

๖๖๔.๐๙๒

๙๙๓๒๗

๙๒

การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกาบกล้วย

ปริญญานิพนธ์

ของ

นฤศ เอี่ยมมาส

๔ ก.ย. ๒๕๓๘

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม ๒๕๓๘

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

194542

การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกาบกล้วย

บทคัดย่อ

ของ

บุทิส เอี่ยมมาส

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม 2538

การวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วย โดยใช้กาวจากแป้งข้าวโพดเป็นตัวประสานภายใต้แรงอัดและปริมาณกาวที่ต่างกัน 12 ค่า จากนั้นทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะด้านความชื้น ความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก ความต้านทานต่อแรงกด และทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคจากการหาสารที่ละลายออกมา

ผลการวิจัยพบว่า ภาชนะที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบทางกายภาพ ต้องทำการขึ้นรูปภายใต้สภาวะดังนี้ คือ แรงอัด 281.38 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณกาว 350 กรัมต่อตารางเมตร แรงอัด 351.72 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณกาว 200 กรัมต่อตารางเมตร และแรงอัด 351.72 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณกาว 350 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนการทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค พบว่า มีปริมาณสารที่ละลายออกมา ซึ่งเทียบจากโรบัตสเซียมเพอร์แมนเกนต์ที่ใช้ทำปฏิกิริยามีค่า 44.40 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และพบสารตกค้างจากการระเหยปริมาณ 1,016 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณสารตะกั่วมีค่า 0.006 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและไม่เป็นอันตราย ดังนั้น ภาชนะที่ผลิตจากกากกล้วยจึงเหมาะสมกับการบรรจุอาหารแห้งและอาหารทอดด้วยน้ำมัน

AN EXPERIMENTAL STUDY ON MAKING FOOD UTENSILS
FROM BANANA SHEATHS

AN ABSTRACT
BY
NUTID EIAMSAI

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master
of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University

MARCH 1995

The purpose of this study was to make food utensils from banana sheaths using corn-flour paste to hold materials together under high pressure. Twelve variations amount of glue and pressure combination were examined. The products were tested on the following physical characteristics : moisture content, temperature resistance, drop resistance, and compression strength. The products were also tested on harmful chemical substance for consumer safety .

The study found that the following combination of glue and pressure contributed to the excellent forming of utensils : 281.38 kilogram per square centimeter of pressure with 350 grams per square meter of glue, 351.72 kilogram per square meter of pressure with 200 kilograms per square meter of glue, and 351.72 kilogram per square centimeter of pressure with 350 grams per square meter of glue. On testing for harmful chemical substance, the soluble substance was found to be 44.40 milligrams per cubic decimeter was compared by potassium permanganate used. There were residuals of 1,016 milligram per cubic decimeter. Both values of soluble substances and residuals were unacceptable from in light of the standards. However, the amount of heavy metals, as compared to lead, was 0.006 milligram per cubic decimeter which was much below the safety standard. Therefore the utensils made from banana sheath were suitable as container for dry goods.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....พนัส โพน.....ประธาน

(อาจารย์พิเศษ โพธิจินดา)

.....ดร.บรรชา รัตนชัย.....กรรมการ

(ดร.บรรชา รัตนชัย)

คณะกรรมการสอบ

.....พนัส โพน.....ประธาน

(อาจารย์พิเศษ โพธิจินดา)

.....ดร.บรรชา รัตนชัย.....กรรมการ

(ดร.บรรชา รัตนชัย)

.....ดร.ชวณพิศ แดงสวัสดิ์.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ชวณพิศ แดงสวัสดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....ดร.พนัส โพน.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา... พูลสุวรรณ...)

วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๓๘

ประกาศคุณูปการ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา และ
ดร.บรรชา รัตนชัย รวมทั้ง รศ.ชวนพิศ แดงสวัสดิ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบ ใต้ให้
คำแนะนำ เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้
 ณ ที่นี้

ขอขอบคุณกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
และศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ได้
อนุเคราะห์สถานที่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทดสอบ ทำให้การวิจัยครั้งนี้ดำเนินไป
ด้วยความเรียบร้อย

ผู้วิจัยขอขอบความดีทั้งหมดของงานวิจัยนี้ แต่บุคคลที่ได้ให้การสนับสนุน คุณพ่อ คุณแม่
และครอบครัว

นุทิศ เอี่ยมมาส

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง..... ¹	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย..... ²	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตการทดลอง..... ³	5
ข้อตกลงเบื้องต้น..... ⁴	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
แนวคิดที่จะทำภาชนะบรรจุอาหารจากกาบกล้วย.....	11
วัตถุดิบที่นำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร.....	15
คุณสมบัติภาชนะบรรจุ.....	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
สรุป.....	23
3 วิธีดำเนินการทดลอง..... ⁵	24
วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง.....	24
สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง.....	25
การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหาร.....	25
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	27

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงานทดลอง.....	30
การทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค.....	32
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากกากกล้วย และกากจากแป้งข้าวโพด.....	36
การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะที่ทำจาก กากกล้วยและกากจากแป้งข้าวโพด.....	42
การวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำภาชนะเกี่ยวกับแรงอัดในการ ขึ้นรูปและปริมาณกากที่ใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ.....	44
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	46
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	46
สรุปผลการวิจัย.....	48
อภิปรายผล.....	50
ข้อเสนอแนะ.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	57
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	67

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คุณสมบัติเฉพาะสำหรับภาชนะบรรจุอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 3 (2531).....	20
2 แสดงค่าแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณกาวที่ใช้ จำนวน 12 ค่า.....	27
3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ.....	34
4 แสดงคุณสมบัติด้านความปลอดภัย.....	35
5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ.....	38
6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะที่ทำจากกาวกล้วยน้ำว้า จากตัวอย่างที่ 3.2, 4.1 และ 4.2	41
7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะ.....	43

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	29
2 ภาพแสดงลักษณะการกล้วยสด.....	58
3 ภาพแสดงลักษณะการกล้วยที่รีดแล้ว.....	58
4 ภาพแสดงการขึ้นรูปภาชนะ.....	59
5 ภาพแสดงลักษณะภาชนะที่ทำสำเร็จ.....	59

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันภาชนะบรรจุช่วยส่งเสริมธุรกิจด้านการค้ามากขึ้น เพราะสินค้าด้านอุปโภคและ
ด้านบริโภคมากกว่าร้อยละ 70 ต้องการภาชนะบรรจุเพื่อคุ้มครองสินค้า ส่งเสริมการขาย
โดยเฉพาะยุคของการขายสินค้าที่ต้องการบริการช่วยตนเอง นอกจากนั้นภาชนะบรรจุยังช่วย
ให้การขนส่งสินค้าเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว ป้องกันสินค้าจากการถูกกระแทก ช่วยรักษา
คุณภาพสินค้าโดยเฉพาะสินค้าประเภทอาหาร ภาชนะบรรจุจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา
(อมรรัตน์ สวัสดิ์ทิศา. 2534 : 1)

ภาชนะบรรจุในอดีตมักทำด้วยวัสดุจากธรรมชาติหรือวัสดุที่เคยใช้มาแต่โบราณ เช่น
แก้ว กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ น้ำเต้า ใบตอง เครื่องปั้นดินเผา ต่อมาได้มีการนิยมใช้วัสดุ
สังเคราะห์มากขึ้นโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากพลาสติก เพราะราคาถูก สะดวกต่อการใช้สอย
และมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน แต่การใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติกได้ส่งผลกระทบต่อสิ่ง
แวดล้อมหลายด้านด้วยกัน

จากการสำรวจปริมาณผลิตภัณฑ์จากพลาสติก ในปี พ.ศ. 2527-2532 ในประเทศไทย
พบว่ามีการผลิต 9,387 ตัน ซึ่งปริมาณการเพิ่มของภาชนะบรรจุพลาสติกนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสำนักงานรักษาความสะอาด กรุงเท
พมหานคร ในปี พ.ศ. 2529-2534 พบว่า ในปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีขยะมูลฝอยจากพลาสติก
ร้อยละ 12.05 โดยน้ำหนัก ปัจจุบันกรุงเทพมหานครได้ประสบปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง เพราะ
กำจัดไม่หมด เนื่องจากมีขยะมูลฝอยไม่ย่อยสลายโดยธรรมชาติรวมอยู่ด้วย และโรงงานกำจัด
ขยะมูลฝอยมีขยะที่ต้องกำจัดถึง 5,300 ตันต่อวัน แต่ทางโรงงานมีประสิทธิภาพในการกำจัด

เพียงร้อยละ 8.5 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บได้ดังกล่าว ที่เหลือร้อยละ 91.5 ต้องกองไว้กลางแจ้ง ซึ่งก่อปัญหาเรื่องกลิ่นและสุขภาพอนามัย ในส่วนของขยะมูลฝอยที่เป็นภาชนะบรรจุมีร้อยละ 31.74 ซึ่งประกอบด้วย กระดาษ ร้อยละ 10.30 พลาสติก ร้อยละ 12.05 โลหะ ร้อยละ 3.86 แก้ว ร้อยละ 5.32 (ประเทือง ทวีสิน. 2534 : 7)

ผลกระทบของภาชนะบรรจุต่อสิ่งแวดล้อมมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกก่อนการใช้จะเกี่ยวข้องกับการผลิต เช่น การใช้สารคลอรีนพอกเยื่อกระดาษ ทำให้น้ำเน่าเสีย และ การใช้สารสังเคราะห์ทำนอตสาหกรรมชนิดนี้มีอัตราเสี่ยงอันตรายจากการผลิต เช่น มีอาการของโรคตับอย่างรุนแรง ตีข่าน กระดูกผุ ม้ามโต หลอดเลือดแตกในหลอดอาหารตลอดจนถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ชันโรจนถูกทำลายอันเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ในขั้นตอนที่สองการใช้ภาชนะบรรจุนั้นมีส่วนประกอบของโลหะหนักและสารละลายออกมาเข้าปนเปื้อนอาหารที่บรรจุอยู่ในภาชนะนั้นซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และขั้นตอนที่สามเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์หมดแล้ว บรรจุภัณฑ์จะเป็นส่วนหนึ่งของขยะมูลฝอยที่นับว่าจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2534 : 1)

อมรรตน์ สวัสดิ์ทัต (2534 : 20) ได้เสนอแนวทางแก้ปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอันมีสาเหตุมาจากการใช้ภาชนะพลาสติกไว้ดังนี้ ประการแรก ควรนำขยะมูลฝอยพลาสติกเข้าสู่กระบวนการผลิตซ้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ประการที่สอง สร้างพฤติกรรมการใช้ขยะมูลฝอยให้ถูกต้อง ซึ่งเป็นระบบการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และประการสุดท้ายคือการนำวัสดุธรรมชาติมาผลิตเป็นภาชนะบรรจุทดแทนภาชนะบรรจุพลาสติก วัสดุธรรมชาติชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุแต่โบราณ คือ ส่วนประกอบของต้นกล้วย

ภาชนะบรรจุอาหารทำจากต้นกล้วยได้ใช้กันมาแต่โบราณ โดยนำใบมาใช้บรรจุอาหาร ส่วนกาบก็ใช้บรรจุอาหารเช่นกัน แต่เป็นการนำใบและกาบกล้วยสดมาใช้โดยตรงไม่ได้มีการแปรรูป หรือทำเป็นภาชนะบรรจุให้สะดวกต่อการใช้งาน ดังนั้น ถ้าหากมีการนำกาบกล้วยมาแปรรูปให้สามารถเป็นวัสดุที่สามารถขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุได้แล้ว จะได้ภาชนะบรรจุที่สามารถทดแทนการใช้พลาสติกได้ | หนึ่งต้นกล้วยเป็นวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่าย สามารถปลูกเจริญเติบโต

ได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย และในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยประมาณ 1,047,750 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2535 : 120) ประกอบกับกล้วยมีความเรียบง่ายมัน สีค่อนข้างขาวมีรสชาติอร่อยและมีลายเส้นตรงขนานกันตลอด ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีต่อลักษณะภายนอกของภาชนะ

ดังนั้น ถ้าหากมีการนำกล้วยมาพัฒนาปรับปรุงทำภาชนะบรรจุอาหารที่เหมาะสมก็จะเกิดประโยชน์ อย่างไรก็ตาม กล้วยมีขนาดค่อนข้างเล็กอันเป็นข้อจำกัดในการทำภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ ๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มขนาด โดยการนำกล้วยมาต่อกัน การต่อประสานกล้วยนี้ได้นำคิดจากการทำไม้อัด กล่าวคือ ในการทำไม้อัดนั้นเป็นการนำไม้บางผิวเรียบมีลายเส้นอยู่แนวตรงนำมาตัดต่อแล้ววางสลับชั้นอย่างน้อย 2 ชั้น ปล่อยให้ลายเส้นตั้งฉากกันและใช้กาวเป็นตัวประสานแล้วนำมาเข้าเครื่องอัด อัดให้ไม้ติดกันสนิทด้วยแรงอัด 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และใช้ปริมาณกาว 200-500 กรัมต่อตารางเมตร ผลจากการใช้แรงอัดนี้ทำให้เนื้อไม้อัดแน่นและมีความแข็งแรงดี แรงอัด และปริมาณกาวดังกล่าวกำหนดไว้เป็นแนวทางอย่างกว้าง ๆ เท่านั้น (โรติ รักติประกร. 2505 : 120)

จากคุณสมบัติและประโยชน์ตลอดจนปริมาณต้นกล้วยข้างต้น เป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาทดลองกระบวนการทำภาชนะบรรจุอาหารโดยนำกล้วยมาแปรรูปด้วยการรีดน้ำและเรียบแล้วนำไปตากให้แห้ง จากนั้นนำไปวางสลับชั้นอย่างน้อย 2 ชั้น ปล่อยให้ลายเส้นใยตัดขวางกันแนวตั้งฉากใช้กาวเป็นตัวประสาน แล้วนำเข้าเครื่องอัดขึ้นรูปจะได้ภาชนะบรรจุสัมผัสอาหารที่มีคุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงกด แรงตกกระแทก ทนต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง เหมาะสมกับการบรรจุขนส่ง และไม่มีสารปนเปื้อนในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ในการทดลองครั้งนี้จะใช้กาวจากธรรมชาติ คือ กาวแป้งข้าวโพด ซึ่งการใช้กาวสังเคราะห์อาจมีสารเคมีที่เป็นพิษละลายออกจากภาชนะ อีกประการหนึ่ง กาวแป้งข้าวโพดมีคุณสมบัติเหมาะสมกว่ากาวแป้งจากธรรมชาติชนิดอื่น เนื่องจากดูจากความชื้นได้น้อยกว่า ซึ่งจะส่งผลให้ชิ้นงานทดลองมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แข็งแรง

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ด้านการส่งเสริมการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพูนรายได้แก่เกษตรกรและการส่งเสริมให้ลดปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุอาหารจากพลาสติก อันจะเป็นประโยชน์ต่อการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิเศษ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อทดสอบผลิตภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วยน้ำว่า
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะตามเกณฑ์มาตรฐานนานาชาติ (ISO. 2872-1985) และตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.998-2533, มอก. 655-2529) 4 ด้าน ได้แก่
 - 2.1 ความต้านทานต่อแรงกด
 - 2.2 ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก
 - 2.3 ความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง
 - 2.4 ปริมาณความชื้น
3. เพื่อทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะ ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.656-2529) โดยการทดสอบหาปริมาณสารที่ละลายออกมา 3 ด้าน ได้แก่
 - 3.1 โปแตสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา
 - 3.2 สิ่งที่เหลือจากการระเหย
 - 3.3 รสขื่น (เทียบเป็นตะกั่ว)
4. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำภาชนะ เกี่ยวกับแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณกาวที่ใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ จะแสดงให้เห็นถึงสภาวะเหมาะสมในการทำภาชนะบรรจุอาหาร จากทาบกล้วยเกี่ยวกับแรงอัดและปริมาณทาบที่ใช้ในการขึ้นรูปภาชนะ ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมต่อไป
2. ผลการวิจัยครั้งนี้จะได้ภาชนะบรรจุอาหารที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติด้านความปลอดภัยเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้มีการนำวัสดุของเหลือจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น รวมทั้งได้ลดปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุอาหารประเภทพลาสติกเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ขอบเขตการทดลอง

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้ บรรลุตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1. ประชากร ได้แก่ภาชนะบรรจุอาหารที่ได้จากวิธีการอัดขึ้นรูป โดยการประสานทาบกล้วยน้ำว้าด้วยทาบธรรมชาติขนาด กว้าง 15 x ยาว 15 x สูง 1.8 เซนติเมตร จำนวน 60 ชิ้น ซึ่งทำจากการแปรผันค่าแรงอัดและปริมาณทาบ จำนวน 12 ค่า ค่าละ 5 ชิ้น
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ภาชนะบรรจุอาหารที่ได้จากสุ่มโดยวิธีเฉพาะเจาะจงจากการแปรผันค่าแรงอัดและปริมาณทาบ 12 ค่า ค่าละ 4 ชิ้นรวม 48 ชิ้น
3. ตัวแปรที่จะศึกษา
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 1. แรงอัดสำหรับขึ้นรูปภาชนะ ได้แก่ 140.65, 211.03, 281.38 และ 351.75 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
 2. ปริมาณทาบที่ใช้ประสาน ได้แก่ ปริมาณทาบ 200, 350 และ 500 กรัมต่อตารางเมตร

ดังนี้

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ภาชนะบรรจุอาหารจากกาบกล้วยน้ำว่าที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ

1. คุณสมบัติทางกายภาพ 4 ด้าน คือ

- 1.1 ความต้านทานต่อแรงกด
- 1.2 ความต้านทานต่อแรงดกกระแทก
- 1.3 ความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง
- 1.4 ปริมาณความชื้น

2. คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเกี่ยวกับปริมาณสารที่ละลายออกมา

ซึ่งวัด 3 ด้าน คือ

- 2.1 ปริมาณสารโปแตสเซียมเพอร์แมงกาเนต
- 2.2 ปริมาณสารที่หลุดจากการระเหย
- 2.3 ปริมาณโลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว)

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อตัวแปร ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของภาชนะที่ทำจากกาบกล้วย โดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้

1. เครื่องมือ

1.1 เครื่องอัดขึ้นรูปภาชนะ ใช้เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยไฮดรอลิกที่ใช้แรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 5 ตันต่อตารางนิ้ว

1.2 เครื่องรีดกาบกล้วย ใช้เครื่องรีดแบบแกนหมุนเหล็กกลมผิวเรียบ

2. วัสดุ

2.1 กาบกล้วย ใช้กาบกล้วยน้ำว่าที่เก็บเกี่ยวผลแล้วและคัดเลือกกาบกล้วยชั้นในที่มีความสมบูรณ์ คือไม่มีโรคและแมลงทำลาย

2.2 กาว ใช้กาวแข็งข้าวโพดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป

2.3 กะลามะพร้าว ใช้กะลามะพร้าวแห้งบดละเอียดขนาด 80 เมท

2.4 น้ำ ใช้น้ำประปาหรือน้ำจืดจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

3. วิธีการ

3.1 การแปรรูปกากกล้วยใช้วิธีการแปรรูปโดยการรีดกากกล้วยด้วยเครื่องรีดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองและได้ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วลอกกากกล้วยด้านในออกและจัดด้วยกระดาษทราย แล้วนำเข้าเครื่องรีดซ้ำอีก 1 ครั้ง ให้มีความหนา .025 เซนติเมตร

3.2 ขนาดชิ้นทดลอง ใช้ขนาด กว้าง 15 x ยาว 15 x สูง 1.8 เซนติเมตร

3.3 วิธีการสลับชั้น ใช้วิธีการสลับชั้นกากกล้วยโดยให้เส้นใยกากกล้วยตัดขวางกันในแนวตั้งฉากตามแนวราบ

3.4 จำนวนการสลับชั้นกากกล้วย ใช้จำนวนการสลับ 2 ชั้น

3.5 การตากกาว ทากาวด้านในของกากกล้วยที่ลอกกากด้านในออกและได้จัดกระดาษทรายแล้ว

3.6 วิธีการอัดขึ้นรูป ใช้วิธีการอัดขึ้นรูปแบบเย็นและใช้แม่พิมพ์สำหรับการอัดเย็น

3.7 ระยะเวลาในการอัดขึ้นรูป ใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

3.8 ปริมาณความร้อนที่ใช้อบชิ้นทดลอง ใช้ปริมาณความร้อน 110 องศาเซลเซียส (230 องศาฟาเรนไฮต์)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กากกล้วย หมายถึง กากกล้วยน้ำว้าชั้นในที่ไม่โรดและแมลงทำลาย

2. กาว หมายถึง กาวที่ทำจากแป้งข้าวโพด โดยใช้สูตรผสมโดยน้ำหนักดังนี้ คือ ปริมาณแป้งข้าวโพด 75 ปริมาณน้ำ 100 ปริมาณกะลามะพร้าวบดละเอียด ขนาด 80 เมท ร้อยละ 34 ของปริมาณแป้งข้าวโพดและน้ำ ใช้เวลาต้ม 30 นาที

3. ภาวะบรรจุน้ำอาหาร หมายถึง ภาวะที่ทำจากกากกล้วยน้ำว้า ซึ่งใช้กากแห้ง ข้าวโพดเป็นตัวประสานและขึ้นรูปอัดแข็งแรงอัดขึ้นรูปจากเครื่องอัดขึ้นรูปแบบไฮดรอลิก

4. ภาวะแบบแบน หมายถึง ภาวะที่มีความลึกไม่เกิน 25 มิลลิเมตร เมื่อวัดตามแนวตั้งจากจุดลึกที่สุดภายในภาชนะถึงแนวราบขอบบนสุดของภาชนะ

5. คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค หมายถึง ภาวะบรรจุน้ำอาหาร ต้องไม่มีโลหะหนัก ปริมาณสารที่ละลายออกมาและสารตกค้างจากการระเหยในปริมาณที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (2528) ซึ่งมีลักษณะเฉพาะดังนี้

5.1 โลหะหนัก หมายถึง สารที่มีน้ำหนักของมิลลิกรัมสูงเทียบเป็นตะกั่ว

5.2 สารที่ละลายออกมา หมายถึง สารที่ทำปฏิกิริยากับโบตาส์เซียมเพอร์แมงกาเนต โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

5.3 ปริมาณสารตกค้างจากการระเหย หมายถึง สิ่งที่เหลือจากการระเหยเมื่อใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ น้ำ, สารละลายกรดแอสซิดิก (ร้อยละ 4 โดยปริมาตร) เอทานอล (ร้อยละ 20 โดยปริมาตร) และเฮปแทน

6. คุณสมบัติด้านกายภาพ หมายถึง ความแข็งแรงของโครงสร้างภาชนะที่สามารถต้านทานต่อแรงกด ต้านทานต่อแรงตกระแทก ทนต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างและการต้านทานความชื้น ซึ่งมีลักษณะเฉพาะดังนี้

6.1 ความต้านทานต่อแรงกด หมายถึง ความสามารถของโครงสร้างภาชนะที่รับแรงกดจากด้านบนของภาชนะในระดับหนึ่ง

6.2 ความต้านทานต่อการตกระแทก หมายถึง ความสามารถของโครงสร้างภาชนะที่ทนต่อการตกระแทกในแนวตั้งฉากและแนวเอียง

6.3 ความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง หมายถึง ความแข็งแรงของภาชนะที่สามารถไปใช้งานที่ อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส (22 องศาฟาเรนไฮต์) และ 70 องศาเซลเซียส (230 องศาฟาเรนไฮต์) โดยไม่เสียรูปจนไม่สามารถใช้งานได้

6.4 การต้านทานความชื้น หมายถึง ความสามารถของโครงสร้างภาระที่สามารถต้านทานปริมาณน้ำที่จะซึมเข้าสู่เนื้อวัสดุที่ใช้ทำภาระ

7. ความชื้น หมายถึง ปริมาณของน้ำที่แฝงอยู่ในผลิตภัณฑ์ทำให้น้ำหนักเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงตามปริมาณของน้ำที่เปลี่ยนไป

8. การสลับชั้น หมายถึง การวางภาพกล้วยซ้อนกันโดยกำหนดให้แนวเส้นใยภาพกล้วยชั้นล่างและชั้นบนตัดขวางกันแนวนอนตั้งฉาก

9. ลายเส้น หมายถึง การเรียงตัวของเส้นใยพืช ซึ่งจะเรียงไปทางเดียวกัน

10. ปริมาณความร้อน หมายถึง ค่าความร้อนในเตาอบที่อุณหภูมิคงที่ 110 องศาเซลเซียส (230 องศาฟาเรนไฮต์)

11. ระยะเวลาอบขึ้นหตุลอง หมายถึง ช่วงเวลาที่น้ำขึ้นหตุลองเข้าเตาอบ คือ 30 นาที โดยเริ่มนับเวลาเมื่อปิดเตาอบจนถึงเวลาเปิดเตา และนำขึ้นหตุลองออกจากเตา

12. สภาวะ หมายถึง ปริมาณกาบและแรงอัดที่ใช้ขึ้นรูปทำภาระ ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงตามที่กำหนด

13. ปริมาณกาบ หมายถึง ปริมาณกาบแบ่งข้าวโพดที่ใช้ทำแผ่นขึ้นหตุลอง คือ ปริมาณกาบ 200, 350 และ 500 กรัมต่อตารางเมตร

14. แรงอัด หมายถึง แรงที่ใช้กดขึ้นรูปขึ้นงาน โดยใช้แรงกดจากไฮดรอลิก 140.65, 211.03, 281.36 และ 351.72 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

15. ระยะเวลาอัด หมายถึง ช่วงเวลาที่ใช้แรงอัดขึ้นรูปขึ้นงานโดยเริ่มนับเวลาเมื่อแรงกดนั้นมีค่าของแรงและเวลา 24 ชั่วโมง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์ และทำให้งานวิจัยครั้งนี้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยแยกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. แนวคิดที่จะทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วย
 - 1.1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากพลาสติก
 - 1.2 หลักการทำไม้อัด
2. วัตถุดิบที่นำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร
 - 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นกล้วย
 - 2.2 กากกล้วย
 - 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของต้นกล้วย
3. คุณสมบัติภาชนะบรรจุ
 - 3.1 วัตถุประสงค์การใช้ภาชนะบรรจุสินค้า
 - 3.2 ความหมายของภาชนะบรรจุ
 - 3.3 มาตรฐานภาชนะบรรจุอาหารโดยตรง
 - 3.4 คุณสมบัติเฉพาะสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร
 - 3.5 คุณสมบัติทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของภาชนะบรรจุ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. สรุป

1. แนวคิดที่จะทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แนวคิดจากสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันและหลักการทำไม้อัดคิงนี้

1.1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากพลาสติก พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์ทำขึ้น โดยการนำวัตถุดิบพื้นฐานมาผ่านขั้นตอนที่เรียกว่าพอลิเมอร์ไรเซชันให้เป็นพอลิเมอร์ หรือเรซิน แล้วเติมสารเจือปนรวมทั้งสีลงไปตามความต้องการในกรรมวิธีการผลิตให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานที่ใช้ เช่น ป้องกันการซึมของอากาศ น้ำ ไขมัน ทนต่อความร้อน ความเป็น ทนกรดด่าง มีลักษณะแข็งหรือเหนียว มีสีสวยงาม ฯลฯ แล้วทำให้เป็นเม็ดพลาสติก หรือผงพลาสติก จากนั้นจึงนำเม็ดพลาสติกดังกล่าว ไปหล่อหรือทำให้เป็นแผ่นบางในรูปลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพใช้งานที่ต้องการ เช่น ถัง ถ้วย จาน ชาม และช้อน ฯลฯ

ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เป็นอุปกรณ์หรือภาชนะบรรจุอาหารพลาสติกจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นพอลิเมอร์หรือเรซิน คือ เนื้อพลาสติกโดยทั่วไปจะมีน้ำหนักโมเลกุลสูง และไม่ละลายบนเปื้อนไปในอาหาร แต่ถ้าขั้นตอนการผลิตไม่ดีไม่เกิดเป็นพอลิเมอร์หรือเรซินทั้งหมดสารที่หลงเหลือหรือมอนอเมอร์นี้จะละลายบนเปื้อนไปในอาหารได้ ส่วนที่เป็นสารเจือปนและสีซึ่งผู้ผลิตจำเป็นต้องใช้ในกรรมวิธีการผลิตเพื่อให้พลาสติกมีคุณสมบัติตามความต้องการ เช่น สารเพิ่มความยืดหยุ่น สารป้องกันการสลายตัวของพอลิเมอร์ สารหล่อลื่นลดแรงเสียดทานของเครื่องจักร สารแต่งสี หรือทำให้ทึบแสง สารป้องกันการสลายตัวของพอลิเมอร์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารป้องกันแสงอัลตราไวโอเล็ตและแสงอื่น (สุดา เกียรติกิจรุ่งศรี, 2531:121) ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกมีอายุการสลายตัวโดยธรรมชาติประมาณ 80-100 ปี ส่วนพลาสติคไม่สลายตัวโดยธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่เป็นเปื้อนของเสียประเภทอื่นที่เป็นอันตราย มีเชื้อโรค จะทวีความรุนแรงต่อสภาพแวดล้อมยิ่งขึ้น (ชเรศ ศรีสถิตย์, 2533:8) รังสรรค์ ปิ่นทอง (2534 : 1-5) กล่าวไว้ว่า การใช้สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอนในการผลิตพลาสติคดังกล่าวมีผลกระทบต่อบรรยากาศของโลกคือเป็นสารที่มีความสามารถดูดซับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ดี ทำให้

ความร้อนไม่สะท้อนออกไปนอกโลก จึงทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้นภาวะการณดังกล่าว คือ ภาวะเรือนกระจก ซึ่งส่งผลให้ภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ น้ำทะเลมีระดับสูงขึ้น ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ปริมาณเรอโซนในบรรยากาศลดลงทำให้ผิวโลกมีความเข้มของรังสีอัลตราไวโอเลตมากกว่าปกติเป็นสาเหตุให้มนุษย์เกิดโรคมะเร็ง ตาเป็นต้อกระจก รวมทั้งทำให้พืชและสัตว์บางชนิดลดจำนวนลง

1.2 หลักการทำไม้อัด ในการทำไม้อัดให้มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมกับการใช้งาน ต้องอาศัยวิธีการและวัสดุ ดังนี้

1.2.1 การทำไม้อัด หมายถึง การนำไม้แผ่นบางอย่างน้อย 2 แผ่น มาติดกัน โดยให้เส้นลายของเนื้อไม้แผ่นหนึ่งตั้งฉากกับเส้นลายของแผ่นไม้อีกแผ่นหนึ่ง รอยไสไม้ทุกชิ้นเป็นไม้แผ่นบางที่มีขนาดเท่ากันทั้งหมด โดยปกติไม้แผ่นบางจะทนแรงกดตามลายเนื้อไม้ได้มากกว่าด้านขวางของเนื้อไม้ ดังนั้น แรงกดที่กระทำกับไม้ในด้านตามลายเนื้อไม้ซึ่งต้องใช้มากกว่าปกติ และแรงกดที่ใช้ทางด้านขวางกับลายไม้ก็น้อยกว่าที่ต้องการในเมื่อเอาไม้แต่ละชิ้นมาติดกันโดยให้เส้นไม้ของแต่ละแผ่นตั้งฉากกันก็จะทำให้ไม้มีความต้านทานแรงกดที่ได้รับมากกว่าไม้แต่ละแผ่น ไม้อัดนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอเนื่องจากไม้ได้รับความชื้นหรือความชื้นในไม้ระเหยออก จึงทำให้เกิดแรงดึงภายในเนื้อไม้แผ่นแรก และไม้ที่อัดติดกันนั้นก็จะมี การเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกัน อาจจะหดหรือขยายตัวในด้านตรงข้ามกับแผ่นแรกเพราะแต่ละแผ่นจะวางทับสลับให้ลายเส้นไม้ตั้งฉากกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงดึงที่อาจจะทำให้กาวที่ติดไม้ชิ้นนั้นหลุดออกจากกัน และเป็นสาเหตุให้ไม้อัดนั้นบดงอ แรงดึงที่เกิดขึ้นภายในเนื้อไม้จะเป็นปฏิกิริยาตรงกับความหนาของแผ่นไม้ นั้น ดังนั้นจะเห็นได้จากไม้ประกับที่ทำรอยไสไม้บางวางประกบกัน รอยให้ลายเนื้อไม้ไปทางเดียวกัน คุณสมบัติของการหดตัวขยายตัวเนื่องจากความชื้นก็มีเท่ากับไม้ที่มีความหนาเท่ากัน

ไม้อัดที่มีคุณภาพดี ไม้บางทุกชิ้นที่วางทับกันควรรายไม้ที่มีความหนาและคุณสมบัติในการหดตัว ความหนาแน่น น้ำหนักเท่ากัน การเลือกไม้ที่ทำไม้อัดรอยไสไม้ต่างชนิดกันซึ่งมีน้ำหนักแตกต่างกัน ก็อาจทำได้โดยใช้ไม้ที่มีความหนาต่างกัน เพราะความหนาบางของไม้บางชนิดจะเป็นปฏิกิริยา กลับกันกับความดงจำเพาะและความชื้นในไม้บางแต่ละแผ่นที่แตกต่างกัน ในขณะที่ทากาวนั้นจะทำให้

การหดตัวของไม้แตกต่างกัน อันเป็นเหตุให้ไม้อัดที่ทำขึ้นนั้นบิดงอได้ ดังนั้นไม้ที่ตากาวเพื่อทำเป็น ไม้อัดจะต้องระวังมิให้ความชื้นในไม้เปลี่ยนแปลงมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดแรงดึงภายใน เนื้อไม้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ไม้บิดงอแตกกร้าวหรือทำให้ไม้คั้นหลุดออกจากกัน

1.2.2 วิธีการอัดไม้ติดด้วยกาว การเตรียมวัสดุที่ใช้ ลักษณะของไม้บางที่จะนำมา อัดติดกับกาวนั้นจะต้องมีความเรียบสม่ำเสมอ เส้นลายเนื้อไม้ตรงและตรงส่วนผิวหน้าไม้ที่ตากาว จะต้องไม่มีไขมัน น้ำมัน ขี้ผึ้ง การควบคุมความชื้น ความชื้นในเนื้อไม้จะต้องจำกัด คือ เมื่อนำ เข้าอบและนำมาตากาวแล้วควรมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 6-15 และความชื้นในเนื้อไม้ต้อง สม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงมาก คือ ต้องใกล้เคียงกับความชื้นในสภาพบรรยากาศที่ใช้ไม้ชิ้น

1.2.3 การใช้แรงกด การนำไม้เข้าเครื่องอัดโดยใช้ความร้อน 350 องศาฟาเรนไฮต์ แรงกดประมาณ 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะทำให้สารลิกนิน ซึ่งเป็นสารช่วย บิดเซลล์ของเนื้อไม้ไหลออกมา กระทำดังนี้เพื่อคลายความเครียดภายในเนื้อไม้ซึ่งผลจากการใช้ แรงกดนั้นทำให้เนื้อไม้ของไม้แผ่นนี้อัดติดกันแน่นและมีน้ำหนักมากขึ้นเมื่อเทียบกับไม้ที่มีขนาดเดียวกัน แรงกดดังกล่าวกำหนดไว้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับการทดสอบอย่างกว้าง ๆ เท่านั้น (ระติ รักติประกร. 2505 : 93 - 107)

การทดสอบเพื่อหาปริมาณแรงกดที่เหมาะสมในการทำไม้อัดประสานนั้นจะต้องคำนึงถึง คุณสมบัติของวัสดุ เพราะวัสดุที่มีความยืดหยุ่นตัวสูง จะมีอัตราการยุบตัวสูงจำเป็นต้องใช้แรงกด มากจึงจะทำให้เนื้อกาวซึ่งเป็นวัสดุประสาน และเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างได้แทรกเข้าสู่ เนื้อวัสดุมากขึ้นทำให้วัสดุติดกันแน่นสนิทดี และการกำหนดปริมาณแรงกดในแต่ละช่วงเพื่อการ ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพควรกำหนดปริมาณการเพิ่มและลดแรงกดให้ห่างกันประมาณ 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และในกรณีที่ต้องการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพที่ละเอียดขึ้นควรกำหนด ปริมาณการเพิ่มและลดแรงกดให้ห่างกัน 500 และ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุตสาหกรรมไม้อัด. 2515 : 15 - 20)

1.2.4 วิธีการเพิ่มความแข็งแรงของไม้อัดที่ติดด้วยกาว

1. ไม้อัดที่ทำกาวและอัดเสร็จแล้วควรปล่อยทิ้งไว้ให้เป็นก่อนนำไปใช้เพื่อให้ความชื้นในเนื้อไม้และกาวเปลี่ยนแปลงลง
2. ไม้อัดที่ทำขึ้นควรใช้ไม้อัดอบน้ำยาหรือทำเป็นไม้อัดแล้วนำมาอบน้ำยาภายหลังและกาวที่ใช้ควรเป็นกาวชั้นดี เช่น กาวฟีนอลิเกรซิน ถ้าเป็นกาวธรรมชาติควรผสมยากันแมลงหรือเห็ดรา ลงไปในกาวก่อนนำไปใช้
3. ไม้อัดที่ทำเสร็จควรนำไปเก็บ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้ปรับความชื้นให้ใกล้เคียงกับบรรยากาศโดยรอบ ก่อนนำไปจัดหรือใส่เพราะกาวจะเสื่อมคุณภาพ
4. ขณะตากกาวบนแผ่นไม้หนา ๆ ไม่ควรปล่อยให้กาวแห้ง เพราะจะทำให้กาวเคลือบทั่วผิวหน้าไม้เพราะเวลาอัดติดกันก็อาจจะทำให้ไม้หลุดออกจากกันได้ง่าย
5. สำหรับไม้บางจะต้องอบให้มีความชื้นในไม้เท่ากับความชื้นที่มีอยู่ในอากาศโดยรอบ คือ ร้อยละ 6-15 ควบน้ำหนัก (บญจ ศรียธ. 2534 : 120)

1.2.5 กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัด ในการทำไม้อัดนอกจากวัตถุดิบที่เป็นไม้แล้ว กาวที่ใช้ถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่จะทำให้ไม้อัดมีคุณภาพดีหรือไม่นอกจากวิธีการผลิต กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. กาวประดิษฐ์โดยกรรมวิธีทางเคมี ในอุตสาหกรรมการผลิตไม้อัดและแผ่นขึ้นไม้อัด ในปัจจุบันนิยมใช้กาวสังเคราะห์ เช่น กาวยูเรีย พอร์มาลดีไฮด์และกาวฟีนอล พอร์มาลดีไฮด์ กาวทั้งสองชนิดนี้ใช้ง่ายและมีคุณสมบัติดีกว่ากาวธรรมชาติ เพราะสามารถต้านทานความชื้นได้สูง ป้องกันการทำลายผลิตภัณฑ์จากเชื้อจุลินทรีย์เชื้อราได้ดีและมีความแข็งแรงของโครงสร้างกาวสูง จากการทดสอบคุณสมบัติทางเมคานิคขั้นต่ำของกาวประดิษฐ์โดยกรรมวิธีทางเคมี พบว่ามีมอดุลัสแรงเฉือน 351.15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงดึง 70.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อุณหภูมิอ่อนตัว 300 องศาเซลเซียส ต้านทานความร้อน

ได้สูง 300 องศาเซลเซียส และต้านทานการพองตัวสูง (ปรีชา เกียรติกระจาย. 2531 : 1 - 3)

2. กาวที่ได้จากธรรมชาติ กาวธรรมชาติเป็นกาวที่นิยมใช้ในสมัยโบราณ มีข้อเสีย คือ ใช้เวลาในการอัดนานและมีความคงทนตามแนวกาวน้อย โดยปกติแล้วไม้ที่ทา กาวจะหลุดง่ายตรงแนวกาวเมื่ออยู่ในสภาวะความชื้นและอุณหภูมิสูง กาวธรรมชาติที่ได้จากแป้ง ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวสาลี แป้งข้าวโพด โดยเฉพาะกาวจากแป้งข้าวโพดจะมีความต้านทานความชื้นได้ดีกว่ากาวแป้งชนิดอื่น ๆ โดยปกติแล้วกาวแป้งจะใช้ประมาณ 200-500 กรัมต่อตารางเมตร และใช้แรงอัดสำหรับไม้อัดประมาณ .05-.07 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 2-24 ชั่วโมง ความแข็งแรงของไม้อัดอยู่ระหว่าง .97-2.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยใช้สูตรผสมเป็นส่วนโดยน้ำหนัก ดังนี้ คือ ปริมาณแป้ง 75 ปริมาณน้ำ 100 ปริมาณกะลามาะพร้าวบดละเอียดขนาด 80 เมช ร้อยละ 34 ของปริมาณแป้งและน้ำ และเวลา ต้ม 30 นาที (ปรีชา เกียรติกระจาย. 2531 : 3 - 6)

2. วัตถุดิบที่นำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร

ต้นกล้วยเป็นพืชล้มลุกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน กล้วยกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับการสนับสนุนให้มีการเพาะปลูกเป็นจำนวนมาก และสนับสนุนให้นำส่วนประกอบของต้นกล้วยมาทำเป็นบรรจุภัณฑ์ห่ออาหารทดแทนบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ยาก โดยธรรมชาติ

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นกล้วย ต้นกล้วยเป็นพืชล้มลุกที่นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ โดยทุกส่วนของลำต้นใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ สีย้อมผ้า ยาถอนพิษบางชนิด ส่วนกาบใบใช้ทำเชือก สิ่งทอ และห่ออาหารมาแต่โบราณ เหตุผลประการสำคัญที่นำต้นกล้วยมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เนื่องจากต้นกล้วยมีลักษณะทางกายภาพที่ดี คือ เส้นใยที่ประกอบขึ้นเป็นกาบใบและใบมีการเรียงตัวของเส้นใยเป็นแนวตรง มีความเหนียว แข็งแรง พื้นผิว

ด้านนอกและด้านในมีความเงามัน คุณสมบัติดังกล่าวนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารได้ดี (ประดิษฐ์ เจริญรัก. 2513 : 31-35) กรมส่งเสริมการเกษตร (2535 : 120-125) ได้สำรวจพื้นที่ปลูกกล้วยในประเทศไทยพบว่ามีปริมาณพื้นที่ปลูกกล้วยชนิดต่าง ๆ รวม 1,047,750 ไร่ ซึ่งแยกเป็นพื้นที่ปลูกกล้วยน้ำว้า 769,588 ไร่ กล้วยไข่ 79,103 ไร่ และกล้วยหอม 106,812 ไร่

2.2 กาบกล้วย กาบกล้วยเป็นส่วนของลำต้นเทียมของต้นกล้วยที่เจริญเติบโตจากเหง้าซึ่งเป็นลำต้นที่แท้จริงของต้นกล้วย การเรียงของกาบกล้วยที่อัดแน่นบนลำต้นแท้ใต้ดินจะเรียงกันเป็นวงกลมและซ้อนกันที่ส่วนโคนส่วนตอนปลายจะไม่ซ้อนกัน ส่วนปลายนี้จะเป็นจุดกำเนิดของใบซึ่งเจริญมาจากส่วนของลำต้นเทียม กาบกล้วยจะเรียงกันแน่นเพราะส่วนด้านข้างของกาบกล้วยมีลักษณะแบน และบางไม่หนาเหมือนตรงกลางของลำต้นเทียม การเรียงของกาบกล้วยดังกล่าวทำให้ลำต้นเทียมมีความแข็งแรง ส่วนองค์ประกอบภายในของกาบกล้วยนั้นประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่เป็นช่องอากาศ ซึ่งจะต่อเป็นท่อยาว โดยมีเซลล์พาเรงไคมาขึ้น และมีท่อน้ำ ท่ออาหาร ถูบน้ำยาง ท่อน้ำ ท่ออาหารนี้จะขนานกันไปอย่างต่อเนื่องพื้นผิวด้านนอกและด้านในของกาบกล้วยมีลักษณะเงามัน พนักเซลล์ของผิวชั้นนอกจะหนาซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส ส่วนของไฮโปเดมิสนั้น ตอนแรกจะมีสารพวกลูโบรอินเคลือบอยู่ ต่อมาจะกลายเป็นสารลิกนิน การเปลี่ยนแปลงนี้เพื่อป้องกัน ส่วนที่อยู่ภายนอก (เบญจมาศ ศิลาชัย. 2534 : 4)

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของต้นกล้วย จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของต้นกล้วย พบว่า ต้นกล้วยโดยทั่วไปจะมีความชื้นร้อยละ 80-90 และมีสารต่าง ๆ ประกอบอยู่ด้วย ดังนี้ โปรตีนหยาบ (crude protin) ร้อยละ 3.5 สารระเหย (ether extractive) ร้อยละ 0.5 สารอิสระจากธรรมชาติ (free extractive) ร้อยละ 47.6 เส้นใยหยาบ (crude fiber) ร้อยละ 12.7 อินทรีย์สาร (organic matter) ร้อยละ 62.4 สารจำพวกแป้ง (starch equivalent) ร้อยละ 57.5 (เด็ย วงศ์สุวรรณ. 2530 : 25)

เส้นใยจากกากกล้วยมีคุณสมบัติทนและเหนียวเป็นพิเศษ กรมวิทยาศาสตร์ (2510 : 266) ได้ศึกษาส่วนประกอบของกากกล้วยเพื่อนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษ พบว่า มีองค์ประกอบทางเคมี คือ สารที่ละลายในแอลกอฮอล์และเบนซีน (alcohol benzene solubility) ร้อยละ 8.35 สารที่ละลายในน้ำร้อน (hot water solubility) ร้อยละ 13.67 สารลิกนินไม่มีเถ้าถ่าน (lignin ash free) ร้อยละ 9.07 เพนโตแซนส์ (pentosans) ร้อยละ 15.64 ฮอลโลเซลลูโลส (hollo cellulose) ร้อยละ 65.48 อัลฟาเซลลูโลส (alpha cellulose) ร้อยละ 43.50 ทราไซ (silica) ร้อยละ 0.9 และมีขนาดเส้นใยดังนี้ คือ ความยาวของเส้นใย (fiber length) 1.96 มิลลิเมตร ความกว้างของเส้นใย (fiber width) 16.84 ไมครอน ความหนาของผนัง (wall theckness) 4.11 ไมครอน เส้นผ่าศูนย์กลางของลูเมน (lumen diameter) 8.6 ไมครอน อัตราส่วนตามยาวและความกว้างของเส้นใย (slenderness ratio) 116 และอัตราความยืดหยุ่น (flexibility coefficient) 0.69 ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีและขนาดเส้นใยของกากกล้วยมีความใกล้เคียงกับองค์ประกอบทางเคมีและขนาดทางเส้นใยของเนื้อไม้โดยทั่วไป สามารถผลิตเป็นเยื่อกระดาษชั้นดีได้

จากคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของต้นกล้วยดังกล่าว มีคุณสมบัติคล้ายกับวัสดุที่นำมาทำไม้อัดและกระดาษ ประกอบกับต้นกล้วยเป็นพืชที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้เป็นอาหาร วัสดุหุ้มห่ออาหารมาแต่โบราณและลักษณะของกากกล้วย โดยทั่วไปมีสีค่อนข้างขาว มีความเงามัน เรียบ มีลายเส้นเป็นเส้นตรงที่สวยงามเหมาะสำหรับการทำภาชนะบรรจุอาหาร ตลอดจนปริมาณการปลูกซึ่งมีจำนวนมากโดยเฉพาะกล้วยน้ำว้า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งทำการทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วยน้ำว้าโดยใช้หลักการทำไม้อัดในการทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารครั้งนี้

3. คุณสมบัติภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุ เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งของการดำเนินชีวิตของคนในปัจจุบัน ซึ่งนับวันจะมีความสำคัญมากขึ้น และการทำภาชนะบรรจุต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์การใช้ภาชนะบรรจุสินค้า คือ บรรจุสินค้า รักษาคุณภาพสินค้า ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า แสดงความแตกต่างของสินค้าคู่แข่ง ส่งเสริมการขาย ทำหน้าที่เป็นสื่อโฆษณา สร้างเอกลักษณ์ และตราสินค้า เพิ่มคุณค่าสินค้าและคุณสมบัติของภาชนะที่จะนำมาบรรจุ สินค้าต้องคงทนต่อการขนส่ง มีอายุการใช้งานนานพอสมควร ไม่มีการซึมผ่านผนังภาชนะคงรูป ตกแต่งง่าย (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2532 : 141)

3.2 ความหมายภาชนะบรรจุ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (2528) คือ วัตถุที่ใช้บรรจุอาหารไม่ว่าด้วยการใส่หรือห่อ หรือด้วยวิธีการใด ๆ และให้หมายความรวมถึงฝาหรือจุกด้วย

3.3 มาตรฐานภาชนะบรรจุอาหารโดยตรง มีเกณฑ์ดังนี้

- 1) จะต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับอาหาร
- 2) ทนต่ออุณหภูมิในช่วงกว้าง
- 3) มีโครงสร้างที่แข็งแรงเหมาะสมกับการใช้งาน
- 4) จะต้องไม่ยอมให้อาหารติดกลิ่นหรือดูดซึมสารละลายของหมักหมมกับภาชนะ

บรรจุ

5) ต้องไม่มีโลหะหนักหรือสารปนเปื้อนละลายออกมาปนเปื้อนอาหารในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ภาชนะบรรจุอาหารส่วนมากจะประกอบด้วย วัสดุอย่างน้อย 2 ชนิด แม้จะมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นแต่ก็เป็นที่ยึดกันโดยทั่วไป โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์นั้นประกอบด้วยหลายชั้น บางครั้งทำด้วยวัสดุมากกว่า 5 ชนิด (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2534 : 129)

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (2528) ได้กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุและการห้ามใช้วัตถุใดเป็นภาชนะบรรจุอาหาร ดังนี้ ภาชนะบรรจุอาหารต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานคือ

- 1) ความสะอาดไม่เคยใช้บรรจุหรือใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน เว้นแต่ภาชนะที่เป็นแก้ว เซรามิก โลหะเคลือบหรือพลาสติก
- 2) ไม่มีโลหะหนัก หรือสารอื่นออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และได้กำหนดปริมาณสารหรือโลหะหนักที่ยอมให้มีได้ในภาชนะบรรจุที่เป็นภาชนะเซรามิก หรือภาชนะโลหะเคลือบไว้ดังนี้ ภาชนะแบบแบนขนาดใหญ่ปริมาณสารตะกั่ว 7 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแคดเมียมไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ภาชนะแบบแบนขนาดเล็ก ปริมาณสารตะกั่ว 5 มิลลิกรัม ปริมาณสารแคดเมียม 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ภาชนะบรรจุอาหารสำหรับทารกปริมาณสารตะกั่ว 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแคดเมียม 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ภาชนะหุงต้ม ปริมาณสารตะกั่ว 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแคดเมียม 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และภาชนะแบบลึกขนาดใหญ่ปริมาณสารตะกั่ว 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแคดเมียม 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พุทธศักราช 2528)

3.4 คุณสมบัติเฉพาะสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 111 (2531) เรื่องกำหนดคุณภาพ หรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุพลาสติก การใช้ภาชนะบรรจุพลาสติกและการห้ามใช้วัตถุใดเป็นภาชนะบรรจุอาหาร คุณสมบัติที่สำคัญ คือ การแพร่กระจายของสารเคมี เป็นการวิเคราะห์ปริมาณสารที่ละลายออกมา สิ่งที่เกิดจากการระเหย และโลหะหนักโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 656 - 2529) ดังนี้

3.4.1 วิเคราะห์ปริมาณสารโบทสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา ทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ มอก. 656 - 2529 ข้อที่ 4.1 การรายงานผลรายงานปริมาณโบทสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยาที่พบในชั้นทดลอง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)

3.4.2 วิเคราะห์สารตกค้างจากการระเหย ทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ มอก. 655-2529 ข้อ 4.4 การรายงานผลรายงานปริมาณสารตกค้างที่พบในชั้นทดลอง

3.4.3 วิเคราะห์โลหะหนักทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ มอก. 656-2529 ข้อที่ 4.5 การรายงานผลรายงานการปริมาณโลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว) และการวิเคราะห์ดังกล่าวได้กำหนดตัวทำลายที่ใช้แน่นอนในกรณีของบรรจุภัณฑ์ ตัวทำลาย คือ น้ำ เอทานอล ร้อยละ 20 โดยปริมาตร กรดแอสติก ร้อยละ 4 โดยปริมาตร คุณลักษณะและเกณฑ์กำหนดสูงสุด ดังตาราง 1

ตาราง 1 คุณสมบัติเฉพาะสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 111 (2531)

ตัวทำลาย	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด
น้ำ	1. ระเบิดเชื่อมเพอร์แมนเนตที่ใช้ทำ ปฏิกิริยา (มก./ลบ.คม.ของสารละลาย)	10
น้ำ	2. สิ่งที่เหลือจากการระเหย	30
เอทานอล ร้อยละ 20	(มก./ลบ.คม. ของสารละลาย)	30
กรดแอสติก ร้อยละ 4		30
นอร์มัลแฮฟเทน		150
กรดแอสติก ร้อยละ 4	3. โลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว) (มก./ลบ.คม ของสารละลาย)	1

(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 111 พ.ศ. 2531)

3.5 คุณสมบัติทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของภาชนะบรรจุ ได้แก่ คุณสมบัติที่สำคัญเกี่ยวกับความแข็งแรงของภาชนะบรรจุในการป้องกันความเสียหายของสินค้าระหว่างการลำเลียงขนส่ง และการใช้งาน คือ

3.5.1 ความต้านทานต่อแรงกด (compression strength) หมายถึง ความสามารถของบรรจุภัณฑ์ในการต้านแรงกดที่กระทำบนบรรจุภัณฑ์ด้วย อัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนบรรจุภัณฑ์นั้นเสียรูป ค่าที่ได้จะสัมพันธ์กับความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์เมื่อมีการเรียงซ้อนในระหว่างการเก็บรักษา ลำเลียงและขนส่ง เครื่องมือทดสอบ คือ เครื่องมือทดสอบแรงอัด (compression tester) โดยวิธีใช้ที่กำหนดในมาตรฐานนานาชาติ 2872-1985 (ISO. 2872-1985)

3.5.2 ความต้านต่อแรงตกกระแทก (drop resistance) หมายถึง ความสามารถของบรรจุภัณฑ์ในการต้านแรงกระแทกกับพื้นเมื่อปล่อยให้ตกจากที่สูง จุดประสงค์ของการทดสอบเพื่อดูความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ในการป้องกันสินค้าไม่ให้เสียหายเมื่อมีการตกกระแทกเกิดขึ้นในระหว่างการลำเลียงและขนส่ง เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ คือ เครื่องทดสอบแรงกระแทก (drop tester) โดยวิธีใช้ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 2533 : 7)

3.5.3 ปริมาณความชื้น (moisture content) หมายถึง ปริมาณของน้ำในแผ่นทดสอบคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเดิมของแผ่นทดสอบ คำนวณหาค่าความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}} \times 100$$

3.5.4 ความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง หมายถึง ความสามารถของภาชนะบรรจุเมื่อนำไปใช้งานอุณหภูมิเป็นที -12 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิร้อน 70 องศา

เซลเซียส นั้น ภาชนะบรรจุอาจเสียหาย จุดประสงค์ของการทดสอบเพื่อดูความแข็งแรงของ ภาชนะเมื่อนำไปใช้ที่อุณหภูมิต่างกัน (กระทรวงอุตสาหกรรม มอก.2529 : 8 - 10)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ทำการตรวจวิเคราะห์การละลายของสารในเนื้อพลาสติก จากภาชนะพลาสติกที่ใช้ใส่อาหาร เช่น ถู ถ้วยน้ำ จาน ชาม และหลอดดูด พบว่า ร้อยละ 25 ของตัวอย่างที่นำมาตรวจวิเคราะห์มีการละลายของสารออกมาเกินมาตรฐาน และจากการ วิเคราะห์ตัวอย่างภาชนะพลาสติก จำนวน 152 ตัวอย่าง พบว่า ร้อยละ 46 ของถ้วยน้ำชา ร้อยละ 44 ของจานชาม และร้อยละ 40 ของหลอดดูดมีคุณภาพต่ำ (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน. 2528 : 8-10) จากการวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วในเม็ดพลาสติก ไม่มีสีจำนวน 11 ตัวอย่าง ไม่พบสารตะกั่ว บางตัวอย่างพบสารตะกั่วบ้างแต่มีปริมาณน้อยมาก ส่วนที่ไม่พบสารตะกั่ว คือ เม็ดพลาสติกที่ส่งมาจากต่างประเทศ (สุพิศ สาครมงคล. 2508 : 12)

จากการศึกษาสารเคมีที่อาจแพร่กระจายมาจากภาชนะพลาสติกสู่อาหารที่บรรจุ โดย ชีรบุรุษ กลิ่นสุคนธ์ (2531 : 153) พบว่า อาหารที่บรรจุในภาชนะบรรจุพลาสติกที่บริโภค ต่อวันจะสัมผัสกับพลาสติกแล้วมีสารเคมีแพร่กระจายออกมาไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อพื้นที่ภาชนะ 500 ตารางเซนติเมตร ก็ยังคงปลอดภัยต่อผู้บริโภคดังกล่าวนี้ เช่น อากริโลไนไตรล์ (acrylonitrile) พอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) ฟีนอล (phenol) ไอโซไซยานาเท (isocyanate) สไตรีนมอนอเมอร์ (styrene monomer) ไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ (vinyl chloride monomer) เมื่อใช้ภาชนะบรรจุอาหารในสภาวะของการใช้งานต่างกัน สารเจือปนและสิ่งมีพิษจะละลายปนเปื้อนสู่อาหาร ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

ในกระบวนการผลิตขึ้นรูปพลาสติก มีอันตรายจากสารเสริมสภาพพลาสติก โดยเฉพาะ ผู้ใช้แรงงานในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกและผู้ใช้อาศัยในบริเวณโรงงานดังกล่าวจะมีอัตราการ

เสี่ยงต่อการได้รับสารพิษสูงโดยจะพบได้ทั้งการเกิดพิษอย่างเฉียบพลันและการเกิดพิษอย่างช้า ๆ จากการสำรวจผู้ใช้แรงงาน จำนวน 73 คน ที่ทำงานเกี่ยวกับการผลิตพลาสติกชนิดต่าง ๆ พบว่า มีอาการของโรคตับอย่างรุนแรง คือ ตับโต ตับแข็ง อาการดีซ่าน การแตกของหลอดเลือดในหลอดอาหาร ม้ามโต กระดูกผุและโรคผิวหนัง จำนวนร้อยละ 15 (ธีรบุรุษ กลิ่นสุคนธ์. 2531 : 153)

5. สรุป

ปัจจุบันการนำวัสดุสังเคราะห์มาผลิตเป็นภาชนะบรรจุมีปริมาณการผลิตมากขึ้น โดยเฉพาะวัสดุสังเคราะห์จากสารพลาสติกซึ่งเป็นสารที่ใช้เวลาการย่อยสลายนาน และบางชนิดไม่ย่อยสลายโดยธรรมชาติ ซึ่งได้ก่อปัญหาต่อสภาพสิ่งแวดล้อมอันเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมวล การแก้ไขปัญหานี้แนวทางหนึ่ง คือ การนำวัสดุธรรมชาติที่มีมนุษย์รู้จักมาแต่โบราณ ได้แก่ ต้นกล้วย ซึ่งสามารถปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทยมาใช้ทดแทนวัสดุสังเคราะห์ โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต เพื่อให้ได้ภาชนะบรรจุจากวัสดุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมกับการใช้งาน มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับต้นกล้วยมีลักษณะเป็นแผ่นผิวเรียบมันเงา มีลายเส้นตรงขนานกันโดยตลอด สามารถรีดให้เป็นแผ่นบางได้ และมีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายกับวัสดุที่นำมาทำไม้อัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งทำการศึกษาทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกาบกล้วยโดยอาศัยหลักการทำไม้อัดประสานในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการรักษาสิ่งแวดล้อมและสร้างอาชีพเสริมให้แก่เกษตรกรในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองหาวิธีการที่เหมาะสมในการทำภาชนะบรรจุอาหารจากวัสดุที่นำมาประสานระหว่างกาบกล้วยและกาวยาญธรรมชาติ มีขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลอง
2. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง
3. การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหาร
4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
5. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงานทดลอง
6. การทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ดังนี้

1. กาบกล้วยน้ำว้า
2. กาวแป้งข้าวโพด
3. เครื่องอัดแบบไฮดรอลิกขนาด 5 ตัน
4. เครื่องรีดกาบกล้วย
5. ตู้อบความร้อน
6. แม่พิมพ์โลหะขนาด 15x15x1.8 เซนติเมตร
7. ใบมีดตัดขอบวัสดุและชิ้นทดลอง

2. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทำการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ภาควิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ใช้เป็นสถานที่จัดเตรียม กาบกล้วย กาว และทำการทดลองสร้างภาชนะบรรจุอาหาร
2. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นสถานที่สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ
3. กองวิเคราะห์อาหาร กรมการแพทย์ เป็นสถานที่สำหรับใช้วิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ.2536 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2537

3. การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหาร

ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอน ดังนี้

3.1 การเตรียมกาบกล้วย โดย ทวีพร วิจิตรวาทกิจ

1. คัดเลือกต้นกล้วย โดยคัดเลือกจากต้นกล้วยที่เก็บผลแล้ว
2. ตัดต้นกล้วย แคะกาบกล้วยออกและคัดเลือกกาบกล้วยที่สมบูรณ์ ไม่มีตำหนิหรือเป็นโรค ทำการล้างน้ำหนักของกาบกล้วย แล้วจุ่มบันทึกน้ำหนักกาบกล้วย
3. นำกาบกล้วยเข้าเครื่องรีดไล่น้ำออก แล้วนำไปตากแดดให้แห้งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6-15
4. แคะกาบกล้วยด้านในออก และจัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบ

5. นำกากกล้วยเข้ารีตในเครื่องรีตให้เรียบอีกครั้ง

6. คัดเลือกกากที่มีความเหมาะสมไม่แตก ไม่มีตำหนิ แล้วตัดให้ได้ขนาดตาม

ต้องการ

7. นำกากกล้วยไปทดสอบหาค่าความชื้น หากกากกล้วยมีค่าความชื้นเกินร้อยละ

6 ต้องนำเข้าตู้อบร้อน ไล่ไอน้ำออกเพื่อให้กากกล้วยมีค่าความชื้นอยู่ไม่เกินร้อยละ 6 และเก็บไว้ในภาชนะปิดให้มิดชิด

3.2 การเตรียมกากที่ใช้ประสาน เตรียมกากจากแป้งข้าวโพดโดยใช้สูตรผสมเป็นสัดส่วนโดยน้ำหนัก ดังนี้ ปริมาณแป้ง 75 น้ำ 100 กะลามาพร้าวคละเอิบขนาด 80 เมท ร้อยละ 34 ของปริมาณแป้งและน้ำ เวลาที่ต้ม 30 นาที

3.3 การทำภาชนะบรรจุอาหาร

1. นำกากกล้วยที่เตรียมเอาไว้ทำกากในปริมาณที่ต้องการตามวิธีการ ดังตาราง 2

2. นำกากกล้วยที่ทำกากแล้ววางสลับชั้นโดยให้แนวของเส้นใยตัดขวางกัน แล้ว

นำเข้าแม่พิมพ์

3. อัดแม่พิมพ์ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ✓

4. นำชิ้นทดลองออกจากแม่พิมพ์แล้วนำเข้าตู้อบร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

5. นำชิ้นทดลองออกจากตู้อบร้อน แล้ววางไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3.4 การทดสอบคุณสมบัติของภาชนะ

1. คัดเลือกชิ้นทดลองที่มีรูปทรงเหมาะสมจากค่าแรงอัดและปริมาณกาก จำนวน 12 ค่า ค่าละ 4 ชิ้น ส่งเข้าห้องปฏิบัติการของสถาบันที่รับรองมาตรฐานการตรวจสอบทาง วิชาการ เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงกด ความต้านทานแรงดกกระแทก และความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างและปริมาณความชื้น ตามมาตรฐานการทดสอบ ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 655-2529, 998-2533) กระทรง อุตสาหกรรม และตามมาตรฐานนานาชาติ (ISO. 2872-1985)

2. นำชิ้นทดสอบที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดจากค่าแรงอัดและปริมาณการ
านแต่ละค่า จำนวน 4 ชิ้น ไปทดสอบหาคุณสมบัติด้านความปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม (มอก. 656-2529)

3. สรุปผลการทดสอบของชิ้นงานที่ใช้ทดลอง

4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ประชากร ได้แก่ ภาชนะบรรจุอาหารที่ได้จากวิธีการอัดขึ้นรูปโดยการประสาน
กาวกล้วยน้ำว้าด้วยกาวธรรมชาติ ขนาดกว้าง 15x ยาว 15x สูง 1.8 เซนติเมตร จำนวน
60 ชิ้น ซึ่งทำจากการแปรผันค่าแรงอัดและปริมาณการ จำนวน 12 ค่า ค่าละ 5 ชิ้น

4.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ภาชนะบรรจุอาหารที่ได้จากการสุ่ม โดยวิธีเฉพาะ
เจาะจงจากค่าแรงอัดและปริมาณการ 12 ค่า ค่าละ 4 ชิ้น รวม 48 ชิ้น ดังแสดงในตาราง 2

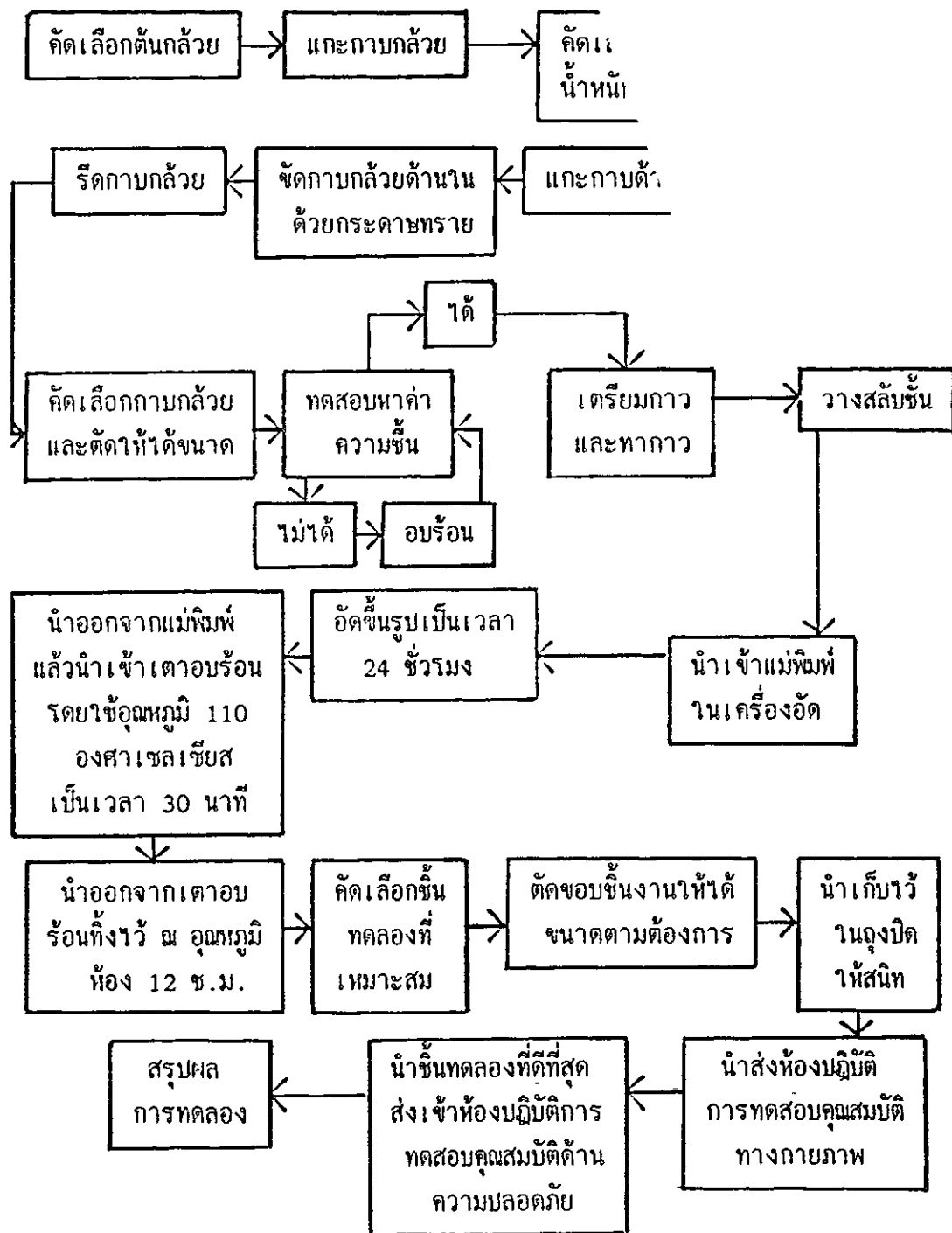
ตาราง 2 แสดงค่าแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณการที่ใช้ จำนวน 12 ค่า

กลุ่มที่	แรงอัด (กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร)	ปริมาณการ (กรัมต่อตารางเมตร)	จำนวนชิ้น ที่ทำ	กลุ่มตัวอย่าง (จำนวนชิ้น)
1.				
1.1	140.65	200	5	4
1.2	140.65	350	5	4
1.3	140.65	500	5	4

ตาราง 2 (ต่อ)

กลุ่มที่	แรงอัด (กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร)	ปริมาณการ (กรัมต่อตารางเมตร)	จำนวนชั้น ที่ทำ	กลุ่มตัวอย่าง (จำนวนชั้น)
2.				
2.1	211.03	200	5	4
2.2	211.03	350	5	4
2.3	211.03	500	5	4
3.				
3.1	281.38	200	5	4
3.2	281.38	350	5	4
3.3	281.38	500	5	4
4.				
4.1	351.72	200	5	4
4.2	351.72	350	5	4
4.3	351.72	500	5	4

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสรุป



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงานทดลอง

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของชิ้นงานทดลองครั้งนี้ ใช้หลักเกณฑ์ทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและตามมาตรฐานขององค์การนาซาชาติ ได้แก่ การทดสอบความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง ความต้านทานต่อแรงกด ความต้านทานต่อการตกกระแทก การหาปริมาณความชื้น ในการทดสอบที่มีการรายงานผลเป็นข้อคิดเห็นของผู้ตรวจสอบ จะใช้ผู้ชำนาญการจำนวน 3 คน ของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ

5.1 ทดสอบความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง

5.1.1 ทดสอบความทนอุณหภูมิร้อน

เครื่องมือ ตู้อบแบบอากาศหมุนเวียนที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 70 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนทดสอบ ตัวอย่างภาชนะบรรจุอาหารทั้งชิ้นเป็นชิ้นทดสอบ

วิธีทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปวางในตู้อบแบบอากาศหมุนเวียนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบชิ้นทดสอบดูว่า บิด เบี้ยว ร้าว หรือมีรอยตำหนิใด ๆ ที่ผิดจากปกติ

การรายงานผล รายงานข้อคิดเห็นของคณะผู้ตรวจสอบเป็นเกณฑ์ตัดสิน

(กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 2529 : 8-9)

5.1.2 ทดสอบความทนอุณหภูมิต่ำ

เครื่องมือ ตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิจาก -12 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนทดสอบ ตัวอย่างภาชนะบรรจุอาหารทั้งชิ้นเป็นชิ้นทดสอบ

วิธีทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปไว้ในตัวเป็นที่ยึดเหนี่ยว -12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจชิ้นส่วนทดสอบดูว่า แตก บิด เบี้ยว ร้าว หรือมีตำหนิต่าง ๆ ที่ผิดปกติ

การรายงานผล รายงานข้อคิดเห็นของคณะผู้ตรวจสอบเป็นเกณฑ์ตัดสิน (กระทรวงอุตสาหกรรม มอก.2529 : 9-10)

5.2 ทดสอบความต้านทานต่อแรงกด

เครื่องมือ เครื่องกดไฮดรอลิก

วิธีทดสอบ วางชิ้นทดสอบให้ตรงจุดศูนย์กลางบนแผ่นรองรับด้านล่างของเครื่อง ทดสอบ ใช้แรงกดทำให้สม่ำเสมอด้วยความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งชิ้นทดสอบยุบตัว จึงหยุด

การรายงานผล รายงานค่าต้านทานแรงกดของชิ้นทดสอบ (มาตรฐานองค์การนานาชาติ. ISO. 1872-1985)

5.3 ทดสอบความทนทานต่อแรงตกกระแทก

ชิ้นทดสอบ ตัวอย่างภาชนะบรรจุอาหารทั้งชิ้นเป็นชิ้นทดสอบ

วิธีทดสอบ ใส่อาหารลงในตัวอย่างให้เต็มห่อหุ้มด้วยพลาสติก บ่อยตัวอย่าง อีกระบบพื้นคอนกรีตจากระดับความสูง 120 เซนติเมตร โดยครั้งที่ 1 ให้ด้านข้างตัวอย่าง ตกลงบนพื้น และครั้งที่ 2 ให้ด้านข้างตัวอย่างตกลงพื้นแล้วนำมาตรวจพินิจ

การรายงานผล รายงานข้อคิดเห็นของผู้ตรวจสอบเป็นเกณฑ์ตัดสิน (กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 2533 : 7)

5.4 การหาค่าความชื้น

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งอย่างละเอียด ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.01 กรัม
2. เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 องศาเซลเซียส
3. เติชิกเคเตอร์

วิธีทดสอบ

1. ชั่งขึ้นทดสอบให้ทราบน้ำหนักแน่นอน ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.01 กรัม เป็นน้ำหนักก่อนอบ

2. อบขึ้นทดสอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักขึ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกันไม่เกิน 6 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกิน ร้อยละ 0.1

3. นำมาผ่านเครื่องเคเตอร์ บดบดว่าให้เย็น

4. ชั่งขึ้นทดสอบเป็นน้ำหนักอบแห้ง

วิธีคำนวณ หาค่าจากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}} \times 100$$

การรายงานผล รายงานค่าเฉลี่ยความชื้นของขึ้นทดสอบแต่ละขึ้น (กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 2529 : 7-8)

6. การทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทดสอบตามข้อเสนอแนะของกองวิเคราะห์อาหาร กระทรวงสาธารณสุข โดยยึดหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 656-2529) ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณสารที่ละลายออกมาจากภาชนะบรรจุวิเคราะห์จากคุณลักษณะ 3 ด้าน คือ

1. วัสดุเชื่อมเพอร์แมนิกานต์ที่ใช้ทำปฏิกิริยา
2. สารตกค้างจากการระเหย
3. โลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว)

6.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารโบแตสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ มอก. 656-2529 ข้อ 4.1

การรายงานผล รายงานปริมาณโบแตสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยาในชั้นทดลอง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)

6.2 การวิเคราะห์สารตกค้างจากการระเหย ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ มอก. 656-2529 ข้อ 4.4

การรายงานผล รายงานปริมาณสารตกค้างที่พบในชั้นทดลอง

6.3 การวิเคราะห์โลหะหนัก ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ มอก. 656-2529 ข้อ 4.5

การรายงานผล การรายงานผลรายงานปริมาณโลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว) (กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 2529 : 3-13)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลผลิตที่ได้จากการทำภาชนะบรรจุอาหาร ซึ่งทำจากการแปรผันค่าแรงอัดและปริมาณการจำนวน 12 ค่า ค่าละ 4 ชั้น รวม 48 ชั้น มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคตามมาตรฐานสำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมาตรฐานสากลระหว่างประเทศที่กำหนด แล้วนำผลมาเปรียบเทียบดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ ที่นำมาทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติด้านความปลอดภัย

ผลสรุปที่ได้จากการทดสอบห้องปฏิบัติการของหน่วยงานที่ได้รับรองมาตรฐานทางวิชาการ ผู้วิจัยจะนำผลเสนอตั้งตาราง 3 และตาราง 4

ตาราง 3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ

กลุ่มตัวอย่าง ที่	แรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ปริมาณการ (กก./ตร.ม.)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ความต้านทานต่อการใช้งาน				ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก		ความต้านทานต่อแรงกด (กก./ตร.ซม.)
				อุณหภูมิช่วงกว้าง		อุณหภูมิ -12 °C		ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
				อุณหภูมิ 70 °C	อุณหภูมิ -12 °C	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้			

ตาราง 4 แสดงคุณสมบัติด้านความปลอดภัย

คุณสมบัติการทำละลาย	ปริมาณที่พบ				เกณฑ์กำหนด
	กลุ่มตัวอย่าง				
	1 ()	2 ()	3 ()	4 ()	
1. ระเบิดเชื้อมเหอร์ แมงกานเตที่ใช้ทำปฏิกิริยา					ไม่เกิน 10.00 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
2. ตะกั่ว					ไม่เกิน 1.00 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
3. สารตกค้างจากการระเหยใน - น้ำ - 4% กรดแอซิกติก					ไม่เกิน 30 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย ไม่เกิน 30 มก./ลบ.คม.

* ใช้น้ำเป็น มก./ลบ.คม.

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วย ตามกระบวนการที่กำหนดไว้ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติด้านกายภาพ 4 ด้าน ได้แก่ ความต้านทานต่อแรงกด ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก ความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง ปริมาณความชื้น และทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะ โดยการทดสอบหาปริมาณสารที่ละลายออกมา 3 ด้าน ได้แก่ โบแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต ที่ใช้ทำปฏิกิริยา สารตกค้างจากการระเหย และโลหะหนัก ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เสร็จแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอในรายละเอียด โดยแยกออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากกากกล้วยและกาวจากแป้งข้าวโพด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะ ที่ทำจากกากกล้วยและกาวจากแป้งข้าวโพด

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำภาชนะเกี่ยวกับแรงอัดในการขึ้นรูป และปริมาณกาวที่ใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ

✓ 1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากกากกล้วยและกาวจากแป้งข้าวโพด

การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วยนำว่าด้วยวิธีอัดขึ้นรูปโดยการประสานกากกล้วยนำว่าด้วยกาวแป้งข้าวโพด จากการทดลองทำภาชนะและทดสอบคุณสมบัติ ด้วยวิธี

การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จากการแปรผันค่าแรงอัดและปริมาณการจำนวน
12 ค่า ค่าละ 5 ชั้น รวม 60 ชั้น และได้ทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีเจาะจงจากการแปรผัน
ค่าแรงอัดและปริมาณการ จำนวน 12 ค่า ค่าละ 4 ชั้น รวม 48 ชั้น ปรากฏผลการวิเคราะห์
คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะดังตาราง 5 - หน้า 38-39

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ

กลุ่ม ที่	แรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ปริมาณแก้ว (ก./ตร.ม.)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ความต้านทานต่อการใช้งาน						ความต้านทาน ต่อแรงกด (กก./ตร.ซม.)
				อุณหภูมิ 70 °C		อุณหภูมิ -12 °C		ความต้านทานต่อ แรงตกกระแทก		
				ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้			
1.										
1.1	140.65	200	9.82	✓		✓		✓		27.2
1.2	140.65	350	8.01	✓		✓		✓		24.5
1.3	140.65	500	11.11 ค่าเฉลี่ย 9.33	✓		✓		✓		33.6
2.										
2.1	211.03	200	9.40	✓		✓		✓		42.7
2.2	211.03	350	9.69	✓		✓		✓		33.5
2.3	211.03	500	9.93 ค่าเฉลี่ย 9.67	✓		✓		✓		38.5

ตาราง 5 (ต่อ)

กลุ่ม ที่	แรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ปริมาณทาว (กก./ตร.ม.)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ความต้านทานต่อการใช้งาน						ความต้านทาน ต่อแรงกด (กก./ตร.ซม.)
				อุณหภูมิ 70 °C			อุณหภูมิ -12 °C			
				อุณหภูมิช่วงกว้าง			อุณหภูมิช่วงกว้าง			
				ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
3.										
3.1	281.38	200	9.75		✓			✓		35.6
3.2	281.38	350	9.94	✓		✓		✓		32.0
3.3	281.38	500	8.82		✓	✓		✓		32.5
			ค่าเฉลี่ย 9.50							
4.										
4.1	351.72	200	7.60	✓		✓		✓		28.5
4.2	351.72	350	7.38	✓		✓		✓		36.7
4.3	351.72	500	9.82		✓	✓		✓		28.5
			ค่าเฉลี่ย 8.26							

จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ ทางกายภาพ พบว่า ค่าความชื้นของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.66 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.67 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.50 และกลุ่มตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 8.26 ซึ่งทุกกลุ่มตัวอย่างมีค่าความชื้นเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 15 ซึ่งเป็นความชื้นในบรรยากาศโดยทั่วไป ความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ชิ้นทดลองของตัวอย่างที่ 3.2, 4.1 และ 4.2 รูปทรงของชิ้นทดลองเกิดการบิดงอเล็กน้อย ไม่แตกร้าวสามารถนำไปใช้งานได้ ส่วนตัวอย่างที่เหลือรูปทรงบิดงอและแตกร้าวจนไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ส่วนความต้านทานการใช้งานที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส ทุกกลุ่มตัวอย่างของชิ้นทดลองรูปทรงไม่เกิดการบิดงอแตกร้าวสามารถใช้งานได้ทั้งหมด ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก ชิ้นงานทดลองจากทุกกลุ่มตัวอย่างรูปทรงอยู่ในสภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้ดี คือ รูปทรงไม่แตกร้าวและเสียรูป ความต้านทานแรงกดชิ้นงานทดลองจากตัวอย่างที่ 2.1 มีความต้านทานแรงกดมากที่สุด คือ 42.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นทดลองจากตัวอย่างที่ 1.2 มีค่าความต้านทานแรงกดต่ำที่สุด คือ 24.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกดของแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยดังนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกดร้อยละ 28.43 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกดร้อยละ 38.23 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกดร้อยละ 33.36 กลุ่มตัวอย่างที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกดร้อยละ 31.23 และตัวอย่างชิ้นทดลองที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดในทุกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1.3, 2.1, 3.2 และ 4.2 ส่วนตัวอย่างของชิ้นทดลองที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดในทุกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างชิ้นทดลองที่ 4.2 ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติก 3.2. 4.1

และ 4.2

กลุ่ม ที่	แรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ปริมาณการ (กก./ตร.ม.)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ความต้านทานต่อการใช้งาน						ความต้านทานต่อ ต่อแรงกด (กก./ตร.ซม.)
				อุณหภูมิช่วงกว้าง		ความต้านทานต่อ แรงตกกระแทก				
				อุณหภูมิ 70 °C		อุณหภูมิ -12 °C				
				ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
3.2	281.38	350	9.94	✓		✓		✓		32.0
4.1	351.72	200	7.60	✓		✓		✓		28.5
4.2	351.72	350	7.38	✓		✓		✓		36.7

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านกายภาพของภาชนะบรรจุอาหารจาก กาบกล้วยที่มีกาวแข็งข้าวโพดเป็นตัวประสาน สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ ที่ดีและเหมาะสมมากกว่าทุกกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างที่ 4.2 มีค่าความชื้นร้อยละ 7.38 มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง มีความต้านทานต่อแรงกดตกกระแทก และ มีความต้านทานต่อแรงกด 36.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มตัวอย่างที่ 4.1 มีความ ชื้นร้อยละ 7.60 มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง มีความต้านทานต่อแรง ตกกระแทกและมีความต้านทานแรงกด 28.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และกลุ่มตัวอย่าง ที่ 3.2 มีค่าความชื้นร้อยละ 9.75 มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง มี ความต้านทานต่อแรงตกกระแทกและมีความต้านทานต่อแรงกด 32.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส ไม่มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะที่ทำจากกาบกล้วยน้ำว้าและ กาวจากแป้งข้าวโพด

การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะได้ทำการคัดเลือกชั้น ทดลองที่ดีที่สุดจากกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มละ 1 ชั้น รวมทั้งหมด 4 ชั้น ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะ

คุณสมบัติการทำละลาย	ปริมาณที่พบ				ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์กำหนด
	กลุ่มตัวอย่าง					
	1 (1.3)	2 (2.1)	3 (3.2)	4 (4.2)		
1. ระเบิดสเปรย์เมอร์แมงกานีส ที่ใช้ทำภาชนะ	45.18	42.00	44.40	46.00	44.40	ไม่เกิน 10.00 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
2. ตะกั่ว	0.006	0.010	0.008	0.007	0.008	ไม่เกิน 1.00 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
3. สารตกค้างจากการระเหยใน - น้ำ	1,016	1,120	1,050	1,116	1,075.5	ไม่เกิน 30.00 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
- 4% กรดอะซิติก	1,517	1,518	1,418	1,515	1,492	ไม่เกิน 30.00 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย

* มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

จากตารางสามารถวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะ พบว่า ปริมาณสารที่ทำปฏิกิริยากับสารโบแตสเชียมเพอร์แมงกาเนตจากชั้นทดลองในทุกกลุ่มตัวอย่างมี ปริมาณสารที่ละลายออกมาซึ่งเกินกว่าเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 44.41 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาณโลหะหนักเทียบเป็นตะกั่วจากชั้นทดลองใน ทุกกลุ่มตัวอย่างมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 0.006 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาณสารตกค้างจากการระเหยในน้ำของชั้น ทดลองจากทุกกลุ่มตัวอย่างปริมาณที่พบมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมี ค่าเฉลี่ยร้อยละ 1,075.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และปริมาณสารตกค้างจากการ ระเหยในกรดแอสติกร้อยละ 4 ของชั้นทดลองในทุกกลุ่มตัวอย่างมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1,492 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3. การวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำภาชนะเกี่ยวกับแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณ กาวที่ใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ

การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกาวกล้วยน้ำว้าโดยการประสานด้วยกาวแห้ง ขี้าวทอด ซึ่งทำจากการแปรผันค่าแรงอัดและปริมาณกาว สามารถวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสม ในการทำภาชนะเกี่ยวกับแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณกาวที่ใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ จากตาราง 5 ตัวอย่างของชั้นทดลองในบางกลุ่มตัวอย่างมีคุณสมบัติทางกายภาพดี และมีสภาวะ เหมาะสมในการทำภาชนะ คือ ตัวอย่างที่ 3.2 ใช้แรงอัด 281.38 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณกาว 350 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าความชื้นร้อยละ 9.94 มีความต้านทานแรงกด 32.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตัวอย่างที่ 4.1 ใช้แรงอัด 351.72 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร ปริมาณกาว 200 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าความชื้นร้อยละ 7.60 มีค่าความ ต้านทานแรงกด 28.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตัวอย่างที่ 4.2 ใช้แรงอัด 351.72 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ใช้ปริมาณกาว 350 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าความชื้นร้อยละ

7.38 มีค่าความต้านทานแรงกด 36.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส และความต้านทานต่อแรงตกกระแทก ตัวอย่างที่ 3.2, 4.1 และ 4.2 มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง และมีความต้านทานต่อแรงตกกระแทกได้ดี คือ ภาชนะไม่เสียรูปทรง
และเกิดการบิดงอแตกร้าว

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วย ได้ดำเนินการดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อทดลองผลิตภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วยน้ำว้า
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะตามเกณฑ์มาตรฐานนานาชาติ (ISO. 2872) และตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 998-2533, มอก. 655-2529) 4 ด้าน ได้แก่
 - 2.1 ความต้านทานต่อแรงกด
 - 2.2 ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก
 - 2.3 ความทนทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง
 - 2.4 ปริมาณความชื้น
3. เพื่อทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะตาม เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 656-2529) โดยการทดสอบหาปริมาณสารละลายออกมา 3 ด้าน ได้แก่
 - 3.1 โปแตสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา
 - 3.2 สิ่งที่เหลือจากการระเหย
 - 3.3 โลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว)
4. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำภาชนะ เกี่ยวกับแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณกากที่ใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะ

ประชากร

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ภาชนะบรรจุอาหารที่ได้จากวิธีการอัดขึ้นรูป โดยการประสานกาวกล้วยน้ำว้าด้วยกาวธรรมชาติ ขนาดกว้าง 15 x ยาว 15 x สูง 1.8 เซนติเมตร จำนวน 60 ชิ้น ซึ่งทำจากการแปรรูปค่าแรงอัดและปริมาณกาว จำนวน 12 ค่า ค่าละ 5 ชิ้น ดังตาราง 2

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ภาชนะบรรจุอาหารที่ได้จากการสุมโดยวิธีเฉพาะเจาะจงจากการแปรรูปค่าแรงอัดและปริมาณกาว จำนวน 12 ค่า ค่าละ 4 ชิ้น จำนวน 48 ชิ้น ดังตาราง 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง คือ การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารจากกาวกล้วยน้ำว้าและจากกาวธรรมชาติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจึงใช้ เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยไฮดรอลิก เครื่องอัดกาวกล้วยตูบความร้อน แม่พิมพ์โลหะ ใบมีดตัดขอบวัสดุและขึ้นทดลอง

การดำเนินการวิจัย

การทดลองทำภาชนะบรรจุอาหารตามค่าความแปรผัน คือ แปรรูปค่าแรงอัดในการขึ้นรูปกับปริมาณกาวมีขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมกาวกล้วย
2. การเตรียมกาวที่ใช้ประสาน

3. การทำภาชนะบรรจุอาหาร

4. การทดสอบคุณสมบัติของภาชนะด้านกายภาพ และคุณสมบัติความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

5. สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแผ่นขึ้นทดลองที่ได้จากการทดลองทำภาชนะซึ่งได้แปรผันค่าแรงอัดและปริมาณการ
จำนวน 12 ค่า ค่าละ 4 ชิ้น มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านต่าง ๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม และตามมาตรฐานนานาชาติ ด้วยเครื่องมือทดสอบ ได้แก่ ความต้านทาน
แรงกด ความต้านทานแรงตกกระแทก ความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างและ
ปริมาณความชื้นจากฝ่ายทดสอบ ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย แล้วนำผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพมาคัดเลือกขึ้นทดลองที่มีคุณสมบัติทาง
กายภาพดีที่สุดจากกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ชิ้น จำนวน 4 ชิ้น ไปทดสอบคุณสมบัติด้าน
ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้วยเครื่องมือของกองวิเคราะห์
อาหารกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้แก่ ปริมาณสารโบแตสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา ปริมาณ
สารตกค้างจากการระเหย และปริมาณโลหะหนัก

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพทั้ง 4 ด้าน ของภาชนะบรรจุ
อาหารจากกาบกล้วยน้ำว้า โดยใช้กาบแห้งข้าวโพดเป็นตัวประสานสรุปได้ดังนี้
ความชื้น ค่าความชื้นของภาชนะในทุกกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระหว่างร้อยละ 7.38-

ความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง ในทุกกลุ่มตัวอย่างพบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ภาษาไม่สามารถคงรูป คือ รูปทรงของภาษาเกิดการบิดงอและแตกร้าวย้อยละ 66.66 ส่วนความต้านทานต่อการใช้งานที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส ภาษาคงรูปเหมือนเดิมร้อยละ 100

ความต้านทานต่อแรงตกกระแทกในทุกกลุ่มตัวอย่าง ภาษามีความต้านทานต่อแรงตกกระแทกได้ดี คือ ไม่มีรอยแตกร้าวยและเสียรูปทรง

ความต้านทานแรงกด ค่าความต้านทานแรงกดของภาษาในทุกกลุ่มตัวอย่างอยู่ระหว่าง 24.2-42.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของภาษาบรรจุอาหารจากกานกล้วยน้ำว่าพบว่า กลุ่มตัวอย่าง 1.3, 2.1, 3.2 และ 4.2 เป็นตัวอย่างขึ้นทดสอบในแต่ละกลุ่มที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดที่ได้นำไปทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2. ผลการวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำภาษาเกี่ยวกับแรงอัดในการขึ้นรูปและปริมาณการใช้ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของภาษา สรุปได้ดังนี้

ตัวอย่างภาษาที่ทำจากกานกล้วยที่มีค่าความผันแปรของปริมาณกาวและน้ำหนักรีดขึ้นรูปที่เหมาะสมในการทำภาษาบรรจุอาหาร ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ 3.2, 4.1 และ 4.2 ดังตาราง 6 ภาษาทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างมีค่าความขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 7.38 ถึงร้อยละ 9.75 ซึ่งเป็นค่าความขึ้นที่ต่ำ มีความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้างได้ดี คือ รูปทรงภาษาเป็นบิดงอแตกร้าวย มีความต้านทานต่อแรงตกกระแทกได้ดี คือ รูปทรงภาษาไม่เกิดการบิดงอแตกร้าวย และมีความต้านทานต่อแรงกดอยู่ระหว่าง 28.5-36.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

3. ผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วยที่มีกาวแข็งข้าวโพดเป็นตัวประสาน สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า ปริมาณสารที่ละลายออกมาทำปฏิกิริยากับโบแตสเซียมเพอร์แมงกาเนต มีค่าเฉลี่ย 44.40 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาณสารตกค้างจากการระเหย 1,075.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณสารที่มีมากกว่าเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณโลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว) 0.008 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณสารที่มีต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อภิปรายผล

สรุปคุณสมบัติทางกายภาพของภาชนะบรรจุอาหารจากกากกล้วยน้ำว่า โดยใช้กาวแข็งข้าวโพดเป็นตัวประสาน

ความชื้น มีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่าความชื้นของชิ้นงานระหว่างร้อยละ 7.38 ถึงร้อยละ 11.11 ซึ่งเป็นความชื้นปกติในบรรยากาศโดยทั่วไปซึ่งจะมีความชื้นระหว่างร้อยละ 6 ถึงร้อยละ 15

ความต้านทานต่อการใช้งานในอุณหภูมิช่วงกว้าง ภาชนะมีความต้านทานต่อการใช้งานที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส ได้ดีในทุกกลุ่มตัวอย่าง คือ ไม่เกิดการบิดงอและแตกร้าว ส่วนความต้านทานต่อการใช้งานที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีกลุ่มตัวอย่างที่ 3.2, 4.1 และ 4.2 ที่สามารถคงสภาพรูปทรงเหมือนเดิมไม่เกิดการบิดงอและแตกร้าว กลุ่มตัวอย่างที่เหลือไม่สามารถคงสภาพรูปทรงเหมือนเดิมได้ รูปทรงเกิดการบิดงอและแตกร้าว สาเหตุมาจากความหนาแน่นของเส้นใยมีน้อย ความยืดหยุ่นตัวของกากกล้วยมีมาก เป็นสาเหตุให้ความชื้นในภาชนะระเหยออกเร็วเกินไป จึงทำให้ภาชนะเสียรูปทรง

ความต้านทานต่อแรงตกกระแทก ภาชนะในทุกกลุ่มตัวอย่างมีความต้านทานต่อแรงตกกระแทกได้ดี เพราะไม่ปรากฏรอยแตกร้าวหรือบิดงอแต่ประการใด

ความต้านทานแรงกด ภาษาจะมีค่าความต้านทานแรงกดไม่เท่ากัน สาเหตุมาจาก
ความหนาแน่นของเส้นใยภายในกล้วยไม่เท่ากัน กล่าวคือ ตรงส่วนโคนภายในกล้วยจะมีความหนาแน่น
 ของเส้นใยมากกว่าส่วนปลายของภายในกล้วย ทำให้ความแข็งแรงของภายในกล้วยแตกต่างกัน เช่น
 กลุ่มตัวอย่างที่ 1.2 มีค่าความต้านทานแรงกด 24.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และกลุ่ม
 ตัวอย่างที่ 2.1 มีค่าความต้านทานแรงกด 42.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

สรุปคุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาษาบรรจุอาหารจากภายในกล้วยน้ำว่า
 ไรต์ใช้การแบ่งข้าวโพดเป็นตัวอย่าง และให้ใช้วิธีการทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์
 อุตสาหกรรม ภาษาพลาสติกตามคำแนะนำของกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
 กระทรวงสาธารณสุข พบว่า ปริมาณสารที่ละลายออกมาซึ่งทำปฏิกิริยากับโบแตสเซียมเพอร์
เมกกาเนตที่พบในภาษามีปริมาณเฉลี่ย 44.40 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่
มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สาเหตุมาจากภายในกล้วยจะมีองค์ประกอบทางเคมี
 คือ มีสารละลายในแอลกอฮอล์เบนซีน (alcohol benzene solubility) สารลิกนิน
 (lignin) เพนโตแซนส์ (pentosans) ฮอลโลเซลลูโลส (hollocellulose) อัลฟา
 เซลลูโลส (alpha cellulose) และจากแบ่งข้าวโพดที่ใช้เป็นตัวอย่างภายใน
 การขึ้นรูปทำภาษา เป็นสาเหตุให้มีปริมาณสารที่ทำปฏิกิริยากับโบแตสเซียมเพอร์เมกกาเนต
 และมีปริมาณสารตกค้างจากการระเหยเกินกว่าเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ซึ่งปริมาณของสารดังกล่าวอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และในกระบวนการวิเคราะห์
คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคของภาษานั้น ได้ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ดังนั้น ภาษา
ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จึงเหมาะสำหรับการบรรจุอาหารแห้งและอาหารทอดด้วยน้ำมัน เพราะ
 อาหารแห้งและทอดด้วยน้ำมันจะไม่มีน้ำเข้าไปละลายสารเคมีออกมาทำปฏิกิริยากับอาหาร หรือ
 ปนเปื้อนอาหาร และใช้เป็นภาษาบรรจุอาหารชั่วคราวไม่สามารถนำไปทำเป็นภาษาบรรจุ
 อาหารถาวรได้ เพราะเส้นใยของภายในกล้วยที่นำมาทำภาษามีลักษณะอ่อนนุ่มสามารถดูดซึม
 ความชื้นได้ดี และปริมาณสารโลหะหนัก (เทียบเป็นตะกั่ว) ที่พบในภาษาที่มีปริมาณเฉลี่ย

0.008 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สาเหตุมาจากสถานที่ปลูกต้นกล้วย มีสารโลหะหนักอยู่ในปริมาณที่ต่ำ

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาคุณภาพของภาชนะ เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามความต้องการที่เป็นการเพิ่มเติมจากกระบวนการวิจัยนี้ อาจทำได้โดย
 - 1.1 ควรนำไม้ไผ่ทำเป็นเส้นตอกสานเป็นรูปตาข่ายใช้เสริมส่วนกลางของกาบกล้วย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของภาชนะและการคงรูป
 - 1.2 ควรเพิ่มแรงอัดขึ้นรูปภาชนะ
 - 1.3 การอัดขึ้นรูปควรใช้วิธีการอัดขึ้นรูปแบบร้อน
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป
 - 2.1 ควรศึกษาวิจัยกระบวนการผลิตภาชนะบรรจุอาหารจากกาบกล้วยที่จะพัฒนาเป็นระบบอุตสาหกรรม
 - 2.2 ควรศึกษาวิจัยกาบเส้นใยจากพืชชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับกาบกล้วย เพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร
 - 2.3 ควรศึกษาวิจัย การนำกาบกล้วยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่น เช่น วัสดุกันสะเทือน วัสดุกั้นเสียง วัสดุตกแต่งผนัง
 - 2.4 ควรศึกษาวิจัยเพื่อสร้างเกณฑ์การทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยของภาชนะที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ
 - 2.5 ควรศึกษาวิจัยการทำภาชนะบรรจุอาหารจากวัสดุธรรมชาติประเภทอื่น ๆ
 - 2.6 ควรศึกษาวิจัยการออกแบบขึ้นรูปภาชนะจากกาบกล้วยในรูปทรงต่าง ๆ กัน
 - 2.7 ควรศึกษาวิจัยถึงผลกระทบของสารละลายที่ออกมาจากภาชนะ และปริมาณสารตกค้างจากการระเหยที่มีต่อผู้บริโภค

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การบรรจุหีบห่อไทย, ศูนย์. หลักการทดสอบวัสดุและภาชนะบรรจุ. กรุงเทพฯ : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2529.

โชคิ รักติประกร. ไม้อัดและไม้ประกบ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2505.

เตี๋ยว วงศ์สุวรรณ และคนอื่น ๆ. กล้วย. กรุงเทพฯ : สหมิตรอพเชท, 2530.

ชเรศ ศรีสดีชัย. มลภาวะของพลาสติกและโฟม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

ธีรยุทธ กลิ่นสุคนธ์. "การเกิดพิษของไวน์สกลอไรด์ต่อตับของสัตว์ทดลองและคน พืชวิทยาทางอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม," ใน รายงานประชุมวิชาการ ประจำปี 2534. หน้า 30-45. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2531.

เบญจมาศ ศิลาชัย. กล้วย. กรุงเทพฯ : ประชาชน, 2534.

ประดิษฐ์ เจริญรักษ์. กล้วย. กรุงเทพฯ : โรเดียนสตร์, 2513.

ประเทือง ทวีสิน. "บรรจุภัณฑ์สิ่งแวดล้อม...ปัญหาที่น่าจับตามอง," ใน รายงานการสัมมนา. หน้า 50-60. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2534.

ปรีชา เกียรติกระจาย. กาวและการยึดติดไม้. กรุงเทพฯ : คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

ปฤญ์ ศรีอรุณ. การพื้งและอบไม้. กรุงเทพฯ : คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

รังสรรค์ ปิ่นทอง. รพกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534.

วิทยาศาสตร์, กรม. รายงานกิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์, 2510.

_____. สิ่งแวดล้อม โรโรซอน. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์, 2534.

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน, กระทรวง. การตรวจวิเคราะห์การละลายของสารในเนื้อพลาสติกจากภาชนะพลาสติกที่ใช้ใส่อาหาร. กรุงเทพฯ : ชุตติมาการพิมพ์, 2528.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. รายงานกิจกรรมของกรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร, 2531.

_____. สถิติการเพาะปลูกกล้วยในปีพ.ศ. 2529-2530. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร, 2531.

สาธารณสุข, กระทรวง. การตรวจสอบความสะอาดภาชนะบรรจุอาหาร. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข, 2535.

_____. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของเนื้อพลาสติก. ลงวันที่ 19 กรกฎาคม 2528.

_____. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องการกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุและการเก็บวัตถุดิบเป็นภาชนะบรรจุอาหาร. ลงวันที่ 18 มกราคม 2531.

สุพิศ สาครมงคล. ตะกั่วในผลิตภัณฑ์พลาสติก. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์, 2508.

สุตา เกียรติกำจรวงศ์. "กระบวนการผลิตและขึ้นรูปพอลิเมอร์และอันตรายจากสารเสริมสภาพพลาสติก, ผู้บริหารทางอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม," ใน รายงานการประชุมประจำปี 2531. หน้า 38-46. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2531.

อมรัตน์ สวัสดิทัต. บรรจุภัณฑ์กันสับ. กรุงเทพฯ : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2532.

"อุตสาหกรรมไม้อัด," ใน อนุสารไม้อัดบางนา. หน้า 15-20. กรุงเทพฯ : 2515.

อุตสาหกรรม, กระทรวง. มาตรฐานอุตสาหกรรม ภาชนะและเครื่องใช้พลาสติกสำหรับอาหาร

(มอก. 655-2529). กรุงเทพฯ : อักษรไทย, 2530.

_____. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร

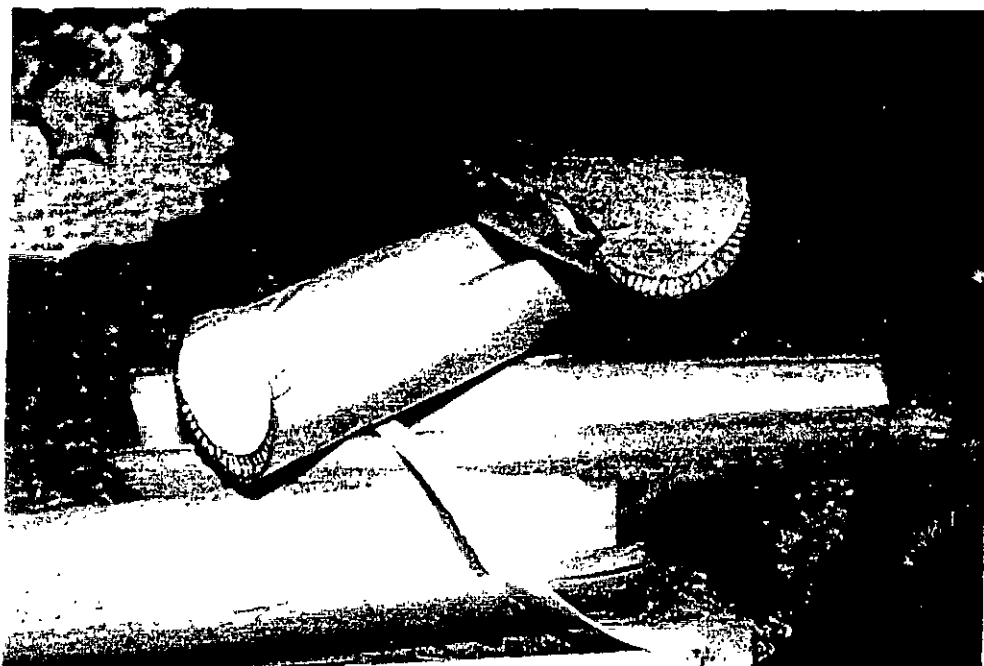
(มอก. 656-2529). กรุงเทพฯ : อักษรไทย, 2530.

_____. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำบริโภค.

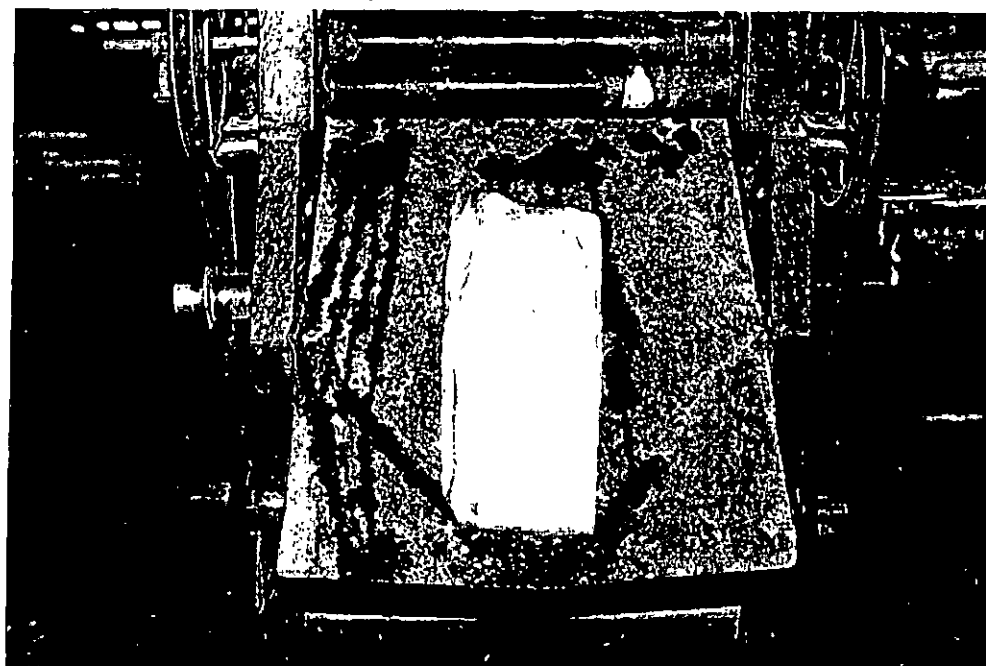
(มอก. 998-2533). กรุงเทพฯ : อักษรไทย, 2533.

ISO. International Standard Organization 2872-1985. New York : International Standard Institute, 1985.

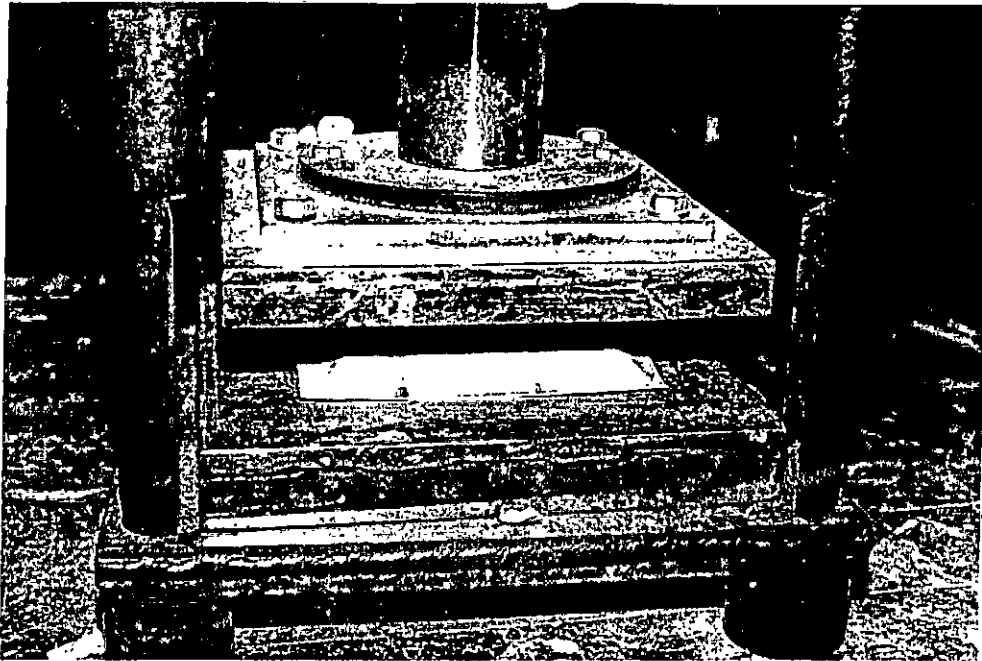
ภาคผนวก



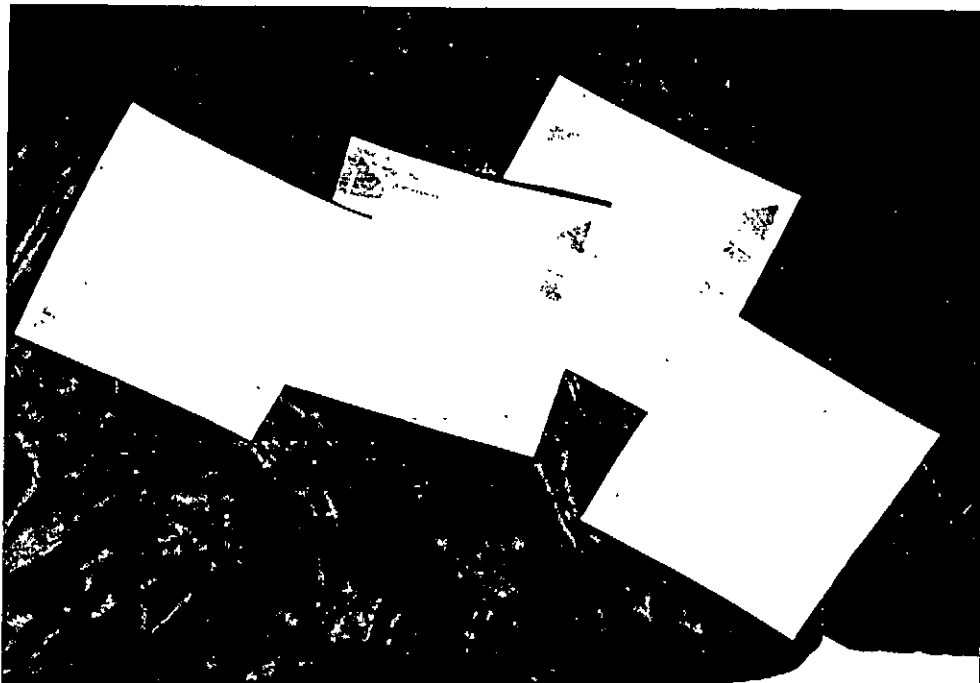
ภาพแสดงลักษณะการกลัวยสด



ภาพแสดงลักษณะการกลัวยที่รีดแล้ว



ภาพแสดงการขึ้นรูปภาชนะ



ภาพแสดงลักษณะภาชนะที่สำเร็จ



ที่ สธ 0510/ 4898

กองวิเคราะห์อาหาร

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

693 บค.เล กรุงเทพฯ 10100

๕๑ พฤศจิกายน 2537

เรื่อง ไข่ลวกามอนูเคราะห์ทดสอบทางเคมี

เรียน ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ผลการวิเคราะห์ภาชนะบรรจุอาหาร

ตามที่ นายบุณิส เอี่ยมใส นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา นำกากใบกล้วยน้ำหว่ามาแปรรูปเป็นภาชนะบรรจุอาหาร และส่งภาชนะดังกล่าวนี้มาหาหรือว่าจะทดสอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ในด้านใดบ้าง และการทดสอบดังกล่าวควรมีวิธีการทดสอบอย่างไรนั้น

บัดนี้ กองวิเคราะห์อาหารได้ส่งข้อมูลของการวิเคราะห์คุณสมบัติความปลอดภัยของภาชนะบรรจุอาหาร และได้ทดสอบภาชนะดังกล่าวให้แล้ว และส่งผลการวิเคราะห์มาด้วยพร้อมนี้แล้ว และเนื่องจากไม่มีเกณฑ์กำหนดของภาชนะบรรจุอาหารที่ทำด้วยใบตองประกบติดกันด้วยกาว จึงใช้ข้อมูลเกณฑ์กำหนดของภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารแทน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

กษ

(น.ส. นพพรณี ปัญจะ)

ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่
ผู้อำนวยการแผนกผู้อำนวยการกองวิเคราะห์อาหาร

ผลการวิเคราะห์

กลุ่มตัวอย่างที่ 1

คุณสมบัติการละลาย	ปริมาณที่พบ	เกณฑ์กำหนด (ภาชนะพลาสติก)
1. โฟมเสียบเปอร์แมนเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา	45.18	ไม่เกิน 100 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
2. ตะกั่ว	0.006	ไม่เกิน 1.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
3. สารตกค้างจากการระเหยในน้ำ	1,016	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
- 4 % กรดอะซิติก	1,517	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ 2

คุณสมบัติการละลาย	ปริมาณที่พบ	เกณฑ์กำหนด (ภาชนะพลาสติก)
1. โฟมเสียบเปอร์แมนเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา	42.00	ไม่เกิน 100 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
2. ตะกั่ว	0.010	ไม่เกิน 1.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
3. สารตกค้างจากการระเหยในน้ำ	1,120	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
- 4 % กรดอะซิติก	1,518	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ 3

คุณสมบัติการละลาย	ปริมาณที่พบ	เกณฑ์กำหนด (ภาชนะพลาสติก)
1. โฟมเสียบเปอร์แมนเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา	44.40	ไม่เกิน 10.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
2. ตะกั่ว	0.008	ไม่เกิน 1.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
3. สารตกค้างจากการระเหยในน้ำ	1,050	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
- 4 % กรดอะซิติก	1,418	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ 4

คุณสมบัติการละลาย	ปริมาณที่พบ	เกณฑ์กำหนด (ภาชนะพลาสติก)
1. โฟมเสียบเปอร์แมนเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา	46.00	ไม่เกิน 10.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
2. ตะกั่ว	0.007	ไม่เกิน 1.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
3. สารตกค้างจากการระเหยในน้ำ	1,116	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย
- 4 % กรดอะซิติก	1,515	ไม่เกิน 30.0 มก./ลบ.คม. ของสารละลาย

ที่ ทม 1007/4024



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

12 ตุลาคม 2537

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายบุณิส เอี่ยมมาเส เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้ที่มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การทดลองหาลักษณะบรรจุอาหารจากถั่วเขียว

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

อ.เรขวิทย์ โห้จ๊ะจินดา

ประธาน

ดร.บรรชา รัตนชัย

กรรมการ

สิ่งที่นิติบัตรขอความอนุเคราะห์ คือ ขอทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงกด ความต้าน
ทานแรงตกกระแทก ความต้านทานต่อการรังสีในอุณหภูมิช่วงกว้าง และปริมาณความชื้น ตามมาตรฐาน
การทดสอบของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.655-2529, 998-2533) กระทั่ง
อุตสาหกรรมและตามมาตรฐานนานาชาติ (ISO.2872-1955) ในระหว่างเดือนตุลาคม 2537 เพื่อเป็น
ข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดจำแนกนิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริยุภา สุขสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ทดสอบหาค่าความชื้น

กลุ่มที่	น.น. ก่อนอบ	น.น. หลังอบ	ค่าความชื้น
1.			
1.1	2.76	2.53	9.82
1.2	2.56	2.37	8.01
1.3	2.60	1.6	11.11
2.			
2.1	2.21	2.06	9.40
2.2	1.81	1.65	9.14
2.3	2.24	2.04	9.92
3.			
3.1	2.25	2.05	9.75
3.2	2.10	1.91	9.94
3.3	2.22	2.04	8.82
4.			
4.1	2.69	2.50	7.60
4.2	2.18	2.03	7.38
4.3	2.46	2.24	9.82

ผู้ทดสอบ.....

 28/1/10.....32

ทดสอบความต้านทานแรงกด

กลุ่มที่	ความต้านทานแรงกด	หมายเหตุ
1.		
1.1	27.2	
1.2	24.5	
1.3	33.6	
2.		
2.1	42.7	
2.2	33.5	
2.3	38.5	
3.		
3.1	35.6	
3.2	32	
3.3	32.5	
4.		
4.1	38.5	
4.2	36.7	
4.3	28.5	

ผู้ตรวจสอบ

คนที่ 1. ผู้ควบคุมการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกด ระหว่างค่า 2 กลุ่มที่ 2
 ที่เกิดจากการทดสอบ มีค่าสูงกว่า กลุ่มที่ 3, 1 หรือ 4 การบันทึก
 (ใกล้เคียง ค่าเฉลี่ย) ๑๕/๑๕/๖๖

คนที่ 2.

 (.....) .../.../...

คนที่ 3.

 (.....) .../.../...

ทดสอบความต้านทานต่อการใช้การ ในอุณหภูมิช่วงกว้าง

- ทดสอบที่อุณหภูมิ 70°C
- ทดสอบที่อุณหภูมิ -12°C

กลุ่มที่	อุณหภูมิ 70°C		อุณหภูมิ -12°C		หมายเหตุ
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
1.					
1.1		/	/		
1.2		/	/		
1.3		/	/		
2.					
2.1		/	/		
2.2		/	/		
2.3		/	/		
3.					
3.1		/	/		
3.2	/		/		
3.3		/	/		
4.					
4.1	/		/		
4.2	/		/		
4.3		/	/		

ผู้ตรวจสอบ

คนที่ 1... อิม วรรณ

..... นาย ศักดิ์ แสนสุข (27/10/37)

คนที่ 2... ไพฑูริย์ อ่อนคำสุข

..... (28/10/37)

คนที่ 3... ไพฑูริย์ อ่อนคำสุข

..... นาย ไพฑูริย์ อ่อนคำสุข (28/10/37)

แบบฟอร์ม 2 ในสำเนาใบคำขอ ร้องขอการระงับ

กลุ่มที่	ตกด้านกัน		ตกด้านหน้า		ตกด้านข้าง		ตกด้านรวม	
	แตก	ไม่แตก	แตก	ไม่แตก	แตก	ไม่แตก	แตก	ไม่แตก
1.								
1.1		/		/		/	/	
1.2		/		/		/	/	
1.3		/		/		/	/	
2.								
2.1		/		/		/	/	
2.2		/		/		/	/	
2.3		/		/		/	/	
3.								
3.1		/		/		/	/	
3.2		/		/		/	/	
3.3		/		/		/	/	
4.								
4.1		/		/		/	/	
4.2		/		/		/	/	
4.3		/		/		/	/	

ผู้ตรวจสอบ

คนที่ 1..... *วิชัย งามบุญ*

..... *นาย สิริศักดิ์ นามบุญ* (28 / 10 / 37

คนที่ 2..... *นาย สิริศักดิ์ นามบุญ*

..... *นาย สิริศักดิ์ นามบุญ* (28 / 10 / 37

คนที่ 3..... *นาย สิริศักดิ์ นามบุญ*

..... *นาย สิริศักดิ์ นามบุญ* (28 / 10 / 37

หมายเหตุ

รวบรวมจาก 1 ก.ก.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายนุทิศ เอี่ยมมาส

เกิดวันที่ 30 มิถุนายน พุทธศักราช 2500

สถานที่เกิด อำเภอสามเงา จังหวัดตาก

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 83/80 หมู่ 5 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ๕๖๕๑๑๖

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน วิทยาลัยครูเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2516 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนตากพิทยาคม อ.เมือง
จ.ตาก

พ.ศ. 2519 ป.กศ.ต้น จากวิทยาลัยครูลำปาง

พ.ศ. 2522 ป.กศ.สูง จากวิทยาลัยครูเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2524 ก.บ. (อุตสาหกรรมศิลป์) จากวิทยาลัยครูพระนคร
กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2537 กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) จากมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร