ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246780

การพัฒนาแม่แบบกังหันกระแทกจากเบื้องหนึ่งแบบเปลี่ยนวัสดุทำใหม่ขึ้นโดยเทคนิคเปลี่ยนแปลงกระแสเพื่อขึ้นรูปด้วยหลอมหล่อ

นายพัฒพงศ์ ชุนดาสา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

b00251773

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246780

การพัฒนาแผ่นกันกระแทกจากเยื่อหญ้าแฝกผสมเยื่อเวียนทำใหม่ชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อยืดอายุกล้วยหอมทอง

นายณัฐพงศ์ ขุนอาสา

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

การพัฒนาแผ่นกันกระแทกจากเยื่อหญ้าแฝกผสมเยื่อเวียนทำใหม่
ชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อยืดอายุกล้วยหอมทอง

นายณัฐพงศ์ ขุนอาสา วท.บ. (เทคโนโลยีการพิมพ์)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ดร. อุรวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผศ.ดร.กฤติกา ตันประเสริฐ)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแผ่นกันกระแทกจากเยื่อหญ้าแฝกผสมเยื่อเวียนทำใหม่ชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อยืดอายุกล้วยหอมทอง
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายณัฐพงศ์ ขุนอาสา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. กฤติกา ตันประเสริฐ นายนิทัศน์ ทิพยโสตนัยนา
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการพิมพ์
ภาควิชา	เทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

246780

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาองค์ประกอบของเยื่อหญ้าแฝกที่ผลิตได้ ทดสอบ คุณสมบัติของกระดาษในอัตราส่วนอัลคินคีทีนไดเมอร์ต่างๆ ศึกษาการยืดอายุกล้วยหอมทอง และทดสอบการกันกระแทก นำเยื่อที่ผลิตได้มาหาองค์ประกอบของเยื่อพบว่ามีอัลฟาเซลลูโลส 87.13 เปอร์เซนต์ นำมาผสมเยื่อคราฟท์ในอัตราส่วน 50:50 โดยใส่สารอัคคิลคีทีนไดเมอร์ในอัตราส่วน ร้อยละ 0, 0.4 และ 0.8 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ อัลคิลคีทีนไดเมอร์ร้อยละ 0.4 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เพราะคุณสมบัติทางด้านการดูดซับน้ำของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ของ 0.4 และ0.8 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงเลือกสูตรนี้ในการทำกระดาษหญ้าแฝกซึ่งนำไปชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต กระดาษชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตถูกนำมาทดสอบคุณสมบัติกระดาษ และคุณสมบัติการยืดอายุกล้วยหอมทองพบว่า คุณสมบัติของกระดาษหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมีค่าด้อยลง แต่สามารถยืดอายุกล้วยหอมทองภายในกล่องปิดสนิทเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซนต์ เมื่อบรรจุใส่กล่องเพื่อเป็นแผ่นรองกันกระแทกระหว่างหวีกล้วยและจำลองการขนส่ง พบว่าสามารถกันกระแทกได้ด้อยกว่าโฟมเล็กน้อย แต่ยังสามารถเพิ่มอายุการเก็บกล้วยหอมทองได้ 2 วัน

คำสำคัญ : แผ่นกันกระแทก / เยื่อหญ้าแฝก / เยื่อกระดาษหมุนเวียนใช้ใหม่ / กล้วยหอมทอง / อัลคิลคีทีนไดเมอร์

Thesis Title	Development of Cushioning Pad from Vetiver and Recycle Pulp Dipped in Potassium Permanganate for Extension of Banana cv. Hom Thong Shelf Life
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Nattapong Khun-Arsa
Thesis Advisors	Asst. Prof. Dr. Krittika Tanparsert
	Mr. Nitus Tipsotnaiyana
Program	Master of Science
Field of Study	Printing Technology
Department	Printing and Packaging Technology
Faculty	Industrial Education and Technology
B.E.	2553

Abstract

246780

Objective of these project are to study component of Vetiver pulp, study the effect of Alkyl Ketene Dimer ratio and the effect of potassium permanganate dipped Vetiver pulp on shelf life extension and cushioning properties for banana. Vetiver pulp had α-cellulose of 87.13%. The paper use in this experiment was the mixture of Vetiver and recycled pulp with the ratio of 50:50. Alkyl Ketene Dimer were added to the pulp prior to forming paper with the percentage of 0, 0.4 and 0.8 based on dry pulp weight. It was found that 0.4% Alkyl Ketene Dimer yielded the best result because properties of water absorption of alkyl ketene dimer had no statistically significant difference. This was then selected for making ethylene scavenging paper had properties of the paper after the dipping of potassium permanganate is compromised. It also helped extend the shelf life of banana placed in air-tight plastic box for 25%. When using it as a cushioning pad in banana transport box, it performed slightly poorer than the traditional form sheet after the transportation test. However, it extended the shelf life of banana for 2 days.

Keywords: Cushioning Pad / Vetiver Pulp / Recycle Pulp / Banana cv. Hom Thong Shelf Life / Alkyl Ketene Dimer

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์ของ ผศ.ดร กฤติกา ตันประเสริฐ และอาจารย์นิทัศน์ ทิพยโสตนัยนา ซึ่งเป็นที่ปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์นี้ อีกทั้งกรุณาให้แนวคิด คำแนะนำ วิธีการดำเนินการศึกษา ตลอดจนวิธีการดำเนินการทดลอง และให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยความเมตตามาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณ ดร. อุรวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์ ผู้ให้เกียรติเป็นประธานสอบวิทยานิพนธ์ และทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม แผนกเยื่อและกระดาษ ประจำกรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล และวิธีการทำการทดลอง จนสำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณสุรงค์ ด้วงเงิน หัวหน้าแผนกสนับสนุนการผลิต บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน) ที่อนุเคราะห์สารเคมีสำหรับใช้ในการทดลอง และขอขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากรทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ ที่ให้ความสนับสนุนตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายภาคภูมิ ตรีธรรมพินิจนางสาวนวรัตน์ ชุติภิญโญกุล นางสาวอภิญญา แสงศิริโรจน์ และนางสาวศรีกมลา โสภิตอาชาศักดิ์ ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือในขั้นตอนการทดลอง และผลักดันให้การวิจัยสำเร็จ คุณสมศรี บินรามัน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเอกสาร ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตั้งแต่เด็กจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งบุคลากรทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยครั้งนี้ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่เป็นกำลังใจตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ซ
รายการรูปประกอบ	ฌ

บทที่

1.	**บทนำ**	**1**
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
	1.3 สมมติฐานของโครงงาน	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 ขอบเขตของการวิจัย	3
	1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	4
	1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	4
2.	**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**5**
	2.1 ก๊าซเอทิลีน	5
	2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหญ้าแฝก	8
	2.3 กระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ	7
	2.4 คุณสมบัติของกระดาษ	17
	2.5 แผ่นกระดาษกันกระแทก	32
	2.6กล้วย	34
	2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. วิธีดำเนินการศึกษา **48**

3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 48

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัยและทดลอง 50

4. ผลการทดลอง **56**

4.1 การศึกษาผลองค์ประกอบของเยื่อหญ้าแฝก 56

4.2 ผลของอัตราส่วนระหว่างการใส่อัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง และต่อคุณสมบัติของกระดาษเยื่อหญ้าแฝกผสมเยื่อคราฟท์ 56

4.3 คุณสมบัติของกระดาษที่โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และคุณสมบัติในการชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง 62

4.4ความสามารถในการยืดอายุกล้วยหอมทองระหว่างการกระจายสินค้าของแผ่นกระดาษกันกระแทกจากเยื่อหญ้าแฝกผสมเยื่อคราฟท์ที่มีโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 71

5. สรุปและข้อเสนอแนะ **73**

5.1 สรุปผลการทดลอง 73

5.2 ข้อเสนอแนะ 74

เอกสารอ้างอิง **75**

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	**77**
ก. วัสดุและอุปกรณ์	77
ข. ภาพถ่ายจากการวิจัย	82
ค. ตารางแสดงค่าการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษเมื่อเติมสารอัลคิลคีทินไดเมอร์ในอัตราส่วนต่างๆ	95
ง. ตารางแสดงค่าการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอิ่มตัว	105
จ. ตารางเปรียบเทียบกล้วยระหว่างแผ่นกระดาษธรรมดากับกระดาษที่ชุบสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	111
ฉ. ผลการศึกษาการยืดอายุของผลผลิตทางการเกษตร (กล้วยหอมทอง)	114
ช. ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่	118
ประวัติผู้วิจัย	**124**

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	การแบ่งผักผลไม้ตามความสามารถในการสังเคราะห์เอธิลีน	7
2.2	สารเคมี สัญลักษณ์ และชื่อขั้นตอนการฟอกเยื่อ	13
3.1	อัตราส่วนการเติมสารต้านทานการซึมน้ำ	51
4.1	อัตราส่วนขององค์ประกอบเยื่อ	56
4.2	ผลการทดสอบความสามารถในการยืดอายุของกล้วยหอมทอง	68
4.3	ผลของกล้วยหอมทองหลังการทดสอบความต้านการสั่นสะเทือนของบรรจุภัณฑ์กันกระแทก	72
ค.1	ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight)	96
ค.2	ค่าความหนาของชิ้นทดสอบ (Thickness)	97
ค.3	แสดงค่าความหนาแน่นปรากฏ(Apparent density)	98
ค.4	ค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)	99
ค.5	ค่าความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)	100
ค.6	ค่าความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Strength)	101
ค.7	ค่าความต้านทานการดูดซับน้ำ (Cobb Test)	102
ค.8	ค่าความต้านทานการดูดซับไอน้ำ	102
ค.9	ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคำนวณทางสถิต(SPSS) เวอร์ชั่น 17	103
ง.1	แสดงค่าทดสอบคุณสมบัติกระดาษก่อนและหลังชุบสาร โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	106
ง.2	ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคำนวณทางสถิต(SPSS) เวอร์ชั่น 17	108
จ.1	แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยืดอายุของกล้วยหอมทอง	112
ฉ.1	ค่าเปลี่ยนสีของกล้วยหอมทอง	114
ฉ.2	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักกระดาษที่ทำการทดสอบการยืดอายุของกล้วยหอมทอง	115
ฉ.3	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกล้วยหอมทอง	116

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	การผลิตเยื่อเชิงกล	11
2.2	หม้อต้มเยื่อแบบเดี่ยว (Batch Digester)	12
2.3	หม้อต้มเยื่อแบบต่อเนื่อง (Continuous Digester)	12
2.4	แผนผังแสดงกระบวนการผลิตกระดาษ	14
2.5	เครื่องมือที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐาน	18
2.6	วิธีตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ (Formation)	19
2.7	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูการโค้งงอของกระดาษ	20
2.8	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยการฉีกกระดาษ	20
2.9	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยการพับกระดาษ	21
2.10	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูความทรงรูป	21
2.11	ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของกระดาษ	24
2.12	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความยืดของกระดาษ A และ B	26
2.13	รอยแตกของชิ้นทดสอบในการทดสอบความต้านแรงดันทะลุ	27
2.14	ระยะการสุกของกล้วย	37
2.15	การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทอง เพื่อการส่งออก	42
4.1	ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Basic weight) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่างๆ	56
4.2	ค่าความหนา (Thickness) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่างๆ	57
4.3	ค่าความหนาแน่นปรากฏ (Apparent Density) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่างๆ	57
4.4	ค่าดัชนีความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่างๆ	58
4.5	ค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Strength) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่าง ๆ	59
4.6	ค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่าง ๆ	60
4.7	ค่าการดูดซึมน้ำของกระดาษ (Cobb Test) ในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่าง ๆ	60
4.8	ค่าความต้านทานการดูดซับไอน้ำในอัตราส่วนของอัลคิลคีทีนไดเมอร์ต่าง ๆ	61

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.9	ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Basic weight) ก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	62
4.10	ค่านีความหนา (Thickness) ก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	62
4.11	กราฟแสดงค่าความหนาแน่นปรากฏก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	63
4.12	ค่าดัชนีความต้านแรงดึง (Tensile Strength) ก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	64
4.13	กราฟแสดงค่าความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength) ก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	64
4.14	ค่าการดูดซับน้ำของกระดาษ(Cobb Test)ก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	65
4.15	กราฟแสดงค่าการดูดซับไอน้ำก่อนและหลังชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	66
4.16	ค่าสีที่เปลี่ยนแปลงของกล้วยหอมทอง	68
4.17	น้ำหนักของกล้วยหอมทองก่อนและหลังทำการทดสอบการยืดอายุ	68
4.18	น้ำหนักของกระดาษก่อนและหลังทำการทดสอบการยืดอายุ	69
4.19	ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องทดลอง	70
ก.1	ต้นหญ้าแฝก	77
ก.2	กระดาษคราฟท์	77
ก.3	ถังใส่เยื่อ	77
ก.4	หม้อต้มเยื่อและเตาแก๊ส	77
ก.5	บีกเกอร์และหยอดหยด	78
ก.6	ถ้วยตวง	78
ก.7	ที่ใส่กระดาษ	78
ก.8	ถ้วยตวงน้ำเยื่อ	78
ก.9	เครื่องชั่งน้ำหนัก	79
ก.10	เครื่องปั่นน้ำเยื่อ	79
ก.11	เครื่อง Fash Screen	79
ก.12	เครื่อง Centrifugul Separator	79

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
ก.13	เครื่องปั่นกระจายเยื่อ	80
ก.14	เครื่องปั่นกวนเยื่อ	80
ก.15	เครื่องขึ้นแผ่นกระดาษ	80
ก.16	เครื่องอัดกระดาษ	80
ข.1	ตัดหญ้าแฝก	82
ข.2	นำหญ้าแฝกใส่หม้อต้ม	82
ข.3	เติมน้ำที่มีสาร NaOH	82
ข.4	เยื่อหญ้าแฝกที่ได้จากการต้ม	82
ข.5	นำเยื่อที่ต้มแล้วมาปั่นกระจายเยื่อ	83
ข.6	ปั่นแยกน้ำออกจากเยื่อ	83
ข.7	หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเยื่อ	83
ข.8	ต้มน้ำแป้งดัดแปลงประจุบวก	83
ข.9	น้ำแป้งที่ต้มได้	84
ข.10	ปั่นเยื่อหญ้าแฝกกับเยื่อคราฟท์ที่ 2000 รอบ	84
ข.11	ปั่นกวนน้ำเยื่อที่ค่าความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์	84
ข.12	ตวงน้ำเยื่อ	84
ข.13	เทน้ำเยื่อลงในเครื่องผลิตแผ่นกระดาษทดสอบ	85
ข.14	เยื่อที่ค้างอยู่บนตะแกรง	85
ข.15	นำกระดาษซับน้ำมาวางบนเยื่อ	85
ข.16	นำแผ่นเหล็กวงกลมเรียบมาวางทับกระดาษซับ	85
ข.17	นำ Couch roll มากลิ้งจำนวน 5 รอบ	86
ข.18	นำไปอัดรีดน้ำออก	86
ข.19	เปลี่ยนกระดาษซับแล้วไปอัดรีบน้ำอีกครั้ง	86
ข.20	นำไปประกบกับแผ่นเหล็กแล้ววางไว้ในที่ตระแกรงตาก	86
ข.21	นำแท่งเหล็กมาวางกดทับตะแกรง	87
ข.22	แผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตได้	87

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
ข.23	ชั่งสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	87
ข.24	นำมาใส่น้ำกลั่น	87
ข.25	โพแทสเซียมที่ทำการต้มแล้ว	88
ข.26	ขวดรูปชมพู่และกรวยกรอง	88
ข.27	เทโพแทสเซียมที่ทำการต้มแล้วเพื่อกรอง	88
ข.28	กรองโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	88
ข.29	โพแทสเซียมอิ่มตัวที่กรอง แล้ว ถาด และกระดาษที่จะทำการชุบ	89
ข.30	เทโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอิ่มตัว	89
ข.31	นำกระดาษทดสอบมาทำการชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอิ่มตัว	89
ข.32	แช่กระดาษเป็นเวลา 10 วินาที	89
ข.33	นำกระดาษที่ชุบแล้วมาอบ	90
ข.34	กระดาษที่ที่ทำการอบแล้ว	90
ข.35	เตรียมกล้วยหอมทอง	90
ข.36	ทำการบรรจุกล้วยหอมทอง	90
ข.37	บรรจุกล้วยหอมทองชั้นที่ 2	91
ข.38	ดูดอากาศออกจากถุง	91
ข.39	ขั้นตอนการทดสอบความต้านทานแรงสั่นสะเทือน	91
ข.40	ผลที่ได้จากการทดสอบกล้วยหอมทองที่บรรจุด้วยแผ่นโฟม	91
ข.41	ผลที่ได้จากการทดสอบกล้วยหอมทองที่บรรจุด้วยแผ่นกันกระแทก	92
ข.42	เปรียบเทียบผลผลที่ได้จากการทดสอบกล้วยหอมทอง ที่บรรจุวัสดุกันกระแทกกับแผ่นโฟม	92