การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าว

นางสาว รังสิมา ชลคุป

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-399-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I10588113

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF NATA DE COCO FILM

Miss Rungsima Chollakup

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-631-399-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าว
โดย	นางสาวรังสิมา ชลคุป
ภาควิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)

.....กรรมการ
(คุณ รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รังสิมา ชลคุป : การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าว (PHYSICAL CHARACTERIZATION OF NATA DE COCO FILM) อ.ที่ปรึกษา : อ. ดร. พาสวดี ประทีปะเสน และ อ. ดร. สุเมธ ตันตระเธียร, 78 หน้า. ISBN 974-631-399-1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือศึกษาผลของการทำเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวให้บริสุทธิ์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. และผลของการปรับสภาพเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าว (ภายหลังการทำให้บริสุทธิ์) โดยใช้กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.25-5 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือใช้ไอน้ำที่ความดัน 586 กิโลปาสคาล ที่เวลา 1 - 5 ชม. ต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม นอกจากนี้ยังศึกษาสมบัติทางกายภาพของฟิล์มจากเยื่อผสมระหว่างเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าว (ทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการทำให้บริสุทธิ์) กับเยื่อใยยาวที่ปริมาณร้อยละ 30-100 ของเยื่อใยยาว

ผลการทดลองพบว่าฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์มีค่าความหนาแน่นเสมือน 912.33 kg/m^3 Young's modulus 8040.34 MN/m^2 ความยืดร้อยละ 2.33 ดัชนีความต้านแรงดึง 56.31 kN.m/kg ดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด 1.98 $N.m^2/kg$ ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ 4.25 MN/kg และความขาวสว่างร้อยละ 41.53 การทำเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวให้บริสุทธิ์ด้วยด่างทำให้ฟิล์มมีค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุเพิ่มขึ้นร้อยละ 34 และความขาวสว่างเพิ่มขึ้นร้อยละ 24 การปรับสภาพเยื่อด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.25- 5 โดยปริมาตร ทำให้ฟิล์มมีค่า Young's modulus ความยืด ดัชนีความต้านแรงดึง ดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด และดัชนีความต้านแรงดันทะลุน้อยกว่าของฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพด้วยกรดอยู่ร้อยละ 37, 46, 45, 58, และ 57 ตามลำดับ การปรับสภาพเยื่อด้วยไอน้ำไม่มีผลต่อสมบัติทางเชิงกลของฟิล์ม แต่ทำให้ความหนาแน่นเสมือนเพิ่มขึ้นและความขาวสว่างลดลง

ฟิล์มผสมระหว่างเยื่อใยยาวกับเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าว (ทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการทำให้บริสุทธิ์) มีค่าความหนาแน่นเสมือน และ Young's modulus ลดลง ขณะที่ค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด ความขาวสว่าง และความสามารถในการซึมผ่านได้ของไอน้ำและกาซออกซิเจนเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของเยื่อใยยาวเพิ่มขึ้น ฟิล์มของเยื่อผสมมีค่าความยืด ดัชนีความต้านแรงดึง และดัชนีความต้านแรงดันทะลุน้อยกว่าฟิล์มของเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวและฟิล์มของเยื่อใยยาว ฟิล์มของเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวมีค่าดัชนีความต้านแรงดึงสูงกว่าฟิล์มของเยื่อใยยาว

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวของบัณฑิตวิทยาลัย

: MAJOR
KEY WORD:
C426913 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEY WORD : BACTERIAL CELLULOSE/ FILM CHARACTERIZATION/ NATA DE COCO

RUNGSIMA CHOLLAKUP : PHYSICAL CHARACTERIZATION OF NATA DE COCO FILM. THESIS ADVISOR : PASAWADEE PRADIPASENA, Sc.D., AND SUMATE TANTRATIAN, Ph.D. 78 PP.
ISBN 974-631-399-1

The objectives of this research were to study the effects of various treatments to *Nata* pulp on the physical properties of the *Nata* films. Three following treatments were used : 1) purification with 2% (weight by volume) sodiumhydroxide at 100 °C for 1 hr, 2) sulfuric acid treatment (at 1.25-5% by volume and 100 °C for 30 min) after purification, and 3) steam treatment (at 586 kPa for 1-5 hr) after purification. The method used for film casting was modified from ISO 5269/2 (1980.) The physical properties of films casted from unpurified/purified *Nata* - long-fiber pulp mixture at various long-fiber contents were also studied.

The results showed that the films of unpurified *Nata* pulp had apparent density of 912.33 kg/m^3, Young's modulus of 8040.34 MN/m^2, elongation of 2.33%, tensile index of 56.31 kN.m/kg, tear index of 1.98 N.m^2/kg, burst index of 4.25 MN/kg, and brightness of 41.53%. The purification of *Nata* pulp resulted in the increasing of burst index (34%) and brightness (24%) of films. The sulfuric acid treatment at 1.25-5% by volume decreased Young's modulus, elongation, tensile index, tear index, and burst index of films by 37, 46, 45, 58 and 57%, respectively. The steam treatment up to 5 hours did not affect the mechanical properties of films, while the apparent density of the films was increased, but the brightness of the films was decreased.

For the films of unpurified/purified *Nata* - long-fiber pulp mixture, tear index, brightness, water vapour permeability, and oxygen gas permeability were increased, while Young's modulus was decreased as long-fiber pulp content increased. The values of elongation and burst index of either *Nata* pulp film or long-fiber pulp film were higher than those of mixed pulp films. Tensile index of purified *Nata* pulp film was higher than that of long-fiber pulp film, which was higher than that of the mixed pulp films.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณ รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ คุณ ธีระชัย รัตนโรจน์มงคล และเจ้าหน้าที่ท่านอื่น ๆ งานเยื่อและกระดาษ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ และเจ้าหน้าที่ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้คำแนะนำและให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการ ตลอดงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณ สุเทพ ยาดี และบริษัทพนาฟู้ดอุตสาหกรรมจำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความสะดวกในการนำวุ้นน้ำมะพร้าวสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตฟิล์มตลอดงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนอุดหนุนการวิจัยทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณ สรายุทธ ช้านิกุล ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อนและน้องๆ นิสิตปริญญาโททุกท่านที่ช่วยขณะทำการทดลองและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณย่า คุณพ่อ และคุณแม่ ที่สนับสนุนด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาจนสำเร็จการศึกษา ตลอดทั้งน้องชายที่ช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ 1
2. วารสารปริทัศน์ 3
3. วิธีการทดลอง 25
4. ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง 31
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 57

รายการอ้างอิง 59

ภาคผนวก 66

ภาคผนวก ก 67

ภาคผนวก ข 68

ภาคผนวก ค 71

ประวัติผู้เขียน 78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นน้ำมะพร้าว	5
2	ขนาดหน่วยเซลล์ของเซลลูโลสชนิดต่าง ๆ	8
3	สมบัติของการซึมผ่านไอน้ำและกาซออกซิเจนของฟิล์มอนุพันธ์เซลลูโลสชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการหีบห่อ	24
4	ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของวุ้นน้ำมะพร้าว (wet basis)	31
5	สมบัติทางกายภาพของฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์และฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าวที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์	33
6	สมบัติทางกายภาพของฟิล์มที่ได้จากการปรับสภาพวุ้นน้ำมะพร้าวด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	36
7	สมบัติทางกายภาพของฟิล์มที่ได้จากการปรับสภาพวุ้นน้ำมะพร้าวด้วยไอน้ำที่ความดัน 586 กิโลปาสคาล ในช่วงเวลา 1-5 ชั่วโมง	39
8	สมบัติทางกายภาพของฟิล์มที่ได้จากการผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวกับเยื่อใยยาว	43
9	ความสามารถในการซึมผ่านได้ของไอน้ำและกาซออกซิเจนของฟิล์มจากการผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์กับเยื่อใยยาวที่อัตราส่วนต่าง ๆ	54

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	Infrared spectra ของเซลลูโลสในวุ้นน้ำมะพร้าว (A) เปรียบเทียบกับของต้นเบิช (B) และต้นสน (C)	4
2	โครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลส	6
3	พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลเซลลูโลส	6
4	โมเดล fringe-micellar ของเส้นใยเซลลูโลส	7
5	การจัดเรียงตัวของเซลลูโลสตามธรรมชาติในหน่วยเซลล์	8
6	โครงสร้างของหน่วยเซลล์เซลลูโลส I และ II	9
7	พันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลภายใต้ 002-Lattice planes ของเซลลูโลส I	10
8	โครงร่างตาข่ายที่เกิดจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างระนาบของโครงสร้างเซลลูโลส II	12
9	scanning electron micrograph ของผิวหน้าวุ้นน้ำมะพร้าวที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็ง	15
10	กลไกการแตกกิ่งก้านของไฟบริลเซลลูโลสจากแบคทีเรีย	15
11	ผังของวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อผลิตและศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าว	26
12	ความสัมพันธ์ระหว่างความขาวสว่างของฟิล์มและเวลาที่ให้ไอน้ำที่ความดัน 586 กิโลปาสคาล อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส	40
13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Young's modulus และปริมาณของเยื่อใยยาวของฟิล์มที่ได้จากการผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการทำให้บริสุทธิ์กับเยื่อใยยาวที่อัตราส่วนต่างกัน	44
14	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาดและปริมาณของเยื่อใยยาวของฟิล์มที่ได้จากผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการทำให้บริสุทธิ์กับเยื่อใยยาวที่อัตราส่วนต่างกัน	45
15	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความต้านแรงดันทะลุและปริมาณของเยื่อใยยาวของฟิล์มที่ได้จากผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์กับเยื่อใยยาวที่อัตราส่วนต่างกัน	46

16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขาวสว่างและปริมาณของเยื่อใยยาว
ของฟิล์มที่ได้จากการผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์
กับเยื่อใยยาวที่อัตราส่วนต่างกัน 47
17 ลักษณะของเส้นใยเซลลูโลสในระดับ microscopic และ submicroscopic
structure 50
18 ลักษณะโครงสร้างตาข่ายของเส้นใยแต่ละชนิด 51
19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของไอน้ำและ
ปริมาณของเยื่อใยยาวของฟิล์มที่ได้จากผสมเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวทั้งที่ไม่ผ่าน
และผ่านการทำให้บริสุทธิ์กับเยื่อใยยาวที่อัตราส่วนต่างกัน 55
20 ภาพเสมือนของโครงร่างตาข่ายของเส้นใยเยื่อใยยาวกับเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าว 56