

โครงการพัฒนาสารเคลือบจากพอลิเมอร์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมดอกไม้แห้ง (Polymer/Wax Blends Coating for Dried Flower Preservation)

ปรกรณ์ พรหมอ่อน พงศ์ประภาส ปิยมโนชา ศัลยเวช เกตุแก้ว

สุรัตน์ อาริรัตน์ และอนิพันธ์ นัมคณิสสรณ์*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง, เขตลาดกระบัง, กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 0-2739-2416-9

โทรสาร 0-2739-2416-9 กต 4

Email knapiyan@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสารเคลือบจากเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์โคพอลิเมอร์ เพื่อนำมาใช้สำหรับเคลือบเป็นฟิล์มบางบนผิวหน้าของดอกไม้แห้ง ทำให้ดอกไม้แห้งที่ผ่านการเคลือบมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม เช่น ความชื้น และแสงแดดได้ดีขึ้น เพื่อให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น การผลิตสารเคลือบจะใช้ตัวทำละลายที่ผสมขึ้น มีโซลีนเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 10 ใช้ทำละลายของผสมระหว่างเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์และแกวซ์ที่สัดส่วนร้อยละ 5 และ 1 โดยมวลต่อปริมาตรตามลำดับ จากสารละลายพอลิเมอร์ที่เตรียมได้ ทำให้ง่ายต่อการเติมสารเติมแต่งและพร้อมนำไปใช้งานได้ทันที การเคลือบดอกไม้ที่มีโครงสร้างกลีบดอกที่ซับซ้อน จะใช้วิธีการชุบดอกไม้แห้งลงในสารละลายพอลิเมอร์เพื่อให้สารเคลือบเข้าได้ทั่วถึง และทิ้งให้สารเคลือบแห้งที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ได้ชั้นฟิล์มบาง โดยพอลิเมอร์ในสารเคลือบมีเวลามากพอในการจัดเรียงโมเลกุลให้มีโครงสร้างที่เป็นระเบียบและมีความแข็งแรงมากขึ้น ฟิล์มบางที่ได้มีความหนาประมาณ 1 - 2 ไมโครเมตร และสามารถป้องกันความชื้นได้ดี

คำสำคัญ

การถนอมคุณภาพดอกไม้แห้ง สารละลายพอลิเมอร์ การเคลือบฟิล์มบาง การยัดติด

1. บทนำ

ประเทศไทยได้มีการผลิตดอกไม้แห้ง เป็นอุตสาหกรรมส่งออกและสามารถทำตลาดได้ทั้งญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรป ปัญหาของอุตสาหกรรมประเภทนี้คือ การรักษาคุณภาพของดอกไม้แห้งที่ผลิตได้ ให้มีความคงทนในสภาวะแวดล้อมปกติ เนื่องจากดอกไม้แห้งไม่ทนต่อความชื้น และแสงแดด แนวทางที่สำคัญเพื่อใช้รักษาคุณภาพของดอกไม้แห้ง เพื่อให้มีลักษณะสีสดใสเหมือนธรรมชาติมากที่สุดคือ การใช้เทคโนโลยีการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ฟิล์มบาง (Polymer Thin Film Coating) ในระดับไมโครเมตร พอลิเมอร์ที่นิยมนำมาใช้เป็นสารเคลือบในปัจจุบัน เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC), พอลิไวนิล-

แอลกอฮอล์ (PVOH), และเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์โคพอลิเมอร์ (EVA) เป็นต้น เนื่องจากเป็นกลุ่มพอลิเมอร์ที่มีความใส มีขี้เล็กน้อย สามารถยัดติดได้ดีกับพื้นผิววัสดุทั่วไป และสามารถละลายได้ง่ายในตัวทำละลายหลายชนิด แต่อย่างไรก็ตาม สารละลายพอลิเมอร์ที่เตรียมได้ ยังต้องมีการเติมสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้เพิ่มคุณสมบัติให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น เช่น การเติมสารจำพวกแกวซ์เพิ่มความเงา และป้องกันน้ำ, สารเพิ่มเสถียรภาพต้านทานแสงอัลตราไวโอเล็ต เป็นต้น รวมทั้งชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ ซึ่งมีผลต่อการเคลือบฟิล์มบาง

แต่อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ฟิล์มบางภายในประเทศยังไม่เป็นที่แพร่หลายทั้งๆที่มีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่องานตกแต่ง หรือการผลิตในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น การผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผสมสูตรสารละลายพอลิเมอร์ และแวกซ์ รวมทั้งการเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เพื่อการเคลือบฟิล์มบาง สำหรับใช้เป็นสารเคลือบผิวป้องกันความชื้น และรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดอกไม้แห้ง

2. การทดลอง

2.1 อุปกรณ์และสารเคมี

ในการศึกษาจะใช้เอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์ (มีโมเลกุลไวนิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 28) และแอนติออกซิแดนท์แวกซ์เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารเคลือบ ตัวทำละลายใช้ 1,2-ไดคลอโรอีเทน(DCE), ไซโคลเฮกเซน(CYH), ไซลีน(XYN) และคลอโรฟอร์ม(CF) ชนิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.2 การเตรียมสารละลายพอลิเมอร์

ซึ่งเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์ 1 กรัม และแวกซ์ 0.2 กรัมใส่ลงในขวดก้นกลม จับคู่ตัวทำละลายที่ละคู่ โดยปรับเปลี่ยนตัวทำละลายชนิดที่ 1 และ 2 ซึ่งอัตราส่วนของตัวทำละลายผสม จะแสดงในรูปอัตราส่วนโดยปริมาตร (Volume fraction for solvent 1 / solvent 2, Φ) เติมตัวทำละลายผสมที่เตรียมไว้แล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปกลั่นไหลกลับ (Reflux) ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส จนกว่าเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์และแวกซ์จะละลายหมด เก็บสารละลายในขวดสีชาเพื่อรอการทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป

2.3 การหาคุณสมบัติของสารละลาย

1) นำสารละลายมาวัดความหนืด ด้วยอุปกรณ์วัดความหนืดรูปตัวยู (Ubbelohde Viscometer) ยี่ห้อ CANNON รุ่น OB K664 ที่อุณหภูมิ 25 ± 0.5 °C บันทึกผลการทดลองเป็นเวลา (วินาที) ที่สารละลายไหลออกจากกระเปาะจนหมด

2) วัดการดูดกลืนความยาวแสงช่วงอัลตราไวโอเลตด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ JENWAY รุ่น 6405UV/Vis

3) วัดดัชนีการหักเหแสงของสารละลายด้วยเครื่อง Petrotest B+S 60/ED

4) ทดสอบสมบัติเชิงความร้อนของฟิล์มที่ได้จากพอลิเมอร์ผสมแวกซ์ โดยนำสารละลายที่เตรียมไว้มาเทลงบนกระจกนาฬิกาปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง สังเกตลักษณะของฟิล์มที่ได้ และนำฟิล์มนี้ไปทดสอบการเปลี่ยนสถานะของพอลิเมอร์โดยความร้อนด้วยอุปกรณ์ Differential Scanning Calorimeter: DSC

2.4 การเคลือบดอกไม้แห้ง

เตรียมสารเคลือบโดยใช้ไซลีนปริมาตร 100 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของพอลิเมอร์ร้อยละ 5 และแวกซ์ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร รอให้เย็น นำดอกไม้ที่ผ่านการทำให้แห้งด้วยซิลิกาเจล (ในการทดลองนี้ใช้ดอกกล้วยไม้) มาทำการเคลือบด้วยการชุบลงในสารเคลือบที่เตรียมไว้แล้ว ทิ้งให้ฟิล์มแห้งที่อุณหภูมิห้อง นำดอกไม้ที่เคลือบแล้ว ไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด(Scanning Electron Microscope, SEM)

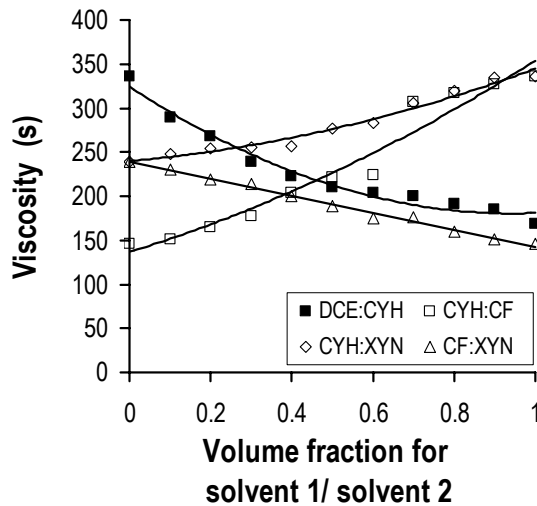
3. ผลการทดลอง

3.1 ความหนืด (Viscosity)

เนื่องจากความหนืด ของสารละลายพอลิเมอร์มีผลต่อการเคลือบฟิล์มบางเป็นอย่างมาก โดยที่สารละลายพอลิเมอร์ที่มีความหนืดมาก จะให้ผลการเคลือบฟิล์มที่หนาและมีผลต่อการระเหยของตัวทำละลาย ในขณะที่เดียวกันสารละลายพอลิเมอร์ที่มีความหนืดน้อย จะทำให้ได้ฟิล์มที่เคลือบบนกลีบดอกไม้ไม่สม่ำเสมอ ผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราส่วนและชนิดของตัวทำละลายพบว่าเมื่อเพิ่มตัวทำละลายไซโคลเฮกเซน มีผลทำให้ความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์สูงขึ้น ดังแสดงได้ในเส้นแนวโน้มของ

จากการทดลองปรับเปลี่ยนอัตราส่วน และชนิดของตัวทำละลายที่ความเข้มข้นของเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์คงที่ ผลการทดลองในรูปที่ 1 พบว่าเมื่อเพิ่มตัวทำละลายไซโคลเฮกเซน มีผลทำให้ความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์สูงขึ้น ดังแสดงได้ในเส้นแนวโน้มของ

CYH:CF, CYH:XYN, CYH:DCE ในขณะที่เดียวกันการผสมคลอโรฟอร์ม และ 1,2-ไดคลอโรอีเทนในไซลีนช่วยให้ความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์ลดลง



รูปที่ 1 กราฟแสดงความหนืดของสารละลายเทียบกับอัตราส่วนตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 25 °C

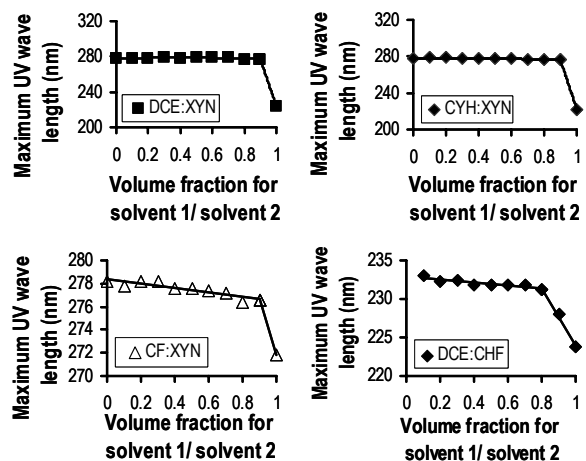
3.2 การดูดกลืนความยาวคลื่นแสงช่วง

อัลตราไวโอเลต (UV Spectrophotometry)

โดยทั่วไป UV Spectrophotometry เป็นวิธีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ในตัวทำละลาย เมื่อมีการเปลี่ยนอัตราส่วนและชนิดของตัวทำละลาย และการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์ จะมีผลต่อค่าความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืนคลื่นแสงช่วงอัลตราไวโอเลต โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด จากการทดลองเมื่อลดปริมาณไซลีนลงต่ำกว่าร้อยละ 10 หรือใช้ปริมาณคลอโรฟอร์มร้อยละ 20 ตามรูปที่ 2 ค่าความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) ลดลงอย่างรวดเร็ว J. W. Qian และคณะ (2003) แสดงให้เห็นว่า การลดลงของค่าความยาวคลื่นสูงสุดอย่างรวดเร็ว เมื่อเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของตัวทำละลาย เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของแรงยึดเหนี่ยวของพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ C=O กับไฮโดรเจนในหมู่ฟังก์ชันของไวนิลเอซีเตต (Vinyl Acetate : VA) เมื่อแรงยึดเหนี่ยวของพันธะไฮโดรเจนมากขึ้น มีผลทำให้สายโซ่ของเอทิลีนไวนิลเอซีเตตในสารละลายพอลิเมอร์รวม

ตัวเป็นกลุ่มก้อนมากขึ้น และอาจจะมีผลต่อการผสมเข้ากันกับแก๊สที่เติมได้

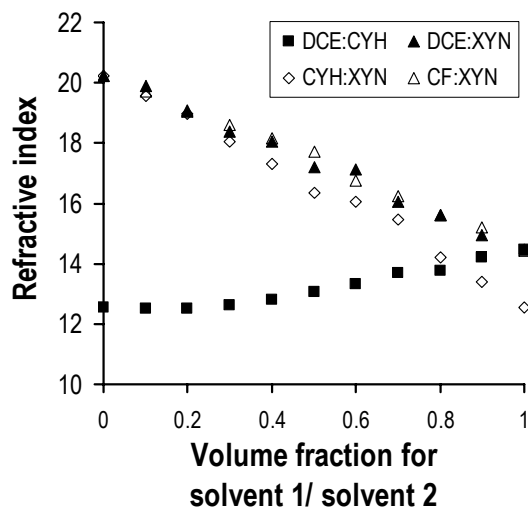
ดังนั้น ควรเลือกใช้สัดส่วนของตัวทำละลายไซลีนมากกว่าร้อยละ 10 หรือใช้คลอโรฟอร์มมากกว่าร้อยละ 20 ในตัวทำละลายผสมเพื่อหลีกเลี่ยงการไม่กระจายตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ และช่วยให้การผสมกับแก๊สเกิดได้ดีขึ้น



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าความยาวคลื่นที่ถูกดูดกลืนโดยสารละลายเทียบกับอัตราส่วนตัวทำละลาย

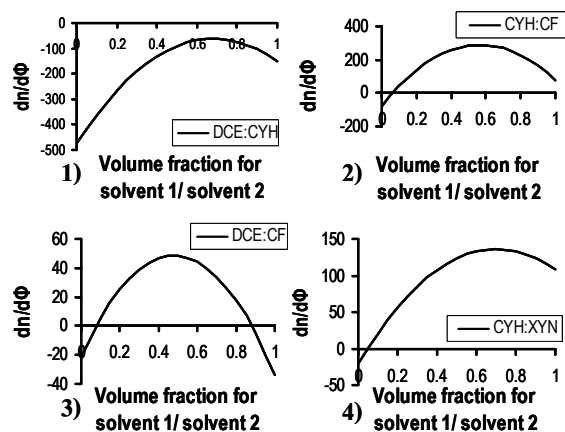
3.3 ค่าดัชนีการหักเหของแสง (Refractive index, n)

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ในตัวทำละลาย สามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีการหักเหของแสง ที่เป็นฟังก์ชันกับสัดส่วนของตัวทำละลายผสม ดังนั้นในการทดลองนี้ได้ศึกษาผลของสัดส่วนตัวทำละลาย ต่อการจัดเรียงตัวของเอทิลีนไวนิลเอซีเตตและแก๊ส ด้วยการวัดค่าดัชนีการหักเหของแสงของสารละลายพอลิเมอร์ ที่อุณหภูมิคงที่ 25°C ได้ผลการทดลองดังแสดงได้ตามรูปที่ 3 ซึ่งพบว่า เมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนของตัวทำละลาย เช่น การปรับลดปริมาณของไซลีนในคู่ตัวทำละลายผสม DCE:XYN, CYH:XYN, และ CF:XYN มีผลทำให้ค่าดัชนีการหักเหของแสงลดลง ในขณะที่การปรับลดปริมาณของไซโคลเฮกเซนในคู่ตัวทำละลายผสม DCE:CYH มีผลทำให้ค่าดัชนีการหักเหของแสงเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าดัชนีการหักเหแสงเทียบกับอัตราส่วนตัวทำละลาย

จากผลการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการหักเหแสงที่เป็นผลมาจากสัดส่วนของตัวทำละลาย เราสามารถพิจารณาผลของตัวทำละลายต่อการจัดเรียงตัวของเอทิลีนไวโนลแอซีเตตและแว็กซ์ได้จากค่าอนุพันธ์อันดับหนึ่งของค่าดัชนีการหักเหแสง ต่อสัดส่วนโดยปริมาตรของตัวทำละลาย ($dn/d\Phi$) ดังแสดงในรูปที่ 4 ค่า $dn/d\Phi$ สูงสุดแสดงถึงสัดส่วนโดยปริมาตรของคู่ตัวทำละลายผสมที่มีผลต่อการจัดเรียงตัวของสายโซ่เอทิลีนไวโนลแอซีเตตและแว็กซ์ในสารละลายพอลิเมอร์



รูปที่ 4 กราฟอนุพันธ์อันดับหนึ่งของดัชนีการหักเหแสง

จากการทดลองพบว่าปริมาณคลอโรฟอร์มที่สัดส่วนประมาณร้อยละ 40-50 ในสารละลายคู่ผสม CYH:CF

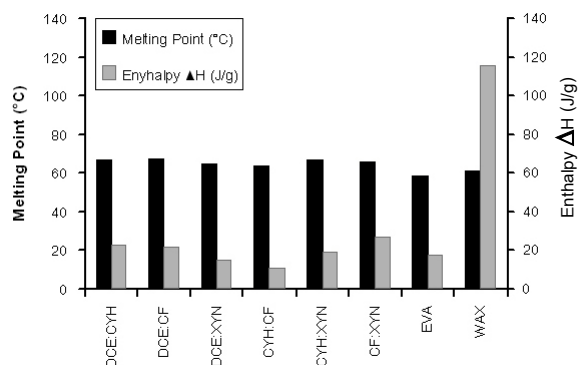
และ DCE:CF มีผลต่อการจัดเรียงตัวของเอทิลีนไวโนลแอซีเตตและแว็กซ์ ตามรูปที่ 4-2 และ 4-3 สำหรับไซลีนจะมีผลต่อการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ ในสัดส่วนประมาณร้อยละ 30 ในตัวทำละลายคู่ผสม CYH:XYN ตามรูปที่ 4-4

3.4 คุณสมบัติเชิงความร้อนของสารเคลือบฟิล์มบางของเอทิลีนไวโนลแอซีเตตและแว็กซ์

จากผลการทดลองวัดค่าการดูดกลืนแสงช่วงอัลตราไวโอเลต และค่าดัชนีการหักเหของแสงในเบื้องต้นได้แสดงให้เห็นแล้วว่าสัดส่วนและชนิดของคู่ตัวทำละลายมีผลต่อการจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์ และการผสมเข้ากันกับแว็กซ์ และเมื่อสารละลายพอลิเมอร์ผสมแว็กซ์ถูกทำให้แห้งเป็นสารเคลือบฟิล์มบาง การจัดเรียงตัวและการผสมเข้ากันของพอลิเมอร์และแว็กซ์จะมีผลต่อสมบัติเชิงความร้อนอีกด้วย สารเคลือบผิวที่ต้องมีความทนทานต่อความร้อน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงเชิงกลของฟิล์ม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทดสอบสมบัติเชิงความร้อนพื้นฐาน ของสารเคลือบผิวเอทิลีนไวโนลแอซีเตตและแว็กซ์ โดยใช้ DSC เพื่อวัดอุณหภูมิหลอมเหลว (T_m) และค่าพลังงานความร้อนของการหลอมเหลว (ΔH) เอทิลีนไวโนลแอซีเตตและแว็กซ์ที่ใช้ศึกษา เป็นสารเคลือบฟิล์มบาง มีค่าอุณหภูมิหลอมเหลวใกล้เคียงกันคือประมาณ 58.8 และ 61 °C ตามลำดับ แต่ค่าพลังงานความร้อนของการหลอมเหลวของแว็กซ์มีค่าสูงกว่าเอทิลีนไวโนลแอซีเตตประมาณ 7 เท่า คือเอทิลีนไวโนลแอซีเตตมีค่าความร้อนของการหลอมเหลวประมาณ 17.1 J/g และแว็กซ์มีค่าประมาณ 115.8 J/g

เมื่อแว็กซ์ผสมเข้ากับ เอทิลีนไวโนลแอซีเตตได้ดี ค่าความร้อนของการหลอมเหลวควรมีค่ามากขึ้น เมื่อเทียบกับเอทิลีนไวโนลแอซีเตตเพียงอย่างเดียว จากผลการทดลองในรูปที่ 5 พบว่าตัวทำละลายผสม CF:XYN ให้ค่าความร้อนของการหลอมเหลวสูงสุดประมาณ 26.7 J/g และเมื่อพิจารณาผลการวัดค่าอุณหภูมิหลอมเหลวพบว่า ตัวทำละลาย CYH:XYN ทำให้สารเคลือบผิวมีค่าอุณหภูมิหลอมเหลวเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเอทิลีนไวโนลแอซีเตต หรือแว็กซ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งแสดง

ให้เห็นว่าสารเคลือบฟิล์มบางที่ได้จากเอทิลีนไวนิลแอซิดเตตและแวกซ์ มีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบ และมีความต้านทานเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นด้วย

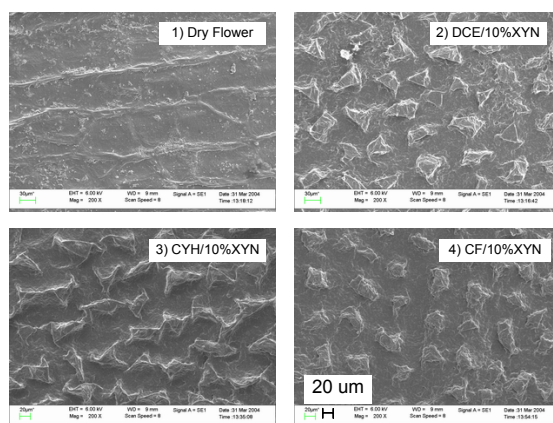


รูปที่ 5 กราฟแสดงอุณหภูมิหลอมเหลว และพลังงานความร้อนของการหลอมเหลวของฟิล์มพอลิเมอร์

3.5 การเคลือบดอกไม้แห้งด้วยฟิล์มบาง

ผลจากการสังเกต ฟิล์มของเอทิลีนไวนิลแอซิดเตตผสมแวกซ์ที่เคลือบบนกระจกนาฬิกา (Film casting) ฟิล์มที่ได้จากสารละลาย 1,2-ไดคลอโรอีเทนจะมีความขุ่นมาก เนื่องจากตัวทำละลายไม่สามารถละลายแวกซ์ได้ดี เมื่ออุณหภูมิของสารละลายลดลง แวกซ์จะแยกชั้นออกมา ก่อนทำให้เกิดการขุ่นของฟิล์ม ส่วนตัวทำละลายอื่นที่นำมาทดสอบ สามารถละลายเอทิลีนไวนิลแอซิดเตตและแวกซ์ได้ดี นอกจากนี้การขุ่นของฟิล์มยังเกิดจากการที่สารละลายแห้งเร็วเกินไป ทำให้เกิดการแยกวัฏภาค (Phase separation) ของเอทิลีนไวนิลแอซิดเตตและแวกซ์ เช่น กรณีของคลอโรฟอร์มที่มีจุดเดือดต่ำ ทำให้สารละลายแห้งเร็วจนเกิดการแยกชั้นของแวกซ์จนสังเกตได้จากรูปที่ 6-1 เป็นภาพขยายของกลีบดอกไม้ที่ผ่านการทำให้แห้งด้วยซิลิกาเจลแล้ว จะสังเกตได้ว่าโครงสร้างของกลีบดอกไม้ เป็นผิวเรียบสลับกับเส้นใบที่มีขนาดเล็กมาก และยังมีเศษผงซิลิกาเจลหลงเหลืออยู่อย่างกระจัดกระจาย เศษผงซิลิกาเจลเหล่านี้จึงทำหน้าที่คล้ายตัวล่อ (Nucleating site) กระตุ้นให้เกิดการตกผลึกของพอลิเมอร์เป็นกลุ่มก่อนการกระจายตัวไปดังรูปที่ 6-2, 6-3, และ 6-4 แต่ขนาดของผลึกพอลิเมอร์เหล่านี้มีขนาดเล็กมาก ทำให้ไม่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะของ

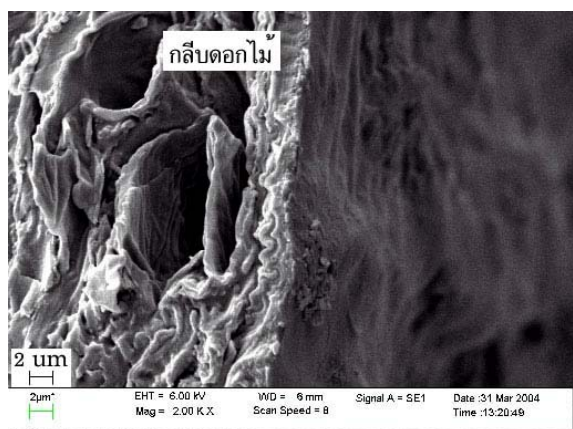
ฟิล์มบางมากนัก แต่ถ้าผลึกของพอลิเมอร์เหล่านี้มีขนาดใหญ่เกินไป อาจทำให้เกิดการหักเหของแสงที่ตกกระทบบนฟิล์มบาง ทำให้มีผลต่อสีของกลีบดอกไม้ที่อาจเปลี่ยนไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการทำความสะอาดเศษผงซิลิกาเจล ที่ตกค้างอยู่บนดอกไม้แห้งออกก่อนที่จะทำการเคลือบด้วยฟิล์มบาง เพื่อป้องกันการตกผลึกของพอลิเมอร์ ที่มีขนาดใหญ่เกินไป



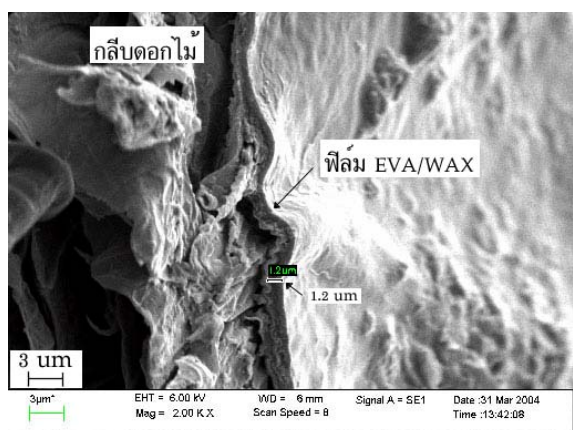
รูปที่ 6 แสดงภาพขยายของพื้นผิวของกลีบดอกไม้แห้ง ก่อนและหลังการเคลือบด้วยพอลิเมอร์

รูปที่ 7 แสดงภาพตัดขวางของกลีบดอกไม้แห้งก่อนการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ โดยใช้ SEM ที่กำลังขยาย 2000 เท่า เปรียบเทียบกับรูปที่ 8 ซึ่งเป็นภาพตัดขวางของกลีบดอกไม้แห้ง ที่ผ่านการเคลือบด้วยฟิล์มบางแล้ว พบว่าฟิล์มที่ได้มีความหนาประมาณ 1.2 ไมโครเมตร และฟิล์มที่ได้มีการยึดเกาะที่แน่นสนิท กับผิวของกลีบดอกไม้ได้เป็นอย่างดี

ด้วยความหนาของฟิล์มในระดับ 1 - 5 ไมโครเมตร ทำให้แสงที่ส่องผ่านฟิล์มไม่เกิดการหักเห ดังนั้นดอกไม้แห้งที่ผ่านการเคลือบด้วยฟิล์มบาง จึงยังคงมีสีสันสดใสเหมือนดอกไม้สด



รูปที่ 7 แสดงภาพตัดขวางของกลีบดอกไม้แห้งก่อนการเคลือบผิวด้วยสารละลายพอลิเมอร์



รูปที่ 8 แสดงภาพตัดขวางของกลีบดอกไม้แห้งที่เคลือบด้วยสารละลายพอลิเมอร์ในไซลีน

4. สรุป

จากสารละลายพอลิเมอร์ที่เตรียมขึ้นทั้งหมด พบว่าตัวทำละลายที่มีส่วนผสมของคลอโรฟอร์ม มากกว่าร้อยละ 20 หรือไซลีนร้อยละ 10 มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาทำสารเคลือบฟิล์มบาง เนื่องจากตัวทำละลายดังกล่าว สามารถละลายทั้งเอทิลีนไวน์ลแอซีเตต และ แวกซ์ได้ดี มีความหนืดต่ำ ระเหยช้า ทำให้พอลิเมอร์มีเวลาในการเรียงตัวค่อนข้างมาก ทำให้ได้ฟิล์มที่ใสและแข็งแรง

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์และบุคลากรหลายฝ่าย ทางทีมงานวิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือดังนี้คือ

1. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปี 2546 ผู้สนับสนุนทุนการวิจัย
2. รศ.ดร.ช.ณัฐศิริ สุธสุวรณ์ ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการเตรียมดอกไม้แห้งสำหรับโครงการวิจัย
3. บริษัทเซ็นทรัลเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์ต่างๆ ในการเตรียมดอกไม้แห้ง

6. อ้างอิง

1. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์, "Properties Of Polymer", ภาควิชาวัสดุศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541
2. อรุษา สรวารี, "สารเคลือบผิว (สี วาร์นิชและแลกเกอร์)", สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537
3. Jin Wen Qian, Xiaohui Wang, Guo Rong Qi, and Chi Wu, "Inter- and Intrachain Associations of an Ethylene Vinyl Acetate Random Copolymer in Dilute 1,2-Dichloroethane Solutions" *Macromolecules* 1997, 30, 3283-3287
4. Joel R. Fried., "Polymer Science and Technology", University of Cincinnati, New Jersey, 1995
5. J.W. Qian, G.R. Qi and R.S. Cheng, "Association of Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer in Dilute Solution-I. Solvent, Concentration and Annealing Temperature Effect" *Eur. Polymer. J.*, 33,8, 1263-1265 (1997)
6. J.W.Qian, Q.F.An,G.H.Zhou, "Study on conformational transition of EVA random copolymer in selective solvent mixtures" *European Polymer Journal* 39 (2003) 375 – 379.