

การเตรียมฟิล์มไฮโดรเจลจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือก(Mucilage)
จากเมล็ดแมงลัก(*Ocimum cannm sims.*)กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์(PVA)



นาย ชีระพล มณีวรานนท์กุล
นาย สุวิทย์ เอื้อโสภณ
นางสาว อรกมล ทองใบ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 43928
วัน, เดือน, ปี..... 18 ต.ค. 2545

b.....
i.....

โครงการงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110216520

**Preparation of Hydrogel films from Polymer blends between
Mucilage from *Ocimum canum sims* and Poly(vinyl alcohol)**



Mr. Teerapon Maneewaranoukun

Mr. Suvit Ausopron

Miss. Ornkamol Tongbai

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of science


King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


หัวข้อ โครงการงานพิเศษ การเตรียมฟิล์มไฮโดรเจลจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือก(Mucilage)
จากเมล็ดแมงลัก(*Ocimum cannm sims.*)กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์(PVA)
นักศึกษา นาย ธีระพล มณีวรานนท์กุล
 นาย สุวิทย์ เอื้อโสภณ
 นางสาว อรกมล ทองใบ
ภาควิชา เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธุ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....
(ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ


.....
(ดร.พัชณี เจริญยิ่ง)

ประธานกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ


.....
(อ.พรทิพย์ ศัพทอนันต์)

กรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ


.....
(ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธุ์)

กรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การเตรียมฟิล์มไฮโดรเจลจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือก(Mucilage) จากเมล็ดแมงลัก(<i>Ocimum canum sims.</i>) กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์(PVA)
นักศึกษา	นาย ชีระพล มณีวรานนท์กุล นาย สุวิทย์ เอื้อโสภณ นางสาว อรกมล ทองใบ
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเตรียมฟิล์มไฮโดรเจล(Hydrogel) จากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือก (Mucilage) ที่ได้จากการพองตัวของเมล็ดแมงลัก(*Ocimum canum sims.*) กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA 3% w/w) ศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการปรับสภาพทางความร้อนที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ ทำการเปรียบเทียบค่าการดูดซับน้ำ(Water Uptake) และสมบัติเชิงกลของฟิล์มที่ได้จาก PVA อย่างเดียวที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่ 100 °C เป็นเวลา 0 ,2.5 , 5 และ 10 นาที ตามลำดับ กับฟิล์มผสมระหว่างสารเมือกและ PVA ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร และในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร โดยผ่านการปรับสภาพเช่นเดียวกับฟิล์มที่ได้จาก PVA อย่างเดียว ศึกษาสมบัติทางความร้อนของฟิล์มทั้ง 3 สูตร โดยใช้เทคนิค TGA และ DSC ในการตรวจสอบ จากการทดลองพบว่า สมบัติทางความร้อน ของฟิล์มผสมจะแปรผันตามกับปริมาณของสารเมือกที่ใช้และระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน และฟิล์มผสมในอัตราส่วน 2 : 1 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 2.5 นาทีให้สมบัติโดยรวมดีที่สุด โดยจะให้ค่าการดูดซับน้ำ 605.34 % ค่าความแข็งแรงดึง(Tensile Strength) 584 MPa และค่าความสามารถในการยืด (% Elongation at break) 16 %

Special Project Title	Preparation of Hydrogel Film from Polymer Blend between Mucilage from <i>Ocimum Canum Sims.</i> and Poly(vinyl alcohol)
Name	Mr. Teerapon Maneewaranoukun Mr. Suvit Ausopron Miss Ornkamol Tongbai
Special Project Advisor	Asst.Prof.Dr. Malinee Chaissupakitsin
Department	Chemistry
Academic Year	2001

Abstract

This research work was prepared hydrogel films of mucilage from *Ocimum Canum sims* and Poly(vinyl alcohol). Optimum composition and time for heat treatment were studied. Comparison of water uptake value and mechanical properties of pure PVA film which was modified by heat treatment at 100°C, 0, 2.5, 5 and 10 minutes, respectively with films prepared from Mucilage and PVA at ratio of 1 : 1 (v/v) and 2 : 1 (v/v). Thermal properties of blend films were studied by differential scanning calorimetry (DSC) and thermo gravimetric analysis (TGA). The results showed that the thermal properties of blend films correspond to quantity of mucilage and time for heat treatment. Blend film at ratio of 2 : 1 (v/v) which was modified by heat treatment at 100°C, 2.5 minute gave excellent properties. It was found that water uptake was 605.34%, tensile strength is 564 MPa and % elongation at break was 16%.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ หากไม่ได้รับความร่วมมือ ความช่วยเหลือ ตลอด ทั้งคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์จากหลายๆท่าน

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุกกิจสินธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและอาจารย์คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานแก้ไขโครงการพิเศษนี้ ให้เรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.สุภารัตน์ รักชลธิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมือ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี ตึกจุฬารณวลัยลักษณ์ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเก็บสารเคมีและ อุปกรณ์ตลอดการทำโครงการ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อาจารย์ภาควิชาเคมีทุกท่าน และพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด จนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ โครงการงานพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อ โครงการงานพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1. คำนำ	1
1.2. ความเป็นมาของโครงการงาน	2
1.3. วัตถุประสงค์	7
1.4. ขอบเขตงานวิจัย	7
1.5. ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน	7
1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1. ไฮโดรเจล (Hydrogel)	9
2.2. แมงลัก	13
2.3. พอลิไวนิลแอลกอฮอล์	18
2.4. การทดสอบ	
2.4.1. สมบัติทางกายภาพ	21
2.4.2. สมบัติเชิงกล	21
2.4.3. สมบัติทางความร้อน	22
2.4.4. สัมฐานวิทยา	22
2.4.5. การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชัน	22
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	
3.1. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี	23
3.2. วิธีการทดลอง	24

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.1. การเตรียมสารละลาย	24
3.2.2. การเตรียมแผ่นฟิล์ม	
3.2.2.1. การเตรียมแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วน 1:1	26
3.2.3. การปรับปรุงแผ่นฟิล์มตัวอย่าง	27
3.2.4. การทดสอบสมบัติของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง	27
3.2.5. การเตรียมแผ่นฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วน 2:1	29
3.2.6. การเตรียมแผ่นฟิล์มของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์	30
3.2.7. การเตรียมแผ่นฟิล์มของจากสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	
4.1. การเตรียมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก	31
4.2. การทดสอบสมบัติทางกายภาพ	
4.2.1. Water uptake	31
4.3. การทดสอบเชิงกล	
4.3.1. ความแข็งแรงดึง	42
4.3.2. ร้อยละการยืด ณ จุดขาด	45
4.4. การทดสอบทางความร้อน	
4.4.1. Thermogravimetric Analysis (TGA)	51
4.4.2. Differential Scanning Calorimetry (DSC)	52
4.5. สัณฐานวิทยา	53
4.6. การตรวจสอบหุ้มฟังก์ชัน	56
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1. ผลสรุปงานวิจัย	58
5.2. ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	64

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 3.1 แสดงสัญลักษณ์ของการเตรียมฟิล์มสูตรต่าง ๆ	26
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิการสลายตัวของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง	51
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอุณหภูมิจานะคล้ายแก้ว(T _g) ของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง	52



สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโครงสร้างของไฮโดรเจล	10
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของน้ำที่อยู่ในไฮโดรเจล	11
รูปที่ 2.3 แสดงสูตร โครงสร้างของกรดกลูโคโรนิก และกรดกาแลคโตโรนิก	18
รูปที่ 2.4 แสดงสมการปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์	19
รูปที่ 2.5 แสดง โครงสร้างของโมเลกุลแบบอแทคติก (Atactic)	19
รูปที่ 2.6 แสดงสมการปฏิกิริยาพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ของกับฟอร์มัลดีไฮด์	20
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 0 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที	31
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 0 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 180 นาที	32
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 1 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที	33
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 1 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 360 นาที	33
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีของฟิล์มสูตรที่ 1 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม	34
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 2 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที	35
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 2 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 180 นาที	35
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีของฟิล์มสูตรที่ 2 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม	36

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีของฟิล์มสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม	37
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 3 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที	38
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 3 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 180 นาที	38
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีกับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์มสูตรที่ 3	39
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีกับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์มสูตรที่ 1 ฟิล์มสูตรที่ 2 และฟิล์มสูตรที่ 3	41
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับความแข็งแรงดึงของฟิล์มตัวอย่าง PVA	42
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับความแข็งแรงดึงของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร	43
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับความแข็งแรงดึงของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 2:1 โดย ปริมาตร	44
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับร้อยละการยืด ณ จุดขาดของฟิล์มตัวอย่าง PVA	45
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับร้อยละการยืด ณ จุดขาดของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับร้อยละการยึด ณ จุดขาดของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร	47
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงดึงและร้อยละการยึด ณ จุดขาดกับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนของฟิล์มตัวอย่าง PVA	48
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงดึงและร้อยละการยึด ณ จุดขาด กับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร	49
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงดึงและร้อยละการยึด ณ จุดขาดกับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร	50
รูปที่ 4.23 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่าง PVA	53
รูปที่ 4.24 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร	53
รูปที่ 4.25 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร	53
รูปที่ 4.26 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่าง PVA ที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที	54
รูปที่ 4.27 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที	54
รูปที่ 4.28 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 2 :1 โดยปริมาตรที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที	55
รูปที่ 4.29 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA	56
รูปที่ 4.30 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร	56

สารบัญรูปร่าง (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.31 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร	57
รูปที่ 4.32 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก	57



บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับวัสดุต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ใช้สอยอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะวัสดุพอลิเมอร์ได้รับความสนใจมากเป็นพิเศษ เนื่องจากสามารถใช้ทดแทนวัสดุบางชนิดได้ ประกอบกับวัสดุพอลิเมอร์มีน้ำหนักเบาและนำมาขึ้นรูปต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ในขณะที่วัสดุชนิดอื่น เช่น แก้ว ไม้ โลหะ ทำได้ยากกว่า นอกจากนี้ความหลากหลายของพอลิเมอร์ทำให้สามารถนำมาใช้งานได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่เหมาะสมของพอลิเมอร์นั้น ๆ ดังนั้นการศึกษา ค้นคว้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ไฮโดรเจลหรือพอลิเมอร์ดูดซับน้ำที่มีโครงสร้างเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติ หรือ โครงสร้างร่างแหจัดว่าเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญและได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำได้ 90% หรือมากกว่า และสามารถดูดซับไอออน โดยสมบัติเชิงกลและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งสมบัติดังกล่าวคล้ายคลึงกับอวัยวะบางอย่างในร่างกายคน เช่น กล้ามเนื้อ เอ็น ลำไส้เล็ก นอกจากนี้ไฮโดรเจลยังเข้าได้ดีกับสารชีวภาพ เช่น เลือด น้ำเหลือง เนื้อเยื่อ จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้ทำเลนส์สัมผัส (contact lenses) วัสดุตกแต่งบาดแผลจากไฟไหม้ (burn wound dressing) ตลอดจนใช้เคลือบวัตถุที่ต้องนำมาใช้สัมผัสกับร่างกาย เช่น ใช้เคลือบอวัยวะเทียมที่ใช้ในร่างกาย เป็นต้น

แนวทางการปรับปรุงคุณภาพในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ไฮโดรเจลให้มีสมบัติทางกายภาพที่ดีและเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน ได้แก่ การนำฟิล์มไฮโดรเจลมาทำการปรับสภาพด้วยความร้อน (heat treatment) การนำมาทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์ พบว่าเป็นวิธีที่ให้ผลที่ดี สะดวก และไม่ยุ่งยากซับซ้อน

การนำฟิล์มไฮโดรเจลที่ได้จากสารละลายผสมระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์อย่างเฉื่อยมาทำการปรับสภาพด้วยความร้อนเป็นการเพิ่มความเป็นผลึกมากขึ้นกว่า 50% และ เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนพอลิเมอร์นี้ให้อยู่ในสภาพของพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถละลายน้ำ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาและเปรียบเทียบอัตราส่วนของสารละลายผสมที่ใช้ในการเตรียมฟิล์ม โดยพิจารณาผลของสารเมือกที่มีต่อสมบัติต่างๆของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม

1.2 ความเป็นมาของโครงการ

ไฮโดรเจล เป็นวัสดุที่สามารถบวมและดูดซับน้ำไว้ภายในโครงสร้างได้ โดยไม่เกิดการละลาย ซึ่งอาจเรียกรูปแบบของวัสดุประเภทนี้ในสถานะแห้งว่า “xerogels”

ภายในโครงสร้างของไฮโดรเจล จะมีพันธะเชื่อมโยง 3 มิติโดยทั่วไปแล้วสามารถเตรียมได้ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. การเกิดปฏิกิริยา Block polymerization ของมอนอเมอร์ที่ชอบน้ำ (hydrophilous monomer) กับสารเชื่อมโยง (crosslinking agent)
2. การเกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงของสารละลายพอลิเมอร์ที่ชอบน้ำ (hydrophilous monomer)
3. การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันไปพร้อมกับการเชื่อมโยงพันธะของมอนอเมอร์กับสารเชื่อมโยง

ด้วยโครงสร้างที่เป็นร่างแห 3 มิติทำให้ไฮโดรเจล สามารถดูดซับและบวมน้ำ โดยไม่เกิดการละลาย เนื่องจากพันธะเชื่อมโยงทำให้พอลิเมอร์มีขนาดและน้ำหนักของโมเลกุลเพิ่มขึ้นนั่นเอง ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นในการเชื่อมโยง (crosslinks density) จะส่งผลให้ความแข็งแรง (strength) เพิ่มขึ้นในขณะที่สมบัติการบวมตัวกลับลดลง

ตามปกติไฮโดรเจล สามารถดูดน้ำได้อย่างน้อย 10 เท่าของน้ำหนัก และนอกจากน้ำแล้วยังสามารถดูดซับสารละลายนำไฟฟ้า (electrolyte solution) และของเหลวจากร่างกายได้จากลักษณะเด่นดังกล่าว ทำให้มีการศึกษาและพัฒนาเกี่ยวกับวัสดุไฮโดรเจล เพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางไม่เพียงแต่เป็นวัสดุที่ใช้ในการดูดซับเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ การเกษตร ตลอดจนด้านอุตสาหกรรมด้วย

-เนื่องจากมีสมบัติเข้ากันได้ทางชีวภาพ ความสามารถในการดูดซับน้ำ ไฮโดรเจล จึงเริ่มมีการใช้ในวงการแพทย์ในปี 1960 โดย Wichterle และ Lim¹ ได้ศึกษาการเกิดพันธะเชื่อมโยงและสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการฉายรังสีให้แก่ พอลิไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลท (PHEMA)

-ไฮโดรเจลสามารถสังเคราะห์ได้จากมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์หลายชนิด Goni ,I. และคณะ² จึงได้ศึกษาถึงการสังเคราะห์และสมบัติการดูดน้ำ (% water retention) ของพอลิเมอร์ร่วมพวก อะคริเลท ที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำหลายชนิด, การตอ่กึ่งบนอะไมโลเพกติน โดยใช้ EGDMA และ MBAM เป็นสารเชื่อมโยง พบว่า EGDMA จะให้ เบอร์เซ็นต์การตอ่กึ่งมากกว่า เมื่อพิจารณาที่สัดส่วนเดียวกัน ส่วนความสามารถในการดูดซับน้ำจะแปรผกผันกับปริมาณการเชื่อมโยง พอลิเมอร์ร่วมแบบตอ่กึ่งที่เกิดจากการตอ่กึ่งของมอนอเมอร์ผสมต่างชนิดลงบนอะไมโลเพกตินที่ได้นี้ มีความสามารถเข้ากันได้กับสารชีวภาพจึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจอีกตัวหนึ่ง

-Jonggeon Jegal และ Kew-Ho Lee³ ได้ทำการศึกษาพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ผสมไอออนิกพอลิเมอร์ดังกล่าว แล้วทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยงด้วย กลูตารัลดีไฮด์ซึ่งองศาของการเชื่อมโยงจะถูกควบคุมด้วยเวลาในการเกิดปฏิกิริยา สมบัติการซึมผ่านของฟิล์มจะศึกษาอัตราการปลดปล่อยของสารละลายตัวอย่าง เช่น โซเดียมซัลเฟต โซเดียมคลอไรด์ เป็นต้น เมื่อพิจารณาจากอัตราส่วนของการปลดปล่อย พบว่าปัจจัยที่อิทธิพลต่อการซึมผ่านแผ่นฟิล์มได้แก่ สปีชีส์ของตัวถูกละลายและสมบัติทางเคมีของผิวแผ่นฟิล์ม เช่น องศาการเชื่อมโยง เป็นต้น ทั้งนี้แผ่นฟิล์มที่ทำให้เกิดการเชื่อมโยงด้วยการให้ความร้อนจากคุณสมบัติเด่นข้างต้น ทำให้ฟิล์มดังกล่าวเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเยื่อเลือกผ่าน (nanofiltration membrane) ในระบบบรีเวอ์สออสโมซิส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นายณรงค์ และคณะ⁴ ได้ทำการหากรรมวิธีในการแยกสารเมือก (mucilage) ออกจากเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum sims.*) โดยการปั่นแยก กับ แยกโดยการต้มเมล็ดซึ่งพองตัวในน้ำภายใต้ความดัน ทั้งยังศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเมือก ได้แก่ Moisture content, Moisture adsorption, Compressibility ผลของ pH ต่อการพองตัวของสารเมือก ความหนืด และคุณสมบัติการไหลของสารเมือก เพื่อเป็นแนวทางในการนำเอาสารเมือกนั้นไปใช้ประโยชน์

นายสมพงษ์ และคณะ⁵ ได้ทำโครงการต่อเนื่องจากนายณรงค์และคณะ⁴ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาคุณสมบัติการไหลของสารเมือก ที่ได้จากการพองตัวในน้ำของเมล็ดแมงลัก เพิ่มเติมโดยทำการแยกสารเมือกออกจากเมล็ดและทำให้แห้งโดยวิธี Freeze drying และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเมือกที่ได้

ในการวิจัยค้นคว้าและพัฒนาเกี่ยวกับพอลิเมอร์ผสมที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ ตัวอย่างหนึ่งคือแป้งธรรมชาติ (natural polysaccharide) เช่น แป้งสาเก (sago starch) เป็นต้น ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตวัสดุคอมพอสิตที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยได้มีหลายงานวิจัยที่ได้ทำการสำรวจและประมวลผล ได้แก่

-GhaZali z. และคณะ⁶ ได้ทำการศึกษาผลของการฉายรังสีลงบนแป้งสาเก และพอลิเมอร์ผสมในสูตรต่างๆ ของ แป้งสาเก (sago starch) กับ Poly (vinyl alcohol) หรือ Poly (vinyl pyrrolidone) ว่ามีผลอย่างไรต่อพอลิเมอร์ผสม จากนั้นทำการศึกษาสมบัติต่างๆ ได้แก่ สมบัติเชิงกล water absorption expansion ratio และ biodegradability ของพอลิเมอร์ผสมที่ได้

-K.Hachim, N. Mohid, K. Bahari, K.Z. Dahlan⁷ ได้ทำการศึกษาพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ เช่น PVP และ PVA ในสถานะสารละลายสามารถเกิดเป็นไฮโดรเจลได้ง่ายขึ้นกับการฉายรังสีแกมมา หรือรังสีอิเล็กตรอน⁸ และคุณสมบัติของไฮโดรเจล สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับ wound dressing การเตรียมพอลิเมอร์ผสม จากความเข้มข้นของแป้งสาเก PVP และ PVA จะได้ blends hydrogel (sago/PVA and sago/PVP) พบว่าจะปรับปรุงสมบัติของ gel strength และ gel elongation ความเข้มข้นของแป้งสาเก PVP/sago และสมบัติ tackiness ของ PVP/sago จะเพิ่มเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มจำนวนแป้งที่เติมลงไป ส่วนใน PVA/sago สมบัติ tackiness จะแสดงการเพิ่มขึ้นที่สำคัญ ยกเว้นที่อัตราส่วน 5% PVP และสมบัติการบวมน้ำของ PVA/sago และ PVP/sago จะลดลงเมื่อจำนวนแป้งสาकुที่เติมมากขึ้น รวมทั้ง ความหนาแน่นของการเชื่อมโยงของไฮโดรเจลจะลดลงด้วย

-Kamaruddin Hachim ,Khairul Zaman HJ.Mohd Dahlan ,Kamarudin Bahari ,Fumio Yoshii^(9,10) and Tamikazy Kume¹¹ ได้ขยายการใช้งานของแป้งสาकु ในการประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับ hydrogel burn dressing โดยเตรียมพอลิเมอร์ผสมจาก แป้งสาकु PVP และ PVA ซึ่งจะได้เป็น blends hydrogel (sago/PVA and sago/PVP) จากการผสมจะเป็นการปรับปรุงองค์ประกอบเชิงกล สมบัติเชิงกล swelling ability และ tackiness properties ของ blends hydrogel โดยสารเติมแต่งที่ใช้ เช่น polypropylene glycol or carboxymethyl cellulose นอกจากนี้ยังศึกษาผลกระทบที่เหมาะสมของการฉายรังสีลงบน blends hydrogel

พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นพอลิเมอร์หนึ่งในหลายชนิดที่สามารถเกิดเป็นไฮโดรเจล และมีสมบัติความเข้ากันได้ทางชีวภาพที่ดีเยี่ยม จึงมีการพัฒนาใช้งานด้านการแพทย์เพิ่มมากขึ้นแต่เนื่องจากมีข้อเสีย คือ สามารถละลายได้ในน้ำร้อน จึงไม่คงทนต่อการนำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ เป็นสาเหตุให้ Yoshii,F. และคณะ¹² พัฒนาไฮโดรเจลที่มีสมบัติทนต่อความร้อนเพื่อประโยชน์สำหรับงานด้านเวชภัณฑ์ โดยทำการปรับปรุงด้วยปฏิกิริยา acetylation ก่อนหรือหลังทำให้เกิดเกิดพันธะเชื่อมโยงด้วยรังสี แล้วทดสอบสมบัติต่าง ๆ พบว่า หลังทำการปรับปรุงไฮโดรเจลของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ จะมีความแข็งแรงดึงสูงขึ้น มีค่าการดึงยืด 270% - 320% โดยประมาณสามารถทนต่อความร้อนดีขึ้น ตลอดจนมีสมบัติการยึดติดกับบาดแผลเป็นอย่างดี และยังช่วยรักษาแผลไฟไหม้ให้หายเร็วยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ผ้ากอซ

เส้นใยไหม (silk fibroin) เป็นวัสดุทางชีวภาพชนิดหนึ่งที่ถูกวิจัยและพัฒนาขึ้นเพื่อมุ่งเน้นประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีและการแพทย์ Giuliano Freddi , Masuhiro Tsukada และ Silvia Beretta¹³ จึงได้มีการทดลองศึกษาถึงโครงสร้างของแผ่นฟิล์มที่ได้จากการผสมใยไหมกับ polyacrylamide แล้วตรวจสอบด้วยเทคนิค DSC , TGA ,TMA , DMA , และ FT-IR ตลอดจนทดสอบสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ เช่น ความแข็งแรง การยึด ฉ จุดขาด เป็นต้น

Masuhiro Tsukada,Fiuliano Freddi และ John s.Crighton¹⁴ ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพ และความเข้ากันได้ของแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ ผสม ระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับใยไหม (PVA/SF) พบว่าเมื่อศึกษาสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่องดีฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมทรี (DSC) จะปรากฏพิกการสลายตัวของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และใยไหม ที่ตำแหน่งอุณหภูมิ 220° C และ 280° C ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับแถบสเปกตรัมของ IR ที่ปรากฏพิกเป็นลักษณะเฉพาะของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และใยไหม ส่วนเทคนิค TMA และ TGA พบว่าแผ่นฟิล์มแสดงสมบัติอยู่ระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับใยไหมที่เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้การทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและส่องผ่าน (SEM,TEM) จะสามารถสังเกตเห็นวัฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค (phase) ที่มีลักษณะเป็นอนุภาคทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-7 μm กระจายตัวอยู่จากข้อมูลดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และไยไหมไม่สามารถเข้ากันได้ (incompatible)

J.Ruiz , A. Mantecon และคณะ¹⁵ ได้สังเคราะห์และศึกษาลักษณะของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ปรับปรุงด้วยพาทาลิก แอนไฮไดรด์ (phthalic anhydride) และซักซินิก แอนไฮไดรด์ (succinic anhydride) กลายเป็น vinyl alcohol-vinyl ester copolymer ที่มี carboxylic acid หรือ carboxylate group ในส่วนของ ester จะเกิดการเชื่อมโยงโดยใช้ diglycidylether ของ 1,4-butanediol เป็นตัวเชื่อมโยง(crosslinker) พบว่า พอลิเมอร์ที่ได้ถ้าเป็นพอลิเมอร์ที่เป็นเชิงเส้น(linear polymer) การดูดซับน้ำจะสูงกว่าพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ธรรมดา และถ้าเป็นพอลิเมอร์ที่มีความเป็นอะโรมาติก(aromatic polymer) การดูดซับน้ำจะต่ำกว่าพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ธรรมดา ในขณะที่ตัวเชื่อมโยง(crosslinker)ก็ทำให้การดูดซับน้ำจะสูงขึ้น

Peter J.Stenhose ,Joannratto และ Nathan S.Schneider¹⁶ ได้เตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่าง แป้งข้าวโพดกับ poly(ethylene-co-vinyl alcohol)(EVOH) ด้วยอัตราส่วน แป้ง: EVOH เท่ากับ 1:1 (SE-50) และ 2:1(SE-67A , SE-67B) นำมาทำฟิล์มเป่า ฟิล์มที่ได้จะมีสถานะขึ้นกับปริมาณความชื้น โดยสมมูลความชื้นอยู่ในช่วง 2-11% ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณแป้ง สมบัติเชิงกลที่ได้ขึ้นกับความแข็งแรงของแป้ง และปริมาณความชื้น Extension to break ของ SE-50 มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ EVOH ในขณะที่ 2:1จะมีค่าต่ำกว่า และ SE-67A มี tensile strength และ modulus ต่ำกว่า SE-67B และใช้ DSC และ DMA อธิบาย interaction ระหว่างแป้งและ EVOH

แป้งปกติประกอบด้วย amylose เป็น Linear polymer ของ 1,4-linked glucose unit และ amylopectin ที่มีกิ่งสาขามากของ 1,4-linked glucose unit ที่เชื่อมด้วย 1,6-linkage ซึ่งขึ้นกับชนิดของแป้งด้วย แป้งสามารถมีปริมาณ amylose สูงถึง 85% และต่ำถึง 0%¹⁶

V.Gimenwez และคณะ^{24,25} ได้ศึกษาพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วย คาร์บอกซิลิกแอนไฮไดรด์จะเกิดการ การเชื่อมโยงผ่านหมู่คาร์บอกซิลิก และปฏิกิริยาการเชื่อมโยงนี้ถูกศึกษาได้โดยเทคนิค DSC^{34,37} และการดูดซับน้ำ (water absorption) ของพอลิเมอร์แบบโซ่ตรงและแบบเชื่อมโยงและถูกคำนวณโดยวิธี gravimetric ที่มีความสัมพันธ์กับเวลาที่อุณหภูมิห้อง

Xiao-dong Fan และคณะ²⁷ ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมทางกลไกและทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PVA กับ Lactose โดยใช้เทคนิค DSC³⁵ เทคนิค TGA และเทคนิค stress-strain analysis พบว่า อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้ว (Tg) ของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PVA กับ Lactose ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของ Lactose เข้าไป สามารถอธิบายได้ว่า เกิดพันธะไฮโดรเจนของสารเชิงซ้อนระหว่าง PVA กับ Lactose ใน PVA ที่เป็น matrix ปฏิกิริยาของพันธะไฮโดรเจนสามารถปรับปรุงสมบัติทางกลไกและทางความร้อนของของผสม ผลจากการศึกษางานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactose สามารถใช้ได้โดยตรงในปริมาณที่ 33 % จะเป็นตัวปรับปรุงที่ทำให้สมบัติทางกายภาพของ PVA เพิ่มขึ้น

Takuji Okaya และคณะ^{28,36} ได้ทำการศึกษาสมบัติของสารละลายพอลิเมอร์ผสมระหว่าง แป้งข้าวโพดกับ PVA ที่มีหมู่อัลคิลที่ด้านข้าง หรือด้านปลายด้านหนึ่งของพอลิเมอร์ในเทอมของ viscosity stability และ transparency ในกรณีของแป้งข้าวโพดกับ PVA ที่มีหมู่ butyl , octyl และ dodecyl และเมื่อทำการออกซิไดซ์ของผสมแป้งจะแสดงความเสถียรของความหนืดในสารละลาย และเพิ่มความสามารถในการผ่านของแสงได้อย่างมาก แม้ว่า PVA ธรรมดา หรือที่ถูกออกซิไดซ์ ด้วยของผสมแป้ง จะทำให้สารละลายที่ขุ่นมีกานแยกเฟส ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นถูกสมมติฐานว่า เกิดจากปฏิกิริยาของหมู่อัลคิลใน PVA ด้วยแป้ง โดยจะเกิดโครงสร้างเป็นแบบ helical ของหมู่อัลคิลในส่วนด้านในที่ชอบน้ำ

Jonggeon Jegal และ Kenw-ho Lee²⁹ ได้ศึกษาเรื่อง Nanofiltration Membranes based on poly(vinyl alcohol) and ionics polymers โดยศึกษาลักษณะของเยื่อเมมเบรนด้วยเทคนิค FITR เทคนิค X-ray diffraction และ swelling test

ในทางการแพทย์ยอมรับสูตรไฮโดรเจลที่ Janusz M.Rosiak¹⁷ เตรียมจาก N - vinyl pyrrolidone ผสมกับเอทิลีน ไกลคอลและ วุ้น agar ที่ผลิตขึ้นภายใต้ทางการค้าว่า HDR ไฮโดรเจล ตกแต่งแผลชนิดนี้ได้รับเริ่มมีการพัฒนาขึ้นในประเทศโปแลนด์ ด้วยเทคนิคการสังเคราะห์โดยการฉายรังสีในปริมาณ 25 kGy ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการเกิดพันธะเชื่อมโยง 3 มิติที่มีเสถียร ภายในโครงสร้างและเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค เทคโนโลยีการผลิต HDR มีข้อดีหลายประการ ดังนี้

1. เป็นเทคโนโลยีธรรมดาที่ง่าย และสะอาด (ไม่ก่อให้เกิดของเสีย น้ำทิ้ง ไอของสาร หรืออื่น ๆ ที่เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง)
2. ไม่จำเป็นต้องมีการดูแลเป็นพิเศษหรือแม้แต่การใช้ห้องปลอดเชื้อ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็สามารถอยู่ในสภาพปราศจากเชื้ออย่างสมบูรณ์
3. สามารถดำเนินการเป็นแบบกระบวนการต่อเนื่อง หรือกระบวนการแบบครั้ง

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและทดลองในการเตรียมฟิล์มไฮโดรเจลที่ได้จากสารเมือก(mucilage) ซึ่งได้จากการพองตัวของเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum sims.*) กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA)
2. ศึกษาอัตราส่วนของสารเมือกที่เหมาะสมในการเตรียมฟิล์มและมีผลต่อสมบัติของฟิล์มไฮโดรเจลอย่างไร
3. ศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของฟิล์มไฮโดรเจลที่ได้

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

โครงการพิเศษนี้เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการเตรียมฟิล์มไฮโดรเจล จากพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) โดยเติมสารเมือก (mucilage) ที่ได้จากการพองตัวของเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum sims.*) เพื่อไปปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสมบัติของเจลให้เหมาะสม นอกจากนี้ยังศึกษาสมบัติต่างๆ ของฟิล์มไฮโดรเจลที่ได้จากการทำการปรับสภาพด้วยความร้อน (heat treatment) ซึ่งจะเกิดการจัดเรียงตัวของผลึกของพอลิเมอร์ผสมนี้ เพื่อให้ได้ฟิล์มไฮโดรเจลที่มีสมบัติที่ดีสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านสิ่งแวดล้อม ทางเภสัชกรรม หรือในทางการแพทย์ต่อไป

1.5 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

ในการวิจัยทำการเตรียมสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) 3% w/w และเตรียมสารเมือก (mucilage) ที่ได้จากการพองตัวของเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum sims.*) จากนั้นทำการผสมโดยปริมาตรระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับสารเมือกในอัตราส่วนที่กำหนดคือ 1:1 และ 1:2 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้มาเตรียมแผ่นฟิล์มไฮโดรเจล โดยการเทลงบนถาดเมลามีนแล้วอบภายใต้บรรยากาศ เพื่อกำจัดน้ำ รวมทั้งสารอื่น ๆ ออก นำฟิล์มไฮโดรเจลที่ได้มาปรับสภาพด้วยความร้อน (heat treatment) และทดสอบสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ สมบัติเชิงกลและความสามารถในการดูดซับน้ำ โดยทำการเปรียบเทียบฟิล์มไฮโดรเจลที่ได้จากสารละลายพอลิเมอร์ผสมกับฟิล์มที่ได้จากสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์อย่างเดียว ทำการสรุปผลการวิจัยเพื่อนำไปใช้งาน

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการเตรียมสารละลายพอลิเมอร์ผสมเพื่อให้ได้ฟิล์มไฮโดรเจล
2. ทราบถึงขั้นตอนในการเตรียมฟิล์มและหาอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ฟิล์มที่มีความสวยงาม และมีคุณภาพสูง
3. ทราบถึงวิธีการที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติของไฮโดรเจลที่ได้
4. ทราบถึงสมบัติของฟิล์มไฮโดรเจลและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ไฮโดรเจล (Hydrogel)

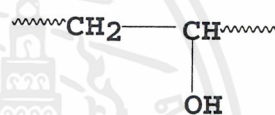
ไฮโดรเจลเป็นวัสดุพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น วุ้น (agar) เจลาติน หรือได้จากการสังเคราะห์ เช่น พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ มีโครงสร้างเป็นโครงร่างตาข่ายสามารถดูดน้ำเข้าไปอยู่ภายในโครงสร้างได้เท่ากับหรือมากกว่า 90%

พอลิเมอร์หรือมอนอเมอร์ที่สามารถเกิดเป็นไฮโดรเจลได้ต้องมีสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) และละลายน้ำได้ โดยมีหมู่ฟังก์ชัน ต่อไปนี้ คือ หมู่ $-OH$, $-COOH$, $-CONH_2$, $-SO_3H$, $-CONH$

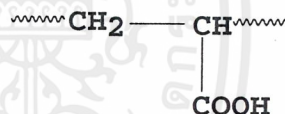
ตัวอย่างของพอลิเมอร์ที่สามารถเกิดเป็นไฮโดรเจลได้

Poly (vinyl alcohol)

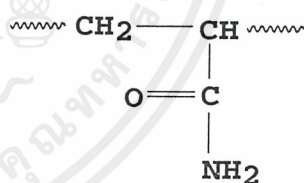
สูตร



Poly (acrylic acid)



Poly (acrylamide)



2.1.1. พันธะเคมีในไฮโดรเจล

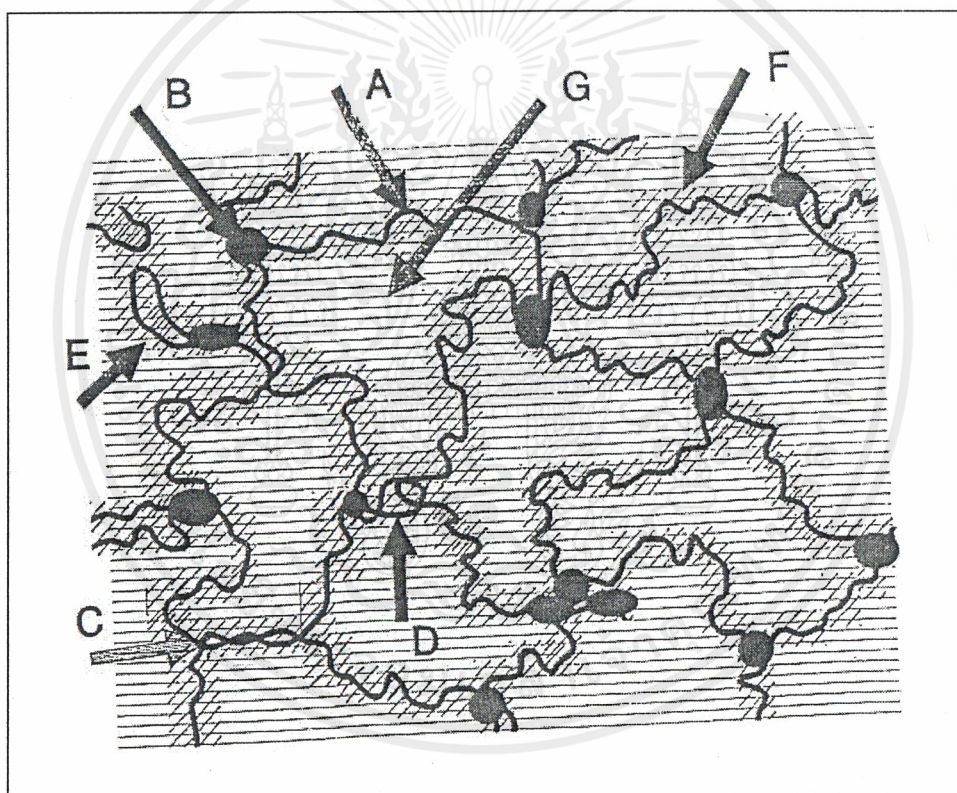
พันธะเคมีในไฮโดรเจลอาจเกิดในสายโซ่เดียวกัน (Intramolecular Linkages) หรือระหว่างสายโซ่ (Intermolecular Linkages) ก็ได้ พันธะเชื่อมโยงที่เกิดขึ้น ได้แก่ พันธะโควาเลนต์ และพันธะไฮโดรเจนหรือแรงทางไฟฟ้าสถิตย์ (ในกรณีที่มีการเชื่อมโยงทางกายภาพ) ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

1. พันธะเชื่อมโยงทางเคมี (Chemical crosslinked) แต่ละสายโซ่พอลิเมอร์จะเกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงกันด้วยพันธะโควาเลนต์ที่มีความแข็งแรง ดังนั้นจึงทำให้สลายตัวได้เพียงในกรณีที่เป็นโมเลกุลมหภาค (Macromolecule) จะถูกทำลายเท่านั้น วิธีการที่นิยมใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมไฮโดรเจล คือ เทคนิคการฉายรังสี และเทคนิคการใช้สารก่อให้เกิดพันธะเชื่อมโยงซึ่งในการทดลองนี้จะศึกษาจากวิธีการใช้สารก่อให้เกิดพันธะเชื่อมโยง

2. พันธะเชื่อมโยงกายภาพ(Physical crosslinked)ไฮโดรเจลที่มีพันธะชนิดนี้ เรียกว่า physical hydrogel reversible gel หรือ Pseudogel โดยจะมีโครงสร้างเป็นร่างแห 3 มิติ แต่ละสายโซ่มีการเชื่อมโยงกันด้วยพันธะไฮโดรเจนอ่อนๆหรือแรงทางไฟฟ้าสถิตย์ ซึ่งเตรียมได้จากเทคนิคที่เรียกว่า “Freezing and thawing” วิธีนี้แม้จะให้ไฮโดรเจลที่มีความแข็งแรงสูง แต่จะหลอมเหลวกลับไปเป็นสารละลายได้ที่อุณหภูมิ 55°C เนื่องจากไม่มีพันธะเคมีเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่มีเพียงการเชื่อมโยงทางกายภาพเท่านั้น



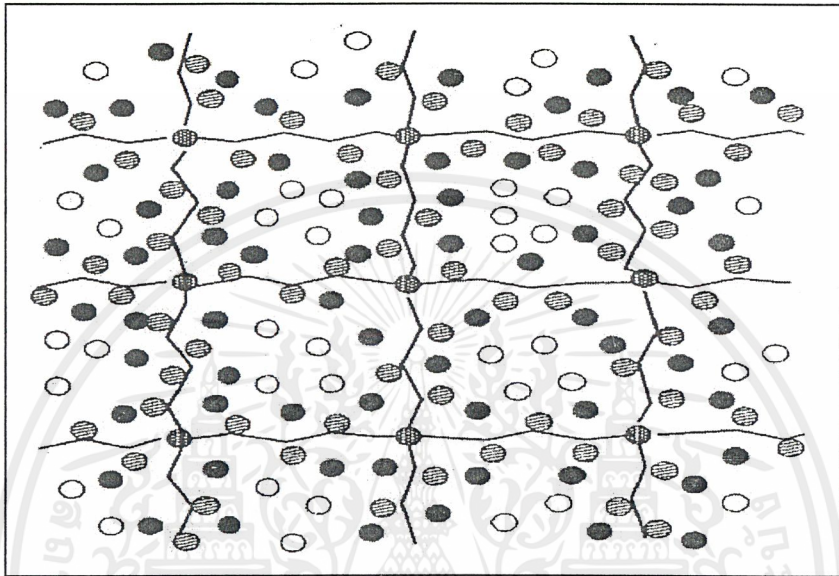
A – Hydrophilic chain B – Inter-chain link C – Entanglement
E- Loop F – Bound water G – Free water

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะ โครงสร้างของไฮโดรเจล²⁶

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของน้ำในไฮโดรเจลมี 3 ชนิด²⁶ ได้แก่

1. Tightly bound (hydrate) ●
2. Loosely bound (restricted) ●
3. Free (freezing) ○



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของน้ำที่อยู่ในไฮโดรเจล

2.1.2 การนำไปใช้งาน

ไฮโดรเจลสามารถดูดซับน้ำและไอออนได้ โดยมีสมบัติเชิงกลที่ดีและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังสามารถเข้าได้ดีกับสารชีวภาพจึงมีการนำมาประยุกต์ใช้ในหลายอย่าง ได้แก่ ทำคอนแทกเลนส์ วัสดุตกแต่งบาดแผลจากไฟไหม้ ใช้เคลือบอวัยวะเทียมที่ใช้กับร่างกาย วัสดุปลูกคลุมดิน และบรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นต้น

Hydrogel dressing

แผลที่เกิดจากอุบัติเหตุไฟไหม้ หรือน้ำร้อนลวก มีความเสี่ยงสูงมากต่อการเกิดเชื้อโรคจากสิ่งแวดล้อม และการสูญเสียน้ำจากร่างกาย โดยทั่วไปแล้วการรักษาบาดแผลไฟไหม้ธรรมดาจนถึงแผลถลอกทำได้โดยปลูกถ่ายเนื้อเยื่อหรือทำศัลยกรรมตกแต่งผิวหนังเท่านั้น เพื่อช่วยแก้ปัญหาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียผิวหนัง และเร่งการรักษาผิวหนังให้เร็วยิ่งขึ้น โดยแผ่นผิวหนังที่ใช้อาจเป็นแผ่นผิวหนังที่สมบูรณ์หรือผิวหนังที่ผ่านการเพาะเลี้ยงจากห้องปฏิบัติการ แต่วิธีดังกล่าวมีข้อเสีย ต่อมาจึงใช้ผิวหนังเทียมมาช่วยแก้ปัญหาโดย hydrogel dressing เป็นวัสดุที่มีการนำมาใช้เป็นผิวหนังเทียมมากที่สุด หนึ่งเทียมที่ใช้สามารถแยกได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มธรรมดา(conventional) ได้แก่ ผ้ากอซ ผ้าพันแผลที่อิมมัลชันด้วยซีซีหรือน้ำมันซิลิโคน เป็นต้น
2. กลุ่มชีวภาพ (biological) ได้แก่ ผิวหนังจากศพ ผิวหนังสัตว์ ฟองน้ำและคอ ลลาเจน
3. กลุ่มสังเคราะห์ (synthesis) ได้มาจากพอลิเมอร์สังเคราะห์

วัสดุตกแต่งแผลจะนำมาใช้แบบครั้งต่อครั้ง ความถี่ของการเปลี่ยนแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับสมบัติของวัสดุ เช่น สมบัติการขจัด หรืออาจขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาการต่อต้านของร่างกายเมื่อมีสิ่งแปลกปลอมผ่านเข้ามา

สมบัติของวัสดุตกแต่งบาดแผล

1. สามารถดูดซับของเหลวออกจากร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. มีความยืดหยุ่นและความแข็งแรงเชิงกลสูง
3. ยอมให้ก๊าซออกซิเจนแพร่ซึมเข้าไปถึงผิวหนังของบาดแผลได้
4. ปราศจากเชื้อโรค
5. ดูแลสุขภาพผิวได้
6. สามารถควบคุมปริมาณยาได้
7. มีความโปร่งใส
8. มีความเสถียรคงทน
9. ใช้ง่าย สะดวก และเก็บรักษาง่าย
10. หาได้ทั่วไป ราคาถูก

นอกจากนี้วัสดุตกแต่งบาดแผลต้องมีสมบัติเพิ่มเติม ได้แก่

- ความสามารถในการยึดติดกับแผล

วัสดุที่ใช้ควรมีความสามารถยึดเกาะกับแผลได้แนบสนิท แต่จะไม่แน่นจนเกินไปจนทำลายเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นใหม่เมื่อลอกวัสดุตกแต่งออกจากแผล

- การควบคุมความชื้นของแผล

วัสดุตกแต่งแผลควรมีสมบัติในการควบคุมความชื้นของแผลให้เหมาะสม ไม่เปียกชุ่มด้วยน้ำเหลืองที่ออกจากแผลหรือปล่อยให้แผลแห้งเป็นสะเก็ด เพราะว่าแผลที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปียกชุ่มเกินไปจะทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ แต่ถ้าแผลแห้งเกินไป สะเก็ดที่เกิดขึ้นจะไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังที่พยายามจะเคลื่อนที่มาสमानบาดแผลโดยกลไกธรรมชาติ ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ปิดแผลต้องมีความสามารถในการดูดซับของเหลวได้ในอัตราการผลิตของเหลวจากแผล และสามารถให้น้ำระเหยออกจากแผลได้ ซึ่งจะทำให้สามารถรักษาระดับความชื้นของแผลไว้ได้

สมบัติบางประการของ hydrogel dressing

ไฮโดรเจลสามารถดูดซับน้ำได้มาก เมื่อทำเป็นแผ่นบางมีความใส ยืดหยุ่น สะดวกต่อการนำไปใช้ แต่มีปัญหาบางประการ ได้แก่ เมื่อทำเป็นแผ่นบาง อัตราการสูญเสียน้ำจากไฮโดรเจลจะสูงทำให้เจลแข็ง แห้ง เปราะและทำให้ติดผิวหนัง รวมทั้งดูดซับน้ำและของเหลวออกจากร่างกายสามารถแก้ไขปัญหาโดยการเติมสารละลายพอลิเอทิลีนหรือพอลิพรอพิลีน ไกลคอล และสารทำให้คงรูปร่าง เช่น ฟู่น หรือเจลลาติน เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอทิลีน ไกลคอล และฟู่นจะทำให้อัตราการบวมตัวเปลี่ยน คือ ถ้าเพิ่มปริมาณของเอทิลีน ไกลคอล จะทำให้ไฮโดรเจลมีสมบัติการดูดซับน้ำได้ดีขึ้น แต่ถ้ามีฟู่นในปริมาณมากจะทำให้ไฮโดรเจลมีสมบัติการดูดซับน้ำได้ต่ำลง

สมบัติเชิงกลของ hydrogel dressing บางประการ เช่น ความแข็งแรงดึง และอัตราการดึงยืด ณ จุดขาด นอกจากจะแปรตามองค์ประกอบของไฮโดรเจลแล้วยังแปรตามระยะเวลาในการทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยงด้วย พบว่าที่ระยะเวลาในการทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยงมาก ค่าความแข็งแรงดึงของไฮโดรเจลจะเพิ่มขึ้น แต่อัตราการดึงยืด ณ จุดขาดจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากที่ระยะเวลาหลายๆ ค่าองศาการเชื่อมโยงจะสูงขึ้น

hydrogel dressing มีความสามารถในการดูดซับน้ำ จึงยอมให้มีการซึมผ่านของออกซิเจนหรือก๊าซอื่นๆเข้าไปในบาดแผลได้ นอกจากนี้ hydrogel dressing ยังยอมให้สารบางชนิดที่เป็นของแข็งแพร่ผ่านจากผิวหนังด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้

2.2 แมงลัก

แมงลักมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Ocimum canum Sims* อยู่ในตระกูล Labiatae และ มีชื่ออื่น ได้แก่ ก้อมก้อขาว มังลัก

2.2.1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ล้มลุกฤดูเดียว ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านมาก มีกลิ่นหอม สูง 0.3-1 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านเป็นสี่เหลี่ยม สีเขียวแกมเหลือง เมื่อยังอ่อนอยู่มีขนสีขาวหนาแน่น ใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามรูปใบหอกถึงรูปวงรี กว้าง 1-2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5-5 เซนติเมตร โคนใบรูปลิ้น ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบ มีต่อมทั่วไป ก้านใบยาวได้ถึง 15 เซนติเมตร ประกอบด้วยช่อย่อยแบบกระจุกๆ ละ 3 ดอก ช่อละ 2 กระจุก ใบประดับรูปวงรีแกมใบหอก ยาว 2-3 มิลลิเมตร มีขนก้านดอกย่อยยาวได้ถึง 4 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันปลายแยกเป็น 2 พู กลีบดอกสีขาว เชื่อมติดกันเป็นหลอดปลายแยกเป็น 2 ปาก ยาว 4-6 มิลลิเมตร เกสรตัวผู้ 4 อัน ยาว 23 อัน สั้น 2 อัน เกสรตัวเมียมีออวุล 4 อัน รังไข่เว้าเป็น 4 พู ผลแห้งประกอบด้วยผลย่อย 4 ผล มีกลีบเลี้ยงหุ้มอยู่ ผลย่อยทรงรูปไข่ สีดำกว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 1.25 มิลลิเมตร

ส่วนของเมล็ดคล้ายรูปสามเหลี่ยม ด้านหลังโค้งเล็กน้อย ด้านท้องเป็นเหลี่ยม แต่ไปบรรจบกันที่เส้นกลาง จากเส้นที่บรรจบกันที่เป็นรอยลาดไปจนถึงหัว Hilum (คล้ายเมล็ดน้อยหน้า) เมื่อดูด้วยแว่นขยายจะเห็นเยื่อขาวๆ หุ้มอยู่ภายนอกเมล็ด เปลือกแข็งมาก เมล็ดแก่มีสีดำด้านๆ เมล็ดยังไม่แก่สีน้ำตาลไหม้ เมื่อถูกน้ำจะพองตัวทันที และพองได้มาก โดยเมล็ดหนัก 1 กรัม จะพองตัวในน้ำประมาณ 40 มิลลิตร ลักษณะการพองตัวของเมล็ด จะมีสายเยื่อเมือกยึดออกเป็นเส้นๆ คล้ายขนของเปลือกเงาะ

2.2.2. สรรพคุณในตำรายาไทย

ทั้งต้น แก้กูกเสียด ขับลมในลำไส้ แก้ลมตานซาง แก้พิษตาลซาง ขับลม แก้ก้องอืดเฟ้อในเด็ก ขับเหงื่อ แก้ไอ รักษาโรคทางเดินอาหาร แก้ปวดฟัน แก้ลมป่วง

ใบ แก้โรคลำไส้พิการ ขับลมในลำไส้ แก้พิษตานซาง แก้หวัด หลอดลมอักเสบ รักษาโรคผิวหนัง แก้อาเจียน ขับลม ขับเหงื่อ รักษาเกลื้อนน้ำมัน

เมล็ด เป็นยาระบาย รักษาบิด ขับปัสสาวะ

นอกจากนี้ เมล็ดยังใช้ผสมกับสมุนไพรอื่นๆ รักษาโรคดังต่อไปนี้

ราก รักษาอาการไอแห้ง รักษาอาการพิษสำแดง

ทั้งต้น รักษาโรคริดสีดวง ตานขโมย แก้ก้องอืด ผอมแห้ง แก้กยาเบื่อ

ใบ แก้กะษัย แก้ลมกระษัยเหล็ก แก้ลมกระษัยดาน ขับน้ำมัน แก้ไข้ลิ้นหด

เมล็ด บีบน้ำมันผสมยาฉุนวด แก้ลม ขับเหงื่อ แก้โรคทางเดินอาหาร เป็นยาระบายอ่อนๆ

2.2.3. ตำรับยากกลางบ้าน

รักษาเกลื้อนหน้านม

ใบแมงลัก 10 ใบนำมาขยี้ผสมกับน้ำมัน(แม่เด็ก) ใช้ทาบริเวณหน้าเด็ก(อายุประมาณ 1-5 เดือน) ที่เป็นเกลื้อนหน้านม ซึ่งมีลักษณะเป็นผื่นแดงๆ ทาวันละ 1 ครั้ง เพียง 7 วันเท่านั้น โรคเกลื้อนหน้านมจะหายไป

แก้ท้องผูก

เมล็ดเล็กๆเช่นน้ำจะพองเป็นเมือกขาวโต รับประทานทำให้ถ่ายสะดวก

2.2.4. การศึกษาทางเคมี

ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้า พบสารเคมีในส่วนต่างๆของแมงลักดังนี้

ใบ

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| - Borneol | - Isoborneol |
| - Camphene | - (+)-Camphor |
| - Caryophyllene | - 1,8-Cineol |
| - p-Cymene | - β -Elemene |
| - Humulene | - Limonene |
| - Myrcene | - Myrtenol |
| - Nevadensin | - Oct-1-en-3-ol |
| - Oleanolic acid | - α -Phellandrene |
| - α -Pinene | - β -Pinene |
| - Sabinene | - cis-Sabinene hydrate |
| - trans- Sabinene hydrate | - Salvigenin |
| - α -Selinene | - β -Selinene |
| -Terpinolene | - γ -Terpinene |
| - Ursolic acid | - Eugenol |
| - Methyl chavicol | - Linalool |
| - Triterpenoid | - Essestial Oil |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอก

- Nevadensin
- Salvigenin
- Oleanolic acid
- Ursolic acid

เมล็ด

- D-Arabinose
- D-Glucose
- D-Mannose
- D-Xylose
- D- Galacturonic acid
- Pentosans
- Polysaccharide
- Camphor
- Oil
- L-Arabinose
- D-Galactose
- L-Rhamnose
- Galacturonic acid
- D-Mannuronic acid
- Mucilages
- Camphene
- Myrcene

น้ำมันหอมระเหย

- Borneol
- α -Cadinene
- β -Cadinol
- Caryophyllene oxide
- Methyl ether chavicol
- Cinnamic acid methyl ester
- β -Elemene
- Estragole
- Eugenol methyl ether
- Geraniol acetate
- Linalool
- Myrcene
- α -Pinene
- Borneol acetate
- β -Cadinene
- Camphor
- β -Caryophyllene
- 1,8-Cineol
- p-Cymene
- Elemol
- Eugenol
- Geraniol
- Limonene
- Linalool acetate
- Ocimene
- Tricyclene

2.2.5. กุทรีทางเภสัชวิทยา

2.2.5.1. กุทรีในการฆ่าหอย (Molluscicidal activity)

สารสกัดใบแห้งของแมงลักด้วยเมธานอล ในขนาดความเข้มข้น 100.00 ส่วนในล้านส่วนสามารถฆ่าหอยทาก *Bulinus globosus* ในหลอดทดลองได้ถึง 40%

2.2.5.2. กุทรียับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth inhibition)

สารสกัดใบแมงลักด้วยน้ำ มีกุทรียับยั้งการเจริญเติบโตของพืช โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นต่างกัน สามารถยับยั้งการงอกของหัวพืช (tuber sprouting) และความยาวของส่วนยอด (shoot length) ของหญ้าแห้วหมู (*Cyperus rotundus*)

2.2.5.3. กุทรีต้านเชื้อรา (Antifungal activity)

น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากแมงลักมีกุทรีต้านเชื้อราที่อยู่บริเวณผิวผนังชั้นนอก ที่มีเคราตินสูง (Keratinophilic fungi) ได้ปานกลาง และยังมีผู้พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากแมงลักมีกุทรีต้านเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในพืช ได้แก่ *Physalospora tucumanensis*, *Ceratocystis paradoxa*, *Sclerotium rolfsii*, *Curvularia lunata*, *Helminthosporium sacchari*, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* และ *Cephalosporium sacchari* ซึ่งเป็นโรคเชื้อราที่เกิดในอ้อย

2.2.5.4. กุทรีต้านเชื้อแบคทีเรีย (Antibacterial activity)

สารสกัดแมงลักด้วยแอลกอฮอล์ มีกุทรีต้านเชื้อแบคทีเรีย ทั้งชนิด gram บวก และ gram ลบ

2.2.5.5. กุทรีต้านเชื้อวัณโรค (Antituberculosis)

สารสำคัญจากแมงลักที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำแล้วทำให้อิ่มตัวด้วยเกลือแกงแล้วสกัดด้วยอีเธอร์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อวัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis*) ในหลอดทดลองที่ความเจือจาง 1: 50,000 1:12,500 และ 1:5,000

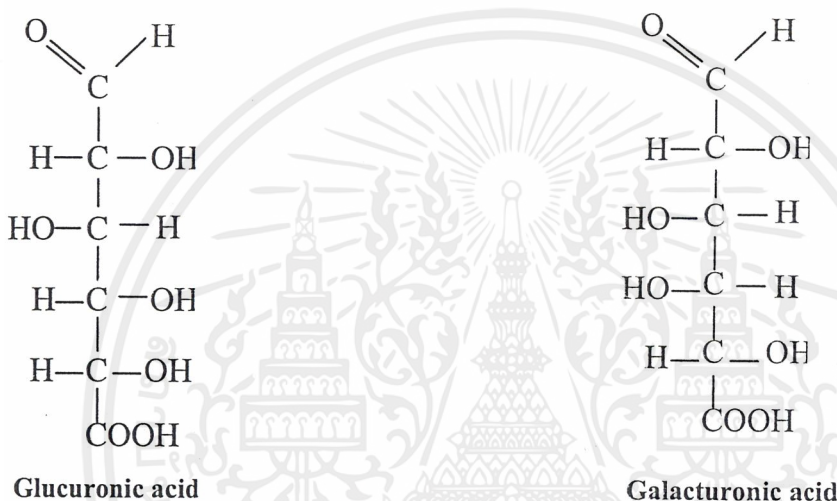
2.2.6. สารเมือก (Mucilage)

การแยกสารเมือก (mucilage) ออกจากเมล็ด ใช้กรรมวิธีแบบง่าย ๆ โดยขั้นตอนได้กล่าวในส่วนการทดลอง สารเมือกที่ได้มีลักษณะเป็นเหนียวข้น คล้ายวุ้น สีขาวขุ่น มีการไหลที่ไม่ดีนัก มีความหนืดมากแม้จะมีความเข้มข้นเพียงเล็กน้อยก็ตาม เมื่อนำเมือกมาทำให้แห้งจะเกาะเป็นแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาง สิวาคล้า เมื่อถูกน้ำจะพองตัวอีกทันที มีสภาวะเป็นกลาง และจะเกิดสีน้ำเงินเมื่อหยดไอโอดีน สารเมือกเมื่อเติมแอลกอฮอล์ลงไปมากๆ จะเกิดการจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนตกนอนก้นภาชนะ

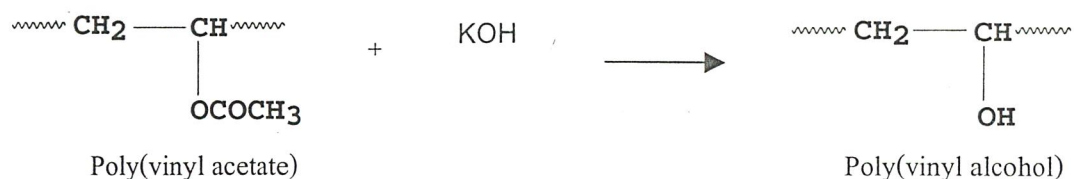
ส่วนประกอบทางเคมีสารเมือกเป็นพอลิยูโรไนด์(Polyuronide) พบในธรรมชาติในรูปของเกลือ อาจจะเป็น เกลือของแคลเซียม โปรแตสเซียมหรือแมกนีเซียมซึ่งประกอบด้วยน้ำตาล และ Uronic acidเชื่อมต่อกันด้วย Glycoside linkage และเป็นลักษณะโซ่กิ่ง ส่วนน้ำตาล อาจเป็นเพนโตส หรือเฮกโซส อาจมีทั้ง เฮกโซสและเพนโตสอยู่ด้วยกัน Uronic acid ที่พบมากคือ Glucuronic acid และ Galacturonic acid¹³



รูปที่ 2.3 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดกลูโคโรนิก และกรดกาแลคโตโรนิก

2.3 พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly(vinyl alcohol):PVA)

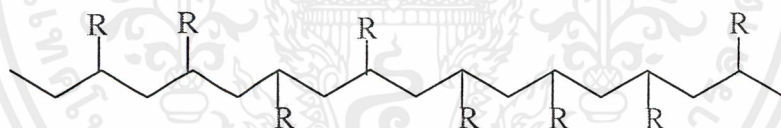
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์เป็นพอลิเมอร์ที่มีความสำคัญตัวหนึ่ง มีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น เส้นใย พิล์ม และวัสดุทางการแพทย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามพอลิไวนิลแอลกอฮอล์นั้นไม่อาจเตรียมได้โดยตรง(จากไวนิลแอลกอฮอล์มอนอเมอร์) เพราะมอนอเมอร์นี้ไม่เสถียร แต่พอลิไวนิลแอลกอฮอล์สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของพอลิไวนิลเอซิเตต (Polyvinyl acetate: PVAc) สมการเป็นดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงสมการปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของพอลิไวนิลเอซิเตต(Polyvinyl acetate: PVAc)

จากสมการพอลิไวนิลเอซิเตตละลายอยู่ในสารละลายแอลกอฮอล์ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ เมทานอล โดยมีเบสแก่หรือกรดแก่เป็นคะตะลิสต์ จะเกิดทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Tranesterification) ของหมู่เอสเทอร์ของพอลิเมอร์ หรืออาจเรียกว่าเกิดปฏิกิริยาซาโปนิฟิเคชัน (saponification)

พอลิไวนิลแอลกอฮอล์มีความหนาแน่น 1.293 g/cm^3 อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้ว(T_g) = 80°C มีสมบัติคล้ายแข็ง คือ เกิดสีน้ำเงินกับไอโอดีน ละลายในน้ำเย็นและค้างอ่อน โครงสร้างของโมเลกุลเป็นแบบอแทกติก (Atactic) ซึ่งมีแนวโน้มตกผลึกยากเพราะความไม่เป็นระเบียบดังรูป



รูปที่ 2.5 แสดง โครงสร้างของ โมเลกุลแบบอแทกติก (Atactic)

แต่พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ยังมีความเป็นผลึกมากกว่าพอลิไวนิลเอซิเตต เนื่องจากหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) มีขนาดเล็กกว่าหมู่เอซิเตต น้ำหนักโมเลกุลที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีอยู่ 3 ช่วง คือ 250,000-300,000 120,000-150,000 และ 25,000-30,000 ตามลำดับ

สมบัติทางกายภาพของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ขึ้นกับ

- ดัชนีของแอลกอฮอล์ซิส คือ ถ้าถูกไฮโดรไลซ์สมบูรณ์ 100% จะมีค่าความทนทานต่อแรงดึงสูงขึ้น ทนทานต่อการฉีกขาดมากกว่าและพันธะไฮโดรเจนมากกว่าด้วย

- ความชื้นของสิ่งแวดล้อมด้วย เพราะน้ำจะทำตัวเป็นพลาสติกไซเซอรัให้กับพอลิเมอร์ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีความชื้น 50% ความทนทานต่อแรงดึงจะลดลงแต่จะไปเพิ่มความสามารถในการยึดตัวมากขึ้น

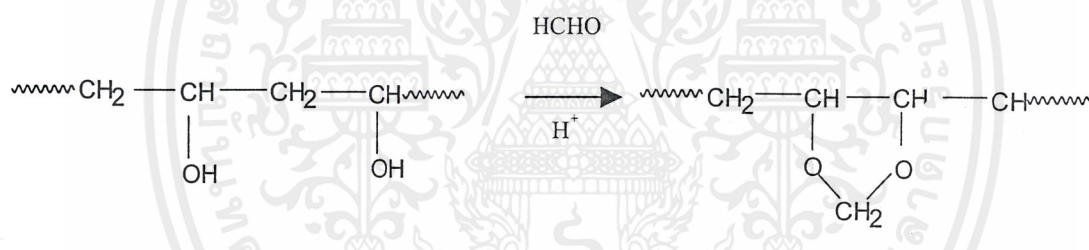
- น้ำหนักโมเลกุลก็มีผลต่อสมบัติทางกายภาพด้วย เช่น ถ้าน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะทนต่อแรงดึงต่ำ ทนต่อแรงฉีกขาดต่ำกว่าพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

สมบัติพิเศษอย่างหนึ่งของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ คือ ความสามารถในการละลายน้ำได้ แต่จากสมบัตินี้เองทำให้เส้นใยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ได้นั้นไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง จึงมีการปรับปรุงเปลี่ยนพอลิเมอร์นี้ให้อยู่ในสภาพของพอลิเมอร์ไม่ละลายน้ำ

วิธีการปรับปรุงสมบัติของไฮโดรเจลมีดังนี้

1. การปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์

นำพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มาปฏิกิริยาทางเคมีกับฟอร์มัลดีไฮด์ โดยเปลี่ยน 1/3 หมู่ของ -OH ไปเป็นหมู่ฟอร์มัล (formal, CH₂O)



รูปที่ 2.6 แสดงสมการปฏิกิริยาพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ของกับฟอร์มัลดีไฮด์

ปฏิกิริยาของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และฟอร์มัลดีไฮด์จะเกิดขึ้นตามสมการ หมู่ (-OH) ข้างเคียงภายในสายโซ่ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์จะเข้าทำปฏิกิริยากับ HCHO ทำให้เกิดวงแหวนของ 1,3-dioxane ขึ้นภายในโซ่ ปฏิกิริยานี้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์จะอยู่ในสภาพของแข็ง ดังนั้นฟอร์มัลดีไฮด์จะเข้าไปทำปฏิกิริยาได้เฉพาะในส่วนอสัณฐาน (amorphous) แต่ไม่เข้าไปทำปฏิกิริยาในส่วนที่เป็นผลึกของพอลิเมอร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในสภาพที่เป็นของแข็งจะมีทั้งส่วนที่เป็นผลึกและไม่เป็นผลึก ถ้าส่วนที่เป็นผลึกนั้นมีปริมาณที่ไม่มากพอ ก็จะทำให้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ดังกล่าวสามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิ 50 °C

2. การปรับสภาพด้วยความร้อน(Heat Treatment)

นำพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(Heat treatment) ที่อุณหภูมิ 100°C จะทำให้ความเป็นผลึกของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์นั้นจะไม่ละลายน้ำแม้เพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 80°C เพราะฉะนั้นเมื่อนำพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนมาทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์ ส่วนที่เป็นอสัณฐานเท่านั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาขึ้น จากหลักการนี้เองจะทำให้เราสามารถควบคุมเปอร์เซ็นต์การเกิดปฏิกิริยาระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับฟอร์มัลดีไฮด์ได้ตามปริมาณความเป็นผลึกของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

2.4 การทดสอบ

2.4.1 สมบัติทางกายภาพ

Water Uptake

ศึกษาปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในพอลิเมอร์ที่บวมตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น โดยเทียบกับน้ำหนักของน้ำที่เพิ่มขึ้นกับน้ำหนักของฟิล์มแห้งตอนเริ่มต้น หาได้จากสูตร²⁶

$$\text{WU}(\%) = \frac{\text{WET WEIGHT} - \text{DRY WEIGHT}}{\text{DRY WEIGHT}} \times 100$$

2.4.2. สมบัติเชิงกล

การทดสอบแรงดึง (Tensile Tests)

การทดสอบแรงดึงเป็นการวัดความสามารถของวัสดุหนึ่งที่จะทนทานต่อแรงดึงออกจากกัน จากแรงดึงที่ใช้และการยืดออกของตัวอย่างสามารถคำนวณค่าสมบัติเชิงกลต่างๆ ได้ดังนี้

$$\text{ความเค้นดึง (Tensile stress), } \sigma = F / A$$

$$\text{ความเค้นเครียด (Tensile strain), } \epsilon = (l - l_0) / l_0$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความเครียด หรือเปอร์เซ็นต์การยืด(\% Strain or Elongation)}$$

$$= (l - l_0) 100 / l_0$$

$$\text{มอดุลัส(Modulus) ความเค้น/ความเครียด, } E = \text{ความเค้นดึง} / \text{ความเครียดดึง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ F คือแรงที่ใช้ในการดึงยึดตัวอย่าง (หน่วยเป็นนิวตัน, N)

A คือพื้นที่หน้าตัดตัวอย่าง (หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร, mm^2)

l คือระยะระหว่างขีดสองเส้นบนตัวอย่างขณะดึง (หน่วยเป็นมิลลิเมตร, mm)

l_0 คือระยะระหว่างขีดสองเส้นบนตัวอย่างก่อนดึง (หน่วยเป็นมิลลิเมตร, mm)

2.4.3. สมบัติทางความร้อน

Differential Scanning Calorimeter (DSC)

DSC สามารถหาอุณหภูมิหลอมเหลวผลึก (Melting Temperature, T_m) และอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature, T_g) ได้

Thermogravimetric Analysis (TGA)

TGA สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสารซึ่งสามารถหาค่าประกอบได้อย่างคร่าวๆ โดยทราบน้ำหนักที่หายไปคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำให้ทราบองค์ประกอบที่หายไป และศึกษาเสถียรภาพทางความร้อน นอกจากนี้ยังสามารถหาอุณหภูมิการสลายตัว (Decomposition Temperature, T_d) ได้

2.4.4. ทัศนวิทยา

ศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Optical microscope, OM) เพื่อศึกษาโครงสร้าง และรูปร่างผลึกของวัสดุ มีกำลังขยาย 2-2000 เท่า การแยกความแตกต่างของภาพลงลึกถึง $0.5 \mu\text{m}$

2.4.5. การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชัน

ศึกษาจาก Infrared absorption spectroscopy (IR) ซึ่งเป็นการวัดการสั่นสะเทือนของอะตอมในสายโซ่โมเลกุล การเตรียมชิ้นงานต้องเตรียมชิ้นงานให้บางมากๆ เพื่อจะได้เห็นพิกัดชัดเจน IR สามารถหาหมู่ฟังก์ชัน และความเป็นผลึกของพอลิเมอร์ได้

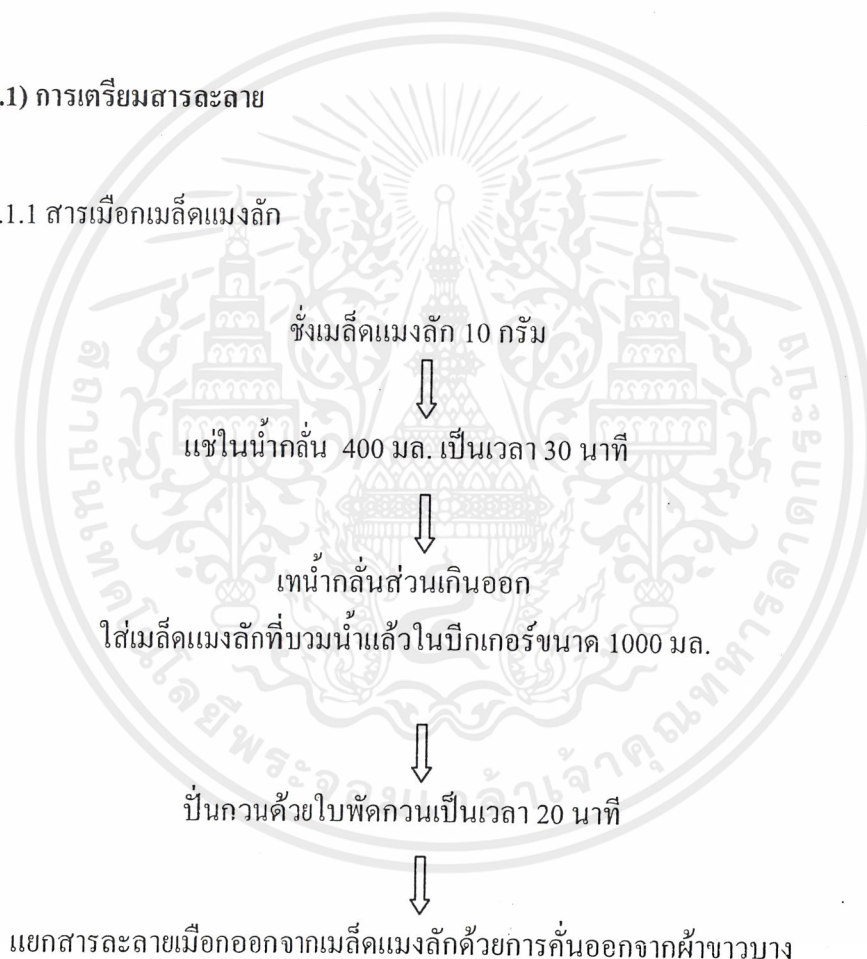
3.1.2) สารเคมี

1. เมล็ดแมงลัก ยี่ห้อไรท์พี
2. พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ MW 50,000 – 100,000 บริษัท Sigma Chemical CO.
3. น้ำกลั่น
4. สารละลายไอโอดีน

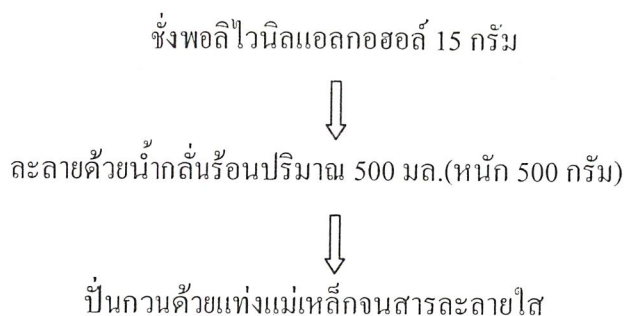
3.2) วิธีการทดลอง

3.2.1) การเตรียมสารละลาย

3.2.1.1) สารเมือกเมล็ดแมงลัก

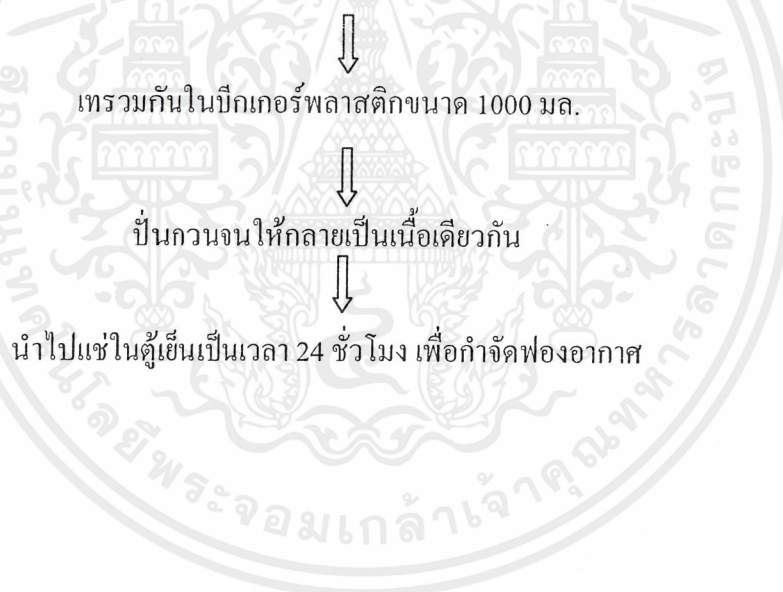


3.2.1.2 สารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) 3% w/w



3.2.1.3 สารละลายผสมระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 3%w/w กับ สารเมือก โดยอัตราส่วนที่กำหนด คือ 1:1 และ 2:1 โดยปริมาตร ตามลำดับ

ตวงสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 3%w/w กับสารเมือกด้วยกระบอบตวง ตามอัตราส่วน



3.2.2 การเตรียมแผ่นฟิล์ม

ตาราง 3.1 แสดงสัญลักษณ์ของการเตรียมฟิล์มสูตรต่าง ๆ

สูตร	อัตราส่วน	Heat 0 min.	Heat 2.5 min.	Heat 5 min.	Heat10 min.
1	PVA	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
2	1:1	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃
3	2:1	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
0	สารเมือกที่ได้ จากเมสตีด แมงลัก	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃

3.2.2.1. การเตรียมฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

ตวงสารละลายพอลิเมอร์ผสมด้วยกระบอกตวงปริมาณ 360 มล.



เทใส่ในถาดเมลามีนแล้วทำการไล่ฟองอากาศออก



นำไปอบด้วยตู้อบธรรมดาที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ลอกแผ่นฟิล์มแล้วเก็บในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง (B₀)

3.2.3 การปรับปรุงแผ่นฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ผสม

3.2.3.1 Heat treatment

นำฟิล์มพอลิเมอร์ผสมมาอบที่ 100°C เป็นเวลา 2.5 ,5 ,10 นาที ตามลำดับ ในตู้อบธรรมดา



จะได้แผ่นฟิล์มตัวอย่างตามลำดับ

3.2.4 การทดสอบสมบัติของแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสม

3.2.4.1. สมบัติทางกายภาพ

3.2.4.2.1. Water uptake

ตัดแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสม ขนาด 1.5 x 1.5 นิ้ว

และมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน



แช่ในน้ำกลั่นนาน 10 นาที



นำขึ้นมาชั่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน



นำชิ้นงานขึ้นมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 10 นาทีจนน้ำหนักมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

3.2.4.2. สมบัติเชิงกล

3.2.4.2.1 การทดสอบความแข็งแรงดึง (Tensile Tests)(ASTM D882)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสม มาตัดเป็นคัมเบล จำนวน 5 ชิ้นงาน



นำตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่างมายึดติดกับที่จับ(Grip) ทั้งสองข้าง โดยใช้ความยาวเกจ (Gauge length) 15 มิลลิเมตร อัตราเร็วที่ใช้ในการดึง 7.5 mm/min และ Load cell 10 N



วัดค่า Tensile strength , %Elongation

3.2.4.3. สมบัติทางความร้อน

3.2.4.3.1 ทดสอบโดยใช้ Thermogravimetric Analysis

นำแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสม ($A_0, A_1, A_3, B_0, B_3, C_0, C_1$) มาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ



Heating rate 20 °C/min ช่วงอุณหภูมิ 37 – 800 °C ภายใต้สภาวะอากาศ

3.2.4.3.2 ทดสอบโดยใช้ Differential Scanning Calorimetry

นำแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสม (A_0, B_0, C_0, D_0) มาตัดเป็นชิ้นเล็ก



Heate rate 20 °C/min ช่วงอุณหภูมิ 37 – 170 °C ภายใต้สภาวะก๊าซไนโตรเจน

3.2.4.4. สัณฐานวิทยา

3.2.4.4.1. กล้องจุลทรรศน์ (Optical microscope , OM)

นำแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสม A_0 , B_0 และ C_0 มาตัดเป็นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ $1.5 * 1.5$ เซนติเมตร



นำแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสมตัวอย่างมาแช่ในสารละลายไอโอดีนเป็นเวลา 5 นาที



นำแผ่นฟิล์มตัวอย่างธรรมดาและที่แช่ในสารละลายไอโอดีน มาทำการส่องด้วยกล้อง



นำแผ่นฟิล์มมาวางบนแผ่นสไลด์ ปรับกำลังขยายจากต่ำสุดก่อน



ปรับความคมชัดของภาพ ด้วยปุ่มปรับภาพ



ถ่ายรูป

3.2.4.5 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชัน

3.2.4.5.1. เครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี

นำแผ่นฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ผสมและ D_0 เหลี่ยมขนาด $2 * 2$ เซนติเมตร



นำแผ่นฟิล์มวางลงบนช่องใส่ตัวอย่าง



ทำการวัดโดยสแกน 16 รอบ

3.2.5 การเตรียมแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วน 2:1

ทำการทดลองซ้ำตามหัวข้อ 3.2.2 – 3.2.4 ตามลำดับ

3.2.6 การเตรียมแผ่นฟิล์มของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

ทำการทดลองซ้ำตามหัวข้อ 3.2.2 – 3.2.4 ตามลำดับ

3.2.7 การเตรียมแผ่นฟิล์มของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

ทำการทดลองซ้ำตามหัวข้อ 3.2.2 - 3.33 ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

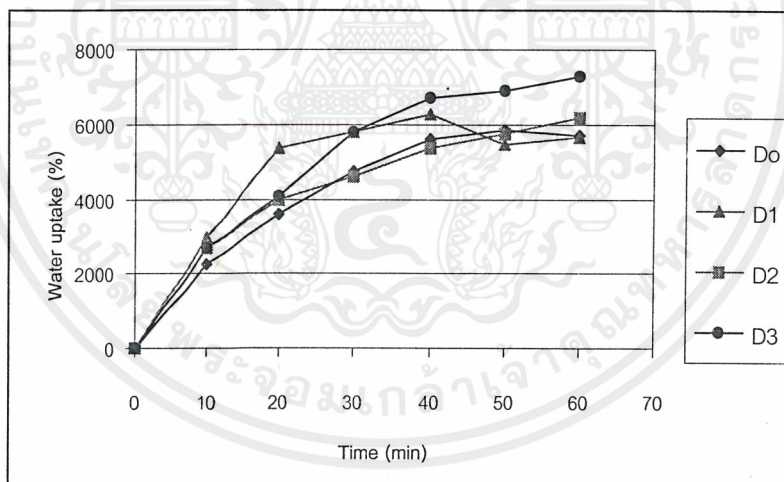
4.1 การเตรียมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

สารเมือกจากเมล็ดแมงลักที่เตรียมได้ มีลักษณะเหนียวข้น คล้ายวุ้น สีขาวขุ่น มีการไหลที่ไม่ดีนัก และเมื่อนำมาหาความเข้มข้น พบว่า สารเมือกมีความเข้มข้น เท่ากับ 0.65 %w/w และ 0.64 %w/v

4.1. การทดสอบทางกายภาพ

4.1.1. Water Uptake

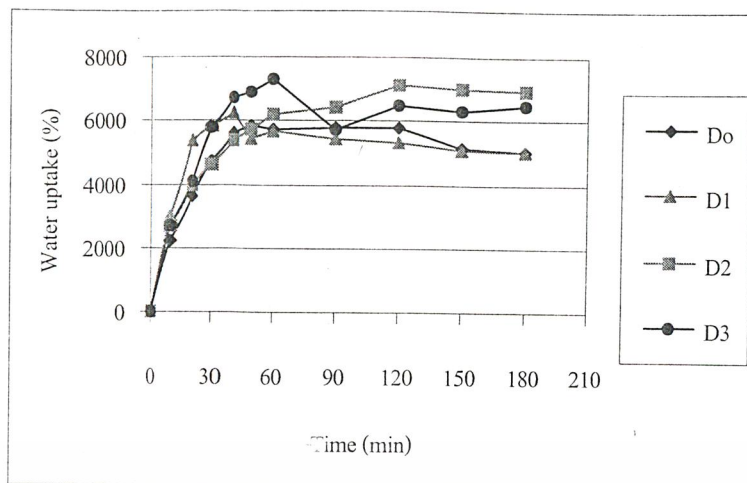
4.1.1.1 พิล์มตัวอย่างจากสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก (สูตรที่ 0)



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 0 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที

จากรูป 4.1 แสดงค่าการดูดซับน้ำจากระยะเวลาในการแช่ตั้งแต่ 0 – 60 นาที พบว่า ที่เวลา 0 – 10 นาทีแรกจะเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดซับน้ำมากและยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเวลาที่ 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

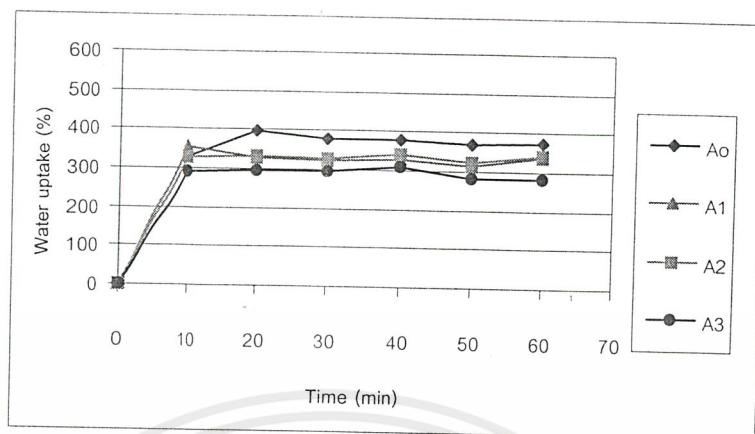


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 0 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 180 นาที

จากรูป 4.2 แสดงค่าการดูดซับน้ำจากระยะเวลาในการแช่ตั้งแต่ 0 – 180 นาที พบว่าเมื่อระยะเวลาในการแช่น้ำมากขึ้นจะทำให้สภาพของฟิล์มไม่คงสภาพเดิม เนื่องจากการดูดซับน้ำอย่างมากและรวดเร็วและเกิดการละลายของสารเมือกออกจากฟิล์ม จนฟิล์มมีลักษณะเป็นสารเมือกที่มีลักษณะเหนียวหนืด แม้ว่าจะมีการละลายของสารเมือกไปบางส่วนแต่ค่าการดูดซับน้ำก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และหลังจากนั้นจะมีค่าการดูดซับน้ำลดลง

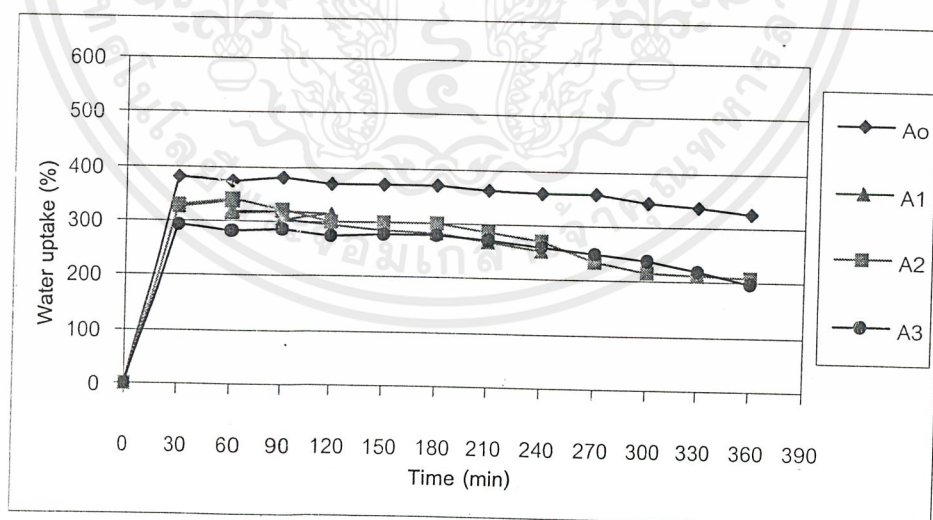
เมื่อพิจารณาค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 0 ได้แก่ ฟิล์มจากสารเมือกที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพทางความร้อน (ฟิล์ม D_0) กับฟิล์มจากสารเมือกที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 2.5, 5, และ 10 นาที (D_1 , D_2 , และ D_3) พบว่า ฟิล์ม D_2 และ D_3 จะให้ค่าการดูดซับน้ำลดลงเมื่อระยะเวลาที่ในการปรับสภาพทางความร้อนมากขึ้น และจะให้ค่าการดูดซับน้ำที่น้อยลงเมื่อระยะเวลาในการแช่น้ำมากขึ้น ที่ระยะเวลานานกว่า 60 นาที การละลายของสารเมือกออกจากฟิล์ม D_0 และ D_1 มีค่ามากจึงทำให้ค่าการดูดซับน้ำลดลง สำหรับฟิล์ม D_1 แสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพของฟิล์มที่เวลาเพียง 2.5 นาทีจะไม่เพียงพอที่จะทำให้ฟิล์มมีความคงตัว ประกอบกับผลจากการปรับสภาพทางความร้อน ทำให้มีค่าการดูดซับน้ำที่น้อยลงและมีค่าน้อยกว่า ฟิล์ม D_0

4.1.1.2. फिल्मตัวอย่างPVA (สูตรที่ 1)



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 1 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที

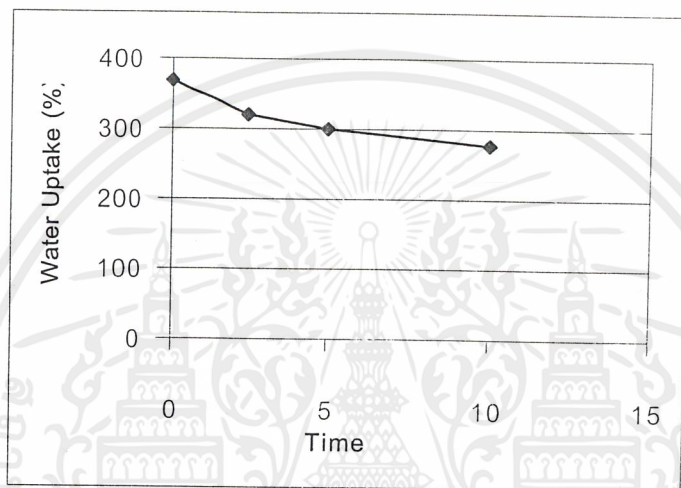
จากรูปที่ 4.3 แสดงค่าการดูดน้ำจากจากระยะเวลา 0 – 60 นาที พบว่าฟิล์มทุกชนิดมีค่าการดูดน้ำเพิ่มขึ้นใน 10 นาทีแรก



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 1 กับเวลาที่แช่น้ำ 0 – 360 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 แสดงค่าการดูดน้ำจากระยะเวลา 0 – 360 นาที พบว่าค่าการดูดซึมน้ำจะเริ่มคงที่ที่ระยะเวลาในการแช่น้ำ 180 นาที หลังจากนั้นค่าการดูดซึมน้ำจะมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากฟิล์มเริ่มละลาย³² ดังนั้นจึงนำช่วงการดูดซึมน้ำในระยะเวลาการแช่น้ำตั้งแต่ 0 – 180 นาที มาพิจารณาพบว่า ความสามารถในการดูดซึมน้ำของฟิล์มเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ $A_0 > A_1 \geq A_2 > A_3$ ตามลำดับ โดย A_0 จะมีค่าการดูดซึมน้ำสูงสุด คือ 368.44 % A_1 กับ A_2 จะมีค่าการดูดซึมน้ำที่ใกล้เคียงกัน คือ 318.86 % และ 299.35 % โดย A_1 จะมีค่ามากกว่า A_2 เล็กน้อย สำหรับ A_3 จะมีค่าน้อยสุด คือ 276.43 %

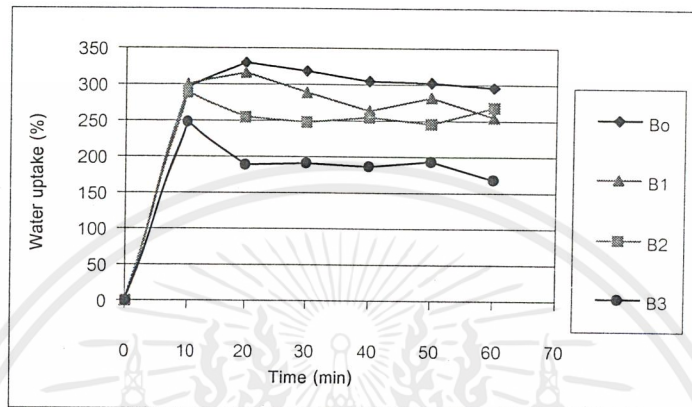


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาที ของฟิล์มสูตรที่ 1 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม

จากรูปที่ 4.5 เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำของฟิล์มสูตรที่ 1 ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0, 2.5, 5 และ 10 นาที พบว่าเมื่อระยะเวลาในการปรับสภาพทางความร้อนเพิ่มจะทำให้ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าลดลง อธิบายได้โดยอาศัยทฤษฎีและหลักการ แสดงบริเวณของน้ำที่จะอยู่ในไฮโดรเจล^{26,33} จะแบ่งออกได้เป็น 3 บริเวณ ได้แก่ 1) บริเวณล้อมรอบของโมเลกุลไฮโดรเจล 2) บริเวณภายในโมเลกุลไฮโดรเจล ซึ่งเป็นช่องว่างอยู่ และ 3) บริเวณหมู่ชอบน้ำ (Hydrophilic) เกิดพันธะไฮโดรเจนอ่อน ๆ กับน้ำ ในการทดลองนั้น โมเลกุลไฮโดรเจลได้แก่ PVA การนำ PVA มาทำการปรับสภาพด้วยความร้อน จะเป็นการทำให้สายโซ่ PVA เกิดการหดตัวใกล้ชิดกันมากขึ้น มีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบมากขึ้น ดังนั้นน้ำที่จะสามารถแทรกเข้าไป อยู่ในบริเวณต่างๆ ดังกล่าวจะมีแนวโน้มน้อยลง และการที่สายโซ่เกิดการหดตัวใกล้ชิดกันทำให้หมู่ไฮดรอกซิลเรียงตัวอยู่ใกล้ชิดกันมากขึ้น หมู่ไฮดรอกซิลสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกันเองโมเลกุล หรือ

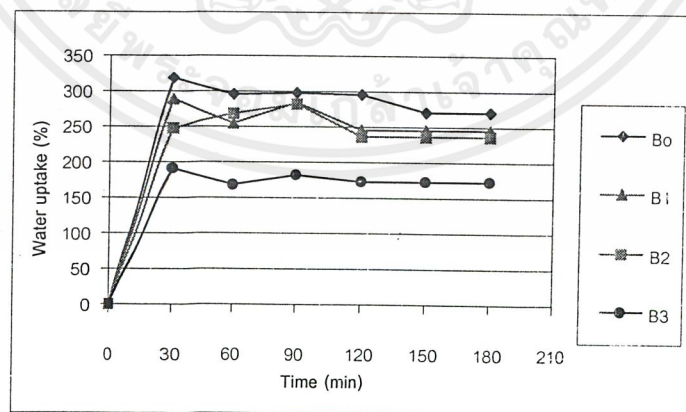
เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลขึ้นก่อนทำให้หมู่ไฮดรอกซิลอิสระน้อยลง เมื่อนำไปแช่น้ำ จะเหลือหมู่ไฮดรอกซิลที่จะให้เกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำน้อยลง

4.1.1.3 फिल्मตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (สูตรที่ 2)



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 2 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0 – 60 นาที

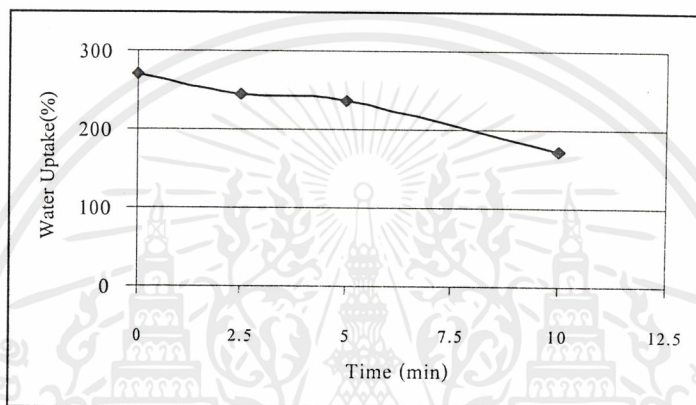
จากรูปที่ 4.6 แสดงค่าการดูดซับน้ำจากระยะเวลาในการแช่ตั้งแต่ 0 – 60 นาที พบว่า ฟิล์มทุกชนิดมีค่าการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นใน 10 นาทีแรก



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 2 กับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0- 180 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 แสดงค่าการดูดซับน้ำจากระยะเวลาในการแช่ตั้งแต่ 0 - 180 นาที พบว่าจะมีค่าการดูดซับน้ำที่สมดุลที่ระยะเวลาการแช่น้ำที่ 180 นาที ซึ่งหลังจากนั้นจะให้ค่าการดูดซับน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงและมีแนวโน้มที่ลดลง จึงพิจารณาช่วงของการดูดซับน้ำในระยะเวลาการแช่น้ำที่ 0 นาที ถึงระยะเวลาที่ 180 นาที เช่นเดียวกันกับฟิล์มในสูตรที่ 1 พบว่าความสามารถในการดูดซับน้ำของฟิล์มเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ $B_0 > B_1 \geq B_2 > B_3$ ตามลำดับ โดยฟิล์ม B_0 จะมีค่าการดูดซับน้ำที่สูงสุดคือ 270.26 % สำหรับฟิล์ม B_1 และ B_2 จะมีค่าการดูดซับน้ำที่ใกล้เคียงกับโดยฟิล์ม B_1 จะมีค่ามากกว่า คือ 245.37 % และ 235.69 % ตามลำดับ ส่วนฟิล์ม B_3 จะมีค่าการดูดซับน้ำน้อยที่สุด คือ 172.20 %

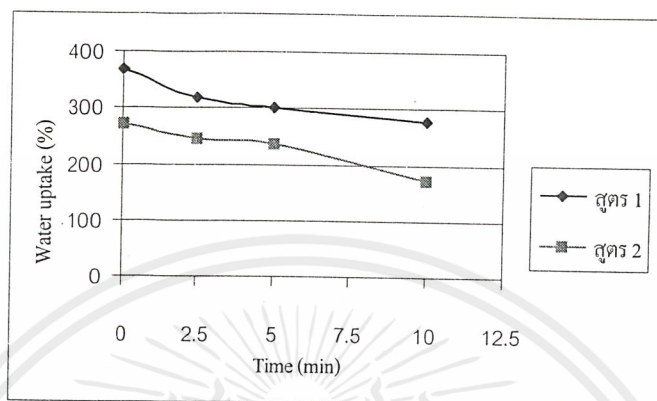


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีของฟิล์มสูตรที่ 2 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม

จากรูปที่ 4.8 เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 2 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0, 2.5, 5 และ 10 นาที พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพมากขึ้นจะทำให้ฟิล์มมีความเป็นระเบียบของสายโซ่โมเลกุลมากขึ้น ส่งผลทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำมีค่าลดลง (ฟิล์ม $B_1 \geq B_2 > B_3$) สำหรับฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพด้วยความร้อน (ฟิล์ม B_0) จะมีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณของเนื้อสารของ PVA ในสูตรที่ 2 นี้จะมีมากกว่าเนื้อสารของสารเมือก แม้ว่าปริมาตรที่ใช้จะเท่ากัน เพราะความเข้มข้นของ PVA ที่ใช้สูงกว่าความเข้มข้นของสารเมือก จากการศึกษาสมบัติการดูดซับน้ำของฟิล์มที่เกิดจากสารเมือก (ฟิล์ม D_0) ในรูป 4.1 พบว่า มีความสามารถในการดูดซับน้ำในปริมาณที่สูง และเมื่อระยะเวลาในการแช่น้ำเพิ่มขึ้นค่าการดูดซับน้ำก็มีค่าสูงขึ้น แต่จะเกิดการละลายของสารเมือกออกจากแผ่นฟิล์มและทำให้ฟิล์มไม่คงสภาพเดิม ดังนั้น การที่เติมปริมาณสารเมือกเข้าไปในสูตรที่ 2 จะเป็นการช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำบ้าง (แม้ว่ามีบาง

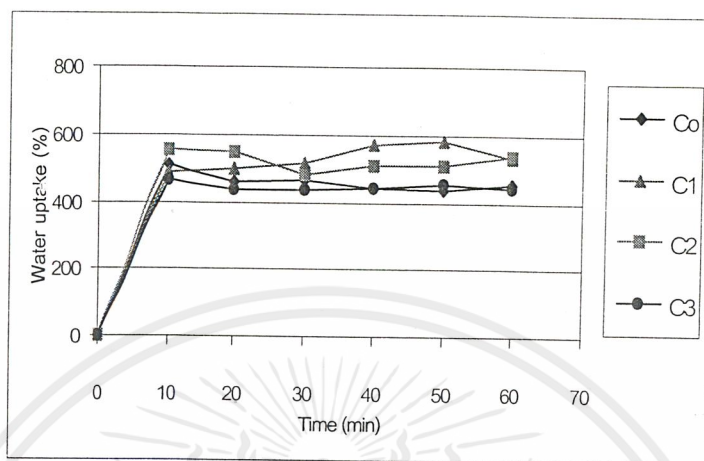
ส่วนที่ละลายออกไปเล็กน้อย) เพราะฉะนั้นการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 2 จะเป็นผลรวมของฟิล์มทั้ง 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นสารเมือกที่กระจายตัวอยู่และส่วนที่เป็น PVA แต่เนื่องจากเนื้อสารเมือกที่เติมลงไปน้อยมาก จึงทำให้น้ำที่ดูดซับได้น้อยลง



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาที ของฟิล์มสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม

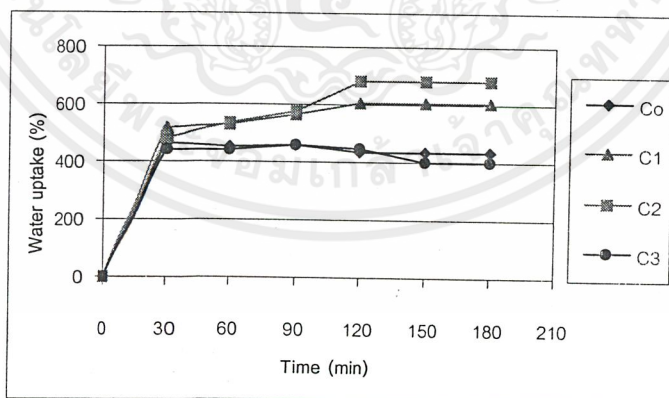
จากรูปที่ 4.9 เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 1 และ 2 ที่ผ่านปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0, 2.5, 5 และ 10 นาที พบว่าความสามารถในการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 2 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่ระยะเวลาต่างกัน มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับฟิล์มสูตรที่ 1 กล่าวคือ ระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนมากขึ้น ทำให้ฟิล์มมีความสามารถในการดูดซับน้ำน้อยลง แต่ฟิล์มสูตรที่ 2 จะมีค่าการดูดซับน้ำน้อยกว่าฟิล์มสูตรที่ 1 เนื่องจากฟิล์มสูตรที่ 2 จะมีจำนวน PVA จะลดลงไปครึ่งหนึ่ง ทำให้พันธะไฮโดรเจนที่จะเกิดขึ้นจากหมู่ไฮดรอกซิลของ PVA กับ โมเลกุลของน้ำลดลง และเมื่อพิจารณาปริมาณของเนื้อสารของ PVA ในสูตรที่ 2 นี้จะมีมากกว่าเนื้อสารของสารเมือก แม้ว่าปริมาตรที่ใช้จะเท่ากันเพราะความเข้มข้นของ PVA ที่ใช้สูงกว่าความเข้มข้นของสารเมือก การที่เติมปริมาณสารเมือกเข้าไปจะเป็นการช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำบ้าง (แม้ว่ามีบางส่วนที่ละลายออกไปเล็กน้อย อธิบายได้โดยการดูดซับน้ำของฟิล์มที่เกิดจากสารเมือก (ฟิล์ม D₀) ในรูป 4.1 พบว่า มีความสามารถในการดูดซับน้ำในปริมาณที่สูง และเมื่อระยะเวลาในการแช่น้ำเพิ่มขึ้นค่าการดูดซับน้ำก็มีค่าสูงขึ้น แต่จะเกิดการละลายของสารเมือกออกจากแผ่นฟิล์มและทำให้ฟิล์มไม่คงสภาพเดิม) ดังนั้นการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 2 จะเป็นผลรวมของฟิล์มทั้ง 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นสารเมือกที่กระจายตัวอยู่และส่วนที่เป็น PVA แต่เนื่องจากเนื้อสารเมือกที่เติมลงไปน้อยมาก จึงทำให้น้ำที่ดูดซับได้น้อยลง

4.1.1.4 फिल्मตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร (สูตรที่ 3)



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 3 กับเวลาที่แช่น้ำ

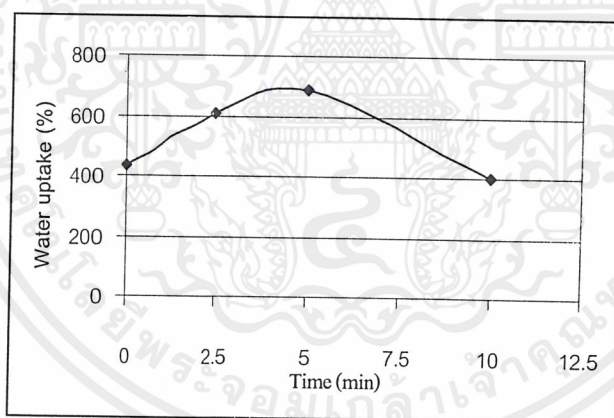
จากรูปที่ 4.10 แสดงค่าการดูดซับน้ำจากระยะเวลาในการแช่ตั้งแต่ 0 – 60 นาที พบว่าฟิล์มทุกชนิดมีค่าการดูดน้ำเพิ่มขึ้นใน 10 นาทีแรก



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ของฟิล์มสูตรที่ 3 กับเวลาที่แช่น้ำ ตั้งแต่ 0 – 180 นาที

จากรูปที่ 4.11 แสดงค่าการดูดน้ำจากจากระยะเวลาในการแช่น้ำตั้งแต่ 0 - 180 นาที พบว่าฟิล์ม C_1 และ C_2 จะมีค่าการดูดซับน้ำที่เปลี่ยนแปลง และมีแนวโน้มมากขึ้น ตั้งแต่เวลาที่ 60 และมีค่าการดูดซับน้ำที่สมดุลที่ระยะเวลาในการแช่น้ำ 180 นาที สำหรับ C_0 และ C_3 จะมีแนวโน้มค่าการดูดซับน้ำที่ใกล้เคียงกัน และจะมีค่าการดูดซับน้ำที่สมดุลที่ระยะเวลาในการแช่น้ำ 180 นาทีเช่นเดียวกัน พบว่า ความสามารถในการดูดซับน้ำของฟิล์มเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ $C_2 > C_1 \gg C_0 \geq C_3$ ตามลำดับ โดย C_2 จะมีค่าการดูดซับน้ำสูงสุด คือ 685.25% และ C_1 มีค่าการดูดซับน้ำ 605.34% สำหรับ C_0 จะมีค่าการดูดซับน้ำมากกว่า C_3 เล็กน้อย คือ 436.32% และ 398.94% ตามลำดับ

การอธิบายค่าการดูดซับน้ำที่เกิดขึ้นของฟิล์มสูตรที่ 3 ต้องอาศัยปัจจัยที่มีผลต่อค่าการดูดซับน้ำ ได้แก่ 1. สารเมือกจากเมล็ดแมงลักซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำที่มากกว่า PVA เมื่อเทียบกับปริมาณสารที่เท่ากัน 2. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการดูดซับน้ำของฟิล์ม คือ ปฏิกริยาการละลายตัวของฟิล์ม และปฏิกริยาการบวมตัวของฟิล์ม โดยอัตราเร็วของปฏิกริยาทั้งสองจะขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบของฟิล์ม และ 3. เวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์มจะทำให้สายโซ่ของโมเลกุลเข้าใกล้ชิดกันมากขึ้น ทำให้มีความเป็นระเบียบมากขึ้น โดยระยะเวลาที่ใช้การปรับสภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้น จะทำให้ความเป็นระเบียบของสายโซ่ของโมเลกุลมากขึ้นด้วย



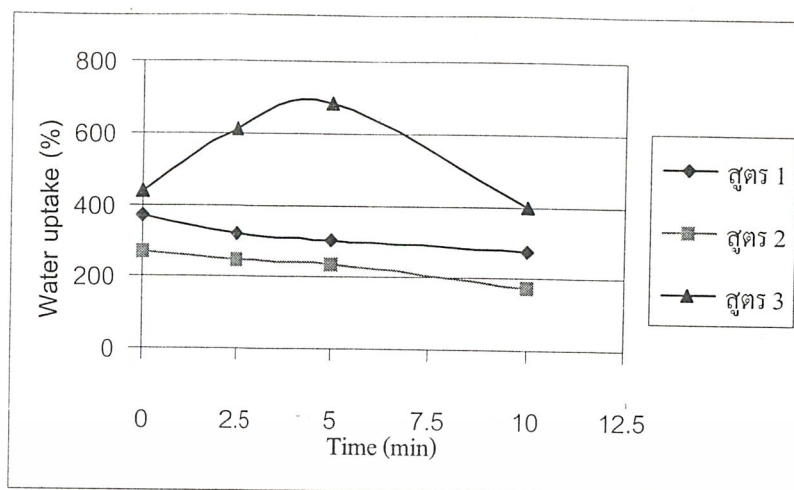
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีของฟิล์มสูตรที่ 3 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม

จากรูปที่ 4.12 เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 3 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0, 2.5, 5 และ 10 นาที พบว่า ฟิล์ม C_0 (อธิบายได้โดยอาศัยปัจจัยที่มีต่อค่าการดูดซับน้ำดังกล่าว) อัตราการละลายตัวของฟิล์มจะมีมากกว่าอัตราการบวมตัวของฟิล์ม เนื่องจากเป็นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนและพิจารณาร่วมกันกับแนว

โน้มน้ำของค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 0 จากรูป 4.1 ชนิด D_0 ทำให้ได้ค่าการดูดซับน้ำของฟิล์ม C_0 ที่มีค่าน้อยกว่า C_1 และ C_2 ตามลำดับ

ฟิล์ม C_1 และ C_2 จะมีอัตราการบวมตัวของฟิล์มจะมีค่ามากกว่าอัตราการละลายตัวของฟิล์ม และฟิล์ม C_2 จะมีค่าการดูดซับน้ำที่มากกว่า C_1 เนื่องจากฟิล์มผ่านการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 5 นาที ซึ่งทำให้สายโซ่ของโมเลกุลเคลื่อนที่ใกล้ชิดกันมากขึ้น เกิดความเป็นระเบียบของสายโซ่มากขึ้น ทำให้ฟิล์มมีความคงตัวมากขึ้น สามารถพิจารณาร่วมกับแนวโน้มของค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 0 จากรูปที่ 4.1 ได้โดย D_1 และ D_2 เป็นฟิล์มของสารเมือกที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 2.5 นาที ให้ค่าการดูดซับน้ำที่น้อยที่สุด(เนื่องจากฟิล์มเกิดการละลายตัวออกไป)และ 5 นาที จะให้ค่าการดูดซับน้ำที่มากที่สุด ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 2.5 นาที จะไม่เพียงพอที่ทำให้ฟิล์มมีความคงตัว ในกรณี C_2 และ C_1 การปรับสภาพด้วยความร้อนจะทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปรับสภาพด้วยความร้อนเป็นการทำให้ทั้งสารเมือกและPVA มีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น

สำหรับฟิล์ม C_3 เป็นฟิล์มที่มีความคงตัวมากที่สุดและมีค่าการดูดซับน้ำน้อยที่สุด เนื่องจากการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 10 นาที จึงทำให้อัตราการละลายของฟิล์มมีค่าต่ำและฟิล์มมีความเป็นระเบียบมากขึ้น อัตราการบวมตัวเกิดได้ช้าเนื่องจากโมเลกุลของน้ำแทรกตัวเข้าไปได้ยาก



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Water Uptake ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 180 นาทีของฟิล์มสูตรที่ 1, สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 กับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม

จากรูปที่ 4.13 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตร 1, สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0, 2.5, 5 และ 10 นาที พบว่า ความสามารถในการดูดน้ำของฟิล์มสูตรที่ 3 > 1 > 2 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความสามารถในการดูดซับของฟิล์มสูตรที่ 2 ที่น้อยกว่า ฟิล์มสูตรที่ 1 เนื่องจาก ฟิล์มสูตรที่ 2 มีปริมาณ PVA น้อยกว่าฟิล์มสูตรที่ 1 จึงทำให้จำนวนสายโซ่ของ PVA ลดลง ซึ่งทำให้หมู่ไฮดรอกซิลที่จะไปเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำลดลง และเมื่อพิจารณาฟิล์มสูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณ PVA ลดลงมากกว่า ฟิล์มสูตรที่ 2 และ 1 แต่ค่าการดูดซับน้ำที่มากที่สุด แสดงให้เห็นว่าค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 3 จะขึ้นกับความสามารถในการดูดซับน้ำของสารเมือกเป็นหลัก

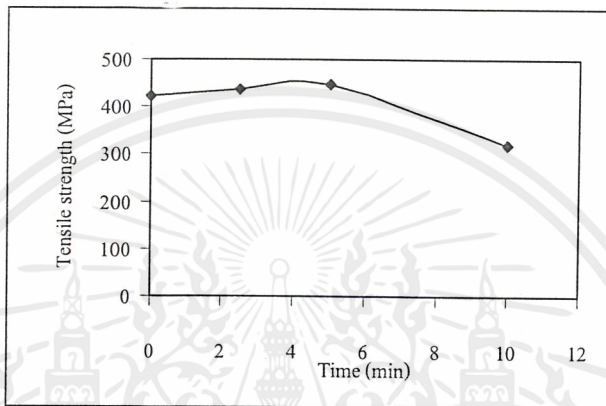
เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน พบว่าความสามารถในการดูดซับน้ำของฟิล์มสูตรที่ 3 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่ระยะเวลาต่างกัน จะมีแนวโน้มของความสามารถในการดูดซับน้ำที่ขัดแย้งกับแนวโน้มของฟิล์มสูตรที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เพราะความสามารถในการดูดซับน้ำขึ้นกับ 1.ชนิดและองค์ประกอบของฟิล์ม 2.ระยะเวลาที่แช่น้ำ และ 3.ระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน

4.3. การทดสอบเชิงกล

4.3.1 ความแข็งแรงดึง (Tensile Stress)

4.3.1.1 แผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA

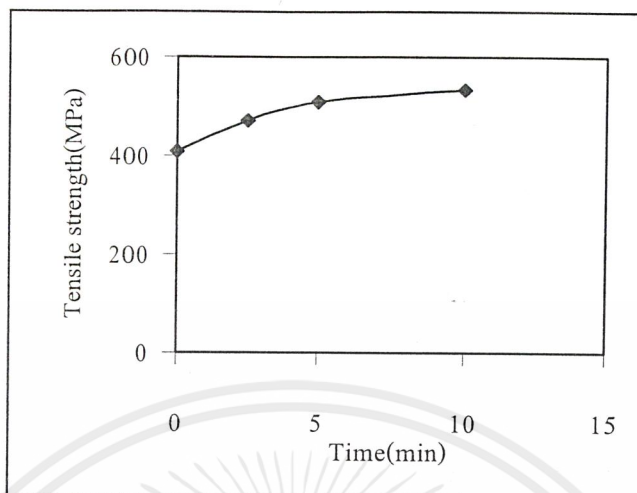
ศึกษาเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพด้วยความร้อนที่มีผลต่อความแข็งแรงดึง



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับความแข็งแรงดึง

จากกราฟพบว่า เมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 และ 5 นาที จะทำให้ค่าความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำที่อยู่ในฟิล์มระเหยออกไป ทำให้สายโซ่ PVA จัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น ความเป็นผลึกของ PVA เพิ่มขึ้น และการปรับสภาพทางความร้อน ที่เวลา 5 นาที จะทำให้ความแข็งแรงดึงสูงที่สุด แต่เมื่อเพิ่มเวลาการปรับสภาพด้วยความร้อนนานขึ้นเป็นเวลา 10 นาที จะทำให้ความแข็งแรงดึงลดลง เนื่องมาจากแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนนานเกินไป ทำให้แผ่นฟิล์มเปราะ

4.3.1.2. แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

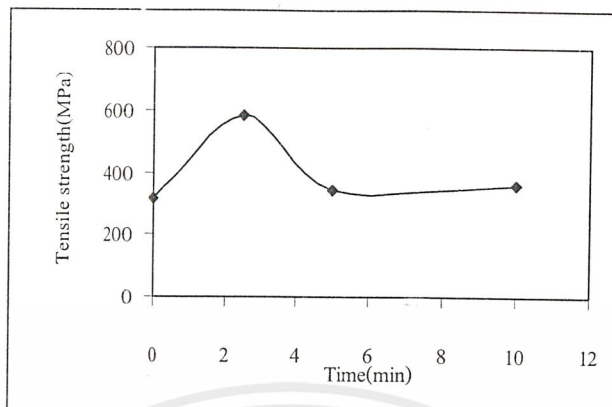


รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับความแข็งแรงดึง

จากกราฟพบว่า เมื่อนำสารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักผสมกับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรค่าความแข็งแรงดึงที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA ที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพด้วยความร้อนและเมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 , 5 และ 10 นาทีจะทำให้ค่าความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำที่อยู่ในฟิล์มระเหยออกไปทำให้การจัดเรียงสายโซ่เป็นระเบียบมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงกับแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA พบว่า แผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 , 5 และ 10 นาที จะให้ค่าความแข็งแรงที่สูงกว่าแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 , 5 และ 10 นาที และเมื่อสังเกตเวลาการปรับสภาพความร้อนที่ 10 นาที ค่าความแข็งแรงดึงของฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 จะมีค่ามากกว่าค่าความแข็งแรงดึงของฟิล์มตัวอย่าง PVA

4.3.1.3. แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 2:1

โดยปริมาตร

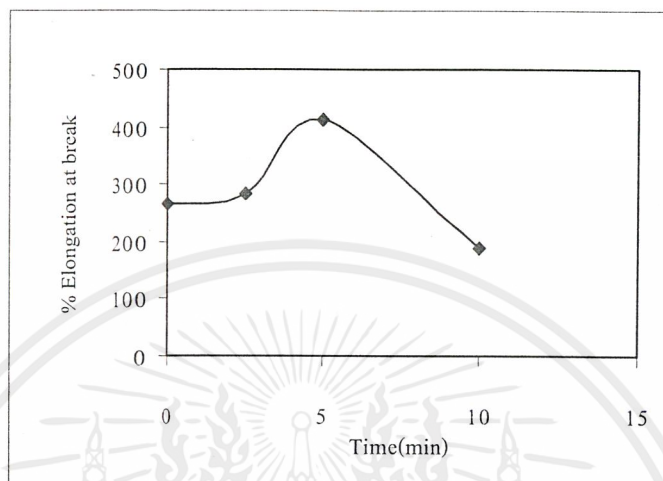


รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพ
ทางความร้อนกับความแข็งแรงดึง

จากกราฟพบว่า เมื่อนำสารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักผสมกับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาณค่าความแข็งแรงดึงที่ได้จะมีค่าต่ำกว่าแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมอัตราส่วน 1:1 ที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพด้วยความร้อน เนื่องจากมีปริมาณสารเมือกมากกว่าปริมาณ PVA และเมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่างมาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 2.5 นาทีจะทำให้ความแข็งแรงดึงสูงที่สุดเนื่องจากโมเลกุลของน้ำที่อยู่ในฟิล์มระเหยออกไปทำให้การจัดเรียงสายโซ่เป็นระเบียบมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการปรับสภาพด้วยความร้อนมากขึ้นจะทำให้แผ่นฟิล์มตัวอย่างมีความแข็งแรงดึงลดลง เนื่องจากแผ่นฟิล์มตัวอย่างมีปริมาณสารเมือกจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นทำให้แผ่นฟิล์มตัวอย่างมีความเปราะมากขึ้น

4.3.2. ร้อยละการยืด ณ จุดขาด(% Elongation at break)

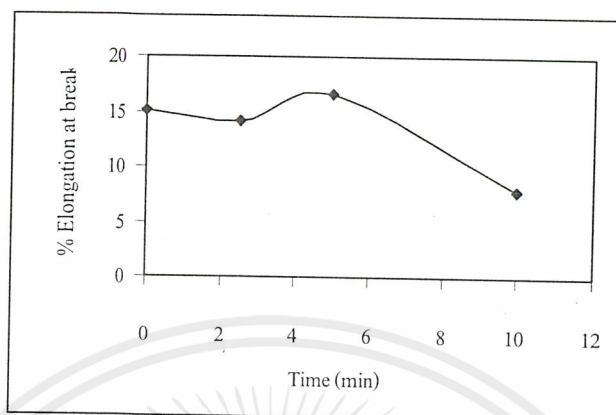
4.3.2.1. แผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนกับร้อยละการยืด ณ จุดขาด

จากกราฟพบว่า เมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 และ 5 นาที จะทำให้ร้อยละการยืด ณ จุดขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเป็นผลึกของ PVA เพิ่มขึ้นและการปรับสภาพทางความร้อน ที่เวลา 5 นาที จะทำให้ร้อยละการยืด ณ จุดขาดสูงที่สุด แต่เมื่อเพิ่มเวลาการปรับสภาพด้วยความร้อนนานขึ้นเป็นเวลา 10 นาที จะทำให้ร้อยละการยืด ณ จุดขาดลดลงอย่างมาก เนื่องจากแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C นานเกินไป ทำให้แผ่นฟิล์มมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น ความสามารถในการยืดลดลงและมีความเปราะมากขึ้น

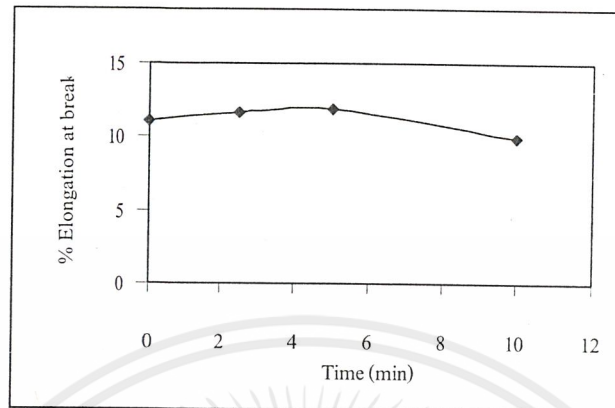
4.3.2.2. แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน กับร้อยละการยืด ณ จุดขาด

จากกราฟพบว่า ร้อยละการยืด ณ จุดขาดของแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 มีค่าต่ำมาก เมื่อเทียบกับแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA เนื่องจากสารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักจะไปลดความสามารถในการยืดของฟิล์ม และเมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 5 นาที จะให้ร้อยละการยืด ณ จุดขาดสูงที่สุด เนื่องจากมีการจัดตัวเป็นระเบียบในสายโซ่มากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาการปรับสภาพด้วยความร้อนนานขึ้นเป็นเวลา 10 นาที จะทำให้ร้อยละการยืด ณ จุดขาดลดลงอย่างมาก เมื่อเทียบแผ่นฟิล์มที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน เนื่องจากแผ่นฟิล์มตัวอย่างมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากเกินไป ความสามารถในการยืดลดลงและมีความเปราะมากขึ้น

4.3.2.3. แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร

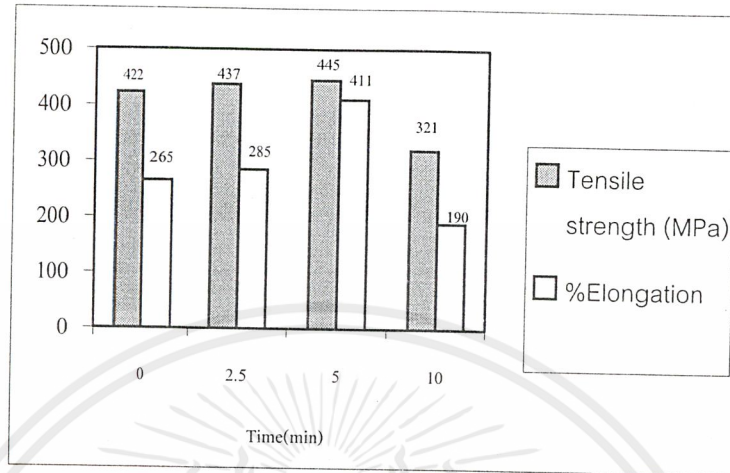


รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน กับร้อยละการยืด ณ จุดขาด

จากกราฟพบว่า ร้อยละการยืด ณ จุดขาดของแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 2:1 มีแนวโน้มใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 คือ แผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 2:1 มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 5 นาที จะให้ร้อยละการยืด ณ จุดขาดที่สูงที่สุด แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการปรับสภาพด้วยความร้อนมากขึ้น เป็นเวลา 10 นาที จะทำให้แผ่นฟิล์มตัวอย่างมีร้อยละการยืด ณ จุดขาดลดลงเนื่องจากความร้อนทำให้แผ่นฟิล์มตัวอย่างจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น ความสามารถในการยืดลดลงและมีความเปราะมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละการยืด ณ จุดขาดกับแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 พบว่าร้อยละการยืด ณ จุดขาดของแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 2:1 มีค่าต่ำกว่าแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 1:1 เนื่องจากมีปริมาณสารเมือกจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น แสดงว่า สารเมือกจากเมล็ดแมงลักที่เติมไปลดความสามารถในการยืดของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง ทำให้ฟิล์มตัวอย่างมีความเปราะมากขึ้น

4.3.3. การเปรียบเทียบความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด ณ จุดขาด

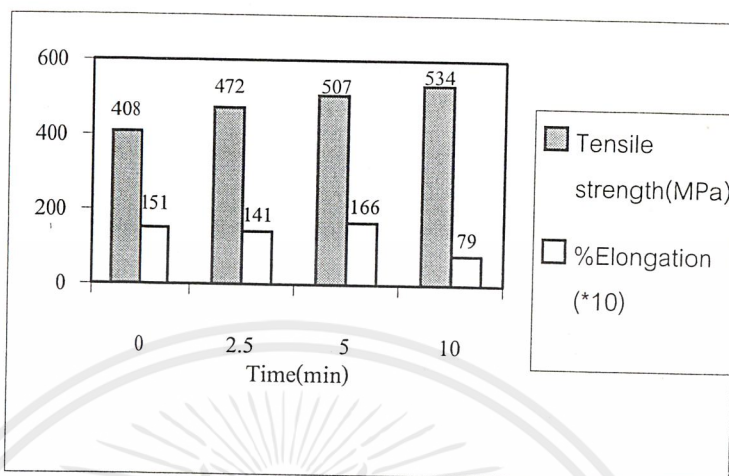
4.3.3.1. แผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด ณ จุดขาด กับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน

จากกราฟพบว่า เมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ทำให้ค่าความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด ณ จุดขาด มีแนวโน้มเหมือนกัน คือ จะมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากแผ่นฟิล์มมีจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้นและความเป็นผลึกมากขึ้น ทำให้แผ่นฟิล์มตัวอย่างมีความแข็งแรงและมีความสามารถในการยืดได้มากขึ้น ในขณะที่เวลา 5 นาที จะให้ค่าความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด ณ จุดขาดสูงที่สุด แต่ถ้าเพิ่มเวลาเป็น 10 นาที จะให้ค่าความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด ณ จุดขาด ลดลง เนื่องจากให้ความร้อนเป็นเวลานานเกินไปทำให้ฟิล์มมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น จึงไปลดความสามารถในการยืดของฟิล์มและฟิล์มมีความเปราะมากขึ้น

4.3.3.2. แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

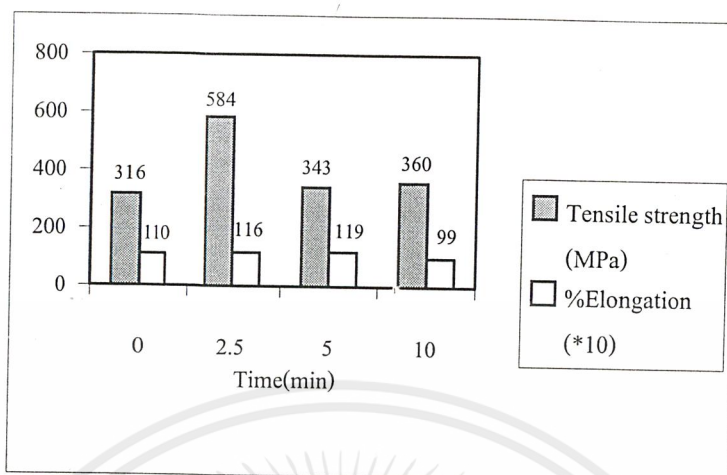


รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด ณ จุดขาด(*10) กับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน

จากกราฟพบว่า เมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 , 5 และ 10 นาที ทำให้ค่าความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ร้อยละการยืด ณ จุดขาด มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า สารเมือกจากเมล็ดแมงลักที่เติมลงไป ทำให้ฟิล์มทนแรงดึงแต่จะลดความสามารถในการยืดและทำให้ฟิล์มมีความเปราะมากขึ้น และที่เวลา 5 นาที จะให้สมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด

* ร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาด(*10) หมายความว่า ค่าที่ได้จากการทดลองมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความแข็งแรง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกราฟทำให้สังเกตได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงนำค่าที่ได้คูณด้วย 10 เพื่อจะได้สังเกตได้ชัดเจน

4.3.3.3. แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงดึงและร้อยละการยืด
ณ จุดขาด(*10) กับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน

จากกราฟจะเห็นว่า เมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่างอัตราส่วน 2:1 มาผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 2.5 นาทีจะทำให้ความแข็งแรงดึงเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนเป็น 5 และ 10 นาที จะทำให้ความแข็งแรงดึงลดลงเนื่องจากการให้ความร้อนมากเกินไปทำให้ส่วนของสารเมือกจากเมล็ดแมงลักแข็งแต่ทำให้ฟิล์มเปราะ ส่วนร้อยละการยืด ณ จุดขาดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มตัวอย่างPVA แสดงว่าสารเมือกลดความสามารถในการยืดของแผ่นฟิล์ม

4.4 สมบัติทางความร้อน

4.4.1. Thermogravimetric Analysis (TGA)

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิการสลายตัวของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง

สูตร	อุณหภูมิการสลายตัว (°C)
A ₀	260.0
A ₁	264.9
A ₃	266.1
B ₀	268.6
B ₃	271.2
C ₀	284.6
C ₁	285.7

* ความหมายของสูตรแสดงในตาราง 3.1 หน้า 26

จากตารางพบว่าแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA ที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(A₀) และแผ่นฟิล์มตัวอย่างPVAที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่เวลา 2.5 (A₁) และ 10 (A₃) นาที ไปวัดอุณหภูมิการสลายตัวด้วยเครื่อง TGA พบว่าอุณหภูมิการสลายตัวเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพ

ส่วนแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 1:1ที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(B₀) และ ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่เวลา 10 นาที (B₃) เมื่อนำมาหาอุณหภูมิการสลายตัว พบว่าสลายตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นจาก 268 เป็น 271°C ทำนองเดียวกันกับแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม สารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 2:1ที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(C₀) และ ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อนที่เวลา 2.5 นาที (C₃) ให้อุณหภูมิการสลายตัวที่สูงขึ้นเช่นกัน

การปรับสภาพแผ่นฟิล์มด้วยความร้อน พบว่า ทำให้อุณหภูมิการสลายตัวของฟิล์มสูงขึ้น แสดงว่า ความร้อนช่วยให้ฟิล์มมีความเป็นระเบียบเพิ่มขึ้น

4.4.2 Differential Scanning Calorimetry (DSC)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอุณหภูมิสถานะคล้ายแก้ว(Tg) ของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง

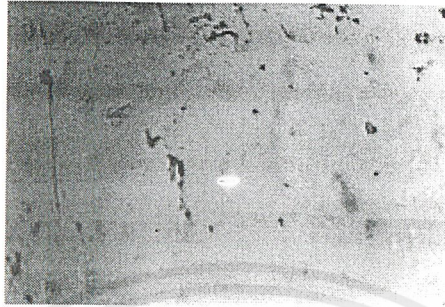
สูตร	Tg (Onset) (°C)	Tg (Midpoint)(°C)
A ₀	66.01	74.65
B ₀	64.56	74.19
C ₀	59.75	73.09

* ความหมายของสูตรแสดงในตาราง 3.1 หน้า 26

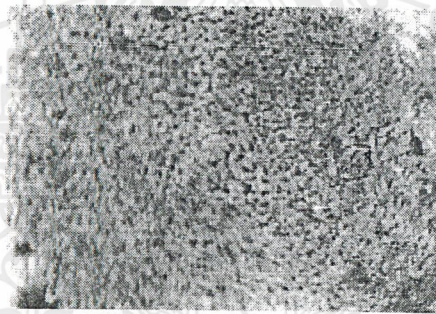
จากตารางพบว่า เมื่อนำแผ่นฟิล์มตัวอย่างPVA ที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(A₀), แผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 1:1ที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(B₀) และแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกที่ได้จากเมล็ดแมงลักกับPVA ในอัตราส่วน 2:1ที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยความร้อน(C₀) ไปวัดอุณหภูมิสถานะคล้ายแก้ว(Tg) ด้วยเครื่อง DSC พบว่า อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วที่เริ่มต้นลดลงจาก 66.01 เป็น 64.56 และ 59.75 ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณ PVA ที่ผสมในฟิล์มลดลง และเมื่อศึกษาที่อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วที่จุดกึ่งกลางพบว่า แผ่นฟิล์มตัวอย่างทั้งสามสูตรมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าสารเมือกจากเมล็ดแมงลักที่ผสมลงไปไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิสถานะคล้ายแก้ว

4.5 สัณฐานวิทยา

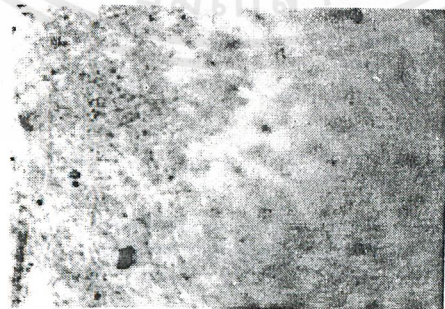
ศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Optical microscope , OM)



รูปที่ 4.23 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่าง PVA



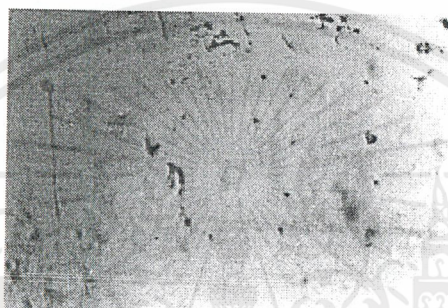
รูปที่ 4.24 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม
ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร



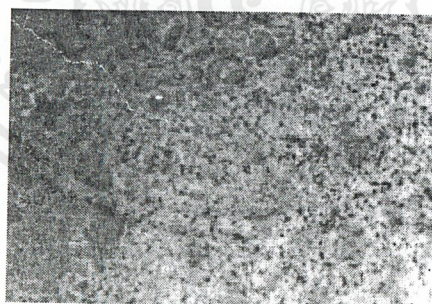
รูปที่ 4.25 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม
ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.23 เมื่อนำฟิล์มตัวอย่าง PVA มาศึกษาลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Optical microscope , OM) พบว่า พื้นผิวมีลักษณะเรียบ และเมื่อนำฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลักกับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 และ 2: 1 โดยปริมาตร ในรูปที่ 4.24 และ 4.25 ตามลำดับ พบว่า พื้นผิวมีลักษณะเป็นรูพรุน ซึ่งเกิดจากโมเลกุลของสารเมือกแพร่กระจายตัวอยู่ในเนื้อ PVA แต่ฟิล์มตัวอย่างผสมอัตราส่วน 2:1 ลักษณะพื้นผิวจะมีรูพรุนน้อยกว่าฟิล์มตัวอย่างผสมอัตราส่วน 1:1 เนื่องจากรูพรุนถูกกลบด้วยโมเลกุลของสารเมือกซึ่งมีปริมาณมากกว่า PVA

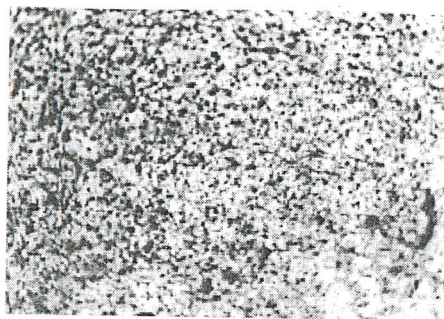


รูปที่ 4.26 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่าง PVA ที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที



รูปที่ 4.27 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

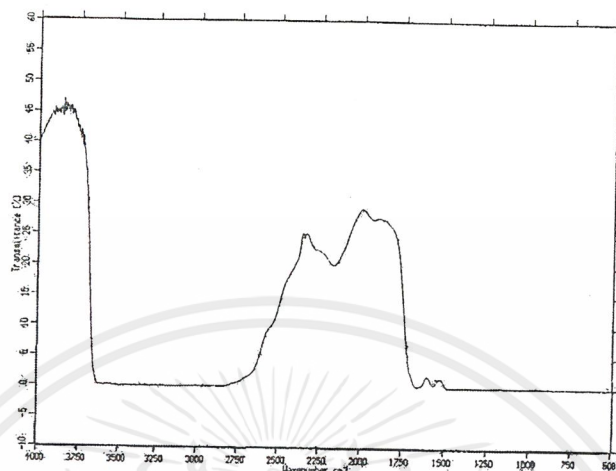


รูปที่ 4.28 ภาพถ่าย OM แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มตัวอย่างผสม ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร ที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที

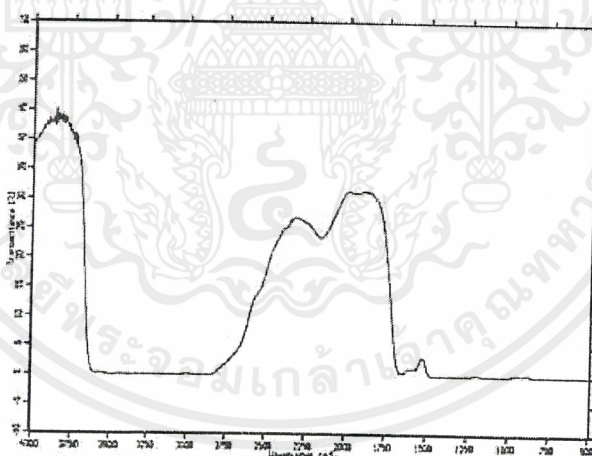
จากรูปที่ 4.26 เมื่อนำฟิล์มตัวอย่าง PVA ที่ผ่านการแช่ใน I_2 5 นาที มาศึกษาลักษณะพื้นผิว ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Optical microscope , OM) พบว่า มีไอโอดีนเคลือบติดที่พื้นผิวบางส่วน ส่วนฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลักกับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 และ 2: 1 โดยปริมาตร ในรูปที่ 4.27 และ 4.28 ตามลำดับ พบว่า ไอโอดีนจะไปทำปฏิกิริยากับสารเมือกจากเมล็ดแมงลักทำให้เห็นเป็นจุดดำกระจายอยู่บริเวณพื้นผิวฟิล์ม

4.6. การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชัน

Infrared absorption spectroscopy (IR)

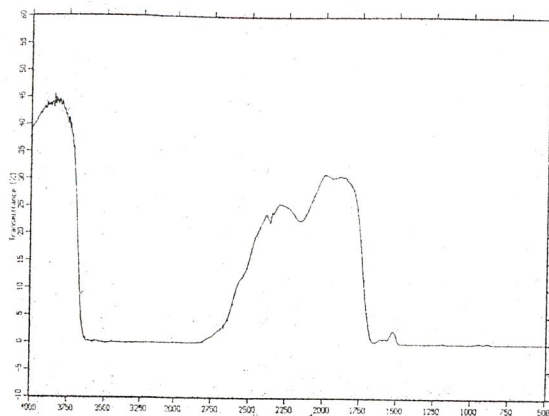


รูปที่ 4.29 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มตัวอย่าง PVA

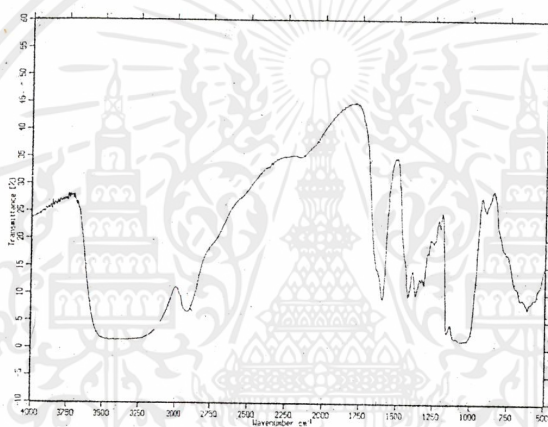


รูปที่ 4.30 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสม
ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.31 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลักในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร



รูปที่4.32 แสดงสเปกตรัม IR ของแผ่นฟิล์มของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

จากรูปที่4.32 พบว่าสเปกตรัมที่ได้จากสารเมือกอย่างเดียว พิกที่ขึ้นที่ $2750 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ เป็นของหมู่ free aldehyde 1700 cm^{-1} เป็นของ C=O และ 1200 cm^{-1} เป็นของ C-O ตามลำดับ ส่วนสเปกตรัมที่ได้จากฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมสูตรอื่นๆ ไม่พบความแตกต่างกัน ดังสเปกตรัมที่ได้จากฟิล์มพอลิเมอร์ผสม ในรูปที่ 4.29- 4.31 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดได้จาก 2 กรณี 1) ฟิล์มที่นำมาวัดสเปกตรัมมีความหนาเกินไป เพราะไม่สามารถเตรียมฟิล์มที่มีความบางมากกว่านี้ได้ มิฉะนั้น จะไม่สามารถลอกออกจากภาชนะได้ 2) ฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำเป็นส่วนมากจึงทำให้สเปกตรัมที่ได้ออกมาไปบดบังสเปกตรัมของหมู่อื่นๆหมด จึงทำให้มองเหมือนกันหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

สมบัติของฟิล์มทั้ง 4 สูตร ที่มีองค์ประกอบและระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนต่างกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สามารถเรียงลำดับค่าความสามารถในการดูดซับน้ำจากมากไปน้อยของฟิล์มทั้ง 4 สูตร ได้ดังนี้ ฟิล์มสูตรที่ 0 > ฟิล์มสูตรที่ 3 > ฟิล์มสูตรที่ 1 > ฟิล์มสูตรที่ 2 ตามลำดับ โดยค่าความสามารถในการดูดซับน้ำจะขึ้นอยู่กับ 1) ชนิดและองค์ประกอบของฟิล์ม 2) ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่น้ำ 3) ระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน
2. ฟิล์มสูตรที่ 0 เป็นฟิล์มที่เตรียมจากสารเมือกจากเมล็ดแมงลักเท่านั้นจะมีค่าการดูดซับน้ำสูงที่สุด และเมื่อนำฟิล์มมาผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0 ,2.5 ,5 และ 10 นาที (D_0 , D_1 , D_2 และ D_3) พบว่าที่เวลา 5 และ 10 นาที (D_2 และ D_3) จะทำให้ฟิล์มมีความคงตัวมากขึ้น และมีค่าการดูดซับน้ำมากกว่า ที่เวลา 0 และ 2.5 นาที (D_0 และ D_1) แต่ไม่สามารถทดสอบสมบัติเชิงกลได้เพราะฟิล์มมีลักษณะแห้งเปราะ จึงไม่สามารถเตรียมตัวอย่างได้
3. ฟิล์มสูตรที่ 1 เป็นฟิล์มที่เตรียมจากสารละลาย PVA เท่านั้น เมื่อนำฟิล์มมาผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0 ,2.5 ,5 และ 10 นาที (A_0 , A_1 , A_2 และ A_3) พบว่าเมื่อระยะเวลาที่ใช้ปรับสภาพทางความร้อนมากขึ้น ค่าการดูดซับน้ำจะลดลง ($A_3 < A_2 < A_1 < A_0$) ในขณะที่ค่าความแข็งแรงดึง (Tensile Strength) และค่าความสามารถในการดึงยืด (% Elongation) จะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การปรับสภาพทางความร้อนที่ 10 นาที (ฟิล์ม A_3) จะให้ค่าความแข็งแรงดึงและค่าความสามารถในการดึงยืดลดลง ($A_2 > A_1 > A_0 > A_3$)
4. ฟิล์มสูตรที่ 2 เป็นฟิล์มที่เตรียมจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือกจากเมล็ดแมงลักกับสารละลาย PVA โดยมีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 โดยปริมาตร เมื่อนำฟิล์มมาผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0 ,2.5 ,5 และ 10 นาที (B_0 , B_1 , B_2 และ B_3) พบว่าเมื่อระยะเวลาที่ใช้ปรับสภาพทางความร้อนมากขึ้น ค่าการดูดซับน้ำจะลดลง ($B_3 < B_2 < B_1 < B_0$) ในขณะที่ค่าความแข็งแรงดึง (Tensile Strength) จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการปรับสภาพทางความร้อนที่ 10 นาที (ฟิล์ม B_3) จะมีค่ามากที่สุด ($B_3 > B_2 > B_1 > B_0$) และค่าความสามารถในการดึงยืด(% Elongation) จะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่การปรับสภาพทางความร้อนที่ 10 นาที (ฟิล์ม B_3) จะทำให้ค่าความสามารถในการดึงยืดลดลง ($B_2 > B_1 > B_0 > B_3$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. फिल्मสูตรที่ 3 เป็นฟิล์มที่เตรียมจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือกจากเมล็ดแมงลักกับสารละลาย PVA โดยมีอัตราส่วนเป็น 2 : 1 โดยปริมาตร เมื่อนำฟิล์มมาผ่านการปรับสภาพทางความร้อนที่เวลา 0, 2.5, 5 และ 10 นาที (C_0, C_1, C_2 และ C_3) พบว่าค่าการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่การปรับสภาพทางความร้อนที่ 10 นาที (ฟิล์ม C_3) จะทำให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง ($C_2 > C_1 > C_0 > C_3$) ในขณะที่ค่าความแข็งแรงดึง (Tensile Strength) จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการปรับสภาพทางความร้อนที่ 2.5 นาที (ฟิล์ม C_1) จะให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุด และค่าความสามารถในการดึงยืด (% Elongation) จะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่การปรับสภาพทางความร้อนที่ 10 นาที (ฟิล์ม C_3) จะทำให้ค่าความสามารถในการดึงยืดลดลง ($C_2 > C_1 > C_0 > C_3$)
6. फिल्मสูตรที่ 2 และ 3 เป็นฟิล์มที่เตรียมจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือกจากเมล็ดแมงลักกับสารละลาย PVA โดยมีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 และ 2 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับ พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำของของฟิล์มสูตรที่ 3 มากกว่าฟิล์มสูตรที่ 2 เนื่องจากฟิล์มสูตรที่ 3 มีเนื้อสารของสารเมือกมากกว่า แต่ฟิล์มสูตรที่ 2 จะมีค่าความแข็งแรงดึงที่มากกว่าฟิล์มสูตรที่ 3 สำหรับค่าความสามารถในการดึงยืดจะมีค่าใกล้เคียงกัน (มีค่าต่ำกว่าฟิล์มสูตรที่ 1 มาก)
7. เมื่อนำฟิล์มสูตรที่ 1, 2 และ 3 มาผ่านการปรับสภาพความร้อนเป็นเวลา 10 นาที (A_3, B_3, C_3) จะให้ค่าการดูดซึมน้ำและค่าความสามารถในการดึงยืด (%Elongation) น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อน 0, 2.5 และ 5 นาที ในสูตรเดียวกัน
8. เมื่อนำฟิล์มสูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนด้วยเวลาต่างกันไปทดสอบสมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค TGA พบว่า อุณหภูมิเริ่มสลายตัว (T_d) เรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ฟิล์มสูตรที่ 3 > ฟิล์มสูตรที่ 2 > ฟิล์มสูตรที่ 1 ตามลำดับ สรุปได้ว่า อุณหภูมิเริ่มสลายตัว (T_d) จะแปรผันตามกับปริมาณสารเมือกที่เติมลงไปและระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพทางความร้อนของฟิล์ม
9. เมื่อนำฟิล์มสูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพทางความร้อน (A_0, B_0 และ C_0) ไปทดสอบสมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC พบว่า อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้ว (T_g) จะมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 สูตรแสดงว่า สารเมือกที่เติมลงไปไม่ส่งผลต่อค่า T_g ของ PVA

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาวิธีอื่นๆ ในการปรับปรุงสมบัติของฟิล์ม เช่น การใช้สารเคมี (ข้อสังเกตจากที่ได้เคยทำการทดลองพบว่าการแช่ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมในฟอร์มาลดีไฮด์ / กรด ทำให้ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเกิดการละลายอย่างรวดเร็ว)
2. ควรหากรรมวิธีในการทำสารเมือกให้เป็นผง เพื่อที่สามารถนำมาเตรียมเป็นสารละลายที่รู้ความเข้มข้นที่แน่นอน
3. ควรศึกษาสารเติมแต่งต่างๆ ที่ช่วยลดความแข็งแรงและเพิ่มความยืดหยุ่น ของแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์



เอกสารอ้างอิง

1. Wichterle, O.; Limk, D. Nature. 1962, 114,185 .
2. Goni, I.; Gurruchaga, M.D; Vazquez, B.; Valero, M.; Guzman, G.M. Proceedings of the international conference on recent developments in petrochemical and polymer technologies. 1989, December 12-16, s1-s6.
3. Jonggeon, J.;Kew, H.L. J Appl Polym Sci.1999,72,1755.
4. ณรงค์ ยูคันทพรพงษ์, นงนิตย์ ชีระวัฒน์สุข, และ สิริรัตน์ ทองเทพ, "การแยกสารที่มีสมบัติในการ พองตัวจากเมล็ดแมงลักเพื่อใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมและเภสัชอุตสาหกรรม", โครงการพิเศษ หลักสูตรปริญญาตรี คณะเภสัช มหาวิทยาลัยมหิดล, 2524
5. สมพงศ์ อธิการยานันท์, สุวรรณ กอบหิรัญกุล, และ สุวิทย์ งามภูพันธ์, "การแยกสารที่มีคุณสมบัติในการพองตัวจากเมล็ดแมงลักเพื่อใช้ในทางเภสัชอุตสาหกรรมและเภสัชกรรม คุณสมบัติและประโยชน์ในการเป็นสารยัดเกาะซึ่งแยกโดยวิธีการ *Freeze drying* ",โครงการพิเศษ หลักสูตรปริญญาตรี คณะเภสัชศาสตร์, 2525
6. Ghazali Z.,Khairul Zaman H.M.D.,Wongsuban,B.,Idris S.,and Mahammad k.,*JAERI-Conf*,2000
7. K. Hashim.,N. Mohid,K. Bahari,and K.Z.Dahlan,*JAERI-Conf*,23-31,2000
8. Darmawan darwis,Hiroshi Mitomo,Taro Enjoji,Fumio Yoshi,and Keiza Makuuchi, *J.Appl.Polm.Sci*,68,581-588,1998
9. Fumio Yoshii,*JAERI-Conf*,13-20,2000
10. P.Ulanski,and J. Rosiak,*Radiat.Phys.Chem.*,39(1)53-57,1992
11. Kamaruddin Hashim,Khairul Zaman HJ.Mohd Dahlan,Kamaruddin Bahari,Fumio Yoshi,and Tamikazu Kume,*JAERI-Conf*,2000
12. F.Yoshii,K.Makuuchi,D.Darwis,T.Iriawan,M.T.Razzak,and Janusz M.Rosiak,*Radiat.Phys.Chem.*,46(2)164-174,1995
13. พจน์ ศรีบุญลือ, โสพิศ วงศ์ดำ และพัชนี บุญศิริ, " ตำราชีวเคมี", ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,2543 ,หน้า 52
14. นิจศิริ เรืองรังษี และ ผยอม ตันติวิวัฒน์, *พืชสมุนไพร*, สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์ ,ครั้งที่ 1, พ.ศ.2534 หน้า 57
15. J.Ruiz , A. Mantecon *J.Appl.Polm.Sci*,254-261,1998
16. Peter J.Stenhose ,Joannratto ,Nathan S.Schneider *J.Appl.Polm.Sci*,66,2613-2622,1997
17. เพียว เหมือนวงศ์ญาติ, *สมุนไพร ก้าวใหม่*, สำนักพิมพ์ Medical Media ,ครั้งที่2,2537,หน้า 186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. เกษม วัฒนานิยม ,สันต์ คอโรมาน และสินชัย แซ่พั้ว, “การศึกษาคุณสมบัติของผงเมือกแห้งจากเมล็ดแมงลักในการเป็นสารช่วยแขวนลอย”, *โครงการพิเศษ หลักสูตรปริญญาตรี คณะเภสัชศาสตร์*, 2526-2527
19. ผศ.ดร.มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์ และดร.ภัทรารุช มนต์วิเศษ, *ปฏิบัติการเคมีพอลิเมอร์*, โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,หน้า44
20. ผศ.ดร.มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์, “เคมีพอลิเมอร์” ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
21. สุมิตรา เกษมชัยนันท์และ สุรเกียรติ คำตา , “การสังเคราะห์ไฮโดรเจลของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และพอลิอะคริลิกแอซิดด้วยวิธีฉายรังสี และทำการปรับปรุงคุณสมบัติโดยการเติมผงไหม”, *โครงการงานพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*
22. นฤมล ศรีวิฑูรย์และวัลยา ศรีสง่า , “การเตรียมไฮโดรเจลจากอลิไวนิลแอลกอฮอล์และเส้นไหมเหลือทิ้ง”, *โครงการงานพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*
23. <http://www.psrc.usm.edu/macro/property/gel/gel.htm>
24. J.Ruiz, A.Mantecon, V.Cadiz *J.Appl.Polm.Sci*,81,1444-1450,2001
25. V.Gimenez , A.Maniecon, J.C.Ronda *J.Appl.Polm.Sci*,1643-1651,1997
26. Hydrogel: Speciality Plastics for Biomedical and Pharmaceutical Application ปี2537 ห้องสมุด คณะเภสัช สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล
27. Xiao-Dong. F, You-Lo. H, John. M. K. *J.Appl.Polm.Sci*,83,929,2002
28. Takuji. O, Hiroji. K, Kazutoshi. T, Toshiaki. S, Hitoshi. M, Junnosuke. Y. *J.Appl.Polm.Sci*,45,1127,1992
29. Jonggeon. J, Kew-ho. L. *J.Appl.Polm.Sci*,72,1755,1999
30. Naofumi. N. *J.Appl.Polm.Sci*,42,1341,1991
31. Won. S. L, Leong. H. Y, Jin. H. C, Han-Chul. S, Byung. C. J, Joe. P. K, Tae. H. N, Woong. J. Y, Tae. S. C. *J.Appl.Polm.Sci*,82,108,2001
32. Meo. O. N, Surya. K. M. *J.Appl.Polm.Sci*,72,1913,1999
33. Tiwaporn. S, Nantarat. S, Robert. S, Malinee. P. *J.Chiang Mai.Sci*,28(2),71,2001
34. A. A. Apostolov, S. Fakirov, E. Vassileva, R. D.Patil, J. E. Mark. *J.Appl.Polm.Sci*,71,465,1999
35. Lixing. D, Kumiko. I, Kazuo. Y. *J.Appl.Polm.Sci*,64,1337,1997
36. J. J. G. Van Soest, N. Kwooren. *J.Appl.Polm.Sci*,64,1411,1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37. Huei-Hsiung. W, Tien-Wei. S, Mei-Shan. H. *J.Appl.Polm.Sci.*,73.2219,1999



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ 1 แสดงค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มตัวอย่าง PVA

น้ำหนัก(กรัม)	A_0	A_1	A_2	A_3
ถุงออลูมิเนียม	0.7512	0.7556	0.8296	0.7379
ฟิล์มแห้ง	0.0732	0.0599	0.0774	0.0645
นาที่ที่ 0	0.8244	0.8155	0.9070	0.8024
นาที่ที่ 10	1.0898	1.0274	1.1615	0.9912
นาที่ที่ 20	1.1158	1.0119	1.1644	0.9919
นาที่ที่ 30	1.1021	1.0097	1.1622	0.9946
นาที่ที่ 40	1.1024	1.0121	1.1718	1.0029
นาที่ที่ 50	1.0947	1.0032	1.1564	0.9838
นาที่ที่ 60	1.0972	1.0171	1.1539	0.9852
นาที่ที่ 90	1.1026	1.0042	1.1565	0.9872
นาที่ที่ 120	1.0939	1.0069	1.1386	0.9805
นาที่ที่ 150	1.0961	1.0021	1.1539	0.9927
นาที่ที่ 180	1.0760	1.0042	1.1492	0.9775
ชั่วโมงที่ 22	1.0530	0.9904	1.1487	0.9813

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA
ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

น้ำหนัก(กรัม)	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃
ถุงอูมิเนียม	0.8657	0.8480	0.8730	0.8991
ฟิล์มแห้ง	0.0676	0.0637	0.0678	0.0626
นาที่ที่ 0	0.9333	0.9117	0.9408	0.9617
นาที่ที่ 10	1.1336	1.1026	1.1364	1.1166
นาที่ที่ 20	1.1558	1.1131	1.1129	1.0798
นาที่ที่ 30	1.1477	1.0957	1.1088	1.0812
นาที่ที่ 40	1.1385	1.0799	1.1138	1.0780
นาที่ที่ 50	1.1379	1.0981	1.1066	1.0826
นาที่ที่ 60	1.1329	1.0736	1.1231	1.0676
นาที่ที่ 90	1.1340	1.0925	1.1317	1.0749
นาที่ที่ 120	1.1155	1.0681	1.1004	1.0698
นาที่ที่ 150	1.1147	1.0627	1.1046	1.0699
นาที่ที่ 180	1.1162	1.0738	1.1013	1.0587
ชั่วโมงที่ 22	1.1082	1.0584	1.0831	1.0556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าการดูดซับน้ำของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร

น้ำหนัก(กรัม)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
ถุงอลูมิเนียม	0.7207	1.3643	1.0114	0.7375
ฟิล์มแห้ง	0.0636	0.0730	0.0556	0.0601
นาที่ที่ 0	0.7843	1.4373	1.0670	0.7976
นาที่ที่ 10	1.1073	1.7939	1.3745	1.0757
นาที่ที่ 20	1.0754	1.8004	1.3725	1.0603
นาที่ที่ 30	1.0808	1.8135	1.3357	1.0612
นาที่ที่ 40	1.0658	1.8541	1.3501	1.0639
นาที่ที่ 50	1.0726	1.8637	1.3493	1.0689
นาที่ที่ 60	1.06101	1.8250	1.3659	1.0616
นาที่ที่ 90	1.0758	1.8476	1.3866	1.0744
นาที่ที่ 120	1.0616	1.8794	1.4086	1.0673
นาที่ที่ 150	1.0566	1.8750	1.4475	1.0754
นาที่ที่ 180	1.0488	1.8700	1.4596	1.0610
ชั่วโมงที่ 22	1.0336	1.8652	1.3800	1.0650

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของฟิล์มตัวอย่างจากสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

น้ำหนัก(กรัม)	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃
ถุงอลูมิเนียม	0.8589	0.8737	0.7196	1.0610
ฟิล์มแห้ง	0.0350	0.0298	0.0336	0.0307
นาที่ที่ 0	0.8939	0.9035	0.7532	1.0917
นาที่ที่ 10	1.6431	1.7641(ทะลัก)	1.6270	1.8830
นาที่ที่ 20	2.1206	2.4661	2.0508	2.4935
นาที่ที่ 30	2.5206	2.6057	2.2606	2.8337
นาที่ที่ 40	2.8188	2.7404	2.5159	3.1166
นาที่ที่ 50	2.8983	2.4971	2.6480	3.1730
นาที่ที่ 60	2.8569	2.5602	2.7932	3.2978
นาที่ที่ 90	2.8841	2.2956	2.8801	2.8216
นาที่ที่ 120	2.8833	2.0592	3.1055	3.0459
นาที่ที่ 150	2.6661	2.3519	3.0827	2.9936
นาที่ที่ 180	2.6201	2.2791	3.0627	3.0513

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผล Tensile test ของฟิล์มตัวอย่าง PVA สูตร A₀

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	10.49	290.6	118.3	0.0360
2	21.45	493.8	331.5	0.0434
3	20.16	381.9	188.0	0.0528
4	18.35	422.4	360.2	0.0214
5	21.13	519.6	328.7	0.0406
Mean	18.32	421.66	265.3	0.0388

ตารางที่ 6 แสดงผล Tensile test ของฟิล์มตัวอย่าง PVA สูตร A₁

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	17.96	437.9	336.1	0.0460
2	19.22	428.9	255.0	0.0410
3	17.91	392.6	280.1	0.0448
4	23.83	451.3	260.7	0.0456
5	19.38	476.7	291.2	0.0406
Mean	19.66	437.48	284.62	0.0436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผล Tensile test ของฟิล์มตัวอย่าง PVA สูตร A₂

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	49.36	423.1	0.0000	0.1167
2	47.75	360.5	360.1	0.1325
3	35.64	499.3	462.1	0.0713
4	43.33	509.0	0.000	0.0851
5	47.51	433.5	0.000	0.1096
Mean	44.72	445.08	411.1	0.1030

ตารางที่ 8 แสดงผล Tensile test ของฟิล์มตัวอย่าง PVA สูตร A₃

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	16.28	313.1	203.0	0.0520
2	11.86	315.2	383.1	0.0376
3	11.02	310.6	0.000	0.0354
4	11.92	250.6	192.8	0.0475
5	16.15	414.7	139.3	0.0389
Mean	13.44	320.84	229.64	0.0423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงผลTensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA
ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร สูตร B₀

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	13.07	424.3	15.40	0.0308
2	11.49	470.0	22.81	0.0244
3	10.73	412.6	12.81	0.0260
4	9.56	273.4	13.73	0.0349
5	11.17	459.5	10.70	0.0243
Mean	11.20	407.96	15.09	0.0281

ตารางที่ 10 แสดงผลTensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA
ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร สูตร B₁

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	12.52	493.9	8.16	0.0253
2	11.84	433.7	10.18	0.0273
3	12.52	446.0	13.25	0.0280
4	12.31	473.4	29.20	0.0260
5	12.07	512.1	9.74	0.0235
Mean	12.25	471.82	14.11	0.0260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงผลTensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดมะม่วงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร สูตร B₂

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	19.96	514.9	12.04	0.0387
2	21.75	515.6	13.42	0.0421
3	18.48	481.4	18.59	0.0383
4	21.91	543.3	19.59	0.0403
5	22.23	479.0	19.34	0.0464
Mean	20.87	506.8	16.59	0.0412

ตารางที่ 12 แสดงผลTensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดมะม่วงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร สูตร B₃

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	13.21	499.7	7.478	0.0264
2	13.31	473.8	9.299	0.0280
3	12.99	529.7	6.619	0.0245
4	13.51	560.0	7.783	0.0241
5	12.76	512.4	8.157	0.0248
Mean	13.15	515.12	7.867	0.0256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงผลTensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร สูตร C₀

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	10.74	453.7	10.84	0.0236
2	8.250	278.7	11.10	0.0296
3	5.237	230.9	0.000	0.0226
4	7.657	392.7	11.11	0.0195
5	5.738	222.9	0.000	0.0257
Mean	7.524	315.78	11.02	0.0242

ตารางที่ 14 แสดงผลTensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร สูตร C₁

Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	16.97	595.3	9.098	0.0285
2	20.67	607.2	14.85	0.0292
3	20.46	611.8	11.10	0.0252
4	17.25	581.9	10.60	0.0296
5	19.36	522.4	12.37	0.0370
Mean	18.94	583.72	11.60	0.0299

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงผล Tensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร สูตร C₂

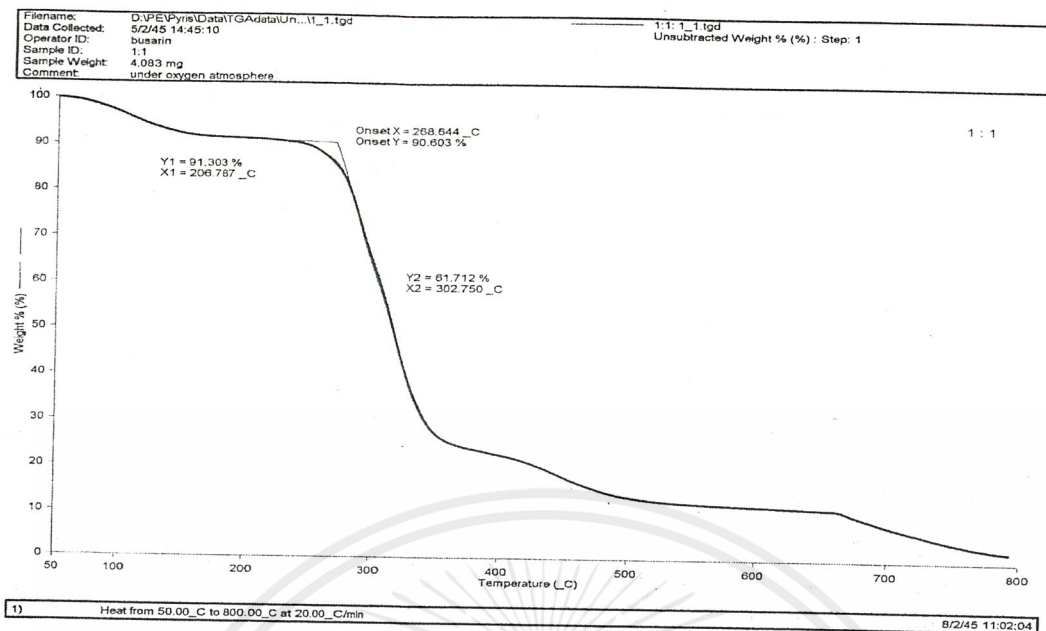
Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	9.18	422.8	10.67	0.0217
2	5.96	227.3	0.000	0.0262
3	9.51	324.9	13.26	0.0292
4	6.31	279.4	0.000	0.0225
5	10.01	458.8	11.76	0.0218
Mean	8.19	342.6	11.90	0.0243

ตารางที่ 16 แสดงผล Tensile test ของฟิล์มตัวอย่างผสมสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร สูตร C₃

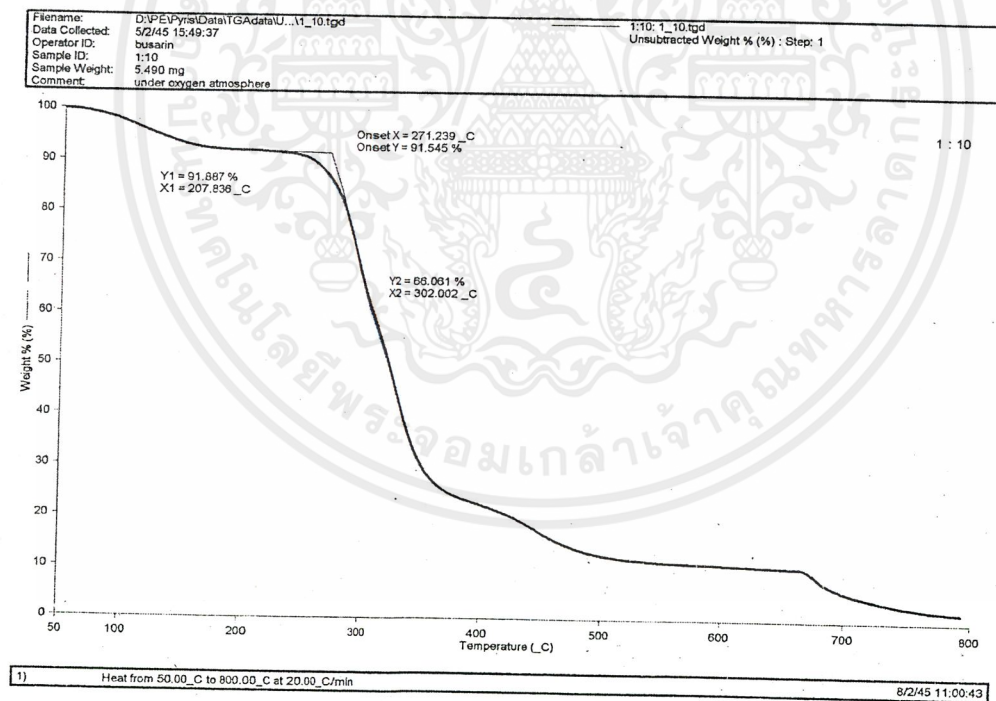
Sample No.	Max Load (N)	Tensile (MPa)	% Elongation (%)	Area (mm.mm)
1	8.39	368.7	9.264	0.0227
2	9.71	345.8	11.270	0.0280
3	8.31	340.2	8.920	0.0244
4	5.63	285.3	0.000	0.0197
5	9.23	457.9	10.090	0.0201
Mean	8.25	359.6	9.886	0.0229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

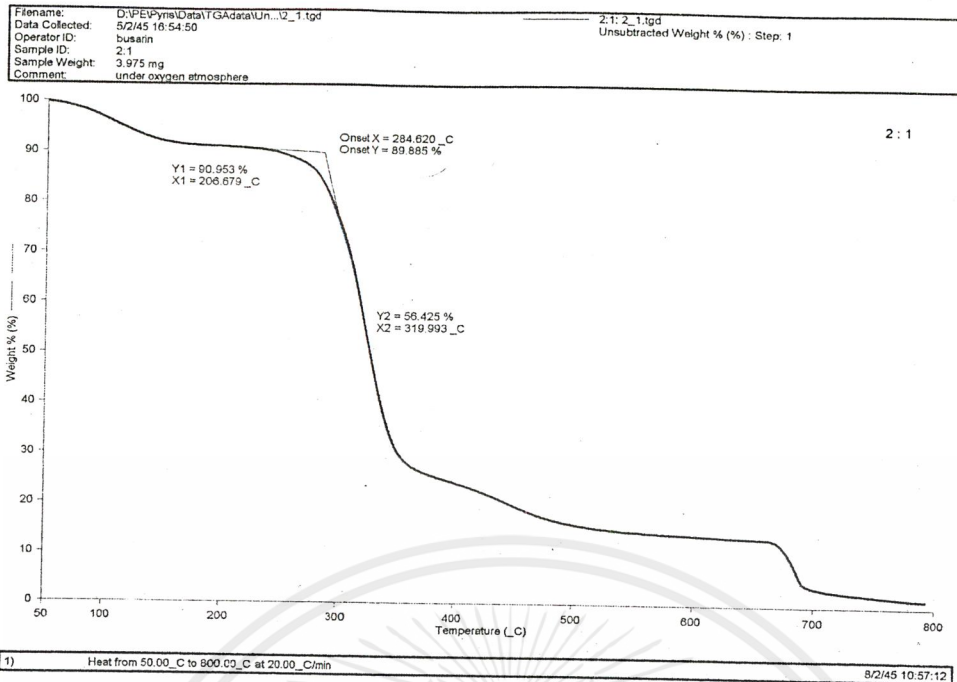


รูปที่ 1 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ผสมของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

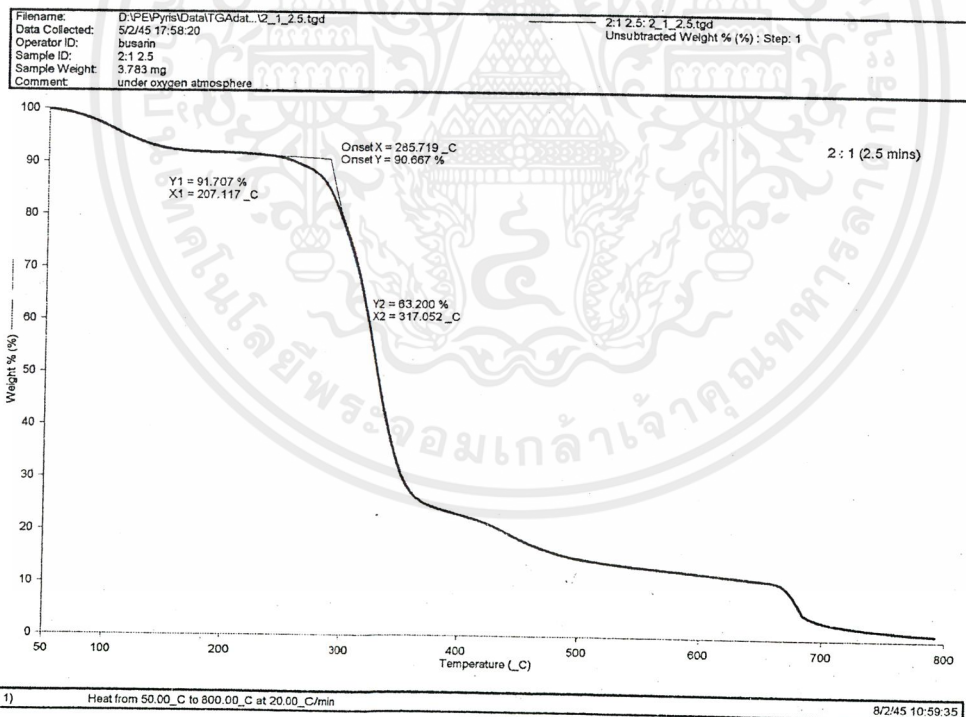


รูปที่ 2 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ผสมของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อน 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

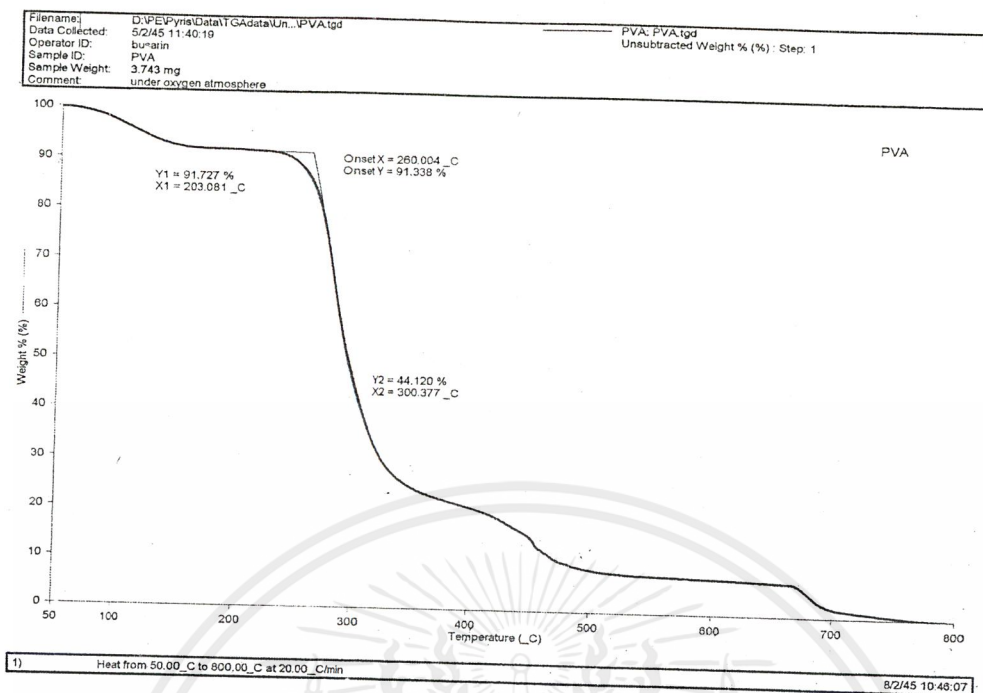


รูปที่ 3 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ผสมของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร

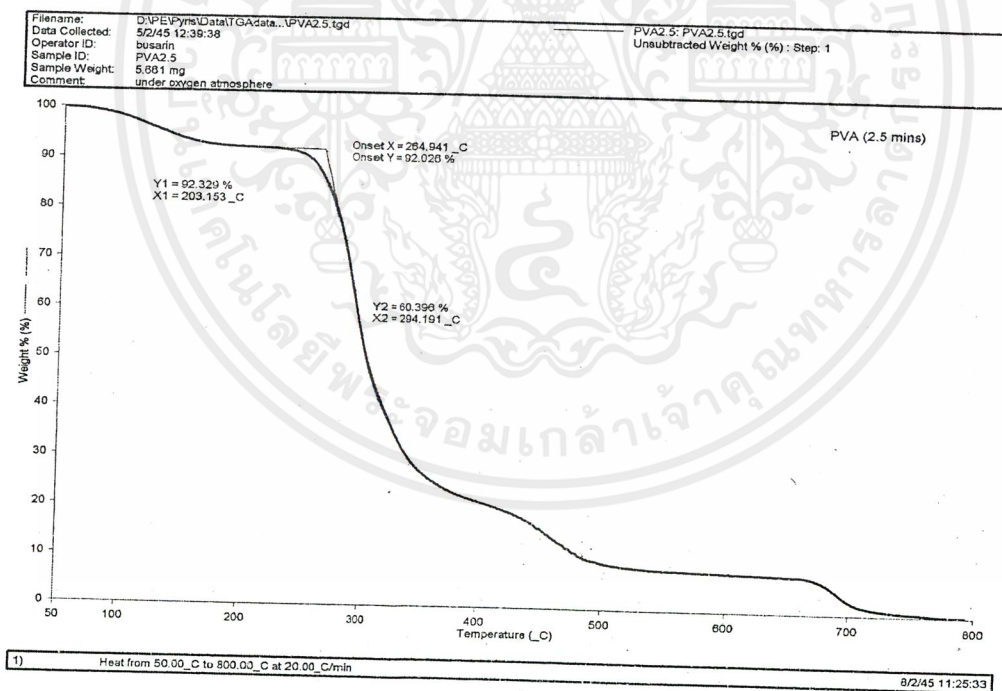


รูปที่ 4 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ผสมของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 2.5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

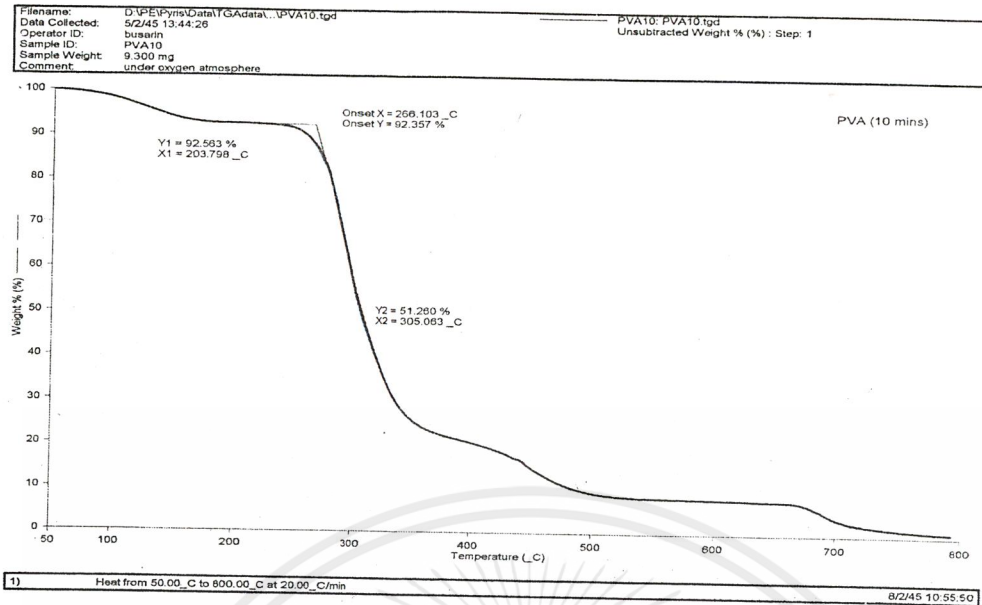


รูปที่ 5 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ PVA

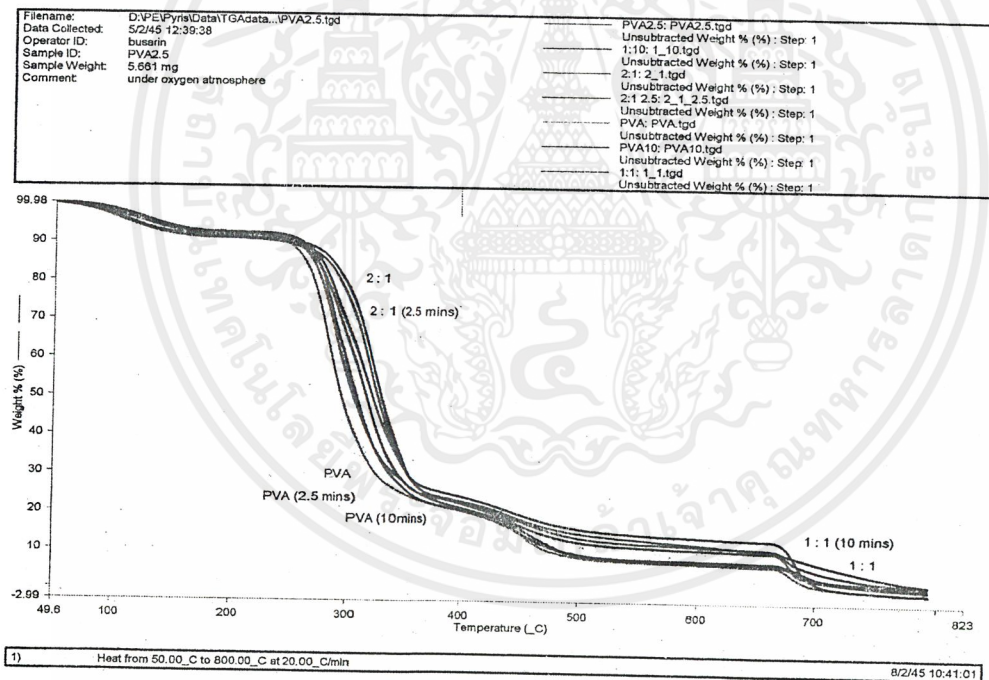


รูปที่ 6 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ PVA ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 2.5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

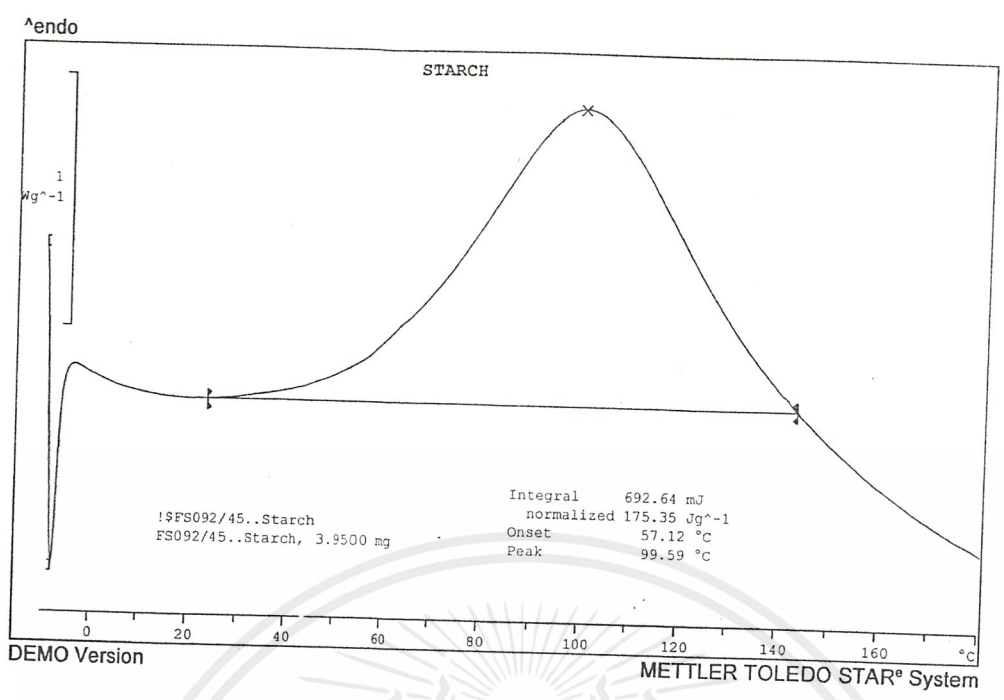


รูปที่ 7 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ PVA ที่ผ่านการปรับสภาพทางความร้อนเป็นเวลา 10 นาที

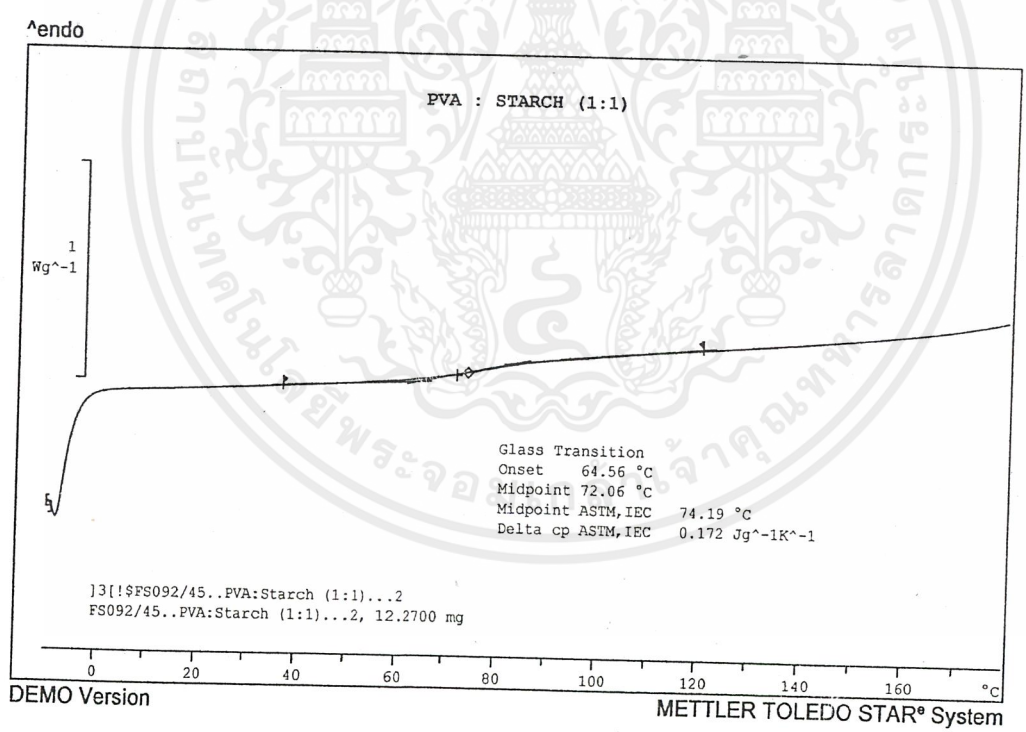


รูปที่ 8 แสดงผล TGA ของฟิล์มตัวอย่าง พอลิเมอร์ผสมในสูตรต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

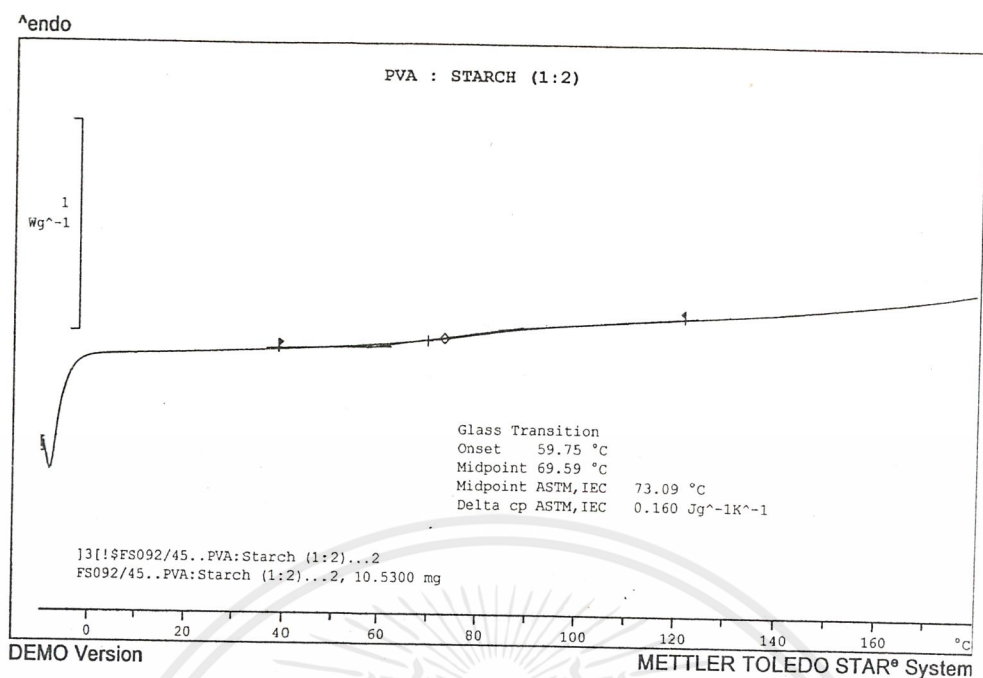


รูปที่ 9 แสดงผล DSC ของฟิล์มตัวอย่างจากสารเมือกของเมล็ดแมงลัก

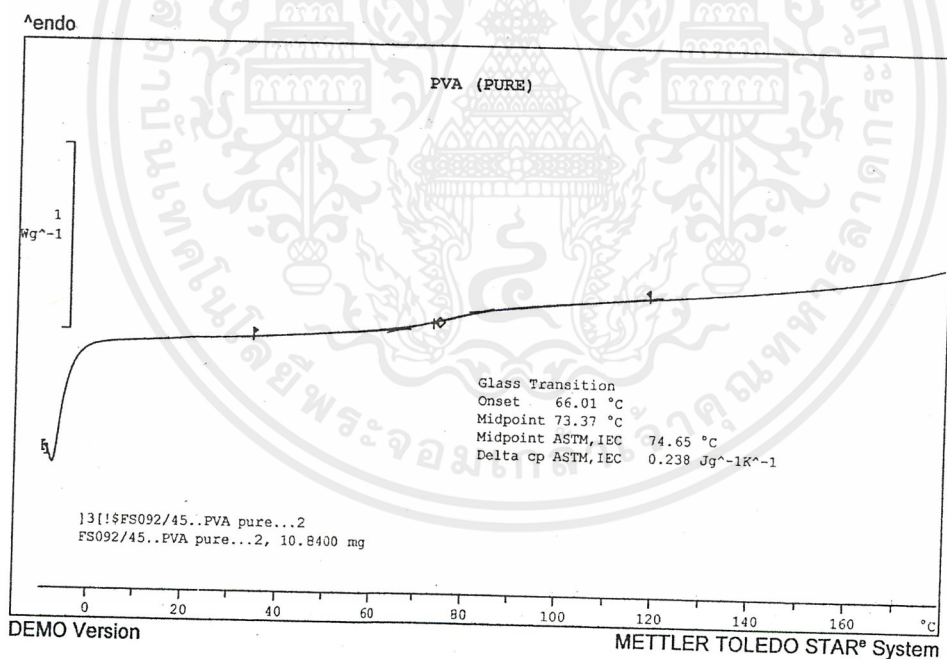


รูปที่ 10 แสดงผล DSC ของฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ผสมของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

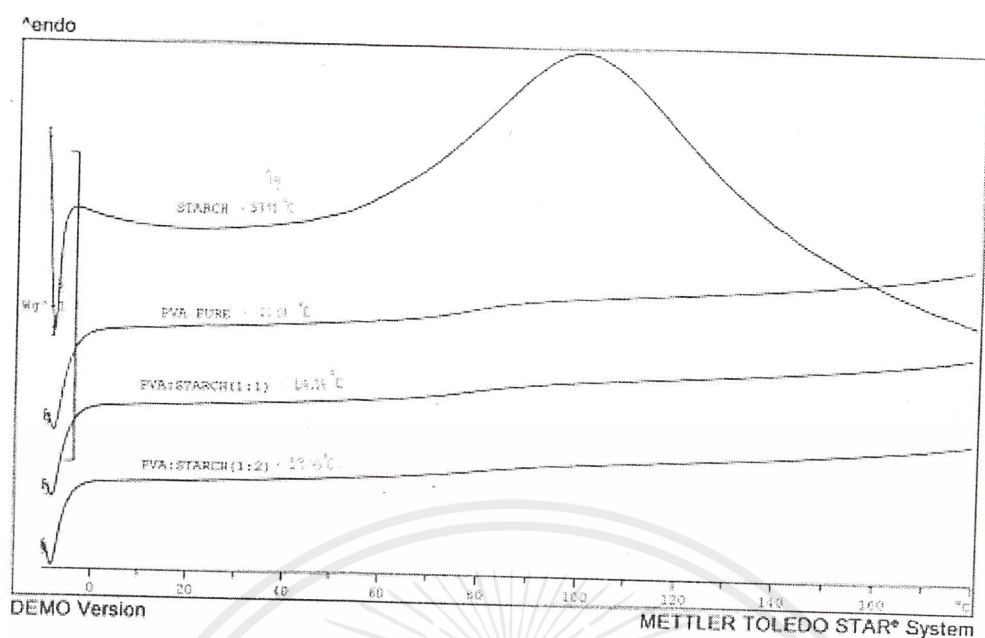


รูปที่ 11 แสดงผล DSC ของฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ผสมของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก กับ PVA ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร



รูปที่ 12 แสดงผล DSC ของฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ PVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 แสดงผล DSC ของฟิล์มตัวอย่างพอลิเมอร์ในสูตรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้