การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF FOOD PACKING VACUUM MACHINE FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

วิวุฒ ศักดาทร
VIVOOD SAKDATORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-315-3

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF FOOD PACKING VACUUM MACHINE FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

T 0 4 8 9 2 7

วิญญู ศักดาทร

VINYOO SAKDATORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-815-3

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48927
วัน, เดือน, ปี 13 ม.ค. 2547

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF FOOD PACKING VACUUM MACHINE FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

VINYOO SAKDATORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRAUDE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN974-324-815-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
นักศึกษา	วิญญู ศักดาทร
รหัสประจำตัว	44064814
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.นิรัช สุดสังข์

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ คือ

1. การพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยคือ ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งแปรรูป จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเป็น ผลิตภัณฑ์จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรภายในจังหวัดเชียงใหม่ มีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจ การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความถี่ เพื่อหาขนาดของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์

2. การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมเกี่ยวกับ ความเร็วและความเข้ากันได้กับเครื่อง กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยคือ จำนวนครั้งที่ใช้ทดสอบอาหาร 3 ชนิด ชนิดละ 30 ครั้งได้แก่ ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง และผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า การเก็บข้อมูลใช้แบบบันทึก มีสถิติที่ใช้เป็นร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test แบบ One Sample Group

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยมีขนาดห้องบรรจุในการรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์ ที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ขนาดความกว้างเท่ากับ 30 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตร และความสูงเท่ากับ 20 เซนติเมตร ขนาดโดยรวมของตัวเครื่องมีความกว้างเท่ากับ 46 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 62 เซนติเมตร ความสูงเท่ากับ 63 เซนติเมตร

2. ประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในด้านของความเร็ว และความเข้ากันได้กับเครื่อง พบว่า

2.1 เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ใช้เวลาน้อยกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.2 เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีความคลาดเคลื่อน ในด้านเวลาและค่าสูญญากาศมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (+/-10%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Research And Development Of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises
Student	Mr. Vinyoo Sakdatorn
Student ID	44064814
Degree	Master Of Science in Industrial Education
Programme	Industrial Design Technology
year	2003
Thesis Advisor	Dr. Phadungchai Pupat
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Nirat Soodsang

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and study the efficiency of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises. This research was divided into 2 steps :

Step 1 To develop the Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises. The samples of this study were garlics preserved in salt and water product from clique of farmer housewife Ban-Parpai, crisp rice sheets eaten baked or fried product from clique of farmer housewife in Ban-Ansailounge and dried fishes product from clique of farmer housewife Ban-Planghar. The data were colleted from questionnaire. The statistics for analyzing the data was frequency in order to find the packing room size.

Step 2 To study of the efficiency of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises about the mechanical speed and machinability. The samples of this study were 30 times of the mechanical speed, in 3 types of food : garlics , crisp rice sheets eaten baked or fried and dried fishes. The data were colleted from record from. The statistics for analyzing the data were percentage arithmetic mean, standard deviation and t-test one sample group.

The findings were as follows:

1. The Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises were 30 centimeters wide dimensions size, 40 centimeters long dimensions size an 20 centimeters high dimensions size. The completed the size of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises were 46 centimeters wide dimensions size, 62 centimeters long dimensions size and 63 centimeters high dimensions size.

2. The efficiency of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises were found that :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 The mechanical speed of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises used time lower than the criterion at .05 significant level.

2.2 The machinability of Food Packing Vacuum Machine For Small And Medium Enterprises had the error of time and vacuum pressure lower than criterion (+- 10%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ชิ้นนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร. ผดุงชัย ภู่พัฒน์ และ ผศ.ดร.นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนปรับปรุงสิ่งที่ขาดตกบกพร่องใน เรื่องราวต่างๆ และช่วยตรวจสอบแก้ไขจนสมบูรณ์ ทั้งด้านเครื่องมือ การใช้ภาษาของผู้ทำวิจัย ตลอดจนกระบวนการขั้นตอนวิธีต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร ผศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ รศ.ดร.นพคุณ สุขสถาน และดร.ณรงค์ พิมสาร คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ ผศ.ดร.จินตนา บุนนาค และอาจารย์ อิสรพงษ์ พงษ์สิริกุล ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และตรวจสอบแก้ไขเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งยังให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิคการทำงาน เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการค้นคว้า การดำเนินงานในด้านต่างๆ และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ ประธานกรรมการบริษัทแปซิฟิกอีเอ็นจี 1996 ที่ไม่ประสงค์เปิดเผยนาม คุณ สุขุม อยู่เวียงไชย วิศวกรเครื่องกล และ คุณกู้เกียรติ พรพิชิตโชค วิศวกรเครื่องกล บริษัท Pacific e.n.g.(1996) วิศวกรประจำบริษัทที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำงานมาโดยตลอด และพี่ๆ วิศวกรที่อยู่ในบริษัท ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านแนวความคิดการให้คำปรึกษาด้านระบบสูญญากาศ อีกทั้งวัสดุและอุปกรณ์ในการทำงานบางส่วนที่ทางบริษัทให้การสนับสนุน และพี่ๆ หัวหน้าช่างเทคนิกภายในบริษัทที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณ หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง และหัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ที่ได้ให้ความร่วมมือและความเอื้อเฟื้อในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง รวมทั้งพี่-น้อง ทุกคนที่ได้ให้ ความรักกำลังใจมาโดยตลอด ให้ความสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

วิญญู ศักดาทร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญภาพ X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4

1.3 สมมุติฐานการวิจัย 4

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย 5

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม 9

2.2 การเน่าเสียของอาหาร 11

2.3 การถนอมและการแปรรูปอาหาร 15

2.4 บรรจุภัณฑ์จำกัดสภาวะแวดล้อมของอาหาร 16

2.5 ระบบสูญญากาศ 24

2.6 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์ 33

2.7 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรบรรจุภัณฑ์ 37

2.8 หลักการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร 39

2.9 วัสดุในการผลิต 45

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 50

3.1 ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม 50

3.2 ตอนที่ 2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม 58

บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 64

3.1 ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม 64

3.3 ตอนที่ 2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม 71

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 76

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 76

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 76

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 77

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 79

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 80

5.6 สรุปผลการวิจัย 80

5.7 อภิปรายผลการวิจัย 81

5.8 ข้อเสนอแนะ 82

บรรณานุกรม 84

ภาคผนวก 86

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 87

ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต 94

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง ภาพจากการสำรวจข้อมูล..... 107
ภาคผนวก จ หนังสือราชการ..... 114

ประวัติผู้เขียน..... 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการแปลงค่าหน่วยความดันจาก Pascals, millibar และ Torr.....28

2.2 อุปกรณ์วัดความดันและช่วงใช้งาน..... 29

2.3 การใช้งานของเหล็กคาร์บอนต่ำ..... 45

4.1 ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะผลิตภัณฑ์ และลักษณะของบรรจุภัณฑ์ จำแนกตามประเภทของผลิตภัณฑ์..... 65

4.2 เวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม..... 71

4.3 ผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพด้านเวลา เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม..... 73

4.4 การหาค่าการหาประสิทธิภาพ ด้านความเข้ากันได้กับเครื่อง..... 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แรงดันบรรยากาศดันให้ถ้วยสูญญากาศแนบกับผนัง 24

2.2 การแพร่ผ่านของแก๊สโมเลกุลภายใต้ความดัน 25

2.3 บารอมิเตอร์และบารอมิเตอร์ในเชิงพานิชย์ 26

2.4 บาโรมิเตอร์ที่ใช้หาค่าความดันบรรยากาศ 27

2.5 นาโนมิเตอร์ที่ใช้วัดค่าความเป็นสูญญากาศ 27

2.6 เกจวัดแบบเบอร์ดอน 31

2.7 เกจวัดสูญญากาศแบบความดันสมบูรณ์ใช้ความแตกต่างของระดับของปรอทจากขาหลอด 2 ขา 31

2.8 เครื่องบรรจุสูญญากาศระบบหัวฉีด 34

2.9 เครื่องบรรจุสูญญากาศระบบห้องปิด 34

2.10 เครื่องบรรจุระบบสกินแพ็ค 35

2.11 เครื่องบรรจุระบบดึงขึ้นรูป 36

2.12 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร 40

2.13 เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารแบบอัตโนมัติ 41

2.14 แสดงการปิดผนึกแบบบาร์ร้อน 42

2.15 ลักษณะของรอยปิดผนึกในแนวตั้ง 43

2.16 การรีดปิดปากซองแบบสายพาน 43

2.17 การปิดผนึกแบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้า 44

2.18 เครื่องห่อ FFS แบบแนวราบ 44

2.19 เครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศ 48

2.20 ชุดทดสอบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศ 49

3.1 แผนการดำเนินการ พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม 51

3.2 แบบร่างเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม 55

3.3 แบบจำลองเพื่อใช้ทดสอบขนาดสัดส่วน เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.4 ผังการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม 56

4.1 ผลิตภัณฑ์เครื่องรีดสูญญากาศผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมที่ไห้รับการพัฒนา 69

4.2 ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม ที่ได้ทำการพัฒนา 69

4.3 ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม ที่ได้ทำการพัฒนา 70

6.1 ภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 106

6.2 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านป่าไผ่ 108

6.3 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ 108

6.4 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ 109

6.5 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ 109

6.6 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง 110

6.7 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง 110

6.8 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง 111

6.9 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า 111

6.10 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า 112

6.11 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า 112

6.12 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า 113

6.13 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์รู้จักการถนอมอาหารและการแปรรูปอาหารไว้สำหรับบริโภค โดยในระยะแรกนั้น มนุษย์เรียนรู้วิธีการถนอมอาหารและการแปรรูปแบบง่าย ๆ เช่น การปิ้ง การย่าง การตากแห้ง เมื่อมนุษย์มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้คิดวิธีการดัดแปลงการแปรรูปอาหารใหม่ ๆ ขึ้นอีกหลายวิธีการเพื่อเป็นการเก็บรักษาอาหาร ต่อมาเมื่อประชากรมีเพิ่มมากขึ้น ความต้องการอาหารเพื่อ การบริโภคก็เพิ่มตามไปด้วย ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาวิธีการแปรรูปอาหารในลักษณะการผลิตแบบครัวเรือนไปสู่การผลิตแบบอุตสาหกรรมอาหาร โดยการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วย ในการผลิต วิธีการที่เหมาะสมจำเป็นต้องหาทางใช้ประโยชน์จากผลิตผลทางการเกษตรก่อนที่ ผลิตผลเกษตรนั้นจะเสื่อมเสียไป โดยนำผลิตผลการเกษตรผ่านการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เพื่อสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศ

จริงแท้ ศิริพานิช(2538 :221) กล่าวว่า ผักผลไม้อาหารทุกชนิดมีแมลง และเชื้อโรคต่างๆ เป็นศัตรูทางธรรมชาติที่คอยทำลายให้คุณภาพสำหรับการบริโภคให้ลดน้อยลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับ สุรางค์รัตน์ กัญมาศ (2538 : 3) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์อาหารมีความหลากหลายและมีความปลอดภัยในการบริโภคการแปรรูปอาหารที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นและรสชาติแตกต่างกันไป ผู้บริโภคจึงสามารถเลือกซื้อได้ตามความต้องการเฉพาะ อาหารที่ผ่านการแปรรูปอย่างถูกวิธีจะทำให้สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย

ในการกระจายของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปไปยังท้องถิ่นต่างๆ ที่ไม่สามารถผลิตเองได้ อาจมีปัญหาในด้านการขนส่งและเกิดการเน่าเสียในระหว่างทาง ปัจจุบันการถนอมอาหารด้วยวิธีการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากได้ผลดี ประหยัดค่าแรงงานในการผลิต ความสะดวกในการผลิต ช่วยให้ระยะเวลาในการผลิตลดน้อยลง ช่วยเพิ่มเวลาในการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น ด้วยการใช้วิธีการทางอุตสาหกรรมที่ใช้ในการเก็บรักษา แต่ลักษณะของวิธีการเก็บรักษาและถนอมอาหารที่อาศัยความสามารถทางอุตสาหกรรม จึงทำให้มีราคาต้นทุนที่ใช้การผลิตสูงอันมาจากเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการถนอมอาหาร ทำให้อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมขาดการพัฒนา ด้วยเหตุจากเรื่องของต้นทุนและการลงทุนครั้งแรก ซึ่งจะต้องใช้การลงทุนในการประกอบการมาก ซึ่งเป็นปัญหาของการพัฒนาธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และในปัจจุบันมีองค์กร หน่วยงานราชการหลายหน่วยได้เข้ามาสนับสนุน เช่น กรมส่งเสริมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตร ก็ได้ให้ความสำคัญในการส่งเสริมอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งในอดีตและปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานของประเทศ โดยที่ประชากรในประเทศส่วนใหญ่ยังคงประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับการเกษตร หรือมีความเกี่ยวข้องกับการเกษตร แต่ว่าปัญหาเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันประเทศมีหนี้สินเป็นเงินตราต่างประเทศ โดยเป็นหนี้ของรัฐบาล ธนาคารพาณิชย์ และกิจการขนาดใหญ่ทั่วประเทศ ในสภาพเช่นนี้ เราต้องยอมรับว่า

1.ประเทศไทยไม่มีเงินมากพอที่จะลงทุนในกิจการขนาดใหญ่

2.ประเทศไทยไม่มีการเตรียมทรัพยากรบุคคล เพื่อพัฒนาประเทศไปสู่การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง แต่เรามีภูมิความรู้เดิม ซึ่งก็คือทักษะความสามารถในการผลิตที่หลากหลายและสามารถปรับเข้าสู่ระบบการ ผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งในปัจจุบันสินค้าที่ผลิตจากทักษะ และภูมิปัญญาเดิมเหล่านี้กำลังทวีค่ามากขึ้นตามกระแสการบริโภค (Newsuwan . 2544) [Online]

ดังความข้างต้นที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเริ่มมีบทบาทในการเพิ่มรายได้ในการประกอบการธุรกิจ และมีแนวโน้มที่จะมีการเจริญเติบโตขึ้นในอนาคตอีกด้วยทั้งทรัพยากรและกำลังการผลิตที่มีผลิตผลเป็นพื้นฐานของการผลิตที่มีอยู่มากมายแล้ว แต่ยังขาดการสนับสนุนเพียงกรรมวิธีทางการผลิตเพื่อลดต้นทุนทางการผลิตสู่แนวทางที่ถูกต้อง

การถนอมอาหารสิ่งที่สำคัญในการถนอมอาหารอย่างหนึ่งก็คือบรรจุภัณฑ์ในการห่อหุ้มอาหารในอดีตและปัจจุบันบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการห่อหุ้มอาหารมีอิทธิพลอย่างมากต่อการถนอมและดูแลรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร จะเห็นได้จากแนวคิดของ ดนัย บุณยเกียรติ (2535:70) ที่กล่าวว่า ผลิตผลทางการเกษตรทางอาหารภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือการแปรรูป จะมีกระบวนการหายใจ การระบายความร้อน การคายน้ำ และมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาต่าง ๆ การเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดกระบวนการดังกล่าวให้เกิดช้าลง และเมื่อนำผลผลิตที่มีคุณภาพสูงมาใส่บรรจุในภาชนะ จะรักษาคุณภาพที่ดีของผลิตผลให้คงอยู่ได้นานขึ้นถึงแม้ภาชนะบรรจุไม่ได้เป็นตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้นก็ตาม

ด้วยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยให้การเก็บรักษาอาหารแปรรูปรวมถึงช่วยในการถนอมอาหารได้เป็นอย่างดี และจะยิ่งช่วยเสริมให้มีการลดกระบวนการที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์อาหารให้ลดน้อยลง ช่วยลดทุนในด้านราคา ทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก หากทำให้ลดความเสียหาย และต้นทุนการลงทุนในการจัดการผลิตให้ลดลงมาให้มีความเหมาะสมกับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้ก็จะเป็นการช่วยส่งเสริมกิจการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่กำลังมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริงแท้ ศิริพานิช (2538:230) กล่าวว่าผลิตผลหลายชนิดสามารถทนต่อการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำ หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์สูง การใช้สภาพดังกล่าวจึงได้รับความสนใจในการใช้การถนอมอาหาร การกำจัดเชื้อรา แมลงได้ เนื่องจากการทำให้มีอากาศที่ทำให้ในการเจริญเติบโตของเชื้อต่างๆ ลดลงจึงสามารถเก็บและถนอมอาหารได้นานขึ้น

ปัจจุบันในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีวิธีในการบรรจุที่หลากหลายไป ตั้งแต่การบรรจุแบบธรรมดา และการบรรจุด้วยเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง ในการบรรจุแบบธรรมดาคือการบรรจุด้วยมือหรือแรงงานคน มักจะพบปัญหาในการบรรจุ คือเกิดความเสียหายของผลิตภัณฑ์ในการเก็บรักษาและการขนส่ง เนื่องจากการบรรจุแบบใช้แรงงานคนในการบรรจุนั้น ไม่ได้ผ่านกระบวนการปกป้องสภาวะแวดล้อมของอาหาร คือการรักษาสภาวะที่ชะลอให้เกิดความเจริญเติบโตของเชื้อรา การฟักตัวของไข่แมลงที่ฝังตัว หรือการทำปฏิกิริยาของออกซิเจน ในการบรรจุอาหารโดยใช้เครื่องจักรเริ่มเป็นที่นิยมในกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ผลิตอาหารรายย่อย เมื่อเครื่องจักรเริ่มมีราคาถูกลง แต่เครื่องจักรสำหรับการบรรจุระบบสูญญากาศนั้นยังคงมีราคาสูงอยู่ จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อการผลิตและการพัฒนาระบบบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพสินค้าเพื่อช่วยยืดอายุของสินค้าระหว่างการขนส่งและการจัดจำหน่ายเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่นิยมใช้กันมากจะมีลักษณะของการบรรจุ 2 แบบ 1. การบรรจุในลักษณะแนวตั้งในการบรรจุลักษณะแนวตั้งนี้โดยมากจะเป็นเครื่องจักรที่จะใช้ในระบบของอุตสาหกรรมที่มีความสามารถในการผลิตสูง และมีจุดเด่นคือสามารถบรรจุอาหารที่มีลักษณะเป็นน้ำได้โดยมีการไหลเยิ้มของน้ำออกมาภายนอกถุงน้อย ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและช่วยในการประหยัดเวลาในการบรรจุได้ 2. การบรรจุในลักษณะแนวนอน หากมีการบรรจุผลิตภัณฑ์ซึ่งมีลักษณะที่เป็นน้ำมักจะมีการไหลเยิ้มของน้ำออกมาจากตัวบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากระบบการบรรจุแบบห้องสูญญากาศที่ใช้ในปัจจุบัน โดยมากจะเป็นระบบแนวนอนจึงทำให้เกิดการเยิ้มเปื้อนตัวเครื่องจักรบรรจุภัณฑ์จึงต้องมีการทำความสะอาดหลังการบรรจุบ่อยครั้งจึงทำให้การบรรจุเป็นไปได้อย่างไม่ต่อเนื่อง จึงทำให้เสียทรัพยากรทางด้านเวลาของการผลิต และทางด้านแรงงาน เมื่อใช้เวลานานขึ้นจะทำให้เสียค่าแ รงมากขึ้นตามไป แต่มีข้อดี คือ การบรรจุในลักษณะแนวนอนนี้ตัวเครื่องรีดสูญญากาศในลักษณะแนวนอนเป็นแบบกึ่งอัตโนมัตินั้นมีขนาดเล็กกว่าสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายกว่า และมีราคาที่ถูกกว่าเครื่องบรรจุแบบแนวตั้งแต่ก็ยังเป็นราคาที่สูงอยู่

เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร ที่ใช้ในปัจจุบันนี้มีการสั่งและนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาสูง และเมื่อเกิดความเสียหายขึ้นกับตัวเครื่องจะต้องใช้ช่างเฉพาะด้านของบริษัทต้นสังกัด ที่เป็นผู้นำเข้ามาจำหน่ายมาเป็นผู้ซ่อมแซม และเมื่อเกิดเหตุอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์นั้นเกิดความเสียหายขึ้น ในส่วนที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมนั้นก็จะต้องทำการปลี่ยนตัวควบคุมทั้งชุดด้วยเหตุนี้ ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่นอกเหนือจากความจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้การซ่อมแซมล่าช้า การจัดหาอุปกรณ์ในการซ่อมทำได้ลำบาก และช่างที่มีความสามารถใกล้เคียงไม่สามารถซ่อมแซมได้

ปุ่น คงเจริญเกียติ และ สมพร คงเจริญเกียติ (2541 :138) กล่าวว่าระบบการบรรจุที่ดูดเอาอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ออกหรือเรียกว่า "บรรจุภัณฑ์สูญญากาศ" จัดได้ว่าเป็นการปรับสภาวะอย่างหนึ่ง เนื่องจากเป็นการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ให้ได้มากที่สุด เพื่อลดโอกาสการทำปฏิกิริยาของอาหารกับอากาศซึ่งจะนำไปสู่การเสื่อมคุณภาพของอาหารในกระบวนการต่างๆที่กล่าวมานี้หากสั่งเครื่องจักรมาจากต่างประเทศก็จะเป็นเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสูง ซึ่งจะทำให้มีราคาสูง ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงตามไปด้วย หากเครื่องจักรเหล่านี้ได้รับการพัฒนาและทำให้มีความสามารถในการผลิตที่มีความเหมาะสม และลดราคาลงมาโดยใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้ในกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ประกอบกับการซ่อมแซมหรือหาอุปกรณ์ที่สามารถทำได้โดยช่างภายในประเทศ เพื่อการพัฒนาธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมจะให้ประโยชน์ในการช่วยลดความเสียหายของผลิตภัณฑ์อาหาร และช่วยลดต้นทุนที่เกิดจากความเสียหายในการเก็บรักษา การขนส่ง หรือรอจำหน่าย ได้เป็นอย่างมากทั้งยังเป็นการส่งเสริมธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่กำลังมีการพัฒนาและมีการสนับสนุนจากหน่วยงานหลายหน่วยงานในขณะนี้

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ให้มีราคาและการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อลดต้นทุนทางการผลิตทางในด้านของความเสียหายของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บ และการขนส่งของผลิตภัณฑ์อาหาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิดของ ปุ่น และสมพร คงเจริญเกียติ (2542 : 255-258) โดยจะสรุปเป็นข้อในการเลือกพิจารณาเครื่องจักรของบรรจุภัณฑ์คือ

1. ความเร็ว
2. ความเข้ากันได้กับเครื่อง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยโดยมี ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่ทำการศึกษาดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผลิตภัณฑ์อาหารจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรภายในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้รับการส่งเสริมจาก สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ ในความควบคุมของกรมส่งเสริมการเกษตร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือผลิตภัณฑ์อาหารจากกลุ่มที่มีความต้องการด้านการพัฒนาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ซึ่ง ได้ข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.1 ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบล แม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ต จังหวัดเชียงใหม่

2.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้าน สันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบลสันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2.3 ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ จำนวนครั้งที่ใช้ทดสอบรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ จำนวนครั้งที่ใช้การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วยการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์อาหาร 3 ชนิดชนิดละ 30 ครั้งโดยแบ่งเป็น

2.1 การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ต จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

2.2 การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

2.3 การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

1.5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมประกอบด้วย

1. ความเร็ว
2. ความเข้ากันได้กับเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. การรีดสูญญากาศ หมายถึง การนำเอาอากาศออกจากสิ่งที่ต้องการ เพื่อให้มีการนำอากาศออกจากจุดนั้นให้มากที่สุดและแรงดัน กับความหนาแน่นของอากาศ ในสิ่งที่ต้องการนำอากาศนั้นจะอยู่ในสภาวะเบาบางกว่าแรงดัน และความหนาแน่นของอากาศภายนอก ซึ่งภายในทำให้เกิดสภาวะสูญญากาศ หรือไม่มีอากาศอยู่ภายในสิ่งที่ต้องการนำเอาอากาศออก

2. เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร หมายถึง เครื่องที่มีความสามารถในการดูดอากาศออกจากตัวภาชนะบรรจุ และทำการเชื่อมเพื่อผนึกปากถุงเพื่อกันอากาศรั่วไหลเข้าไปภายในภาชนะบรรจุโดยมีหลักการทำงานของระบบสูญญากาศ โดยใช้หลักการของการจำกัดสภาวะแวดล้อมของอาหารมาใช้ในการถนอมอาหาร

3. ประสิทธิภาพ คือ ความสามารถในการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยพิจารณาด้านความเร็วและความเข้ากันได้กับเครื่อง

3.1 ความเร็ว หมายถึง ความสามารถในการทำงานด้วยความเร็วที่ต่อเนื่องในการทำงานของเครื่องรีดบรรจุภัณฑ์แบบสูญญากาศ และระยะเวลาที่ใช้ในการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ คือระยะเวลาที่ตั้งแต่เครื่องเริ่มทำการรีดอากาศออกจากตัวบรรจุภัณฑ์จนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการรีดอากาศออกจากตัวบรรจุภัณฑ์ โดยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์

3.2 ความเข้ากันได้กับเครื่อง หมายถึง ความคลาดเคลื่อนในการทำงานของเครื่องรีด สูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

4. เกณฑ์ หมายถึง ค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบว่าเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมว่ามีทำงานได้อย่างประสิทธิภาพ

4.1 เกณฑ์ของความเร็ว คือ หากเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมทำงานได้ความเร็วเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของการทำงานจากการทดสอบถือว่ามีประสิทธิภาพ โดยคิดการทำงานจริงเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และบวกกับ 20 เปอร์เซ็นต์ของเวลาในการทำงาน

4.2 เกณฑ์ของความเข้ากันได้กับเครื่อง คือ ความคลาดเคลื่อนในด้านของค่าสูญญากาศ และความคลาดเคลื่อนในด้านของเวลาจะต้องมีความคลาดเคลื่อนในการทำงานของเครื่องแต่ละครั้งไม่เกิน +/-10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง หมายถึง กระเทียมนำมาผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหารโดยการดอง มีการจำหน่ายแบบการบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบล แม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ต จังหวัดเชียงใหม่ มีลักษณะการจำหน่ายแบบบรรจุถุง

6. ผลิตภัณฑ์ข้าวแตนบรรจุถุง หมายถึง การนำข้าวไปตากแห้งทำเป็นลักษณะแผ่นกลมหรือสี่เหลี่ยมตามลักษณะของผู้ผลิต มีการจำหน่ายแบบการบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

7. ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นปลาแห้งแบบเต็มตัวเรียงเป็นวงกลม ในลักษณะการตากแห้งทำเค็ม จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

8. ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม หมายถึง กิจการเกิดจากการผลิตสินค้าและบริการอันเนื่องมาจากทักษะกระบวนการผลิตอันยืดหยุ่น สอดคล้องกับวิถีของคนในชุมชนโดยใช้วัตถุดิบส่วนใหญ่ในประเทศและไม่พึ่งพาโรงงานหรือกิจการขนาดใหญ่ซึ่งผลผลิตของสินค้า และบริการนั้นได้มาตรฐานสากล และสามารถสร้างรายได้โดยใช้ทุนประกอบการไม่มาก หรือใช้เงินในขอบเขต ที่ไม่เกินความสามารถของสถาบันการเงินในปัจจุบันจะรับได้

9. บรรจุภัณฑ์สูญญากาศ หมายถึง บรรจุภัณฑ์ที่มีการปรับสภาวะอากาศภายในโดยการนำเอาอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อลดโอกาสการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนกับอาหารซึ่งจะนำไปสู่การเสื่อมคุณภาพของอาหาร

10. การบรรจุแบบเดิม หมายถึง การบรรจุโดยใช้ลวดความร้อนผนึกเพื่อป้องกันแมลง ความชื้น อากาศจากภายนอกเข้าไปในตัวบรรจุภัณฑ์ หรือการบรรจุโดยใช้ลวดรัดอาหาร การใช้ลวดเย็บที่เพื่อป้องกันแมลง หรือความชื้นของอากาศจากภายนอกเข้าไปทำความเสียหายกับตัวผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาในภาคเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้มีการศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยมีการศึกษาในภาคเอกสารทฤษฎี และรวมถึงผลงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2.2 การเน่าเสียของอาหาร

2.3 การถนอมและการแปรรูปอาหาร

2.4 บรรจุภัณฑ์จำกัดสภาวะแวดล้อมของอาหาร

2.5 ระบบสูญญากาศ

2.6 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์

2.7 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรบรรจุภัณฑ์

2.8 หลักการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร

2.9 วัสดุและกรรมวิธีในการผลิต

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2.1.1 ความหมายของ ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME)

SMEs ย่อมาจากภาษาอังกฤษ Small and Medium Enterprises หรือแปลเป็นภาษาไทยว่า "ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม"

สำหรับความหมายของธุรกิจ (Enterprises) ครอบคลุมกิจการ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

1. กิจการการผลิต (Production Sector) ครอบคลุมการผลิตในภาคเกษตรกรรม (Agricultural Processing) ภาคอุตสาหกรรม(Manufacturing) และเหมืองแร่(Mining)

2. กิจการการค้า (Trading Sector) ครอบคลุมการค้าส่ง (Wholesale) และการค้าปลีก (Retail)

3. กิจการบริการ (Service Sector)

ส่วนลักษณะขนาดของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กำหนดจากมูลค่าชั้นสูงของสินทรัพย์ถาวร สำหรับกิจการแต่ละประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ความสำคัญของ SMEs ต่อระบบเศรษฐกิจ

SMEs คือ ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เป็นธุรกิจที่มีความเหมาะสม มีความคล่องตัวในการปรับสภาพให้เข้ากับสถานการณ์ทั่วไปของประเทศ อีกทั้งยังเป็นวิสาหกิจที่ใช้เงินทุนในจำนวนที่ต่ำกว่าวิสาหกิจขนาดใหญ่ และยังช่วยรองรับแรงงานจากภาคเกษตรกรรมเมื่อหมดฤดูกาลเพาะปลูก รวมถึงเป็นแหล่งที่สามารถรองรับแรงงานที่เข้ามาใหม่ เป็นการป้องกันการอพยพของแรงงานเข้ามาหางานทำในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลซึ่งช่วยกระจายการกระจุกตัวของโรงงานกิจการธุรกิจในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลไปสู่ภูมิภาค ก่อให้เกิดการพัฒนาความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทั้งในส่วนภูมิภาคและของประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

จากการรายงานของธนาคารกรุงเทพ ระบุว่าในปี 2541ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งประกอบด้วย กิจการการผลิต การค้า และธุรกิจบริการ มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 311,518 ราย คิดเป็น สัดส่วน 92 % ของธุรกิจทั้งหมดในประเทศในจำนวนนี้เป็นวิสาหกิจประเภทการค้า (ค้าส่ง ค้าปลีก ภัตตาคารและ โรงแรม) มากที่สุด 134,171 ราย คิดเป็น 43 % รองลงมาเป็นภาคการผลิต จำนวน 90,122 ราย คิดเป็น 28.9 % และการบริการ จำนวน 87,225 ราย คิดเป็น 28.7 %

2.1.3 การกำหนดส่วนลักษณะของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ส่วนลักษณะของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กำหนดจากมูลค่าของทรัพย์สินถาวรสำหรับกิจการแต่ละประเภทดังนี้ สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (2545) [Online]

ประเภท	ขนาดกลาง	ขนาดย่อม
1. กิจการการผลิต	ไม่เกิน 200 ล้านบาท	ไม่เกิน 50 ล้านบาท
2. กิจการบริการ	ไม่เกิน 200 ล้านบาท	ไม่เกิน 50 ล้านบาท
3. กิจการการค้า		
- ค้าส่ง	ไม่เกิน 100 ล้านบาท	ไม่เกิน 50 ล้านบาท
- ค้าปลีก	ไม่เกิน 60 ล้านบาท	ไม่เกิน 30 ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเน่าเสียของอาหาร

2.2.1 การเน่าเสียของอาหาร

การเน่าเสียของอาหาร คือ การที่อาหารมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งทางเคมีและ ทางกายภาพ ทำให้ อาหารมีกลิ่น รสชาติ สีและลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป ในบางกรณีอาจมีเมือกและก๊าซเกิดขึ้นด้วยในอาหารเสียบางชนิด เช่น ขนมปังและผลไม้จะมองเห็นการเจริญของเชื้อราได้ชัดเจน และในอาหารบางชนิดมีกลิ่นเหม็นเน่า

การเน่าเสียของอาหารเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกันคือ หนู แมลง นกและเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารเองหรือเอนไซม์จากจุลินทรีย์ ปัจจัยดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ และเน่าเสีย โดยมีลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ ทำให้เก็บรักษาไม่ได้ ซึ่งเกษตรกร สูญเสียเศรษฐกิจทางด้านนี้ไปเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้อาจไม่ปลอดภัยในการนำอาหารไปบริโภคอีกด้วย สำหรับการเน่าเสียของอาหารจากจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เอนไซม์ในอาหารเป็นปัจจัยที่ช่วยให้อาหารเกิดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่ายขึ้น กล่าวคือ เอนไซม์ในอาหารจะย่อยสลายสารอาหารให้อยู่ในสภาพที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้สะดวกขึ้น จุลินทรีย์ จึงเจริญอย่างรวดเร็วเร่งให้อาหารเสียเร็วขึ้นในที่สุด

ผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นอาหารทุกชนิด เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผักและผลไม้ ภายหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะคงความสดไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จากนั้นอาหารดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น อาหารเริ่มเสื่อมคุณภาพ ผักจะเหี่ยวเฉา ผลไม้จะสุกงอมและมีเนื้อนิ่มและส่วนเนื้อสัตว์มีกลิ่นเหม็นเน่า เป็นต้น

อาหารแต่ละอย่างเกิดการเน่าเสียได้เร็วช้าต่างกัน ถ้าแบ่งอาหารตามความยากง่ายของการเน่าเสียจะแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

1. อาหารประเภทเน่าเสียยาก คือ อาหารที่มีความคงตัวดี มีปริมาณน้ำน้อยมาก ตัวอย่างเช่น ธัญชาติ ถั่วเมล็ดแห้ง น้ำตาลและแป้ง อาหารประเภทนี้เก็บไว้ได้นานหลายเดือนหรือเป็นปี

2. อาหารประเภทเน่าเสียเร็วปานกลาง คือ อาหารที่มีปริมาณน้ำค่อนข้างมาก เช่น ผัก ผลไม้ที่แก่เต็มที่ ถึงแม้ว่าอาหารเหล่านี้จะมีปริมาณน้ำมากก็ตามแต่มีเนื้อเยื่อเกาะยึดกันแน่น และอาหารส่วนใหญ่มีเปลือกหุ้ม จึงเก็บไว้ได้เป็นเวลาค่อนข้างนาน ส่วนอาหารบางชนิดจะเน่าเสียภายใน 1 – 2 สัปดาห์

3. อาหารประเภทเน่าเสียเร็ว คือ อาหารที่มีปริมาณน้ำมาก เช่น ผัก ผลไม้ นมสด เนื้อสัตว์และอาหารทะเล ซึ่งจะเกิดการเน่าเสียขึ้นได้ภายใน 1 – 2 วันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 สาเหตุของการเกิดอาหารเน่าเสีย

อาหารเน่าเสียมักเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งทำให้คุณสมบัติของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นคือ อาหารมีลักษณะนิ่ม เน่า มีเชื้อราขึ้น หรือมีกลิ่นรสผิดปกติ ยีสต์ย่อยน้ำตาลเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้การเน่าเสียของอาหาร มีสาเหตุจากทางกายภาพอีกด้วย เช่น เกิดจากการบรรจุและระบบการขนส่งทำให้วัตถุดิบมีการแตกหัก มีรอยช้ำ รอยขีดข่วน และมีการฉีกขาดของเซลล์มีผิวและเนื้อเยื่อของอาหาร (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2540 : 73-74)

2.2.3 กลไกที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. (2541 : 117-122) ได้กล่าวว่า ในสภาพความเป็นจริงปฏิกิริยาต่างๆ ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเสื่อมคุณภาพมีอยู่มากมาย คุณภาพที่เสื่อมสามารถเห็นเป็นรูปธรรมได้แก่สีที่เปลี่ยนไป รสชาติเปลี่ยน กลิ่นเปลี่ยนและที่สำคัญคือคุณค่าทางอาหารที่หายไปปฏิกิริยาต่างๆ ที่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเหล่านี้มีการเปลี่ยนไปอาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. อากาศ ออกซิเจนในอากาศ นับได้ว่าเป็นศัตรูหมายเลขหนึ่งของสินค้าประเภทอาหารเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่อาจเกิดกับไขมันและโปรตีนในอาหารทำให้เสียรสชาติและเกิดกลิ่นหืน แหล่งที่ปล่อยออกซิเจนมาทำปฏิกิริยาอาจจะมีอยู่ในตัวอาหารเองหรือมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นในการบรรจุอาหารจึงต้องพยายามลดปริมาณของอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ (Head Space) ใช้หลักการเดียวกันนี้โดยการดูดเอาอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ออก เกือบหมด เพื่อลดโอกาสในการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนกับอาหาร

2. ความชื้น ความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารความชื้นมีผลต่อเนื้อสัมผัส เช่น ความนุ่ม ความเหนียว ความกรอบ เป็นต้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้อาหารเน่าเสียได้ มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีและชีวเคมี เช่น ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมัน ปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระทำของเอนไซม์เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ย่อมกล่าวได้ว่าความชื้นเปรียบเสมือนดาบสองคมสำหรับ ผลิตภัณฑ์อาหาร ความชื้น ที่มีจำนวนเหมาะสมจะเป็นองค์ประกอบในการช่วยถนอมรักษาคุณภาพอาหารด้วยการลดปฏิกิริยาชีวเคมีและเคมีของอาหารหากความชื้นมีน้อยเกินไปจะทำให้อาหารเปราะแตกง่าย ในการแปรรูปอาหารจึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมปริมาณความชื้นให้อยู่ในระดับ ที่ยอมรับ ดังเช่น การอบแห้งซึ่งเป็นการสกัดน้ำออกจากอาหารปริมาณของน้ำที่จะช่วยป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ การอบแห้งจะต้องดึงน้ำออกจากอาหารให้เหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ขึ้นกับชนิดของอาหาร และหากต้องการที่จะป้องกันการเสื่อมจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีควรให้มีปริมาณน้ำในอาหารต่ำลงอีกจนถึงประมาณร้อยละ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กลิ่น กลิ่นหอมที่ชวนรับประทานของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิด และกลิ่นหอมนี้เป็นคุณสมบัติเด่นประจำอาหารแต่ละชนิด ส่วนผสมของเคมีอาจมีมากถึง 20 ชนิด ตัวอย่างเช่น ในน้ำส้มที่ให้กลิ่นส้มอันน่ารับประทานโดยปกติกลิ่นเหล่านี้จะระเหยไปเมื่อถูกความร้อนดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ที่จะถนอมรักษากลิ่นเหล่านี้ไว้ในบรรจุภัณฑ์ไม่ให้หลุดหายมากเกินไปในระหว่างการผ่านกระบวนการผลิต เช่น การฆ่าเชื้อ การเก็บรักษา

4. การแยกตัว (Migration) การแยกตัวของสารจากบรรจุภัณฑ์เข้าสู่อาหารมักเกิดกับพลาสติกเนื่องจากพลาสติก โดยปกติประกอบด้วยโมเลกุลขนาดใหญ่ แต่มีส่วนผสมของ สารโมเลกุลขนาดเล็กที่มีโอกาสแยกตัวออกมา แล้วเข้าไปผสมกับอาหารที่บรรจุอยู่ภายใน ซึ่งถ้ามีการแยกตัวมากอาจไม่ปลอดภัยต่อการบริโภคเข้าสู่ร่างกาย โดยปกติการแยกตัวดังกล่าวเกิดขึ้นที่ปริมาณน้อยจนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้และไม่เป็นอันตรายเพราะวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีของวัสดุศาสตร์และการแปรรูป นอกจากว่าการแยกตัวนี้จะมีผลทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นมาก็จะไม่เป็นที่ยอมรับ

5. แสงที่ส่องผ่านบรรจุภัณฑ์ แสงมักจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการ เสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ปรากฏการณ์ที่พบได้บ่อยมี 2 กรณีคือ

5.1 แสงจะทำให้คุณค่าอาหารลดลงแม้ว่าจะไม่มีผลต่อรสชาติ ตัวอย่างที่เห็นชัดที่สุดคือ นม สารที่มีคุณค่าต่อสุขภาพในนม จะเสื่อมคุณภาพเพราะแสงโดยเฉพาะแสงเหนือม่วง (Ultraviolet)

5.2 มีการเปลี่ยนแปลงต่อรสชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารไม่เป็นที่ยอมรับ เบียร์ที่เห็นอยู่ทั่วไปมักบรรจุในขวดสีชาหรือสีเขียว เนื่องจากแสงสามารถทำให้รสชาติเปลี่ยนได้ หรือซอสมะเขือเทศจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มเมื่อได้รับแสงและมีออกซิเจนอยู่มากพอ

6. ความร้อนและความเย็น แม้ว่าในการถนอมอาหารบางชนิดจะใช้ความร้อนช่วยในการรักษาคุณภาพอาหาร แต่การใช้ความร้อนหรือความเย็นเกินขนาดกลับจะเป็นผลร้ายต่อคุณภาพอาหาร การได้รับความร้อนเกินขนาดจะทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารที่เรียกกันว่าสุกมากเกินไป (Overcook) ในทางกลับกันการให้ความเย็นมากเกินไปจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่าไหม้ด้วยความหนาว (Freeze Burn) เหตุการณ์ทั้ง 2 นี้ สามารถผ่อนหนักเป็นเบาได้ด้วยการใช้ วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมความร้อนที่มากเกินไปแก้ไขได้โดยการเลือกวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนได้ดีขึ้น ส่วนการถูกไหม้ด้วยความหนาวนั้นใช้ฟิล์มบรรจุภัณฑ์ห่อผลิตภัณฑ์อาหารให้แน่นด้วยวัสดุป้องกันความชื้น

7. อันตรายทางกายภาพ ในระหว่างการขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร มีโอกาสเสียดสี กระแทก กดทับ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีผิวเปราะบาง เช่น ผัก ผลไม้สด ของทอด ย่อมมีโอกาสช้ำและแตกหัก เปิดโอกาสให้จุลินทรีย์และสัตว์ตัวเล็กๆ เช่น มด เข้าไปทำลายอาหารได้ ความเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นนี้ย่อมลดโอกาสการจำหน่ายของสินค้า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. สัตว์ต่างๆ ประเมินกันว่าผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตผลทางเกษตรที่มีอยู่ในโลกนี้ ประมาณ 30% ถูกทำลายด้วยสัตว์ตัวเล็กตัวน้อย ตั้งแต่หนู ตัวแมลง โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวหรือการเก็บในคลังสินค้าของวัตถุดิบต่างๆ ความเสียหายที่เกิดขึ้นอาจมีตั้งแต่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารหรือผลิตผลทางเกษตรปนเปื้อน ลดคุณค่าทางอาหารหรือเสียหายเนื่องจากกลายเป็นอาหารของสัตว์เหล่านี้ไป

2.2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการ

สำหรับการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงจะมีข้อมูลแสดงการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแห้งต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นกับการเตรียมวัตถุดิบอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ทำแห้งและสภาวะการเก็บที่ต่างกันไป การทำแห้งผักผลไม้ การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการจากการเตรียมวัตถุดิบ มักจะมากกว่าจากกระบวนการทำแห้ง จากการติดตามการสูญเสียวิตามินซีในการผลิตแอปเปิ้ลเกล็ด พบว่าการสูญเสียจากการหั่นจะมีค่า 8% จากการลวก 62% จากการบด 10% และจากการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเพียง 5%

ระหว่างการทำแห้ง สารละลายของวิตามินที่ละลายน้ำในอาหารจะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นสารละลายของวิตามินบางชนิดอาจจะมีความเข้มข้นสูงจนถึงระดับอิ่มตัว และมีวิตามินตกตะกอนออกมา แต่การสูญเสียในลักษณะนี้จะน้อยวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินซี จะมีการละลายสูงมากและไม่เกิดการตกตะกอนการสูญเสียวิตามินซีจะเกิดความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสภาวะการทำแห้งจึงควรใช้เวลาสั้นอุณหภูมิต่ำและควบคุมออกซิเจนและความชื้นให้น้อยที่สุดส่วนวิตามินที่ละลายน้ำชนิดอื่นๆ จะทนต่อความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดีกว่า และมีการสูญเสียเพียง 5 – 10% ซึ่งรวมทั้งการสูญเสีย จากการลวก

วิตามินที่ละลายในน้ำจะไม่ถูกเพิ่มความเข้มข้นเช่นเดียวกับวิตามินที่ละลายน้ำแต่อย่างไรก็ตามการลดปริมาณน้ำลงอาจทำให้ความเข้มข้นของโลหะ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของการเกิดออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นขึ้นได้ วิตามินที่ละลายในไขมันจะเกิดการสูญเสียซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันการลดการสูญเสียวิตามินเหล่านี้ระหว่างการเก็บจะทำโดยการลดปริมาณออกซิเจน ลดอุณหภูมิเก็บ และป้องกันแสง

คุณค่าและการย่อยของโปรตีนในอาหารแห้งส่วนใหญ่จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งจะทำให้โปรตีนนมเกิดการแปรสภาพธรรมชาติบางส่วนทำให้การละลายของนมผง และการตกตะกอนของน้ำนมที่ได้จากการคืนรูปนมผงนี้ลดลงคุณค่าของโปรตีนจะลดลง 8 – 30% ขึ้นกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ ส่วนการทำแห้งโดยการใช้เครื่องมือแบบฉีดพ่นกระจายจะไม่มีผลต่อคุณค่าของโปรตีนนม การเก็บนมผงที่มีความชื้นมากกว่า 5% ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้คุณค่าของโปรตีนนมลง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ดระหว่างแลคโตสกับไลซีน ไลซีนจะสูญเสียเนื่องจากความร้อนในปริมาณ 3 – 10% สำหรับการทำแห้งที่ใช้เครื่องมือแบบฉีดพ่นกระจาย และ 5 – 40% เมื่อใช้เครื่องมือแบบลูกกลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำนั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตอื่นน้อยมาก แต่เนื่องจากอาหารแห้งซึ่งได้จากกระบวนการนี้จะมีโครงสร้างโปร่งพรุน ซึ่งช่วยให้ออกซิเจนสามารถเข้าไปทำการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันภายในชิ้นอาหารได้ดีขึ้นอาหารเหล่านี้จึงมักบรรจุภายในก๊าซเฉื่อยหรือภายในสูญญากาศการเปลี่ยนแปลงและสูญเสียของไทอะมิน วิตามินซี และวิตามินอื่นๆ จะมีน้อยส่วนมากการสูญเสียจะเกิดขึ้นในช่วงการเตรียมวัตถุดิบ (กิติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536 : 520-521)

2.3 การถนอมและการแปรรูปอาหาร

2.3.1 การถนอมและการแปรรูปอาหาร แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. การเก็บรักษาผลิตผลสดไว้เพื่อใช้บริโภคให้นานขึ้น หรือทำการส่งขายในรูปของสด

2. การแปรรูปแล้วเก็บรักษาไว้ซึ่งเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

อย่างไรก็ดีจะต้องกล่าวถึงสาเหตุที่สำคัญของการเสื่อมเสียของผักและผลไม้เสียก่อนเพื่อความเข้าใจในการปฏิบัติที่ถูกต้อง การเสื่อมเสียที่พบเห็นนั้นได้แก่ ผักและผลไม้หลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วเหี่ยวลง สุกเร็ว นิ่มและและเน่าไปในที่สุด สิ่งเหล่านี้เป็นการเสื่อมเสียของคุณภาพที่ต้องการของผักและผลไม้มีสาเหตุที่สำคัญเกิดจาก

1. สรีระวิทยาของผักและผลไม้ ผักและผลไม้มีระบบแบบสิ่งมีชีวิตทั่วไป มีเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น การหายใจ การคายน้ำและการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ สาเหตุเหล่านี้อาจชะลอได้ด้วยการทำให้เย็นในระดับหนึ่ง

2. สิ่งแวดล้อม ตั้งแต่สภาพการเก็บเกี่ยว การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว การขนถ่าย การขนส่ง การบรรจุ การเก็บรักษาในช่วงสั้นๆ ก่อนการจำหน่าย ความสกปรก เชื้อจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

สิ่งเหล่านี้จะต้องมีการแก้ไขเฉพาะอย่าง ต้องมีความระมัดระวังและการเตรียมปฏิบัติการที่ถูกต้องก็จะช่วยยืดอายุผลิตผลได้นานขึ้น

2.3.2 การแปรรูปและการถนอมผลิตภัณฑ์

โดยหลักการแล้ววิธีถนอมและแปรรูปอาหารนั้นมีหลายวิธี ซึ่งให้ผล 2 ลักษณะคือ การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้วไว้ให้ได้นาน ความสามารถในการเก็บรักษานั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้เป็นสำคัญ การถนอมอาหารบางครั้งอาจจะใช้วิธีเดียวหรือหลายๆ วิธีรวมกัน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการแปรรูปและเก็บรักษาอาหารไว้ให้ได้นานที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการถนอมผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้มีดังนี้

1. การตากแห้ง (อบแห้ง)
2. การใช้ความเย็น
3. การหมักดอง
4. การกำจัดอากาศ
5. การใช้ความร้อน
6. การแช่เยือกแข็ง
7. การใช้สารเคมี

(จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2540 : 171-172)

2.4 บรรจุภัณฑ์จำกัดสภาวะแวดล้อมของอาหาร

2.4.1 ความหมายและประวัติของบรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะบรรยากาศ

Gas – Exchange Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด โดยอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่าง ๆ นั้นจะแตกต่างไปจากอัตราส่วนที่พบในบรรยากาศปกติ

เมื่อประมาณ 30 กว่าปีมานี้ มักเรียกการบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซนี้ว่า Controlled Atmosphere Packaging

เหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ ผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมอาหารหันมานิยมใช้ Gas – Exchange Packaging อย่างมากในทศวรรษนี้ก็เพราะผู้บริโภคต้องการบริโภคอาหารสดหรืออาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปน้อยที่สุด ซึ่งอาหารเหล่านี้ มักมีอายุการเก็บสั้นในสภาพอากาศปกติ จึงต้องมีการช่วยเพิ่มอายุการเก็บโดยการใช้ประโยชน์จากก๊าซในการบรรจุอาหารนั้นๆ และบางครั้งอาจต้องใช้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเข้ามาร่วมด้วย

2.4.2 วัตถุประสงค์

งามทิพย์ ภู่วโรดม. (2538 : 1-4) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ของการใช้ก๊าซบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารเราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์ออกได้เป็น 5 ประการสำคัญคือ

1. ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร ปฏิกิริยาเคมีในอาหารที่สำคัญคือ ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งเมื่อเกิดกับไขมันจะทำให้อาหารเหม็นหืน เมื่อเกิดกับวิตามินจะทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง หรือสีของอาหารซีดจางลงเป็นต้น การชะลอหรือป้องกันปฏิกิริยานี้จะต้องกำจัดก๊าซออกซิเจนภายในบรรยากาศล้อมรอบอาหารออกไป

2. ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสียคุณภาพอาหารสภาพบรรยากาศที่ไร้ก๊าซออกซิเจน และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ จะช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยทั่วไปจะใช้ได้ผลดีกับแบคทีเรียที่ ชอบอากาศ และเชื้อรา ส่วนยีสต์นั้นผลไม่ค่อยเด่นชัด

3. ชะลดอัตราการหายใจของพืช พืชจะหายใจช้าลงเมื่อความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศลดลงและหรือความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เมื่อพืชหายใจช้าลงการเสื่อมเสียคุณภาพก็จะช้าลงด้วย โดยทั่วไปความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 1 – 3 มิฉะนั้นจะเกิดความหมักทำให้พืชเน่าเสียเร็วขึ้น ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าสูงเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อเซลของพืชได้ อัตราส่วนความเข้มข้นของก๊าซที่ใช้จะขึ้นกับชนิดของพืช

4. ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอน แมลงต่างๆ ที่อาจติดอยู่ในอาหารในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจน หนอน ไข่หนอน และแมลงต่างๆ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

5. รักษาสีแดงของเนื้อ เมื่อบรรจุเนื้อไว้ภายใต้บรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนมาก ๆ จะเกิดปฏิกิริยาออกซิจิเนชันของเม็ดสีในเนื้อที่เรียกว่าไมโอโกลบิน ได้สารชื่อออกซีไมโอโกบินซึ่งเป็นสารที่ทำให้เนื้อมีสีแดงสดที่ผู้บริโภคต้องการสารนี้จะเสถียรดีขึ้นเมื่ออยู่ในบรรยากาศที่มีความดันของก๊าซออกซิเจนสูงๆ สำหรับสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนน้อยๆ เนื้อจะมีสีคล้ำซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

2.4.3 บรรจุภัณฑ์เพื่อการรักษาคุณภาพอาหาร

บทบาทของบรรจุภัณฑ์ในอีกแง่มุมหนึ่ง คือ เป็นเครื่องมือในการช่วยเก็บรักษา คุณค่าของอาหาร และทำหน้าที่ในการรักษาคุณภาพอาหาร 2 ทาง คือ การปกป้องเชิงรับและการปกป้องเชิงรุก แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดไม่ว่าจะเป็นการปกป้องเชิงรับหรือเชิงรุกก็ตาม บรรจุภัณฑ์จะต้องไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณค่าหรือด้อยคุณภาพลง กล่าวคือตัวบรรจุภัณฑ์เองจะไม่ไปทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์อาหารโดยเฉพาะพลาสติกยังต้อง ทำหน้าที่ช่วยเก็บกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารไว้ กลิ่นที่เปลี่ยนแปลงอาจจะเกิดจากสิ่งแปลกปลอมจากบรรยากาศซึมผ่านผิวของบรรจุภัณฑ์เข้าไปทำปฏิกิริยา หรืออาจจะเกิดจากกลิ่นที่อยู่ในอาหารถูกดูดซึมโดยบรรจุภัณฑ์ หรือกลิ่นซึมผ่านออกสู่บรรยากาศภายนอก

1. การปกป้องเชิงรับ

การปกป้องเชิงรับ หมายถึง บรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ใส่อาหารเพียงอย่างเดียว ทำหน้าที่เป็นตัวกั้นผลิตภัณฑ์ไม่ให้สัมผัสกับบรรยากาศภายนอก บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่เป็นกลไกในการปกป้องผลิตภัณฑ์จากสิ่งเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48927

การป้องกันทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์อาหารจำต้องได้รับการปกป้องจากภัยอันตรายดังต่อไปนี้

การรั่ว การหลุดรอดของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาเป็น สิ่งที่ไม่ควรเกิดขึ้น ปรากฏการณ์เช่นนี้ดูเหมือนว่าจะเกิดจากการปิดผนึกที่ไม่แข็งแรงพอที่จะรองรับแรงกระแทกหรือแรงดันทะลุระหว่างการขนส่ง อีกตัวอย่างที่เห็นได้ชัดในแถบประเทศเขตร้อนก็คือ การทำลายบรรจุภัณฑ์ที่เกิดจาการชอนไชของแมลงทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ในเวลาต่อมา

การซึมผ่านวัสดุ ปรากฏการณ์การซึมผ่านของผลิตภัณฑ์อาจเกิดขึ้นได้ทั้งในสถานะของเหลวหรือในสภาวะที่เป็นก๊าซ ในกรณีของเหลวภาวะการรั่วซึมส่วนมากจะพบเห็นที่รอยปิดผนึกของถุงพลาสติกทั่วๆ ไปเนื่องจากวัสดุบรรจุภัณฑ์เกือบทั้งหมดยกเว้นรอยเชื่อมของกระป๋องหรือฝาขวดแก้วจะมีรูพรุนเพียงพอที่ก๊าซจะผ่านได้

โดยพื้นฐานของบทบาทบรรจุภัณฑ์ที่กล่าวมาแล้วการปิดผนึกเพื่อป้องกันก๊าซรั่วซึมจำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุที่มาทำบรรจุภัณฑ์จากวัตถุดิบหลายชนิด สิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ

1. ชนิดของผลิตภัณฑ์
2. วิธีการในการเก็บรักษา และระดับของอุณหภูมิที่เหมาะสม
3. ความเสี่ยงต่อมลภาวะ
4. อายุการเก็บที่ต้องการ

1.2 การป้องกันการถ่ายเทพลังงาน

มีพลังงานอย่างน้อย 2 ประเภทที่สามารถถ่ายเทผ่านบรรจุภัณฑ์เข้าไปถึงผลิตภัณฑ์ได้ คือ แสงและความร้อน พลังงานทั้ง 2 ประเภทนี้อาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ได้เร็วขึ้น

แสง ผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดมีความไวต่อแสงซึ่งก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์อาหารซีดลง สูญเสียวิตามิน และเกิดการแปรสภาพ ของกรดอะมิโน

ความร้อน การส่งผ่านของความร้อนเกิดขึ้นได้ในรูปแบบการแผ่รังสีการนำพาความร้อน และการเหนี่ยวนำความร้อน การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเสี่ยงต่อความร้อนสูง จำต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ระหว่างการเก็บรักษาและการจัดจำหน่าย

จุลินทรีย์ บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ปกป้องผลิตภัณฑ์อาหารในทางกายภาพจากจุลินทรีย์ที่มีจำนวนมหาศาลในบรรยากาศและจากตัวของผลิตภัณฑ์เองซึ่งวิธีนี้ก่อให้เกิด “บรรจุภัณฑ์แบบปลอดเชื้อ” ขึ้นมา มีผลิตภัณฑ์ 4 ประเภท ที่จำต้องหลีกเลี่ยงจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ เช่น ขนมปัง เครื่องเทศ ซึ่งอาจถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อโรค หรือจุลินทรีย์ ต่างๆ ในระหว่างการเก็บเกี่ยวและขนส่ง

2. ผลิตภัณฑ์ประเภทที่หมักด้วยจุลินทรีย์บางประเภท เช่น โยเกิต และไส้กรอก ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ต้องระวังไม่ให้ถูกปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ภายนอกหรือแฝงมากับอุปกรณ์เตรียมอาหาร

3. ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของสด เช่น ปลาและผัก ต้องผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดที่ถูกสุขลักษณะเพื่อป้องกันการเกิดอาหารเป็นพิษ

4. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ฆ่าเชื้อ ตัวผลิตภัณฑ์อาหารจะต้องทนทานต่อการฆ่าเชื้อได้ กล่าวคือ หลังการฆ่าเชื้อคุณภาพของอาหารยังเป็นที่ยอมรับได้

ในแง่ของการปกป้องเชิงรับนี้เป็นการป้องกันขั้นพื้นฐานของบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมภายนอกอันได้แก่ กายภาพ พลังงาน และจุลชีวะ มีโอกาสเข้าทำปฏิกิริยากับอาหารภายในบรรจุภัณฑ์น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้

2. การปกป้องเชิงรุก

เมื่อไรก็ตามที่บรรจุภัณฑ์มีบทบาทต่อการเตรียม และรักษาผลิตภัณฑ์อาหารบทบาทของบรรจุภัณฑ์นั้นก็นับเป็นการปกป้องเชิงรุก ในปัจจุบันนี้ด้วยวิวัฒนาการความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีระบบบรรจุภัณฑ์ที่ถูกออกแบบเฉพาะด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่น่าสนใจมีดังนี้คือ

การฆ่าเชื้อ หนึ่งในกรรมวิธีรักษาอาหารที่เก่าแก่ที่สุด คือ การใช้ความร้อนฆ่าเชื้ออาหารที่บรรจุอยู่ในกระป๋องและขวดแก้ว บรรจุภัณฑ์จะต้องถูกปิดผนึกเพื่อกันอากาศได้อย่างสมบูรณ์ เพื่อป้องกันความร้อนที่จะทำให้รอยผนึกแยกออกจากกันได้รวมถึงการระเบิดและยุบด้วย วิวัฒนาการของเทคโนโลยีการฆ่าเชื้อก้าวตามไปกับวิวัฒนาการทางด้านบรรจุภัณฑ์ จากการฆ่าเชื้อของกระป๋องและขวดแก้วได้พัฒนามาเป็นซองและถาดพลาสติก

บรรจุภัณฑ์ปลอดเชื้อ วัสดุบรรจุภัณฑ์จะต้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยตรงไม่ว่าจะโดยการฆ่าเชื้อภายใต้สารเคมีหรือการฉายรังสี หรือกรรมวิธีอื่นแล้วจึงบรรจุและปิดผนึกในทันทีภายใต้สภาวะปลอดเชื้อภายใต้สภาวะนี้วัสดุบรรจุภัณฑ์และรอยปิดผนึกจะถูกควบคุมให้ปราศจากเชื้ออย่างสมบูรณ์

บรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะบรรยากาศ ภายใต้การปรับสภาวะบรรยากาศ (ก๊าซแต่ละชนิดจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์บางประเภทเท่านั้น) ระบบของบรรจุภัณฑ์จะเป็นตัวกำหนดอายุของผลิตภัณฑ์แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าการวิจัยและเทคโนโลยีขั้นสูงในสาขานี้ถูกเก็บงำเฉพาะในทางธุรกิจบางสาขาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุภัณฑ์ชนิดพิเศษ ผลิตภัณฑ์บางประเภทที่มีมูลค่าสูง ๆ เช่น กาแฟ ในการบรรจุจะใช้บรรจุภัณฑ์แบบพิเศษที่สามารถปลดปล่อยความดันภายในที่เกิดขึ้นจากเม็ดกาแฟ แต่ราคาของบรรจุภัณฑ์นี้ก็จะสูงตามคุณสมบัติในการใช้งานด้วย (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541 : 22-25)

2.4.4 การจำกัดอากาศ

การกำจัดอากาศ (Exhausting) การกำจัดอากาศออกก่อนการบรรจุมีความสำคัญทั้งนี้เพื่อลดแรงเค้นบนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งอาจเกิดจากการขยายตัวของอากาศระหว่างกระบวนการให้ความร้อนเพื่อการลดปริมาณออกซิเจนในอากาศและยังเป็นการป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในบรรจุภัณฑ์ การกำจัดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ทำได้โดย

1. บรรจุอาหารขณะร้อนลงในบรรจุภัณฑ์
2. บรรจุอาหารก่อนให้ความร้อนแก่บรรจุภัณฑ์และเนื้ออาหาร
3. ใช้ปั๊มดูดอากาศออก
4. การปิดผนึก

การใช้บรรยากาศดัดแปลง (Controlled และ Modified - Atmosphere Storage หรือ CAS และ MAS) อากาศทั่วไปจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 78% ออกซิเจน 21% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอื่นๆ ถ้าสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและออกซิเจนลดลงอัตราการหายใจของพืชจะลดลงทำให้อายุของผัก ผลไม้ยาวนานขึ้นอย่างไรก็ตามจำเป็นต้องควบคุมการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้น มีรายงานว่าคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ได้แต่ยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัดผลนี้ดูเหมือนจะเกิดความเป็นพิษของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เอง แต่ก๊าซนี้ไม่น่าจะมีผลโดยตรงต่ออัตราการหายใจของอาหาร เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการหายใจลักษณะบรรยากาศดัดแปลงที่ใช้ในอุตสาหกรรมมี 2 แบบดังนี้

1. การปรับระดับของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้ความเข้มข้นโดยรวมเท่ากับสัดส่วนออกซิเจนในอากาศธรรมดา (21%)

2. การลดความเข้มข้นโดยรวมของคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนลงเหลือ 4 – 5% วิธีแรกเป็นวิธีที่ใช้กับ MAS และ CAS ในขณะที่วิธีที่ 2 ใช้กับ CAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAS โดยทั่วไปจะใช้ในการเก็บผัก ผลไม้ในห้องเย็นขนาดใหญ่หรือระหว่างการขนส่งที่ใช้ตู้ขนสินค้าขนาดใหญ่ และใช้ระยะเวลาเดินทางค่อนข้างนาน การรักษาความเข้มข้นของก๊าซให้คงที่ตลอดเวลาอาจใช้การพ่นก๊าซที่ต้องการเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมอากาศภายในห้องเย็นหรือตู้สินค้าให้ได้ตามที่ต้องการหรืออาจใช้สารเคมีที่สามารถปล่อยก๊าซหรือดูดซับก๊าซที่ไม่ต้องการได้ CAS มีต้นทุนค่อนข้างสูงจึงนิยมใช้กับผัก ผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษานานเพื่อการบริโภคตลอดปี เช่น แอปเปิล แพร์ กะหล่ำปลี กีวี เป็นต้น

1. การเก็บรักษาโดยใช้บรรยากาศควบคุม หรือ CAS เหมาะสำหรับพืชผลซึ่งสุกหลังการเก็บเกี่ยวหรือเกิดการสูญเสียอย่างรวดเร็วแม้จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสมก็ตามระบบนี้จะมีการควบคุมสัดส่วนของก๊าซอย่างเคร่งครัด สัดส่วนของบรรยากาศในระหว่างการเก็บรักษาจะถูกหมุนเวียนผ่านสารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งบรรจุแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือถ่านกัมมันต์ เพื่อควบคุมความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเก็บอาหารที่ทันสมัยจะมีการควบคุมสัดส่วนองค์ประกอบของอากาศในทางออกและใช้สารดูดซับอากาศเพื่อควบคุมบรรยากาศให้ได้สัดส่วนตามที่กำหนดไว้ สำหรับห้องเก็บรักษาอาหารใน CAS จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง (90 – 95%) กว่าห้องเย็นโดยทั่วไปจึงสามารถทำให้อาหารสดยังกรอบอยู่ และลดการสูญเสียน้ำหนักได้ ผลของ CAS ยังคงมีอยู่แม้อาหารจะสัมผัสกับอากาศธรรมดา

2. การใช้บรรยากาศดัดแปลง หรือ MAS สำหรับ MAS นั้นห้องเก็บรักษาผัก ผลไม้จะปิดไม่ให้อากาศเข้าบรรยากาศจึงถูกเปลี่ยนแปลงโดยการหายใจของอาหารสด มีการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 20% และความเข้มข้นของออกซิเจนลดต่ำลงถึง 0% วิธีนี้ใช้ในการเก็บรักษาเมล็ดธัญพืช คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงนี้จะทำลายการเจริญของแมลงและเชื้อรา ส่วนผสมในบรรยากาศสามารถควบคุมได้โดยกระบวนการระบายอากาศหรือกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินด้วยสารดูดซับหรืออาจเติมก๊าซแต่ละชนิดจากถังก๊าซ ข้อจำกัดที่สำคัญของ MAS คือ ข้อจำกัดด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับพืชผลอื่นๆ ซึ่งมียอดจำหน่ายต่ำลงมา คือ มียอดขายที่ต่ำเกินกว่าการลงทุนเก็บด้วยวิธีนี้ พืชผลที่มีฤดูการผลิตสั้นและได้ราคาดีเมื่อจำหน่ายนอกฤดูถึงจะคุ้มค่าที่จะใช้ MAS หรือ CAS แต่โรงงานที่สร้างขึ้นมาจะไม่ได้ทำงานตลอดปีสำหรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ เราไม่สามารถเก็บพืชผลชนิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันในโรงงานเดียวได้ เพราะพืชผักแต่ละชนิดต้องการ ส่วนผสมของก๊าซต่างกัน และอาจเลี่ยงต่อการดูดกลิ่นกันด้วย

การเก็บรักษาอาหารในสูญญากาศย่อยเป็นการลดความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในสัดส่วนเดียวกับการลดความดันของอากาศ เช่น ถ้าความดันลดลงด้วยแฟคเตอร์ 10 ความเข้มข้นของออกซิเจนก็จะลดลงด้วยค่าแฟคเตอร์เดียวกัน ข้อดีที่สำคัญของวิธีนี้ คือสามารถกำจัดก๊าซเอทิลีนและสารระเหยอื่นๆ อย่างต่อเนื่องได้และสามารถควบคุมความดันได้เที่ยงตรง (± 0.1%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การใช้บรรยากาศดัดแปลงในบรรจุภัณฑ์หรือ MAP

อาหารจะถูกบรรจุอยู่ในฟิล์มซึ่งมีความสามารถในการซึมผ่านความชื้น ออกซิเจน ไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ตามที่ต้องการอากาศจะถูกกำจัดออกจากบรรจุภัณฑ์และแทนที่ด้วยส่วนผสมของก๊าซที่กำหนดและปิดผนึกฟิล์มด้วยความร้อนการผลิตแบบต่อเนื่องจะใช้เครื่องปิดผนึกแบบฟอร์มฟิล เพื่อให้มีพื้นที่รอบๆ อาหารสำหรับก๊าซในเครื่องที่ทำงานแบบกะจะบรรจุอาหารในถุงที่ขึ้นรูปไว้ก่อนดูดอากาศภายในแล้วเติมก๊าซเข้าไป และปิดผนึกด้วยความร้อนตามลำดับที่ตั้งไว้การเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของอากาศขึ้นอยู่กับ

- อัตราการหายใจของอาหารสด อุณหภูมิในการเก็บรักษา
- ความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำและก๊าซของบรรจุภัณฑ์
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการซึมผ่านฟิล์มบางชนิด
- พื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์ต่อปริมาณของอาหารบรรจุ

ในปัจจุบัน MAP ได้รับความนิยมมากกว่า CAS และมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และเล็ก สามารถใช้ได้ในระหว่างการเก็บในห้องเย็นการบรรจุมีทั้งการบรรจุขนาดใหญ่ (bulk package) และขนาดเล็กเพื่อขายปลีก (retail package) ต้นทุนการดำเนินการต่ำกว่าเนื่องจากไม่ต้องควบคุมความเข้มข้นของก๊าซและบรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้ว (วิไล รังสาดทอง. 2543 : 173-314)

2.4.6 การเก็บในสภาพควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere storage)

1. การหายใจ (respiration)

ผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีกิจกรรมทางเมตาโบลิกเกิดขึ้นซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพการเก็บรักษากิจกรรมทางเมตาโบลิกนี้ได้แก่ การหายใจซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสารอาหารหลักที่ถูกย่อยสลายระหว่างการหายใจ คือ คาร์โบไฮเดรตเนื่องจากการหายใจจะทำให้สารอาหารในผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยวลดลง ดังนั้น การยืดอายุการเก็บของผักและผลไม้จึงกระทำได้โดยการลดอัตราการหายใจของอาหาร

จากการศึกษาที่ผ่านมาระหว่างความสัมพันธ์ของการหายใจและคุณภาพพบว่าอายุการเก็บจะเป็นปฏิภาคกลับกับอัตราการหายใจ

การลดอุณหภูมิจะใช้ในการลดอัตราการหายใจ ซึ่งจะช่วยชะลอการเน่าเสีย และช่วยให้ผลไม้สุกด้วยอัตราที่ควบคุมได้ (ยกเว้นพวกที่อาจเกิดการเสียหาย เนื่องจากความเย็น)

อัตราการใช้ออกซิเจนและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ คำนวณได้จากความร้อนของการหายใจและในทางกลับกันด้วย

การเก็บภายใต้สภาวะควบคุมบรรยากาศ (CA storage) อาศัยหลักที่ว่าการเพิ่มระดับ CO_2 และลดปริมาณ O_2 ในบรรยากาศการเก็บจะทำให้อัตราการหายใจลดลงจากการศึกษาพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาวะการเก็บแบบ CA ที่มีองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ นั้น CA จะลดอัตราการหายใจประมาณ 1/3 ของอัตราการหายใจในอากาศที่อุณหภูมิเดียวกัน
(รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิต. 2535 : 112-113)

2.4.7 การบรรจุผลิตภัณฑ์ในสภาวะสุญญากาศ (Vacuum packing)

การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้บรรยากาศที่ต่ำกว่าบรรยากาศปกติ โดยการดึงเอาอากาศทั้งหมดในภาชนะบรรจุออกก่อนปิดผนึกหรือปิดฝา โดยมีจุดประสงค์เพื่อไล่ก๊าซออกซิเจนออกจากผลิตภัณฑ์ให้หมด เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางกายภาพและการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ และหากไม่มีการพ่นก๊าซใดๆ เข้าไปแทนจะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะสังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป

การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งมีความเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน และ มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์จึงมีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ แต่จะมีการเจริญของแบคทีเรียที่เจริญได้ในสภาพที่มีอากาศเพียงเล็กน้อยขึ้นมาแทนเช่น Lactobacillus, Leuconostoc, Streptococcus เราสามารถพบการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกได้ในผลิตภัณฑ์บรรจุบรรยากาศปกติจะมีการเจริญลดลง และถูกยับยั้งการเจริญเมื่อมีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป เมื่อเก็บชิ้นเนื้อที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสในฟิล์ม PVC ซึ่งก๊าซออกซิเจนซึมผ่านได้ดี ปรากฏว่าพบพวก Pseudomonas มากในขณะที่ชิ้นเนื้อเก็บในสภาพสูญญากาศจะพบพวก Lactobacillus spp. ทั้งที่เป็น heterofermentative และ homofermentative

Clingman และ Hooper รายงานว่า ปลาสดจะมีอายุการเก็บเพิ่มขึ้นอีกกว่า 7 วัน เมื่อบรรจุในสภาพสูญญากาศ และยังให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดีกว่าการบรรจุในบรรยากาศปกติด้วยการทดลองเก็บปลาไขมันต่ำ เช่น plaice และ haddock ในน้ำแข็ง และการ บรรจุภายใต้สภาวะสูญญากาศและบรรยากาศปกติ ปรากฏว่าปลาที่บรรจุภายใต้สภาวะสูญญากาศเก็บได้นานถึง 20 วัน โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า และมีคะแนนคุณภาพสูงกว่าการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ เมื่อบรรจุปลาแบบสุญญากาศจะทำให้เสื่อมสภาพหลังจาก 6 วัน การบรรจุสภาวะสุญญากาศ จะต้องลดปริมาณก๊าซออกซิเจนให้ต่ำกว่าร้อยละ 1 และต้องรักษาระดับนี้ไว้ตลอดการเก็บ จึงจะมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (กิ่งแก้ว วงษ์ฉายา. 2545 : 14-15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบสูญญากาศ

2.5.1 การเกิดสูญญากาศ

ในการเกิด ของสูญญากาศ ในระบบลมอัดอากาศที่เพิ่มมากขึ้นจะเป็นตัวทำให้เกิดแรงในการทำงานแต่ในระบบสูญญากาศนั้นจะได้แรงทำงานจากแรงดันบรรยากาศ โดยแรงดันจากลมถูกลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งมีระดับต่ำ กว่าแรงดันบรรยากาศที่อยู่รอบๆ ทำให้ได้แรงดันที่มากกว่าสามารถนำไปใช้งานได้ ในภาพที่ 2.1 แสดงหลักการพื้นฐานของถ้วยสูญญากาศเมื่อโยกถ้วยสูญญากาศจะทำให้เกิดความดันทั้งด้านในและด้านนอกเท่ากัน แต่เมื่อดันถ้วยสูญญากาศให้แนบกับผนังอากาศจากด้านในก็จะถูกดันออกสู่ภายนอกทำให้ความดันภายในลดลง เมื่อถึงตอนนี้ความดันบรรยากาศที่มีค่าสูงกว่าก็จะดันให้ถ้วยแนบกับผนังส่วนปั๊มสูญญากาศก็จะทำหน้าที่ดูดอากาศออกจากระบบทำให้เกิดความแตกต่าง ของความดันขึ้น

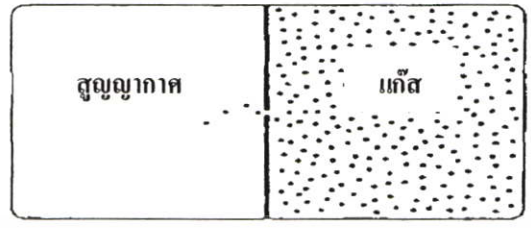
ภาพที่ 2.1 แรงดันบรรยากาศดันให้ถ้วยสูญญากาศแนบกับผนัง

ตัวอย่างในภาชนะปิดงานต่างๆเช่นในตัวระบบการเติมของเหลวคือตัวขวดหรือภาชนะบรรจุเมื่อเกิดสูญญากาศขึ้นภายใน แล้วแรงดันบรรยากาศจะดันให้ของเหลวหรือผงวัสดุที่ต้องการบรรจุไหลเข้าสู่ภาชนะ ภาชนะปิดคือตัวเก็บ และการใช้งานยกภาชนะคือถ้วยสูญญากาศเช่นเดียวกับหลักการในการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเข้าสู่บรรจุภัณฑ์สูญญากาศ คือการนำเอาหลักการของการดูดอากาศออกจากภาชนะบรรจุในระบบของสูญญากาศ
(สูญญากาศกับการใช้งาน 2533 : 277-278)

กฎการแพร่ผ่านของแกรแฮม เนื่องจากแก๊สทุกชนิดสามารถผสมกันได้ในทุกอัตราส่วนแก๊สผสมจึงเป็นสารละลายที่แท้จริง เมื่อนำแก๊สต่างชนิดมาผสมกัน เช่นนำแก๊สออกซิเจนมาผสมกับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์พบว่าในไม่ช้าโมเลกุลของ O_2 จะกระจายไปทั่วระหว่างโมเลกุล SO_2 ขณะเดียวกันโมเลกุลของ SO_2 จะกระจายไปทั่วระหว่างโมเลกุลของ O_2 กระบวนการที่แก๊สหนึ่งกระจายไปทั่วระหว่างโมเลกุลของอีกแก๊สหนึ่งเรียกว่า การแพร่ ส่วนการแพร่ผ่านเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการซึ่งแก๊สโมเลกุลภายใต้ความดันในภาชนะใบหนึ่งหลุดผ่านรูเล็กๆ ไปยังอีกภาชนะหนึ่งดังแสดง ในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การแพร่ผ่านของแก๊สโมเลกุลภายใต้ความดัน

การแพร่ (Diffusion) คือ กระบวนการซึ่งแก๊สหนึ่งกระจายไปทั่วระหว่างโมเลกุลของอีกแก๊สหนึ่ง

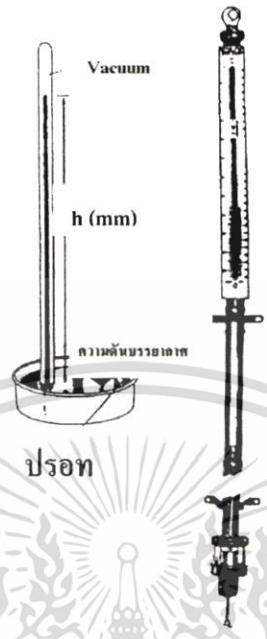
การแพร่ผ่าน (Effusion) เป็นกระบวนการซึ่งแก๊สโมเลกุลภายใต้ความดันในภาชนะใบหนึ่งหลุดผ่านรูเล็ก ๆ ไปยังอีกภาชนะหนึ่ง

ในปี ค.ศ.1846 แกรแฮม นักเคมีชาวอังกฤษได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบอัตราการแพร่ผ่าน (rate of effusion) ของแก๊สต่างชนิดกันแก๊สที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า (แก๊สเบากว่า) จะแพร่ผ่านได้เร็วกว่าแก๊สที่มีความหนาแน่นมากกว่า (แก๊สหนักกว่า) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สสองชนิดภายใต้ความดันและอุณหภูมิเดียวกัน จะพบว่าอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สผันแปรแบบผกผันกับรากสองของความหนาแน่นของแก๊สนั้น นี่คือ กฎของ การแพร่ผ่านของแกรแฮม

2.5.2 หน่วยสูญญากาศ

การวัดความดันบรรยากาศ เรากำหนดระดับมาตรฐานขึ้นซึ่งในกรณีนี้เลือกผิวของปรอทในภาชนะเป็นระดับมาตรฐานความดันของผิวปรอทนี้เกิดจากความดันของ บรรยากาศ (P_{atm}) ที่มีต่อผิวนี้และความดันของปรอทภายในหลอดแก้วที่ระดับมาตรฐานเกิดจากความกดดันของปรอท (P_{Hg}) โดยแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อความดันซึ่งต่อต้านกันและกันทั้งสองนี้เท่ากัน ($P_{atm} = P_{Hg}$) ระดับของปรอทในหลอดแก้วจะคงที่ ดังนั้นความดันบรรยากาศจึงสัมพันธ์โดยตรงกับความสูง h ของปรอทในหลอดแก้ว ความสูง h นี้ นิยมวัดด้วยหน่วยมิลลิเมตรของปรอท (mm Hg) (ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์ 2539 : 226-227)

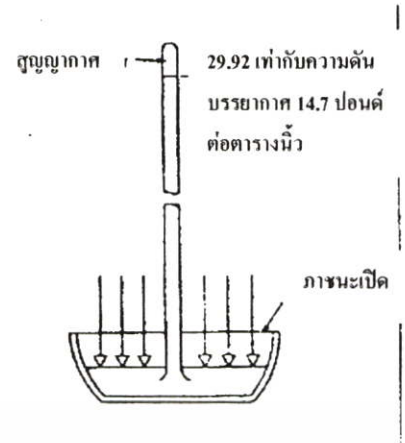
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



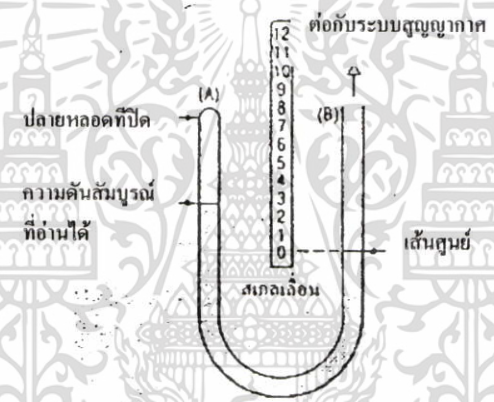
ภาพที่ 2.3 บารอมิเตอร์และบารอมิเตอร์ในเชิงพาณิชย์

หน่วยวัดที่นิยมวัดค่าความเป็นสูญญากาศ คือ นิ้วปรอท ส่วนในระบบเมตริกจะวัดเป็นมิลลิบาร์ ในภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นบาโรมิเตอร์ซึ่งประกอบด้วยหลอดแก้วที่ภายในถูกดูดอากาศออก (สูญญากาศ) ปลายปิดส่วนอีกด้านหนึ่งเปิดให้จุ่มลงไปในภาชนะบรรจุปรอทที่เปิดสู่บรรยากาศภายนอก ความดันหรือน้ำหนักที่เกิดจากบรรยากาศภายนอก ความดันหรือน้ำหนักที่เกิดจากบรรยากาศจะพยายามออกแรงกระทำกับผิวหน้าของปรอท และดันให้ปรอทเข้าสู่หลอดแก้วสูง 29.92 นิ้ว (760 มม.) ที่ระดับน้ำทะเล ดังนั้นจึงได้ค่ามาตรฐานของค่าความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเป็น 29.92 นิ้วปรอท ซึ่งเมื่อเปลี่ยนหน่วยมาตรฐานนี้ก็จะเท่ากับ 14.69 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่จุดความดันบรรยากาศมีค่าเป็น 0 นิ้วปรอท (14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ในทางกลับกันที่จุดอ้างอิง 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้วสมบูรณ์ (psia) จะเป็นจุดที่เรียกว่าสูญญากาศสมบูรณ์ (perfect vacuum) ส่วนมากแล้วบนหน้าปัดของเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่ 0 แต่ในระบบสูญญากาศนั้นมีค่าความดันจะต่ำกว่า 0 หรือมีค่าเป็นลบ ซึ่งเป็นค่าแสดงความ แตกต่างระหว่างแรงดันของระบบสูญญากาศกับแรงดันบรรยากาศ (กฎพื้นฐานในการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์งานวิศวกรรม 2533 : 19-20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 บาโรมิเตอร์ที่ใช้หาค่าความดันบรรยากาศ



ภาพที่ 2.5 นาโนมิเตอร์ที่ใช้วัดค่าความเป็นสูญญากาศ

ส่วนความดันสมบูรณ์ในระบบสูญญากาศ ในหน่วยปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นค่าความดันที่สูงกว่าจุดสุญญากาศสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงดันบรรยากาศลบ นอกจากนี้ ยังมีหน่วยวัดค่าสุญญากาศอื่น ๆ อีก คือ ทอร์ (torr) และไมครอน ซึ่งเป็นหน่วยที่วัดค่าความเป็นสุญญากาศที่สูงมาก ๆ คือ ใกล้ ๆ จุดสุญญากาศสมบูรณ์ 1 ทอร์มีค่าเท่ากับ 1/760 ของค่า ความดันบรรยากาศมาตรฐาน ส่วนหน่วยที่เล็กยิ่งกว่านี้อีกก็คือ 1 ไมครอน (micron) เท่ากับ 0.001 ของทอร์ (กุลธินันท์ ตะวงค์ 2543 : 35)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 หน่วยวัดความดัน

ความดันในระบบสุญญากาศมีช่วงกว้างมากตั้งแต่ความดันบรรยากาศ (760 torr หรือ1000 mbar) ไปจนถึง 10^{-12} torr ช่วงความดันอาจแบ่งได้เป็น

ความดันสูญญากาศหยาบ (rough vacuum) 760 – 1 tor

ความดันสูญญากาศปานกลาง (medium vacuum) $1 - 10^{-3}$ torr

ความดันสูญญากาศต่ำ (High vacuum) 10^{-3} - 10^{-8} torr

ความดันสูญญากาศต่ำมาก (ultrahigh vacuum, U H V) $< 10^{-8}$ torr

ไม่มีอุปกรณ์หรือเกจวัดความดันเพียงชนิดเดียวตัวเดียววัดความดันได้ตลอดช่วง จึงต้องใช้อุปกรณ์ซึ่งอาศัยหลักการทำงานทางฟิสิกส์มากแบบด้วยกัน

หน่วยวัดความดัน นิยมใช้หน่วย torr (mmHg) ในระบบ S.I. จะใช้หน่วย pascal (p) ซึ่ง 1 P มีค่าเท่ากับ 1×10^{5} $N.m^{-2}$ หรือใช้ millibar (mbar) และ 1 bar $= 10^{6}$ dyne. Cm^{-2}

ตารางที่ 2.1 แสดงการแปลงค่าหน่วยความดันจาก Pascals, millibar และ Torr (Armand Berman 1985 : 6)

	torr	mbar	bar	pascal	atm
1 torr	1	1.333	1.33×10^{-3}	133.3	1.36×10^{-3}
1 mbar	0.75	1	0.001	100	9.87×10^{-4}
1 bar	750	1000	1	1×10^{3}	9.87×10^{-1}
1 pascal	0.0075	0.01	1×10^{-5}	1	9.87×10^{-6}
1 atm	760	1.13	1013	101325	1

2.5.4 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าสูญญากาศ

อุปกรณ์วัดความดันอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การขยายตัว หดตัวของก๊าซเมื่อความกดดันเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนค่าการนำความร้อนของโลหะภายใต้ สิ่งแวดล้อมที่เป็นก๊าซชนิดต่างๆ กัน ที่ความดันต่างกันรายละเอียดของอุปกรณ์จะได้กล่าวในลำดับต่อไป หรืออาศัยหลักการแตกตัวของก๊าซชนิดต่างกัน ที่ความดันต่างกันรายละเอียดของอุปกรณ์จะได้กล่าวในลำดับต่อไปจะขอสรุปแบบของอุปกรณ์ช่วงความดันที่วัดได้และหลักการโดยย่อ ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 อุปกรณ์วัดความดันและช่วงใช้งาน

ชนิดหรือแบบ	ช่วงความดันที่วัดได้	หลักการ
มาโนมิเตอร์ปรอท	750-1 torr	การเปลี่ยนแปลงระดับปรอทเนื่องจากความดัน
เกจบัวดอง	760-1 torr	การเปลี่ยนแปลงของภาชนะปิดภายใต้ความดัน
เกจแอนีรอยด์	760-20 torr	การเปลี่ยนขนาดของภาชนะปิดภายใต้ความดัน
หลอดดิชาร์จ	5-0.01 torr	การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะดิสชาร์ดไฟฟ้า เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง
เกจแม็คลาวด์	$10\text{-}10^{-6}$ torr	การเปลี่ยนแปลงระดับปรอท
เกจพิรานิ	$760\text{-}10^{1}$ torr	ความต้านทานของขดลวดเปลี่ยนตามการนำความร้อนของก๊าซ
เกจเทอร์โมคับเปิล	$760\text{-}10^{-1}$ torr	การนำความร้อนของก๊าซ
เกจเพนนิง	$10^{-2}\text{-}10^{-6}$ torr	การไอออนไนเซชั่นของก๊าซภายใต้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า
เกจไอออนไนเซชั่นขั้วคาโทดร้อน	$10^{-2}\text{-}10^{-11}$ torr	การไอออนไนเซชั่นของก๊าซ
เกจแอลฟาครอน	$760\text{-}10^{-2}$ torr	การไอออนไนเซชั่นของก๊าซเมื่อรับรังสี
เกจบราดอน	$60\text{-}10^{-4}$ torr	การเปลี่ยนค่าพาซิแตนท์

อุปกรณ์วัดความดันประเภทไฟฟ้าจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนหัววัดซึ่งเป็น ตัวเปลี่ยนค่าทางกายภาพ และส่วนวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานและแปรค่าสัญญาณเป็น ค่าความดันที่อ่านได้ หน่วยควบคุมแบบทันสมัยจะมีระบบป้องกันวงจรในกรณีที่สัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้สูงเกินหรือสามารถใช้หน่วยควบคุมในการควบคุมความดันของระบบสูญญากาศได้ ดังเช่น ในงานผลิต ถ้าความดันในภาชนะสูญญากาศสูงหรือต่ำเกินระดับที่ตั้งไว้หน่วยควบคุมสามารถสั่งให้ปั๊มสูญญากาศหยุดหรือเริ่มทำงานได้

ในการเลือกใช้อุปกรณ์วัดความดัน ควรพิจารณาองค์ประกอบหรือข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์วัดดังนี้

1. ช่วงความดันที่วัดได้ ควรจะครอบคลุมความดันสุญญากาศที่ต้องการวัดหัววัดบางหัวจะทำงานที่ความดันต่ำมาก เช่น หัววัดเกจไอออนไนเซชั่น ถ้าใช้วัดความดันสูงกว่า 10^{-3} torr ช่วงหนึ่งและต่ำกว่า 10^{-3} torr ช่วงหนึ่งและต่ำกว่า 10^{3} torr หัววัดจะชำรุดระบบสุญญากาศ จึงมักใช้หัววัด 2 แบบ คือวัดความดันในช่วง $760 - 10^{-3}$ torr ช่วงหนึ่งและต่ำกว่า 10^{-3} torr อีกช่วงหนึ่ง

2. ความละเอียดของสเกลวัด อุปกรณ์วัดความดันหลายแบบจะวัดความดันที่อ่านในสเกล log และอ่านสเกลเชิงเส้นตรงได้ในบางช่วงอุปกรณ์บางแบบจึงใช้อ่านความดันได้อย่างหยาบๆ เกจไอออนไนเซชั่นสามารถอ่านในสเกลเชิงเส้นตรงได้

3. ความไวต่อก๊าซปั๊ม อุปกรณ์วัดความดันหลายแบบอาศัยหลักการนำความร้อนของก๊าซหรือการแตกตัวของก๊าซ ดังนั้นเมื่อใช้กับก๊าซชนิดต่างกันจะให้ความไวต่างๆ จึงต้องทราบค่าหรือค่าเปรียบเทียบของก๊าซต่างๆ อุปกรณ์ประเภทนี้มักจะใช้ไนโตรเจนหรืออากาศแห้งเป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

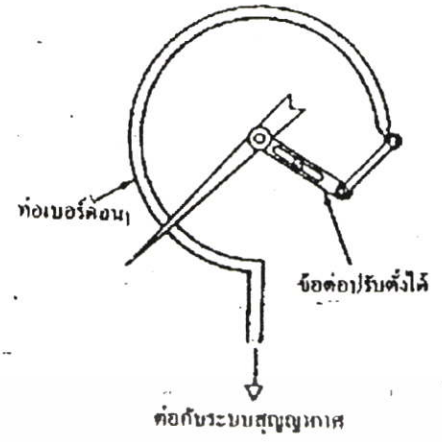
4. ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับอุปกรณ์ ควรทราบว่าหัววัดความดันสามารถแสดงค่าตอบสนองต่อการเปลี่ยนความดันได้เร็วช้าเพียงใด ผลของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ ความแม่นยำ ตลอดจนรายละเอียดเกี่ยวกับขนาดกระแสไฟฟ้าที่ใช้อะไหล่ การติดตั้ง (ชัยวิทย์ ศิลาวัฒนาชัย. 2526 : 49-50)

อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าแรงดันสูญญากาศมีอยู่หลายชนิด ส่วนใหญ่จะแสดงค่าเป็นความสูงของปรอทหรือมิลลิบาร์ซึ่งตรงกับหน่วยของปั๊มที่ได้ออกแบบไว้ให้เหมือนกัน การทำความเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดจะช่วยให้เข้าใจหลักการพื้นฐานของการนำสูญญากาศไปใช้งานได้ดีขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดค่าความเป็นสูญญากาศมีดังนี้ (อนุพงษ์ จารุวัฒน์ และคณะ. 2538 : 57)

1. มาโนมิเตอร์ (Mercury u – tube manometer) อุปกรณ์ชนิดนี้เมื่อนำไปใช้งานจะแสดงค่าแรงดันออกมาในรูปความแตกต่างของแรงดัน ซึ่งเป็นความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศหรือเป็นความดันลบ ลักษณะของมาโนมิเตอร์ คือตัวหลอดจะเหมือนกับตัวยู (U) โปร่งใส บรรจุปรอทเอาไว้ภายในทั้ง 2 ข้างของตัวขาหลอด เมื่อเปิดให้ปลายท่อทั้ง 2 ข้างสู่บรรยากาศระดับของปรอทจะอยู่ในระดับเดียวกัน และเมื่อเราวัด ค่าสูญญากาศโดยต่อขาหลอดด้านหนึ่งเข้ากับระบบสูญญากาศส่วนอีกด้านหนึ่งปิดอยู่ระดับของปรอทด้านนี้จะถูกยกขึ้น ส่วนอีกด้านหนึ่งจะตกลง ค่าความแตกต่างระหว่างความสูงของปรอทของขาหลอดจะเป็นตัวแสดงค่าความเป็นสูญญากาศในขณะนั้น มาโนมิเตอร์นี้สามารถวัดค่าความดันสูญญากาศโดยตรงได้ถึง 29.25 นิ้วปรอท ก็เกือบจะถึงค่าสูญญากาศสมบูรณ์ (Nigel S. Harris. 1990 : 33-34)

2. เกจวัดความดันแบบเบอร์ดอน (Bourdon tube gage) อุปกรณ์ชิ้นนี้นับได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าสุญญากาศที่นำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง และถือได้ว่ามีประสิทธิภาพที่ดี การวัดอาศัยการเปลี่ยนรูป (Deformation) ของท่อเบอร์ดอนที่มีลักษณะโค้งยืดหยุ่นได้ตามภาพที่ 2.6 เมื่อต่อกับระบบสูญญากาศความโค้งของท่อจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับสูญญากาศที่เกิดขึ้นในระบบ

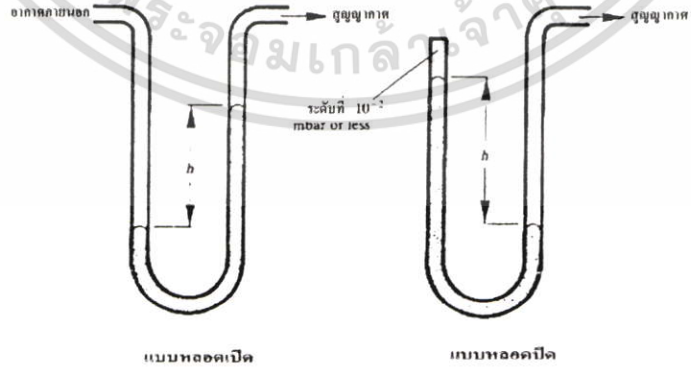
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 เกจวัดแบบเบอร์ดอน

ข้อต่อที่ต่ออยู่กับปลายของท่อเบอร์ดอนจะส่งต่ออาการเปลี่ยนแปลงรูปของท่อไปเป็นอาการเคลื่อนไหวของเข็มชี้บนหน้าปัดของเกจวัด นอกจากนี้เกจแบบท่อเบอร์ดอนนี้ยังใช้วัดค่าความดันที่มากกว่าความดันบรรยากาศได้อีกด้วยโดยปรับตั้งที่ตัวข้อต่อ

3. เกจวัดความดันสมบูรณ์ (Absolute pressure gage) เกจแบบนี้ใช้แสดงค่าความดันที่มีค่าสูงกว่าค่าความดันที่สูญญากาศสัมบูรณ์ ลักษณะของเกจเหมือนกับมาโนมิเตอร์แต่จะมีหลอดรูปตัวยู่อยู่ 2 ตัว ซึ่งแสดงตามภาพที่ 2.7 มาโนมิเตอร์ตัวหนึ่งจะปิดขาหลอดทั้ง 2 ข้างสู่บรรยากาศเพียงข้างเดียวอีกข้างหนึ่งจะต่อกับระบบสูญญากาศ ค่าความเป็นสูญญากาศจะดูได้จากระดับของปรอทที่ขาหลอดด้านที่เปิดสู่บรรยากาศของหลอดทางด้านขวามือซึ่งจะมีสเกลเลื่อนว่าอยู่ที่จุด 0 เทียบกับค่าความดันบรรยากาศของมาโนมิเตอร์ ทางซ้ายมือใช้สำหรับเปลี่ยนค่าความดันบรรยากาศ



ภาพที่ 2.7 เกจวัดสูญญากาศแบบความดันสมบูรณ์ใช้ความแตกต่างของระดับของปรอทจากขาหลอด 2 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความดันสูญญากาศที่ใช้มีอยู่ 3 ระดับด้วยกันคือ

- ระดับทั่วไป (rough or coarse) ความดันอยู่ในช่วง 28 นิ้วปรอท
- ระดับปานกลาง (middle r fine) ความดันอยู่ในช่วง1 ไมครอน (0.001 ของทอร์)
- ระดับสูงมาก (high) ความดันจะมากกว่า 1 ไมครอน

(สูญญากาศกกับการใช้งาน. 2533 : 278-280)

2.5.5 เครื่องอัดลมและปั๊มสุญญากาศ (Compressors and Vacuum pumps)

1. พัดลม ใช้สำหรับลดความดันลงได้ประมาณ 3% (12 นิ้วน้ำ) โบลเวอร์ (Blower) ใช้กับความดันที่แตกต่างกัน 40 psig และเครื่องอัดลมจะให้ความดันแตกต่างที่สูงกว่า

2. ปั๊มสุญญากาศ : ปั๊มแบบลูกสูบสร้างระบบสูญญากาศได้ต่ำกว่าถึง 1 ทอร์ (Torr) ปั๊มแบบลูกสูบหมุนสร้างสูญญากาศได้ต่ำกว่าคือ 0.001 ทอร์ ส่วนปั๊มแบบโหลบ 2 โหลบสร้างได้ ต่ำถึง 0.0001 ทอร์ (1 ทอร์มีค่าเท่ากับ 1/760 ของค่าความดันบรรยากาศมาตรฐาน)

3. หัวพ่นฉีดไอน้ำ : แบบ 1 สเตจสามารถลดความดันได้ถึง 100 ทอร์ แบบ 3 สเตจลด ความดันได้ถึง 1 ทอร์ และแบบ 5 สเตจลดความดันได้ถึง 0.05 ทอร์

4. หัวพ่นแบบ 3 สเตจต้องการไอน้ำปริมาณ 100 ปอนด์/ ปอนด์ อากาศที่สูญญากาศ 1 ทอร์

5. องค์ประกอบที่จะทำเกิดการรั่วไหลของอากาศภายนอกเข้าสู่อุปกรณ์สูญญากาศจะขึ้นอยู่กับความดันสมบูรณ์ ค่าระดับสุญญากาศ (ทอร์) และขนาดปริมาตรของอุปกรณ์นั้น ๆ (วิฑูร รัตนศักดิ์ 2533 : 191)

2.5.6 ชนิดของปั๊มสูญญากาศ

ปั๊มสูญญากาศ คือ ปั๊มอัดอากาศแบบหนึ่ง ดังนั้นปั๊มสูญญากาศจึงมีแบบต่างๆ ทุกแบบที่เท่าที่ปั๊มอัดอากาศจะมี

ปั๊มสูญญากาศมีทั้งแบบดูด – อัด และแบบดูดเหวี่ยงหรือไดนามิก ปั๊มแบบดูดอัดมีขนาดปริมาณของห้องอัดที่คงที่ เช่น ปั๊มแบบลูกสูบ ปั๊มแบบโรตารี่เวน ปั๊มแบบโหลบ และสกรู ส่วนปั๊มแบบดูดเหวี่ยงจะทำการดูดอากาศ โดยวิธีเปลี่ยนพลังงานศักย์ให้เป็นพลังงานจลน์ ดูดอากาศออกจากระบบ ปั๊มพวกนี้ให้อัตราการไหลที่สูงแต่จะให้ระดับสูญญากาศไม่มากนัก ปั๊มแบบนี้ เช่น ปั๊มแบบลูกสูบ ปั๊มแบบโรตารี่เวน ปั๊มแบบโหลบ (lobe rotor) และสกรูส่วน ปั๊มแบบดูดเหวี่ยงจะทำการดูดอากาศ โดยวิธีเปลี่ยนพลังงานศักย์ให้เป็นพลังงานจลน์ ดูดอากาศออกจากระบบปั๊มพวกนี้ให้อัตรการไหลที่สูงแต่จะให้ระดับสูญญากาศไม่มากนัก ปั๊มแบบนี้ เช่น ปั๊มแรงเหวี่ยงแบบหลายสเตจ และปั๊มรีเยนเนอเรตีฟโบลเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์

2.6.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์สามารถจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพออกเป็น 3 ประเภท คือ บรรจุภัณฑ์ แข็งตัว บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัวและบรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม

1. บรรจุภัณฑ์แข็งตัว (Rigid Packaging) ได้แก่ แก้ว กระป๋องโลหะ และพลาสติกแข็งตัวส่วนใหญ่จะเป็นพลาสติกฉีด บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีความแข็งแรงคงรูปได้ดี ลำเลียงบนสายพานได้สะดวกสามารถใช้กับเครื่องบรรจุของเหลวระบบสูญญากาศและระบบที่ใช้ความดันได้และทำการบรรจุได้เร็ว

2. บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว (Semi – Rigid Packaging) เช่น ขวดพลาสติกชนิดที่ขึ้นรูปด้วยการเป่า ถาดโฟม ถ้วยไอศกรีม ขึ้นรูปด้วยความร้อนและสูญญากาศ บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีข้อจำกัดด้านการรับแรงอัดและแรงดันจึงบรรจุแบบสูญญากาศไม่ได้

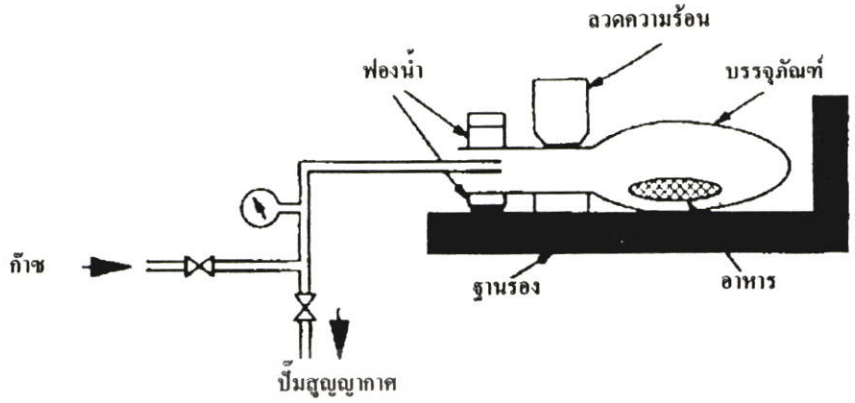
3. บรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม (Flexible Packaging) เช่น ซองและถุง ไม่สามารถรักษามิติหรือรูปทรงได้จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยในระหว่างทำการบรรจุมักใช้ระบบการบรรจุแบบกระบอกสูบอัดใส่ในถุงบรรจุภัณฑ์ (ซีเอ อินเตอร์เนชั่นแนลอินฟอร์เมชั่น. 2543 : ค-1)

2.6.2 เครื่องจักรสำหรับการบรรจุ

เครื่องจักรสำหรับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารโดยระบบสูญญากาศสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการทำงาน

1. เครื่องบรรจุระบบหัวฉีด (Nozzie – Type Vacuum Packing Machine) ภาพที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องบรรจุระบบนี้อากาศภายในภาชนะที่บรรจุผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจะถูกดึงออกโดยเครื่องสูญญากาศ ผ่านหัวฉีดออกมาแล้วปิดผนึกปากถุงทันทีโดยความร้อนหรือลวดรัด ระบบนี้นับว่าเป็นระบบที่ง่ายที่สุดแต่ระดับสูญญากาศ ภายในภาชนะจะค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้เครื่องบรรจุนี้ยังสามารถดัดแปลงให้ทำงานได้มากขึ้นโดยเพิ่มหัวฉีดก๊าซสำหรับใช้ในการบรรจุระบบ MAP หรือ Gas Flush Packaging

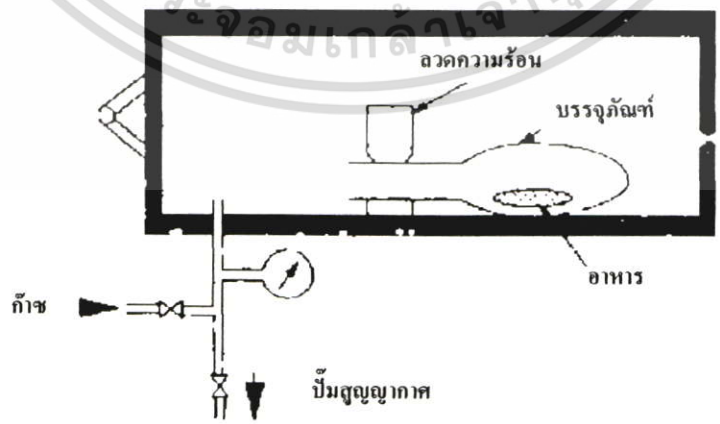
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 เครื่องบรรจุสูญญากาศระบบหัวฉีด (Nozzie – Type Vacuum Packaging Machine)

2. เครื่องบรรจุระบบห้องปิด (Chamber – Type Vacuum Packaging Machine)

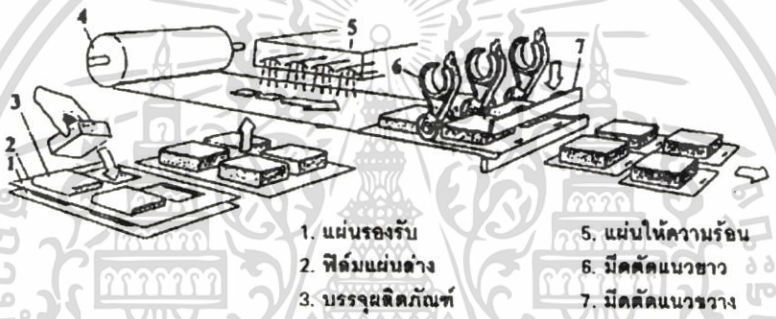
ระบบนี้ต่างจากระบบหัวฉีดที่การดึงอากาศจะดึงออกทั้งห้องไม่ใช่ดึงเฉพาะอากาศในภาชนะ ดังนั้น การบรรจุจะกระทำภายในห้องปิดดังแสดงในภาพที่ 2.9 นำภาชนะที่บรรจุผลิตภัณฑ์แล้ววางในห้องปิด ดึงอากาศทั้งห้องบรรจุออกไปซึ่งจะเป็นการดึงอากาศภายในภาชนะด้วย ปิดผนึกภาชนะทันทีด้วยความร้อนเครื่องสูบสูญญากาศจะหยุดทำงานและฝาห้องบรรจุจะเปิดโดยอัตโนมัติ เป็นการสิ้นสุดกระบวนการบรรจุ เครื่องบรรจุระบบห้องปิดนี้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถใส่ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ในห้องบรรจุได้ครั้งละหลาย ๆ หน่วยตามขนาดของห้องบรรจุและกำลังของเครื่องผลิตสูญญากาศ ระดับสูญญากาศจะสูงกว่าระบบหัวฉีด คือมีค่าประมาณ 0.5 – 8 ทอร์ และสามารถดัดแปลงให้ใช้กับการบรรจุโดยระบบ MAP และ Gas Flush Packaging ได้



ภาพที่ 2.9 เครื่องบรรจุสูญญากาศระบบห้องปิด (Chamber – Type Vacuum Packaging Machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

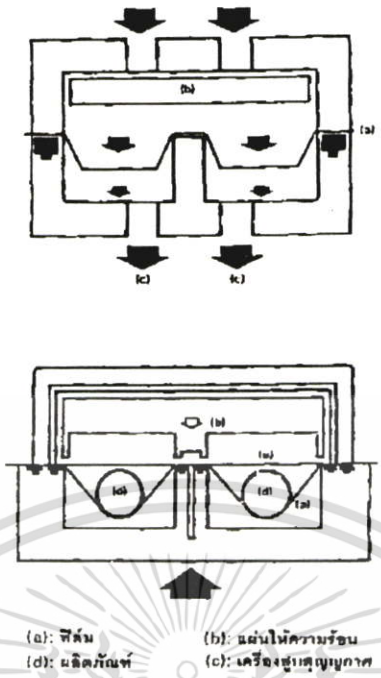
3. เครื่องบรรจุระบบสกินแพ็ค (Skin Packaging Machine) หลักการทำงานของเครื่องบรรจุระบบสกินแพ็ค คือ นำผลิตภัณฑ์มาวางบนแผ่นฟิล์มพลาสติกแล้วปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกอีกแผ่นหนึ่ง ซึ่งถูกทำให้ร้อนจนอ่อนตัวอยู่ก่อนแล้วโดยการใช้สูญญากาศดึงฟิล์มนี้มาประกบติดกับฟิล์มแผ่นล่างพร้อมดึงอากาศออกไปด้วย ฟิล์มแผ่นบนจะถูกขึ้นรูปแบบโมฟอร์ม โดยมีผลิตภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ทำให้ฟิล์มแนบสนิทกับผลิตภัณฑ์เป็นการช่วยเสริมลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ให้สวยงามขึ้น แสดงในภาพที่ 2.10 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างไม่เป็น ทรงเรขาคณิต หรือผิวไม่แบนราบ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาช่องว่างอากาศระหว่างผิวผลิตภัณฑ์กับฟิล์มแผ่นล่างได้ จึงมีการพัฒนาเครื่องให้มีการให้ความร้อนฟิล์มแผ่นล่างก่อนที่จะบรรจุผลิตภัณฑ์ลงไป ฟิล์มจะถูกขึ้นรูปแบบเทอร์โมฟอร์มเหมือนกับฟิล์มแผ่นบน



ภาพที่ 2.10 เครื่องบรรจุระบบสกินแพ็ค (Skin Packaging Machine)

4. เครื่องบรรจุระบบดึงขึ้นรูป (Deep– Draw Type Vacuum Packing Machine) หลักการทำงานของระบบนี้คือ ฟิล์มพลาสติกแผ่นล่างจะถูกทำให้ร้อนเพื่อขึ้นรูปแบบเทอร์โมฟอร์มเป็นถาดทรงลึก โดยใช้เครื่องสูบสูญญากาศดึงฟิล์มที่ถูกทำให้ร้อนและอ่อนตัวลงมาในแม่พิมพ์บรรจุผลิตภัณฑ์และปิดถาดทันทีด้วยฟิล์มแผ่นบน (ซึ่งอาจจะใช้ฟิล์มชนิดเดียวกับแผ่นล่างก็ได้) ขั้นตอนการบรรจุทั้งหมดนี้จะกระทำภายใต้สูญญากาศ แสดงในภาพที่ 2.11 เครื่องบรรจุระบบนี้ได้รับความนิยมมากเนื่องจากเป็นระบบทำงานแบบต่อเนื่อง ระดับสูญญากาศภายในภาชนะสูงและสามารถควบคุมการทำงานทั้งระบบด้วยคอมพิวเตอร์ได้ง่าย (งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538 : 145-148)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 เครื่องบรรจุระบบดึงขึ้นรูป (Deep– Draw Type Vacuum Packing Machine)

2.6.3 เครื่องบรรจุสูญญากาศ (Vacuum Packing Machine)

ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรจุภัณฑ์ คือ สาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสียง่าย ดังนั้น ในการเก็บรักษาอาหารจึงมีการปรับสภาวะภายในภาชนะบรรจุโดยดูดอากาศออก เพื่อลดปริมาณออกซิเจนในภาชนะบรรจุ เป็นการยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร การดูดอากาศออกส่งผลให้ตัวบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะแบบซองหดตัวไปตามรูปแบบอาหาร ทำให้ภาพลักษณ์ที่ไม่สวยงาม ดังนั้นจึงมีการฉีดก๊าซเฉื่อยเข้าไปแทนที่ เป็นบรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging หรือ MAP) เครื่องบรรจุสูญญากาศจำแนกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. เครื่องสูญญากาศแบบกึ่งอัตโนมัติ ส่วนใหญ่ใช้ถุงหรือถาดสำเร็จรูปบรรจุสินค้าลงในถาดหรือถุงไปวางไว้ในตัวเครื่องโดยมีบริเวณส่วนเปิดซองบรรจุภัณฑ์วางอยู่ในรอยแนวปิดผนึกของเครื่องตัวเครื่องมีลักษณะคล้ายกระเป๋าเอกสารมีผาปิดเปิดในแนวดิ่ง เมื่อจัดเรียงวางบรรจุภัณฑ์ภายในเครื่องเสร็จแล้วปิดฝา ตัวเครื่องจะทำงานอย่างอัตโนมัติ โดยการดูดสูญญากาศภายในตัวเครื่องเมื่อเครื่องดูดสูญญากาศได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้เครื่องจะปิดผนึก แล้วปล่อยอากาศเข้าไปในเครื่องพร้อมกับเปิดฝาออกมา ถ้าต้องการทำเป็นระบบบรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะหลังจากดูดสูญญากาศออกแล้ว ตัวเครื่องจะทำงานต่ออีกขั้นหนึ่ง คือ การฉีดก๊าซในอัตราส่วนที่ต้องการเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ซึ่งอยู่กับการออกแบบของเครื่อง เมื่อฉีดก๊าซเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ได้ตามปริมาณที่ต้องการแล้วจึงปิดผนึกและหยุดการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องสูญญากาศแบบอัตโนมัติ เครื่องสูญญากาศแบบอัตโนมัติมีอีกชื่อหนึ่งเรียกว่า Rollstock Machine ลักษณะการทำงานจะป้อนฟิล์มพลาสติกใสลักษณะเป็นม้วน หรือในกรณีที่ต้องการทำเป็นถุงจะประกอบด้วยฟิล์ม 2 ม้วน ม้วนหนึ่งอยู่ด้านล่างและม้วนสองอยู่ด้านบน ม้วนล่างจะรองรับสินค้าที่บรรจุในกรณีที่ต้องการทำเป็นถาดม้วนล่างจะถูกความร้อนทำให้นิ่มและขึ้นรูปเป็นถาด เมื่อบรรจุสินค้าเรียบร้อยแล้วทั้งฟิล์มล่างและม้วนบนจะเคลื่อนเข้าสู่บริเวณสถานีที่ทำการดูดเป็นสูญญากาศ และฉีดก๊าซพร้อมทั้งปิดผนึกแล้วจึงทำการตัดออกมาเป็นถาดหรือซองตามต้องการ

(ซีเอ อินเตอร์เนชั่นแนลอินฟอร์เมชั่น. 2543 : ค-2-ค-3)

2.7 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรบรรจุภัณฑ์

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ (2541 : 256-258) ได้กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของเครื่องจักรมีอยู่มากมาย แต่องค์ประกอบหลักประกอบด้วย ความเร็ว สถานที่ติดตั้ง ระบบควบคุม ค่าใช้จ่าย และการบริหาร นอกจากนี้การพิจารณาจัดหาเครื่องจักรเครื่องเดี่ยว และการพิจารณาจัดหาเครื่องจักรสำหรับกระบวนการผลิตทั้งหมดก็มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญที่พิจารณาก่อนมักจะเป็นความเร็วหรือประสิทธิผลของกระบวนการผลิตทั้งหมด

1. ความเร็ว ตามที่ได้กล่าวมาแล้วองค์ประกอบแรกของเครื่องจักรที่คนทั่วไปมักคิดถึง คือ ความเร็วโดยเปรียบเทียบกับเงินที่ต้องลงทุน ตัวเครื่องจักรมีความเร็วที่สามารถวิ่งได้ตามที่ออกแบบเรียกว่า Mechanical Speed แต่ในขณะที่เดินเครื่องจริงในการใช้งาน ความเร็วนี้จะแปรตามปัจจัยที่เข้ามาประกอบอันได้แก่ วัสดุหรือบรรจุภัณฑ์ ตัวสินค้า การควบคุมเครื่อง และปัจจัยอื่นๆ ดังนั้น จึงต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ด้วยในการเลือกซื้อเครื่องจักร ความเร็วต่างๆ อาจแบ่งเป็น ความเร็วที่วิ่งเครื่องเพียงอย่างเดียว ความเร็วที่วิ่งโดยมีบรรจุภัณฑ์ป้อนผ่าน ความเร็วที่วิ่งได้เมื่อมีการบรรจุสินค้าใส่ในบรรจุภัณฑ์ ความเร็วต่างๆ ที่กล่าวมานี้เป็นความเร็วที่จะต้องทดลองก่อนที่จะตัดสินใจซื้อเครื่อง ในสภาวะการทำงานจริงๆ ถ้าเครื่องจักรที่ใช้งานอยู่ประจำสามารถวิ่งได้ 80% ของความเร็วที่ทดสอบจริงพร้อมสินค้าและบรรจุภัณฑ์ก็นับได้ว่ามีประสิทธิภาพที่ดี

2. สถานที่ติดตั้งเครื่องจักร การจัดเรียงวางเครื่องจักรมีผลต่อประสิทธิภาพในการผลิต/การบรรจุ การจัดเรียงวางของเครื่องจักรเป็นแนวเส้นตรงมักจะเป็นการจัดเรียงวางที่นิยมมากที่สุด ส่วนการจัดเรียงวางเป็นรูปตัวยู (U) มักจะจัดเรียงวางเมื่อมีพื้นที่จำกัดและเหมาะสำหรับกระบวนการผลิตที่ไม่เร็วนัก เนื่องจากความสะดวกที่นำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตและนำสินค้าสำเร็จรูปกลับเข้าคลังสินค้าด้วยระยะทางที่ไม่ห่างไกลกันนัก เนื่องจากการจัดเรียงเป็นรูปตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U ถ้าสถานที่ติดตั้งเครื่องจักรมีไม่มากพอ ย่อมจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน ดังนั้น ก่อนจะตัดสินใจจัดหาเครื่องจักรใดๆ จำเป็นต้องพิจารณาพื้นที่ใช้งานใช้ของเครื่องจักร

3. การควบคุม ระบบการทำงานของเครื่องจักรที่สามารถควบคุม และใช้งานได้ง่าย ย่อมเป็นที่นิยม ระบบการควบคุมของเครื่องจักรอาจจะควบคุมได้หลายวิธี เช่น ควบคุมด้วยเชิงกล (Mechanical) ควบคุมด้วยไฟฟ้า ควบคุมด้วยลม ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น หรือเป็นการผสมผสานกันหลาย ๆ ระบบเข้าด้วยกัน ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้า และเชิงกลเป็นระบบที่ใช้กันมานานและดูแลได้ง่ายด้วยความรู้พื้นฐานของช่างทั่วไป ระบบคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้นและจำต้องมีช่างเฉพาะสาขาช่วยในการซ่อมแซมดูแลรักษา ส่วนการซ่อมแซมของระบบคอมพิวเตอร์เป็นไปได้ลำบากนอกเสียจากว่าจะเปลี่ยนทั้งแผง ส่วนระบบลมนั้นเป็นระบบใหม่ที่ใช้ง่ายและสะดวก แต่อาจจะไม่คงทนนักและต้องคอยปรับบ่อยๆ ระบบลมจะเหมาะสำหรับสภาวะแวดล้อมการทำงานที่กลัวการเกิดประกายไฟ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ 2541 : 256-258)

4. ความเข้ากันได้กับเครื่อง ปริมาณของบรรจุภัณฑ์ที่จะผลิตหรือบรรจุโดยใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมถูกต้องด้วยความเร็วที่กำหนดไว้และเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับเครื่องจักรค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ +/-10% โดยใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมถูกต้องด้วยความเร็วที่กำหนดไว้และเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ 2541 : 297)

5. การติดตั้ง การบำรุงรักษา และการบริการหลังการขาย บริการต่างๆ เหล่านี้เป็นหัวใจสำคัญในการเลือกเครื่องจักร เริ่มจากการติดตั้งและการสอนให้ใช้เครื่องจักร นี้เป็นการปูทางให้มีการใช้และบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างถูกต้อง การเริ่มต้นที่ดีนี้อาจตีมูลค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่าเครื่องจักรเพราะเป็นพื้นฐานการคุมเครื่องให้ได้ประสิทธิผล และลดค่าใช้จ่ายของอะไหล่เนื่องจากบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง เครื่องจักรที่ออกแบบมาดีต้องสามารถทำการบำรุงรักษาได้ง่าย กล่าวคือ การบำรุงรักษาทำได้ทุกวันอย่างง่ายดายด้วยการกดปุ่มเพียงปุ่มเดียว โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่อง เป็นต้น การซ่อมแซมรักษาจำเป็นต้องกระทำได้อย่างสะดวกและควรจะมีไฟแจ้งบอกบริเวณที่ติดขัดบนแผงควบคุม พร้อมทั้งเข้าถึงจุดต่างๆ ภายในเครื่องได้ง่าย และสามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนได้เร็วและสามารถหาอะไหล่เปลี่ยนได้ง่าย

6. ค่าใช้จ่าย ค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของเครื่องจักรใดๆ ไม่ใช่เฉพาะเงินที่จ่ายในการซื้อเครื่องจักรเท่านั้น อันดับแรกที่ต้องพิจารณา คือ ค่าดอกเบี้ย การลงทุนซื้อเครื่องจักรเหมือนกับการลงทุนอื่นๆ ที่ต้องมีดอกเบี้ยเกิดขึ้นมิฉะนั้นเอาเงินที่จะลงทุนไปฝากธนาคารกินดอกเบี้ยดีกว่า ด้วยเหตุนี้การลงทุนในเครื่องจักรจะต้องมีผลผลิตที่ขายได้กำไรมากพอจ่ายดอกเบี้ยตามเวลาที่กำหนดจะใช้เครื่องจักรนั้นๆ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ 2541 : 256-258)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 หลักการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร

2.8.1 การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สูญญากาศ Vacuum Packaging

Vacuum Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สูญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใดๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูปโดยทั่วไปความดันภายในภาชนะจะมีค่าประมาณ 0.5 – 8 ทอร์ (Torr) ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์และระบบการบรรจุ (งามทิพย์ ภู่โรดม. 2538 : 2)

2.8.2 ขั้นตอนการทำงานบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สูญญากาศ

ขั้นตอนในการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สูญญากาศ ของเครื่องรีดบรรจุภัณฑ์สูญญากาศมีการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การบรรจุ (Filling) เป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ทำจากขวดแก้วหรือกระป๋องโลหะ โดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อนแล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ลงไป ปัจจุบันนี้ภาชนะบรรจุอาจเป็นถุงหรือกล่องพลาสติกก็ได้

2. การไล่อากาศ (Exhausting) เป็นขั้นตอนการไล่อากาศในภาชนะบรรจุออกไปให้มากที่สุดเพื่อวัตถุประสงค์ต่อไปนี้คือ

2.1 ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุอาหาร ป้องกันการแตกตรงตะเข็บของภาชนะบรรจุในระหว่างการฆ่าเชื้อเพราะถ้ามีอากาศจะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก

2.2 รักษาคุณภาพของอาหาร เพราะหากไม่มีออกซิเจนในภาชนะบรรจุจะทำให้คุณภาพอาหารไม่เปลี่ยนแปลงและช่วยป้องกันการบวมของภาชนะบรรจุ เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงหรือในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมาก ๆ

2.3 ช่วยเก็บอาหารกระป๋องได้นานการทำให้เป็นสูญญากาศทำได้ โดยบรรจุส่วนที่เป็นของเหลวในขณะร้อนแล้วปิดผนึกทันที หรือใช้เครื่องไล่อากาศ (exhauster) โดยพ่นไอน้ำลงเหนืออาหารแล้วปิดผนึกทันทีก่อนทำให้เย็น เมื่อกระป๋องเย็นลงไอน้ำจะรวมตัวเป็นหยดน้ำเกิดความเป็นสูญญากาศขึ้น หรืออาจจะทำการ ปิดผนึกฝาภาชนะในสภาพที่เป็นสูญญากาศก็ได้

3. การปิดผนึก (Seaming) สำหรับกระป๋องโลหะจะมีการยึดกันระหว่างฝาและขอบกระป๋องหลังการผนึกเป็นแบบตะเข็บคู่ถ้าเป็นขวดแก้วจะใช้ฝาเหล็กเคลือบดีบุกแบบหมุนเกลียวหรือตะเข็บงอ ขั้นตอนการปิดผนึกต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการรั่วของภาชนะบรรจุ (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2540 : 118)

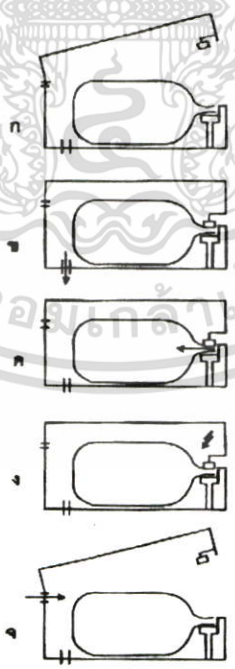
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร

ดังที่ได้กล่าวมาในเรื่องของการที่ปริมาณออกซิเจน ที่มีอยู่ในบรรจุภัณฑ์เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงมีการปรับสภาวะภายในภาชนะบรรจุโดยการดูดเอาอากาศออกเพื่อลดปริมาณออกซิเจนในภาชนะบรรจุเป็นการยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องจักรที่ใช้ในระบบนี้ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ

1. เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารแบบกึ่งอัตโนมัติ

ส่วนใหญ่มักใช้ถุงหรือถาดที่ทำมาสำเร็จรูปแล้ว โดยการบรรจุสินค้าลงไปก่อนนำเข้าสู่เครื่องแล้วนำซองหรือถาดวางในตัวเครื่อง โดยมีบริเวณส่วนเปิดของบรรจุภัณฑ์วางอยู่ในรอยแนวปิดผนึกของเครื่องตามรูป (ก) ของภาพที่ 2.12 ส่วนตัวเครื่องมีลักษณะคล้ายกระเป๋าเอกสาร มีฝาเปิดปิดในแนวดิ่ง เมื่อจัดเรียงวางบรรจุภัณฑ์ภายในเครื่องเสร็จแล้วปิดฝาตัวเครื่องจะทำงาน อย่างอัตโนมัติ โดยการดูดสูญญากาศภายในตัวเครื่อง รูป (ข) เมื่อเครื่องดูดสูญญากาศได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้เครื่องจะปิดผนึกในรูป (ง) แล้วปล่อยอากาศเข้าไปในเครื่องพร้อมกับเปิดฝาออกมาในรูป (จ) ถ้าต้องการทำเป็นระบบบรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะหลังจากการดูดสูญญากาศออกแล้วตัวเครื่องจะทำงานต่ออีกขั้นหนึ่งคือ การฉีดก๊าซในอัตราส่วนที่ต้องการเข้าไปในเครื่องหรือเข้าไปในบรรจุภัณฑ์แล้วแต่การออกแบบของเครื่อง เมื่อฉีดได้ตามจำนวนปริมาณที่ต้องการแล้วค่อย ปิดผนึกและหยุดการทำงานของเครื่องจักร ขั้นตอนการทำงานของการฉีดก๊าซดังแสดงใน ภาพที่ 2.12 ภาพ (ค)



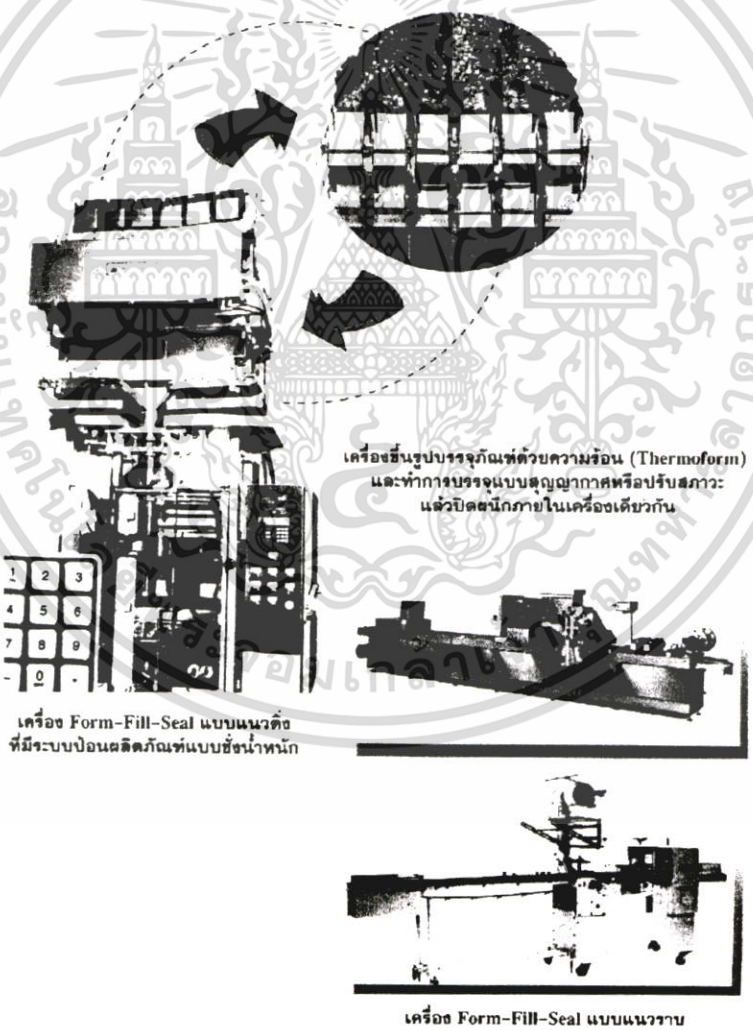
ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยสำคัญพึงสังเกตของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสุญญากาศแบบกึ่งอัตโนมัตินี้คือ มิติของความยาว ความกว้างและความสูงของเครื่อง ความยาวของรอยปิดผนึก ความสามารถของปั๊มในการดูดสูญญากาศ ระบบควบคุมและระบบการผสมก๊าซที่ต้องการ

2. เครื่องรีดสุญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารแบบอัตโนมัติ

เครื่องจักรแบบอัตโนมัตินี้มักป้อนฟิล์มพลาสติกในลักษณะเป็นม้วน จึงมีอีกชื่อหนึ่งเรียกว่า Rollstock Machine ในกรณีที่ต้องการทำเป็นถุงจะประกอบด้วยฟิล์ม 2 ม้วน ม้วนหนึ่ง อยู่ด้านล่าง และม้วนหนึ่งอยู่ด้านบน ม้วนล่างจะรองรับสินค้าที่จะบรรจุ ในกรณีที่ต้องการทำเป็นถาด ม้วนล่างจะเป็นม้วนที่ถูกความร้อนทำให้นิ่ม และขึ้นรูปเป็นถาด เมื่อบรรจุสินค้าเรียบร้อยแล้ว ทั้งฟิล์มม้วนล่างและม้วนบนจะเคลื่อนเข้าสู่บริเวณสถานีที่ทำการดูดเป็นสูญญากาศและฉีดก๊าซพร้อมทั้งปิดผนึก แล้วจึงทำการตัดออกมาเป็นถาดหรือซองตามต้องการ ตัวเครื่องแสดงในภาพที่ 2.13 (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541 : 272-273)



ภาพที่ 2.13 เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 เครื่องปิดผนึกและการทำงานของเครื่องปิดผนึก

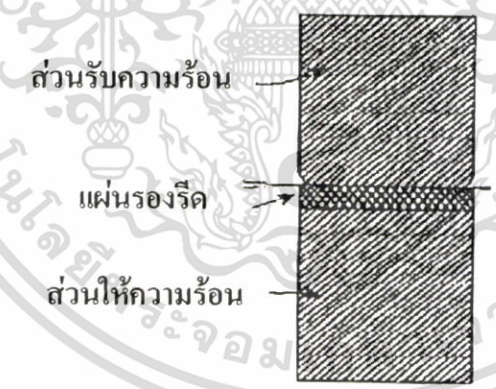
เครื่องปิดผนึกในปัจจุบันที่มีใช้จะแบ่งออกตามลักษณะของการทำงานของ เครื่องปิดผนึกเป็น 3 แบบคือ

1. การปิดผนึกแบบร้อน
2. เครื่องปิดผนึกแบบสายพาน
3. เครื่องปิดผนึกแบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้า
4. การปิดผนึกแบบเย็น

1. การปิดผนึกแบบร้อน เครื่องปิดผนึกแบบร้อน อาจแบ่งประเภทตามความสลับซับซ้อนของเครื่องจักร ดังแสดงในภาพที่ 2.16 โดยเริ่มจากประเภทง่าย ๆ เรียงลำดับได้ดังนี้

1.1 เครื่องปิดผนึกแบบบาร์ร้อน (Bar sealer)

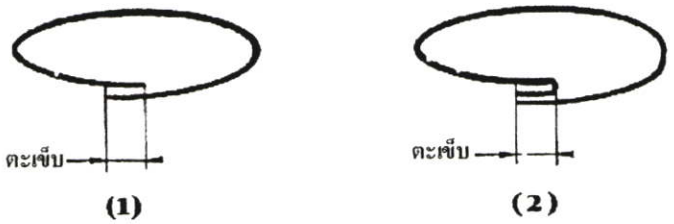
หลักการทำงานคล้ายกับเครื่องเตารีด ซึ่งแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน เครื่องปิดผนึกนี้นับเป็นเครื่องที่ใช้กันมากที่สุด ก่อนปิดผนึกจะต้องจับบริเวณปากถุงให้ตึงเรียบไร้รอยย่นจึงจะได้รอยปิดผนึกที่สมบูรณ์ โดยปกติบาร์ร้อนจะมีเพียงด้านเดียว ดังภาพที่ 2.14 แสดงการปิดผนึกแบบบาร์ร้อนตัวบาร์ร้อนจะอยู่ด้านบนด้วยการใช้แรงกดอย่างสม่ำเสมอทั้งบริเวณ เครื่องปิดผนึกแบบนี้ใช้ปิดผนึกพลาสติกที่มีการเคลือบหลายชั้น



ภาพที่ 2.14 แสดงการปิดผนึกแบบบาร์ร้อน

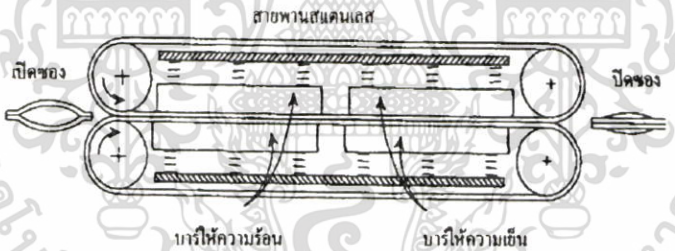
เครื่อง VFFS จะขึ้นรูปวัสดุบรรจุให้เป็นทรงกระบอกโดยการปิดผนึกในแนวตั้ง ซึ่งสามารถทำได้ 2 แบบ คือ ฟิล์มด้านในซ้อนทับด้านนอก เรียก Overlap Seal หรือฟิล์มด้านในประกบเข้าหากันเรียก Fin Seal ดังแสดงในภาพที่ 2.15 Schricker (1986) ได้เสนอแนะวิธีการกำหนดอุณหภูมิของแผ่นให้ความร้อน (Heating Device หรือ Heating Jow) ไว้ดังนี้ (งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538 : 127-128)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 ลักษณะของรอยปิดผนึกในแนวตั้ง

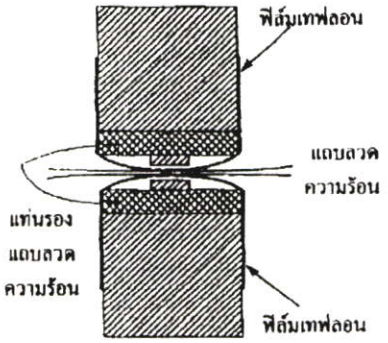
2. เครื่องปิดผนึกแบบสายพาน (Band Sealer) ใช้ระบบการทำงานเช่นเดียวกับแบบแรกแต่มีความเร็วในการทำงานสูงกว่าและแรงดันแต่ละครั้งสม่ำเสมอสามารถติดตั้งระยะชิดของสายพานลวดความเร็วให้ได้ความดันใกล้เคียงกันตลอดแนวผนึก ความร้อนสายพานถูกส่งผ่านจากแผ่นความร้อนและลวดความร้อนดัง แสดงในภาพที่ 2.16 สิ่งที่พึงระวังคล้ายคลึงกับแบบแรก คือ เมื่อป้อนถุงตามรูปจากซ้ายมือเข้าสู่เครื่องนั้นปากถุงจะต้องตึงเรียบเพื่อให้เกิดการปิดผนึกอย่างสมบูรณ์แบบ



ภาพที่ 2.16 การรีดปิดปากซองแบบสายพาน

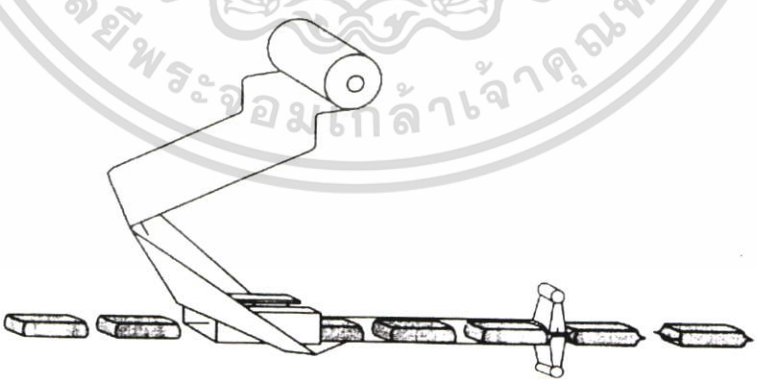
3. เครื่องปิดผนึกแบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Impulse Sealer)หลักการทำงานคล้ายคลึงกับแบบที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ความแตกต่างอยู่ที่บริเวณให้ความร้อนเส้นลวดที่ให้ความร้อนนี้จะมีฉนวนความร้อนหุ้มอยู่เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในระยะเวลาสั้นๆ จะแปลงเป็นความร้อนเชื่อมบริเวณปากถุงให้หลอมเหลวเป็นเส้นรอยปิดผนึกเล็กๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.17 เครื่องปิดผนึกระบบนี้จะมีการสะสมความร้อนน้อยกว่าและให้ความร้อนด้วยปริมาณที่แน่นอนกว่าในการปิดผนึกแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 การปิดผนึกแบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้า

4. การปิดผนึกแบบเย็น องค์ประกอบในการปิดผนึกประกอบด้วยอุณหภูมิเวลาที่ปิดผนึก แรงปิดผนึกและการเย็นตัวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือความเร็วในการปิดผนึกและยังสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่อง ได้มีวิวัฒนาการของกาวในการเคลือบชั้นในของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ โดยสามารถปิดผนึกด้วยความร้อนที่ต่ำประมาณ 50 องศาเซลเซียส และใช้เวลาน้อยทั้งในการปิดผนึกและการเย็นตัว แต่เพิ่มความดันมากขึ้นเป็นเท่าตัวจากความดันในระบบปิดผนึกแบบเดิม ผลจากการใช้ระบบผนึกแบบเย็นทำให้เครื่องจักรสามารถเพิ่มความเร็วได้สูงกว่าเท่าตัว โดยสามารถห่อได้เกินกว่า 500 ซองต่อนาที โดยเฉพาะเครื่อง Form – Fill – Seal แบบแนวราบ ดังแสดงในภาพที่ 2.18 ระบบผนึกแบบเย็นยังเป็นระบบที่ค่อนข้างใหม่ในบ้านเรา เนื่องจากความต้องการความเร็วในการผลิตยังค่อนข้างต่ำ และค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเครื่องปิดผนึกแบบเย็น (Cold Seal Machine) ยังมีราคาค่อนข้างสูง (ปุ่นและสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541 : 278-280)



ภาพที่ 2.18 เครื่องห่อ FFS แบบแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 วัสดุในการผลิต

ในการออกแบบเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีวัสดุที่ใช้ในการผลิตมีความสำคัญต่อการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมดังนี้คือ

2.9.1 วัสดุที่นำมาใช้ทำโครงสร้าง วัสดุที่นำมาใช้ทำห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ วัสดุที่นำมาใช้ทำโครงสร้างภายนอก

2.9.1.1 วัสดุที่นำมาใช้ทำโครงสร้าง เหล็กที่นำมาใช้ในการทำโครงสร้างจะเป็นเหล็กคาร์บอนต่ำ เหล็กคาร์บอนที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนผสมต่ำมีผลให้เหล็กมีค่าการยืดตัวสูง สามารถนำไปรีดขึ้นรูปในลักษณะเย็นได้ ทนความเค้นแรงดึงประมาณ 480 N/mm^2 ซึ่งเหมาะสำหรับงานกลที่มีการรับแรงงานเชื่อมได้ดี เพราะเนื้อเหล็กคาร์บอนต่ำนี้มีคุณภาพผิวดี ให้ได้ขนาดถูกต้องเหมาะสำหรับการขึ้นรูปแบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 2.3 การใช้งานของเหล็กคาร์บอนต่ำ

เปอร์เซ็นต์คาร์บอน	คุณสมบัติ	การใช้งาน	ชนิด
0.1-0.2	ยืดหยุ่นตัวสูงใช้ในการขึ้นรูปได้ดี	หมุดย้ำ เส้นลวด ตะปู ตัวถังรถยนต์	คาร์บอนต่ำ
0.2-0.4	ยืดหยุ่นตัวได้ความแข็งแรงมากขึ้น	เหล็กโครงสร้าง สกรู โลหะแผ่น	
0.6-0.8	ความแข็งแรงและความเหนียวสูง	ท่อเหล็ก เพลาข้อเหวี่ยง เฟือง แกน เพลา	
0.8-1.00	ความเหนียวสูงและทนต่อแรงกระแทก	ค้อน แกนสปริง ดอกสว่าน	คาร์บอนปานกลาง
1.00-1.12	ความแข็งดีมากและความสามารถในการตัดสูง	ดอกริมเมอร์ มีดกรรไกร ตะไบ เข็มแทงขึ้นรูป	คาร์บอนสูง

2.9.1.4 วัสดุที่นำมาใช้ทำท่อดูดสูญญากาศ การเลือกใช้วัสดุที่นำมาทำท่อสำหรับดูดอากาศเป็นทองแดง ซึ่งทองแดงเป็นโลหะสำคัญชนิดหนึ่งมีลักษณะสีแดงคล้ำ นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมไฟฟ้าแทบทุกชนิด เช่น เป็นตัวนำไฟฟ้า หัวแร้งบัดกรี ภาชนะเก็บกรด และหลังคาโบสถ์สมัยโบราณ คุณสมบัติของทองแดงที่สำคัญได้แก่ เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี ทนต่อการกัดกร่อน ขึ้นรูปได้ดี และมีความเหนียวสูง เมื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมจะทนต่อการกัดกร่อนได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขึ้นรูปทองแดง ทองแดงสามารถนำไปขึ้นรูปได้หลายวิธี เช่น การม้วนขึ้นรูป แทงขึ้นรูป และอัดขึ้นรูปขณะร้อน สำหรับการขึ้นรูปขณะร้อนจะอย่าในช่วง 600-800 องศาเซลเซียส ส่วนในการขึ้นรูปเย็นจะทำง่ายขึ้นเมื่อนเมื่อตัดเป็นแผ่น และนำมาขึ้นรูปด้วยการอัดขึ้นรูป ทั้งนี้การขึ้นรูปด้วยความเย็นจะต้องทำการนำไปอบอ่อนเพื่อที่จะนำไปใช้งานจริง (ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง. 2531 : 47-63)

2.9.2 แรงที่ได้จากการทำงานด้วยสูญญากาศ

ในการทำงานด้วยสูญญากาศในงานยก แรงรวมของระบบเกิดจากการทำงานของสูญญากาศสูงสุด และพื้นผิวสัมผัสที่หัวจับสูญญากาศจะทำงานด้วยโดยแต่ละ ปอนด์/ตารางนิ้ว (psi) ของสูญญากาศที่ใช้เป็นแรงดันจากการยก 1 ปอนด์บนพื้นที่ทุก 1 นิ้วของพื้นสัมผัส ส่วนในการใช้งานจริงจะต้องเผื่อค่าความปลอดภัยเข้าไปด้วย เพราะค่าที่คำนวณได้จากสูตรเป็นค่าทางทฤษฎี เท่านั้น จะต้องเผื่อเอาไว้ 200 – 500 % นอกจากนี้สภาพความปลอดภัยยังขึ้นอยู่กับสภาพของชิ้นงาน หากชิ้นงานเป็นแผ่นเรียบก็เผื่อค่าความปลอดภัยน้อยกว่าชิ้นงานที่เป็นผิวไม่เรียบ มีรูพรุนหรือมีร่อง ส่วนสภาพของหัวจับสูญญากาศและปั๊มที่ใช้ในการทำงานก็เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเช่นกัน

2.9.3 การพิจารณาความปลอดภัย

ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาเป็นอันดับแรกในการใช้ทำงานกับวัสดุ หากการใช้งานสูญญากาศมีพื้นที่ในการทำงานมากขึ้นพื้นผิวควรประกบด้วยยางโอริง ส่วนในการใช้งานสำหรับงานดูด (Suction) นั้นแรงดันที่อยู่ภายในจะมีมากกกว่าสูญญากาศที่ไหลและถ่ายเทออกไป (ระบบสูญญากาศ. 2533 : 289)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปีสิริ นิยบุญ และพงศ์พันธุ์ ขาวพราย (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่องอัตราการทำสูญญากาศของเครื่องทำสูญญากาศด้วยลำน้ำฉีดขนาดเล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการทำสูญญากาศโดยเครื่องทำสูญญากาศด้วยลำน้ำฉีดขนาดเล็ก ซึ่งในการศึกษานี้จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ชุดหัวฉีดพ่นน้ำเฉพาะอย่างซึ่งประกอบด้วยหัวฉีดที่มีขนาดของด้านเข้าเป็น 25.4 มิลลิเมตร และขนาดของด้านออกเป็น 7.8 มิลลิเมตร ทำหน้าที่สร้างสูญญากาศโดยให้น้ำไหลผ่านอุปกรณ์นี้อย่างรวดเร็วซึ่งในโครงการนี้จะศึกษาปัจจัยต่างๆ 3 ประการ ที่มีผลต่ออัตราการทำสูญญากาศ โดยในการศึกษาครั้งแรก คือ การศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่หมุนเวียนในระบบที่มีผลต่ออัตราการทำสูญญากาศ ซึ่งจากผลการทดลองที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 1.95×10^{-4}, 2.27×10^{-4}, 2.89×10^{-4}, 4.26×10^{-4} และ 4.90×10^{-4} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่ หมุนเวียนในระบบกับอัตราการทำสูญญากาศ มีลักษณะเป็นสมการ เส้นตรงคือ $m^{\circ}_{2} = m (m^{0}_{2}) + C$ โดยที่ค่าความชัน m มีค่าตั้งแต่ 0.0003 ถึง 0.0005 และค่าคงที่ C มีค่าตั้ง

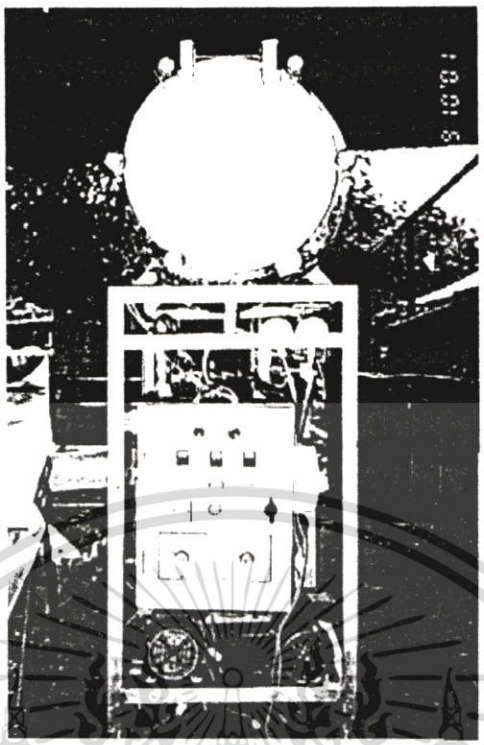
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ -5×10^{-5} ถึง -3×10^{-6} กิโลกรัม ต่อวินาที ที่อุณหภูมิของน้ำที่หมุนเวียนในระบบและความยาวคอคอด 2 ค่า และในการศึกษาครั้งที่สองเป็นการศึกษาอุณหภูมิของน้ำที่หมุนเวียนในระบบที่มีผลต่ออัตราการทำสูญญากาศซึ่งจากผลการทดลองที่อุณหภูมิของน้ำที่หมุนเวียนในระบบเท่ากับ 30, 35, 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่หมุนเวียนในระบบกับอัตราการทำสูญญากาศมีลักษณะเป็นสมการเส้นตรงคือ $K = m' (T) + C'$ โดยที่ค่าความชัน m' มีค่าตั้งแต่ $=1 \times 10^{-7}$ ถึง -3×10^{-6} ต่อองศาเซลเซียส และค่าคงที่ C' มีค่าตั้งแต่ 0.0002 ถึง 0.0006 ที่อัตราการไหลของน้ำที่หมุนเวียนในระบบและความยาวคอคอด 2 ค่า ส่วนการศึกษาครั้งที่สามเป็นการศึกษาความยาวของคอคอดที่มีผลต่ออัตราการทำสูญญากาศ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าคอคอดที่ยาว 70 มิลลิเมตร มีความเหมาะสมกว่าคอคอดที่ยาว 20 มิลลิเมตร เมื่ออัตราการไหลของน้ำและอุณหภูมิของน้ำที่หมุนเวียนในระบบเพิ่มขึ้น

กีรติ พัฒนสารินทร์ และภัทรพงษ์ ทิมจรัส (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบปรับปรุงเครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบสูญญากาศ โดยใช้หัวฉีดน้ำโดยปรับปรุงจากเครื่องต้นแบบและเพื่อออกแบบระบบควบคุมของเครื่องอบแห้ง ให้สามารใช้งานได้ดีขึ้น การปรับปรุงประสิทธิภาพทำได้โดยลดระยะเวลา การอบแห้ง และลดความร้อนสูญเสียสู่สิ่งแวดล้อมของตู้อบ

เครื่องต้นแบบสามารถทำความดันสูญญากาศได้ 40.01 kPa โดยใช้เวลา 15 นาที และสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อมประมาณ 54.45 วัตต์ ซึ่งเครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศเมื่อทำการปรับปรุงแล้ว ใช้เวลาในการทำสูญญากาศที่ความดันสูญญากาศ 40.01 kPa เพียง 3 นาที และสามารถเพิ่มความดันสูญญากาศต่ำสุด เป็น 66.68 kPa โดยใช้เวลา 28 นาที และสามารถลดความร้อนสูญเสียสู่สิ่งแวดล้อมได้ร้อยละ 47.3 ในการออกแบบระบบควบคุมของเครื่องอบแห้ง ทำให้สามารถทำการอบแบบ 2 อุณหภูมิ โดยทำการอบที่ 70°C เป็นเวลา 60 นาที และที่ 50°C เป็นเวลา 120 นาที ซึ่งผลผลิตที่ได้จะมีคุณภาพดี และสามารถลดระยะเวลาการอบได้ร้อยละ 40 เมื่อปรับปรุงเครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศแล้วสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศจากเครื่องต้นแบบได้ร้อยละ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

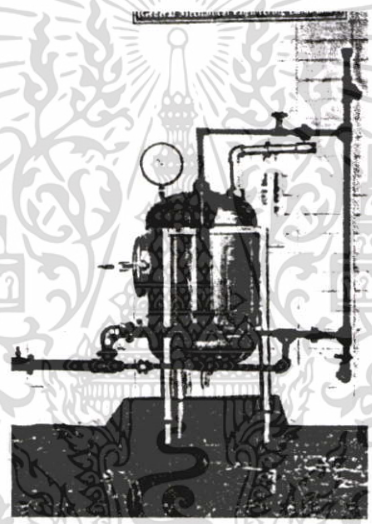


ภาพที่ 2.19 เครื่องอบแห้งระบบสูญญากาศ

เด่น ดอกพิมาย (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาถึงการออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตผลจำพวกผักใบที่มีกลีบใบหรือกาบซ้อนกันเป็นชั้นหนา เช่น ผักกาดหอม ผักกะหล่ำปลี และผักกาดขาวปลี ให้มีอุณหภูมิสุดท้ายที่ 2°C โดยใช้ไอน้ำแห้งอิ่มตัวที่ความดันเกจ 10 bar สามารถลดอุณหภูมิผลิตผลครั้งละ 30 kg ในเวลา 30 นาที โดยที่ความดันไออิ่มตัว อุณหภูมิ 2°C คือ 5 torr ผลการวิจัยพบว่า อัตราการไหลของอากาศแห้งทางด้านดูดเท่ากับ 5 kg/h ใช้หัวฉีดไอน้ำจำนวน 3 สเตจ ต่ออนุกรมกัน ปริมาณไอน้ำที่ใช้ 106 kg/h การทดสอบได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบการลดความดันของหัวฉีดไอน้ำซึ่งจะต้องทดสอบหาตำแหน่งที่ดีที่สุดของการสร้างสูญญากาศของหัวฉีดไอน้ำในแต่ละสเตจ โดยพบว่าหัวฉีดไอน้ำสเตจที่ 1 และ 2 จะมีระยะห่างของปลายหัวฉีดกับปากกรวยเวนจูรี่เท่ากับ 1.5 mm. และสเตจที่ 3 เท่ากับ 3 mm. ซึ่งสามารถลดความดันทางด้านดูดที่จุดออกแบบได้ต่ำกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบทางทฤษฎีเท่ากับ 0%, 80% และ 14.5% และมีประสิทธิภาพของการอัดที่เกิดขึ้นจริงเท่ากับ 7.23%, 14.52% และ 14.05% ตามลำดับ และการทดสอบการลดอุณหภูมิของผลิตผลจะใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ของระบบที่จุดออกแบบ โดยทำการทดสอบการลดอุณหภูมิผลิตผลครั้งละ 1 kg ที่เวลาของการออกแบบ 30 นาที พบว่า สามารถดูดไอน้ำออกจากผลิตผลได้มากกว่าค่าของการออกแบบในทางทฤษฎีเท่ากับ 18.36% และสามารถลดอุณหภูมิของผักกาดหอม ผิวกะหล่ำปลี และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักกาดขาวปลี ลงได้ 2°C, 6.5°C และ 2.9°C อุณหภูมิของผลิตผลลดลงเท่ากับ 5.9°C, 5.29°C และ 5.44°C ตามลำดับ สำหรับแต่ละ 1% ของน้ำหนักที่หายไปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของการลดอุณหภูมิจะอยู่ในรูปสมการดังนี้คือ ผักกาดหอม, Temp = 21.9 x 0.919^{t} ผักกะหล่ำปลี, Temp = 27.4 x 0.953^{t} และผักกาดขาวปลี, Temp = 27.4 x 0.953^{t} และผักกาดขาวปลี, Temp = 23.5 x 0.935^{t} การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ กับระบบทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิซึ่งกำหนดให้สภาพการทำงานเหมือนกัน พบว่า ค่าใช้จ่ายรวมรายปีจะสูงกว่า 2.324 เท่า และมีค่าพลังงานต่อกิโลกรัมของผลิตผล เท่ากับ 0.833 บาท/กิโลกรัม ในการส่งผลิตผลไปขายที่ต่างประเทศโดยผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยสูญญากาศ ที่มูลค่าของผลิตผลเพิ่มขึ้น 6 บาท/กิโลกรัม จะทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาขายต่อปีเท่ากับ 1,653,997 บาท และมีระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 5.15 เดือน



ภาพที่ 2.20 ชุดทดสอบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดและขั้นตอนโดยแบ่งเป็น 2 ตอน

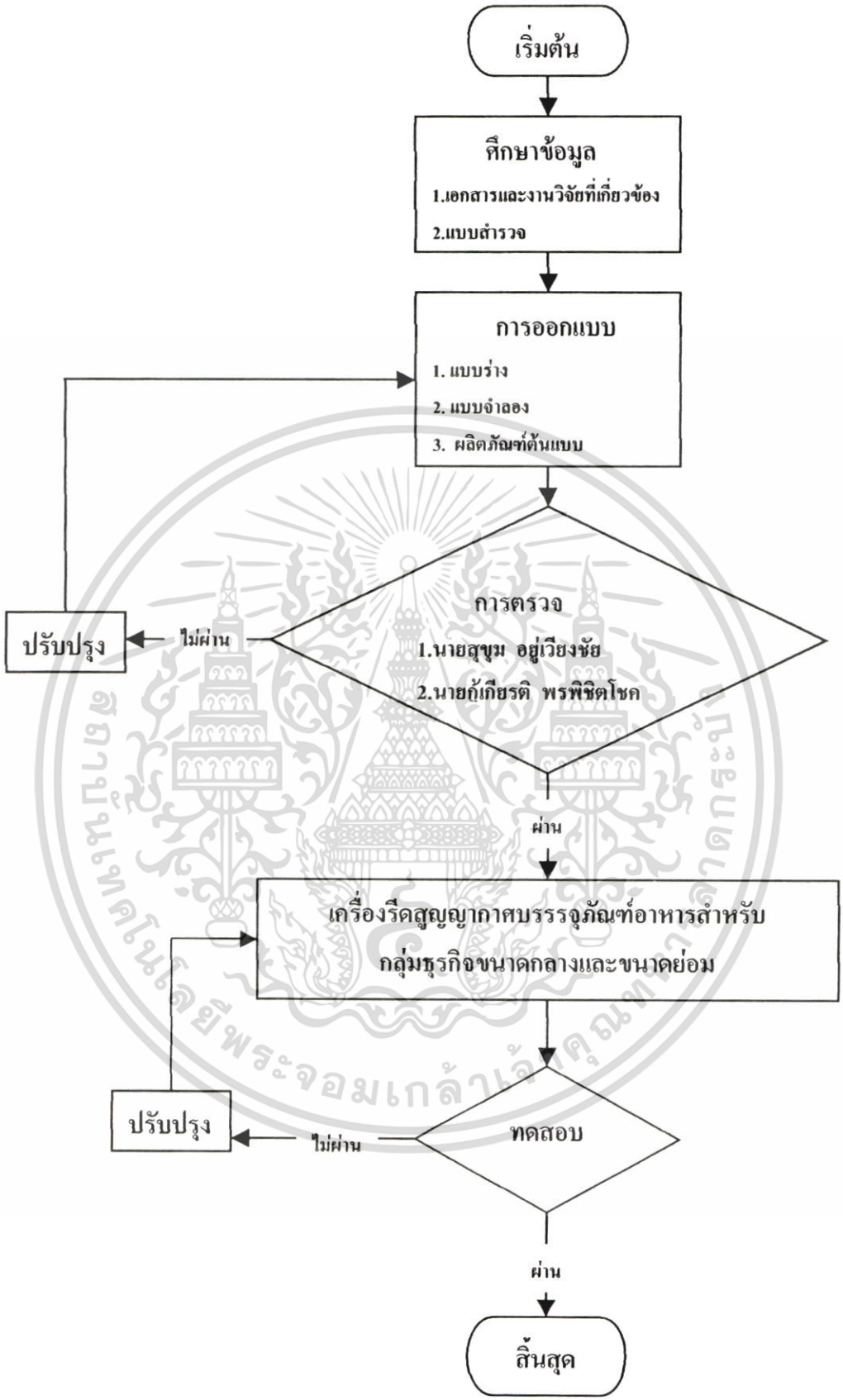
ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

3.1 ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

การพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ให้ตรงตามวัตถุประสงค์และความต้องการที่จะต้องแก้ไขของปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินการ พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การศึกษาข้อมูล การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

(1) ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นเกี่ยวกับ ระบบสูญญากาศ เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์ หลักการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร

(2) สำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมโดยมีดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผลิตภัณฑ์อาหารจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรภายในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้รับการส่งเสริมจากสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ในความควบคุมของกรมส่งเสริมการเกษตร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือผลิตภัณฑ์อาหารจากกลุ่มที่มีความต้องการด้านการพัฒนาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ซึ่งได้ข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.1 ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบล แม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

2.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบลสันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2.3 ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาพื้นที่ในการใช้งานห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และขนาดของบรรจุภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ข้อมูลในการหาพื้นที่ของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยมีสิ่งที่ต้องการจะศึกษา ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชื่อของผลิตภัณฑ์ที่ทำการสำรวจ
2. ขนาดมิติของผลิตภัณฑ์โดยประกอบด้วย น้ำหนัก และขนาด ด้านกว้าง ด้านยาว ด้านสูง
3. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยสำรวจจากลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์
4. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ เพื่อสำรวจลักษณะการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
2. กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของแบบสำรวจ
3. ทำการปรับปรุงและสร้างแบบสำรวจตามประเด็นที่ศึกษา
4. นำแบบสำรวจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและคำแนะนำในการปรับปรุงแบบสำรวจ
5. นำแบบสำรวจที่แก้ไขเสร็จแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบเนื้อหาของแบบสำรวจ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาที่มีความเกี่ยวข้อง

5.1 รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ อาจารย์ประจำสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 ผศ.ดร.จินตนา บุนนาค อาจารย์ประจำสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.3 อาจารย์ อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. ปรับปรุงแบบสำรวจตามข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
7. จัดพิมพ์แบบสำรวจเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ติดต่อฝ่ายบัณฑิตศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อทำการขอหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม
2. จัดส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ต จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง

2.2 หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้าน สันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบลสันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง

2.3 หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ปลาแห้งแปรรูป

3. เมื่อหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลได้รับการตอบรับ ผู้วิจัยจะเป็นผู้เดินทางไปสัมภาษณ์ ถ่ายภาพ และเก็บรวบรวมข้อมูลบันทึกลงแบบสำรวจด้วยตัวผู้วิจัยเอง จากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทำการทำการศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม

4. นำข้อมูลจากแบบสำรวจมาทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มาเพื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของลักษณะทางกายภาพของตัวผลิตภัณฑ์โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดั้งนี้

4.1 ในภาคของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยจะนำปัญหาจากการศึกษาภาคเอกสารมาทำการวิเคราะห์เพื่อแยกสภาพปัญหาออกเป็นรายด้าน

4.2 การสำรวจข้อมูลจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรใช้แบบสำรวจในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็น

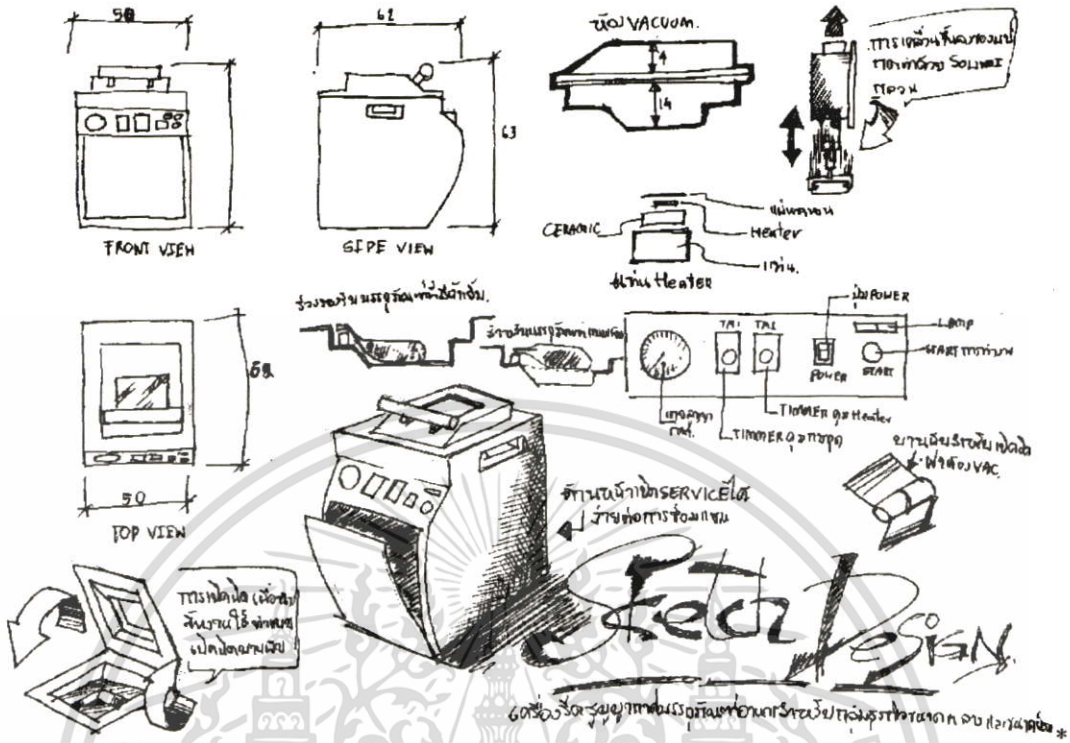
4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของตัวผลิตภัณฑ์ จะนำสภาพลักษณะทางกายภาพของอาหาร มาแยกเป็นรายด้าน

4.2.2 ในขั้นตอนที่ 2 เกี่ยวกับสภาพทั่วไปของขนาดบรรจุภัณฑ์นำผลของขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์ค่าความถี่ เพื่อนำมาหาค่าขนาดสูงสุดของค่าของการใช้ขนาดของบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำมาใช้ในการหาพื้นที่ในการใช้งาน

3.1.2 การออกแบบ ในขั้นตอนนี้จะมีการดำเนินการเป็น 3 ส่วนคือ

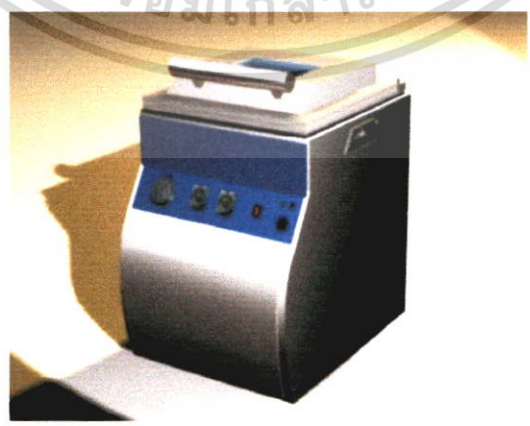
1. การสร้างแบบร่าง จากการศึกษาข้อมูลพบว่าความต้องการของขนาดห้องที่ใช้ในการบรรจุสูญญากาศสำหรับเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีขนาด ด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูงขั้นต่ำดังนี้ ด้านกว้างไม่น้อยกว่า 23 เซนติเมตร ด้านยาวไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร ด้านสูงไม่น้อยกว่า 18 เซนติเมตร โดยผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาข้อมูลมาใช้ประกอบการออกแบบร่างเพื่อสร้างเครื่องเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แบบร่างเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2. การสร้างแบบจำลอง สร้างแบบจำ ลองตามแบบร่างที่กำหนด เพื่อทดสอบขนาดสัดส่วนการใช้งานในเบื้องต้น ทำการปรับปรุงจุดบกพร่องก่อนการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดังภาพที่4.2



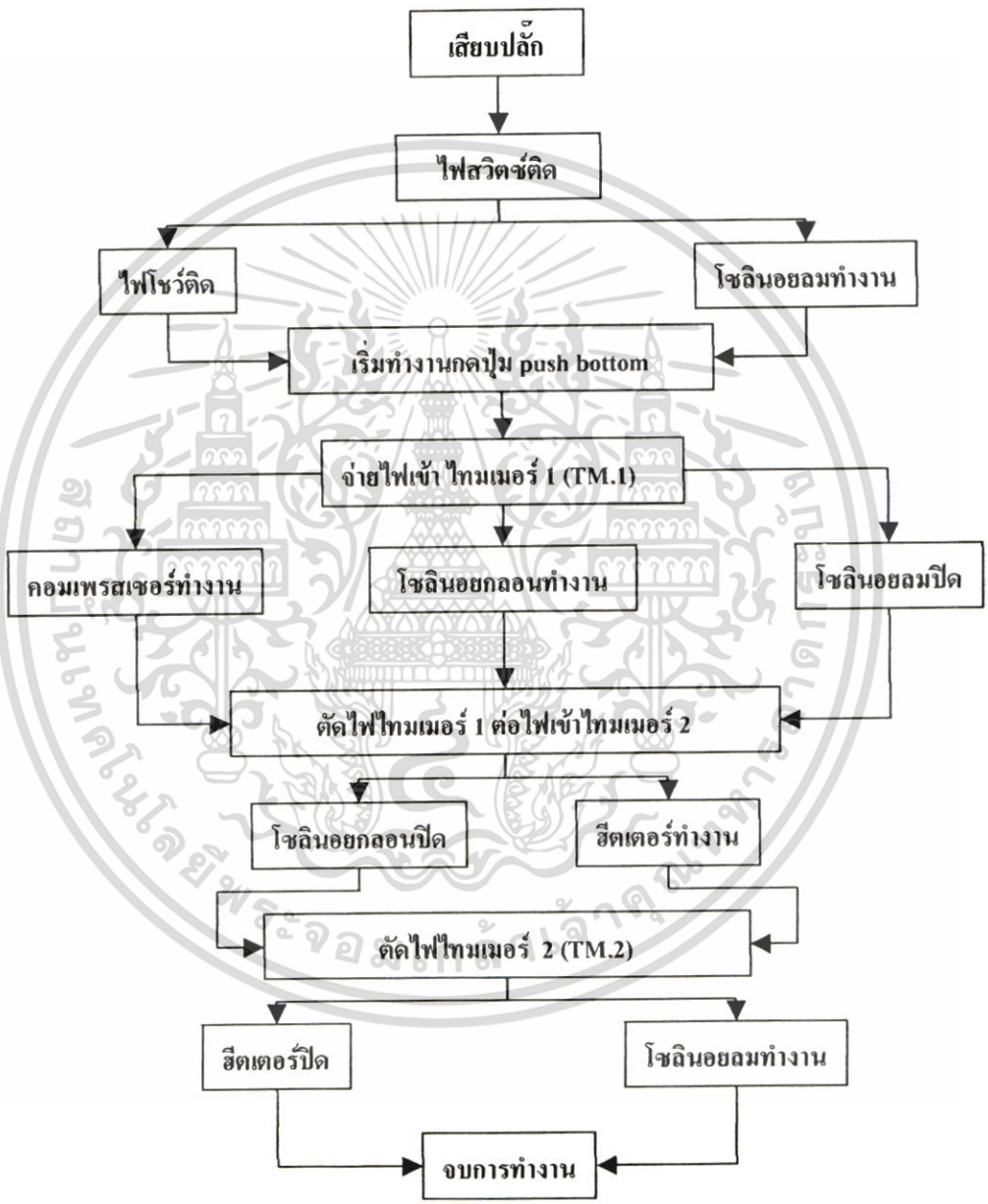
ภาพที่ 3.3 แบบจำลองเพื่อใช้ทดสอบขนาดสัดส่วน เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

3. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

(1) รวบรวมข้อมูล ที่มีความเกี่ยวข้องกับเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร และทำการแยกความต้องการของวิธีการใช้งานของการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ของเครื่องตั้งแต่เริ่มการทำงานจนจบการทำงาน



ภาพที่ 3.4 ผังการทำงานของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) สำรวจขนาดอุปกรณ์ที่อยู่ภายในเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารเพื่อหาขนาดของเครื่องรีดสญญากาศบรรจุภัณฑ์ และนำไปเขียนแบบเพื่อการผลิต

(3) นำภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตที่เสร็จไปทำการปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมจำนวน 2 ท่าน ถึงความเป็นไปได้และทำการแก้ไขจุดบกพร่องจากนั้นทำการสร้างเครื่องรีดสญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตในภาคผนวก ข)

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมจำนวน 2 ท่านคือ

1. นายสุขุม อยู่เวียงไชย วิศวกรเครื่องกล บริษัทPacific e.n.g.(1996)
2. นายกู้เกียรติ พรพิชิตโชค วิศวกรเครื่องกล บริษัทPacific e.n.g.(1996)

(4) สร้างเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่ บริษัทPacific e.n.g.(1996) ในการควบคุมของผู้เชี่ยวชาญ

(5) เมื่อสร้างเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เสร็จสิ้นทำการทดสอบการทำงาน เพื่อปรับปรุงจุดบกพร่อง

(6) ปรับปรุงจุดบกพร่องของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม และทำการทดสอบเครื่องรีดสูญญากาศอาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม เพื่อเป็นการทดสอบความสมบูรณ์ในการทำงาน

3.1.3 การตรวจสอบ ขั้นตอนของการตรวจสอบ จะมีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมจำนวน 2 ท่านคือ

1. นายสุขุม อยู่เวียงไชย วิศวกรเครื่องกล บริษัทPacific e.n.g.(1996)
2. นายกู้เกียรติ พรพิชิตโชค วิศวกรเครื่องกล บริษัทPacific e.n.g.(1996)

ในการตรวจสอบการทำงานเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ได้ผลการแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญดังนี้

(1) ในการตรวจสอบครั้งที่ 1 พบการซึมจากขอบยางที่ทำการปิดกั้นอากาศไม่ให้เข้าในห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าเป็นซิลิโคนซึ่งมีความสามารถทนต่อแรงอัดได้น้อย ผู้เชี่ยวชาญจึงมีความเห็นให้เปลี่ยนเป็นการใช้ขอบยางแม่เหล็ก

(2) ในการตรวจสอบครั้งที่ 2 พบว่ามีการซึมของอากาศเข้าสู่ภายในลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนวัสดุปิดขอบฝาปิดของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ และผลของการตรวจสอบในขั้นที่ 2 เกิดการระเบิดของกระจก ที่ใช้มองตัวผลิตภัณฑ์ภายใน ผู้เชี่ยวชาญจึงมีความเห็นให้เปลี่ยนขอบยางแม่เหล็กเป็นเหล็กกรอบหนา 10 มิลลิเมตร เซาะร่องโอริง ขนาด 3 มิลลิเมตร 2 ชั้น เนื่องจากรอยเชื่อมของขอบยางที่มีความไม่สนิทเป็นเหตุให้เกิดการซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่ตัวห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ และเปลี่ยนกระจกจาก ขนาด 6 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกใสขนาด 10 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ในการตรวจสอบครั้งที่ 3 พบว่าไม่มีการซึมของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ แต่พบว่าพลาสติกขนาด 10 มิลลิเมตรเกิดความโก่งเนื่องจากแรงกดของอากาศและแรงดึงสูญญากาศจากภายในห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ และการดูดอากาศภายในห้องทำได้ไม่ดี ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นให้เปลี่ยนขนาดของพลาสติกขนาด 10 มิลลิเมตร เป็น 20 มิลลิเมตร และเพิ่มขนาดของท่อดูดอากาศออกจากห้องบรรจุ จากขนาด 8 มิลลิเมตร เป็นขนาด 16 มิลลิเมตร

(4) ในการตรวจสอบครั้งที่ 4 ไม่พบว่ามีการรั่วซึมของอากาศ และพลาสติกขนาด 20 มิลลิเมตร ไม่มีความโก่งผู้เชี่ยวชาญให้เห็นว่าสามารถนำไปทดสอบจริงได้

3.2 ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ ทำโดยการทดสอบเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.3 วิธีการการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ จำนวนครั้งที่ใช้ทดสอบรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ จำนวนครั้งที่ใช้การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วยการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์อาหาร 3 ชนิดชนิดละ 30 ครั้งโดยแบ่งเป็น

2.1 การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและ ขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่ม แม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

2.2 การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การทดสอบด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้น ตอนที่ 2 เกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม คือแบบบันทึกโดยมีลักษณะเป็นตารางบันทึกผลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการบรรจุและความคลาดเคลื่อนของเวลา และค่าสูญญากาศ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยได้ใช้ในการเก็บข้อมูลแยกเป็น 2 ฉบับคือ

1. แบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม

1.1 ชนิดของผลิตภัณฑ์ ที่ทำการบันทึก

1.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นการบันทึกในด้านน้ำหนักบรรจุ

1.3 วิธีการบรรจุ โดยบันทึกลักษณะวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์

1.4 ตารางบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุ เพื่อบันทึกจับเวลาในการบรรจุแต่ละครั้ง ผลิตภัณฑ์มีหน่วยเป็นชิ้น และเวลามีหน่วยเป็น วินาที

2. แบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์

2.1 ชนิดของผลิตภัณฑ์ ที่ทำการบันทึก

2.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นการบันทึกในด้านน้ำหนักบรรจุ

2.3 วิธีการบรรจุ โดยบันทึกลักษณะวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์

2.4 ตารางบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุ เพื่อบันทึกจับเวลาในการบรรจุ ในแต่ละครั้ง ผลิตภัณฑ์มีหน่วยเป็นชิ้น เวลามีหน่วยเป็นวินาที ค่าสูญญากาศมีหน่วยเป็น นิ้ว/ปรอท ค่าของความคลาดเคลื่อนของเวลามีหน่วยเป็นวินาที และค่าของความคลาดเคลื่อนของค่าสูญญากาศมีหน่วยเป็น นิ้ว/ปรอท

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2. กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของแบบบันทึกในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิมและแบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ดำเนินการออกแบบ แบบบันทึกในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม และแบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์

4. นำแบบบันทึกที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและขอคำแนะนำในการปรับปรุงแบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์

5. นำแบบบันทึก ที่แก้ไขเสร็จแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบเนื้อหา

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย

5.1 รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ อาจารย์ประจำสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 ผศ.ดร.จินตนา บุนนาค อาจารย์ประจำสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.3 อาจารย์ อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. ปรับปรุงแบบบันทึก ตามข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและเสนอต่อผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการการเก็บรวบรวมข้อมูลทางผู้วิจัยได้นำ เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อหาเกณฑ์ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร

1.1 ให้กลุ่มแม่บ้านผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง ทดลองบรรจุด้วยวิธีการบรรจุแบบเดิม เพื่อจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์ และนำมาบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้วิจัยได้เดินทางไปบันทึกผลการจับเวลาด้วยตัวผู้วิจัยเอง

1.2 ในการบรรจุจะให้กลุ่มแม่บ้านจำนวน 3 กลุ่ม บรรจุผลิตภัณฑ์ของตนเอง จำนวน 30 ชิ้น และจับเวลาต่อชิ้น เพื่อที่จะนำเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์มาใช้เป็นเกณฑ์โดยมีผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดคือ

1.2.1 ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบล แม่โป่ง อำเภอ ดอยสะเก็ต จังหวัดเชียงใหม่

1.2.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอ สันทราย จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอ ดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

1.3 บันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์ ลงในแบบบันทึก และตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2.1 นำตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดโดยในการทดสอบหาความเหมาะสมจะดำเนินด้วยตัวผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการ ทดสอบเพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสมที่จะมาใช้ในการหาประสิทธิภาพการหาเกณฑ์ของ ตัวอย่างแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดและลักษณะทางกายภาพของตัวผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการทดสอบรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ และสำรวจความเสียหายที่เกิดกับตัวผลิตภัณฑ์ ว่าแรงกดอากาศจากภายนอกจะทำเกิดความเสียหายหรือไม่ หากเกิดการยุบตัวจนเกิดความเสียหายกับตัวผลิตภัณฑ์ ให้ทำการลดค่าสูญญากาศลงไปเพื่อที่จะทำให้คงเหลืออากาศภายใน ไว้เป็นที่ยึดโครงสร้างภายในอาหารไม่ให้เสียหาย เมื่อทดสอบเสร็จสิ้นจนได้ค่าสูญญากาศที่ต่ำที่สุดที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่นำมาเป็นตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด เสียหายทำการบันทึกลงในแบบบันทึกและให้เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างแต่ละชนิดที่นำมาใช้ในการทดลองรีดสูญญากาศ โดยค่าสูญญากาศมีหน่วยเป็น นิ้ว/ปรอท และค่าของหน่วยเวลาต่อครั้งเป็น วินาที

2.2 การทำการทดสอบเพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม จะทำการทดสอบโดยการนำเอาตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด มาทดสอบโดยการรีดอากาศออกและทำการผนึกปากถุงโดยการบรรจุแบบต่อเนื่อง โดยจะมีผู้ช่วยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเวลาความคลาดเคลื่อนและเวลาที่ใช้ในการบรรจุกับตัวอย่างแต่ละชนิด ในการทดลองในการบรรจุโดยทำการทดลอง 1 ชนิด ต่อการรีดสูญญากาศและการปิดผนึกบรรจุภัณฑ์เป็นจำนวน 30 ครั้ง

2.3 เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้น นำแบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศบรรจุภัณฑ์มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล เพื่อที่จะนำแบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศบรรจุภัณฑ์ไปหาค่าเพื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุแบบเดิม และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้เพื่อที่นำไปหาค่าของประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การหาเกณฑ์ การรวบรวมข้อมูลเพื่อหาเกณฑ์ของเวลาที่ใช้ในการบรรจุ โดยใช้แบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้นำไปหาเกณฑ์โดยใช้สูตร

$$\text{เกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ} = \overline{X} + \frac{20\overline{X}}{100}$$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของเวลาในการบรรจุแบบเดิม

2. รวบรวมข้อมูล จากแบบบันทึกผลการทดลองผลการทดลองการรีดอากาศบรรจุภัณฑ์ โดยจะเก็บรวบรวมจากแบบบันทึกผลการทดลองผลการทดลองการรีดอากาศบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำไป หาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้สูตร

การคำนวณหาค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของเวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ของอาหาร แต่ละชนิด

ค่าเฉลี่ย(Mean)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{n(n-1)}}$$

3. นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกผลการทดลองไปเปรียบเทียบเกณฑ์ตามที่ได้กำหนดไว้ โดยเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้หาได้จาก การทดสอบหาค่าความเหมาะสมสำหรับกลุ่มตัวอย่างแต่ละชนิดแล้วกำหนด ให้ค่าที่ได้จากการทดสอบเป็นเกณฑ์ค่ามาตรฐาน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพ ค่ามาตรฐาน จะประกอบด้วยเวลา ในการรีดสูญญากาศ ออกจากตัวบรรจุภัณฑ์ มีหน่วยเป็นวินาที เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้สถิติ t-testแบบ One Sample Group โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบเวลาที่ใช้กับเกณฑ์ โดยใช้ t-test แบบ One Sample Group

$$t = \frac{\overline{X} - \mu 0}{S/\sqrt{n}}$$

4. ในด้านของความเข้ากันได้กับเครื่อง (คือเวลาที่ใช้ในการทำงานมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน +/-10% โดยมีด้าน เวลา และค่าสูญญากาศ) โดยมีค่าเวลาเป็น วินาที และค่าของความดันสูญญากาศ เป็น นิ้ว/ปรอท รวมข้อมูล จากแบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำไป หาค่าเฉลี่ย (Mean) และคิดเป็นร้อยละ (Percent) ของการคลาดเคลื่อนเพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ +/- 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจะนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ ขนาดของบรรจุภัณฑ์ และลักษณะของบรรจุภัณฑ์

1.2 ผลจากที่ได้จากการพัฒนา และรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ ขนาดของบรรจุภัณฑ์ และลักษณะของบรรจุภัณฑ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ ขนาดของบรรจุภัณฑ์ และลักษณะของบรรจุภัณฑ์ เพื่อหาขนาดของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ของ เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้ค่าสูงสุด ในแต่ละด้าน ของด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง มาเป็นตัวกำหนดขนาดห้องบรรจุ แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะผลิตภัณฑ์ และลักษณะของบรรจุภัณฑ์ จำแนกตามประเภทของผลิตภัณฑ์

รายการ	ขนาดบรรจุ (กรัม)	ขนาด (มิลลิเมตร)			ลักษณะผลิตภัณฑ์	ลักษณะของบรรจุภัณฑ์
		กว้าง	ยาว	สูง		
กระเทียมดอง	401-500	100	200	180	กระเทียมโทน , กระเทียมหัว ลักษณะชุ่มน้ำแช่อยู่ในน้ำดองกระเทียม	ถุงพลาสติกถุงร้อนแบบใส บรรจุกระเทียมพร้อมน้ำ มัดด้วยยางรัดเพื่อกันหกซึม จำนวน 2 ชั้น
ข้าวแต๋นน้ำแตงโม	101-200	80	170	80	ลักษณะแห้ง เป็นชิ้นแข็ง ทรงกลมแบน	ถุงพลาสติกใส ผนึกปากถุงบรรจุภัณฑ์ใช้ลวดความร้อนแบบตะเข็บในการผนึกเป็นการผนึกแบบตะเข็บคู่ และ ห้อหุ้ม แสดงเครื่องหมายการค้าและรายละเอียดทางการค้าด้วยถุงกระดาษ สีน้ำตาล
ปลาตะเพียนขาวตากแห้ง	101-200	200	300	80	ปลาแห้งเต็มตัว	ถุงพลาสติกแบบหนาทนความร้อน ทำการผนึกปากถุงด้วยแถบความร้อนด้วยเครื่องผนึกฟลอยด์แบบขาเหยียบ มีการสกรีนเครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	ขนาดบรรจุ (กรัม)	ขนาด (มิลลิเมตร)			ลักษณะผลิตภัณฑ์	ลักษณะของบรรจุภัณฑ์
		กว้าง	ยาว	สูง		
ปลาสวาด-วง	น้อยกว่า100	180	200	30	ปลาตัวเล็กตากแห้งเรียงเป็นวงกลม	ถุงพลาสติกแบบหนาทนความร้อน ทำการผนึกปากถุงด้วยแถบความร้อน มีการผนึกสติ๊กเกอร์เครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ เป็นการสกรีนแบบสามสี แดง ขาว ฟ้า
	101-200	180	280	50		
	401-500	230	350	100		
ปลาร้าคัดพิเศษ	401-500	50	210	50	อาหารเปียกลักษณะเป็นก้อนเหนียวมีการชุ่มน้ำ	บรรจุภัณฑ์ถุงเล็ก บรรจุในถุงใหญ่ ถุงเล็กมีขนาด 4*5 เซนติเมตร บรรจุโดยการใช้ถุงร้อน ผนึกด้วยความร้อน มีการสกรีนเครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ เป็นการสกรีนแบบสามสี
ปลาร้าผง	น้อยกว่า100	75	140	20	ฝุ่นผงแห้งลักษณะคล้ายแป้ง มีสีน้ำตาล	เป็นบรรจุภัณฑ์ถุงเล็ก บรรจุในถุงใหญ่ ถุงเล็กมีขนาด 4*5 เซนติเมตร บรรจุโดยการใช้ถุงร้อน ผนึกด้วนความร้อนมีการสกรีนเครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ เป็นการสกรีนแบบสามสี
ค่าสูงสุด	401-500	230	350	180		

จากตารางที่ 4.1 ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีขนาดบรรจุ มากที่สุดอยู่ระหว่าง 401-500 กรัม

ขนาดของบรรจุภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีขนาดของบรรจุภัณฑ์ ความกว้าง ความยาว ความสูง มากที่สุดคือ ความกว้าง 230 มิลลิเมตร ความยาว 350 มิลลิเมตร ความสูง 180 มิลลิเมตร

ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ จากกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดยอมมีดังนี้

ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง มีลักษณะกระเทียมโทน , หัวกระเทียมไม่แกะกลีบ ลักษณะชุ่มน้ำแช่อยู่ในน้ำดองกระเทียม พบว่าลักษณะของบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกเป็นถุงร้อนแบบใสบรรจุกระเทียมพร้อมน้ำมัดด้วยยางรัด 2 ชั้น

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น มีลักษณะ แห้ง เป็นชิ้นแข็ง ทรงกลมแบน ลักษณะของบรรจุภัณฑ์เป็น ถุงพลาสติกแบบหนาทนความร้อน ทำการผนึกปากถุงด้วยแถบความร้อน มีการผนึกสติ๊กเกอร์เครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ เป็นการสกรีนแบบสามสี และถุงพลาสติกใส และถุงกระดาษ สีน้ำตาลพิมพ์ด้วยหมึกแดง

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง มีจำนวน 4 ชนิด ปลาตะเพียนขาวตากแห้ง มีลักษณะเป็นปลาแห้งเต็มตัว พบว่าลักษณะของบรรจุภัณฑ์ ถุงพลาสติกแบบหนาทนความร้อน ทำการผนึกปากถุงจากการใช้แถบความร้อนด้วยเครื่องผนึกฟลอยด์ มีการสกรีนเครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ปลาสวาด-วง มีลักษณะเป็นปลาตัวเล็กตากแห้งเรียงเป็นวงกลม พบว่าลักษณะของบรรจุภัณฑ์เป็นถุงพลาสติกแบบหนาทนความร้อน ทำการผนึกปากถุงด้วยแถบความร้อน มีการติดสติ๊กเกอร์เครื่องหมายทางการค้า รายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ปลาร้าคัดพิเศษ มีลักษณะเป็น อาหารเปียกลักษณะเป็นก้อนเหนียวมีการชุ่มน้ำ พบว่าลักษณะของบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ถุงเล็ก บรรจุในถุงใหญ่ บรรจุโดยการใช้ถุงร้อนผนึกด้วยความร้อน มีการสกรีนเครื่องหมายทางการค้ารายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ปลาร้าผง มีลักษณะเป็นฝุ่นผงแห้งลักษณะคล้ายแป้ง มีสีน้ำตาล พบว่าลักษณะของบรรจุภัณฑ์เป็นบรรจุภัณฑ์ถุงเล็ก บรรจุในถุงใหญ่ บรรจุโดยการใช้ถุงร้อน ผนึกด้วยความร้อน มีการสกรีนเครื่องหมายทางการค้ารายละเอียดทางการค้า ลงบนตัวบรรจุภัณฑ์

จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง พบว่าขนาดภายในห้องบรรจุของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม จะต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 230 มิลลิเมตร ในด้านกว้าง ไม่น้อยกว่า 350 มิลลิเมตร ในด้านยาว และไม่น้อยกว่า 180 มิลลิเมตร ในด้านสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ผลจากที่ได้จากการพัฒนาและรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

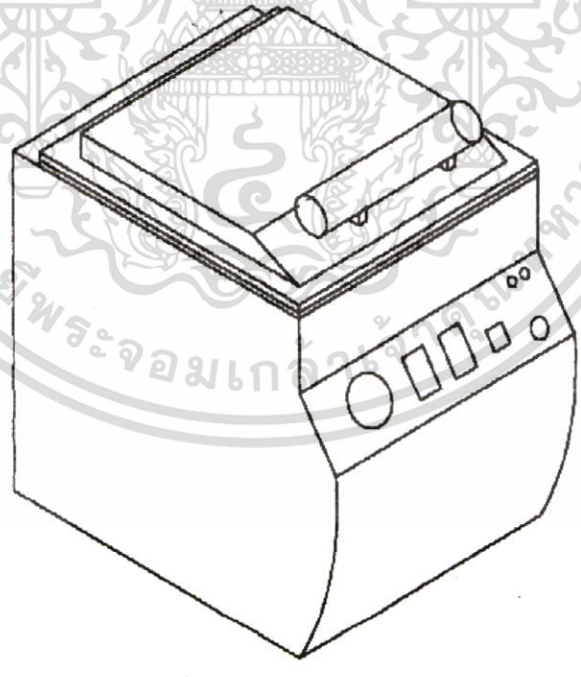
จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง พบว่าขนาดภายในห้องบรรจุของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกล่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 23 เซ็นติเมตร ในด้านกว้าง ไม่น้อยกว่า 35 เซ็นติเมตร ในด้านยาว และไม่น้อยกว่า 18 เซนติเมตร ในด้านสูง และในผลิตภัณฑ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากผลของการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้ห้องบรรจุในการรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์ ขนาดความกว้างเท่ากับ 30 เซนติเมตร ในด้านยาว เท่ากับ 40 เซ็นติเมตร และในด้านสูงเท่ากับ 20 เซนติเมตร มีแถบความร้อนที่ใช้ปิดปากถุงขนาดความยาว 30 เซ็นติเมตร โดยมีความกว้างของแถบความร้อนเท่ากับ 4 มิลลิเมตร ขนาดของตัวเครื่องมีความกว้างเท่ากับ 46 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 62 เซนติเมตร ความสูงเท่ากับ 63 เซนติเมตร มีอุปกรณ์ภายในเครื่องคือ

1. คอมเพรสเซอร์ ขนาด ½ แรงม้า ใช้ไฟขนาด 220 โวลต์ 50/60 Hz.
2. บัฟเฟอร์ input ขนาด 1.5 เซ็นติเมตร
3. รีเลย์ 8 ขา ใช้ไฟขนาด 220 โวลต์ 50/60 Hz.
4. โซลินอยลมใช้ ไฟขนาด 220 โวลต์ 50/60 Hz.
5. โซลินอยกลอน ความยาวการชัก 1 เซนติเมตร ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60 Hz
6. เกจวัดแบบเบอร์ดอน หน่วยวัดเป็น นิ้ว/ปรอท
7. สวิตซ์ กดติดปล่อยดับใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz.ทนแรงดันไฟ 15 แอมป์
8. สวิตซ์สปริงค์ ใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz.ทนแรงดันไฟ 15 แอมป์
9. ไฟ lamp สีแดง ใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz.ทนแรงดันไฟ 15 แอมป์
10. ไฟ lamp สีเขียว ใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz.ทนแรงดันไฟ 15 แอมป์
11. วงจรซีเล็กเตอร์ ใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz
12. หม้อแปลงไฟขนาด ใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz กระแสสลับ (A.C.) เป็น 12 โวลต์ 5 แอมป์ กระแสตรง (D.C.)
13. ลวดความร้อน หน้ากว้าง 4 มิลิเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร
14. อุปกรณ์ตั้งเวลา (Solid stage Timer) แบบ 8 ขา ใช้ไฟขนาด 220โวลต์ 50/60Hz

ผลจากที่ได้จากการพัฒนา และรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ประกอบไปด้วย ภาพแสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา และ ภาพการเขียนแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิต แสดงในภาพที่ 4.1-4.3

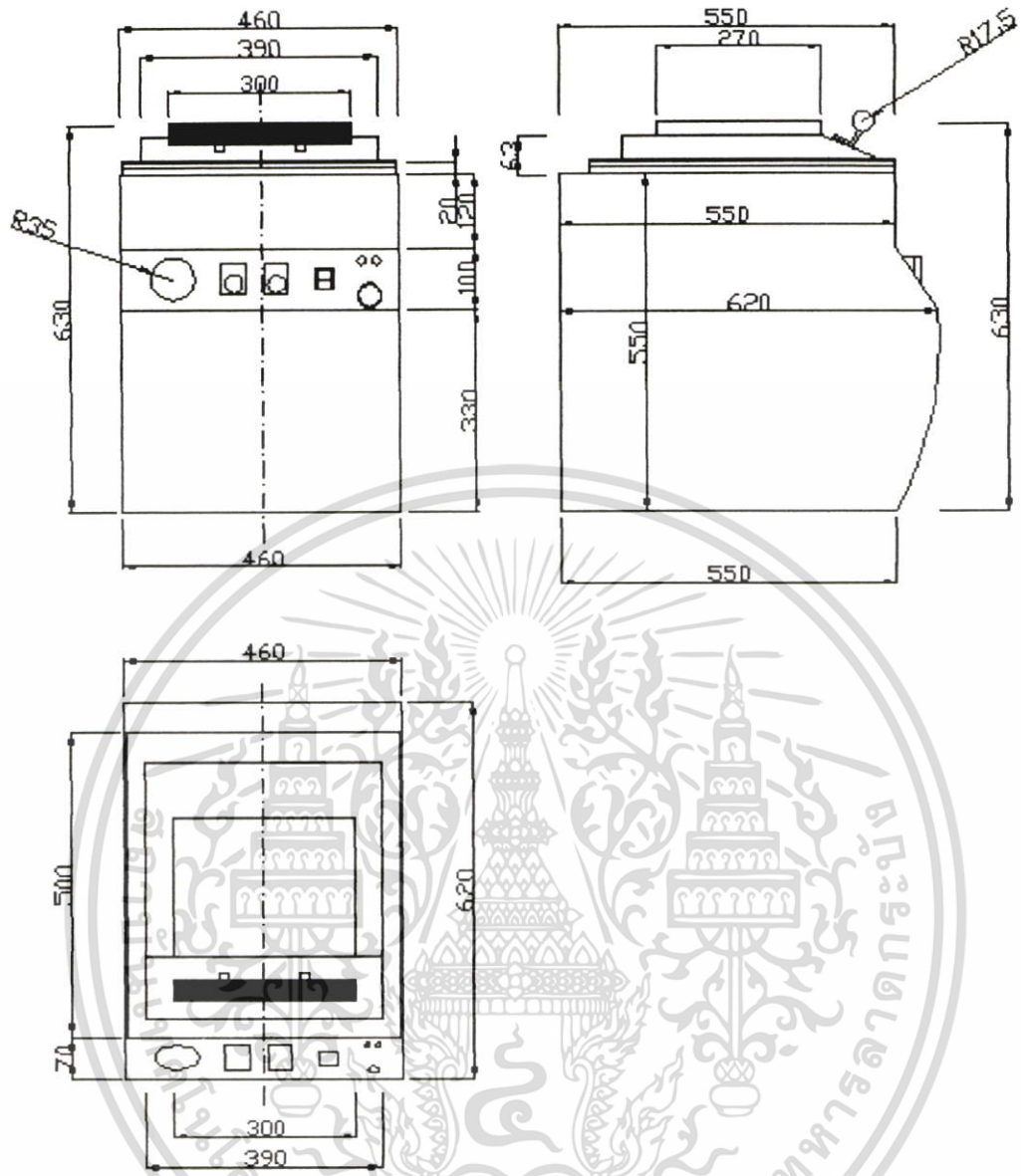
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 แสดงภาพผลิตภัณฑ์เครื่องรีดสูญญากาศผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมที่ได้รับการพัฒนา
ที่มา : ถ่ายภาพเมื่อ สิงหาคม 2546



ภาพที่ 4.2 ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่ได้ทำการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่ได้ทำการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม เพื่อหาเกณฑ์นำไปทดสอบประสิทธิภาพ

2.2 ผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2.3 ผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพ ด้านความเข้ากันได้กับเครื่องของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม เพื่อหาเกณฑ์นำไปทดสอบประสิทธิภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม จำนวน 3 ชนิดคือ ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองน้ำหนัก 500 กรัม ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น น้ำหนัก 200 กรัม ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง น้ำหนัก 200 กรัม เพื่อหาเกณฑ์นำไปทดสอบประสิทธิภาพ แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ชิ้นที่	รายการ		
	ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง น้ำหนัก 500 กรัม	ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น น้ำหนัก 200 กรัม	ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง น้ำหนัก 200 กรัม
	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)
1	135	28	42
2	122	25	29
3	115	25	28
4	128	24	30
5	132	26	25
6	111	24	27
7	128	28	40
8	136	25	27
9	125	24	26
10	124	35	28
11	109	22	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ชิ้นที่	รายการ		
	ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง น้ำหนัก 500 กรัม	ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น น้ำหนัก 200 กรัม	ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง น้ำหนัก 200 กรัม
	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)
12	142	25	32
13	120	24	35
14	126	22	33
15	122	23	28
16	132	24	29
17	143	26	35
18	126	35	29
19	109	25	35
20	111	24	40
21	108	30	32
22	124	22	38
23	129	25	33
24	125	24	37
25	116	25	29
26	100	23	28
27	117	26	35
28	120	23	27
29	126	25	26
30	107	26	28
ค่าเฉลี่ย	122.27	25.43	36.17

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองขนาดบรรจุ 500 กรัม มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ 122.27 วินาที ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น ขนาดบรรจุ 200 กรัม มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ 25.43 วินาที และผลิตภัณฑ์ปลาแห้งขนาดบรรจุ 200 กรัม มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ36.17 วินาที ดังนั้นเกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของ ความเร็ว มีดังนี้

ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองขนาดบรรจุ 500 กรัม เวลาบรรจุคือ 146.72 วินาที

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น ขนาดบรรจุ 200 กรัม เวลาบรรจุคือ 30.52 วินาที

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งขนาดบรรจุ 200 กรัม เวลาบรรจุคือ 43.40 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและ ขนาดย่อม

จากการนำผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นและ ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง ที่ทำการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม และนำเวลาของการบรรจุแบบเดิมมาเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเร็ว และนำการบรรจุที่บรรจุด้วยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย t-test แบบ One Sample Group แสดงตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพด้านเวลา เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ชนิดที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์ (วินาที)	t	Prob
1	ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง	60.07	.25	146.72	-1870.73	.000
2	ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น	30.10	.30	30.52	-7.54	.000
3	ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง	40.06	.25	43.40	-71.96	.000

* P < .05

จากตารางที่ 4.3 ผลที่ได้จากการทดลองโดยใช้เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พบว่าผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดคือผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น และผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง ใช้เวลาในการบรรจุน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุเท่ากับ 60.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .25 และทดสอบด้วย t-test แบบ One Sample Group พบว่าเครื่องรีดสูญญากาศ บรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ใช้เวลาน้อยกว่าการบรรจุแบบเดิมอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ เท่ากับ 30.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .30 และทดสอบด้วย t-test แบบ One Sample Group พบว่าเครื่องรีดสูญญากาศ บรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ใช้เวลาน้อยกว่าการบรรจุแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ เท่ากับ 40.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .25 และทดสอบด้วย t-test แบบ One Sample Group พบว่าเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ใช้เวลาน้อยกว่าการบรรจุแบบเดิมอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพ ด้านความเข้ากันได้กับเครื่องของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

จากการนำผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น และผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง มาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเข้ากันได้กับเครื่อง โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกผลการทดลองผลการทดลองการรีดอากาศบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ย (Mean) และคิดเป็นร้อยละ (Percent) ความคลาดเคลื่อน เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ +/- 10% แสดงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพ ด้านความเข้ากันได้กับเครื่อง (คือเวลาที่ใช้ในการทำงานมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน +/-10% โดยมีด้าน เวลา และค่าสูญญากาศ) ของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์ ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

รายการ	$\overline{X}$ เวลา (วินาที)	เกณฑ์ (วินาที)	ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)	$\overline{X}$ ค่าสูญญากาศ (นิ้ว/ปรอท)	เกณฑ์ (นิ้ว/ปรอท)	ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง	60.07	60	0.12	-25.20	-25	0.80
ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น	30.10	30	0.33	-20.17	-20	3.40
ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง	40.06	40	0.15	-25.17	-25	0.68

จากตารางที่ 4.4 ผลที่ได้จากการทดสอบใช้เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กับกลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหาร 3 ชนิดคือ ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น และผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง

ผลิตภัณฑ์กระเทียมดอง เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ เท่ากับ 60.07 วินาที โดยมีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.12 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยของค่าสูญญากาศเท่ากับ -25.20 นิ้ว/ปรอท โดยมีความ คลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ เท่ากับ 30.10 วินาที โดยมีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.33 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยของค่าสูญญากาศเท่ากับ -20.17 นิ้ว/ปรอท โดยมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.40 เปอร์เซ็นต์

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีค่าเฉลี่ยของการใช้เวลาในการบรรจุ40.06 วินาที โดยมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยของค่าสูญญากาศเท่ากับ -25.17 นิ้ว/ปรอท โดยมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.68 เปอร์เซ็นต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1 เพื่อพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แบ่งออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์คือ

ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1 ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

2 ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบลสันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

3 ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1 การทดสอบโดยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์กระเทียมดองบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การทดสอบโดยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นบรรจุถุง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

3. การทดสอบโดยเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้รีดอากาศออกจาก ผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ครั้ง

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

ขั้นตอนของการพัฒนาประกอบไปด้วยการศึกษาขนาดของห้องรีดสูญญากาศ ของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสำรวจเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยการกำหนดการสำรวจในด้านขนาดของบรรจุภัณฑ์ เป็นแบบสำรวจที่มีโครงสร้างรายระเอียดในการสำรวจ ในลักษณะเป็นตารางการสำรวจ และการสำรวจลักษณะบรรยาย ประกอบด้วย ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนาดบรรจุภัณฑ์ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และลักษณะของบรรจุภัณฑ์ ดังมีประเด็นการสำรวจดังนี้

1. ชื่อของผลิตภัณฑ์ที่ทำการสำรวจ
2. ขนาดมิติของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย น้ำหนัก และขนาด ด้านกว้าง ด้านยาว ด้านสูง
3. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยสำรวจจากลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์
4. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ เพื่อสำรวจลักษณะการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ขั้นตอนของการศึกษาประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วยการศึกษาใน 2 ด้านคือ

1. ความเร็ว
2. ความเข้ากันได้กับเครื่อง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตอนที่ 2 เป็นแบบบันทึก 2 ฉบับคือ

2.1 แบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม

2.2 แบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์

2.1 แบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเวลาในการบรรจุของผลิตภัณฑ์แบบเดิมเพื่อนำไปใช้หาค่าเกณฑ์ในทดสอบประสิทธิภาพเป็นลักษณะของแบบบันทึกผลการจับเวลาการบรรจุผลิตภัณฑ์ ที่มีโครงสร้างการบันทึก แบบตารางบันทึกผลการทดลอง ประกอบด้วย

1 ชนิดของผลิตภัณฑ์ ที่ทำการบันทึก

2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นการบันทึกในด้านน้ำหนักบรรจุ

3 วิธีการบรรจุ โดยบันทึกลักษณะวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์

4 ตารางบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุ เพื่อบันทึกจับเวลาในการบรรจุในแต่ละครั้ง ผลิตภัณฑ์มีหน่วยเป็นชิ้น และเวลามีหน่วยเป็น วินาที

2.2 แบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเวลาในการบรรจุของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องรีดสูญญากศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับ ค่าเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพเป็นลักษณะของแบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์ ที่มีโครงสร้างการบันทึก แบบตารางบันทึกผลการทดลอง ประกอบด้วย

1 ชนิดของผลิตภัณฑ์ ที่ทำการบันทึก

2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นการบันทึกในด้านน้ำหนักบรรจุ

3 วิธีการบรรจุ โดยบันทึกลักษณะวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์

4 ตารางบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุ เพื่อบันทึกจับเวลาในการบรรจุ ในแต่ละครั้ง ผลิตภัณฑ์มีหน่วยเป็นชิ้น เวลามีหน่วยเป็น วินาที ค่าสูญญากาศมีหน่วยเป็น นิ้ว/ปรอท ค่าของความคลาดเคลื่อนของ เวลามีหน่วยเป็น วินาที และค่าของความคลาดเคลื่อนของค่าสูญญากาศมีหน่วยเป็น นิ้ว/ปรอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล กับหัวหน้ากลุ่มแม่บ้าน ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบล แม่โป่ง อำเภอ ดอยสะเก็ต จังหวัด เชียงใหม่ 2. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัด เชียงใหม่ 3 กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบล ท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงได้ไปเก็บข้อมูล ทางด้าน ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่สถานที่จัดแสดงงานผลิตภัณฑ์ ของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร โดยตัวผู้วิจัยเป็นผู้เดินทางไปสำรวจสำรวจและจดบันทึกด้วยตัวผู้วิจัยเอง

ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูล กับหัวหน้ากลุ่มแม่บ้าน ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่ หมู่ 2 ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ต จังหวัด เชียงใหม่ 2. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง หมู่ 4 ตำบล สันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัด เชียงใหม่ 3 กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัด เชียงใหม่ เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงได้ไปเก็บข้อมูลเก็บข้อมูลด้านการจับเวลาการบรรจุ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์หาประสิทธิภาพ ในการจดบันทึกข้อมูลในการสำรวจ และการบันทึกผลการจับเวลา โดยผู้วิจัยเป็นผู้เดินทางไปสำรวจ จับเวลาการบรรจุ มีการจดบันทึกรวบรวมข้อมูลด้วยตัวผู้วิจัยเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเกี่ยวกับการสำรวจขนาดของบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ในการหาขนาดของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ของการเก็บข้อมูล ในแบบสำรวจ วิเคราะห์ด้วยการหาขนาดสูงสุดของบรรจุภัณฑ์ในมิติต่าง ๆ เสนอเป็นตารางประกอบการบรรยาย

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม วิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย คำนวณหาเกณฑ์ และนำเสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยาย

3. วิเคราะห์ข้อมูลผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพด้านเวลา เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์ ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย t-test แบบ One Sample Group และทำการนำเสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยาย

4. วิเคราะห์ข้อมูลผลการหาค่าการหาประสิทธิภาพ ด้านความเข้ากันได้กับเครื่อง เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์ ธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม วิเคราะห์ด้วยการ หาค่าเฉลี่ย (Mean) คิดเป็นร้อยละ (Percent) ของการคลาดเคลื่อน เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ +/- 10% ทำการนำเสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยาย

5.6 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีขนาดของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ดังนี้ มีขนาดด้านกว้างเท่ากับ 30 เซนติเมตร ในด้านยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตร และในด้านสูงเท่ากับ 20 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ และมีขนาดโดยรวมของตัวเครื่องมีความกว้างเท่ากับ 46 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 62 เซนติเมตร ความสูงเท่ากับ 63 เซนติเมตร

2. ประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมพบว่า

2.1 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพ ด้านความเร็ว พบว่าเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ใช้เวลาน้อยกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพ ด้านความเข้ากันได้กับเครื่อง ผลจากการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขนาดย่อมในด้านเวลามีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.12-0.33 เปอร์เซ็นต์ ในด้านค่าสูญญากาศมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.68-3.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ +/-10%

5.7 อภิปรายผลการวิจัย

สำหรับการอภิปรายผลการวิจัยผู้วิจัยขออภิปรายเฉพาะวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เท่านั้น

จากการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในด้านความเร็ว และความเข้ากันได้กับเครื่อง ผลปรากฏดังนี้คือ เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม สามารถทำเวลาได้น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีความคลาดเลื่อนอยู่ภายในเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโดยอาศัยขั้นตอนการทำงานของ ซีเอ อินเตอร์เนชั่นแนลอินฟอร์เมชั่น. (2543 : ค-2-ค-3) ซึ่งกล่าวว่าหลักการทำงานของเครื่องสูญญากาศแบบกึ่งอัตโนมัติคือ ตัวเครื่องมีลักษณะคล้ายกระเป๋าเอกสารมีฝาปิด-เปิดในแนวดิ่งเมื่อจัดเรียงวางบรรจุภัณฑ์ภายในเครื่องเสร็จแล้วปิดฝาตัวเครื่องจะทำงานอย่างอัตโนมัติ โดยการดูดสูญญากาศภายในตัวเครื่อง เมื่อเครื่องดูดสูญญากาศได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้เครื่องจะปิดผนึก แล้วปล่อยอากาศเข้าไปในเครื่องพร้อมกับเปิดฝาออกมาโดยอาศัยขั้นตอนในการบรรจุที่อาศัยหลักการดึงอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ของ งามทิพย์ ภู่วโรดม. (2538 : 146) กล่าวว่า ภาชนะที่บรรจุผลิตภัณฑ์แล้ววางใน ห้องปิด ดึงอากาศทั้งห้องบรรจุออกไปซึ่งจะเป็นการดึงอากาศภายในภาชนะด้วย ปิดผนึกภาชนะ ทันทีด้วยความร้อนเครื่องรีดสูญญากาศจะหยุดทำงานและฝาห้องบรรจุจะเปิดโดยอัตโนมัติ เป็นการสิ้นสุดกระบวนการบรรจุ และการบรรจุเพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์หลังจากการดูดอากาศออกจากตัวบรรจุภัณฑ์ของ ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. (2541 : 279) ซึ่งกล่าวว่า การให้ความร้อนที่เส้นลวดนี้จะมีฉนวนความร้อนหุ้มอยู่เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในระยะเวลาสั้นๆ จะแปลงเป็นความร้อนเชื่อมบริเวณปากถุงให้หลอมเหลวเป็นเส้นรอยปิดผนึกเล็กๆ การปิดผนึกระบบนี้จะมีการสะสมความร้อนน้อยกว่าและให้ความร้อนด้วยปริมาณที่แน่นอนกว่าในการปิดผนึกแต่ละครั้ง ประกอบกับหลักการออกแบบห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ของ ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. (2541 : 273) ซึ่งกล่าวว่า ปัจจัยสำคัญที่พึงสังเกตของเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สูญญากาศแบบกึ่งอัตโนมัติคือ มิติของความยาว ความกว้างและความสูงของเครื่องประกอบกับการปรับปรุงระหว่างการพัฒนาจากวิศวกรและผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนของขอบฝาผิดเปิดที่มีรอยรั่วให้อากาศเข้าสู่ห้องบรรจุผลิตภัณฑ์น้อยโดยการเพิ่มแผ่นเหล็กเซาะร่องใส่ยางโอริงเพื่อป้องกันอากาศรั่วเข้าสู่ห้องบรรจุผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้ระบบมีความผิดพลาดน้อยลงเนื่องจากมีอากาศไหลเข้าสู่ภายในลดลง และ การขยายท่อเพื่อเพิ่มปริมาตรการไหลของอากาศให้ปริมาตรการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดอากาศของคอมเพรสเซอร์ทำได้สะดวกขึ้น จึงทำให้สามารถทำเวลาได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีความคลาดเคลื่อนลดลงอยู่ภายในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ประกอบกับการออกแบบแถบผนึกปากถุงกระตุ้นด้วยไฟฟ้า เพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์หลังจากการดูดอากาศออกจากตัวบรรจุภัณฑ์ของ ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. (2541 : 279) ซึ่งกล่าวว่า การให้ความร้อนที่เส้นลวดนี้จะมีฉนวนความร้อนหุ้มอยู่เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในระยะเวลาสั้นๆ จะแปลงเป็นความร้อนเชื่อมบริเวณปากถุงให้หลอมเหลวเป็นเส้นรอยปิดผนึกเล็กๆ การปิดผนึกระบบนี้จะมีการสะสมความร้อนน้อยกว่าและให้ความร้อนด้วยปริมาณที่แน่นอนกว่าในการปิดผนึกแต่ละครั้ง

5.8 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอดังนี้

1.1 การใช้งาน ในด้านการใช้งานเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางหรือขนาดย่อมนั้น ควรมีการทดสอบว่าอาหารชนิดใดมีความเหมาะสมกับการบรรจุด้วยระบบสูญญากาศหรือไม่ เพราะระบบสูญญากาศจะมีแรงบีบรัดจากอากาศภายนอก เข้าไปรัดตัวอาหาร ฉะนั้นอาหารที่มีลักษณะกรอบเป็นแผ่นบาง หรือมีความเปราะสูงไม่ควรนำไปบรรจุด้วยระบบสูญญากาศ

1.2 หากมีความต้องการในการนำก๊าซเพื่อเข้าไปฉนอมอาหารประเภทอบกรอบให้มีการเดินท่อก๊าซระหว่างระบบสูญญากาศและติดตั้งไทมเมอร์ของระบบก๊าซเข้าไปอีก 1 ชุด

1.3 หากเกิดไฟรั่วในระบบการทำงานควรมีการต่อสายดินให้กับเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม หรือใส่รองเท้ายางพื้นหนาเพื่อป้องกันกระแสไฟไหลผ่านตัวผู้ใช้

1.4 ไม่ควรนำเครื่องสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเสียบปลั๊กรวมกับอุปกรณ์อื่นเพื่อป้องกันการใช้กระแสไฟเกินที่สายไฟจะรับได้(over load) หรือทำการติดตั้งสะพานไฟ สวิตซ์ทิชิโน่ ที่จุดต่อไฟของผลิตภัณฑ์

1.5 การที่จะนำเครื่องรีดสูญญากาศบรรจภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมนั้นควรจะศึกษาถึงพฤติกรรมการบริโภคของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด บางชนิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสวยงามเพื่อเป็นจุดขายทางการตลาด ความสะดวกสบายในการบริโภคอย่างเช่น ในการทดสอบครั้งนี้พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นสามารถบรรจุระบบสูญญากาศได้ แต่ทำให้ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์หมดความสวยงามลงไปดังนั้นผู้ที่นำงานวิจัยไปใช้ควรจะศึกษาถึงผลกระทบทางการตลาดเมื่อนำเอาระบบการบรรจุแบบสูญญากาศไปใช้

1.6 การนำระบบการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบสูญญากาศ จากเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มาใช้เพื่อการตลาดการเพิ่มสีสันของซองบรรจุเป็นสิ่งสำคัญหากต้องการเพิ่มสีของซองบรรจุ ควรใช้ซองแบบฟอล์ย ที่มีการพิมพ์ลายจากโรงงานเพื่อความสวยงามและผลทางการตลาด

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบของกำลังการดูดอากาศ และความเหมาะสมของปั๊มสูญญากาศแต่ละชนิดว่ามีการทำงานอย่างไร มีการลดแรงดันอากาศ สู่การเป็นสูญญากาศได้มากน้อยเพียงใด

2.2 การตัดระบบสูญญากาศ เนื่องจากปั๊มที่ใช้เป็นกำลังเพื่อดูดอากาศให้เป็นสูญญากาศนั้นมีการทำงานอย่างต่อเนื่องและในการวิจัยครั้งนี้ในการคำนวนการหน่วงเวลา กับกำลังการดูดออกจากห้องบรรจุเป็นหลัก หากต้องการความเที่ยงตรงให้มากขึ้น ควรนำ Low Pressure Switch เข้ามาติดตั้งในระบบของท่อดูด เพื่อการทำงานไม่ให้เกินของค่าสูญญากาศ ที่ตั้งไว้

2.3 ความปลอดภัย ควรมีการศึกษาว่าวัสดุที่ใช้มีการรับแรงได้เท่าใด การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ที่ใช้กับงานสูญญากาศ ต้องมีความแข็งแรง สูง เนื่องจากแรงกดจากอากาศภายนอกและกำลังดูดมีผลต่อความแข็งแรงของห้องบรรจุและวัสดุที่ใช้

2.4 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ หากจะให้ประสิทธิภาพของเครื่องนี้ทำความเร็วและ ค่าสูญญากาศ ได้ถึงระดับสัมบูรณ์ จะต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์การผลิตสูญญากาศจากปัจจุบันที่ใช้ คอมเพรสซอร์ขนาด ½ แรงม้า และหากต้องการความเร็วเพิ่มขึ้นหรือห้องบรรจุมีขนาดใหญ่ขึ้น ให้เพิ่มกำลังของอุปกรณ์ผลิตสูญญากาศ (ปั๊มสูญากาศ) โดยเลือกแบบของอุปกรณ์ผลิตสูญญากาสให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานตามขนาดห้องบรรจุโดยคำนวนจากปริมาตรการดูด และปริมาตรของห้องบรรจุผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิ่งแก้ว วงษ์ฉายา. 2545. “การควบคุมทางชีวภาพในการผลิตน้ำพริกหนุ่ม.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. **กระบวนการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.

กีรติ พัฒนสารินทร์ และภัทรพงษ์ ทิมจรัส. 2544. “ออกแบบเครื่องปรับปรุงสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดน้ำ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กลุทินันท์ ตะวงศ์. 2543. “การออกแบบเครื่องทอดภายใต้สูญญากาศ.” ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. **ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ลินคอร์โปรโมชั่น.

จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2540. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้.** นครปฐม : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

ชัยวิทย์ ศิลาวัชนาไนย. 2526. ฟิสิกส์และเทคโนโลยีของระบบสูญญากาศ. กรุงเทพ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. 2539. **หลักเคมี.** กรุงเทพฯ : โอเอสปรินต์ติ้ง.

ซีเอ อินเตอร์เนชั่นแนล อินฟอร์เมชั่น. 2543. **โครงการศึกษาแนวโน้มความต้องการบรรจุภัณฑ์ของอุตสาหกรรมไทย.** กรุงเทพฯ : ซีเอ อินเตอร์เนชั่นแนล อินฟอร์เมชั่น.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2535. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนโสตร์.

เด่น ดอกพิมาย. 2542. “การออกแบบระบบทำความเย็นด้วยสุญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ธนาคม สุนธรชัยนาคแสง. 2531. วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูในเต็ดกรุ๊ป.

บี.แทค, ผู้รวบรวม. **สูญากาศกับกาใช้งาน.** กรุงเทพ : โรงพิมพ์กล่องพัฒนา.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** กรุงเทพฯ : เพคเมาส์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ปีสิริ นิยบุญ และพงศ์พันธุ์ ขาวพราย. 2539. "อัตราการทำสูญญากาศของเครื่องทำสุญญากาศด้วยลำน้ำฉีดขนาดเล็ก." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล,

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. **วิศวกรรมแปรรูปอาหาร:การถนอมอาหาร.** กรุงเทพฯ : โอเอสปรินต์ติ้ง.

สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2545. วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. [Online]. Available : http://www.ismed.or.th/intro-ismed/quotaion.html.

วิไล รังสาดทอง. 2543. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ : เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น.

อนุพงษ์ จารุวัฒน์ และคณะ. 2538. "การออกแบบและสร้างเครื่องดูดของเหลวโดยใช้สูญญากาศ." ปริญญานิพนธ์อุตสาหรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

74 เรื่องหน้ารู้เทคนิกเครื่องกล. 2533. **74 เรื่องหน้ารู้เทคนิกเครื่องกล.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Armand Berman. 1985. **Total Pressure Measurement in Vacuum Technology.** London : Press.

Newsuwan. 2545. **Small and Medium Enterprise (SME).** [Online]. Available : http://smetqciso.hypermart.net

Nigel S. Harris. 1990. **Modern Vacuum Practice.** Newyork : McGraw – Hill.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

เครื่องมือตอนที่ 2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศ บรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาด กลางและขนาดย่อม

ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน

ภาคผนวก ง ภาพจากการสำรวจข้อมูล

ภาคผนวก จ หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสำรวจขนาดบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัย
การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหาร
สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1. ผลิตภัณฑ์ .....

2. ขนาดบรรจุภัณฑ์

ขนาดบรรจุ	ขนาดบรรจุภัณฑ์ หน่วย (มิลลิเมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
3.1 น้อยกว่า100 กรัม			
3.2 ขนาด 101-200 กรัม (200 กรัม)			
3.3 ขนาด 201-300 กรัม			
3.4 ขนาด 301-400 กรัม			
3.5 ขนาด 401-500 กรัม			
3.6 ขนาด 501-600 กรัม			
3.7 ขนาด 601-700 กรัม			
3.8 ขนาด 701-800 กรัม			
3.9 ขนาด 801-900 กรัม			
3.10 ขนาด 901-1,000 กรัม			
3.11 มากกว่า 1,001 กรัม			
3.12 อื่น ๆ โปรดระบุ			

3. ลักษณะผลิตภัณฑ์ .....
.....

4. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ .....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือตอนที่ 2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกผลการจับเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ชนิดของผลิตภัณฑ์ .....

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ ขนาดบรรจุ .....กรัม

วิธีการบรรจุ .....

.....

จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ 30 ชิ้น

รายการที่ทดสอบ			
ชิ้นที่	เวลาที่ใช้ในการบรรจุ (วินาที)	ชิ้นที่	เวลาที่ใช้ในการบรรจุ (วินาที)
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

หมายเหตุ.....

....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกผลการทดลองการรีดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์

เครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ผลิตภัณฑ์.....

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ ขนาดบรรจุ .....กรัม

ระดับเวลาและสูญญากาศที่เหมาะสม เวลาที่ใช้.....วินาที ระดับสูญญากาศ .....นิ้ว/ปรอท

ตารางบันทึกผลการทดลองการรีดสูญญากาศชิ้นงาน

จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ 30 ชิ้น

ชิ้นที่	รายการที่ทดสอบ			
	ระดับสูญญากาศ (นิ้ว/ปรอท)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความคลาดเคลื่อน (วินาที)	ความคลาดเคลื่อน (นิ้ว/ปรอท)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองการรีดสูญญากาศชิ้นงาน (ต่อ)

ชิ้นที่	รายการที่ทดสอบ			
	ระดับสูญญากาศ (นิ้ว/ปรอท)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความคลาดเคลื่อน (วินาที)	ความคลาดเคลื่อน (นิ้ว/ปรอท)
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
ค่าเฉลี่ย				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

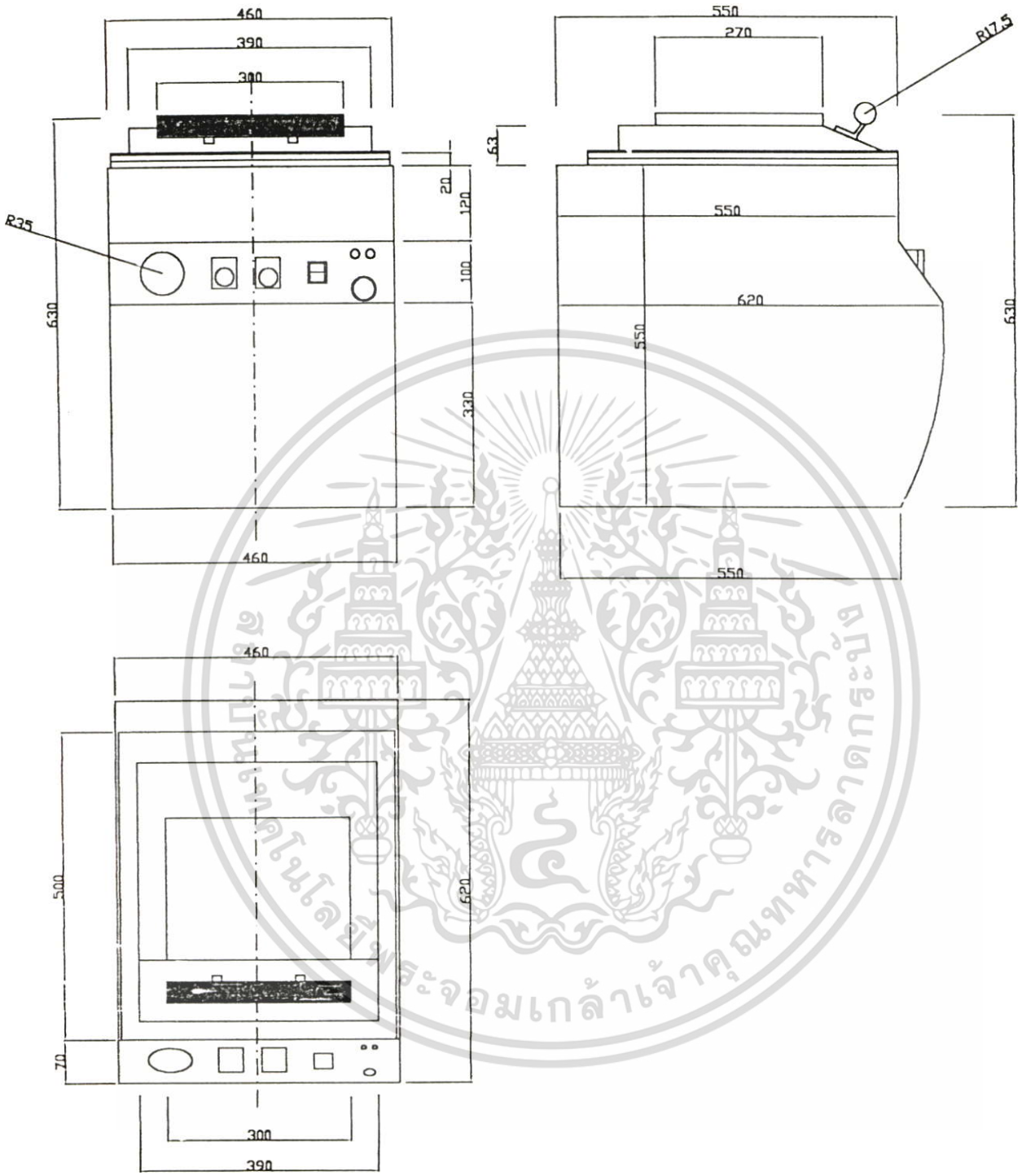
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เขียนแบบเพื่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพด้าน	1 / 9
การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม				
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

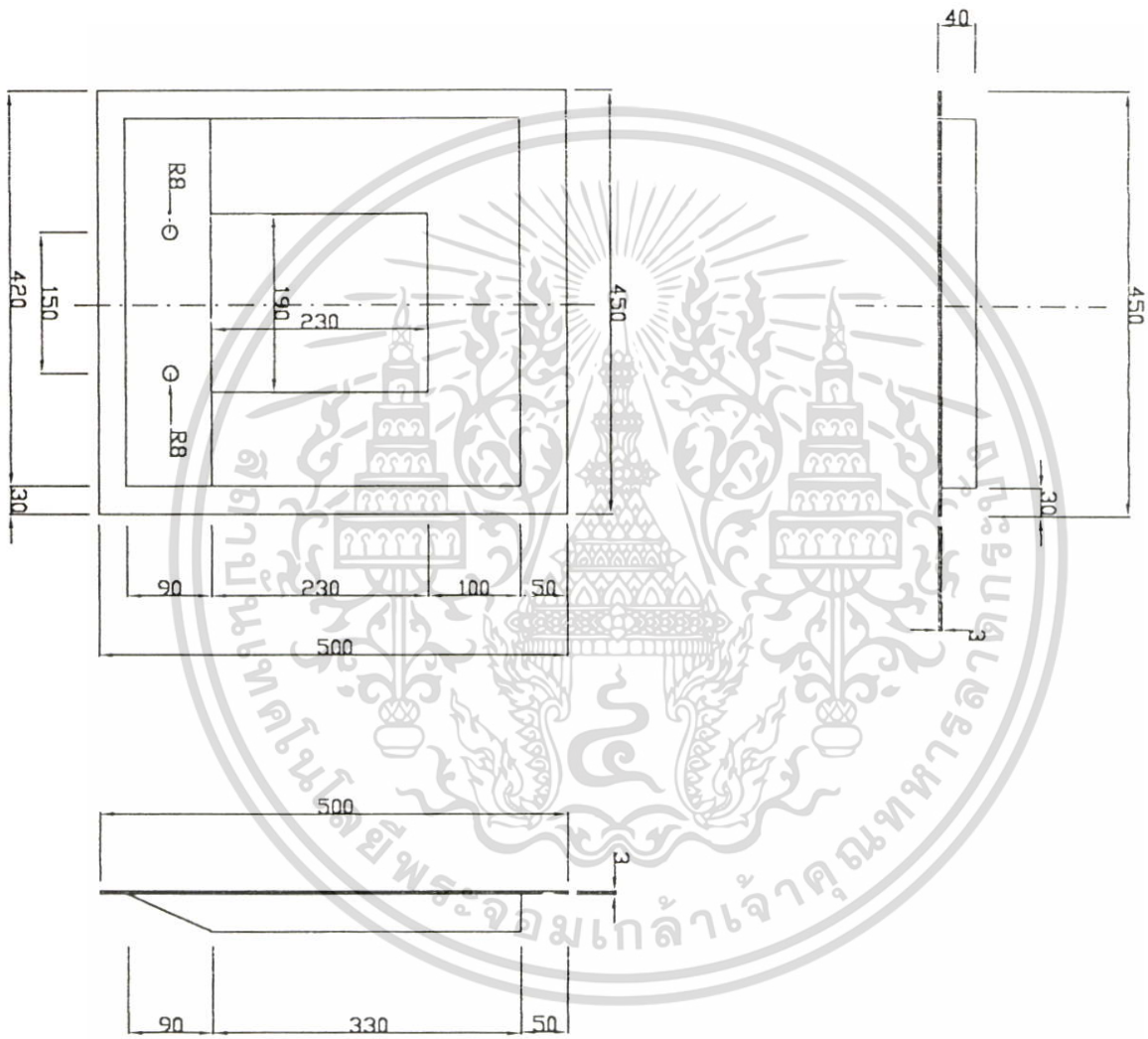
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู หักดาทร	44064814	ภาพ ISOMETRIC	2 / 9

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

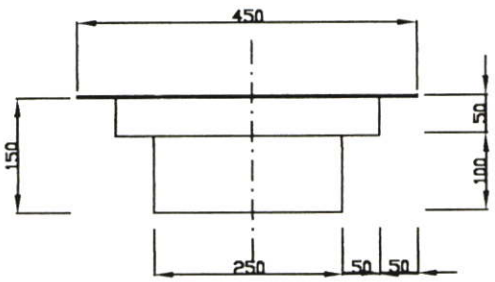
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

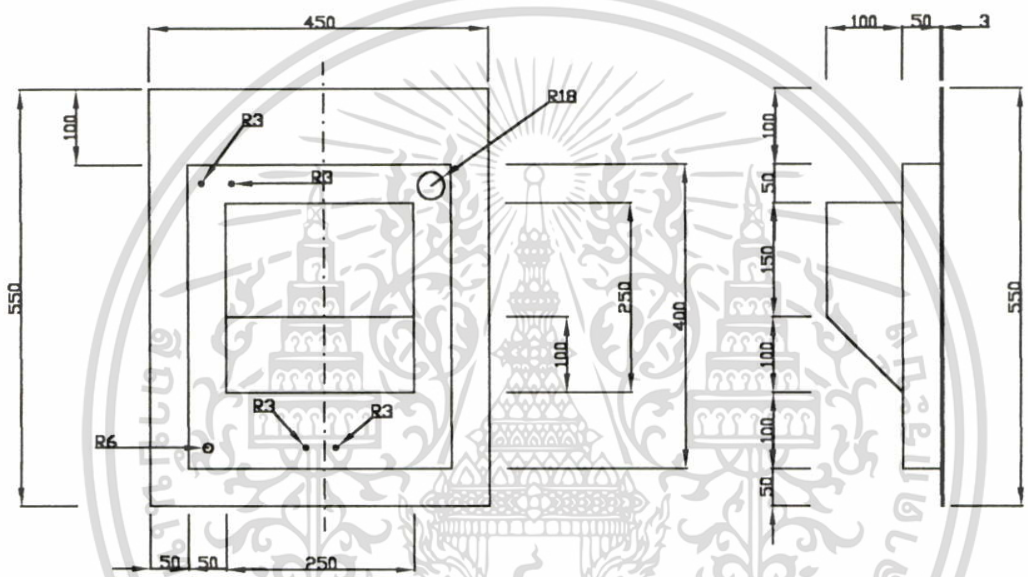


ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	3 / 9
การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม				
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1

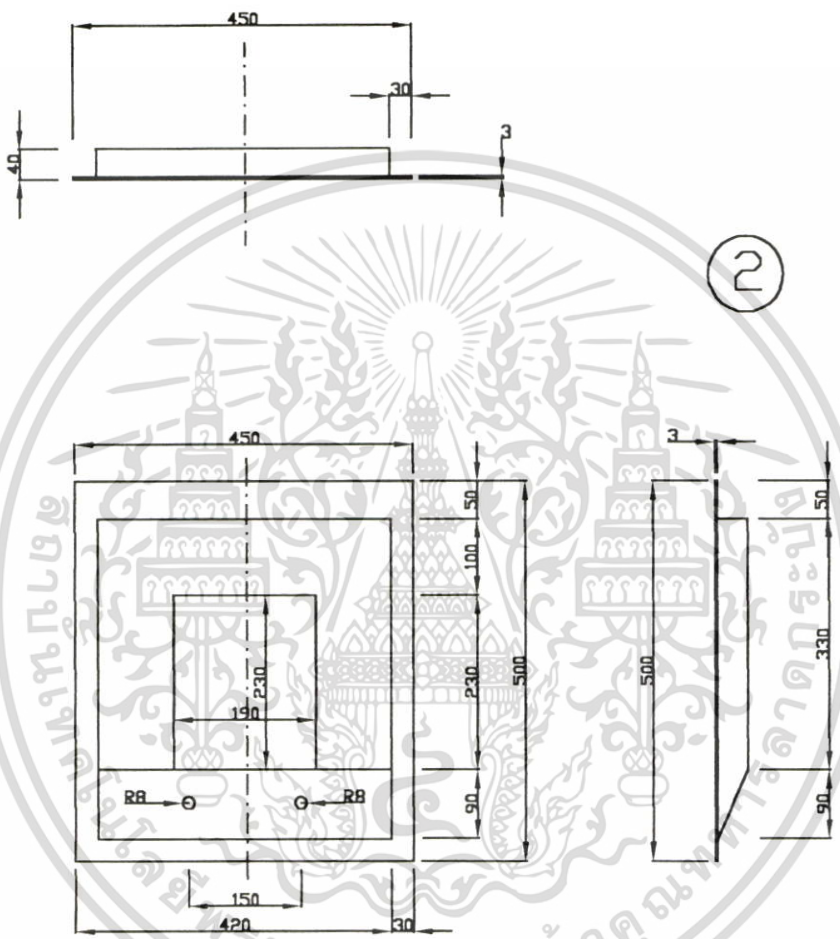


ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	3 / 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

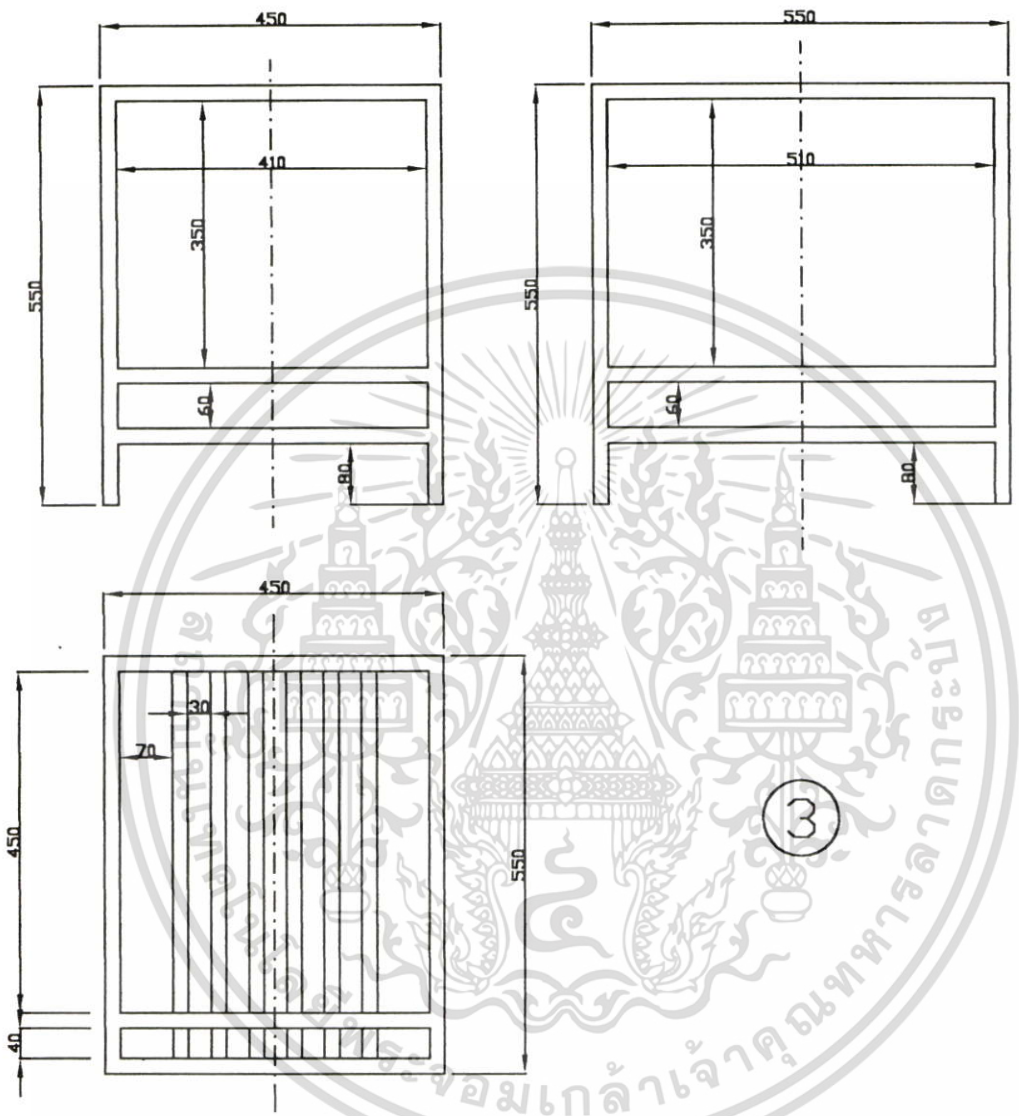


ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	4 / 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

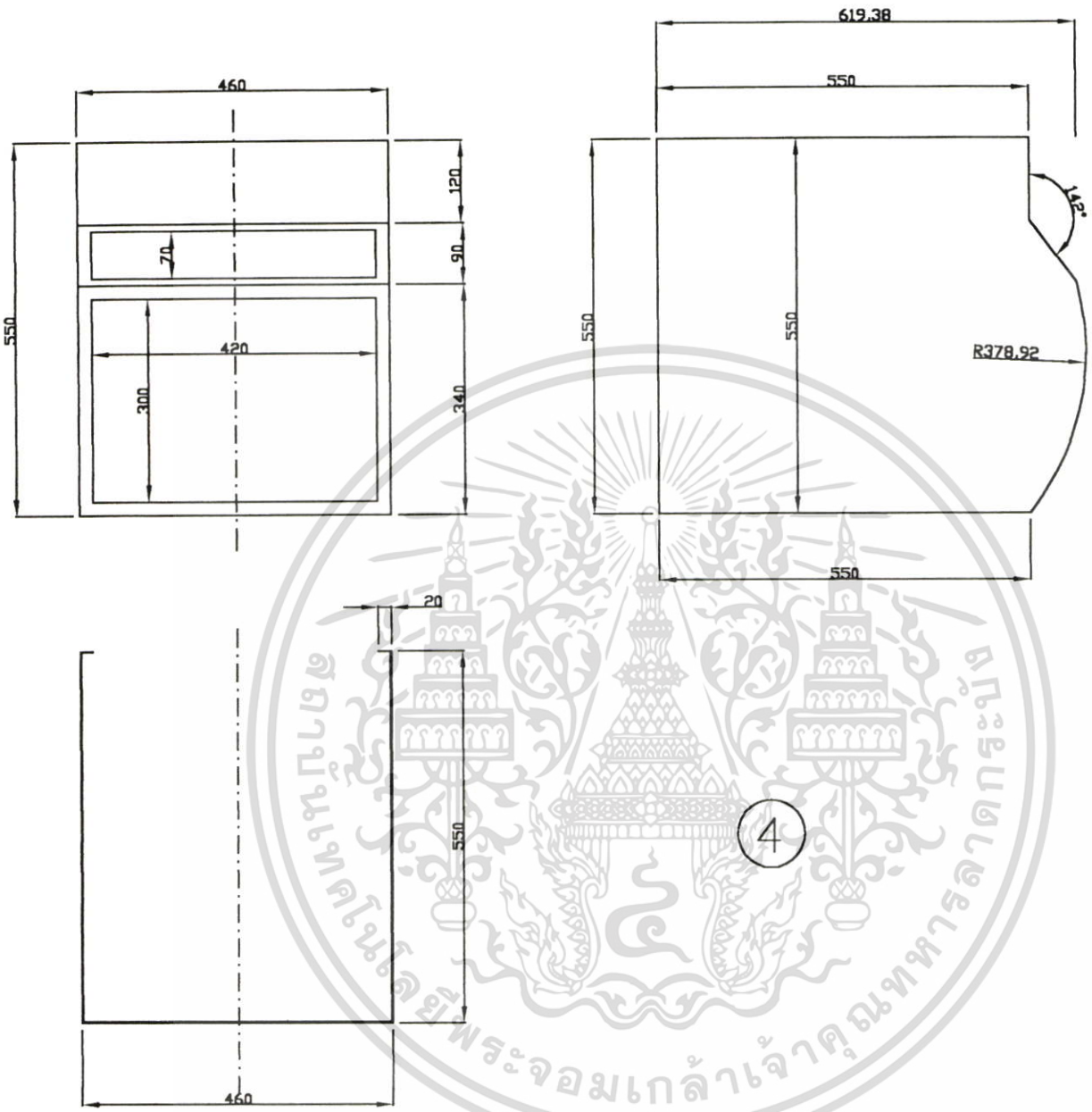


ว / ค / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	5 / 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

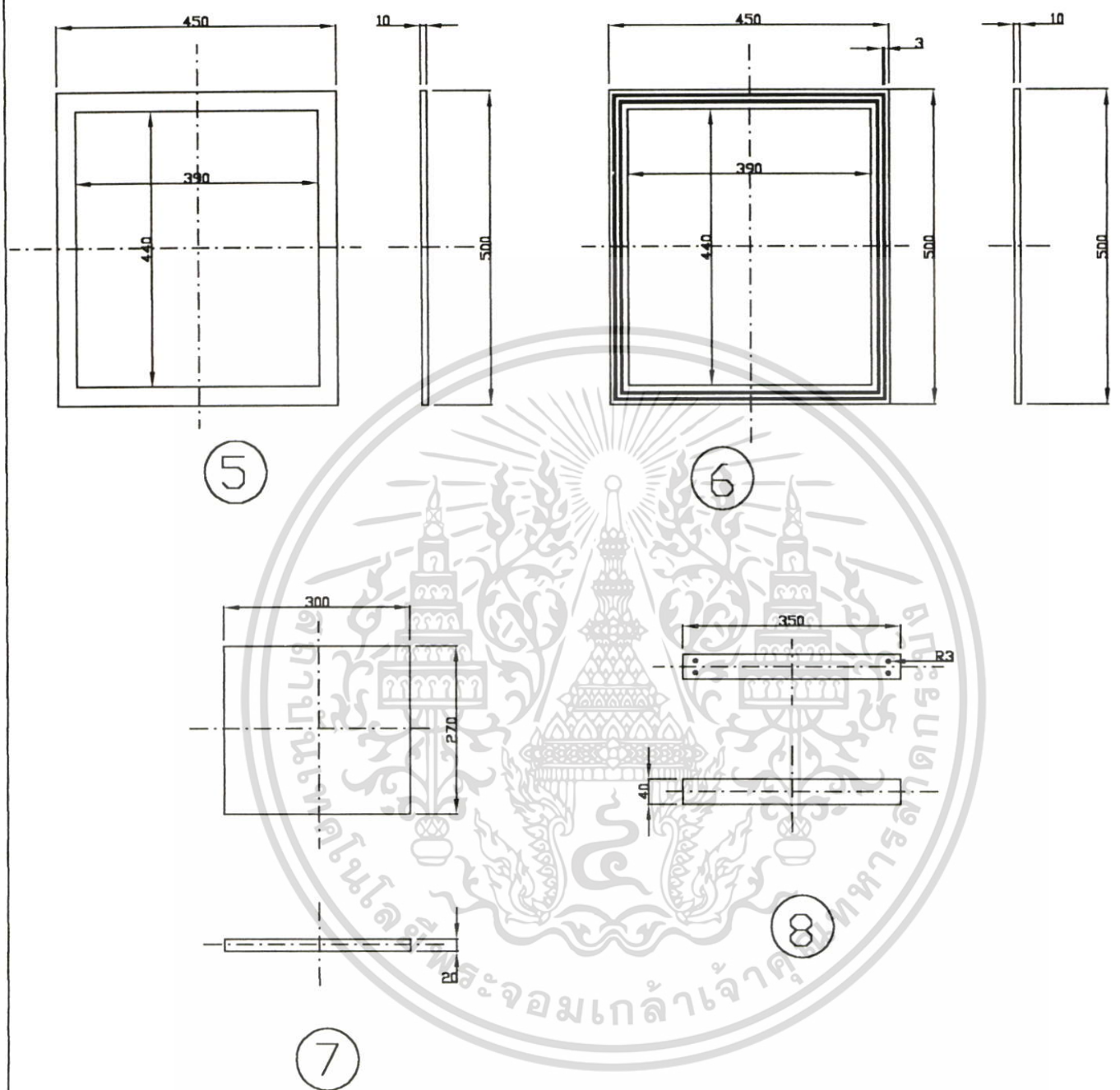


ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	6 / 9

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

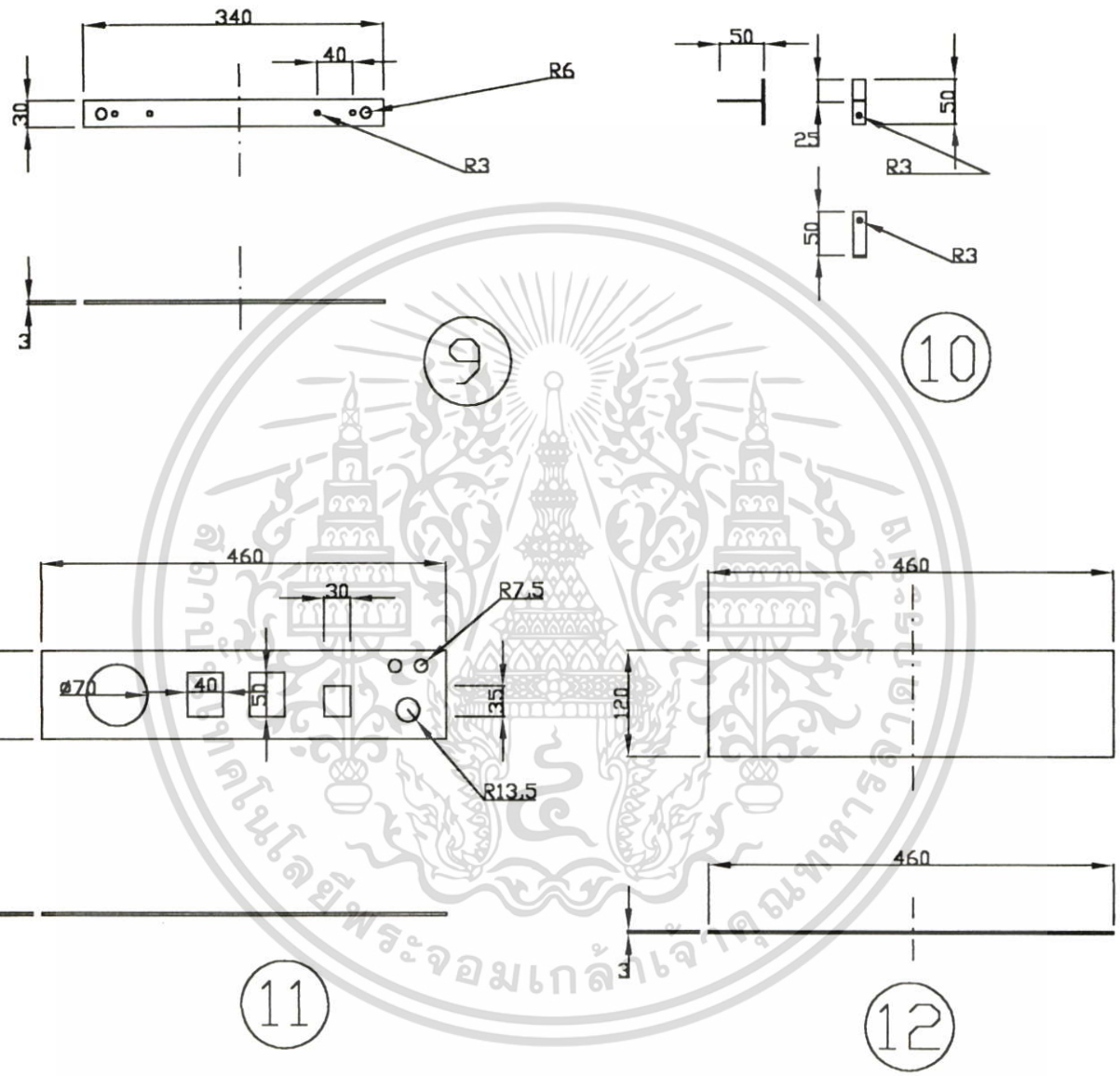


ว / ค / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	7 / 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องวัดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ภาพ DETAIL OF PARTS	8 / 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชิ้นที่	รายการ	ขนาด กว้างxยาวxสูง หน่วยมิลลิเมตร	วัสดุ
12	แผ่นประกบหน้าปิทม์	120 x 460 x 2	พลาสติกอคลิลิค
11	ฝาหน้าปิทม์	100 x 460 x 2	พลาสติกอคลิลิค
10	แขนยึดโซลินอย	50 x 50 x 50	พลาสติกอคลิลิค
9	ขารองแกนโซลินอย	30 x 340 x 2	พลาสติกอะคลิลิค
8	แท่นฮีดเตอร์	40 x 350 x 40	เซลามิกซ์
7	พลาสติกช่องมอง	300 x 270 x 20	พลาสติกอคลิลิค
6	ฝาประกบล่าง	450 x 500 x 10	เหล็กแผ่นคาร์บอนต่ำ
5	ฝาประกบบน	450 x 500 x 150	เหล็กแผ่นคาร์บอนต่ำ
4	โครงสร้างภายนอก	460 x 620 x 550	อะลูมิเนียมแผ่นบาง
3	โครงสร้าง	450 x 550 x 550	เหล็กกล่องคาร์บอนสูง
2	ฝาห้องบรรจุ	450 x 500 x 40	เหล็กแผ่นคาร์บอนปานกลาง หนา 3 มม.
1	ถาดห้องบรรจุส่วนล่าง	450 x 550 x 150	เหล็กแผ่นคาร์บอนปานกลาง หนา 3 มม.

ว / ด / ป	ชื่อ - นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
20 / 6 / 46	นาย วิญญู ศักดาทร	44064814	ตารางประกอบแบบ	9 / 9

การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

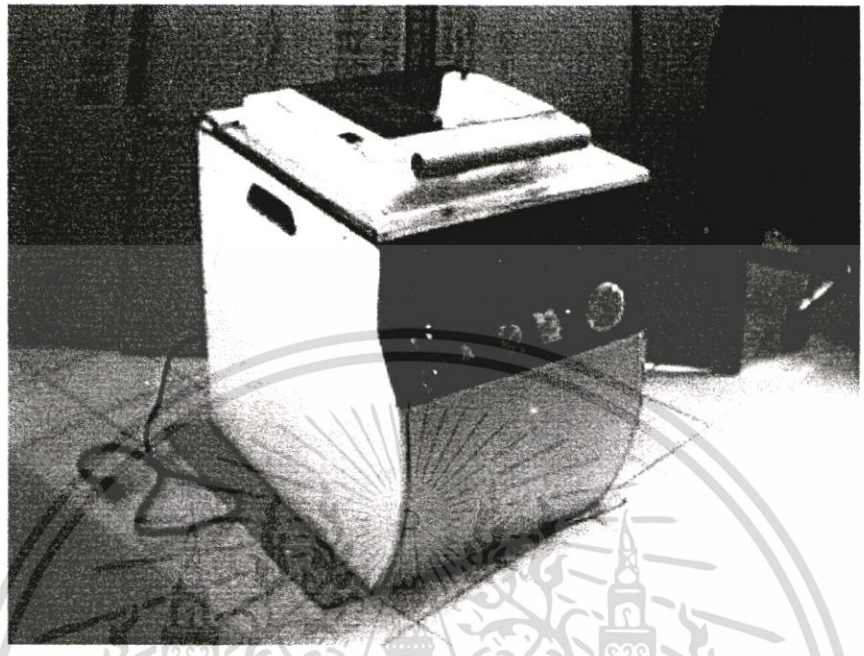
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.1 ภาพเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

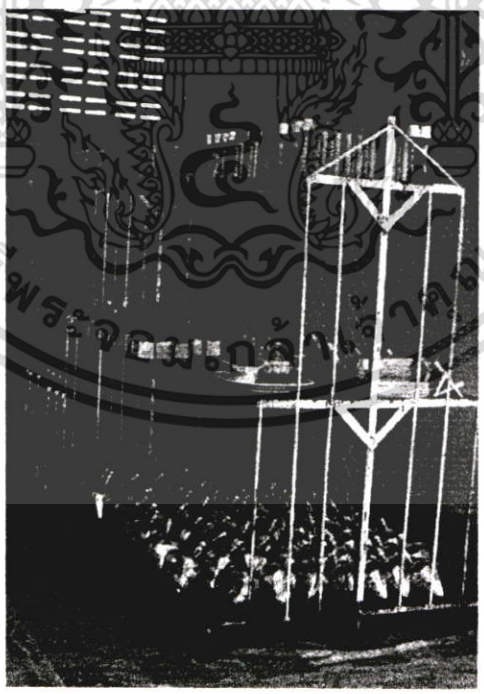
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ภาพจากการสำรวจข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.2 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านป่าไผ่



ภาพที่ 6.3 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.4 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่

ภาพที่ 6.5 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่

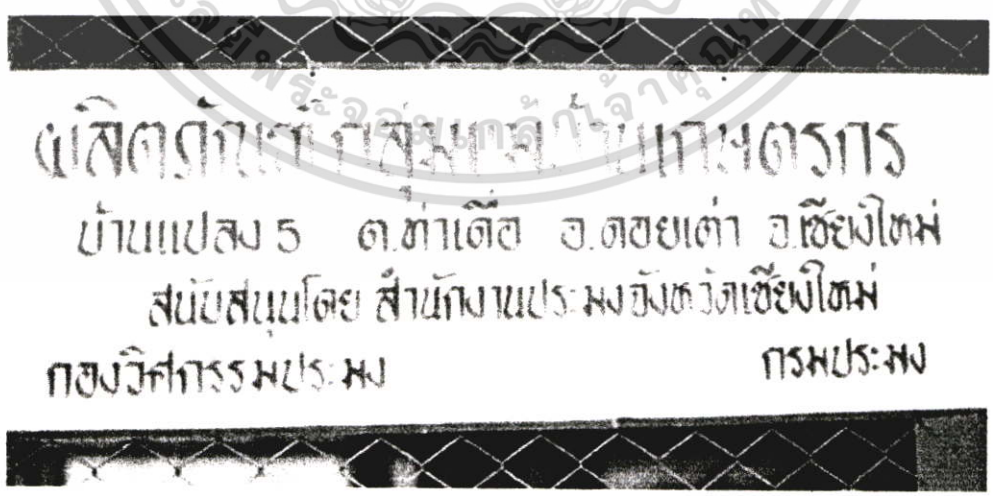
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.6 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง

ภาพที่ 6.7 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง

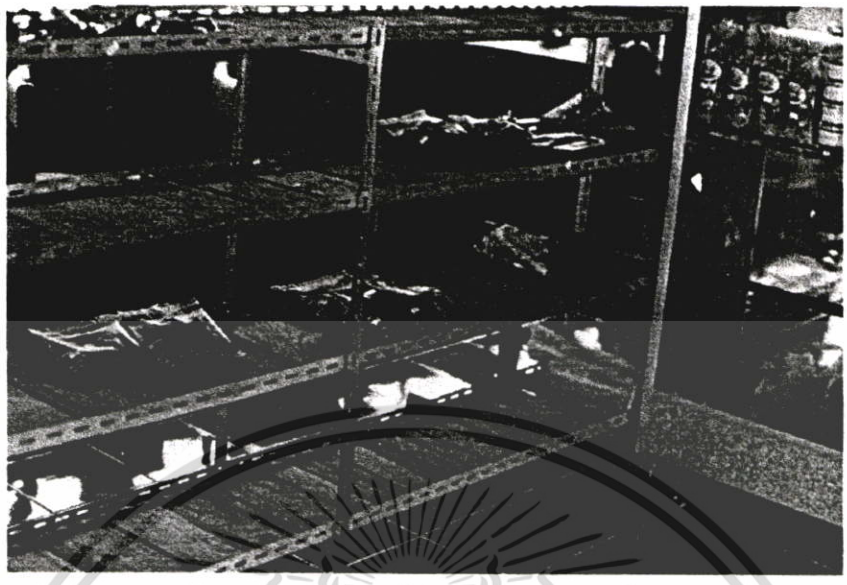
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.8 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง



ภาพที่ 6.9 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า

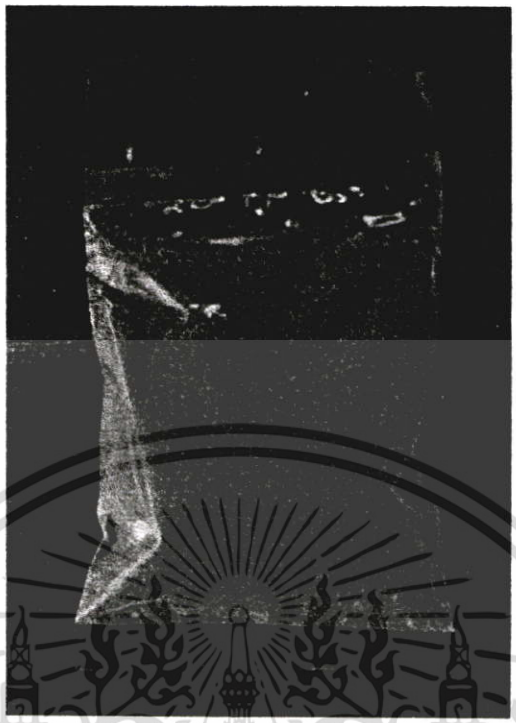
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.10 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า

ภาพที่ 6.11 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.12 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า

ภาพที่ 6.13 การสำรวจข้อมูลกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายวิญญู ศักดาทร รหัสประจำตัว 44064814 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF FOOD PACKING VACUUM MACHINE FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES)" โดยมี ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.นิรัช สุดสังข์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2546

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2546

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ์ ขันเงิน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 1448

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 เมษายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านป่าไผ่

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลทั่วไปและเอกสารพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน ถ่ายภาพกรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทดสอบกรรมวิธีการบรรจุการจับเวลาการบรรจุภัณฑ์ และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง "กรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์" เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 1448

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 เมษายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแปลงห้า

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลทั่วไปและเอกสารพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน ถ่ายภาพกรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทดสอบกรรมวิธีการบรรจุการจับเวลาการบรรจุภัณฑ์ และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง "กรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์" เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 0-2326-4325

สุพิม สิทธิเกสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 1448

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ เมษายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้ากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันทรายหลวง

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลทั่วไปและเอกสารพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน ถ่ายภาพกรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทดสอบกรรมวิธีการบรรจุการจับเวลาการบรรจุภัณฑ์ และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง "กรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์" เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์สำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 1470 **วันที่** 28 เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.จินตนา บุญนาค

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายวิญญู ศักดาทร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสำรวจและแบบบันทึกผลการทดลอง เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 1470 **วันที่** 29 เมษายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายวิญญู ศักดาทร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสำรวจและแบบบันทึกผลการทดลอง เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2000

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

27 พฤษภาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายกู้เกียรติ พรพิชิตโชค

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยทางด้านวิศวกรรม ดังที่แนบมาพร้อมนี้ ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม ข้อมูลของ นายวิญญู ศักดาทร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2000

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๘ พฤษภาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสุขุม อยู่เวียงไชย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิญญู ศักดาทร นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องรีดสูญญากาศบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยทางด้านวิศวกรรม ดังที่แนบมาพร้อมนี้ ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม ข้อมูลของ นายวิญญู ศักดาทร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวิญญู ศักดาทร
วัน เดือน ปี เกิด	14 เมษายน 2522
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	136 ถนน โชตนา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	ปี2535 สำเร็จการศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย ปี2539สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ ปี2541สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ ปี 2543 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ ปี2546 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้