

## Post-Consumer Recycled (PCR) แนวคิดแบบเศรษฐกิจหมุนเวียน

พรพิมล กำเนิด นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ  
กองวัสดุวิศวกรรม



ภาพ: Analysis of markets and technologies for plastic material circularity in the packing sector in Thailand

ปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเทศส่วนใหญ่ยังคงขับเคลื่อนธุรกิจต่าง ๆ บนแนวคิดระบบเศรษฐกิจแบบเส้นตรง (Linear Economy) ซึ่งให้ความสำคัญกับเรื่องผลกำไรเป็นอันดับแรก นั้นทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมหาศาล และผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรง คือ ทำให้เกิดของเหลือทิ้ง และของเสียปริมาณมากที่ตกค้างอยู่ในระบบนิเวศ ซึ่งทุกคนต่างได้รับผลกระทบเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่การผลิตอย่างน้อยที่สุดก็ในฐานะผู้บริโภค การใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ยากก็เป็นหนึ่งในห่วงโซ่การผลิตที่ทำให้เกิดของเสียปริมาณมากที่ตกค้างอยู่ในระบบนิเวศจากการคาดการณ์การเติบโตปริมาณพลาสติกที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม และการใช้น้ำมัน

ดังรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าต้องใช้ทรัพยากรขึ้นมาผลิตพลาสติกปริมาณสูงขึ้นถึง 4 เท่า ในมหาสมุทรอาจจะมีพลาสติกมากกว่าปลา (ในสัดส่วนโดยน้ำหนัก) การผลิตพลาสติกจะใช้น้ำมันในสัดส่วนที่สูงขึ้นจาก 6% เป็นประมาณ 20% และประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) การกระจายตัวในชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร และแผ่นดิน ประมาณ 15% ระหว่างปี 2014 กับ ปี 2050



รูปที่ 1. การคาดการณ์การเติบโตปริมาณพลาสติกส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและการใช้น้ำมัน  
ที่มา: The New Plastics Economy (2016) – Rethinking the future of plastics

จากแนวโน้มประเทศส่วนใหญ่ที่มีใช้ทรัพยากรอย่างมหาศาล แต่ก็ยังมีอีกหลายประเทศที่ได้ตระหนักถึงปัญหาการขาดแคลนทรัพยากร และพยายามปรับเปลี่ยนตัวเองไปสู่ระบบเศรษฐกิจใหม่ ที่มีแนวคิดเกี่ยวกับทางรอดของเราและโลก นั่นคือ เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

## เศรษฐกิจหมุนเวียน คืออะไร

เศรษฐกิจหมุนเวียน คือ ระบบเศรษฐกิจที่ต้องการให้เราใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุดในทุกกระบวนการ และทุกขั้นตอน อีกทั้งไม่ควรมัวแต่ตระการเกิดของเสียหรือมีได้แต่ควรร้อยที่สุด เพื่อให้ทุกกระบวนการและทุกขั้นตอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด เศรษฐกิจหมุนเวียนให้ความสำคัญในเรื่องการนำวัสดุกลับมามีใช้ใหม่ แทนที่แบบเดิมที่เป็น การ “ผลิต-ใช้-ทิ้ง” ตัวอย่างระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนที่อาจจะทำให้เข้าใจง่ายที่สุด ก็คือ “การรีไซเคิล”

## แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน ประกอบด้วยอะไรบ้าง

เศรษฐกิจหมุนเวียนประกอบด้วย 8 หลักการครอบคลุมตั้งแต่ต้นทางของกระบวนการผลิตไปจนถึงปลายทาง ได้แก่

- (1) ทนทานใช้งานได้ยาวนานขึ้น (Durability) การผลิตหรือออกแบบสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์เพื่อให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น โดยการเพิ่มความคงทน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการลดใช้ทรัพยากรหรือลดของเสียจากซากเหลือทิ้ง
- (2) นำวัสดุที่สร้างทดแทนใหม่ได้มาใช้ในการผลิต (Renewability) โดยการนำวัสดุที่ประกอบด้วยชีวมวลที่มาจากสิ่งมีชีวิต หรือที่สามารถสร้างทดแทนได้อย่างต่อเนื่องมาใช้ในการผลิตสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์
- (3) ใช้ซ้ำได้หลายครั้งตลอดอายุการใช้งาน (Reuse)
- (4) บำรุงรักษา หรือซ่อมแซมได้ตลอดอายุการใช้งาน (Repair) การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสามารถทำการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมได้ เมื่อเกิดความเสียหายเพื่อยืดอายุการใช้งาน
- (5) เปลี่ยน หรือทดแทนการใช้วัสดุแบบเดิม (Replacement) การผลิต หรือออกแบบสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์เพื่อเปลี่ยนหรือทดแทนการใช้วัสดุแบบเดิมที่อาจใช้ได้ครั้งเดียว หรือมีสารอันตราย หรือเป็นวัสดุที่เป็นพิษในภาวะวิกฤตด้วยการใช้วัสดุทางเลือก หรือการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการผลิต

(6) เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน (Upgrade) การเพิ่มประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ หรืออุปกรณ์บางชิ้นของผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน โดยไม่ต้องซื้อหรือผลิตผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่

(7) การปรับปรุงเป็นของใหม่ (Refurbishment) การซ่อมแซม หรือปรับปรุงสินค้าที่ได้รับความเสียหาย หรือเกิดตำหนิโดยส่งคืนกลับไปยังผู้ผลิตพร้อมรับการตรวจสอบตามมาตรฐานของโรงงานอีกครั้งหนึ่ง แล้วกลับมาวางจำหน่ายอีกครั้ง โดยบ่งบอกข้อความกำกับไว้เพื่อแจ้งให้ผู้ซื้อทราบ

(8) ลดปริมาณวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุดิบ (Reduced Material Use) เพื่อลดปริมาณวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุดิบในการผลิต การจัดจำหน่าย การกระจายสินค้า และบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องบริการ ซึ่งเป้าหมายหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน คือ การทำให้ต้นทุนสินค้าต่ำลง เนื่องจากแหล่งที่มา และการได้มาซึ่งวัสดุที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมลดลง ปล่อยคาร์บอน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง และ Carbon Footprint ต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเศรษฐกิจแบบเส้นตรง

แนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนได้รับความสนใจจากหลายธุรกิจ เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างเช่น การผลิตเม็ดพลาสติก Post-Consumer Recycled (PCR) เป็นเม็ดพลาสติกรีไซเคิลที่สามารถตอบโจทย์การรักษ์โลก และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

## เม็ดพลาสติก PCR คืออะไร

เม็ดพลาสติก PCR คือ เม็ดพลาสติกรีไซเคิลที่ได้จากการนำพลาสติกที่ใช้งานแล้ว และนำเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล (Recycle) และขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อสามารถนำไปใช้งานซ้ำ (Reuse) ได้อีกครั้ง ข้อดีของการใช้เม็ดพลาสติก PCR คือ ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้มีคุณสมบัติเหมือนพลาสติกทั่วไป เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปัญหาขยะพลาสติกทั่วโลก การผลิตพลาสติก PCR จะปล่อยก๊าซ (Carbon Footprint) ออกมาสู่อากาศน้อยกว่าพลาสติกทั่วไป 25 % และช่วยลดการใช้เม็ดพลาสติกได้ถึง 20-60 % ซึ่งเป็นการรักษาต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติ เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการหมุนเวียนวัสดุ

พลาสติกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastics) เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดีเกิดคราบ และรอยเปื้อน ได้ยากคงรูปหลังการผ่านความร้อน หรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อน และความดัน ไม่อ่อนตัว และเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้ เป็นซีไถ่สัด้า พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกัน เป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล แข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ เช่น เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine formaldehyde) อีพ็อกซี (Epoxy) โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เป็นต้น

(2) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นพลาสติก ที่ได้รับความร้อนจะอ่อนตัว เมื่อเย็นลงจะแข็งตัวสามารถ เปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็น โซ่ตรงยาว และมีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่โพลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลวหรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ ทำลายโครงสร้างเดิม เมื่อหลอมแล้วสามารถนำมาขึ้นรูป กลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น โพลีเอทิลีน (PE), โพลีโพรพิลีน (PP), โพลีสไตรีน (PS), โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นต้น

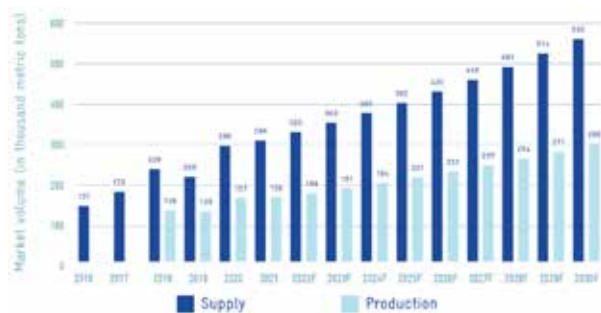
พลาสติกแต่ละเกรดมีความแตกต่างกัน ดังนี้ โครงสร้างของสายโซ่โพลิเมอร์ น้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุล โมโนเมอร์ในโมเลกุลโพลิเมอร์ ตัวเสริมแรง (Reinforcement) และสารเติมแต่ง (Additives) การเติม สารเติมแต่งไม่ว่าจะเป็นสารเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อน ผงสี สารหน่วงการติดไฟ สารต้านจุลชีพ หรือสารปรับปรุง สมบัติทนต่อแรงกระแทกก็จะทำให้เกิดความซับซ้อนของ วัสดุ ดังนั้น ประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงสำหรับการนำพลาสติก กลับมารีไซเคิล คือ ประเภทของพลาสติก ชนิดตัวเสริมแรง และชนิดสารเติมแต่งในการผลิตพลาสติก เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการรีไซเคิลพลาสติก

### แนวโน้มการจัดการ และการผลิตพลาสติกรีไซเคิล ในประเทศไทย (Market volume of supply and production of recycled plastics in Thailand)

Recycled PET (rPET) เป็นสารประกอบโพลีเอทิลีน ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ post-consumer PET จากหลากหลาย แหล่งที่มา การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ post-consumer PET ที่ได้รับจากร้านรีไซเคิล คือ 137x103 ตัน (ปี 2016) และ เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเป็น 286 x103 ตัน (ปี 2020) และ

การรีไซเคิลเส้นใย rPET เพิ่มขึ้นจาก 126 x103 ตัน (ปี 2018) เป็น 158 x103 ตัน (ปี 2021) ดังรูปที่ 2. โดยผลิตภัณฑ์ rPET มีหลายประเภท ดังนี้

- เส้นใยมีความยืดหยุ่น และมีความต้านทานแรงดึงสูง ช่วยให้ปั่นเป็นเส้นด้ายได้ ใช้ทำเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม พรม และเฟอร์นิเจอร์ภายในบ้าน
- แผ่นและฟิล์ม เป็นวัสดุทั่วไปที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์
- สายรัด ทำจาก rPET มีความทนทาน ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ เป็นหลัก



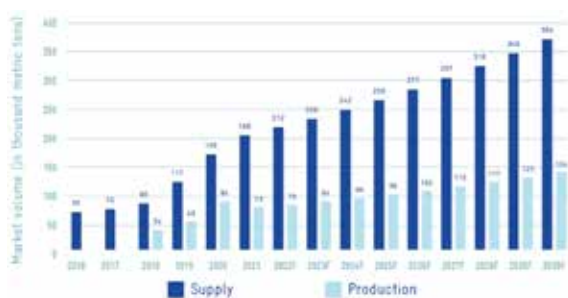
รูปที่ 2. การวิเคราะห์การจัดการ และการผลิต rPET ปี 2016 ถึง 2021 และการคาดการณ์ในปี 2022 ถึง 2030

Recycled PE (rPE) เป็นสารประกอบโพลีเอทิลีน ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ post-consumer PE โดยผลิตภัณฑ์ที่ พบมากที่สุด ได้แก่ ขวดนม ถู ภาชนะบรรจุ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้แยกตามประเภทและสี ดังนี้

- ขวด PE สีธรรมชาติ ทำจากเรซิน High-density polyethylene (HDPE) ปราศจากตัวเดิม เช่น ขวดนม ภาชนะบรรจุส่วนผสมในครัว และภาชนะบรรจุสำหรับ ผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล (Personal care containers)
- ขวด PE ทึบแสง ทำจากสารประกอบเรซิน High-density polyethylene (HDPE) และสารตัวเติมแต่ไม่มีการเติมสี (หรือเม็ดสี) โดยปกติจะเป็นขวดสีขาว เช่น ขวดนม ภาชนะบรรจุส่วนผสมในครัว และภาชนะบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล
- ขวด PE สี ทำจากสารประกอบเรซิน High-density polyethylene (HDPE) สารตัวเติม และสี (หรือเม็ดสี) เช่น ภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคลและ ในสีต่าง ๆ (สีดำ สีเขียว สีฟ้า หรือสีเหลือง)
- ถู PE สีธรรมชาติ ทำจากเรซิน High-density polyethylene (HDPE) Low-density polyethylene (LDPE) หรือ Linear low-density polyethylene (LLDPE) โดยไม่มีสารตัวเติมและสี

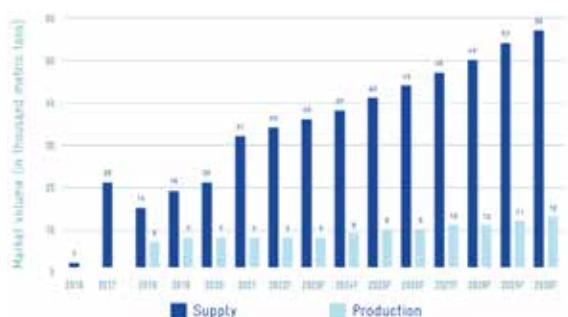
- ถุง PE สี ทำจากสารประกอบเรซิน High-density polyethylene (HDPE) Low-density polyethylene (LDPE) หรือ Linear low-density polyethylene (LLDPE) สารตัวเติมและสี

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ post-consumer PE ที่ได้รับจากร้านรีไซเคิล คือ 65 x 103 ตัน (ปี 2016) และเพิ่มขึ้นเป็น 165 x103 ตัน (ปี 2020) และการรีไซเคิล rPE เพิ่มขึ้นจาก 34 x103 ตัน (ปี 2018) เป็น 73 x103 ตัน (ปี 2021) ดังรูปที่ 3. ผลิตภัณฑ์ rPE เช่น ถุงซ้อปปีง ถุงขยะฟิล์มเพื่อการเกษตร เชือกพลาสติก และสินค้าคงทน เช่น ตะกร้าผลไม้ เฟอรินเจอร์พลาสติก หรือไม้เทียม เป็นต้น



รูปที่ 3. การวิเคราะห์การจัดการและการผลิต rPE ในประเทศไทยปี 2016 ถึง 2021 และการคาดการณ์ในปี 2022 ถึง 2030

Recycled PP (rPP) เป็นสารประกอบโพลีโพรพิลีนที่ได้จากผลิตภัณฑ์ post-consumer PP โดยภาชนะบรรจุอาหารพลาสติกเป็นแหล่งที่พบของ rPP มากที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์ post-consumer PP ที่ได้รับจากร้านรีไซเคิลน้อยลงเมื่อเทียบกับ rPE เนื่องจากผลิตภัณฑ์ PP ส่วนใหญ่เป็นภาชนะใส่อาหาร และสกปรกหลังการใช้งาน ซึ่งการคาดการณ์ผลิตภัณฑ์ post-consumer PP ที่ได้รับจากร้านรีไซเคิล ดังรูปที่ 4. และคาดว่าจะการเติบโตของ rPP ประมาณ 7.0 % ต่อปี (ปี 2022 ถึง 2030)



รูปที่ 4. การวิเคราะห์การจัดการและการผลิต rPP (ปี 2016 ถึง 2021) และการคาดการณ์ในปี 2022 ถึง 2030

Recycled (rPS) เป็นสารประกอบโพลีสไตรีนที่ได้จากผลิตภัณฑ์ post-consumer PS เช่น โฟม PS สำหรับ

ป้องกันความเสียหายจากการขนส่ง และสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร เนื่องจากมีการปนเปื้อนและน้ำหนักเบา ทำให้ร้านรีไซเคิลส่วนใหญ่จึงไม่เก็บผลิตภัณฑ์โฟม PS ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ปัจจุบันแบรนด์ต่าง ๆ มีเป้าหมายการใช้ PCR ในบรรจุภัณฑ์พลาสติก ได้แก่ (1) Nestlé เพิ่มปริมาณพลาสติก PCR ที่ใช้ผลิตขวดน้ำดื่มที่ขายทั่วโลกเป็น 35 % (และ 50 % ในบางประเทศ) ภายในปี 2025 (2) SC Johnson เพิ่มปริมาณของพลาสติก PCR ที่ใช้ในขวดที่ผลิตในอเมริกาเหนือและยุโรปจาก 20 % เป็น 40 % ภายในปี 2025 (3) Unilever ใช้ PCR อย่างน้อย 25 % สำหรับบรรจุภัณฑ์พลาสติก ภายในปี 2025 ซึ่งปัจจุบันมีบางสินค้าที่ใช้ PCR 100 % และ (4) Coca Cola ใช้บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุรีไซเคิลในสัดส่วนไม่น้อยกว่า 50 % ของบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดภายในปี 2033

## เอกสารอ้างอิง

1. Rizos, V., Tuokko, K., and Behrens, A. (2017). The Circular Economy A review of definitions, processes and impacts. THE CIRCULAR ECONOMY: A REVIEW OF DEFINITIONS, PROCESSES AND IMPACTS, 1-45.
2. Bernat, K. (2023). Post-Consumer Plastic Waste Management: From Collection and Sortation to Mechanical Recycling. Energies, 16, 3504.
3. Thailand Environment Institute (TEI). (2022). Green Label Product Recycled Plastics (TGL-01-R3-22). 1-14.
4. Khangale, B. U., Ozor, A. P, and Mbohwa C. (2020). A review of recent trends and status of plastics recycling in industries. Engineering and Applied Research, 48(3), 340-350.
5. Nithitanakul, M., Preechawong, J., Chungprempree, J. (2023). Analysis of markets and technologies for plastic material circularity in the packing sector in Thailand. 1-44.
6. PCR ทางเลือกของธุรกิจด้วยวิธีคิดแบบ Circular Economy. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 29 พฤษภาคม 2566] เข้าถึงจาก: <https://www.allaroundplastics.com/article/business-tips/2580/๗>