รายการอ้างอิง

[1] Biermann, C.J. 1993. Essential of Pulping and Papermaking. London : Acadamic press.

[2] พรรณวิไล กิ่งสุวรรณรัตน์. 2545. การผลิตเอทานอลจากเหง้ามันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] Chaplin, M. "Cellulose", Available from : http://www.lsbu.ac.uk/water/hycel.html. [13/08/2008]

[4] "Cellulose", Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose. [13/08/2008]

[5] "Cellulose", Available from : www.nstlearning.com. [13/08/2008]

[6] Wang, Y. Zhao, Y. and Deng, Y. 2008. Effect of enzymatic treatment on cotton fiber dissolution in NaOH/urea solution at cold temperature. Carbohydrate Polymers 72(1) : 178-184.

[7] McGinnls, G. D. 1980. Cellulose and Hemicellulose. In J.P. Casey (ed.), Pulp And Paper Chemistry and Chemical Technology. pp.1-33. USA : WILEY – INTERSCIENCE.

[8] ณัฐกุล ธัญญะเศรษฐ และ ณัฐพงศ์ คงประสานกาล. 2546. วัสดุคอมโพสิตจากมันสำปะหลังและเส้นใยธรรมชาติ. รายงานโครงการหมายเลข ChE. 2003-02. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[9] "Cellulose", Available from : http://cameo.mfa.org/browse/record.asp?subkey=1933. [13/08/2008]

[10] Sjostrom, E. 1992. Wood Chemistry Fundamentals and Applications. London : Acadamic press.

[11] "Lignin", Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Lignin, [03/07/2008]

[12] "กระดาษลูกฟูก", แหล่งที่มา: http://www.thaipaperbox.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=201706, [20 พฤศจิกายน 2550]

[13] Jonson, G. 1991. Corrugated Board Packaging. UK : Pira International.

[14] "Corrugated Board", Available from : www_signosure_co_uk-Bssics_files-image001_jpg. [3/07/2008]

[15] "Corrugated Board", Available from : www_tis-gdv_de-tis_e-ware-papier-wellpapp-wellpap1_gi. [3/07/2008]

[16] Perkins, S. and Schnell, P. The Corrugated Containers Manufacturing Process. Atlanta : Tappi Press.

[17] "มันสำปะหลัง", แหล่งที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK5/chapter4/chap4.htm, [10/09/2007]

[18] "cassava", Available from : Thai cassava starch : A new choice for industrial uses. [10/09/2007]

[19] "cassava", Available from : http--www_iita_org-cms-articlefiles-267-cassava_jpg. [10/09/2007]

[20] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[21] "cassava", Available from : http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other, [20/012/2007]

[22] "cassava", Available from : http://158.108.200.11/ agron/, [20/012/2007]

[23] Pandey, A., Soccol, C. R., Nigam, P., Soccol, V. T., Vandenberghe, L. P. S., and Mohan, R. 2000. Biotechnological potential of agro-industrial residue II: Cassava Bagasse. Bioresource Technology 74 : 81–87.

[24] Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M. and Ladisch, M. 2005. Features of promising technologies for pretreatment. Bioresource Technology 96 : 673–686.

[25] "การแปรรูปและการใช้ประโยชน์", Available from : http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/,[10/09/2007]

[26] Matsui, K.N., Larotonda F.D.S., Paes S.S., Luiz D.B., Pires A.T.N. and Laurindo J.B. . 2004. Cassava bagasse-Kraft paper composites: analysis of influence of impregnation with starch acetate on tensile strength and water absorption properties. Carbohydrate Polymers 55 : 237–243.

[27] Carr, L.G., Parra, D.F., Ponce, P., Luga, A.B and Buchler, P.M. 2006. Influence of Fibers on the Mechanical Properties. J Polym Environ 14 : 179–183 .

[28] Frank, M. 1998. Potato pulp:properties, physical modification and application. Polymer degradation and stability 59 : 231-235.

[29] Westermark, U. and Sjöstrom, E. 1999. Separation and Analysis of wood Constituents with Respect to Their Morphological location. In T.E. Timell (ed.), Analytical Mehods in wood Chemistry, pulping, and Papermaking. pp.21-34. Germany : Springer.

[30] Robinson, J. V. 1980. Fiber bonding. In J.P. Casey (ed.), Pulp AND PAPER Chemistry and Chemical Technology. pp.915-958. USA : WILEY–INTERSCIENCE.

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณ

1. ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณเยื่อที่สูญเสียไปจากการแยกความยาวเส้นใย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ $w_5 = W - (w_1 + w_2 + w_3 + w_4)$

เมื่อ W = น้ำหนักของกากมันสำปะหลังทั้งหมดที่ใช้

w_1 = น้ำหนักของกากมันสำปะหลังแห้งที่แยกได้จาก unit ที่ 1

w_2 = น้ำหนักของกากมันสำปะหลังแห้งที่แยกได้จาก unit ที่ 2

w_3 = น้ำหนักของกากมันสำปะหลังแห้งที่แยกได้จาก unit ที่ 3

w_4 = น้ำหนักของกากมันสำปะหลังแห้งที่แยกได้จาก unit ที่ 4

w_5 = น้ำหนักของกากมันสำปะหลังแห้งที่สูญเสียไปกับน้ำ

แทนค่าในการทดลองยกตัวอย่างจากกากอ่อนเปียกที่ผ่านการตีกาก (F-B)

W = 10 กรัม, w_1 = 0.192 กรัม, w_2 = 0.682 กรัม, w_4 = 0.682 กรัม (w_3 ไม่ได้ทดลอง)

$$w_5 = W - (w_1 + w_2 + w_3 + w_4)$$
$$= 10 - (0.192+0.682+0.682)$$
$$= 8.870 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น น้ำหนักมันสำปะหลังที่หายไป คือ 8.870 กรัม คิดเป็นร้อยละ 88.70

2. ตัวอย่างการคำนวณหา weighted average fiber length (L) ของเส้นใย

$$L = \frac{(w_1l_1 + w_2l_2 + w_3l_3 + w_4l_4)}{W}$$

เมื่อ l_1, l_2, l_3, l_4 คือ ความยาวเฉลี่ยในหน่วยมิลลิเมตรของแต่ละ Unit

แทนค่า w_1 = 0.192 กรัม, w_2 = 0.682 กรัม, w_4 = 0.682 กรัม

l_1 = 0.595 มิลลิเมตร, l_2 = 0.297 มิลลิเมตร, l_4 = 0.074 มิลลิเมตร

$$L = \frac{(w_1l_1 + w_2l_2 + w_3l_3 + w_4l_4)}{W} = \frac{(0.114+0.202+0.025)}{10}$$

$$= 0.034246 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้น ความยาวเฉลี่ยของกากอ่อนเปียกที่ผ่านการตีกากต่อน้ำหนัก เท่ากับ 0.034246 มิลลิเมตร

3. ความเข้มข้นในเครื่องบดเยื่อ valley beater

น้ำหนักเยื่อแห้งที่ใช้ เท่ากับ 360 กรัมแห้ง

ใส่ลงในเครื่องบดเยื่อที่เติมน้ำทั้งหมด 23000 มิลลิลิตร

การหาความเข้มข้นใช้สูตร

$$\% \text{ ความเข้มข้นของเยื่อ} = \frac{\text{น้ำหนักเยื่อ (กรัมแห้ง)}}{\text{น้ำหนักเยื่อ (กรัมแห้ง)} + \text{น้ำที่เติม}} \times 100$$

ดังนั้นความเข้มข้นในเครื่องบดเยื่อ $= \frac{360}{23000 + 360} \times 100$

$= 1.54\ \%$

4. ความเข้มข้นที่ใช้ในการหาค่าการระบายน้ำ (freeness)

ในการหาค่าระบายน้ำจะใช้ความเข้มข้นของน้ำเยื่อ = 0.3%

ความเข้มข้นในเครื่องบดเยื่อ = 1.54 %

จึงต้องเปลี่ยนความเข้มข้นให้เป็น 0.3% โดยใช้สูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

C_1 = ความเข้มข้น 1.54%

C_2 = ความเข้มข้น 0.3%

V_1 = ปริมาณน้ำเยื่อที่ต้องตวง

V_2 = ปริมาณน้ำเยื่อที่ใช้ในการหาค่าการระบายน้ำ เท่ากับ 1000 มิลลิลิตร

แทนค่า $(1.54)(v) = (0.3)(1000)$

ดังนั้นต้องตวงน้ำเยื่อจากเครื่องบด $v = \frac{(0.3)(1000)}{(1.54)}$ มิลลิลิตร

$= 194.80$ มิลลิลิตร

จากนั้นเติมน้ำเพิ่มให้ครบปริมาตร 1000 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปหาค่าการระบายน้ำ

5. ตัวอย่างการคำนวณการขึ้นแผ่นกระดาษทดสอบ

<u>กระดาษทดสอบชุดควบคุม</u>

เมื่อน้ำหนักกระดาษ เท่ากับ 75 กรัมต่อตารางเมตร
ต้องใช้น้ำหนักแห้งของเยื่อ 2.36 กรัมแห้ง
ความเข้มข้นของน้ำเยื่อที่ใช้คือ 0.3 % แต่ต้องคิดจากความเข้มข้นในเครื่องบดเยื่อ 1.54 %

- ดังนั้นปริมาตรของน้ำเยื่อที่ต้องตวงตอนขึ้นแผ่น ใช้สูตรหา % ความเข้มข้น

แทนค่า $1.54 = \frac{2.36}{\text{น้ำหนักเยื่อ (กรัมแห้ง)} + \text{น้ำที่เติม}} \times 100$

ปริมาตรของน้ำเยื่อที่ต้องตวง = 153.246 กรัม

- ปรับความเข้มข้นจาก 1.54 % ให้เป็น 0.3 % โดยใช้สูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

แทนค่า $(1.54)(153.246) = (0.3)(v)$

$$v = \frac{(1.54)(153.246)}{0.3}$$

ปริมาตรของน้ำเยื่อ = 786.662 กรัม

<u>กระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังในสัดส่วน</u>

ในสัดส่วน เยื่อใยสั้น : กากมันสำปะหลัง

95 : 5

ดังนั้น น้ำหนักเยื่อที่ใช้ $= \frac{95 \times 2.36}{100}$

$= 2.242$ กรัม

น้ำหนักกากที่ใช้ $= \frac{5 \times 2.36}{100}$

$= 0.118$ กรัม

- ปริมาณความชื้นในกากมันสำปะหลัง เท่ากับ 14.9%

แสดงว่ามีเนื้อกากจริง 85.1 (100-14.9)กรัม ในกาก 100 กรัม

ดังนั้นถ้าต้องใช้เนื้อกาก 0.118 กรัม จะต้องชั่งกาก $= \frac{0.118 \times 100}{85.1}$

จะต้องชั่งกาก = 0.14 กรัม

- หาปริมาณน้ำเยื่อที่ต้องใช้ โดยคิดจากความเข้มข้นในเครื่องบดเยื่อ 1.54 %

จากสูตร % ความเข้มข้นของเยื่อ $= \frac{\text{น้ำหนักเยื่อ (กรัมแห้ง)}}{\text{น้ำหนักเยื่อ (กรัมแห้ง) + น้ำที่เติม}} \times 100$

$1.54 = \frac{2.242}{\text{น้ำหนักเยื่อ (กรัมแห้ง) + น้ำที่เติม}} \times 100$

ปริมาตรของน้ำเยื่อที่ต้องตวง = 145.58 กรัม

- ดังนั้นน้ำหนักกระดาษ 1 แผ่นจะเท่ากับปริมาณเยื่อ + ปริมาณกาก

= 0.14 + 145.58 กรัม

น้ำหนักกระดาษ 1 แผ่น = 145.72 กรัม

- จากนั้นจึงกลับไปคำนวณหาความเข้มข้นของน้ำเยื่อแผ่นนี้อีกครั้ง

น้ำหนักเยื่อทั้งหมด 145.72 g คิดเป็นน้ำหนักกระดาษเท่ากับ 2.36 g

ถ้าน้ำหนักทั้งหมด 100 g คิดเป็น $= \frac{2.36 \times 100}{145.72}$

= 1.62 กรัม

ดังนั้นความเข้มข้นของน้ำเยื่อ เท่ากับ 1.62 %

- ปรับความเข้มข้นจาก 1.54 % ให้เป็น 0.3 % โดยใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

แทนค่า (1.62)(145.72) = (0.3)(v)

ปริมาตรของน้ำเยื่อ = 786.89 กรัม

- ดังนั้นต้องเติมน้ำเพิ่ม = 786.89 – 145.72

= 641.67 กรัม

6. ตัวอย่างคำนวณการปรับสภาพเส้นใยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 5 ของปริมาณกากมันสำปะหลังที่ใช้ในการต้ม และในการต้มจะใช้กากมันสำปะหลัง 200 กรัม

- ความชื้นของกาก เท่ากับ 11.4 %

ในกาก 100 กรัม จะมีเนื้อกาก 88.6 กรัม

ดังนั้นปริมาณกาก 200 กรัม จะมีเนื้อกาก $= \frac{(200)(88.6)}{100}$

$= 177.2$ กรัม

- ต้องการความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 %

ดังนั้นต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ $\frac{177.2 \times 5}{100}$ กรัม

$= 8.86$ กรัม

น้ำที่ใช้ในการต้ม เท่ากับ 2000 มิลลิลิตร

รายงานเป็นค่า liquor : wood = (2000+8.86) : 200

ดังนั้น liquor : wood = 10 : 1

ภาคผนวก ข

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ตารางที่ ข-3 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ unit 4 ในสัดส่วนต่าง ๆ

% กาก	Tensile Index (Nm/g)							
	C	C - B	C - OD	C - AD - R	C - B – OD	F	F - B	F - AD - R
5	37.759±2.665	38.773±1.166	35.62±1.459	41.343±0.579	38.922±0.593	41.429±2.463	31.138±1.109	37.191±1.246
10	31.444±5.500	37.612±0.776	30.675±1.982	37.026±4.730	32.184±3.265	38.574±1.093	26.669±3.068	34.876±0.822
15	30.641±5.306	34.663±1.520	28.036±3.196	29.551±7.647	29.413±2.096	34.385±0.322	25.323±1.963	27.522±0.766
20	28.993±3.375	32.916±0.967	25.566±1.486	23.05±0.235	25.291±0.482	37.578±3.538	24.253±1.467	26.974±0.560
25	27.519±4.798	29.91±0.885	24.769±0.902	23.664±0.596	24.259±2.197	31.212±1.232	17.314±1.037	24.845±0.828

ตารางที่ ข-4 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ unit 1 ในสัดส่วนต่าง ๆ

% กาก	Tear Index (mN•m2/g)							
	C	C - B	C - OD	C - AD - R	C - B – OD	F	F - B	F - AD - R
5	4.632±0.059	5.438±1.058	5.146±0.023	5.052±0.085	6.354±0.651	6.354±0.713	5.563±0.079	5.747±0.104
10	4.724±0.032	4.871±0.162	5.257±0.063	4.337±0.158	5.462±0.325	5.462±0.065	5.547±0.121	4.963±0.016
15	4.413±0.177	5.501±0.305	5.197±0.038	3.966±0.124	5.018±0.242	5.018±0.207	5.146±0.062	4.724±0.087
20	4.086±0.179	4.306±0.043	5.19±0.211	4.01±0.097	5.172±0.128	5.172±0.294	4.334±0.074	4.554±0.233
25	3.884±0.373	4.798±0.157	5.323±0.037	3.643±0.018	4.447±0.144	4.447±0.123	4.604±0.069	4.2±0.117

ตารางที่ ข-5 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ unit 2 ในสัดส่วนต่าง ๆ

% กาก	Tear Index (mN•m2/g)							
	C	C - B	C - OD	C - AD - R	C - B – OD	F	F - B	F - AD - R
5	4.763±0.086	4.883±0.194	5.236±0.032	4.627±0.23	5.514±0.520	5.967±0.118	5.28±0.451	5.011±
10	4.922±0.080	5.984±0.526	5.213±0.070	4.68±0.061	5.371±0.241	5.488±0.046	5.105±0.099	4.159±
15	4.816±0.105	5.125±0.048	5.259±0.124	4.763±0.339	4.98±0.503	5.094±0.060	4.837±0.080	3.889±
20	4.395±0.152	5.314±0.235	5.057±0.255	4.352±0.140	4.696±0.118	4.738±0.022	4.491±0.147	3.266±
25	4.229±0.207	4.433±0.051	5.22±0.124	4.041±0.805	4.591±0.138	4.377±0.061	4.126±0.059	3.109±

ตารางที่ ข-6 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ unit 4 ในสัดส่วนต่าง ๆ

% กาก	Tear Index (mN•m2/g)							
	C	C - B	C - OD	C - AD - R	C - B – OD	F	F - B	F - AD - R
5	5.123±0.095	5.743±0.204	5.257±0.063	4.793±0.135	5.651±0.131	5.539±0.174	5.372±0.060	4.96±0.109
10	4.948±0.177	5.472±0.146	5.209±0.077	5.34±0.738	5.345±0.129	5.587±0.570	5.804±0.407	4.959±0.093
15	5.013±0.111	5.232±0.393	5.146±0.036	3.987±0.020	5.151±0.175	4.92±0.138	4.765±0.060	4.544±0.043
20	4.606±0.105	4.98±0.182	5.057±0.255	4.391±0.035	4.659±0.251	4.619±0.035	4.394±0.146	3.666±0.057
25	4.766±0.021	4.804±0.168	5.205±0.042	3.069±0.172	4.216±0.359	4.704±0.075	4.32±0.029	3.413±0.130

2. **การแยกขนาดกากมันสำปะหลังด้วยตะแกรงร่อนแยกขนาด** (test sieve)

ตารางที่ ข-7 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังชนิดหยาบในภาวะต่าง ๆ

% กาก	Tensile Index (Nm/g)									
	AD	OD	U-AD	U-OD	L-AD	L-OD	B-U-AD	B-U-OD	B-L-AD	B-L-OD
5	33.912±1.260	36.908±0.876	35.121±1.669	33.346±1.031	31.348±0.374	34.748±0.697	33.325±2.180	30.765±1.133	34.532±0.687	33.656±2.539
10	30.300±2.102	33.725±1.190	28.670±3.018	19.697±1.80	29.805±1.963	31.564±0.759	27.599±0.808	28.742±1.033	32.659±1.581	32.917±0.728
15	26.631±1.574	31.200±1.164	28.804±0.228	26.214±0.740	24.228±0.891	26.808±2.342	26.080±0.294	24.803±2.105	29.149±0.963	26.231±1.739

ตารางที่ ข-8 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังชนิดหยาบในภาวะต่าง ๆ

% กาก	Tear Index (mN•m2/g)									
	AD	OD	U-AD	U-OD	L-AD	L-OD	B-U-AD	B-U-OD	B-L-AD	B-L-OD
5	5.381±0.113	5.709±0.078	5.411±0.124	5.116±0.600	5.37±0.098	5.455±0.103	5.569±0.07	7.027±1.487	5.477±0.126	5.714±0.345
10	5.771±0.214	6.022±0.391	5.252±0.036	5.471±0.093	5.247±0.046	5.273±0.076	5.218±0.171	7.001±2.032	5.134±0.174	5.789±0.589
15	4.984±0.159	5.507±0.297	4.977±0.091	5.173±0.079	4.838±0.079	5.093±0.114	4.898±0.05	5.401±0.69	4.867±0.163	5.875±0.266

3. การปรับปรุงเส้นใยกากมันสำปะหลังให้เหมาะสม

3.1 ผลของอุณหภูมิที่เหมาะสม

ตารางที่ ข-9 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีกและค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงเส้นใย

% กาก	Tear Index (mN•m2/g)			Tensile Index (Nm/g)		
	40° C	50° C	60° C	40° C	50° C	60° C
5	5.533±1.128	5.905±0.164	6.08±3.629	44.694±0.367	45.482±0.059	45.712±0.210

3.2 ผลของระดับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม

ตารางที่ ข-10 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงเส้นใย

% กาก	Tear Index (mN•m2/g)						
	5% NaOH	10% NaOH	15% NaOH	20% NaOH	25% NaOH	CR_OD	CR_H2O
5	6.7586±0.360	7.051±0.723	7.108±0.236	8.1918±1.075	7.9158±1.099	5.8763±0.261	8.6306±0.866
10	7.0723±0.828	6.5095±0.316	7.1311±0.195	6.7761±0.249	6.5378±0.332	6.6386±0.491	7.0452±0.285
15	5.8729±0.332	6.4826±0.231	7.1546±0.034	6.2075±0.285	6.3154±2.818	6.9783±0.821	5.1165±0.21
20	4.6263±0.359	5.8881±0.346	6.9234±0.670	6.1102±0.225	7.347±2.818	6.6951±0.327	3.6952±0.019
25	6.1648±0.293	6.1442±0.379	6.268±0.261	6.7708±0,678	5.5694±0.251	5.9545±0.169	4.6863±0.940

ตารางที่ ข-11 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงเส้นใย

% กาก	Tensile Index (Nm/g)						
	5% NaOH	10% NaOH	15% NaOH	20% NaOH	25% NaOH	CR_OD	CR_H2O
5	32.727±0.808	31.646±1.091	32.6148±1.041	29.1435±1.476	31.574±2.105	26.6235±2.160	35.9158±1.243
10	28.6208±2.108	26.6715±3.163	35.028±1.211	30.2025±0.610	30.5533±2.261	23.2335±1.231	30.8528±1.525
15	27.163±1.226	32.802±5.636	31.273±1.021	25.9188±0.542	27.3088±1.353	21.8765±3.125	25.2695±0.924
20	25.1225±0.364	27.4038±1.264	28.5685±0.569	24.754±1.316	24.8563±0.795	17.407±0.678	19.584±0.695
25	27.3623±0.704	25.9705±1.041	27.327±2.215	25.7135±2.105	23.555±1.146	16.4988±0.780	16.8845±0.338

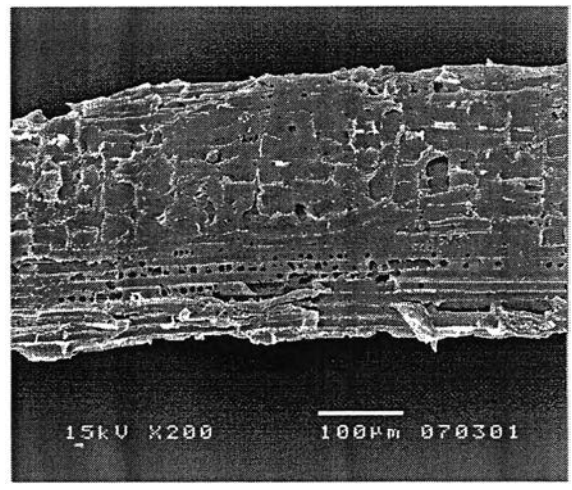
ตารางที่ ข-12 ค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงเส้นใย

% กาก	Burst Index (kPa × m^2g)						
	5% NaOH	10% NaOH	15% NaOH	20% NaOH	25% NaOH	CR_OD	CR_H2O
5	1.7493±0.061	1.7606±0.123	1.9425±0.097	1.6601±0.077	1.7929±0.144	1.3176±0.068	2.0265±0.072
10	1.6112±0.105	1.4363±0.145	1.7522±0.058	1.4896±0.094	1.4438±0.237	1.1073±0.098	1.4662±0.049
15	1.3902±0.078	1.4931±0.136	1.6337±0.113	1.3734±0.064	1.4419±0.076	1.2322±0.151	1.2296±0.068
20	1.3261±0.052	1.4169±0.052	1.5496±0.160	1.3566±0.111	1.3539±0.023	1.2044±.0.111	1.0582±0.042
25	1.387±0.056	1.3449±0.099	1.536±0.058	1.3607±0.045	1.3154±0.096	0.9702±0.033	0.9011±0.087

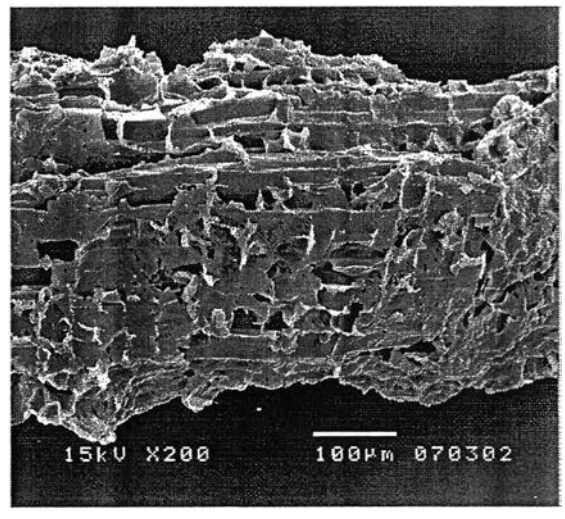
ตารางที่ ข-13 ค่าความต้านทานแรงกดลอนลูกฟูกของกระดาษทดสอบที่ผสมกากมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงเส้นใย

% กาก	CMT (N)				
	5% NaOH_ 5%CR	10% NaOH_ 5%CR	15% NaOH_ 5%CR	5% CR_OD	5% CR_H2O
5	155.333±14.337	157±7.071	148.667±8.498	132.667±10.339	186.667±21.140

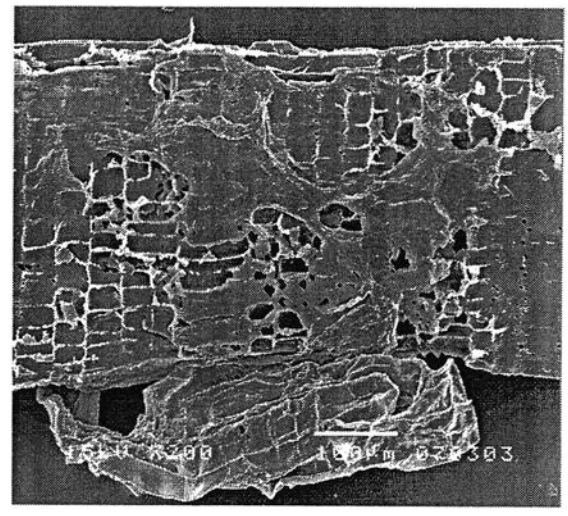
ภาคผนวก ค



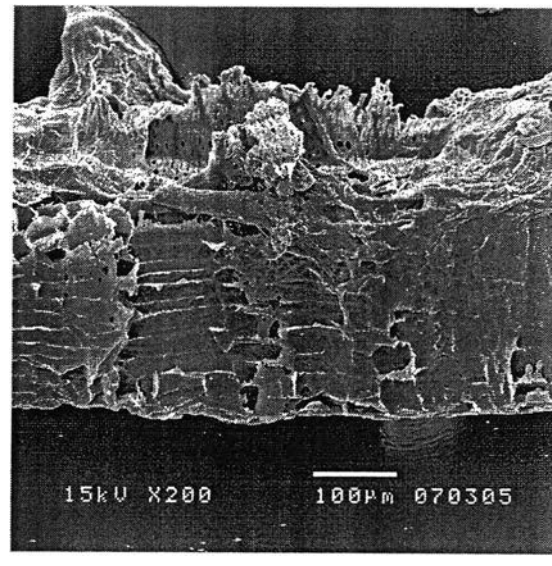
ภาพที่ ค-1 ลักษณะของเส้นใยกากมันสำปะหลังที่ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 5



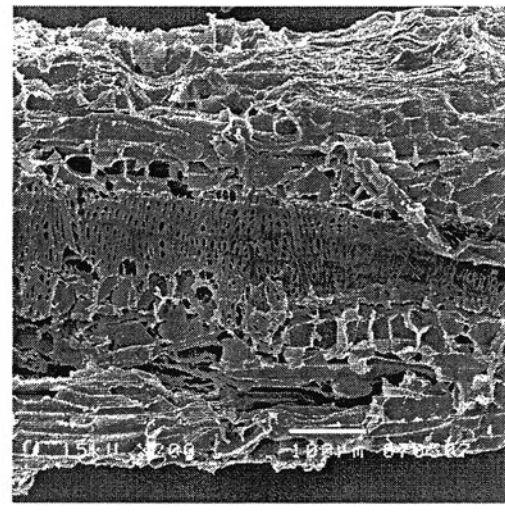
ภาพที่ ค-2 ลักษณะของเส้นใยกากมันสำปะหลังที่ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 10



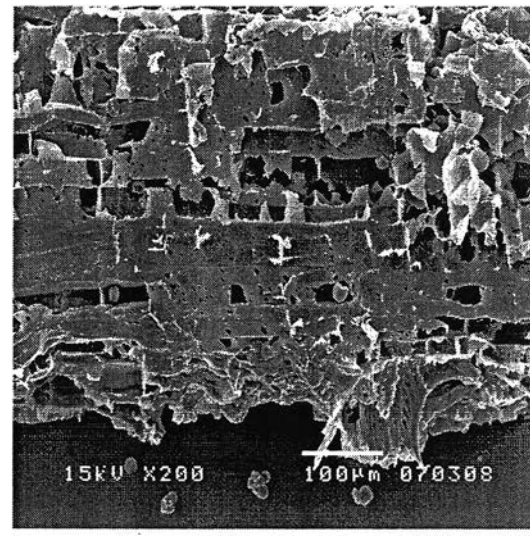
ภาพที่ ค-3 ลักษณะของเส้นใยกากมันสำปะหลังที่ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 15



ภาพที่ ค-4 ลักษณะของเส้นใยกากมันสำปะหลังที่ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 20



ภาพที่ ค-5 ลักษณะของเส้นใยกากมันสำปะหลังที่ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 25



ภาพที่ ค-6 ลักษณะของเส้นใยกากมันสำปะหลังที่ต้มด้วยน้ำกลั่น

ภาคผนวก ง

รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย / ตรา	หมายเลขปฏิบัติการ
กากมันสำปะหลัง	-	L51/02461.1

ผลการทดสอบ

	ร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง
ลิกนิน	3.5
โฮโลเซลลูโลส	39.1
อัลฟาเซลลูโลส	24.6
เบต้าเซลลูโลส	3.1
แกมมาเซลลูโลส	11.5

ชื่อผู้ใช้บริการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

ที่อยู่ผู้ใช้บริการ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ลักษณะตัวอย่าง เป็นกากมันสำปะหลัง บรรจุในถุงพลาสติก

วันที่ทดสอบ 19 มีนาคม- 9 กรกฎาคม 2551

วิธีทดสอบ
1. ลิกนิน ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 222 om-88
2. โฮโลเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI Section
3. อัลฟาเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 203 om-93
4. เบต้าเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 203 om-93
5. แกมมาเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 203 om-93

ผู้รับรอง	ผู้รายงาน
(นายจรวย ธงไชย)	(นางสาวเกียรติสุดา ปูอุตรี)
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว	นักวิทยาศาสตร์ 5

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย / ตรา	หมายเลขปฏิบัติการ
กากมันสำปะหลังต้ม NaOH 15%	-	L51/02461.2

ผลการทดสอบ

	ร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง
ลิกนิน	11.1
โฮโลเซลลูโลส	69.3
อัลฟาเซลลูโลส	47.8
เบต้าเซลลูโลส	4.7
แกมมาเซลลูโลส	16.9

ชื่อผู้ใช้บริการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

ที่อยู่ผู้ใช้บริการ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ลักษณะตัวอย่าง เป็นกากมันสำปะหลัง บรรจุในถุงพลาสติก

วันที่ทดสอบ 19 มีนาคม- 9 กรกฎาคม 2551

วิธีทดสอบ
1. ลิกนิน ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 222 om-88
2. โฮโลเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI Section
3. อัลฟาเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 203 om-93
4. เบต้าเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 203 om-93
5. แกมมาเซลลูโลส ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T 203 om-93

ผู้รับรอง	ผู้รายงาน
(นายจรวย ธงไชย)	(นางสาวเกียรติสุดา ปูอุตรี)
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว	นักวิทยาศาสตร์ 5

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ศุภลักษณ์ โอสถานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ที่โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในปีการศึกษา 2548 เข้าศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเยื่อและกระดาษ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549

ผลงานทางวิชาการ : ส่งงานวิจัยเข้าร่วมการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ (Grad-Research) ครั้งที่ 9 ณ มหาวิทยาลัยบูรพา

ในหัวข้อ : การใช้กากมันสำปะหลังเพื่อทดแทนเยื่อใยสั้นในการผลิตกระดาษ

(THE USE OF CASSAVA RESIDUE TO SUBSTITUTE HARDWOOD PULP IN PAPER)