โพลีเมอร์ไรเซชันของกรดอนาคาดิคในน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

นางสาววิไลรัตน์ รัตนกุดั่น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-880-3

009867

i 17888376

POLYMERIZATION OF ANACARDIC ACID

PRESENT IN CASHEW NUT SHELL LIQUID

Miss Vilairat Ratanagudun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โพลีเมอร์ไรเซชันของกรดอนาคาดิคในน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

โดย นางสาววิไลรัตน์ รัตนกุดั่น

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เธียรสำราญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ลิริลุฑารัตน์ โควาวิสารัช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เกริกชัย สุกาญจนทีปี)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ลิริลุฑารัตน์ โควาวิสารัช)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เธียรสำราญ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โพลีเมอร์โรเซ่ยันของกรดอนาคาดิคในน้ำมันจากเปลือกเม็ดมะม่วงหิมพานต์
ชื่อนิสิต	นางสาววิไลรัตน์ รัตนกุดั่น
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เรืองสำราญ อาจารย์ ลิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2527

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ ได้นำเอาน้ำมันจากเปลือกเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งมีกรดอนาคาดิคอยู่เป็นส่วนใหญ่มาผลิตเป็นสารเคลือบผิววัสดุ พร้อมทั้งได้ใช้พารา-ฟอร์มาลดีไฮด์ และเฟนิล-ไอโซไซยาเนทเป็นสารทำปฏิกริยาด้วย การทดลองที่ทำ ได้แบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดห้องปฏิบัติการ และขนาดที่ใกล้เคียงกับที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม จากการศึกษานี้พบว่าขนาดการทดลองที่ใกล้เคียงกับที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น สามารถควบคุมแฟคเตอร์ในการเกิดโพลีเมอร์ไรซ์ได้ดีกว่าในขนาดทดลองในห้องปฏิบัติการ จากการทดสอบพบว่าคุณสมบัติด้านอัตราเร็วของการแห้ง การยึดเกาะกับวัสดุและความหนืดของสารผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับปริมาณของพารา-ฟอร์มาลดีไฮด์ และเฟนิล-ไอโซไซยาเนท สารผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติเป็นที่น่าพอใจเมื่อนำมาใช้เป็นสารเคลือบผิวไม้

Thesis Title Polymerization of Anacardic Acid Present in Cashew Nut Shell Liquid

Name Miss Vilairat Ratanagudun

Thesis Advisors Associate Professor Sophon Roengsumran, Ph.D.
Instructor Sirijutaratana Covavisarach, M.Sc.

Department Chemical Engineering

Academic Year 1984

ABSTRACT

In the present study, cashew nut shell liquid which mostly consists of anacardic acid, was used as starting compound for producing surface coating material. Other reactants included para-formaldehyde and phenyl-isocyanate. The experiments were carried out both at laboratory scale and at pilot scale. In this study, it was found that polymerization factors can be more accurately controlled in the pilot scale than in the laboratory scale. Properties regarding drying time, adhesion property and viscosity of the reaction products were found significantly dependent upon the quantity of para-formaldehyde and phenyl-isocyanate. The polymerized product rendered satisfactory surface coating properties on application to wood.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยลงด้วยความช่วยเหลือ และคำแนะนำจากอาจารย์และบุคคลหลาย ๆ ท่าน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เรืองสาราญ และอาจารย์ลิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช ที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือทุกประการ ตลอดจนแนวทางในการวิจัย การเขียนรายงานวิจัย และการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตั้งแต่ต้นจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณ คุณกรรณิการ์ สถาปิตานนท์ และคุณโชติ วิมลเฉลา แห่งสถาบันวิจัย-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลในการค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ และให้ยืมอุปกรณ์ในการทดลอง

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมหมาย ประรักกะโม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ยืมอุปกรณ์ในการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ และให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้จัดการห้างหุ้นส่วนจำกัด ลัคกี้เพนท์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ประกอบการทดลอง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนในการจัดซื้ออุปกรณ์บางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายสุดนี้ ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความทั่วไป 1

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมะม่วงหิมพานต์ 1

1.2.1 โครงสร้างเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 1

1.2.2 แหล่งเพาะปลูก 3

1.2.2.1 แหล่งเพาะปลูกในต่างประเทศ 3

1.2.2.2 แหล่งเพาะปลูกในประเทศ 3

1.3 วิธีสกัดน้ำมันในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 5

1.3.1 วิธีการบีบอัด 7

1.3.2 วิธีการสกัดด้วยไอน้ำร้อน 7

1.3.3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย 7

1.4 คุณสมบัติทางเคมีและส่วนประกอบของน้ำมันในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 10

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องกับการนำ CNSL มาทำสารเคลือบผิววัสดุ 12

1.6 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 14

1.6.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 14

1.6.2 ขอบเขตของการวิจัย 14

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

หน้า

บทที่

2 ความรู้พื้นฐานของสารเคลือบผิวและขบวนการโพลีเมอร์ไรเซชั่นของกรดอนาคาดิคใน CNSL 16

2.1 ความรู้พื้นฐานของการโพลีเมอร์ไรเซชั่นของกรดอนาคาดิคใน CNSL 16

2.1.1 ปฏิกริยาโพลีเมอร์ไรเซชั่นของ CNSL 16

2.1.2 คุณสมบัติของพารา-ฟอร์มาลดีไฮด์ 17

2.1.3 คุณสมบัติของเฟนิล-ไอโซไซยาเนท 18

2.1.4 ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องในการโพลีเมอร์ไรเซชั่นของกรดอนาคาดิค 18

2.2 ความรู้พื้นฐานของสารเคลือบผิววัสดุ 21

2.2.1 ลักษณะของสารเคลือบผิววัสดุ 21

2.2.2 คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มที่แห้งแล้ว 22

3 วิธีการในการวิจัย 24

3.1 สารเคมีที่ใช้ 24

3.2 เครื่องมือที่ใช้ 24

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ 24

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 29

3.3 วิธีการทดลอง 29

3.3.1 การทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ 29

3.3.1.1 การเตรียมตัวอย่าง CNSL 29

3.3.1.2 วิธีทดลองในการเติมสารเฟนิล-ไอโซไซยาเนท 32

3.3.2 การทดลองในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 34

หน้า

บทที่

3.3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง CNSL 34

3.3.2.2 วิธีทดลองในการเติมสารเฟนิล-ไอโซไซยาเนท 35

3.4 วิธีวัดความหนืดโดยใช้ฟอร์ดคัพหมายเลข 4 39

3.5 วิธีวัดอัตราเร็วของการแห้ง 39

3.6 การวัดการยึดเกาะโดยแผ่นเทป โดยวิธี Cross-Cut Tape Test (Method B) 44

3.6.1 เครื่องมือที่ใช้ 44

3.6.2 วิธีทดสอบ 44

4 ผลการทดลองและการคำนวณ 47

5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 58

5.1 การโพลีเมอร์ไรเซชั่นของกรดอนาคาดิค 58

5.1.1 การพิจารณาสัดส่วนเป็นโมลของกรดอนาคาดิค และพารา-ฟอร์มาลดีไฮด์ 60

5.2 การเกิดปฏิกริยาเมื่อเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนท 64

5.2.1 เมื่อทำปฏิกริยากับโพลีเอสเทอร์ 64

5.2.2 เมื่อทำปฏิกริยากับ Cross-linked Phenol-formaldehyde resin 65

5.3 ค่าความหนืดของสารโพลีเมอร์ 66

5.3.1 ผลการวัดความหนืดของสารโลีเมอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ .. 66

5.3.2 ผลการวัดความหนืดของสารโพลีเมอร์ในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 66

5.4 ผลการเปรียบเทียบการวัดอัตราเร็วของการแห้ง 69

หน้า

บทที่

5.4.1 พิจารณาอัตราเร็วของการแห้งของสารที่ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ 69

5.4.2 พิจารณาอัตราเร็วของการแห้งบนไม้ของสารที่ทดลองในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 72

5.5 การพิจารณาผลการทดสอบภาระยึดเกาะของฟิล์มเคลือบผิววัสดุโดยวิธีใช้แผ่นเทป 73

5.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของสารโพลีเมอร์กับโพลียูรีเธนที่ใช้ในอุตสาหกรรม 74

6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 81

เอกสารอ้างอิง 83

ประวัติ 85

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ปริมาณผลผลิตน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ของโลก	3
1.2	พื้นที่และผลผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ติบรายจังหวัด ในฤดูการผลิต 2521/2522	4
1.3	คุณสมบัติทางเคมีของ CNSL	11
1.4	มาตรฐาน CNSL	11
2.1	ปริมาณที่ดูดไอโอดีนของสารเคลือบผิววัสดุ	16
4.1	ผลการทดลองการทำโพลีเมอร์ไรเซชั่นของ CNSL ในระดับห้องปฏิบัติการ	48
4.2	ผลการทดลองการวัดความหนืดและอัตราการแห้งของสารที่เป็นโพลีเมอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ	49
4.3	ผลการวัดความหนืดและอัตราเร็วของการแห้งของสารโพลีเมอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ (ก. กรณีไม่ให้ความร้อน หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซ-ไซยาเนท)	50
4.4	ผลการวัดความหนืดและอัตราเร็วของการแห้งของสารโพลีเมอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ (ข. กรณีให้ความร้อน หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซไซ-ยาเนท)	51
4.5	ผลการทดลองการทำโพลีเมอร์ไรเซชั่นของ CNSL ในระบบใกล้เคียงกับระบบในโรงงานอุตสาหกรรม	52
4.6	ผลการวัดความหนืดและอัตราเร็วของการแห้งของสารโพลีเมอร์ในระบบใกล้เคียงกับระบบในโรงงานอุตสาหกรรม	53
4.7	ผลการทดลองการวัดความหนืดและอัตราเร็วของการแห้งของสารโพลีเมอร์ในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม (ก. กรณีไม่ให้ความร้อน หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนท)	54

ตารางที่ หน้า

4.8 ผลการทดลองการวัดความหนืดและอัตราเร็วของการแห้งของสารโพลีเมอร์ในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม (ข. กรณีให้ความร้อน หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนท) 55

4.9 ผลการทดสอบการยึดเกาะของฟิล์มที่เคลือบผิววัสดุโดยวิธีใช้แผ่นเทป (Tape Test) (ก. กรณีที่ไม่ได้ให้ความร้อน หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนท 56

4.10 ผลการทดสอบการยึดเกาะของฟิล์มที่เคลือบผิววัสดุโดยวิธีใช้แผ่น (Tape Test) (ข. กรณีให้ความร้อน หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซ-ไซยาเนท 57

5.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนเป็นโมลของกรดอนาคาติคและสาร 62

5.2 การเปรียบเทียบค่าความหนืดของสารโพลีเมอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ 66

5.3 ผลการเปรียบเทียบการวัดความหนืดของสารโพลีเมอร์ในระบบใกล้เคียงกับระบบในโรงงานอุตสาหกรรม 68

5.4 การเปรียบเทียบอัตราเร็วของการแห้งบนกระจก ของสารที่ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ 69

5.5 การเปรียบเทียบอัตราการแห้งบนไม้ ของสารที่ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ 70

5.6 อัตราเร็วของการแห้งบนไม้ เปรียบเทียบกับบนกระจกของสารที่ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ 71

5.7 การเปรียบเทียบอัตราการแห้งบนไม้ของสารที่ทดลอง ในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 72

5.8 ผลการเปรียบเทียบการยึดเกาะของฟิล์มที่เคลือบผิววัสดุในระดับห้องปฏิบัติการ และในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 73

5.9 คุณสมบัติของสารโพลียูรีเธนที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 74

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	2
1.2	เครื่องกระเทาะเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ออกแบบโดยกองอุตสาหกรรมในครอบครัว กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม	5
1.3	แสดงเครื่องกระเทาะเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	6
1.4	ขนาดและสัดส่วนของเครื่องบีบน้ำมันที่ทางกองเกษตรวิศวกรรมเป็นผู้ออกแบบและก่อสร้าง	9
2.1	ประเภทของสารเคลือบผิววัสดุ	21
3.1	เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	25
3.2	เครื่องมือที่ใช้ในระบบที่ใกล้เคียงกับระบบในโรงงานอุตสาหกรรม	26
3.2.1	เป็นภาพแสดงเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	27
3.2.2	เป็นภาพแสดงใบพัดกวนมีลักษณะเป็นแผ่นกลมมีรูโดยรอบมี 3 แผ่น วางต่างระดับกัน	28
3.3	เครื่องปฏิกรณ์ส่วนที่ยกเอียงขึ้นมาเป็นส่วนชั้นในของเครื่อง สำหรับใส่สารที่ต้องการทดลอง	36
3.4	แสดงการทดลองเมื่อเสร็จเรียบร้อย ปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องจึงนำออกมา เพื่อทำการทดสอบขั้นต่อไป	37
3.5	เครื่องวัดความหนืดซนิดฟอร์ด ศัพ หมายเลข 4 ของอังกฤษ	41
3.6	แสดงการทาสารที่ทดลองแล้วบนแผ่นกระจก เพื่อวัดอัตราการแห้ง	42
3.7	แสดงการทาสารที่ทดลองแล้วลงบนแผ่นไม้ เพื่อวัดอัตราการแห้ง	43
3.8	การจัดลำดับการยึดเกาะกับวัสดุ	45
5.1	แสดงความสัมพันธ์ของค่าความหนืดวัดโดยวิธีใช้ BROOKFIELD กับการวัดโดยวิธีใช้ FORD CUP NO. 4	75

รูปที่ หน้า

5.2 แสดงผลการวัดอัตราการแห้งแข็งบนไม้ของสารโพลีเมอร์หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนท ในระดับห้องปฏิบัติการ 76

5.3 แสดงผลการวัดอัตราการแห้งแข็งบนไม้ของสารโพลีเมอร์ หลังจากเติมสารเฟนิล-ไอโซไซยาเนทเป็นเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ ในระบบใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 77

5.4 แสดงผลการวัดความหนืดของสารโพลีเมอร์ หลังจากเติมสารเฟนิล-ไอโซไซยาเนทแล้ว 3 ชั่วโมง ในระบบที่ใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 78

5.5 แสดงผลการวัดอัตราการแห้งแข็งเนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของสารพารา-ฟอร์มาลดีไฮด์ 79

5.6 แสดงผลการวัดอัตราการแห้งแข็งเนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของสารเฟนิล-ไอโซไซยาเนท 80