

## สถานการณ์อุตสาหกรรม

“อาจดูเหมือนว่าเราอาศัยอยู่ในโลกแห่งวัสดุสังเคราะห์ แต่จริงๆ แล้วในปัจจุบันเราปลูก พืชเลี้ยง เก็บเกี่ยว และแปรรูปวัสดุที่เติบโตจากดิน มากที่สุดในประวัติศาสตร์ ”



เมล็ดและเส้นใยฝู่น MC# 6805-01; Material ConneXion

ปัจจุบันเราปลูกป่าซึ่งครอบคลุมพื้นที่มหาศาล เพื่อทดแทนป่าไม้ที่เคยถูกทำลายไปได้สำเร็จ และหันมายึดหลักความยั่งยืน ซึ่งส่งผลให้มีป่าไม้เป็นจำนวนมากในเขตยุโรปและอเมริกาเหนือ ไม่เพียงแค่นั้น พืชผลหลายชนิดก็ให้ผลผลิตได้มากขึ้น เพราะเราได้พัฒนาวิธีการเพาะปลูกให้มีประสิทธิภาพกว่าแต่ก่อน ในบางกรณีเราใช้การตัดแปลงพันธุกรรมเข้ามาช่วย นอกจากนี้ เรายังได้เริ่มใช้กระบวนการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียเพื่อประโยชน์ในการผลิตปริมาณมาก

เราเริ่มมองเห็นคุณค่าของการเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ที่มีทั้งความหลากหลาย และความไม่สมบูรณ์ อีกทั้งไม่ว่าจะอยู่ในยุคไหน เราก็ชอบ “ความแท้จริง” ของวัสดุจากธรรมชาติ แต่ปัญหาที่ยังคงท้าทายก็คือ การที่โลกตะวันตกพึ่งพาเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuel) ที่มีราคาถูกมากเกินไป จนก่อให้เกิดผลกระทบตามมา เหตุที่พลังงานมีต้นทุนต่ำนั้นเป็นเพราะว่า เราสามารถขุดวัตถุดิบที่นำมาสังเคราะห์เป็นวัสดุ เพื่อนำไปสังเคราะห์และผลิตออกมาเป็นสินค้าได้อย่างง่ายดาย ทำให้เราใช้วัสดุจากธรรมชาติมากกว่าที่มี วัสดุ Grown หรือวัสดุที่ปลูกในธรรมชาติ นั้นแทบจะสู้วัสดุสังเคราะห์ไม่ได้เลย เพราะวัสดุสังเคราะห์ เช่น พลาสติก ผลิตมาจากน้ำมันซึ่งผ่านการเก็บสะสมมาเป็นเวลาหลายแสนปี จนกลายเป็นแหล่งพลังงานสูงที่มีการทับถมของวัสดุต่างๆ ในระดับเข้มข้น แต่ยังคงค้นหาแหล่งเชื้อเพลิงต้นทุนต่ำนี้ลึกลงไปเท่าไร ความจริงก็ยิ่งจะจาง

ออกมาให้เราเห็นว่าเชื้อเพลิงชนิดนี้มีจำนวนจำกัด และยิ่งเราผลิตวัสดุจากแหล่งพลังงานทดแทนได้เร็วขึ้นเท่าไร เราก็จะสามารถสร้างโลก เพื่อให้ลูกหลานของเราอยู่ได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้นเท่านั้น

ศักยภาพการนำไปใช้ประโยชน์ของวัสดุ Grown ที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งก็คือ การนำไปใช้เป็นพลังงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่โลกต้องการเป็นอย่างมาก ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง นอกเหนือไปจากเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ที่เราใช้กันอยู่ทุกวันนี้ แต่พลังงานชีวภาพก็เหมือนกับแหล่งพลังงานอื่นๆ ในแง่ของความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องมีมาตรการรองรับ ถ้าเราไม่มีการวางแผนบริหารจัดการอย่างระมัดระวัง ก็อาจเกิดการเก็บเกี่ยวชีวมวล (Biomass) มาใช้เป็นแหล่งพลังงานในอัตราที่ไม่ยั่งยืน และทำลายระบบนิเวศน์โดยปล่อยมลภาวะทางอากาศที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ทั้งยังใช้น้ำมากเกินไป และปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศได้อีกด้วย แต่พลังงานชีวมวลชนิดที่เป็นประโยชน์ก็มีหลายประเภท เช่น พืชที่ไม่ไปแย่งพื้นที่เพาะปลูกของพืชที่เป็นอาหาร เศษเหลือจากพืช เช่น ฟางข้าวหรือซังข้าวโพด เศษเหลือจากไม้ที่ตัดมาโดยใช้วิธีการที่ยั่งยืน และขยะจากพื้นที่อยู่อาศัยและอุตสาหกรรมที่ได้รับการบำบัดแล้ว



ทั้งนี้หมายความว่าระบบพลังงานชีวมวลจะต้องมีขนาดเล็กกว่า และกระจายตัวมากกว่าเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ เพราะว่าการรวบรวม และผลิตพลังงานชีวภาพในปริมาณมากได้อย่างยั่งยืนในทีเดียวเป็นเรื่องยาก ซึ่งเป็นโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นในชนบทออกแบบระบบพลังงานที่พึ่งพาตนเอง ยั่งยืน และสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับความต้องการของแต่ละท้องถิ่นได้

ในปี 2013 พลังงานจากแหล่งวัตถุดิบหมุนเวียนและชีวมวล เช่น ไม้ ของเหลว และอื่นๆ ที่ผลิตในสหรัฐอเมริกา มีปริมาณสูงถึง 3.76 Quadrillion Btu เมื่อเทียบกับที่ผลิตได้จากถ่าน 1.6 แสงอาทิตย์ 0.3 และไฟฟ้าพลังน้ำ 2.6 ปริมาณ Btu ที่ผลิตได้ทั้งหมดในปี 2013 เท่ากับ 8.4 Quadrillion ซึ่งคิดเป็นเพียง 11.2% ของพลังงานที่สหรัฐอเมริกาผลิตได้ทั้งหมด (United States Energy Information Administration)

ในปี 2011 มีการผลิตเอทานอลเกือบ 14 พันล้านแกลลอน คิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 10% ของการใช้น้ำมันทั้งหมด ซึ่งการผลิตเอทานอลส่วนใหญ่มีวัตถุดิบมาจากข้าวโพด ส่วนการผลิตไบโอดีเซลนั้นมาจากน้ำมันถั่วเหลือง (ข้อมูลจาก Center for Climate and Energy Solutions)

อาจจะดูเหมือนว่าเราผลิตชีวมวลได้มาก แต่คงเป็นไปได้ยากที่เราจะใช้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานเพียงแหล่งเดียวสำหรับคนทั้งโลก เพราะเราคงจะต้องปลูกต้นไม้ ไบโหญา และพืชพรรณอื่นๆ บนดาวอื่นๆ อีก แต่ถ้าเราแค่จะผลิตพลาสติกในปริมาณที่มนุษย์ใช้อยู่ในตอนนี้โดยใช้พลังงานทดแทน พื้นที่ที่เราต้องใช้มีขนาดแค่เพียงรัฐขนาดกลางของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติสูงมาก นอกจากนี้เรากำลังเปลี่ยนผ่านไปสู่สังคมที่สามารถผลิตพลาสติกได้จากชีวมวล โดยไม่รบกวนแหล่งอาหาร (เช่น ข้าวโพด และอ้อย เป็นต้น) หรือแย่งพื้นที่เพาะปลูกของพืชที่ใช้เป็นอาหาร ฉะนั้นการสร้างเศรษฐกิจที่มีแต่วัสดุฐานชีวภาพทั้งหมดนั้นเป็นความท้าทายที่มนุษย์เราจะได้อย่างแน่นอน



พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) ที่เป็นที่รู้จักและใช้กันมากที่สุดคือ พลาสติกที่ผลิตจากพืชผลเพาะปลูก ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ เช่น ข้าวโพดและอ้อย พลาสติกชีวภาพ “รุ่นแรก” นี้ ประกอบไปด้วย PLA, Bio-polyethylene และ Bio-polypropylene รวมไปถึงพลาสติกตระกูล PHA เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่นำไปใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ แต่เนื่องจากมีความกังวลในการใช้พืชที่เป็นอาหารมาผลิตพลาสติก จึงทำให้เกิดพลาสติกชีวภาพ “รุ่นที่สอง” ซึ่งผลิตจากพืชผลอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร เช่น น้ำมันละหุ่ง และแหล่งผลิตผลพลอยได้ ที่มาจากขยะเกษตรกรรมและการแปรรูปอาหาร เช่น แป้งและลิกนิน อย่างไรก็ตาม พลาสติกชีวภาพ “รุ่นที่สาม” จะมีศักยภาพมากที่สุด โดยผลิตจากแหล่งวัตถุดิบหมุนเวียน อย่างเช่น สาหร่าย โดยใช้กระบวนการทางอุตสาหกรรมซึ่งเลียนแบบกระบวนการทางธรรมชาติ ช่วยให้เราสามารถผลิตวัสดุทดแทนโดยไม่ไปรบกวนการผลิตอาหารสำหรับคนทั้งโลก นอกเหนือจากพลาสติกรุ่นที่สามแล้ว เรายังมีศักยภาพในการผลิตพลาสติกจากคาร์บอนที่มาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีบางบริษัท เช่น บริษัท Bayer ได้ร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตพลังงาน RWE ที่จะผลิตออกมาในปี

2015 แม้การผลิตวัสดุทดแทนให้มีประสิทธิภาพและราคาถูกเทียบเท่ากับการผลิตจากน้ำมันนั้นอาจไม่ใช่เรื่องง่าย แต่ก็มีความเป็นไปได้และสามารถปฏิบัติได้จริง



เทปใยป่าน MC# 7125-01; Material ConneXion

อย่างไรก็ตาม ความท้าทายที่สำคัญอย่างหนึ่งของการผลิตพลาสติกชีวภาพและเชื้อเพลิงชีวภาพให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุนก็คือ ระดับพลังงานและความหนาแน่นของวัสดุที่อยู่ในระดับต่ำ แม้แต่ชีวมวลที่มีความหนาแน่นมาก เช่น ไม้ ยังมีสัดส่วนน้ำต่อน้ำหนักถึง 50% หมายความว่า เราไม่สามารถใช้รถบรรทุกขนส่งวัสดุชีวมวลที่ยังไม่ได้แปรรูป เพื่อนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงหรือพลาสติกได้ไกลเกิน 50-100 ไมล์ โดยที่ยังคุ้มทุน ดังนั้นโรงงานผลิตไฟฟ้าและผู้ผลิตโพลีเมอร์จะต้องตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดเท่านั้น

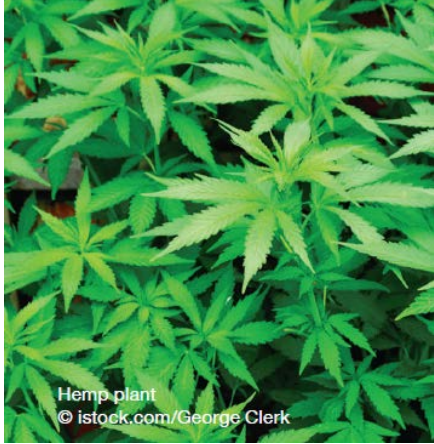
นอกเหนือจากความท้าทายในการแทนที่การผลิตพลาสติกจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ด้วยแหล่งพลังงานหมุนเวียนแล้ว ในปัจจุบันเรามีวัสดุและผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตจากพืชผลที่เก็บเกี่ยวได้มากมาย เช่น ผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์ไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษ สารเคมีพื้นฐานหลายชนิดที่ใช้เป็นสารเติมแต่งหรือสารเพิ่มความสามารรถในการผลิต วัสดุสังเคราะห์

ปัจจุบัน เราเริ่มตระหนักถึงการใช้เส้นใยธรรมชาติในการผลิตผ้ามากขึ้น ทั้งเส้นใยจากกัญชง ป่านปอ ลินิน หนุ่น มิลควีด และอื่นๆ ซึ่งจะช่วยทำให้เข้าใจว่า ฝ้ายไม่ได้เป็นแหล่งเส้นใย “ธรรมชาติ” เพียงแหล่งเดียวเท่านั้น พืชทางเลือกหลายชนิดก็สามารถปลูก เก็บเกี่ยว และนำมาแปรรูปได้เช่นเดียวกัน โดยใช้ทรัพยากรและพลังงานในปริมาณน้อย ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

เป็นที่ทราบกันดีว่า ไม้ไม่มีประโยชน์ใช้สอยมากมายนับไม่ถ้วน สามารถนำมาทำเป็นโครงจักรยาน จานซาม หรือปูพื้นไม้เนื้อแข็งก็ได้ แต่ “ผ้าจากไม้ไผ่” กลับได้รับความนิยมแค่ช่วงระยะเวลาสั้นๆ ว่าเป็นทางเลือกที่ยั่งยืนแทนการใช้วัสดุสังเคราะห์ ซึ่งไม่น่าแปลกใจเพราะแค่ซ็อกก็พังแปรงหูล้วนแล้ว จริงๆ แล้วไม้ไผ่สามารถนำมาทำเป็นผ้าได้จริง โดยใช้เซลลูโลสของต้นไผ่ ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย ให้เป็นสารละลายด้วยวิธีทางอุตสาหกรรมซึ่งใช้สารเคมีปริมาณมาก แล้วนำไปปั่นเป็นเส้นใยเรยอน (Rayon) วัสดุเซลลูโลสส่วนใหญ่สามารถนำมาแปรรูปเป็นเรยอนได้ โดยผ่านกระบวนการปั่นเปียก ที่นิยมมากคือเยื่อไม้และเศษฝ้าย

วัสดุคอมโพสิต (Composite Materials) จากเส้นใยธรรมชาติถูกพัฒนาขึ้นมาก ทั้งในด้านนวัตกรรมและการนำไปใช้ แฉวงจรรภายในรถยนต์หลายส่วนผลิตขึ้น โดยการกดอัดเส้นใยธรรมชาติด้วยน้ำยาประสาน แล้วขึ้นรูปทรงต่างๆ หากพูดถึงประสิทธิภาพและความแข็งแรงแล้ว ใยป่านได้รับความนิยมมากกว่าเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีสัดส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนัก (Strength to Weight) และสัดส่วนความแข็งแรงต่อปริมาตร (Strength to Volume) เทียบเท่ากับเส้นใยแก้ว และบางครั้งก็มีแรงหน่วงที่เหนือกว่าเส้นใยแก้วและคาร์บอนด้วยซ้ำ ส่วนเส้นใยจากกัญชง ปอกระเจา ปอแก้ว และไม้ เมื่อผสมกับสารเติมแต่งก็จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง นอกจากนี้ เรซินชีวภาพ ซึ่งก็คือ “กาว” ยังสามารถใช้ร่วมกับเส้นใยเพื่อให้ประสิทธิภาพที่เหนือกว่า และยังทำให้เปียกเพื่อช่วยในการประสานเส้นใย และเพิ่มความแข็งแรง (Stiffness) ที่ใกล้เคียงกับอีพ็อกซีและโพลีเอสเตอร์ในคอมโพสิตแก้วและคาร์บอนประสิทธิภาพสูง ตัวอย่างเช่น น้ำยาประสาน Acrodur จากบริษัท BASF สามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานสำหรับผลิตเก้าอี้จากใยกัญชงได้สำเร็จ โดย Werner Asslinger ซึ่งการวางตำแหน่งเส้นใยให้ได้ประโยชน์สูงสุดต้องใช้ความชำนาญอย่างมาก ทำให้นวัตกรรมในด้านนี้จำกัดอยู่เฉพาะในวงการสินค้าที่เน้นประสิทธิภาพการทำงาน เช่น อุตสาหกรรมอวกาศ อุปกรณ์กีฬา และยานยนต์ระดับไฮเอนด์





## นาโนเทคโนโลยี

วัสดุธรรมชาติทุกชนิดล้วนมีโครงสร้าง “นาโน” ในรูปแบบของเซลล์ เราสามารถควบคุมวัสดุได้ในระดับนาโน เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติได้ตามที่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็น Nanocellulose หรือที่เรียกกันว่า Cellulose Nanofibers (CNF) Microfibrillated Cellulose (MFC) Nanocrystalline Cellulose (NCC) หรือ Bacterial Nanocellulose วัสดุธรรมชาติรูปแบบใหม่เหล่านี้ มีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นแอโรเจล ซึ่งเป็นโฟมที่มีความหนาแน่นในระดับต่ำมาก หรือใช้เป็นสารเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดาษและแผ่นบอร์ด หรือเป็นคอมโพสิตที่ใช้เพิ่มความแข็งแรงให้กับพลาสติก หรือสารที่ใช้ในยาและเภสัชภัณฑ์ต่างๆ



NCCTM Cellulose Nanocrystals (CNC) พบในผนังเซลล์ของเซลลูโลส จากเยื่อไม้ที่ใช้ทำกระดาษ © CelluForce

เรายังคงใช้ไม้เป็นวัสดุสำหรับการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากเทรนด์ล่าสุดในการสร้างโครงสร้างไม้หลายชั้น หรือ “ตึกระฟ้าทำจากไม้” เช่น อาคาร WIDC ในรัฐบริติชโคลัมเบีย ซึ่งใช้การออกแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย เพื่อคิดค้นวิธีการก่อสร้างให้สามารถใช้ประโยชน์จากไม้ได้อย่างเต็มที่

จากบทความนี้ รวมทั้งกรณีศึกษาต่างๆ และข้อมูลจากวัสดุอื่นๆ เราสรุปได้ว่า เพื่อให้การปฏิบัติวิธีการผลิตของโลกสำเร็จผล เราจำเป็นต้องใช้ “Big Chemistry” และ “Big Agriculture” เข้ามาช่วย แม้ว่าการค้นพบที่ยิ่งใหญ่มักจะเกิดจากการที่คนๆ หนึ่ง นำความคิดสร้างสรรค์ของตนไปก่อตั้งเป็นบริษัทเพื่อสร้างสิ่งนั้นให้เกิดขึ้นจริง แต่เพื่อนำความคิดนั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตจำนวนมากๆ ดูท่าว่าจะต้องมาจากบริษัทข้ามชาติยักษ์ใหญ่ที่มีความสามารถในการผลิตในปริมาณมหาศาล ซึ่งมีแนวโน้มว่า จะต้องมีการต่อต้านจากผู้คนในท้องถิ่น สาเหตุที่ต้องเป็นบริษัทข้ามชาติยักษ์ใหญ่ ก็เพราะว่าหากเราจะผลิตอาหารและสินค้า สำหรับคนเจ็ดพันล้านคนบนโลกนี้ให้เพียงพอ เราต้องพึ่งพาองค์กรที่มีโครงสร้างรองรับการผลิตในปริมาณมาก เพื่อให้สามารถ พัฒนาจากระดับรากหญ้าไปสู่ระดับโลกได้สำเร็จ ดังนั้นเราจึงต้องการทั้งนวัตกรรมจากผู้ประกอบการและบริษัทข้ามชาติ รวมไปถึงเงินอุดหนุนและนโยบายทางภาษีจากรัฐบาล ที่จะผลักดันให้นวัตกรรมนี้เป็นจริงได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำ และสามารถเข้าถึงได้ในระดับกว้าง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการแข่งขันกับวัสดุสังเคราะห์ในปัจจุบัน

อ้างอิง: บทความ “/State of the industry” จากนิตยสาร Matter ฉบับ 10.4 เขียนโดย Dr. Andrew H. Dent รองประธาน ฝ่ายห้องสมุดและวิจัยวัสดุของ Material ConneXion