สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC ORANGE JUICE MACHINE

โดย

นายชนะทิศ วรเดชมงคล

นายณัฐกานต์ โฆสิตาภา

นายนพดล แขวงนคร

นายวศิน สารวิทย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36742
วัน, เดือน, ปี.....28 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2542

เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC ORANGE JUICE MACHINE

โดย

นายชนะทิศ วรเดชมงคล

นายณัฐกานต์ โฆสิตาภา

นายนพดล แขวงนคร

นายวศิน สารวิทย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พิชิต กิตตินนท์

อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นายชนะทิศ วรเดชมงคล
2. นายณัฐกานต์ โฆสิตาภา
3. นายนพดล แขวงนคร
4. นายวศิน สารวิทย์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พิชิต กิตตินนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

นายชนะทิศ วรเดชมงคล
นายณัฐกานต์ โฆสิตาภา
นายนพดล แขวงนคร
นายวศิน สารวิทย์
อาจารย์พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

การออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ให้กับส้มได้หลายขนาด การทำงานให้ระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้า ใช้กระบอกสูบนิวแมติกส์ 1 กระบอกบีบผลส้มครั้งละ 2 ผล โดยมีการป้อนผลส้มสู่ชุดจานจ่าย จานจ่ายนี้จะทำหน้าที่จ่ายผลส้มให้ชุดบีบผลส้มที่ละลูก ซึ่งหัวกดนี้ได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นกรวยมุม 60 องศา และมีใบมีดติดอยู่เพื่อช่วยแหวกเปลือกส้มและกรีดเปลือกส้ม ทำให้น้ำส้มไหลออกดีและมีรสขมน้อย สำหรับเปลือกส้มที่ติดอยู่ที่กรวยนั้น จะมีสปริงดีดผลส้มออกลงสู่ถังใส่เปลือกส้ม จากผลการทดลองเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติสามารถคั้นน้ำส้มได้ดีที่ความดันลมป้อนเข้าสู่ระบบเป็น 3 บาร์ เวลากดค้างของหัวกด 4 วินาที ซึ่งจะได้อัตราการคั้นส้มประมาณ 1093 ผลต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC ORANGE JUICE MACHINE

Chanatid Waradedmongkol
Nattakarn Kositapa
Noppadol Kaengnakorn
Wasin Sarawit
Pichit Kittinont Advisor
Sunyaluk Gingtong Advisor

Abstract

The objective of automatic juice extractor design is to develop appropriate process for extracting the various sizes of oranges. This process works under the pneumatic system which is controlled by electricity. A pneumatic cylinder can squeezes two oranges per time then , proceed orange to distributed dish set which supply each one to squeeze set. The description of cone head design is cone at 60 degree and has a knife to open an orange skin. For this method, the orange juice has more and less bitter. The remaining, orange skin, on cone has spring to push the orange into bin. From this experiment, the automatic juice extractor ability crush orange juice very much at three bar in pressure and press sleepily for four seconds of cone head to gain the rate of the juice extractor about 1093 pieces per hour.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	ก
สารบาญภาพ	ข
สารบาญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	27
บทที่ 4 การทดลองเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	56
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	66
ภาคผนวก	68
กิตติกรรมประกาศ	72
เอกสารอ้างอิง	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 รูปลักษณะการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเชิงเรขาคณิต	10
2.2 การหมุนของวัสดุทรงกลมที่แข็งบนพื้นที่ที่การยุบตัว	11
2.3 การหาชนิดของเครื่องอัดสำหรับงานต่าง ๆ	14
2.4 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ	15
2.5 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม	15
2.6 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี	16
2.7 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบสกรู	16
2.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน	17
2.9 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบกังหัน	17
2.10 ถังพักลมอัดแบบนอน	18
2.11 ถังพักลมอัดแบบตั้ง	19
2.12 ชุดปรับปรุงคุณภาพลม	20
2.13 วาล์วลดความดันชนิดที่ใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ	21
2.14 วาล์วลดความดันชนิดใช้แรงดันสมดุลทั้งสองข้าง	21
2.15 โครงสร้างภายในของอุปกรณ์หล่อลื่นอัตโนมัติ	22
2.16 ลักษณะข้อต่อลมชนิดต่าง ๆ	23
3.1 การทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติที่สัมพันธ์กับชิ้นส่วนต่าง ๆ	27
3.2 วงจรการทำงานของนิวแมติก	29
3.3 รูปกรวยไม่มีใบมีดและรูปกรวยมีใบมีด	30
3.4 ชุดบีบผลส้มส่วนหัวที่ติดกระบอกสูบ	32
3.5 ชุดหัวบีบผลส้มด้านท้าย	33
3.6 ชุดจานจ่ายส่วนบน	34
3.7 ชุดจานจ่ายส่วนกลาง	34
3.8 ชุดจานจ่ายส่วนล่าง	34
3.9 ชุดของถังใส่ผลส้ม รางปือนและท่อ	35
3.10 Top View ของถังผลส้ม ราง ท่อ ถังใส่น้ำส้มและถังใส่เปลือกส้ม	35
3.11 Top View ของชุดบีบผลส้ม ตะแกรง และจานจ่าย	36
3.12 Isometric ของชุดบีบผลส้ม ตะแกรงและจานจ่าย	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.13 Top View ของโครงสร้าง	38
3.14 โครงสร้าง	39
3.15 เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	40
3.16 ถังใส่ผลส้มและรางป้อน	41
3.17 ท่อทั้ง 2 ข้าง	42
3.18 จานหมุน	42
3.19 ชุดเฟืองทด	43
3.20 ชุดควบคุม	44
3.21 ถาดรองรับผลส้ม	51
3.22 เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	52
3.23 ถังใส่น้ำส้มและถังใส่เปลือกส้ม	52
3.24 หัวบีบน้ำส้มด้านท้าย	53
3.25 แผงวงจรนิวแมติก	53
3.26 การทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	54
3.27 ผลส้มขณะอยู่ในจานจ่าย	54
3.28 การทำงานระหว่างการคั้น	55
3.29 ลักษณะผลส้มที่ถูกบีบ	55
4.1 เปอร์เซ็นต์น้ำส้มและเวลากดค้างที่ 3 บาร์ กดค้าง 4 วินาที	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 การหาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบกรวยไม่มีใบมีดมุม 60 องศา	56
4.2 การหาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบมีใบมีดมุม 60 องศา	57
4.3 การหาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบกรวยไม่มีใบมีดมุม 90 องศา	58
4.4 การหาความดันที่เหมาะสมในการคั้นส้มครั้งที่ 1	62
4.5 การหาความดันที่เหมาะสมในการคั้นส้มครั้งที่ 2	63
4.6 การหาความดันที่เหมาะสมในการคั้นส้มครั้งที่ 3	63
4.7 การคั้นน้ำส้มด้วยมือครั้งที่ 1	64
4.8 การคั้นน้ำส้มด้วยมือครั้งที่ 2	64
4.9 การคั้นน้ำส้มด้วยมือครั้งที่ 3	64
4.10 อัตราการคั้นน้ำส้มที่ 3 บาร์ กดค้าง 4 วินาที	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงการ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ผลไม้เป็นสินค้าที่เน่าเสียง่าย (Perishable Goods) และหลายชนิดมีแนวโน้มที่จะขยายการเพาะปลูกกันมากขึ้น การบริโภคสดและการส่งออกเป็นทางระบายของชนิดสินค้าได้ทางหนึ่งเท่านั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาทางออกทางด้านอื่นมาเสริม นั่นคือ การนำผลไม้เข้าสู่วงจรอุตสาหกรรม การแปรรูปผลไม้ช่วยขจัดปัญหาการเน่าเสียง่ายของผลไม้ อุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้สามารถบรรเทาปัญหาผลไม้ล้นตลาด หรือเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยพยุงหรือยกระดับราคาผลไม้ให้กับชาวสวน ขณะเดียวกันก็สร้างรายได้ให้กับประเทศในการส่งออก

ส้ม เป็นผลไม้ที่จัดว่าเป็นที่นิยมบริโภคชนิดหนึ่ง เป็นผลไม้ที่รับประทานได้ทุกชนชั้น และมีผู้บริโภคในปริมาณที่มากกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ เนื่องจากส้มเป็นผลไม้ที่มีราคาไม่แพงนักและยังสามารถบังคับให้มีผลผลิตออกสู่ตลาดทุกฤดูกาล อีกทั้งส้มยังมีคุณค่าทางอาหารหลายอย่าง อาทิ เช่น วิตามิน (A,B1, B2,C etc.) และเกลือแร่ต่าง ๆ (แคลเซียม, เหล็ก, ฟอสฟอรัส ฯลฯ) การแปรรูปผลไม้ต่าง ๆ ที่นิยมกันในปัจจุบัน ได้แก่ น้ำผลไม้กระป๋อง หรือ บรรจุกล่อง

จากการคาดคะเนแนวโน้มของตลาด และปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรเมื่อเกิดภาวะล้นตลาดหรือราคาตกต่ำ ทางผู้จัดทำโครงงานจึงมีความต้องการที่จะทำการศึกษาและทดลองสร้างเครื่องสาธิตทดลองที่จะใช้ในการคั้นน้ำส้ม ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการคั้นน้ำส้มออกจากผลส้ม โดยช่วยประหยัดเวลาและแรงงานคนในการคั้นน้ำส้ม โดยเรียกโครงการที่ทำการศึกษาทดลองนี้ว่า "โครงการเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ(AUTOMATIC ORANGE JUICE MACHINE)"

เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัตินั้น ไม่เหมือนอุปกรณ์คั้นน้ำส้มธรรมดาทั่วไป แต่เป็นเครื่องที่สามารถทำการคั้นน้ำส้มอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการทำงานส่วนใหญ่จะถูกควบคุมให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง โดยหวังว่าหากมีการปรับปรุง และประยุกต์เครื่องนี้ให้เหมาะสมมากขึ้นแล้ว จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในอุตสาหกรรมได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาถึงการออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆวิธีการใช้เครื่องมือและเครื่องจักรและกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

1.2.2 ศึกษาถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ และวงจรเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นทำให้เครื่องสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ศึกษาคุณภาพและเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของส้ม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

โครงงานทางวิศวกรรมนี้จำเป็นที่ต้องใช้ความรู้หลาย ๆ ด้าน เพื่อนำมาใช้ในการสร้างเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัตินี้ขึ้นมา และคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ท่านอื่น ๆ บุคลากร และ ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้กับโครงงานนี้ ทั้งนี้เพื่อที่จะสร้างเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติอย่างง่ายขึ้น โดยให้มีการทำงานอย่างอัตโนมัติ

1.3.1 สามารถเลือกและใช้เครื่องมือเครื่องจักรในการทำงานได้อย่างเหมาะสม และถูกวิธี

1.3.2 สามารถเลือกวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัตินี้

1.3.3 เขียนวงจรควบคุมเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่อง ให้ทำงานแบบอัตโนมัติ

1.3.4 ทำให้เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

1.3.5 ประยุกต์เพื่อที่จะสามารถนำเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัตินี้ไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การจำแนกพืชตระกูลส้ม

พืชตระกูลส้มหรืออีหรุด (Rutacfae : Rue Family) นี้ มีสมาชิกจำนวน 130 สกุล และ 1500 ชนิด พบได้ในแถบหนาวและแถบกึ่งร้อนของซีกโลกเหนือและใต้ ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอยู่ในประเทศอัฟริกาตอนใต้และออสเตรเลีย พืชในตระกูลนี้มีทั้งที่เป็นไม้ยืนต้น ไม้ล้มลุกและไม้พุ่ม ใบมีทั้งชนิดใบเดี่ยวและใบประกอบ ซึ่งมีลักษณะแบบนิ้วมือและขนนก ส่วนของใบนี้อาจมีการลดรูปเป็นหนามด้วย ใบมีการเรียงตัวแบบตรงข้าม หรือสลับไม่มีหูใบ

การจัดจำแนกพืชตระกูลนี้สามารถแบ่งออกได้ 7 ตระกูลย่อย ซึ่งตระกูลย่อยที่สำคัญที่สุดได้แก่ ตระกูลย่อยของส้ม (Orange Subfamily : Aurantioideae) ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นไม้ผลเศรษฐกิจมากมาย เช่น ส้มต่าง ๆ (Citrus spp.) และผลไม้ที่มีคุณค่าในการเป็นต้นตอของไม้ผลเศรษฐกิจ ตัวอย่างเช่น มะขวิด (Indian wood apple : *Feronia limonia* (1..) Swing) มะตูม (Indian bael fruit ot bale fruit : *Aegle marmelos* (L.) Corr.) ส้มสามใบ (Trifoliate orange : *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) และคัมควอท (round Kumquat : *F. magarita* (Lour.) Swing.)

จากพืชสมาชิกมากมายของตระกูลนี้ มีเพียงสกุลส้ม (Citrus) เท่านั้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยจากที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อน โดยเฉพาะในสภาพแถบกึ่งร้อนของภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียน ที่ปลูกเพื่อผลิตเป็นการค้า

2.2 โครงสร้างของพืชสกุลส้ม

โครงสร้างของพืชสกุลส้ม พอจำแนกได้ ดังนี้

2.2.1 นิสัยการเจริญเติบโต : เป็นไม่ยืนต้นหรือไม่พุ่ม ชนิดไม้ผลัดใบ มีความสูงประมาณ 10 เมตร หรือมากกว่า ทุกส่วนของโครงสร้างประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่เป็นต่อมให้น้ำยาง มักมีการเจริญเติบโตทางลำต้นปีละ 3 ครั้ง สลับกับช่วงพักตัว

2.2.2 ลำต้น : เป็นเนื้อไม้แข็งมาก ลักษณะลำต้นมีลำต้นประธานอันเดียว กิ่งก้านหลักแตกห่างจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร บริเวณใกล้กับตาที่ง่ามใบอาจพบมีหนามอยู่ หรืออาจพบเกิดในส่วนยอดอ่อนเท่านั้นก็ได้

2.2.3ใบ : เป็นลักษณะของใบเดี่ยว(Unifoliate) ส่วนของก้านใบมีลักษณะเป็นปีก (Wing) มีรูหายใจเฉพาะที่ผิวใบด้านท้องเท่านั้น เนื้อเยื่อชั้นพาลิเสด (Palisade Layer) ของใบจะมีต่อมน้ำมันอยู่ ส่วนของใบนี้มีอายุยาวได้ถึง 1 ปี หรือมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ดอก : เกิดที่ง่ามในของกิ่งที่เจริญเติบโตใหม่ ๆ เป็นชนิดช่อดอกขนาดเล็ก หรือดอกเดี่ยว มีลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 – 4 เซนติเมตร ดอกมีกลิ่นหอม กลีบเลี้ยงมีรูปร่างคล้ายถ้วยยื่นออกไป มีจำนวน 3 – 5 กลีบ และไม่หลุดร่วง กลีบดอกมักมีสีขาว จำนวน 4 – 8 กลีบ แต่มักพบมีจำนวน 5 กลีบ ส่วนของกลีบดอกนี้จะมีต่อมน้ำมันปรากฏอยู่ด้วย เกสรตัวผู้มีจำนวน 20 – 40 อัน แยกกันเป็นกลุ่ม ๆ ด้วย ฐานที่เชื่อมติดกับก้านเกสรตัวผู้มีสีขาว อับเกสรตัวผู้มีสีเหลืองแบ่งออกเป็น 4 ช่อง เกสรตัวเมียมียอดเป็นตุ่มก้านเกสรตัวเมียมีลักษณะสั้นและหลุดล่วงไปได้ ส่วนรังไข่ของเกสรตัวเมียอยู่บนแผ่นกลมเป็นชนิดรังไข่แบบ superior แบ่งเป็น 8 – 15 ช่อง แต่ละช่องของรังไข่นี้มีไข่อยู่ 2 แถว แต่บางชนิดก็พบเป็นรังไข่ที่ฝ่อ ระยะที่เกสรตัวเมียพร้อมจะผสม จะผลิตของเหลวที่มีรสหวาน ซึ่งพบได้บริเวณตุ่มส่วนยอดของเกสรตัวเมียนั้น

2.2.5 ผล : จัดเป็นแบบ Berry ชนิดพิเศษ ที่เรียกว่า Hesperidium ส่วนของเปลือกผลที่หุ้มอยู่แบ่งแยกได้ 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุด (Exocarp : Flavedo) มีสีเขียวเนื่องจากเม็ดสีของคลอโรฟิลและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือสีส้มของเม็ดสีแซนโธฟิลล์และแคโรทีนเมื่อสุก ถัดเข้ามาเป็นเปลือกชั้นกลาง (Mesocarp : Albedo) ส่วนนี้ไม่มีสี มีส่วนประกอบเป็นพวกเพคติน ไกลโคไซด์ วิตามินซี และน้ำตาล ด้านในสุดเป็นเปลือกชั้นใน (Endocarp : Rag) ลักษณะเป็นเยื่อโปร่งใสหุ้มรอบช่องของรังไข่ หรือกลีบของผลส้ม เห็นเป็นขนจากผนังชั้นในของช่องรังไข่จำนวนมากมาย และมีน้ำบรรจุอยู่ภายใน ฉะนั้นเปลือกชั้นในจึงเกิดลักษณะของถุงน้ำ (Pulp Vesicles) เรียกว่า กุ้ง (Juice Sac) เป็นส่วนของน้ำภายในตัวกุ้งจะเป็นน้ำตาลและเกรด ซึ่งส่วนมากจะเป็นกรดน้ำส้ม (Citric Acid)

2.2.6 เมล็ด : มีขนาดรูปร่าง และจำนวนแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ ทั้งอาจพบว่าไม่มีเมล็ดก็ได้

2.3 การแบ่งกลุ่มพืชตระกูลส้ม

พืชตระกูลส้มสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. กลุ่มของส้มเกลี้ยงแล้ส้มตรา (Oranges group)
2. กลุ่มของส้มจีน,ส้มเขียวหวาน (Mandarins group)
3. กลุ่มของส้มโอและเกรฟฟรุ้ท (Pomelo and Grapefruits)
4. กลุ่มของมะนาว (Common Acid Mebers group)

2.4 ส้มเขียวหวาน

ส้มผลไม้ทรงค่อนข้างกลม แป้นเล็กน้อย มีผิวเขียวอมเหลืองจนถึงเหลืองเข้ม ขนาดผลเล็กใหญ่ต่างกันไป มองหาได้ง่าย เกือบกล่าวได้ว่าทุกสถานที่และทุกช่วงเวลา เป็นผลไม้ที่รู้จักกันดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และนิยมบริโภคกันทั่วไปทั้งในรูปของหวานหลังอาหารแต่ละมื้อ หรือในยามว่าง หรือในรูปของน้ำส้มคั้น ซึ่งนอกจากจะให้คุณค่าทางอาหารสูงแล้ว การบริโภคในลักษณะที่รวมทั้งเส้นใยและกากก็จะทำหน้าที่เป็นยาระบายอย่างอ่อน ๆ ได้อย่างดี จากคุณประโยชน์ที่มากหลายของส้ม จึงเหมาะต่อการลงทุนปลูกไม่ว่าเป็นงานอดิเรก ประดับสถานที่ เพื่อการศึกษา หรือเพื่อการค้าก็ตาม ฉะนั้นมารู้จักเข้าใจส้มให้ลึกกว่าการคุ้นเคยการชินในสายตาและรสชาติกันดีกว่า

2.4.1 ถิ่นกำเนิด

ถิ่นดั้งเดิมของส้มเขียวหวานอยู่ในประเทศจีนและญี่ปุ่น ได้มีการกระจายไปยังยุโรปและสหรัฐอเมริกา จนขณะนี้ส้มได้เป็นพืชหนึ่งที่ปลูกกันทั่วไป ทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนสำหรับประวัติการปลูกส้มเขียวหวานในประเทศไทยเริ่มมีมาตั้งแต่เมื่อใด ไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัด กล่าวกันว่าบ้านเมืองเราปลูกส้มเขียวหวานมาประมาณกว่า 100 ปีแล้ว โดยเป็นพันธุ์ที่ชาวจีนอพยพได้นำเข้ามา และทำการปลูกเป็นการค้าเมื่อประมาณ 70 กว่าปี ที่ผ่านมานี้ ซึ่งปลูกกันมากในเขตตำบลบางมดอันอยู่ในบริเวณเขตราษฎร์บูรณะ และเขตบางขุนเทียน ส้มเขียวหวานในแหล่งปลูกนี้มีชื่อเสียงในด้านคุณภาพตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบันและมักเรียกว่า ส้มบางมด ระยะต่อ ๆ มาจากสภาพสวนบริเวณบางมดที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งปัญหาในด้านน้ำเค็ม น้ำเสีย และอื่น ๆ ทำให้พื้นที่การปลูกส้มเขียวหวานกระจายออกโดยทั่ว เช่น พื้นที่จังหวัดปทุมธานี สระบุรี นครนายก ลพบุรี เป็นต้น โดยเฉพาะในจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นเขตที่มีการชลประทานที่สมบูรณ์แบบ ในขณะนี้จึงเป็นจังหวัดที่ปลูกส้มเขียวหวานมากที่สุด นอกจากนี้ยังแพร่ไปปลูกในแหล่งอื่น ๆ อีกด้วย เช่น เชียงใหม่ เชียงราย น่าน แพร่ จันทบุรี ตราด เป็นต้น

2.4.2 สภาพดินฟ้าอากาศ

ส้มเขียวหวานไม้ผลกึ่งเมืองร้อน ไม่ชอบสภาพอากาศที่หนาวจัดเกินไป สามารถปลูกได้ทุกลักษณะดินที่ไม่มีสภาพน้ำขัง เช่น ดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียว ที่ได้ปรับปรุงสภาพให้เหมาะสม มีความอุดมสมบูรณ์ และการระบายน้ำดี ดินปลูกควรมีสภาพการเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 5.7-6.9 คือสภาพดินเป็นกรดเล็กน้อย และเนื่องจากเป็นไม้ผลที่ต้องการน้ำอย่างสม่ำเสมอ พื้นที่ปลูกจึงควรมีแหล่งน้ำอย่างเพียงพอด้วย ความเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ช่วงของอุณหภูมิจะมีผลต่อคุณภาพของผลส้ม เช่น การปลูกในภาคเหนือของไทยที่มีอากาศเย็น ผิวส้มจะมีสีเหลืองเข้มน่ารับประทานมากขึ้น

2.4.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ส้มเขียวหวานชื่อสามัญว่า Mandarin หรือ Tangerine ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Citus Reticulata Blanco อยู่ในวงศ์ Rutaceae จำนวนโครโมโซม 2n = 18 และมีลักษณะพอบ่งชี้ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. นิสัยการเจริญเติบโต มีทรงต้นสูงประมาณ 2-8 เมตร ทรงพุ่มมีลักษณะแน่นทึบ จัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก

ข. ลำต้น ไม่มีหนาม กิ่งแก่มีสีเขียวเข้ม ไม่มีขน มีรอยแผลเป็นของใบ และต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะของกิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมเรียว

ค. ใบ เป็นรูปไข่ค่อนข้างยาว หรือรูปโล่ หรือรูปหอก ปลายและฐานใบมีลักษณะมน ส่วนปลายสุดของใบมีรอยเว้าเข้า ผิวท้องใบมีสีเขียวอมเหลือง ผิวหลังใบเป็นมันสีเข้ม ตัวใบมีกลิ่นก้านใบมีปีกแคบหรือไม่มีปีก มีสีเขียวอมเหลือง ใบมีขนาดเล็ก

ง. ดอก มีขนาดเล็ก ขนาดของดอกตูมมีความยาว 0.5 – 0.7 เซนติเมตร ดอกบานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 – 2.5 เซนติเมตร ส่วนกลีบดอกมีสีขาว และมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ แต่ละดอกจะมีจำนวนเกสรตัวผู้อยู่ในลักษณะแยกกันประมาณ 18 – 23 อัน ออกดอกในตำแหน่งซอกใบ เป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ

จ. ผล มีรูปร่างกลมแบน ผิวเหลืองสีเขียว/เขียวอมเหลืองหรือส้มอมเหลือง จนถึงแดงอมส้ม ลักษณะของผิวเปลือกจะเรียบ มีต่อมน้ำมันอยู่ภายใน ส่วนเปลือกบาง มีความหนาประมาณ 0.2 – 0.3 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมแรง เปลือกด้านในมีสีเหลืองอ่อน ภายในหนึ่งผลประกอบด้วยกลีบผล จำนวน 10 –15 กลีบ แต่ละกลีบมีผนังบาง เนื้อมีน้ำมาก สีส้ม รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ก้านผลมีขนาดสั้น ขนาดผลแตกต่างกันตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 – 8 เซนติเมตร และยาว 4 – 7 เซนติเมตร ติดผลในลักษณะหัวห้อยลง

ฉ. เมล็ด รูปร่างแบบรูปไข่หัวกลับ เนื้อเยื่อส่วนสะสมอาหารมีสีเขียวอ่อน หรือสีเขียวอมเหลืองจำนวนเมล็ดมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละกลีบ จากหนึ่งเมล็ดสามารถเพาะได้ต้นกล้าจำนวนมากมาย

2.4.4 พันธุ์ส้มเขียวหวาน

ผิวเปลือกส้มที่มีสีแตกต่างกัน ได้เป็นสิ่งชี้บ่งถึง การจำแนกกลุ่มส้มเขียวหวานได้ เช่น ผิวเปลือกส้มสีส้มแก่ (Tangerine) หรือผิวเปลือกสีเหลือง (Mandarin) และสามารถจัดจำพวกของกลุ่มส้มเขียวหวานได้ดังนี้

1. ส้มพองแกน (Ponkan or Honey Orange) ผลมีขนาดใหญ่ สุกในช่วงตอนต้นฤดู ซึ่งการเก็บเกี่ยวจะต้องขลิบทีละผล ถ้าเก็บเกี่ยวโดยการปลิดทีละผลแล้ว เปลือกที่ขั้วผลจะฉีกออกเป็นแผล ผลส้มพันธุ์นี้มีคุณภาพดี ลำต้นตรง กิ่งเปราะหักง่ายโดยเฉพาะช่วงเวลาการให้ผลดกและมักติดผลปีเว้นปี

2. ส้มซัทซูมา (Satsuma Mandarin) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Citrus Unshiu (Marc.) ลักษณะของพันธุ์นี้สามารถทนทานต่อสภาพภูมิอากาศทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาวได้ดีมาก ให้ผลคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดี ไม่มีเมล็ด ผิวเปลือกสีส้มแก่สวยงาม โดยเฉพาะพันธุ์โอวารี (Owari) เป็นพันธุ์เดียวที่ปลูกกันเป็นการค้า มีปลูกมากทางตอนเหนือของฟลอริด้า รวมทั้งในประเทศญี่ปุ่นด้วย

3. ส้มออแลนโด (Orlando Tangelo) เป็นส้มพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ดันแคนกับส้มแดนซี่ มีลำต้นแข็งแรง สามารถทนต่ออากาศหนาวได้ดี ลักษณะขอบใบจะห่ออย่างเด่นชัด ผลที่ได้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เปลือกผลบางและติดค่อนข้างแน่นกับเนื้อ ผิวเปลือกสีส้ม คุณภาพของผลให้รสชาติดี ทนทานในการขนส่ง แต่ผลแก่เร็ว ในรัฐฟลอริด้าเป็นแหล่งปลูกที่แพร่หลายที่สุด

4. ส้มแทนเจอรีน พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าได้แก่ (Clementine) และแดนซี่ (Dancy) เป็นผลส้มขนาดค่อนข้างเล็กผิวเปลือกผลสีแดงอมส้มแก่ เป็นพันธุ์ที่ให้ผลดก ปริมาณผลตอบแทนที่ได้ขึ้นกับปัจจัยการปฏิบัติดูแลบำรุงรักษาที่ดี ส่วนของกิ่งมีลักษณะเปราะและหักง่าย ผลส้มมีเปลือกล่อน พร้อมทั้งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับเขตปลูกที่ร้อนชื้น

5. ส้มคิง (King Mandarin) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Citrus Robilis (Lour.) เป็นพันธุ์ส้มเปลือกล่อนที่มีผลขนาดใหญ่ที่สุด เปลือกผลมีลักษณะหยาบและค่อนข้างหนา ผิวเปลือกผลและเนื้อ ผลมีสีเหลืองเข้มหรือสีส้มอ่อน ผลแก่ตอนช่วงปลายฤดู ส่วนของเมล็ดสามารถทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ ผลส้มนี้จัดได้ว่ามีคุณภาพดีมากมีปลูกในออสเตรเลียโดยเฉพาะพันธุ์เอมเพเรอร์(Emperor) ซึ่งนิยมปลูกเป็นการค้า แต่ก็ยังปลูกกันไม่มาก หรือกล่าวได้ว่าไม่เป็นที่นิยมมากนัก

6. ส้มเพจ (Page) เป็นส้มลูกผสมของส้มพันธุ์มินเนโอลา กับส้มคลีเมนไทน์ ผลไม่ดกขนาดผล ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เปลือกผลสีเหลือง เนื้อสีเข้ม รสดีมาก แต่ไม่เป็นที่นิยมปลูกกัน

7. ส้มเมอร์คอต (Murcott or Murcott Honey) ผลรูปทรงค่อนข้างแบน เปลือกผลบริเวณที่ติดกับขั้วจะยังคงสีเขียวอยู่ ผิวเปลือก โดยทั่วไปเป็นสีส้มแก่แต่ไม่เข้มเท่ากับผลส้มซัทซูมา ผิวเปลือกมีลักษณะบาง ทำให้ปอกได้ง่าย

8. ส้มมินเนโอลา (Minneola Tangerine) เป็นพันธุ์ลูกผสมที่มีกำเนิดจากส้มออแลนโด ลำต้นแข็งแรง ทนต่อสภาพอากาศหนาวได้บ้าง แต่ไม่ดีเท่าส้มออแลนโด ขนาดใบใหญ่ ปลายใบแหลม ให้ผลลักษณะค่อนข้างกลม มีจุก เปลือกผลค่อนข้างหนา แต่ไม่ติดแน่นกับส่วนเนื้อเท่ากับผลส้มออแลนโด ผิวเปลือกมีลักษณะเรียบ สีสวย จำนวนเมล็ดต่อผลน้อยและให้รสชาติดี

9. ส้มลูกผสมอื่น ๆ ได้แก่ ส้มออสซีโอลา (Osceola) ส้มโนวา (Nova) ส้มลี (Lee) และส้มโรบินสัน (Robinson) เป็นต้น ซึ่งเป็นส้มลูกผสมที่มีน้ำส้มมาก และรสชาติดี

พันธุ์ส้มเขียวหวานที่ปลูกในพื้นที่ประเทศไทยเราได้แก่

1. ส้มเขียวหวานพันธุ์แหลมทอง เป็นส้มที่มีลำต้นขนาดใหญ่ ผลผลิตปานกลาง ขนาดผลปานกลาง แต่มีรสหวานจัดดี แม้ผลส้มยังไม่ถึงอายุ รสส้มก็ไม่เปรี้ยวมาก มีปลูกกันบริเวณท่าสนุน วัดเพลง จังหวัดราชบุรี แต่ปัจจุบันมีปลูกกันน้อยเพราะดก สู้ส้มเขียวหวานธรรมดาไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส้มเขียวหวานชนิดพันธุ์ผิวเรียบ หรือเรียกว่า ส้มบางล่าง ขนาดผลปานกลาง เปลือกผลบางรสหวาน แหล่งปลูกเดิมคือบางมด

3. ส้มเขียวหวานชนิดเปลือกค่อนข้างหนา หรือเรียกว่าส้ม บางบน ผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างผลมีจุกนูนเล็กน้อย น้ำหนักผลดี รสหวานปานกลาง ไม่หวานแหลมนัก เดิมปลูกกันมากบริเวณบางขุนนนท์ บางกรวย บางกอกน้อย และกระจายไปยังแหล่งปลูกแถวรังสิต และนครปฐม

สามารถกล่าวได้ว่าพันธุ์ส้มเขียวหวานที่นิยมปลูกทั่วไปในบ้านเมืองเราส่วนใหญ่เป็นพันธุ์บางมดให้ผลขนาดกลางจนถึงขนาดโต โดยผลขนาดกลางจะมีความกว้างประมาณ 6.8 เซนติเมตร และส่วนสูงประมาณ 5.9 เซนติเมตร ผลขนาดโตจะมีความกว้างประมาณ 7.54 เซนติเมตร และส่วนสูงประมาณ 6.5 เซนติเมตร ทรงผลมีลักษณะค่อนข้างกลม แป้นเล็กน้อย ก้นผลราบหรือเว้าเล็กน้อย ผิวเปลือกผลประกอบด้วยต่อมน้ำมันถี่เต็มผิว ฉ่ำน้ำ เนื้อผลสีส้มเม็ดมีจำนวน 5 – 12 เมล็ดต่อผล มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย

2.4.5 คุณค่าทางอาหาร

ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ดังข้อมูลจากการวิเคราะห์ของกองโภชนาการ กรมอนามัย ที่พบว่าจากส่วนของผลส้มที่รับประทานได้จำนวน 100 กรัม จะมีปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	9.9	กรัม
โปรตีน	0.6	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
แคลเซียม	31	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.8	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	18	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	4000	หน่วยสากล
วิตามินบี 1	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.05	มิลลิกรัม
วิตามินซี	18	มิลลิกรัม
เส้นใย	0.2	กรัม
ความชื้น	88.7	กรัม
แคลอรี	44	หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในการออกแบบสร้างเครื่องคั้นส้มแบบอัตโนมัติ เป็นการออกแบบตัวเครื่องใหม่ทั้งหมด ดังนั้นในการออกแบบส่วนต่าง ๆ จำเป็นต้องมีข้อกำหนดที่จะนำมาใช้ในการอ้างอิงในการคำนวณ และเลือกขนาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยข้อกำหนดที่สำคัญข้อหนึ่งดังนี้คือ การกำหนดขนาดและชนิดของผลส้ม

2.5 มาตรฐานขนาดของส้มเขียวหวานในท้องตลาด

ขนาดของส้มเขียวหวานที่คัดได้จากขนาดของช่องที่แตกต่างกันจะถูกจัดเป็นเบอร์ต่าง ๆ ดังนี้

เบอร์ 1 มีขนาดศูนย์กลางประมาณ 6 ซม.
เป็นขนาดที่นิยมรับประทานเนื่องจากมีขนาดพบเหมาะและมีคุณภาพดี

เบอร์ 2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5.5 ซม.

เบอร์ 3 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ซม.
เป็นส้มที่มีขนาดเล็กที่สุดมีราคาต่ำ ส่วนมากนิยมนำไปคั้นเป็นน้ำส้มเพื่อบริโภค หรือเพื่อการจำหน่ายอีกรูปแบบอื่น

เบอร์ 0 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6.5 ซม.
เป็นขนาดที่นิยมรับประทานเช่นเดียวกับส้ม เบอร์ 1

เบอร์ 00 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 ซม.
มีขนาดใหญ่ เปลือกหนา มีคุณภาพไม่ดี ไม่เป็นที่นิยมรับประทาน

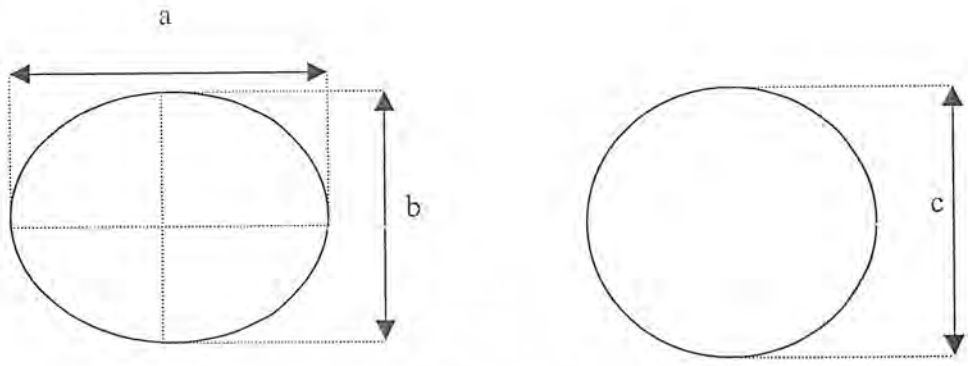
เบอร์ 000 มีขนาดใหญ่กว่าส้ม เบอร์ 00
ไม่เป็นที่นิยมรับประทาน และมีเป็นจำนวนน้อย

การทดลองหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (geometric mean diameter)

ถ้าหากวัสดุมีรูปร่างเป็นทรงกลม กำหนดขนาดจากเส้นศูนย์กลางได้เลยหากมีรูปร่างคล้ายทรงกลมหรือไม่เป็นทรงกลม สามารถกำหนดขนาดจากเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ซึ่งพิจารณาได้ง่าย ๆ จากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด (a) เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a (b) และเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a และ b (c) นั่นคือ a b และ c ไม่จำเป็นต้องตัดกันที่จุดเดียวกันแล้วนำมาคำนวณจากสูตร ดังนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยกลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต $GMD = (abc)^{1/3}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 รูปลักษณะการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเชิงเรขาคณิต

การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ทำได้โดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ หรือ ไมโครมิเตอร์

ความเป็นทรงกลม (sphericity)

การบ่งบอกความเป็นทรงกลมของวัสดุนั้น พิจารณาได้หลายวิธีเช่นกัน เช่น

$$\text{ความเป็นทรงกลม} = d_v / d_c$$

เมื่อ d_v เส้นผ่านศูนย์กลางสมมูลย์เชิงปริมาตร

d_c เส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของทรงกลม ที่สามารถล้อมรอบวัสดุได้(ปกติมักเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดของวัสดุ)

จากสูตรนี้ความสัมพันธ์ของความเป็นทรงกลมของวัสดุ กับ ทรงกลมที่มีปริมาตรเท่ากับวัสดุ

หรือ

ความเป็นทรงกลม = ปริมาตรของวัสดุ / ปริมาตรของทรงกลมที่ห่อหุ้มวัสดุพอดี

$$\frac{\pi/6\,(abc)}{\pi/6\,(a)^3} = \frac{bc}{a^2}$$

หรือ

$$= \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด}}$$

$$= \frac{(abc)^{1/3}}{a^3}$$

เมื่อ a = เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด

b = เส้นผ่านศูนย์กลางยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a

c = เส้นผ่านศูนย์กลางยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a ,b

หรือ

$$\text{ความเป็นทรงกลม} = d_1 / d_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

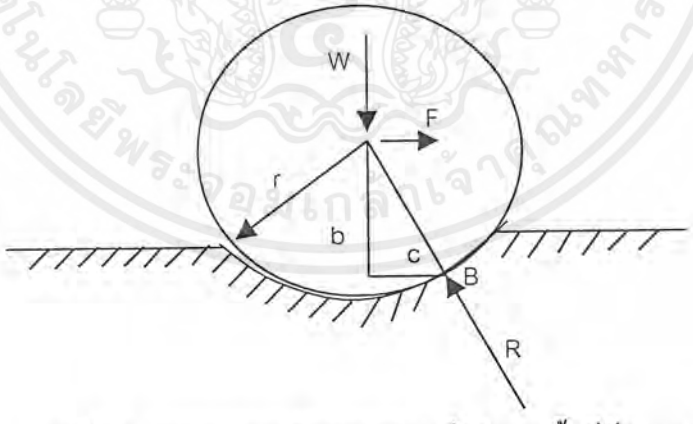
d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ใหญ่ที่สุดที่บรรจุอยู่ในพื้นที่ภาพฉายของวัสดุที่เสถียรที่สุด

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมของวงกลมที่เล็กที่สุด ที่ล้อมรอบพื้นที่ภาพฉาย ของวัสดุที่เสถียรที่สุด

2.6 แรงต้านทานการหมุนของชีววัสดุ

การหมุนของชีววัสดุเกี่ยวข้องกับการคัดแยกและขนถ่ายโดยวิธีแรงโน้มถ่วงโดยเฉพาะวัสดุที่เป็นทรงกลม เช่น การขนถ่ายผักผลไม้ โดยให้ไหลไปตามราง มุมเอียงที่จะทำให้วัสดุหมุนไหลไปได้จะต้องมากพอที่ทำให้แรงต้านการหมุนไม่มีผล โดยมุมเอียงมีอยู่ 2 ค่า คือ มุมเอียงของการหมุนสถิตย์ กับมุมเอียงของการหมุนเคลื่อนที่ (Static and dynamic rolling angles) มุมเอียงของการหมุนสถิตย์เป็นมุมเอียงเริ่มต้นของการหมุน และสามารถลดลงเพื่อให้การหมุนเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วคงที่ซึ่งมุมนี้เรียกว่า มุมเอียงการหมุนเคลื่อนที่

การหมุนของชีววัสดุอาจมีความยุ่งยากบ้าง เนื่องจากรูปร่างวัสดุอาจเบี้ยวไม่เป็นทรงกลม และขณะที่มีการเคลื่อนที่ทั้งผลิตภัณฑ์และพื้นที่รองรับอาจมีการยุบตัว ถ้ากำหนดให้วัสดุเป็นทรงกลมหรือทรงกระบอกที่เป็นวัสดุแข็งไม่ยุบตัว เคลื่อนที่โดยการหมุนด้วยแรง F ไปบนพื้นผิวที่มีการยุบตัว โดยมีแรงต้านการเคลื่อนที่ R ตามรูป



รูปที่ 2.2 การหมุนของวัสดุทรงกลมที่แข็งบนพื้นที่ที่การยุบตัว

ถ้าการเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วคงที่

ที่จุด B $\sum M_b = Fb - Wc = 0$

และพื้นที่ผิวมีการยุบตัวน้อย $b = r$ ดังนั้น

$$c = \frac{Fr}{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ซึ่ง c เป็นสัมประสิทธิ์ของแรงต้านทานการหมุน (Coefficient of rolling resistance) การหามุมเอียงของการหมุนสามารถหาได้โดยวิธีง่าย ๆ โดยใช้แผ่นเอียงเมื่อนำวัสดุกลมมาวางแผ่นเอียงแล้วค่อย ๆ ปรับมุมเอียงจนกระทั่งวัสดุเริ่มหมุนเคลื่อนที่ลงมา

จากการทดลองพบว่ามุมเอียงสำหรับผลส้ม โดยใช้แผ่นสแตนเลสเอียงทำมุม ประมาณ 20 องศา ผลส้มก็จะเริ่มกลิ้ง ซึ่งจะนำไปใช้ในการออกแบบถังใส่ผลส้ม รางป้อน ต่อไป

2.7 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติก

ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังต่อไปนี้

1. เครื่องอัดลม (Air Compressor)
2. เครื่องระบายความร้อนลมอัด (Heat Exchanger)
3. เครื่องกรองท่อเมน (Main Air Filter)
4. เครื่องทำลมให้แห้ง (Air Drayer)
5. กรองลม (Air Filter)
6. วาล์วลดความดัน (Pressure Reducing Valve)
7. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Oil Rubricator)
8. อุปกรณ์เก็บเสียง (Air Silencer)
9. วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม (Air Flow Change Valve)
10. วาล์วบังคับความเร็ว (Speed Control Valve)
11. กระบอกสูบ (Air Cylinder)
12. ท่อลม สายลมและอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Tube and Fitting)

2.8 รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบนิวแมติก

2.8.1 เครื่องอัดลม

ในระบบนิวแมติกเราใช้ลมอัดเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกล ตัวการที่ทำให้เกิดลมอัด ได้แก่ เครื่องอัดลม โดยที่เครื่องอัดลมมีหน้าที่ ดูดอากาศเข้ามาทางท่อดูดแล้วอัดอากาศให้มีความดัน สูงขึ้นกว่าเดิม จากนั้นจึงส่งอากาศที่ถูกอัดตัวแล้ว ไปยังถังพักลมอีกทีหนึ่ง ก่อนที่จะถูกส่งไปใช้งานในการควบคุมระบบนิวแมติก

หลักการพิจารณาเลือกเครื่องอัดลมจึงคำนึงถึง

1. ความดันลมที่ใช้ในระบบควบคุม

โดยทั่วไปในงานอุตสาหกรรมความดันลมใช้งานมีค่าประมาณอยู่ระหว่าง 1.5 – 1.6 บาร์ (kgf/cm^2) แต่โดยทั่วไปในระบบแมติกอยู่ระหว่าง 6-8 บาร์ อย่างไรก็ตามความดันที่ออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดลมควรจะสูงกว่าความดันใช้งาน เนื่องจากการส่งผ่านทางท่อ จะมีความดันตกคร่อม (Pressure Drop) เกิดขึ้นในท่อ การผลิตความดันได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดลม

2. ปริมาณความต้องการลมอัดที่ใช้งาน

สามารถคำนวณได้จากปริมาณที่เครื่องอัดลมสามารถผลิตได้จากสมการ

$$V_{compressor} = V \times N \times n$$

หรือ $$V_{comprssor} = (\pi d^2/4)*L*N*n$$

โดย $V_{compressor}$ คือ ปริมาตรที่เครื่องอัดลมสามารถผลิตได้ หรือ ปริมาตรทางทฤษฎี (vth) มีหน่วยเป็น l/min หรือ m^3/hr

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ

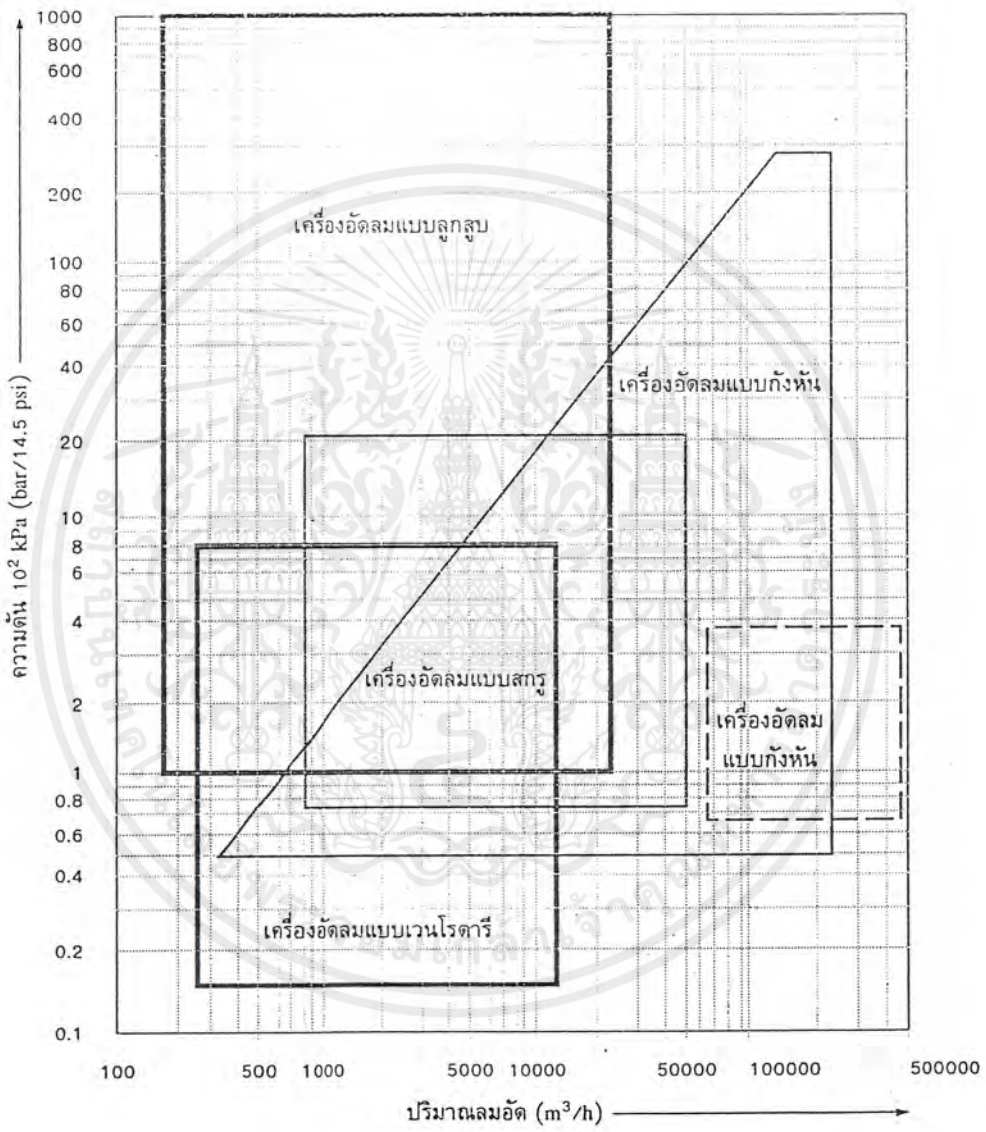
L คือ ระยะชักที่ลูกสูบของเครื่องอัดลมสูบของเครื่องอัดลมเคลื่อนที่

N คือ ความเร็วรอบของเครื่องอัดลม (rpm)

n คือ จำนวนลูกสูบของเครื่องอัดลม

แต่จากการคำนวณปริมาตรทางทฤษฎี นำมาใช้งานจริงไม่ได้ เพราะปริมาตรลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมมีค่าน้อยกว่าการคำนวณ ทั้งนี้เนื่องมาจากการสูญเสียในการดูดอากาศเข้ามาในเครื่องอัดลม ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงใช้ปริมาตรที่เครื่องอัดลมผลิตได้จริง ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



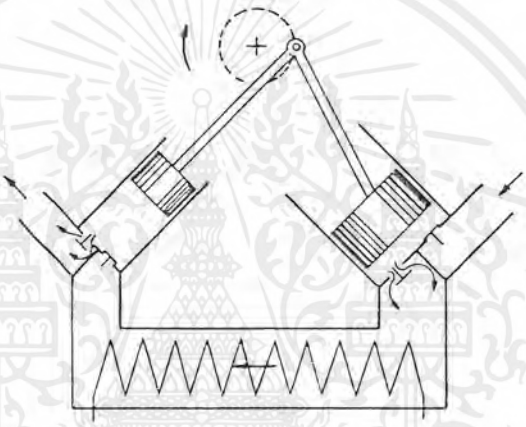
รูปที่ 2.3 การหาชนิดของเครื่องอัดสำหรับงานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ชนิดของเครื่องอัดลม

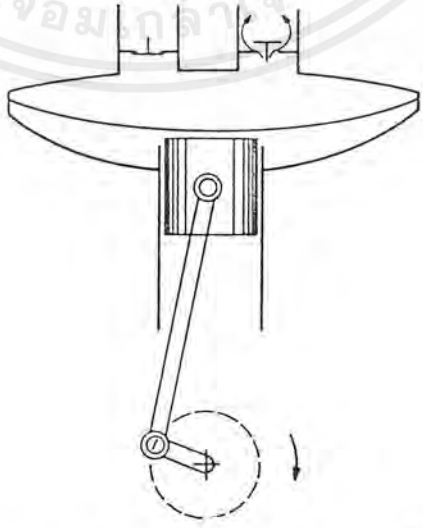
เครื่องอัดที่มีใช้อยู่ทั่วไปมีอยู่หลายประเภท แต่อาจจำแนกได้เป็น 6 ประเภท คือ

1. เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ ทำงานโดยการอัดอากาศภายในกระบอกสูบให้มีปริมาตรลดลง เพื่อให้มีความดันเพิ่มขึ้น เครื่องอัดลมแบบนี้มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องอัดลมแบบลูกสูบชัก (reciprocating piston compressor) ดูรูปที่ 2.4 และเครื่องอัดลมแบบลูกสูบหมุน (rotary piston compressor) เครื่องอัดลมแบบลูกสูบสามารถสร้างความดันได้ตั้งแต่ 4 ถึง 300 บาร์ ขึ้นอยู่กับจำนวนขั้นของการอัด และสามารถจ่ายลมได้ตั้งแต่ 2 ถึง 500 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ถ้าขั้นในการอัดมากก็จะสามารถสร้างความดันให้สูงขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 2.4 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ

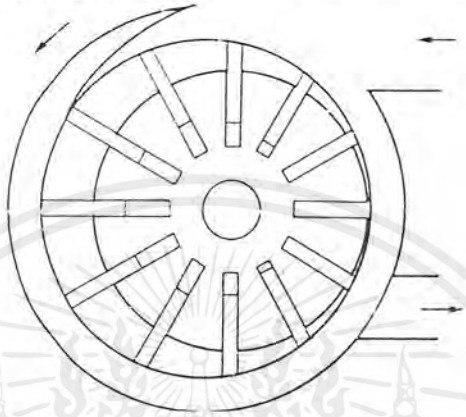
2. เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม ในกรณีที่เราต้องการให้อากาศอัดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น น้ำมันหล่อลื่น เพื่อไปใช้งานทางด้านเคมีภัณฑ์ต่างๆ ควรจะเลือกใช้เครื่องอัดลมชนิดนี้ เพราะน้ำมันหล่อลื่นไม่สามารถผ่านแผ่นไดอะแฟรมเข้าไปในห้องอัดได้



รูปที่ 2.5 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม

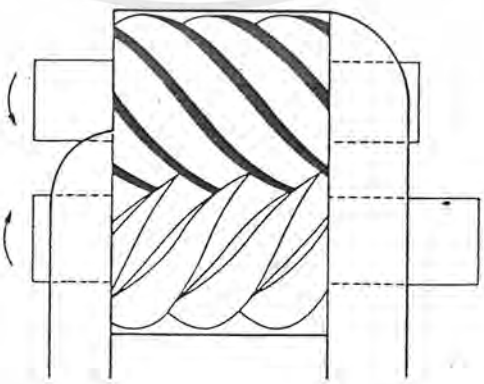
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี การทำงานของเครื่องอัดลมชนิดนี้จะมีเสียงไม่ดัง การหมุนทำงานได้เรียบ การผลิตลมเป็นอย่างคงที่ไม่มีการขาดเป็นห้วงๆ ความสามารถในการผลิตลมสามารถทำได้ 4 ถึง 100 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ในกรณีที่เครื่องอัดลมมีจำนวนขั้นการอัดเพียงขั้นเดียว จะได้ความดัน 7 บาร์ แต่ถ้าเป็น 2 ขั้น จะได้ความดันถึง 10 บาร์



รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี

4. เครื่องอัดลมแบบสกรู โครงสร้างของเครื่องอัดลมแบบสกรู เป็นการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ใหม่ โดยคอมเพรสเซอร์ชนิดนี้จะมีเพลาสกรูสองเพลาที่หมุนขบกัน การขบกันของเพลาสกรูทั้งสองจะต้องหมุนขบกันได้พอดีตลอด โดยที่เพลาตัวหนึ่งจะมีสกรูซึ่งมีสันนูนเรียกว่า เพลาตัวผู้ และอีกเพลาหนึ่งจะมีสกรูที่มีสันเพลาเว้าเรียกว่า เพลาตัวเมีย (ดูรูปที่ 2.7) เพลาสกรูทั้งสองจะประกอบอยู่ในตัวเรือนเดียวกัน โดยหมุนด้วยความเร็วรอบเกือบเท่ากัน ซึ่งเพลาตัวผู้จะหมุนเร็วกว่าตัวเมียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และมีทิศทางการหมุนเข้าหากัน ทำให้ดูดลมจากด้านหนึ่งและอัดส่งต่อไปยังอีกด้านหนึ่งได้ โดยสามารถทำให้ค่าความดันสูงถึง 10 บาร์ และมีอัตราการจ่ายลมได้ถึง 170 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที



รูปที่ 2.7 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดแบบสกรู

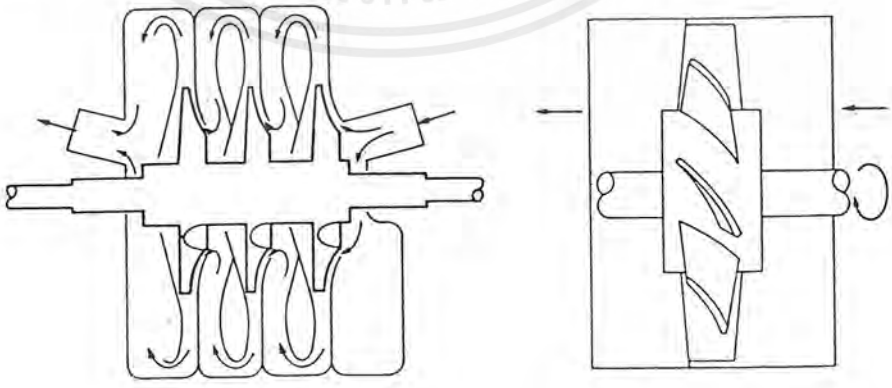
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

5. เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับปั๊มตัวเมีย โดยใช้เกียร์ 2 ตัวขบกัน แต่เกียร์ของเครื่องอัดลมแบบนี้มีลักษณะพิเศษคือ มีเพียง 2 ฟัน หมุนขบกันด้วยความเร็วรอบที่เท่ากัน โดยที่ปลายอีกข้างของฟันเฟืองจะต้องหมุนเกือบแตะสัมผัสกับผนังเครื่องอัดลม รีดและอัดลมขณะหมุนไปได้ อากาศจะถูกอัดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งโดยที่ไม่ถูกเปลี่ยนแปลงปริมาตร นั่นคืออากาศไม่ถูกอัดขณะดูดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง แต่อากาศจะถูกอัดตัวต้านกับความต้านทานที่เกิดขึ้นภายในถังเก็บ (ดูรูปที่ 2.8)

รูปที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน

6. เครื่องอัดลมแบบกังหัน เครื่องอัดแบบนี้ใช้หลักการของกังหัน ใบพัดจะดูดลมเข้าหาเครื่องและหมุนอัดลมให้ออกไปโดยผ่านช่องเวน ความเร็วของลมที่ถูกดูดไหลผ่านใบกังหันจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นพลังงานลมอัด การติดตั้งกระทำได้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย



รูปที่ 2.9 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบกังหัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36742

เครื่องอัดลมแบบกังหันสามารถผลิตอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ 170 ถึง 20,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ส่วนความสามารถในการทำความดัน สามารถทำได้ประมาณ 4 ถึง 10 บาร์

2.8.2 ถังพักลมอัด

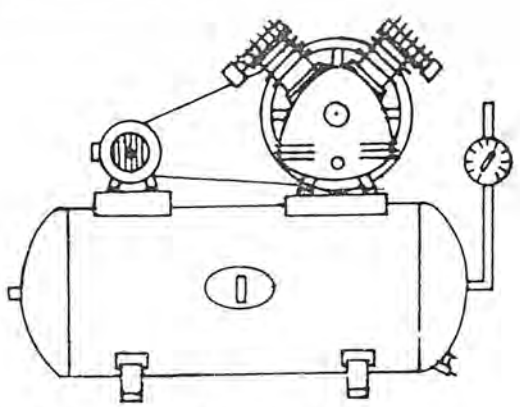
ในขณะที่อุปกรณ์นิวเมติกต่าง ๆ ทำงานพร้อมกันหลายตัว จะเกิดปัญหาขึ้นคือ ปริมาณลมที่เครื่องอัดลมผลิตได้นั้นไม่เพียงพอและในบางครั้งที่อุปกรณ์ไม่ได้ทำงาน ลมที่เครื่องอัดลมผลิตออกมาได้ก็ไม่มีที่เก็บ ดังนั้นถังพักลมจึงเป็นอุปกรณ์ที่กักเก็บลมอัดที่เครื่องอัดลมผลิตออกมาได้และจ่ายลมอัดออกไปให้กับงานด้วยความดันคงที่สม่ำเสมอ ซึ่งถังพักลมอัดนั้นต้องมีความสัมพันธ์กับเครื่องผลิตลมอัด นอกจากนั้นถังพักลมอัดยังสามารถระบายความร้อนให้กับลมอัดที่เกิดจากการอัดตัวให้มีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งจะทำให้ไอน้ำบางส่วนที่ปนกับลมอัดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ภายในถังพักลมอัดนี้ ลักษณะของถังพักลมอัด โดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบนอนและแบบแนวตั้ง ซึ่งถังพักลมอัดแบบนอนนั้นจะใช้กับเครื่องอัดลมขนาดเล็ก ส่วนถังพักลมแบบตั้ง จะใช้กับเครื่องอัดลมขนาดใหญ่ โดยตัวถังพักลมจะแยกส่วนอยู่ต่างหากจากเครื่องอัดลม

ก. การหาขนาดของถังพักลม

ถังพักลมจะต้องมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการจ่ายลมของเครื่องอัดลมที่สามารถจะจ่ายได้ และจะต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการถ่ายเทความร้อนของลมอัดสู่บรรยากาศได้ดีพอสมควร ในกรณีที่เป็นถังพักลมกับเครื่องอัดลมขนาดเล็กที่ไม่มีเครื่องระบายความร้อน ขนาดของถังพักลมจะขึ้นอยู่กับ

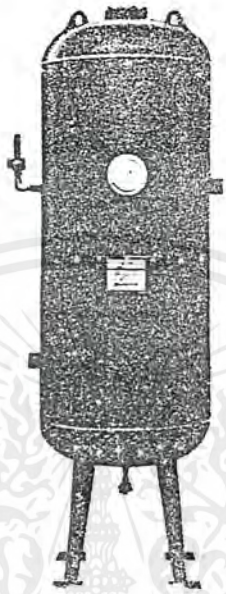
1. ปริมาณการจ่ายลมของเครื่องอัดลม
2. ความต้องการลมอัด
3. ชนิดของอุปกรณ์ควบคุม
4. ความดันที่แตกต่างกัน

สัญลักษณ์



รูปที่ 2.10 ถังพักลมอัดแบบนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



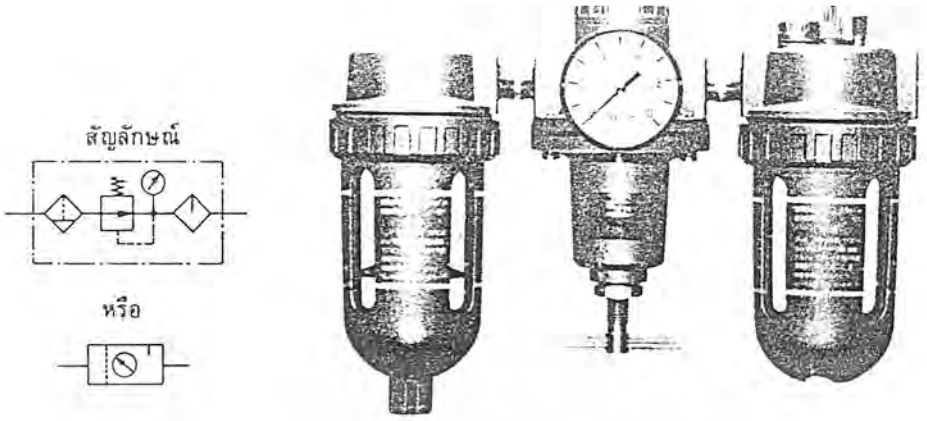
รูปที่ 2.11 ถังพักลมอัดแบบตั้ง

2.8.3 ชุดปรับปรุงคุณภาพลม

ปัญหาต่าง ๆ ในระบบนิวแมติดที่เกิดขึ้นประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากคุณภาพของลมอัดไม่สะอาดพียงพอ อากาศที่ใช้ผลิตลมอัดโดยมากมักจะมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ เจือปนเข้ามากับลมอัดนอกจากสิ่งสกปรกเหล่านี้แล้ว ยังมีน้ำเจือปนไปอีกด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำลมอัดไปใช้งานจึงจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของลมอัด เพื่อให้ลมอัดที่ได้ มีความสะอาดเพียงพอที่จะนำมาใช้งาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์ทำหน้าที่กรองฝุ่นและน้ำ ออกจากลมอัดก่อน คือ ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด (Survice Unit) อุปกรณ์ของเครื่องจักรบางประเภทจำเป็นจะต้องมีการหล่อลื่น ซึ่งอุปกรณ์ชุดปรับปรุงคุณภาพด้วย

1. อุปกรณ์ที่ใช้กรองฝุ่น เศษผง น้ำ เรียกว่า ฟิลเตอร์ (Filter)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ปรับหรือควบคุมความดันในระบบลม เรียกว่า เรกูเลเตอร์ (Regulator)
3. อุปกรณ์ที่ช่วยการหล่อลื่นภายในระบบลม เรียกว่า ลูบริเคอเตอร์ (Lubricator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ชุดปรับปรุงคุณภาพลม

อุปกรณ์ที่ใช้กรองเศษฝุ่นผง น้ำ เรียกว่า Filter

ตัวกรอง(Filter) จะทำหน้าที่กรองเศษผงและน้ำ จากลมอัดที่จะถูกส่งต่อไปยังชุดอุปกรณ์ควบคุม ตัวกรองที่ใช้ในระบบนิวแมติกในงานอุตสาหกรรมทั่วไป จำแนกออกได้ 3 ประเภท คือ

1. ตัวกรองก่อนเข้าเครื่องจักร
2. ตัวกรองเมน
3. ตัวกรองชนิดกำจัดน้ำมันรวมทั้งน้ำมันดิน

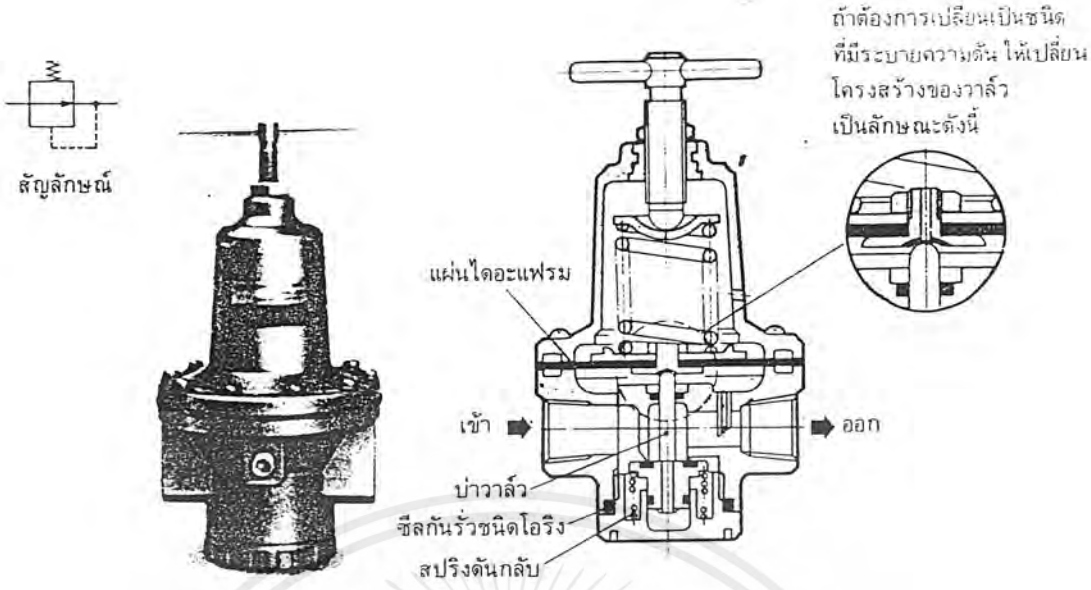
อุปกรณ์ที่ใช้ปรับหรือควบคุมความดันในระบบลม เรียกว่า Regulator

วาล์วลดความดัน (Regulator) โดยปกติเครื่องอัดลมจะป้อนลมอัดให้มีค่าความดันสูงกว่าระดับของความดันใช้งาน ดังนั้น วาล์วลดความดันจึงทำหน้าที่ปรับความดันให้ค่าความดันของลมอัดมีความดันเท่ากับความดันใช้งานในระบบนิวแมติก เพราะถ้าไม่ลดความดันก่อนนำไปใช้งาน อุปกรณ์ต่าง ๆ จะเกิดปัญหาในการทำงาน เช่น การทำงานของวงจรเกิดการผิดพลาด อุปกรณ์นิวแมติกเกิดการชำรุดเสียหายทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ของนิวแมติกสั้นลง การเลือกคุณภาพของวาล์วลดความดัน สามารถดูได้จากแคตาลอกของบริษัทผู้ผลิตวาล์วชนิดนั้น โดยใช้ผลต่าง เมื่อปรับความดันลมเข้า ความดันลมออกจะเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด

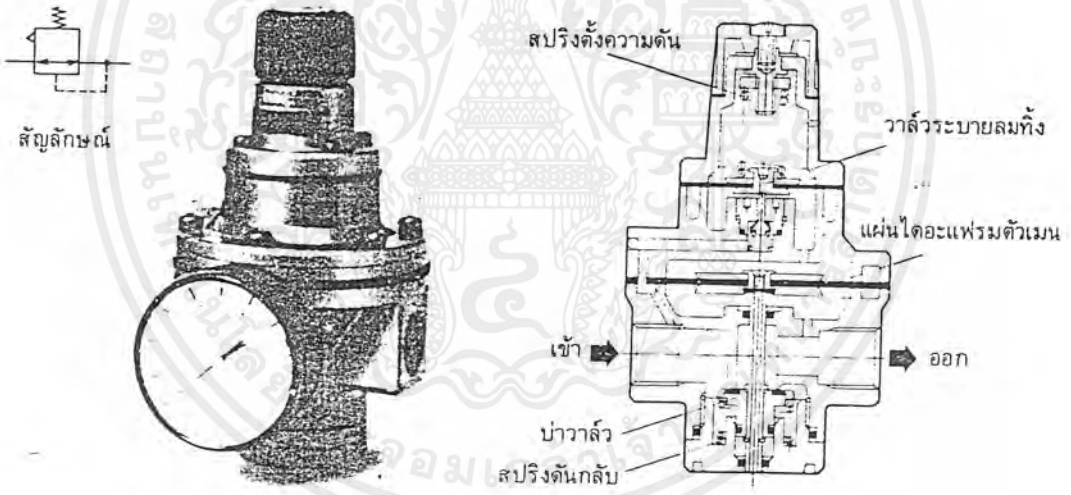
วาล์วลดความดัน (Regulator) แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ชนิดที่ใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ
2. ชนิดทีใช้ความดันสมดุลทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 วาล์วลดความดันชนิดที่ใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ



รูปที่ 2.14 วาล์วลดความดันชนิดใช้แรงดันสมดุลทั้งสองข้าง

อุปกรณ์ที่ช่วยการหล่อลื่นภายในระบบลม เรียกว่า Lubricator

ในการทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกจะมีการเคลื่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งการเคลื่อนที่นี้จะทำให้ชิ้นส่วนของอุปกรณ์มีการเสียดสีกัน อันเป็นสาเหตุของการสึกหรอ จึงมีวิธีป้องกันการสึกหรอโดยใช้การผสมน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปในลมอัด โดยอุปกรณ์ที่ช่วยในการหล่อลื่น แต่ในงานบางประเภทก็ห้ามมีน้ำมันผสมลงไปในลมอัดเลย เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันและจารบีปะปนเข้าไปใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

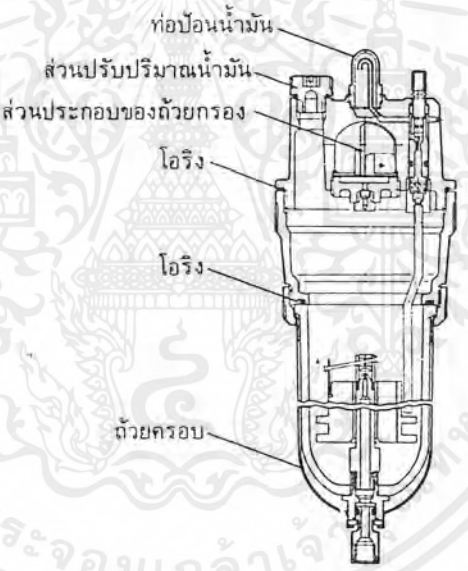
ขบวนการผลิต ได้แก่ เครื่องจักรในการผลิตอาหาร เครื่องจักรอิเล็คทรอนิคส์ และเครื่องจักรในการผลิตเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ การหล่อลื่นเป็นขบวนการหลังสุดในการปรับปรุงคุณภาพลมอัด

อุปกรณ์หล่อลื่นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. อุปกรณ์หล่อลื่นชนิดขนาดคอคอดคงที่

2. อุปกรณ์หล่อลื่นชนิดปรับขนาดคอคอดได้เอง

ในงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรนิวแมติกจำนวนมาก เครื่องจักรต่าง ๆ จำเป็นต้องมีชุดอุปกรณ์หล่อลื่น ติดประจำที่เครื่องจักรนิวแมติกทุกตัว ซึ่งมักมีปัญหาในการดูแลเรื่องน้ำมันหล่อลื่น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการใช้ชุดอุปกรณ์หล่อลื่นอัตโนมัติเข้าไปในระบบ โดยเมื่อน้ำมันหล่อลื่นในชุดอุปกรณ์หล่อลื่นอัตโนมัติต่ำกว่าระดับที่กำหนด ลูกลอยจะเปิดให้น้ำมันหล่อลื่นที่อยู่ในถังป้อนน้ำมันไหลเข้าไปโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในของอุปกรณ์หล่อลื่นอัตโนมัติ

2.8.4 ท่อลมอัดและข้อต่อลม (Tube and Connector or Fitting)

ก.ท่อลมอัด (Tube)

ท่อลมที่ใช้กับเครื่องจักรนิวแมติกมีหลายแบบด้วยกัน มีชนิดอย่างหนาอย่างบาง ซึ่งส่วนใหญ่จะกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นมาตรฐานเดียวกัน เช่น $\varnothing 3.18$, $\varnothing 4$, $\varnothing 6$, $\varnothing 8$, $\varnothing 10$, $\varnothing 12$ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางภายในนั้นแล้วแต่ยี่ห้อของท่อลม ซึ่งความหนาบางไม่เท่ากันแล้วแต่วัสดุด้วย การเลือกขนาดของท่อลมในเครื่องจักรนิวแมติกจะต้องให้มีความสัมพันธ์กับความเร็วของกระบอกสูบที่ต้องการ และขนาดของวาล์วที่ใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำท่อลมสำหรับเครื่องจักรนิวแมติก

นิยมใช้ท่ออ่อนที่ทำมาจากพวกไนล่อนหรือวัสดุอื่น ๆ เพื่อใช้ในการต่อเชื่อมโยงระหว่างวาล์วต่าง ๆ กับลูกสูบ ข้อดีของท่ออ่อน คือ ต่อง่าย ราคาถูก สะดวกต่อการติดตั้ง ง่ายต่อการบำรุงรักษา และท่อแบบนี้เหมาะกับงานที่มีการเคลื่อนไหวไปมา สามารถถอดและใส่ได้สะดวก วัสดุที่ใช้ในการทำท่ออ่อนมีอยู่หลายประเภท และแต่ละประเภทต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. Nylon 6,11,12ซึ่งท่อลมที่ใช้กับเครื่องจักรนิวแมติกโดยทั่วไปประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ นิยมใช้วัสดุประเภทนี้ในการทำ แต่ไนล่อน 12 นั้นจะแข็งเกินไป และไนล่อน 6 นั้น จะอ่อนเกินไป

2. Popychyline โดยทั่วไปนิยมใช้ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์

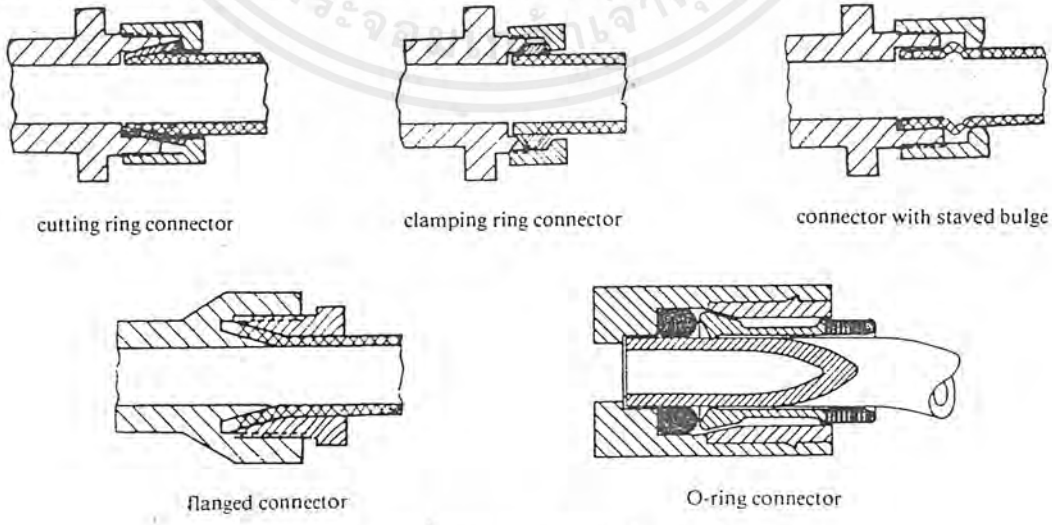
3. Polyurethane วัสดุประเภทนี้จะเป็นท่อลมอัดที่อ่อน ทนความดันได้เพียง 6 - 7 บาร์เท่านั้น ซึ่งไม่ค่อยปลอดภัยนักในการทำงาน แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์

4. Tuflon วัสดุประเภทนี้จะใช้งานอุตสาหกรรมประเภทอาหารและยา ในประเทศที่เจริญแล้วจะบังคับให้ใช้วัสดุชนิดนี้ในการใช้งาน

5. สีของท่อลมอย่างอ่อนมีอยู่หลายสีด้วยกัน เช่น สีขาวธรรมชาติ สีดำ สีน้ำเงิน สีแดง สีเขียว สีเหลือง โดยทั่วไปในเครื่องจักรนิวแมติก จะใช้ท่อที่มีสีแดงสำหรับท่อที่มีความดันสูง ท่อสีขาวมักมีอายุการใช้งานสั้น ทั้งนี้อาจจะเกิดจากรังสีที่มีอยู่ในอากาศ

ข. ข้อต่อลม (Connector or Fitting)

ข้อต่อลมที่มีใช้อยู่มีการออกแบบในหลายลักษณะ แล้วแต่ที่ผู้ใช้จะเลือก แต่ทุกแบบมีความสะดวกในการถอดประกอบพอ ๆกัน ตัวอย่างชนิดของข้อต่อลม เช่น



รูปที่ 2.16 ลักษณะข้อต่อลมชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 กระบอกสูบ

กระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ตัวกระบอกสูบมักทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ภายในท่อต้องเจียรนัยให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ฝากระบอกสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดกระบอกสูบเข้ากับฝาอาจใช้เกลียวข้น เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร ลงมา ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับการสูบอาจทำด้วย สแตนเลส หรือเหล็กชุบผิวโครเมียม ที่ปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

ในปัจจุบันได้มีการนำกระบอกสูบลมแบบต่าง ๆ เข้ามาใช้ในงานอุตสาหกรรมโดย กระบอกสูบลมจะมีหลายแบบให้เลือกแล้วแต่ลักษณะของงาน เช่น

1. กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว (Single Acting Cylinder) จะใช้ลมดันทางด้านหัวของลูกสูบ เพื่อดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมา ส่วนในจังหวะลูกสูบลมเคลื่อนที่กลับนั้น เมื่อปล่อยลมทางด้านหัวลูกสูบระบายทิ้ง สปริงที่อยู่ภายในกระบอกสูบจะดันให้ก้นสูบเคลื่อนที่กลับมาเอง

2. กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง (Double Acting Cylinder) จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งการเคลื่อนที่ออกและตอนเคลื่อนที่กลับทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทาง เหมาะกับงานที่จะต้องการใช้แรงในตอนที่ลูกสูบเลื่อนออกและเข้า รวมทั้งลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาว ซึ่งมีอีกหลายลักษณะ เช่น กระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบลมชนิดมีก้านสูบสองข้าง กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองตอน กระบอกสูบลมชนิดมีเบรกก้านสูบ กระบอกสูบลมชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง

2.8.6 วาล์วนิวแมติก

ระบบนิวแมติกจะทำงานได้จะต้องประกอบด้วยชุดต้นกำลัง ที่ทำหน้าที่ส่งลมอัดให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติก ส่วนทิศทางการเคลื่อนของอุปกรณ์การทำงานในระบบนิวแมติกนั้นจะเคลื่อนได้ตามความต้องการ หรือควบคุมการทำงานโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัด ได้แก่ วาล์วต่าง ๆ ที่มีใช้ในระบบนิวแมติก

ประเภทของวาล์วนิวแมติก

วาล์วแต่ละประเภทของวาล์วนิวแมติกออกไป จากหน้าที่ต่าง ๆ ของวาล์วนิวแมติก จึงสามารถแบ่งประเภทของวาล์วนิวแมติกออกได้ด้วยกัน 6 ประเภทคือ

1.วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วาล์วควบคุมอัตราไหลของลมอัด

3. วาล์วบังคับลมอัดไหลทางเดียว

4. วาล์วควบคุมความดันลมอัด

5. วาล์วเปิด-ปิดลมอัด

6. วาล์วแบบผสม

การบังคับการเลื่อนของวาล์ว

การบังการเลื่อนของวาล์วควบคุมให้ทำงาน มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน หรือการออกแบบวงจร ซึ่งสามารถจำแนกออกได้ 5 ประเภทใหญ่คือ

1. เลื่อนโดยใช้กล้ามเนื้อ เช่นใช้มือหรือเท้าในการบังคับให้วาล์วเลื่อน

2. เลื่อนโดยใช้กลไก เช่น สปริงดัน ลูกกลิ้งกด

3. เลื่อนโดยใช้ลมควบคุม ซึ่งมี 2 ลักษณะคือ ใช้ลมควบคุมโดยตรง และ ใช้ลมควบคุมโดยอ้อม

4. เลื่อนโดยใช้ไฟฟ้า

5. เลื่อนโดยใช้วิธีแบบผสม เช่น ไฟฟ้ากับลม ลูกกลิ้งกับลมมาบังคับการเลื่อน

วงจรที่ใช้กับวาล์วควบคุมทิศทาง

การออกแบบวงจรควบคุมในระบบนิวแมติก สามารถนำวาล์วควบคุมทิศทางไปใช้ได้หลายตำแหน่ง เช่น เอาไปบังคับอุปกรณ์ทำงาน ทำงานตามความต้องการ หรืออาจจะนำเอาไปควบคุมการเปิด-ปิดลมเข้าระบบ หรือใช้เป็นตัวส่งสัญญาณให้วงจรควบคุมทำงาน ตามลำดับขั้นการทำงานที่กำหนดไว้

2.8.7 อุปกรณ์เก็บเสียง

เมื่อมีการระบายลมอัดออกจากวาล์วสู่บรรยากาศจะเกิดเสียงดัง เนื่องจากลมอัดขยายตัวทันที ตัวเก็บเสียงจะทำหน้าที่ช่วยลดเสียงดังลงได้ ความดังของเสียงเมื่อผ่านอุปกรณ์เก็บเสียงไม่ควรดังเกินกว่า 80 เดซิเบล (dB)

ประเภทของตัวเก็บเสียง แบ่งเป็น

1. ชนิดใช้แรงเสียงทาน

2. ชนิดเพิ่มพื้นที่การระบาย

3. ชนิดใช้ระบบการสะท้อนของเสียง

วัสดุที่ใช้ทำตัวเรือนส่วนมากทำด้วยพลาสติก อะลูมิเนียม ทองเหลือง โลหะซันเตอร์ เป็นวัสดุเก็บเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของอุปกรณ์เก็บเสียงและข้อควรระวังในการใช้งาน

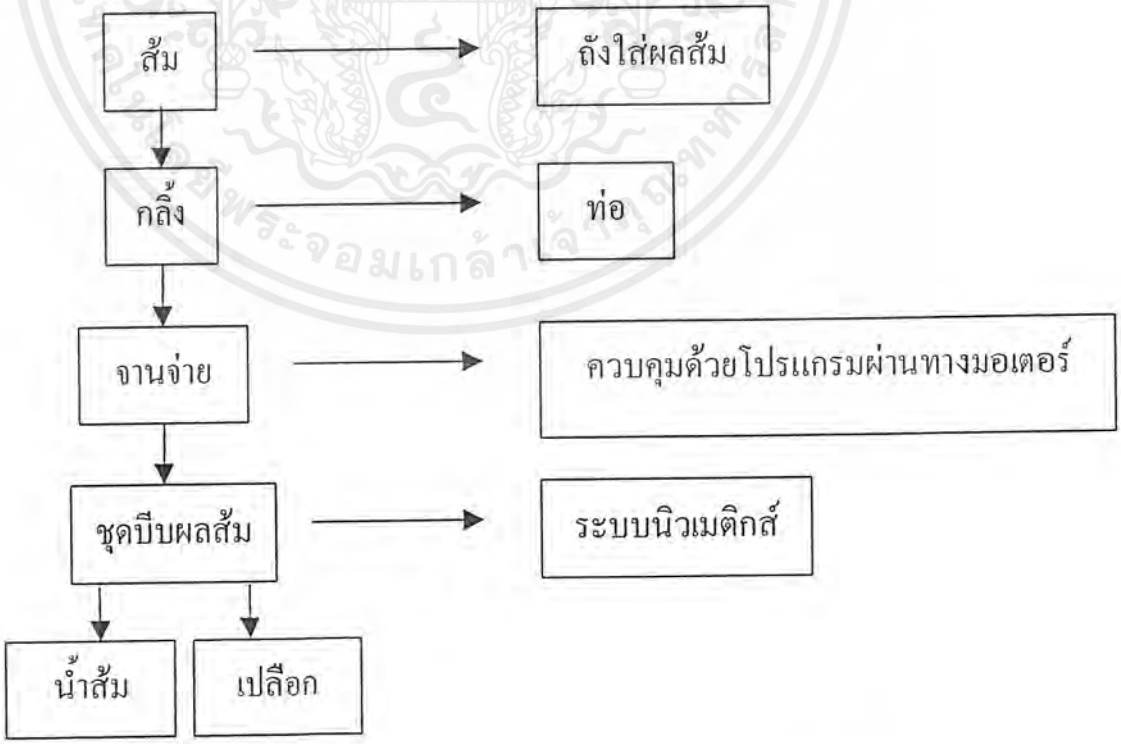
1. แรงเสียดทานการระบายต่ำ ทำให้ลมไหลช้าลงความสามารถในการเก็บเสียงขึ้นอยู่กับพื้นที่การระบายใช้งานจริง
2. อุปกรณ์เก็บเสียงจะช่วยลดเสียงดังได้อย่างน้อย 20 เดซิเบล
3. ในอุปกรณ์เก็บเสียงที่ดีถึงแม้ว่าฝุ่นละอองทำให้เกิดการอุดตัน แต่ก็ยังใช้งานได้ดี
4. ในการติดตั้งให้ระวังการกระแทกกับอุปกรณ์อื่น
5. ทำความสะอาดเมื่อเกิดการอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

3.1 การทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ

เมื่อเทผลส้มจำนวนหนึ่งลงในถังใส่ผลส้มซึ่งอยู่ที่ส่วนบนของเครื่อง ผลส้มจะกลิ้งลงมาตามรางป้อนแล้วเข้าสู่ท่อลำเลียงลงสู่จานจ่าย ซึ่งทำให้ส้มถูกลำเลียงไปที่ละลูกโดยจานจ่ายจะถูกควบคุมโดยมอเตอร์ ซึ่งมอเตอร์จะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมจึงทำให้ผลส้มถูกลำเลียงไปยังชุดคั้นผลส้มได้อย่างแม่นยำ จานจ่ายจะหมุนเป็นจังหวะคอยจ่ายผลส้มลงถาดรับผลส้มข้างละ 1 ลูก โดยส้มจะหล่นจากจานจ่ายลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงลงสู่ถาดรับผลส้มโดยที่ถาดรับผลส้มจะมีแผ่นสแตนเลสสปริงทำหน้าที่ดันผลส้มให้อยู่ตรงกลาง เมื่อส้มลงมาสู่ถาดกระบอกสูบจะเคลื่อนที่ทำให้หัวกดเคลื่อนที่ระหว่างการบีบสปริงของถาดรับผลส้มจะดันผลส้มให้อยู่กึ่งกลางระหว่างการบีบ ผลส้มจะจะถูกบีบที่กึ่งกลางของชุดบีบเพื่อนำน้ำส้มออกจากผลส้ม เปลือกจะถูกแผ่นสแตนเลสสปริงดีดออกจากหัวกดลงสู่ตะแกรงกรองเปลือกไหลลงสู่ถังใส่เปลือกด้วยแรงโน้มถ่วง ส่วนน้ำส้มจะไหลผ่านตะแกรงลงสู่ถังใส่น้ำส้ม



รูปที่ 3.1 การทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติที่สัมพันธ์กับชิ้นส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง

สามารถจำแนกส่วนประกอบต่างๆของเครื่องออกตามระบบการทำงานต่างๆของเครื่องดังนี้

3.2.1ระบบลำเลียงส้ม

ก. ถังใส่ผลส้มและรางป้อน

ข. ท่อ

3.2.2 ระบบจานจ่ายผลส้ม

ก. จานหมุน

ข. ชุดขับจาน

ค. ถาดรับผลส้ม

ง. ชุดบีบผลส้ม

3.2.3 ระบบนิวแมติกส์

3.3 การเลือกกระบอกสูบและระยะชักในการออกแบบ

จากสูตร $P = F / A$

$A = \pi D^2 / 4$

เมื่อ P = ความดัน (kgf/cm^2)

A = พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (cm^2)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ (cm)

F = แรง (kg)

จากการออกแบบกำหนดให้ P ใช้ถึงประมาณ 4 kgf/cm^2

F ประมาณ 45 kg

กำหนดประสิทธิภาพกระบอกสูบเท่ากับ 0.9 (ในภาคผนวก)

คำนวณหาค่า D

$$D = (4 \times 45 / \pi \times 4 \times 0.9)^{1/2}$$

$$= 4.2 \text{ cm}$$

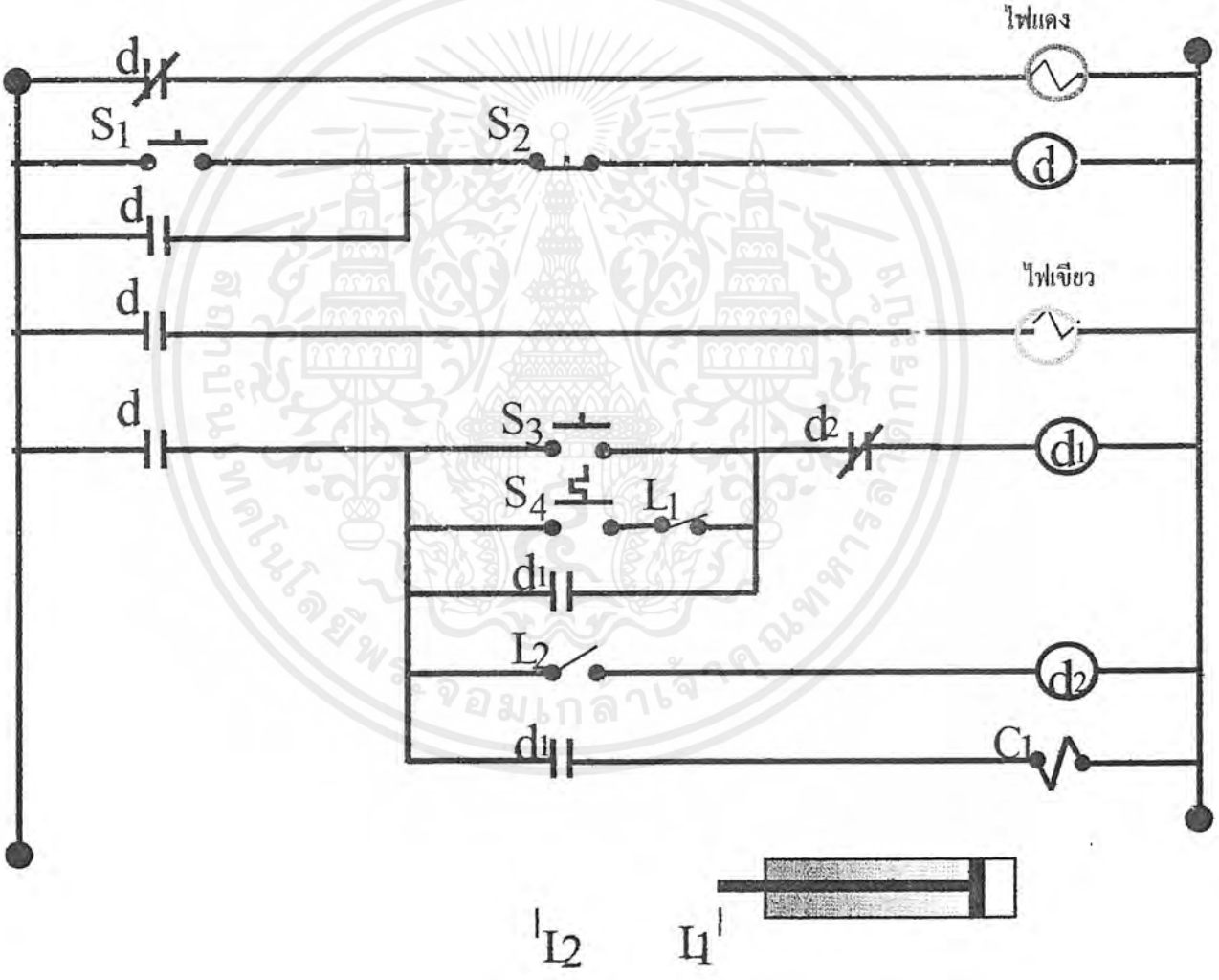
ดังนั้นเลือกใช้กระบอกสูบขนาด 5 cm ที่มีขายในท้องตลาด

3.4 การทำงานของวงจรนิวแมติกส์

เนื่องจากใช้วาล์ว 5/2 Operate ด้วยโซลินอยด์วาล์วและสปริงดันกลับ การทำงานนั้นเมื่อกดปุ่ม S_1 จะทำให้หน้า Contact ของ d ทำงานจะทำให้ไฟแดงที่ติดอยู่แล้วดับลง และจะทำไฟเขียวติด เมื่อกดปุ่ม S_2 จะทำให้ หน้า Contact d_1 ทำงานและจะทำให้ วาล์ว 5 / 2 ทำงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบก็จะเลื่อนออกไปชน Limit Switch L_2 จะทำให้ หน้า Contact ของ d_2 ทำงาน หลังจากที่หน่วงเวลาตามที่ต้องการแล้ว d_1 ก็จะถูกตัด ทำให้วาล์ว 5/2 สปริงดันกลับกระบอกสูบเลื่อนเข้าไปชน Limit Switch L_1 ก็จะทำงาน ถ้าในกรณีที่เรากดปุ่ม S_4 อยู่แล้วก็จะทำงานอัตโนมัติ แต่ถ้าไม่ได้กดก็จะไม่ทำงานอีก



รูปที่ 3.2 วงจรการทำงานของนิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบชุดหัวกดน้ำส้มเครื่องทดลอง

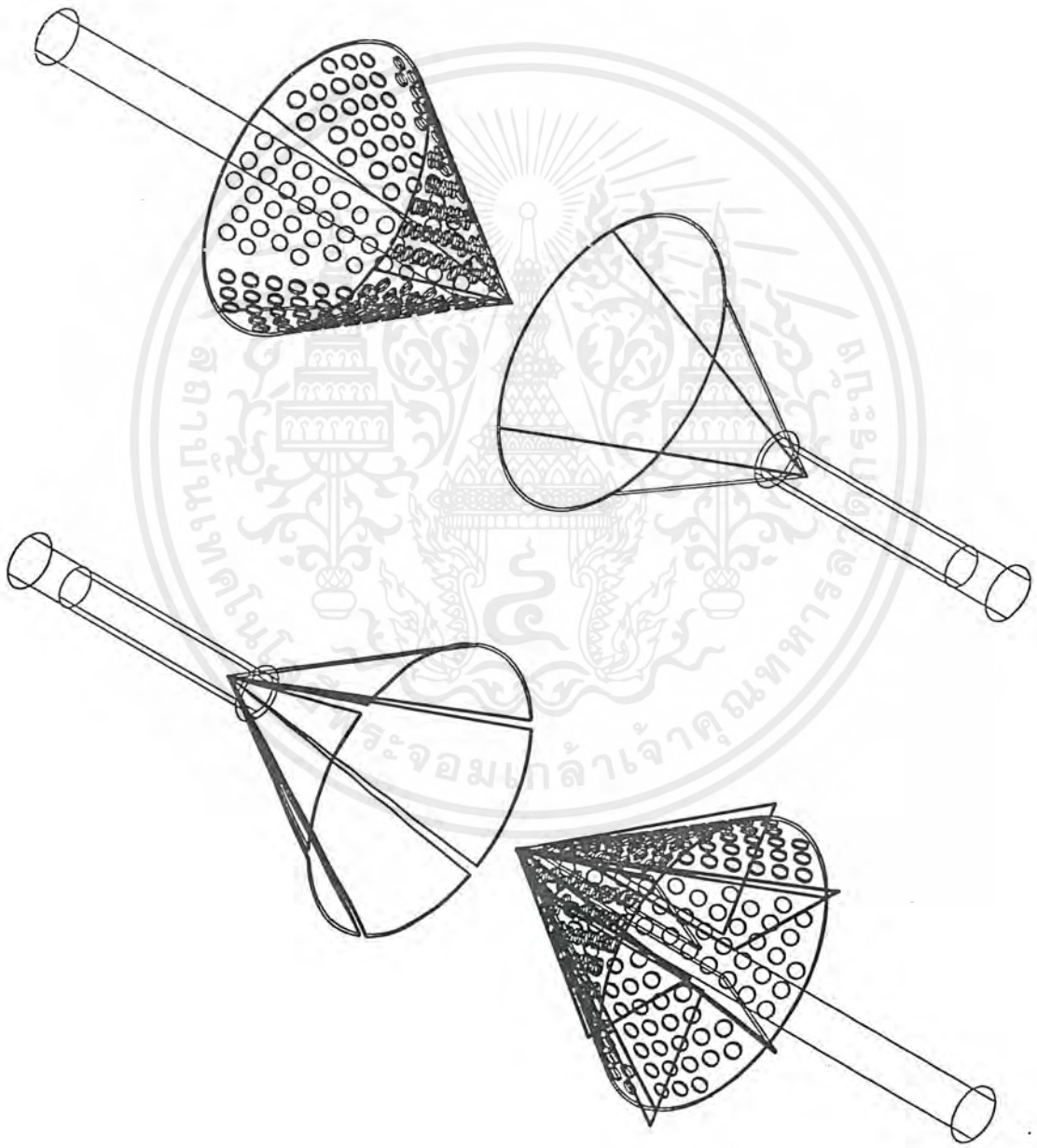
ได้มีการออกแบบชุดหัวกดน้ำส้มออกเป็น 2 ชนิดคือ

3.5.1 แบบกรวยไม่มีใบมีด

ก. มุม 60 องศา

ข. มุม 90 องศา

3.5.2 แบบมีใบมีดมุม 60 องศา



รูปที่ 3.3 รูปกรวยไม่มีใบมีดและรูปกรวยมีใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองดังตารางที่ 4.1 ,4.2 ,4.3 จะพบว่า หัวกดแบบกรวยไม่มีใบมีดทำมุม 90 องศา ให้ปริมาณ % น้ำส้มน้อยกว่า มุม 60 องศา จึงได้เลือกมุม 60 องศา และได้ทดลองสร้างหัวกดแบบกรวยมุม 60 องศาทั้งแบบไม่มีใบมีดและมีใบมีด ก็พบว่า แบบกรวยที่ไม่มีใบมีดเกิดปัญหาในการคั้นจึงได้ทำการเลือกหัวกดแบบมีใบมีด

3.6 การออกแบบส่วนต่าง ๆของกั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

3.6.1 ชุดหัวกด

วัตถุประสงค์ในการออกแบบ

1. ใช้สำหรับแหวกเปลือกส้ม
2. มีรูเพื่อให้น้ำส้มไหลออกและเมล็ดไม่ถูกบีบจนแตก
3. ใบมีดมีไว้สำหรับกรีดเปลือกส้มให้แหวกออก
4. มีสปริงสำหรับดีดเปลือกส้มออก

3.6.2 ชุดของจานจ่าย

วัตถุประสงค์ในการออกแบบ

1. สามารถจ่ายผลส้มให้ชุดหัวกดได้

3.6.3 ถังใส่ผลส้มและรางป้อน

วัตถุประสงค์ในการออกแบบ

1. สามารถใส่ผลส้มได้จำนวนหลายๆ ผลและไหลไปตามท่อลงไปสู่ชุดจานจ่าย

3.6.4 ถังใส่น้ำส้มและถังใส่เปลือกส้ม

วัตถุประสงค์ในการออกแบบ

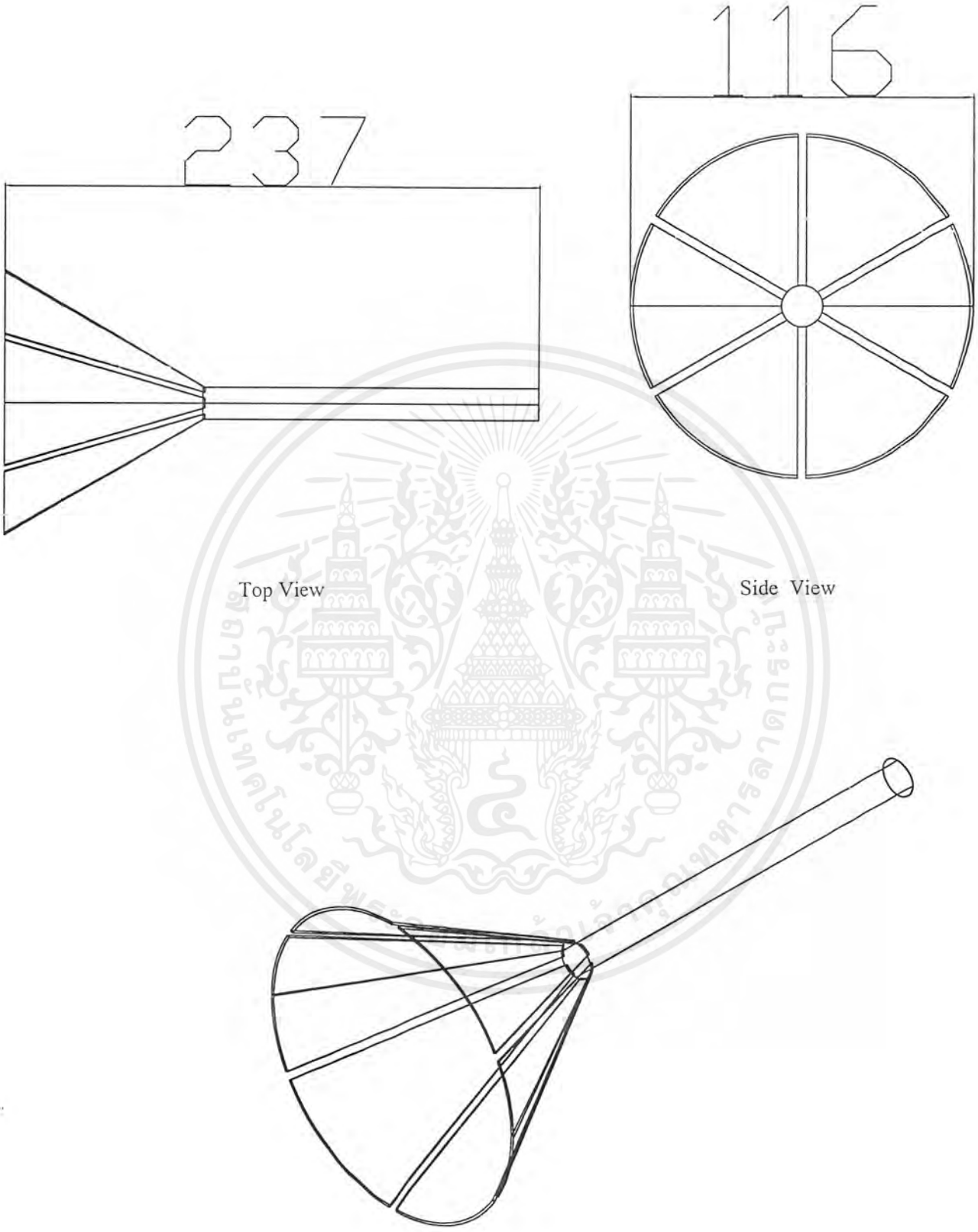
1. สามารถรองรับน้ำส้มที่ถูกบีบให้ไหลลงสู่ถังใส่น้ำส้ม
2. สามารถรองรับเปลือกส้มที่ถูกบีบให้ไหลลงสู่ถังใส่เปลือกส้ม

3.6.5 โครงสร้าง

วัตถุประสงค์ในการออกแบบ

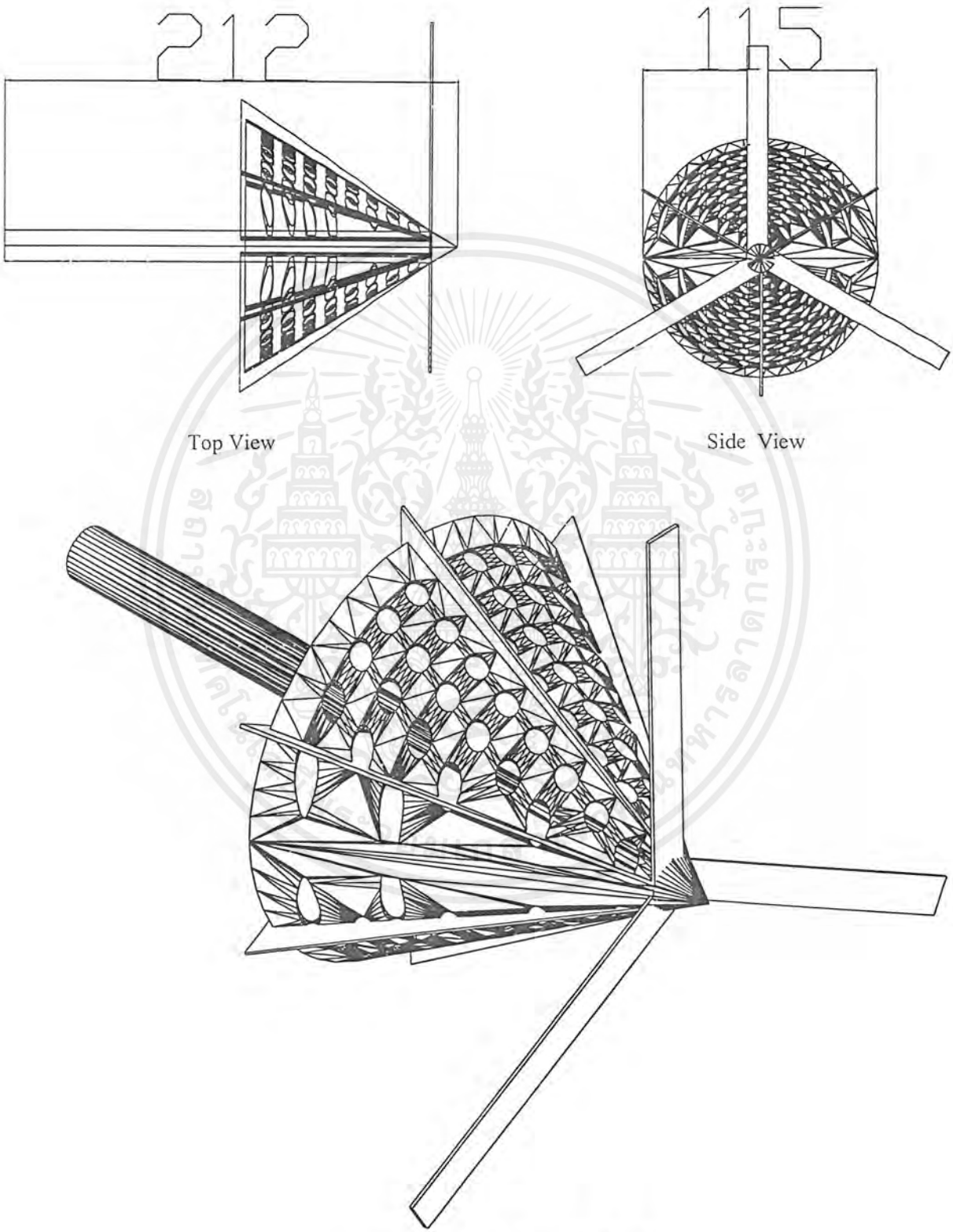
1. เพื่อรับน้ำหนักผลส้มและอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



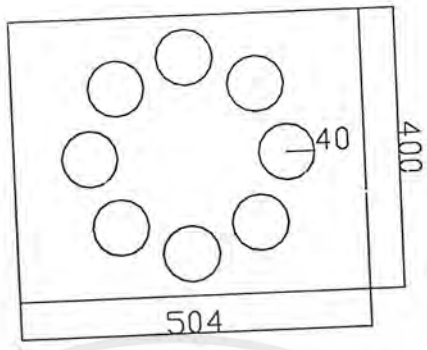
รูปที่ 3.4 ชุดบีบผลส้มส่วนหัวที่ติดกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

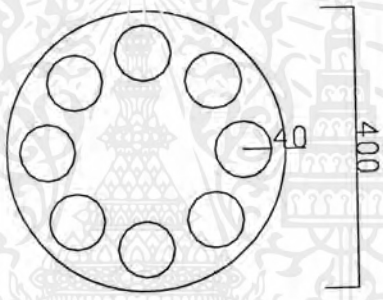


รูปที่ 3.5 ชุดหัวบีบผลส้มด้านท้าย

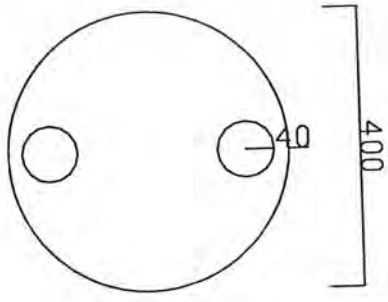
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ชุดจานจ่ายส่วนบน

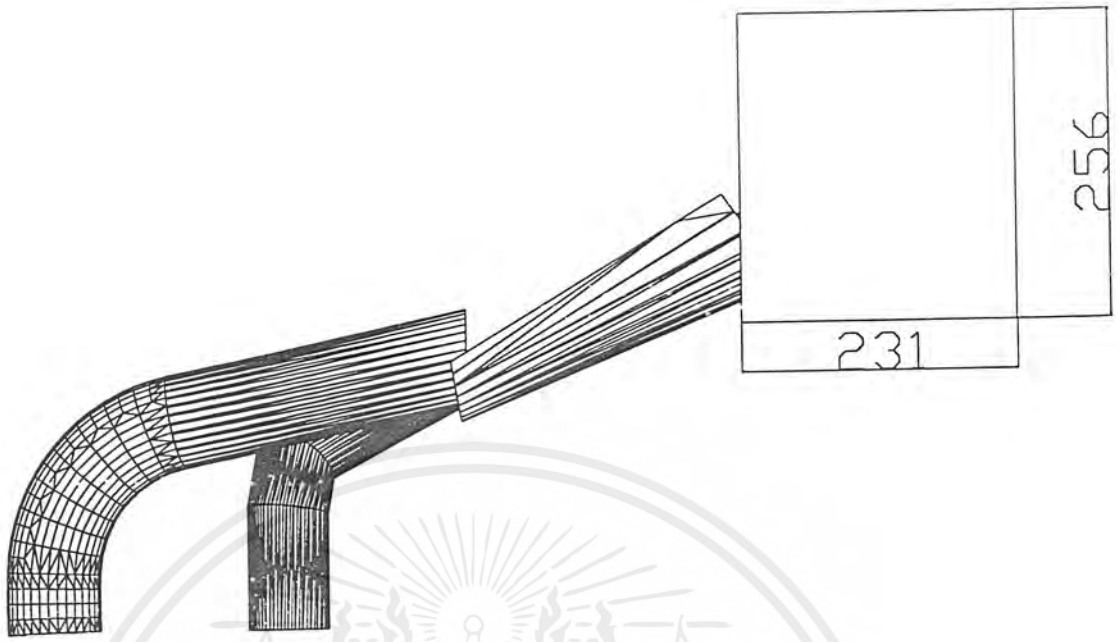


รูปที่ 3.7 ชุดจานจ่ายส่วนกลาง

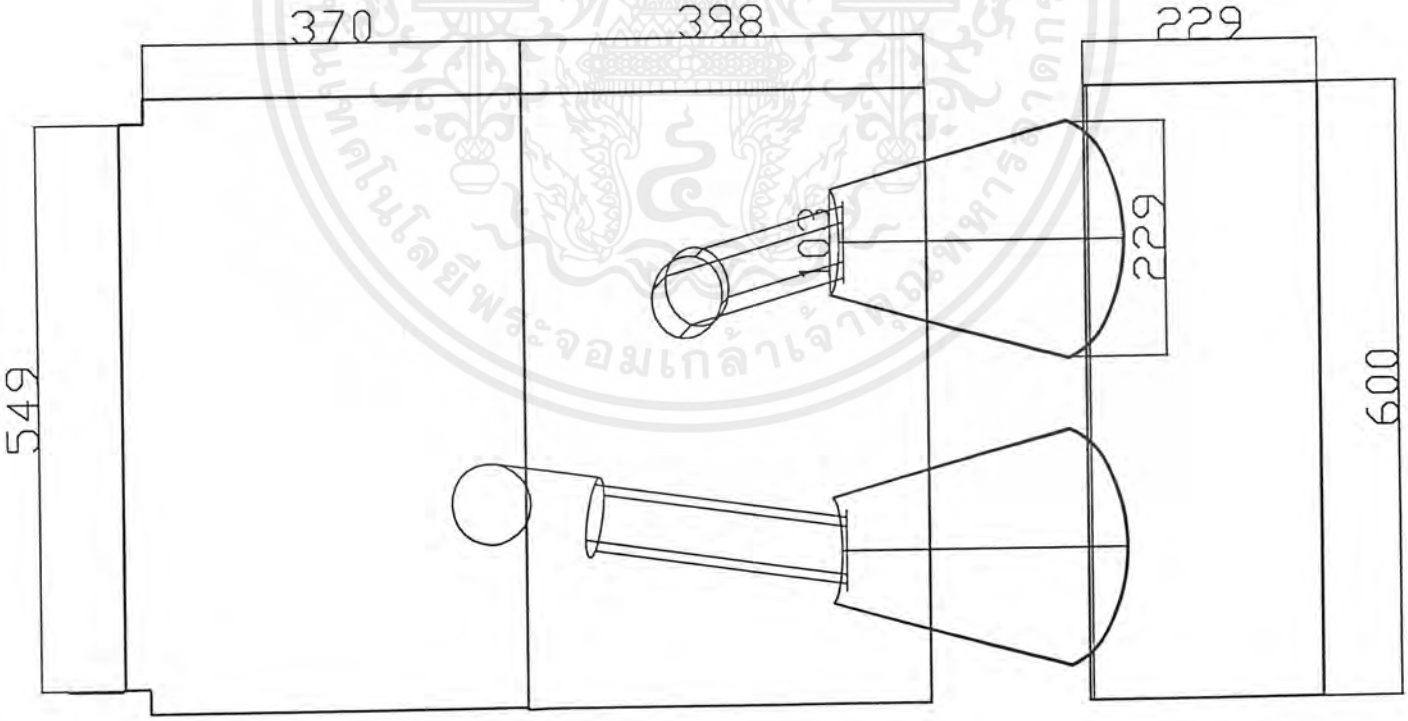


รูปที่ 3.8 ชุดจานจ่ายส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

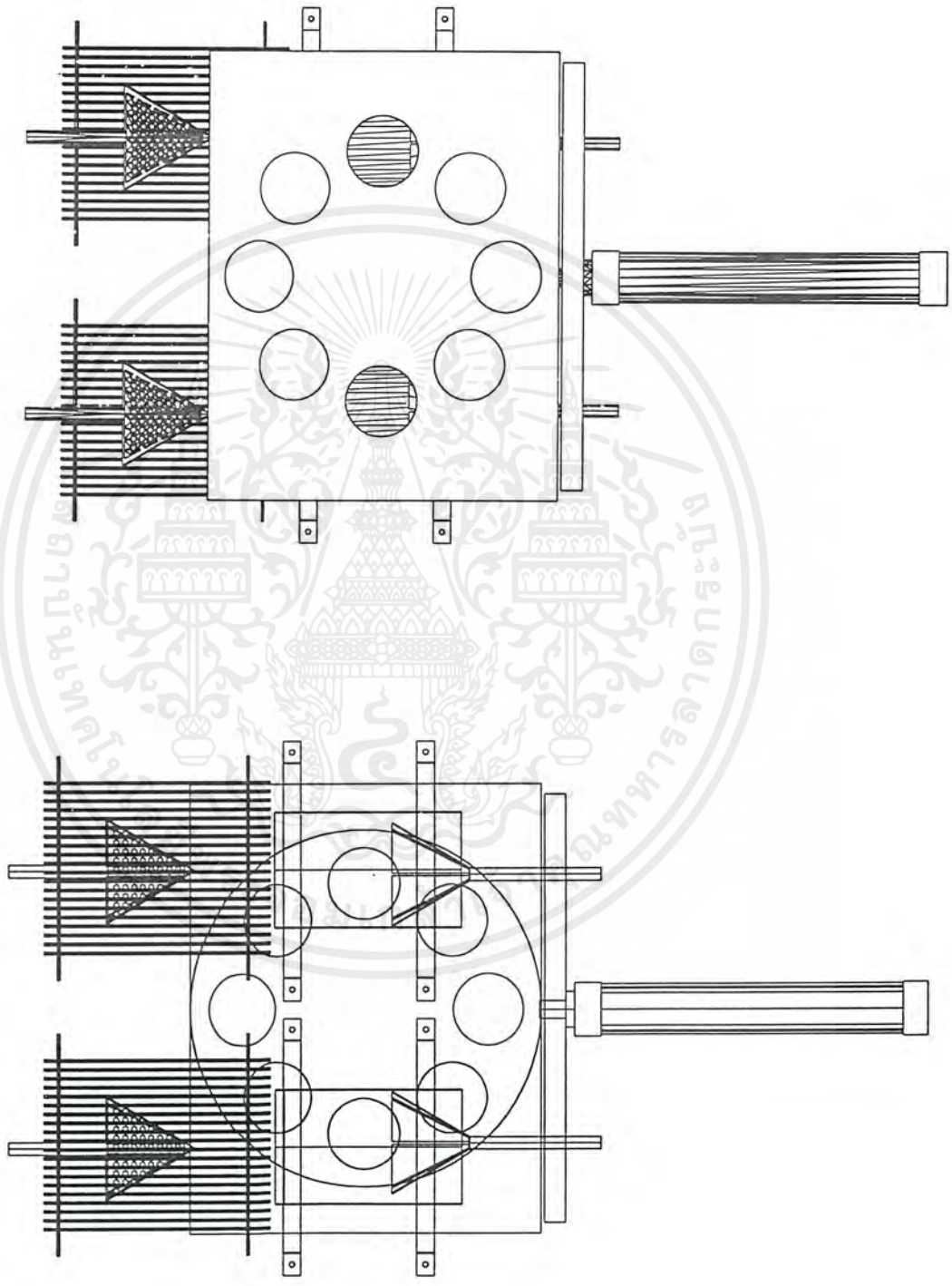


รูปที่ 3.9 ชุดของถังใส่ผลส้ม รางป้อนและท่อ



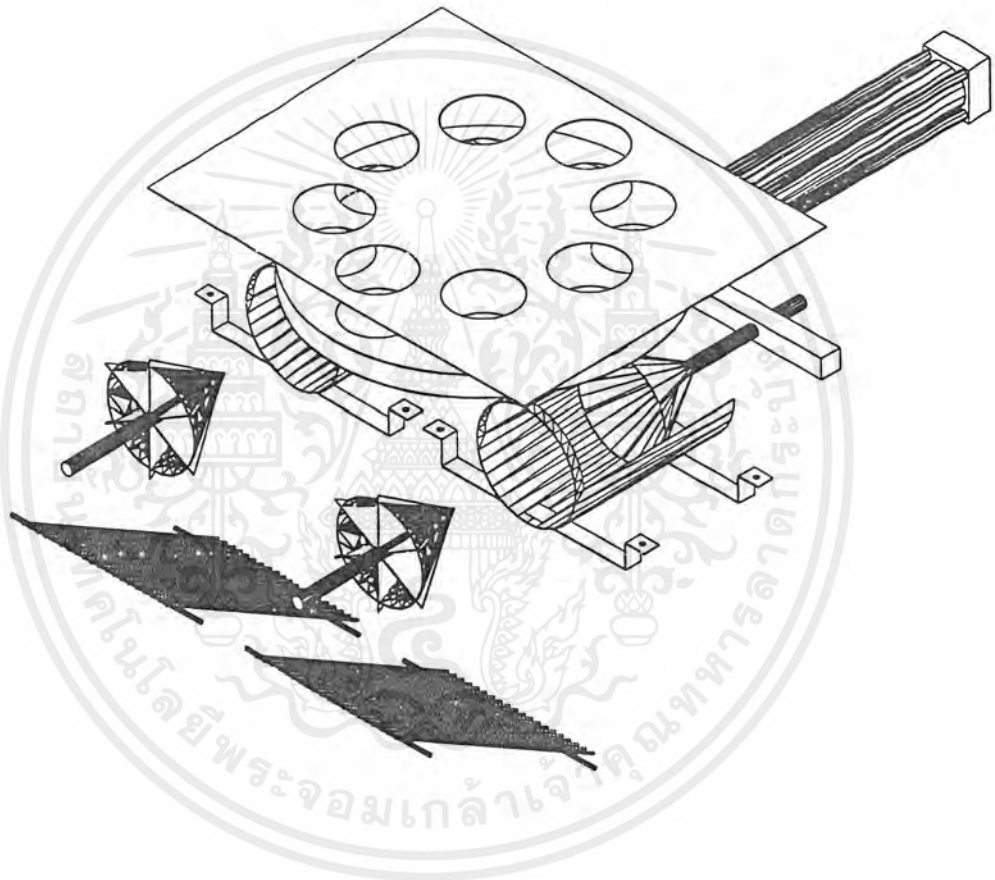
รูปที่ 3.10 Top View ของ ถังผลส้ม ราง ท่อ ถังใส่น้ำส้มและถังใส่เปลือกส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



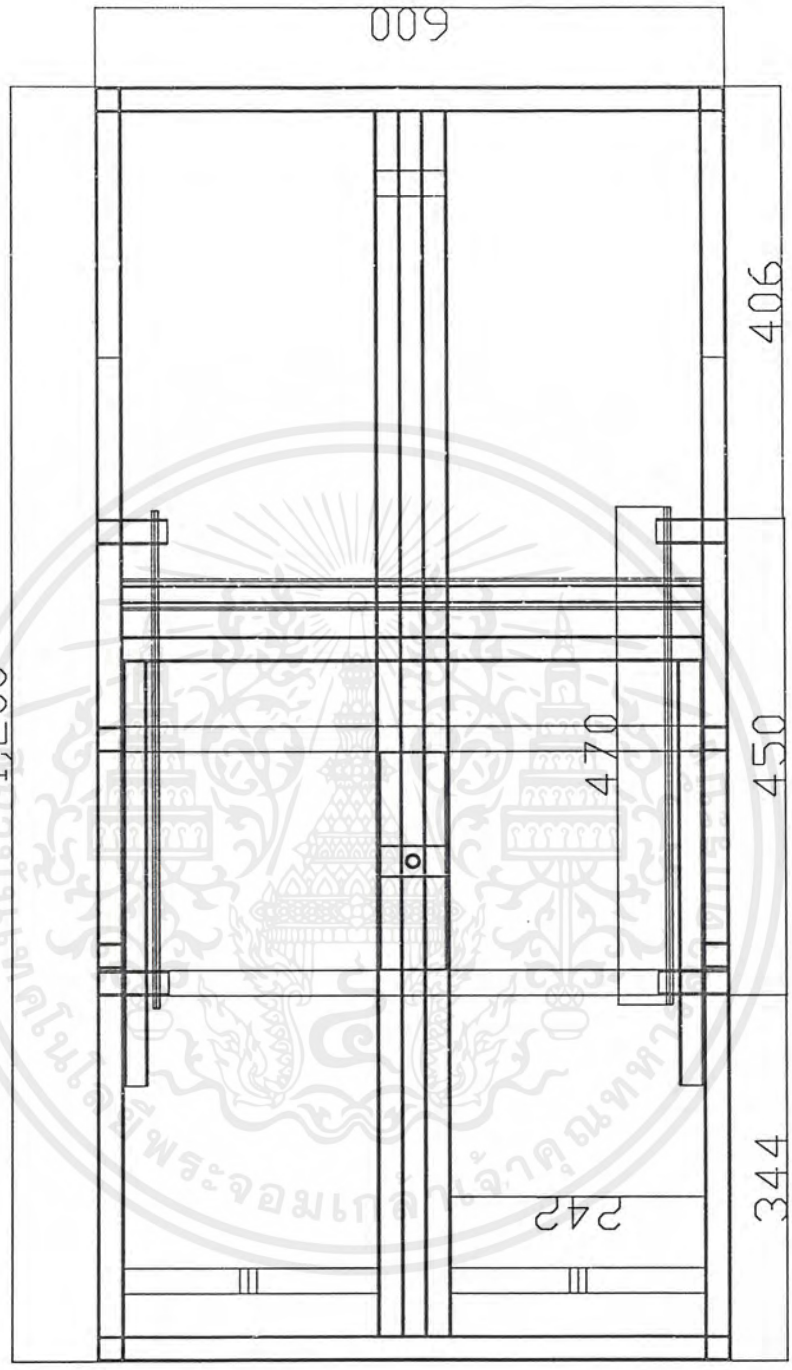
รูปที่ 3.11 Top View ของชุดบีบผลส้ม ตะแกรง และจานจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



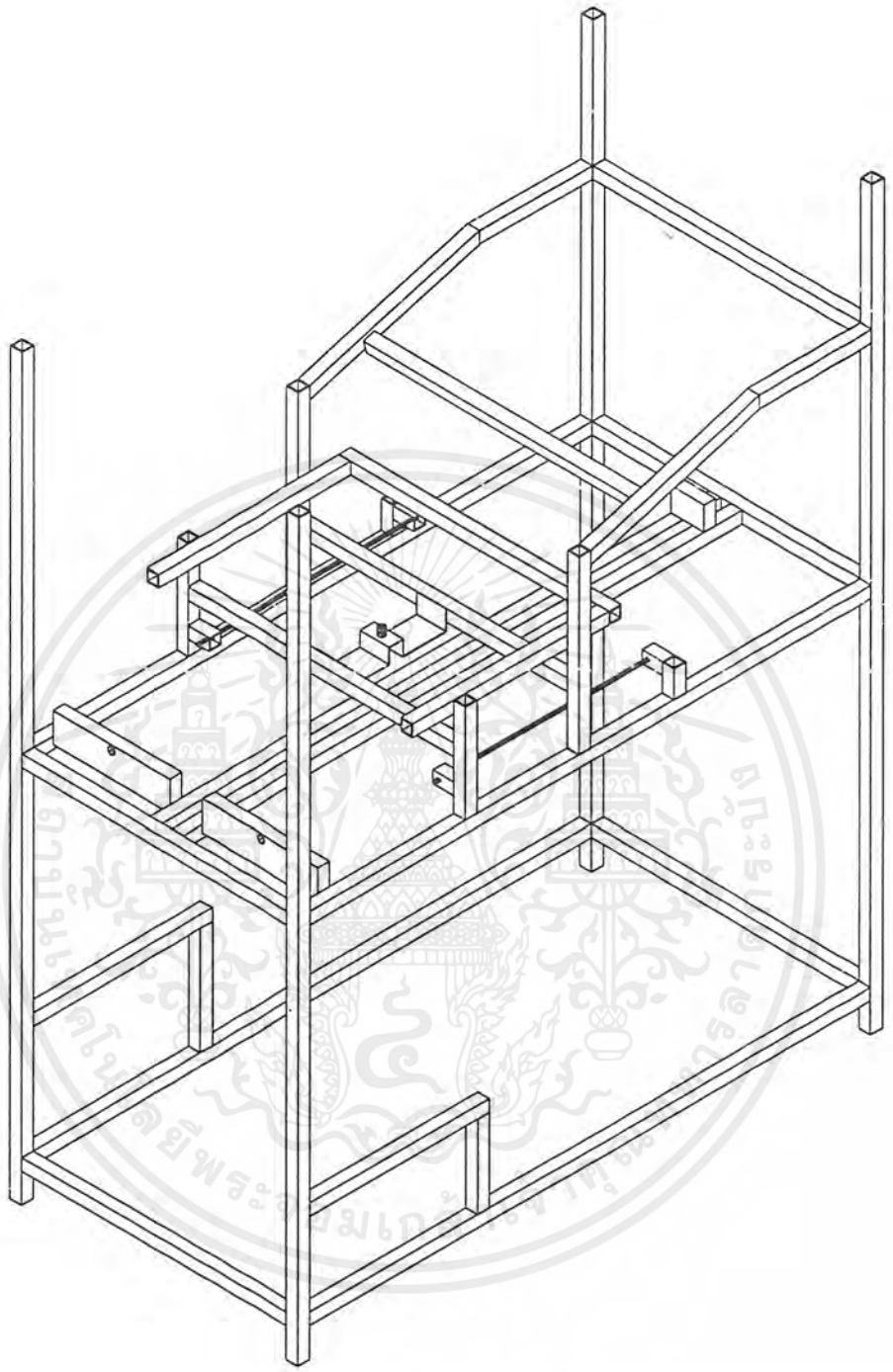
รูปที่ 3.12 Isometric ของ ชุดบีบผลส้ม ตะแกรงและจานจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



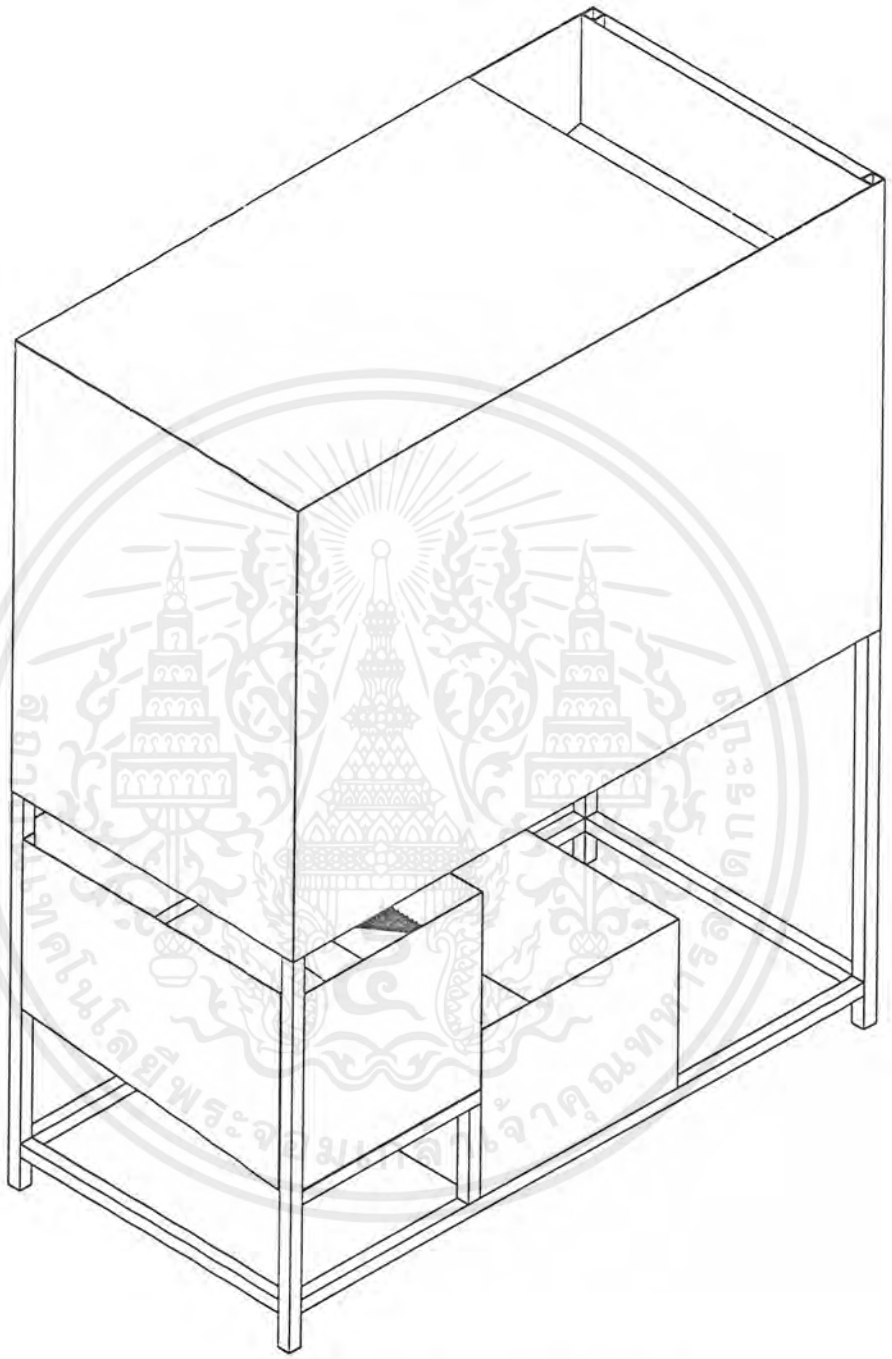
รูป 3.13 Top View ของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การสร้างถังใส่ผลส้มและรางป้อน

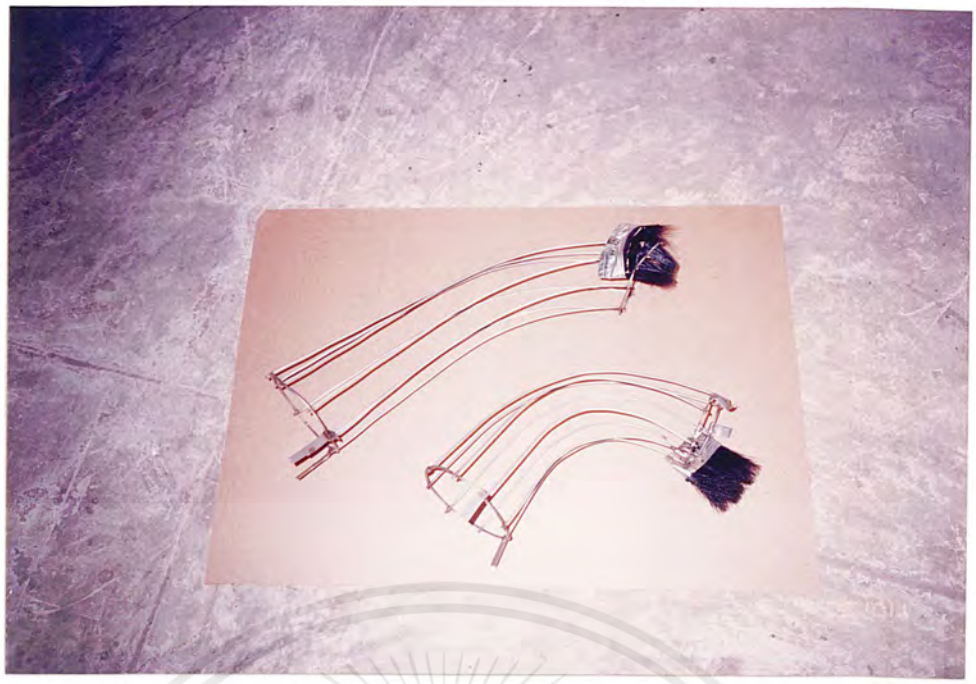
แผ่นสแตนเลส 230 x 600 x 250 มม. มีช่องสำหรับให้ผลส้มไหล 90 x 600 มม. และมีมุมเอียง 20 องศา ไว้สำหรับบรรจุผลส้ม ส่วนรางป้อนใช้เสแตนเลสดัดให้เป็นลักษณะโค้ง และความยาวมีลักษณะเป็น Taper ดังรูป

รูปที่ 3.16 ถังใส่ผลส้มและรางป้อน

3.8 ท่อ

ทำจากลวดสแตนเลส มาขดเป็นวงกลม แล้วเชื่อมต่อหัวท้ายวงกลมดังรูป เพื่อเป็นท่อให้ผลส้มไหลลงสู่จานจ่าย

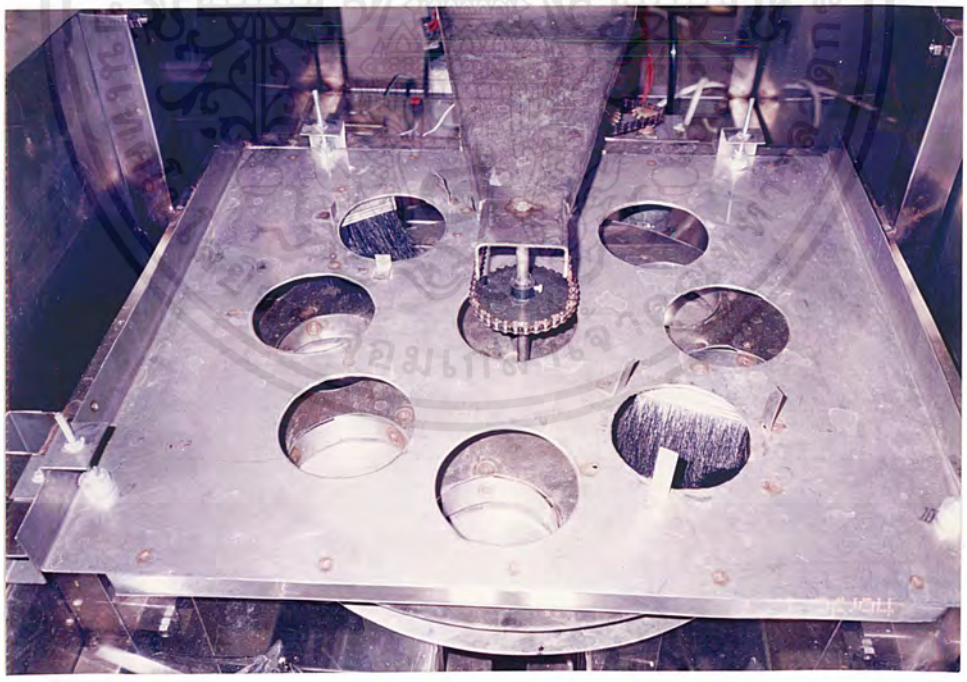
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ท่อทั้ง 2 ข้าง

3.9 ชุดจานจ่าย

ทำจากแผ่นสแตนเลสมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มม. และรูภายในมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. เจาะรูไว้ทั้งหมด 8 รู เพื่อที่ว่าผลส้มจากท่อจะหล่นลงมาในรูนั้น โดยจะมีชุดขับจานเป็นตัวควบคุมในการหมุน ให้ผลส้มลงรูในจานแผ่นล่างลงสู่ชุดบีบผลส้มต่อไป



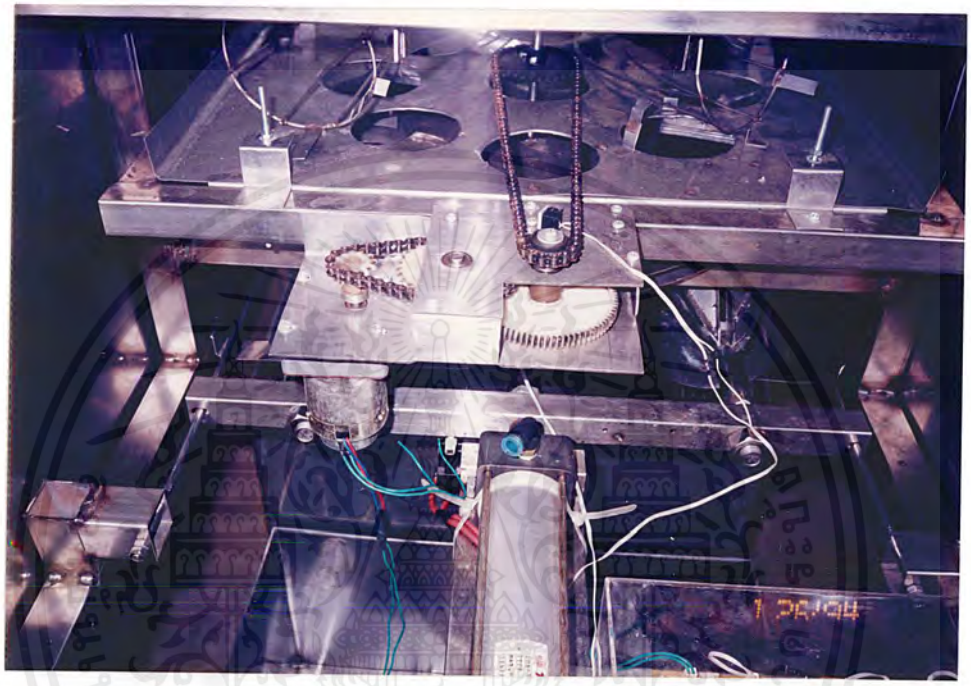
รูปที่ 3.18 จานหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ชุดขับจาน

3.10.1 ชุดเฟือง

เป็นชุดเฟืองทดที่ต่อกับเฟืองที่มอเตอร์ จะทำให้แรงที่ได้จากการขับจานมีมากขึ้น สามารถขับจานที่มีน้ำหนักจากผลส้มให้หมุนได้ตามที่ต้องการ โดยจากชุดเฟืองทดนี้



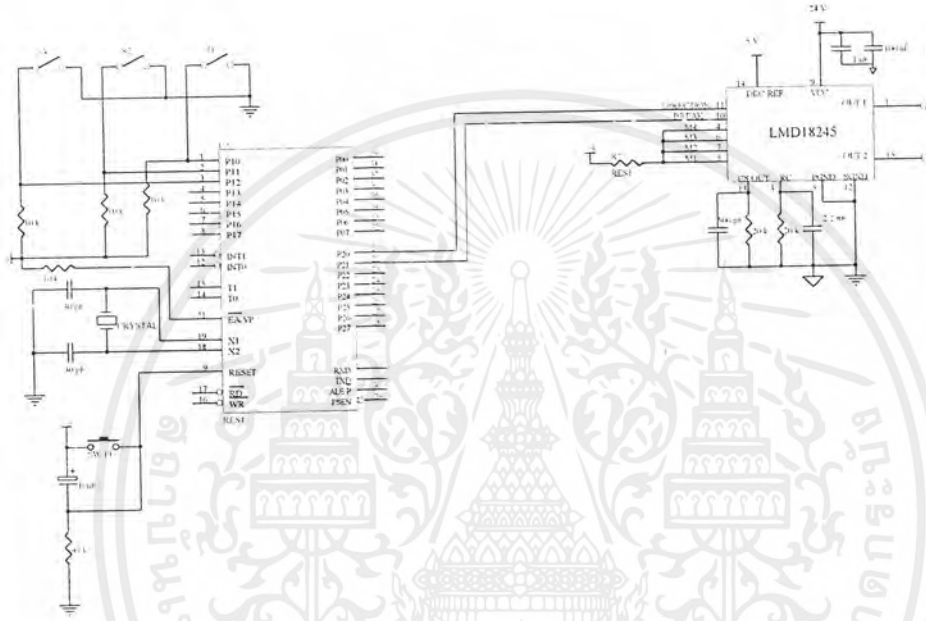
รูปที่ 3.19 ชุดเฟืองทด

3.10.2 ชุดควบคุม

ใช้ IC LMD18245 ตัวนี้เป็นตัวควบคุมในการสั่งให้หมุน IC ตัวนี้เป็น ไอซีไดรฟ์มอเตอร์ สามารถปรับความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ได้ มีขาคอนโทรลอยู่ 2 ขา คือขา direction ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ และ ขา break ใช้หยุดมอเตอร์ไม่ให้หมุน ไอซีตัวนี้ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ และมีขา vcc เพื่อจ่ายไฟให้กับมอเตอร์

IC ตัวนี้ยังสามารถใช้ขับสเต็บปิ้งมอเตอร์ได้ โดยใช้ไอซีตัวเดียวกัน 2 ตัว ซึ่งจะต้องมีการควบคุมขา direction ของไอซีทั้งสองตัวนี้ให้สัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 ชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่เขียนไว้เพื่อควบคุมมอเตอร์ DC

```
        RG      0000H           เริ่มต้นโปรแกรมให้กระโดดไปที่ตำแหน่ง MAIN
        JMP     MAIN
MAIN:
        JB      P1.0,A1         ดู S1 ว่าถูกกดหรือไม่ ถ้าไม่ถูกกดให้กระโดดไปที่ A1
        CALL    DELY02          ถ้าถูกกดให้ทำคำสั่งต่อไป
        JNB     P1.0,$          ดู S1 ว่าถูกปล่อยหรือยัง
        CALL    DELY01
        JMP     RUN0            ให้กระโดดไปยังตำแหน่ง RUN0
A1:
        CALL    DELY0005
        JB      P1.2,MAIN       ดูว่า S3 ถูกกดหรือไม่ ถูกกดให้กระโดดไปที่ MAIN
        CALL    DELY02          ถ้าไม่ถูกกดให้ทำคำสั่งต่อไป
        CALL    DELY01
        JMP     RUN1            ให้กระโดดไปยังตำแหน่ง RUN1

RUN0:
        MOV     A,#00000000B    สั่งให้ มอเตอร์หมุน
        MOV     P2,A
        CALL    DELY01

        JB      P1.1,$          ช่วงนี้จะเป็นการเช็ค S2 ให้ถูกกดแล้วปล่อย 4 ครั้ง
        CALL    DELY01
        JNB     P1.1,$
        CALL    DELY01
        JB      P1.1,$
        CALL    DELY01
        JNB     P1.1,$
        CALL    DELY01
        JB      P1.1,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    DELY01
        JNB     P1.1,$
        CALL    DELY01
        JB      P1.1,$
        CALL    DELY01

        MOV     A,#00000110B        สั่งให้มอเตอร์หมุนกลับทางเล็กน้อย
        MOV     P2,A
        CALL    DELY03
        MOV     A,#00001001B        สั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน
        MOV     P2,A
        NOP
        JMP     MAIN                ให้กระโดดไปยังตำแหน่ง MAIN

RUN1:
        MOV     A,#00000000B        สั่งให้มอเตอร์หมุน
        MOV     P2,A
        CALL    DELY01

        JB      P1.1,$              ดู S2 ให้กด 1 ครั้ง
        CALL    DELY01

        MOV     A,#00000110B        สั่งให้มอเตอร์หมุนกลับทางเล็กน้อย
        MOV     P2,A
        CALL    DELY03
        MOV     A,#00001001B        สั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน
        MOV     P2,A
        NOP
        JMP     MAIN                ให้กระโดดไปยังตำแหน่ง MAIN
;.....
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELY0005:                    delay 0.005 วินาที่ ที่ความถี่ cystral 11.0592 MHz
    MOV     R1,#09H
DELY00051:
    MOV     R2,#00H
    DJNZ    R2,$
    DJNZ    R1,DELY00051
    RET

DELY001:                     delay 0.01 วินาที
    MOV     R1,#12H
DELY0011:
    MOV     R2,#00H
    DJNZ    R2,$
    DJNZ    R1,DELY0011
    RET

DELY0015:                    delay 0.015 วินาที
    MOV     R1,#1BH
DELY00151:
    MOV     R2,#00H
    DJNZ    R2,$
    DJNZ    R1,DELY00151
    RET

DELY002:                     delay 0.02 วินาที
    MOV     R1,#24H
DELY0021:
    MOV     R2,#00H
    DJNZ    R2,$
    DJNZ    R1,DELY0021
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

DELY01:                         delay 0.1 วินาที
        MOV     R1,#01H
DELY0_11:
        MOV     R2,#0B4H
DELY0_12:
        MOV     R3,#00H
        DJNZ    R3,$
        DJNZ    R2,DELY0_12
        DJNZ    R1,DELY0_11
        RET

DELY02:                         delay 0.2 วินาที
        MOV     R1,#02H
DELY0_21:
        MOV     R2,#0B4H
DELY0_22:
        MOV     R3,#00H
        DJNZ    R3,$
        DJNZ    R2,DELY0_22
        DJNZ    R1,DELY0_21
        RET

DELY03:                         delay 0.3 วินาที
        MOV     R1,#03H
DELY0_31:
        MOV     R2,#0B4H
DELY0_32:
        MOV     R3,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

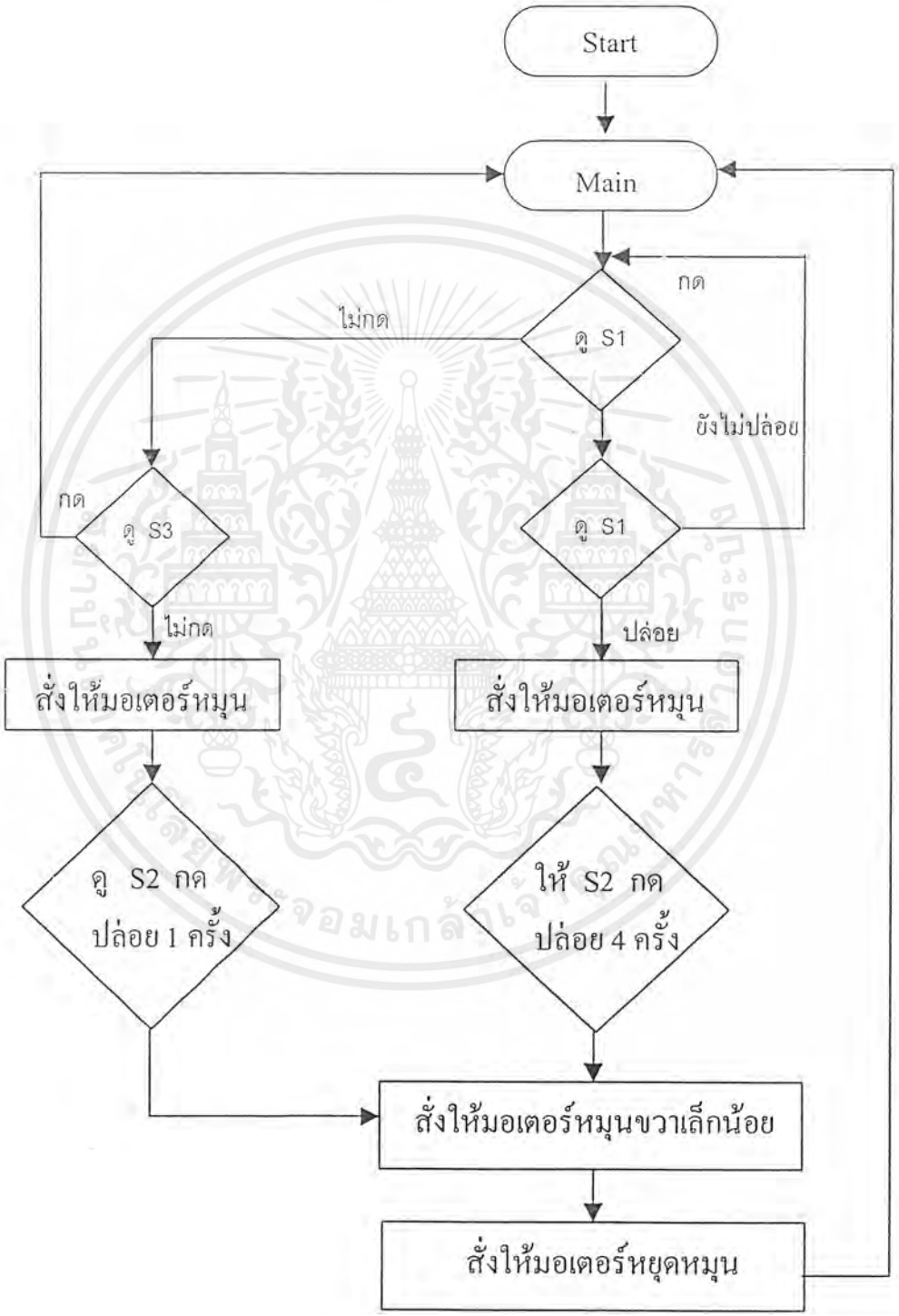
```
        DJNZ    R3,$
        DJNZ    R2,DELY0_32
        DJNZ    R1,DELY0_31
        RET

DELY05:                         delay 0.5 วินาที
        MOV     R1,#05H
DELY0_51:
        MOV     R2,#0B4H
DELY0_52:
        MOV     R3,#00H
        DJNZ    R3,$
        DJNZ    R2,DELY0_52
        DJNZ    R1,DELY0_51
        RET

        END                     จบโปรแกรม
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

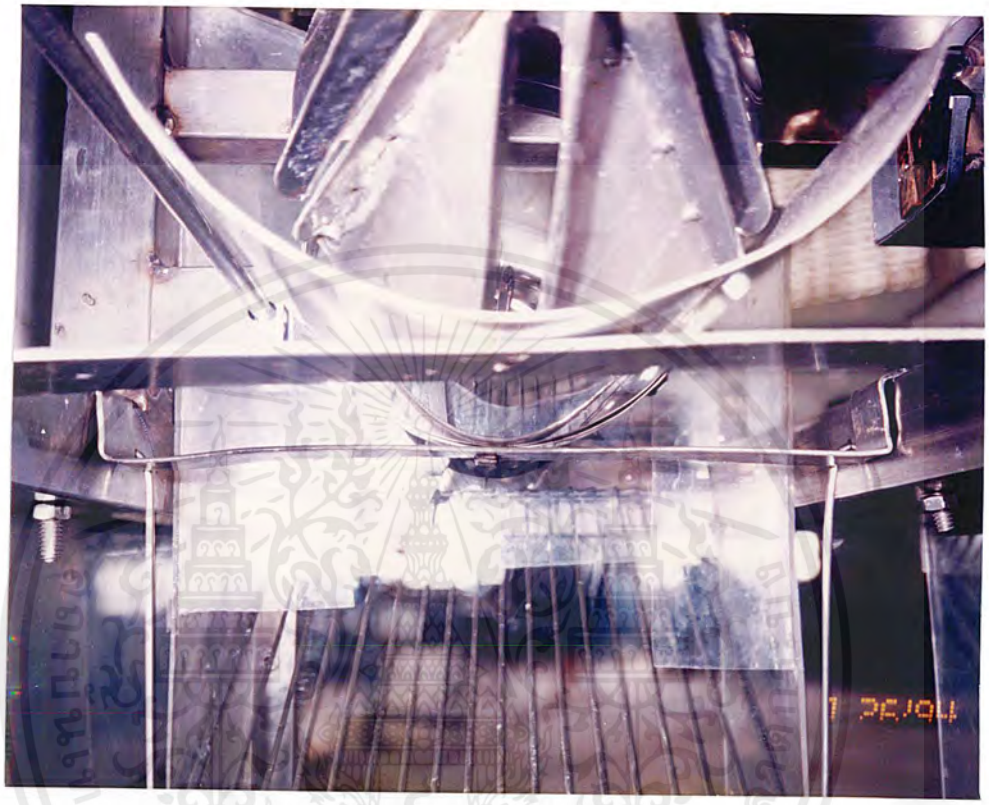
Flow Chart การทำงานของ D.C Motor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 ถาดรับผลส้ม

รองรับผลส้มที่ลงมาจากชุดจานจ่าย เพื่อเตรียมที่จะบีบผลส้ม และถาดรับผลส้มนี้จะมีชุดควบคุมผลส้มให้อยู่ตรงกลาง ในระหว่างที่กระบอกสูบเคลื่อนที่บีบผลส้ม



รูปที่ 3.21 ถาดรองรับผลส้ม

3.12 ภาพถ่ายของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 3.22 เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 3.23 ถังใส่น้ำส้มและถังใส่เปลือกส้ม

รูปที่ 3.24 หัวบีบน้ำส้มด้านท้าย

รูปที่ 3.25 แผงวงจรนิวแมติก

รูปที่ 3.26 การทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 3.27 ผลส้มขณะอยู่ในจานจ่าย

รูปที่ 3.28 การทำงานระหว่างการคั้น

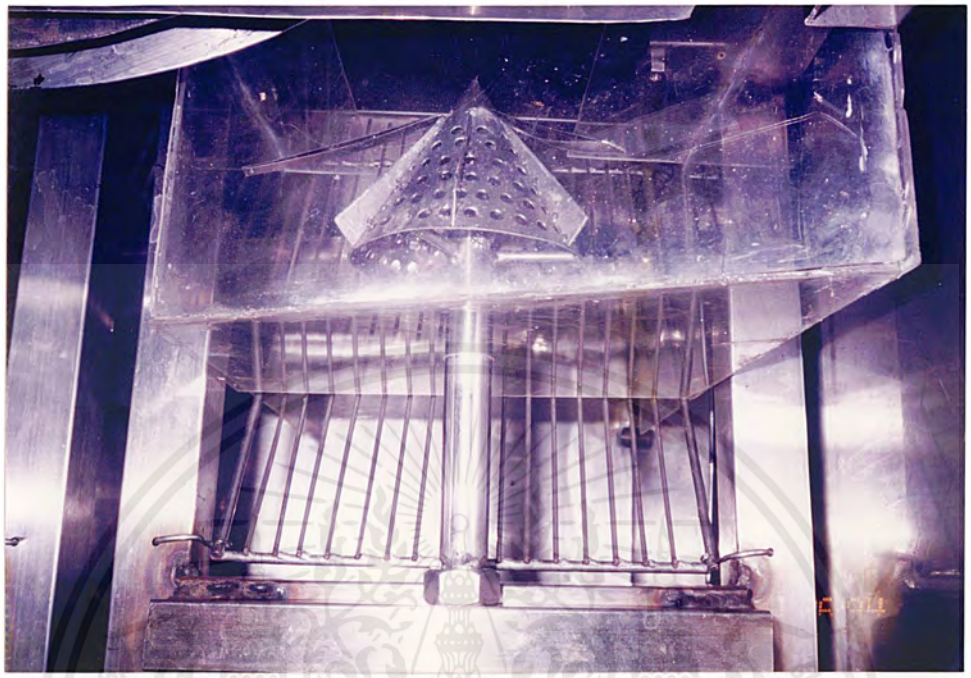
รูปที่ 3.29 ลักษณะผลส้มที่ถูกบีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

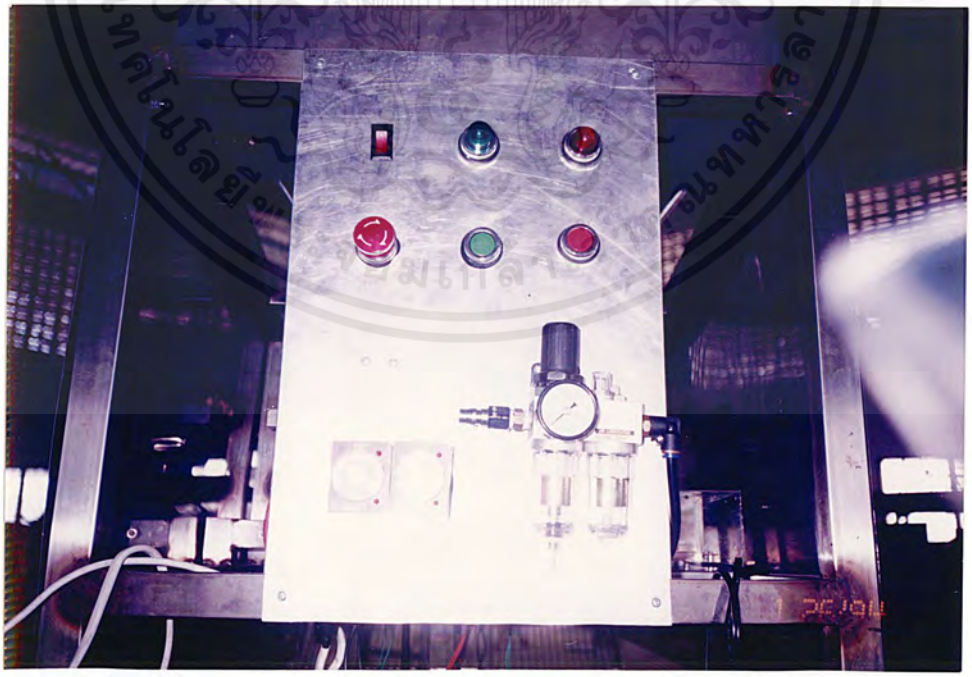
รูปที่ 3.22 เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 3.23 ถังใส่น้ำส้มและถังใส่เปลือกส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

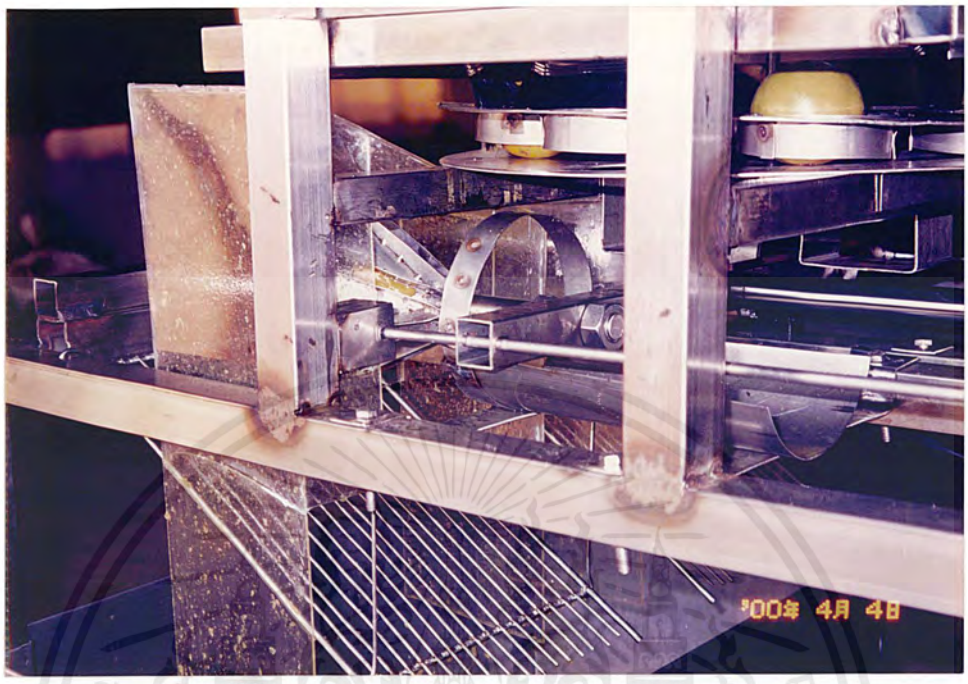


รูปที่ 3.24 หัวบีบน้ำส้มด้านท้าย

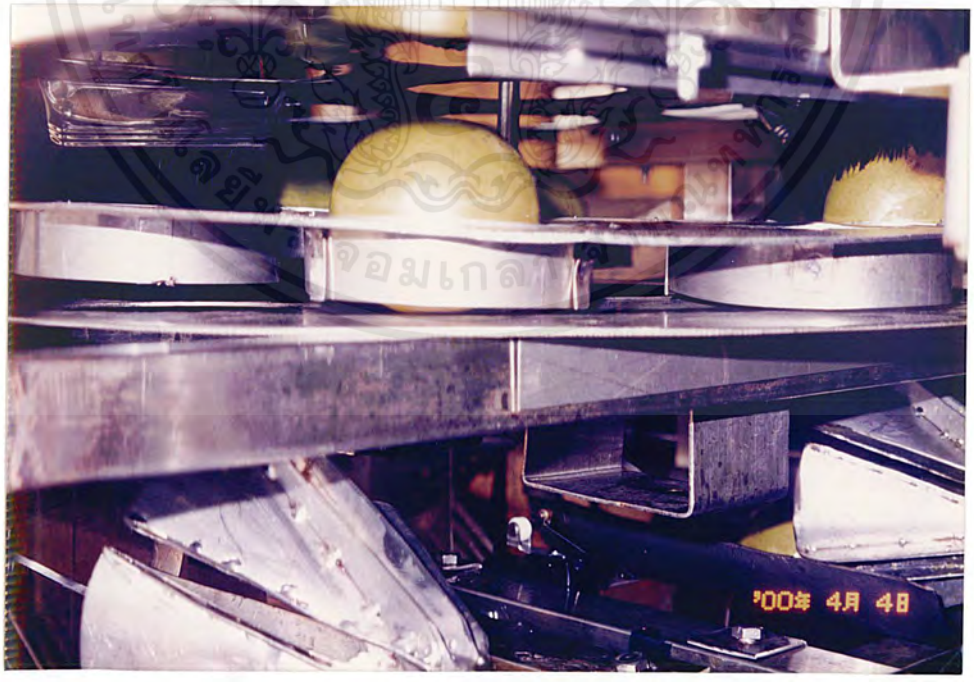


รูปที่ 3.25 แผงวงจรนิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 การทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3.27 ผลส้มขณะอยู่ในจานจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.28 การทำงานระหว่างการคั้น

รูปที่ 3.29 ลักษณะผลส้มที่ถูกบีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

4.1 การทดลองหาหัวคั้นน้ำส้มที่เหมาะสมที่จะนำมาสร้างเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

จากการทดลองที่จะนำมาสร้างเครื่องนั้นต้องหาหัวคั้นที่เหมาะสม จึงได้มีการสร้างและทดลองหัวคั้นน้ำส้มโดยมีการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 การหาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบกรวยไม่มีใบมีดมุม 60 องศา

ความดัน (bar)	เวลากดค้าง (sec)	ครั้งที่ทดลอง	น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้มที่ได้ (g)	% ของน้ำส้มต่อผล
3	2	1	71.2	29.8	41.8
		2	66.4	26.2	39.4
	4	1	73.2	31.2	42.6
		2	71.8	31.1	43.3
	6	1	73.5	31.7	43.1
		2	73.2	32.8	44.8
3.5	2	1	67.9	28.8	42.4
		2	67.2	27.9	41.5
	4	1	72.4	32.5	44.9
		2	68	31.1	45.7
	6	1	68.2	32.4	47.6
		2	67.2	30.8	45.8
4	2	1	72.8	31.1	42.7
		2	60.2	25.4	42.2
	4	1	66.7	30.2	45.3
		2	68	31.4	46.1
	6	1	65	32.4	49.8
		2	72.4	36.7	50.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การหาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบมีใบมีดมุม 60 องศา

ความดัน (bar)	เวลากดค้าง (sec)	ครั้งที่ทดลอง	น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้มที่ได้ (g)	% ของน้ำส้มต่อผล
3	2	1	67.6	20	29.6
		2	60.4	21.3	26.5
	4	1	67.9	23.4	34.5
		2	61.3	21.3	34.7
	6	1	66.6	25.9	38.9
		2	63.3	24.3	38.4
3.5	2	1	64.9	20.5	31.6
		2	74.3	22.5	30.3
	4	1	71.2	29.8	41.8
		2	60.8	26.2	43.1
	6	1	67.2	31.5	46.9
		2	68	32.4	47.6
4	2	1	74	33.9	45.8
		2	70.6	34.2	48.4
	4	1	65.1	32.8	50.4
		2	70	35.5	50.7
	6	1	67.5	35.2	52.1
		2	75.1	39.9	53.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การหาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบกรวยไม่มีใบมีดมุม 90องศา

ความดัน (bar)	เวลากดค้าง (sec)	น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้มที่ได้ (g)	% ของน้ำส้มต่อผล
3	2			
	4			
	6	75.6	21.7	28.7
3.5	2			
	4			
	6	74.3	22.5	30.3
4	2			
	4			
	6	73.7	24.4	33.1

หมายเหตุ ช่องที่ว่างเนื่องจาก % น้ำส้มที่ได้มีค่าต่ำมากจึงไม่ได้ทำการทดลอง

จากการทดลองหาหัวคั้นน้ำส้มของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัตินี้พบว่า จะใช้หัวคั้นน้ำส้มชนิดแบบมีใบมีดมุม 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วัตถุประสงค์

4.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

4.2.2 เพื่อศึกษาอัตราการคั้นของเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

4.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำส้มที่ได้จากการคั้น

4.3 การทดลองการเลือกความดันที่เหมาะสมเครื่องคั้นน้ำส้ม

การทดลองที่ 1

4.3.1 สมมติฐาน

ใช้ความดัน 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 บาร์ เวลาหน่วง 2 4 และ 6 วินาที

4.3.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. ส้ม	14	กิโลกรัม
2. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง	1	เครื่อง
3. เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	1	เครื่อง
4. ขวดใส่น้ำ	15	ใบ
5.นาฬิกาจับเวลา	1	เรือน

4.3.3 ขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. นำผลส้มมาชั่งตามจำนวนที่จะทำการทดลอง
2. นำผลส้มไปคั้นโดยเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติที่ความดัน 2 บาร์ กดค้างไว้ 2 วินาที และนำผลส้มส่วนหนึ่งมาทำการคั้นด้วยมือ
3. นำน้ำส้มและเปลือกส้มมาชั่ง ตามลำดับ
4. ทำการทดลองซ้ำที่ความดันเดิมโดยเปลี่ยนเวลากดเป็น 4 และ 6 วินาทีตามลำดับ
5. เปลี่ยนความดันที่ใช้เป็น 2.5 , 3, 3.5 และ 4 บาร์ โดยทำซ้ำข้อ 1- 4
6. นำผลส้มที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบเพื่อเลือกระดับความดันที่เหมาะสม
7. นำตัวอย่างน้ำส้มที่แต่ละความดันมาชิมและเวลากดค้างที่เหมาะสม เปรียบเทียบ กับการคั้นด้วยมือบันทึกลงในตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.7 ตามลำดับ
8. กรอกแบบสอบถามโดยให้คะแนนตามความรู้สึกที่ความดันและเวลากดค้างที่ต่างกัน

4.3.4 ผลการทดลอง

เพื่อหาความดันที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.4 รสชาติของน้ำส้มที่ความดัน 3 และ 3.5 บาร์ มีความคะแนนที่ค่อนข้างน่าเหมาะสม จึงได้นำมาทดลองอีกที่การทดลองที่ 2 สำหรับแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก

การทดลองที่ 2

4.3.1 สมมติฐาน

ใช้ความดัน 3 และ 3.5 บาร์ เวลาหน่วง 2 4 และ 6 วินาที

4.3.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. ส้ม	10 กิโลกรัม
2. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง	1 เครื่อง
3. เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	1 เครื่อง
4. ขวดใส่น้ำ	7 ใบ
5.นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน

4.3.3 ขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. นำผลส้มมาชั่งตามจำนวนที่จะทำการทดลอง
2. นำผลส้มไปคั้นโดยเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติที่ความดัน 3 บาร์ กดค้างไว้ 2 วินาที และนำผลส้มส่วนหนึ่งมาทำการคั้นด้วยมือ
3. นำน้ำส้มและเปลือกส้มมาชั่ง ตามลำดับ
4. ทำการทดลองซ้ำที่ความดันเดิมโดยเปลี่ยนเวลากดเป็น 4 และ 6 วินาทีตามลำดับ
5. เปลี่ยนความดันที่ใช้เป็น 3 และ 3.5 บาร์ โดยทำซ้ำข้อ 1- 4
6. นำผลส้มที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบเพื่อเลือกระดับความดันที่เหมาะสม
7. นำตัวอย่างน้ำส้มที่แต่ละความดันมาชิมและเวลากดค้างที่เหมาะสม เปรียบเทียบ กับการคั้นด้วยมือบันทึกลงในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.8 ตามลำดับ
8. กรอกแบบสอบถามโดยให้คะแนนตามความรู้สึกที่ความดันและเวลากดค้างที่ต่างกัน

4.3.4 ผลการทดลอง

เพื่อหาความดันที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.8

4.3.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดองพบว่า เปอร์เซ็นต์ของน้ำส้มนั้นมีค่าใกล้เคียงกันมากและคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามก็ใกล้เคียงกันแต่โดยรวม ที่ความดัน 3 บาร์ เหมาะสมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การหาเวลากดค้างที่เหมาะสมและหาอัตราการคั้น

การทดลองที่ 3

4.4.1 สมมติฐาน

ใช้ความดัน 3 บาร์ กดค้าง 2 4 และ 6 วินาที

4.4.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. ส้ม	10 กิโลกรัม
2. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง	1 เครื่อง
3. เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ	1 เครื่อง
4. ขวดใส่น้ำ	7 ใบ
5.นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน

4.4.3 ขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. นำผลส้มมาชั่งตามจำนวนและนับจำนวนผลที่จะทำการทดลอง
2. จับเวลาเมื่อนำผลส้มไปคั้นโดยเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติที่ความดัน 3 บาร์ กดค้างไว้ 2 วินาที และนำผลส้มส่วนหนึ่งมาทำการคั้นด้วยมือ
3. นำน้ำส้มและเปลือกส้มมาชั่ง ตามลำดับ
4. ทำการทดลองซ้ำที่ความดันเดิมโดยเปลี่ยนเวลากดเป็น 4 และ 6 วินาทีตามลำดับ ทำซ้ำข้อ 1 –3
6. นำผลส้มที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบเพื่อเลือกระดับเวลากดค้างที่เหมาะสม
7. นำตัวอย่างน้ำส้มที่แต่ละเวลากดค้างต่างๆมาชิม เปรียบเทียบกับการคั้นด้วยมือบันทึกลงในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.9 ตามลำดับ
8. กรอกแบบสอบถามโดยให้คะแนนตามความรู้สึกที่ความดันและเวลากดค้างที่ต่างกัน

4.4.4 ผลการทดลอง

เพื่อหาความดันที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 4.6 ตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10

4.4.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า น้ำส้มที่ 3 บาร์ กดค้าง 4 วินาทีเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับ เปอร์เซ็นต์น้ำส้มและรสชาติที่ได้จากการกรอกแบบสอบถาม สำหรับอัตราการคั้นน้ำส้มนั้นได้ 18.22 ผลต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 การหาความดันที่เหมาะสมในการคั้นส้มครั้งที่ 1

ความดัน (bar)	เวลากดค้าง (sec)	น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้ม (g)	น้ำหนักเปลือกหลังกด (g)	%น้ำส้ม	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
2	2	990	420	570	42.42%	2.3	2.2	1.5
	4	1010	450	560	44.55%	2.8	2.7	2
	6	1005	440	565	43.78%	2.5	1.7	1.4
2.5	2	1010	430	580	42.57%	2.5	1.8	1.3
	4	1020	430	590	42.16%	2.3	2.3	1.6
	6	1020	405	615	39.71%	2.8	2	1.7
3	2	1000	460	540	46.00%	2.7	2	2
	4	990	495	495	50.00%	2.7	2.2	2.2
	6	1020	515	505	50.49%	3.2	2.2	2.3
3.5	2	1030	480	550	46.60%	2.5	2.2	2.2
	4	1010	500	510	49.50%	2.2	1.2	1.5
	6	990	500	490	50.51%	2.2	1.8	1.5
4	2	1035	485	550	46.86%	3.7	2.7	1.8
	4	1000	485	515	48.50%	2.7	2.1	1.6

หมายเหตุ ใช้คนทดลอง 10 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การหาความดันที่เหมาะสมในการคั้นส้มครั้งที่ 2

ความดัน (bar)	เวลากดค้าง (sec)	น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้ม (g)	น้ำหนักเปลือกหลังกด (g)	%น้ำส้ม	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
3	2	1400	645	755	46.07%	2.88	1.7	1.6
	4	1400	685	715	48.93%	2.4	1.6	1.8
	6	1400	700	700	50.00%	2.3	1.8	1.7
3.5	2	1400	640	760	45.71%	2.6	2.2	2
	4	1400	690	710	49.29%	3.1	2.5	2.1
	6	1400	705	695	50.36%	3.2	2.2	1.6

หมายเหตุ ใช้คนทดลอง 18 คน

ตารางที่ 4.6 การหาความดันที่เหมาะส้มในการคั้นส้มครั้งที่ 3

ความดัน (bar)	เวลากดค้าง (sec)	น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้ม (g)	น้ำหนักเปลือกหลังกด (g)	%น้ำส้ม	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
3	2	2070	950	1120	45.89%	2.9	1.9	1.8
	4	2100	1035	1065	49.29%	2.5	1.7	1.8
	6	2015	1020	995	50.62%	2.5	2.1	2

หมายเหตุ ใช้คนทดลอง 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การคั้นน้ำส้มด้วยมือครั้งที่ 1

น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้ม (g)	น้ำหนักเปลือกหลังกด (g)	%น้ำส้ม	รสชาติ	ความข้น	กลิ่น
980	540	440	55.10%	1	1	1

หมายเหตุ ใช้คนทดลอง 10 คน

ตารางที่ 4.8 การคั้นน้ำส้มด้วยมือครั้งที่ 2

น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้ม (g)	น้ำหนักเปลือกหลังกด (g)	%น้ำส้ม	รสชาติ	ความข้น	กลิ่น
1400	745	655	53.21%	1.3	1	1

หมายเหตุ ใช้คนทดลอง 18 คน

ตารางที่ 4.9 การคั้นน้ำส้มด้วยมือครั้งที่ 3

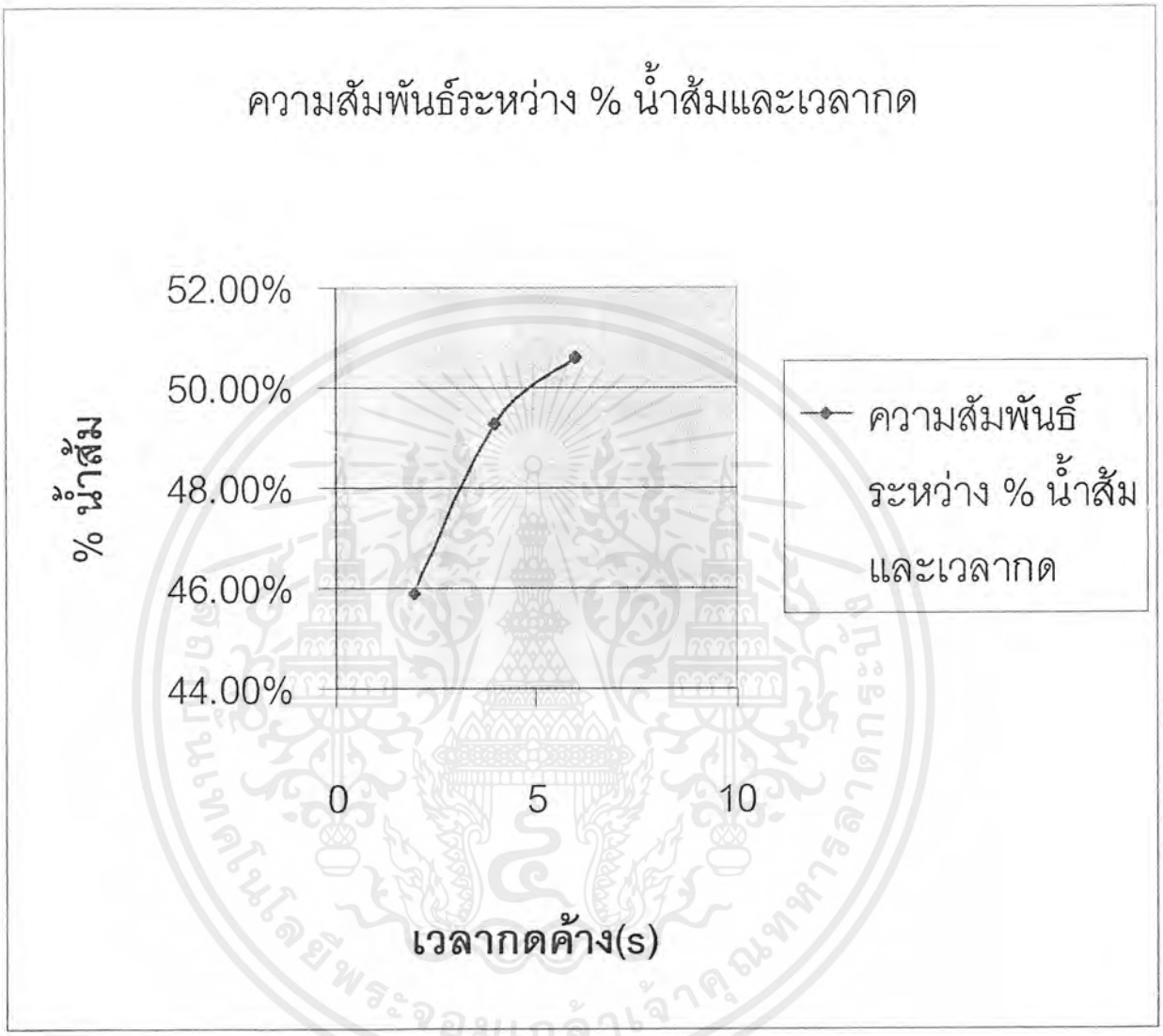
น้ำหนักส้ม (g)	น้ำหนักน้ำส้ม (g)	น้ำหนักเปลือกหลังกด (g)	%น้ำส้ม	รสชาติ	ความข้น	กลิ่น
2020	1060	960	52.48%	1.1	1	1.05

หมายเหตุ ใช้คนทดลอง 20 คน

ตารางที่ 4.10 อัตราการคั้นน้ำส้มที่ 3 บาร์ กดค้าง 4 วินาที

จำนวนส้ม (ผล)	เวลาที่ใช้ (min)	อัตราการคั้น (ผล/min)
24	1.19	18.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์น้ำส้มและเวลากดค้างที่ 3 บาร์ กดค้าง 4 วินาที

จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อเวลากดค้างยิ่งนานขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำส้มมากขึ้นจะถึงจุดๆ หนึ่งก็จะเพิ่มทีละน้อย แต่ด้วยเนื่องจากจะมีความขมมากเมื่อเวลากดค้างยิ่งเยอะจึงต้องพิจารณารสชาติความขม และกลิ่นเป็นตัวประกอบด้วยซึ่งจากการทดลองก็จะใช้ที่ 3 บาร์ กดค้าง 4 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

5.1.1 การทดลองเพื่อหาความดันที่เหมาะสมในการใช้งาน

จากการทดลองเพื่อหาความดันที่เหมาะสมโดยใช้ความดัน 2, 2.5, 3, 3.5, 4 บาร์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบจะได้ผลดังตาราง 4.1 พบว่าที่ความดัน 3 บาร์ และ 3.5 บาร์ เป็นความดันที่เหมาะสมจึงได้ทำการทดลองเพื่อหาความดันที่เหมาะสมใหม่อีกครั้ง โดยใช้การชิมน้ำส้มคั้นจำนวน 15 คน จากตาราง 4.2 จึงเลือกความดัน 3 บาร์ เพราะมีความขมและกลิ่นเปลือกส้มที่น้อยกว่า

5.1.2 การทดลองเพื่อหาเวลากดค้างที่เหมาะสมในการใช้งาน

จากการทดลองโดยใช้เวลากดค้างที่ 2, 4 และ 6วินาที โดยใช้การชิมน้ำส้มคั้นจำนวน 20 คน ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.3 จากการทดลองจึงเลือกเวลากดค้าง 4 วินาที เพราะได้รสชาติที่ดีกว่ากดค้าง 2 วินาที มีความขมน้อยกว่าที่กดค้าง 2 และ 4 วินาที มีกลิ่นเปลือกส้มที่น้อยกว่า 6 วินาที จึงเลือกเวลากดค้าง 4 วินาที กับเครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

5.1.3 การทดสอบเพื่อหาอัตราการคั้น

เครื่องมีอัตราการคั้น 18.22 ผลต่อนาที หรือ 1093 ผลต่อชั่วโมง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ผลส้มที่ทำการทดลองจะต้องมีขนาดที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งถ้าผลส้มมีขนาดเล็กก็จำเป็นต้องปรับชุดจานให้ต่ำลงมา

2. สมารถพัฒนาต่อไปโดยไม่ต้องใช้ถังเก็บผลส้มเป็นตัวป้อนส้ม แต่ใช้อุปกรณ์ลำเลียงนำผลส้มที่ผ่านการล้างแล้วเข้าสู่เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ

3. ควรจะระบบทำความสะอาดเครื่องได้ด้วยตัวเอง

4. น้ำส้มที่หยดลงมาในถังใส่น้ำส้มควรจะมีผ้ากรองเมล็ดเพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดนั้นลงไปในถังน้ำส้ม

5. วงจรไฟฟ้าจำพวก Limit Switch ควรจะป้องกันน้ำส้มไม่ให้มากระเด็นโดนซึ่งอาจทำให้วงจรเกิดการผิดพลาดในระบบการทำงานของวงจรได้

6.ถังใส่ผลส้มที่ได้ทดลองจะเกิดการติดขัดบ้าง ควรจะออกแบบใหม่ให้ดีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การทดสอบน้ำส้มควรจะใช้จำนวนคนในการทดลองที่มากขึ้นกว่านี้และความละเอียดในการให้คะแนนควรก็จะมีค่าละเอียดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตัวอย่างแบบสามถามที่ 1

ผลิตภัณฑ์ น้ำส้ม

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำส้ม โดยให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่านผู้ชิม

รสชาติ

1 หมายถึง ชอบมาก
2 หมายถึง ชอบ
3 หมายถึง เฉย ๆ
4 หมายถึง ไม่ชอบ
5 หมายถึง ไม่ชอบมาก

ความขม

ไม่ขม หมายถึง 1
ขมบ้าง หมายถึง 2
ขมมาก หมายถึง 3

กลิ่นเปลือกส้ม

1 หมายถึง ไม่มีกลิ่น
2 หมายถึง มีกลิ่นบ้าง
3 หมายถึง กลิ่นมาก

ตัวอย่าง	คะแนนความเห็น		
	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

ตัวอย่าง	คะแนนความเห็น		
	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบสอบถามที่ 2

ผลิตภัณฑ์ น้ำส้ม

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำส้ม โดยให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่านผู้ชิม

รสชาติ

1	หมายถึง	ชอบมาก
2	หมายถึง	ชอบ
3	หมายถึง	เฉย ๆ
4	หมายถึง	ไม่ชอบ
5	หมายถึง	ไม่ชอบมาก

ความขม

ไม่ขม	หมายถึง	1
ขมบ้าง	หมายถึง	2
ขมมาก	หมายถึง	3

กลิ่นเปลือกส้ม

1	หมายถึง	ไม่มีกลิ่น
2	หมายถึง	มีกลิ่นบ้าง
3	หมายถึง	กลิ่นมาก

ตัวอย่าง	คะแนนความเห็น		
	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบสามถามที่ 3

ผลิตภัณฑ์ น้ำส้ม

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำส้ม โดยให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่านผู้ชิม

รสชาติ

1	หมายถึง	ชอบมาก
2	หมายถึง	ชอบ
3	หมายถึง	เฉย ๆ
4	หมายถึง	ไม่ชอบ
5	หมายถึง	ไม่ชอบมาก

ความขม

ไม่ขม	หมายถึง	1
ขมบ้าง	หมายถึง	2
ขมมาก	หมายถึง	3

กลิ่นเปลือกส้ม

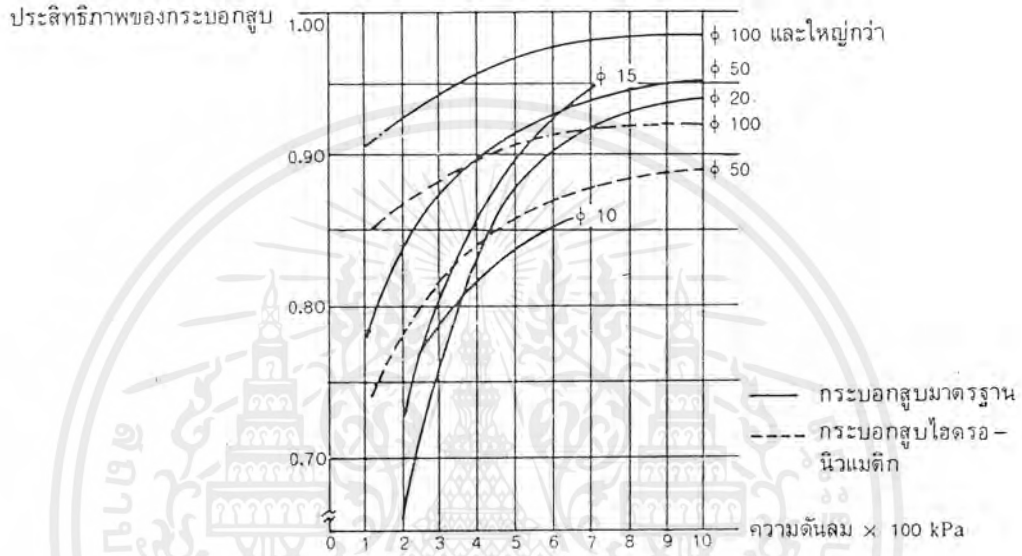
1	หมายถึง	ไม่มีกลิ่น
2	หมายถึง	มีกลิ่นบ้าง
3	หมายถึง	กลิ่นมาก

ตัวอย่าง	คะแนนความเห็น		
	รสชาติ	ความขม	กลิ่น
1			
2			
3			
4			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของกระบอกสูบนิวแมติกส์

การที่จะหาขนาดกระบอกสูบต้องรู้ประสิทธิภาพเพื่อที่จะเลือกกระบอกสูบไปใช้งาน โดยในที่นี้เลือกความดัน 400 kPa และสมมุติเลือกขนาดกระบอกสูบ ϕ 5 cm จะได้ 0.9 ดังตาราง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่านด้วยกัน ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำและความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ

อาจารย์พิชิต กิตตินนท์

อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน

เจ้าหน้าที่ประจำ Work Shop

รวมทั้งเพื่อน ๆภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. เปรมปรี ณ สงขลา, "รวมกลยุทธ์ส้ม" , 2532 , หน้า 1- 77.

2. ปานเพชร ชินินทร และ ขวัญชัย สินทรัพย์สมบูรณ์ , "นิวแมติก อุตสาหกรรม", 2541.

3. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ สาทิป รัตนภาสกร, "สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีววัสดุ", ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538.

4. พิษณุ ศิริวนิชย์วงศ์ และ ราชัน พูลกิจ , "ปริญญานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มแบบต่อเนื่อง", ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้