

กาวชีวภาพจากแป้งสำหรับบรรจุภัณฑ์กระดาษ (starch-based adhesives for paper packaging)

การติดกาวเป็นกระบวนการที่ยึดพื้นผิวทั้งสองไว้ด้วยกันอย่างถาวร โดยใช้วัสดุยึดติด กระบวนการนี้เป็นที่นิยมกับบรรจุภัณฑ์กระดาษทั้งที่มีขนาดกะทัดรัดและความซับซ้อน ความแข็งแรงของการติดกาวขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของทั้งกระดาษและกาว

กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งถูกกำหนดโดยปัจจัยหลักได้แก่ วัสดุที่ใช้ในการยึดติด เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต และอื่นๆ เช่น ความปลอดภัยต่อการสัมผัสอาหาร เป็นต้น การติดกาวส่วนใหญ่อาศัยเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ออกแบบโดยเฉพาะ และกาวแต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะ ทำให้เหมาะสมกับการใช้งานแตกต่างกัน ตัวอย่างการใช้กาวในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ได้แก่:

- การผลิตกล่อง
- การทำถุงกระดาษ
- ม้วนห่อกระดาษ;
- การเคลือบ/การลามิเนตบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น
- เทปและฉลากกาวแบบดึงกลับได้

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาจากวัตถุดิบทางธรรมชาติ เช่น เซลลูโลส โปรตีน เคซีน เจลาติน ยางธรรมชาติ ฯลฯ ตัวอย่างกาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ ได้แก่

- กาวสูตรน้ำ สามารถผลิตได้จากวัสดุทางธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น ซึ่งรวมถึงแป้งและอนุพันธ์ของแป้ง เคซีน น้ำยาง และระบบอิมัลชันสังเคราะห์ เช่น พอลิไวนิลอะซิเตท วัสดุผสมของอะคริลิกและพอลิยูรีเทน เป็นต้น
- กาวที่ใช้ตัวทำละลาย โดยตัวพา (carrier) เป็นตัวทำละลายอินทรีย์แทนการใช้น้ำ ซึ่งรวมถึงพอลิยูรีเทน และอะคริลิก
- กาวของแข็ง ที่ไม่อาศัยตัวทำละลายเป็นตัวพา ได้แก่ กาวที่ใช้ในการปิดผนึกด้วยความร้อน (heat sealing adhesives) และกาวร้อน (hot melt adhesives)

แป้งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์เชิงซ้อนที่พบได้ตามธรรมชาติในพืช แป้งในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง ข้าว มันสำปะหลัง และสา쿠 ทั้งนี้องค์ประกอบของแป้งแต่ละชนิดมีอัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน และขนาดของอนุภาคแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของพืช ซึ่งส่งผลต่อสมบัติของกาวที่ได้

หนึ่งในการใช้กาวแป้งที่พบบ่อยที่สุดคือ การผลิตกระดาษลูกฟูก ตัวอย่างเช่น กาวเดกซ์ทริน ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของแป้งที่เตรียมได้จากการตัดสายโซ่พอลิเมอร์ของแป้ง หรือกระบวนการดีพอลิเมอร์ไรส์ (depolymerization) โดยใช้กรดและ/หรือความร้อน จากนั้นสายโซ่พอลิเมอร์สั้นเกิดการจัดเรียงและต่อสายโซ่กันใหม่ (repolymerization) ในรูปแบบโครงสร้างกิ่งก้าน (highly branched structure) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ โดยระดับความสามารถในการละลายน้ำขึ้นอยู่กับสถานะในกระบวนการบำบัดด้วยกรด/ความร้อน ในทางการค้ากาวเดกซ์ทรินมีหลายเกรด ซึ่งมีความหนืดแตกต่างกันเพื่อการใช้งานที่หลากหลาย เช่น บอเรตเดกซ์ทริน (borated dextrin) ซึ่งมีองค์ประกอบของบอเรกซ์ (borax) ที่ช่วยเพิ่มการยึดเกาะ ทั้งนี้โดยทั่วไปเดกซ์ทรินมีสัดส่วนของแข็งสูงกว่าแป้ง กล่าวคือ ปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบต่ำกว่าแป้ง ทำให้กาวแห้งได้เร็วขึ้นและสามารถรองรับการใช้งานที่มีอัตราเร็วการผลิตที่สูงขึ้น นอกจากนี้กาวมีความคงตัวสูง กันน้ำได้ ต้นทุนการผลิตต่ำ ความเร็วใน

การซึมผ่านของกาวเพิ่มขึ้น ทำให้ลดปริมาณการใช้กาว โดยยังคงความแข็งแรงสูงในการยึดติด กาวบอเรตเดกซ์ทรีนเหมาะสำหรับการยึดติดวัสดุที่ใช้กระดาษเป็นฐาน เช่น ถู/กระสอบ และการพันท่อมันววนกระดาษเกลียว (tube winding) นอกจากนี้ เดกซ์ทรีนยังเหมาะสมในการเป็นกาวสำหรับการติดฉลากกระดาษบนกระป๋องและขวดที่ใช้ความเร็วสูงในการผลิต

นอกจากนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกาวที่ผลิตจากแป้ง เช่น การผสมกับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ในการผลิตระดับอุตสาหกรรม โดยวัสดุผสมระหว่างแป้งและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มีความเหนียวสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกาวแป้งทั่วไป เนื่องจากการก่อตัวของพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เพิ่มขึ้น ทำให้โครงสร้างของกาวมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น



รูปที่ 1 ตัวอย่างกาวจากแป้งมันสำปะหลังและข้าวโพด
(ที่มารูปภาพ: <https://www.exral.org/adhesive.php>)

ตัวอย่างเช่น กาวสำหรับกระดาษลูกฟูกที่ควบคุมอัตราการเพิ่มขึ้นของความหนืดและการก่อตัวของพันธะเพื่อยึดติดกระดาษลูกฟูก ซึ่งประกอบด้วยน้ำ แป้ง โซดาไฟ (caustic alkali) แห้งโบรอนที่ออกฤทธิ์ และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีระดับการไฮโดรไลซิส 88% - 90% ทั้งนี้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่เป็นองค์ประกอบ ช่วยเพิ่มอัตราการเพิ่มขึ้นของความหนืดของกาว โดยอัตราการเพิ่มความหนืดนี้ถูกควบคุมให้เหมาะสมเพื่อสร้างพันธะของกาวบนผิวกระดาษลูกฟูก

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนากาวจากแป้งที่มีสัดส่วนของของแข็งสูง แรงยึดเหนี่ยวสูง และความหนืดต่ำ โดยอาศัยกระบวนการไฮโดรไลซิสของแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ α -amylase ซึ่งใช้กลีเซอรอลเป็นสารเสริมสภาพพลาสติก (plasticizer) และแอมโมเนียม เซอร์โคเนียม คาร์บอเนต เป็นสารเชื่อมขวาง (crosslinker) กาวแป้งสูตรใหม่นี้สามารถใช้เคลือบกระดาษเพื่อทดแทนการใช้น้ำยางสไตรีนบิวทาไดอิน

ที่มาของข้อมูล

1. R.V.I. Gadhave, C.R. Gadhave (2022) Adhesives for the Paper Packaging Industry: An Overview. *Open Journal of Polymer Chemistry*, Vol.12, No.2 (DOI: 10.4236/ojpcchem.2022.122004)
2. S. Wang, F. Zhang, F. Chen, Z. Pang (2013) Preparation of a Crosslinking Cassava Starch Adhesive and Its Application in Coating Paper. *BioResources*, Vol.8, 3574-3589. (DOI: 10.15376/biores.8.3.3574-3589)