ลดโลกร้อนด้วย zero waste

เรียบเรียงโดย นางสาวปวีณา พาณิชยพิเชฐ

กันยายน 2563

อัตราการเกิดขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 1.04 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 1.18 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี พ.ศ. 2562 ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นเพิ่มจาก 24.11 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 28.71 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2562 (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) ถึงแม้ว่าสัดส่วนร้อยละของขยะมูลฝอยชุมชนที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นจาก 16.01 เป็น 43.61 แต่การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนซึ่งไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ จำนวน 16.19 ล้านตัน นั้นส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขอนามัย และเป็นภาระกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเก็บ การขนส่ง การคัดแยก การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่ง อปท. จะเลือกใช้วิธีการจัดการรูปแบบใดขึ้นอยู่กับที่ตั้ง ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชน และศักยภาพของ อปท. วิธีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนพื้นฐานที่ อปท. ใช้ในปัจจุบัน คือ การฝังกลบในหลุมฝังกลบ ซึ่งการฝังกลบขยะอินทรีย์ในหลุมฝังกลบที่ลึกกว่า 5 เมตร และมีการปูแผ่นพลาสติกรองเพื่อป้องกันการซึมของน้ำชะขยะ การบดอัด กลบทับ จะทำให้เกิดการหมักแบบไร้อากาศและเกิดก๊าซมีเทนซึ่งทำให้โลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 เท่า ส่วนวิธีการจัดการซึ่งช่วยลดก๊าซเรือนกระจกมีหลายรูปแบบ เช่น การคัดแยกขยะพลาสติกเพื่อนำไปรีไซเคิลหรือนำไปทำเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) การคัดแยกขยะอินทรีย์ไปหมักทำสารปรับปรุงดิน การคัดแยกขยะเศษอาหารไปหมักแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพและใช้เป็นเชื้อเพลิง การเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

โดยทั่วไป อปท. ขนาดเล็กมักคัดแยกขยะรีไซเคิลไปจำหน่ายและขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนที่เหลือไปให้ อปท. แห่งอื่นช่วยกำจัด เนื่องจากการคัดแยกองค์ประกอบขยะประเภทต่าง ๆ ออกจากกัน จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรจำนวนมาก เช่น รถตัก สายพานลำเลียง เครื่องฉีกถุง เครื่องตัด (shredder) รถกลับกองขยะหรือสกรูซึ่งช่วยพลิกกองเพื่อเร่งกระบวนการหมักแบบใช้อากาศ ตะแกรงร่อนขยะ (Trommel) แม่เหล็กสำหรับคัดแยกเศษเหล็ก เครื่องคัดแยกด้วยลม (air classifier) เพื่อแยกพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาไปทำ RDF และคัดแยกขยะอินทรีย์ไปหมักเพื่อผลิตสารปรับปรุงดิน ถึงแม้ว่า อปท. จะมีการพัฒนารูปแบบในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนซึ่งช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัย รวมทั้งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ก็ยังประสบปัญหาในการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนซึ่งบางส่วนคัดแยกได้ยากหรือไม่สามารถใช้นำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น หลอด พื้นรองเท้า เศษไม้ เฟอร์นิเจอร์ กะลามะพร้าว เศษแก้ว กระเบื้อง หิน และยังต้องนำไปฝังกลบซึ่งเป็นความสูญเสียทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร โดยเฉพาะการสูญเสียที่ดินที่ต้องใช้ทำหลุมฝังกลบและที่ดินโดยรอบซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากรถบรรทุกขยะ กลิ่นเหม็น และน้ำชะขยะ นอกจากนี้ การผลิต RDF อาจประสบปัญหาเรื่องการจำหน่าย เพราะ อปท. หลายแห่งตั้งอยู่ห่างจากผู้รับซื้อ ซึ่งผู้รับซื้อที่สำคัญ คือ โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งใช้ RDF เป็นเชื้อเพลิงใน

หม้อเผาปูนทดแทนการใช้ถ่านหิน ซึ่งโดยมากตั้งอยู่ในจังหวัดสระบุรี และมีอยู่ 2 โรง ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดลำปางและจังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้รายได้จากการขาย RDF ไม่คุ้มกับค่าขนส่ง ส่วนการเผาขยะมูลฝอยชุมชนก็มีปัญหาเรื่องมลพิษอากาศ โดยเฉพาะสารไดอ๊อกซิน (dioxins) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเผาต่ำกว่า 850 องศาเซลเซียส (กรมควบคุมมลพิษ, ออนไลน์)

จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2562 พบว่า สามารถกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนได้อย่างถูกต้องเพียง 9.81 ล้านตัน ส่วนอีก 6.38 ล้านตัน ยังกำจัดไม่ถูกต้อง ซึ่งขยะพลาสติกและโฟมที่ไม่เข้าสู่ระบบกำจัดมีโอกาสไหลลงสู่แหล่งน้ำและออกสู่ทะเล ทำอันตรายกับสัตว์น้ำ นอกจากนี้ ไมโครพลาสติก ซึ่งเป็นอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากการแตกตัว (breakdown) ของพลาสติกยังเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารและจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในท้ายที่สุด (National Ocean Service, ออนไลน์) จากการศึกษาของ The Pew Charitable Trusts พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 มีขยะพลาสติกที่ไหลลงสู่มหาสมุทร 11 ล้านตัน และคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2583 จะมีขยะในมหาสมุทรมากถึง 29 ล้านตัน ซึ่งเป็นปริมาณมหาศาล เพราะขยะพลาสติกและโฟมมีน้ำหนักเบา มีความคงทน สามารถล่องลอยไปได้ไกล และอาจคงอยู่ในทะเลได้เป็นเวลานานนับร้อยปี สร้างอันตรายให้กับสัตว์ทะเลเป็นอย่างมาก The Pew Charitable Trusts เสนอให้ลดขยะพลาสติกให้ได้ร้อยละ 80 ภายในปี ค.ศ. 2583 โดยการจัดการ value chain ได้แก่ การลดการเติบโตของการบริโภคพลาสติก การทดแทนการใช้พลาสติกด้วยวัสดุที่ย่อยสลายได้ การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่สามารถรีไซเคิล เพิ่มการจัดเก็บขยะพลาสติก เพิ่มการรีไซเคิล กำจัดพลาสติกที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ และลดการส่งออกพลาสติกไปยังประเทศที่จัดเก็บขยะพลาสติกได้น้อย (The Pew Charitable Trusts, 2020)

แนวทางหนึ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหาที่เกิดจากการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนและช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการหมักแบบไร้อากาศในหลุมฝังกลบ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้พลังงานไฟฟ้าในการจัดการขยะ คือ การลดขยะให้เป็นศูนย์ หรือ zero waste ซึ่งเป็นแนวคิดที่นอกจากจะมุ่งเน้นการไม่ทำให้เกิดขยะแล้ว ยังมองขยะเป็นทรัพยากรที่ต้องใช้ให้คุ้มค่าที่สุดอีกด้วย โดยใช้มาตรการ 5Rs Redesign Reduce Reuse Recycle และ Recover ซึ่งแต่ละมาตรการมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและอาจแยกออกจากกันได้ยาก Redesign หรือการวางแผน/การออกแบบ เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดและส่งผลต่อ Reduce Reuse Recycle และ Recover เพราะเป็นเรื่องของการทบทวนกระบวนการใช้งาน ความจำเป็น การคัดเลือกวัสดุ การลดการใช้วัสดุสิ้นเปลือง การออกแบบให้มีความทนทาน ใช้ซ้ำได้ การออกแบบขั้นตอนการผลิตที่ลดของเสีย การใช้งานอย่างคุ้มค่า การหาวิธีที่ช่วยยืดอายุการใช้งาน หรือนำไปใช้งานอื่นแทนหากคุณสมบัติไม่ตรงตามข้อกำหนดอีกต่อไป ตลอดจนการนำกลับมาใช้ใหม่และการกำจัดในท้ายที่สุด เพราะถึงแม้ว่าจะสามารถรีไซเคิลวัสดุบางอย่างได้ เช่น บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง แต่วัสดุที่ผ่านการรีไซเคิลจะมีคุณภาพต่ำลงเรื่อย ๆ ตามจำนวนรอบที่ถูกรีไซเคิล ดังนั้น การลดการใช้งานที่ไม่จำเป็นหรือการลดการเกิดขยะเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการเป็นอันดับแรก ตัวอย่างมาตรการต่าง ๆ แสดงดังตาราง

Redesign
การใช้สื่อดิจิตัลในการแบ่งปันเอกสารออนไลน์ เช่น การใช้ระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์แทนระบบสารบรรณแบบเดิม ช่วยลดการใช้กระดาษ และลดการเดินทางในการจัดส่งเอกสาร
การออกแบบบรรจุภัณฑ์ เช่น การใช้ถุงที่ทำจากพลาสติกชีวภาพในการจัดเก็บขยะอินทรีย์ ทำให้สามารถนำถุงขยะทั้งถุงไปหมักทำสารปรับปรุงดินได้เลยโดยที่ไม่ต้องนำขยะอินทรีย์ออกจากถุง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการเกิดขยะและใช้ประโยชน์ขยะ ยังช่วยลดความยุ่งยากในการจัดการ
การออกข้อกำหนดในการจัดการประชุม เช่น การห้ามใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง โดยแจ้งให้ผู้เข้าร่วมประชุมเตรียมกระบอกน้ำมาด้วย หรือแจกกระบอกน้ำเพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมใช้กรอกน้ำดื่มแทนการดื่มน้ำจากขวดพลาสติกที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง
การจัดการขยะในโรงอาหาร เช่น การจัดเตรียมถังขยะ สำหรับคัดแยกขยะประเภทต่าง ๆ ในโรงอาหาร เช่น ถังสำหรับเทน้ำแข็ง/น้ำ/หลอด ขยะเศษอาหาร ถังสำหรับทิ้งขวด/กระป๋อง แก้วน้ำ ถังขยะทั่วไป ซึ่งช่วยให้สามารถแยกขยะรีไซเคิลกลับไปใช้ประโยชน์ และสามารถนำเศษอาหารไปใช้ประโยชน์ เช่น นำไปหมักแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ
Reduce
การลดขยะเศษอาหารโดยเกษตรกร อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร ผู้จัดจำหน่าย ผู้ปรุงอาหารจำหน่าย และผู้บริโภค เช่น การป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตเกินความต้องการของผู้บริโภค การนำขยะจากการตัดแต่งอาหารไปใช้ประโยชน์ การรณรงค์ให้คนทานอาหารให้หมดจาน
การลดการใช้กระดาษ/การใช้กระดาษทั้งสองหน้า
การลดการใช้บรรจุภัณฑ์แบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น การงดแจกถุงพลาสติกในห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อ การงดใช้หลอดพลาสติกในร้านอาหาร การใช้กล่องข้าวหรือปิ่นโต กระบอกน้ำ ซึ่งจะช่วยลดขยะประเภทถุงพลาสติก/กล่องพลาสติก/กล่องกระดาษที่ใช้ใส่อาหาร พลาสติกห่ออาหาร (wrap) ขวดน้ำแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง
Reuse
การนำลังกระดาษไปใช้เป็นภาชนะหมักขยะประเภทเศษอาหารในครัวเรือน หรือการนำขยะเศษอาหารไปหมักในถังขยะเปียกลดโลกร้อนเพื่อผลิตสารปรับปรุงดิน
การนำกากกาแฟไปใช้เป็นวัสดุปลูกเห็ด
Recycle/Upcycle
การรีไซเคิลขยะพลาสติก เหล็ก อลูมิเนียม กระดาษ
การรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น มือถือ แบตเตอร์รี่
การทำโต๊ะ เก้าอี้จากกล่องนมยูเอชที

การทำรองเท้าจากขยะรองเท้าที่เก็บได้จากชายหาดและทะเล
Recover
การนำสารเคมีในกระบวนการอุตสาหกรรมเคมีกลับมาใช้ใหม่
การนำสารทำความเย็นกลับมาใช้ใหม่

ตัวอย่างการดำเนินงานลดการเกิดขยะและการนำขยะประเภทต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ที่น่าสนใจและอาจใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนากิจกรรมใหม่ ๆ เพื่อนำไปสู่ zero waste มีรายละเอียด ดังนี้

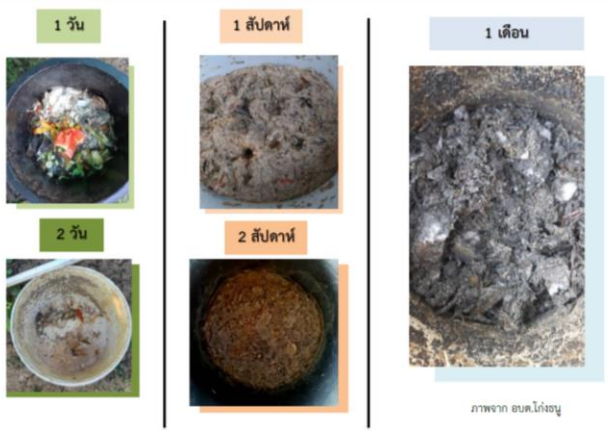
การลดขยะเศษอาหารของห้างสรรพสินค้าเทสโก้ โลตัส โดยการวิเคราะห์ปริมาณขยะอาหารทั้ง supply chain (farm to fork) ทำ direct sourcing วางแผนการเพาะปลูกร่วมกับเกษตรกร โดยแจ้งความต้องการ และราคารับซื้อเพื่อป้องกันปัญหาผลผลิตล้นตลาด แพ็คอาหารด้วยระบบสุญญากาศเพื่อเพิ่มอายุของอาหารให้สามารถจำหน่ายได้ก่อนหมดอายุ โดยที่ตั้งของโรงงานตัด ตกแต่ง บรรจุ ควรอยู่ห่างจากห้างสรรพสินค้าในระยะเวลาเดินทางไม่เกิน 1 ชั่วโมง หาวิธีใช้ประโยชน์เพื่อไม่ให้เกิดขยะอาหาร เช่น นำเปลือกกระหล่ำปลีไปทำกิมจิ นำแตงกวาที่ขนาดหรือลักษณะผิวไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพไปทำแตงกวาดอง นำกล้วยหอมที่ล้นตลาดเอาไปทำเค้กกล้วยหอม ลดราคาอาหารที่ไม่น่ากิน บริจาคอาหารใกล้หมดอายุให้มูลนิธิ นำเศษอาหารที่สัตว์กินไม่ได้ไปหมักทำสารปรับปรุงดิน ส่วนการลดขยะเศษอาหารของโรงแรม Mariott เริ่มจากการวิเคราะห์ว่าจะจัดการอาหารที่เหลือจากบุฟเฟ่ต์ได้อย่างไรบ้าง เช่น เปลี่ยนขนาดจานให้เล็กลงซึ่งช่วยลดปริมาณอาหารที่จะกินเหลือ ปลูกผัก hydroponic ภายในโรงแรมซึ่งช่วยลดการซื้อผักจากภายนอกและลดขยะประเภทบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ใส่ผัก และใช้ผักให้ได้หมดทุกส่วน (GIZ, 2562)

การลดขยะประเภทบรรจุภัณฑ์กระดาษ โดยเฉพาะลังกระดาษซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากจากความนิยมในการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ในปัจจุบัน สามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์โดยการนำไปเจาะรูและใช้หมักขยะประเภทเศษอาหารในครัวเรือน ซึ่งท้ายที่สุดลังกระดาษก็จะย่อยเป็นสารปรับปรุงดินด้วย กิจกรรมนี้นอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะประเภทลังกระดาษแล้ว ยังเป็นการใช้ลังกระดาษซึ่งไม่ใช้แล้วให้เป็นประโยชน์อีกด้วย (Chula zero waste, ออนไลน์) ขั้นตอนการใช้ลังกระดาษหมักเศษอาหารมีรายละเอียด ดังรูป

ที่มา: Chula zero waste, ออนไลน์

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ได้มอบหมายให้ อปท. ส่งเสริมให้ครัวเรือน ร้านอาหาร และโรงอาหารของหน่วยงานในสังกัดของ อปท. ต่าง ๆ เช่น ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก โรงเรียนประถม หมักขยะเศษอาหารในถังพลาสติกที่ตัดก้นถังออก และฝังไว้ในดินเพื่อให้น้ำในเศษอาหารสามารถระบายลงสู่ดินได้ การหมักจะทำให้เศษอาหารภายในถังกลายเป็นสารปรับปรุงดินที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ภายในเวลาประมาณ 2 เดือน ทั้งนี้ มีข้อกำหนดในการดำเนินงานว่า ทุกครั้งที่มีการทิ้งเศษอาหารในถังจะต้องกวนเศษอาหารในถังด้วย เพื่อไม่ให้เกิดหมักแบบไร้อากาศและเกิดก๊าซมีเทน (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2562)

การหมักขยะเศษอาหารด้วยถังขยะเปียก



สภาพของเศษอาหารที่หมักในถังขยะเปียก

การนำขยะรองเท้าที่กลุ่ม Trash Hero ซึ่งเป็นอาสาสมัครจัดเก็บขยะทะเลเก็บได้และเดิมไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มาผลิตเป็นรองเท้า โดยเริ่มจากการนำขยะรองเท้าที่ได้มาล้างและปั่น ชั่งน้ำหนักและผสมกาวพอลิเมอร์ อัดเบ้าขึ้นรูปเป็นแผ่นรองเท้าทะเลจร ตัดแผ่นรองเท้าเป็นรูปรองเท้า และส่งไปให้กลุ่มแม่บ้านตัดเย็บเป็นรองเท้า โครงการนี้นอกจากจะช่วยลดปัญหาขยะทะเลซึ่งไม่สามารถนำไปรีไซเคิลด้วยวิธีการทั่วไปได้ สร้างอาชีพให้กับกลุ่มแม่บ้านในจังหวัดปัตตานีซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีเหตุการณ์ความไม่สงบ และยังสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสามารถใช้งานได้จริง (Tlejourn, ออนไลน์)

ขยะรองเท้าที่เก็บได้ชายหาดและทะเล

รองเท้าที่ผลิตจากขยะรองเท้า

การจัดการแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนของรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) ซึ่งปกติอายุการใช้งานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการใช้งาน แต่โดยมากประสิทธิภาพลดลงอย่างมากในช่วง 5 ปีแรก แต่เนื่องจากถูกออกแบบให้มีอายุใช้งานได้เป็นสิบปี จึงมีการนำแบตเตอรี่ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตาม EV performance standard นั่นคือประสิทธิภาพในการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณร้อยละ 80 และมีความสามารถในการอัดประจุอย่างเร็ว (quick charging) ลดลง แต่ยังสามารถอัดประจุได้มาใช้ประโยชน์อื่น (live a second life) เช่น กักเก็บพลังงานหมุนเวียน และจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ให้กับระบบสายส่งในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง (peak demand) และเมื่อสิ้นสุดการใช้งานสามารถรีไซเคิลแบตเตอรี่เพื่อนำอิเล็กโทรดซึ่งเป็นโลหะที่มีมูลค่ากลับมาใช้ใหม่ เช่น Co, Ni (McKinsey & Company, 2019)

การมุ่งสู่ zero waste ต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนและตลอดห่วงโซ่อุปทาน องค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรม กลไกที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาธุรกิจหรือการเงิน และการสนับสนุนจากภาครัฐในการดำเนินงานเป็นอย่างมาก จำเป็นต้องมีการทดลอง ปรับปรุง รวมทั้งอาจต้องมีการปรับปรุงกฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อทำให้สามารถดำเนินงานได้อย่างยั่งยืน ตัวอย่างเช่น ปัจจุบัน ยังไม่สามารถนำสารทำความเย็นที่ดูดออกมาจากเครื่องปรับอากาศที่เลิกใช้งานมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากเป็นของผสมระหว่างสารทำความเย็นหลายชนิด การนำกลับมาใช้ใหม่อาจทำให้ปริมาณส่วนผสมแตกต่างไปจากสารทำความเย็นเดิม จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติและไม่สามารถจำหน่ายได้เนื่องจากมีปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ของผู้ผลิต ซึ่งหากสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้จะช่วยลด

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากสารทำความเย็นมีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 1,000 เท่า อีกปัญหาที่จะกลายเป็นเรื่องสำคัญในอนาคต คือ การรีไซเคิลแผงโซล่าร์เซลล์ เนื่องจากแผงโซล่าร์เซลล์มีอายุใช้งานประมาณ 25 ปี โดยจะมีประสิทธิภาพลดลงเรื่อย ๆ ทำให้ในอนาคตประเทศไทยจะต้องจัดการแผงโซล่าร์เซลล์ที่ชำรุดและเลิกใช้งานจำนวนมาก

เอกสารอ้างอิง

Chula zero waste, แปลงลังกระดาษให้กลายเป็นถังปุ๋ยหมัก

http://www.chulazerowaste.chula.ac.th/%e0%b9%80%e0%b8%9b%e0%b8%a5%e0%b8%b5%e0%b9%88%e0%b8%a2%e0%b8%99%e0%b8%82%e0%b8%a2%e0%b8%b0%e0%b9%80%e0%b8%a8%e0%b8%a9%e0%b8%ad%e0%b8%b2%e0%b8%ab%e0%b8%b2%e0%b8%a3%e0%b9%83%e0%b8%ab%e0%b9%89%e0%b8%81/?fbclid=IwAR3tBDuXMgjF4YvrG0vclEAT9g06cdQdXwvhtI_PFMRAQSs_USkvjN94WPk

GIZ (2562) การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “สถานการณ์การจัดการขยะอาหารของประเทศไทย” โครงการจัดการของเสียแบบผสมผสาน ณ โรงแรม Siam@Siam วันที่ 10 กรกฎาคม 2562

McKinsey & Company (2019) Second-life EV batteries: The newest value pool in energy storage https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/second-life-ev-batteries-the-newest-value-pool-in-energy-storage#

National Ocean Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html

The Pew Charitable Trusts (2020) Breaking the Plastic Wave: a Comprehensive Assessment of Pathways Towards Stoppings Ocean Plastic Pollution สามารถดาวโหลดได้จาก https://www.pewtrusts.org/-/media/assets/2020/07/breakingtheplasticwave_summary.pdf

กรมควบคุมมลพิษ (2563) รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562

กรมควบคุมมลพิษ http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_dioxin.html

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (2562) รายงานวิธีดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการเกิดขยะเปียกจากโครงการถังขยะเปียก ลดโลกร้อนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

Tlejourn (ทะเลจร) https://tlejourn.org/%e0%b8%81%e0%b8%b2%e0%b8%a3%e0%b8%97%e0%b8%b3%e0%b8%a3%e0%b8%ad%e0%b8%87%e0%b9%80%e0%b8%97%e0%b9%89%e0%b8%b2%e0%b8%97%e0%b8%b0%e0%b9%80%e0%b8%a5%e0%b8%88%e0%b8%a3/