

บทที่ 2

การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้บรรจุ น้ำดื่มและน้ำอัดลมหลังการบริโภคในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงวิธีการจัดการ มูลฝอยพลาสติกทั่วไปและมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีที เทคโนโลยีที่ใช้เพื่อการนำมูลฝอยขวดพลาสติก พีอีทีกลับมาใช้ประโยชน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้จำแนกการตรวจเอกสารออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของพลาสติกพีอีที
2. คุณสมบัติของขวดพลาสติกพีอีที
3. การนำขวดพลาสติกพีอีทีไปใช้ประโยชน์
4. การจัดการมูลฝอยพลาสติกทั่วไป
5. การจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีที
6. กลุ่มผู้เกี่ยวข้องในการจัดการมูลฝอยพลาสติกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขวดพลาสติกพีอีที

1. ความหมายของพลาสติกพีอีที

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ (2527 : 274) ให้คำจำกัดความว่า พีอีที เป็นโพลีเมอร์แข็ง เนื่องจากเป็นโพลีเมอร์เชิงเส้นตรงที่มีการจัดของหมู่ต่าง ๆ ค่อนข้างเป็นระเบียบ และมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูง จึงมีความเป็นผลึกสูง มีจุดหลอมตัว 265 องศาเซลเซียส

รัตนมุขย์ (2533 : 81) กล่าวว่า พีอีที เป็นโพลีเอสเตอร์เชิงเส้นตรงที่อึดตัวที่สำคัญที่สุด ถูกใช้งานในรูปของเส้นใยสังเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ แต่มีข้อเสียคือฝุ่นและสิ่งสกปรกเกาะติดได้ง่าย ดูดซับเหงื่อได้ไม่ดี ในรูปของแผ่นฟิล์มที่ผลิตจากพีอีทีที่มีความเหนียวและใส มักใช้ในงานเกี่ยวกับอาหารและยา ในรูปของจาน ชาม สามารถแช่ตู้เย็น อุ่นในน้ำเดือดจนถึงเสิร์ฟบนโต๊ะอาหารได้ ในรูปของขวดพลาสติกพีอีทีจะใสเหนียวไม่แตกง่าย ๆ ทนต่อความดันก๊าซได้สูง

เช่นเดียวกับ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2533 : 55) ได้อธิบายว่า พีอีที เป็นพลาสติกในกลุ่มโพลีเอสเตอร์มีความใส และความมันเงาสูง มีความเหนียว และทนแรงกระแทกได้ดี

บุญรักษ์ กาญจนวณิช (2538 : 3) ให้ความหมายว่า พีอีที เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทหนึ่งซึ่งอยู่ในกลุ่มโพลีเอสเตอร์ โดยสามารถนำมาขึ้นรูปได้หลายวิธีและนิยมใช้ในการทำเส้นใยสังเคราะห์ต่าง ๆ

นอกจากนั้น American Plastics Council (2001 a, quoting Modern Plastics Encyclopedia, 1995) ให้ความหมายของพลาสติกพีอีทีว่า เป็นพลาสติกที่มีลักษณะใส มีความเหนียว มีคุณสมบัติในการเป็นตัวสกัดกั้นก๊าซและความชื้นได้ดี สามารถใช้พลาสติกชนิดนี้ทำขวดบรรจุเครื่องดื่มและบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ ได้

ดังนั้น จากความหมายที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า พลาสติกพีอีที คือ เทอร์โมพลาสติกประเภทหนึ่งซึ่งอยู่ในกลุ่มโพลีเอสเตอร์ เป็นพลาสติกที่เมื่อได้รับความร้อนสูงพอจะหลอมตัวและสามารถนำไปขึ้นรูปหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้หลายวิธี คุณสมบัติเด่นที่เห็นได้ชัด คือ มีน้ำหนักเบา มีความใสและความมันเงาสูง มีความเหนียว ทนแรงกระแทกได้ดี มีคุณสมบัติในการสกัดกั้นก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี จึงสามารถนำไปผลิตเป็นขวดบรรจุเครื่องดื่มและอาหารต่าง ๆ ได้

2. คุณสมบัติของขวดพลาสติกพีอีที

เนื่องจากขวดพลาสติกพีอีทีได้รับการพัฒนาคุณสมบัติเพื่อใช้ในการบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะทั้งคุณสมบัติในด้านความเหนียว ใสเหมือนแก้ว นิ่ม ทนต่อสารเคมีได้หลายชนิด โดยมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.37 จึงสามารถกั้นก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี ส่วนอุณหภูมิในการใช้งานสามารถทนความร้อนอยู่ได้ถึง 120 องศาเซลเซียส และในอุณหภูมิต่ำสามารถอยู่ได้ถึง -30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคการผลิต โดยคุณสมบัติเหล่านี้สามารถช่วยลดปัญหาการสูญเสียจากการแตกและรั่วซึมของสิ่งบรรจุอยู่ภายในได้ และนอกจากนี้ขวดพลาสติกยังมีน้ำหนักเบาจึงสะดวกต่อการขนส่งด้วย (ปภาพัชร ทานตวนิช, บรรณาธิการ, 2532 : 51)

แม้ว่าขวดพลาสติกพีอีทีจะมีคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปคล้ายกับขวดพลาสติกพีวีซี แต่ขวดพลาสติกพีอีทีจะแข็งและใสกว่าขวดพลาสติกพีวีซี และที่ก้นขวดพลาสติกพีอีทีจะเป็นจุดให้สังเกตได้อย่างชัดเจนและแตกต่างจากขวดพีวีซีซึ่งก้นขวดจะเป็นขีด (ดังภาพประกอบ 1) เนื่องจากวิธีการในการผลิตขวดที่แตกต่างกัน (ปิยพันธ์ พิณรุพันธ์, 2538 : 61) นอกจากนี้ ขวดพลาสติกพีอีทีไม่มีผลทางเคมีที่จะก่อให้เกิด VCM (vinyl chloride monomer) ที่ก่อให้เกิดมะเร็งแก่ผู้บริโภคเหมือนขวดพลาสติกพีวีซี (ปภาพัชร ทานตวนิช, บรรณาธิการ, 2533 : 68) เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น เช่น ขวดแก้ว หรือภาชนะอะลูมิเนียมที่มีความจุเท่ากัน ขวดพลาสติกพีอีทีจะใช้พลังงานในการผลิตต่ำกว่าถึงร้อยละ 25 และ 65 ตามลำดับ (ปิยพันธ์ พิณรุพันธ์, 2538 : 57)



ก. ขวดพลาสติกพีอีที



ข. ขวดพลาสติกพีวีซี

ภาพประกอบ 1 เปรียบเทียบลักษณะขวดพลาสติกพีอีที (ก) กับขวดพลาสติกพีวีซี (ข)

3. การนำขวดพลาสติกพีอีทีไปใช้ประโยชน์

ขวดพลาสติกพีอีทีที่ผลิตมาจากพลาสติกพีอีทีใหม่ยังไม่มีส่วนผสมพลาสติกใช้แล้วนั้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบรรจุอาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ ได้ดังนี้ (นพดล สายะเสรี, 2531 : 13-14)

1. น้ำมันพืช เนื่องจากขวดพลาสติกพีอีทีที่มีความใส กันก๊าซซึมผ่านได้ดี ทนแรงกระแทกได้มาก
2. เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ขวดพลาสติกพีอีทีไม่ทำให้เสียรสชาติ มีการสูญเสียน้ำต่ำ
3. ผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ น้ำส้มสายชู น้ำดื่ม น้ำอัดลม มาการีน อาหารผง เช่น กาแฟ

4. เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์หลัก 2 อย่างที่นิยมใช้ขวดพลาสติกฟีดี้คือ น้ำยาล้างปาก และแชมพู

5. ผลิตภัณฑ์สำหรับบ้านเรือน ได้แก่ ผงซักฟอกเหลว ยาขัดเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น

ความนิยมในการใช้ขวดพลาสติกฟีดี้ในการบรรจุอาหารและเครื่องดื่มนั้น เนื่องมาจาก พลาสติกฟีดี้ที่มีราคาถูกและเป็นผลดีแก่สภาพแวดล้อมมากกว่าใช้สารชนิดอื่น เช่น การใช้ พลาสติกฟีดี้ที่แทนพลาสติกพีวีซีในการบรรจุน้ำมันพืช น้ำแร่ น้ำปลา เป็นต้น และพลาสติกฟีดี้ที่นี้ มักจะใช้แทนวัสดุจำพวกแก้วหรือโลหะในการผลิตขวดเครื่องดื่มที่มีคาร์บอนเนตและขวดทน ความร้อน (ปัทพัทธ์ ทานตวณิช, บรรณาธิการ, 2533 : 65) ซึ่งพบว่า ประมาณร้อยละ 90 ของ ตลาดภาชนะบรรจุภัณฑ์จะใช้พลาสติกฟีดี้ที่ทำขวดที่มีความแข็งแรง เช่น ทำขวดนม ขวดน้ำมันพืช และขวดเครื่องดื่ม เป็นต้น (เจริญ นาคะสรรค์, 2542 : 158) จะเห็นได้ว่า ขวดพลาสติกฟีดี้ที่สามารถ ใช้บรรจุเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ทั้งที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์ได้ นอกจากนี้ นิยมใช้บรรจุวัสดุต่าง ๆ อาหารประเภทหมักดอง น้ำมันบริโภค น้ำเชื่อม และผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ต้องการคืนขวด (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, บรรณาธิการ, 2530 : 21)

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขวดพลาสติกฟีดี้ที่เป็นภาชนะ ในการบรรจุ สามารถแสดงได้ดังตาราง 1 และจากตัวเลขในตาราง 1 จะสังเกตได้ว่า ตลาดหลัก ของขวดพลาสติกฟีดี้คือเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น น้ำอัดลม น้ำดื่ม น้ำผลไม้ เป็นต้น จะ พบว่า ขวดพลาสติกฟีดี้ที่ได้รับความนิยมสูงมาก เนื่องจากความใส สมบัติเชิงกลดี และสามารถนำ กลับมาใช้ใหม่ (recycling) ได้ร้อยละ 100 (เจริญ นาคะสรรค์, 2542 : 197)

ในขณะเดียวกัน ขวดพลาสติกฟีดี้ที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก 7-8 ครั้ง แต่ใน ทางปฏิบัติไม่นิยมเท่าใดนัก เพราะมักมีปัญหาเรื่องการทำความสะดวก ขวดที่ใช้แล้วมักนำไปบด เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสายรัดท่อ เชือก และผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่น ๆ (สถาบันค้นคว้าและ พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, บรรณาธิการ, 2533 : 56) เช่น ทอเป็นพรม ขึ้นในสำหรับบุรองเท้า เสื้อผ้า ที่นอน หรืออุปกรณ์ภายในรถยนต์ เป็นต้น

ตาราง 1 สัดส่วนโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ขวดพลาสติกฟรีที่เป็นภาชนะในการบรรจุ

ประเภทของผลิตภัณฑ์	สัดส่วนโดยประมาณ (ร้อยละ)
เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์	63.00
เครื่องปรุงรส	15.50
แชมพู น้ำยาซักฟอก	10.00
เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	7.00
น้ำมันบริโภค	2.00
เครื่องสำอาง	1.50
ผลิตภัณฑ์ยา	1.00
รวม	100.00

ที่มา : ดัดแปลงจาก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, บรรณาธิการ, 2533 : 55

จากการที่ขวดพลาสติกฟรีและผลิตภัณฑ์พลาสติกอื่น ๆ ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมายนั้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะก่อให้เกิดมูลฝอยพลาสติกขึ้นมาได้อย่างมากมาย โดยผลิตภัณฑ์พลาสติกหลังจากใช้แล้วหรือมูลฝอยพลาสติกถ้าไม่มีการจัดการที่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ได้ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจากพลาสติกที่ใช้แล้วมีดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, สำนักงานเลขาธิการโครงการฉลากเขียว, 2539 : 17-18)

1. **ปัญหาจากการตกค้างของมูลฝอยพลาสติกในสิ่งแวดล้อม** อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เช่น เกิดภาวะมลพิษทางสายตา, การอุดตันของท่อระบายน้ำ, การตกค้างตามผิวน้ำและทางเดินน้ำ เช่น ตามแม่น้ำ, ลำคลอง เป็นต้น ก่อให้เกิดการติดขัดต่อการจราจรทางน้ำ, พลาสติกที่ฝังทับถมในดิน ทำให้เกิดปัญหาต่อการทำการเกษตร, พลาสติกที่ตกค้างในทะเล ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล และก่อให้เกิดความรำคาญต่อผู้ประกอบการประมงที่ลากอวนได้มูลฝอยพลาสติกมากกว่าการได้ปลาและสัตว์ทะเล เป็นต้น

2. **ปัญหาต่อระบบการกำจัดมูลฝอย** เนื่องจากพลาสติกเป็นสารที่ย่อยสลายได้ยาก ไม่สามารถกำจัดได้โดยวิธีการหมักทำปุ๋ย จึงต้องกำจัดโดยการฝังกลบหรือการเผา การฝังกลบก่อให้เกิดปัญหาเนื่องจากพลาสติกย่อยสลายได้ช้า ทำให้พื้นที่ในการฝังกลบมูลฝอยลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพของระบบกำจัดลดลง นอกจากนี้ อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีจาก

พลาสติกเข้าสู่ดินและน้ำใต้ดินได้ ส่วนการเผาสามารถกำจัดพลาสติกได้แต่อาจก่อให้เกิดเถ้า และมลสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาพลาสติกขึ้นได้ เช่น โลหะหนักจำพวก แคดเมียม ตะกั่ว ดีบุก จากสารคงสภาพที่ใส่เติมแต่งคุณสมบัติเพื่อป้องกันหรือลดการสลายตัวของพลาสติก, ก๊าซจำพวกก๊าซไว้นิคลอร์ได์ ที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ก๊าซไฮโดรเจน ฟลูออไรด์ ซึ่งเป็นก๊าซพิษอันตราย และก่อให้เกิดฝนกรด จากการเผาพลาสติกพีวีซีและพลาสติกจำพวกโพลีเอทิลีน เป็นต้น

จากการเติบโตของอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทยที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และสูงกว่าวัสดุอื่น ๆ เช่น กระจก, แก้ว, โลหะ เป็นต้น จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้แล้วหรือมูลฝอยพลาสติกมีปริมาณสูงขึ้น ตามปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สูงขึ้นด้วย (มยุรี ภาคลำเจียก, 2534 : 27) ดังนั้น ถ้าไม่มีการจัดการกับมูลฝอยพลาสติกเหล่านี้อย่างเหมาะสมก็อาจเกิดปัญหาดังที่กล่าวไว้ข้างต้นได้ โดยวิธีการจัดการมูลฝอยพลาสติกทั่วไปและมูลฝอยพลาสติกพืชีที่จะได้กล่าวในหัวข้อที่ 4 และ 5 ต่อไป

4. การจัดการมูลฝอยพลาสติกทั่วไป

วิธีการหรือแนวทางที่ใช้ในการจัดการมูลฝอยพลาสติกนั้น ได้มีผู้เสนอไว้เพื่อเป็นแนวทางในแก้ไขปัญหามูลฝอยพลาสติก สามารถสรุปได้ ดังนี้

รังสรรค์ ปิ่นทอง และ สาวิตรี นิชนานนท์ (2536 : 12) ได้เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาจากพลาสติก ไว้ 3 วิธี ดังนี้

1. **การเก็บและกำจัดพลาสติก** เนื่องจากพลาสติกเป็นสารที่ย่อยสลายได้ยาก ควรแยกทิ้งพลาสติกไว้ในถังรองรับมูลฝอยต่างหากไม่ทิ้งรวมกับมูลฝอยจำพวก พืช ผัก ผลไม้ และเศษอาหาร โดยพลาสติกที่แยกมาได้นี้ควรนำบางส่วนไปใช้ประโยชน์ใหม่ แต่ถ้าไม่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ควรใช้วิธีการนำไปฝังดิน ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ฝังกลบควรเป็นที่ดินว่างเปล่าไม่ใช้ประโยชน์ในการเกษตร ส่วนการกำจัดโดยการเผากลางแจ้งจะก่อให้เกิดก๊าซพิษ ที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมได้ ในกรณีที่มีพลาสติกเป็นจำนวนมากและมีที่ดินไม่เพียงพอต่อการฝังกลบ จึงจำเป็นต้องนำพลาสติกไปเผา แต่ควรเผาในเตาเผาที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้อง ที่มีอุณหภูมิในการเผาไม่ต่ำกว่า 800 องศาเซลเซียส

2. **การใช้ประโยชน์จากพลาสติกเก่า** พลาสติกที่สามารถนำกลับมาหลอมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใหม่ ส่วนมากเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่มีการใช้กันมากในชีวิตประจำวัน ดังนั้นควรมีการคัดแยกเศษพลาสติกจากอาคาร บ้านเรือน และสถานที่ต่าง ๆ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยการนำมาขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่า ซึ่งพลาสติกเหล่านี้จะไปสู่กระบวนการหลอม

เพื่อนำมาใช้ใหม่ในโรงงานแปรรูปพลาสติกได้ นอกจากนี้ พลาสติกบางชนิดที่มีสภาพดีเจ้าของบ้านหรือสถานที่อาจนำมาใช้ใหม่ได้ เช่น นำถุงพลาสติกใสของที่ได้มาจากร้านค้ากลับมาใส่ของซ้ำ นำภาชนะกลับมาใส่ของชนิดเดิมของภาชนะนั้น เช่น การนำขวดน้ำดื่มกลับมาใส่น้ำดื่มหรือเครื่องดื่มชนิดอื่น ๆ หรือทำการดัดแปลงรูปแบบของผลิตภัณฑ์พลาสติกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ทำเป็นจานรองแก้ว, แจกันใส่ดอกไม้ เหล่านี้เป็นต้น

3. การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และรณรงค์เกี่ยวกับประโยชน์และโทษของพลาสติก หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรดำเนินการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ความรู้เรื่องประโยชน์และโทษของพลาสติกให้ประชาชนทราบ ซึ่งจะช่วยให้ใช้พลาสติกได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงโทษจากพลาสติกได้ นอกจากนี้ ควรรณรงค์ให้ประชาชนใช้พลาสติกให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยการนำพลาสติกกลับมาใช้ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และทิ้งพลาสติกให้ถูกต้องตรงกับประเภทของถังรองรับด้วย

บิสิโอ และ แซนโทส (Bisio and Xanthos, 1994 : 3-5) และ อมรรัตน์ ศรีไพจิตร (2540 : 41-46) ได้เสนอแนวทางเพื่อแก้ปัญหามูลฝอยพลาสติก ออกเป็น 5 วิธี คือ

1. **การลดและการนำมาใช้ใหม่ (reduction and reuse)** วิธีนี้เป็นการแก้ปัญหาในขั้นแรก การลดปริมาณการใช้และการนำมาใช้ใหม่นั้นเพื่อลดปริมาณมูลฝอย และเป็นการลดปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเพื่อเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากร

2. **การฝังกลบ (landfill)** เป็นวิธีที่ใช้กำจัดมูลฝอยพลาสติก โดยที่ปฏิบัติการย่อยสลายมูลฝอยพลาสติกขึ้นอยู่กับ เวลา อุณหภูมิ และปริมาณความชื้น แต่มูลฝอยพลาสติกไม่เหมาะที่จะนำมาฝังกลบ เนื่องจากพลาสติกมีความต้านทานต่อสารเคมีและน้ำ สามารถคงรูปเดิมได้เป็นเวลานาน และอาจส่งผลต่อการปนเปื้อนไปยังดินและน้ำใต้ดินได้

3. **การผลิตพลังงานจากมูลฝอยพลาสติก (waste to energy)** เป็นการเผามูลฝอยพลาสติกเพื่อนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่ผลิตจากน้ำมัน จึงมีค่าพลังงานความร้อนสูงเทียบเท่าหรืออาจสูงกว่าถ่านหินหรือน้ำมัน ในการเผามูลฝอยเทศบาลนั้นสามารถใช้มูลฝอยพลาสติกแทนที่เชื้อเพลิงในการเผาได้ เพราะมีส่วนช่วยในการเผาจึงเป็นการลดปริมาณพลังงานที่ใช้ในการเผา ประโยชน์ที่สำคัญของการเผานั้นเพื่อนำพลังงานที่ได้จากการเผาพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ในการเผามูลฝอยอื่นได้ แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ อาจก่อให้เกิดก๊าซพิษจากการเผาได้

4. **การนำกลับมาใช้ใหม่โดยการแปรรูปเชิงกล (mechanic recycling)** เป็นการนำพลาสติกกลับไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์อื่นที่มีคุณภาพต่ำกว่า ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานและช่วยลดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม แต่มีปัญหาเกี่ยวกับการคัดแยก

ประเภทของพลาสติก เนื่องจากมูลฝอยเทศบาลมีพลาสติกหลายประเภทรวมกัน นอกจากนี้ยังเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดเบื้องต้น เช่น การแยกประเภท การทำความสะอาด เป็นค่าใช้จ่ายที่สูงและเสียเวลาในการปฏิบัติมาก

5. การแปรรูปกลับไปเป็นสารเริ่มต้นหรือสารเคมี (feedstock/chemical recycling) วิธีนี้เป็นการย่อยสลายสายโซ่ของพลาสติกที่มีขนาดโมเลกุลยาวให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลง หรือเป็นการเปลี่ยนพลาสติกกลับไปเป็นสารตั้งต้น ประโยชน์ที่ได้รับจากวิธีนี้ คือ สิ่งแวดล้อมสะอาด ประหยัดทรัพยากรที่มีค่า ขจัดข้อจำกัดทางเทคนิคหรือประสบการณ์ในการหาลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่นำกลับมาใช้ใหม่จากวิธีเชิงกล นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับจากประชาชนมากกว่าวิธีการเผาเพื่อนำพลังงานกลับมาใช้ และที่สำคัญยังมีส่วนช่วยให้เกิดการประหยัดทรัพยากรได้อย่างสูงสุด เนื่องจากการลดการใช้ทรัพยากรน้ำมันเพื่อการผลิตปิโตรเคมีลง

นอกจากนี้ บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ (2543 : 6-7) ได้เสนอแนวทางในการจัดการมูลฝอยพลาสติก โดยอาศัยหลักการบริหารจัดการ 4 ขบวนการร่วมกัน ดังนี้

1. **การฝังกลบ (landfill)** วิธีนี้มีข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน เช่น พื้นที่ที่ใช้ในการฝังกลบ, การต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่เนื่องจากปัญหาการปนเปื้อนจากมูลฝอยเก่า ๆ ที่ไม่ได้มีการปูแผ่นพลาสติกรองรับ ทำให้เกิดการปนเปื้อนลงในน้ำใต้ดินได้ วิธีจึงเป็นวิธีสุดท้ายที่ควรนำไปปฏิบัติ

2. **การเผาโดยให้มีการนำเอาพลังงานกลับมาใช้ใหม่ (waste incineration with energy recovery)** การเผาเพื่อต้องการพลังงานกลับมาใช้จะต้องมีสภาวะของการเผาที่เหมาะสมเพื่อลดการเกิดสารที่เป็นพิษและจะต้องมีตัวดักจับก๊าซที่เกิดจากการเผาที่มีประสิทธิภาพ

3. **การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycling)** ในการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ต้องมีปริมาณพลาสติกที่มากเพียงพอ และต้องทำการแยกชนิดของพลาสติกที่จะนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อสะดวกในการนำกลับมาใช้ใหม่ แต่วิธีนี้ปฏิบัติได้ยากเนื่องจากต้องอาศัยความร่วมมือจากประชาชนร่วมในการปฏิบัติ

4. **การลดปริมาณการใช้ (source reduction)** เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมูลฝอยพลาสติก แต่ปฏิบัติได้ยากเนื่องจากปริมาณความต้องการใช้พลาสติกเพิ่มมากขึ้นเมื่อประเทศพัฒนาขึ้น

จากแนวทางและวิธีการจัดการมูลฝอยพลาสติกที่ได้มีผู้เสนอไว้แล้วนั้น สามารถสรุปแนวทางหรือวิธีการจัดการมูลฝอยพลาสติก ในภาพรวมได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นจากมูลฝอยพลาสติกนั้นสามารถจัดการได้ด้วยแนวทาง 2 แนวทาง คือ (1) การกำจัด ซึ่งได้แก่ การเผา และการฝังกลบ ซึ่งการกำจัดมูลฝอยพลาสติกด้วยวิธีการเผาเป็นวิธีที่สามารถกำจัดมูลฝอยพลาสติกได้เป็นจำนวนมาก เพราะสามารถลดปริมาตรมูลฝอยให้ลดลงจากปริมาตรเดิมได้มาก ขณะเดียวกัน วิธีนี้อาจก่อ

ให้เกิดมลสารที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้ หากต้องการกำจัดด้วยวิธีนี้ควรเผาในเตาเผาพลาสติกซึ่งออกแบบพิเศษ เพื่อควบคุมมลสารที่จะเกิดขึ้นจากการเผา ส่วนการกำจัดโดยการฝังกลบนั้น ต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดมาก เนื่องจากพลาสติกย่อยสลายได้ยากและมีปริมาณมาก จึงเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดหาสถานที่ฝังกลบแห่งใหม่ และไม่สามารถนำพื้นที่จากการฝังกลบมาทำการเกษตรต่อได้ เพราะรากพืชไม่สามารถชอนไชเข้าไปในดินทำให้พืชตายได้ และวิธีนี้อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินจากสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของพลาสติก (2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (reuse) เป็นการนำกลับมาใช้ซ้ำหรือซ่อมแซมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในวัตถุประสงค์เดิม หรือเพื่อประโยชน์อื่น โดยไม่ต้องทำผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นมาใหม่ วิธีนี้เป็นการประหยัดทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น และลดการก่อให้เกิดมูลฝอยพลาสติกด้วย (3) การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycling) วิธีนี้ต้องมีการนำมูลฝอยพลาสติกมาผ่านกระบวนการเปลี่ยนสภาพด้านรูปทรง ด้วยการหลอม บด อัด แล้วนำไปหลอมเพื่อนำกลับมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งมีคุณภาพด้อยลงจากเดิม ซึ่งวิธีนี้รวมถึงการนำไปหลอมเป็นสารตั้งต้นในการผลิตใหม่ด้วย ข้อดีของการนำกลับมาใช้ใหม่ คือ เป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ และ (4) การใช้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดขึ้น (energy recovery) เป็นการดึงเอาพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผามูลฝอยพลาสติกภายใต้สภาวะที่เหมาะสมมาใช้ ซึ่งนอกจากจะได้พลังงานเชื้อเพลิงแล้ว ยังลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องฝังกลบด้วย

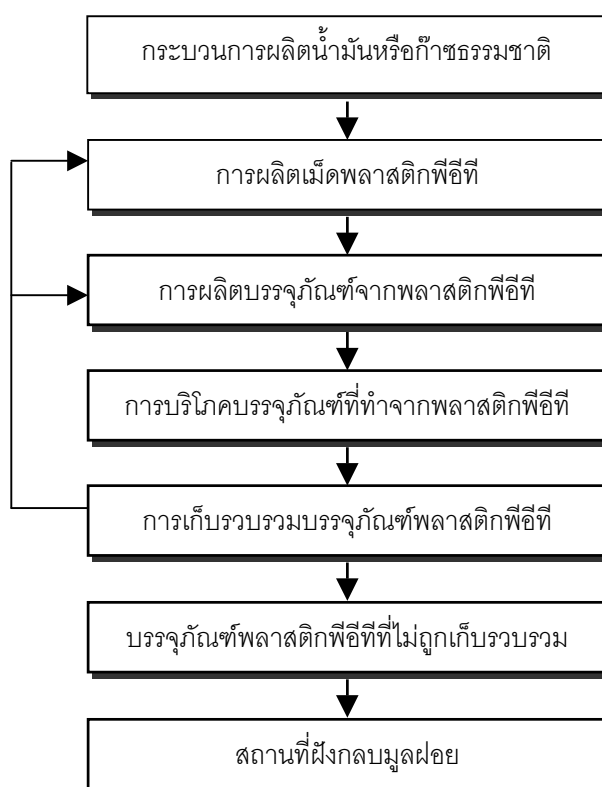
จากวิธีการทั้งหมดที่กล่าวมา การที่จะดำเนินการในแต่ละวิธีได้สำเร็จนั้น นอกจากจะต้องเลือกใช้เทคโนโลยีที่กล่าวมาให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตนเองแล้ว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรรณรงค์ให้ประชาชนใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยการนำพลาสติกกลับมาใช้ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และทิ้งพลาสติกให้ถูกต้องตรงกับประเภทของถังรองรับที่จัดทำไว้ในพื้นที่ด้วย

5. การจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีที

ขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้บรรจุเครื่องดื่มต่าง ๆ นั้นเมื่อผ่านการบริโภคจากผู้บริโภคแล้วขวดเหล่านี้ก็จะกลายมาเป็นมูลฝอยซึ่งต้องมีวิธีการจัดการที่เหมาะสมต่อไป เพื่อลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้จากขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้วที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้ของผู้บริโภค โดยทั้งนี้ผู้วิจัยหลายท่านได้เสนอรูปแบบวิธีการจัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่คล้ายคลึงกัน มีดังนี้

พัชรี คำธิตา (2540 : 52-54) ได้เสนอวิธีการที่ใช้ในการจัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้ว ด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่หรือเรียกว่า การรีไซเคิล (recycling) ว่าสามารถทำได้ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิลขั้นต้น (primary recycling) เป็นการนำบรรจุภัณฑ์พลาสติกฟีดที่ที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก โดยการนำกลับมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เดิม เช่น การนำขวดพลาสติกฟีดที่บรรจุน้ำดื่มและเครื่องดื่มต่าง ๆ กลับมาผลิตเป็นขวดพลาสติกฟีดที่ใหม่ โดยอาจนำเข้าสู่กระบวนการผลิตขวดใหม่โดยตรง หรือผ่านการทำให้เป็นเม็ดพลาสติกฟีดที่ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตขวดพลาสติกฟีดที่ก็ได้ (ดังภาพประกอบ 2) ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า “การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการเดิม (closing the loop)”



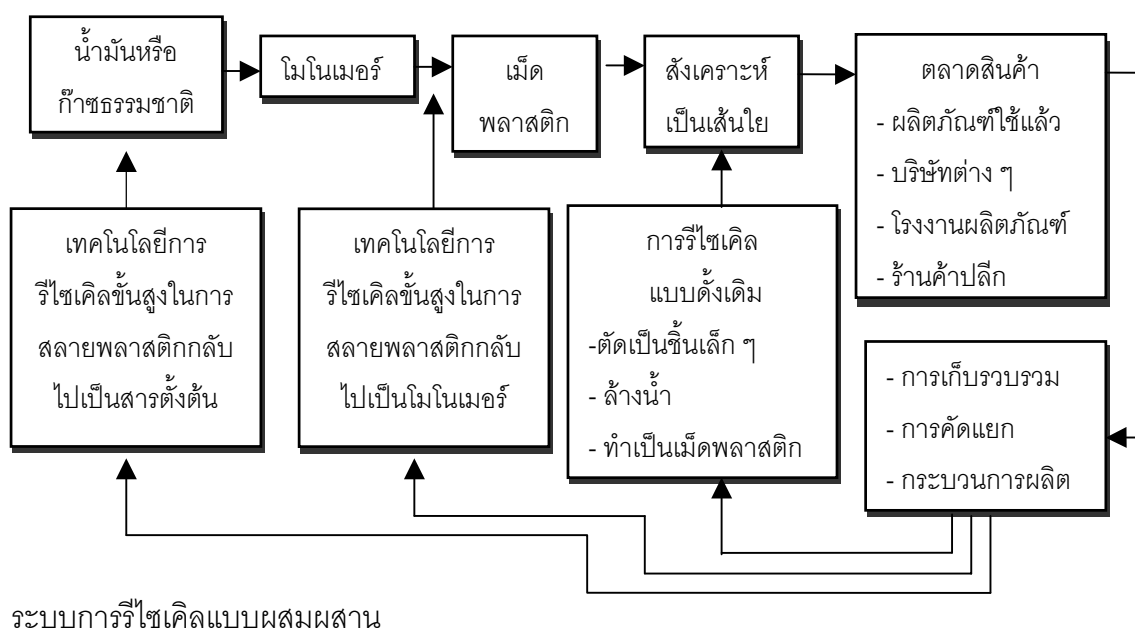
————> การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตเดิม (closing the loop)

ภาพประกอบ 2 การนำบรรจุภัณฑ์พลาสติกฟีดที่กลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เดิม
ที่มา : ดัดแปลงจาก พัชรีย์ คำธิตา, 2540 : 53, อ้างจาก Vernon F. Barham, 1991

2. การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิลขั้นที่สอง (secondary recycling) เป็นการหลอมบรรจุภัณฑ์พลาสติกฟีดที่ที่ใช้แล้วด้วยความร้อน และนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่นี้อาจมีคุณสมบัติด้อยลงจากเดิม

3. การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิลขั้นที่สาม (tertiary recycling) เป็นการนำบรรจุภัณฑ์พลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการย่อยสลายโพลีเมอร์ด้วยกระบวนการทางเคมี (chemical depolymerization) ซึ่งสามารถแยกองค์ประกอบของพลาสติกพีอีทีที่กลับไปเป็นกรดเทฟทาลิก (terephthalic acid : TPA) กับเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกพีอีทีได้ โดยสารเคมีที่ได้กลับมานี้สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการผลิตพลาสติกพีอีทีได้อีก จากนั้นจึงนำสารตั้งต้นเหล่านี้ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ภาชนะบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารและเครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์เส้นใย สิ่งทอ พรม เป็นต้น (ดังภาพประกอบ 3) กระบวนการทางเคมีเพื่อแยกองค์ประกอบของพลาสติกพีอีทีที่กลับไปเป็นสารตั้งต้นมี 3 กระบวนการ คือ

วัตถุดิบ/สารตั้งต้น



ภาพประกอบ 3 การผลิตพลาสติกพีอีทีและการนำพลาสติกพีอีทีกลับมาใช้ใหม่ในขั้นตอนต่าง ๆ
ที่มา : ดัดแปลงจาก พัชร คำธิตา, 2540 : 53, อ้างจาก Aronhalt, Frank N., 1994

3.1 การสลายด้วยเมทานอล (methanolysis) เกิดขึ้นโดยการใช้เมทานอลทำปฏิกิริยากับพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้ว (post consumer PET) โดยมีซิงก์อะซิเตท (zinc acetate) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้ไดเมทิล เทเรฟทาเลต (dimethyl terephthalate : DMT) และเอทิลีนไกลคอล

(ethylene glycol : EG) กลับคืนมา และทำให้บริสุทธิ์ขึ้นโดยผ่านขั้นตอนการทำให้เป็นผลึก (crystallization) และ การกลั่น (distillation) ซึ่งวิธีนี้สามารถรีไซเคิลได้ DMT กลับมาถึงร้อยละ 90

3.2 การสลายด้วยความร้อนสูง (glycolysis) เป็นการรีไซเคิลพลาสติกพีอีทีโดยการให้ความร้อนสูงทำปฏิกิริยาระหว่างพลาสติกพีอีทีกับเอทิลีนไกลคอล ซึ่งจะทำให้สายโซ่ของโพลีเมอร์ที่มีหน่วยซ้ำ ๆ กันประมาณ 150 หน่วย ถูกตัดทอนให้สั้นลงเหลือประมาณ 2 ถึง 10 หน่วย อยู่ในรูปของบิส-ไฮดรอกซี เอทิล เทเรพทาเลต (bis-hydroxy ethyl terephthalate : BHET) และ โอลิโกเมอร์ (oligomers) และทำให้บริสุทธิ์ขึ้นโดยใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) สารเคมีตั้งต้นที่ได้กลับมานี้สามารถนำกลับไปทำปฏิกิริยาการสังเคราะห์โพลีเมอร์ (polymerization) เพื่อให้ได้เม็ดพลาสติกพีอีทีอีกครั้ง

3.3 การสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) เป็นการตัดทอนโพลีเมอร์โดยใช้น้ำ (water), กรดต่าง ๆ (acids), โซดาไฟ (caustic soda) หรือ แอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide) จะทำให้ได้กรดเทเรพทาเลต (TPA) ซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงกลับมา

4. การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิลขั้นที่สี่ (quarternary recycling)

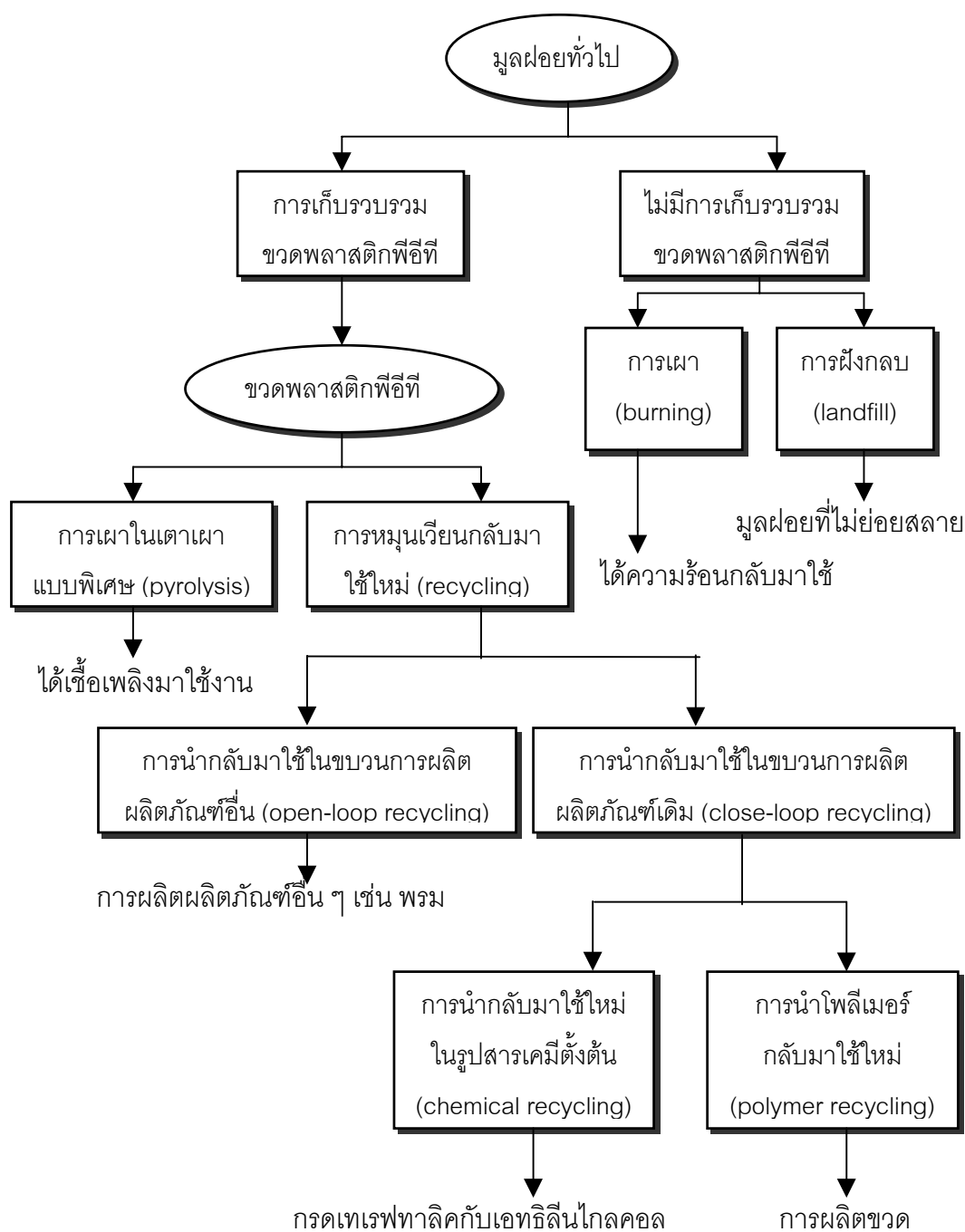
เป็นการรีไซเคิลพลาสติกพีอีทีโดยการนำพลาสติกพีอีทีไปเผาแปรรูปเป็นพลังงานความร้อน (waste to energy incineration)

นอกจากนี้ ฮุนซุบซุง และ จีซุนฮุน (Hyun-Seob Song and Jae Chun Hyun, 2000 : 267-284) ได้เสนอวิธีการจัดการขวดพลาสติกพีอีที ใ้เป็น 2 แนวทาง (ดังภาพประกอบ 4) คือ (1) แนวทางจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีทีส่วนที่เก็บรวบรวมมาได้ (collection) และ (2) แนวทางจัดการ มูลฝอยขวดพลาสติกพีอีทีส่วนที่ไม่มีการเก็บรวบรวม (no collection) โดยมีรายละเอียดในแต่ละแนวทาง ดังนี้

1. แนวทางจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีทีส่วนที่เก็บรวบรวมมาได้ (collection) แนวทางนี้เป็นการนำขวดพลาสติกพีอีทีที่เก็บรวบรวมได้จากมูลฝอยทั่ว ๆ ไปนำไปจัดการต่อด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ ดังนี้

1.1 การเผาในเตาเผาชนิดพิเศษ (pyrolysis) เป็นการนำกลับมาใช้ใหม่โดยการทำให้สลายตัวเพื่อให้ได้ความร้อนหรือเชื้อเพลิงที่เป็นสารตั้งต้นกลับมาใช้ได้

1.2 การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (recycling) เป็นการนำขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้วหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ 2 วิธี ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แนวทางการจัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่ตามแนวคิดของ Hyun-Seob Song and Jae Chun Hyun

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hyun-Seob Song and Jae Chun Hyun, 2000 : 271

1.2.1 การนำกลับไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่น (open-loop recycling) เป็นการนำขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้วกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น การผลิตพรม, การผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ขวดพลาสติกพีอีที

1.2.2 การนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตเดิม (close-loop feedback recycling) วิธีการนี้มี 2 รูปแบบ คือ (1) การนำกลับมาใช้ในรูปสารเคมีตั้งต้น (chemical recycling) เป็นการนำขวดพลาสติกพีอีทีกลับเข้าสู่กระบวนการทำให้โพลีเมอร์แตกตัวเป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกพีอีที คือ กรดเทเรฟทาลิก (terephthalic acid : TPA) กับเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol) โดยกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ เช่น กระบวนการแตกตัวด้วยน้ำ (hydrolysis) และ (2) การนำโพลีเมอร์กลับมาใช้ใหม่ (polymer recycling) เป็นการนำขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการผลิตหลอมเป็นโพลีเมอร์เดิมอีกครั้งเพื่อนำกลับไปผลิตเป็นขวดเหมือนเดิม

2. แนวทางจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพีอีทีส่วนที่ไม่มีการเก็บรวบรวม (no collection) เป็นแนวทางที่ใช้จัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่ใช้แล้วและไม่ได้ถูกแยกออกจากมูลฝอยอื่น ๆ ไม่ว่าจะจากถังรองรับมูลฝอย หรือในสถานที่กำจัดมูลฝอย แนวทางนี้มี 2 วิธี คือ

2.1 การเผา (burning) เป็นการเผาในเตาเผาทั่วไปทำให้ได้พลังงานความร้อนกลับมาใช้งาน

2.2 การฝังกลบ (landfill) เป็นการทิ้งขวดพลาสติกพีอีทีรวมกับมูลฝอยอื่น ๆ ในหลุมฝังกลบ

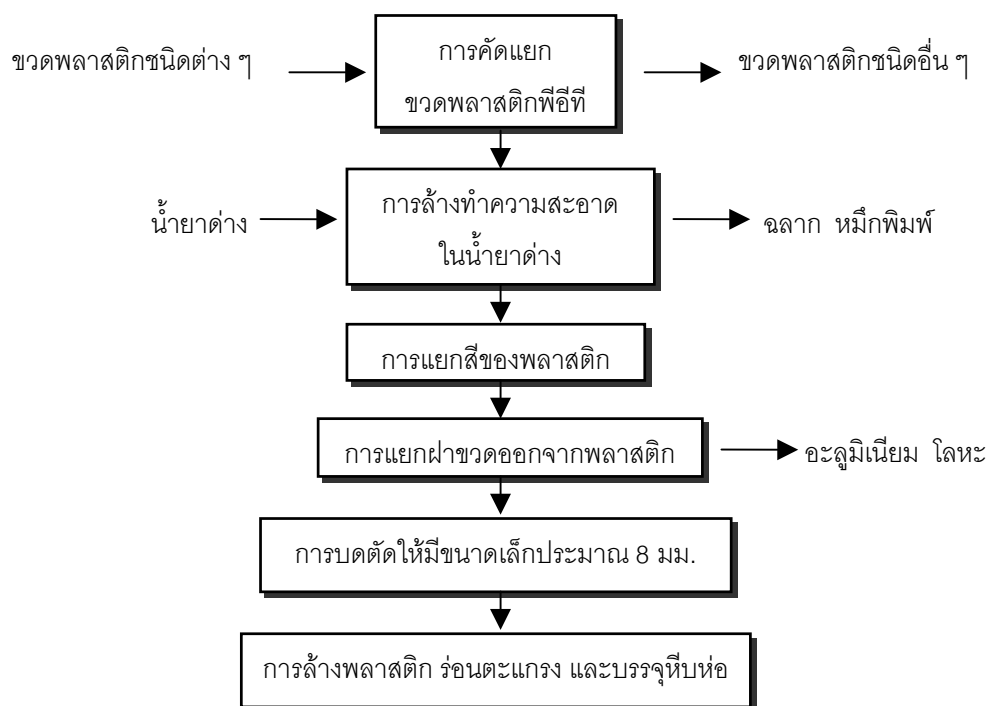
จากวิธีการจัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่ได้มีผู้เสนอไว้แล้วนั้น สามารถสรุปวิธีการจัดการขวดพลาสติกพีอีทีได้เป็น 2 แนวทาง คือ (1) แนวทางจัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่ไม่สามารถคัดแยกและเก็บรวบรวมออกจากมูลฝอยทั่วไป ขวดพลาสติกพีอีทีเหล่านี้จะถูกกำจัดโดยการฝังกลบรวมกับมูลฝอยพลาสติกชนิดอื่นและมูลฝอยทั่วไป และอีกวิธี คือ การเผาขวดพลาสติกพีอีทีรวมกับมูลฝอยชนิดอื่น ซึ่งทำให้ได้พลังงานความร้อนเกิดขึ้นแต่อาจไม่สามารถนำพลังงานนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ ในขณะเดียวกัน ทั้งสองวิธีนี้จะทำให้สูญเสียทรัพยากรที่มีค่าจากองค์ประกอบของขวดพลาสติกพีอีทีไป และ (2) แนวทางจัดการขวดพลาสติกพีอีทีที่คัดแยกและรวบรวมมาได้ โดยขวดพลาสติกพีอีทีที่ถูกรวบรวมมานี้จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่โดยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การนำกลับมาผลิตเป็นขวด, ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ (เช่น พรม เลื่อ เป็นต้น) , การนำไปหลอมเป็นสารตั้งต้นเพื่อผลิตเม็ดพลาสติกพีอีที หรือการเผาแบบควบคุมการเผาเพื่อนำพลังงานกลับมาใช้อย่างสมบูรณ์

และจากการที่ในปัจจุบันได้มีการนำขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำอัดลม หรือขวดพลาสติกอื่น ๆ ที่ผลิตจากพลาสติกพีอีทีซึ่งผ่านการใช้งานแล้วมาผลิตเป็นเส้นใยสังเคราะห์เพื่อใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

ต่าง ๆ แทนการนำเม็ดพลาสติกพีอีที่มาเป็นวัตถุดิบโดยตรง โดยขวดพลาสติกพีอีที่สามารถเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นวัตถุดิบได้หลายรูปแบบจากวิธีการรีไซเคิลที่อธิบายไว้ข้างต้น แต่ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลขวดพลาสติกพีอีที่ด้วยวิธีต่าง ๆ นั้นจะต้องผ่านกระบวนการพื้นฐานอีกหนึ่งกระบวนการ คือ การบดตัดขวดพลาสติกพีอีที่เพื่อย่อยมูลฝอยพลาสติกพีอีที่เป็นเกล็ดพลาสติกที่มีขนาดเล็กก่อน เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลต่อไป โดยกระบวนการนี้เรียกว่า “กระบวนการผลิตเกล็ดพลาสติกหรือเกล็ดโพลีเอสเตอร์ (polyester pellets process)” โดยกระบวนการนี้จะเริ่มจากการคัดแยกขวดพลาสติกที่ผลิตมาจากพลาสติกพีอีที่โดยการนำขวดพลาสติกต่าง ๆ มาบดอัดให้เป็น และเข้าสู่กระบวนการคัดแยกขวดโดยวิธีต่าง ๆ เช่น (1) ระบบการคัดแยกโดยน้ำหนัก (weight separation) เพื่อแยกขวดแก้วออกจากขวดพลาสติก (2) ระบบ X-ray sensor เพื่อแยกขวดพลาสติกพีวีซีออกจากขวดพลาสติกพีอี (3) ระบบการแยกด้วยแรงโน้มถ่วง (gravity separation) เพื่อแยกขวดหรือพลาสติกชนิดพีอีและพีวี ออกจากพลาสติกพีอี (4) ระบบการแยกโดยใช้อากาศ (air separation) เพื่อแยกฉลากและสิ่งเจือปนออกจากพลาสติกพีอี (5) ระบบการแยกด้วยกระแสไหลวน (eddy current separation) เพื่อแยกชิ้นส่วนอะลูมิเนียมและโลหะ เช่น ฝาขวด เป็นต้น ออกจากพลาสติกพีอี

เมื่อผ่านกระบวนการคัดแยกต่าง ๆ แล้วจึงนำพลาสติกพีอีที่ไปล้างสิ่งสกปรกออก เช่น ฉลาก หมึกพิมพ์ เป็นต้น โดยการใช้ น้ำร้อนผสมน้ำยาจำพวกด่างเพื่อล้างฉลากต่าง ๆ ออกไป แล้วนำไปแยกฝาขวดที่เป็นอะลูมิเนียมหรือโลหะออก พลาสติกพีอีที่ได้จะผ่านการแยกสีในลักษณะต่าง ๆ เช่น สีใส สีขุ่น สีเขียว เป็นต้น และจากนั้นเข้าสู่กระบวนการตัดให้มีขนาด 8 มิลลิเมตร อยู่ในรูปเกล็ดพลาสติกพีอีที่แล้วบรรจุหีบห่อเพื่อรอการนำไปจำหน่าย (ดังภาพประกอบ 5) โดยกระบวนการนี้มักเป็นการดำเนินการของผู้รับซื้อขวดพลาสติกที่รับซื้อขวดพลาสติกพีอีที่มาจากร้านค้า คนค้าขายจะร้านรับซื้อของเก่า เพื่อนำไปจำหน่ายให้กับโรงงาน (พวงรัตน์ ขจิตวิษยานุกูล, 2541 : 76-77)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่า กระบวนการนำมูลฝอยพลาสติกกลับมาใช้ใหม่นั้น ต้องอาศัยการดำเนินงานของบุคคลหลายกลุ่มร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็น กลุ่มผู้คัดแยกที่แหล่งต่าง ๆ, กลุ่มผู้รับซื้อของเก่า และกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อให้การนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่เป็นไปได้ในปริมาณที่มากขึ้น เพราะถ้าไม่มีกลุ่มบุคคลเหล่านี้ การนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ในปัจจุบันอาจไม่เกิดขึ้นก็เป็นได้ ดังนั้นกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องในการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 6 ต่อไป



ภาพประกอบ 5 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล

ที่มา : พวงรัตน์ ขจิตวิษยานุกูล, 2541 : 77

6. กลุ่มผู้เกี่ยวข้องในการจัดการมูลฝอยพลาสติกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์

ในกระบวนการนำมูลฝอยพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทยนั้นมียุ่อยู่แล้ว โดยเป็นการคัดแยกและเก็บรวมกับมูลฝอยทุกประเภทที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนใหญ่แล้วผู้ที่เกี่ยวข้องในการคัดแยกและรวบรวมมูลฝอยพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์นั้น จะเป็นกลุ่มเดียวกับกลุ่มคัดแยกและรวบรวมมูลฝอยทั่วไปซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายกลุ่ม ซึ่งอยู่ในรูปแบบของระบบเศรษฐกิจที่ไม่เป็นทางการ (informal sector) หรือระบบแอบแฝง โดยกลุ่มที่มีความสำคัญแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้ (แมคโครคอนซัลแตนท์, 2539 : 64-71 และ รังสรรค์ ปิ่นทอง, 2535 : 5-6)

6.1 กลุ่มผู้คัดแยกวัสดุมีค่า ซึ่งประกอบด้วย

6.1.1 กลุ่มบุคคลที่คัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดมูลฝอย ได้แก่ เจ้าของบ้านพักอาศัย, อาคารสถานที่, ร้านค้า หรือหน่วยงาน ซึ่งเป็นแหล่งก่อให้เกิดมูลฝอยชนิดต่าง ๆ เช่น กระดาษ, พลาสติก, ขวดแก้ว เป็นต้น โดยบุคคลกลุ่มนี้จะทำการคัดแยกวัสดุดังกล่าวที่เกิดจากกิจกรรมภายในสถานที่ของตนเอง และรวบรวมไว้เพื่อขายให้แก่ผู้รับซื้อของเก่าต่อไป

6.1.2 กลุ่มบุคคลที่คัดแยกมูลฝอยจากถังรองรับมูลฝอย ได้แก่ (1) ผู้คุ้มมูลฝอยจากถังรองรับมูลฝอย ซึ่งบุคคลเหล่านี้จะทำการคัดแยกวัสดุมีค่าจากถังรองรับมูลฝอย และ (2) พนักงานเก็บขนมูลฝอยของเทศบาล โดยพนักงานเหล่านี้จะทำการคัดแยกวัสดุมีค่าจากมูลฝอยจากถังรองรับก่อนเทใส่รถเก็บขนและบนรถขณะวิ่งรวบรวมมูลฝอยไปจนถึงสถานที่กำจัด วัสดุที่ได้จากทั้งสองกลุ่มนี้จะนำไปขายร้านรับซื้อของเก่าต่อไป

6.1.3 กลุ่มบุคคลที่คัดแยกมูลฝอยในสถานที่กำจัดมูลฝอย หรือเรียกว่า กลุ่มผู้ขุดคุ้ย (scavengers) จะทำการคัดแยกวัสดุมีค่าจากมูลฝอยหลังจากที่รถเก็บขนนำมูลฝอยมาเทกองในสถานที่กำจัด วัสดุที่คัดแยกได้ก็จะขายให้ร้านรับซื้อของเก่าเช่นเดียวกับสองกลุ่มแรก

6.2 กลุ่มผู้รับซื้อวัสดุมีค่า กลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมุนเวียนมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ โดยจะเป็นผู้รับซื้อวัสดุมีค่าจากกลุ่มผู้คัดแยก แล้วส่งต่อไปยังโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าจากวัสดุเก่าหรือใช้แล้ว ซึ่งกลุ่มนี้มี 4 กลุ่มย่อย ดังนี้

6.2.1 ร้านรับซื้อของเก่ารายย่อย (small recycle shops) เป็นร้านรับซื้อวัสดุมีค่า ซึ่งส่วนมากจะตั้งร้านอยู่ใกล้เคียงสถานที่กำจัดมูลฝอย ทำการรับซื้อวัสดุที่คัดแยกได้จากกลุ่มผู้ขุดคุ้ยในสถานที่กำจัดและพนักงานเก็บขนมูลฝอย จากนั้นจะรวบรวมวัสดุที่รับซื้อไว้ขายต่อไปให้กับร้านที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือโรงงานอุตสาหกรรม

6.2.2 สามล้อรับซื้อของเก่าตามบ้าน (3-wheelers) หรือ ซาเล้ง เป็นผู้ที่รับซื้อวัสดุใช้แล้วตามบ้านพักอาศัย, อาคารสถานที่, ร้านค้า หรือหน่วยงานต่าง ๆ แล้วนำวัสดุดังกล่าวไปขายต่อไปให้ร้านรับซื้อของเก่า ในขณะเดียวกัน บางรายในกลุ่มนี้อาจทำการคัดแยกวัสดุมีค่าจากถังรองรับมูลฝอยร่วมกับการรับซื้อก็ได้

6.2.3 ร้านรับซื้อของเก่า (junk shops) เป็นร้านที่จัดทะเบียนการค้าถูกต้องตามกฎหมายเพื่อทำการรับซื้อวัสดุใช้แล้วต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ขวด แก้ว กระจก พลาสติก โลหะและอื่น ๆ โดยจะรับซื้อจากวัสดุดังกล่าวจากกลุ่มผู้คัดแยก, สามล้อรับซื้อของเก่า, และร้านรับซื้อรายย่อย แล้วนำวัสดุเหล่านั้นมาทำการปรับปรุงคุณภาพ เช่น ล้างทำความสะอาด หรือแยกเป็นหมวดหมู่ เพื่อขายให้โรงงานอุตสาหกรรมต่อไป

6.2.4 ร้านรับซื้อของเก่ารายใหญ่ (wholesaler) เป็นร้านรับซื้อของเก่าที่ทำสัญญาซื้อขายกับโรงงานอุตสาหกรรมในการจัดหาวัสดุต่าง ๆ เช่น แก้ว กระจก พลาสติก โลหะและอื่น ๆ ตามชนิด ปริมาณ และคุณภาพที่โรงงานนั้นต้องการ โดยจะรับซื้อวัสดุดังกล่าวต่อจากร้านรับซื้อของเก่าต่าง ๆ แล้วนำวัสดุมาปรับปรุงคุณภาพให้ตรงตามความต้องการเพื่อนำไปส่งโรงงานอุตสาหกรรม

6.3 กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าจากวัสดุใช้แล้ว เป็นโรงงานที่ใช้วัสดุที่คัดแยกมาได้จากกลุ่มผู้คัดแยกและรวบรวมโดยกลุ่มรับซื้อ เพื่อนำมาผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขวดพลาสติกฟลีท

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขวดพลาสติกฟลีท จะมีทั้งงานวิจัยที่คิดค้นเทคโนโลยีเพื่อการกำจัดขวดพลาสติกฟลีท, การคิดค้นวิธีเพื่อนำขวดพลาสติกฟลีทไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ, การเปรียบเทียบวิธีการจัดการวิธีต่าง ๆ, การหาวิธีการรวบรวมขวดพลาสติกฟลีทให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ, การหาปริมาณมูลฝอยพลาสติกทั่วไปและมูลฝอยขวดพลาสติกฟลีทจากสถานที่กำจัดมูลฝอยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น โดยจะแบ่งงานวิจัยเป็นงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยในต่างประเทศ ดังนี้

7.1 งานวิจัยภายในประเทศไทย

บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์ (2539 : 22-23) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยรวมของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2538 ผลการศึกษาพบว่า จากปริมาณมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกเพื่อนำไปขายต่อจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น กลุ่มครัวเรือน, ร้านอาหาร, โรงแรม เป็นต้น แล้วพบว่ามีมูลฝอยพลาสติกในสถานที่กำจัดคิดเป็นร้อยละ 21 ของปริมาณมูลฝอยในสถานที่กำจัด และในจำนวนนี้พบว่าร้อยละ 16.14 ของมูลฝอยพลาสติกทั้งหมด เป็นพลาสติกชนิดขวดใส

กรมควบคุมมลพิษ (2541 : 21) ได้ทำการศึกษหาองค์ประกอบมูลฝอยตามสถานที่รวบรวมมูลฝอยและกำจัดมูลฝอยในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ในทุกภาคของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2539 พบว่า วัสดุใช้แล้วที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จำพวก แก้ว กระดาษ พลาสติก และโลหะต่าง ๆ ถูกทิ้งอยู่ในกองมูลฝอยทั่วประเทศประมาณ 6,900 ตันต่อวัน หรือประมาณ 2,518,500 ตันต่อปี ซึ่งมีพลาสติกปะปนอยู่มากที่สุด คือประมาณ 2,916 ตันต่อวัน หรือ 1,064,340 ตันต่อปี โดยแบ่งเป็นมูลฝอยพลาสติกที่พบในภาคใต้ 239 ตันต่อวัน (ดังแสดงไว้ในตาราง 2) และได้คาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ในเชิงพาณิชย์แยกตามรายภาค ในปี พ.ศ. 2544 และ 2549 โดยการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในเชิงพาณิชย์ของภาคใต้ในเขตเมือง (ดังแสดงไว้ในตาราง 3) ซึ่งจะพบว่า มูลฝอยพลาสติกเป็นองค์ประกอบที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ใหม่ได้ในเชิงพาณิชย์มากที่สุดในภาคใต้

ตาราง 2 ปริมาณวัสดุใช้แล้วประเภทแก้ว กระดาษ พลาสติก และโลหะที่ทิ้งอยู่ในสถานที่กำจัด
มูลฝอยในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2539

แหล่งกำเนิดมูลฝอย	องค์ประกอบมูลฝอย				รวม
	แก้ว	กระดาษ	พลาสติก	โลหะ	
1. กรุงเทพมหานคร	449	1,131	1,201	254	3,035
2. ปริมณฑล	58	289	316	47	710
3. ภาคกลางและ					
ภาคตะวันตก ¹	63	250	304	40	657
4. ภาคเหนือ	75	242	321	50	688
5. ภาคตะวันออก					
เชียงใหม่	116	297	375	114	902
6. ภาคใต้	70	137	239	46	492
7. ภาคตะวันออก	55	163	160	38	416
รวม	886	2,509	2,916	589	6,900

หมายเหตุ : ¹ภาคกลางไม่รวมปริมณฑล

ที่มา : ดัดแปลงจาก กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรมควบคุมมลพิษ, 2541

ตาราง 3 ปริมาณมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในเชิงพาณิชย์ในเขตเมืองของภาคใต้

องค์ประกอบมูลฝอย	ปริมาณมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (ตัน/วัน)		
	ปี พ.ศ.2539	ปี พ.ศ. 2544	ปี พ.ศ. 2549
แก้ว	70	94	122
กระดาษ	137	186	245
พลาสติก	239	329	438
โลหะ	46	62	79
รวม	492	671	884

ที่มา : ดัดแปลงจาก กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรมควบคุมมลพิษ, 2541

ขวัญกมล ทองนาค (2541 : 43-85) ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการมูลฝอยของเทศบาลและสุขาภิบาลในภาคใต้ในปี พ.ศ. 2538 ผลการศึกษา พบว่า ในส่วนของเทศบาลนครหาดใหญ่ มีมูลฝอยเกิดขึ้นวันละ 230 ตันต่อวัน โดยมีอัตราการเกิดมูลฝอย เท่ากับ 1.47 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สามารถเก็บรวบรวมมูลฝอยได้ร้อยละ 87 ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด หรือประมาณ 200 ตันต่อวัน โดยมีจำนวนเที่ยวการเก็บขนของรถเก็บขนมูลฝอยเฉลี่ย 2 เที่ยวขนต่อวันต่อคัน มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมมูลฝอยประมาณ 2,321,645 บาทต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยประมาณ 1,293,250 บาทต่อเดือน มีรายได้ที่สามารถเก็บจากค่าธรรมเนียมการเก็บขนมูลฝอยจริงประมาณ 3,121,760 บาทต่อเดือน จากค่าธรรมเนียมที่ควรเก็บได้ทั้งหมด 6,246,250 บาทต่อเดือน

ธเนศ ทิพย์ศ (2542 : 46-51) ได้ทำการศึกษากระบวนการจัดการมูลฝอยสำหรับองค์การบริหารส่วนตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาในส่วนขององค์ประกอบของมูลฝอย พบว่า องค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ประกอบด้วย พลาสติก กระดาษ แก้ว และโลหะ มีปริมาณประมาณร้อยละ 32.70 ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด และในสัดส่วนของมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ พบว่า มีพลาสติกเป็นปริมาณมากที่สุด คือ ร้อยละ 13.20 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด โดยมูลฝอยพลาสติกที่พบเป็นมูลฝอยพลาสติกประเภทถุงพลาสติกมากที่สุดคือร้อยละ 11.53 ของปริมาณมูลฝอยพลาสติกทั้งหมด รองลงมา คือ ขวดพลาสติก ซึ่งแบ่งเป็นขวดพลาสติกสีและขวดพลาสติกใสร้อยละ 0.46 และ 0.20 ของปริมาณมูลฝอยพลาสติกทั้งหมด ตามลำดับ

วຈິນී จงจิตร (2543 : 77) ได้ทำการศึกษาทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองตรัง ผลการศึกษาเรื่ององค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลเมืองตรัง พบว่า มีปริมาณมูลฝอยพลาสติกคิดเป็นร้อยละ 8.49 ของน้ำหนักเปียกของมูลฝอยรวมทั้งหมด และพบว่า ร้อยละ 1.75 ของปริมาณมูลฝอยพลาสติก เป็นมูลฝอยพลาสติกประเภทขวดพลาสติกฟอยล์ และเมื่อพิจารณาตามลักษณะของแหล่งก่อให้เกิดมูลฝอยจากเขตพาณิชย์กรรมซึ่งมีที่พักอาศัย, ร้านอาหาร และภัตตาคารรวมอยู่ด้วย, เขตที่พักอาศัย และเขตโรงแรม พบว่า ร้อยละ 19.40, 31.42 และ 6.69 ของน้ำหนักเปียกของมูลฝอยทั้งหมดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือประมาณ 1.42, 2.30 และ 0.49 ตันต่อวัน ตามลำดับ เป็นมูลฝอยประเภทพลาสติก

นิภาศ นิลสุวรรณ (2543 : 50) ได้ทำการศึกษาเชิงเปรียบเทียบวิธีการจัดการมูลฝอยที่นำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2539 ผลการศึกษา พบว่า อัตราการเกิดมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่มีค่าเฉลี่ย 1.28 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน จากปริมาณมูลฝอย

ที่เกิดขึ้น 230 ตันต่อวัน และสามารถเก็บขนไปกำจัดได้ประมาณ 200.93 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 87.36 ของปริมาณที่เกิดขึ้น และมีค่าความหนาแน่นของมูลฝอยเฉลี่ย 284.67 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยองค์ประกอบของมูลฝอยโดยเฉลี่ยร้อยละ 83.11 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียก หรือประมาณ 164.84 ตันต่อวัน เป็นมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ และร้อยละ 12.66 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียก หรือประมาณ 36.09 ตันต่อวัน เป็นมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ และร้อยละ 46.50 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียก หรือประมาณ 93.43 ตันต่อวัน ที่พบมากที่สุดเป็นมูลฝอยประเภทเศษอาหาร เศษผัก และผลไม้ ร้อยละ 18.48 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียก หรือประมาณ 37.13 เป็น มูลฝอยประเภทกระดาษ และร้อยละ 10.86 ของปริมาณ มูลฝอยทั้งหมดโดยน้ำหนักเปียก หรือประมาณ 21.82 ตันต่อวัน เป็นมูลฝอยประเภทพลาสติก (ดังแสดงไว้ในตาราง 4)

ตาราง 4 องค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2539

องค์ประกอบมูลฝอย	ปริมาณ (ตัน/วัน)	ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก
1. กระดาษ	37.13	18.48
2. ผัก ผลไม้ เศษอาหาร	93.43	46.50
3. ผ้า	2.69	1.34
4. ไม้	9.77	4.86
5. พลาสติก	21.82	10.86
6. ยาง	1.59	0.79
7. หนัง	0.56	0.28
8. โลหะประเภทเหล็ก	2.39	1.19
9. โลหะอื่น ๆ	2.49	1.24
10. แก้ว	10.13	5.04
11. หินและเซรามิกซ์	1.65	0.82
12. กระจุก	8.78	4.37
13. เบ็ดเตล็ด	8.50	4.23
รวม	200.93	100.00

ที่มา : นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543 : 53

ในขณะเดียวกัน พบว่า มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ประกอบด้วย กระดาษ พลาสติก โลหะ และแก้ว โดยมีสัดส่วนของปริมาณที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สัดส่วนที่มีการปนเปื้อนแตกหัก และสัดส่วนที่ควรรายได้แตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ของเทศบาลนครหาดใหญ่ในปี พ.ศ. 2539

ประเภทมูลฝอย	ปริมาณที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (ตัน/วัน)	สัดส่วนที่ควรรายได้ (%)	สัดส่วนที่ปนเปื้อนแตกหัก (%)
1. กระดาษ	37.13	3.21	96.79
2. พลาสติก	21.82	15.18	84.82
3. แก้ว	10.13	75.16	24.84
4. โลหะ	4.88	72.16	27.84

ที่มา : นิภาศ นิลสุวรรณ, 2543 : 69

สมพร เหมืองทอง (2543) ได้ทำการศึกษาความหนาแน่นมูลฝอยขณะเก็บขนของรถเก็บขนมูลฝอยแต่ละชนิด และการประเมินปริมาณมูลฝอยที่ได้นำเข้าสู่สถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2543 พบว่า อัตราการเกิดมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย 1.40 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน จากปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด 250 ตันต่อวัน และสามารถเก็บขนไปกำจัดได้ประมาณ 227.92 ตันต่อวัน หรือประมาณร้อยละ 91.17 ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น

และจากการศึกษาของฝ่ายงานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ส่วนช่างสุขาภิบาล เทศบาลนครหาดใหญ่ ในเรื่ององค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพที่ได้นำไปสู่สถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ในปี พ.ศ. 2543 (สำนักงานเทศบาลนครหาดใหญ่, ส่วนช่างสุขาภิบาล, งานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล, 2543) พบว่า จากมูลฝอยที่นำไปกำจัดในสถานที่กำจัด 227.92 ตันต่อวัน มีสัดส่วนขององค์ประกอบมูลฝอยเป็นดังนี้ ร้อยละ 72.48 ของปริมาณ มูลฝอยทั้งหมดเป็นมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้จำพวก กิ่งไม้ เศษไม้ กระดาษ พลาสติก และร้อยละ 24.31 เป็นมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้จำพวก แก้ว โลหะ กระดูก เปลือกหอย หิน และกระเบื้อง และ ร้อยละ 3.18 เป็นมูลฝอยชนิดอื่น ๆ รายละเอียดขององค์ประกอบมูลฝอยในปี พ.ศ. 2543 (ดังแสดงไว้ในตาราง 6)

ตาราง 6 องค์ประกอบมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ในปี พ.ศ. 2543

องค์ประกอบมูลฝอย	ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก
1. มูลฝอยที่สามารถเผาไหม้ได้	72.33
1.1 ผัก ผลไม้ เศษอาหาร	37.94
1.2 กิ่งไม้ ใบไม้	1.33
1.3 เศษไม้ (เฟอร์นิเจอร์/บรรจุภัณฑ์)	0.66
1.4 กระดาษ	11.11
1.5 พลาสติก	16.05
1.5.1 พลาสติกใส	5.66
1.5.2 พลาสติกกรม	2.00
1.5.3 ถุงพลาสติก	5.73
1.5.4 โฟมและพลาสติกอื่น ๆ	2.66
1.6 เศษผ้าและสิ่งทอ	2.75
1.7 หนังสือและยาง	2.49
2. มูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้	24.49
2.1 แก้ว	10.65
2.2 โลหะ	11.74
2.3 กระดุกและเปลือกหอย	2.00
2.4 หิน/กระเบื้อง/เซรามิกซ์	0.07
2.5 มูลฝอยอันตราย	0.03
3. อื่น ๆ	3.18
รวม	100.00

ที่มา : สำนักงานเทศบาลนครหาดใหญ่, ส่วนช่างสุขาภิบาล, งานกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล, 2543

7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

The Council for Solid Waste Solution (CSWS) ของสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำ “Blue Print for Plastic Recycling” ขึ้นในปี ค.ศ.1991 (อ้างถึงใน บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน), 2543 : 9) เพื่อลดปัญหาการจัดเก็บพลาสติกที่ใช้แล้วให้มีปริมาณเพียงพอที่จะนำกลับไปทำการรีไซเคิลและส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่ของวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งพลาสติก โดยมีวัตถุประสงค์

ของการจัดทำโครงการคือต้องการให้ประชาชนมีส่วนร่วมสูงสุด โดยใช้แบบจำลองจาก คอมพิวเตอร์จำนวน 6 รูปแบบ เพื่อทำการคาดการณ์และบริหารงบประมาณในการจัดทำแผนงาน รีไซเคิล เพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดในการจัดเก็บและกระบวนการเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยพบว่า พลาสติกที่มีการจัดเก็บได้มากที่สุดคือ พลาสติก เอชดีพีซีทั้งชนิดไม่มีสีและมีสี พีวีซี พีพี และพีเอส

สมิธ, แฮร์ริสัน และ ซิมมอนส์ (Smith, Harrison and Simmons, 1999 : 17-18) ได้ สํารวจพบว่า ปริมาณการเกิดมูลฝอยจากบ้านเรือนในประเทศอังกฤษและเมืองเวลส์ในปี ค.ศ. 1995 ถึงปี ค.ศ. 1996 มีประมาณ 24 ล้านตัน โดยมีอัตราการเกิดมูลฝอยเฉลี่ยประมาณ 21 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ พบว่ามีปริมาณพลาสติกประมาณร้อยละ 8 -11 โดยน้ำหนักของมูลฝอยชุมชน และมีขวดพลาสติกประมาณร้อยละ 2 ของมูลฝอยพลาสติก โดยมากกว่าร้อยละ 90 ของมูลฝอย ขวดพลาสติกเป็นขวดพลาสติกประเภทขวดพลาสติกพีอีที ขวดเอชดีพีซี และขวดพีวีซี ดังนั้น สมิธ และคณะจึงได้จัดทำโครงการสำหรับการเก็บรวบรวมขวดพลาสติกพีอีที เอชดีพีซี และพีวีซี เพื่อนำ กลับมาใช้ใหม่ โดยมีจุดมุ่งหมายในการรวบรวมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ให้ได้ร้อยละ 15 ในปี ค.ศ. 2001

เคต และ ทอร์เกิลสัน (Khait and Torkelson, 1999 : 114-119) นักวิจัยจากประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการศึกษาถึงเทคโนโลยีในการนำมูลฝอยพลาสติกกลับมาใช้ใหม่โดยการแปรรูป พลาสติกให้เป็นผงที่มีความละเอียดเพื่อเพิ่มมูลค่าของพลาสติกกรีไซเคิล โดยวิธีนี้เรียกว่า “Solid State Shear Pulverization process (S³P)” ซึ่งจะทำให้การตัดเส้นพลาสติกขณะที่ถูกดึงให้เป็นเส้น ใยโดยกระบวนการนี้ไม่ต้องผ่านการหลอมพลาสติกกระบวนการนี้จะเปลี่ยนจากพลาสติกที่มี หลายสีให้กลับเป็นสารตั้งต้นเดิม ซึ่งจะทำให้ได้พลาสติกผงชนิดต่าง ๆ ที่มีขนาดตั้งแต่ เล็กกว่า 74 ไมครอน ถึง 841 ไมครอน เพื่อนำเข้าสู่การผลิตเส้นใยใหม่ต่อไป โดยกระบวนการทำให้พลาสติก กลายสภาพเป็นผงนี้สามารถทำได้กับพลาสติกทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นมูลฝอยพลาสติกหลังจาก การบริโภคและเศษพลาสติกจากกระบวนการอุตสาหกรรม ยางทุกชนิด ซึ่ง เคต และทอร์เกิลสัน พบว่า ผงพลาสติกที่ได้จากกระบวนการนี้มีความเหมาะสมสำหรับกระบวนการหลอมพลาสติกโดย ตรงตามมาตรฐานการผลิตเส้นใยพลาสติก และการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่โดยวิธีนี้เป็นการ เพิ่มปริมาณการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ให้มากขึ้นด้วย

คราน (Krzan, 1999 : 104-107) นักวิจัยจากประเทศสโลวีเนีย ได้ทดลองทำการย่อย สลายพลาสติกพีอีทีด้วยปฏิกิริยาที่เรียกว่า “การย่อยสลายโพลีเมอร์ด้วยสารตัวทำละลาย (solvolytic depolymerization)” โดยใช้พลาสติกพีอีทีผสมกับสารตัวทำละลาย ได้แก่ เมทานอล, โพรพิลีน ไกลคอล (PG), ไดเอทิลีน ไกลคอล (DEG), โพลีเอทิลีน ไกลคอล 400 (G400) และโซลิ่งค์ อะซีเตต เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ภายใต้อุณหภูมิและความดันที่สูงของการแผ่รังสีของคลื่นไมโครเวฟ

ร่วมด้วยในการทำปฏิกิริยา ซึ่งในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่จะย่อยสลายนี้ทำการวิเคราะห์โดยวิธีการซึมผ่านของเหลวเป็นกราฟสี (gel permeation chromatography : GPC) ด้วยเครื่อง Perkin-Elmer[®] chromatograph ผลการทดลองพบว่า การย่อยสลายพลาสติกพีอีที่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วที่สุดในสารตัวทำละลายเมทานอล และพลาสติกทั้งหมดจะเปลี่ยนเป็นผลึกของไดเมทิลเทเรพทาเลต ภายในเวลา 3-4 นาที ที่การแผ่รังสีของคลื่นไมโครเวฟที่ความร้อน 400 W โดยคราน พบว่า การนำการคลื่นไมโครเวฟมาร่วมในกระบวนการย่อยสลายพลาสติกพีอี จะทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าปฏิกิริยาการให้ความร้อนแบบเดิมได้

มาลินโคนิโค และคณะ (Malinconico, et al., 1999 : 334-337) นักวิจัยจากประเทศอิตาลี ได้ทำการทดลองย่อยสลายขวดเครื่องดื่มพลาสติกพีอีด้วยสารตัวทำละลายเอทิลีนไกลคอล โดยปฏิกิริยา ไกลโคไลซิส (glycolysis) เพื่อปรับปรุงกระบวนการย่อยสลายพลาสติกพีอีที่ไม่มีความคุ้มค่าทางการเงินสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ผลการทดลองพบว่า อัตราการย่อยสลายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของตัวทำละลายไกลคอลที่ใช้ ภายใต้อุณหภูมิ 190-220 องศาเซลเซียส และพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการย่อยสลายพลาสติกพีอี คือ ซิงค์อะซีเตต โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาไกลโคไลซิสจะมีทั้งพีอีโมโนเมอร์ (บิส-ไฮดรอกซี เอทิล เทเรพทาเลต : bis-hydroxy ethyl terephthalate, BHET) และไดเมอร์ และสามารถแยกโมโนเมอร์ออกจากไดเมอร์ได้ด้วยกระบวนการต้มในน้ำเดือด หลังจากนั้นนำขึ้นพลาสติกพีอีไปย่อยสลายต่อด้วย 2-บิวทีน-1,4-ไดออล (2-butene-1,4-diol) จะได้ผลิตภัณฑ์ขาวแยกออกมาจากโมโนเมอร์และไดเมอร์ จากนั้นจะเปลี่ยนโมโนเมอร์และไดเมอร์ให้เป็นเอสเทอร์ด้วยไอโซ-ออกทิล แอลกอฮอล์ (iso-octyl alcohol)

เคนนี่, โร และ ฮอทเทนสไตน์ (Kenny, Roe and Hottenstein, 1999 : 45-49) ได้ออกแบบระบบการคัดแยกพลาสติกเพื่อใช้ในการคัดแยกมูลฝอยพลาสติกออกจากมูลฝอยรวมจากมูลฝอยชุมชนในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยสามารถแยกพลาสติกออกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ พลาสติกพีวีซี, พลาสติกพีอีทีไส, พลาสติกพีอีทีส, พลาสติกเอชดีพีอีบริสุทธ์ และพลาสติกเอชดีพีอีสีผสม โดยระบบการคัดแยกนี้จะใช้ตัวรับรังสี X (X-ray based sensors) สำหรับจำแนกประเภทของพลาสติกพีวีซี ในขณะที่เดียวกันใช้ตัวรับแสงอินฟราเรด (infrared sensors) และแสงที่มองเห็นได้ (visible light sensors) สำหรับคัดแยกพลาสติกส่วนที่เหลือ ซึ่งเรียกระบบนี้ว่า “MSS system : PlasticSort and CartonSort” ซึ่งระบบคัดแยกนี้สามารถคัดแยกได้ 2,200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสามารถจำแนกชนิดของพลาสติกได้อย่างถูกต้องตามประเภทที่กำหนดไว้ โดยระบบ MSS นี้สามารถจำแนกได้ถึงปริมาณของโพลิเอทิลีน แนฟทาเลต (polyethylene naphthalate : PEN) ในเม็ดพลาสติกพีอีที่ถูกลำเลียงมาบนสายพานของพลาสติกที่จะเข้าสู่ระบบการนำกลับมา

ใช้ใหม่ ซึ่งการใช้เครื่องนี้สามารถลดต้นทุนในการนำกลับมาใช้ใหม่ได้และสามารถคัดแยกประเภทของพลาสติกได้รวดเร็วและถูกต้องกว่าการคัดแยกด้วยมือ

ฮุนซุบซุง และ จีซุนฮุน (Hyun-Seob Song and Jae Chun Hyun, 2000 : 267-284) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบแนวทางการจัดการขยะขวดพลาสติกพียูทีที่ใช้การประเมิณวงจรชีวิตของขวดพลาสติกพียูที โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณสมดุลของพลังงานและมวลสารเพื่อคำนวณพลังงานที่ต้องการใช้และมวลสารที่ปล่อยออกมาจากแต่ละขั้นตอนในการผลิตขวดพลาสติกพียูทีและขั้นตอนการจัดการขยะขวดพลาสติกพียูที ผลการศึกษาพบว่า พลังงานที่ใช้และมวลสารต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการจัดการมูลฝอยขวดพลาสติกพียูทีทั้ง 6 วิธี คือ

1. การนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตขวดพลาสติกพียูที (polymer feedback)
2. การนำกลับมาใช้ใหม่โดยการผลิตเป็นสารเคมีตั้งต้นในการผลิตขวดพลาสติกพียูที (chemical feedback)
3. การนำกลับมาใช้ใหม่โดยการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่น (others product production)
4. การเผาในเตาเผาแบบพิเศษ (pyrolysis) เพื่อให้ได้เชื้อเพลิงกลับมาใช้ (fuel recovery)
5. การเผาโดยทั่ว ๆ ไป (burning)
6. การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (landfill)

โดยวิธีการจัดการขวดพลาสติกพียูทีทั้ง 6 วิธีไม่ได้มีความสัมพันธ์แบบเป็นเส้นตรงกับอัตราส่วนการเก็บรวบรวมขวดพลาสติกที่รวบรวมได้ ซึ่งฮุนซุบซุงและจีซุนฮุน ได้พบว่า แต่ละวิธีจะมีประสิทธิภาพในการปลดปล่อยมลสารต่าง ๆ และมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพนี้จะขึ้นอยู่กับกำหนัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้น

สุบรามานีเยน (Subramanian, 2000 : 253-257) ได้ศึกษาปริมาณพลาสติกในมูลฝอยชุมชนในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1996 พบว่าพลาสติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 โดยน้ำหนักในมูลฝอยชุมชนและพบว่าพลาสติกประเภทขวดบรรจุเครื่องดื่ม (softdrink) และนมมีปริมาณ 1,350,000 ตัน และเมื่อแยกองค์ประกอบของพลาสติกพบว่าพลาสติกชนิดพียูที 1,700,000 ตัน จากปริมาณพลาสติกทั้งหมดในมูลฝอยชุมชน ในปี ค.ศ. 1997 สุบรามานีเยนได้ศึกษาพบว่าการนำขวดพลาสติกพียูทีกลับมาใช้ใหม่มีปริมาณถึง 294,000 ตัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่เป็นปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นวิธีการหนึ่งของการแก้ปัญหามูลฝอยพลาสติกจึงส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยชุมชนของสหรัฐอเมริกาลดลงจาก 211.5 ล้านตันในปี ค.ศ. 1995 เป็น 209.7 ล้านตันในปี ค.ศ. 1996 ซึ่งขวดพลาสติกที่นำกลับมาใช้ใหม่นี้จะนำไป

ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความทนทาน เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์, พรม, ชิ้นส่วนในเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง เป็นต้น โดยในการพิจารณาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ของผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่นี้ ได้ใช้การวิเคราะห์วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการจัดการขวดพลาสติกที่รวบรวมมาได้เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

American Plastics Council (APC) ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการสื่อสารต่อประชาชนในชุมชนของเมือง 2 เมือง คือ เมืองเมซ่า (Mesa) มลรัฐอะริโซนา (Arizona) และเมืองวินด์แฮม (Windham) มลรัฐเวอร์มอนท์ (Vermont) โดยใช้วิธีการศึกษา คือ เปลี่ยนประโยคที่ใช้เพื่อสื่อสารต่อประชาชนในการกำหนดประเภทของขวดที่จะนำมาทิ้งในถังรองรับมูลฝอยที่กำหนดไว้ จากเดิมที่เขียนติดไว้ที่ถังรองรับมูลฝอยว่า **“เฉพาะขวดพลาสติกพีอีที (PET) และขวดเอชดีพีอี (HDPE)”** ได้ปรับเปลี่ยนข้อความเป็น **“สำหรับขวดพลาสติกทุกชนิด”** ติดไว้ที่ถังรองรับมูลฝอยแทน พบว่า ประชาชนใน 11 ชุมชนจากทั้ง 2 เมืองมีการนำขวดพลาสติกพีอีทีและเอชดีพีอีกลับมาคืนในอัตราที่สูงขึ้น และมีการนำขวดที่ไม่ใช่ขวดพลาสติกกลับมาคืนลดลง ซึ่งผลจากการปรับเปลี่ยนข้อความที่ใช้ในการสื่อสาร แสดงให้เห็นว่า การสื่อสารที่สามารถทำให้ประชาชนในชุมชนเข้าใจได้ง่ายนั้น จะมีผลต่อการร่วมมือในการปฏิบัติตามแผนงาน เพื่อต้องการเพิ่มอัตราการรีไซเคิลในชุมชนของตนเอง และทำให้สามารถเก็บรวบรวมขวดพลาสติกพีอีทีและเอชดีพีอีซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดรีไซเคิลได้ปริมาณสูงตามไปด้วย เพราะสาเหตุที่ทำให้การรวบรวมขวดพลาสติกพีอีทีและเอชดีพีอีกลับมาได้ในปริมาณน้อย นั้นเนื่องมาจากการที่ประชาชนยังไม่เข้าใจถึงชนิดของขวดพลาสติกว่าขวดใดเป็นชนิดพีอีทีและเอชดีพีอี ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนข้อความที่กำหนดประเภทของขวดพลาสติกที่จะทิ้งลงในถังรองรับนี้ได้เป็นสำหรับขวดพลาสติกทุกชนิด จึงทำให้สามารถรวบรวมขวดพลาสติกพีอีทีและเอชดีพีอีได้มากขึ้น และลดปริมาณการปะปนของขวดที่ไม่ใช่ขวดพลาสติกลงได้เช่นเดียวกัน (American Plastics Council, 2001, quoting Perkins and Halpin, 2000)

American Plastics Council (2001 b) ได้อธิบายถึงวิธีจัดการมูลฝอยพลาสติกในสหรัฐว่า ส่วนใหญ่แล้วมูลฝอยพลาสติกจะถูกจัดการโดยการนำกลับมาใช้ใหม่โดยวิธีการแปรรูปเชิงกล (mechanical recycling process) ซึ่งเป็นการนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่และแปรสภาพโดยตรงทั้งโดยเครื่องจักรกลและด้วยมือของเจ้าหน้าที่บนสายพานเคลื่อนที่ และส่งไปบรรจุหีบห่อเพื่อนำไปแปรรูปต่อไป โดยหีบห่อของพลาสติกจะแยกเป็นประเภทของพลาสติกไว้ เช่น พลาสติกพีอีทีชนิดสี

และชนิดใส, พลาสติกชนิดฟลอยด์หรือผสมพลาสติกอื่น เป็นต้น เมื่อเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล หีบห่อของพลาสติกจะถูกแกะออกจากหีบห่อและถูกดันเข้าสู่ตัวกรองพิเศษซึ่งเรียกว่า shaker screen เพื่อกรองเอาสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ขนาดเล็กออกไปแล้วส่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ไปยังกรวย (trash hopper) รองรับของเสียต่อไป พลาสติกที่ผ่านการนำสิ่งปนเปื้อนออกแล้วจะผ่านเข้าสู่กระบวนการตัดให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก โดยขั้นตอนนี้สิ่งปนเปื้อน เช่น ฉลาก หรือสิ่งที่ยึดติดมาในขวดจะถูกล้างและกำจัดออกไป ชิ้นส่วนเกล็ดพลาสติกเหล่านี้จะนำเข้าสู่กระบวนการล้าง เกล็ดพลาสติกและสิ่งปนเปื้อนจะถูกแยกด้วยการลอยตัวในถัง เนื่องจากพลาสติกแต่ละชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากันโดยพลาสติกฟลอยด์ที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจึงจมน้ำ ในขณะที่สิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ จะลอยไปกับน้ำเนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เกล็ดพลาสติกที่สะอาดแล้วจะถูกทำให้แห้งด้วยลมร้อน เครื่องแยกประเภทด้วยอากาศนี้จะแยกฟิล์มและฉลากโดยการเป่าสิ่งเหล่านี้ออกไป เกล็ดพลาสติกจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการหลอม เติมสารเคมีและขึ้นรูปเป็นเม็ดพลาสติกเพื่อนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่อไป