ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติสำหรับเหล้าอุ (สาโท) อาศัยหลักการของระบบเศรษฐกิจชีวภาพหมุนเวียน

DESIGN AND FABRICATE BIO PACKAGING FOR SATO FOLLOWING BCG MODEL

กฤษกร บุญสนิท
ณชลธี วิลาศรี
ธนุส ทองสม
สุธาดล โสภัณฑัต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติสำหรับเหล้าอุ (สาโท) อาศัยหลักการของระบบเศรษฐกิจชีวภาพหมุนเวียน

DESIGN AND FABRICATE BIO PACKAGING FOR SATO FOLLOWING BCG MODEL

กฤษกร บุญสนิท
ณชลธี วิลาศรี
ธนุส ทองสม
สุธาดล โสกัณฑัต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

DESIGN AND FABRICATE BIO PACKAGING FOR SATO FOLLOWING BCG MODEL

KRITSAKORN BOONSANIT
NACHONLATHEE WILASRI
THANUS TONGSOM
SUTHADOL SOKUNTAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

...

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติสำหรับเหล้าอุ(สาโท)อาศัยหลักการของระบบเศรษฐกิจชีวภาพหมุนเวียน Design and fabricate bio packaging for sato following BCG model.
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกฤษกร บุญสนิท รหัส 60010030 นายณชลธี วิลาศรี รหัส 60010272 นายธนุส ทองสม รหัส 60010440 นายสุธาดล โสภัณฑัต รหัส 60011092
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)
หลักสูตร	วิศวกรรมเกษตร
ภาควิชา	วิศวกรรมเกษตร
ปีการศึกษา	2563

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ	

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติสำหรับเหล้าอุ (สาโท) อาศัยหลักการของระบบเศรษฐกิจชีวภาพหมุนเวียน

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกฤษกร บุญสนิท รหัส 60010030
นายณชลธี วิลาศรี รหัส 60010272
นายธนุส ทองสม รหัส 60010440
นายสุธาดล โสภัณฑัต รหัส 60011092

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

โครงการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบรรจุภัณฑ์เหล้าอุแบบใหม่ให้เข้ากับยุคสมัย หรือเรียกว่า ยุค new normal โดยสร้างบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะกับการดื่มคนเดียวเพราะโดยปกติแล้วเหล้าอุจะใส่ให้ ซึ่งมีขนาดใหญ่เน้นดื่มกันเป็นกลุ่มๆ 5-6 คน โดยทำการบรรจุภัณฑ์จะเน้นการใช้โมเดลเศรษฐกิจแบบใหม่ที่เรียกกันว่าเศรษฐกิจชีวหมุนเวียน หรือ BCG Model ซึ่งมุ่งเน้นการใช้วัสดุชีวภาพอย่างคุ้มค่ามีการนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยวัสดุหลักคือแกลบและฟาง ซึ่งแกลบจะมีการขึ้นรูป 2 วิธีคือ 1.) เครื่องอัดที่ใช้เกลียว 2.) Hydraulic Press และในส่วนของฟางจะขึ้นรูปด้วยการใช้แม่พิมพ์ จากนั้นนำไปอบที่ 60 C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นเหลือไม่เกิน 20 %db ผลจากการขึ้นรูปปรากฏว่าการขึ้นรูปด้วยแกลบเป็นไปได้ยากเพราะกำลังอัดของเครื่องอัดทั้ง 2 แบบไม่มากพอและแกลบเกาะตัวกันได้น้อยอีกทั้งไม่มีสารลิคนินออกมา ในส่วนของฟางนั้นการขึ้นรูปปรากฏว่าสามารถขึ้นรูปได้ง่ายมีความแข็งแรงทนทาน ซึ่งสามารถนำไปทำการทดลองขั้นต่อไปได้ คือ 1.) การทดสอบการซึมด้วยตัวอย่างการทดสอบ 3 แบบ คือ 1. แก้วแห้ง 2.แก้วแห้งเคลือบพาราฟิน 1 ครั้ง 2. แก้วแห้งเคลือบพาราฟิน 2 ครั้ง ผลการทดสอบสรุปได้ว่า แก้วแห้งเคลือบพาราฟิน 2 ครั้ง สามารถรองรับการซึมน้ำได้นานถึง 23 ชั่วโมง 52 นาที และแก้วยังรองรับน้ำหนักได้มากกว่า 15 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title **Design and fabricate bio packaging for sato following BCG model**

Authors Kritsakorn Boonsanit 60010030

Nachonlathee Wilasri 60010272

Thanus Tongsom 60010440

Suthadol Sokuntat 60011092

Thesis Advisor Asst.Prof.Prasan Choomjaihan

Year 2020

Abstract

The objective of this study was to fabricate the vase for Thai sato during new normal era. The individual vase for single use was, then, designed following BCG model which focus on worthy using bio material, especially rice husk and rice straw. The process of rice husk forming were 1) screw compressor and 2) hydraulic press, then was heated at 200C, while, the 3) the process of rice straw was formed using mold, then, was dried at 60C for 8h giving moisture of 20%db. While, the rice straw was formed by 3 approaches and were tested which were 1) dry vase 2) one layer of paraffin wax coating vase and 3) two layer of paraffin wax coating vase. The results showed that the methods of using screw compressor and hydraulic press were not able to be formed even was heated for lignin melted. The results showed that the two layers coating was able to resist to water absorption for 23hours 52 minutes and was able to receive the compression weight for more than15 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ ที่กรุณาให้คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้ความรู้ เอาใจใส่ ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำการทดลอง และให้กำลังใจเสมอมา

นายกฤษกร บุญสนิท รหัส 60010030
นายณชลธี วิลาศรี รหัส 60010272
นายธนุส ทองสม รหัส 60010440
นายสุธาดล โสกัณฑัต รหัส 60011092

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ .... ช

สารบัญ .... ซ

สารบัญรูปภาพ .... ญ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 3

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ความเป็นมาของเหล้าอุ 3

2.2 ฟางข้าว (rice straw) 3

2.3 การปรับปรุงฟางข้าว 4

2.4 ผลกระทบที่เกิดจากการเผาฟางข้าว 5

2.5 การอบแห้ง (Drying) 7

2.6 ความแข็งแรงของวัสดุ 8

บทที่ 3 10

วิธีการทดลอง 10

บทที่ 4 14

ผลการทดลอง 14

4.1. ผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดที่ใช้เกลียว 14

4.2. ทดสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปวัสดุโดยใช้ Hydraulic Press 15

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 20

5.1 สรุปผลการทดลอง 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข 20

ภาคผนวก 21

ภาคผนวก ก 21

บรรณานุกรม..26

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 เหล้าอุ ที่มาเพจเฟซบุ๊ก เหล้าอุของฝากเรณูนคร 3
รูปที่ 2.2 ฟาง ที่มา aecth.org 4
รูปที่ 2.3 วิธีการปรับปรุงวัสดุ 5
รูปที่ 2.4 ผลกระทบจากการเผาฟาง ที่มา ewt.prd 6
รูปที่ 2.5 เครื่องอบลมร้อน 8
รูปที่ 3.1 เครื่องอัดที่ใช้เกลียว 10
รูปที่ 3.2 แม่พิมพ์เครื่องอัดที่ใช้เกลียว 11
รูปที่ 3.3 แม่พิมพ์เครื่อง Hydraulic press 12
รูปที่ 4.1 การอัดด้วยแกลบไม่ผสมน้ำ 14
รูปที่ 4.2 การอัดด้วยแกลบผสมน้ำ 14
รูปที่ 4.3 การอัดแกลบผสมน้ำทิ้งไว้ 10,20และ 40 นาที ตามลำดับ 15
รูปที่ 4.4 การอัดแกลบไม่ผสมน้ำทิ้งไว้ 10,20และ 40 นาทีตามลำดับ 15
รูปที่ 4.5 การอัดแกลบผ่านการบด 16
รูปที่ 4.6 การทดลองอัดแบบ Hydroulic press 16
รูปที่ 4.7 การทดลองนำแกลบไปอบ 16
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของเวลาการอบแห้งที่ทำให้น้ำหนักที่ลดลงของภาชนะ 17
รูปที่ 4.9 บรรจุภัณฑ์ที่ได้ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เหล้าอุหรือเรียกอีกอย่าง่าเหล้าไห คนทั่วไปจะรู้จักกันในชื่อ ‘เหล้าโท’ หรือ ‘สาโท’เป็นผลิตภันที่ทำขึ้นจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีกันมาอย่างเนิ่นนาน โดยมีส่วนผสมหลักคือข้าวเหนียว ส่วนผสมแป้งหมัก และ แกลบใส่ไว้ในไห เมื่อรับประทานต้องผสมน้ำเข้าไปด้วยเหล้าอุถือว่าเป็นเครื่องดื่มที่มึนเมาที่มีรสชาติหวานกลมกล่อมมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ที่ 5-10 ดีกรี เหล้าอุของอำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ถือว่าเป็นพื้นที่สำหรับผลิตเหล้าอุที่ใหญ่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งในประเทศเหล้าอุยังเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ที่สำคัญของจังหวัดนครพนมเหล้าอุนิยมนำมาเลี้ยงสังสรรค์ในงานบุญหรือนำมาต้อนรับแขกบ้านแขกเมือง และนักท่องเที่ยวนิยมซื้อนำกลับไปเป็นของฝาก และนิยมดื่มเป็นกลุ่ม 5-6 คน เนื่องจากเป็นบรรจุภัณฑ์เป็นไหที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แต่คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยรู้จักและยังไม่เป็นที่นิยมในหมู่คนทั่วไป เพราะมีพื้นที่วางจำหน่ายไม่กว้างขวาง อีกทั้งเนื่องจากการแพร่ระบาดของ COVID-19 ทำให้การดื่มเหล้าอุกันเป็นกลุ่มประมาณ 5-6 คนในภาชนะเดียวกันนั้นขัดกับหลักการใช้ชีวิตวีธีใหม่ที่เรียกกันว่ายุค NEW NORML

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่าจะ ออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์เหล้าอุ(สาโท)สำหรับ 1 คนบริโภคโดยปัจจุบันภาชนะเหล้าอุทำจากไหที่มีลักษณะคล้ายเครื่องปั้นดินเผาส่วนผสมหลักทำจากดินปั้นแต่กระแสรณรงค์การใช้โมเดลเศรษฐกิจแบบใหม่ ที่เรียกกันว่า เศรษฐกิจชีวหมุนเวียน ที่มุ่งเน้นใช้วัสดุชีวภาพอย่างคุ้มค่า มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์สูงสุดและเน้นความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม เมื่อวัตถุดิบหลักของการผลิตเหล้าอุ คือ ข้าว และ แกลบ เป็นส่วนหนึ่งในการผลิตด้วยเช่นกันการทำบรรจุภัณฑ์ของเหล้าอุสำหรับ 1 คนรับประทานที่ผลิตโดยใช้ ฟางและแกลบเป็นวัสดุหลักจึงน่าจะช่วยตอบโจทย์โดยเหล้าอุมีส่วนผสมหลักคือข้าวจึงเลือกใช้วัสดุแกลบและฟาง ในการทำบรรจุภัณฑ์ผู้ผลิตจะได้ใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าและทำบรรจุจึงน่าจะตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าวได้อีกทั้งยังสามารถสร้างรูปลักษณ์ภายนอกของผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงาม เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่เหล้าอุ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ออกแบบบรรจุภัณฑ์จากแกลบและฟางข้าวเพื่อใช้บรรจุเหล้าอุตามแบบแผน BCG Model

1.2.2 ศึกษาวิธีในการขึ้นรูปวัสดุที่มีแกลบและฟางข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก

1.2.3 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 หาค่าความแข็งแรงของวัสดุตัวอย่าง โดยการให้รับน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ

1.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงปริมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น

1.3.3 วิเคราะห์การขึ้นรูปของวัสดุชีวภาพ และกันการรั่วซึมของบรรจุภัณฑ์

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถสร้างบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงทนทานสามารถใช้บรรจุเหล้าอุเพื่อการบริโภคได้

1.4.2 ได้ค่าองค์ประกอบเชิงปริมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้นของ และน้ำหนักฟางในการดำเนินการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

1.4.3 บรรจุภัณฑ์สามารถกันการรั่วซึมได้เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานแสดงแผนดำเนินงานดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	**ปี/เดือน**									
	พ.ศ.2563					พ.ศ.2564				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง										
2.ออกแบบเครื่องอัด										
3.สร้างเครื่องอัด										
4.ทดสอบขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแบบสกรู										
5.ทดสอบขึ้นรูปด้วยเครื่อง Hydraulic Press										
6.ศึกษาเครื่องมือเกี่ยวกับตัวประสาน										
7.ทดลองขึ้นรูปโดยใช้ฟาง										
8.ตรวจสอบคุณภาพ										
9.วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล										
10.ทำเล่มปริญญานิพนธ์										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความเป็นมาของเหล้าอุ

เหล้าอุเป็นเครื่องดื่มมึนเมาที่มีรสชาติหวานกลมกล่อม มีดีกรีอยู่ที่ 5–10 ดีกรี มีกรรมวิธีทำโดยหมักข้าวเหนียวและแป้งเหล้าในไห โดยแป้งเหล้าจะใช้ส่วนผสมอย่าง ข่า พริกแห้ง อ้อยสามสวน (สมุนไพรชนิดหนึ่งที่เปลือกมีรสหวาน) แป้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้าผสมกัน รวมทั้งรากไม้ทั้งสี่ชนิด คือ รากตดหมูตดหมา รากประสงค์ รากต้นหมาก และรากมะพร้าวไฟ บดให้รวมเข้ากันได้ดี แล้วนำข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่ผสมกันอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ไปคลุกเคล้ากับส่วนผสมที่บดแล้ว อัตราส่วน 1 ส่วนต่อข้าวเหนียวข้าวเจ้า 2 ส่วน จากนั้นใส่น้ำเล็กน้อยและปั้นให้เป็นก้อน เสร็จแล้วนำก้อนแป้งไปวางบนภาชนะแบนที่รองด้วยแกลบข้าว สุดท้ายนำเหล้าขาวพรมให้ทั่วและปิดด้วยผ้าขาวบาง 1 คืน รุ่งขึ้นนำไปตากแดดให้แห้ง เป็นอันเสร็จสิ้นพร้อมที่จะไปผ่านกระบวนการหมักเป็นเหล้า

ในการหมักเหล้าอุนั้นจะต้องนำข้าวเหนียวผสมแกลบ อัตราส่วน 4 ต่อ 6 ใน 10 ส่วน แล้วนำไปล้างน้ำให้สะอาดและแช่น้ำค้างคืนไว้ก่อนที่จะนำไปหุงให้สุก ก่อนจะนำไปผึ่งลมให้เย็น และไปคลุกเคล้ากับแป้งเหล้าที่ตำให้แหลก พอผสมกันได้ที่แล้วก็หมักไว้ในถุงหรือไห ประมาณ 2–3 วัน ให้ออกกลิ่นเหล้า แล้วนำไปหมักในไหสะอาด ปิดไหด้วยใบตองแห้งพับ และขี้เถ้าผสมน้ำ เก็บไว้อีก 7–15 วัน เปิดออกและเติมน้ำลงไปก็พร้อมรับประทานทันที โดยจะใช้ไม้กระแสนเจาะรูเพื่อดื่มเหล้าอุ

รูปที่ 2.1 เหล้าอุ ที่มาเพจเฟซบุ๊ก เหล้าอุของฝากเรณูนคร

2.2 ฟางข้าว (rice straw)

ฟางข้าวคือส่วนลำต้นและจากต้นข้าวที่เอาดอกและเมล็ดออกไปแล้วจากการเก็บเกี่ยว ฟางข้าวถือเป็นผลพลอยได้จากการผลิตทางการเกษตรซึ่ง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆได้มากมาย ฟางข้าวจะมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ เนื้อเซลล์:21% ผนังเซลล์:79% เซลลูโลส:33% เฮมิเซลลูโลส:26% ลิกนิน : 7% ซิลิกา : 13% และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนคุณค่าทางโภชนาการ จะประกอบด้วย โปรตีน:3.44%ไขมัน:1.88% เยื่อใย:37.48% ปริมาณเถ้า:12.30% ฟอสฟอรัส (P2O5) 0.11% (ถนัด รัตนาณุพงศ์, 2531)

รูปที่ 2.2 ฟาง ที่มา aecth.org

ฟางข้าวที่มีสภาพสมบูรณ์จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ใบข้าว ปล้องข้าว และรวงข้าว ส่วนฟางข้าวที่ได้จากการเก็บด้วยด้วยตัดในแปลงนาจะมีส่วนประกอบของตอซังหรือกอข้าวรวมด้วย แต่จะอยู่ในลักษณะที่เป็นฟางแตกแยกแยะได้ยากว่าเป็นส่วนใดโดยทั่วไปฟางข้าวแบ่งได้เป็น**3**ประเภทจากวิธีการรวบรวมได้แก่ 1.)ฟางข้าวจากการเกี่ยวมือและนวดมือ 2.)ฟางข้าวจากการเกี่ยวมือและนวดด้วยรถนวด 3.)ฟางข้าวจากรถอัดฟางข้าว

2.3 การปรับปรุงฟางข้าว

1.) วิธีการทางกายภาพ (physical treatment)เช่น การสับเพื่อให้มีขนาดเล็กลง การแช่น้ำเพื่อให้มีความอ่อนนุ่ม เป็นต้น

2.) วิธีการทางเคมี (chemical treatment)ส่วนใหญ่มักจะเป็นการทำให้ฟางย่อยง่ายขึ้น เช่น การหมักด้วยยูเรีย การย่อยด้วยโซดาไฟ เป็นต้น

3.) วิธีการทางกายภาพ-เคมี (physical-chemical treatment) เป็นการใช้วิธีทางกายภาพและทางเคมีร่วมกัน เช่น การบด สับ ละนำมาหมักด้วยยูเรียหรือย่อยด้วยกรด เป็นต้น

4.) วิธีการทางชีวภาพ (biological treatment) เช่น การหมักด้วยการใช้จุลินทรีย์หรือใช้เอ็นไซม์จากจุลินทรีย์ อาจหมักฟางข้าวที่ยังไม่ได้ผ่านการบดสับหรือใช้ฟางข้าวที่บดสับแล้วก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 1.3 วิธีการปรับปรุงวัสดุ

2.4 ผลกระทบที่เกิดจากการเผาฟางข้าว

เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสมอย่างยิ่งกับการทำเกษตร โดยเฉพาะการปลูกข้าว ทำให้ในแต่ละปีนั้นประเทศไทยมีฟางข้าว ซึ่ง เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เหลือมากมายโดยเกษตรกรบางกลุ่มเลือกใช้วิธีการเผาเป็นการกำจัดฟางข้าว ซึ่งเป็นวิธีที่ต้นทุนน้อย ง่าย และรวดเร็วแต่การเผาฟางข้าวนั้นจะทำให้เกิดผลเสียตามมามากมาย ดังนี้

1.) ด้านการเกษตร การเผาจะทำลายอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดินการเผาฟางข้าวเหมือนกับการเผาปุ๋ย ทำให้สูญเสียธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืชโดยทำลายธาตุอาหารหลัก (N-P-K) คิดเป็นมูลค่าเงินได้ถึง 216 บาท/ไร่ กล่าวคือสูญเสีย ไนโตรเจน(N) ปริมาณ 6.9 กก.ต่อไร่ คิดเป็นมูลค่า 79 บาท/ไร่ , ฟอสฟอรัส(P) ปริมาณ 0.8 กก.ต่อไร่คิดเป็นมูลค่า 10 บาทต่อไร่ และโพแทสเซียม (K)ปริมาณ 15.6 กก.ต่อไร่ คิดเป็นมูลค่า 172 บาท/ไร่ นอกจากนั้นการเผาในพื้นที่เกษตรยังทำลายดินอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดินลดต่ำลงโครงสร้างดินอัดแน่นไม่ร่วนซุยกักเก็บน้ำได้น้อยลงทำลายน้ำในดิน ทำให้ผิวดินมีอุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียสน้ำในดินระเหยสู่อากาศความชื้นในดินลดน้อยลง ทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินระบบนิเวศของดินไม่สมดุลเกิดการแพร่ระบาดของโรค ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

2.) ด้านผิดกฎหมาย หากผู้ใดทำการเผาอาจต้องระวางโทษตามกฎหมายอาญา มาตรา 218 และมาตรา 220 อาจถูกจำคุกไม่เกิน7 ปีและปรับไม่เกิน 14,000 บาท

3.) ด้านสุขภาพอนามัย ทำลายสุขภาพเป็นอันตรายต่อชีวิตก๊าซคาบอนมอนนอกไซด์(CO) ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อ่อนเพลียและถ้าได้รับจำนวนมากอาจหมดสติและเสียชีวิตได้ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์(NO2) ทำให้เกิดระคายเคืองตาและระบบทางเดินหายใจ เช่นลำคอซึ่งอาจทำให้แน่นหน้าอก และฝุ่นละอองขนาดเล็ก(PM10) ที่เกิดจากการเผาสามารถไปในระบบทางเดินหายใจ เกิดผลเสียต่อร่างกายอาจทำให้หลอดลมอักเสบเป็นโรคหอบหืด ถุงลมโป่งพอง หรือโรคมะเร็งปอดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.)ด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจการเผาทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาจะลอยตัวขึ้นไปปนเปื้อนกับไอน้ำในชั้นบรรยากาศทำให้ไอน้ำไม่บริสุทธิ์ ไม่สามารถรวมตัวและกลั่นตกลงมาเป็นฝนได้ ทำให้โลกร้อน เกิดปัญหาฝนแล้ง ฝนทิ้งช่วงและน้ำท่วมขัง การเผาเศษวัสดุทางการเกษตรในที่โล่งทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาบอนไดออกไซด์ มอนนอกไซด์(CO2)มีเทน (CH4) ไนตรัสออกไซด์(N2O) ทำให้ธรรมชาติเสียสมดุล เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Climate Change) ทำให้โลกร้อนขึ้น ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล และเกิดภัยพิบัติต่างๆ เช่น เกิดน้ำท่วมหนัก ฝนแล้งเป็นเวลายาวนาน

5.) ด้านเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว ปัจจุบันภาคเหนือตอนบนมักประสบปัญหาหมอกควันปกคลุมอยู่เป็นประจำทุกปีโดยมีสาเหตุหลักมาจากการเผาในพื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตร ทำให้อากาศไม่แจ่มใสส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวและทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจของประเทศอย่างมากมาย นอกจากนี้อาจเป็นข้อกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศได้

ดังนั้นเกษตรกรสามารถสร้างทางเลือกโดยนำเศษวัสดุดังกล่าวทำปุ๋ยหมักปุ๋ยชีวภาพ เช่น ฟางและตอซังข้าวเมื่อไม่เผาและทิ้งไว้ในนาหลังการเก็บเกี่ยวก็จะได้ประโยชน์โดยไม่ต้องลงทุนความร้อนจากแสงอาทิตย์จะทำให้ฟางข้าวกรอบเนื่องจากความร้อนของแสงแดดช่วงเดือนมกราคม - เมษายน จะร้อนจัดเมื่อถึงเดือนพฤษภาคมฝนตก จะทำให้เกิดน้ำขังในกระทงนา และฟาง/ตองซังข้าวจะอ่อนตัวและแช่น้ำกลายเป็นปุ๋ยชีวภาพในกระทงนาเป็นอย่างดีซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแล้วฟางข้าว 1 ไร่ มีปุ๋ยอยู่เป็นจำนวนมาก หากเผาทิ้งจะทำให้สูญเสียธาตุอาหารพืชในดินเทียบกับสุญเสียปุ๋ยสูตรต่างๆเช่น สูญเสียปุ๋ยยูเรีย จำนวน 19.56 กิโลกรัม ,ปุ๋ยสูตร 16-20-0 จำนวน 35 กิโลกรัม ,ปุ๋ยสูตร 0-0-60 จำนวน 34.86 กิโลกรัม ธาตุซิลิกอนที่ทำให้ต้นข้าวแข็งแรงจำนวน 28 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่าถ้าเราไม่เผาฟางข้าวทิ้งก็สามารถลดต้นทุนการผลิตได้และลดภาวะปัญหาหมอกควัน(สำนักงานพัฒนาและส่งเสริมการเกษตร,2561)

รูปที่ 2.4 ผลกระทบจากการเผาฟาง ที่มา ewt.prd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5 การอบแห้ง (Drying)

คือการเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง(ความชื้นลดลง) โดยส่วนใหญ่วัสดุนั้นจะอยู่ในสถานะของแข็ง น้ำที่ระเหยออกจากวัสดุนั้นอาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือดแต่ใช้อากาศพัดผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา วัสดุจะแห้งได้มาก-น้อยจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของมันด้วยอัตราความชื้นในการแสดงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในวัตถุดิบ จะสามารถแสดงได้ด้วยปริมาณน้ำต่อปริมาณมวลรวมเปียก(ค่า wet base) หรือปริมาณน้ำต่อปริมาณวัตถุดิบแห้ง(ค่าdry base) ในขณะที่อบมวลรวมจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยเมื่อคำนวณความชื้นแบบ wet basis จะทำให้ค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการคำนวณทางอุตสาหกรรม จะใช้ค่าความชื้น ที่คำนวณแบบ dry basis ซึ่งมวลแห้งเป็นฐานในการคำนวณ เนื่องจากมวลแห้งนี้มีค่าคงที่ตลอดการอบ จึงมีความสะดวกมากกว่า ถ้าให้ความชื้นที่ wet basis เท่ากับ $\boldsymbol{MC_{wet\ basis}}$ และให้ความชื้นที่ dry basis เท่ากับ $\boldsymbol{MC_{dry\ basis}}$ แล้ว ค่าทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันดังต่อไปนี้

$$\boldsymbol{MC_{wet\ basis} = \frac{weight\ of\ water\ is\ removed\ from\ initial\ material}{weight\ of\ initial\ material}}$$

$$\boldsymbol{MC_{dry\ basis} = \frac{weight\ of\ water\ is\ removed\ from\ initial\ material}{weight\ of\ dried\ material}}$$

ในการทดลองครั้งนี้มุ่งเน้นการอบแห้งเทคนิคการลดความชื้นด้วยลมร้อน ทำได้โดยใช้ตู้อบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนที่ผ่านการให้ความร้อนจากเครื่องทำความร้อน (heater) เป่าผ่านวัสดุทำให้น้ำระเหยไปกับลมร้อนโดยทางช่องระบายลมภายในตู้อบ โดยนิยมใช้อุณหภูมิอบแห้งประมาณ 45-65 องศาเซลเซียส(Ahmed,et.al.,2001) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้งมีดังนี้

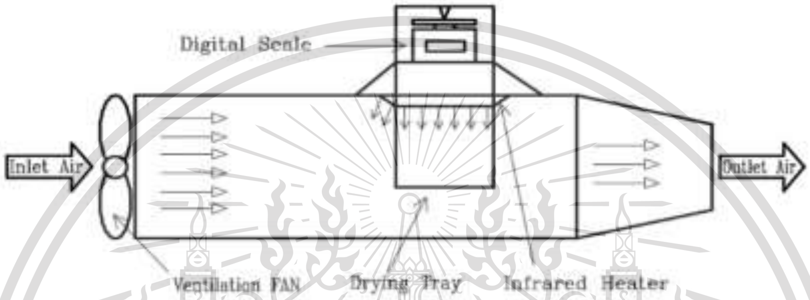
1.) ลักษณะธรรมชาติของอาหาร วัสดุที่มีลักษณะเป็นรูพรุน มีความพรุน (porosity) มากจะมีอัตราการอบแห้งเร็วเนื่องจากน้ำในอาหารสามารถเคลื่อนจากภายในออกมาภายนอกได้ง่ายนอกจากนี้อาหารที่มีพื้นที่ผิวมากอัตราการอบแห้งสามารถเกิดได้เร็วเช่นกันทั้งนี้ก็เนื่องจากพื้นที่การระเหยของน้ำในวัสดุเพิ่มขึ้นมากนั่นเอง

2.) ขนาด รูปร่าง ปริมาตร และพื้นที่ผิวของวัสดุ เป็นสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีผลต่อการทำแห้ง วัสดุที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากจะมีพื้นที่ระเหยน้ำมากจะมีอัตราการทำแห้งเร็วขึ้นดังนั้นวัสดุที่มีความหนามากอัตราการอบแห้งจะช้ากว่าวัสดุที่หนาน้อยกว่าเนื่องจากอัตราการทำแห้งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของอาหาร

3.) ปริมาณของวัสดุที่นำมาอบแห้ง วัสดุที่นำมาอบแห้งในปริมาณมากๆ จะมีอัตราการอบแห้งที่ช้า เนื่องจาก อากาศร้อนไม่สามารถสัมผัสกับวัสดุที่นำมาอบแห้งได้อย่างทั่วถึงจึงไม่สามารถถ่ายเทความร้อนให้กับอาหารได้จึงทำให้อัตราอบแห้งช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความชื้นจำเพาะ (specific humidity) ของอากาศเป็นสิ่งสำคัญมาก การระเหยน้ำออกจะทำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศต้องมีค่าต่ำ เพื่อที่จะสามารถรับเอาไอน้ำที่ระเหยจากวัสดุไปได้ปริมาณมากและความเร็วลม โดยความเร็วลมที่เหมาะสมในการทำแห้งชาสมุนไพรมีเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที (Akpinar, et.al., 2003) 2.5 ความดัน เกี่ยวเนื่องกับการระเหยของน้ำเนื่องจากในที่ความดันต่ำๆ ลงมา น้ำก็จะเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันจะทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น



รูปที่ 2.5 เครื่องอบลมร้อน

2.6 ความแข็งแรงของวัสดุ

อีกหนึ่งสมบัติที่สำคัญ ที่ผู้วิจัยจำเป็นต้องพิจารณา คือ ความแข็งแรงของวัสดุ ความคนทนต่อการใช้งาน ผู้ผลิตจำเป็นต้องสร้างผลิตภัณฑ์ให้มีความแข็งแรงทนทาน และควบคุมให้ความแข็งแรงทนทานดังกล่าวอยู่ในระดับมาตรฐาน ทำให้จำเป็นต้องมีการทดสอบให้ทราบค่าความแข็งแรง และค่าความแข็งของวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถนำผลการทดสอบไปใช้ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ โดยที่ ความแข็งแรง (Strength) หมายถึงความสามารถในการรับแรงในขณะที่เกิดความเค้น (Stress) ขึ้นภายในวัสดุการศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของวัสดุจะศึกษาเกี่ยวกับแรงภายในวัสดุกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของวัสดุนั้น (วีระพันธ์ สิทธิพงศ์, 2534, หน้า 1) หรืออาจกล่าวได้ว่าความแข็งคือความสามารถที่จะต้านทานแรงที่มากระทำโดยไม่เกิดการแตกหักนั่นเอง (เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์, 2543, หน้า 7)

แรงที่เกิดขึ้นภายในของวัสดุที่พยายามต้านทานแรงภายนอกที่มากระทำเพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่าง เรียกว่าแรงเค้น (Stress) วัดเป็นแรงต่อหน่วยพื้นที่ ส่วนอัตราส่วนระหว่างความยาวของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไป ต่อความยาวเดิมก่อนถูกแรงมากระทำ เรียกว่า ความเครียด (Strain) ทั้งความเค้นและความเครียดนี้มีผลต่อความแข็งแรง ทั้งนี้เพราะการวัดความแข็งแรงจะได้จากการหาค่าความเค้นสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักเสียรูปทรงหรือจะออกมาในรูปของค่าโมดูลัสของการแตกหัก(Modulus)หน่วยที่ใช้คือ ปอนด์ต่อตารางฟุต (lb/ft2) หรือ psf ในระบบอังกฤษ และใช้นิวตันต่อตารางเมตร (N/m2) หรือ ปาสคาล (Pascal (Pa)) ในระบบสากล โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1 psf มีค่าเท่ากับ 47.88 ปาสคาล นอกจากนี้หน่วยของความแข็งแรงอาจเป็น ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว (lb/in2) หรือ psi โดยที่ 1 psi มีค่าเท่ากับ 6.895 กิโลนิวตัน ต่อตารางเมตร (kN/m2)

การทดสอบความแข็งแรงเป็นกระบวนวิธีวิเคราะห์และวัดความสามารถ รวมทั้งพฤติกรรมของวัสดุที่แสดงออกเมื่อได้รับแรงมากระทำ ดังนั้นการทดสอบจะใช้แรงมากระทำโดยแบ่งลักษณะแรงที่มากระทำเป็น 3 แบบคือ (ทวี อิ่มพิทักษ์ และ เทพนารินร์ ประพันธ์พัฒน์, ม.ป.ป., หน้า 17)

1.) ทดสอบด้วยแรงอยู่กับที่และเพิ่มขนาดของแรงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งชิ้นงานที่ทดสอบถูกแรงกระทำจนขาดออกจากกัน

2.) ทดสอบด้วยแรงเคลื่อนที่ในลักษณะซ้ำ ๆ กัน จนกระทั่งขาดออกจากกันหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะ

3.) ทดสอบด้วยแรงกระแทก โดยเพิ่มขนาดของแรงอย่างรวดเร็วต่อชิ้นงานในระยะเวลาสั้น ๆ ทำให้ชิ้นงานแตกหรือหัก

ความแข็งแรงพิจารณาจากความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำ ซึ่งแรงกระทำจะทำให้วัสดุเกิดความเค้นและความเครียดขึ้นตามลักษณะของแรงที่มากระทำนั้น ดังนั้นในการระบุความแข็งแรงของวัสดุจะต้องบอกเงื่อนไขที่ทำการทดสอบ เพราะความแข็งแรงจะต่างกันเนื่องจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ (มณฑล ฉายอรุณ, 2531, หน้า 8)

1.) ลักษณะของแรงภายนอกที่มากระทำ

2.) อัตราเร็วของแรงที่มากระทำ

3.) อุณหภูมิที่ทำการทดสอบขณะนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 การอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดที่ใช้เกลียว

3.1.1 การออกแบบเครื่องอัดวัสดุแบบเกลียวอัด และแม่พิมพ์สำหรับเครื่องอัด

เครื่องขึ้นรูปแกลบโดยใช้เกลียวอัดสร้างขึ้นโดยใช้หลักการของเครื่องบดหมูเป็นพื้นฐาน โดยเครื่องจากเหล็กหล่อต่อเข้ากับเพลาเหล็กตันขนาด 1.91 cm ยาว 50 cm ต่อเข้ากับพู่เล่ย์(Pulley) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23.56 cm มีต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า ต่อด้วยเกียร์ทดที่มีอัตราทดอยู่ที่ 1:60 ติดเข้ากับพู่เล่ย์(Pulley) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.02 cm ทำให้มีอัตราทดรวมอยู่ที่ 1:467.77 และใช้สายพาน A-78

รูปที่ 3.1 เครื่องอัดที่ใช้เกลียว

แม่พิมพ์ทำหรับบรรจุภัณฑ์มีลักษณะคล้ายวงแหวน ทำจากท่อเหล็กโดยแม่พิมพ์ตัวนอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.23cm ความยาว 19.50 cm และแม่พิมพ์ตัวในมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.43 cm ความยาว 18.50 cm โดยแม่พิมพ์ตัวนอกมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ส่วนแม่พิมพ์ตัวในมีลักษณะเหมือนหัวกระสุนโดยที่ช่องว่างระยะห่างระหว่างแม่พิมพ์ตัวในและนอกเท่ากับ0.40cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.2 แม่พิมพ์เครื่องอัดที่ใช้เกลียว

การคำนวนความสามารถของเครื่องอัดเกลียว

หาแรงบิด($\boldsymbol{\tau}$)

$$\text{กำลังของมอเตอร์(W)} = \frac{\boldsymbol{\tau \times 2\pi \times rpm}}{\mathbf{60}} \quad (1)$$

หารอบของเกลียวหมุน

$$\text{รอบเกลียวหมุน} = \text{รอบหมุนมอเตอร์} \times \text{อัตราเกียร์ทด} \times \frac{\text{รัศมีพูเล่ย์เล็ก}}{\text{รัศมีพูเล่ย์ใหญ่}} \quad (2)$$

3.1.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับการใช้เกลียวอัด

การทดลองอัดขึ้นรูปวัสดุด้วยเครื่องอัดแบบเกลียวจะแบ่งการอัดเป็น 2 แบบ คือ การอัดโดยใช้แกลบแห้งและแกลบเปียก โดย

3.1 ติดตั้งเครื่องอัดแบบเกลียวโดยการนำแม่พิมพ์ที่เตรียมเอาไว้มาต่อเข้ากับเครื่องอัดแล้วเสียบปลั๊กไฟเพื่อให้เครื่องอัดทำงาน

3.2 นำแกลบที่เตรียมเอาไว้ใส่ลงไปในเครื่องทางที่ใส่ของเครื่องบด แต่ต้องใส่แกลบในปริมาณที่คงที่และใส่อย่างสม่ำเสมอ ทำแบบนี้ทั้งการอัดโดยใช้แกลบแห้งและแกลบเปียก ตามลำดับ

3.2 ทดสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปวัสดุโดยใช้ Hydraulic Press

3.2.1 การออกแบบแม่พิมพ์สำหรับทดสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปวัสดุโดยใช้ Hydraulic Press

แม่พิมพ์ทำหรับบรรจุภัณฑ์มีลักษณะคล้ายวงแหวน ทำจากท่อเหล็กและมีแกนตรงกลางทำจากเพลาตันยาวสวมใส่เข้ากับเพลากลวงสั้น 2 อัน โดยมีอันหนึ่งยึดติดกับเพลาตันยาวและอีกอันหนึ่งสามารถเลื่อนขึ้นลงตามเพลาตันยาวได้ด้วยแรงกด ดังรูปที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.3 แม่พิมพ์เครื่อง Hydraulic press

3.2.2 การทดสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปวัสดุโดยใช้ Hydraulic Press

การทดสอบแบ่งออกเป็นการเตรียมวัสดุ 3 รูปแบบที่แตกต่างกัน คือ

1.) แกลบแห้ง ความชื้นโดยประมาณ 10-15 %wb สามารถใช้ได้เลย

2.) นำน้ำใส่ลงในแกลบแห้งพอให้แกลบเปียก ความชื้นโดยประมาณ 50 - 80 %wb

3.) แกลบบดละเอียดให้ได้ขนาด 0.2 m โดยใช้เครื่องบด (Pulver- isette14, Fritsch, Germany)

ทำการสังเกตลักษณะวัสดุที่ผ่านการอัดด้วยเครื่อง Hydraulic Press

3.3 การทำบรรจุภัณฑ์โดยใช้การขึ้นรูปด้วยฟาง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างวัสดุ

ทำการแช่ฟางโดยการนำฟางมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำไปใส่ในภาชนะขนาดใหญ่พอสมควรแล้วใส่น้ำลงไปเติมน้ำจนท่วมฟางแล้วแช่ทิ้งไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน เพื่อให้เนื้อฟางเปื่อยและย่อยสลายได้ง่ายขึ้น หลังจากนั้นเติมโซดาไฟลงไปประมาณ 2-3 ช้อนโต๊ะ ละลายโซดาไฟในสัดส่วน ฟาง : น้ำ : โซดาไฟ เท่ากับ 1000g : 1000g : 30g ให้ทั่วแล้วทิ้งไว้ 1 คืนหรือนานกว่านั้น

3.3.2 การขึ้นรูปภาชนะ

1) นำฟางที่เตรียมไว้มากรองน้ำออกแล้วล้างน้ำสะอาด บีบฟางจนน้ำที่ ผ่านฟางเป็นสีใส

2) นำฟางที่ได้ไปใส่ในเครื่องปั่น เติมน้ำเพื่อทำให้ปั่นได้ง่ายขึ้น เมื่อปั่นละเอียดแล้วนำไปผ่านผ้าขาวกรองเพื่อเอาน้ำออกแล้วล้างน้ำให้สะอาดอีกครั้งแล้วบีบฟางให้น้ำออกพอหมาดๆ

3) เตรียมหม้อและเตาตั้งไว้จนร้อนแล้วนำฟางที่ได้ใส่ลงไปในหม้อ คนจนเนื้อฟางกระจายทั่วหม้อหลังจากนั้นใส่แป้งมันสำปะหลังประมาณ **1** ช้อนโต๊ะ โรยให้ทั่วแล้วคนจนแป้งมันสำปะหลังกลายเป็นสีใส

4) ปิดเตาแล้วทิ้งให้ฟางให้เย็นลง

เอกสารนี้เป็นของสถาบันที่มีไว้ให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5) นำฟางที่ได้มาใส่ในแม่พิมพ์(แก้วพลาสติก)โดยการทาเนื้อฟางรอบๆแก้ว

6) นำแก้วที่ได้ไปอบในนตู้อบลมร้อน

3.3.3 การทำแห้งภาชนะ

1) นำภาชนะที่ผ่านการขึ้นรูปมาผ่านการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาความชื้นของภาชนะเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง

2) การทำแห้งวัสดุทำโดยการอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 60 C แล้วทำการคำนวณน้ำหนักสุดท้ายเพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายให้ได้ไม่เกิน 20 %db แล้วจะได้เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งที่

3.3.4 การเคลือบวัสดุด้วย พาราฟิน

นำแก้วที่ผ่านการลดความชื้นมาทำการเคลือบด้วยพาราฟิน โดยแบ่งออกเป็น 3 ตัวอย่างคือ 1) ไม่เคลือบพาราฟิน 2)เคลือบพาราฟิน 1 ชั้น และ 2) เคลือบพาราฟิน 2 ชั้น

โดยการเตรียมพาราฟินทำได้โดย เตรียมหม้อและเตาเพื่อให้ความร้อนแก่พาราฟินจนละลาย แล้วนำไปเคลือบแก้วที่แห้งแล้วโดยการทาพาราฟินรอบๆผิวแก้วจนทั่ว รอ 30 วินาที แล้วทำซ้ำเท่ากับจำนวนชั้นการเคลือบ

3.3.5 การทดสอบความแข็งแรงของภาชนะ

1) ทดสอบการซึมน้ำ

โดยการใส่น้ำลงไปในแก้วที่ได้มาแล้วจับเวลา ทำการทดสอบ 3 รูปแบบ คือ

1.) แก้วที่ผ่านการอบจนแห้ง

2.) แก้วที่ผ่านการอบจนแห้งแล้วเคลือบพาราฟิน 1 ชั้น

3.) แก้วที่ผ่านการอบจนแห้งแล้วเคลือบพาราฟิน 2 ชั้น

2) ทดสอบความแข็งแรง

นำแก้วที่ทนการซึมน้ำได้นานที่สุดมาทำการทดสอบ โดยการนำถาดเรียบมาวางไว้บนขอบแก้ว แล้วนำขวดน้ำที่บรรจุน้ำให้มีน้ำหนักตามที่ต้องการโดยน้ำหนักแต่ละขวดต้องเท่ากัน แล้วนำขวดน้ำที่เตรียมเอาไว้วางด้านบนถาดทีละขวดจนกว่าแก้วที่อยู่ด้านล่างจะเสียรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1. ผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดที่ใช้เกลียว

4.1.1) ผลการทดสอบอัดแกลบ ปริมาณ 300 กรัม และทำการอัดแกลบโดยไม่ผสมน้ำและอัดแกลบโดยผสมน้ำ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.5 HP ที่ความถี่จากเครื่องอินเวอร์เตอร์ 50 Hz ผลที่ได้การอัดแกลบโดยไม่ผสมน้ำวัสดุเข้าไปได้ 1/3 ของโมล มอเตอร์หยุดหมุนแต่ไม่มีการอัดแน่นการอัดแกลบโดยผสมน้ำวัสดุเข้าไปได้ 1/3 ของโมล มอเตอร์หยุดหมุนแต่ไม่มีการอัดแน่น

4.1.2) ผลการทดสอบอัดแกลบ ปริมาณ 300 กรัม และทำการอัดแกลบโดยไม่ผสมน้ำและอัดแกลบโดยผสมน้ำ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.5 HP ต่อเข้ากับเกียร์ทดรอบ PA-15 1/60 (CTA-60) ที่ความถี่จากเครื่องอินเวอร์เตอร์ 50 Hz ผลที่ได้การอัดแกลบโดยไม่ผสมน้ำแกลบเข้าไปได้มากกว่า 1/3 ของโมลประมาณ 1 cm มอเตอร์ยังหมุนต่อแต่เกินการ slip ของสายพานทำให้เครื่องอัดไม่สามารถหมุนต่อได้ แกลบอัดตัวกันแน่นมากขึ้นและมีความร้อนแต่ยังไม่มากพอที่จะทำให้ลิกนินละลายออกมาจากตัวแกลบ

รูปที่ 4.1 การอัดด้วยแกลบไม่ผสมน้ำ

รูปที่ 4.2 การอัดด้วยแกลบผสมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2. ทดสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปวัสดุโดยใช้ Hydraulic Press

4.2.1) ผลการทดสอบอัดแกลบ ปริมาตร 16.09 cm^3 และทำการอัดแกลบโดยไม่ผสมน้ำและอัดแกลบโดยผสมน้ำโดยใช้ Hydroulic press ผลที่ได้ที่ 10 นาที ไม่มีการอัดแน่น ที่ 20 นาทีแกลบมีการอัดแน่นแค่บางส่วนและแยกชั้นกันอย่างชัดเจน ที่ 40 นาที แกลบมีการอัดแน่นกันบางส่วนและแบ่งตัวเป็นชั้นแต่ยังเกาะตัวกันได้อยู่ การอัดแกลบโดยไม่ผสมน้ำแกลบที่อัดออกมามีความแน่นกว่าการอัดแกลบโดยผสมน้ำและการอัดแกลบโดยผสมน้ำมีการ spling back ของวัสดุ

รูปที่ 4.3 การอัดแกลบผสมน้ำทิ้งไว้ 10,20และ 40 นาที ตามลำดับ

รูปที่ 4.4 การอัดแกลบไม่ผสมน้ำทิ้งไว้ 10,20และ 40 นาทีตามลำดับ

4.2.2) ผลการทดสอบอัดแกลบ ที่ผ่านการบดให้ขนาดเล็กลงปริมาตร 16.09 cm^3 และทำการอัดแกลบโดยใช้ Hydroulic press ผลที่ได้แกลบลดปริมาตรเหลือ 5.61 cm^3 อัดแน่นและอยู่ตัวน้อยกว่าตอนที่ไม่ได้บด เมื่อจับแล้วออกแรงบิดเพียงนิดเดียวก็แตกหัก จากการอัดได้อัตราส่วนการลดลงของปริมาตร 2.868 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.5 การอัดแกลบผ่านการบด

4.2.3) ผลการทดสอบอัดแกลบทรงกระบอกมีปริมาตร 528.35 cm^3 และทำการอัดวัสดุโดยใช้ Hydroulic press เป็นทรงกระบอก ผลที่ได้ การทดลองอัด อัดออกมาได้แกลบที่อัดตัวกันแน่นที่ความสูง 2.30 cm และมีปริมาตร 31.97 cm^3 คิดเป็น 1 : 16.53

รูปที่ 4.6 การทดลองอัดแบบ Hydroulic press

4.2.4) จากการนำแกลบที่อัดแบบ Hydroulic press มาผ่านการอบผลที่ได้แกลบเกิดการไหม้และไม่ได้ทำให้สารลิกนินไม่ออกมาอีกทั้งยังทำให้แกลบจับตัวกันน้อยลงอีดด้วย

รูปที่ 4.7 การทดลองนำแกลบไปอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เนื่องจากการทดลองของแกลบทั้ง 2 การทดลองแสดงให้เห็นว่าการที่นำแกลบมาขึ้นรูปนั้นทำได้ยาก เพราะแกลบนั้นมีการเกาะกันน้อยเกินไปและไม่มีสารลิกนินออกมา

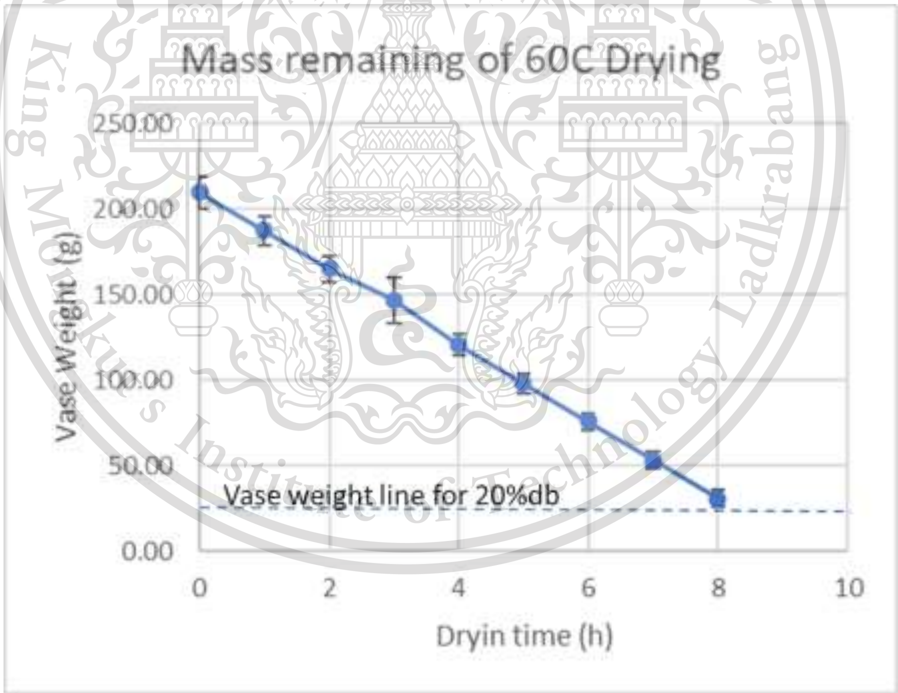
4.3 การทดลองขึ้นรูปด้วยฟาง

การทดลองขึ้นรูปด้วยฟางผลปรากฏว่าฟางสามารถขึ้นรูปได้ง่าย และมีความแข็งแทนทาน สามารถนำไปพัฒนาเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานจริงได้

4.3.1) การอบลมร้อน

1.) ก่อนนำภาชนะผ่านการอบลมร้อน ภาชนะมีความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 713 %db เมื่อนำภาชนะผ่านการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าความชื้นของภาชนะที่เหมาะสมกับการทำแห้งมีความสุดท้ายไม่เกิน 20 %db และมีน้ำหนักของแก้วแห้งประมาณ 30 กรัม

2.) จากการนำภาชนะผ่านการอบลมร้อนที่ 60 C พบว่าภาชนะมวลเหลือเฉลี่ยอยู่ที่ 31.14 กรัม ในการอบชั่วโมงที่ 8 ทำให้ทราบว่าการอบลมที่ 60 C มีเวลาที่เหมาะสมอยู่ที่ 8 ดังรูปที่ 4.8 ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ได้แสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของเวลาการอบแห้งที่ทำให้น้ำหนักที่ลดลงของภาชนะ

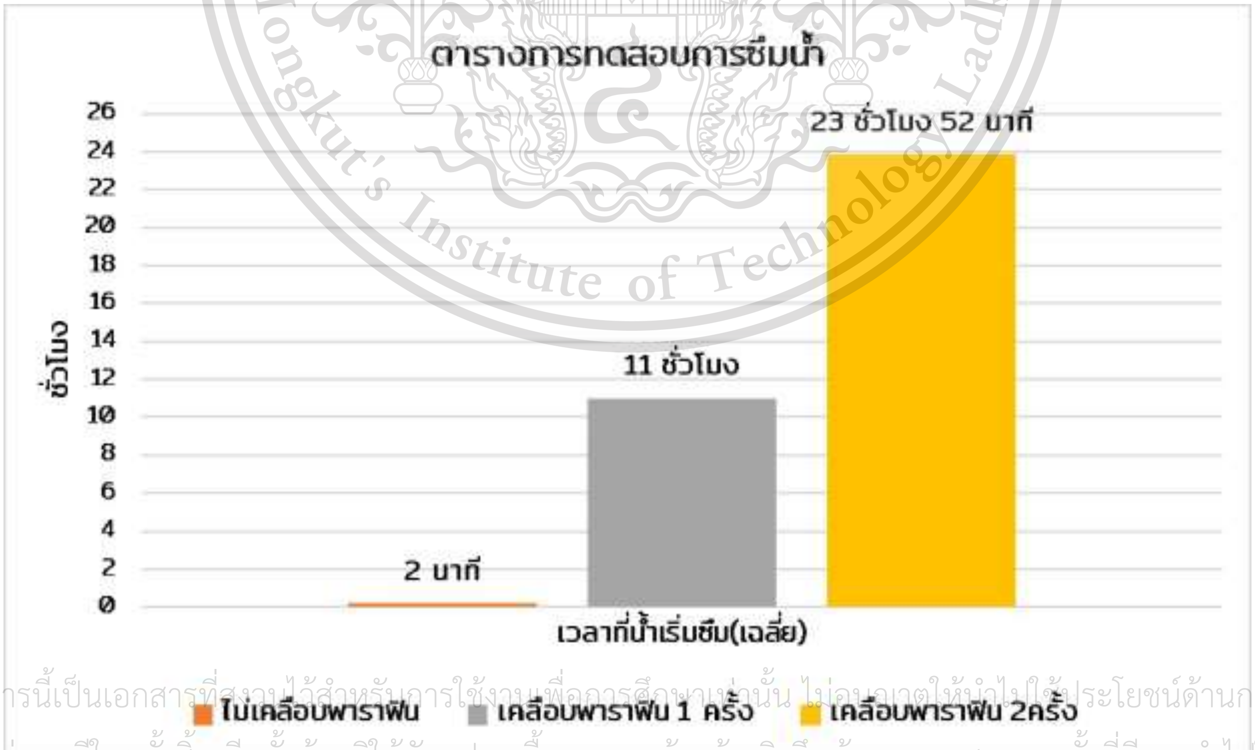
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.9 บรรจุภัณฑ์ที่ได้

4.4 การทดสอบการซึมน้ำ

ผลการทดสอบการซึมน้ำของแก้วทดลอง 10 ตัวอย่างที่ไม่เคลือบพาราฟิน เคลือบพาราฟิน 1 ครั้งและเคลือบพาราฟิน 2 ครั้งตามลำดับ แสดงดังกราฟที่ 4.1

กราฟที่ 4.2 ทดสอบการซึมน้ำไม่เคลือบพาราฟิน เคลือบพาราฟิน 1 ครั้งและเคลือบพาราฟิน 2 ครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กราฟนี้จะแสดงให้เห็นถึงการทดสอบการซึมน้ำเผื่อดูค่าการรั่วซึมของน้ำแสดงให้เห็นว่าการที่ไม่เคลือบพาราฟินนั้น มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่น้ำเกิดการรั่วซึมเพียงแค่ 2 นาที จึงไม่สามารถน้ำไปใช้งานในการบรรจุได้ แต่การที่น้ำแก้วไปเคลือบพาราฟิน 1 ครั้ง แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยนของเวลาที่น้ำเกิดการรั่วซึมได้ถึง 11 ชั่วโมง ซึ่งมีบางแก้วการทดลองเกิดการรั่วซึมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเคลือบพาราฟินได้ไม่ทั่วถึง ทำให้ทดลองเคลือบพาราฟิน 2 ครั้งแสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยของเวลาที่เกิดการรั่วซึมถึง 23 ชม. 52 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการนำไปใช้งานต่อไป

4.5 การทดลองทดสอบความแข็งแรง

ผลการทดสอบความแข็งแรงของแก้วพลาสติก PP และแก้วทดสอบ แสดงให้เห็นดังกราฟที่ 4.2

กราฟที่ 4.2 การทดสอบความแข็งแรง

จากกราฟนี้แสดงให้เห็นถึงของการทดสอบแรงกดของแก้วพลาสติก PP และ แก้วทดลอง ซึ่งแก้ว พลาสติก PP สามารถรับน้ำหนักได้เฉลี่ยอยู่ที่ 10.5 kg แต่แก้วทดลองสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า 15 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำให้ทราบว่าการใช้แกลบเป็นวัสดุจะทำให้ทำการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ยากไม่สามารถนำมาขึ้นรูปให้แข็งแรงได้แม้ว่าจะใช้เครื่องอัดหรือเครื่องไฮโดรลิคเพลสดังนั้นฟางจึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุสำหรับทำผลิคภัณฑ์มากกว่า เพราะแค่ทำการบดแล้วนำไปขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ทั่วไป จากนั้นนำไปอบที่ 60 C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อทำให้ความชื้น ไม่เกิน 20 %db แล้วเคลือบด้วยพาราฟินก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่แข็งแรง และพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆของแก้วที่ทำจากฟาง มีดังนี้

1.) แก้วที่ไม่ได้เคลือบพาราฟิน จะสามารถทนการซึมน้ำได้เฉลี่ย 2 นาที แก้วที่เคลือบพาราฟิน 1 ครั้งจะสามารถทนการซึมของน้ำได้เฉลี่ย 11ชม. ส่วนแก้วที่เคลือบพาราฟิน 2 ครั้งจะทนได้เฉลี่ย 23.87 ชม.

2.) นำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบความแข็งแกร่งโดย เริ่มจากให้รับน้ำหนัก 1.5 kg แล้วค่อยเพิ่มน้ำหนักอย่างช้าๆครั้งละ 1.5 kg ไปจนถึงน้ำหนัก 15kg ผลปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเสียรูป

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1. สีของผลิตภัณฑ์ยังดูไม่สวยงามไม่น่าบริโภค ควรจะปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดูสวยงามกว่านี้
2. ภาชนะยังไม่มีฝาปิด แต่เนื่องจากสถานะการ โควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้
3. การทดลอง ทดสอบความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ควรใช้เครื่องมีทดสอบที่เป็นมาตรฐาน แต่เนื่องจากสถานะการ โควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเข้าไปใช้เครื่องมือของทางมหาลัยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก - 1 ผลของการชั่งน้ำหนักการอบลมร้อนที่ 60 °C

ลำดับ บรรจุภัณฑ์	น้ำหนัก (กรัม)	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	7 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
1	200	180	159	139	118	98	77	57	36
2	206	184	162	140	118	96	74	52	30
3	218	197	172	150	127	104	81	58	35
4	197	178	154	133	112	90	69	47	26
5	215	194	169	174	124	101	78	55	32
6	223	198	176	152	129	105	82	58	35
7	210	182	164	139	116	93	70	47	24

ตารางที่ ก - 2 ค่าความชื้นของการชั่งน้ำหนักการอบลมร้อนที่ 60 °C

ลำดับ บรรจุภัณฑ์	ความชื้น ฐานเปียก	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	7 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
1	100	90.00	79.50	69.50	59.00	49.00	49.00	29.50	18.00
2	100	89.00	78.00	67.00	56.00	45.00	45.00	25.20	14.50
3	100	90.36	78.90	68.80	58.20	47.70	47.70	26.60	16.05
4	100	90.35	78.17	67.51	56.85	45.68	45.68	23.85	13.19
5	100	90.23	78.60	68.37	57.67	46.97	46.97	25.58	14.88
6	100	88.87	78.92	68.16	57.84	47.08	47.08	26.00	15.69
7	100	86.67	78.09	66.19	55.23	44.28	44.28	22.38	11.43
8	100	89.95	80.36	70.31	60.73	50.68	50.68	31.05	21.46
9	100	90.90	80.95	71.42	61.90	52.38	52.38	33.33	23.80
10	100	92.12	80.55	71.30	61.57	51.85	51.85	32.40	22.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก - 3 ตารางการซึมน้ำ

ลำดับบรรจุภัณฑ์	ประเภทของการเคลือบพาราฟิน		
	ไม่เคลือบพาราฟิน (ชั่วโมง : นาที)	เคลือบพาราฟิน 1 ครั้ง (ชั่วโมง : นาที)	เคลือบพาราฟิน ครั้ง (ชั่วโมง : นาที)
1	0 : 2.02	1 : 30	23 : 13
2	0 : 2.35	5 : 21	19 : .65
3	0 : 1.68	3 : 41	26 : 42
4	0 : 1.51	7 : 14	24 : 57
5	0 : 1.85	2 : 53	22 : 37
6	0 : 2.18	15 : 17	18 : 40
7	0 : 1.68	9 : 20	27 : 38
8	0 : 2.20	19 : .54	23 : 7
9	0 : 3.02	23 : 35	26 : 50
10	0 : 2.18	21 : .67	25 : 19

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก -4 ตารางทดสอบความทดทานของแก้วพาสติก PP

ลำดับ บรรจุภัณฑ์	น้ำหนักที่ 1.5 Kg	น้ำหนักที่ 3 Kg	น้ำหนักที่ 4.5 Kg	น้ำหนักที่ 6 Kg	น้ำหนักที่ 7.5 Kg	น้ำหนักที่ 9 Kg	น้ำหนักที่ 10.5 Kg	น้ำหนักที่ 12 Kg	น้ำหนักที่ 13.5 Kg	น้ำหนักที่ 15 Kg
1	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
2	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
3	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
4	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
5	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
6	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
7	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
8	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
9	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			
10	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	เสียรูป			

ตารางที่ ก -5 ตารางทดสอบความทดทานของแก้วทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลำดับ บรรจุ ภัณฑ์	น้ำหนักที่ 1.5 Kg	น้ำหนักที่ 3 Kg	น้ำหนักที่ 4.5 Kg	น้ำหนักที่ 6 Kg	น้ำหนักที่ 7.5 Kg	น้ำหนักที่ 9 Kg	น้ำหนักที่ 10.5 Kg	น้ำหนักที่ 12 Kg	น้ำหนักที่ 13.5 Kg	น้ำหนักที่ 15 Kg
1	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
2	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
3	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
4	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
5	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
6	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
7	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
8	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
9	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป
10	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป	ไม่เสียรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

1 .มูลนิธิเกษตรรักสิ่งแวดล้อม(ประเทศไทย),ฟางข้าวและประโยชน์จากฟางข้าว , ฟางข้าว | มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม (ประเทศไทย) (aecth.org) .2015

2. ถนัด รัตนาณุพงศ์, การเสริมยูเรีย-กากน้ำตาลและใบกระถิน-กากน้ำตาลในฟางข้าวสำหรับโคนมในฤดูแล้ง .1988

3. สำนักงานพัฒนาและส่งเสริมการเกษตร,เกษตรกรร่วมใจหยุดเผาเพื่อสิ่งดีๆ.2561 สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 6 เชียงใหม่ (doae.go.th)

4. Ahmed, Feeding strategies during dry summer for lactating desert goats in a rainfed area under tropical conditions, 2001.

5. Akpina, Thin layer drying of red pepper. Journal of Food Engineering. 2003

6. ienergyguru. การอบแห้ง(drying) .2015

7. ทวี อิ่มพิทักษ์ และเทพนารินร์ ประพันธ์พัฒน์, INDUSTRIAL MATERIALS, 2001

8. มณฑล ฉายอรุณ, การทดสอบความแข็งแรงของวัศดุ . 2531

9. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์,วัสดุศาสตร์มูลฐาน . 2543

10. “เหล้าอุ” เครื่องดื่มเลี้ยงแขกบ้านแขกเมืองของชาวภูไท, silpa-mag.com .2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.