บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแยกเป็นหัวข้อนำเสนอดังนี้

2.1 สิ่งของที่เหลือใช้อยู่ในรูปของขยะ

ปัจจุบันโลกที่มนุษย์ได้อยู่อาศัยมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งอยู่ภายใต้ของการแข่งขันทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและคุณภาพชีวิตของประชากรภายในประเทศ ภาพรวมทั้งหมดนี้อยู่ภายใต้ที่ชื่อว่า “ประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศพัฒนาแล้ว” แต่สิ่งที่ให้ความสำคัญในประเด็นวิจัยนี้ ได้แก่ ปริมาณบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของกระดาษ หรือ ขยะ (Reuse) ดังแสดงดังรูปที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 ปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี

ขยะ (Reuse) หรือขยะทีสามรถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่แต่ผู้ใช้กลับทิ้งเป็นขยะโดยละเลยไม่นำมาใช้ประโยชน์สูงสุดซึ่งเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ขยะในปัจจุบันมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพราะสาเหตุจากการเพิ่มของประชากรและขาดการจัดการที่ดีในเรื่องเกี่ยวกับขยะ นับเป็นปัญหาที่สำคัญของประชากรซึ่งต้องจัดการและแก้ไข ปริมาณกากของเสียและสารอันตรายได้แก่ ขยะมูลฝอยสิ่งปฏิกูล และสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ ตลอดจนบางส่วนตกค้างอยู่ในอาหาร ทำให้ประชาชนทั่วไปเสี่ยงต่ออันตรายจากการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็งและโรคผิดปกติทางพันธุ์กรรม เป็นต้น โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะขอกล่าวในหัวข้อถัดไป

1. ความหมายของขยะ และการแบ่งประเภท

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “ขยะมูลฝอย” หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยาก เยื่อ และคำว่า ขยะ หมายถึง หยาก เยื่อมูลฝอย จะเห็นว่าคำทั้งความหมายเหมือนกันใช้แทนกันได้ พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2484 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2497 ได้ให้คำจำกัดความและความหมายของคำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหารเศษสินค้า เถ้า มูลสัตว์และซากสัตว์ รวมถึงวัตถุอื่นใด ซึ่งเก็บกวาดจากถนน ตลาดที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่นๆ

2. ความหมายของขยะมูลฝอยในเชิงวิชาการ

ขยะหรือขยะมูลฝอย (Refuse or Solid Waste) หมายถึง ของเสียที่อยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งอาจจะมีความชื้นปะปนมาด้วยจำนวนหนึ่งขยะที่เกิดขึ้นจากอาคารที่พักอาศัย สถานที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรม หรือตลาดสดก็ตามจะมีปริมาณและลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยปกติแล้ววัตถุต่างๆ ที่ถูกทิ้งมาในรูปของขยะนั้นจะมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สารวัตถุต่างๆ เหล่านี้บางชนิดก็สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในเวลาอันรวดเร็ว โดยเฉพาะพวกเศษอาหารเศษพืชผัก แต่บางชนิดก็ไม่อาจจะย่อยสลายได้เลย เช่น พลาสติก เศษแก้ว เป็นต้น

3. ประเภทของขยะมูลฝอย

จำแนกตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ

3.1 ขยะทั่วไป (General waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พวกเศษอาหารเศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษหญ้า และใบไม้ ฯลฯ

ภาพที่ 2.2 ขยะทั่วไปตามสถานที่ชุมชน

ที่มา: เครือข่ายวิทยุร่วมด้วยช่วยกัน (2552) ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน พ.ศ. 2554 จาก http://www.rd1677.com/branch.php?id=70500

3.2 ขยะอันตราย (Hazardous waste) เป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น ไฟแช็กแก๊ส กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หรืออาจเป็นพวกสำลีและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค

ภาพที่ 2.3 ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน

ที่มา: เครือข่ายวิทยุร่วมด้วยช่วยกัน (2552) ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน พ.ศ. 2554 จาก http://www.rd1677.com/branch.php?id=70500

การจำแนกตามลักษณะของขยะ มี 2 ประเภท คือ

1. ขยะเปียกหรือขยะสด (Garbage) มีความชื้นปนอยู่มากกว่าร้อยละ 50 จึงติดไฟได้ยาก ส่วนใหญ่ได้แก่ เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก และผักผลไม้จากบ้านเรือน ร้านจำหน่ายอาหารและตลาดสด รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น เนื่องจากมีแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลง หนู และสัตว์อื่นๆ ที่มาตอมหรือกินเป็นอาหาร

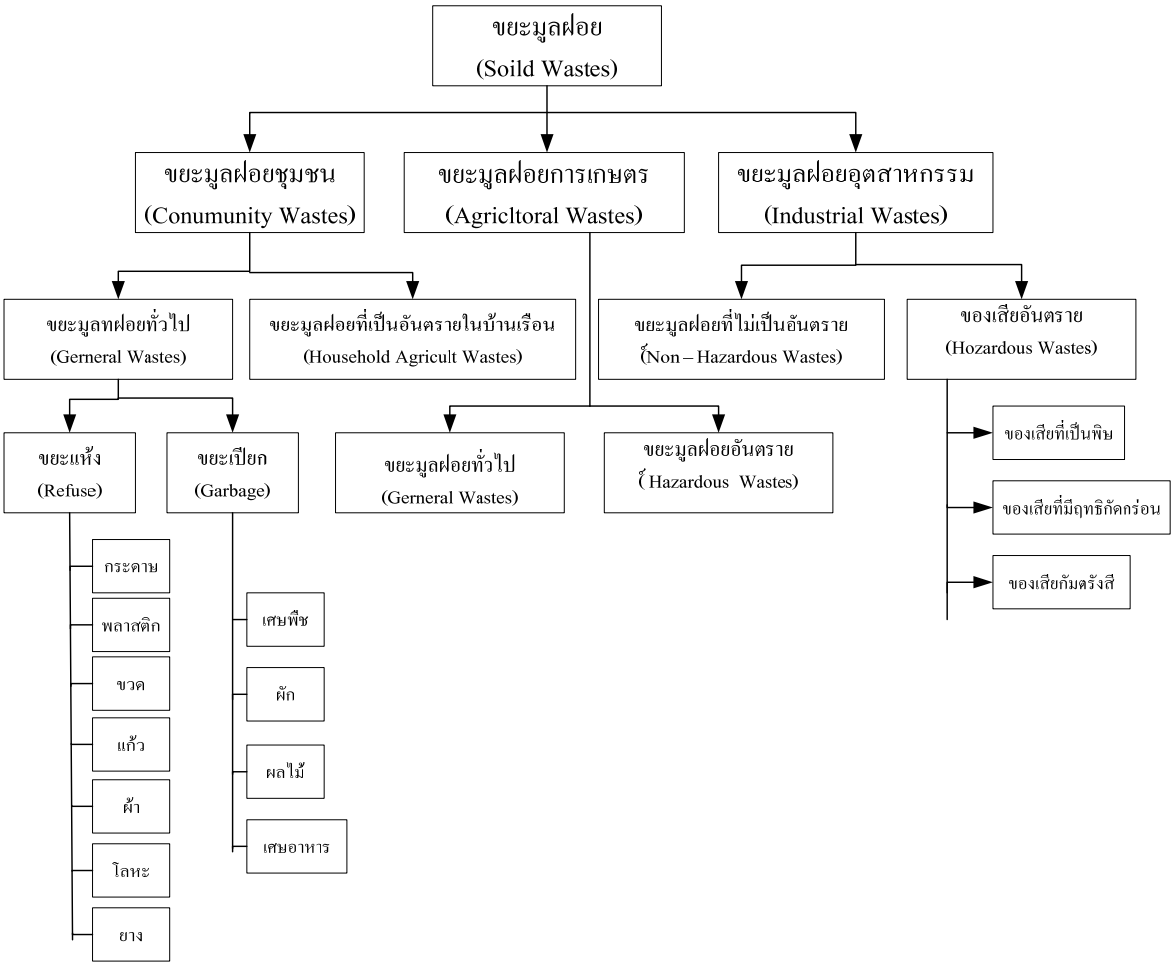
2. ขยะแห้ง (Rubbish) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น จำแนกได้ 2 ชนิด คือ

ขยะที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นพวกที่ติดไฟได้ เช่น เศษผ้า เศษกระดาษ หญ้า ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง

ขยะที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เศษโลหะ เศษแก้ว และเศษก้อนอิฐ

3. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอยจากกิจกรรมต่างๆ



ภาพที่ 2.4 สถานที่แต่ละที่มีปริมาณขยะขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ที่มา: มหาวิทยาลัยศิลปากร (2551) แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอย สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 จาก http://www.management.su.ac.th

ขยะเป็นสิ่งที่เหลือใช้หรือสิ่งที่ไม่ต้องการอีกต่อไป สามารถแบ่งตามแหล่งกำเนิดได้ดังนี้

1. ของเสียจากอุตสาหกรรม ของเสียอันตรายทั่วประเทศไทย 73% มาจากระบบอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการที่เหมาะสมโดยทิ้งกระจายอยู่ตามสิ่งแวดล้อมและทิ้งรวมกับมูลฝอย รัฐบาลได้ก่อตั้งศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมขึ้นแห่งแรกที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน เริ่มเปิดบริการตั้งแต่ 2531 ซึ่งก็เพียงสามารถกำจัดของเสียได้บางส่วน

2. ของเสียจากโรงพยาบาลและสถานที่ศึกษาวิจัย ของเสียจากโรงพยาบาลเป็นของเสียอันตรายอย่างยิ่ง เช่น ขยะติดเชื้อ เศษอวัยวะจากผู้ป่วย และการรักษาพยาบาล รวมทั้งของเสียที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีสารเคมีได้ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมโดยปะปนกับมูลฝอย สิ่งปฏิกูลเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสารอันตราย

3. ของเสียจากภาคเกษตรกรรม เช่น ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย มูลสัตว์น้ำทิ้งจากการทำปศุสัตว์ ฯลฯ

4. ของเสียจากบ้านเรือนแหล่งชุมชน เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ แก้ว เศษอาหาร พลาสติก โลหะ หิน ไม้ กระเบื้อง หนัง ยาง ฯลฯ

5. ของเสียจากสถานประกอบการในเมือง เช่น ภัตตาคาร ตลาดสด วัด สถานเริงรมย์

ภาพรวมข้อมูลขยะจากสถานที่ต่างๆ ภายในประเทศซึ่งมีปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับการใช้งาน แต่สำหรับงานวิจัยนี้เน้นไปที่ขยะในสำนักงาน ได้แก่ ขยะอยู่ในรูปกระดาษ หนังสือ พิมพ์ กล่องกระดาษ เป็นต้น โดยจะอธิบายแยกย่อยตามลำดับของเนื้อหาต่อไป

2.2 ขยะในสำนักงาน

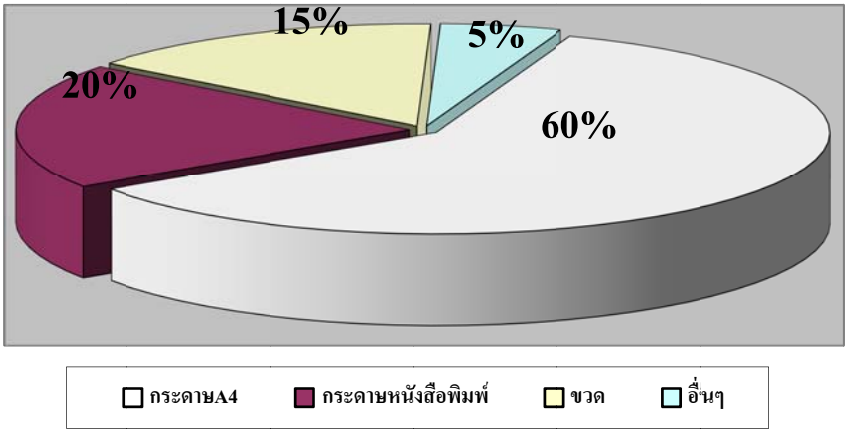
การทำงานในทุกๆบริษัท ห้างร้าน สถานศึกษา บ้านพักอาศัย ล้วนแล้วสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำบันทึกเอกสารหรือใบแจ้งซื้อ ใบแจ้งซ่อม ทุกแผนกจำเป็นต้องใช้กระดาษแต่ไม่ได้หมายแต่เฉพาะกระดาษที่จดบันทึกเท่านั้น ยังมีแก้วน้ำที่ทำจากกระดาษ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณที่เยอะมากดังภาพที่ 2.5

ภาพที่ 2.5 กระดาษ A4 และหนังสือพิมพ์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว

จากการเก็บข้อมูลภายในสำนักงานของแผนกซ่อมบำรุงสำนักงาน พบว่ามีอัตราส่วนของปริมาณของขยะดังแสดงได้ดังนี้

ภาพที่ 2.6 สถานที่เก็บเอกสารที่ใช้งานแล้วของบริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ปี 2553

ที่มา: แผนกซ่อมบำรุงสำนักงาน



ภาพที่ 2.7 อัตราส่วนกระดาษเอกสารที่ใช้งานแล้วของบริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ปี 2553

ที่มา: แผนกซ่อมบำรุงสำนักงาน

1. การคัดแยกขยะ

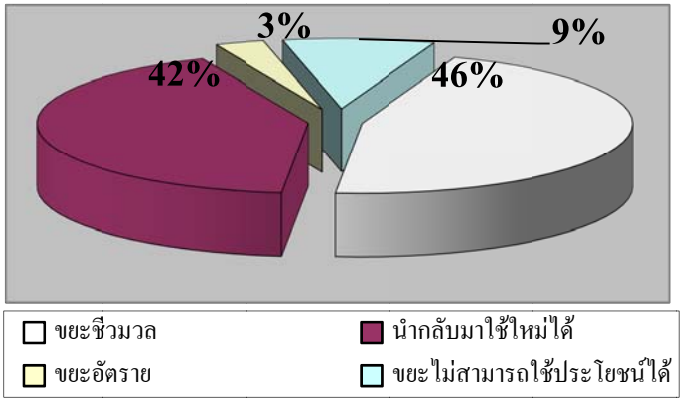
ในแต่ละวันมีขยะเกิดขึ้นจากกิจวัตรประจำวันของเราแต่ละคน มากน้อยต่างกันตามอายุ เพศ สภาพเศรษฐกิจ รายได้ สถานที่ กิจกรรม ค่านิยม ฯลฯ ขยะที่เราก่อขึ้นมีตั้งแต่เศษอาหาร กระดาษชำระ เศษกระดาษ ถึงพลาสติก ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระเบื้อง อะลูมิเนียม นมกล่อง ถ่านไฟฉาย หลอดไฟใช้แล้ว ฯลฯ จากปริมาณขยะมี่เกิดขึ้นในแต่ละวัน มีประมาณ 0.5-1 kg/คน/วัน เป็นขยะจากคนในเมืองเฉลี่ย 1 kg/คน/วัน ส่วนในสังคมชนบทปริมาณขยะจะน้อยกว่าคือ เฉลี่ยประมาณ 0.5 kg/คน/วัน การคัดแยกขยะทำให้เรารู้ว่าควรจะจัดการกำจัดขยะแต่ละประเภทอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและงบประมาณ หรือขยะ เช่นใดบ้างที่ควรนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ เนื่องจากขยะของสังคมเมืองมีปริมาณมาก หากไม่คัดแยก ค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะทั้งด้านงบประมาณ คน สถานที่ฝังกลบ การเก็บขน ย่อมต้องสูงตามไปด้วย การคัดแยกขยะเพื่อให้สะดวกแก่การนำไปกำจัด หรือนำไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่ โดยทั่วไปแสดงภาชนะที่จำแนกชนิดของขยะได้ดังนี้

ภาพที่ 2.8 ถังขยะแสดงสีเพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

2. การนำขยะกลับมาใช้งาน

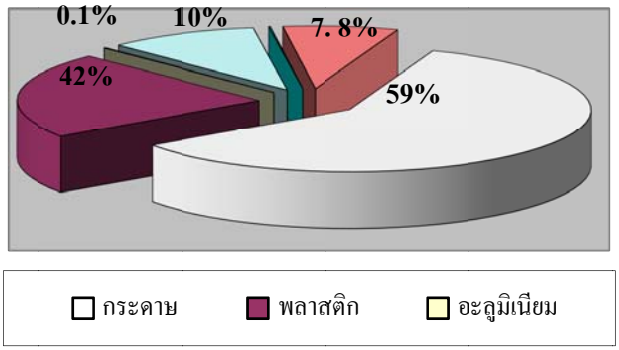
จากที่ทุกท่านทราบกันดีเกี่ยวกับ ขยะยังใช้ได้หรือขยะรีไซเคิล ขยะประเภทนี้บาง ส่วนสามารถแยกนำมาแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการประหยัดพลังงานและทรัพยากร ได้แก่ แก้ว พลาสติก กระดาษ กระป๋องอะลูมิเนียม กระป๋องเหล็ก เศษผ้า ฯลฯ แต่ในงานวิจัยให้ความ สำคัญไปในกระดาษโดยจากการเก็บข้อมูลจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี ทราบว่าปริมาณขยะรวมของปี 2551 อยู่ที่ปริมาณ 120 ล้านตันโดยแบ่งอัตาส่วนออกได้ดังนี้



ภาพที่ 2.9 อัตราส่วนขยะที่แบ่งตามเกณฑ์

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี

การจำแนกขยะที่มากับมาใช้ใหม่ได้รีไซเคิลขยะจากข้อมูลปี 2551 จากแหล่งข้อมูลสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี ดังรูป



ภาพที่ 2.10 อัตราส่วนกระดาษเอกสารที่ใช้งานแล้วของทางบริษัท

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี

3. คุณสมบัติเบื้องต้นของกระดาษ

การผลิตกระดาษในระดับโรงงาน เริ่มมีในเมืองไทยเมื่อหลังสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง คือราวๆ พ.ศ. 2460 ในขณะนั้นกระดาษจากต่างประเทศ มีเข้ามาจำหน่ายน้อยและราคาแพงมาก ดังนั้นเจ้ากรมแผนที่ทหารบก พลตรีพระยาภักดีภูธร (ชื่น ภักดีกุล) จึงได้เริ่มให้กรมแผนที่ทำกระดาษขึ้น เพื่อใช้ในราชการกระทรวงกลาโหม โดยใช้เปลือกข่อยเป็นวัตถุดิบเป็นส่วนใหญ่ โรงงานนี้สามารถผลิตกระดาษเขียน กระดาษพิมพ์ และกระดาษซับ โดยกรรมวิธีการผลิตด้วยมือ การผลิตได้ดำเนินมาถึงปี พ.ศ. 2466 ผลิตกระดาษได้หนัก 16 ตัน คิดถัวเฉลี่ยได้ปีละ 2.8 ตัน เนื่องจากแรงงานด้านคนซึ่งเปลืองและได้ผลน้อยในระยะต่อมาจึงได้เปลี่ยนเป็นการผลิตกระดาษด้วยเครื่องจักร โดยได้จัดสร้างโรงงานที่ใช้เครื่องจักรผลิตกระดาษขึ้นที่ ตำบลสามเสน จังหวัดพระนคร กำลังผลิตประมาณวันละ 1 ตัน วัตถุดิบที่ใช้คือเศษกระดาษตามสถานที่ทำการรัฐบาลและซื้อจากโรงพิมพ์ของเอกชน นี้เป็นเพียงข้อมูลคร่าวๆของที่มาแต่ไม่ใช้ประเด็นในการศึกษาและวิจัย

กระดาษเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายที่สุด เพราะผลิตจากเยื่อไม้ธรรมชาติโดยปกติกระดาษจะมีระยะเวลาย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ประมาณ 2-5 เดือน แต่ถ้าถูกทับถมอยู่ในกองขยะในกองขยะแน่นไม่มีแสงแดดอากาศและความชื้น สำหรับจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ก็อาจต้องใช้เวลาถึง 50 ปี ในการย่อยสลายดังนั้นเราจึงควรแยกที่เป็นเศษกระดาษเหล่านี้ออกจากขยะชนิดอื่นๆ เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและไปรีไซเคิลเป็นกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งมิได้มีเนื้อเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษไม่เท่ากันตลอดทั้งแผ่นทั้งนี้เพราะโครงสร้างของกระดาษประกอบขึ้นจากการสานตัวของเส้นใยและมีสารเติมแต่งอุดช่องระหว่างเส้นใยลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษจึงเป็นตัวบ่งชี้การจัดเรียงตัวขององค์ประกอบต่างๆ ภายในเนื้อกระดาษ เช่น การกระจายตัวของเส้นใย ทิศทางการเรียงตัวในแนวขนานเครื่องของเส้นใย ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติอื่นๆ ของกระดาษด้วย

4. สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural Properties) น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐานกำหนดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็นประโยชน์ในด้านการควบคุมการผลิตกระดาษ โดยจะควบคุมปริมาณเนื้อกระดาษที่ใช้หน่วยที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็น กรัมต่อตารางเมตร ตามระบบสากลทั่วไป แต่บางประเทศจะมีการใช้เป็นหน่วยปอนด์ต่อตารางฟุต หรือปอนด์ต่อ 3,000 ตารางฟุต ในปัจจุบันมาตรฐาน ISO และ Tapir ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทดสอบกระดาษให้ใช้คำว่า “แกรมเมจ” (gram mage) แทนน้ำหนักมาตรฐาน น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษนอกจากใช้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายกระดาษแล้ว ยังสามารถเปรียบเทียบสมบัติอื่นๆ ของกระดาษได้ด้วย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระดาษประเภทเดียวกันที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยสภาวะต่างๆ

เหมือนกัน กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานมากว่าจะมีความแข็งแรง ความหนาและความทึบแสงมากกว่ากระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานต่ำกว่า

5. ความหนา (caliper) หมายถึง ระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษภายใต้สภาพวะการทดสอบที่กำหนด หน่วยที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาจะระบุเป็นนิ้ว (inches) หรือมิลลิเมตร (millimeter) ในระบบ SI จะวัดเป็นหน่วยไมโครเมตร (micrometer) แต่ส่วนใหญ่จะวัดเป็นมิลลิเมตร (millimeter) ความหนาของกระดาษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักมาตรฐาน แรงกดของลูกขณะเดินแผ่น การบดเยื่อและชนิดของเยื่อที่ใช้ความหนาแน่นปกติได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลต่อปริมาตร สำหรับในวงการกระดาษจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและน้ำหนักมาตรฐานได้เป็นความหนาแน่นเสมือน (apparent density) ซึ่งจะเป็นการเทียบหาความหนาแน่นของกระดาษที่ระดับน้ำหนักมาตรฐานเดียวกัน อาจมีความหนาไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของกระดาษ

การเทียบหาความหนาแน่นของกระดาษที่ระดับน้ำหนักมาตรฐาน		
คุณสมบัติ	น้ำหนัก	หน่วย
น้ำหนักกระดาษ	49	g/m^3
ความหนา	0.085	mm
ความหนาแน่นเสมือนหรือเท่ากับ	$49 / (8.5 \times 10^{-5})$	g/m^3

6. ความต้องการกระดาษในประเทศไทย

ก่อนที่จะกล่าวถึงความต้องการของกระดาษ ได้ขออธิบายถึงกระดาษประเภทต่างๆ ที่ใช้กันอยู่การใช้ประโยชน์และเครื่องแสดงชี้ถึงแนวโน้มการใช้กระดาษกระดาษมักแบ่งออกตามประเภทการใช้งานได้เป็นสองพวกใหญ่ คือ

Cultural Paper ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์ แมกกาซีน หนังสือและกระดาษเพื่อใช้ในการพิมพ์เขียนอื่นๆ

Industrial Paper ได้แก่ กระดาษทำถุง กระดาษห่อของ กระดาษทำกล่องและบรรจุหีบห่อรวมถึงกระดาษอนามัย กระดาษย่น และผลิตภัณฑ์จากเยื่อกระดาษอื่นที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม ในการซื้อขายยังไม่มีการแบ่งประเภทกระดาษให้เป็นแบบมาตรฐานเดียวกัน แต่การแบ่งประเภทกระดาษของ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

เป็นที่ยอมรับของ FAO ลักษณะการแบ่งของ OECD ความต้องการและการผลิตกระดาษชนิดต่างๆ มีปริมาณไม่เท่ากันในปี 2512 การผลิตกระดาษทั่วโลกแบ่งตามชนิดกระดาษได้ดังนี้

กระดาษหนังสือพิมพ์ 17%

กระดาษพิมพ์และเขียนอื่นๆ 21%

กระดาษและกระดาษแข็งใช้ในอุตสาหกรรม 62%

ซึ่งก็ประมาณได้ว่ากระดาษใช้ในอุตสาหกรรมจะเป็นสองในสามของทั้งหมด และกระดาษหนังสือพิมพ์จะประมาณเท่ากับกระดาษพิมพ์และเขียนอื่นๆแนวโน้มและวิวัฒนาการถึงความต้องการใช้ และการผลิตกระดาษแตกต่างกันระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา กล่าวคือ ประเทศที่กำลังพัฒนาความเจริญเติบโตจะมีมากในด้านกระดาษ เพื่ออุตสาหกรรม เมื่อประชากรมีการศึกษา และอ่านออกเขียนได้เพิ่มมากขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนา ความต้องการใช้กระดาษหนังพิมพ์ กระดาษเขียนหนังสือและแมกกาซีนก็จะเพิ่มตาม และเป็นที่ยอมรับกันว่าการเพิ่มระดับประชากรที่มีการศึกษาเป็นผลจากการเพิ่ม และเสริมสร้างพัฒนา

7. การแบ่งประเภทของกระดาษตาม OECD

กระดาษหนังสือพิมพ์ (Newsprint)

กระดาษพิมพ์เขียน (Printing & Writing Paper)

ประเภทไม่เคลือบผิว (Uncoated)

มีส่วนผสมของเยื่อไม้ (Wood-containing)

กระดาษพื้นสำหรับเคลือบผิวนอกเครื่องผลิตกระดาษ (Base Stock for off-machine Coating)

เคลือบผิวบนเครื่องผลิตกระดาษ (Machine Coated)

กระดาษและกระดาษบอร์ดสำหรับงานก่อสร้าง (Construction Paper and Paper board

กระดาษอนามัย (Household and Sanitary Paper) กระดาษบางมาก

กระดาษและกระดาษบอร์ดสำหรับการบรรจุหีบห่อ (Wrapping and Packaging Paper and Board)

กระดาษห่อผลไม้กระดาษ Grease-proof และ Glassing

กระดาษผิวกล่อง (Kraft Linerboard)

กระดาษเหนียวสำหรับทำถุง (Sack Kraft Paper)

กระดาษเหนียวสำหรับห่อของอื่นๆ Other Kraft Wrapping Paper

กระดาษซัลไฟต์สำหรับห่อของ (Sulphite Wrapping Paper)

กระดาษทำลูกฟูกที่ไม่ได้ทำจากเยื่อฟางข้าว (Fluting Paper Except Straw Paper)
ผลิตจากเยื่อที่ผลิตจากไม้
อื่นๆ
กระดาษทำกล่องพับ (Folding Boxboard)
กระดาษกล่องสำหรับบรรจุอาหาร (Special Food board)
กล่องกระดาษพับอื่นๆ
กระดาษและกระดาษบอร์ดผลิตจากฟางข้าว (Straw Paper and Paper Board)
กระดาษทำลูกฟูกกล่อง (Fluting Paper)
อื่นๆ
กระดาษห่อของและบรรจุหีบห่ออื่นๆ
กระดาษธรรมดา
กระดาษแข็ง
กระดาษและกระดาษบอร์ดประเภทอื่นๆ
กระดาษเหนียวที่ไม่ได้จัดเข้าประเภทข้างต้น
กระดาษธรรมดาที่ไม่ได้จัดเข้าประเภทข้างต้น
กระดาษบอร์ดที่ไม่ได้จัดเข้าประเภทข้างต้น

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการใช้กระดาษเฉลี่ยต่อคนของกลุ่มประเทศอาเซียน (พ.ศ. 2521)

ประเทศ	จำนวนประชากร (ล้านคน)	Percent Consumption (kg/ปี)
อินโดนีเซีย	135.0	3.5
มาเลย์เซีย	10.3	30.1
ฟิลิปปินส์	45.1	11.0
สิงคโปร์	2.3	80.0
ไทย	45.1	8.5

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการผลิตเยื่อกระดาษจากวัตถุดิบเส้นใยชนิดต่างๆ ในแต่ละภูมิภาคเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2542-2545

	ผลผลิต		อัตราส่วนของเยื่อที่ผลิตได้ทั้งหมด		
ประเทศ	เยื่อกระดาษทั้งหมด	เยื่อจากไม้	เยื่อไม้จากไม้สน	เยื่อไม้จากไม้ผัดใบ	เยื่อจากพืชล้มลุกและปลูกหมุนเวียน
	พันเมตริก		ร้อยละ		
ยุโรป	19,150	17,895	84	10	6
สหภาพโซเวียต	-	3,457	99	1	(น้อยกว่า)
อเมริกาเหนือ	35,207	34,776	83	16	1
แอฟริกา	217	156	16	57	27
เอเชีย-แปซิฟิก	1,195	689	58	58	42
ญี่ปุ่น	3,954	3,948	50	50	(น้อยกว่า)
จีน	2,200	683	20	11	68

ปัจจุบันการรับซื้อกระดาษของร้านรับซื้อเพื่อนำไปรีไซเคิลนั้น จะแบ่งกระดาษออกเป็นประเภท ได้แก่ กระดาษปอนด์ขาว-ดำ กระดาษแข็งสีน้ำตาล กระดาษหนังสือเล่ม กระดาษสมุด กระดาษหนังสือพิมพ์และกระดาษคอมพิวเตอร์ กระดาษแต่ละประเภทจะมีราคาซื้อ-ขายไม่เท่ากันขึ้นกับชนิดและคุณภาพ โดยกระดาษคอมพิวเตอร์ กระดาษขาวดำและกระดาษสมุด จะมีราคาแพง ส่วนกระดาษกล่องสีน้ำตาล กระดาษหนังสือพิมพ์จะมีราคาถูกกว่า

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างกระดาษที่นำมารีไซเคิล

ตัวอย่างกระดาษรีไซเคิล	
กล่องกระดาษ	(Hard Board) กระดาษ มีหลายชั้นแข็งหนาทำจากเยื่อไม้บดและเยื่อเก่า มีผิวขรุขระสีคล้ำ หรือจั่วปัง ใช้ทำไส้ในของปกหนังสือ ฐานปฏิทินตั้งโต๊ะ บรรจุภัณฑ์ต่างๆ
กระดาษสี	ความงามของภาพสีน้ำจะเกิดขึ้นบนกระดาษที่มีคุณภาพ โดยทั่วไปแล้วกระดาษสำหรับเขียนภาพสีน้ำจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งสองลักษณะจะช่วยให้ภาพมีความคงทนถาวร อย่างแรกผลิตจากฝ้ายและอีกอย่างผลิตจากเส้นใยไม้ตามกระบวนการทางเคมี
กระดาษขาวดำ	โดยทั่วไปแล้วกระดาษสำหรับเขียนภาพสีน้ำจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งสองลักษณะจะช่วยให้ภาพมีความคงทนถาวร
กระดาษสมุด	กระดาษที่ได้ผ่านการใช้งานมาแล้ว
เอนไซม์สำหรับย่อยกระดาษลามิเนท	กระบวนการย่อยกระดาษลามิเนท เริ่มจากนำกระดาษลามิเนทใส่ลงในบ่อกวนที่มีเอนไซม์สำหรับย่อยกระดาษลามิเนท โดยกระดาษลามิเนทแต่ละชนิดจะมีสูตรของเอนไซม์และเทคนิคในการย่อยแตกต่างกันตามความเหมาะสม และใช้เอนไซม์ไม่เกิน 2 กิโลกรัม ต่อกระดาษลามิเนท 1 ตัน
ถุงปูน	บรรจุปูนซีเมนต์

ที่มา: วงษ์วานิช (2553) วงษ์วานิชนิว สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 จาก http://www.wongpanit.com/wpnnew/

8. ทำไมต้องนำกระดาษมาใช้ใหม่

การผลิตกระดาษ 1 ตันต้องตัดต้นไม้ถึง 17 ต้น และใช้พลังงานในการผลิตถึง 4,100 kW ซึ่งพอเพียงต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในบ้านขนาดกลางถึง 6 เดือน แสดงให้เห็นว่าถ้าหากเรานำกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่พลังงานและจำนวนต้นไม้ที่จะถูกตัดย่อมลดลง จากเป็นเด็นนี้ควรส่งเสริมการกลับเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลให้มากที่สุด จึงได้มีการนำกระดาษกลับใช้ใหม่แสดงดังรูปด้านล่างดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.11 การผลิตเป็นโต๊ะและเก้าอี้และอื่นๆที่ทำมาจากกล่องกระดาษและกระดาษ

Grass Roots Recycling Network ในปี 2000 ระบุว่า กระบวนการรีไซเคิลนั้นสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่ากระบวนการผลิตใหม่ถึง 4-5 เท่า โดย กระดาษรีไซเคิล 1 ตัน สามารถรักษาชีวิตต้นไม้ไว้ได้ 24 ต้น ลดการใช้น้ำได้ 50 % และลดการใช้พลังงานซึ่งพอเพียงต่อการเปิดไฟในบ้านให้ส่องสว่างได้นานถึง 6 เดือนเลยทีเดียว

ภาพที่ 2.12 กระดาษรีไซเคิล

นี้เป็นข้อมูลบางอย่างที่นำกระดาษอื่นนำมารีไซเคิลเท่านั้นยังมีตัวอย่างอีกมากมายสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากหนังสือโดยทั่วไปหรือข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตต่อไป

2.3 พลังงานชีวมวล

Biomass เป็นการผสมคำระหว่าง Bio หมายถึง สิ่งมีชีวิต กับ mass ซึ่งหมายถึงปริมาณพลังงานที่ได้จากพืชและสัตว์โดยที่สามารถนำไปใช้ในรูปของพลังงานได้ (กรกต พิมทะวงศ์, 2546: 2) ชีวมวลเป็นพลังงานที่ได้จากพืชและสัตว์โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยใช้ความร้อนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยอาศัยจุลินทรีย์ (เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา, 2539: 112)

ชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร (วารสารนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 59 มกราคม-มีนาคม 2546 หน้า 11)

ชีวมวล คือ สารทุกรูปแบบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (นอกจากที่ได้กลายเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลไปแล้ว) ซึ่งรวมถึงการผลิตจากการเกษตรและป่าไม้ ของเสียจากสัตว์ เช่น มูลสัตว์ และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร ขยะ และน้ำเสียจาก (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 2552 สถานการณ์พลังงาน. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน พ.ศ. 2554)

พลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่ได้มาจากชีวมวลโดยอาศัยกระบวนการ ที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวลและผลิตพลังงานออกมา (สุธรรม ปทุมสวัสดิ์ “พลังงานชีวมวล” ตุลาคม ธันวาคม 2546). สรุปได้ว่าพลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่ได้จากพืชและซากสัตว์หรืออินทรีย์สารต่างๆโดยที่สามารถนำไปใช้ในรูปของพลังงานได้ พลังงานที่ได้มาจากชีวมวลจะอาศัยกระบวนการ ที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวลและผลิตพลังงานออกมา

จากปัญหาความร่อยหรอของทรัพยากรประเภทใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้กันมาก ประกอบกับการเกิดวิกฤตการณ์พลังงาน ทำให้มนุษย์หาทางประหยัดการใช้พลังงาน และพัฒนาพลังงานรูปอื่นขึ้นมาทดแทน โดยเฉพาะประเภทที่ไม่มีวันหมดสิ้นไปหรือเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากแหล่งน้ำ พลังงานลม และพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น (เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา, 2539: 112)

1. ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

ประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้นในแต่ละปี โดยอ้างอิงจากผลผลิตทางการเกษตรเฉลี่ยในแต่ละปี อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิตโดยเฉลี่ย และค่าความร้อนที่ได้จากการวัดในสภาพสด หรือที่ระดับความชื้นที่ระบุไว้

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติพลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้น

ลำดับ	ชีวมวล	ความชื้น%	ค่าความร้อนต่ำเมกะจุล/กก.	อัตราส่วนชีวมวล/ต่อผลผลิต% ตันไร่	ปริมาณล้านตัน	พลังงาน/กิกะจูล x 10^6
1	แกลบ	12.00	13.52	21.00	5.25	70.96
2	ฟางข้าว	10.00	12.33	49.00	12.25	151.04
3	ชานอ้อย	50.73	7.37	28.00	14.00	103.15
4	ใบและยอดอ้อย	9.20	15.48	17.00	8.50	131.57
5	ขี้เลื่อย	55.00	6.57	3	0.75	4.93
6	ปีกไม้	55.00	6.57	12	3.00	19.71
7	ปลายไม้	55.00	6.57	12	3.00	19.71
8	รากไม้	55.00	6.57	5	1.25	8.21
9	ใยปาล์ม	38.50	11.40	19.00	0.95	10.83
10	กะลาปาล์ม	12.00	16.90	4	0.20	3.38
11	ทะลายเปล่าปาล์ม	58.60	7.24	32.00	1.60	11.58
12	ทางปาล์ม	78.00	1.76	141.00	7.05	12.41
13	ลำต้นปาล์ม	48.40	7.54	10	0.1	0.75
14	เหง้ามันสำปะหลัง	59.40	5.49	20.00	3.40	18.68
15	ซังข้าวโพด	40.00	9.62	24.00	1.20	11.54
16	ซังข้างโพด	42.00	9.83	82.00	4.10	40.30
17	เปลือกไม้ยูคาลิปตัส	63.00	4.92	3	1.80	8.85
					รวม	633
					เทียบเท่าน้ำมันดิบ	15,000

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล (2549) ชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม หน้า 56

2. ข้อดีและข้อเสียของชีวมวล

ชีวมวลเป็นพลังงานที่มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ไม่มีวันหมดไป เพราะวงจรการผลิตชีวมวลคือวงจรของพืชที่มีระยะเวลาสั้น ต่างจากน้ำมันหรือถ่านหินที่ต้องอาศัยการทับถมกันเป็นเวลาหลายล้านปนอกจากนี้ ชีวมวลสามารถผลิตได้ภายในประเทศ เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายชีวมวลสู่ผู้ใช้และยังช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศได้อีกด้วย

ข้อดีที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อมคือ การใช้ชีวมวลในการผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจะไม่เพิ่มปริมาณสุทธิของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศโลก ในกรณีที่เรามีการผลิตชีวมวลขึ้น มาเพื่อทดแทนชีวมวลที่ได้ใช้ไปเพราะจะทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกหมุนเวียนมาใช้ในชีวมวลที่ผลิตใหม่เท่ากับปริมาณก๊าซที่ถูกผลิตจากการเผาไหม้ชีวมวลนั้นๆ เนื่องจากพืชต้องหายใจเพื่อเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปใช้ในการเจริญเติบโต อีกทั้งชีวมวลยังมีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลมาก นั่นหมายถึง การใช้ชีวมวลจะลดโอกาสในการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งตรงข้ามกับการใช้น้ำมันในภาคขนส่ง หรือถ่านหินในโรงไฟฟ้าแต่เมื่อมีข้อดี ชีวมวลก็ย่อมมีข้อเสีย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ชีวมวลมีการเก็บรักษาและการขนส่งที่ยาก และมีความเสี่ยงสูงในการจัดหาหรือรวบรวมปริมาณชีวมวลที่ต้องการใช้ให้คงที่ตลอดปีเพราะชีวมวลบางประเภท เช่น กากอ้อยมีจำกัดเพียงบางเดือน อีกทั้งชีวมวลทุกประเภทต่างต้องการพื้นที่ในการเก็บรักษาขนาดใหญ่กว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล

3. คุณสมบัติเบื้องต้นของวัชพืช

คงไม่มีใครไม่รู้จักวัชพืชที่มีชื่อเรียกว่า หญ้า (ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Imperta cylindrical Beauv) หญ้านับว่าเป็นวัชพืชศัตรูร้ายที่อยู่คู่กับเกษตรกรไทยมาช้านาน สามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และยังเป็นพืชที่กำจัดได้ยาก ก่อให้เกิดความรำคาญแก่ เกษตรกรยิ่งนัก

ภาพที่ 2.13 วัชพืช Imperta cylindrical Beauv

ที่มา: สำนักเมล็ดพันข้าวกรมการข้าว. (2553). วัชพืช สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 จาก http://cbr-rsc.ricethailand.go.th/weed_ir.ht

4. การกำจัดกระดาษและวัชพืช

วิธีการกำจัดขยะ (Method of Refuse Disposal) มีหลายวิธีด้วยกันเป็นวิธีที่ดีถูกสุขลักษณะบ้างไม่ถูกสุขลักษณะบ้าง เช่น นำไปกองไว้บนพื้นดิน นำไปทิ้งทะเล นำไปฝังกลบ ใช้ปรับปรุงพื้นที่ เผา หมักทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ การจัดการและการกำจัดขยะ แต่ละวิธีต่างมีข้อดีข้อเสียต่างกัน การพิจารณาว่าจะเลือกใช้วิธีใดต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่สำคัญ คือ ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น รูปแบบการบริหารของท้องถิ่น งบประมาณ ชนิด ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย ขนาด สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะใช้กำจัดขยะมูลฝอย เครื่องมือเครื่องใช้ อาคารสถานที่ ความร่วมมือของประชาชน ประโยชน์ที่ควรจะได้รับ คุณสมบัติของขยะ เช่น ปริมาณของอินทรีย์ อนินทรีย์สาร การปนเปื้อนของสารเคมีที่มีพิษและเชื้อโรค ปริมาณของของแข็งชนิดต่างๆ ความหนาแน่น ความชื้น การจัดการและกำจัดขยะมูลฝอยที่ใช้กันอยู่มีวิธีต่างๆ

5. การนำขยะไปหมักทำปุ๋ย (Composting Method)

โดยแยกขยะอันตราย ขยะติดเชื้อออกไปกำจัดเป็นพิเศษเสียก่อน ส่วนขยะพวกสารอินทรีย์ย่อยสลายได้ง่าย พวกผักผลไม้ไม่ต้องการ เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเปื่อย สามารถนำขยะที่ผ่านการย่อยสลายนั้นมาในปรับปรุงคุณภาพดินได้ นำขยะไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตรการย่อยสลายตามการกระบวนธรรมชาติ (Composting) เป็นการนำขยะประเภทอินทรีย์วัตถุไปรวมกันไว้ แล้วปล่อยให้ขยะถูกย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติหรือโดยวิธีช่วยกระตุ้นให้ขยะถูกย่อยสลายเร็วขึ้น การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ใช้กันทั่วไปในยุโรปและเอเชีย ในประเทศไทยเองโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครก็ใช้วิธีนี้คือ การนำขยะไปรวมกันไว้ในแหล่งรวมขยะเช่นที่ รามอินทรา แขวงท่าแร้ง หนองแขม และซอยอ่อนนุช จนขยะเหล่านั้นเปลี่ยนสภาพไป นอกจากนี้กรุงเทพมหานครยังใช้หลักการกำจัดขยะดังกล่าว โดยการนำขยะประเภทอินทรีย์วัตถุไปผลิตเป็นปุ๋ยจำหน่ายแก่ประชากรทั่วไป

ข้อดีของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

1) ได้ปุ๋ยไปใช้ประโยชน์

2) ตั้งโรงงานกำจัดในเขตชุมชนได้ ถ้าหากมีมาตรการป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และเหตุรำคาญ ประหยัดค่าขนส่ง

3) การแยกขยะมูลฝอย ก่อนหมักทำปุ๋ย จะได้เศษโลหะแก้ว กลับไปทำประโยชน์ได้อีก

ข้อเสียของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

1) ถ้าดำเนินการไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะเกิดปัญหากลิ่นเหม็น เนื่องจากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์

2) สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการแยกขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายไม่ได้ เพื่อนำไปทำลาย

ภาพที่ 2.14 การหมักขยะทำปุ๋ย

6. การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ (Open Dump)

เทศบาล สุขาภิบาล ในประเทศไทย มีให้เห็นกันอยู่ทั่วไป เนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ วิธีนี้มีปัญหา เรื่องกลิ่นรบกวนรุนแรง เป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยใกล้เคียงก่อปัญหาเกี่ยวกับทัศนียภาพ การแพร่กระจายของเชื้อโรค สัตว์แมลงต่างๆ เช่น แมลงวัน แมลงหวี่ และยังพบปัญหาน้ำชะจากกองขยะ เกิดความเน่าเสียแก่น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน การจัดการกับขยะวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว เป็นวิธีที่นำขยะไปกองทิ้งไว้ในที่ดินกว้างๆ เฉยๆ แล้วปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติเป็นการกำจัดขยะที่ง่ายและลงทุนน้อย แต่ในปัจจุบันที่ดินแพงมาก ที่สาธารณะ หรือที่รกร้างว่างเปล่าก็เกือบไม่หลงเหลืออยู่เลย วิธีนี้ต้องใช้พื้นที่มากด้วยและชุมชนเมืองยิ่งขยายตัวมากขึ้น การนำขยะไปกองทิ้งไว้ในพื้นที่กว้างขวางเช่นนี้จึงไม่เหมาะสม เศษวัสดุบางอย่างในกองขยะใช้เวลานานกว่าจะย่อยสลาย เช่น โฟม ไม่ย่อยสลาย กระป๋องดีบุก 1,000 ปี กระป๋องอลูมิเนียม 200 – 500 ปี ถุงพลาสติก 450 ปี ก้นบุหรี่ 12 ปี ถุงเท้าขนแกะ 1 ปี กระดาษ 2 –3 ปี ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน

ข้อดีการนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

การกำจัดขยะโดยนำไปกองไว้กลางแจ้งแทบไม่มีเลย เป็นวิธีที่เร็วที่สุด เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แทบไม่ต้องลงทุนอะไรเลย ถ้ามีที่ดินอยู่แล้ว

ข้อเสียการนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

1) รบกวนผู้ที่อยู่ใกล้เคียง

2) แพร่กระจายเชื้อโรค

3) ก่อเกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ดิน อากาศ ทัศนียภาพ

4) ใช้พื้นที่มาก

วิธีกองไว้ให้เน่าเปื่อย แต่วิธีนี้ใช้ได้ผลดีต่อเมื่อชุมชนมีผู้ผลิตขยะน้อยเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว ขยะต้องเป็นวัตถุที่เน่าเปื่อยไปตามธรรมชาติได้ง่าย เช่น ใบตอง เศษอาหาร เชือกกล้วย แต่ส่วนใหญ่ในเมืองไทยยังใช้วิธีขจัดขยะด้วยวิธีนี้แทบทุกแห่ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางด้านกลิ่นรบกวน

ภาพที่ 2.15 การนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ 2554 จาก http://www.tungsong.com/Environment/Garbage_n/garbage_09.html

7. การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการกำจัดโดยใช้เตาเผาหรือการสร้างโรงงานเผาขยะ (Incineration)

การกำจัดขยะโดยการเผาด้วยเตาเผาขยะ (Incinerator) ไม่รวมถึงการกองแล้วเผากลางแจ้ง ทั้งนี้เพราะการเผากลางแจ้งจะอยู่ในอุณหภูมิไม่พอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ จึงมักจะเกิดปัญหาภาวะมลพิษในอากาศ (air pollution) และก่อให้เกิดความรำคาญเนื่องจากกลิ่นควัน และละอองเขม่า การเผาด้วยเตาเผาขยะควรมีความร้อนระหว่าง 676–1,100^{o}C ความร้อนตั้งแต่ 676^{o}C ขึ้นไปจะช่วยทำให้ก๊าซเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าความร้อนเกินกว่า 760^{o}C จะช่วยทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวนการเผาไหม้จะสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ 1,100^{o}C ดังนั้น ถ้ามีขยะสดหรือ

ขยะเปียกปนอยู่มาก ขยะมีความชื้นสูงจะต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของขยะกับปริมาณของขยะแห้งที่เผาไหม้ได้ปะปนอยู่ด้วยมากน้อยเพียงใด โดยปกติแล้วเตาเผาขยะที่ดีจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะมลพิษในอากาศการเผาขยะด้วยเตาเผาขยะเหมาะสมมากที่จะใช้ในการกำจัดขยะพิเศษบางชนิด เช่นขยะที่มีการ ปนเปื้อนของเชื้อโรค และขยะที่มีส่วนที่เผาไหม้ได้ปนอยู่ด้วยมาก ข้อดีของการเผาขยะในเตาเผา คือ ใช้พื้นที่น้อย สามารถสร้างเตาเผาไว้ในชุมชนซึ่งจะช่วยลดค่าขนส่งขยะ อีกทั้งกากที่เหลือจากการเผาไหม้จะปราศจากอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้อีกต่อไป อนึ่ง เตาเผาขยะสามารถใช้เผาขยะได้แทบทุกชนิด แม้บางชนิดไม่ไหม้ไฟจะยุบตัวลง และสภาพของดินฟ้าอากาศไม่เป็นปัญหาในการกำจัด สามารถปรับระยะเวลาในการทำงานได้ ข้อเสียของการใช้เตาเผาขยะ คือ เตาเผาขยะมีราคาแพงทั้งยังมีการสร้างที่ตั้งเตาเผาลำบากเนื่องจากการไม่ยอมรับของคนในชุมชนที่รังเกียจและมองว่าเป็นความรำคาญและภาวะมลพิษในอากาศได้ การกำจัดขยะโดยใช้เตาเผาในต่างประเทศนิยมใช้มาก เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยได้สูงถึงร้อยละ 75–95 ใช้พื้นที่น้อย สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น นำไปต้มน้ำเพื่อนำเอาไอน้ำไปให้ความร้อนแก่อาคารประเภทต่างๆ ตลอดจนนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีโครงการสร้างไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยอยู่แล้ว 4 โครงการด้วยกัน

1) โครงการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2) โครงการของเทศบาลจังหวัดสมุทรปราการ

3) โครงการของกรุงเทพมหานคร และ

4) โครงการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดเชียงใหม่

เตาเผาขยะนี้ยังเหมาะสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาลต่างๆ อีกด้วย ขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับการจำกัดโดยวิธีเผาต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ความชื้นไม่เกิน 50% มีสารที่เผาไหม้ได้อย่างน้อย 25% และมีสารที่เผาไหม้ไม่ได้ไม่เกิน 60% ในกรณีที่ขยะมูลฝอยไม่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น เตาเผาขยะจะต้องออกแบบให้นำเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามาช่วยในการเผาไหม้ เนื่องจากตัวขยะมูลฝอยเองไม่สามารถให้ความร้อนได้เพียงพอ นอกจากนี้แล้วจะต้องมีการออกแบบหรือใช้เทคโนโลยีที่จะป้องกัน ควบคุมมิให้กระบวนการเผาไหม้ อุณหภูมิ ควัน ฝุ่นละออง ไอเสีย เถ้า ฯลฯ เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศ

ข้อดีการกำจัดโดยใช้เตาเผา

1) ใช้พื้นที่น้อย เมื่อเทียบกับวิธีการฝังกลบขยะมูลฝอย

2) กำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด และขี้เถ้าที่เหลือจากการเผามีน้อยไม่มีปัญหาในการกำจัดขั้นต่อไป

3) หากเป็นเตาเผาขนาดใหญ่ ไม่จำเป็นต้องอาศัยเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามาช่วย

4) สามารถก่อสร้างเตาเผาไว้ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยได้ ทำให้ประหยัดค่าขนส่ง

5) สามารถนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำมาผลิตกระแสไฟฟ้า

ข้อเสียการกำจัดโดยใช้เตาเผา

1) ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูงมาก โดยเฉพาะเตาเผาขนาดใหญ่

2) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษาค่อนข้างสูง รวมทั้งมีความร้อนสูง

3) เตาเผาขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อยกว่า 1 ตันต่อวัน

4) เตาเผาขนาดเล็กมักพบปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นและควันที่เกิดจากการเผาไหม้

5) การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากการเผาขยะ จะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

วิธีการเผา ขยะที่นำมาเผาต้องผ่านการคัดเลือก คือ ของที่ไหม้ไฟได้ ซึ่งเศษวัสดุบางอย่างเมื่อถูก ความร้อนก็ยังปล่อยก๊าซที่เป็นพิษออกมาเช่น พวกโฟม พลาสติกบางประเภท พวกนี้ต้องแยกออกต่างหาก ในเมืองใหญ่ถ้าเทศบาลต้องแยกเองก็ต้องเพิ่มต้นทุนลงไปในขบวน การสูงมาก นอกจากนี้ขยะในเมืองไทยนั้นค่อนข้างแฉะ การระบายขยะประเภทนี้อาจต้องใช้พลังงานช่วย ซึ่งก็ยิ่งสิ้นเปลืองขึ้นไปใหญ่ แต่เมืองใหญ่ของกรุงเทพฯ นั้นดูเหมือนไม่มีทางเลือก เพราะใช้วิธีอื่นไม่ได้ผล เหตุนี้รัฐบาลจึงมีความคิดในเรื่องการตั้งโรงงานเผาขยะขนาดใหญ่ๆ กันขึ้น ซึ่งมีราคาแพงมาก

ภาพที่ 2.16 การเผาขยะตามชุมชน

ที่มา: วัดอีสานดอทคอม (2553) การเผาขยะตามชุมชน สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน พ.ศ. 2554 จาก http://www.watisan.com/showdetail.asp?boardid=212

ภาพที่ 2.17 การเผาขยะแบบควบคุมมลพิษ

ที่มา: คุณกรีเฮง เพชรวิสิทธิ์. (2553). เตาเผาขยะ ปลอดมลพิษ. สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน พ.ศ. 2554 จาก http://www.lunggee.com/

2.4 กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง

กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่งเริ่มตั้งแต่การผลิตถ่าน การบดย่อย การผสม การอัดเป็นแท่งและการทำให้แห้ง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การผลิตถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้นทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า “Carbonization” ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การเผาไหม้ (Combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชั่น โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน เพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270^{o}C ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไปซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบ ส่วนในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250 – 300^{o}C ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดก๊าซต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซ

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิล แอลกฮอล์ และสารพวกน้ำมันดินในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป ซึ่งจะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้นสำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิต คุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้ยอมรับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอน 70% สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25% ขี้เถ้าประมาณ 5% และความหนาแน่นประมาณ 0.25 – 0.30 g/cm^2 ซึ่งถ่านจะมีคุณสมบัติเปราะปานกลาง (ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และ ธารินี มหายศนันท์. (2548 สิงหาคม-พฤศจิกายน) “การศึกษาการอัดแท่งถ่านเหง้ามันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงไฮโดรลิก”)

2. การบดย่อย

วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับและเครื่องปั่นวัสดุ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน ซึ่งจากการอัดขึ้นรูป

3. การผสม

การผสมอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและเศษหญ้าหรือวัชพืชวัสดุที่ถูกปั่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้นลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้นนอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ที่อุณหภูมิใช้งานยังต้องเปียกและสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง ในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดคุณสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วย ซึ่งในต่างประเทศใช้ Coal tars มาผสม สำหรับประเทศไทยได้ทดลองใช้ผลิตผลทางการเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่ากากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณเถ้าต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือ ต้องใช้ปริมาณมากกว่าและเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลงอย่างไรก็ตามยังมีวัสดุอีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ราคาถูก มีแรงยึดเกาะที่ดี ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้ และสามารถหาได้ง่ายสำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใดๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลยเพราะมีความเปราะมาก ทำให้หักเป็นท่อนๆ และป่นกระจายได้ง่าย จึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นานๆ

4. การอัดเป็นแท่ง ตามรูปทรงที่กำหนด

ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความแน่นของเนื้อถ่านอัดแท่ง โดยกำหนด รูปทรงถ่านอัดแท่งที่มีทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และด้านลึก เป็นภาพที่มีด้าน 3 ด้านหรือเรียกว่า 3 มิติเป็นส่วนที่แสดงความลึกและมีรายละเอียดต่างๆ ประกอบภาพอีกด้วยเพื่อให้ดูเหมือนจริงเป็นไปตามรูปทรงของถ่านอัดแท่งที่กำหนดไว้ โดยถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกมีครีบ 5 ครีบรอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm รูปทรงมีลักษณะรูกลวงระบายอากาศตลอด 40 แท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวงขนาด 1.5 cm ความยาว ขนาด 10 cm ทั้งนี้ ขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะมีไม่มากนัก จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการลุกไหม้ ให้ความร้อนได้นาน ส่วนเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลุกไหม้และมอดเร็วไม่สะดวกต่อการใช้งานเพราะต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อยๆ แต่ข้อด้อยของเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นมากเกินไปจะทำให้การลุกไหม้เกิดไม่สะดวกและบางครั้งอาจทำให้เชื้อเพลิงดับอีกด้วย

5. การทำให้แห้ง

เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องนำไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นตามมาตรฐานให้ไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดจนกว่าถ่านจะแห้งสนิท

2.5 สมรรถนะและมลภาวะของถ่านอัดแท่ง

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม, 2547 ก: 1-3 สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2554)

2. ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

3. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังนี้

ถ่านอัดแท่งหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพดมาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงมาเผาเป็นถ่าน

ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 g มีหน่วยเป็น kcal/kg โดยมีคุณลักษณะที่ต้องการ

1) ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกันมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

2) การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

3) ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

4) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 kcal/kg

การบรรจุ

1) หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

2) น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

เครื่องหมายและฉลาก

1) ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

ชื่อผลิตภัณฑ์

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ

น้ำหนักสุทธิ

เดือน ปีที่ทำ

ข้อแนะนำในการใช้

ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน รุ่นในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแท่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

การทดสอบ

1) การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายฉลากให้ตรวจพินิจ

2) การทดสอบการใช้งานให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแท่ง และตรวจพินิจ

3) การทดสอบความชื้นให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

4) การทดสอบค่าความร้อนให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

5) การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม 2547 ข : 1-3)

7) เถ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ 700^{o}C ถึง 750^{o}C

8) สารระเหย (volatile matter) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารระเหยที่ได้จากการเผาถ่านที่อุณหภูมิ 950^{o}C โดยใช้เวลา 7 min

คุณลักษณะที่ต้องการ

1) ลักษณะทั่วไป ต้องมีสีดำสม่ำเสมอไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่

2) ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

3) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 6,000 kcal/kg

4) เถ้า ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

5) สารระเหย ต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก

6) การใช้งาน เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

มลภาวะ แหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศการเผาไหม้เชื้อเพลิงของกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ รถยนต์การเผาขยะมูลฝอย การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดก๊าซต่างๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ขี้เถ้า และออกไซด์ ของโลหะ เป็นต้น

ตารางที่ 2.6 ผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และควันหรือฝุ่นละอองต่อมนุษย์

ค่าเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ส่วนในล้านส่วน)	ควันหรือฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ผลที่เกิดขึ้น	เอกสารอ้างอิง
1500 (0.52) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	เท่ากับหรือมากกว่า 6	เพิ่มอันตราย	MC Carroll and Bradley (1996)
เท่ากับหรือมากกว่า 715 (0.25) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	750	อาจเพิ่มอันตรายต่อวัน	Lawther (1963)
500 (0.19) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	ต่ำ	อาจเพิ่มอัตราตาย	Brass และ คณะ (1966)
300 – 500 (0.11-0.19) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	ต่ำ	เพิ่มอัตราป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคทางเดินหายใจ เพิ่มอัตราการขาดงาน อัตราการป่วยของผู้มีอายุเกิน 54 ปี เพิ่มขึ้นโดยฉับพลัน	Brass และคณะ (1966)
715 (0.25) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	มี		Carnow และคณะ (1968)
600 (0.21) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	300	ผู้ป่วยด้วยโรคปอดเรื้อรังอาจมีอาการรุนแรง	Lawther (1958)

ที่มา: USHEW. (1962). Division of Air Pollution, Washington.

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ออกไซด์ของไนโตรเจนประกอบด้วย ไนตรัสออกไซด์ (N2O) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์ (N2O3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ไดไนโตรเจนไดออกไซด์ (N2O2) ไดไนโตรเจนเตตราออกไซด์ (N2O4) และ ไดไนโตรเจนเพนต๊อกไซด์ (N2O5) ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น ก๊าซ ถ่านหิน ฟืน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของออกไซด์ของไนโตรเจนซับซ้อนมาก และขึ้นอยู่กับสารมลพิษอื่นๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน โอโซนสารประกอบซัลเฟอร์ เป็นต้น รวมทั้งสภาวะทางธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ก็เป็นองค์ประกอบตัวหนึ่งเช่นกัน ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2)ไนตริกออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ซึ่งส่วนมากเมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนในอากาศจะเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ และมีผลต่อมนุษย์ ดังแสดงในตาราง ซึ่งพบว่าค่าต่ำสุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วดโรคหืด คือ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (0.1 ส่วนในล้านส่วน)ในระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อวันที่หายใจเอาก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เข้าไป อย่างไรก็ตาม จากการประชุมขององค์การอนามัยโลก พ.ศ. 2515 ที่กรุงโตเกียว ได้สรุปว่า ถึงแม้จะมีการทดลองกับผู้ป่วยโรคหืดและพบว่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ระดับ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในระยะ 1 ชั่วโมง

2.6 การประเมินคุณภาพและสมบัติทางเชื้อเพลิง

ในการประเมินคุณภาพของเชื้อเพลิงจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพ วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) มีดังนี้

1. ค่าความร้อน (Heating value)
2. ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile matters)
3. ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon)
4. ปริมาณเถ้า (Ash content)
5. ปริมาณความชื้น (Moisture content)

2.6.1 ประสิทธิภาพด้านความร้อน

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงก็เป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ด้วยคือ (กองวิจัยผลิตผลป่าไม้, 2526) ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมีดังนี้

1. การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟจะเป็นที่รังเกียจของผู้ใช้อันดับหนึ่งดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟ

2. น้ำหนักถ่าน ถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน

3. ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

4. ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา

2.6.2 ข้อดีของแท่งเชื้อเพลิงเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนและถ่าน

1. มีสมบัติทางกายภาพและความร้อนสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้

2. ไม่ต้องสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติ จากการตัดไม้ทำลายป่า เพียงแต่ใช้เศษเหลือจากการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรมาประยุกต์

3. มีรูปร่างและขนาดเป็นแบบเดียวกัน สามารถใช้ป้อนเชื้อเพลิงในทางอุตสาหกรรมได้อย่างต่อเนื่องและสะดวกในการใช้งาน

4. มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้

5. สะดวกในการเก็บรักษา

6. เนื่องจากเป็นการนำของเหลือทิ้งจากเกษตรและโรงงานมาใช้ จึงเป็นการประหยัดพลังงานในการทำลายเศษเหลือเหล่านี้อีกด้วย (บุญมา ป้านประดิษฐ์; และคณะ. ม.ป.ป.)

จากวิธีการดังที่กล่าวมาเป็นการกำจัดขยะในแต่ละแบบ แต่สำหรับที่คนส่วนใหญ่จะใช้วิธีเผาทำลาย เพราะง่าย และลดปริมาณพื้นที่ของกองขยะ ดังนั้นเราจึงควรนำขยะดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุดโดยการนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับขยะ โดยการนำมาทำเป็นถ่านอัดแท่งซึ่งมีส่วนประกอบของกระดาษที่ใช้งานแล้วกับเศษวัชพืช เช่น หญ้า เศษใบไม้ ฯลฯ สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งของงานวิจัยและแนวโน้มของการสร้างเครื่องจักรและการผลิตด้วยการแปรรูปผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องให้ความคำนึงถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ จุดคุ้มทุน และผลกระทบที่ตามมา

2.7 มาตรฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติจากสมาคม

คุณสมบัติต่างๆ ได้นำมาจากแหล่งข้อมูลทั้งในไทยและต่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความถูกต้องมากที่สุด

ASTM (American Society for Testing and Materials) นับได้ว่าเป็น สมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุนทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชน

ทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะและการทำงาน ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน ASTM ถือได้ว่าเป็นสมาคมที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในด้านของระบบการพัฒนามาตรฐาน ที่ใช้โดยความสมัครใจ มาตรฐาน ASTM จัดขึ้น โดยมติของกรรมการวิชาการเฉพาะสาขาวิชาต่างๆ ถึง 132 คณะและมีการจัดพิมพ์มาตรฐานมากกว่า 9,800 เรื่อง ในแต่ละปี โดยมีสมาชิกที่ทรงคุณวุฒิ ทางวิชาการถึง 35,000 คน ประกอบด้วย ตัวแทนกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งองค์การที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ทำให้เชื่อได้ว่า มาตรฐาน ASTM นี้ ครอบคลุมวิชาการต่างๆ มากมายและมีความละเอียด ลึกซึ้ง นอกจากนี้ มาตรฐาน ASTM ยังได้รับการพิจารณา ทบทวนปรับปรุง และแก้ไขเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทันสมัยอยู่

2.8 การจัดแบ่งมาตรฐาน ASTM

มาตรฐาน ASTM ที่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ และประกาศใช้เป็นมาตรฐานสามารถแบ่งตามเนื้อหา ออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.8.1 Classification เป็นมาตรฐานของ ระบบการจัดการ และการจัดแบ่ง วัสดุผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบ หรือการใช้งาน ออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะที่เหมือนกัน เช่น แหล่งกำเนิด ส่วนประกอบ คุณสมบัติหรือประโยชน์ใช้สอย

2.8.2 Specification เป็นข้อกำหนดที่ระบุแน่นอน ถึงคุณลักษณะและสมบัติต่างๆ ที่ต้องการของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือการใช้งาน ข้อกำหนดเหล่านี้ มักจะแสดงค่าเป็นตัวเลข และมีข้อจำกัดกำหนดไว้ พร้อมทั้งวิธีหาค่าเหล่านั้นด้วย

2.8.3 Terminology เป็นเอกสารมาตรฐานที่กำหนดคำนิยาม คุณลักษณะ คำอธิบายของศัพท์ต่างๆ เครื่องหมาย ตัวย่อ คำย่อที่ใช้ในมาตรฐานต่างๆ

2.8.4 Test method เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับกรรมวิธีที่กำหนด ใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์วัดและปริมาณคุณภาพ คุณลักษณะ คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของวัสดุ ระบบหรือการใช้งาน ซึ่งมีผลการทดสอบ ที่สามารถนำไปใช้ ในการประเมินค่าตามข้อกำหนด

2.8.5 Guide เป็นคำแนะนำ หรือทางเลือก ให้ผู้ใช้เลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่รวมทั้งสิ่ง ที่จะได้จากการประเมิน และการมาตรฐานที่ใช้นั้นๆ ด้วย

2.8.6 Practice เป็นวิธีการปฏิบัติเฉพาะ สำหรับงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ การเขียนรายงาน การสุ่มตัวอย่าง ความแม่นยำ ความละเอียด การเลือก การเตรียม การประยุกต์ การตรวจสอบ ข้อควรระวังในการใช้ การกำจัดทิ้ง การติดตั้ง การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้เครื่องมือทดสอบ

2.9 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นรัฐวิสาหกิจประเภทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษ ของรัฐในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) เดิมมีชื่อว่าวิจัยสถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (สวป.) ซึ่งตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทย พ.ศ. 2506 และได้เปลี่ยนมาใช้พระราชบัญญัติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522 สืบเนื่องจากการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม 2522 จนถึงปัจจุบัน จากตารางด้านล่างและผลการทดสอบการเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านเชื้อเพลิงระหว่างแกลบกับไม้ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านเชื้อเพลิงระหว่างแกลบกับไม้

คุณลักษณะ	แกลบ	ไม้
ความชื้น (Moisture, %)	8.12 – 11.54	5.91 – 8.01
คาร์บอน (Fixed Carbon, %)	19.20 – 20.67	22.25 – 22.82
ขี้เถ้า (Ash, %)	16.42 – 18.34	1.27 – 3.87
สารระเหย (Volatile Matter, %)	61.10 – 64.37	73.31 – 76.04
ค่าความร้อน (Heating Value, kcal/kg)	3,790 – 4,006	4,389 – 4,590
กำมะถัน (Sulfur, %)	0.11 – 0.21	0.14 – 0.30
ความหนาแน่น (Density, gm/cm^3)	0.107 – 0.109	0.6425 – 0.8341
ลิกนิน (Lignin)	21.40 – 46.97	-
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	15.00	-
เซลลูโลส (Cellulose)	34.34 – 43.80	-
จุดที่ทำให้ขี้เถ้าอ่อนตัว (Softening Point of Ash,°C)	650 - 725	-

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2.10 การผลิตถ่าน

ผลิตถ่านมี 2 กรรมวิธีด้วยกัน ได้แก่ กรรมวิธีการผลิตอัดร้อน และกรรมวิธีการผลิตอัดเย็น คือ ไม่มีวัสดุอื่นผสมเพื่อผลิตถ่าน เช่นแป้งมันโดยกรรมวิธีการผลิตอัดร้อน เราจะใช้ความร้อนเป็นตัวประสานเนื้อวัสดุ (ขี้เลื่อย) ให้ติดกันเป็นแท่ง จากนั้นนำไป เข้าเตาเผาที่มีคุณภาพสูง จึงได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเพื่อส่งมอบให้ลูกค้าและแนะนำกระบวนการผลิตให้กับลูกค้ารับทราบเพื่อเป็นการเพิ่มความมั่นใจในสินค้าที่ผลิตขึ้นอย่างพิถีพิถันทุกขั้นตอนในการผลิต

(ก)

(ข)

ภาพที่ 2.18 (ก) ถ่านกรรมวิธีการผลิตอัดร้อน (ข) กรรมวิธีการผลิตอัดเย็น

2.10.1 การบดย่อยกระดาษและเศษวัชพืช

กระดาษและเศษวัชพืชที่นำมาใช้ส่วนมากมาจากสำนักงานหรือบริเวณอาคารจะถูกทำลายโดยวิธีการบดย่อย ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุ สับ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน ซึ่งจากการอัดขึ้นรูปถ่านขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันกระดาษและวัชพืชที่ย่อยมีขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าการบดย่อยสลายกระดาษและวัชพืชที่มีขนาดใหญ่ในการที่จะนำเศษกระดาษและวัชพืชจะต้องนำมาบดย่อยสลายละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้

2.10.2 การอัดเป็นก้อน

กระบวนการอัดก้อนหรือการทำให้เป็นก้อน เป็นเทคโนโลยีของการอัดโดยอาศัยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อที่จะเพิ่มค่าความหนาแน่นของสาร วัสดุเมื่อถูกอัดให้เป็นผลิตภัณฑ์จะมีค่าความ

หนาแน่นสูงขึ้นมีปริมาณของความชื้นลดลง และมีขนาดรูปร่างและคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอย่างที่เคยกล่าวมาแล้วว่าการอัดเป็นก้อนนี้สามารถทำได้โดยใช้ตัวประสานหรือไม่ใช้ก็ได้

การที่วัสดุสามารถเกาะเข้าด้วยกันได้ดีในขณะที่อัด โดยที่เมื่อนำออกจากแบบอัดแล้ววัสดุจะต้องไม่แตกออกไปอีก สามารถทำได้ 2 วิธี แรกสุด คือ ใช้ตัวประสานทำหน้าที่ยึดเกาะวัสดุให้ติดกันและแบบที่สองคือ การใช้อุณหภูมิและความดันที่สูงพอที่จะให้ตัววัสดุเองทำหน้าที่เป็นตัวประสานได้ เศษไม้หรือขี้เลื่อย เมื่อถูกนำมาอัดภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดัน สารลิกนินจะทำหน้าที่เหมือนตัวประสานทำให้ขี้เลื่อยนั้นยึดติดกัน โดยไม่จำเป็นต้องใช้ตัวประสานเลย ในกระบวนการอัดเป็นก้อนจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. เก็บสะสมวัตถุดิบที่จะนำมาอัดเป็นก้อน
2. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ
3. การอัด
4. การนำออกจากแบบ การอบแห้งและการเก็บ

เก็บสะสมวัตถุดิบที่จะนำมาอัดเป็นก้อน วัตถุดิบที่นำมาใช้อัดเป็นก้อนมีอยู่มากมายหลายชนิดได้แก่ เศษไม้ที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตไม้ เปลือกถั่ว แกลบข้าว กากอ้อย เศษกระดาษ ปอ ป่าน ของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหาร เปลือกกาแฟ เศษขยะ ถ่านไม้ที่มีขนาดละเอียด ถ่านหินขนาดละเอียด ของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น และเนื่องจากวัตถุดิบต่างๆ เหล่านี้จะมีค่าความหนาแน่นต่ำ จึงต้องมีการเก็บสะสมในปริมาณที่มากพอและควรเก็บไว้ในที่แห้ง

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบที่ถูกเก็บสะสมก่อนที่จะนำไปอัดก้อนมักต้องนำมาผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนเสมอ ซึ่งวิธีการเตรียมวัตถุดิบมักขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่จะนำมาใช้อัดก้อน แต่โดยทั่วๆ ไปขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การลดขนาดวัตถุดิบที่จะนำไปอัดก้อนจะต้องถูกนำมาบดเพื่อลดขนาดก่อน ซึ่งอาจทำได้โดยอาศัยเครื่องลดขนาดแบบต่างๆ ได้แก่ เครื่องบดแบบค้อน เครื่องบดแบบหยาบ เครื่องบดแบบละเอียด หรือเครื่องตัดวัตถุดิบจะถูกบดจนกระทั่งมันสามารถไหลผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ เพื่อให้มีขนาดเล็กเหมาะสมในการอัดก้อน และมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากกระบวนการลดขนาดจะต้องมีการใช้พลังงาน ดังนั้นขั้นตอนนี้ควรที่จะใช้เวลาให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่สำหรับวัตถุดิบบางชนิดอาจไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการลดขนาดเลย

2. การอบแห้ง วัตถุดิบบางชนิดที่นำมาผ่านกระบวนการอัดก้อนจะมีลักษณะเปียกเกินดังนั้นก่อนที่จะนำมาผสมกับตัวประสานจึงจำเป็นต้องอบแห้งก่อน การอบแห้งสามารถทำได้การ

ตากแดด การใช้ขดลวดความร้อนหรือการใช้อากาศร้อน ซึ่งสามารถกระทำได้ภายในถังหมุน บางครั้งจะสามารถทำการอบแห้งวัสดุก่อนที่จะนำมาลดขนาดได้

3. การผสมกับตัวประสาน วิธีการผสมวัตถุดิบกับตัวประสานสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจใช้วิธีง่ายๆ หรืออาจใช้ตัวผสมปูนซีเมนต์ แต่สำหรับในทางอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมการผสมในเครื่องผสมแบบ Ribbon

การอัดเป็นก้อน วิธีการอัดวัตถุดิบให้เป็นก้อนสามารถทำได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบโดยทั่วๆ ไปการอัดก้อนสามารถทำได้โดยการใส่วัตถุดิบลงในภาชนะ จากนั้นภาชนะจะถูกปิดทางตอนบนด้วยฝาปิดที่สามารถสวมเข้ากับภาชนะได้พอดี จากนั้นให้ความดันเพื่อกดวัตถุดิบให้แน่น ค่าความดันอาจมีค่าตั้งแต่ 0.5 - 1,200 kg/cm^2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ ในบางกรณีวัตถุดิบจะถูกให้ความร้อนเพื่อช่วยให้ตัวประสานทำงานได้ดี

การนำออกจากแบบ การอบแห้ง การเก็บ เมื่อวัสดุถูกอัดให้เป็นก้อนและนำออกจากแบบแล้ว จะต้องนำไปทำให้แห้งก่อนเพื่อลดปริมาณความชื้นในถ่าน และเพื่อให้ตัวประสานเกิดการแข็งตัวและยึดถ่านให้คงรูปร่างเดิมไว้เมื่อถ่านแห้งดีแล้วจึงค่อยนำไปเก็บต่อไป

2.10.3 ตัวประสาน

ตัวประสานที่ใช้ในการอัดก้อนมีอยู่หลายชนิด แต่สามารถแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ตัวประสานที่สามารถเผาไหม้ได้ ได้แก่ ทาร์ แป้ง สาหร่าย มูลสัตว์ เรซินตามธรรมชาติ และเรซินสังเคราะห์

2. ตัวประสานที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ ดินขาว โคลน ซีเมนต์ เป็นต้น

ราคาของตัวประสานอาจก่อให้เกิดปัญหาทางเศรษฐกิจแก่กระบวนการผลิตถ่านจากแกลบได้ ดังนั้น ปริมาณของตัวประสานที่ใช้ควรมีค่าน้อยที่สุด แต่ยังคงสามารถอัดเป็นก้อนได้ การผสมตัวประสานแบบเผาไหม้ไม่ได้จะไม่ช่วยให้พลังงานออกมา แต่ตัวประสานนี้อาจช่วยทำให้ระยะเวลาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดก้อนนานขึ้นได้ ค่าอัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบกับตัวประสานควรทำการวิเคราะห์โดยวิธีการลองผิดลองถูกในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำมาผลิตในขั้นอุตสาหกรรม ค่าอัตราส่วนที่เหมาะสมนี้จะต้องให้คุณสมบัติในการเผาไหม้ของถ่านได้ดี ตลอดจนต้องมีค่าความแข็งแรงเชิงกลสูงด้วยเพื่อสะดวกในการขนส่ง

2.11 ถ่านที่มีคุณภาพ

2.11.1 น้ำหนักถ่าน ถ่าน 1 กระสอบ ควรมีน้ำหนักมากกว่า 40 kg เพราะถ่านที่มีน้ำหนักมากจะให้ความร้อนได้นาน ส่วนถ่านที่มีน้ำหนักเบา มีโพรงอากาศมากจะลุกไหม้และสูญเสียความร้อนไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องใช้ถ่านมากในการหุ้งต้มแต่ละครั้ง

2.11.2 ความแข็งแกร่ง ถ่านที่มีความแข็งแกร่งมากนอกจากจะทำให้ความร้อนสูงแล้วยังสะดวกในการขนส่ง เพราะไม่ค่อยแตกหัก เราสามารถทดสอบความแกร่งของถ่านได้ โดยการใช้ไม้เคาะเบา ๆ หรือใช้มือบีบที่ก้อนถ่าน ถ้าแตกหักง่ายแสดงว่าถ่านคุณภาพไม่ดีจะมีการแตกป่นมากระหว่างขนส่ง

2.11.3 การแตกระเบิดเมื่อติดไฟหรือปะทุไฟถ่านที่ปะทุไฟจะทำความรำคาญและความเสียหายกับผู้ใช้มาก เพราะเนื่องจากจะเป็นอันตรายต่อผิวหนังแล้ว ยังอาจทำให้เสื้อผ้า ของใช้เสียหายเนื่องจากไฟไหม้ และทำให้บ้านเรือนสกปรกด้วย ถ่านที่ผ่านการทดสอบแล้วไม่มีการปะทุถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดีมากเหมาะในการนำมาใช้หุงต้มในครัวเรือน ถ่านที่มีการปะทุเล็กน้อยในช่วงแรกที่ติดไฟยังถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี ถ้ามีการปะทุไฟนาน 2-3 min แสดงว่าเป็นถ่านคุณภาพปานกลาง แต่ถ้ามีการปะทุไฟมากและนานจนกระทั่งสุกแดงทั้งก้อน แสดงว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะที่จะนำมาหุ้งต้มในครัวเรือน

2.11.4 ควัน ถ่านที่ดีไม่ควรมีควันดำและกลิ่นฉุน ถ้ามีก็เพียงเล็กน้อย ถ่านที่มีควันดำ แสดงว่าเป็นถ่านที่มีน้ำดินผสมอยู่ หรือเป็นถ่านที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์

2.12 การทดสอบคุณภาพถ่าน

การทดสอบคุณภาพถ่าน เป็นการตรวจสอบว่าถ่านนั้นมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีหรือไม่ หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นตามคุณภาพของถ่าน การทดสอบคุณภาพตามข้อกำหนดของผู้ใช้ในด้านต่างๆ จะทำให้ทราบถึงคุณภาพของถ่าน

การทดสอบคุณภาพถ่าน มีการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ดังนี้

1. Proximate analysis ได้แก่การหาปริมาณความชื้น เถ้า สารระหาย และคาร์บอนคงตัว

2. Ultimate analysisได้แก่การหาปริมาณ คาร์บอนไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน กำมะถัน

3. วิเคราะห์หาค่าความร้อน (Calorific value) การวิเคราะห์ทดสอบเรื่องถ่านจะมีวิธีทดสอบตามมาตรฐาน เช่น ASTM (American Society for Testing and Material) มาตรฐาน ASTM นี้จะมีการปรับปรุงหรือเพิ่มวิธีใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยมีการจัดพิมพ์ใหม่ทุกปี ในมาตรฐานจะกำหนด

เรื่องเครื่องมือ การเตรียมตัวอย่าง สารเคมี วิธีวิเคราะห์ทดสอบ และการคำนวณไว้อย่างละเอียด นอกจากนี้มาตรฐานยังมีการกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของผลการวิเคราะห์ทดสอบ กรณีที่ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการเดียวกัน หรือต่างห้องปฏิบัติการไว้เป็น 2 แบบ ดังนี้

2.12.1 Repeatability เป็นค่ากำหนดของความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อการทดลองซ้ำสองครั้ง โดยใช้ตัวอย่างเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน โดยบุคคลเดียวกัน

2.12.2 Reproducibility เป็นค่ากำหนดของความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อทำการทดลองซ้ำสองครั้ง โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันแต่ใช้เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการและบุคคลที่ทดสอบต่างกัน

ในการบ่งชี้คุณภาพของถ่านหิน จะต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพในรายการต่างๆ มาประกอบกัน การวิเคราะห์เพียงบางรายการบางครั้งก็ไม่สามารถบ่งชี้คุณภาพได้ นอกจากนี้ในการรายงานผลจำเป็นต้องกำหนดสภาพตัวอย่างของถ่านขณะวิเคราะห์ทดสอบด้วย และการเปรียบเทียบคุณภาพจำเป็นต้องเปรียบเทียบผลจากการทดสอบในสภาพตัวอย่างที่เหมือนกัน

ตาม ASTM D 3180 ได้กำหนดสภาพของตัวอย่างพร้อมวิธีการคำนวณโดยรายงานค่าตามสภาพต่างๆ ดังนี้

1. As – Received basis เป็นค่าที่คำนวณจากตัวอย่างที่มีความชื้นตามสภาพของตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการได้รับ โดยไม่ผ่านขบวนการเตรียมตัวอย่างหรือขบวนการอื่น

2. As – Determined basis เป็นค่าที่คำนวณจากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างและมีความชื้นเหลืออยู่เท่ากับขณะที่ทดสอบ

3. Dry basis เป็นค่าที่คำนวณจากตัวอย่างที่ปราศจากความชื้น โดยการนำค่าความชื้นที่วิเคราะห์ตาม ASTM D 3173 มาแปลงค่าจาก as – determined basis ไปเป็น dry basis

4. Dry, ash – Free basis เป็นค่าที่คำนวณจากตัวอย่างที่ปราศจากความชื้นและขี้เถ้า โดยการนำค่าความชื้นที่วิเคราะห์ตาม ASTM D 3173 และเถ้าตาม ASTM D 3174 มาแปลงค่าจาก As – Determined basis ไปเป็นสภาพ dry, ash – free basis

Proximate Analysis เป็นการหาปริมาณของความชื้น เถ้า สารระเหย และคาร์บอนคงตัว ค่าที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดกลุ่มของถ่าน โดยอาศัยอัตราส่วนของสารที่เผาไหม้ได้กับสารที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่นำพิจารณาในการซื้อขายและประเมินคุณภาพของถ่าน

ความชื้น (ASTM D 3173) ค่าความชื้นของถ่านวิเคราะห์ตาม ASTM D 3173 โดยให้ความร้อนกับถ่าน 1g ที่อุณหภูมิ 105-110°C และคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักที่หายไป ค่านี้ถือว่าสำคัญมาก โดยเฉพาะในการซื้อขาย เพราะส่วนใหญ่จะทำการซื้อขายโดยเปรียบเทียบคุณภาพจากถ่านหินที่แห้ง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ค่าความชื้นนี้ไปคำนวณหาค่าอื่นๆ ของถ่านให้อยู่ในสภาพตัวอย่างที่แห้ง

เถ้า (ASTM D 3174) เถ้าเป็นปริมาณสารอนินทรีย์ที่คงเหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ถ่านหิน แต่เถ้าที่ได้นี้จะต่างจากองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ที่ปรากฏอยู่ในสารตั้งต้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสารเคมีที่เกิดขึ้นภายในตัวแร่ธาตุได้แก่ การสูญเสียน้ำเนื่องจากการเกิดผลึกของแร่ธาตุที่มีน้ำอยู่ในองค์ประกอบ การสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์จากคาร์บอเนต การเกิดออกซิเดชันของไพไรต์ (FeS_2) เป็นเหล็กออกไซด์ (Ferric oxide) ปริมาณเถ้ามีความสำคัญเนื่องจากมีผลในการลดค่าความร้อนของถ่านหิน และยังเกี่ยวข้องกับค่าการเผาไหม้ของถ่านหินอีกด้วย วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตาม ASTM D 3174 ทำโดยการเผาตัวอย่างถ่านหิน1 g ที่อุณหภูมิ 750 ^{o}C และคำนวณหาร้อยละของน้ำหนักที่ยังคงเหลืออยู่

สารระเหย (ASTM D 3175) สารระเหยเป็นองค์ประกอบของถ่านที่มีสถานะเป็นก๊าซเมื่อนำถ่านมาเผาที่อุณหภูมิ 950^{o}C เป็นเวลา 6-7 min (ขึ้นอยู่กับลักษณะของถ่าน) และคำนวณร้อยละของน้ำหนักที่หายไปลบด้วยความชื้น สารระเหยที่ถูกปลดปล่อยออกมา โดยมากจะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจน น้ำ และสารระเหยจากทาร์ (Tar) ซึ่งขึ้นกับโครงสร้างทางอินทรีย์ของถ่านนั้น

คาร์บอนคงตัว (ASTM D 3172) เป็นค่าแสดงถึงส่วนที่เผาไหม้ได้ของถ่านหลังจากที่กำจัดความชื้น สารระเหย และเถ้าออกแล้ว ซึ่งหาได้โดยนำปริมาณความชื้น เถ้า สารระเหย ลบออกจาก 100 และทุกค่าต้องอยู่ในสภาวะความชื้นเดียวกัน ปริมาณคาร์บอนคงตัวนี้มีความสำคัญมากต่อการแบ่งระดับชั้นของถ่านถ้ามีค่ามากขึ้นความเป็นถ่านก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

Ultimate Analysis เป็นการหาปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจนและเถ้า โดยปริมาณของออกซิเจนคำนวณได้จากการนำค่าคาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน ไนโตรเจนและเถ้าลบออกจาก 100

กำมะถัน (ASTM D3177) กำมะถันเป็นธาตุที่น่าสนใจเพราะสามารถใช้ประเมินคุณภาพของถ่าน และปริมาณสารประกอบกำมะถันที่จะปลดปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ถ่านซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การหาปริมาณกำมะถันโดยวิธี ASTM D 3177 มี 2 แบบคือ Escheat method โดยนำส่วนผสมของถ่านและ Eschka' s mixture ไปเผาไหม้หลอมละลายแล้วนำไปต้มให้ละลาย กรอง นำสารละลายที่ได้ไปตกตะกอนเป็น Barium sulphate กรองตะกอนที่ได้ เผา ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณเป็นร้อยละของกำมะถันที่ได้ วิธี Bomb washing method ทำ โดยนำสารละลายที่ได้จาก oxygen bomb calorimeter ไปตกตะกอนเป็น Barium sulphate เช่นเดียวกับวิธีแรก

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐานิตย์ เมธิยานนท์ (2549) ได้ทำการศึกษาการผลิตผงถ่านหินแอนทาไซท์อัดแท่งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นโดยใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วนการผสมต่าง ๆจากการศึกษาถึงผลของสัดส่วนการผสมโมลาสที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงพบว่าการเพิ่มสัดส่วนโมลาสส่งผลให้อัตราการผลิตและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นแต่จะส่งผลให้การใช้พลังงานในการผลิต ความหนาแน่นและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงลดลง โดยอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 50 mm มีค่าอยู่ในช่วง 3.2-5.6 kg/min ความหนาแน่นมีค่า 1148-1372 kg/m^3 และพบว่าค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์

ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ (2549) ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราผสมกับถ่านกะลาปาล์มและถ่านไม้ยางพาราผสมกับถ่านกะลามะพร้าวดวยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นแบบอัดรีดเย็น โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานโดยมีสัดส่วนการผสมถ่านไม้ยางพาราต่อถ่านกะลามะพร้าวหรือถ่านกะลาปาล์มที่ 70:30 60:40 และ 50:50 ส่วนอัตราส่วนผสมของแป้งเปียกต่อน้ำหนักวัตถุดิบคือ 10:100 สำหรับตัวแปรที่จะศึกษาในงานวิจัยนี้คือ อัตราการผลิต กำลังงานที่ใช้ในการผลิตจำเพาะ และศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนการผสมถ่านไม้ยางพาราและถ่านกะลาทั้งสองชนิดที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงคือ ความต้านทานแรงกด ความหนาแน่น ค่าความร้อนโดยผลการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ยางพาราผสมกับกะลาทั้งสองชนิดพบว่าค่าความต้านานแรงกด คาความหนาแน่นและค่าความร้อนจะแปรผันตามการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนผสมถ่านกะลาทั้งสองชนิด โดยในการผลิตแท่งเชื้อพลิงด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นซึ่งใช้ความเร็วรอบของสกรูเท่ากับ 400 rpm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 42 mm. จะได้อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่ระดับความชื้น 10% d.b. มีค่าอยู่ในช่วง 6-10 kg/min โดยมีค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ค่าอยู่ในช่วง 650-750 kg/m^3 ส่วนค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพิงนั้นอยู่ในช่วง 1.1-1.8 MPa ซึ่งค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.375 MPa นอกจากนี้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงกรณีใช้ถ่านไม้ยางพาราผสมกะลามะพร้าวจะมีค่าสูงกว่ากรณีผสมถ่านกะลาปาล์มเล็กน้อยโดยมีค่าในช่วง 25.4-28.0 MJ/kg ส่วนกำลังงานจำเพาะที่ใช้ในการผลิตมีค่าน้อยมากทั้งสองกรณีจะอยู่ในช่วง 0.006-0.009 kWh/kg

อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาถึงการผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากชีวมวล โดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นแบบอัดรีดเย็นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ขี้เถ้าแกลบที่ได้จากการเผาแกลบในกระบวนการอบข้าวเปลือกในโรงสีข้าว

ซึ่งถือเป็นของเสียในอุตสาหกรรมการเกษตร โดยการนำมาบดผสมกับผงถ่านซังข้าวโพดและผงถ่านกะลามะพร้าว โดยมีสัดส่วนการผสมอยู่ที่ 30:70 40:60 และ 50:50 ตามลำดับ ส่วนแป้งมันจะมีสัดส่วนการผสมต่อน้ำหนักวัตถุดิบเท่ากับ 1:10 จากการศึกษาพบว่าค่าความหนาแน่น ความต้านทานแรงกด จะแปรผันตามสัดส่วนการผสมของผงซังข้าวโพดและผงกะลามะพร้าวแต่จะแตกต่างกันไม่มากนัก และจากการทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน D 5865 พบว่าโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 5,000 kcal/kg หรือมีค่าอยู่ระหว่าง 6,048 – 6,943 kcal/kg ซึ่งสูงกว่าค่าต่ำสุดในค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในช่วง 2.5 – 3.2 kg/min ความหนาแน่อยู่ในช่วง 800-833 kg/m^3 ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะอยู่ในช่วง 1.07-1.23 MPa ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านเชื้อเพลิงประมาณ 9,448 kg จากการศึกษาพบว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในครัวเรือนหรือผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

พัชฎาภรณ์ เจริญรอย (2551) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ โดยใช้ผักตบชวาเป็นตัวเชื่อมประสาน พร้อมทั้งศึกษาหาค่าความร้อน อัตราการให้ค่าความร้อน และก๊าซเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิง ในการศึกษาได้นำวัสดุเหลือใช้มาอัดให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดแบบเปียกโดยใช้เครื่องอัดไฮโดรริกและแม่แรงอย่างง่ายในอัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:4 โดยน้ำหนักจากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนฟางข้าว: ผักตบชวา และแกลบ: ผักตบชวา ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักทำให้แท่งเชื้อเพลิงอยู่ตัวไม่แตกเปราะสามารถยึดเกาะได้ดีและให้ค่าความร้อน 3,956 kcal/kg และ 2,358 kcal/kg ตามลำดับ อัตราส่วนของฟางข้าว: ผักตบชวา ที่อัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:4 ใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดที่ 7 และ 8 min ตามลำดับ แกลบ: ผักตบชวา ในทุกอัตราส่วนใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดที่ 7 min เท่ากัน ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ มีปริมาณ CO 2 2.27% CO 0.37% SO 2 0.00% และ CO 2 1.82% CO 0.38% SO 2 0.0013% ตามลำดับ