สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงสมบัติของ เทอร์โมพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยเซลลูโลส

ปพ.
ก152ก
2535

นางสาว กรกช เกษแม่นกิจ
นาย เรืองยศ โตกมลธรรม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

b1253197

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVEMENT OF SOME PROPERTIES OF THERMOPLASTICS WASTE WITH CELLULOSE

Miss Korakot Gesmankit

Mr. RuangYoth Tokamontham

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

1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น.ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การปรับปรุงสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยเซลลูโลส

นักศึกษา นางสาว กรกช เกษแม่นกิจ

นาย เรืองยศ โตกมลธรรม

ภาควิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนิตย์ สุขสาราญ

อาจารย์ พรทิพย์ ศิพทอนันต์

อาจารย์ สุจินต์ ตันติพิสิฐตุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

---------- หัวหน้าภาควิชาเคมี

(ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัศวรัตน์)

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

---------- ประธานกรรมการ

(รศ.ดร.วิศิลย์ คูสาราญ)

---------- กรรมการ

(อ.ดะวัน สุขน้อย)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การปรับปรุงสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยเซลลูโลส
นักศึกษา	นางสาว กรกช เกษแม่นกิจ
	นาย เรืองยศ โตกมลธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิตย์ สุขสาราญ
	อาจารย์ พรทิพย์ ศิพทอนันต์
	อาจารย์ สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2534

บทคัดย่อ

ผักตบชวาและหญ้าสลาบหลวง เป็นวัชพืชน้ำที่ก่อให้เกิดปัญหามากสำหรับประเทศไทย เนื่องจากการขยายพันธุ์และการเจริญเติบโตในอัตราที่รวดเร็วมาก นอกจากเป็นวัชพืชที่ควบคุมยากแล้ว ประเทศไทยยังมีปัญหาเกี่ยวกับขยะพลาสติกซึ่งนับว่ายิ่งมีปริมาณมากขึ้นทุกที และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะในปัจจุบัน จากการศึกษาพบว่า วัชพืชทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบหลักคือ เซลลูโลส ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้ จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัชพืชทั้งสองชนิดมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในการปรับปรุงสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่ใช้แล้ว โดยนำมาทำให้แห้งและบดละเอียดเพื่อใช้เป็นสารตัวเติม ทำการผสมโดยใช้เครื่องบดสองลูกกลิ้งแล้วนำไปขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดความร้อน ผลการทดสอบทางกายภาพปรากฏว่า พลาสติกที่เติมด้วยสารตัวเติมที่ได้จากวัชพืชทั้งสองขนาด 100 และ 170 เมช ที่ปริมาณ 5 10 20 และ 30ส่วนในร้อยส่วนของพลาสติกมีค่าความแข็งแรงดึงและเปอร์เซนต์การยืดที่จุดขาดต่ำลง แต่ค่ามอดูลัสที่จุดขาด ความหนาแน่น และความแข็งสูงขึ้น และควรใช้ปริมาณสารตัวเติมไม่มากกว่า 30 ส่วนในร้อยส่วนของพลาสติก เพื่อความสามารถในการรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับพลาสติกและขึ้นรูปได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Improvement of some properties of thermoplastics waste with cellulose
Name	Miss Korakot Gesmankit
	Mr. Ruangyoth Tokamontham
Special Project Adviser	Asst.Prof.Dr.Sunit Suksamran
	Mrs.Pornthip Supthaanan
	Mrs.Sujin Tuntipisitkul
Department	Chemistry
Academic Year	1991

Abstract

The purpose of this project is to study the possibilities of using *T. angustifolia and E. crassipes(Mart) Solms* in the improvement of some properties of the waste Polyvinyl chloride . The study involves variations of size and amount of both weeds , that the major component is cellulose , as 100 , 170 mesh and 5 , 10 , 20 , 30 phr , respectively . An increased loading of both filler results in the decreasing of ultimate tensile strength and elongation at break ; the increasing of modulus , density and hardness . The amount of filler must not be over 30 phr for the easiness of compounding and molding .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานพิเศษ เรื่องการปรับปรุงคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยเซลลูโลสนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้เสนอได้รับคำแนะนำและความกรุณาจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้เสนอขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน ดังมีรายนามดังนี้

ผศ.ดร.สุนิศษ์ สุขสำราญ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ

อาจารย์พรทิพย์ ศัพทอนันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ

อาจารย์สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ

รศ.ดร.โกศัลย์ คูสำราญ กรุณาตรวจรายงานโครงงานพิเศษและให้คำปรึกษา

อาจารย์ตะวัน สุขน้อย กรุณาตรวจรายงานโครงงานพิเศษและให้คำปรึกษา

บริษัท บาจา(ประเทศไทย) จำกัด เอื้อเฟื้อเครื่องอะเบรเซอร์

บริษัทไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด เอื้อเฟื้อพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์

อนึ่งนอกจากบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีบุคคลอีกหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลงได้ ทางผู้เสนอขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย ก

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญตาราง ง

สารบัญรูป จ

สัญญลักษณ์ ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ขยะพลาสติก 1

1.2 การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ 2

1.3 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ 5

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานพิเศษ 6

บทที่ 2 ทฤษฎี

2.1 พอลิไวนิลคลอไรด์ 7

2.2 หญ้าสลาบหลวง 19

2.3 ผักตบชวา 21

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

3.1 สาร เคมีและวัสดุ เคมีที่ใช้ 25

3.2 เครื่องมือที่ใช้ 25

3.3 ขั้นตอนการทดลอง 26

3.3.1 การ เตรียมสารตัว เติมจากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวา 26

3.3.2 การศึกษาสมบัติของสารตัว เติม 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.3 การเตรียมชิ้นตัวอย่าง 28

3.3.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของชิ้นตัวอย่าง 31

3.3.4.1 การหาค่าความแข็งแรงดึง 31

3.3.4.2 การหาค่าความแข็ง 32

3.3.4.3 การหาค่าความหนาแน่น 33

3.3.4.4 การหาค่าความทนทานการสึกหรอ 34

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารตัวเติม 35

4.1.1 ความต่างจำเพาะของสารตัวเติม 35

4.1.2 การศึกษาลักษณะพื้นผิวของสารตัวเติมโดยใช้กล้องอิเลกตรอนสแกนนิงไมโครสโคป 36

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกที่เติมสารตัวเติม 42

4.2.1 ผลการขึ้นรูปชิ้นตัวอย่างทั้งในกรณีที่เติมและไม่เติมสารตัวเติม 42

4.2.2 ผลการศึกษาการกระจายตัวของสารตัวเติมในพลาสติกโดยใช้กล้องโพลาไรซ์ไมโครสโคป 42

4.2.3 ผลการทดสอบหาค่าความแข็งแรงดึง และวิจารณ์ 50

4.2.4 ผลการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด และวิจารณ์ 53

4.2.5 ผลการทดสอบหาค่ามอดูลัสที่จุดขาด และวิจารณ์ 56

4.2.6 ผลการทดสอบหาค่าความแข็ง และวิจารณ์ 59

4.2.7 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่น 62

4.2.8 ผลการทดสอบหาค่าความทนทานการสึกหรอ และวิจารณ์ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา 68

5.2 ข้อเสนอแนะ 70

ภาคผนวก 71

เอกสารอ้างอิง 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ประเภทและลักษณะเฉพาะของสารหล่อลื่นสำหรับ
พอลิไวนิลคลอไรด์ 10
ตารางที่ 4.1.1 ความถ่วงจำเพาะของสารตัวเติม 35
ตารางที่ 4.2.3 ผลการทดสอบหาค่าความแข็งแรงดึง 50
ตารางที่ 4.2.4 ผลการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด 53
ตารางที่ 4.2.5 ผลการทดสอบหาค่ามอดูลัสที่จุดขาด 56
ตารางที่ 4.2.6 ผลการทดสอบหาค่าความแข็ง 59
ตารางที่ 4.2.7 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่น 62
ตารางที่ 4.2.8 ผลการทดสอบหาค่าความทนทานการสึกหรอ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 ลักษณะหน้าสลาบหลวงและผักตบชวา ขนาด 100 เมช 26

รูปที่ 3.2 ลักษณะหน้าสลาบหลวงและผักตบชวา ขนาด 170 เมช 27

รูปที่ 3.3 เครื่องบดสองลูกกลิ้ง 29

รูปที่ 3.4 แม่แบบที่ใช้เตรียมชิ้นตัวอย่าง 30

รูปที่ 3.5 เครื่องอัดความร้อน 30

รูปที่ 3.6 มีดตัดรูปดัมพ์เบลล์ 31

รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความแข็ง 33

รูปที่ 4.1 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวง ขนาด 170 เมชที่ทำลัง
ขยาย 50 เท่า 36

รูปที่ 4.2 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวง ขนาด 170 เมชที่ทำลัง
ขยาย 200 เท่า 36

รูปที่ 4.3 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวง ขนาด 170 เมชที่ทำลัง
ขยาย 1000 เท่า 37

รูปที่ 4.4 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวง ขนาด 100 เมชที่ทำลัง
ขยาย 50 เท่า 37

รูปที่ 4.5 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวง ขนาด 100 เมชที่ทำลัง
ขยาย 200 เท่า 38

รูปที่ 4.6 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวง ขนาด 100 เมชที่ทำลัง
ขยาย 1000 เท่า 38

รูปที่ 4.7 ลักษณะพื้นผิวของผักตบชวา ขนาด 170 เมช
ที่ทำลังขยาย 50 เท่า 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวา ขนาด 170 เมช
ที่กำลังขยาย 200 เท่า 39
รูปที่ 4.9 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวา ขนาด 170 เมช
ที่กำลังขยาย 1000 เท่า 40
รูปที่ 4.10 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวา ขนาด 100 เมช
ที่กำลังขยาย 50 เท่า 40
รูปที่ 4.11 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวา ขนาด 100 เมช
ที่กำลังขยาย 200 เท่า 41
รูปที่ 4.12 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวา ขนาด 100 เมช
ที่กำลังขยาย 1000 เท่า 41
รูปที่ 4.13 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 170 เมช 5 phr 42
รูปที่ 4.14 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 170 เมช 10 phr 43
รูปที่ 4.15 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 170 เมช 20 phr 43
รูปที่ 4.16 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 170 เมช 30 phr 44
รูปที่ 4.17 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 100 เมช 5 phr 44
รูปที่ 4.18 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 100 เมช 10 phr 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.19 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวง
ขนาด 100 เมช 20 phr 45
รูปที่ 4.20 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 170 เมช 5 phr 46
รูปที่ 4.21 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 170 เมช 10 phr 46
รูปที่ 4.22 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 170 เมช 20 phr 47
รูปที่ 4.23 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 170 เมช 30 phr 48
รูปที่ 4.24 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 100 เมช 5 phr 48
รูปที่ 4.25 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 100 เมช 10 phr 49
รูปที่ 4.26 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวา
ขนาด 100 เมช 20 phr 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

เมช	ย่อมาจาก	mesh หมายถึง จำนวนช่องของตะแกรงร่อนต่อหนึ่งตารางนิ้ว
phr	ย่อมาจาก	part per hundred parts of resin หมายถึง ส่วนในร้อยส่วนของเรซินหรือพลาสติก
cm^3	ย่อมาจาก	ลูกบาศก์เซนติเมตร
kg/mm^3	ย่อมาจาก	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร
g/cm^3	ย่อมาจาก	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ขยะพลาสติก(7),(11)

ปัจจุบันพลาสติก เป็นวัสดุที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายสิ่งรอบตัว เราล้วนทำมาจากพลาสติก หรือมีพลาสติก เป็นองค์ประกอบทั้งสิ้น 50 ปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาพลาสติก เพิ่มขึ้น และยิ่งทำให้มีการนำมาใช้เพิ่มขึ้น เนื่องจากพลาสติก เป็นวัสดุที่มีคุณภาพดีหลายอย่าง คือจะทำให้แข็งทนทาน เทียบเท่าโลหะหรือคอนกรีต จะทำให้อ่อนยืดหยุ่นแต่เหนียวทนทานหรือจะทำให้ใส เหมือนแก้วได้ทั้งสิ้น นอกจากนี้พลาสติกส่วนใหญ่ยังสามารถทนกรด-ด่างหรือน้ำมันได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้พลาสติกที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาบางอย่างตามมา นั่นคือปัญหาจากขยะพลาสติก

<u>ชนิดของพลาสติก</u> แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

<u>พลาสติกที่ใช้กันทั่วไป</u> เช่น อะคิโลไนไตรล์-บิวตะไดอีน-สไตรีน(ABS) พอลิยูรีเทน(PUR)

<u>พลาสติก เชิงวิศวกรรม</u> เช่น พอลิออกซีเมทิลีน(POM) พอลิคาร์บอเนต(PC) พอลิเอทิลีนเทเลพาธาเลท(PET)

<u>เรซินเทอร์โมเซท</u> เช่น เรซินฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (PF) เรซินยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) เรซินอิพอกซี (EP)

ปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้พลาสติกที่ใช้กันทั่วไป เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ ปี เรซินเทอร์โมเซทมีแนวโน้มที่จะคงที่ แต่พลาสติก เชิงวิศวกรรมมีอัตราการเติบโตมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงการเติบโตอย่างรวดเร็วที่สุดในบรรดาพลาสติกอื่น ๆ วิธีการแก้ปัญหามลภาวะจากขยะพลาสติกสามารถทำได้โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำลายหรือการทำให้สูญหายไปทำได้ 3 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำไปถมที่ว่าง เปล่า วิธีการนี้เป็นการนำขยะทั้งหมด(ไม่ใช่ เฉพาะขยะพลาสติก)ไปถมที่ว่าง เป็นวิธีที่ใช้กันมาก เนื่องจาก เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ข้อ เสียของการกำจัดขยะวิธีนี้ คือพื้นดินที่นำขยะไปถมจะ เกิดการยุบตัว เนื่องจากขยะย่อยสลายตัวไปหรือ เนื่องจากการยุบตัวของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรมาก เมื่อ เวลาผ่านไปหรือ เมื่อได้รับแรงกดแล้ว เกิดการยุบตัว ทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ โดย เฉพาะในกรณีที่ใช้พื้นที่นั้นสำหรับการก่อสร้าง

2. นำไปเผาทิ้ง เป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและใช้กันอยู่อย่างกว้างขวาง เป็นวิธีการที่ใช้ประโยชน์ได้ดีและไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะตามมาหากทำอย่างถูกวิธี คือใช้เตา เผาที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้อง

3. การทำให้พลาสติกนั้นสามารถสลายตัวได้ เองในธรรมชาติ เหมือนขยะประ เภทอื่น ซึ่งพลาสติกดังกล่าวควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- เป็นพลาสติกที่สามารถสลายตัวโดยแสง (Photodegradable Plastics) ซึ่งสามารถผลิตได้ โดยการ เติมสารช่วย เร่งการสลายตัวโดยแสงลงในส่วนผสมของพลาสติกหรือผลิต เป็นพอลิ เมอร์ที่สามารถย่อยสลายได้โดยแสง

- เป็นพลาสติกที่สามารถสลายตัวโดยขบวนการทางชีวภาพ (Biodegradable Plastics) พลาสติกชนิดนี้มีประโยชน์ต่อการถมที่และฝังดิน เนื่องจากพลาสติกสามารถสลายตัวได้ เองในธรรมชาติ

1.2 <u>การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่</u> มีหลายวิธีดังนี้

1. การนำกลับมาใช้ในรูปของพลังงาน คือ การนำมาใช้ เป็น เชื้อ เพลิงโดยการ เผาขยะชนิดต่าง ๆ รวมทั้งขยะพลาสติก เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากพลาสติกให้ค่าความร้อนในการ เผาไหม้สูง ดังนั้น เมื่อนำขยะพลาสติกมา เผาจะให้ความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ใช้ เป็น เชื้อ เพลิงสำหรับผลิตไอน้ำ เพื่อไปใช้กับ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือ เป็นแหล่งให้ความร้อนในฤดูหนาว การนำขยะพลาสติกไปใช้ เป็น เชื้อ เพลิงลักษณะนี้ไม่ต้องแยกออกจากขยะชนิดอื่น ๆ คือจะทำการ เผาขยะทั้งหมดด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การนำกลับมาใช้ในรูปของวัตถุดิบ คือ การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยการแยกขยะพลาสติกออกจากขยะชนิดอื่น ๆ แล้วจึงทำการแยกประเภทของพลาสติกซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงควรทำในรูปของพลาสติกผสมมากกว่าเพื่อตัดขั้นตอนความยุ่งยากในการแยกประเภทพลาสติก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ พลาสติกผสมจะเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ยากผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีคุณสมบัติต่ำกว่าพลาสติกบริสุทธิ์แต่ละตัวที่นำมารวมกันและนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร แนวทางการแก้ปัญหาทำได้โดยใช้สารช่วยกระจายตัว ได้แก่ ยางธรรมชาติ (NR) ยางสไตรีนบิวตะไดอีน(SBR) ทำให้พลาสติกรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้มากขึ้น และมีคุณสมบัติดีขึ้น

3. การนำกลับมาใช้ในรูปของสารเคมี คือ การใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารเคมีการเผาพลาสติกในบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน (Pyrolysis) จะทำให้พลาสติกสลายตัวให้โมเลกุลเล็กลงโดยทั่วไปแตกตัวโดยความร้อน 2 แบบใหญ่ ๆ ขึ้นกับชนิดของพลาสติก

- การแตกตัวของโมเลกุลแบบไม่เป็นระเบียบ (Random chain scission) พอลิเมอร์ส่วนใหญ่จะเกิดการแตกตัวของโมเลกุลแบบไม่เป็นระเบียบโดยความร้อน และให้ผลผลิตทางเคมีมากมายยากต่อการควบคุม เช่น พอลิเอทิลีนให้ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซมีเทน ก๊าซอีเทน และเบนซีนเป็นส่วนใหญ่ พอลิไวนิลคลอไรด์ให้ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ และ สไตรีนเป็นส่วนใหญ่

- การแตกตัวของโมเลกุลตามลำดับมอโนเมอร์ (Depolymerisation) พลาสติกบางชนิดจะแตกตัวโดยความร้อนแบบเป็นระเบียบ ได้ผลผลิตทางเคมีเป็นมอโนเมอร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการผลิตเป็นพอลิเมอร์ใหม่ได้

ข้อเสียของการใช้ขยะพลาสติกผลิตสารเคมี คือ

1. ต้องให้ความร้อนในการเผาพลาสติกตลอดเวลา ดังนั้นต้องใช้พลังงานสูง
2. ต้องแยกขยะพลาสติกออกจากขยะชนิดอื่น ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง
3. มีปัญหาในการทำให้บริสุทธิ์เพื่อจะนำไปใช้ประโยชน์
4. เป็นวิธีการที่มุ่งเน้นการกำจัดพลาสติก เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเท่านั้นยังไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถดำเนินการในเชิงการค้าได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าแม้ผลที่ได้จะเป็นประโยชน์และน่าสนใจเพียงใด แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องค่าใช้จ่ายและเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยาก บางประเทศได้มีการศึกษาโดยมีการจัดให้มีการทิ้งขยะอย่างดี คือ ให้ผู้ใช้พลาสติกทำการคัดแยกประเภทของพลาสติกตั้งแต่แรกพบว่าค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและค่าขนส่งยังคงไม่คุ้มกับการนำไปใช้ประโยชน์

แนวทางการแก้ไขสำหรับประเทศไทย

1. เทคโนโลยีการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ ควรได้รับการพัฒนาแก้ไขให้สามารถดำเนินการได้ก่อนที่ขยะพลาสติกจะก่อให้เกิดปัญหามลภาวะในอนาคต

2. ปัญหามลภาวะจากขยะพลาสติก เป็นปัญหาที่ควรได้รับความสนใจจากรัฐบาล

3. วิธีการกำจัดพลาสติกมีหลายวิธีด้วยกันและแต่ละวิธีมีข้อจำกัดทางเทคโนโลยี

4. ปัญหาขยะมูลฝอยพลาสติกในสิ่งแวดล้อมควรได้รับการแก้ไขโดย

– ควบคุมการทิ้งการเก็บขยะ ซึ่งอาจทำโดยรัฐบาลออกกฎหมายควบคุมหรือการรณรงค์การรักษาความสะอาด

– ควรพัฒนาการใช้พลาสติกที่สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ สำหรับใช้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ และใช้ในการเกษตร

5. การกำจัดพลาสติก โดยการคัดแยกเศษพลาสติกออกจากขยะเทศบาลกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในประเทศไทยมีโอกาสเป็นไปได้มากสามารถดำเนินการในเชิงการค้าได้ โดยรัฐบาลควรออกกฎหมายควบคุมการนำพลาสติกที่ใช้แล้วเหล่านี้ ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่ต้องไม่สัมผัสกับอาหาร หรือไม่ควรนำไปผลิตเป็นของเด็กเล่น เป็นต้น

6. วิธีการกำจัดขยะพลาสติกที่น่าจะเหมาะที่สุดสำหรับประเทศไทย คือการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

7. วิธีหนึ่งที่น่าสนใจการลดปัญหามลภาวะจากพลาสติก คือ การหันกลับไปใช้วัสดุธรรมชาติในการบรรจุหีบห่อ เช่น ใบตอง เชือกกล้วย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ

หญ้าสลาบหลวงและผักตบชวา เป็นวัชพืชน้ำซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก อีกทั้งยังก่อปัญหาในการกำจัด ประเทศไทยมีการนำวัชพืชทั้งสองมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย โดยนำผักตบชวาไปทำเครื่องถักสาน เช่น ตะกร้า กระบุง เปลญวน เสื่อ ปุ๋ย อาหารสัตว์ เป็นต้น ส่วนหญ้าสลาบหลวงมีการนำไปสกัดสารบางอย่าง เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตสี บำบัดน้ำเสีย ดูดซับโลหะหนัก เป็นต้น แต่เนื่องจากลักษณะเส้นใยของวัชพืชทั้งสองชนิดค่อนข้างเหนียว จึงน่าจะมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นสารตัวเติมเพื่อปรับปรุงสมบัติให้แก่ขยะพลาสติก ในการนำกลับมาใช้ใหม่

ด้วยเหตุดังกล่าว ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงให้มีการจัดทำโครงงานพิเศษขึ้นในหัวข้อ การปรับปรุงคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยเซลลูโลส เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวามาใช้เป็นสารตัวเติมในการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ และเป็นแนวทางเพื่อที่จะหาประโยชน์จากวัชพืชทั้งสองได้มากขึ้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

โครงงานพิเศษนี้จะวิจัยถึงการนำวัชพืชน้ำ คือ หญ้าสลาบหลวงและผักตบชวามาใช้เป็นสารตัวเติมในพลาสติกไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ ดังนี้

1. การเตรียมและศึกษาคุณสมบัติของสารตัวเติม

2. การผสมสารตัวเติมกับพลาสติก โดยใช้เครื่องบดสองลูกกลิ้งและนำไปขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดความร้อน

3. การทดสอบสมบัติทางกายภาพ โดยทดสอบสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- ความแข็งแรงดึง(Tensile strength)
- เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด(Elongation at break)
- มอดุลัสที่จุดขาด(Modulus at break)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความแข็ง(Hardness)
- ความหนาแน่น(Density)
- ความทนทานการสึกหรอ(Abrasion resistance)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานพิเศษ

1. อาจนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ โดยมีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น
2. อาจนำขยะพลาสติกที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว มาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้
3. อาจช่วยลดปริมาณวัชพืชและปริมาณขยะพลาสติกให้น้อยลงได้
4. อาจช่วยลดมลภาวะทางอากาศ เนื่องจากการเผาขยะพลาสติก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

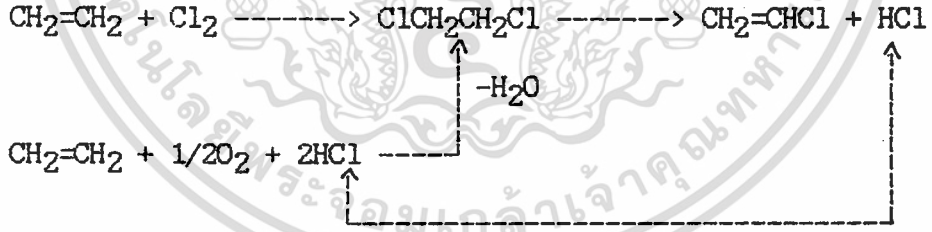
บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 พอลิไวนิลคลอไรด์(4),(6)

พอลิไวนิลคลอไรด์ เป็นพอลิเมอร์ที่ผลิตจาก ไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ (Vinyl chloride monomer) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีจุดเดือด -14 องศาเซลเซียส เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาดีไฮโดรคลอริเนชัน (Dehydrochlorination) ของเอทิลีนไดคลอไรด์ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของเอทิลีนกับคลอรีน ไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ที่ถูกผลิตขึ้นส่วนใหญ่ ถูกใช้ในปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (Polymerisation) เพื่อผลิตเป็นพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์แต่เนื่องจากไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์เป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ ดังนั้นในการผลิตจึงต้องได้รับการดูแลอย่างระมัดระวังทุกขั้นตอน

ในการผลิตไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ ใช้ปฏิกิริยาออกซีคลอริเนชัน(Oxychlorination)



โครงสร้างของพอลิไวนิลคลอไรด์

โครงสร้างของพอลิไวนิลคลอไรด์ มีทั้งแบบ ซินดิโอแทคติก (Syndiotactic) ไอโซแทคติก (Isotactic) และอะแทคติก (Atactic) แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบซินดิโอแทคติก ทำให้โครงสร้างของพอลิไวนิลคลอไรด์มีส่วนที่เป็นผลึกน้อยมาก เมื่อได้รับความร้อนหรือแสงพอลิไวนิลคลอไรด์จะเกิดความไม่เสถียร ความร้อนที่สูงขึ้นจะเป็นตัวริเริ่มให้เกิดการสูญเสียคลอรีนอะตอมในโครงสร้างของพอลิไวนิลคลอไรด์ อนุมูลอิสระของคลอรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปรวมตัวกับไฮโดรเจนเกิดเป็น ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ผลที่ตามมาคือ สายโซ่ที่มีอนุมูลอิสระจะรวมตัวกับพันธะที่ไม่อิ่มตัว ซึ่งก่อให้เกิดอนุมูลอิสระของคลอรีน และหากในสายโซ่มีออกซิเจน ปฏิกิริยาการสลายตัวนี้จะถูกเร่งให้เร็วขึ้น และจะเกิดโครงสร้างที่เป็นคีโตนในสายโซ่ ดังนั้นเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาการสลายตัวนี้จึงต้องเติมสารเพิ่มความเสถียรทางความร้อนของพอลิเมอร์ เช่น เกลือของตะกั่ว เกลือของดีบุก เกลือของแบเรียม เป็นต้น

สารต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตพอลิไวนิลคลอไรด์มีหลายชนิด ดังนี้

ก. สารตัวเติม (Filler) มีสองชนิดคือ

- สารตัวเติมชนิดละเอียด (Particulate filler)ได้แก่ ซิลิกา ทราย ควอทซ์ ซิลิเกต โคลน ไมก้า แอสเบสทอส แก้ว
- สารตัวเติมชนิดที่เป็นเส้นใย (Fibrous filler)ได้แก่ อัลฟาเซลลูโลส ไนลอน อะคริลิก เรยอน

สารตัวเติมสำหรับพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ ได้แก่

- แคลเซียมคาร์บอเนตจากธรรมชาติ เป็นเกรดชอล์กใช้ในรูปปกติ และในรูปที่ถูกเคลือบด้วยสารอื่น (coated form) ซึ่งสารตัวเติมตัวนี้มีข้อดีคือ

กระจายตัวได้ดีโดยเฉพาะในรูปที่ถูกเคลือบด้วยสารอื่น

มีผลเล็กน้อยต่อค่าทางกล

มีความบริสุทธิ์สูง

ไม่มีโลหะหนักซึ่งเป็นตัวลดคุณสมบัติด้านอายุการใช้งาน (Aging Property)

ช่วยปรับปรุงผิวหน้าผลิตภัณฑ์

ช่วยให้ใช้สารหล่อลื่นในกระบวนการน้อยลง

เพิ่มผลได้จากกระบวนการ

ใช้แทนสารให้สีขาว (white pigment) ได้บางส่วน

เป็นตัวรับก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl acceptor)ที่เกิดจากการสลายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้านอายุการใช้งาน และ ความทนน้ำ

ปรับปรุงคุณสมบัติทางไฟฟ้า และช่วยป้องกันการเกาะติดลูกกลิ้ง

ลดต้นทุน

เก็บได้นาน และมีความเสถียร

- เกาลิน ใช้มากในการผลิตสายเคเบิ้ลเนื่องจาก ช่วยเพิ่มความต้านทานเฉพาะอย่างของเคเบิ้ลผสมสูตร เติมลงในแผ่นปูพื้นและอุปกรณ์ภายในบ้าน เพื่อช่วยเพิ่มความต้านทานสารเคมีและคุณสมบัติทางไฟฟ้า แต่มีข้อเสียคือ ดูดซึมพลาสติไซเซอร์มาก

- แอสเบสทอส ใช้ในแผ่นปูพื้นเพื่อเพิ่มความแข็ง เพิ่มความแข็งแรง เพิ่มความคงรูปทางความร้อน

- คาร์บอนดำ (Carbon Black) ใช้ป้องกันแสงอุลตราไวโอเลต

- ซิลิเกต ใช้เป็นตัวกำจัดไอออน ในอุตสาหกรรมสายเคเบิ้ล

- อะลูมินา ลดการติดไฟ

- ทัลค ใช้ในแผ่นปูพื้น

- โดโลไมต์ การประยุกต์ใช้เหมือนกับแคลเซียมคาร์บอเนตจากธรรมชาติ

สารตัวเติมสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดแข็ง ได้แก่

- แคลเซียมคาร์บอเนตจากธรรมชาติมีทั้งแบบชอล์กซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็ก และแบบที่เคลือบผิวแล้ว

- แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดตะกอนเบา ใช้กันมากในพอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดแข็ง ช่วยในการปรับปรุงผิวหน้าผลิตภัณฑ์ องศาความขาว(degree of whiteness) ความเงาของผิวหน้า นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นแต่ไม่มีผลต่อคุณสมบัติอื่น ๆ

- เส้นใยแก้ว ช่วยเสริมแรง

- ทัลค เพิ่มค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่น ความแข็งแรงดึงแต่ลดเปอร์เซนต์การยืดที่จุดขาดและความต้านทานแรงกระแทกที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารตัวเติมสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดพลาสติโซล(Plastisol) ได้แก่

- แคลเซียมคาร์บอเนตจากธรรมชาติใช้ในการหล่อ การจุ่ม และทำโฟมพอลิไวนิลคลอไรด์ ช่วยปรับปรุงแรงยึดเกาะและความแข็งแรงพันธะของพลาสติโซล

- ซิลิเกต ช่วยให้ผิวหน้าผลิตภัณฑ์เรียบ

ข. สารหล่อลื่น (Lubricant)

พอลิไวนิลคลอไรด์ไม่สามารถเข้ากระบวนการได้ ถ้าหากไม่มีสารหล่อลื่นและสารนี้ก็มีความต้องการใช้ในปริมาณมากสำหรับเทอร์โมพลาสติกทุกชนิด สารหล่อลื่นสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์มีหลายชนิดดังตาราง

ตาราง 2.1 แสดงสารหล่อลื่นสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์

ชนิดของสาร	สารเคมี	จุดหลอมเหลว(mp)จุดหยด(dp) จุดแข็งตัว(sp)ความหนาแน่น(D)	ลักษณะเฉพาะ
ไฮโดรคาร์บอน	น้ำมันพาราฟิน	เป็นของเหลวที่ 20 องศาเซลเซียส	ไม่มีสี ไม่มีชั้น ไม่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา
	พาราฟินจากธรรมชาติ	dp 52-75 องศาเซลเซียส	มีโซ่สาขามาก
	พาราฟินจากการสังเคราะห์	dp 100-110 องศาเซลเซียส	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชนิดของสาร	สารเคมี	จุดหลอมเหลว(mp)จุดหยด(mp) จุดแข็งตัว(sp)ความหนาแน่น(D)	ลักษณะเฉพาะ
	แวกซ์พอลิ-เอทิลีน	dp 160 องศาเซลเซียส ความหนืดที่ 170 องศาเซลเซียส 100-35000 mPa.s *	
แอลกอฮอล์	เอทิลแอลกอฮอล์	sp 46-48 องศาเซลเซียส	เป็นสารมีขั้วซึ่งนอกจากช่วยหล่อลื่นแล้วยังเป็นตัวช่วยเพิ่มความเสถียรอีกด้วย
	สเตียริลแอลกอฮอล์	sp 55-57 องศาเซลเซียส dp 43-57 องศาเซลเซียส	
คีโตน	ไดสเตียริลคีโตน	dp 88 องศาเซลเซียส	
	กรดไมริสติก	dp 54 องศาเซลเซียส	
	กรดปาล์มมิติก	dp 62 องศาเซลเซียส	
	กรดมอนตานิก	dp 84 องศาเซลเซียส	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชนิดของสาร	สารเคมี	จุดหลอมเหลว(mp) จุดหยด(dp) จุดแข็งตัว(sp) ความหนาแน่น(D)	ลักษณะเฉพาะ
เกลือโลหะของกรดคาร์บอกซิลิก	ซิงค์สเตียเรท	mp 120 องศาเซลเซียส	
	เลดสเตียเรท	mp 100 องศาเซลเซียส	
	แคลเซียมมอนทาเนต	mp 123 องศาเซลเซียส	
เอไมด์ของกรดคาร์บอกซิลิก	โอลีเอไมด์	mp 70 องศาเซลเซียส	เป็นพวกไดเอไมด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูงเนื่องจากหมู่ที่มีขั้ว มากอยู่ตรงกลางโมเลกุลแสดงสมบัติการลื่นไถลสูง
	เมียราไมด์	mp 95 องศาเซลเซียส	
	เอทิลีน-บิส-สเตียราไมด์	mp 140 องศาเซลเซียส	

* mPa.s คือ หน่วยของความหนืดเป็นมิลลิปาสคาล-วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการฉีดขึ้นรูป (injection moulding)และการอัดขึ้นรูป (extrusion) ควรใช้สารหล่อลื่นทั้งภายในและภายนอก เช่น แวกซ์มอนทาน เอสเตอร์ของกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

สำหรับการกดอัดขึ้นรูป (compression moulding) และ การทำให้เป็นแผ่น (calendering) ควรใช้สารหล่อลื่นภายนอกที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น แวกซ์พอลิเอทิลีน หรือ แวกซ์พอลิเอไมด์

ค. สารป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidant)

ใช้ป้องกันหรือหน่วงการเกิดออกซิเดชันของพอลิเมอร์ได้แก่ พวกฟีนอล อะโรมาติกเอมีน สารประกอบที่มีหมู่อัลดีไฮด์ สารประกอบที่มีหมู่คีโตน สารประกอบที่มีหมู่ไธโอ

ง. สารให้สี (Colorant)

มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ หรือเป็นพวกสีที่ละลายในน้ำมัน พวกที่มีขนาดอนุภาคเล็กและมีดัชนีหักเหใกล้เคียงกับดัชนีหักเหของพลาสติก จึงไม่เปลี่ยนสีของพลาสติก

สารให้สีที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น พทาโลไซยาไนด์ (Phthalocyanide)

สารให้สีที่เป็นสารอนินทรีย์เช่น ไททาเนียมไดออกไซด์ แบเรียมซัลเฟต พทาโลไซยาไนด์บลู เหล็กออกไซด์

สารให้สีจะถูกผสมกับผงพลาสติก และผสมให้เข้ากันโดยใช้ทัมบลิง เบลนเดอร์ (Tumbling blender) และผสมสูตรบนลูกกลิ้งร้อน หรือในเครื่องอัดรีด(extruder)

จ. <u>สารกันการติดไฟ</u> (Flame retardants)

ได้แก่แอนติมอนีออกไซด์ควรใช้กับสารที่ให้คลอรีนก็จะให้ผลดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ก็ยังมีอนุพันธ์ของแอนติมอนีออกซีคลอไรด์ และพลาสติไซเซอร์พวกฟอสเฟตเอสเตอร์ มักใช้กับเรซินไวนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกในการลดความสามารถในการติดไฟของสารคือ

1. กำจัดเชื้อเพลิงที่ระเหยได้ โดยการทำให้เย็น

2. เมื่อสารนี้ถูกเผาไหม้จะสร้างตัวกั้นความร้อน หรือฉนวนความร้อน แล้วกำจัดเชื้อเพลิงโดยใช้การส่งผ่านความร้อน (Heat transfer)

3. การเกิดปฏิกิริยาเควนชิ่ง (Quenching) ของสายโซ่พอลิเมอร์ในเปลวไฟโดยการเติมอนุมูลอิสระที่เหมาะสม

ฉ. <u>พลาสติไซเซอร์</u> (Plasticizers)

ถูกเติมลงไปในพลาสติกเพื่อปรับปรุงสมบัติในการไหลของพลาสติก ความสามารถในการเข้ากระบวนการ (processability) และลดความเปราะของผลิตภัณฑ์โดยการลดอุณหภูมิการเป็นแก้ว (Tg) ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต

พลาสติไซเซอร์ควรเป็นสารที่เข้ากันได้กับพอลิเมอร์ มีความดันไอต่ำ และมีอัตราการแพร่เข้าไปในพอลิเมอร์สูง

ชนิดของพลาสติไซเซอร์ ได้แก่

- พทาเลตเอสเตอร์ (Phthalate eater) ใช้ในปริมาณมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาตรรวมของพลาสติไซเซอร์ที่ใช้ทั้งหมด เช่น ไค (2-เอทิล เฮกซิล) พทาเลต (Di(2-ethyl hexyl) pthalate) ไดออกทิลพทาเลต (Dioctyl phthalate) มักใช้กับพอลิไวนิลคลอไรด์

- ฟอสเฟตเอสเตอร์ (Phosphate ester) เช่นไตรครีซิลฟอสเฟต (Tricresyl phosphate)

- อะดิเปต (Adipates) อะซีเลต (Azelates) โอลีเอต (Oleates) และซีบาเคต (Sebacates) ใช้มากในเรซินไวนิลเพื่อปรับปรุงความสามารถในการยืดหยุ่นที่อุณหภูมิต่ำ (low temperature flexibility)

- อิพอกซี (Epoxy) ถูกผลิตโดยใช้ อิพอกซีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (epoxy hydrogenperoxide) ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืชที่ไม่อิ่มตัว และกรดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เอสเตอร์ของกรดไขมัน ได้จากธรรมชาติใช้ในการลดต้นทุน

- อนุพันธ์ของไกลคอล ใช้เป็นสารหล่อลื่น และ สารช่วยถอดแบบ(mould release agent)

- เอไมด์ของกำมะถัน ใช้กับเซลลูโลสเอสเตอร์ (cellulose ester) เรซินฟีนอลิก (phenolic resin) เรซินอะมิโน(amino resin)

- ไฮโดรคาร์บอนและอนุพันธ์ ใช้เป็นพลาสติไซเซอร์อันดับสอง

ช.สารเพิ่มความเสถียร (Stabilizers)

พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสูตรจะสลายตัวได้ เนื่องจากความร้อน(ขณะอยู่ในกระบวนการ)และแสง มีกลไกปฏิกิริยาที่แตกต่างกันมากมาย เกิดขึ้นในขณะที่เกิดการสลายตัว ขึ้นอยู่กับสภาวะทั่วไป ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์จะระเหยออกจากโครงสร้างที่เป็นพอลิอีนในโมเลกุลของพอลิไวนิลคลอไรด์ ซึ่งผลที่เกิดตามมาคือ

1.ไฮโดรเจนคลอไรด์ที่ถูกผลิตขึ้นจะเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของพอลิไวนิลคลอไรด์ต่อไปเรียกว่า เกิด "autocatalysis" คือ เร่งปฏิกิริยาด้วยตัวเอง

2.โครงสร้างที่เป็นพอลิอีนจะทำให้เกิดสี คือ ทำให้พอลิไวนิลคลอไรด์มีสีเข้มขึ้นตามจำนวนของพันธะคู่ที่เกิดขึ้น

3. พันธะคู่จะไปเร่งหรือกระตุ้นคลอรีนอะตอมตำแหน่งที่ติดกัน ทำให้คลอรีนอะตอมถูกปล่อยออกจากสายโซ่พอลิเมอร์ได้ง่าย จะทำให้มีไฮโดรเจนคลอไรด์และพันธะคู่เพิ่มขึ้น

สิ่งแรกสำหรับการเพิ่มความเสถียรแก่พอลิไวนิลคลอไรด์คือ ขจัดไฮโดรเจนคลอไรด์ที่เกิดขึ้นออกไป ก่อนที่จะทำปฏิกิริยาต่อไปกับสายโซ่พอลิเมอร์ ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์มีความเป็นกรดถูกทำให้เป็นกลางโดยการทำปฏิกิริยากับเบสเช่น ตะกั่วคาร์บอเนต

$$2\,HCl + PbCO_3 \longrightarrow PbCl_2 + H_2O + CO_2$$

$2PbCO_3.Pb(OH)_2$ เป็นสารเพิ่มความเสถียรที่ดี แต่มีความเป็นพิษเนื่องจากตะกั่วที่มีอยู่จะทำให้ได้พลาสติกที่ขุ่น เป็นสาเหตุให้เกิดรูพรุนเนื่องจากการระเหยของก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนไดออกไซด์ ถ้ามีก๊าซละลัน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์จะทำให้เกิดตะกั่วซัลไฟด์ ซึ่งมีสีดำเป็นสาเหตุของการที่ผลิตภัณฑ์พอลิไวนิลคลอไรด์ มีสีดำขึ้น

สารเพิ่มความเสถียรจำพวกตะกั่วมักใช้ไม่เกิน 5 phr และส่วนใหญ่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเปลือกหุ้มสายไฟฟ้า ท่อ แผ่นปูพื้น

- สารเพิ่มความเสถียรจำพวกสารประกอบอินทรีย์ของดีบุก (Organo-tin)

เป็นสารเพิ่มความเสถียรที่มีราคาแพง แต่ใช้ในปริมาณน้อยกว่า 2 เปอร์เซนต์ พอลิไวนิลคลอไรด์ที่มีสารพวกนี้เป็นผลึกใส จึงเหมาะสมสำหรับใช้ผลิตขวด อย่างไรก็ตาม ยกเว้นสารประกอบของดีบุกที่มีหมู่ไธโอ (thio tin) เช่น ออกทิลไธโอทิน (octyl - thio tin)ไม่เหมาะสมสำหรับผลิตขวดเพราะสารพวกนี้เป็นพิษต่อมนุษย์ ตัวที่นิยมใช้มาก คือ ไดบิวทิลทินไดลอเรท (dibutyl tin dilaurate ,DBTL)

- สารเพิ่มความเสถียรจำพวกเกลือโลหะและสบู่

ได้จากกรดอินทรีย์ของแบเรียม แคดเมียม แคลเซียม และสังกะสี เช่น สังกะสีออกโทเอต (zinc octoate) อย่างไรก็ตาม มักไม่ใช้สารพวกนี้อย่างเดียวแต่ใช้ร่วมกับสารอื่น ๆ ซึ่งจะให้ผลที่เรียกว่า "Synergistic effect" คือ ผลของของผสมของสารเพิ่มความเสถียรจะให้ผลมากกว่าผลของแต่ละตัวรวมกัน

เช่น - ใช้ แคดเมียมออกโทเอต : พอลิไวนิลคลอไรด์จะเป็นสีดำใน 2 ชั่วโมง
(Cadmium Octoate)

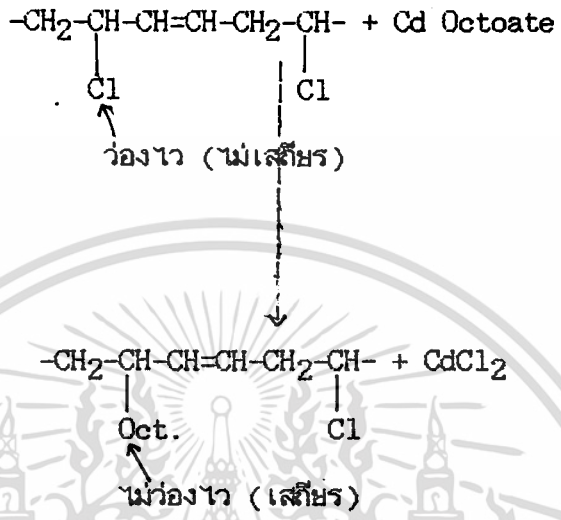
- ใช้ แบเรียมริซิโนลีเอต : พอลิไวนิลคลอไรด์ จะเป็นสีดำใน 3.5 ชั่วโมง
(Barium Ricinoleate)

- ใช้ แคดเมียมออกโทเอต รวมกับ : พอลิไวนิลคลอไรด์จะเป็นสีดำใน 15 ชั่วโมง
แบเรียมริซิโนลีเอต

สารเพิ่มความเสถียรชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับคลอรีนอะตอมที่ว่องไว และแทนที่คลอรีนอะตอมนั้นด้วยหมู่ของกรดอินทรีย์จากสารเพิ่มความเสถียร ตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



แต่แคดเมียมคลอไรด์ ($CdCl_2$) เป็นกรด และสามารถก่อให้เกิดการสลายตัวของพอลิไวนิลคลอไรด์ได้ต่อไปอีก หน้าที่ของสารประกอบแบเรียม คือช่วยทำให้กรดนี้เป็นกลาง

Ba Ricinoleate + $CdCl_2$ ----------> Cd Ricinoleate + $BaCl_2$

สารประกอบฟอสไฟต์(phosphite) และอิพอกไซด์(epoxide) บางครั้งอาจถูกเติมลงไปในสูตรผสมของพอลิไวนิลคลอไรด์ ซึ่งมีสารเพิ่มความเสถียรที่มีสบู่ของโลหะหลายชนิดผสมกัน ซึ่งจะให้ผลที่เรียกว่า "synergistic effect" โดย

a) สารประกอบอินทรีย์ของฟอสไฟต์ (organo-phosphites) จะไปก่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับแคดเมียมคลอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b) อิพอกไซด์ (epoxide) เช่น น้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการอิพอกซิไดซ์แล้ว(epoxidised soy bean oil ไปทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ที่เกิดขึ้น

สารเพิ่มความเสถียรพวกสบู่ของโลหะ ได้แก่

- แคดเมียม/แบเรียม เช่น แคดเมียม/แบเรียมฟีเนต(Cd/Ba Phenate)
- แคดเมียม/แบเรียม/สังกะสี จะช่วยให้ไม่เกิดการเปลี่ยนสี
- แคลเซียม/สังกะสี ไม่เป็นพิษ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

สารเพิ่มความเสถียรที่ใช้กันมากได้แก่ แคดเมียม/แบเรียมฟีเนต

น้ำมันอิพอกซิไดส์(Epoxidised oil)

ทริส-โนนิล ฟีนิล ฟอสไฟต์(Tris-nonyl phenyl phosphite ,TNPP)

สังกะสีออกโทเอต(Zinc-octoate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 **หญ้าสลาบหลวง**(1),(2),(3),(9)

ชื่อพฤกศาสตร์ *Typha angustifolia Linnaeus*

ชื่อวงศ์ TYPHACEAE

ชื่อสามัญ Lesser reedmace , Narrow leaved cattail

ชื่อทั่วไป กกช้าง , หญ้าดอกธูป , ธูปฤาษี

หญ้าสลาบหลวง เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledons) จัดเป็นวัชพืชชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน(tropical regions)ที่มีฝนตกชุก เช่น ประเทศไทย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย จีนและอินเดีย เป็นพืชลำต้นอ่อนที่เจริญเติบโต และขยายพันธุ์ได้ดีในพื้นที่ที่มีน้ำขังตลอดเวลา(marsh herbs)

ลำต้นเป็นเหง้าอยู่ติดพื้นดิน มีกาบใบห่อหุ้มไว้ ใบชูขึ้นเหนือพื้นดินประมาณ 1.5 - 2.5 เมตร ใบจะตีเกลียวเล็กน้อยประมาณ 2-3 รอบ ปลายใบเรียวแหลมช่วงกว้างที่สุดประมาณ 10-12 มิลลิเมตร ขอบใบคมมาก แต่กลางใบนูนเล็กน้อย ภายในจะมีเส้นใยกั้นเป็นช่อง ๆ คล้ายก้านกล้วย มีก้านดอกชูขึ้นจากกลางลำต้นสูงประมาณ 75-125 เซนติเมตร ดอกเกสรตัวผู้จะอยู่ด้านบนของเกสรตัวเมียห่างกันประมาณ 2 เซนติเมตร เมื่อผสมพันธุ์แล้วดอกเกสรตัวผู้จะโรยไป ส่วนดอกเกสรตัวเมียจะกลายเป็นผล

พืชในวงศ์เดียวกันกับหญ้าสลาบหลวง(*Typha Linn.*/TYPHACEAE) มีอีกประมาณ 10 ชนิดได้แก่ *T.latifolia* *T.shutterworthii* พบในยุโรปและอเมริกาสำหรับในประเทศไทย พบแต่ *T.angustifolia* ซึ่งในสมัยแรก เรียกว่า *T.elephantina* เนื่องจากมีขนาดสูงใหญ่ที่สุดในบรรดาพืชวงศ์เดียวกัน นอกจากในประเทศไทยแล้วหญ้าสลาบหลวง *(T.angustifolia)* จะพบมากในประเทศจีน ฟิลิปปินส์ และอินเดีย

เนื่องจาก หญ้าสลาบหลวงเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งซึ่งชอบขึ้นตามหุ่งร้างที่มีน้ำขังไม่มีประโยชน์ทางการเกษตร จึงได้มีการวิจัยศึกษานำหญ้าสลาบหลวงและพืชวงศ์เดียวกันไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี 1983 - การศึกษาการกลั่นสลายเยื่อไม้ของหญ้าสลาบหลวง เป็นแอลกอฮอล์ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับแกสโซโฮล โดยใช้ *T. latifolia*

- การสังเคราะห์ซิลิกาโดยการเผา โดยใช้ *T. angustifolia*

ปี 1984 - การนำมาเป็นพืชปรับปรุงสภาพผิวดิน โดยใช้ *T. latifolia*

ปี 1986 - ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของ(sewage sludge) โดยใช้ *T. latifolia*

ปี 1987 - ใช้ในบ่อบำบัดน้ำเสียโดยอากาศ โดยใช้ *T. angustifolia*

- ใช้ทำแผ่นป้าย (particle board) โดยมียูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารยึดติด โดยใช้ *T. latifolia*

ปี 1988 - ใช้เป็นตัวดูดซับโลหะหนัก เช่น เหล็ก แมงกานีสในระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้ *T. latifolia*

- ใช้เป็นตัวทำให้น้ำที่ผ่านจากการบำบัดแล้วมีความบริสุทธิ์มากขึ้นโดยผ่านน้ำไปตามลำธารที่ปลูกหญ้าสลาบหลวงไว้ โดยใช้ *T. angustifolia*

ปี 1989 - ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของกรด ปิโตรเลียมและ โลหะตะกั่ว-สังกะสี โดยใช้ *T. latifolia*

- พบสารที่เป็นแอนติฮีโมราจิก(antihemorhagic) โดยใช้ *T. latifolia*

ปี 1990 - ใช้ในระบบบำบัดน้ำทิ้งจากเหมืองถ่านหิน โดยใช้ *T. latifolia*

ข้อมูลข้างต้นเป็นการศึกษาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โดยส่วนใหญ่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนในประเทศไทย มีการนำใบหญ้าสลาบหลวงมาตากแห้ง แล้วทอเป็นเสื่อแต่ปรากฏว่า เปราะและขาดง่ายไม่เหนียวเหมือนกก จึงไม่เป็นที่นิยม

จะเห็นได้ว่าหญ้าสลาบหลวง เป็นวัชพืชที่มีประโยชน์น้อยมากถูกปล่อยให้ขึ้นรกร้างในทุกภูมิประเทศ จึงเกิดความคิดที่จะหาประโยชน์ในด้านอื่น โดยการนำมาทำเป็นสารตัวเติมเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของ[illegible]สลาสติกในการที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากสังเกตเห็นว่าเส้นใยจากใบหญ้าสลาบ[illegible]งมีความเหนียวพอสมควร น่าที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในด้านนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผักตบชวา (8),(9),(10)

ชื่อพฤกศาสตร์ *Eichhornia crassipes(Mart) Solms*

ชื่อวงศ์ PONTEDERIACEAE

ชื่อสามัญ Water hy a cinth

ชื่อทั่วไป ผักตบชวา

ผักตบชวาจัดได้ว่าเป็นวัชพืชน้ำที่ก่อให้เกิดปัญหามากที่สุดในโลก ตลอดเวลาหนึ่งศตวรรษที่พืชชนิดนี้แพร่กระจายไปในประเทศต่าง ๆ กว่า 50 ประเทศในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลกนั้น ไม่มีที่ใดเลยที่จะเอาชนะพืชชนิดนี้ได้ ในทางตรงกันข้ามผักตบชวาได้สร้างความลำบากและก่อให้เกิดปัญหานานับประการแก่วงการต่าง ๆ ที่ใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ การที่ผักตบชวาสามารถที่จะดำรงพันธุ์อยู่ได้ทั้ง ๆ ที่มนุษย์พยายามกำจัด เพราะผักตบชวามีความสามารถพิเศษหลายอย่าง เช่น มีกำลังการผลิตสูงมาก มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงมาก เพราะในแต่ละใบสามารถที่จะกางรับแสงได้เต็มที่และใบยังใช้แทนใบเรือเพื่อรับลมสำหรับลอยตามกระแสลม และบางครั้งอาจลอยทวนกระแสน้ำขึ้นไปได้ ถึงแม้ผักตบชวาจะเป็นพวกพืชลอยน้ำ แต่ถ้าน้ำแห้งลงผักตบชวาก็ปรับตัวเข้ากับสภาพน้ำแห้งได้โดยการหยั่งรากลงในโคลน ต้นที่เคยใหญ่โตจะลดขนาดลงเหลือเป็นต้นแคระมีก้านใบสั้นเพียง 1-2 เซนติเมตร ซึ่งปกติแล้วในขณะที่มีน้ำอย่างบริบูรณ์จะยาวถึง 90 เซนติเมตร เมื่อถึงหน้าน้ำผักตบชวาก็จะรอดตายและหลุดลอยจากต้น แล้วเริ่มแตกใบใหม่และค่อยเจริญเติบโตขึ้นเหมือนสภาพปกติ นอกจากนี้ผักตบชวายังสามารถที่จะทนอยู่ในน้ำเค็มได้ในเวลาสั้น ๆ จากการที่มีสมบัติหลายประการนี้เอง ทำให้ผักตบชวากระจายไปอย่างกว้างขวางและทำความเดือดร้อนให้แก่มนุษย์มากมาย มนุษย์ก็ได้แต่เพียงควบคุมไม่สามารถกำจัดได้อย่างเด็ดขาด อย่างไรก็ดี ผักตบชวาก็ยังมีประโยชน์ในแง่ที่ช่วยดูดซับสารมลพิษได้โดยจากการวิจัยพบว่าผักตบชวาสามารถดูดธาตุโลหะหนัก 7 ชนิดได้แก่แมงกานีส สังกะสี ทองแดง นิกเกิล โครเมียม ตะกั่ว และแคดเมียมได้ปริมาณสูงมาก เมื่อเทียบกับความเข้มข้นที่มีอยู่ในน้ำ ความสามารถในการดูดซับนี้นอกจากปริมาณโลหะหนักที่มีอยู่ในน้ำและประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการดูดซับโลหะหนักขึ้นตรงกับมวลน้ำหนักต่อต้นของผักตบชวา รากและลำต้นผักตบชวาดูดซับโลหะหนักได้ดีกว่าส่วนของใบและก้าน ผักตบชวาสามารถดูดซับสารฆ่าแมลงอีกหลายชนิด เช่น แอลฟาบีเอชซี ลินเดน เฮปตาคลอ และ เฮปตาคลออีพอกไซด์ อัลดริน ดีลดริน ดีดีที และอนุพันธ์ได้ดีกว่าพืชน้ำอื่น ๆ

แม้ว่าผลการศึกษาวิจัย แสดงให้เห็นว่าผักตบชวาสามารถดูดซับสารมลพิษชนิดต่าง ๆ ในน้ำได้ดี ในทางปฏิบัติ การใช้ผักตบชวาช่วยกรองน้ำให้สำเร็จได้ผลดีนั้น ต้องมีการควบคุมปริมาณต้นผักตบชวาให้เหมาะสมกับพื้นที่ จัดให้พื้นที่ผิวน้ำได้รับแสงแดดเพียงพอ เพื่อให้มีการเพิ่มก๊าซออกซิเจนตามธรรมชาติ เป็นผลให้คุณภาพของน้ำดีขึ้นอีกด้านหนึ่งด้วย

<u>สาเหตุที่ต้องกำจัดผักตบชวา</u> ผักตบชวาก่อให้เกิดปัญหาแก่วงการที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำดังต่อไปนี้

การชลประทาน : จุดมุ่งหมายสำคัญของงานชลประทานในประเทศไทยคือการพัฒนาแหล่งน้ำโดยการจัดสรรน้ำเพื่อใช้ประโยชน์หลายอย่างโดยวิธีการต่าง ๆ กัน แต่การที่มีผักตบชวาขึ้นหนาแน่นทำให้การพัฒนาแหล่งน้ำไม่ได้ผลตามเป้าหมาย เนื่องจากแพผักตบชวาจะลดการไหลของน้ำลง 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต่าง ๆ ของผักตบชวาที่จมลงใต้น้ำก่อให้เกิดอุปสรรคกับการระบายน้ำของฝาย ประตูระบายน้ำและอื่น ๆ ทำให้ทางเดินของน้ำเกิดตื้นเขินเร็วกว่าปกติทำให้การส่งน้ำเป็นไปด้วยความยากลำบาก และการระเหยของน้ำในที่มีผักตบชวาจะสูงกว่าในที่ไม่มีผักตบชวาประมาณ 3-8 เท่า

การเกษตร : ผักตบชวาที่เจริญในนาข้าวจะเบียด และทับข้าวจนหักล้มบดบังแสงสว่าง แย่งอาหารและน้ำตลอดจนเป็นที่อาศัยของศัตรูข้าว เช่น หนู และแมลงต่าง ๆ ปัญหานี้มักพบมากในที่นาลุ่ม

การประมง : ถ้าผักตบชวาขึ้นอย่างหนาแน่นในแหล่งน้ำ ที่ใช้เลี้ยงปลาจะทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เนื่องจากที่ที่มีผักตบชวาขึ้นอย่างแน่นหนาจะได้รับปริมาณแสงสว่างน้อยลงทำให้ไฟโตแพลงตอนซึ่งเป็นอาหารของสัตว์น้ำลดลงด้วย และยังทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน การระบายน้ำไม่สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไฟฟ้าพลังน้ำ : ผักตบชวาที่เกิดขึ้นอย่างหนาแน่นในอ่างเก็บน้ำ จะทำให้อ่างน้ำตื้นเขินแย่งพื้นที่ในการเก็บน้ำ ทำให้น้ำในอ่างมีปริมาณลดลง อาจทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอุดตันได้

<u>ประโยชน์ที่ควรจะได้จากผักตบชวาหลังจากการกำจัดด้วยวิธีกล</u>

1. ใช้ทำเครื่องถักสาน เมื่อเก็บผักตบชวามาแล้วก็ตัดใบออกแล้วนำก้านใบมาตากแห้ง แล้วนำมาสานเป็นตะกร้า กระบุง กระเป๋า เสื่อ

2. อาหารสัตว์ มีการนำผักตบชวาไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ โดยการบดเอาน้ำออก อบให้แห้ง แล้วอัดเป็นเม็ด ใบผักตบชวาแห้งมีโปรตีน 11.15 เปอร์เซนต์ นับว่าสูงพอสมควร

3. ทำปุ๋ย ผักตบชวามีธาตุโปแตสเซียมมากเป็นพิเศษ ธาตุไนโตรเจน และฟอส-ฟอรัสพอสมควร อาจนำผักตบชวาไปทำปุ๋ยได้หลายวิธี เช่น

- ทำเป็นปุ๋ยหมัก
- ทำวัสดุคลุมดินหรือปล่อยให้แห้งและเผาเพื่อเก็บขี้เถ้า

แต่ไม่ควรนำปุ๋ยจากผักตบชวาไปใช้กับพืชที่รับประทานได้ เนื่องจากอาจมีผลของการสะสมโลหะหนักในร่างกายของผู้บริโภค

4. เพาะเห็ด

5. ทำก๊าซหุงต้ม ผักตบชวามีพลังงานที่สะสมไว้จากพลังงานแสงอาทิตย์ จึงนำไปผลิตเป็นก๊าซหุงต้มโดยใช้แบคทีเรียช่วยย่อย พบว่าให้ความร้อนถึง 500-800 บีทียูต่อลูกบาศก์ฟุต

6. ทำเยื่อกระดาษและกระดาษ องค์ประกอบหลักของผักตบชวา ได้แก่ โฮโล-เซลลูโลส[5]65.5เปอร์เซ็นต์ เพนโตซาน[5]18.9 เปอร์เซ็นต์ ซิลิกา 0.8 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 11.2 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 7.1 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของกระดาษที่ได้ค่อนข้างต่ำจึงมีการปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมเส้นใยปอแก้วลงไป 15 เปอร์เซนต์

7. เคมีภัณฑ์ สามารถสกัดเอาสารต่าง ๆ เช่น แคโรทีน ยิบเบอเรลลิน กรดออก-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาสิก เป็นต้น

8. ทาแห่งเพาะชำ โดยนำมาอัดเป็นแห่งสี่เหลี่ยม อบฆ่าเชื้อโรค และใส่ปุ๋ยลงไป นำไปเพาะกล้าไม้จะช่วยให้กล้าไม้เติบโตเร็ว

9. อาจนำผักตบชวามาบ่นแล้วตากแดดให้แห้ง เพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับปักชำ หรือผสมดินเพื่อให้ดินร่วนซุย มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

จะเห็นได้ว่า ผักตบชวามีประโยชน์ต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ถ้าหากรู้จักวิธีควบคุมและใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังนั้นในแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ยังว่างเปล่าเมื่อผักตบชวาขึ้นก็ไม่ควรทำลายเสียหมดเลยทีเดียว ควรจะคอยควบคุมปริมาณ และคอยเก็บขึ้นไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น แต่ในการใช้ประโยชน์จากวัชพืชน้ำก็พึงระลึกอยู่เสมอว่าการระบาดของวัชพืชน้ำทำให้เศรษฐกิจและผลประโยชน์ของประเทศต้องเสียไปอย่างมากมายมหาศาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 <u>สารเคมีและวัสดุเคมีที่ใช้</u>

- ขยะพลาสติกในที่นี้ใช้พลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์
  เกรดเคเบิ้ล : บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด
- สารตัวเติม จากผักตบชวา และหญ้าสลาบหลวง
- สารช่วยในการถอดแบบ : บริษัท ยูเนียนคาร์ไบด์ จำกัด

3.2 <u>เครื่องมือที่ใช้</u>

- กล้องโพลาไรซ์ไมโครสโคป
  รุ่น OPTIPHOTPOT AFX-II : บริษัท Nikon
- อิเล็กตรอนสแกนนิงไมโครสโคป T20 : ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เครื่องบดสองลูกกลิ้ง LRM-110 : Lab Tech Co.,Ltd
- เครื่องอัดความร้อน : Lab Tech Co.,Ltd
- เครื่องทดสอบแรงดึง S-100-C : Shimadsu Co.,Ltd
- เครื่องวัดความแข็งดูโรมิเตอร์ ชอร์เอ: รุ่น 10.25101 บริษัท Alsfaar
- เครื่องอะเบรเซอร์ แบบ 503 : บริษัทบาจา(ประเทศไทย)จำกัด
- แม่แบบขนาด 12.5 * 12.5 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร
- ไมโครมิเตอร์
- เครื่องชั่งละเอียด
- ตะแกรงร่อน ขนาด 100 และ 170 เมช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารตัวเติมจากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวา

นำหญ้าสลาบหลวงจากบริเวณโรงฝึกงานพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และผักตบชวาจากบริเวณสระน้ำด้านข้างภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง ไปล้างให้สะอาด แล้วจึงอบแห้ง ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ที่ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำมาบดให้ละเอียด แล้วคัดให้ได้ขนาด 100 และ 170 เมช ด้วยตะแกรงร่อนจะได้สารตัวเติมที่เป็นผงละเอียด แล้วจึงนำไปอบไล่ความชื้นที่ 70 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.1 ลักษณะหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวา ขนาด 100 เมช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ลักษณะหญ้าสลาบหลวงและผักคบชวา ขนาด 170 เมช

3.3.2 การศึกษาสมบัติของหญ้าสลาบหลวงและผักคบชวา

3.3.2.1 ศึกษาลักษณะพื้นผิวของสารตัวเติมด้วยเทคนิคอิเล็กตรอนไมโครสโคปีโดยใช้เครื่อง อิเล็กตรอนสแกนนิงไมโครสโคป ทำการวิเคราะห์ที่ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2.2 หาค่าความถ่วงจำเพาะของสารตัวเติม โดยใช้กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิเมตร บรรจุสารตัวเติมจากหญ้าสลาบหลวงลงไป แล้วกดอัดให้แน่นที่ปริมาตร 50 มิลลิเมตร พอดี นำไปชั่งน้ำหนักโดยละเอียดแล้วคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะจาก

ความหนาแน่น = ปริมาตร / (น้ำหนักที่ได้ - น้ำหนักกระบอกตวง)

หาความถ่วงจำเพาะของสารตัวเติมจากผักคบชวา โดยใช้วิธีการเดียวกัน ค่าที่ได้เป็นเพียงค่าโดยประมาณเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

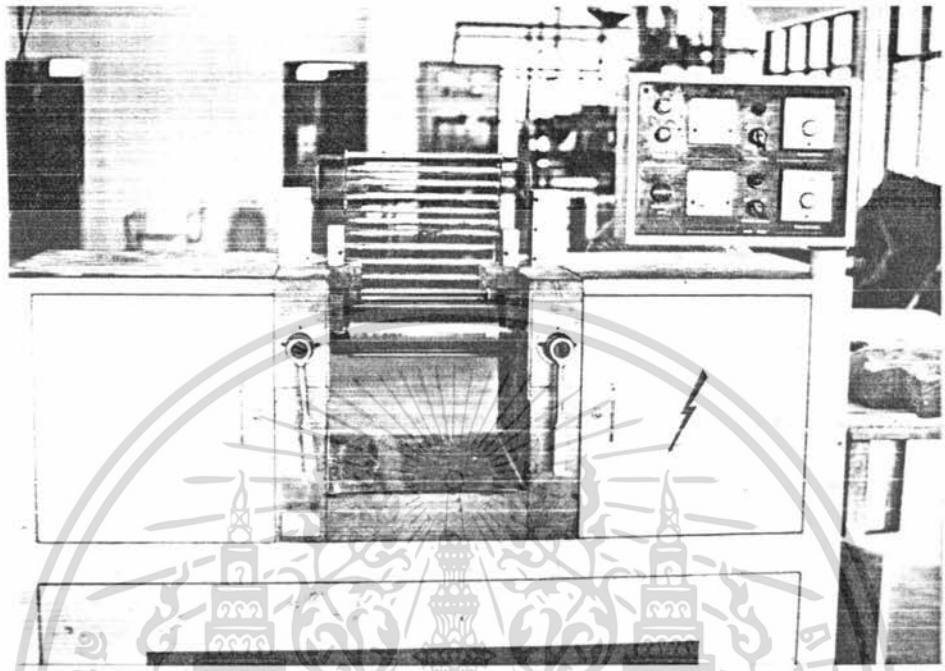
3.3.3 การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

ในการผสมสารตัวเติมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ ต้องใช้เครื่องมือที่ทำให้เกิดแรงเฉือนมากพอ ที่จะกระจายให้สารตัวเติมเข้าไปอยู่ในเนื้อพลาสติกได้อย่างทั่วถึง ในการทดลองนี้ได้ใช้เครื่องบดสองลูกกลิ้งในการผสม ดังนี้

ชั่งน้ำหนักพลาสติก 100 กรัมและ สารตัวเติม 5 10 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ โดยใช้สารตัวเติมทั้งสองชนิดขนาด 100 และ 170 เมช

สำหรับเครื่องบดสองลูกกลิ้งต้องทำการอุ่นเครื่องให้ร้อนก่อน โดยตั้งอุณหภูมิสำหรับลูกกลิ้งหน้า 150 องศาเซลเซียส ลูกกลิ้งหลัง 140 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10-20 นาที จากนั้นตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งประมาณ 3-4 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีแรงพอเหมาะไม่บีบพลาสติกให้ล้นออกมานอกขอบมากเกินไป แล้วจึงนำพลาสติกเข้าไปบด เมื่อพลาสติกหลอมหมดและติดลูกกลิ้งดีแล้ว (ใช้เวลา 5 นาที) จึงเริ่มเติมสารตัวเติมลงไปอย่างช้า ๆ เพื่อให้สารตัวเติมผสมเข้าไปในพลาสติกทีละน้อย แต่ต้องใช้เวลาไม่เกิน 7 นาที มิฉะนั้นสารตัวเติมจะไหม้ ในระหว่างที่เติมสารตัวเติมเข้าไป ใช้มีดตัดให้แถบของพลาสติกหลอมเกิดการทบกันเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น และปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งประมาณ 2 มิลลิเมตร จากนั้นจึงนำพลาสติกที่ผสมแล้วออกจากเครื่องเพื่อนำไปขึ้นรูปต่อไป

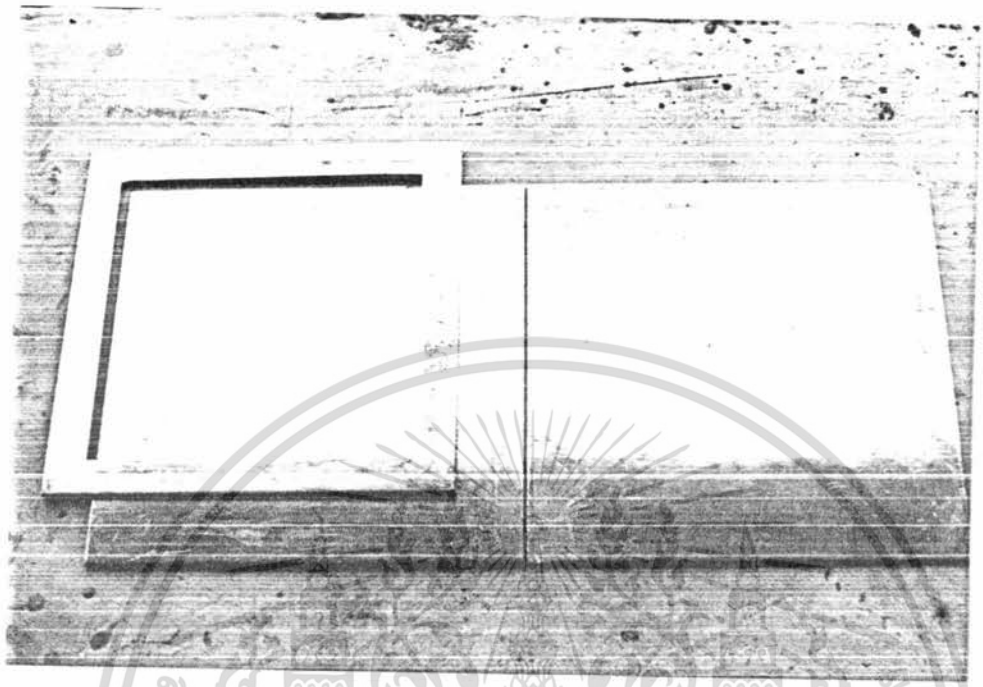
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



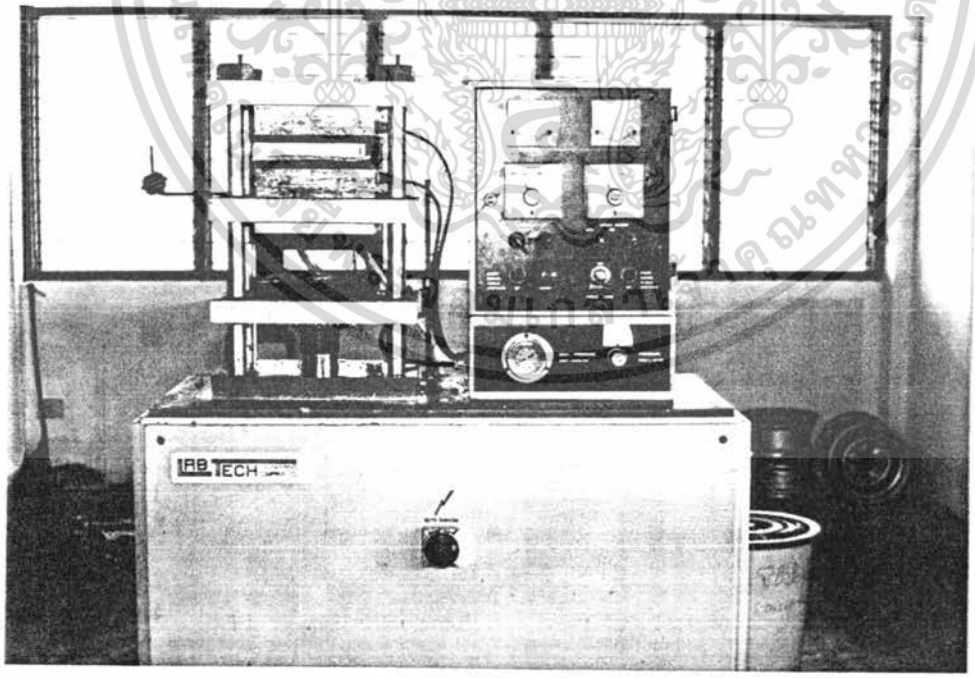
รูปที่ 3.3 เครื่องบดสองลูกกลิ้ง

ในการขึ้นรูปชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องอัดความร้อน ได้นำพลาสติกซึ่งผสมเสร็จแล้ววางลงในแม่แบบขนาด 62.5 * 62.5 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ซึ่งฉีดสารช่วยถอดแบบ (ซิลิโคน)ไว้ทั้งสองด้าน จากนั้นจึงนำเข้าเครื่องอัดความร้อน ให้ความร้อนในขั้นต้น (preheat) ที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แรงดัน 20 กิโลกรัมแรงต่อตาราง เซนติเมตร แล้วจึงอัดด้วยแรงดัน 100 กิโลกรัมแรงต่อตาราง เซนติเมตร เป็นเวลา 4 นาที อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แม่แบบที่ใช้เตรียมชิ้นตัวอย่าง



รูปที่ 3.5 เครื่องอัดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้น จึงนำแม่แบบออกจากเครื่องอัดความร้อน ทำให้เย็นโดยใช้แรงดัน 100 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 3 นาที แล้วจึงนำแม่แบบออกจากเครื่อง แกะชิ้นตัวอย่างออกจากแม่แบบ มาทำการทดสอบทางกายภาพ

3.3.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของชิ้นตัวอย่าง

3.3.4.1 การหาค่าความแข็งแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM D638-86 นำชิ้นตัวอย่างที่ขึ้นรูปแล้วมาตัดเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมพ์เบลล์ จากนั้นจึงกำหนดระยะความยาวบนชิ้นตัวอย่าง 2.5 เซนติเมตรหรือ 1 นิ้ว ดังรูป

รูปที่ 3.6 มีดตัดรูปดัมพ์เบลล์

ทำการวัดความหนาของชิ้นทดสอบภายในระยะที่กำหนด 3 ค่าและวัดความกว้างของชิ้นทดสอบ 3 ค่า แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของความกว้างและความหนา ค่าทั้งสองจะให้พื้นที่หน้าตัดของบริเวณที่รับแรง จากนั้นนำไปทดสอบความแข็งแรงดึง โดยใช้สภาวะในการทดสอบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วแท่นขวาง (cross-head speed) 50 มิลลิเมตรต่อนาที

แรงที่ใช้ (load select) 50 กิโลกรัมแรง

สัดส่วนความเร็ว 1 : 1

นำค่าที่ได้ไปคำนวณ ความแข็งแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด และ ค่ามอดูลัส ที่จุดขาดจากสมการต่อไปนี้

ความแข็งแรงดึง = แรงดึงที่จุดขาด / พื้นที่หน้าตัด

มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร หรือคูณด้วย 9.8 มีหน่วยเป็น เมกะปาสคาล(MPa)

เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด = (ความยาวที่เปลี่ยนไป / ความยาวเริ่มต้น) * 100

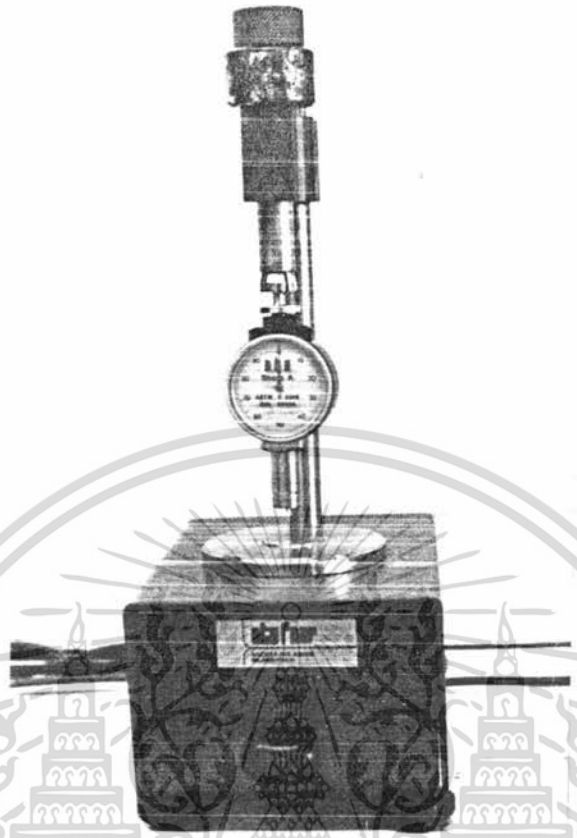
ค่ามอดูลัสที่จุดขาด = ความแข็งแรงดึง /(ความยาวที่เปลี่ยนไป / ความยาวเริ่มต้น)

มีหน่วยเดียวกับ ความแข็งแรงดึง

3.3.4.2 การหาค่าความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D2240-86

โดยใช้เครื่องดูโรมิเตอร์ ชอร์ เอ ปรับระดับแท่นให้อยู่ในแนวระดับ ปรับระยะระหว่างเข็มที่ใช้วัดกับแท่นวางชิ้นทดสอบให้มีระยะห่างเท่ากับดลับริสหะ ซึ่งเป็นระยะห่างมาตรฐานของเครื่องมือ จากนั้นเตรียมชิ้นทดสอบให้มีความหนาเท่ากับระยะห่างมาตรฐานทำการวัดโดยกดคันโยกเพื่อให้แท่นโลหะยกชิ้นทดสอบขึ้นไปสัมผัสกับเข็มวัด กดค้างไว้เป็นเวลา 15 วินาที ทำการวัดซ้ำอีก 5 ค่า แล้วนำมาหาค่าความแข็งเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความแข็ง

3.3.4.3 การหาค่าความหนาแน่น ตามมาตรฐาน ASTM D792-86

โดยใช้พิคโนมิเตอร์ มีวิธีการดังนี้ ชั่งน้ำหนักพิคโนมิเตอร์เปล่า แล้วเติมน้ำกลั่นให้เต็ม นำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นจึงชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบ แล้วนำไปใส่ในพิคโนมิเตอร์ที่มีน้ำอยู่เต็ม ชั่งน้ำหนักพิคโนมิเตอร์ที่มีน้ำและชิ้นทดสอบ ค่าที่ได้ทั้งหมดนำไปคำนวณตามสมการ

$$\text{ค่าความหนาแน่น} = (S * D)/[(S + B) - C]$$

D = ความหนาแน่นของน้ำที่ 25 องศาเซลเซียส

= 0.9998 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

S = น้ำหนักชิ้นทดสอบในอากาศ

B = น้ำหนักพิคโนมิเตอร์ที่มีน้ำอยู่เต็ม

C = น้ำหนักพิคโนมิเตอร์ที่มีน้ำและชิ้นทดสอบอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.4 การหาค่าความทนทานการสึกหรอตามมาตรฐาน ASTM D 1242-56

ใช้เครื่องอะเบรเซอร์ โมเดล 503 โดยความอนุเคราะห์จาก บริษัท บาจา(ประเทศไทย)จำกัด เตรียมชิ้นตัวอย่างความหนาไม่เกิน 6 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร และเจาะรูตรงกลางเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรทำการวัดโดยใช้ความเร็วหินขัด 2000 รอบ ชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังทำการวัด แล้วคำนวณค่าความทนทานการสึกหรอ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 2000 รอบ (น้ำหนักที่หายไปหารด้วยความหนาแน่น)

$$\text{ค่าความทนทานการสึกหรอ} = \frac{\text{(น้ำหนักหลังทดสอบ-น้ำหนักก่อนทดสอบ)}}{\text{ความหนาแน่นของชิ้นงาน}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

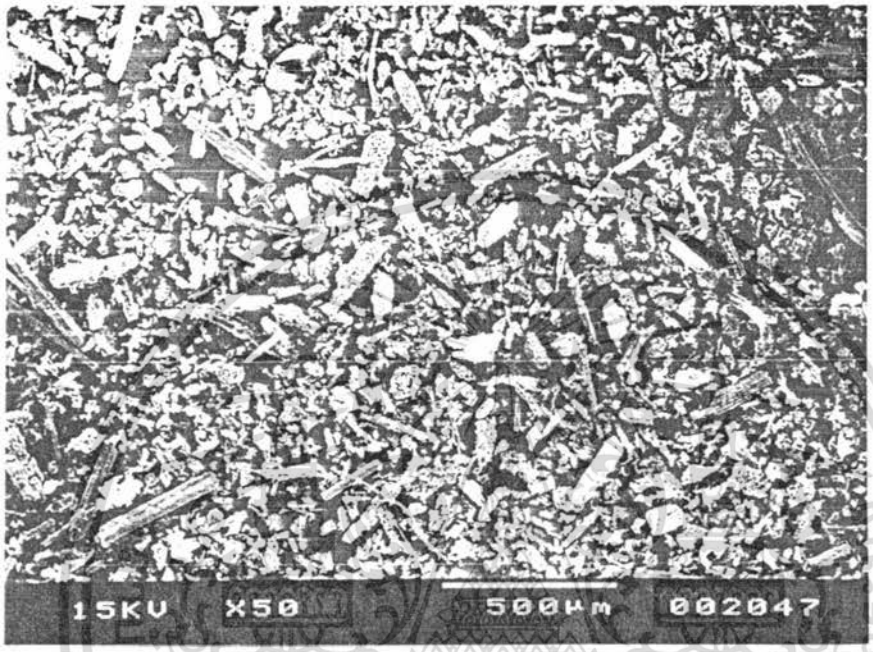
4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารตัวเติม

4.1.1 ความต่างจ้าเพาะของสารตัวเติม

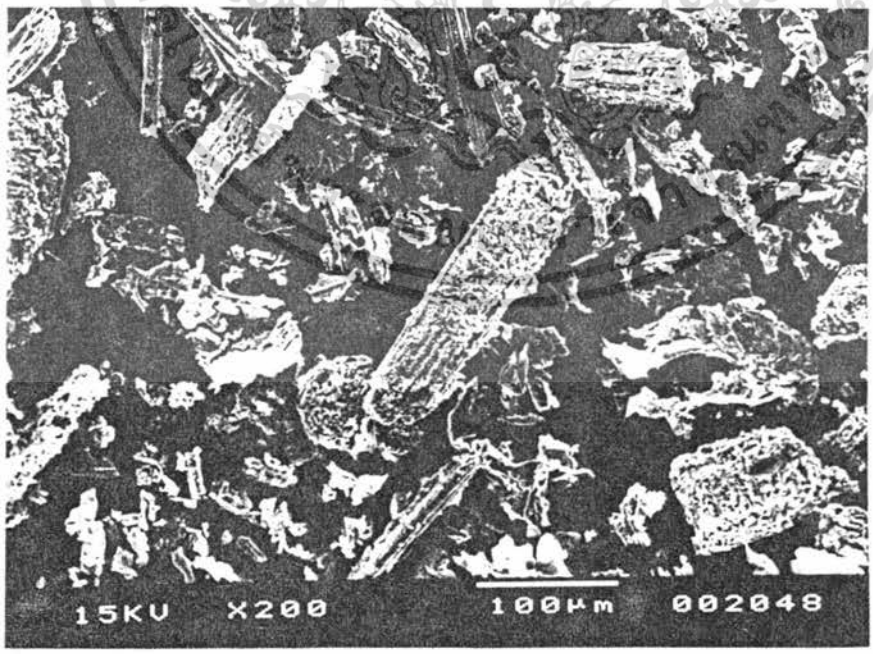
สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ความต่างจ้าเพาะ
หญ้าสลาบหลวง	170	0.29
หญ้าสลาบหลวง	100	0.31
ผักตบชวา	170	0.22
ผักตบชวา	100	0.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การศึกษาลักษณะพื้นผิวของสารตัวเติมโดยใช้กล้องอิเลกตรอนสแกนนิง ไมโครสโคป

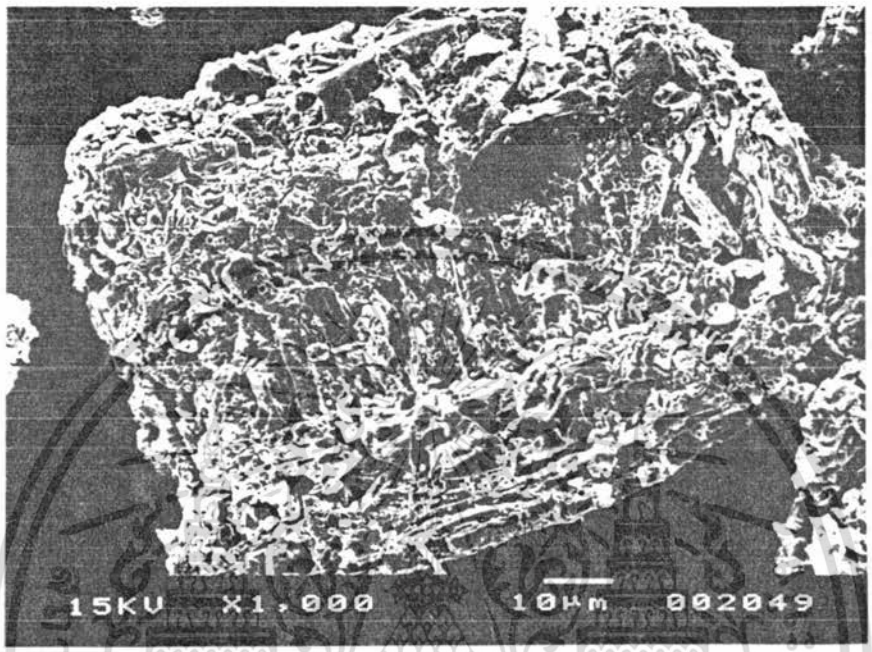


รูปที่ 4.1 ลักษณะพื้นผิวของหญ้าสลาบหลวงขนาด 170 เมชที่กำลังขยาย 50 เท่า

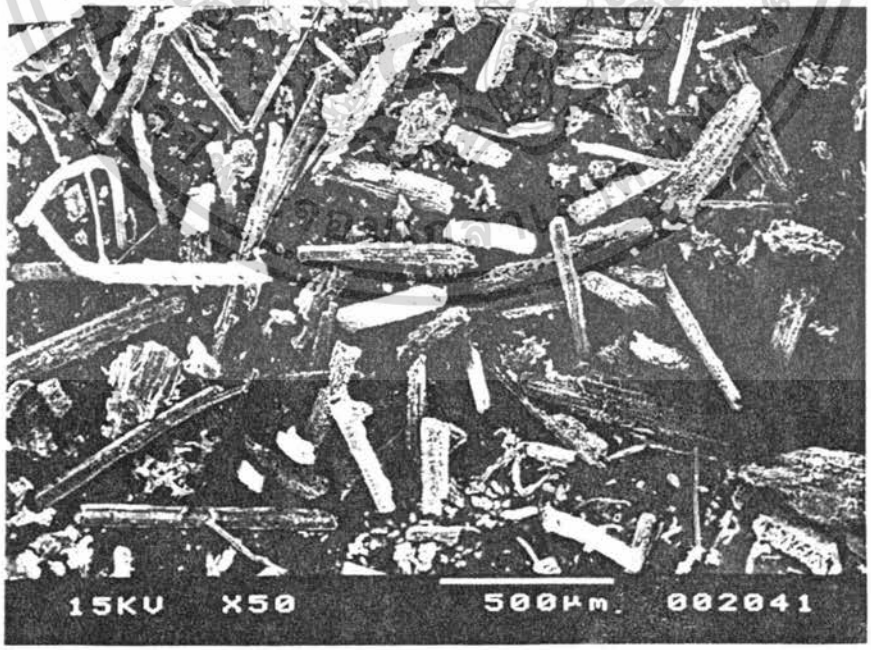


รูปที่ 4.2 ลักษณะพื้นผิวของหญ้าสลาบหลวงขนาด 170 เมช ที่กำลังขยาย 200 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

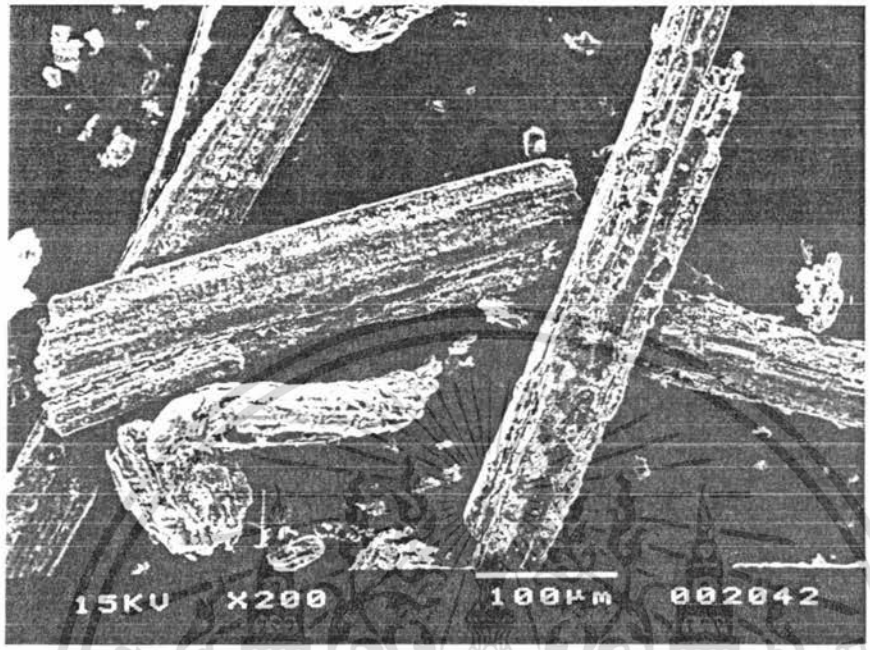


รูปที่ 4.3 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวงขนาด 170 เมช ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

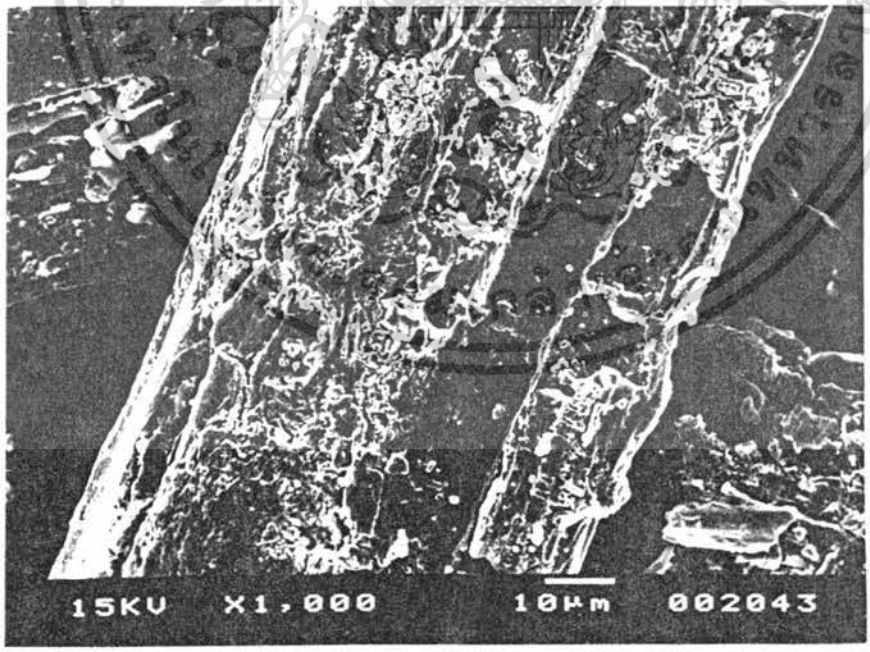


รูปที่ 4.4 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวงขนาด 100 เมช ที่กำลังขยาย 50 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

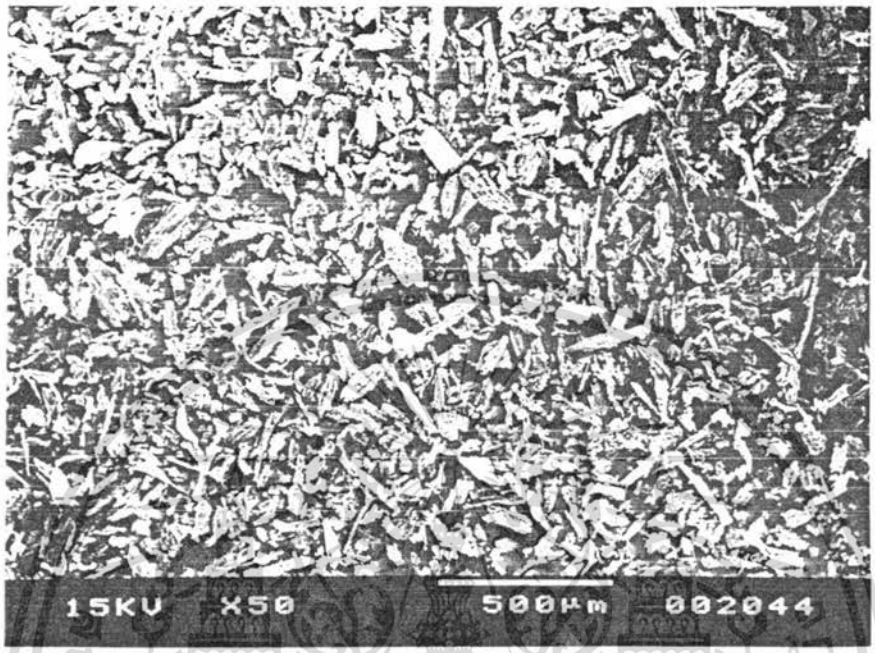


รูปที่ 4.5 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวงขนาด 100 เมช ที่กำลังขยาย 200 เท่า

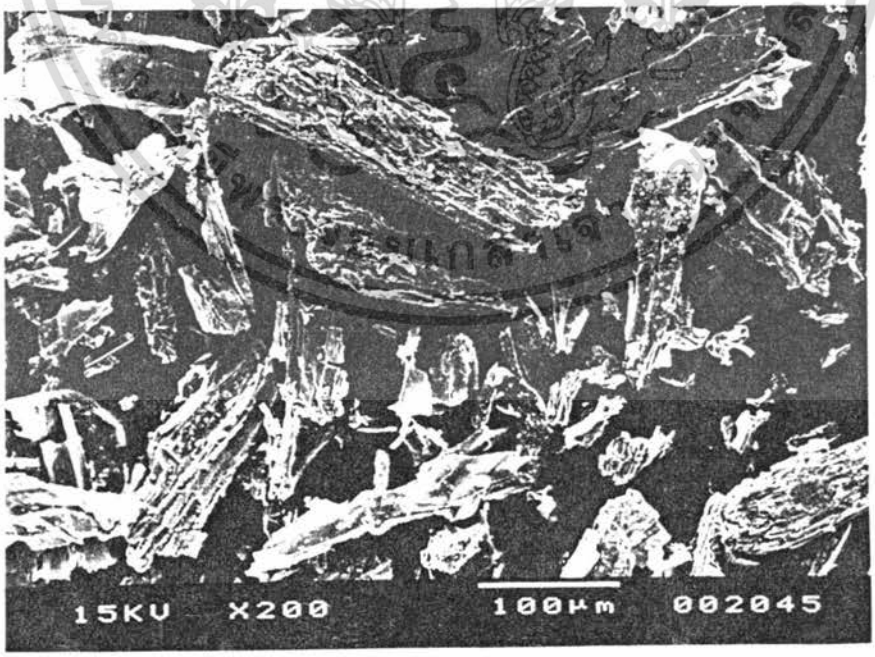


รูปที่ 4.6 ลักษณะพื้นผิวของหน้าสลาบหลวงขนาด 100 เมช ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

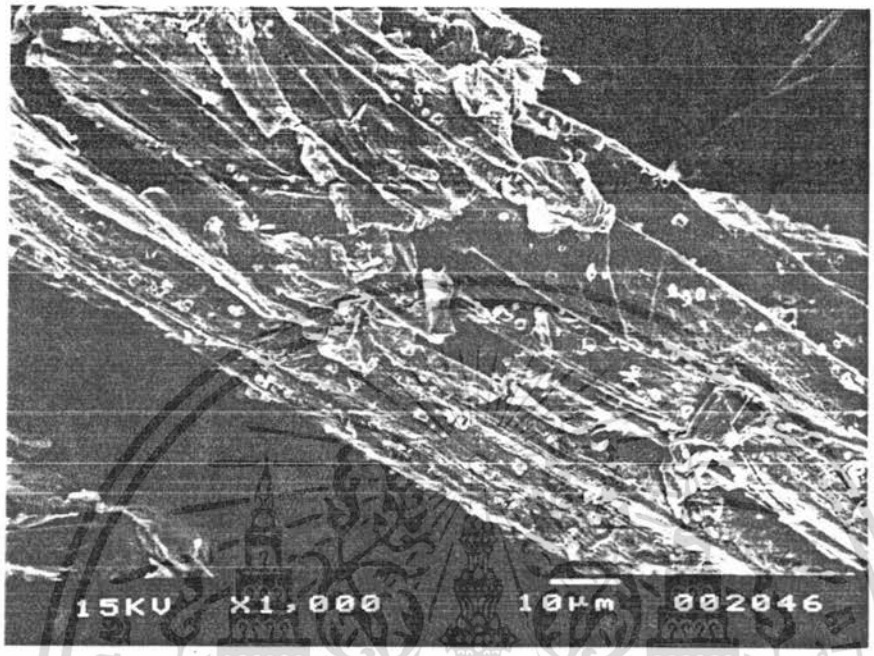


รูปที่ 4.7 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชาขนาด 170 เมช ที่กำลังขยาย 50 เท่า

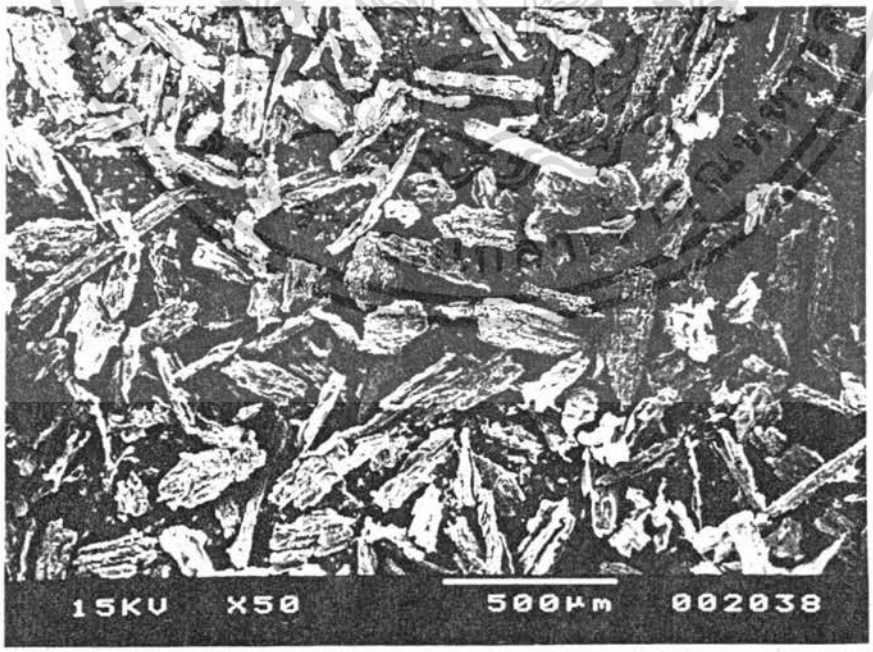


รูปที่ 4.8 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชาขนาด 170 เมช ที่กำลังขยาย 200 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

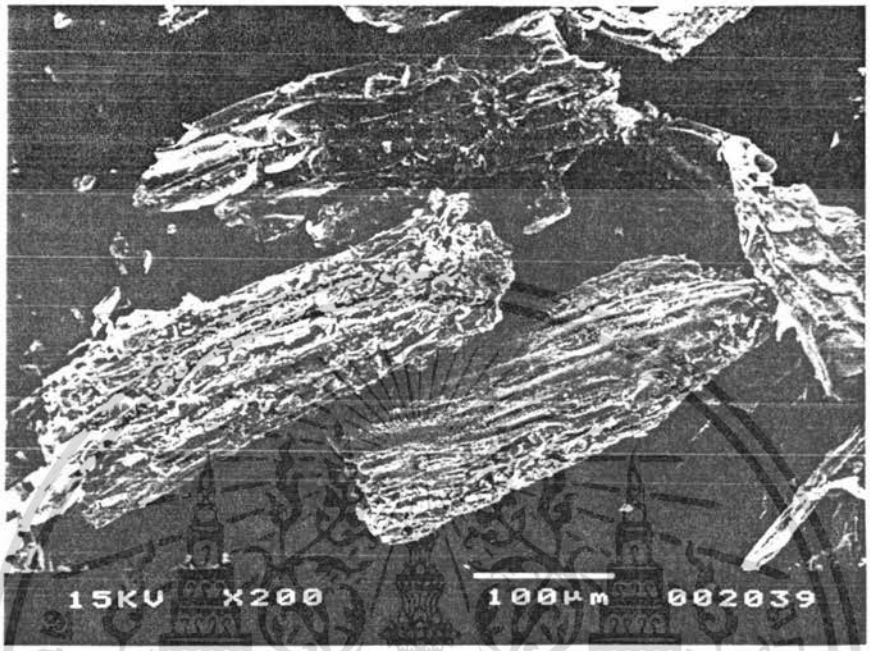


รูปที่ 4.9 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชาวาขนาด 170 เมช ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

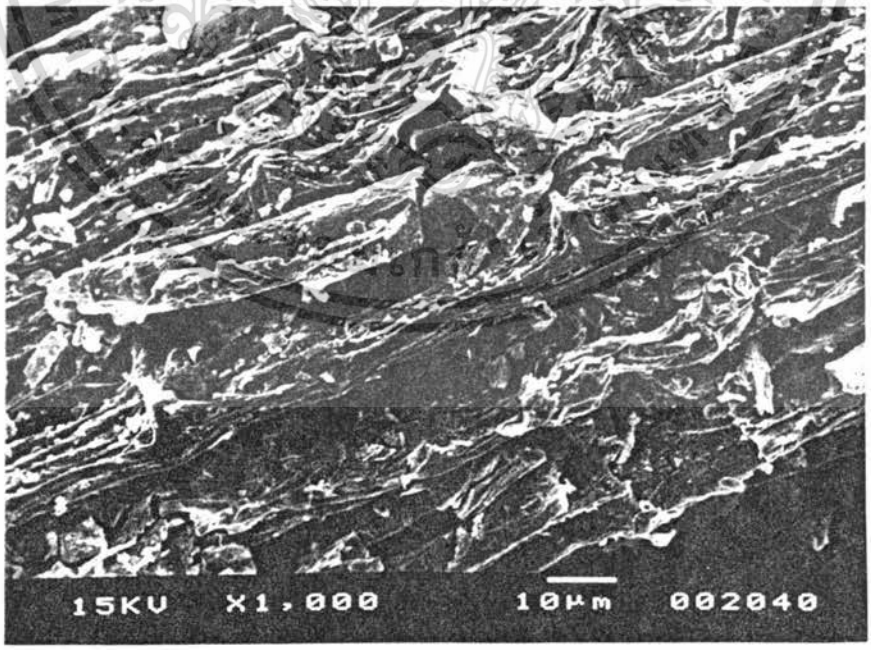


รูปที่ 4.10 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชาวาขนาด 100 เมช ที่กำลังขยาย 50 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวาขนาด 100 เมชที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.12 ลักษณะพื้นผิวของผักคบชวาขนาด 100เมช ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกที่เติมสารตัวเติม

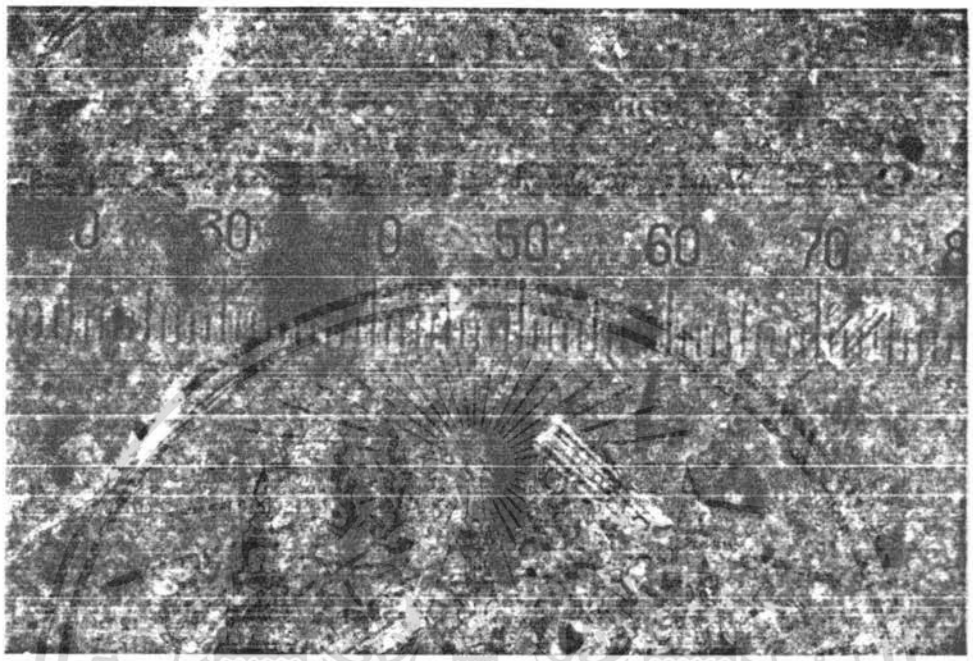
4.2.1 ผลของการขึ้นรูปชิ้นตัวอย่างทั้งในกรณีที่เติมและไม่เติมสารตัวเติม

จากการสังเกตพบว่าในระหว่างการผสมบนเครื่องบดสองลูกกลิ้งนั้น สารตัวเติมสามารถรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับพลาสติก ซึ่งปริมาณสารตัวเติมที่ใช้ไม่ควรเกิน 30 ส่วนในร้อยส่วนของพลาสติก เพราะหากใช้ในปริมาณมากกว่านี้ เมื่อนำพลาสติกไปขึ้นรูปจะทำให้เกิดรอยแตกบนผลิตภัณฑ์ที่ได้ และอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 145-150 องศาเซลเซียส เวลา12-15 นาที ถ้าใช้เวลาและอุณหภูมิสูงกว่านี้สารตัวเติมจะไหม้

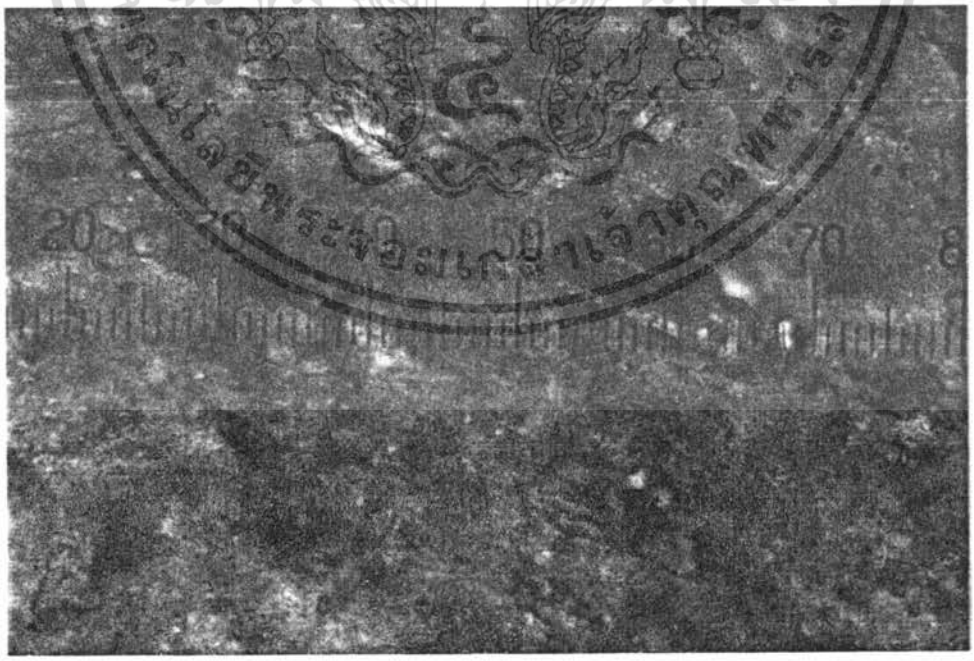
4.2.2 ผลการศึกษาการกระจายตัวของสารตัวเติมในพลาสติกโดยใช้กล้องโพลาไรซ์ไมโครสโคป ที่กำลังขยาย 100 เท่าแสดงดังรูป

รูปที่ 4.13 ลักษณะการกระจายตัวของหญ้าสลาบหลวงขนาด 170 เมช ปริมาณ 5 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

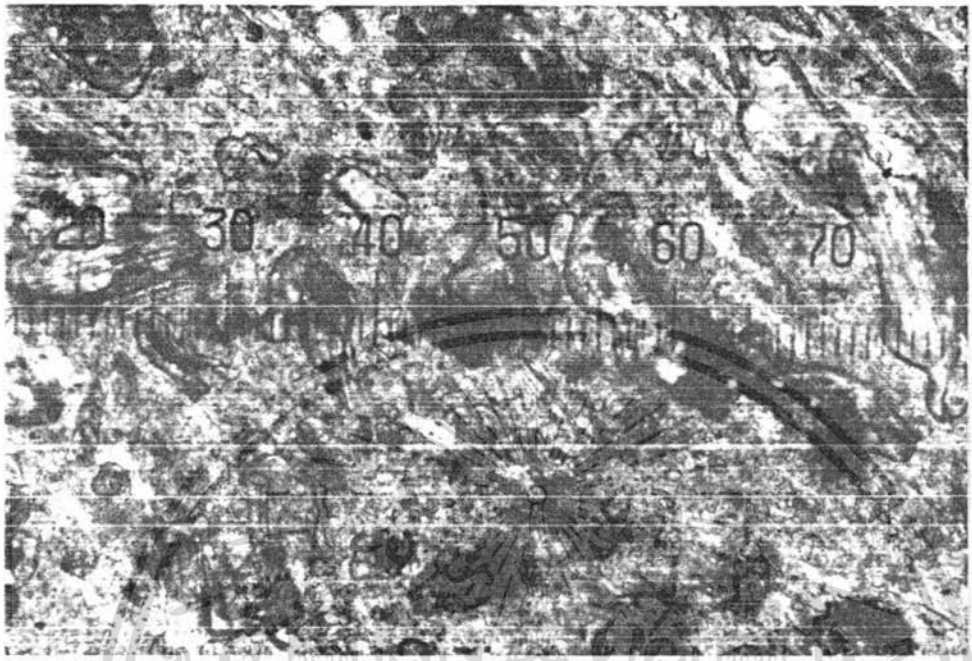


รูปที่ 4.14 ลักษณะการกระจายตัวของหน้าสลาบหลวงขนาด 170 เมชปริมาณ 10 phr

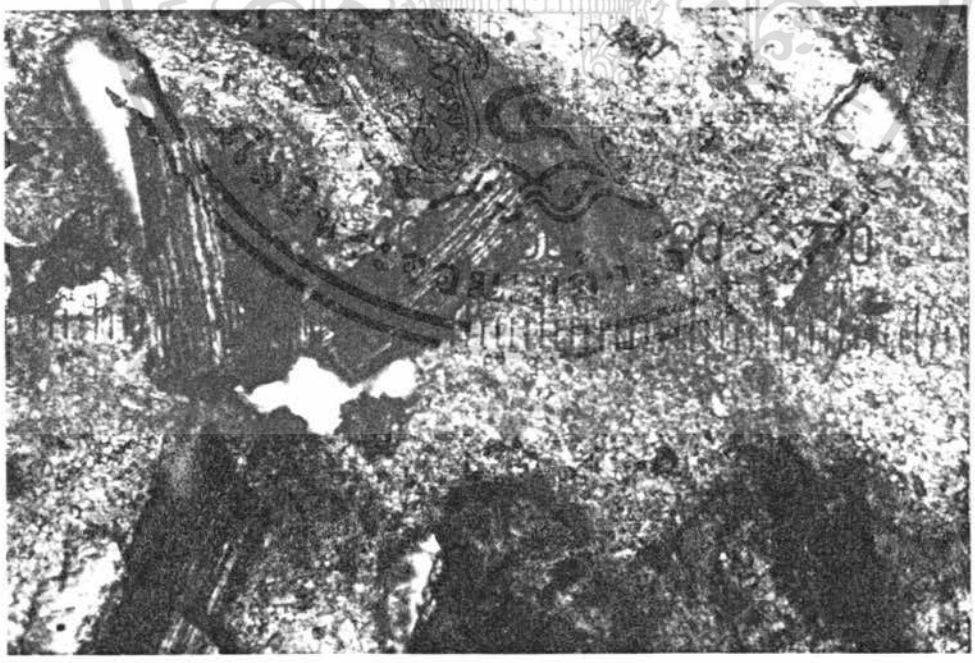


รูปที่ 4.15 ลักษณะการกระจายตัวของหน้าสลาบหลวงขนาด 170 เมช ปริมาณ 20 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

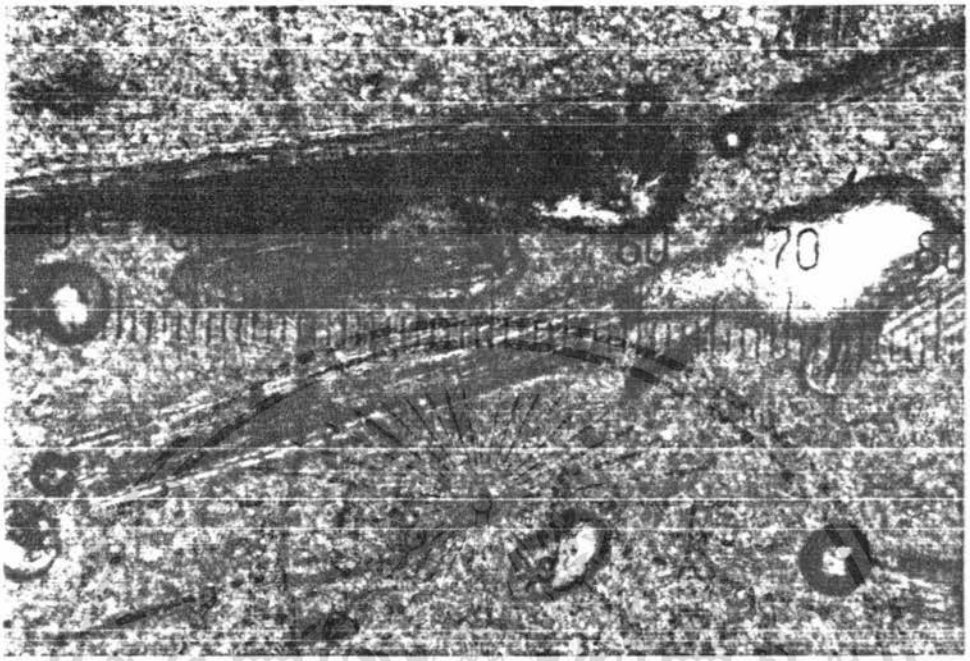


รูปที่ 4.16 ลักษณะการกระจายตัวของหน้าสลาบหลวงขนาด 170 เมชปริมาณ 30 phr

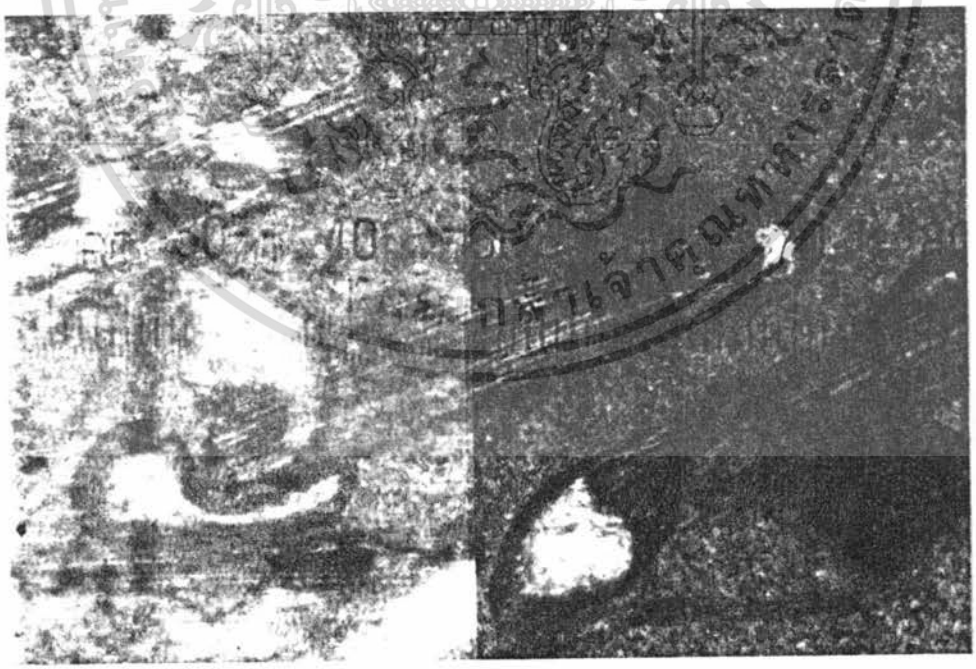


รูปที่ 4.17 ลักษณะการกระจายตัวของหน้าสลาบหลวงขนาด 100 เมช ปริมาณ 5 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

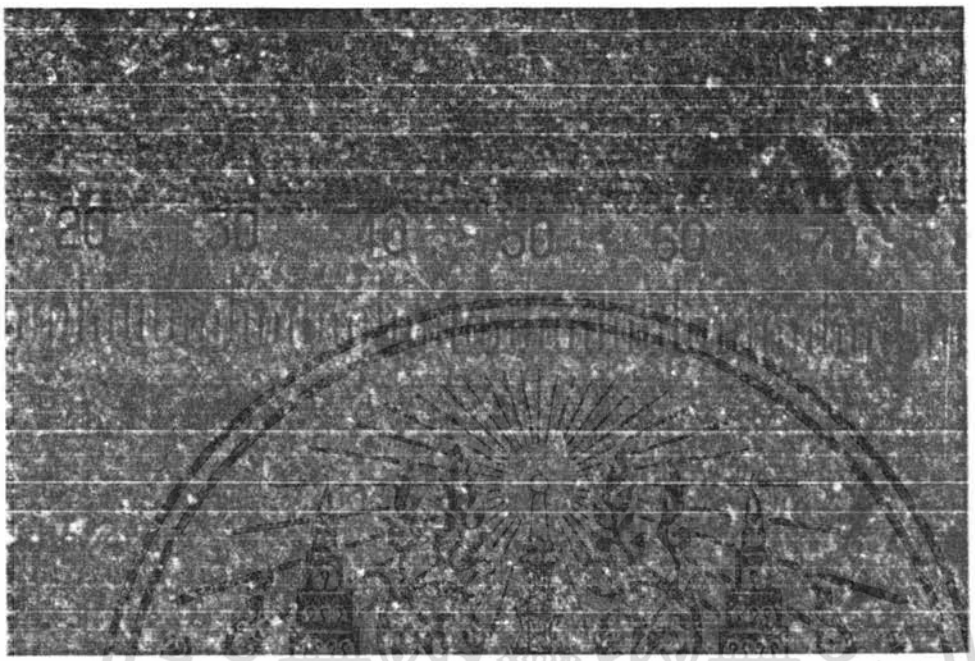


รูปที่ 4.18 ลักษณะการกระจายตัวของหน้าสลาบหลวงขนาด 100 เมช ปริมาณ 10 phr

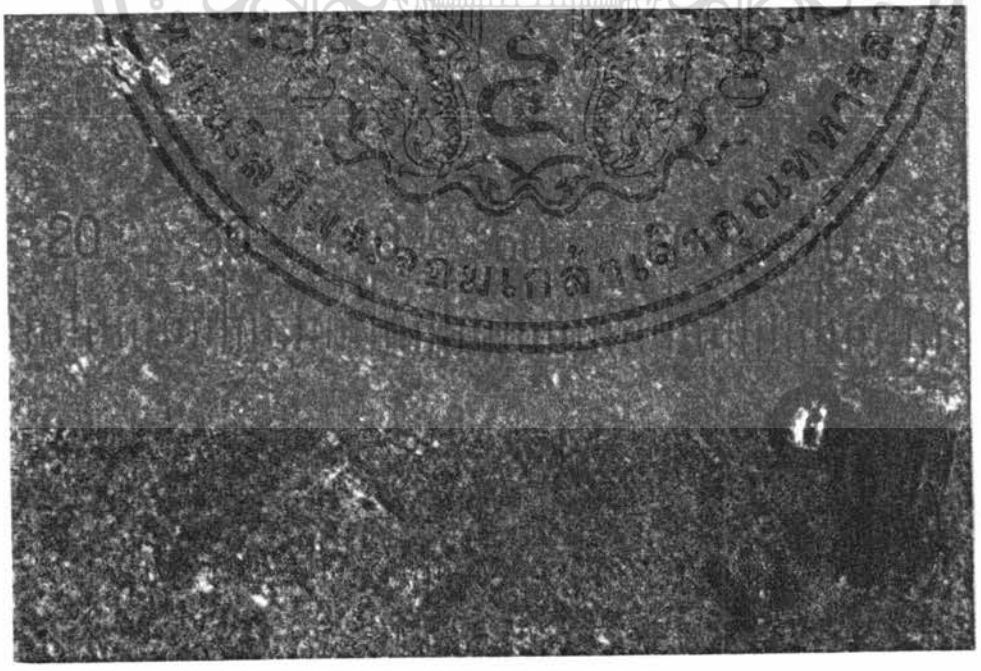


รูปที่ 4.19 ลักษณะการกระจายตัวของหน้าสลาบหลวงขนาด 100 เมช ปริมาณ 20 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

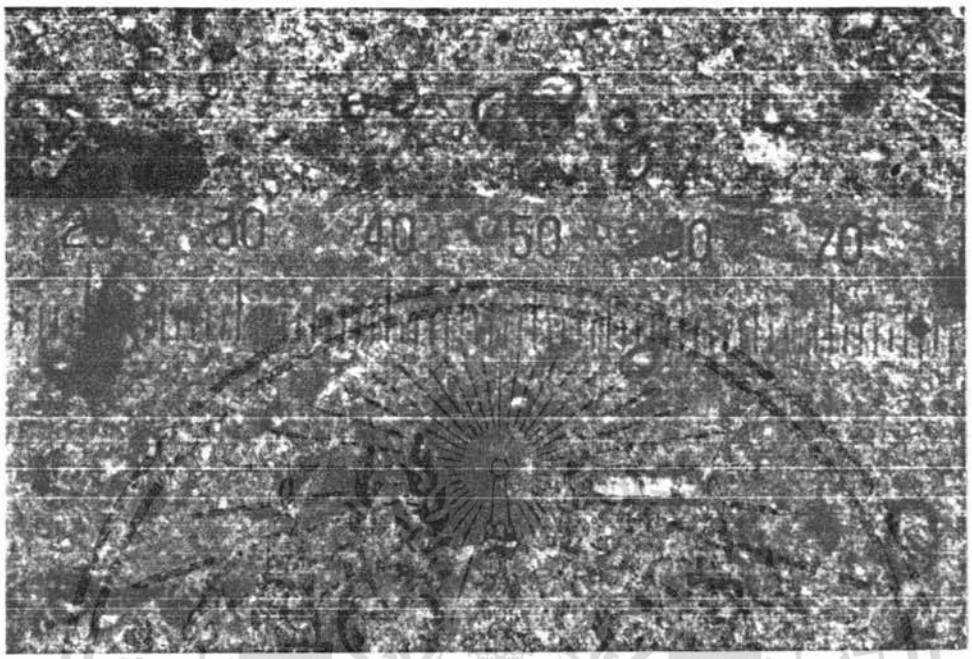


รูปที่ 4.20 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 170 เมช ปริมาณ 5 phr

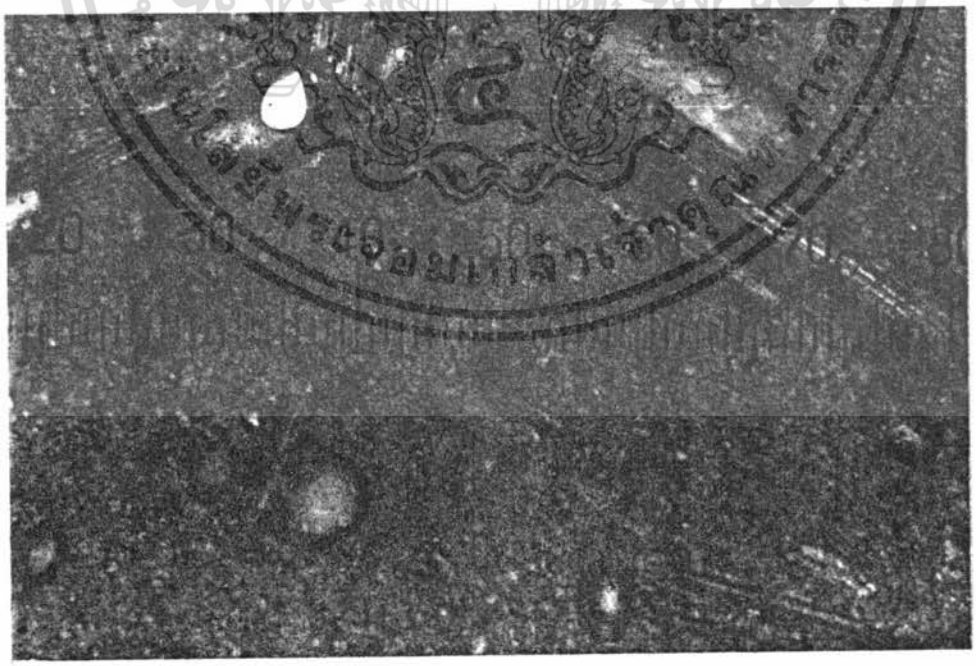


รูปที่ 4.21 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 170 เมช ปริมาณ 10 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

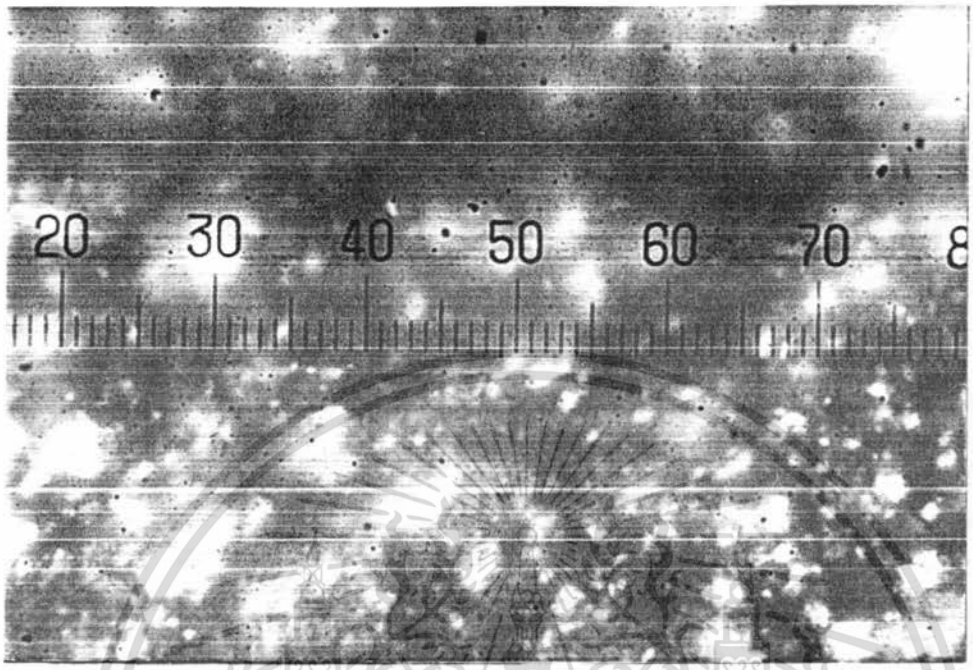


รูปที่ 4.22 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 170 เมช ปริมาณ 20 phr

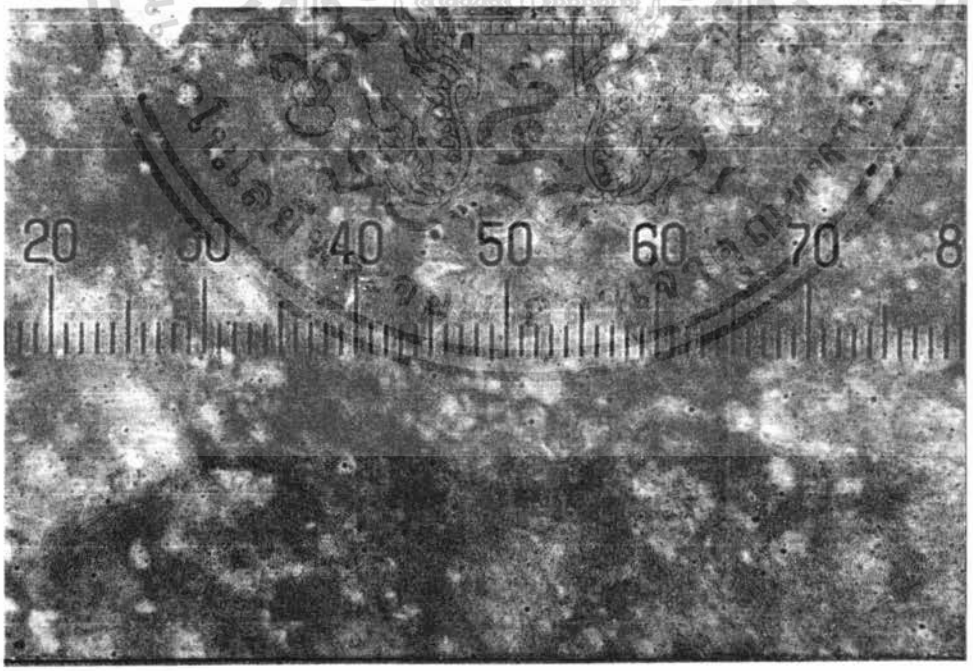


รูปที่ 4.23 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 170 เมช ปริมาณ 30 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

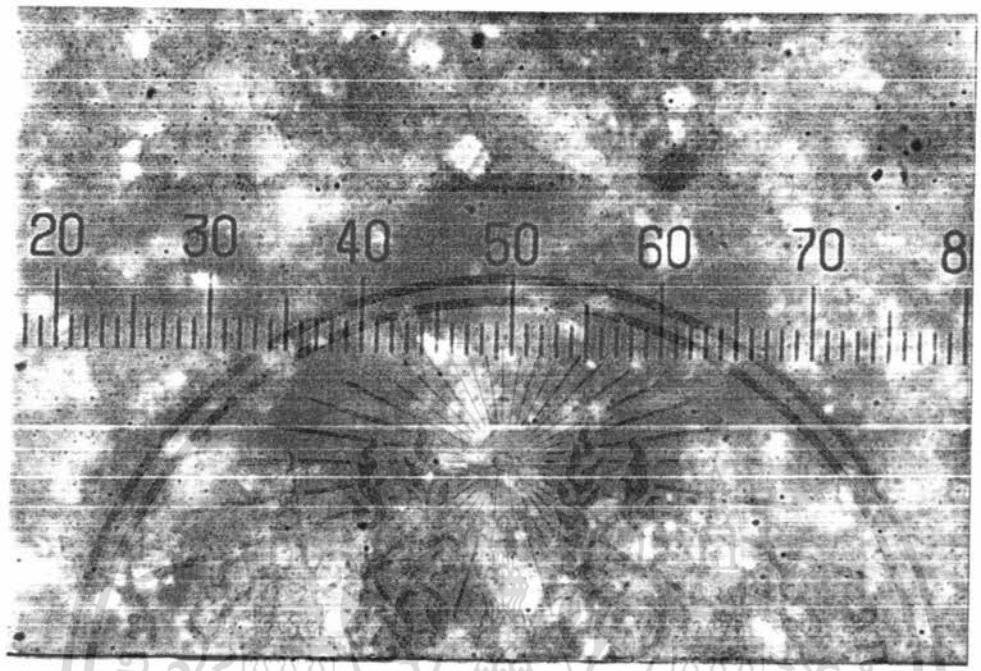


รูปที่ 4.24 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 100 เมช ปริมาณ 5 phr



รูปที่ 4.25 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 100 เมช ปริมาณ 10 phr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ลักษณะการกระจายตัวของผักตบชวาขนาด 100 เมช ปริมาณ 20 phr

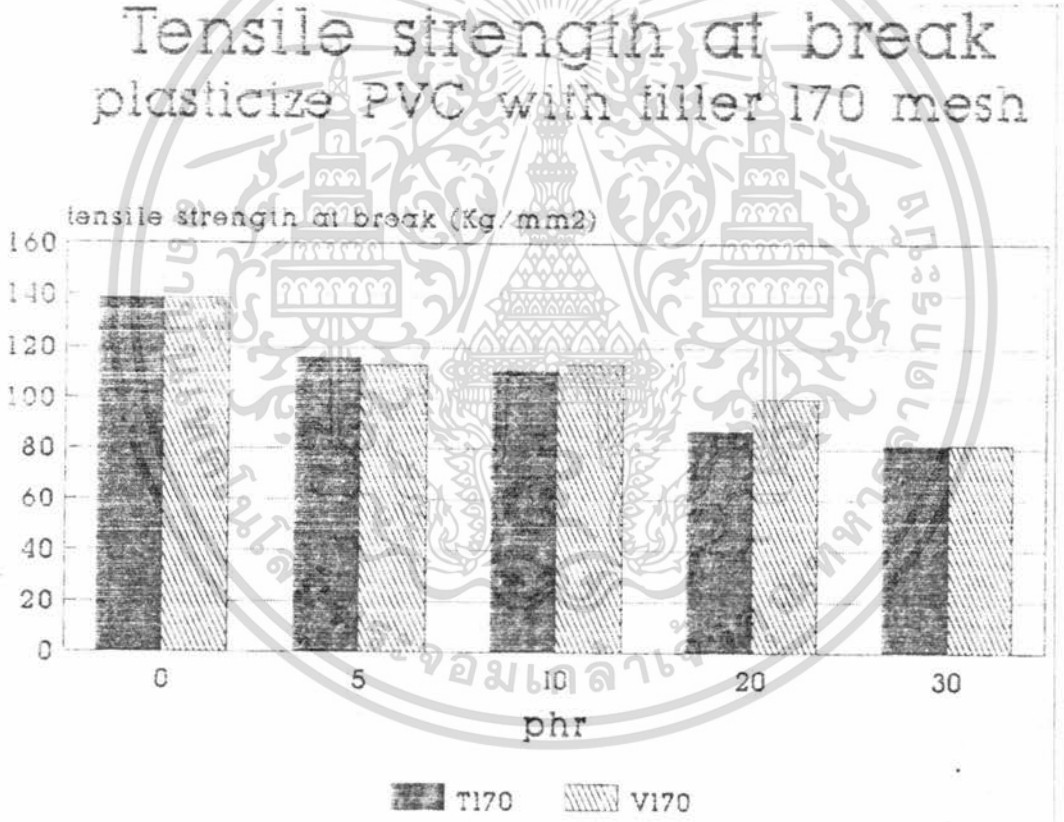
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดสอบหาค่าความแข็งแรงดึง

สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ปริมาณ (phr)	ค่าความแข็งแรงดึง(kg/mm^2)
หญ้าสลาบหลวง	170	5	115.86
		10	110.88
		20	87.30
		30	81.31
หญ้าสลาบหลวง	100	5	129.16
		10	109.56
		20	119.05
ผักตบชวา	170	5	112.88
		10	113.50
		20	99.99
		30	81.47
ผักตบชวา	100	5	127.40
		10	131.52
		20	93.00
ไม่เติมสารตัวเติม	-	-	138.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ จากการทดลองพบว่า ค่าความแข็งแรงดึงของพลาสติกที่เติมสารตัวเติมทั้งสองชนิด ต่างก็มีค่าต่ำกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติมอาจเนื่องมาจาก เมื่อสารตัวเติมเข้าไปแทรกในเนื้อพลาสติกอนุภาคของสารตัวเติมจะไปขัดขวาง การยึดเกาะระหว่างอนุภาคของพลาสติกทำให้แรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคของพลาสติกมีค่าลดลง หรือความสามารถในการยึดเกาะกันของอนุภาคพลาสติกมีน้อยลง จึงใช้แรงในการดึงน้อยลง เป็นผลให้ค่าความแข็งแรงดึงลดลง

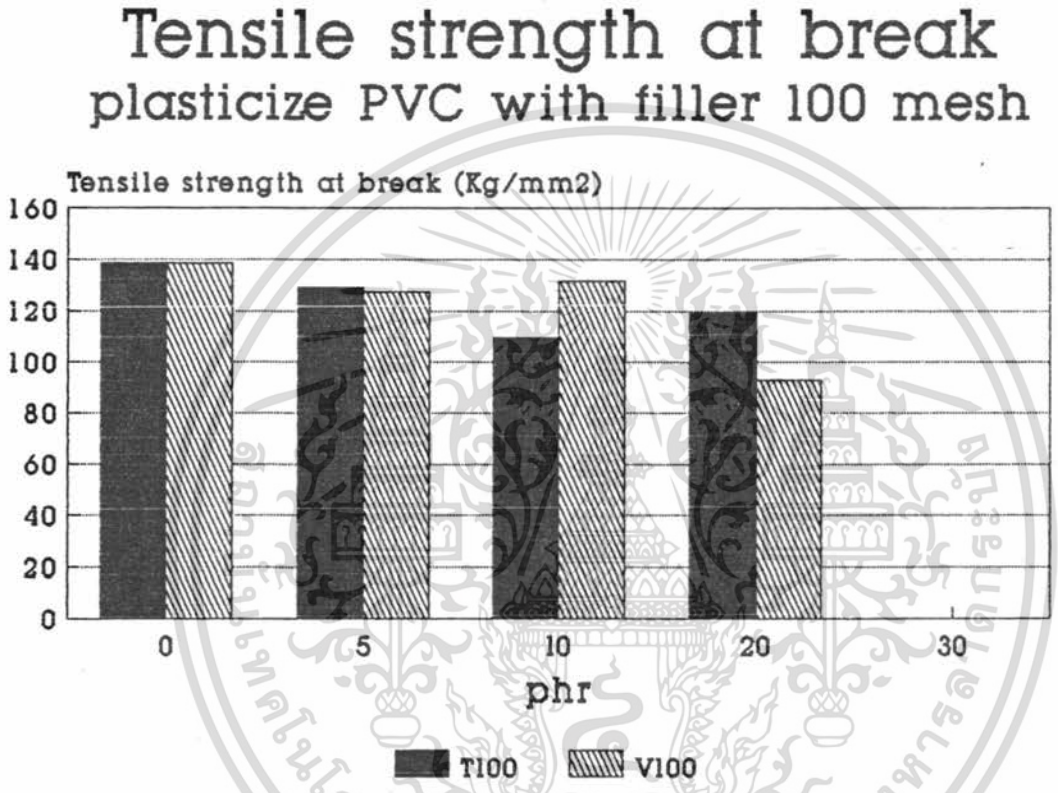


T170 คือพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวง ขนาดอนุภาค 170 เมช

V170 คือพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากผักตบชวา ขนาดอนุภาค 170 เมช

ค่าความแข็งแรงดึงของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 170 เมช ในปริมาณต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T100 คือพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวง ขนาดอนุภาค 100 เมช

V100 คือพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากผักตบชวา ขนาดอนุภาค 100 เมช

ค่าความแข็งแรงดึงของพลาสติไซด์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 100 เมช ในปริมาณต่าง ๆ

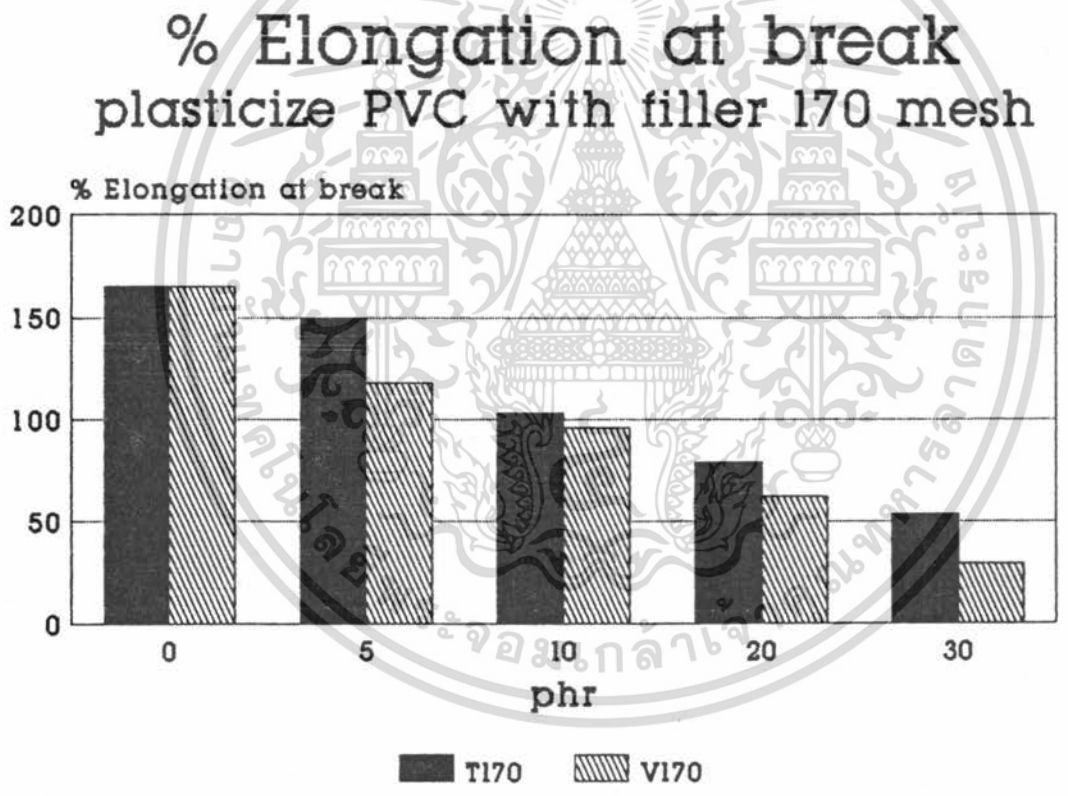
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด

สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ปริมาณ(phr)	เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาด
ไม่เติม	-	-	165.01
หญ้าสลาบหลวง	170	5	149.50
		10	102.92
		20	79.17
		30	53.33
หญ้าสลาบหลวง	100	5	137.50
		10	128.75
		20	100.00
ผักคบชวา	170	5	117.92
		10	95.83
		20	62.50
		30	29.17
ผักคบชวา	100	5	133.33
		10	129.17
		20	79.17

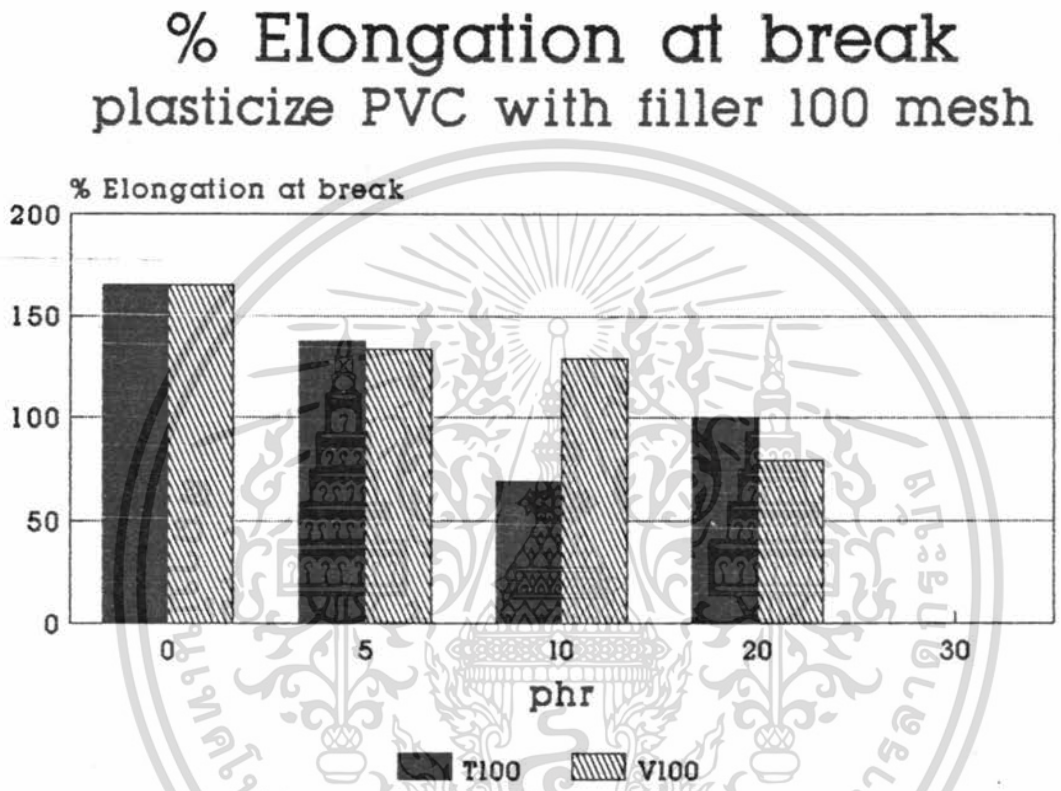
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิจารณ์</u> จากการทดลองพบว่าค่า เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาดของพลาสติกที่เติมสารตัวเติมทั้งสองชนิด มีค่าต่ำกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติมอาจ เนื่องมาจาก พลาสติกที่ไม่มีสารตัวเติมเข้าไปขวางอยู่นั้น มีการพันกันระหว่างโมเลกุล (entanglement) เมื่อให้แรงเข้าไป สายโซ่โมเลกุลที่เกิดการพันกันจะสามารถยืดได้อย่าง เต็มที่จนถึงจุดขาด แต่เมื่อมีสารตัวเติมเข้าไปขวางอยู่จะทำให้ไม่สามารถยืดได้อย่าง เต็มที่เหมือนเดิม และขาดก่อนที่จะถึงจุดขาดที่แท้จริงทำให้ได้ค่า เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาดต่ำลง



ค่า เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาดของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวา ขนาดอนุภาค 170 เมช ที่ปริมาณต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาดของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 100 เมช ในปริมาณต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการทดสอบหาค่ามอดูลัสที่จุดขาด

สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ปริมาณ(phr)	ค่ามอดูลัสที่จุดขาด(kg/mm^2)
ไม่เติม	-	-	85.35
หญ้าสลาบหลวง	170	5	86.97
		10	116.91
		20	127.26
		30	157.02
หญ้าสลาบหลวง	100	5	86.02
		10	101.41
		20	106.22
ผักคบชวา	170	5	114.40
		10	127.03
		20	176.01
		30	301.52
ผักคบชวา	100	5	95.58
		10	102.22
		20	108.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิจารณ์</u> จากการทดลองพบว่า ค่ามอดูลัสที่จุดขาดมีค่าแปรผันไปตามค่าความแข็งแรงดึง และค่าเปอร์เซนต์การยืดที่จุดขาด ตามสมการ

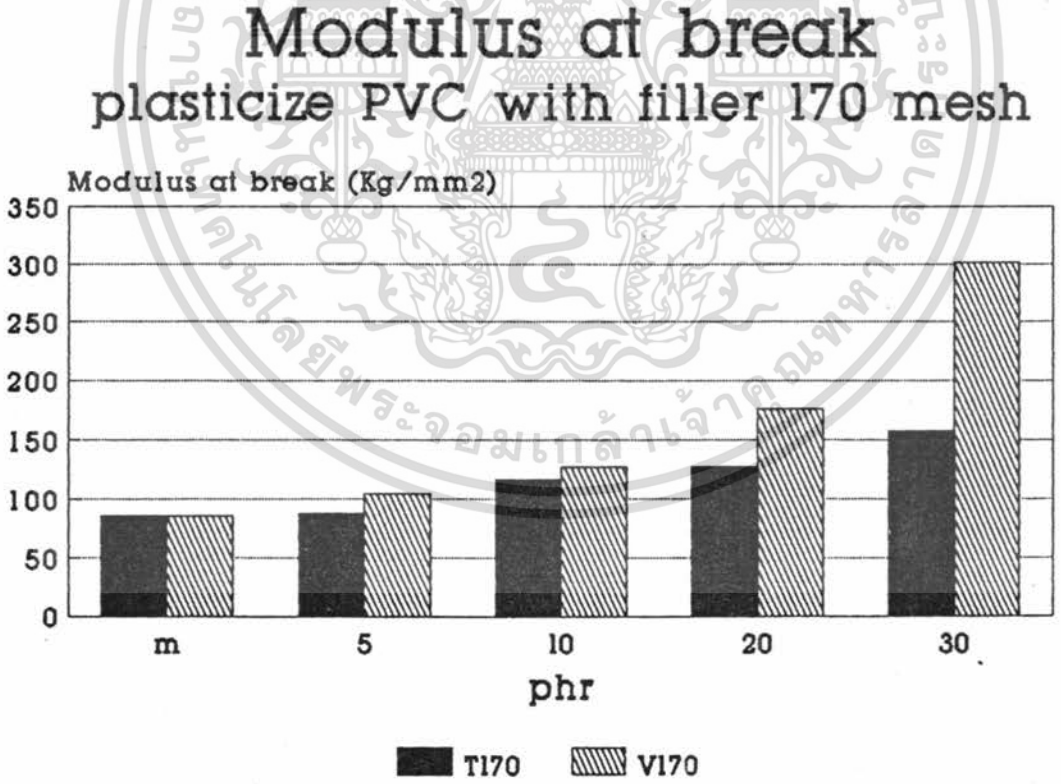
ค่ามอดูลัสที่จุดขาด = $(F/A)/(\Delta L/L_0)$

F = แรงที่ใช้ในการทำให้ชิ้นงานขาด

A = พื้นที่หน้าตัด

ΔL = ความยาวที่เปลี่ยนไป

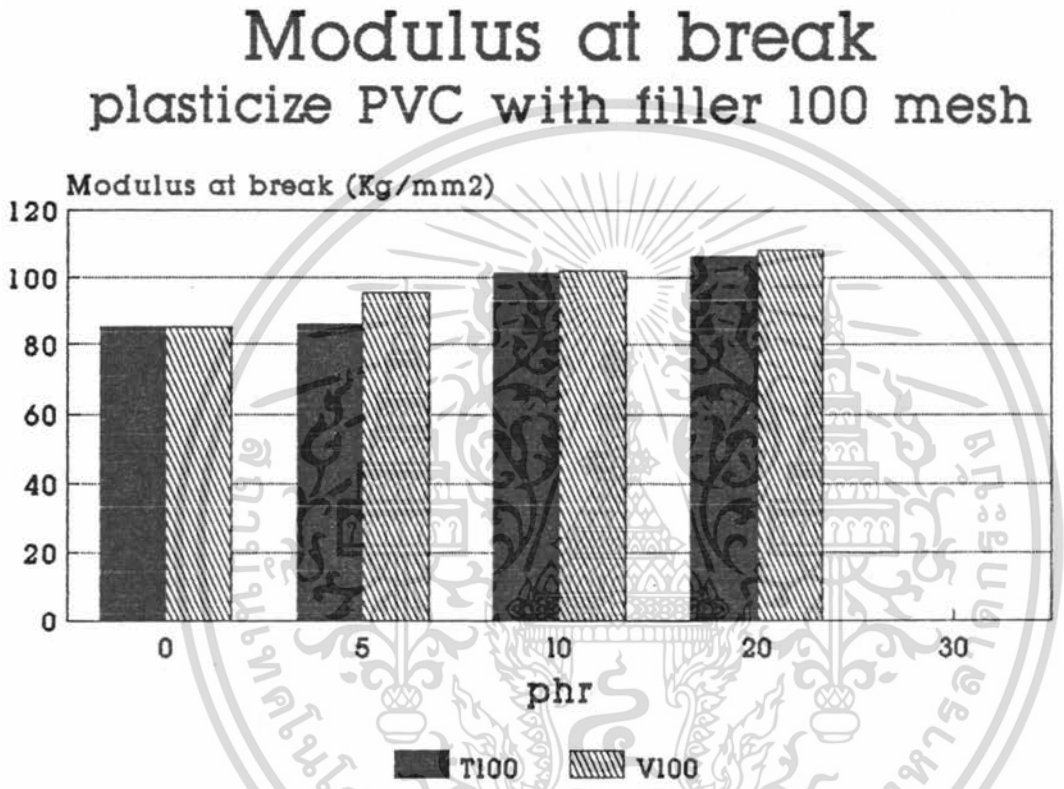
L_0 = ความยาวเดิม



ค่ามอดูลัสที่จุดขาดของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติม

ที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 170 เมช ในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่ามอดูลัสที่จุดขาดของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติม

ที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 100 เมช ในปริมาณต่างๆ

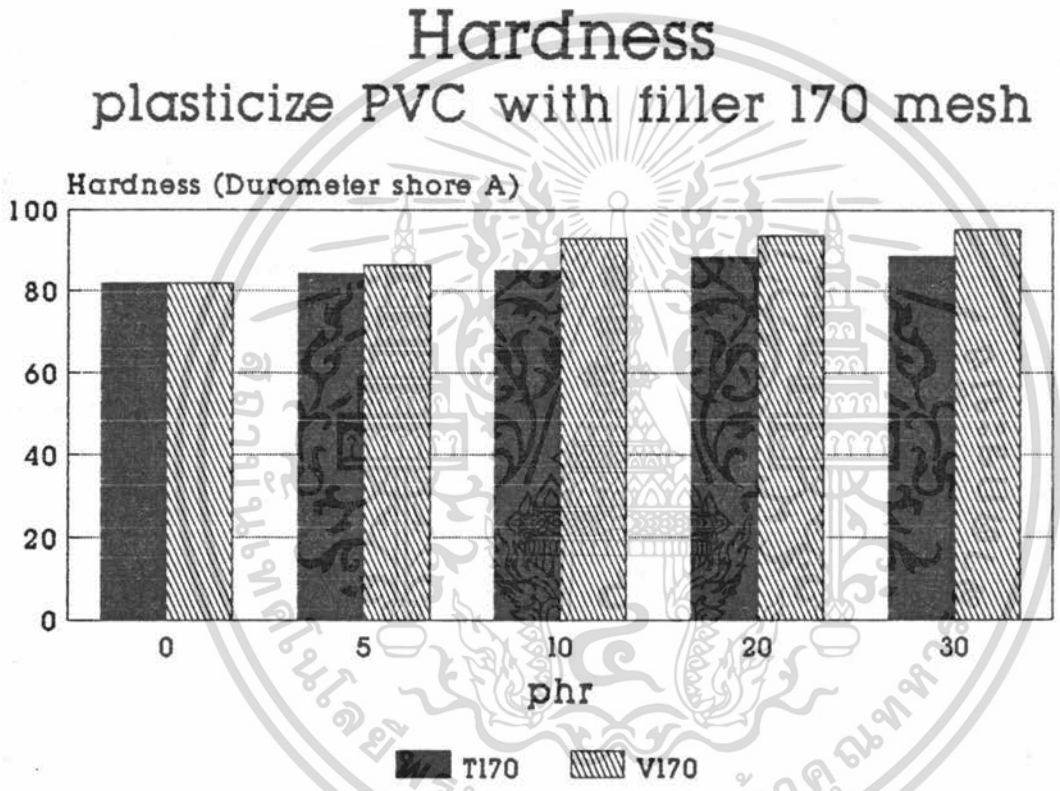
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ผลการทดสอบหาค่าความแข็ง

สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ปริมาณ(phr)	ค่าความแข็ง(ชอร์ เอ)
ไม่เติม	-	-	81.93
หญ้าสลาบหลวง	170	5	84.26
		10	85.01
		20	88.30
		30	88.43
หญ้าสลาบหลวง	100	5	84.85
		10	87.45
		20	88.35
ผักคบชวา	170	5	86.31
		10	93.00
		20	93.80
		30	95.12
ผักคบชวา	100	5	83.71
		10	87.55
		20	88.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

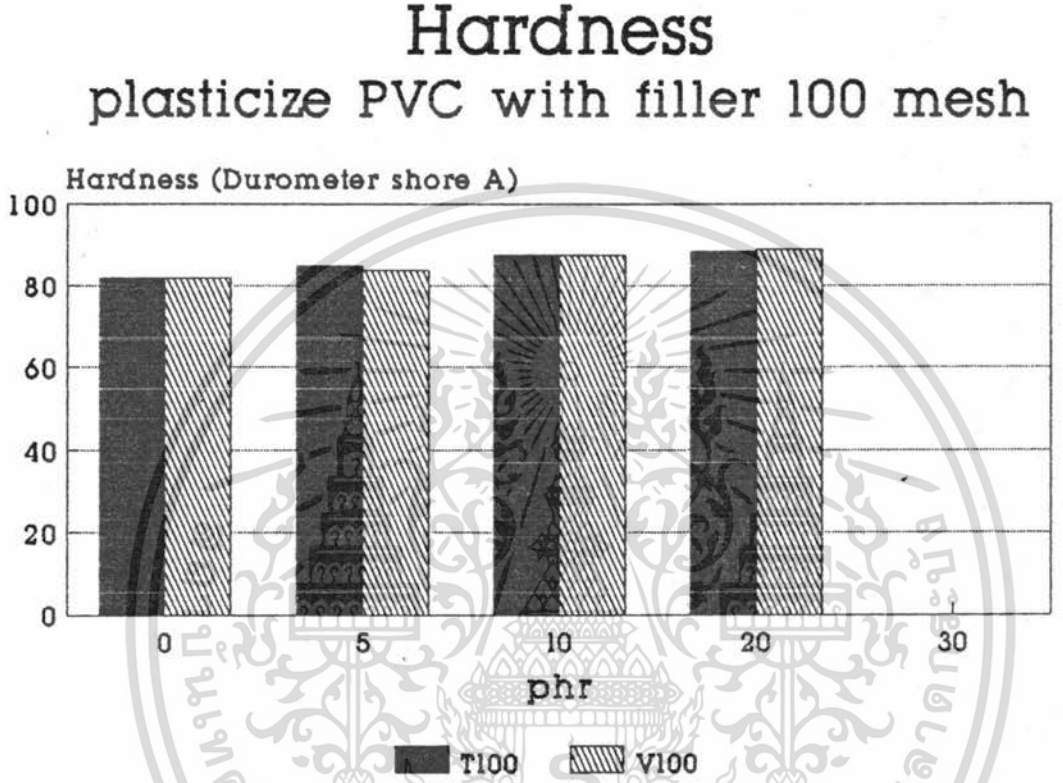
<u>วิจารณ์</u> จากการทดลองพบว่า ค่าความแข็งของพลาสติกที่เติมสารตัวเติมมีค่าสูงกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติมเป็นผลเนื่องมาจาก ส่วนประกอบของชิ้นงานที่ได้ มีปริมาณสารตัวเติมมากขึ้นทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้น



ค่าความแข็งของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติม

ที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักคบชวาขนาดอนุภาค 170 เมชในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่าความแข็งของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติม

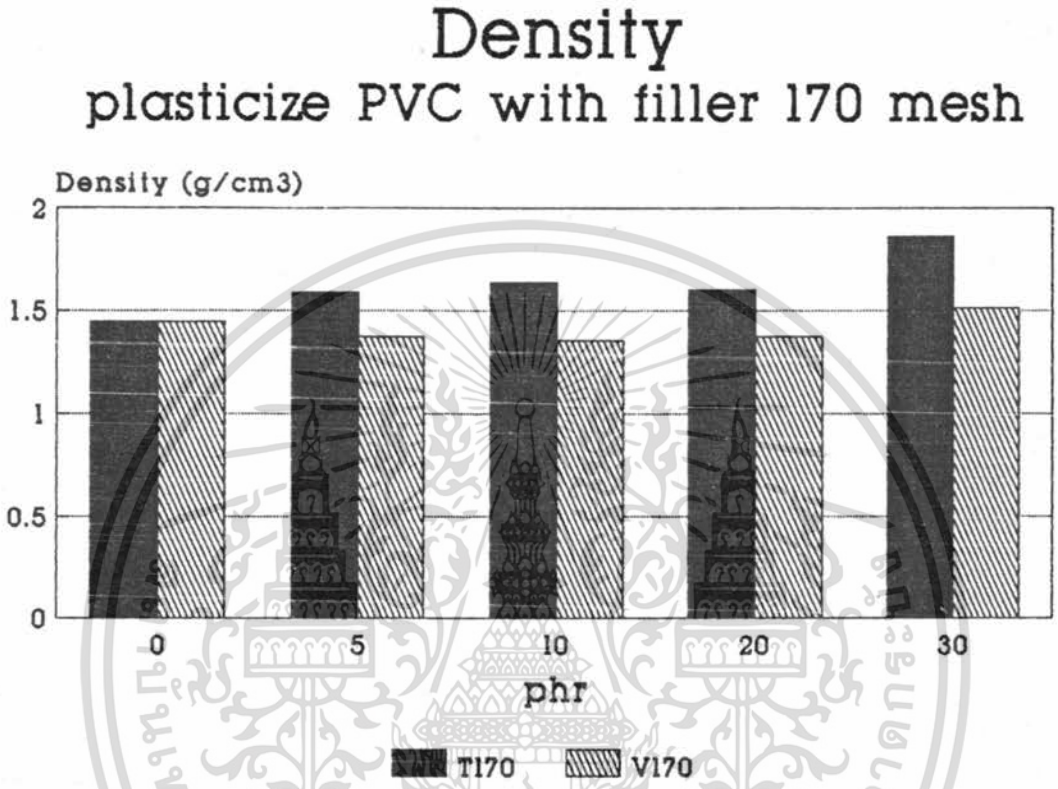
ที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 100 เมช ในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่น

สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ปริมาณ(phr)	ค่าความหนาแน่น(g/cm^3)
ไม่เติม	-	-	1.45
หญ้าสลาบหลวง	170	5	1.59
		10	1.64
		20	1.60
		30	1.86
หญ้าสลาบหลวง	100	5	1.38
		10	1.44
		20	1.44
ผักคบชวา	170	5	1.38
		10	1.36
		20	1.37
		30	1.51
ผักคบชวา	100	5	1.45
		10	1.52
		20	1.63

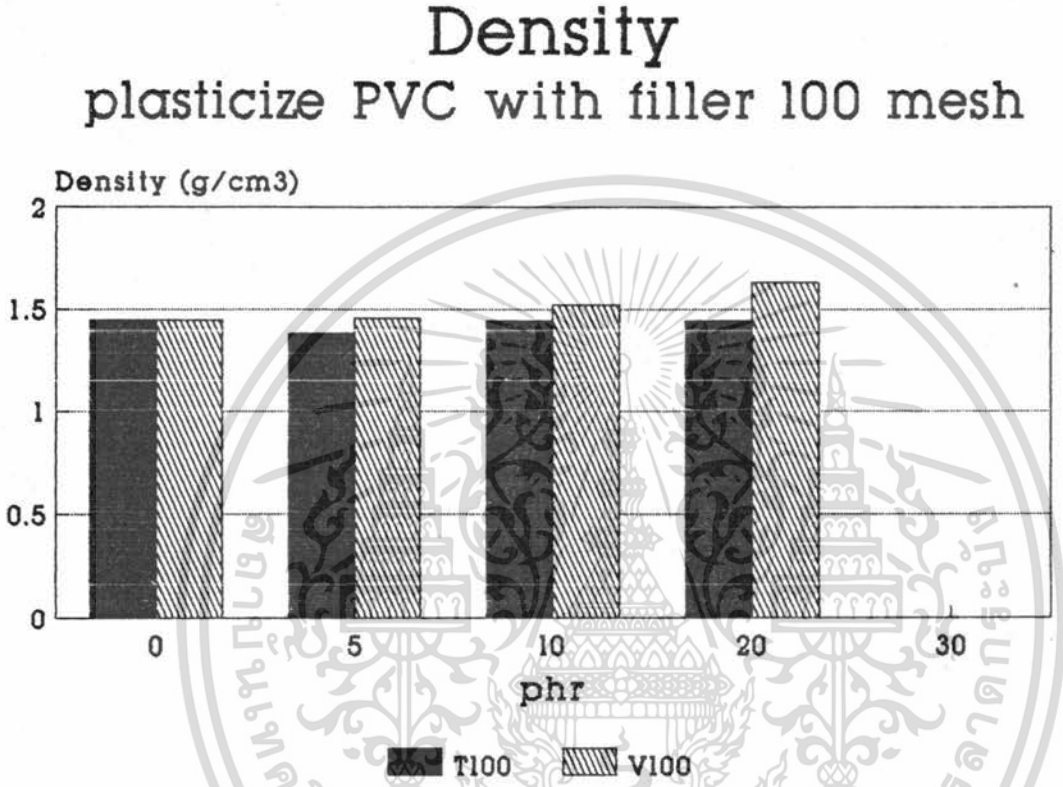
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่าความหนาแน่นของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติม

ที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 170 เมช ในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่าความหนาแน่นของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติม

ที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 100 เมช ในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

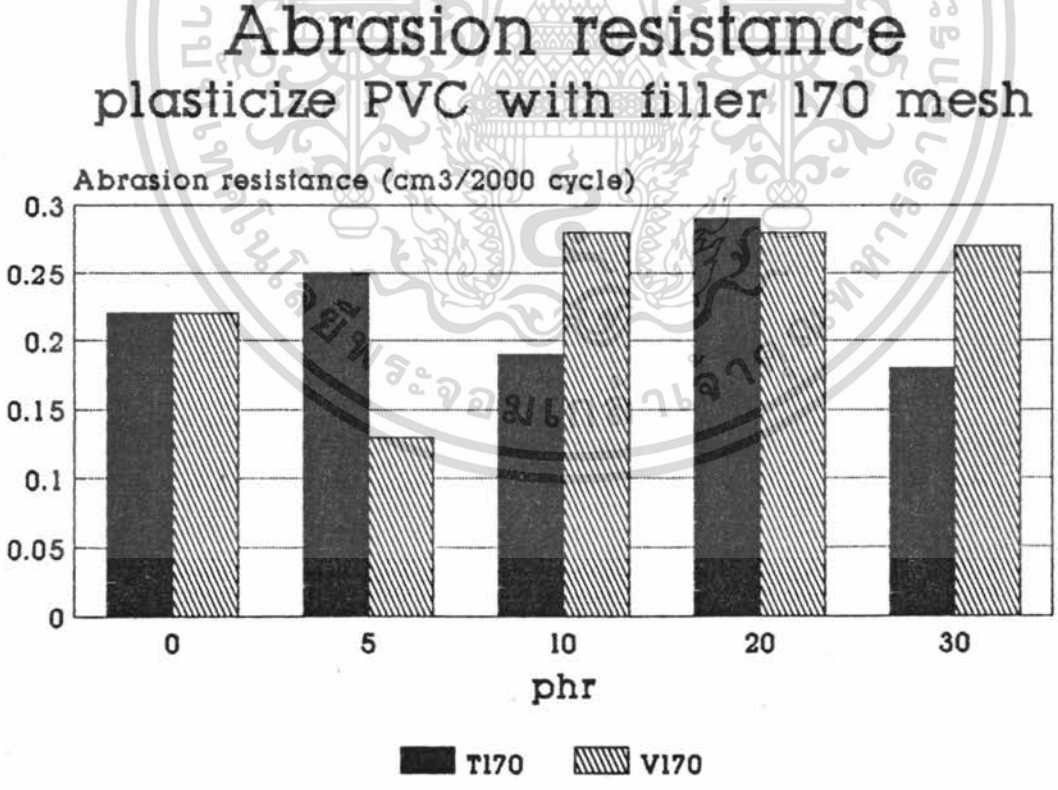
4.2.8 ผลการทดสอบหาค่าความทนทานการสึกหรอ

สารตัวเติม	ขนาด(เมช)	ปริมาณ(phr)	ความทนทานการสึกหรอ(cm^3)
ไม่เติม	-	-	0.22
หญ้าสลาบหลวง	170	5	0.25
		10	0.19
		20	0.29
		30	0.18
หญ้าสลาบหลวง	100	5	0.12
		10	0.30
		20	0.27
ผักตบชวา	170	5	0.13
		10	0.28
		20	0.28
		30	0.27
ผักตบชวา	100	5	0.15
		10	0.20
		20	0.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

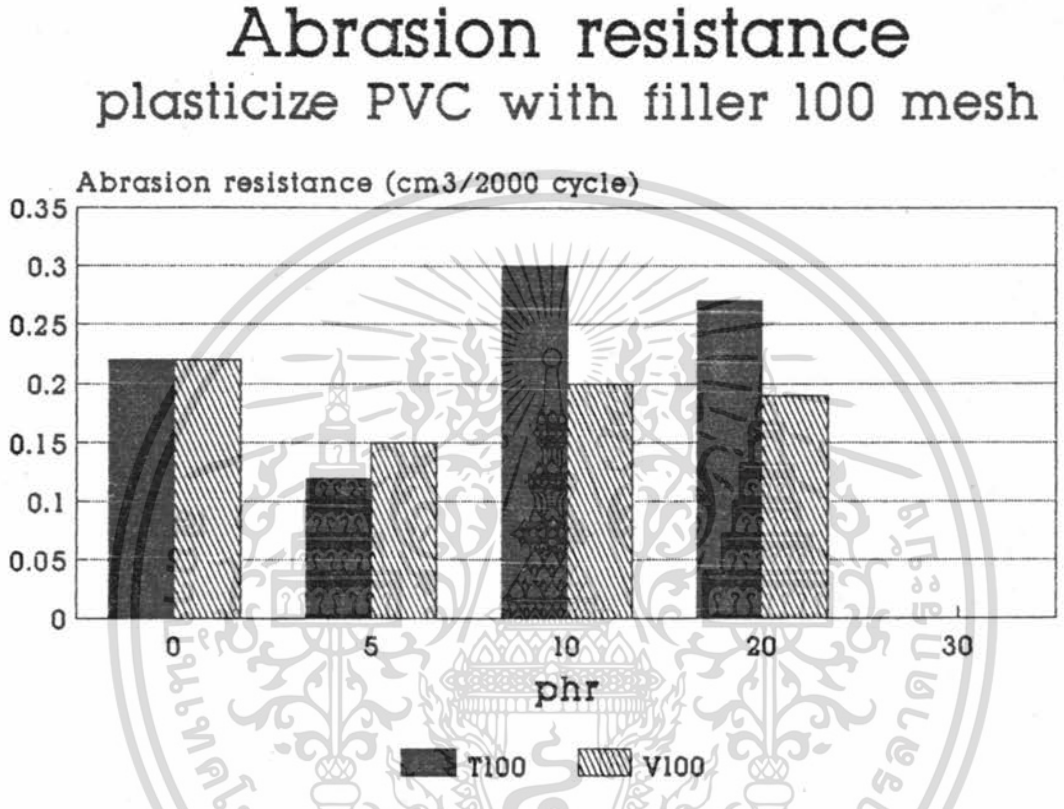
วิจารณ์ จากการทดลองพบว่าความทนทานการสึกหรอน่าจะมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณสารตัวเติมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจาก เมื่อยังไม่เติมสารตัวเติมผิวของชิ้นงานมีความเรียบ มากกว่าในขณะเติมสารตัวเติม ทำให้พื้นที่ผิวที่สัมผัสกับล้อขัดซึ่งมีความขรุขระมากมีค่าน้อย ความทนทานการสึกหรอจึงสูง แต่เมื่อเติมสารตัวเติม ผิวของชิ้นงานจะมีความขรุขระมากขึ้น พื้นที่ผิวสัมผัสกับล้อขัดก็มีมากขึ้นความทนทานการสึกหรอจึงต่ำลง (ค่าที่ได้เพิ่มขึ้น)

แต่การที่ผลที่ได้จากการทดลองไม่เป็นไปตามแนวโน้มที่ควรจะเป็น เนื่องจากเมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง ประสิทธิภาพของล้อขัดจะลดลง เพราะผงของชิ้นงานที่ถูกขัดจะไปอุดหรือติดอยู่ตามร่องของล้อขัด ทำให้พื้นที่ผิวที่ล้อขัดจะสัมผัสกับชิ้นงานมีน้อยลง ค่าที่ได้จึงผิดพลาดไป ดังนั้นหากเป็นไปได้ควรจะเปลี่ยนล้อขัดทุกครั้งที่เปลี่ยนชิ้นงาน



ค่าความทนทานการสึกหรอของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสมสารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 170 เมชในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค่าความทนทานการสึกหรอของพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ผสม

สารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวาขนาดอนุภาค 100 เมชในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. สารตัวเติมที่ทำจากหญ้าสลาบหลวง มีค่าความต่างจำเพาะมากกว่าสารตัวเติมที่ทำจาก ผักตบชวาทำให้พลาสติกที่เติมด้วยหญ้าสลาบหลวง มีค่าความหนาแน่นมากกว่าพลาสติกที่เติมด้วยผักตบชวาและพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติม นอกจากนี้พลาสติกที่เติมด้วยผักตบชวายังมีค่าความหนาแน่นต่ำกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติม

2. พลาสติกที่เติมสารตัวเติม จะให้ค่าความแข็งแรงดึงและค่าเปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาดต่ำกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติม และพลาสติกที่เติมด้วยหญ้าสลาบหลวงจะให้ค่าทั้งสองสูงกว่าพลาสติกที่เติมด้วยผักตบชวา

3. พลาสติกที่เติมสารตัวเติมจะให้ค่าอมดูลัสที่จุดขาดสูงกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติม และพลาสติกที่เติมด้วยผักตบชวาจะให้ค่าที่สูงกว่าพลาสติกที่เติมด้วยหญ้าสลาบหลวง

4. พลาสติกที่เติมสารตัวเติม จะให้ค่าความแข็งสูงกว่าพลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติม และพลาสติกที่เติมด้วยผักตบชวาจะให้ค่าที่สูงกว่าพลาสติกที่เติมด้วยหญ้าสลาบหลวง

5. พลาสติกที่เติมสารตัวเติมมีความทนทานการสึกหรอต่ำกว่า พลาสติกที่ไม่เติมสารตัวเติม และพลาสติกที่เติมด้วยผักตบชวามีความทนทานการสึกหรอต่ำกว่าพลาสติกที่เติมด้วยหญ้าสลาบหลวง

6. ลักษณะพื้นผิวของหญ้าสลาบหลวงมีความขรุขระมากกว่าพื้นผิวของผักตบชวา

8. จากข้อมูลค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิตพื้นรองเท้าชั้นคุณภาพที่ 1 ในภาคผนวกพบว่า

– ค่าความแข็งแรงดึงที่จุดขาดของพลาสติกที่ผสมสารตัวเติมทั้งสองชนิด ทุกปริมาณมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– ค่า เปอร์เซ็นต์การยืดที่จุดขาดของพลาสติกที่ผสมสารตัว เติมทั้งสองชนิด ทุกปริมาณมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

– ค่าความหนาแน่นของพลาสติกที่ผสมสารตัว เติมทั้งสองชนิด ทุกปริมาณมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐาน

– ความทนทานการสึกหรอของพลาสติกที่ผสมสารตัว เติมทั้งสองชนิดทุกปริมาณมีความทนทานการสึกหรอดีกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์พื้นรอง เท้า

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพลาสติไซส์พอลิไวนิลคลอไรด์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ โดยการผสมสารตัว เติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวงและผักตบชวา สามารถนำไปผลิตเป็นพื้นรอง เท้าได้ แต่ควรมีการปรับปรุงคุณสมบัติในด้านอื่น ๆ เช่น ความทนทานต่อการหักงอ ความทนทานในการรับแรงกระแทก ความสามารถในการต้านทานน้ำ และกรด-ด่าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการใช้เครื่องบดสองลูกกลิ้งผสมพลาสติก จะกระทำที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้มากเกินกว่านี้ สารตัวเติมจะเกิดการไหม้ หรือนำพลาสติกที่ผสมสารตัวเติมแล้วกลับมาหลอมใหม่อีกครั้งไม่ได้ จึงควรผสมสารบางชนิดลงไปเคลือบผิวของสารตัวเติม โดยสารนั้นควรมีคุณสมบัติหลอมเหลวที่อุณหภูมิผสม และมีสมบัติเป็นสารหล่อลื่นได้ด้วย

2. การวิจัยในขั้นต่อไป ควรมีการใช้สารช่วยกระจายตัว และสารเชื่อมโยงลงไปเพื่อให้สารตัวเติมกระจายตัวและรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับพลาสติกได้ดีขึ้น

3. ควรมีการกำหนดจุดประสงค์ในการวิจัยว่า พลาสติกที่นำกลับมาใช้ใหม่ต้องการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใดและมีการทดสอบตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น เพื่อนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้จริง

4. สรุปได้ว่าผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ผลิตพื้นรองเท้าได้ แต่ควรมีการผสมสารต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านอื่น ๆ เช่น ผสมสารช่วยลดรอยแตกที่ผิวหน้าชิ้นงาน , ผสมสารเพิ่มความสามารถการหักงอ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณเซลลูโลสในสารตัวเติม

1. การสกัดเรซิน

ชั่งน้ำหนักสารตัวเติมให้แน่นอนแล้วเติมลงใน Soxlet apparatus สกัดด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายใสใช้เวลา 2 ชั่วโมง

สกัดด้วยคลอโรฟอร์มอีกครั้ง จนได้สารละลายใสใช้เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารตัวเติมที่สกัดเอาเรซินออกแล้วมาอบให้แห้ง

2. การฟอกเซลลูโลส

นำสารตัวเติมที่ผ่านการอบให้แห้งแล้วมาเติมกรดอะซิติก 3 มิลลิลิตร และน้ำ 800 มิลลิลิตรให้ความร้อนและคนตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเติมโซเดียมคลอไรท์ 7 กรัม คนสารละลายตลอดเวลาประมาณ 40 นาที นำสารละลายที่ได้ไปกรองภายใต้สุญญากาศ ทำการฟอกอีกครั้งจนได้สารละลายใส จะได้เส้นใยเซลลูโลสสีขาว นำไปอบให้แห้งชั่งน้ำหนักที่แน่นอน แล้วคำนวนหาปริมาณเซลลูโลส

3. ผลการหาปริมาณเซลลูโลส

ตารางแสดงผลการหาปริมาณเซลลูโลส

สารตัวเติม	น้ำหนักสารตัวเติม(กรัม)		เปอร์เซ็นต์เซลลูโลส
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
หญ้าสลาบหลวง	6.052	2.937	48.53
ผักตบชวา	3.371	2.401	71.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาปริมาณเซลลูโลสในสารตัวเติม

สารตัวเติมที่ได้จากหญ้าสลาบหลวง

น้ำหนักหญ้าสลาบหลวง = 6.052 กรัม

น้ำหนักเซลลูโลสที่ได้ = 2.937 กรัม

คิดเป็นปริมาณเซลลูโลส = (2.937 x 100)/(6.052)

= 48.53 เปอร์เซ็นต์

สารตัวเติมที่ได้จากผักตบชวา

น้ำหนักผักตบชวา = 3.371 กรัม

น้ำหนักเซลลูโลสที่ได้ = 2.401

คิดเป็นปริมาณเซลลูโลส = 71.23 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Sample	/.(	"(	Elongation at break	Modulus	Hardness	MP
R.	5	117.0187	137.5	86.5591	86.5	1.2855
100		135.2792	137.5	88.3649	80	1.1664
mesh		133.1749	137.5	86.8545	86	1.5997
					85	1.2498
					85	1.5997
					86	
					87	
					91.5	
					85.5	
					86	
Aver.		129.1576	137.5	87.26616	84.85	1.38022
SD.		7.220571	0	0.800203	2.156965	0.183326
R.	10	117.1199	93.75	101.4002	87.5	1.222
100		97.7976	56.25	101.4114	87	1.3843
mesh		113.7656	56.25	101.4117	87	1.5552
					87.5	1.6247
					88	1.4283
					87.5	
					86.5	
					88	
					88	
					87.5	
Aver.		109.5610	68.75	101.4077	87.45	1.4429
SD.		8.429970	17.67766	0.005351	0.471699	0.140076
R.	20	118.5287	100	105.4119	88.5	1.2498
100		122.3554	100	104.1208	89	1.5997
mesh		116.2612	100	107.1105	87	1.4283
					87	1.4997
					89	1.4442
					88.5	
					89.5	
					87.5	
					88	
					89.5	
Aver.		119.0484	100	105.5477	88.35	1.44434
SD.		2.514943	0	1.224313	0.895823	0.114284
M.	5	120.6958	125	96.557	75.5	1.4997
100		137.6231	137.5	92.8168	82	1.4283
mesh		133.8915	137.5	97.3756	83.5	1.2855
					85	1.5552
					84	1.4997
					84.5	
					84	
					85	
					86	
					85	
					86	
					84	
Aver.		130.7368	133.3333	95.58313	83.70833	1.45368
SD.		7.261655	5.892556	1.984435	2.688388	0.093242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M.		[illegible]	[illegible]	[illegible]	90	1.[illegible]
100		136.1693	[illegible]	99.0332	89	[illegible]
mesh		136.6063	[illegible]	99.[illegible]	88.5	1.5997
					89	1.7497
					90	1.7497
					88.5	
					89	
					88	
					88	
Aver.		131.5244	129.1666	102.2155	88.88888	1.51972
SD.		6.880199	11.78511	4.279209	0.698322	0.233169
M.	20	92.6561	75	108.2441	86	1.3331
100		87.6737	75	108.2412	87.5	1.9996
mesh		98.6797	87.5	108.2436	88	1.9996
					86	1.4997
					86.5	1.3331
					88	
					89	
					88.5	
					88	
					86	
Aver.		93.00316	79.16666	108.2426	87.55	1.63302
SD.		4.499877	5.892556	0.001184	0.986154	0.305430
R.	5	103.522	150	69.0147	96.2	1.7497
170		120.954	100	120.954	83.5	1.4997
mesh		135.262	210	57.5972	82.3	1.6306
		131.163	180	92.8683	86.6	1.364
		136.097	200	68.0485	84	1.9347
		105.033	155	100.0314	82.7	1.7653
		108.648	100	108.648	86	1.3715
		107.127	140	76.5193	84	1.4115
		108.211	160	67.6319	83	
		102.625	150	68.4167		
Aver.		115.8642	154.5	82.973	84.25555	1.590875
SD.		12.95185	34.67347	20.10238	1.521776	0.198597
R.	10	97.627	40	244.0675	84.8	1.7689
170		103.847	65	159.7646	84.8	2.1067
mesh		127.841	120	106.5342	84	1.369
		116.124	120	116.124	84.5	1.4135
		117.974	100	96.7701	84.3	1.7587
		110.421	110	100.3827	85	1.5464
		107.527	110	97.7518	85.6	1.4883
		99.123	110	90.1118	86	1.6287
		127.411	130	98.0085	86.1	
		112.639	110	102.3991		
		114.042	120	95.035		
		96.015	100	96.015		
Aver.		110.8825	102.9166	116.9136	85.01111	1.635025
SD.		10.19648	24.53384	42.19075	0.670165	0.218927

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[illegible]	20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
70		84.3442	[illegible]	[illegible]	86.8	1.47
mesh		95.7412	120	79.7843	87	1.4535
		81.6401	60	136.0668	88.5	1.3293
		88.0592	60	146.7653	88.3	1.351
		83.9454	70	119.922	88.6	1.7704
		98.6972	100	98.6972	90.1	1.9783
		82.378	70	117.6829	89.8	1.4739
		74.4129	50	148.8258	89.4	
		83.9377	70	119.911		
		94.1821	110	85.6201		
		73.4066	50	146.8132		
Aver.		87.29521	73.33333	127.2561	88.4	1.600673
SD.		8.300247	22.85218	29.16721	1.012697	0.130546
R.	30	78.5083	60	130.8472	90.4	1.483
170		82.3018	50	164.6036	90.9	1.0992
mesh		84.4327	60	140.7212	91.2	1.9434
		85.4418	60	142.403	91	1.3486
		91.6393	65	140.9835	90.4	3.615
		85.6077	60	142.6795	84.2	2.428
		88.6656	55	161.2102	85.9	1.3735
		73.169	50	146.338	85.2	1.6029
		82.144	60	136.9067	85.8	
		76.5971	50	153.1942		
		68.2128	30	227.376		
		78.7853	40	196.9633		
Aver.		81.29211	53.33333	157.0188	88.33333	1.8617
SD.		6.337819	9.646530	27.05077	2.662056	0.746366
M.	5	127.551	150	85.034	79	1.2485
170		113.288	85	133.280	82.5	1.4014
mesh		126.649	130	97.422	82.5	1.4231
		115.725	100	115.725	85	1.3482
		113.035	115	98.291	85.2	1.4599
		117.964	115	102.578	85	1.3666
		108.513	100	108.513	86.5	1.3348
		126.460	125	101.168	85	1.4215
		134.190	135	99.400	82.5	
		119.611	105	113.915	85.2	
		126.151	125	100.921	84.5	
		125.472	130	96.517	84.5	
Aver.		112.884	117.917	104.397	83.95	1.3755
SD.		7.317	17.376	11.704	1.775938	0.060342
M.	10	119.562	115	103.967	88.5	1.3504
170		105.032	60	175.053	87	1.251
mesh		117.830	115	102.461	88.5	1.3138
		110.926	75	147.902	87.5	1.1163
		90.795	40	226.987	88.5	1.3868
		122.388	110	111.262	86.5	1.7422
		122.193	110	111.084	86.5	1.2672
		104.854	100	104.854	88	1.4345
		123.522	110	112.293	88	
		120.448	110	109.498	87	
		109.286	100	109.286	82.5	
		115.216	105	109.730	85.5	
Aver.		113.504	95.833	127.031	87	1.357775
SD.		9.746	25.259	36.517	1.626601	0.165135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา

		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
170		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
mesh		108.3502	[illegible]	[illegible]	86	1.4248
		113.1977	100	113.1977	87	1.2513
		[illegible]	50	164.4693	86	1.5464
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.3435
		[illegible]	75	298.185	87	1.3644
		101.6553	65	156.3935	87	1.1533
		98.4769	80	123.1202	86.5	
		93.9177	50	187.8354	84.5	
		86.5672	45	192.3712	85	
		107.6129	70	153.7327	85.5	
Aver.		99.99613	62.5	174.0129	86.20833	1.372725
SD.		9.245361	21.93741	48.24790	0.761874	0.122794
M.	30	77.7886	20	388.943	87	1.516
170		72.6401	20	363.2005	88	1.548
mesh		61.2581	40	203.1378	84	1.601
		76.0316	35	217.2331	86	1.291
		92.7951	40	231.9878	86	1.772
		87.6011	25	350.4044	87	1.525
		77.3702	35	221.0577	87	1.345
		84.1468	25	336.5872	84.5	1.4997
		81.5025	30	271.675	84	
		92.8595	20	464.2975	85	
		79.456	40	198.64	86	
		74.2147	20	371.0735	83	
Aver.		81.47177	29.16666	301.5197	85.625	1.512212
SD.		6.438047	8.122326	84.64047	1.404512	0.125460

R. คือ หญ้าสลาบหลวง

M. คือ ผักตบชวา

TS. คือ ค่าความแข็งแรงดึง

Elongation at break คือเปอร์เซนต์การยืดที่จุดขาด

Modulus คือ ค่ามอดูลัสที่จุดขาด

Hardness คือค่าความแข็ง

GP. คือ ค่าความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hematin $C_{34}H_{32}N_4O_4FeOH$. The hydroxide of heme (q.v.). Not to be confused with hematein.
Properties: Blue to brown-black powder; decomposes at 200° C without melting; soluble in alkalies; hot alcohol or ammonia; slightly soluble in hot pyridine; insoluble in water, ether and chloroform.
Derivation: By dissolving hemin in dilute potassium hydroxide, precipating with acetic acid and recrystallizing from pyridine.
Use: Biochemical research.

hematite, red (red iron ore; bloodstone). Iron oxide (Fe_2O_3), with impurities.
Properties: Brilliant black to blackish red or brick red mineral with brown to cherry red streak and metallic to dull luster. Sp. gr. 4.9–5.3; Mohs hardness about 6. Noncombustible, except as powder.
Hazard: A known carcinogen (OSHA).
Uses: The most important ore of iron. Also certain varieties are used as paint pigments and for rouge.
See also iron oxide reds and ferric oxide.

hematoporphyrin $C_{34}H_{38}O_6N_4$. Deep red crystals; soluble in alcohol; sparingly soluble in ether; insoluble in water. Obtained from hemin or hematin by the action of strong acids. It is nontoxic and is reported to be preferentially absorbed by cancerous tissues, making them fluoresce under ultraviolet light.
Use: Medicine (antidepressant).

hematoxylin $C_{16}H_{14}O_6 \cdot 3H_2O$.
Properties: Slightly yellow crystals, turning red in light; m.p. 100–120° C; soluble in hot water and alcohol, in glycerol, and in alkali hydroxides.
Hazard: May be carcinogenic.
Uses: Colorant in inks; biological stains.

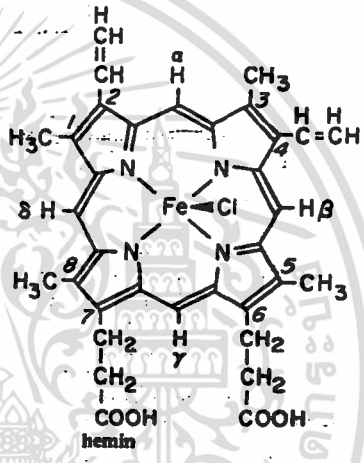
heme (hem) $C_{34}H_{32}FeN_4O_4$. The nonprotein portion of hemoglobin and myoglobin, consisting of reduced (ferrous) iron bound to protoporphyrin (see porphyrin, hemin).
Use: Medical and biochemical research.

hemel. Generic name for hexamethylmelamine (HMM) $C_3N_3[N(CH_3)_2]_3$(cyclic).
Properties: Solid; insoluble in water; soluble in acetone.
Use: Chemosterilant for insects.

hemicellulose. Cellulose (q.v.) having a degree of polymerization of 150 or less. A collective term for beta and gamma cellulose. It is that portion of holocellulose that is soluble in mild caustic solution. The pure form is obtained from corn grain hulls. It is not an important component of cellulosic products and is of chiefly theoretical interest. Hemicellulose obtained by treating a mixture of hard- and softwoods with steam has been used as an animal feed supplement.

hemimellitene (1,2,3-trimethylbenzene) $C_6H_3(CH_3)_3$. Liquid; sp. gr. 0.8944 (20/4° C); f.p. −25.5° C; b.p. 176° C. Insoluble in water; soluble in alcohol. Occurs in some petroleums. Combustible.

hemin (Teichmann's crystals) $C_{34}H_{32}N_4O_4FeCl$. The chloride of heme.
Properties: Crystals which are brown by transmitted light and steel blue by reflected light. Sinters at 240° C. Freely soluble in ammonia water; soluble in strong organic bases; insoluble in carbonate solutions, dilute acid solutions; insoluble but stable in water.
Derivation: By heating hemoglobin with acetic acid and sodium chloride.
Use: Identification of blood stains; biochemical research.



hemin

hemoglobin (Hb) The respiratory protein of the red blood cells; it transfers oxygen from the lungs to the tissues and carbon dioxide from the tissues to the lungs. Its affinity for carbon monoxide is over 200 times that for oxygen. M.w. = 65,000.

Hemoglobin is a conjugated protein consisting of approximately 94% globin (protein portion) and 6% heme (q.v.). Each molecule can combine with one molecule of oxygen to form oxyhemoglobin (HbO_2). The iron (in the heme portion) must be in the reduced (ferrous) state to enable the hemoglobin to combine with oxygen.

Oxyhemoglobin is available commercially as a brownish red powder or crystals; soluble in water. Used in medicine; usually called hemoglobin.

hemp. Soft, white fibers, 3–6 ft long, obtained from the stems of Cannabis sativa. It is coarser than flax but stronger, more glossy, and more durable than cotton. Combustible, not self-extinguishing. See also abaca.
Sources: Central Asia, Italy, U.S.S.R., India, U.S.
Hazard: May ignite spontaneously when wet.
Use: Blended with cotton or flax in toweling and heavy fabrics; twine; cordage; packing.
See also cannabis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aluminum, nickel, and cobalt which has outstanding properties as a permanent magnet.

aloin (barbaloin). A mixture of active principles obtained from aloe. Varies in properties according to variety used.
Properties: Yellow crystals with bitter taste: darkens on exposure to air; odorless or slight odor of aloe; about 60% soluble in pyridine; slightly soluble in water and organic solvents.
Grades: Technical.
Containers: Barrels; drums; kegs.
Uses: Medicine; proprietary laxatives; electroplating baths; fermentation.

"Alon."[275] Trademark for a fumed alumina.
Properties: Powder with surface area of 100 square meters per gram. Isoelectric point at pH 9.1.
Derivation: Flame hydrolysis of aluminum chloride.
Uses: Spinning aid for textiles, especially wool; paper making; antistatic agent; armature cores; hair sprays; reinforcement of elastomers; hydrophilic and thickening agent.

"Alox."[117] Trademark for a series of oxygenated hydrocarbons derived from the controlled, liquid phase, partial oxidation of petroleum fractions. Each consists of mixtures of organic acids and hydroxy acids, lactones, esters, and unsaponifiable matter. Esters, amines, amides and metal soap derivatives are also available.
Containers: Up to tank car lots.
Uses: Corrosion inhibitors; film-forming rust preventives; lubricity agents; emulsifiers.

"Aloxite."[280] Trademark for aluminum oxide made by fusing materials high in alumina, such as bauxite, and for articles made therefrom.
Containers: Multiwall paper sacks.
Uses: Abrasive grains and powders; grinding wheels; stones; razor hones; refractory cements; filter plates and tubes; diffuser plates and tubes; porous undergrain plates and coated abrasive products.

alpaca. A natural fiber obtained from a South American animal similar to the llama. Properties resemble those of wool. Used for specialty clothing and also blended with polyester. Combustible.

"Alpco."[271] Trademark for a series of high-melting mineral waxes and resins, used for carbon paper, inks, polishes, paper, plasticizers, surfactants, dispersants, casting waxes and surface coatings.

"Alperox" C.[154] Trademark for lauroyl peroxide (96.5% min.).

alpha (α) (1) A prefix denoting the position of a substituting atom or group in an organic compound. The Greek letters alpha, beta, gamma, etc., are usually not identical with the IUPAC numbering system, 1, 2, 3, etc., since they do not start from the same carbon atom. However, alpha and beta are used with naphthalene ring compounds to show the 1 and 2 positions, respectively. Alpha, beta, etc. are also used to designate attachment to the side chain of a ring compound.
(2) Both a symbol and a term used for relative volatility in distillation.
(3) Symbol for optical rotation (q.v.).
(4) A form of radiation consisting of helium nuclei. See alpha particle.
(5) The major allotropic form of a substance, especially of metals, e.g., alpha-iron.

alpha-cellulose. The major component of wood and paper pulp. It is that portion of holocellulose that is insoluble in strong NaOH solution. See also cellulose.

alpha particle. A helium nucleus emitted spontaneously from radioactive elements, both natural and man-made. Its energy is in the range of 4 to 8 MeV, and is dissipated in a very short path, i.e., in a few centimeters of air or less than 0.005 mm of aluminum. It has the same mass (4) and positive charge (2) as the helium nucleus. Accelerated in a cyclotron, alpha particles can be used to bombard the nuclei of other elements. See also helium; decay, radioactive.

"Alphazurine."[243] Trademark for triphenylmethane acid blues.

"Alsilox."[468] Trademark for a fusion product of 1% alumina, 65% litharge, and 34% silica; used in ceramics. Available in various particle sizes.

"Altax."[265] Trademark for benzothiazyl disulfide.
Properties: Cream to light yellow powder; sp. gr. 1.51 ± .03; moderately soluble in benzene, carbon disulfide, chloroform; insoluble in water, dilute caustic, gasoline.
Uses: Primary accelerator in natural and nitrile rubber and SBR; plasticizer and vulcanization retarder in neoprene Type G; cure modifier in neoprene Type W; oxidation cure activator in butyl. For extruded and molded goods, tire and tubes, wire and cable, sponge.

altheine. See asparagine.

alum. See aluminum ammonium sulfate, aluminum potassium sulfate, aluminum sulfate.

"Alumalith."[250] Trademark for amblygonite (q.v.).

alum, burnt (alum, dried) $AlNH_4(SO_4)_2$ or $AlK(SO_4)_2$. Aluminum ammonium sulfate or aluminum potassium sulfate heated just sufficiently to drive off the water of crystallization.
Properties: White, odorless powder; sweetish taste. Absorbs moisture on exposure to air. Soluble in hot and slowly soluble in cold water; insoluble in alcohol.
Use: Medicine (astringent).

alum, chrome. See chromium-potassium sulfate.

alum, chrome ammonium. See chromium-ammonium sufate.

"Alumel."[166] Trademark for an alloy consisting of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3-pentanol (sec-n-amyl alcohol; 1-ethyl-1propanol; diethyl carbinol) $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3$.
Properties: Colorless liquid; sp. gr. 0.82 (20°C); freezing point less than −75°C; b.p. 115.6°C; wt/gal 6.81 lb; refractive index 1.41 (20°C). Flash point (C.C.) 94°F (34.4°C); autoignition temp. 650°F (343°C). Soluble in alcohol and ether; slightly soluble in water.
Containers: Drums; tank cars.
Hazard: Moderate fire risk; irritant to eyes, nose and throat.
Uses: Solvent; flotation agent; pharmaceuticals.

2-pentanone. See methyl propyl ketone.

3-pentanone. See diethyl ketone.

penta resin. Ester gum made from rosin and pentaerythritol.

pentasodium diethylenetriaminepentaacetate. A sodium salt of diethylenetriaminepentaacetic acid (q.v.).
Use: A chelating agent.

pentasodium triphosphate. See sodium tripolyphosphate.

n-pentatriacontane $C_{35}H_{72}$ or $CH_3(CH_2)_{33}CH_3$.
Properties: Crystals; sp. gr. 0.782 at 75°C; b.p. 331°C at 15 mm; m.p. 75°C. Combustible; low toxicity.
Use: Organic synthesis.

pentazocine $C_{19}H_{27}NO$ (2-dimethylallyl-5,9-dimethyl-2'-hydroxy-benzomorphan). A synthetic drug claimed to be as effective as morphine but without its addictive properties. Has a noncumulative effect. FDA approval.

"Pentecat L."[230] Trademark for a 50% aqueous solution of lithium naphthenate.
Use: Alcoholysis catalyst in alkyd varnish cooking.

1-pentene (alpha-n-amylene; propylethylene) $CH_3CH_2CH_2CH{:}CH_2$.
Properties: Colorless liquid; soluble in alcohol; insoluble in water; f.p. −165°C; b.p. 30°C; sp. gr. 0.6410 (20°C); flash point 0°F (−17.7°C) (open cup); autoignition temp. 523°F (272°C).
Derivation: Natural gasoline.
Hazard: Flammable, dangerous fire risk. Moderately toxic by ingestion, inhalation, and skin absorption.
Uses: Organic synthesis; blending agent for high octane motor fuel.
Shipping regulations: (Rail, Air) Flammable Liquid label.

2-pentene (beta-n-amylene, sym-methylethylethylene) $CH_3CH_2CH{:}CHCH_3$. Mixed cis- and trans-isomers are available commercially.
cis-isomer.
Properties: B.p. 37°C; f.p. −180°C; sp. gr. 0.656 (20/4°C); flash point 0°F (−17.7°C). Soluble in alcohol; insoluble in water.
Grades: Technical; 95.0 mole %.
trans-isomer.
Properties: B.p. 36.4°C; f.p. −139°C; sp. gr. 0.6482 (20°C); soluble in alcohol; insoluble in water. Flash point 0°F (−17.7°C).
Derivation: Natural gasoline.
Hazard: Flammable; dangerous fire risk.
Uses: Polymerization inhibitor; organic synthesis.
Shipping regulations: See 1-pentene.

"Pentergent" T.[309] Trademark for a complete detergent containing alkyl, aryl, and fatty alcohol sulfonate with required alkali. Used in textile industry.

"Pentex."[248] Trademark for tetrabutylthiuram monosulfide (q.v.).
Uses: Rubber accelerator. When mixed with 87.5% clay, it is used for sponge rubbers and called "Pentex Flour."

"Pentite."[62] Trademark for tetra(diphenylphosphito)pentaerythritol. See pentaerythritol tetrakis-(diphenyl phosphite).

pentlandite (Fe, Ni)S.
Properties: Light bronze-yellow mineral; metallic luster. Contains 35.57% of nickel. Soluble in nitric acid. Sp. gr. 4.6–5. Hardness 3.5–4.
Occurrence: Canada (Ontario), Norway.
Use: Nickel ore.

pentobarbital $C_{11}H_{18}O_3N_2$. 5-Ethyl-5-(1-methylbutyl)barbituric acid. See barbiturate.

pentolinium tartrate $C_{23}H_{42}N_2O_{12}$. Pentamethylene-1,1-bis(1-methylpyrrolidinium bitartrate).
Properties: White to light cream-colored, crystalline powder; slightly soluble in alcohol; insoluble in ether, chloroform; very soluble in water; pH of 1% solution in water is 3.0–4.0. Decomposes 203°C.
Use: Medicine (antihypertensive).

pentolite. A high explosive, consisting of equal parts of pentaerythritol tetranitrate and trinitrotoluene (q.v.).
Hazard: Dangerous; explodes on shock or heating.
Shipping regulations: (Rail) Explosive A label. Not acceptable passenger. (Air) Not acceptable.

"Penton."[266] Trademark for a thermoplastic resin derived from 3,3-bis(chloromethyl)oxetane

$(CH_2Cl)_2\overline{CCH_2OCH_2}$. A chlorinated polyether.
Properties: A linear polymer extremely resistant to chemicals, and to thermal degradation at molding and extrusion temperatures; sp. gr. 1.4; self-extinguishing; dimensionally stable; very low water absorption, outstanding chemical resistance. Natural, black or olive green molding powder. Finely divided powder for coatings.
Uses: Solid and lined valves, pumps, pipe and fittings; monofilament for filter supports and column packing.

pentosan. A complex carbohydrate (hemicellulose) present with the cellulose in many woody plant tissues, particularly cereal straws and brans; characterized by hydrolysis to give five-carbon-atom

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sugars (pentoses). Thus the pentosan xylan yields the sugar xylose ($HOH_2C \cdot CHOH \cdot CHOH \cdot CHOH \cdot CHO$) which is dehydrated with sulfuric acid to yield furfural ($C_5H_4O_2$).

pentose. General term for sugars with five carbon atoms per molecule.

"Pentothal."[3] Trademark for sodium thiopental; a barbiturate. See thiopental sodium.

"Pentox."[495] Trademark for a pale liquid, polyglycidyl ether which can be converted by suitable curing agents into a solid, insoluble state. An aliphatic liquid epoxy resin for air-drying solventless two-component finishes. Can also be used in formulating solventless one coat systems on concrete, wood, metal, etc.

pentyl. Synonym for the amyl group, C_5H_{11}-.

pentyl acetate. See amyl acetate.

pentylamine. See n-amylamine.

alpha-pentylcinnamaldehyde. See alpha-amylcinnamic aldehyde.

p-tert-pentylphenol (p-tert-amylphenol) $C_{11}H_{15}OH$
Properties: Crystalline solid; m.p. 95°C; b.p. 261°C; sp. gr. (20/4) 0.962; insoluble in water; soluble in organic solvents.
Derivation: Condensation of tert-pentanol with phenol with aluminum chloride catalyst.
Uses: Pesticide intermediate; oil-soluble resin manufacture; may be useful as germicide and fumigant.

peppermint oil. Essential oil with strong aromatic odor and taste; levorotatory. Chief component is menthol. Used to flavor mouth washes, chewing gum, liqueurs, toothpastes. Source of menthol.

pepsin (pepsinum).
Properties: A digestive enzyme of gastric juice. White or yellowish-white powder or lustrous transparent or translucent scales; should have no odor; converts proteins into albumoses and peptones. Soluble in water; insoluble in alcohol, chloroform and ether.
Derivation: From the glandular layer of fresh hogs' stomachs.
Grades: Technical; N.F.
Uses: Medicine (digestive ferment); substitute for rennet in cheese making.

pepsinogen. An inactive precursor of pepsin (q.v.).

peptidase. See protease.

peptide. See polypeptide.

peptization. Stabilization of hydrophobic colloidal sols by addition of electrolytes, which provide the necessary electric double layer of ionic charges around each particle. Such electrolytes are known as peptizing agents. The ions of the electrolyte are strongly adsorbed on the particle surfaces. Stable sols of non-ionizing substances acquire a charge in contact with water by preferential adsorption of the hydroxyl ions, which may be considerd peptizing agents. The term is also loosely applied to the softening or liquefaction of one substance by trace quantities of another, analogous to the digestion of a protein by an enzyme (pepsin).

peptone.
Properties: (a) From albumin: White or pale yellow, amorphous powder. (b) From meat: Light brown, amorphous powder. (c) From milk: Light brown powder. Soluble in water; insoluble in alcohol or ether.
Derivation: (a) By digestion of egg albumin by pepsin and a small quantity of dilute hydrochloric acid at 38–40° C (body temperature). (b) By digestion of red meat with pancreatin at body temperature. (c) By digestion of casein.
Grades: Technical; reagent.
Uses: Preparation of nutrient media in bacteriology; nutrient.

per-. A prefix signifying complete or extreme, and specifically denoting: (1) a compound containing an element in its highest state of oxidation, as perchloric acid; (2) presence of the peroxy group, —O—O—, as peracetic and perchromic acids; (3) exhaustive substitution or addition, as perchloroethylene.

peracetic acid (peroxyacetic acid) CH_3COOOH.
Properties: Colorless liquid; strong odor; b.p. 105° C; f.p. (approx.) −30° C; sp. gr. (20° C) 1.15; flash point (open cup) 105° F (40.5° C). Soluble in water, alcohol, sulfuric acid. Strong oxidizing agent.
Derivation: (a) oxidation of acetaldehyde; (b) reaction of acetic acid and hydrogen peroxide with sulfuric acid catalyst.
Grades: Technical; 40% solution in acetic acid.
Containers: 65-lb glass carboys; 250-lb aluminum drums.
Hazard: Strong irritant. Oxidizing material; dangerous in contact with organic materials. Explodes at 110° C.
Uses: Bleaching textiles, paper, oils, waxes, starch; polymerization catalyst; bactericide and fungicide, especially in food processing; epoxidation of fatty acid esters and epoxy resin precursors; reagent in making caprolactam; synthetic glycerol.
Shipping regulations: (Rail, Air) (Solution, Not over 40% peracetic acid and not over 6% hydrogen peroxide): Organic Peroxide label. (Air) (Solution, over 40% peracetic acid and over 6% hydrogen peroxide): Not acceptable.

per-acids. Derivatives of hydrogen peroxide, the molecules of which contain one or more directly linked pairs of oxygen atoms, —O—O—. See per-(2). Examples are persulfuric, perchromic, peracetic acids. Permanganic, perchloric, and periodic acids are not per-acids in this sense. See per-(1).

"Perapret."[440] Trademark for finishing agents and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sition and structure of bones, blood, muscle, and other animal and vegetable tissues. It is also applied to study of the action of herbicides, defoliants, etc. See also cytochemistry.

histone. Any of several proteins of low molecular weight (12,000–20,000) occurring in cell nuclei attached to DNA by ionic bonds. They contain varying amounts of the amino acids lysine, arginine, cysteine and glycine. They have been classified into four basic types and can be obtained from both plant and animal sources.

history, chemistry. See chemistry, history.

"Hitec."[28] Trademark for a eutectic mixture comprised of sodium nitrite, sodium nitrate, and potassium nitrate; used as a heat transfer medium for both heating and cooling operations in the range of 149–537°C; such as maintaining reactor temperature, high temperature distillation, and preheating of reactants.
Containers: 150-, 400-lb fiber drums.

HMDS. Abbreviation for hexamethyldisilazane.

HMF black. Abbreviation for high-modulus furnace black. See carbon black.

HMM. Abbreviation for hexamethylmelamine. See hemel.

HMPA. Abbreviation for hexamethylphosphoramide. See hempa.

HMTA. Abbreviation for hexamethylenetetramine.

HNM. Abbreviation for hexanitromannite. See mannitol hexanitrate.

Ho Symbol for holmium.

hob. A hardened steel master die used to make multiple mold cavities by forcing it into soft steel or beryllium-copper blanks.

"Hodag."[512] Trademark for a series of nonionic, surface-active chemicals, including sorbitan and polyoxyethylene sorbitan esters; polyhydric alcohol, glycol, polyglycol and glycerol esters; polyoxyethylene ethers; alkanolamine condensates. Some are FDA-cleared for food applications.
Uses: Emulsifiers, antifoam agents, solubilizers, lubricants.

Hofmann, August Wilhelm (1818–1892). German organic chemist who studied under Liebig. While professor of chemistry at the Royal College of Chemistry in London he did original research on coal-tar derivatives which later led him into a study of organic dyes. Perkin, who first synthesized the dye mauveine in England, was a student of Hofmann. When the latter returned to Germany he continued his work in the field of dyes, which became the basis of German leadership in synthetic dye manufacture which continued until World War I.

Hofmann's reaction. Reaction used for preparation of a primary amine from an amide by treatment with a halogen (bromine, usually) and caustic soda. The resulting amine has one less carbon atom than the amide used.

Hofmann's Violet (triethylrosaniline hydrochloride) $C_{26}H_{32}N_3HCl$. C.I. 42530. Water-soluble green powder. Used as dye for inks and textiles; biological stain.

hog. A large, enclosed chamber equipped either with rotating knives or heavy hammers in which wood is disintegrated to a uniform degree of fineness.

hole. In semiconductor terminology, a hole is an energy deficit in a crystal lattice due to (1) electrons ejected from unsatisfied covalent bonds at sites where an atom is missing, i.e., a vacancy, or (2) to electrons supplied by atoms of impurities in the crystal, e.g., arsenic or boron. The free electrons from these sources move through the crystal, leaving positively charged energy deficits, which are considered to move as they become alternately filled and vacated by electrons, creating a flow of positive electricity. See also semiconductor.

holmium Ho Metallic element of atomic number 67; group IIIB of the periodic table; one of the rare-earth elements of the yttrium subgroup. Atomic weight 164.9303; valence 3. No stable isotopes. See rare-earth metals.
Properties: Crystalline solid with metallic luster; sp. gr. 8.803; m.p. 1470°C; b.p. 2720°C. Reacts slowly with water; soluble in dilute acids. Has one of the highest nuclear moments of any rare earth. Important magnetic and electrical properties. Low toxicity.
Occurrence: In gadolinite and monazite.
Derivation: Reduction of the fluoride by calcium.
Grades: Lumps; ingots, bulk sponge; powder. Highest purity is nuclear grade, 99.9+%.
Uses: Getter in vacuum tubes; research in electrochemistry; spectroscopy.

holmium chloride $HoCl_3$. Bright yellow solid; m.p. 718°C; b.p. 1500°C. Soluble in water.
Hazard: Probably toxic.

holmium fluoride HoF_3. Bright yellow solid; m.p. 1143°C; b.p. greater than 2200°C. Insoluble in water.
Hazard: Probably toxic.

holmium oxide (holmia) Ho_2O_3.
Properties: Light yellow solid; slightly hygroscopic. Soluble in inorganic acids.
Grades: 98–99%.
Containers: Glass bottles; fiber drums.
Uses: Refractories; special catalyst.

holocellulose. The entire water-insoluble carbohydrate fraction of wood (60 to 80%). It is composed of alpha-cellulose and hemicellulose; it contains

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hexosan and pentosan polymers, and varies widely in degree of crystallinity.

holopulping. A method for making paper pulp without use of sulfur compounds which may eventually replace the kraft process (sodium sulfate). More selective delignification of the wood fibers is obtained by alkaline oxidation of extremely thin (.03 inch) wood chips at low temperatures and pressures, followed by solubilization of the lignin fraction. Holopulping has the following advantage over the kraft process:

(a) A 65 to 80% carbohydrate yield compared to 45 to 50% for kraft.

(b) Holopulp may be used for a dense paper such as glassine or for a bulky board. Its use in tissue and printing grades offers improved strength.

(c) Low temperatures and atmospheric pressure. (Kraft pulping is carried out at 170°C and under pressure.) Readily adaptable to continuous operation and automatic control.

(d) Air pollution is greatly reduced because the organic materials are burned and few odorous compounds are formed. Stream pollution is minimized by countercurrent washing. The remaining calcium sludge waste is easily disposed of without harmful effects.

(e) Comparable costs.

holothurin. Steroid glucoside (saponin) having antibiotic properties; extracted from the sea cucumber. It is reported to have suppressed growth of tumors in mice.

homatropine $C_{16}H_{21}NO_3$. An alkaloid.
Properties: White crystals. Slightly soluble in water; m.p. 95.5°C.
Derivation: Condensation of tropine and mandelic acid.
Hazard: Toxic by ingestion and inhalation.
Use: Medicine (usually in the form of its salts).

homo-. A prefix meaning the same or similar; usually designating a homolog of a compound, differing in formula from the latter by an increase of CH_2. See homologous series.

homocyclic. A ring compound containing only one kind of atom in the ring structure, e.g., benzene. See also heterocyclic.

homogeneous (Latin, "the same kind"). This term, in its strict sense, describes the chemical constitution of a compound or element. A compound (q.v.) is homogeneous, since it is composed of one and only one group of atoms represented by a formula (q.v.). For example, pure water is homogeneous, as it contains no other substance than is indicated by its formula H_2O. Homogeneity is a characteristic property of compounds and elements (collectively called substances (q.v.), as opposed to mixtures. The term is often loosely used to describe a mixture or solution comprised of two or more compounds or elements that are uniformly dispersed in each other. Actually, no solution or mixture can be homogeneous; the situation is more accurately described by the phrase "uniformly dispersed." Thus so-called "homogenized" milk is not truly homogeneous; it is a mixture in which the fat particles have been mechanically reduced to a size that permits uniform dispersion and consequent stability. See also mixture; compound; heterogeneous; substance.

homogeneous catalysis. See catalysis, homogeneous.

homogeneous reaction. A chemical reaction in which the reacting substances are in the same phase of matter, i.e., solid, liquid, or gaseous. See also catalysis, homogeneous.

homogenization. A mechanical process for reducing the size of the fat particles of an emulsion (usually milk) to uniform size, thus creating a colloidal system that is unaffected by gravity. The original diameter of the fat particles (from 6 to 10 microns) is reduced to from 1 to 2 microns, with an increase in total surface area of from four to six times. This is done by passing the milk through a homogenizer (or colloid mill), a machine having small channels, under a pressure of from 2000 to 2500 psi at a speed of about 700 feet a second. This operation not only brings about a permanently stable system, but also changes the properties of the milk in respect to taste, color, and the chemical nature of the protective coating on the fat particles. It also increases its sensitivity to light and its tendency to foam. The forces involved are shear, impingement, distention, and cavitation. See also homogeneous; colloid mill.

homogenizer. See colloid mill.

homologous series. A series of organic compounds in which each successive member has one more CH_2 group in its molecule than the next preceding member. For instance CH_3OH (methanol), C_2H_5OH (ethanol), C_3H_7OH (propanol), C_4H_9OH (butanol), etc., form a homologous series.

homomenthyl salicylate (3,3,5-trimethylcyclohexyl salicylate) $(CH_3)_3C_6H_8OOCC_6H_4OH$. A homolog of menthyl salicylate.
Properties: Light yellow almost odorless oil, neutral and nonirritating to the skin. Absorbs ultraviolet radiation in sunlight, (about 2940 to 3200 Å). Insoluble in water; soluble in alcohol, chloroform and ether.
Uses: Ultraviolet filter for antisunburn creams.

homomorphs. Molecules similar in size and shape. They need have no other characteristics in common. Many properties of several homomorphs can be predicted by knowing properties of one.

homophthalic acid $C_6H_4(CH_2COOH)COOH$. Light tan powder, used as an intermediate

homopolymer. A natural or synthetic high polymer derived from a single monomer, an example of a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ยางพื้นรองเท้า

มอก. 749—2531

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 2461174-5

เลขหมู่
เลขทะเบียน 10972
วัน, เดือน, ปี 13 มี.ค. 2531

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 105 ตอนที่ 22
วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการ

(ข้อ 5.1)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีทดสอบตาม
		ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2	
1	ความหนาแน่น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	1.35	1.45	ISO 2781 method A
2	ความแข็ง IRHD ไม่น้อยกว่า	85	90	ข้อ 8.3
3	ความต้านแรงดึงขาดในแต่ละแนว[1] เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	7.5	6.5	ข้อ 8.4
4	ความยืดที่จุดขาดในแต่ละแนว ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	175	150	ข้อ 8.4
5	ความยืดที่จุดขาดภายหลังการเร่ง ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	145	120	ข้อ 8.5
6	ความทนทานต่อการดัดงอในแต่ละแนว รอบ ไม่น้อยกว่า	100 000	50 000	ข้อ 8.6
7	การสึกหรอ ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	2	2	ข้อ 8.7

หมายเหตุ [1] ในแต่ละแนว หมายถึง ในแนวขนานและในแนวขวางเครื่องรีดแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. C.A.Backer , R.C.Bakhuizen in Flora of Java , Wolters-nuordhoff , Netherland , 1986

2. D.K.Christopher in Water Plants of the World , The Hayne , Publisher , England ,1974

3. E.D.Merrill in A Flora of Manila , Wheldon & Wesleey Ltd. , New York , 1968

4. F.W. Billmeyer , JR. , in Textbook of Polymer Science , 3rd ed., pp. 471-475 , 479 , Chong Moh offset Printing Ptc. Ltd. , Singapore , 1984

5. G.G. Hawley in The Condensed Chemical Dictionary , 10th ed., Van Nostrand Reinhold Company , New York ,1981

6. J.W. Ellis " PVC-material and processing ", Department of Chemistry , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang , Bangkok , 1991

7. กฤษฎา สุชีวะ , วิทยาศาสตร์ , 41(4,5,6) , 2530 , หน้า 291-299

8. จันทร์เพ็ญ ประคองวงศ์ ,กสิกร , 64(6) , 2534 ,หน้า 564-567

9. สุชาดา ศรีเพ็ญ , พรรณไม้น้ำ , ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2530 , หน้า 95 , 113

10. สุชาดา ศรีเพ็ญ , วิทยาการวัชพืช , ภาควิชาพืชไร่นา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ , 2527 , หน้า 15-16 , 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. สหัส พรหมสิทธิ์ , วารสารพลาสติก , 6(4) , 2532 , หน้า 23-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้