



246974

ผลบดเกาหัดาบภายในอกของเสารตะดาขมแป้ที่ถลนแป้คบดงนิวกะสาข

นางสาวพทมาธ แป้แป้วว้ศค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบั้ฒนิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2553  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



246974

ผลของการฉาบภายนอกของสารละลายแป้งต่อสมบัติของผิวกระดาษ



นางสาว นพมาศ เยี่ยมสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 2 7 1 4 8 8 9 2 1

EFFECT OF EXTERNAL APPLICATION OF STARCH SOLUTION  
ON SURFACE PAPER PROPERTIES

Miss Noppamas Yiamsawat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการฉายภายนอกของสารละลายแป้งต่อสมบัติของ  
ผิวกระดาษ

โดย

นางสาวนพมาศ เยี่ยมสวัสดิ์

สาขาวิชา

วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.เหมื่อนเดือน พิศาลพงศ์

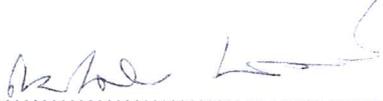
---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

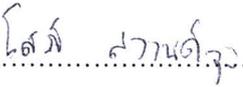
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศนรินทร์วงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตร มงคลศรี)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เหมื่อนเดือน พิศาลพงศ์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด จงสมจิตร)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ดร. โสภี สงวนดีกุล)

นพมาศ เข็มสวัสดิ์ : ผลของการฉาบภายนอกของสารละลายแป้งต่อสมบัติของผิวกระดาษ. (EFFECT OF EXTERNAL APPLICATION OF STARCH SOLUTION ON SURFACE PAPER PROPERTIES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. เหมือนเดือน พิศาลพงศ์, 61 หน้า.

246974

ในกระบวนการผลิตกระดาษ น้ำแป้งต้มสุกถูกใช้ในการฉาบกระดาษเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวหน้า เพิ่มความเรียบ และช่วยให้การพิมพ์ดีขึ้น กระบวนการฉาบผิวกระดาษนั้นถูกเรียกว่า “ไซต์ เพรส” และแป้งที่ใช้จะผ่านการย่อยด้วยการให้ความร้อนและเอนไซม์การศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแป้งมันสำปะหลังที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์กลุ่มแอลฟาอะไมเลสภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ โดยปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ในการศึกษาการย่อยอยู่ในช่วง 3,2,9,6,16 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมแป้ง ใช้เวลาในการย่อย 10,20,30 นาที และช่วงอุณหภูมิในการย่อย 70,80,90 องศาเซลเซียส มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความเรียบให้ผิวหน้ากระดาษ ความเข้มข้นของแป้งที่ทำการศึกษาคือ 7 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการย่อยแป้งเพื่อการฉาบผิวกระดาษนั้น คือการใช้เอนไซม์ในการย่อย 9.6 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมแป้ง ภายใต้อุณหภูมิในการย่อยที่ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการย่อย 20 นาที หลังจากนั้นจึงนำน้ำแป้งที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดไปทำการศึกษาโครงสร้างภายในด้วย SEM พบว่าน้ำแป้งที่ได้จากการย่อยที่สภาวะดังกล่าวเติมเต็มในส่วนช่องว่างระหว่างเส้นใยได้ดี

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี.....ลายมือชื่อนิสิต..... นพมาศ เข็มสวัสดิ์

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2553.....

# # 5271488921 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEYWORDS : SIZE PRESS/ TAPIOCA STARCH/  $\alpha$ -AMYLASE ENZYME/ SURFACE STENGTH/ PAPER MAKING PROCESS

NOPPAMAS YIAMSAWAT: EFFECT OF EXTERNAL APPLICATION OF STARCH SOLUTION ON SURFACE PAPER PROPERTIES. ADVISOR : ASSOC. PROF. MUENDUEN PHISALAPHONG, Ph.D., 64 pp.

**246974**

In papermaking process, starch solution is applied to the surface of paper to improve paper properties such as surface strength, smoothness and printing ability. This process is called "size press". Starch solution is prepared by digestion of cooked starches in water with enzyme. In this study, tapioca starch was subjected to enzymatic hydrolysis with alpha ( $\alpha$ )-amylase under isothermal temperature control. The effects of dosage of enzyme (3.2,9.6,16 mL/kg of starch), time (10,20,30 minutes) and temperature (70,80,90 °C) on the hydrolysis of starch were investigated. In order to obtain good surface strength and surface smoothness of paper, the optimal conditions for 7% (w/w) tapioca starch digestion were at 9.6 mL of  $\alpha$ -amylase/ kg of starch under controlled temperature at 90 °C for 20 minutes. With the proper treatment, SEM pictures reveal the surface morphology of uniformly and thoroughly coating of starch and filling the pores between the cellulose fibers of the paper.

Department : Chemical Engineering  
Field of Study : Chemical Engineering  
Academic Year : 2010

Student's Signature Noppamas Y  
Advisor's Signature Mueel Phisalapong

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคล กลุ่มบุคคลต่าง ๆ และ บริษัทต่าง ๆ ได้แก่

ขอขอบคุณ อาจารย์ รศ.ดร.เหมือนเดือน พิศาลพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำคำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหา และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์, คุณ กิจชัย กาญจนประภากุล สำหรับความช่วยเหลือในการทำอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ธราธร มงคลศรี ประธานกรรมการ, รศ.ดร.บรรเจิด จงสมจิตร กรรมการ และ ดร.โสภี สงวนดีกุล กรรมการจากภายนอก สำหรับคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน) สำหรับวัสดุดิบ, ข้อมูลและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง, พนักงานทดสอบกระดาษทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือ, วิศวกรทุกท่าน สำหรับคำแนะนำ และข้อมูลทางวิชาการต่างๆ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ

ขอขอบคุณ บิดา และ มารดา สำหรับกำลังใจ,คำแนะนำ และการสนับสนุนที่ดีตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	3
บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
บทที่ 4 การทดลองและแผนงานดำเนินงาน.....	32
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....	36
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	45
รายการอ้างอิง.....	50
ภาคผนวก.....	52
ภาคผนวก ก คุณสมบัติของกระดาษที่นำมาใช้ในการทดลองและมาตรฐานใน การทดสอบ.....	53
ภาคผนวก ข วิธีการฉาบผิวกระดาษ.....	55
ภาคผนวก ค วิธีการทดสอบผิวหน้ากระดาษด้วยวิธี IGT.....	56
ภาคผนวก ง วิธีการเตรียมตัวอย่างและการถ่ายภาพด้วย SEM.....	58
ภาคผนวก จ วิธีวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์.....	59
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	61

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 เอนไซม์ : แหล่งของจุลินทรีย์และคุณสมบัติบางประการ.....	14
2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแป้งแต่ละชนิด.....	16
3 แสดง % การย่อยของแป้ง และแป้งที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิสูงกว่า Tg ของแป้ง.....	25
4 แสดงผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส 4 ชนิด.....	27
5 แสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยของแป้งด้วยเอนไซม์ 10 IU/mL ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 32 ชั่วโมง.....	30
6 แสดงแสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยของแป้งด้วยเอนไซม์ 10 IU/mL ที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 144 ชั่วโมง.....	30
7 แสดงเงื่อนไขในการทดลองเพื่อหาแนวโน้มของค่าความหนืดและโครงสร้างภายในของ น้ำแป้งที่ ได้รับผลมาจากปัจจัยต่างๆในการย่อย.....	33
8 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ.....	35
9 แสดง ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากน้ำแป้งต้มสุกที่ทำการศึกษา.....	44
10 แสดงผลสรุปการศึกษากการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์เพื่อใช้ในการฉาบผิวกระดาษ.....	47

## สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
1 แสดงกระบวนการหลักในการผลิตกระดาษ.....	5
2 แสดงขั้นตอนหลักในการผลิตกระดาษ.....	6
3 แสดงสัดส่วนการใช้แบ่งในกระบวนการผลิตกระดาษ.....	6
4 อนุภาคขนาดนาโนของแบ่งจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน.....	8
5 Size press แบบแอ่งน้ำ.....	10
6 Size press แบบควบคุมฟิล์ม.....	10
7 Size press แบบ Gate Roll.....	10
8 แสดงโครงสร้างของอะไมโลส.....	11
9 แสดงโครงสร้างของอะไมโลเพคติน.....	12
10 แสดงการตัดพันธะของเอนไซม์ทั้ง 4 กลุ่ม.....	13
11 แสดงกลไกการย่อยแบ่งในขั้นตอนลิเคอเพคชั่น.....	15
12 แสดงขั้นตอนการย่อยแบ่งแบบกะ.....	17
13 การเตรียมแบ่งโดยใช้ระบบการย่อยแบบกะ.....	18
14 แสดงขั้นตอนการย่อยแบ่งแบบต่อเนื่อง.....	19
15 การเตรียมแบ่งโดยใช้ระบบการย่อยแบบต่อเนื่อง.....	20
16 Wax Pick Test.....	21
17 IGT Tester.....	22
18 แสดงภาพปัญหา Picking ที่เกิดบนผิวหน้ากระดาษ.....	22
19 แสดงลักษณะการถอนผิวกระดาษด้วยภาพตัดขวาง.....	23
20 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่การย่อย 50,70 องศาเซลเซียส ของแบ่งชนิดต่างๆ.....	24
21 แสดงค่า DE ของแบ่งธรรมชาติ และแบ่งที่ผ่านการปรับสภาพ.....	26
22 โครงสร้างภายในของแบ่งที่ถ่ายภาพด้วย SEM.....	27
23 แสดงปริมาณน้ำตาลที่เกิดขึ้นจากแบ่งชนิดต่างๆ เมื่อใช้ปริมาณเอนไซม์ 200 unit/ml.....	28
24 แสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ของเอนไซม์ชนิดต่างๆ.....	29
25 แสดงระบบต้มแบ่งแบบต่อเนื่อง.....	31

รูปที่	หน้า
26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดและอุณหภูมิในการย่อยที่ องศาเซลเซียส ที่เวลา 10,20,30 นาที.....	36
27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของผิวหน้ากระดาษและอุณหภูมิในการย่อย ที่ 70,80,90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10,20,30 นาที.....	37
28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดและอุณหภูมิในการย่อยที่ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10,20,30 นาที.....	38
29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของผิวหน้ากระดาษและอุณหภูมิในการย่อย ที่ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10,20,30 นาที.....	38
30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดกับปริมาณเอนไซม์ที่อุณหภูมิในการย่อยที่ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10,20,30 นาที .....	39
31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของผิวหน้ากระดาษกับปริมาณเอนไซม์ ที่อุณหภูมิในการย่อย ที่ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10,20,30 นาที.....	40
32 แสดงโครงสร้างภายในของน้ำแป้งที่ยังไม่ผ่านการย่อย.....	40
33 แสดงโครงสร้างภายในของน้ำแป้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที.....	41
34 แสดงโครงสร้างภายในของน้ำแป้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที.....	41
35 แสดงโครงสร้างภายในของน้ำแป้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที.....	41
36 แสดงภาพถ่าย SEM ของผิวหน้ากระดาษที่ไม่ได้รับการฉาบผิวด้วยน้ำแป้งสุก.....	42
37 แสดงผิวหน้ากระดาษที่ผ่านการฉาบด้วยน้ำแป้งต้มสุกที่ถูกย่อยด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เอนไซม์ 9.6 ml/kg.....	43
38 แสดงผิวหน้ากระดาษที่ผ่านการฉาบด้วยน้ำแป้งต้มสุกที่มีค่าความหนืด ต่ำกว่า 20 cps .....	43