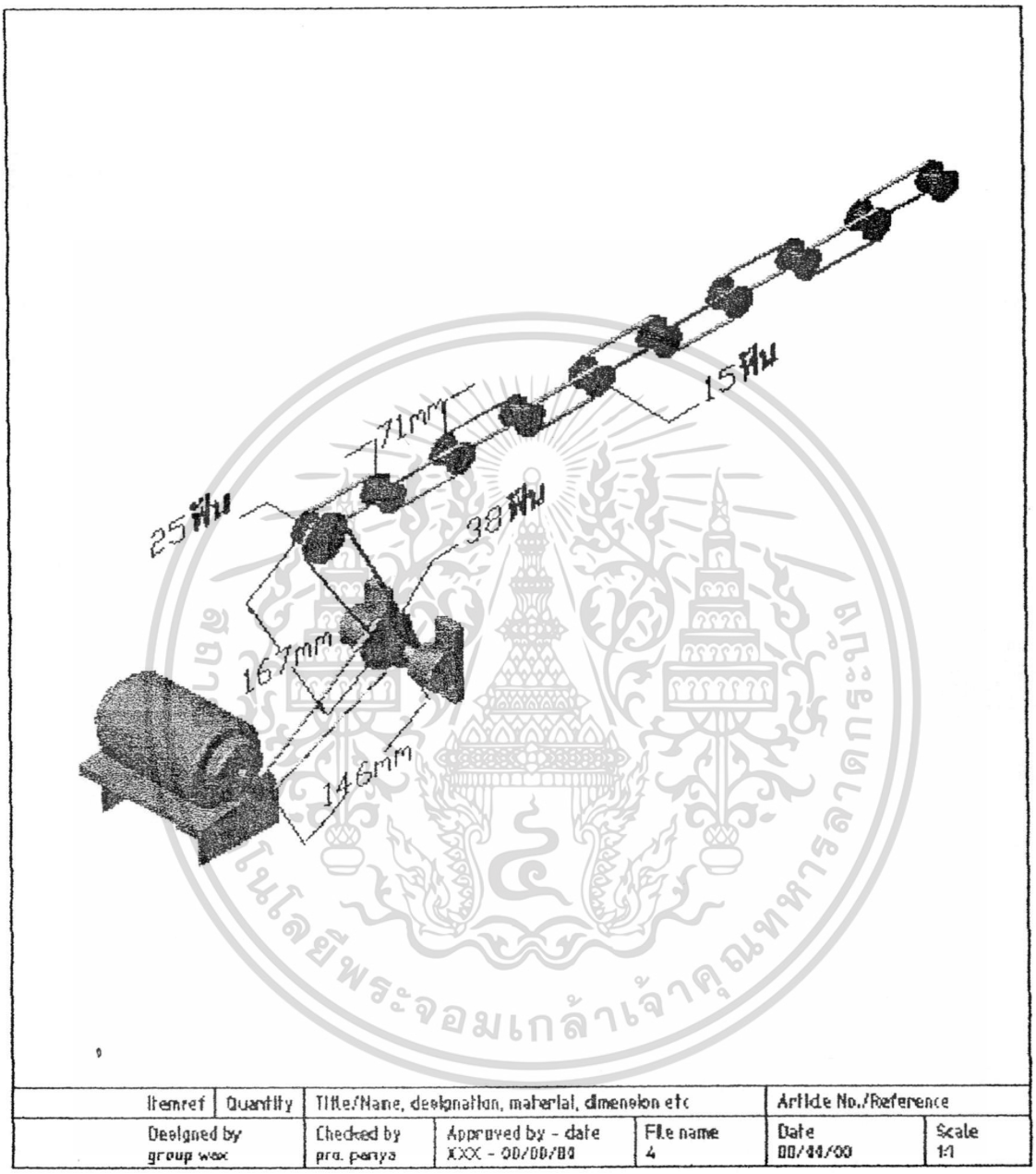
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.7 ถาดรองน้ำยาหรือสารเคลือบผิว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

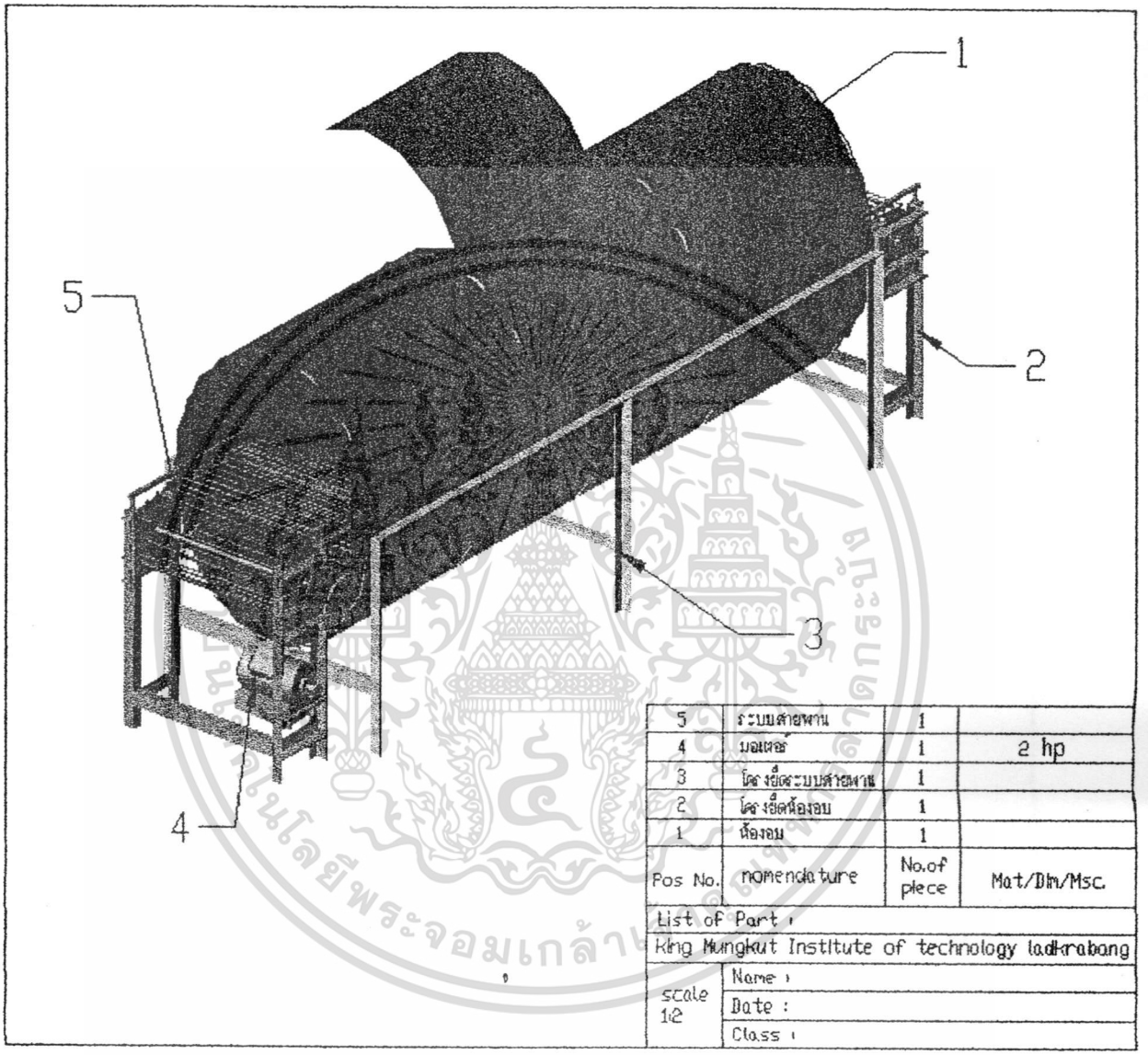
รูปภาคผนวก ข.8 ระบบส่งกำลังชุดเคลือบผิวส้มโอ



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by group wax		Checked by pro. panya	Approved by - date XXX - 00/00/00	File name 4	Date 00/00/00	Scale 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.9 ภาพชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องอบผิวส้มโอ



Pos No.	nomenclature	No.of piece	Mat/Dim/Msc.
5	ระบบสายพาน	1	
4	มอเตอร์	1	2 hp
3	โครงยึดระบบสายพาน	1	
2	โครงยึดห้องอบ	1	
1	ห้องอบ	1	

List of Part :

King Mungkut Institute of technology ladkrabang

scale 1:2

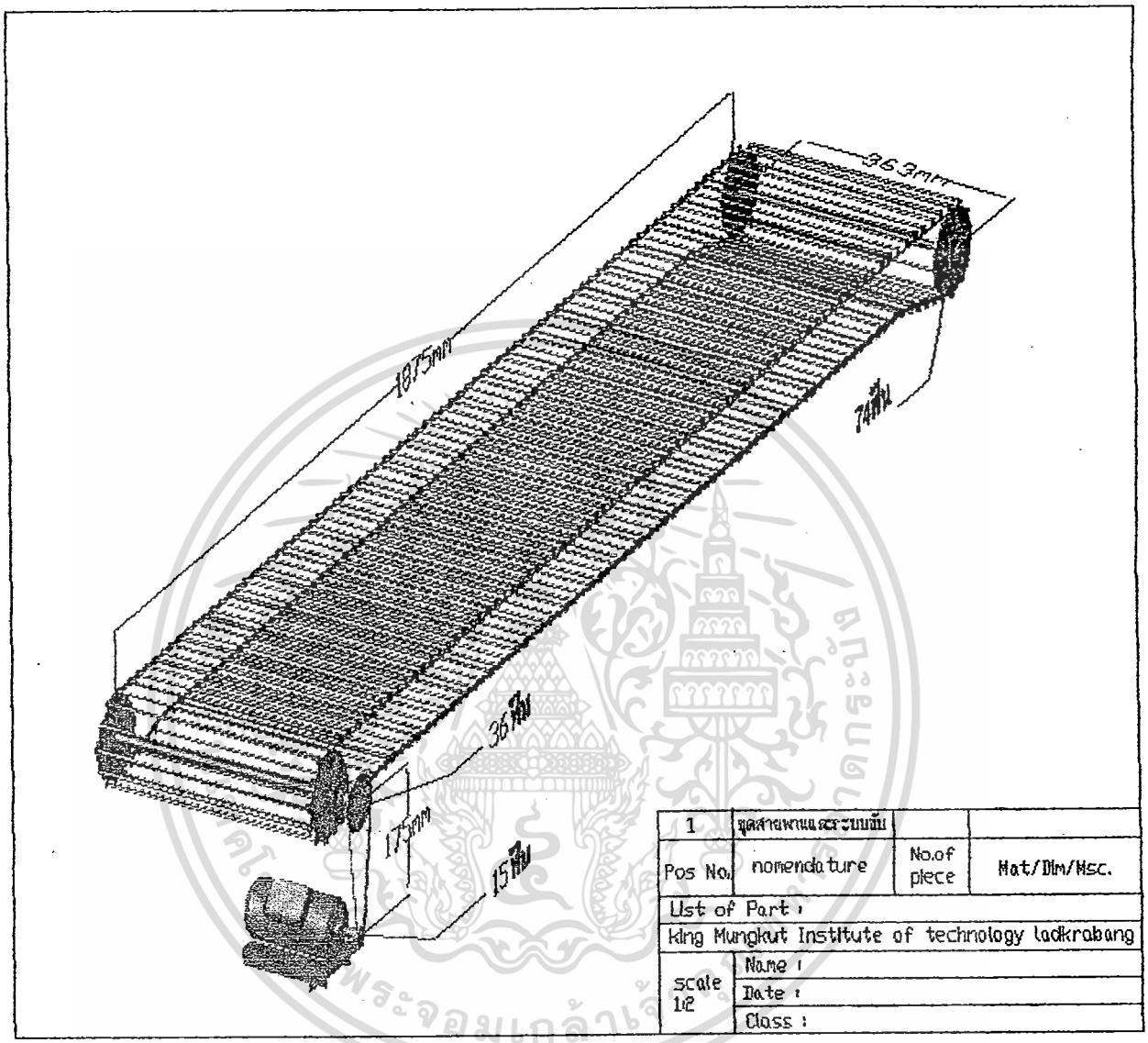
Name :

Date :

Class :

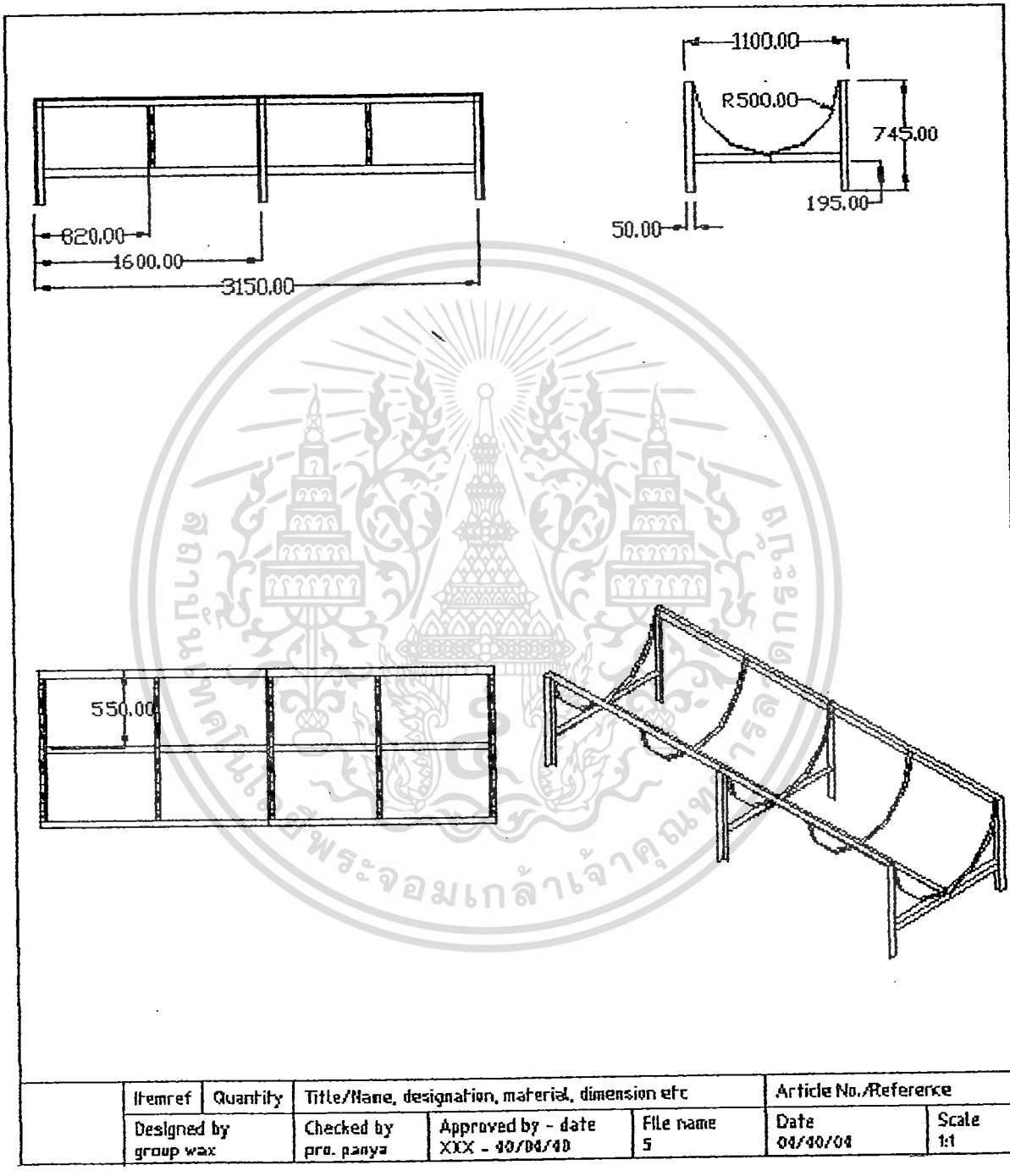
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.11 สายพานลำเลียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข.13 โครงรองรับห้องอบ



	Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
	Designed by group wax		Checked by pro. panya	Approved by - date XXX - 40/04/40	File name 5	Date 04/40/04	Scale 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ปรีดา จิตตารมย์ 2536 การพัฒนาสารเคลือบผิวสำหรับส้มเขียวหวาน วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

[2] ศ.ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ฉนัดงาน,การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ซี เอ็ดยูเคชั่น 2544

[3] ศ.ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ฉนัดงาน,การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ซี เอ็ดยูเคชั่น 2544

[4] รศ.มนตรี พิรุณเกษตร ,การถ่ายเทความร้อน ,กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์ ซี เอ็ดยูเคชั่น 2544

[5] วรรณวาท แก้วดำแสน,กองส่งเสริมพืชสวน, กองเกษตรสัมพันธ์ 2545

[6] Ferdinand P.Beer and E.Russell Johnston, Jr. "Mechanical of Materials" Secound Edition Coppyright 1992 by Mcgraw-Hill Inc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้