

## เอกสารอ้างอิง

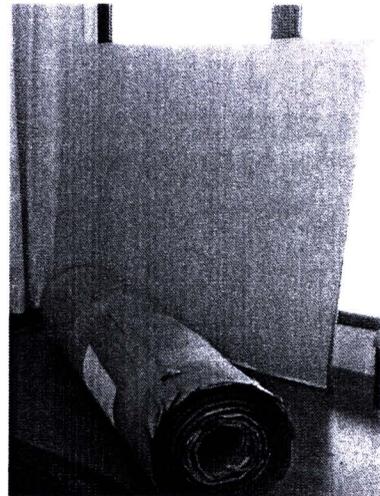
1. ผู้จัดการออนไลน์ , 2548, ผู้จัดการออนไลน์[online]Available: [http:// library.dip.go.th/multim5 /News/N01887.doc](http://library.dip.go.th/multim5/News/N01887.doc) [24 พฤศจิกายน 2552].
2. จิตติวรรณ วัฒนถนอมวงษ์ ปิยะฉัตร วงศ์ประดิษฐ์ และ ไพรัตน์ กิฬา, 2550, การชะลอการสุกของผลไม้โดยดูดซับก๊าซเอทิลีนด้วยถ้ำลอยผสมในกระดาศบรรจุภัณฑ์, โครงการงานวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 6-8.
3. ลัดดา สนิทอาร์ผล สสุชล ว่องวุฒิ และอาภาศรี ชุ่มทรัพย์ไพศาล, 2548, การผลิตกระดาศถนอมสายตาจากใบหญ้าแฝก, โครงการงานวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ และบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า ข-ค.
4. รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์, 2542, เอกสารการสอนชุดวิชาวัสดุทางการพิมพ์ (Printing Materials), พิมพ์ครั้งที่ 2, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, หน้า 1-82.
5. ปุ่น คงเจริญเกียรติ, สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541, บรรจุภัณฑ์อาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 1 ธันวาคม, บริษัท โรงพิมพ์หทัยเฮง จำกัด, หน้า 1-14, 91-94.
6. พรทวี พึ่งรัมย์ และอรรณู หาญสืบสาย, 2537, สารานุกรมเรื่องกระดาศพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, บริษัท ด้านสุทธากาพิมพ์ จำกัด, หน้า 69-70, 99-110.
7. เบญจมาศ ศิลาชัย, 2534, กล้วย, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
8. จริงแท้ ศิริพานิช, 2546, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
9. วิจิตร วังใน, 2530, กล้วย, สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

10. นิทัศน์ ทิพย์โสตนัยนา, 2548, การศึกษากระบวนการผลิตเยื่อกระดาษจากวัชพืชสามชนิดคือ ต้นหญ้าแฝกต้นรูปหญ้า และผักตบชวา, โครงการงานวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หน้า ข.
11. วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์ พรชัย ราชตะนระพันธ์ และ พิษญา บุญประสม, 2549, การศึกษาเบื้องต้นของการผลิตสารดูดซับเอทิลีน, ในงานสัมมนาวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว / หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 4, วันที่ 8-9 มิถุนายน 2549, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 54 - 57.
12. ธนา ธนเดชากุล เลอพงษ์ จารุพันธ์ และ งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2551 , การศึกษาเชิงเปรียบเทียบความสามารถของฟิล์มชีวฐานที่เคลือบทับค่างทับทิมเพื่อป้องกัน การเสื่อมสภาพในการกำจัดแก๊สเอทิลีน, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, 17 - 20 มีนาคม 2009, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
13. Ratanapat HUNSA-UDOM and Lerpong JARUPAN, 2008, Mechanical Properties of Oil Palm Pulp Sheets for Pulp-Molded Packaging : A Preliminary Study, *Journal of Metals, Materials and Minerals*, Vol.18 No.2 pp.229-232.
14. จูตินันท์ เกษนาค, ธีรพงศ์ ขุนอาสาและ ธนวิฑ ทองจันทร์มูล, 2550, การออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นรูปที่ผลิตจากเยื่อหญ้าแฝกผสมกับเยื่อกระดาษหมุนเวียนใช้ใหม่สำหรับกันกระแทกผลิตภัณฑ์เซรามิก โครงการงานวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 2.
15. วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์, พรชัย ราชตะนระพันธ์ และ พิษญา บุญประสม, 2550, การผลิตสารดูดซับเอทิลีนเพื่อยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทอง, การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 5, โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพฯ, 28-29 มิถุนายน 2550, หน้า 110.
16. TAPPI PRESS. (2000). **TAPPI TEST METHODS 1991 VOLUME ONE**, Fibrous Material and Pulp Testing T1-T270 and Paper & Paperboard Testing T400-T550, USA.

ภาคผนวก ก.  
วัสดุและอุปกรณ์



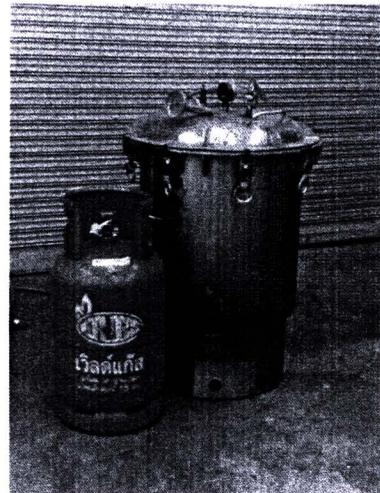
รูปที่ ก.1 ต้นหญ้าแฝก



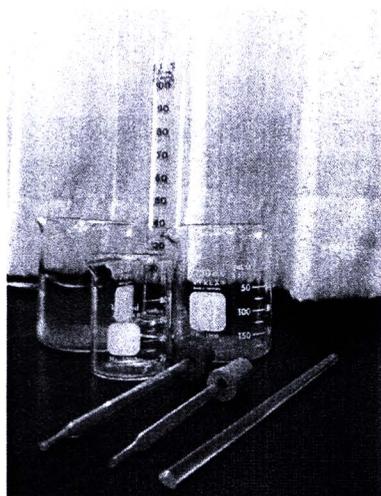
รูปที่ ก.2 กระดาษกราฟท์



รูปที่ ก.3 ถังใส่เยื่อ



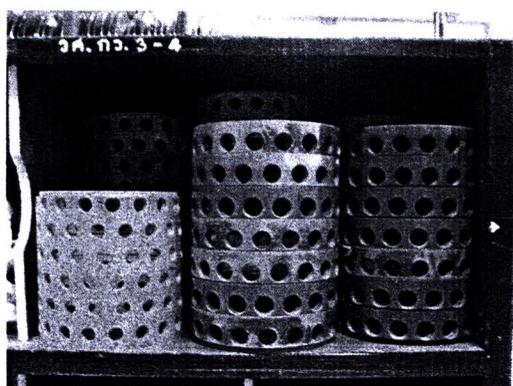
รูปที่ ก.4 หม้อต้มเยื่อและเตาแก๊ส



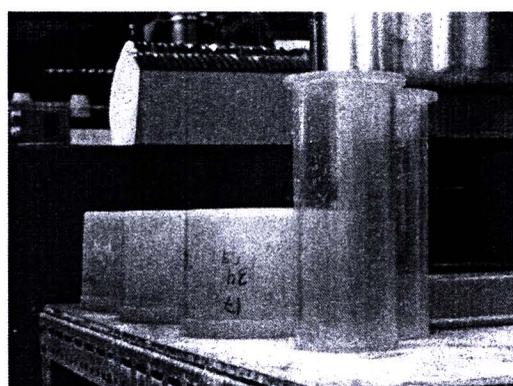
รูปที่ ก.5 ปีกเกอร์และหยอดหยด



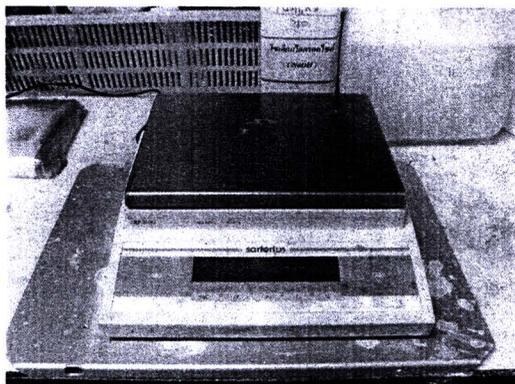
รูปที่ ก.6 ถ้วยตวง



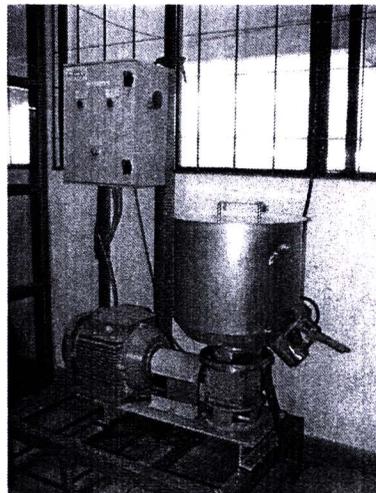
รูปที่ ก.7 ที่ใส่กระดาษ



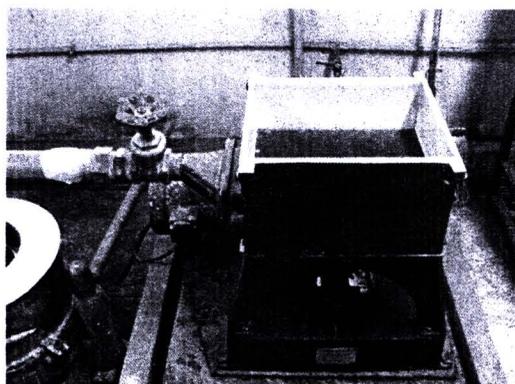
รูปที่ ก.8 ถ้วยตวงน้ำเชื้อ



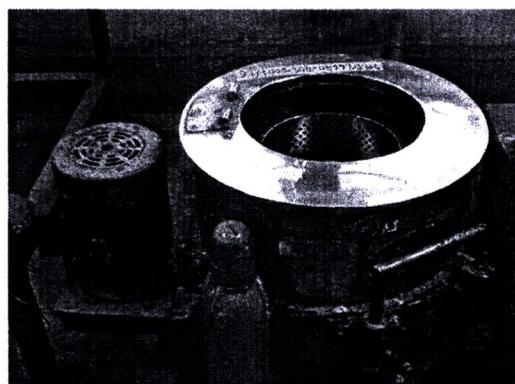
รูปที่ ก.9 เครื่องชั่งน้ำหนัก



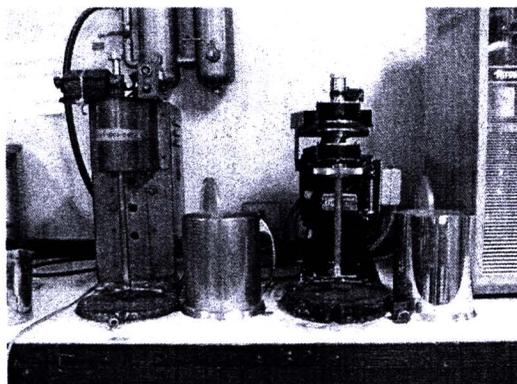
รูปที่ ก.10 เครื่องปั่นน้ำเชื้อ



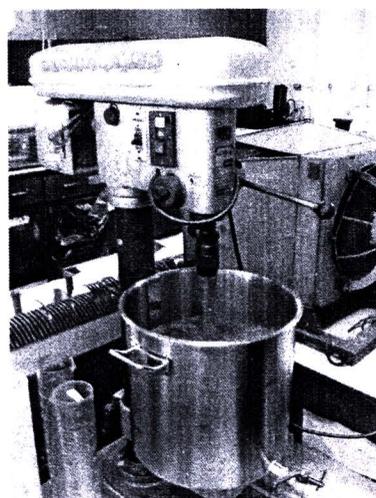
รูปที่ ก.11 เครื่อง Flash Screen



รูปที่ ก.12 เครื่อง Centrifugal Separator



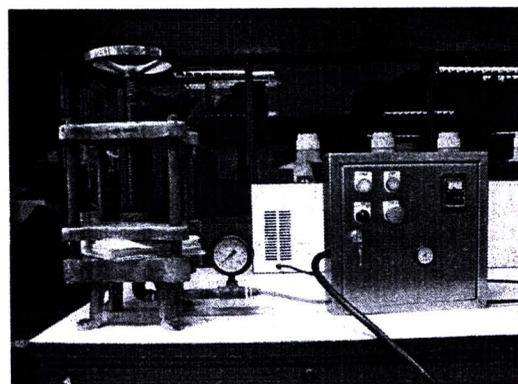
รูปที่ ก.13 เครื่องปั้นกระจายเชื้อ



รูปที่ ก.14 เครื่องปั้นกวนเชื้อ



รูปที่ ก.15 เครื่องขึ้นแผ่นกระดาษ



รูปที่ ก.16 เครื่องอัดกระดาษ

**ภาคผนวก ข.**  
**ภาพถ่ายจากการวิจัย**



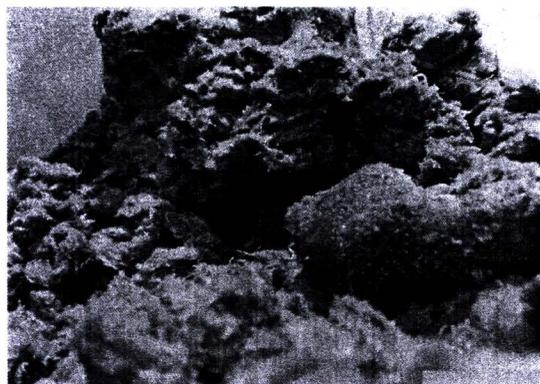
รูปที่ ข.1 ตัดหญ้าแฝก



รูปที่ ข.2 นำหญ้าแฝกใส่หม้อต้ม



รูปที่ ข.3 เติมน้ำที่มีสาร NaOH



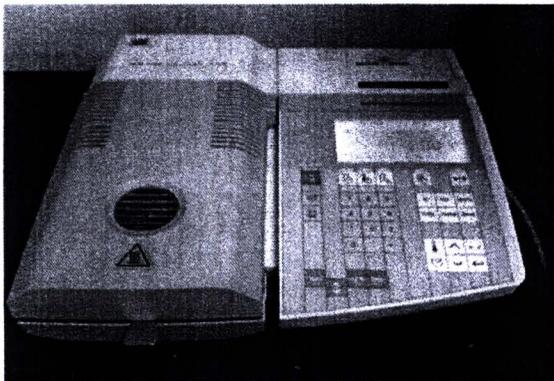
รูปที่ ข.4 เยื่อหญ้าแฝกที่ได้จากการต้ม



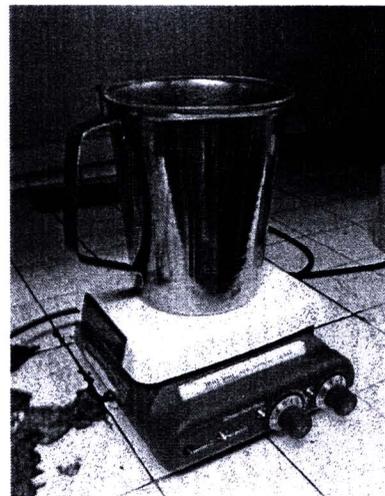
รูปที่ ข.5 นำเชื้อที่ต้มแล้วมาปั่นกระจายเชื้อ



รูปที่ ข.6 ปั่นแยกน้ำออกจากเชื้อ



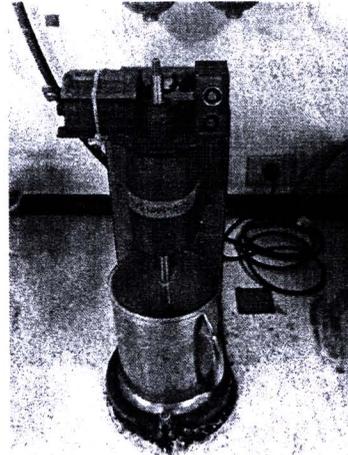
รูปที่ ข.7 หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเชื้อ



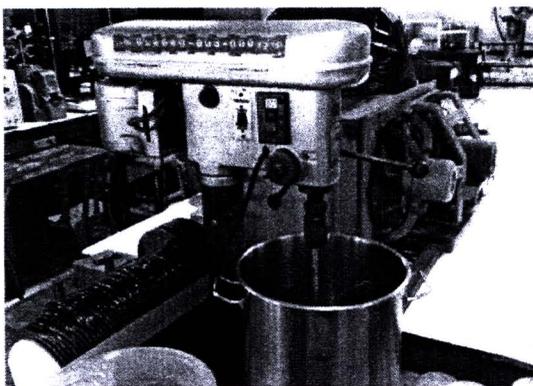
รูปที่ ข.8 ต้มน้ำแข็งตัดแปลงประจุบวก



รูปที่ ข.9 น้ำแข็งที่ต้มได้



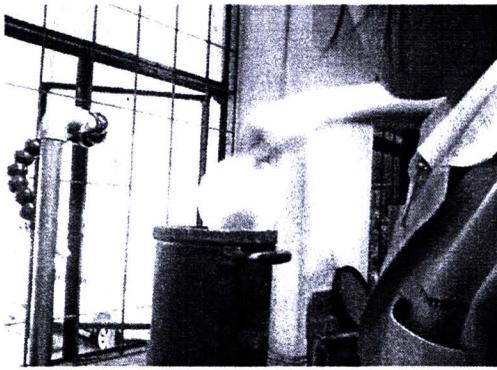
รูปที่ ข.10 ปั่นเชื้อหญาเพลิงกับเชื้อกราฟท์  
ที่ 2000 รอบ



รูปที่ ข.11 ปั่นกวนน้ำเชื้อที่



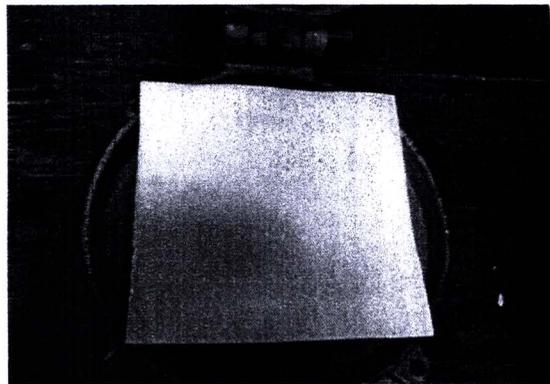
รูปที่ ข.12 ตวงน้ำเชื้อ



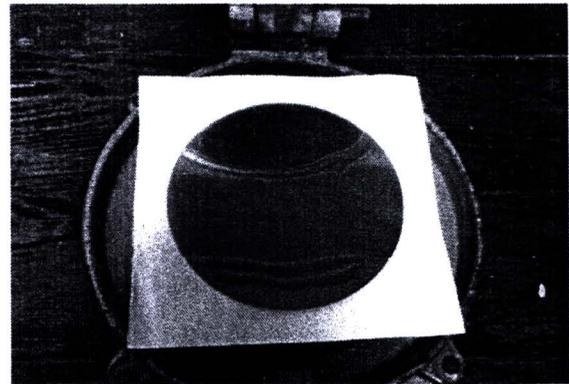
รูปที่ ข.13 เหน้้ำเ่ล่งใน เครื่องผลิต  
แผ่นกระดาษทดสอบ



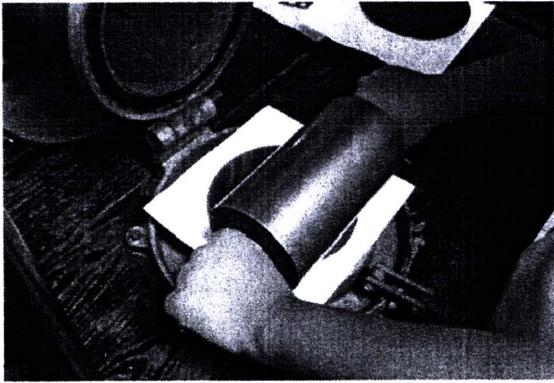
รูปที่ ข.14 เ่ล่ที่ค้ำงอยู่บนตะแกรง



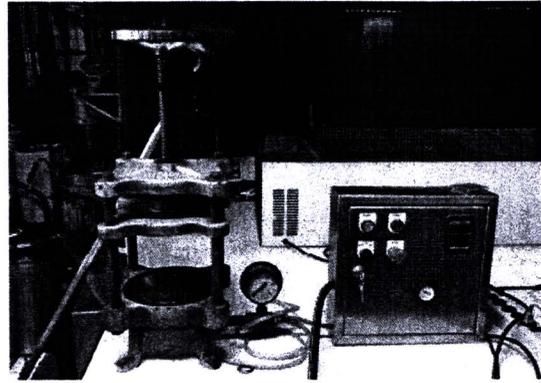
รูปที่ ข.15 นำกระดาษซับน้ำมาวางบนเ่ล่



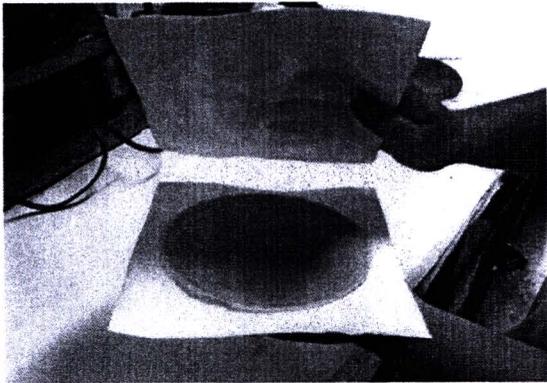
รูปที่ ข.16 นำแผ่นเหล็กวงกลมเรียบมาวาง  
ทับกระดาษซับ



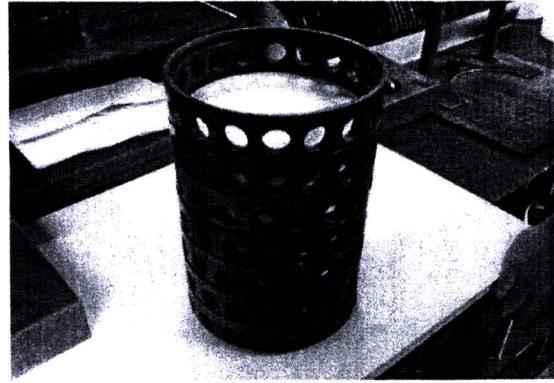
รูปที่ ข.17 นำ Couch roll มากถึงจำนวน 5 รอบ



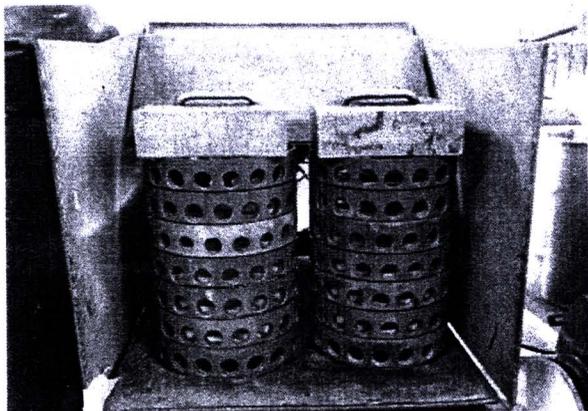
รูปที่ ข.18 นำไปอัดรีดน้ำออก



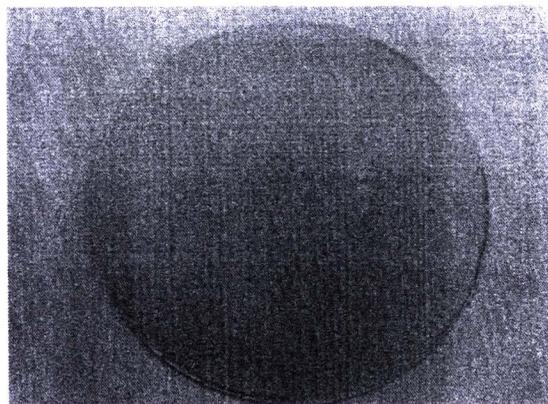
รูปที่ ข.19 เปลี่ยนกระดาษซับแล้ว  
ไปอัดรีดน้ำอีกครั้ง



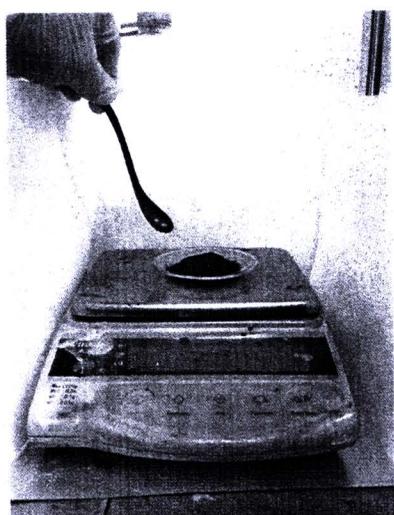
รูปที่ ข.20 นำไปประกบกับแผ่นเหล็กแล้ว  
วางไว้ในที่ตระแกรงตาก



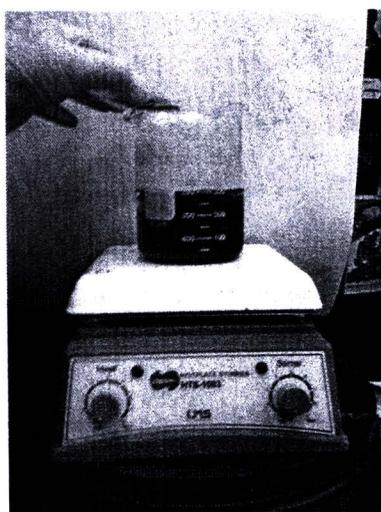
รูปที่ ข.21 นำแท่งเหล็กมาวางกดทับตะแกรง



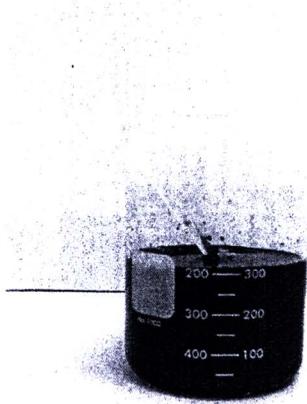
รูปที่ ข.22 แผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตได้



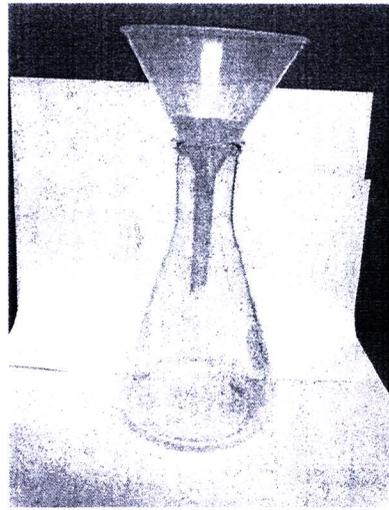
รูปที่ ข.23 ชั่งสาร โฟแทสเซียมเปอร์แมงกานेट



รูปที่ ข.24 นำมาใส่น้ำกลั่น



รูปที่ ข.25 โฟแทสเซียมที่ทำการต้มแล้ว



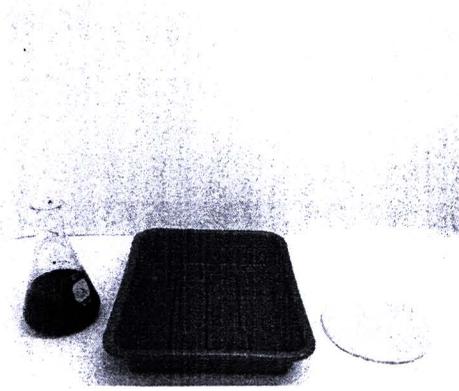
รูปที่ ข.26 ขวดรูปชมพู่และกรวยกรอง



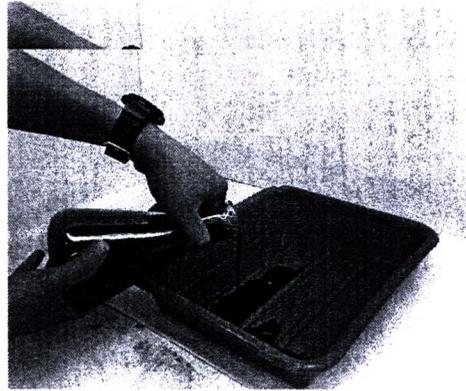
รูปที่ ข.27 เทโพแทสเซียมที่ทำการต้มแล้วเพื่อกรอง



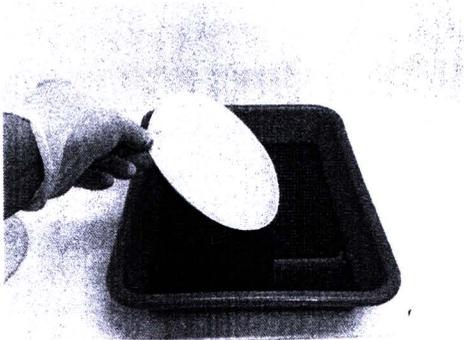
รูปที่ ข.28 กรองโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต



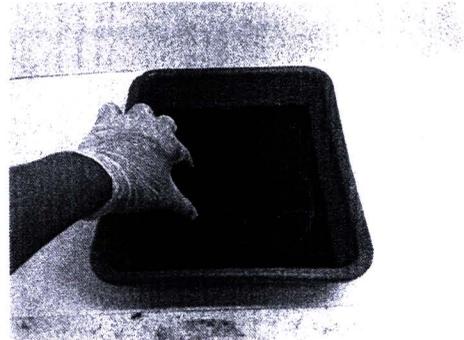
รูปที่ ข.29 โฟแทสเชื่อมอิมตัวที่กรอง  
แล้ว ถาด และกระดาษที่จะทำการชุบ



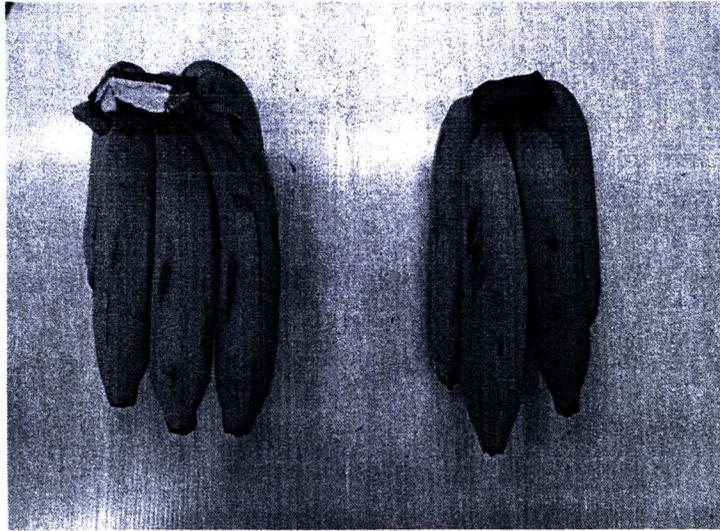
รูปที่ ข.30 เทโฟแทสเชื่อมเปอร์  
แมงกานีสอิมตัว



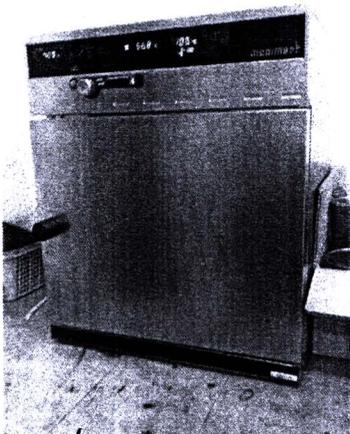
รูปที่ ข.31 นำกระดาษทดสอบมาทำการชุบ  
โฟแทสเชื่อมเปอร์แมงกานีสอิมตัว



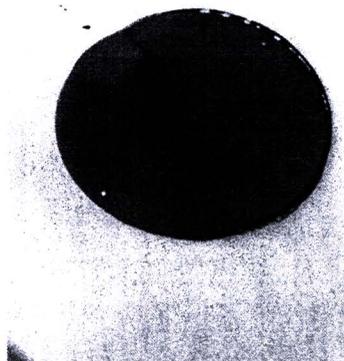
รูปที่ ข.32 แช่กระดาษเป็นเวลา 10 วินาที



รูปที่ ข.42 เปรียบเทียบผลผลที่ได้จากการทดสอบกล้วยหอมทองที่บรรจุวัสดุกันกระแทกกับแผ่น โฟม



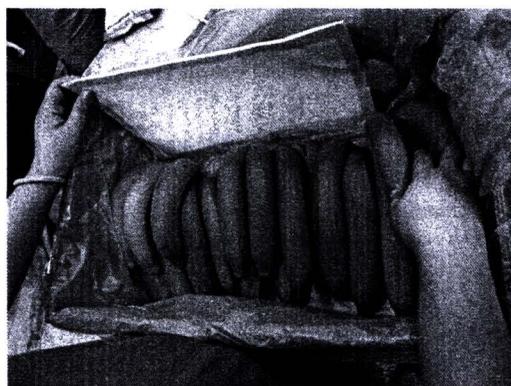
รูปที่ ข.33 นำกระดวยที่ซุบแล้วมาอบ



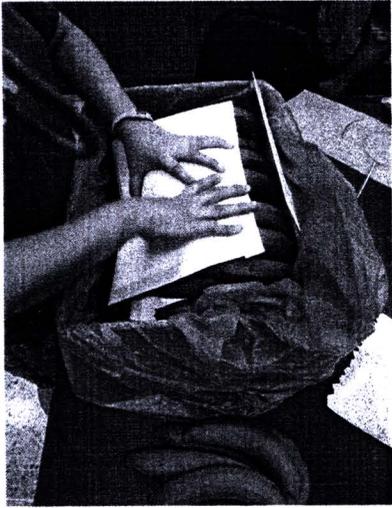
รูปที่ ข.34 กระดวยที่ทำการอบแล้ว



รูปที่ ข.35 เตรียมกล้วยหอมทอง



รูปที่ ข.36 ทำการบรรจุกล้วยหอมทอง



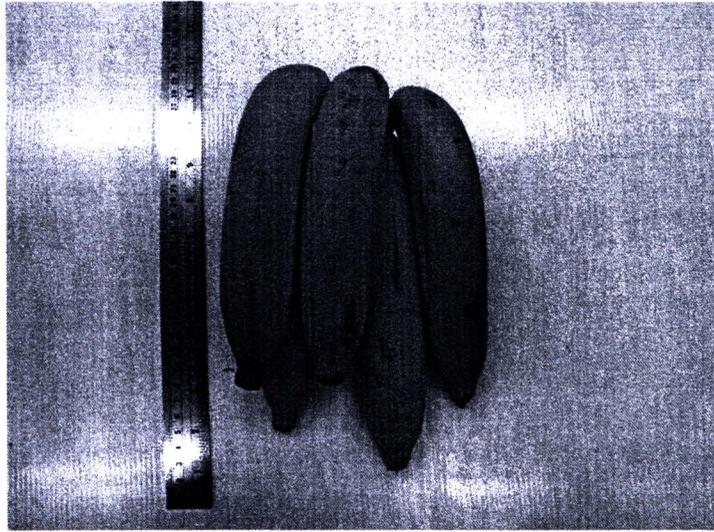
รูปที่ ข.37 บรรจุกล้วยหอมทองชั้นที่ 2



รูปที่ ข.38 ดูคอกาสออกจากถูง



รูปที่ ข.39 ขั้นตอนการทดสอบความต้านทานแรงสั่นสะเทือน



รูปที่ ข.40 ผลที่ได้จากการทดสอบกล้วยหอมทองที่บรรจุด้วยแผ่นโฟม



รูปที่ ข.41 ผลที่ได้จากการทดสอบกล้วยหอมทองที่บรรจุด้วยแผ่นกันกระแทก

**ภาคผนวก ก.**

**ตารางแสดงค่าการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษเมื่อเติม  
สารอัลคิลคีทีนไคเมอร์ในอัตราส่วนต่างๆ**

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐาน ( Basic Weight)

น้ำหนักมาตรฐาน ( g/m <sup>2</sup> )			
แผ่นทดสอบ	AKD 0 %	AKD 0.4 %	AKD 0.8 %
1	2.4509	2.3100	2.46
2	2.4555	2.4473	2.42
3	2.4560	2.4738	2.48
4	2.4593	2.4820	2.48
5	2.4168	2.5964	2.50
6	2.3392	2.4257	2.38
7	2.5478	2.4375	2.53
8	2.3688	2.5398	2.51
9	2.5898	2.4417	2.53
10	2.6120	2.4735	2.49
จำนวนครั้ง	10	10	10
XBAR (10)	2.4696	2.46	2.4780
S.D (10)	0.0892	0.0749	0.0476
ค่าสูงสุด	2.5898	2.5964	2.5300
ค่าต่ำสุด	2.3392	2.3100	2.3800
รายงานผลการทดสอบ	123.48	123.14	123.90

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความหนาของชั้นทดสอบ (Thickness)

ความหนา(mm.)			
แผ่นทดสอบ	AKD 0 %	AKD 0.4 %	AKD 0.8 %
1	0.24	0.23	0.24
2	0.24	0.24	0.23
3	0.23	0.23	0.24
4	0.23	0.23	0.23
5	0.23	0.23	0.24
6	0.23	0.24	0.23
7	0.23	0.21	0.23
8	0.24	0.23	0.23
9	0.23	0.23	0.24
10	0.23	0.23	0.25
จำนวนครั้ง	10	10	10
XBAR (10)	0.2330	0.2300	0.2360
S.D (10)	0.0048	0.0082	0.0070
ค่าสูงสุด	0.2400	0.2400	0.2400
ค่าต่ำสุด	0.2300	0.2100	0.2300
รายงานผลการทดสอบ	0.2330	0.2300	0.2360

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความหนาแน่นปรากฏ(Apparent density)

ความหนาแน่นปรากฏ (kg/m <sup>3</sup> )			
แผ่นทดสอบ	AKD 0 %	AKD 0.4 %	AKD 0.8 %
1	510.60	545.65	512.50
2	511.56	530.69	526.09
3	533.91	559.52	516.67
4	534.63	561.30	539.13
5	547.13	564.43	520.83
6	552.00	547.02	517.39
7	553.87	627.98	550.00
8	535.17	573.87	545.65
9	563.00	617.76	527.08
10	567.83	624.67	498.00
จำนวนครั้ง	10	10	10
XBAR (10)	540.9703	575.2902	525.3344
S.D (10)	19.5594	35.3544	15.9357
ค่าสูงสุด	563.0000	627.9762	550.0000
ค่าต่ำสุด	510.6042	530.6875	498.0000
รายงานผลการทดสอบ	540.9703	575.2902	525.3344

ตารางที่ ก.4 แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)

ดัชนีความต้านทานแรงดึง(N.m/g)			
ตัวอย่าง	อัตราส่วน AKD 0%	อัตราส่วน AKD 0.4 %	อัตราส่วน AKD 0.8%
1	24.310	41.21	36.040
2	24.220	36.080	35.750
3	25.580	38.38	33.63
4	25.860	39.63	37.670
5	25.860	37.670	38.920
6	27.390	40.29	35.500
7	26.560	37.670	38.920
จำนวนครั้ง	7	7	7
XBAR (10)	25.6829	38.7043	36.6329
S.D (10)	1.1388	1.7693	1.9566
ค่าสูงสุด	27.3900	41.2100	38.9200
ค่าต่ำสุด	24.2200	36.0800	33.6300
รายงานผลการทดสอบ	13.2243	23.3471	33.2386



ตารางที่ ค.5 แสดงค่าความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)

ดัชนีต้านแรงดันทะลุ			
แผ่นทดสอบ	AKD 0 %	AKD 0.4 %	AKD 0.8 %
1	219.2	231.1	243.6
2	212.5	251.3	243.6
3	232.5	226.9	246.6
4	216.5	248.0	240.1
5	217.2	229.3	264.8
6	214.9	245.3	243.9
7	228.7	251.5	247.2
8	213.4	235.5	254.7
9	228.2	248.8	242.8
10	217.5	243.2	244.7
จำนวนครั้ง	10	10	10
XBAR (10)	220.0600	241.09	247.2000
S.D (10)	7.0863	9.5067	7.2969
ค่าสูงสุด	232.5000	251.5000	264.8000
ค่าต่ำสุด	212.5000	226.9000	240.1000
รายงานผลการทดสอบ	1.75	1.82	1.90

ตารางที่ ค.6 แสดงค่าความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Strength)

ดัชนีต้านทานแรงฉีกขาด(mN.m <sup>2</sup> /g)			
แผ่นทดสอบ	AKD 0 %	AKD 0.4 %	AKD 0.8 %
1	736.5	746.2	775.0
2	736.5	756.0	785.3
3	775.6	756.8	795.1
4	775.6	800.6	804.8
5	795.1	775.6	804.8
6	795.1	795.1	814.5
7	804.8	795.1	814.5
8	804.8	804.8	863.0
9	833.9	843.8	959.3
10	833.9	901.7	968.9
จำนวนครั้ง	10	10	10
XBAR (10)	789.1800	797.57	838.5200
S.D (10)	34.1191	46.6259	70.2112
ค่าสูงสุด	833.9000	843.8000	959.3000
ค่าต่ำสุด	736.5000	746.2000	775.0000
รายงานผลการทดสอบ	6.58	6.65	6.99

ตารางที่ ค.7 แสดงค่าความต้านทานการดูดซับน้ำ (Cobb Test)

ตัวอย่าง	ความต้านทานการดูดน้ำ (กรัม)								
	อัตราส่วน AKD 0%			อัตราส่วน AKD 0.4%			อัตราส่วน AKD 0.8%		
	น้ำหนักก่อนการทดลอง	ค่าความต่าง	น้ำหนักหลังการทดสอบ	น้ำหนักก่อนการทดลอง	ค่าความต่าง	น้ำหนักหลังการทดสอบ	น้ำหนักก่อนการทดลอง	ค่าความต่าง	น้ำหนักหลังการทดสอบ
1	0.30	0.49	0.79	0.35	0.10	0.45	0.43	0.07	0.50
2	0.30	0.46	0.76	0.38	0.10	0.48	0.35	0.10	0.45
3	0.30	0.47	0.77	0.34	0.09	0.43	0.35	0.09	0.47
4	0.31	0.41	0.72	0.34	0.09	0.43	0.35	0.08	0.46
5	0.34	0.40	0.74	0.33	0.06	0.39	0.36	0.08	0.44
6	0.34	0.35	0.69	0.36	0.09	0.45	0.35	0.06	0.46
7	0.28	0.40	0.68	0.36	0.10	0.46	0.41	0.09	0.50
8	0.29	0.37	0.66	0.37	0.09	0.46	0.39	0.07	0.45
จำนวนครั้ง	8			8			8		
XBAR (10)	0.7263	0.4188	0.7263	0.4438	0.0900	0.4438	0.3875	0.0825	0.4700
S.D (10)	0.0497			0.0131			0.0184		
ค่าสูงสุด	0.3400	0.4900	0.7900	0.3800	0.1000	0.4800	0.4300	0.1000	0.5000
ค่าต่ำสุด	0.2800	0.3500	0.6600	0.3300	0.0600	0.3900	0.3600	0.0700	0.4400
ค่าเฉลี่ยรวมการทดสอบ	ค่าเฉลี่ย 19.4%			ค่าเฉลี่ย 25.7%			ค่าเฉลี่ย 25.7%		

ตารางที่ ค.9 แสดงค่าความต้านทานการดูดซับไอน้ำ

AKD	วันที่	ค่าความต้านทานการดูดซึมไอน้ำ											
		อัตราส่วน AKD 0%			อัตราส่วน AKD 0.4%			อัตราส่วน AKD 0.8%					
		น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง	ค่าความต่าง	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง	ค่าความต่าง	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง	ค่าความต่าง			
1	2.46	0.34	0.34	0.43	2.48	0.21	0.35	0.35	2.46	0.04	0.13	0.15	
2	2.51	0.04	0.13	0.22	2.47	0.14	0.19	0.22	2.42	0.06	0.11	0.18	
3	2.48	0.07	0.25	0.25	2.48	0.1	0.19	0.28	2.48	0.04	0.22	0.22	
4	2.38	0.05	0.23	0.32	2.52	0.01	0.14	0.23	2.48	0.11	0.11	0.12	
5	2.50	0.15	0.33	0.33	2.48	0.27	0.27	0.27	2.50	0.08	0.11	0.15	
เฉลี่ย	2.466			0.31	2.486			0.27	2.468			0.164	
จำนวนครั้ง	5			5			5						
XBAR (10)	2.4660			0.28			0.29						
S.D (10)	0.0815			0.3724			0.3600						
ค่าสูงสุด	0.4300			0.3500			0.2200						
ค่าต่ำสุด	0.2200			0.2200			0.1200						
ค่าเฉลี่ยรวมการทดสอบ	ค่าเฉลี่ย 12.57%			ค่าเฉลี่ย 10.26%			ค่าเฉลี่ย 7.04%						

ตารางที่ ค.10 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติ(SPSS) เวอร์ชัน 17

LSD

Dependent Variable	(J)		95% Confidence Interval				
	(I) AKD	AKD	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Basis_weight	.00	.40	-.12316 <sup>*</sup>	.03696	.003	-.1990	-.0473
		.80	.04161	.03696	.270	-.0342	.1174
	.40	.00	.12316 <sup>*</sup>	.03696	.003	.0473	.1990
		.80	.16477 <sup>*</sup>	.03696	.000	.0889	.2406
	.80	.00	-.04161	.03696	.270	-.1174	.0342
		.40	-.16477 <sup>*</sup>	.03696	.000	-.2406	-.0889
Thickness	.00	.40	.00300	.00304	.333	-.0032	.0092
		.80	-.00300	.00304	.333	-.0092	.0032
	.40	.00	-.00300	.00304	.333	-.0092	.0032
		.80	-.00600	.00304	.059	-.0122	.0002
	.80	.00	.00300	.00304	.333	-.0032	.0092
		.40	.00600	.00304	.059	-.0002	.0122
Apparent_density	.00	.40	-34.31990 <sup>*</sup>	11.21443	.005	-57.3300	-11.3098
		.80	15.63587	11.21443	.175	-7.3742	38.6460
	.40	.00	34.31990 <sup>*</sup>	11.21443	.005	11.3098	57.3300
		.80	49.95577 <sup>*</sup>	11.21443	.000	26.9457	72.9659
	.80	.00	-15.63587	11.21443	.175	-38.6460	7.3742
		.40	-49.95577 <sup>*</sup>	11.21443	.000	-72.9659	-26.9457
Tear_index	.00	.40	-5.89000	23.54196	.804	-54.1941	42.4141
		.80	-49.34000 <sup>*</sup>	23.54196	.046	-97.6441	-1.0359
	.40	.00	5.89000	23.54196	.804	-42.4141	54.1941
		.80	-43.45000	23.54196	.076	-91.7541	4.8541
	.80	.00	49.34000 <sup>*</sup>	23.54196	.046	1.0359	97.6441
		.40	43.45000	23.54196	.076	-4.8541	91.7541
Burst_index	.00	.40	-.07800 <sup>*</sup>	.03300	.026	-.1457	-.0103
		.80	-.24800 <sup>*</sup>	.03300	.000	-.3157	-.1803
	.40	.00	.07800 <sup>*</sup>	.03300	.026	.0103	.1457
		.80	-.17000 <sup>*</sup>	.03300	.000	-.2377	-.1023
	.80	.00	.24800 <sup>*</sup>	.03300	.000	.1803	.3157
		.40	.17000 <sup>*</sup>	.03300	.000	.1023	.2377

ตารางที่ ค.10 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติ(SPSS) เวอร์ชัน 17(ต่อ)

Tensile_index	.00	.40	-13.50625*	.82363	.000	-15.2191	-11.7934
		.80	-11.04750*	.82363	.000	-12.7603	-9.3347
	.40	.00	13.50625*	.82363	.000	11.7934	15.2191
		.80	2.45875*	.82363	.007	.7459	4.1716
	.80	.00	11.04750*	.82363	.000	9.3347	12.7603
		.40	-2.45875*	.82363	.007	-4.1716	-7.459
Cobb_Test	.00	.40	.51625*	.01453	.000	.4860	.5465
		.80	.52375*	.01453	.000	.4935	.5540
	.40	.00	-.51625*	.01453	.000	-.5465	-.4860
		.80	.00750	.01453	.611	-.0227	.0377
	.80	.00	-.52375*	.01453	.000	-.5540	-.4935
		.40	-.00750	.01453	.611	-.0377	.0227
Moisture_absorption	.00	.40	.04000	.03782	.311	-.0424	.1224
		.80	.14600*	.03782	.002	.0636	.2284
	.40	.00	-.04000	.03782	.311	-.1224	.0424
		.80	.10600*	.03782	.016	.0236	.1884
	.80	.00	-.14600*	.03782	.002	-.2284	-.0636
		.40	-.10600*	.03782	.016	-.1884	-.0236

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**ภาคผนวก ง.**

**ตารางแสดงค่าการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษ  
ก่อนและหลังขุบสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอิมตัว**

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าทดสอบคุณสมบัติกระดาษก่อนและหลังชุบสาร โฟแทสเซียมเปอร์เมงกาเนต

ตัวอย่าง	น้ำหนักมาตรฐาน (g/m <sup>2</sup> )		ความหนา(mm)		ความหนาแน่นปรากฏ(g/m <sup>3</sup> )	
	อัตราส่วน AKD 0.4%		อัตราส่วน AKD 0.4%		อัตราส่วน AKD 0.4%	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	2.64	3.01	0.24	0.24	550.00	627.08
2	2.66	2.93	0.25	0.25	532.00	586.00
3	2.53	2.83	0.23	0.23	550.00	615.22
4	2.49	2.97	0.24	0.24	518.75	618.75
5	2.56	2.94	0.24	0.24	533.33	612.50
6	2.66	3.04	0.25	0.25	532.00	608.00
7	2.49	2.99	0.24	0.24	518.75	622.92
จำนวนครั้ง	7	7	7	7	7	7
XBAR (10)	2.5757	2.9586	0.2414	0.2414	533.5476	612.9239
S.D (10)	0.0768	0.0684	0.0069	0.0069	12.8071	13.4714
ค่าสูงสุด	2.6600	3.0400	0.2500	0.2500	550.0000	627.0833
ค่าต่ำสุด	2.4900	2.8300	0.2300	0.2300	518.7500	586.0000
รายงานผลการทดสอบ	128.7857	147.9286	0.2414	0.2414	533.5476	612.9239

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าทดสอบคุณสมบัติกระดาษก่อนและหลังชุบสาร โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต  
(ต่อ)

ตัวอย่าง	ดัชนีความต้านทานแรงดึง(N.m/g)		ดัชนีค่าต้านทานแรงดันทะลุ(kPa.m <sup>2</sup> /g)	
	อัตราส่วน AKD 0.4%		อัตราส่วน AKD 0.4%	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	41.21	24.14	2.64	2.7
2	36.08	25.31	2.66	2.74
3	38.38	20.49	2.53	2.68
4	39.63	22.25	2.49	2.74
5	37.67	24.00	2.56	2.80
6	40.29	23.24	2.66	2.7
7	37.67	24.00	2.49	2.89
จำนวนครั้ง	7	7	7	7
XBAR (10)	38.7043	23.3471	2.5757	2.7500
S.D (10)	1.7693	1.5659	0.0768	0.0733
ค่าสูงสุด	41.2100	25.3100	2.6600	2.8900
ค่าต่ำสุด	36.0800	20.4900	2.4900	2.6800
รายงานผลการทดสอบ	1935.21	1167.36	2.58	2.75

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าทดสอบคุณสมบัติกระดาษก่อนและหลังชุบสาร โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต  
(ต่อ)

ตัวอย่าง	ค่าการดูดการซึบน้ำ(เปอร์เซ็นต์)			ค่าการดูดการซึบไอน้ำ(เปอร์เซ็นต์)			
	อัตราส่วน AKD 0.4%			น้ำหนักก่อนการทดลอง	อัตราส่วน AKD 0.4%		
	น้ำหนักก่อนการทดลอง	ค่าความต่าง	น้ำหนักหลังการทดลอง		ทดลอง	1	2
1	0.36	0.11	0.47	2.54	0.16	0.26	0.26
2	0.40	0.09	0.49	2.53	0.14	0.22	0.22
3	0.36	0.20	0.56	2.42	0.1	0.19	0.28
4	0.45	0.04	0.49	2.47	0.08	0.14	0.23
5	0.42	0.11	0.53	2.56	0.13	0.27	0.27
6							
7							
จำนวนครั้ง	5	5	5	5			
XBAR (10)	0.3980	0.0688	0.5080	0.25			
S.D (10)	0.0579			0.0579			
ค่าสูงสุด	0.4500	0.2000	0.5600	0.2800			
ค่าต่ำสุด	0.3600	0.0400	0.4900	0.2200			
รายงานผลการทดสอบ	เพิ่มขึ้น 25.71			เพิ่มขึ้น 10.06			

ตารางที่ ง.2 ผลการวิเคราะห์จาก โปรแกรมคำนวณทางสถิติ(SPSS) เวอร์ชัน 17

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
Basis_weight	Equal variances assumed	.061	.809	-4.308
	Equal variances not assumed			-4.308
Thickness	Equal variances assumed	.000	1.000	.000
	Equal variances not assumed			.000
Apparent_density	Equal variances assumed	.002	.969	-11.298
	Equal variances not assumed			-11.298
Tensile_index	Equal variances assumed	.323	.580	17.197
	Equal variances not assumed			17.197
Burst_index	Equal variances assumed	.302	.593	-13.560
	Equal variances not assumed			-13.560
Cobb_Test	Equal variances assumed	2.046	.178	-.909
	Equal variances not assumed			-.909
Moisture_absorption	Equal variances assumed	.089	.773	.120
	Equal variances not assumed			.120

ตารางที่ ง.2 ผลการวิเคราะห์จาก โปรแกรมคำนวณทางสถิติ(SPSS) เวอร์ชั่น 17(ต่อ)

		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Basis_weight	Equal variances assumed	12	.001	-.15143
	Equal variances not assumed	11.340	.001	-.15143
Thickness	Equal variances assumed	12	1.000	.00000
	Equal variances not assumed	12.000	1.000	.00000
Apparent_density	Equal variances assumed	12	.000	-79.37629
	Equal variances not assumed	11.969	.000	-79.37629
Tensile_index	Equal variances assumed	12	.000	15.35714
	Equal variances not assumed	11.825	.000	15.35714
Burst_index	Equal variances assumed	12	.000	-.80645
	Equal variances not assumed	9.611	.000	-.80645
Cobb_Test	Equal variances assumed	12	.381	-.01714
	Equal variances not assumed	7.040	.393	-.01714
Moisture_absorption	Equal variances assumed	8	.908	.00200
	Equal variances not assumed	7.985	.908	.00200

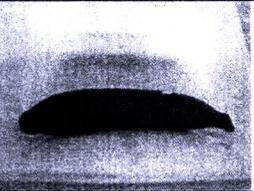
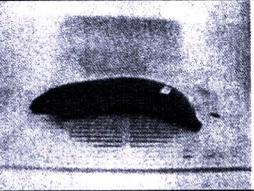
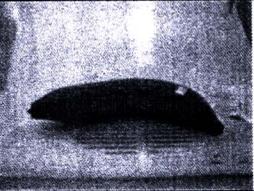
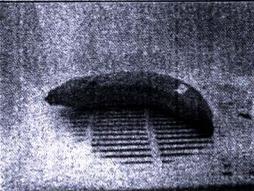
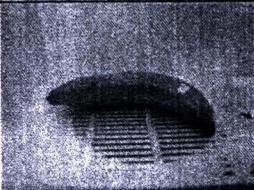
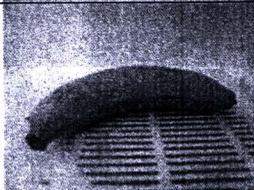
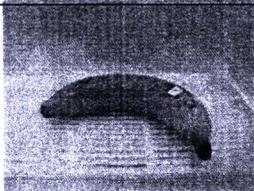
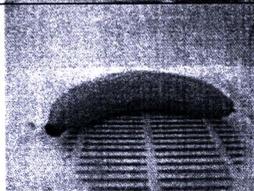
ตารางที่ ๓.2 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติ(SPSS) เวอร์ชัน 17(ต่อ)

		t-test for Equality of Means		
		Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			Lower	Upper
Basis_weight	Equal variances assumed	.03515	- .22801	-.07485
	Equal variances not assumed	.03515	-.22851	-.07435
Thickness	Equal variances assumed	.00369	-.00804	.00804
	Equal variances not assumed	.00369	-.00804	.00804
Apparent_density	Equal variances assumed	7.02547	-94.68349	-64.06910
	Equal variances not assumed	7.02547	-94.68782	-64.06477
Tensile_index	Equal variances assumed	.89301	13.41143	17.30285
	Equal variances not assumed	.89301	13.40824	17.30604
Burst_index	Equal variances assumed	.05947	-.93603	-.67687
	Equal variances not assumed	.05947	-.93969	-.67321
Cobb_Test	Equal variances assumed	.01886	-.05824	.02395
	Equal variances not assumed	.01886	-.06169	.02741
Moisture_absorption	Equal variances assumed	.01673	-.03659	.04059
	Equal variances not assumed	.01673	-.03660	.04060

**ภาคผนวก จ.**

ตารางเปรียบเทียบกั้วระหว่างแผ่นกระดาษธรรมดา  
กับกระดาษที่ชุบสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ตารางที่ จ.1 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยืดอายุของกล้วยหอมทอง

ตัวอย่าง วันที่	กระดาษที่ไม่ได้ชุบ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอิมตัว	กระดาษที่ชุบ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอิมตัว
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

**ภาคผนวก ฉ.**

**ผลการศึกษาระยะอายุของผลผลิตทางการเกษตร (กล้วยหอมทอง)**



**ภาคผนวก ฉ.**

ผลการศึกษาระยะอายุของผลผลิตทางการเกษตร (กล้วยหอมทอง)

ตารางที่ ๑.1 แสดงค่าเปลี่ยนสีของกล้วยหอมทอง

ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยหอมทอง								
กล่องที่ไม่มีการกระตาศุบสารละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต					กล่องที่มีการบรรจุกระตาศุบสารละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต			
วันที่	L*	a*	b*	ค่าความต่าง ของสี ( $\Delta E$ )	L*	a*	b*	ค่าความต่าง ของสี ( $\Delta E$ )
1	37	-22	35	0	27	-20	24	0
	37	-21	38		31	-23	30	
	37	-25	36		34	-20	23	
เฉลี่ย	37	-22.67	36.33		30.67	-21.00	25.67	
2	38	-20	30	13.99	31	-15	21	9.26
	32	-14	26		36	-12	29	
	30	-12	19		30	-11	16	
เฉลี่ย	33.33	-15.33	25		32.33	-12.67	22.00	
3	49	-7	40	20.19	31	-10	39	11.58
	41	1	27		46	-13	30	
	43	-6	35		43	-11	38	
เฉลี่ย	44.33	-4	34		40.00	-11.33	35.67	
4	46	3	38	24.68	44	-4	42	16.75
	45	1	35		46	-7	35	
	44	-2	38		37	-2	27	
เฉลี่ย	45	0.67	37		42.33	-4.33	34.67	
5	48	2	40	25.04	44	-5	19	22.25
	56	-4	37		48	-5	24	
	40	1	40		58	-3	32	
เฉลี่ย	48	-0.33	39		50.00	-4.33	25.00	
6	54	2	43	28.04	49	2	39	25.53
	48	-1	37		58	1	39	
	46	6	38		52	-2	36	
เฉลี่ย	49.33	2.33	39.33		53.00	0.33	38.00	

ตารางที่ ๑.1 แสดงค่าเปลี่ยนสีของกล้วยหอมทอง (ต่อ)

ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยหอมทอง								
กล่องที่ไม่มีการกระดาชubarละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต					กล่องที่มีการบรรจุกระดาชubarละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต			
วันที่	L*	a*	b*	ค่าความต่าง ของสี ( $\Delta E$ )	L*	a*	b*	ค่าความต่าง ของสี ( $\Delta E$ )
7	52	1	39	29.23	49	-1	39	30.08
	55	2	34		45	-2	41	
	54	1	38		50	-4	45	
เฉลี่ย	53.67	1.33	37		48.00	-2.33	41.67	
8	70	7	48	41.73	55	-2	45	34.58
	61	5	50		55	1	39	
	64	8	48		49	1	41	
เฉลี่ย	64	6.67	48.67		53.00	0.00	41.67	

ตารางที่ ๑.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกระดาชubarที่ทำกรทดสอบการยี่ดอายุของกล้วยหอมทอง

น้ำหนักของกระดาชubarก่อนและหลังทำกรทดสอบ			
แผ่นที่	น้ำหนักก่อนทำกรทดสอบ (กรัม)	แผ่นที่	น้ำหนักหลังทำกรทดสอบ (กรัม)
1	2.52	1	2.87
2	2.51	2	2.95
3	2.58	3	2.86
4	2.62	4	2.89
5	2.52	5	2.73
6	2.59	6	2.78
7	2.53	7	2.70
8	2.47	8	2.79
9	2.56	9	2.84
10	2.48	10	2.64
เฉลี่ย	2.286	เฉลี่ย	2.518

ตารางที่ ๓.3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกล้วยหอมทอง

	น้ำหนักของกล้วยที่ทำการทดสอบการบีบอัด				ปริมาณการลดลงของน้ำหนักกล้วย(%)
	ผล	ก่อนทำการทดสอบ (กรัม)	ผล	หลังทำการทดสอบ (กรัม)	
กระดาษไม่ดูดสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	1	175.90	1	170.60	2.77
	2	186.24	2	181.21	
	3	176.35	3	171.76	
	เฉลี่ย	179.50	เฉลี่ย	174.52	
กระดาษดูดสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (AKD 0%)	1	167.82	1	163.30	2.31
	2	207.69	2	204.02	
	3	181.99	3	177.30	
	เฉลี่ย	185.83	เฉลี่ย	181.54	
กระดาษดูดสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (AKD 0.4%)	1	174.28	1	169.45	2.43
	2	176.93	2	174	
	3	185.20	3	179.88	
	เฉลี่ย	178.80	เฉลี่ย	174.44	
กระดาษดูดสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (AKD 0.8%)	1	177.48	1	172.36	2.8
	2	185.20	2	179.84	
	3	184.74	3	179.44	
	เฉลี่ย	182.47	เฉลี่ย	177.21	

ภาคผนวก ช.

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่



เครือข่ายสถาบันสอนการพิมพ์และมัลติมีเดีย  
Graphic Arts & Multimedia Academy Network (GMA Network)

Proceedings

การประชุมวิชาการ

# เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์

ครั้งที่ ๑ Imaging and Printing Technology Conferance



๓๐ ตุลาคม ๒๕๕๓

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค

สนับสนุนโดย



**GASMA**  
THAI GRAPHIC ARTS SUPPLIERS

ชื่อหัวข้อ	ผู้เสนอ	สถาบัน	รหัส
ผลของปริมาณ Alkyl ketene dimer ต่อกระดาษจากเยื่อ หญ้าแฝก	ณัฐพงศ์ ขุนอาสา นิทัศน์ ทิพย์โสคน้อยนา กฤติกา ดันประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	B17
ผลของสมบัติการซึมน้ำและการซึมหมึกของกระดาษต่อ สภาพพิมพ์ได้	ศรียา บุญเจิม ออมทอง นิจพล กฤษณี สุวรรณกิจ พิชญุดา เกตุเมฆ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	B18
ผลของสารเคลือบชนิดใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นสารเติมแต่งสำหรับดูดซับเอทิลีนในบรรจุภัณฑ์กล้วย หอมทอง	สุรัชย์ ชันแก้ว กุลมาลย์ สุวรรณรัตน์ ปวีตรา จิตตานุกาภกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	B19
ศึกษาการพัฒนากระดาษใยสับปรดให้เหมาะสมกับระบบ การพิมพ์ออฟเซต	นายพนัสดี ตีไชย นางสาวอรุณฯ คำแปน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	B20
ศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของหมึกผงสีสำหรับการ พิมพ์ระบบพิมพ์หมึก	แสงเทียน คำปัญญา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	B21
สภาวะที่เหมาะสมต่อการเตรียมเยื่อกล้วยน้ำว้าสำหรับ ขึ้นแผ่นด้วยวิธีเชิงหัตถกรรม	สุรัชย์ ชันแก้ว ดะสันต์ วิวัฒน์ชัยมณี ศรียา ลีวิจิตร กาญจจจา สุวรรณวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	B22
สมบัติของหมึกพิมพ์ออฟเซตชนิดใช้สารให้สีจากดี ปลาหมึก	สุรัชย์ ชันแก้ว อัศวเดช ทองสว่าง กริช คนใจทอง ศิริธณ ไชยเสนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	B23
สีสำหรับกระดาษเวียนทำใหม่	จรรยา ช่างดีธรรมรัตน์ ต้องดา ชูวนากกร สุจิตรา ลือประสาร Tetsuya Sato	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	B24
การพัฒนาเครื่องทดสอบสภาพทนแสงตามมาตรฐาน ASTM	วิษพงศ์ ภู่อารีย์ พิชิต ชจรเดชะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	C01
การพัฒนาเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกระดาษ สำหรับเครื่องพิมพ์ มิทซูบิชิ รุ่น โคมอนต์ 3000	พิทักษ์พงษ์ บุญประสม กิตติ อัมละมัย ทินกร บุระภาพ	มหาวิทยาลัยสยาม	C02
การวิเคราะห์สภาพของดรัมลูกปืนในเครื่องพิมพ์ด้วยวิธี การตรวจจับคลื่นเสียง	กฤษณณัฐ หนูบุษ ชวัลวิทย์ รัชมิพงษ์ อัญวิมล ณะศรีณย์ อริญ ชาญสืบสาย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	C03
เครื่องเคลือบพลาสติกพิมพ์แบบเส้น	แคล้ว กองแก้ว ณัฐพล สงวนวงศ์ วีระ ใจดีธรรมภากรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	C04

# ผลของปริมาณ Alkyl ketene dimer ต่อกระดาดจากเห็ดหญ้าแฝก

ณัฐพงศ์ ขุนอาสา\*  
ณัฐพงศ์ ทพยโสตนัยนา  
กนกตติกา ต้นประเสริฐ

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์กระดาษขึ้นรูปจากเห็ดหญ้าแฝกให้สามารถต้านทานต่อการดูดซับน้ำได้ดีขึ้นได้ โดยการเติมสารเติมแต่งคือ Alkyl ketene dimer (AKD) ลงไป ในระหว่างขั้นตอนการผลิตกระดาษซึ่งเป็นกระดาษจากเห็ดหญ้าแฝกผสมเยื่อกระดาษ โดยในการศึกษาได้ทำการเติมสารดังกล่าวลงในกระดาษก่อนขึ้นคอนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษ ทดสอบในปริมาณร้อยละ 0, 0.4 และ 0.8 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง พบว่าการเติมสารดังกล่าวเข้าไปนั้น ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพคือน้ำหนักมาตรฐาน ความหนา และความหนาแน่นปรากฏ แต่สามารถลดความต้านทานการดูดซับน้ำแต่ต้องมีปริมาณ AKD อย่างน้อยร้อยละ 0.8 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยจะสามารถลดได้ทั้งการดูดซับน้ำที่เป็นของเหลวเมื่อสัมผัสกระดาษ และการดูดซับไอน้ำในบรรยากาศรอบ ๆ กระดาษ ทั้งนี้การเติมสารดังกล่าว จึงเป็นการช่วยให้สามารถนำกระดาษจากเห็ดหญ้าแฝกผสมเยื่อกระดาษไปใช้ในบรรจุภัณฑ์ที่ต้องเก็บในที่ที่มีความชื้นสูง เช่นบรรจุภัณฑ์ของผัก-ผลไม้ได้

### บทนำ

ลักษณะของหญ้าแฝก(Vetiveria Zizanioides) เป็นพืชเขตร้อนที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ เป็นกอแน่น ใบประเทศไทยจะพบหญ้าแฝกขึ้นอยู่ในที่ลุ่มและที่ดอน ในดินเกือบทุกชนิด และใบสภาพแวดล้อมต่างๆ สามารถทนแล้งได้ดี หญ้าแฝกเจริญเติบโตโดยการแตกกอได้อย่างรวดเร็ว หญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก และมีจำนวนรากมาก รากจะประสานติดต่อกันแน่นหนาเสมือนมานหรือกำแพงใต้ดิน ทำให้กักเก็บน้ำและความชื้น พร้อมป้องกันการเสื่อมโทรมและพังทลายของดิน (สัคดีา สนิทวาริผอและคณะ,2548) ด้วยเหตุนี้เอง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ จึงมีพระราชดำริให้หญ้าแฝกในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีโครงการส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกอย่างแพร่หลายตามแนวพระราชดำริ

ผู้วิจัย  
ผู้วิจัย  
ผู้วิจัย  
ผู้วิจัย  
Alkyl Ketene Dimer  
บรรจุภัณฑ์

งานที่ศึกษา  
ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
Email: Nattapong.khu@kmutt.ac.th

ในปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดที่นำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ การเลือกใช้วัสดุจึงมีผลอย่างมากต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายในการคุ้มครองสินค้าให้ปลอดภัย อีกทั้งราคาของวัสดุควรอยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์ลงได้ กระดาษเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่เป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เพราะเป็นวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษเมื่อใช้เสร็จและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การนำกระดาษจากเย้าฝักในช่วงเริ่มแรก เป็นการทำในกลุ่มชาวบ้าน และเป็นกระดาษที่ใช้ในเชิงหัตถกรรม(ตำรายกศักดิ์ เทล้าแสงธรรม.2542) ต่อมาการศึกษาการนำเย้าฝักมาใช้เป็นกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ (ฐิตินันท์ เกษนาค และคณะ. 2550) กระดาษจากเย้าฝัก มีชื่อเสียงเหมือนกับกระดาษทั่วไปคือดูดซึมน้ำได้ดี และมีมีการดูดซึมน้ำ จะทำให้ความแข็งแรงของกระดาษลดลงอย่างมาก ทำให้กระดาษโดยทั่วไปไม่เหมาะที่จะนำมาใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่ใส่ของที่มีความชื้นสูง หรือต้องเก็บในที่ที่มีความชื้นสูง งานวิจัยจึงต้องการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์กระดาษขึ้นรูปจากเย้าฝักให้สามารถต้านทานต่อการดูดซับความชื้นได้ดีขึ้นได้ โดยการเติมสารเติมแต่งลงในระหว่างขั้นตอนการผลิตกระดาษ

2. การเตรียมวัสดุและวิธีทดลอง

2.1 การผลิตเยื่อและขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบ

นำใบเย้าฝักมาล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้ง การต้มเยื่อ ใช้วิธีการต้มแบบโซดา โดยใช้สารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 1 โมล โดยใช้ปริมาณ NaOH ร้อยละ 16 ของน้ำหนักแห้งของต้นเย้าฝัก ต้มในระบบปิด ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เยื่อที่ผ่านออกมาทั้งหมด มีสารเคมีที่ใช้ในการต้มปนออกมาด้วย จำเป็นต้องล้างทำความสะอาดออกไปโดยล้างด้วยน้ำประมาณ 3 - 4 ครั้ง ในการล้างครั้งสุดท้ายจะเป็นการล้างด้วยน้ำอุ่น จากนั้นนำเยื่อมาทำการปั่นกระจายตัวเยื่อโดยใช้เครื่องปั่นกระจายตัวเยื่อขึ้น โดยใช้เวลา 15 นาทีสำหรับเยื่อขึ้นประมาณ 4 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในน้ำ 20 ลิตร เพื่อให้แยกวัชพืชออก จากนั้นจึงนำมาปั่นกระจายด้วยเครื่องปั่นเยื่อเจียงอีกครั้ง โดยการปั่นกระจายตัวเยื่อครั้งละ 350 กรัม น้ำหนักเยื่อแห้งต่อน้ำ 35 ลิตร จากนั้นทำการคัดแยกกลุ่มก้อนของเส้นใยที่ยังไม่แยกตัวกันอย่างสมบูรณ์ และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออก โดยใช้การกรองผ่านเครื่องคัดแยกเยื่อ (Flat Screen) แล้วจึงทำการปั่นแยกน้ำออกจากเยื่อด้วยเครื่องเซนตริฟิว (Centrifuge)

การเตรียมน้ำเยื่อทำได้โดยการนำเยื่อเย้าฝักอบแห้งกับเยื่อกระดาษคราฟท์เก่าอบแห้งมาผสมกันในอัตราส่วน 50:50 การขึ้นรูปกระดาษทดสอบเริ่มโดยการตีกระจายน้ำเยื่อ เพื่อให้เยื่อกระจายตัวออกจากกัน เป็นเส้นเดี่ยวๆ และเกิดพันธะไดดีซัน ก็กึ่งยังทำให้เยื่อสองชนิดผสมกันได้ดี ใช้เวลาในการตีเยื่อประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงลดความเร็วของเครื่องลงเหลือประมาณ 1000 รอบต่อนาที แล้วเติมสารเพิ่มความแข็งแรง และดีให้เข้ากับ สารเพิ่มความแข็งแรงที่ใช้คือแป้งคัดแปรประจุบวก (cationic starch) โดยใช้ไปจำนวน 1.2 กรัมต่อเยื่อแห้ง 100 กรัม นำแป้ง ไปละลายน้ำและให้ความร้อนจนแป้งสุก ก่อนนำมาเติมลงในน้ำเยื่อ จากนั้นเติมสารกับน้ำ ซึ่งสารกับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันแล้วจึงคนให้เข้ากัน น้ำเยื่อที่ได้จะถูกนำมาปรับ consistency ให้ได้ร้อยละ 0.03 ก่อนนำมาถนอมเพื่อให้เยื่อกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และน้ำเยื่อที่นำไปขึ้นแผ่นกระดาษมีความเข้มข้นเท่ากับทุกครั้ง หลังจากนั้นก็ขึ้นน้ำเยื่อที่เตรียมไว้ไปขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 120 กรัมต่อตารางเมตร โดยเทน้ำเยื่อลงบนตะแกรง น้ำในน้ำเยื่อจะผ่านตะแกรงออกไป ในขณะที่เยื่อค้างอยู่บนตะแกรง ใช้กระดาษซับ และลูกกลิ้งเหล็กกด เพื่อขับน้ำส่วนเกินออก และทำให้กระดาษเรียบ จากนั้นนำมาตากในเขวราบ

ผลของปริมาณ Aikyl ketene dimer คือกระดาษจากเยื่อหุ้มเปลือก

132

2.2 ผลปริมาณสารกันน้ำต่อคุณสมบัติของแผ่นกระดาษทดสอบ

กระดาษที่ทำขึ้นด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้น แต่ใส่ปริมาณสารกันน้ำ คือ Aikyl ketene dimer (AKD) ในปริมาณที่ต่างกัน คือร้อยละ 0.4 และ 0.8 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ถูกนำไปทำการทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน (APPI T412 ความหนา ตามวิธีที่กล่าวไว้ใน TAPPI T411 ความหนาแน่นเชิงปรากฏ (apparent density) ได้จากการคำนวณ โดยนำน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษมาหารด้วยความหนา และแสดงไว้ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความต้านทานการดูดซับน้ำ ตามวิธี TAPPI T441 และการดูดซับไอน้ำ โดยนำกระดาษไปไว้ในกล่องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ ที่ 27 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 (โดยประมาณ) นำกระดาษออกมาซึ่งน้ำหนักจนน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่าการดูดซับไอน้ำ บันทึกเป็นร้อยละของไอน้ำที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักกระดาษ เมื่อกระดาษดูดซับไอน้ำจนอิ่มตัว คือน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกต่อไป

2.3.การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้ของทุกข้อมูลในการทดลองนี้ใช้ One-way Analysis of Variance ในการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยรวม และใช้ Tukey multiple comparison ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทุกชุดการทดลอง การวิเคราะห์ทางสถิติทำได้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17.0

3.ผลการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างกระดาษ

Table 1 Basis weight, thickness, apparent density, water vapor absorption capacity and water resistance of paper with 0, 0.4 and 0.8% AKD (based on pulp dry weight)

Properties	% AKD		
	0.0	0.4	0.8
Basis weight*1 (gm <sup>2</sup> )	122.3 ± 0.7a	123.4 ± 0.6a	123.3 ± 0.7a
Thickness*1 (mm)	0.233 ± 0.001a	0.230 ± 0.003a	0.235 ± 0.002a
Apparent density*1 (gm <sup>3</sup> )	525 ± 5a	537 ± 7a	522 ± 5a
Moisture absorption*2 (%)	12.6 ± 1.5a	10.8 ± 0.9a	6.6 ± 0.7b
Water resistance*2 (g)	1.9 ± 0.1a	1.7 ± 0.1ab	1 ± 0.3b

\*1 The value is expressed as mean ± standard error of 10 replicates  
 \*2 The value is expressed as mean ± standard error of 5 replicates  
 The same letter indicates no significant difference (p>0.05) between data within the same row

ปริมาณ AKD ที่ผสมลงในกระดาษ ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษ จากเยื่อหุ้มเปลือกผสมกับเยื่อกระดาษkraftในอัตราส่วน 50:50 แต่มีผลต่อการดูดซับน้ำของกระดาษอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) คุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่ได้จากการทดสอบ คือน้ำหนักมาตรฐาน และความหนา ของกระดาษที่ผสม AKD ในปริมาณต่าง ๆ กัน มีค่าใกล้เคียงกันมาก คือน้ำหนักมาตรฐานอยู่ในช่วง 122 - 123 กรัมต่อตารางเมตร ในขณะที่ความหนามีค่าประมาณ 0.2 - 0.3 มิลลิเมตร ซึ่งค่าในช่วงนี้ นอกจากจะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติแล้ว ยังไม่มีความแตกต่างในทางการใช้งานอีกด้วย การที่ AKD ไม่มีผลต่อคุณสมบัติเหล่านี้เพราะปริมาณ AKD ที่เป็นของแข็งซึ่งเติมลงไปในกระดาษนั้นมีน้อยมาก ไม่เพียงพอต่อการเพิ่มน้ำหนักของกระดาษ โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความแปรปรวนของคุณสมบัติกระดาษ ซึ่งปกติมีค่าค่อนข้างสูง แล้ว ทำให้ปริมาณของแข็งที่เพิ่มเติมลงไปมี



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ — สกุล	นายณัฐพงศ์ ชุนอาสา
วัน เดือน ปีเกิด	3 มีนาคม 2529
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดพุทธบูชา พ.ศ. 2546
ระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2550
ระดับปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2553
ทุนการศึกษา หรือทุนวิจัย	ทุนเพชรพระจอมระดับบัณฑิตศึกษา ปีงบประมาณ 2552
ประวัติการทำงาน	ฝ่ายขาย บริษัท เอส.เอ็ม.กราฟฟิคเซ็นเตอร์ จำกัด พ.ศ. 2551  อาจารย์พิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	ณัฐพงศ์ ชุนอาสา, กฤติกา ดันประเสริฐ, นิทัศน์ ทิพย์โสคนัยนา, 2553, “ผลของปริมาณ Alkyl ketene dimer ต่อกระดาษจากเยื่อหญ้าแฝก”, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีทางภาพถ่ายและการพิมพ์ ครั้งที่ 1, 30 ตุลาคม 2553, ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, หน้า B17.

ณัฐพงศ์ ขุนอาสา, กฤติกา ตันประเสริฐ, นิทัศน์ ทิพย์โสตนัยนา,  
“การผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษขึ้นรูปกันน้ำจากเยื่อหุ้มาแฟ”, การ  
ประชุมวิชาการรายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2553, 13-15 ตุลาคม  
2553, โรงแรมสุนิย์แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชันเซ็นเตอร์,  
อุบลราชธานี, ประเทศไทย, หน้า 50.

## มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 8 มิถุนายน พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า นายณัฐพงศ์ ชุนอาสา รหัสประจำตัว 52431401 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาโท หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี อยู่บ้านเลขที่ 77/29 หมู่ 5 ตำบลบางตุรด์ อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110 ขอโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล ตำแหน่งคณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแผ่นกันกระแทกจากเยื่อหุ้มเปลือกผสมเยื่อเวียนทำใหม่ชุบโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อยืดอายุกล้วยหอมทอง ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ผศ.ดร.กฤติกา ดันประเสริฐ ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่ง พระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใด ๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุก ๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำตามหรือดัดแปลงหรือ เผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือกระทำการอื่นใด ตามมาตรา 27, มาตรา 28, มาตรา 29 และ มาตรา 30 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์ หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญา ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มิใช่ประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำ  
ขึ้น โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรร  
ผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ.  
2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์  
(นายณัฐพงศ์ ขุนอาสา)

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์  
(รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล)

ลงชื่อ.....พยาน  
(ผศ.ดร.กฤติกา ตันประเสริฐ)

ลงชื่อ.....พยาน  
(นางสมศรี บินรามัน)



