รายงานการศึกษาส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้)
เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

จัดทำโดย นายณรงค์ สิ้นโศรก

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่งานรักษาความสะอาดชำนาญงาน

สังกัด ฝ่ายรักษาความสะอาดและสวนสาธารณะ สำนักงานเขตดุสิต

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม

หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๓๕

สถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอยเป็นปัญหาที่มีความสำคัญ เพราะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกพื้นที่ตั้งแต่ ชุมชน หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด และระดับประเทศ โดยทุกวันจะทวีความรุ่นแรงมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และเทคโนโลยี การเพิ่มของจำนวนประชากร ตลอดจนพฤติกรรมการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในทุกพื้นที่ ทำให้ปริมาณขยะจำนวนมากขึ้นโดยเฉพาะขยะอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณขยะมากที่สุดของปริมาณขยะทั้งหมด ซึ่งก่อมลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ก่อให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์นำโรค ทำให้เกิดโรคแก่ผู้พักอาศัยในบริเวณใกล้เคียง หากประชาชนมีการคัดแยกขยะและนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะขยะอินทรีย์ ซึ่งสามารถเปลือกผลไม้ ต้นปอสา ชานอ้อย ฟางข้าว ต้นหญ้า และใบสับปะรด กลับมาใช้ประโยชน์ โดยขยะอินทรีย์ดังกล่าวมีปริมาณเซลลูโลสสูงสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์โดยแปรรูปเป็นกระดาษ และพลาสติกชีวภาพ เป็นการลดปริมาณขยะและลดการก่อมลพิษให้กับชุมชน หมู่บ้าน และประเทศ รวมทั้งยังสามารถลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบใหม่ได้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หลักการและเหตุผล	๑
วัตถุประสงค์	๑
เป้าหมาย	๑
ความรู้ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนงาน	๒
กรอบแนวทางการดำเนินการและผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้อง	๑๐
ระยะเวลาดำเนินการ	๑๒
งบประม่าณ	๑๒
แนวทางการติดตามและประเมินผล	๑๓
ข้อเสนอแนะ	๑๓
บรรณานุกรม	๑๕
ภาคผนวก : ชนิดของพืชที่มีปริมาณเซลลูโลส	๑๖

๑. ชื่อเรื่อง การแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้) เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

๒. หลักการและเหตุผล

กรุงเทพมหานครมีปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะขยะอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณ 64% ของปริมาณขยะทั้งหมด ซึ่งขยะอินทรีย์เป็นปัญหามากที่สุดเนื่องจากมีการย่อยสลายและทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์นำโรค เช่น แมลงวี่ แมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ และเป็นปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ ทำให้ผู้พักอาศัยบริเวณใกล้เคียงและผู้สัญจรไปมาในบริเวณจุดพักขยะบริเวณนั้น ซึ่งในขยะอินทรีย์ประเภทเปลือกผลไม้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ และสามารถสร้างมูลค่าได้ เนื่องจากเปลือกผลไม้บางชนิดจะมีส่วนประกอบของเซลลูโลสที่สูง สามารถนำมาทำเป็นกระดาษ หรือพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) หรือพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (Biodegradable plastic) เช่น เปลือกทุเรียน เปลือกข้าวโพดเปลือกมันสำปะหลัง กากชานอ้อย ฯลฯเพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นดังนั้นการนำขยะจากเปลือกผลไม้ที่มีเส้นใยเซลลูโลสสูงนำมาย่อยแปรรูปเป็นเส้นใยเซลลูโลส เพื่อทำกระดาษ โดยเฉพาะทุเรียนเปลือกข้าวโพดเปลือกมันสำปะหลัง กากชานอ้อย ที่เป็นพืชและผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีปริมาณการบริโภคสูง และมีจำนวนมากในแต่ละปีสร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกษตรกร ผู้ค้าขายส่วนใหญ่จะกองทิ้งไว้เป็นขยะ สร้างปัญหาในเรื่องการกำจัดขยะปัจจุบัน

๓. วัตถุประสงค์

๓.๑ เพื่อนำขยะอินทรีย์จำพวกเปลือกผลไม้กลับมาใช้ประโยชน์

๓.๒ เพื่อลดปริมาณขยะอินทรีย์ที่ต้องนำไปกำจัดให้มีปริมาณที่น้อยลง

๓.๓ เพื่อสร้างนวัตกรรมในการนำขยะเปลือกผลไม้มาทำเป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

๔. เป้าหมาย

๔.๑ มีการนำเปลือกทุเรียน เปลือกข้าวโพด เปลือกมันสำปะหลัง ชานอ้อยและเปลือกผลไม้ที่มีเซลลูโลสสูงกลับมาใช้ประโยชน์

๔.๒ ปริมาณขยะที่นำส่งไปกำจัดมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับปี ๒๕๖๑

๔.๓ มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเปลือกผลไม้ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลกรัม/ปี

๔.๔ สำนักงานเขตมีผลิตภัณฑ์กระดาษและพลาสติกชีวภาพจากการแปรรูปขยะอินทรีย์ไว้ใช้งานและสามารถนำไปสู่การดำเนินการในชุมชนพื้นที่ เพื่อเป็นชุมชนต้นแบบได้

๕. ความรู้ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนงาน

๕.๑ ความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรม

๕.๑.๑ ปรัชญาแห่งการเรียนรู้ขององค์กร ได้แก่ การนำข้อมูลดิบ ข้อมูลที่ยังไม่ได้เตรียมพร้อมสำหรับนำไป ใช้ประโยชน์ (Data) มาผ่านกระบวนการคิดการวิเคราะห์เป็นสารสนเทศ (Information) การนำเอาสารสนเทศนั้น มาใช้ในการอ้างอิงด้านต่างๆ เช่น การตั้งเป็นทฤษฎีเรียกว่า Knowledge การนำ Knowledge มาช่วยในการวางแผนแก้ไขปัญหา (Problem solving) และนำไปวางแผนด้านต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา (Planning) ทำให้เกิดปัญญา (Wisdom) ซึ่งเราสามารถใช้ปัญญา หรือความชาญฉลาดสร้าง หรือทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยวิธีใหม่ ๆ เรียกว่า นวัตกรรม (Innovation) ซึ่งในการจัดทำรายงานศึกษาส่วนบุคคลนี้ ได้นำความรู้ในหัวข้อนี้มาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลในการเลือกขยะอินทรีย์ จำพวกเปลือกผลไม้ที่มีเซลลูโลสสูงมาใช้ประโยชน์นำการทำกระดาษและพลาสติกชีวภาพ

๕.๑.๒ การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) หมายถึง กระบวนการของการวิเคราะห์และประเมินสภาพแวดล้อม เพื่อนำเอามากำหนดกลยุทธ์ขององค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ให้สอดคล้องกันและเป็นระบบ นำมาวางแผนการดำเนินงานที่เป็นรูปธรรมที่สอดคล้องกับกลยุทธ์ที่กำหนดขึ้นในการจัดทำรายงานศึกษาส่วนบุคคลนี้

๕.๒ แนวคิดทฤษฎีหรือเครื่องมือทางการบริหารต่าง ๆ

- กระดาษ (Paper) ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเยื่อไม้ ด้วยการนำมาต้มแยกเยื่อให้เป็นเส้นใยที่เปื่อยละเอียด ก่อนจะผสมกับสารเติมแต่ง และรีดออกมาเป็นแผ่นกระดาษ ซึ่งเป็นที่ต้องการใช้ในการพิมพ์ การถ่ายเอกสาร การทำบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น คำว่า กระดาษ สันนิษฐานว่าน่าจะเพี้ยนมาจากภาษาโปรตุเกสคำว่า คาร์ดาดส์ (cartads) ที่หมายถึง แผ่นเขียนอักษรหรือจดหมาย ที่ชาวโปรตุเกสเรียกในคราวที่เข้ามาค้าขายกับไทยช่วงสมัยอยุธยา

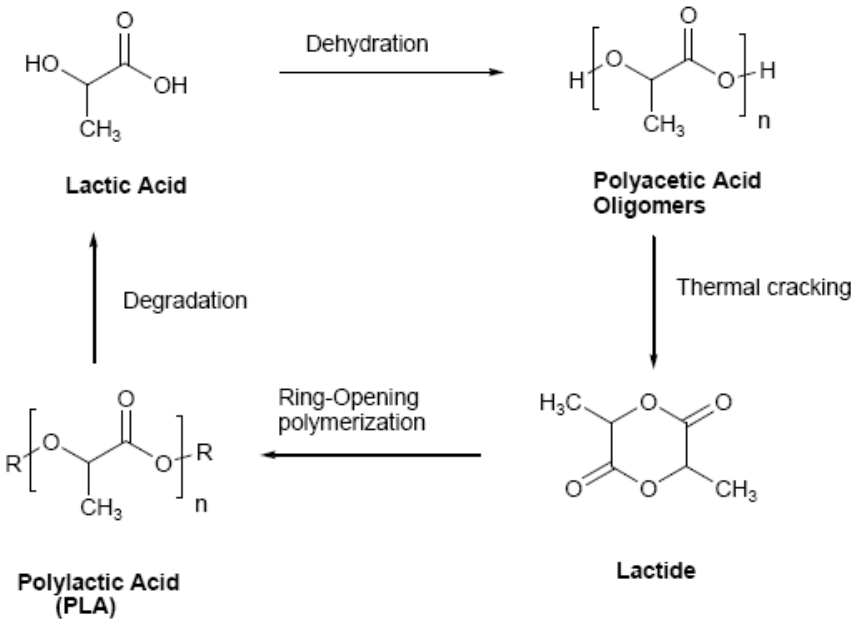
- พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) หรือพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (Biodegradable plastic) หมายถึง พลาสติกทีผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติเป็นพืช สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ (biodegradable) ช่วยลดปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อมวัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพมีหลายชนิด cellulose เช่น collagen casein polyester แป้ง (starch) โปรตีนจากถั่ว และข้าวโพด เป็นต้น และในบรรดาวัสดุธรรมชาติทั้งหลาย แป้งนับว่าเหมาะสมที่สุดเพราะมีจำนวนมากและราคาถูก เนื่องจากสามารถหาได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันเทศ มันสำปะหลัง หรือแม้แต่วัชพืช และนอกจากนี้ยังสามารถผลิตได้ แบคทีเรียทีสามารถสร้างเซลลูโลสได้เช่นกัน (โกวิท สุวรรณหงษ์ และคณะ, ๒๕๕๕)

- พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพเป็นวัตถุดิบหลักในการพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ในอนาคต แบ่งตามแหล่งกำเนิดวัตถุดิบได้ ๒ ประเภท คือ พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี (petroleum-based biodegradable plastics) และพลาสติกย่อยสลายได้ ทางชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบมวล ชีวภาพ (bio-based biodegradable plastics) ซึ่งในปัจจุบันพลาสติกประเภทหลังกำลังได้รับความสนใจ เป็นอย่างยิ่งโดย นักวิทยาศาสตร์ตลอดจนนักธุรกิจ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องในระดับแนวหน้า ทั่วโลกกำลังตื่นตัวในการคิด ค้นหาวัตถุดิบมวลชีวภาพ (biomass) ในการผลิตพลาสติกชนิดใหม่ เช่น พอลิแลคติกแอสิด (Polylactic Acid, PLA) หรือพอลิแลคไทด์ (Polylactide) และกลุ่มพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอท (Polyhydroxyalkanoates, PHAs) เพื่อรองรับมาตรการและนโยบายในการจัดการด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมและแนวโน้มการค้าขายสินค้าอุปโภคบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความมั่นคงและมีความพร้อมทั้งในด้านวัตถุดิบ มวลชีวภาพ (Biomass) ผลิตผลทางการเกษตรและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากมายจึงเป็นโอกาสที่ดีในการวิจัยและพัฒนาโดยนำเอาวัตถุดิบมาใช้ผลิตวัสดุเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยวัตถุดิบทางการเกษตรที่สามารถนำมาพัฒนาสู่อุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพได้ เช่น มันสำปะหลัง มันเทศ ข้าวโพด กล้วย และอ้อย เป็นต้น โดยในปัจจุบันประเทศไทยผลิตหัวมันสดเป็นอันดับ ๓ ของโลกและส่งออกเป็นอันดับ ๑ ของโลก มีอุตสาหกรรมรองรับในการพัฒนาพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ โดยผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สำคัญของประเทศ ได้แก่ ถุง กระสอบพลาสติก และแผ่นฟิล์ม ซึ่งมีมูลค่าทางเศรษฐกิจกว่า ๒๐๐,๐๐๐ ล้านบาท (ศราวุธ ไผ่บง,๒๕๕๕) ส่วนวัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตรมักทิ้งเป็นขยะ ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมถึงแม้จะมีการนำบางส่วนมาผลิตปุ๋ย แต่ก็ยังมีอีกจานวนมากที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ หากสามารถนำมาแปรรูปเพิ่มมูลค่าได้จะเป็น การสร้างรายได้ให้เกษตรกรและช่วยลดปัญหาขยะ ซึ่งสอดคล้องและสนับสนุนนโยบายภาครัฐในด้านการปรับโครงสร้างภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม เกษตรโดยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่พบส่วนมากเกิดจากการแปรรูปและบริโภค เช่น เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด เปลือกเงาะ ชานอ้อย ฟางข้าว และเปลือกข้าวโพด เป็นต้น มีคุณสมบัติ ที่สามารถนำไปแปรรูปเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ได้เช่นสกัดเอาสารสำคัญจาก เปลือกหรือเนื้อมาใช้ทางยาสกัดเยื่อเปลือกหรือเนื้อผลไปผลิตพลาสติกชีวภาพและนำเส้นใยจากเปลือกไปผลิตบรรจุภัณฑ์แผ่นใยอัดขึ้นรูป (Fiberboard) เป็นต้น (ศิริพร เต็งรัง และคณะ,๒๕๕๘)

- พลาสติกชีวภาพ (Bioplastics) ที่นิยมใช้งานได้แก่

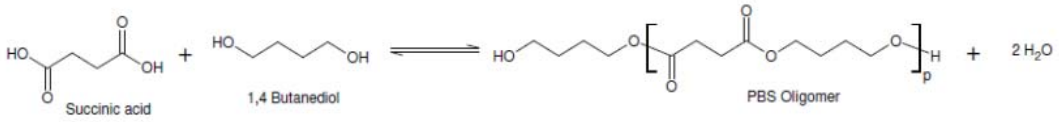
- Polylactic acid พอลิแลคติคแอซิค (PLA) เป็นพอลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายได้ที่ได้มาจากการทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของกรดแลคติค (ซึ่งเป็นสารที่ได้จากการหมักคาร์โบไฮเดรต) ที่ผลิตจากแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง (จตุพร วุฒิกนกกาญจน์ และคณะ,๒๕๕๖) เป็นพอลิเอสเทอร์สายโซ่ตรงมีลักษณะใสและมีความแวววาวสูง มีสมบัติทางกลและนำไปใช้งานได้ เช่นเดียว

กับพอลิเมอร์ พื้นฐานทั่วไปที่เป็นเทอร์โมพลาสติกสามารถกักเก็บกลิ่นและรสชาติได้ดีต้านทานต่อน้ำมันและไขมันสูง ในขณะที่ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำสามารถแพร่ผ่านได้ดี และสามารถนำไปดัดแปรหรือปรับปรุงให้มีสมบัติใกล้เคียงกับพอลิเอทธิลีน (PE) พอลิโพรพิวลีน (PP) หรือพลาสติกโอเลฟินส์จากปิโตรเคมีได้มักผสมกับแป้งเพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายได้การใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์เช่น ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ฟิล์มสำหรับห่อ เป็นต้น (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,๒๕๕๓)

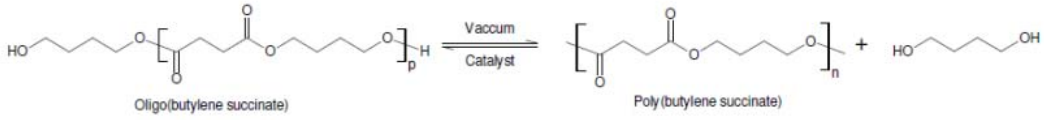


รูปที่ ๑ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ PLA จากกรดแลคติกและหรือแลคไทด์

- Polybutylene succinate (PBS) พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต เป็นผลผลิตจากแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง เป็นพอลิเอสเทอร์สายโซ่ตรงเป็นเทอร์โมพลาสติก มีสมบัติเชิงกลสูงและทนความร้อนได้ถึง ๒๐๐ C^{o} โดยไม่เสียสภาพ ขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ดี สามารถใช้ แทน PP, LDPE และ PLA ได้และสามารถนำมาผสมกับแป้ง เพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกลได้ การใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์เช่น ฟิล์ม บรรจุภัณฑ์อาหาร และขวดน้ำ เป็นต้น (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ๒๕๕๓)

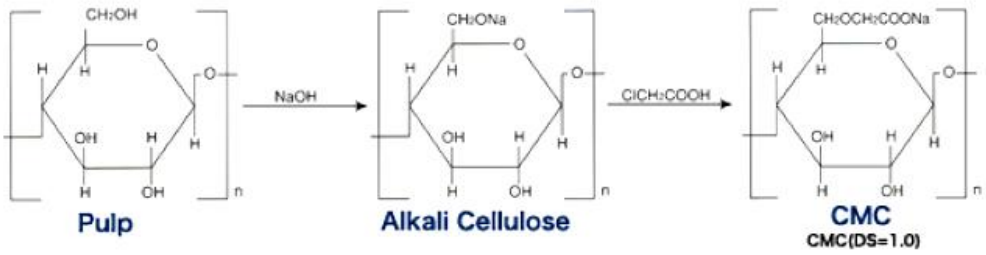


รูปที่ ๒ ปฏิกิริยาสังเคราะห์ PBS Oilgamer



รูปที่ ๓ ปฏิกิริยาสังเคราะห์ PBS Polybutylene succinate

- คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หรือซีเอ็มซี Carboxymethyl (Cellulose, CMC) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสในรูปของเกลือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็น“พอลิเมอร์ชีวภาพ” ชนิดที่มีประจุลบ มีบทบาทสำคัญมากในอุตสาหกรรมหลายชนิดที่มีการนำเข้าเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ได้จากการทำปฏิกิริยาของแอลฟาเซลลูโลสกับอีเธอร์รีไฟอิงเอเจนต์ในสภาวะด่าง ดังรูปที่ 4



รูปที่ ๔ The reaction for the production of CMC (กฤษณา และคณะ, 2005)

- ซีเอ็มซีเป็นของแข็งสีขาวถึงขาวครีม ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ละลายได้ในน้ำ ไม่ละลายในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายหนืด ใส ไม่มีกลิ่น ความหนืดของสารละลายจะลดลงเมื่อพีเอช (pH) ลดลงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของซีเอ็มซีนั้น อยู่กับจำนวนของหมู่คาร์บอกซีเมทิลที่เข้าไปแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลใน ๑ หน่วยของกลูโคสบนสายโซ่ เซลลูโลส หรือเรียกว่า ค่าองศาการแทนที่ (Degree of Substitution, DS) (Bono, *et al.*, ๒๐๐๙) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมซักฟอก สิ่งทอ กระดาษ เซรามิก สี กาว อาหาร และยา (ศิริพร เต็งรัง และคณะ,๒๕๕๘) ในการดำเนินการทำพลาสติก

ชีวภาพจากการศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพโดยของเหลือทิ้งจากพืช (วิทวัส จิรัฐพงศ์ และกฤษณเวช ทรงธนศักดิ์,๒๕๕๖) คือ ต้นกก ชานอ้อย ซังข้าวโพด ฟางข้าว และกาบมะพร้าว โดยวิธี Detergent ในการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากนั้นทำการเลือกวัตถุดิบที่มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุดมาทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพโดยเปลี่ยนเซลลูโลสมาอยู่ในรูปของคาร์บอกซีเมทธิล เซลลูโลสจากการทดลองพบว่า <u>เปลือกทุเรียนหมอนทอง เปลือกทุเรียนชะนี ต้นกล้วยน้ำว้า</u> (ศิริพร เต็งรัง และคณะ, 2558) ชานอ้อย ซังข้าวโพด ฟางข้าว ต้นกก กาบมะพร้าว ก้านกล้วย กากปาล์ม ใบคะน้า ใบสัปปะรด หญ้านวลจันทร์ และผักตบชวามีปริมาณเซลลูโลส คือ ๕๓.๗๐๐ ๒๑.๕๑๐ ๒๐.๒๕๐ ๔๑.๒๕๕ ๓๙.๓๕๒ ๓๗.๗๐๔ ๓๗.๒๗๖ ๓๕.๕๕๖ ๓๓.๘๕๖ ๓๓.๐๘๒ ๒๖.๗๘๒ ๒๖.๗๐๒ ๒๖.๔๗๖ และ ๒๔.๓๗๒ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสคือ ๑๙.๗๘๒ ๒๒.๙๐๐ ๒๒.๐๖๐ ๗.๘๗๐ ๒๕.๘๐๘ ๙.๓๘๐ ๒๐.๕๑๘ ๒๐.๐๗๔ ๑๑.๙๕๖ ๒๕.๗๓๔ และ ๑๙.๘๒๘ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับและมีปริมาณลิกนิน คือ ๒๒.๙๑๒ ๑๗.๘๕๔ ๒๑.๐๐๒ ๒๐.๔๓๐ ๑๕.๐๑๖ ๑๖.๘๔๐ ๑๕.๐๙๘ ๑๙.๓๗๒ ๑๔.๙๐๐ ๑๗.๔๖๐ และ ๒๕.๓๓๖ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับซึ่งจากผลการทดลองชานอ้อยมีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุด และจากนั้นนำเซลลูโลสที่ได้จากชานอ้อย ไปขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพคำสำคัญ เซลลูโลส คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส วัสดุเหลือทิ้งจากพืช แผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพจากปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งกลายเป็นปัญหาของโลกในปัจจุบัน

ปัจจุบันมีการนำเปลือกทุเรียนมาทิ้งเป็นจำนวนมาก พบว่าการทำทุเรียนทอดโดยใช้ทุเรียนสด ๑ ตัน มีเปลือกทิ้งสูงถึง ๕๘๕.๖๐ กิโลกรัม หรือ ๕๘.๖๐% ซึ่งถูกกองทิ้งไว้เป็นขยะส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม (ลือพงษ์ ลือนามและจรูญ เทียมประทีป,๒๕๕๒) ปัจจุบันจึงมีการนำเปลือกทุเรียนมาเพิ่มมูลค่าโดยทำปุ๋ยพืชสด กระดาษ ถ่าน และเนื่องจากเปลือกทุเรียนมีปริมาณของแอลฟาเซลลูโลสสูงถึง ๓๐% จึงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ซึ่งมี มูลค่าสูงในอุตสาหกรรม ได้ (กฤษณา ศิรเลิศมุกุล และคณะ,๒๐๐๕) โดยจะใช้เปลือกทุเรียนในการแปรรูปเป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ

๕.๓ **การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ SWOT ANALYSIS** คือ หลักการบริหารงานทั้งภาครัฐและภาคธุรกิจเอกชนการประเมินและวิเคราะห์สถานภาพขององค์กรเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์การบริหารเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็น เพราะนอกจากจะทำให้ผู้บริหารทราบถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นแล้ว การวิเคราะห์องค์กรยังเป็นการกำหนดกรอบการทำงานเพื่อให้ วัตถุประสงค์ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้โดยใช้ทฤษฎีที่เรียกว่า SWOT เป็นเครื่องมือในการประเมินสถานการณ์แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ

๕.๓.๑ การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายใน (Internal Origin)

- จุดแข็ง Strengths หรือ S หมายถึง ปัจจัยภายในที่ส่งผลดีกับการดำเนินกิจการขององค์กร ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการดำเนินองค์กร ซึ่งต้องค้นหาความสามารถที่โดดเด่นเหนือคู่แข่ง เพื่อนำมาใช้เป็นกลยุทธ์ในการดำเนินงาน ที่ทำให้เกิดความเข้มแข็ง หรือเป็นจุดแข็งขององค์กร เป็นข้อดีที่เกิดจากภายในที่เป็นบวก ซึ่งองค์กรนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการทำงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ หรือหมายถึงการดำเนินงานภายในองค์กรทำได้ดี เช่น จุดแข็งด้านการตลาด ด้านการเงิน ด้านการผลิต ด้านทรัพยากรบุคคล ซึ่งการกำหนดกลยุทธ์ต้องใช้ประโยชน์จากจุดแข็งเหล่านี้ในการกำหนด

- จุดอ่อน Weaknesses หรือ W หมายถึงปัจจัยภายในที่ส่งผลเสีย ผลกระทบต่อการดำเนินการขององค์กรที่ทำให้เกิด ความอ่อนแอหรือเป็นจุดอ่อน นำไปสู่การเสียเปรียบคู่แข่ง เป็นปัญหา หรือข้อบกพร่องที่เกิดภายใน หรือหมายถึงสถานการณ์ภายในองค์กรที่เป็นลบและด้อยความสามารถซึ่ง องค์กรไม่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการทำงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ หรือหมายถึงการดำเนินงานภายในองค์กรทำได้ไม่ดี ซึงองค์กรจะต้องหาวิธีแก้ไขปัญหานั้นให้ได้

๕.๓.๒ การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก (External Origin)

- โอกาส Opportunities หรือ O หมายถึงปัจจัยต่างๆ ภายนอกองค์กรที่ส่งผลดีหรือเป็นประโยชน์กับการดำเนินกิจการขององค์กร เป็นโอกาสที่ช่วยส่งเสริมการดำเนินธุรกิจ ทำให้ต้องจับตามองสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด เช่น สภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เทคโนโลยี และการแข่งขันในตลาดอยู่เป็นระยะ ๆ หรือหมายถึงปัจจัยและสถานการณ์ภายนอกที่เอื้ออำนวยให้การทำงานขององค์กรบรรลุวัตถุประสงค์ และเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการ

- อุปสรรค Threats หรือ T หมายถึง ปัจจัยต่างๆ ภายนอกที่ส่งผลเสียกับการดำเนินการขององค์กร หรือที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานเป็นข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก เราไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือควบคุมไม่ให้เกิดขึ้นได้ทำได้แต่เพียงวิเคราะห์ และคาดการณ์ล่วงหน้าถึงอุปสรรคที่จะเกิดขึ้น ทำให้เราสามารถหาทางป้องกันผลเสียหายที่เกิดขึ้นให้น้อยลงไปได้ เช่น ภัยธรรมชาติต่ง ๆ ความเข้มแข็งของคู่แข่งขัน การขึ้นราคาน้ำมัน อัตราดอกเบี้ยที่สูงขึ้น เป็นต้น หรือหมายถึงปัจจัยและสถานการณีภายนอกที่ขัดขวางการทำงานขององค์กรไม่ให้บรรลุวัตถุประสงค์ หรือหมายถึงสภาพแวดล้อมภายนอที่เป็นปัญหาต่อองค์กร ซึ่งองค์กรต้องปรับกลยุทธ์ให้สอดคล้องและพยายามขจัดปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้หมดไป

ตารางการวิเคราะห์ SWOT การแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้)
เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายใน	
จุดแข็ง (Strength)	**จุดอ่อน (Weakness)**
๑. มีปริมาณขยะอินทรีย์ ในการนำมาแปรรูปเป็นกระดาษ และพลาสติกชีวภาพ ๒. บุคลากรมีเพียงพอในการปฏิบัติงาน ๓. มีหน้าที่ลดปริมาณขยะ และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ ๔. มีนโยบายเรื่องการคัดแยกขยะและการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ของส่วนราชการเป็นลายลักษณ์อักษร	๑. บุคลากรไม่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในการดำเนินการ ๒. ขาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย ๓. พื้นที่ในการดำเนินการไม่เพียงพอ ๔. ไม่มีแรงจูงใจให้ข้าราชการและบุคลากรคัดแยกขยะและนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์

การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก	
โอกาส (Opportunity)	**อุปสรรค ข้อจำกัด (Threat)**
๑. การค้นหาและการบรูณาการข้อมูลทำได้ง่าย ๒. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้การดำเนินการได้ง่ายขึ้น ๓. หน่วยงานมีความต้องการเพื่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ ๔. การจัดการขยะเป็นนโยบายระดับชาติ ๕. ประชาชนรับทราบว่าการคัดแยกขยะและการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์สามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้นได้และเป็นการช่วยกันดูแลสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น	๑. ประชาชน และหน่วยงานต่าง ๆ ไม่มีตระหนัก ขาดความสนใจในการคัดแยกขยะอินทรีย์ จากขยะประเภทอื่นๆ ๒. ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอ ๓. ขาดการบูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ SWOT ANALYSIS ดังแสดงในตารางพบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่เขตดุสิตมีปริมาณขยะอินทรีย์ที่จะนำมาแปรรูปเป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ องค์กรมีหน้าที่ และภารกิจในการลดปริมาณขยะ และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ อีกทั้งมีบุคลากรที่จะดำเนินการเพียงพอ แต่บุคลากรไม่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในการดำเนินการ ขาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย และพื้นที่ในการดำเนินการไม่เพียงพอ

ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกในการนำขยะอินทรีย์มาแปรรูปเป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพสามารถดำเนินการค้นหาและการบรูณาการข้อมูลทำได้ง่ายจาก Internet, จากสื่อSocial Network, Youtube ที่รวดเร็วจากเทคโนโลยี่สารสนเทศ และสามารสร้างเป็นนวัตกรรมของหน่วยงานได้ สามารถนำมาวิเคราะห์และปฏิบัติงานได้ แต่มีข้อจำกัดจากปัจจัยภายนอกที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ คือ ประชาชน และหน่วยงานต่าง ๆ ไม่มีตระหนักขาดความสนใจในการคัดแยกขยะอินทรีย์ จากขยะประเภทอื่นๆ ทำให้เสียเวลาในการคัดแยกขยะอินทรีย์ที่จะนำมาดำเนินการ ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอต่อการดำเนินการในปริมาณมาก ๆ ได้ และขาดการบูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายในการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ มาใช้ประโยชน์

๖. **กรอบแนวทางการดำเนินการและผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้อง**

ในการจัดทำการแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้) เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) นั้น มีขั้นตอนและกระบวนการ ดังนี้

๖.๑ การทำกระดาษ

๖.๑.๑ เปลือกผลไม้ที่มีเซลลูโลสสูง ในที่นี้จะใช้เปลือกทุเรียนเนื่องจากมีเซลลูโลสสูง ที่ผู้ค้านำมากองทิ้งในพื้นที่เขตดุสิต มาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำไปอบให้แห้ง หรือตากแดดไว้สัก ๒ – ๓ วัน

๖.๑.๒ นำเปลือกผลไม้ที่แห้งแล้วมาสกัดเอาเซลลูโลสด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH (โซดาไฟ) เข้มข้น ๓๐ เปอร์เซ็นต์ โดยนำเปลือกผลไม้มาต้มทิ้งไว้ประมาณ ๓ ชั่วโมง เพื่อให้เปลือกผลไม้ยุ่ยสลายได้ง่าย แล้วนำไปล้างด้วยน้ำ ประมาณ ๓ ครั้ง จะได้เส้นใยเซลลูโลสสีน้ำตาล หากต้องการทำเป็นกระดาษ ให้เอาเส้นใยไปปั่นโดยผสมกับน้ำ และนำเส้นใยที่ปั่นแล้วเทในตะแกรงมุ้งลวดตามขนาดที่ต้องการตากแดดทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ ๓ วัน หากต้องการกระดาษขาวก็ให้ทำการฟอกสีด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) หรือต้องการให้กระดาษสีอะไรก็ให้ผสมสีผสมอาหารลงในขณะนำเส้นใยเซลลูโลสในขณะปั่นอยู่ เมื่อนำมาใส่ตะแกรงมุ้งลวดก็จะได้กระดาษเป็นสีตามต้องการ ซึ่งกระดาษจากเปลือกผลไม้มาทำเป็นกระดาษสา นำมาทำร่ม ทำปกสมุด เป็นกระดาษห่อของขวัญ และอื่น ๆ อีกหลายอย่าง

๖.๒ การทำพลาสติกชีวภาพ

๖.๒.๑ นำเปลือกผลไม้ที่มีเซลลูโลสสูงที่ผู้ค้านำมากองทิ้งในพื้นที่เขตดุสิต มาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำไปอบให้แห้ง ต่อจากนั้นนำเปลือกผลไม้ที่แห้งแล้วมาสกัดเอาเซลลูโลสด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ๓๐ เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพื่อกำจัดลิกนินออก

๖.๒.๒ นำเซลลูโลสที่กำจัดลิกนินออกแล้วนำไปบดเป็นผงละเอียด แล้วนำผงเซลลูโลสไปสังเคราะห์เป็นพลาสติกชีวภาพ หรือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หรือ ซีเอ็มซี (Carboxymethylcellulose, CMC) โดยทำปฏิกิริยากับกรดคลอโรอะซิติกในสภาวะด่าง ได้ ซีเอ็มซี ที่มีลักษณะผงเป็นสีเหลืองอ่อน จากนั้นนำสารละลายสาร ซีเอ็มซี เพื่อมาขึ้นเป็นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม ซีเอ็มซี จะได้แผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ต่อไป

รูปที่ 5 การแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้) เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

เปลือกผลไม้ (เปลือกทุเรียน)

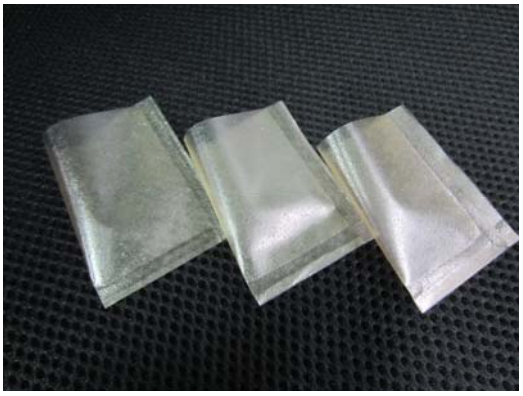
เปลือกผลไม้ที่หั่นให้มีขนาดเล็ก

เส้นใยเซลลูโลสที่ยังไม่ได้ฟอกขาว

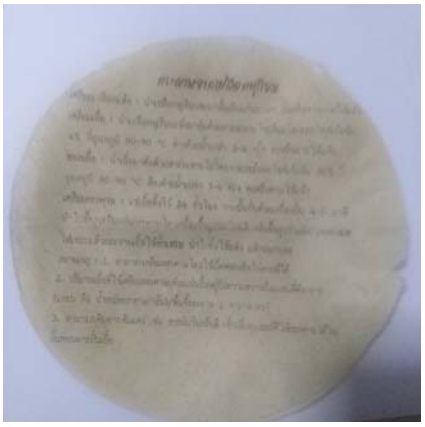
เส้นใยเซลลูโลสที่ฟอกขาวแล้ว

ผงเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน

แผนฟิล์ม CMC



แผ่นฟิล์ม CMC ที่บรรจุผลิตภัณฑ์



กระดาษจากเปลือกทุเรียน

๖.๓ ผู้เกี่ยวข้อง

นักจัดการงานรักษาความสะอาดชำนาญงานพิเศษ

เจ้าหน้าที่งานรักษาความสะอาดชำนาญงาน / ปฏิบัติการ

พนักงานทั่วไป (เก็บขนมูลฝอย)

๗. ระยะเวลาดำเนินการ

ปีงบประมาณ ๒๕๖๒ (กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒ – กันยายน ๒๕๖๒) และดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างยั่งยืน และขยายผลการดำเนินการไปยังชุมชนทุกชุนในพื้นที่เขตและโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร

๘. งบประมาณ

ใช้งบประมาณกรุงเทพมหานคร และขอสนับสนุนจากสถาบันการศึกษาในพื้นที่เขตดุสิต รายละเอียด ดังนี้

๘.๑ โซเดียมไฮดรอกไซด์ Sodium (Hydroxide pellet, RPE-ACS)

๘.๒ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ Hydrogen (perohxide ๓๐%, Fisher)

๘.๓ กรดคลอโรอะซิติก Acitic (acid ๑๐๐%, Merck)

๘.๔ เครื่องปั่นเอนกประสงค์

๘.๕ ตะแกรงสแตนเลสสำหรับแยกเซลลูโลส

๘.๖ แม่พิมพ์สำหรับทำกระดาษ

๘.๗ ตู้อบแห้งระบบหมุนเวียนอากาศ Cabinet Tray drier

๙. แนวทางการติดตามและประเมินผล

ตัวชี้วัดความสำเร็จและหรือระดับผลลัพธ์ (Outcom)

๙.๑.๑ ระดับผลผลิต (Output)

๙.๑.๑.๑ มีการนำเปลือกทุเรียน เปลือกข้าวโพด เปลือกมันสำปะหลัง ชานอ้อย และเปลือกผลไม้ที่มีเซลลูโลสสูงกลับมาใช้ประโยชน์ ไม่น้อยกว่า 1 ตัน/เดือน

๙.๑.๑.๒ ปริมาณขยะอินทรีย์จำพวกเปลือกผลไม้ที่นำไปกำจัดมีปริมาณลดลงร้อยละ ๕ ต่อปี

๙.๑.๑.๓ สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเปลือกผลไม้ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลกรัม/ปี

๙.๑.๑.๔ สำนักงานเขตมีผลิตภัณฑ์กระดาษและพลาสติกชีวภาพจากการแปรรูปขยะอินทรีย์ไว้ใช้งานและสามารถนำไปสู่การดำเนินการในชุมชนพื้นที่ เพื่อเป็นชุมชนต้นแบบและขยายสู่หน่วยงานต่าง ๆ ต่อไปได้

๙.๑.๒ ระดับผลลัพธ์ (Outcome) สำนักงานเขตดุสิตมีปริมาณขยะที่นำไปกำจัดมีปริมาณลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ เมื่อเทียบกับปีงบประมาณ ๒๕๖๑ และประชาชนในพื้นที่มีความพึงพอใจในการแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้) เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐

๙.๒ เครื่องมือที่ใช้ในการติดตามและประเมินผล

๙.๒.๑ ปริมาณขยะประจำเดือนที่สำนักงานเขตนำส่งไปกำจัดที่สถานีขนถ่ายมูลฝอยลดลงเมื่อเทียบกับปีงบประมาณ พ.ศ.2561

๙.๒.๒ แบบประเมินความพึงพอใจต่อการดำเนินโครงการแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้) เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

๙.๒.๓ ร่วมกับฝ่ายพัฒนาชุมชนและสวัสดิการสังคมนำวิธีการแปรรูปขยะอินทรีย์ดังกล่าวขยายผลสู่การปฏิบัติในชุมชนพื้นที่เขตดุสิตร่วมดำเนินการไม่น้อยกว่า 5 ชุมชน

๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑๐.๑ การปลูกจิตสำนึกด้านการจัดการขยะและสิ่งแวดล้อม และการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ให้กับทุกเพศ ทุกวัย ตั้งแต่เยาวชน โดยมีกิจกรรมหรือสื่อที่น่าสนใจ เพื่อให้เยาวชนได้เรียนรู้และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และปลูกจิตสำนึกให้กับประชาชนในชุมชนและหน่วยงานราชการและเอกชนในการลดและคัดแยกขยะ รวมถึงการรีไซเคิล การนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ให้เป็นเรื่องที่ต้องดำเนินการในชีวิตประจำวันปกติ

๑๐.๒ สำนักงานเขตควรมีการบูรณาการและให้ความสำคัญในการดำเนินการจัดการขยะในโรงเรียน ชุมชน สถานประกอบการ อาคาร บ้านเรือน หมู่บ้านโดยให้ทุกฝ่ายในสำนักงานเขตมีส่วนร่วมในการรณรงค์ลดและแยกขยะ รวมทั้งส่งเสริมหน่วยงานต่าง ๆ ดำเนินการคัดแยกขยะและการทำขยะกลับมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง และกำหนดเป็นนโยบายและสนับสนุนการดำเนินการให้กับทุกหน่วยงานมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

๑๐.๓ นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการแปรรูปขยะอินทรีย์และขยะประเภทต่าง ๆ ให้สามารถนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ เพื่อลดปริมาณขยะที่จะนำไปฝังกลบ เช่น เครื่อง Food Cycle การนำขยะมาเป็นพลังงาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การแปรรูปขยะพลาสติกกับมาใช้ใหม่ และการทำน้ำมันจากขยะพลาสติก เพื่อให้เกิดประโยชน์และความคุ้มค่าสูงสุด และลดงบประมาณในการกำจัดขยะต่อไป

๑๐.๔ ประสานกับหน่วยงานราชการและทหารในพื้นที่ เพื่อขอรับการสนับสนุนในการใช้สถานที่เป็นศูนย์เรียนรู้และดำเนินการแปรรูปขยะอินทรีย์ (เปลือกผลไม้) เป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

๑๐.๕ ส่งเสริมให้บุคลากรของหน่วยงานเข้ารับการอบรมเกี่ยวกับนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อนำกลับมาพัฒนาปรับปรุงการบริหารจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

บรรณานุกรม

กฤษณา ศิรเลิศมุกุล,ศรีไฉล ขุนทน, ณัฐาภรณ์ สุวรรณโณ และสุนันท์ พงษ์สามารถ. ๒๐๐๕. การเตรียม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน. ๓๑st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology. ๑๘-๒๐ October ๒๐๐๕. ๓ หน้า.

โกวิท สุวรรณหงษ์, ชัยศรี ธาราสวัสดิพิพัฒน์, รายงานการวิจัยเรื่องศักยภาพการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม, Potential of Bioplastic from Agricultural waste : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, ปี พ.ศ.๒๕๕๕

จตุพร วุฒิกนกกาญจน์ และคณะ งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากพลาสติกชีวาพชนิด PLA, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ปี พ.ศ.๒๕๕๖

วิทวัส จิรัฐพงศ์ และกฤษณเวช ทรงธนศักดิ์, งานวิจัยการศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปี พ.ศ.๒๕๕๔

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ๒๕๕๓. ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้: พลาสติกยอยสลายได้ทางชีวภาพ' .กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ๓๑ หน้า

ศราวุธ ไผ่บง, พลาสติกชีวภาพ นวตักรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม, สืบค้นจาก : http://wqm.pcd.go.th/km/images/stories/agriculture/bioplastic.pdf. [๑๑ เมษายน ๒๕๕๕].

ศิริพร เต็งรัง และคณะ, รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ Packaging Technology Research and Development Projectกรมวิชาการเกษตรม ปี พ.ศ. ๒๕๕๘

วิทวัส จิรัฐพงศ์ และ กฤษณเวช ทรงธนศักดิ์, การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๒๑, การศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิต แผนฟิล์มพลาสติกชีวภาพ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Bono, A., Ying, P.H., Yan, F.Y., Muei, C.L., Sarbatly, R. and Krishnaiah, D. ๒๐๐๙. Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose from Palm Kernel Cake. Advances in Natural and Applied Sciences. ๓(๑): ๕-๑๑.

ภาคผนวก

ตารางที่ ๑ : ชนิดของพืชที่มีปริมาณเซลลูโลส

ชนิดพืช	ปริมาณเซลลูโลสที่สกัดได้ (%)
เปลือกทุเรียนหมอนทอง	๕๓.๗๐๐
เปลือกทุเรียนชะนี	๒๑.๕๑๐
ต้นกล้วยน้ำว้า	๒๐.๒๕๐
ชานอ้อย	๔๑.๒๕๕
ซังข้าวโพด	๓๙.๓๕๒
ฟางข้าว	๓๗.๗๐๔
ต้นกก	๓๗.๒๗๖
กาบมะพร้าว	๓๕.๕๕๖
ก้านกล้วย	๓๓.๘๕๖
กากปาล์ม	๓๓.๐๘๒
ใบคะน้า	๒๖.๗๘๒
ใบสัปปะรด	๒๖.๗๐๒
หญ้านวลจันทร์	๒๖.๔๗๖
ผักตบชวา	๒๔.๓๗๒