บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

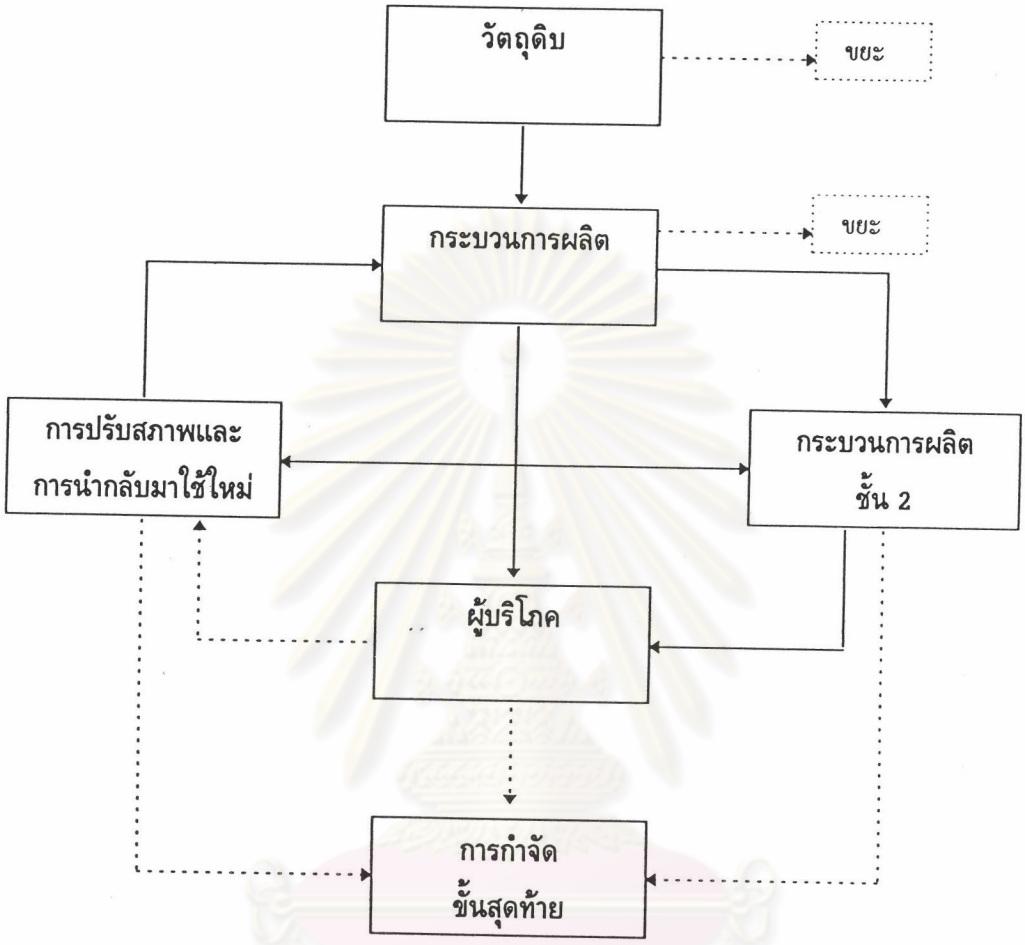
2.1 การไหลของวัตถุดิบ และ การเกิดของขยะ

ขยะจะเกิดขึ้นเมื่อเริ่มมีการผลิต และการบริโภค เริ่มตั้งแต่การขุดนำเอาวัตถุดิบขึ้นมาใช้จากพื้นโลก ตัวอย่างเช่น ขยะที่เกิดจากการถลุงแร่ วัตถุดิบเหล่านี้จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิต ขยะก็จะเกิดขึ้นในทุก ๆ ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบไปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภค เมื่อผลิตภัณฑ์เหล่านี้เข้าสู่ตลาดก็จะถูกซื้อขายแลกเปลี่ยนหมุนเวียน และถูกใช้ไปจนคุณค่าของมันในสายตาของผู้บริโภคของมันลดต่ำลงเรื่อย ๆ และผลสุดท้ายหากไม่ถูกขายต่อหรือให้ผู้อื่นไป หรือปรับสภาพเสียใหม่ให้ดีขึ้น เพื่อนำกลับไปใช้งานต่อไป ก็จะถูกทิ้งให้อยู่ในรูปของขยะมูลฝอย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.1

2.2 แหล่งกำเนิดของขยะ

แหล่งกำเนิดของขยะสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

1. สถานที่อยู่อาศัย (Residential)
2. สถานที่ประกอบธุรกิจการค้า (Commercial)
3. สถาบัน และองค์กรต่าง ๆ (Institution)
4. สถานที่ก่อสร้าง (Construction and Demolition)
5. การบริการสาธารณประโยชน์ (Municipal Service)
6. โรงบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)
7. โรงงานอุตสาหกรรม (Industrial)
8. สถานที่ทำเกษตรกรรม (Agricultual)



——— วัตถุดิบ, ผลิตภัณฑ์, และวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

..... ขยะ

รูปที่ 2.1 การไหลของวัตถุดิบ และ การเกิดของขยะ

(ดัดแปลงจาก Tchobanoglous, Theisen and Vigil, 1993)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 ชนิดของขยะ (Type of Refuse)

จากการแบ่งแหล่งกำเนิดของขยะออกเป็น 8 กลุ่ม ทำให้สามารถจัดแบ่งชนิดของขยะตามแหล่งกำเนิดได้ ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แหล่งกำเนิดของขยะที่เกิดขึ้นภายในชุมชน
(ดัดแปลงจาก Tchobanoglous, Theisen and Vigil, 1993)

แหล่งกำเนิด	กิจกรรม , สถานที่เกิดขยะ	ชนิดของขยะ
สถานที่อยู่อาศัย	ครอบครัวเดี่ยวและครอบครัวรวม บ้านเดี่ยว อพาร์ทเม้นต์	เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก ผ้า หนังไม้ กระป๋อง แก้ว อลูมิเนียม โลหะ ขี้เถ้า หญ้า ใบไม้ ขยะชนิดพิเศษ* ของเสียอันตรายภายในบ้านเรือน
สถานที่ประกอบธุรกิจการค้า	ร้านค้า ร้านอาหาร ตลาด โรงแรม อาคารสำนักงาน ปั๊มน้ำมัน ร้านซ่อมเครื่องยนต์ ร้านถ่ายรูป	กระดาษ กระดาษแข็ง พลาสติก ไม้ เศษอาหาร แก้ว โลหะ ขยะชนิดพิเศษ* ของเสียอันตราย
สถาบัน และ องค์กร	โรงเรียน โรงพยาบาล สถานที่คุมขัง สถานที่ราชการ	เหมือนในย่านธุรกิจและพาณิชยกรรม
ก่อสร้าง และ รื้อถอน	สถานที่ก่อสร้างใหม่ ซ่อมและปรับปรุงถนน รื้อถอนอาคาร ทางเดินที่แตกหัก	ไม้ เหล็ก คอนกรีต ฝุ่นละออง ฯลฯ
การบริการสาธารณ-ประโยชน์	ทำความสะอาดถนน การทำภูมิ - สถาปัตย์ ทำความสะอาดบ่อ สวนสาธารณะ ชายหาด และสถานที่พักผ่อนอื่น ๆ	ขยะชนิดพิเศษ* ขยะ เศษขยะบนถนน กิ่งไม้ ของเสียทั่วไปจากสวนสาธารณะ ชายหาด และสถานที่พักผ่อน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แหล่งกำเนิดของขยะที่เกิดขึ้นภายในชุมชน

แหล่งกำเนิด	กิจกรรม , สถานที่เกิดขยะ	ชนิดของขยะ
โรงบำบัดน้ำเสีย	กระบวนการบำบัดน้ำ และ น้ำเสีย อุตสาหกรรม ฯลฯ	ขยะจากโรงบำบัดส่วนใหญ่ ประกอบด้วยสลัดจ์
อุตสาหกรรม	อุตสาหกรรมก่อสร้าง สิ่งทอ เคมี โรงไฟฟ้า การรื้อถอน อุตสาหกรรมเบา และหนัก ฯลฯ	ขยะจากกระบวนการผลิต อุตสาหกรรม เศษกระดาษ ขยะที่ไม่ได้เกิดจาก อุตสาหกรรม รวมถึงเศษอาหาร ขยะ ขี้เถ้า ขยะจากการก่อสร้าง และรื้อถอน ขยะชนิดพิเศษ* ของเสียอันตราย
เกษตรกรรม	เพาะปลูก สวนผลไม้ ไร่องุ่น	ขยะจากการเกษตร ขยะของ เสียอันตราย

หมายเหตุ * ขยะชนิดพิเศษ ประกอบด้วย

- สิ่งของชิ้นใหญ่ เช่น เฟอร์นิเจอร์ ตู้เก็บเอกสาร ตู้เก็บหนังสือที่ชำรุด ใช้งานไม่ได้แล้ว
- เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องเสียงที่ชำรุด ใช้งานไม่ได้แล้ว
- เครื่องอำนวยความสะดวก เช่น เตาอบ ตู้เย็น เครื่องซักผ้าที่ชำรุด ใช้งานไม่ได้แล้ว
- อื่น ๆ เช่น แบตเตอรี่ น้ำมัน ยางรถยนต์ ใบไม้

2.4 องค์ประกอบของขยะ (Composition of Refuse)

องค์ประกอบของขยะจะบอกถึงส่วนประกอบต่างๆ เป็นร้อยละ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นขยะ ส่วนมากมักจะบอกเป็นร้อยละของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำหนักรวมทั้งหมด ข้อมูลขององค์ประกอบของขยะจะเป็นส่วนสำคัญที่ในการวางแผนการจัดการขยะ เครื่องมือที่ใช้ และการกำจัดที่เหมาะสมเพื่อให้มีประสิทธิภาพตรงตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งองค์ประกอบของขยะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

2.4.1 ลักษณะทางด้านกายภาพ ประกอบไปด้วย

1. ความหนาแน่น (Bulk Density) คือ น้ำหนักของขยะต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร มีประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลในการประเมินมวลรวมและปริมาณของขยะที่จะต้องจัดการ ทั้งนี้เพราะในปัจจุบันการรายงานปริมาณขยะมักจะรายงานผลเป็นรูปมวลอยู่เสมอ การวิเคราะห์ปริมาณในรูปของปริมาตรของขยะ เป็นข้อมูลที่สำคัญในทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการขยะ เช่น

- การเก็บสะสมเพื่อรอการเก็บขน
- การพิจารณาความจำเป็นในการใช้รถเก็บขนที่มีเครื่องบีบอัด
- การคำนวณขนาดและอายุการใช้งานของสถานที่ฝังกลบ (Landfill)
- การคำนวณ และ ความจุของอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้

2. ความชื้น (Moisture Content) มีการรายงาน 2 วิธีด้วยกัน คือ Wet-Weight Method และ Dry-Weight Method แต่วิธี Wet-Weight จะนิยมใช้มากกว่า ซึ่งจะบอกเป็นร้อยละของความชื้นในตัวอย่างเทียบกับน้ำหนักเปียกของตัวอย่าง ตัวแปรที่ทำให้ขยะมีความชื้นมากหรือน้อยได้แก่ องค์ประกอบของขยะ ฤดูกาล ความชื้น และสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในฤดูฝนจะมีความชื้นมาก

3. ขนาดของขยะ และ การกระจายตัวของขนาด (Particle Size and Size Distribution) มีความสำคัญในการพิจารณาเครื่องมือที่ใช้ในการแยกขยะเพื่อนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น Magnetic Separator และ Trommel Screen ขนาดของขยะกำหนดได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$S_c = l \quad \text{.....(2.1)}$$

$$S_c = \left(\frac{l+w}{2}\right) \quad \text{.....(2.2)}$$

$$S_c = \left(\frac{l+w+h}{3}\right) \quad \text{.....(2.3)}$$

$$S_c = (l \times w)^{1/2} \quad \text{.....(2.4)}$$

$$S_c = (l \times w \times h)^{1/3} \quad \text{.....(2.5)}$$

เมื่อ S_c = ขนาดของขยะ

l = ความยาวของขยะ

w = ความกว้างของขยะ

h = ความสูงของขยะ

4. Field Capacity คือ ความชื้นที่สามารถมีอยู่ในตัวขยะ เมื่อปล่อยให้อยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดการเกิดของน้ำชะมูลฝอย(Leachate) ในสถานที่ฝังกลบ น้ำส่วนเกินของ Field Capacity จะถูกปล่อยมาในรูปของน้ำชะมูลฝอย

5. ความสามารถในการดูดซับของขยะในสภาวะที่ถูกบีบอัด (Permeability of Compacted Waste) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญขององค์ประกอบทางด้านกายภาพของขยะที่ใช้ในการควบคุมการไหลของน้ำชะขยะและก๊าซที่เกิดขึ้นในสถานที่ฝังกลบขยะ

2.4.2 ลักษณะทางด้านเคมี ข้อมูลทางด้านนี้จะใช้ในการประเมินวิธีการกำจัด หรือวิธีการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ถ้าขยะเป็นชนิดที่เผาไหม้ได้ และต้องการใช้เป็นเชื้อเพลิง คุณสมบัติที่จำเป็นต้องทราบมีดังนี้

1 Three Components ประกอบด้วย

- ความชื้น (Moisture Content)
- ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Solid) คือ น้ำหนักที่หายไปเมื่อเผาที่ 650°C ใน Muffle Furnance
- เถ้า (Ash Content) คือ น้ำหนักที่เหลือหลังจากการเผาขยะใน Muffle Furnance

2. จุดหลอมละลายของเถ้า (Fusing Point of Ash) คืออุณหภูมิที่เถ้ากลายลักษณะไปเป็นของแข็ง (Clinker) โดยการหลอมละลาย โดยปกติอุณหภูมิของการกลายเป็นของแข็งของเถ้าจะอยู่ในช่วง 1,100° C - 1,200° C

3. Ultimate Analysis โดยทั่ว ๆ ไปจะหาร้อยละของคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และเถ้า แต่เพราะว่ามีการพบการแพร่ของก๊าซที่มีส่วนประกอบของสารประกอบคลอไรด์ในระหว่างการเผาไหม้ ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์หาคลอไรด์รวมเข้าไปด้วย ผลของ Ultimate analysis จะถูกใช้ในการกำหนดลักษณะทางเคมีของสารอินทรีย์ในขยะ นอกจากนี้ยังถูกใช้ในการกำหนดส่วนผสมที่เหมาะสม เพื่อที่จะให้ได้ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดตัวหนึ่งในการพิจารณาว่าขยะจะมีการสลายตัวหรือทำปุ๋ยอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ค่าอัตราส่วน C/N ของขยะยิ่งมาก ปริมาณไนโตรเจนจะเป็นสารอาหารที่จำกัดการเจริญเติบโตกระบวนการจะเกิดขึ้นช้าๆ ถ้าค่า C/N น้อย แสดงว่าเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายน้อย สำหรับไนโตรเจนส่วนเกินจะสลายตัวเป็นแอมโมเนีย ขยะที่จะทำการกำจัดด้วยวิธีการย่อยสลายหรือทำปุ๋ยควรจะมีค่าอัตราส่วน C/N ระหว่าง 20 - 25 (Tchobanoglous , 1993)

4. ค่าความร้อน (Calorific Value) คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะโดยให้สันดาปกับอากาศ โดยปกติแล้วมูลฝอยจะมีน้ำและไฮโดรเจนอยู่ด้วยในรูปขององค์ประกอบทางเคมี ซึ่งไฮโดรเจนนี้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นน้ำขึ้นในเตาเผา จากความจริงดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำและโฮโดรเจนที่มีอยู่ในขยะจะใช้ความร้อนไปในรูปของความร้อนแฝงในขณะที่ทำการเผาไหม้ขยะในเตาเผา ซึ่งทำให้ปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้นั้นลดลง ด้วยเหตุผลดังกล่าวค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ขยะ ซึ่งมีปริมาณน้ำ และ ไฮโดรเจนอยู่ด้วยนี้ จึงถูกเรียกว่า Lower Solid Calorific Value (LSCV)

การหาค่าความร้อนของขยะ โดยส่วนมากจะหาจากการใช้ Bomb Calorimeter ในห้องทดลอง ค่าความร้อนที่ได้จะเป็นค่าความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะแห้งกับออกซิเจนบริสุทธิ์ ซึ่งมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า Dry Solid Calorific Value (DSCV) ส่วนค่าความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะที่ไม่มีความชื้นกับอากาศมีชื่อเรียกว่า Higher Solid Calorific Value (HSCV) สามารถคำนวณได้โดยอาศัยค่าความร้อน DSCV ที่วิเคราะห์ได้ โดยมีความสัมพันธ์กับค่า DSCV ดังนี้

$$HSCV = DSCV \times T/100 \quad \text{.....(2.7)}$$

สำหรับค่าความร้อน LSCV สามารถหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

$$LSCV = HSCV - 6[(9xh)+W] \quad \text{.....(2.8)}$$

เมื่อ h = ปริมาณไฮโดรเจน = V/15

V = ร้อยละของปริมาณสารเผาไหม้ได้

W = ร้อยละของความชื้น

กรณีที่ไม่มี Bomb Calorimeter แต่รู้องค์ประกอบของขยะที่จะสามารถคำนวณหาค่าความร้อนได้ โดยการใช้สูตรของดูลอง (Dulong Formula) ดังนี้

$$Btu/l = 145C + 610\left(H_2 - \frac{1}{8} O_2\right) + 40\,S + 10\,N \quad \text{.....(2.9)}$$

เมื่อ C = คาร์บอน, ร้อยละโดยน้ำหนัก

H_2 = ไฮโดรเจน, ร้อยละโดยน้ำหนัก

O_2 = ออกซิเจน, ร้อยละโดยน้ำหนัก

S = ซัลเฟอร์, ร้อยละโดยน้ำหนัก

N = ไนโตรเจน, ร้อยละโดยน้ำหนัก

ค่าความร้อนในรูปของ Lower Solid Calorific Value นั้นมีประโยชน์ในการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการที่จะกำจัดด้วยวิธีการเผาหรือไม่ ทั้งนี้เพราะขยะที่มีค่าความร้อนต่ำกว่า 800 กิโลแคลลอรี/กิโลกรัมนั้น (สุทิน, 2531) หากจะกำจัดด้วยวิธีการเผาจะต้องใช้เชื้อเพลิงเข้าช่วยในการเผาไหม้ด้วยจะเป็นการสิ้นเปลืองมาก ควรพิจารณาหาวิธีกำจัดด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสมกว่า สำหรับขยะที่สามารถกำจัดด้วยวิธีการเผานั้น ข้อมูลเกี่ยวกับค่าความร้อนจะมีประโยชน์ในการออกแบบเตาเผา และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.5 ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม

ขยะที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของอุตสาหกรรมประเภทนั้น ๆ แหล่งกำเนิดของขยะในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะมาจากกระบวนการผลิต การหีบห่อ และการขนส่ง ตารางที่ 2.2 จะแสดงชนิดของโรงงานอุตสาหกรรมตาม Standard Industrial Classification (SIC CODE) แหล่งกำเนิดของขยะในโรงงานอุตสาหกรรม และชนิดของขยะที่เกิดขึ้น

ในการประเมินปริมาณของขยะที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะประเมินปริมาณของขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมนั้น ๆ เทียบกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น เทียบกับหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น พื้นที่โรงงาน คนงาน จากความสัมพันธ์เหล่านี้ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นจะเป็นข้อมูลที่ดีที่สุด เพราะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันได้ง่าย แต่เนื่องจากเหตุผลทางเรื่องภาษี คู่แข่งทางการค้า จึงทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้รับไม่ตรงกับความเป็นจริงเท่าใดนัก จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ลดความน่าเชื่อถือลง จึงมีผู้ทำการวิจัยบางท่านหันไปใช้เทียบหน่วยกับคนงานต่อปีแทน(สุทิน,2531)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ชนิดของขยะที่เกิดขึ้นตามประเภทของอุตสาหกรรม
(ดัดแปลงจากTchobanoglous, Theisen and Vigil, 1993)

รหัส	การแบ่งกลุ่มตาม SIC	กระบวนการเกิดของขยะ	ขยะที่เกิดขึ้น
19	อาวุธ	การผลิตและการประกอบ	โลหะ พลาสติก ยาง กระดาษ ไม้ ผ้า สารเคมี
20	อาหารและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	กระบวนการผลิต การบรรจุ การขนส่ง	เนื้อ ไขมัน น้ำมัน กระดูก เศษเนื้อเน่า ผัก ผลไม้ ถั่ว และเปลือก
22	ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ	การทอผ้า กระบวนการผลิต การย้อม	ผ้า และ เส้นใย
23	เครื่องประดับ และวัสดุตกแต่ง	การตัด การเย็บ การอัด	ผ้า เส้นใย โลหะ พลาสติก ยาง
24	ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับไม้	โรงเลื่อย การผลิตผลิตภัณฑ์ และภาชนะบรรจุทำด้วยไม้	เศษไม้ ขี้เลื่อย ฝุ่น โลหะ พลาสติก กาว สี
25 a	เฟอร์นิเจอร์ , ไม้	การผลิตเฟอร์นิเจอร์ในบ้านและในสำนักงาน ของใช้ประจำที่ในสำนักงาน ฟูกที่นอน	เหมือนในรหัส 24 เพิ่มเติม ผ้า และเบาะ
25 b	เฟอร์นิเจอร์ , โลหะ	การผลิตเฟอร์นิเจอร์ในบ้านและในสำนักงาน ตู้เก็บของ สปริงที่นอน	โลหะ พลาสติก กระจก ไม้ ยาง เรซิน กาว ผ้า กระดาษ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ชนิดของขยะที่เกิดขึ้นตามประเภทของอุตสาหกรรม

รหัส	การแบ่งกลุ่มตาม SIC	กระบวนการเกิดของขยะ	ขยะที่เกิดขึ้น
26	กระดาษ และ ผลิตภัณฑ์ ที่เกี่ยวข้อง	การผลิตกระดาษ การแปรสภาพกระดาษ การผลิตกล่องกระดาษ และภาชนะกระดาษ	กระดาษ และเส้นใย สารเคมี หมึก กาว เครื่องผูก
27	โรงพิมพ์	การพิมพ์หนังสือพิมพ์ การทำแม่พิมพ์ การเข้าเล่มหนังสือ	กระดาษ กระดาษแข็ง กระดาษพิมพ์ หนังสือพิมพ์ โลหะ สารเคมี ผ้า หมึก กาว
28	เคมี และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	การผลิตสารเคมีอนินทรีย์ (เริ่มตั้งแต่ ยา และสบู่ ถึงสี และน้ำมันเคลือบเงา)	สารเคมีอินทรีย์ และอนินทรีย์ โลหะ พลาสติก ยาง แก้ว น้ำมัน สี สารละลาย สีผง
29	ปิโตรเลี่ยมและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	การผลิตวัสดุทางเดินและหลังคา	แอสฟัลต์ และน้ำมันดิน กระดาษ ใยหิน ผ้า เส้นใย
30	ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับยาง และ พลาสติก	การผลิตผลิตภัณฑ์ยาง และพลาสติก	เศษยาง และ พลาสติก เขม่า สีย้อม
31	หนัง และ ผลิตภัณฑ์หนัง	การฟอกหนัง การผลิตสายพาน และบรรจุภัณฑ์	เศษหนัง สีย้อม น้ำมัน

อัตราการเกิดของขยะและลักษณะทางกายภาพจากอุตสาหกรรมทอผ้า ประกอบรถยนต์ และโรงเลื่อย ในกรุงเทพมหานครที่ศึกษาโดย JICA เมื่อปี 1982 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3 พบว่า อุตสาหกรรมโรงเลื่อยจะมีอัตราการเกิดขยะสูงสุด คือ 3.6 กิโลกรัม/คนงาน.วัน นอกจากนี้ยังมีความหนาแน่นและความชื้นสูงสุดอีกด้วย คือ มีความหนาแน่น 0.3 กิโลกรัม/ลิตร และความชื้นร้อยละ 31..2 นอกจากนี้อัตราการเกิดขยะเมื่อเทียบกับวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และคนงานของ

ตารางที่ 2.3 แสดงอัตราการเกิดขยะของอุตสาหกรรมบางประเภทในเขตกรุงเทพมหานคร (ดัดแปลงจาก JICA,1982)

กลุ่มอุตสาหกรรม	อัตราการเกิดขยะ (กก./คนงาน/วัน)	ความหนาแน่น (กก./ลิตร)	ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
- โรงงานทอผ้า	0.48	0.12	23.60
- โรงงานประกอบรถยนต์	1.47	0.07	21.60
- โรงเลื่อย	3.60	0.30	31.20

ตาราง 2.4 อัตราการเกิดขยะของอุตสาหกรรมบางประเภท (ดัดแปลงจาก Tchobanoglous, Theisen และ Vigil,1993)

โรงงานอุตสาหกรรม	หน่วย	ช่วง (Range)
อาหารบรรจุกระป๋อง หรือ แช่แข็ง	ตัน/ตันของวัตถุดิบ	0.04 - 0.06
โรงพิมพ์	ตัน/ตันของกระดาษ	0.08 - 0.10
ประกอบรถยนต์	ตัน/ตันของจำนวนรถที่ผลิต	0.7 - 0.9
ปิโตรเลียม	ตัน/ตันของคนงาน-วัน	0.04 - 0.05
ยาง	ตัน/ตันของยางดิบ	0.01 - 0.3

2.6 ขยะจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร

ขยะที่เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ขยะจากกระบวนการผลิต ซึ่งจะเป็นพวกเศษวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น เปลือกผลไม้ หรือเป็นสารที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น เช่น ผงฟอกสีจากอุตสาหกรรมน้ำมันพืช และขยะจากการบรรจุได้แก่ พวกเศษกระดาษ พลาสติก ไม้ เศษแก้ว เศษโลหะ ส่วนประกอบเหล่านี้จะแปรผันไปตามชนิดของอุตสาหกรรม สิ่งที่ควรคำนึงถึงเกี่ยวกับขยะจากกระบวนการผลิตที่เป็นเศษวัตถุดิบ คือ การเน่าเสียได้เร็วของขยะเนื่องจากเป็นสารอินทรีย์ที่มีความชื้นสูง จะทำให้เกิดกลิ่นถ้ามีการจัดเก็บไม่ดีพอ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน สำหรับปริมาณของขยะที่เกิดจากอุตสาหกรรมผักผลไม้กระป๋องหรือแช่แข็งจะมีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาล ปริมาณของขยะสูงสุดและต่ำสุดจะมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 (Wilson,1979)

ตัวอย่างปริมาณของผักผลไม้ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและเปลือกผลไม้ที่เกิดจากอุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋องและแช่แข็งในสหรัฐอเมริกาเมื่อปี 1971 โดย Jones ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.5 ซึ่งจากตารางจะเห็นว่าข้าวโพดและแครอทจะมีส่วนที่ทิ้งมากที่สุดในกลุ่มผักและผลไม้ คือ มีส่วนทิ้งประมาณร้อยละ 65.3 และ 50.7 ตามลำดับ ส่วนผลไม้นั้นสับปะรดจะมีส่วนที่ทิ้งมากที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 44.4 ของน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอาหารบรรจุกระป๋องและแช่แข็งซึ่งจะมีอัตราการเกิดของขยะอยู่ในช่วง 0.04-0.06 ตัน/ตันวัตถุดิบ (Tchonobaglous,1993) จะเห็นว่ามีการเกิดขยะที่สูงกว่ามาก เนื่องจากพวกอาหารบรรจุกระป๋องนั้นขยะที่เกิดขึ้นจะเป็นพวกบรรจุภัณฑ์ ส่วนพวกเนื้อสัตว์จะนำไปทำเป็นอาหารสัตว์หรือทำเป็นประโยชน์ด้านอื่นได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.5 ปริมาณเศษผัก เปลือกผลไม้ จากอุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋อง และแช่แข็ง (ดัดแปลงจาก Jones, 1973)

	วัตถุดิบ ตัน	เศษผัก ผลไม้ ทิ้ง	
		กก./ตันวัตถุดิบ	ตัน
ผลไม้			
แอปเปิล	1,050,000	276	290,000
แอปปิคอท	120,000	133	16,000
เชอร์รี่	190,000	137	26,000
มะนาว	7,800,000	395	3,080,000
ลูกท้อ	1,100,000	264	290,000
ลูกแพร์	410,000	341	140,000
สับปะรด	900,000	444	400,000
ผลไม้อื่น ๆ	460,000	-	70,000
ผัก			
หน่อไม้ฝรั่ง	120,000	350	42,000
แครอท	280,000	507	142,000
ข้าวโพด	2,480,000	653	1,620,000
ถั่วลันเตา	580,000	128	74,000
ฟักทอง	220,000	250	55,000
กระหล่ำปลี	230,000	330	76,000
มะเขือเทศ	5,000,000	80	400,000
มันฝรั่ง	2,400,000	379	910,000
ผักอื่น ๆ	1,400,000	-	460,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

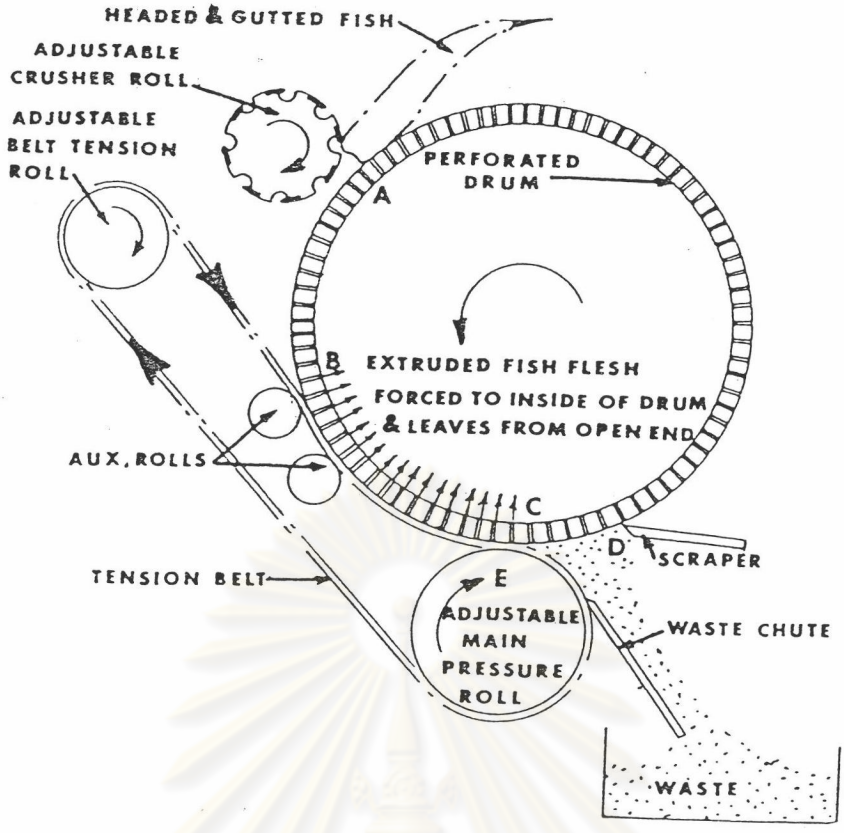
2.7 การศึกษาการนำขยะจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารมาใช้ประโยชน์

การนำขยะจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารมาใช้ประโยชน์นั้น มีการศึกษาวิธีการต่างๆ มากมาย แต่ก็ยังประสบปัญหาไม่สามารถลงทุนทำเป็นอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากจำนวนขยะที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีจำนวนไม่แน่นอน หรือมีจำนวนไม่เพียงพอ ตลาดของสินค้ายังไม่เป็นที่ยอมรับ และทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อสินค้าเหล่านี้ จึงทำให้ผลการศึกษาต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษาไว้ยังไม่ปรากฏเป็นอุตสาหกรรมขึ้นมา

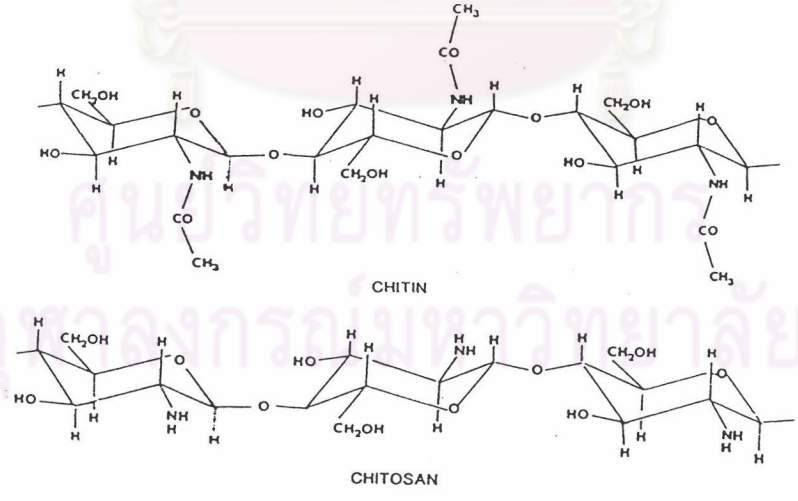
อุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเล ได้มีการนำเอาเศษเนื้อสัตว์ที่เหลือจากกระบวนการผลิตไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่ามากกว่าที่จะนำไปทำให้แห้งแล้วนำไปเป็นอาหารสัตว์ เช่น ทำโปรตีนจากปลา (Fish Protein Concentrate, FPC), ปลาบดซึ่งสามารถแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ ได้มากมายโดยอุปกรณ์ที่ใช้แยกเนื้อปลาออกจากกระดูก (Deboner) แสดงได้ดังรูป 2.2, โปรตีนไฮโดรไลเซทที่สามารถใช้เป็นอาหารทดแทนนมในสัตว์ที่กำลังหย่านม ทำอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อจุลชีพและสามารถทำปฏิกิริยาพลาสติก เพื่อสร้างโปรตีนสายยาว , Liquified Fish ซึ่งเก็บรักษาได้นาน และใช้เป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่า ส่วนเปลือกของสัตว์ในกลุ่มคริสเตเชี่ยนสามารถเปลี่ยนไคตินในเปลือกที่เป็นสารไม่มีประโยชน์มาเป็นไคโตเซนหรืออนุพันธุ์ของไคติน ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย (Green and Mattick, 1979), ทำปุ๋ยโดยใช้เศษปลา เปลือกของสัตว์พวกครัสเตเชี่ยน และถ่านหินผสมกัน (Mathur et al., 1988)

อุตสาหกรรม ผัก ผลไม้มีกระป๋อง ขยะส่วนมากจะเป็นพวกเปลือก กิ่ง ก้าน และส่วนที่ใช้ไม่ได้ ขยะพวกนี้จะมีประมาณ 25-35% ของวัตถุดิบ ส่วนมากจะขายไปเป็นอาหารสัตว์ ขยะส่วนที่เหลือจากการขายก็จะต้องนำไปทิ้ง โดยการนำไปทิ้งในสถานที่กลบฝัง หรือนำไปทิ้งยังฟาร์มต่างๆ เพื่อเป็นตัวปรับสภาพดินตามแต่เจ้าของฟาร์มจะต้องการ (Hamza, 1987) มีการทดลองใช้ต้นมอลต์ ส่าเหล้า ทดแทนกากถั่ว และกากแอปเปิ้ลแทนข้าวโพดเลี้ยงวัว พบว่าสามารถทดแทนกันได้ (Narang and Lal, 1985) มีการทดลองนำเอาเศษผัก ผลไม้ มาทำการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ (Lane, 1984) เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัด และนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์

กลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่มีปัญหา เกี่ยวกับขยะที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และยังหาวิธีกำจัดไม่ได้ คือ อุตสาหกรรมน้ำมันพืชเนื่องจากขยะที่เกิดขึ้นคือ ผงฟอกสีที่ใช้แล้ว (Spent Earth) ซึ่งใช้ในกระบวนการฟอกสี และกำจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากน้ำมันพืช จึงได้มีการวิจัยเพื่อที่จะนำผงฟอกสีที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ เพื่อแก้ปัญหาการกำจัดผงฟอกสีที่เกิดขึ้น ซึ่งผลการวิจัยวิธีการนำผงฟอกสีกลับมาใช้ใหม่ ทำได้โดยใช้ไอความร้อน (Pollard, Sollars and Perry, 1993 อ้าง



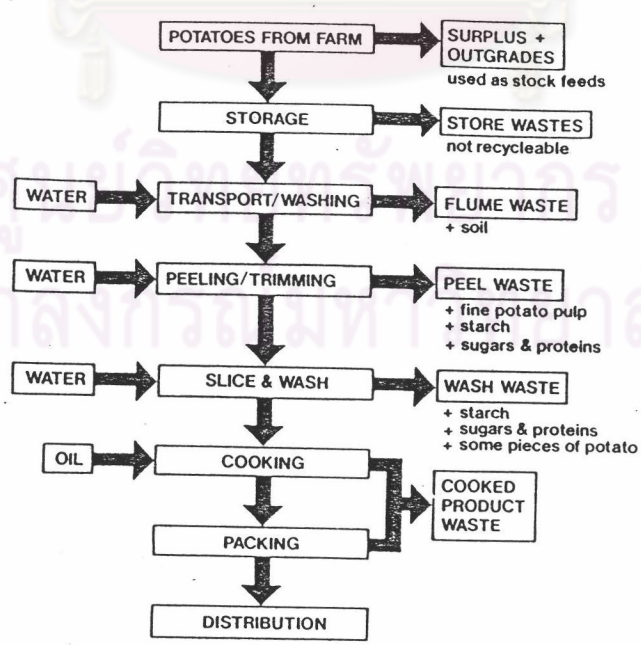
รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของ Deboner (John, 1979)



รูปที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของไคตินและไคโตเซน (John, 1979)

ถึง Penninger, 1979), ใช้ความเป็นด่าง (Pollard et al,1993 อ้างจาก Smith et al.,1977) ใช้ตัวทำละลายสกัด (Pollard et al., 1993 อ้างจาก Orth, 1980; Ong & Sinkel dam, 1983.; Kheoh, 1986) วิธี Wet Oxidation ของน้ำมันที่ถูกดูดซับ (Pollard et al,1993 อ้างจากKalam & Joshi,1988 a,b) วิธีใช้ความร้อน (Pollard et al., 1993 อ้างจาก Bahi & Dayal, 1977) และวิธีซิงค์คลอไรด์แอคติเวทเตท (Pollard et al., 1993 อ้างจาก Pollard et al, 1990 ; 1992) นอกจากนี้ผงฟอกสียังถูกเสนอให้ใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริม (Pollard et al.,1993 อ้างจาก McDermott, 1982; Daido, 1987) ผสมในอาหารของไก่ (Pollard et al., 1993 อ้างจาก Blair et al., 1986) และผสมในอาหารของสุกร (Hertrampf, 1991 อ้างจาก Tmenor and Dzaguror, 1978; Colling et al., 1980)

อุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว (SNACK) ขยะที่สำคัญที่เกิดขึ้น คือ พวกเปลือกของพืช ผัก ที่ใช้ทำขนม เช่น มันฝรั่ง และวัสดุหีบห่อที่เกิดจากการบรรจุ สำหรับในอุตสาหกรรมผลิตมันฝรั่งทอดกรอบ กระบวนการผลิตและการเกิดขยะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4 เศษเปลือกที่เกิดจากการปลอก และเศษมันฝรั่งที่เกิดจากการตัดแต่งจะมีประมาณ 6 และ 4.5% ตามลำดับ พวกเปลือก และเศษมันฝรั่งนี้จะถูกนำไปขายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ Fallow และ Wheelock ได้เสนอวิธีนำของเสียจากอุตสาหกรรมผลิตมันฝรั่งทอดกรอบกลับมาใช้ประโยชน์ไว้หลายวิธี คือ การนำแป้งของมันฝรั่งที่สูญเสียไปกับการล้างมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Starch Recovery) , การนำโปรตีนกลับมาใช้ใหม่ (Protein Recovery) , ผลิตแก๊สมีเทน, และผลิตแอลกอฮอล์ แต่วิธีเหล่านี้ก็ยังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาในห้องทดลองเท่านั้น



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตมันฝรั่งทอดกรอบและการเกิดขยะ (Pollard et al., 1993)

อุตสาหกรรมเกี่ยวกับน้ำนม ในอังกฤษจากการที่มีกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวดขึ้น ทำให้ทางโรงงานอุตสาหกรรมต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียที่ออกจากโรงงานมากขึ้น จึงได้มีการหาวิธีการที่จะลดการบำบัดของเสียเหล่านั้น โดยการพยายามที่จะนำเอาส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้จากของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เพื่อลดปริมาณของเสียที่จะต้องบำบัดก่อนที่จะปล่อยสู่ระบบบำบัดของส่วนกลางต่อไป วิธีการที่ทางโรงงานพยายามลดของเสียที่ต้องบำบัดได้แก่ รวบรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตไปเก็บไว้ในบ่อเลี้ยงปลา เพื่อให้พืชที่เป็นอาหารของปลาเจริญเติบโตแล้วจึงนำพืชนี้ไปเลี้ยงปลา การสกัดนำเอาไขมันจากนมกลับมาใช้ใหม่ โดยวิธีการ Iron Exchange (Fallows and Wheelock, 1982) แต่อย่างไรก็ตามวิธีการเหล่านี้ก็ยังเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ เนื่องจากการลงทุนไม่คุ้มกับรายได้ที่เกิดจากของเสียที่นำมาใช้ประโยชน์

อุตสาหกรรมเกี่ยวกับการฆ่าและชำแหละสัตว์ ในอุตสาหกรรมประเภทนี้จะมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากในการล้างชิ้นส่วนของสัตว์ที่ถูกชำแหละ จึงทำให้เกิดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก จึงได้มีการเสนอให้มีการสกัดเอาโปรตีนจากน้ำเสียออกมา เพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ ในการสกัดโปรตีนนี้จะทำให้สามารถลดค่า BOD ลงไปได้ประมาณ 75% รวมทั้งเชื้อจุลชีพลงด้วย นอกจากนี้ยังมีการที่จะนำน้ำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตใหม่ (Fallows and Wheelock, 1982 อ้างถึง Hopwood, 1979) แต่ก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ เพราะเกรงว่าจะมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคในกระบวนการผลิต

2.8 กลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารในประเทศไทย

ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ได้จัดแบ่งหมวดหมู่โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยออกเป็น 104 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม โดยจำแนกลักษณะโรงงานออกเป็น 3 จำพวก คือ

1. โรงงานจำพวกที่ 1 ได้แก่ โรงงานที่มีเครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 20 คน สามารถที่จะประกอบกิจการโรงงานได้ทันที ตามความประสงค์ของผู้ประกอบกิจการโรงงาน

2. โรงงานจำพวกที่ 2 ได้แก่ โรงงานที่มีเครื่องจักไม่เกิน 50 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 50 คน เมื่อจะประกอบกิจการโรงงานต้องแจ้งให้ผู้อนุญาตทราบก่อน

3. โรงงานจำพวกที่ 3 ได้แก่ โรงงานที่มีเครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า หรือ คนงานเกิน 50 คน การตั้งโรงงานจะต้องได้รับใบอนุญาตก่อนจึงจะดำเนินการได้ หรือเมื่อมีประกาศของรัฐมนตรีตามมาตรา 32(1) ให้โรงงานที่กำหนดในประกาศดังกล่าวเป็นโรงงานจำพวกที่ 3 ด้วย

หอสมุดกลาง ฉลาย้นวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่จัดแบ่งตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 นั้น จะอยู่ในลำดับที่ 4 จนถึงลำดับที่ 13 รวม 10 ลำดับด้วยกันดังนี้

1. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

2. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำนมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

3. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

4. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำมันจากพืช หรือสัตว์ หรือไขมันอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

5. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผัก พืช หรือผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

6. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืช หรือหัวพืชอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

7. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

8. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำตาล ซึ่งทำจากอ้อย พืช หรือพืชที่ให้ความหวานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

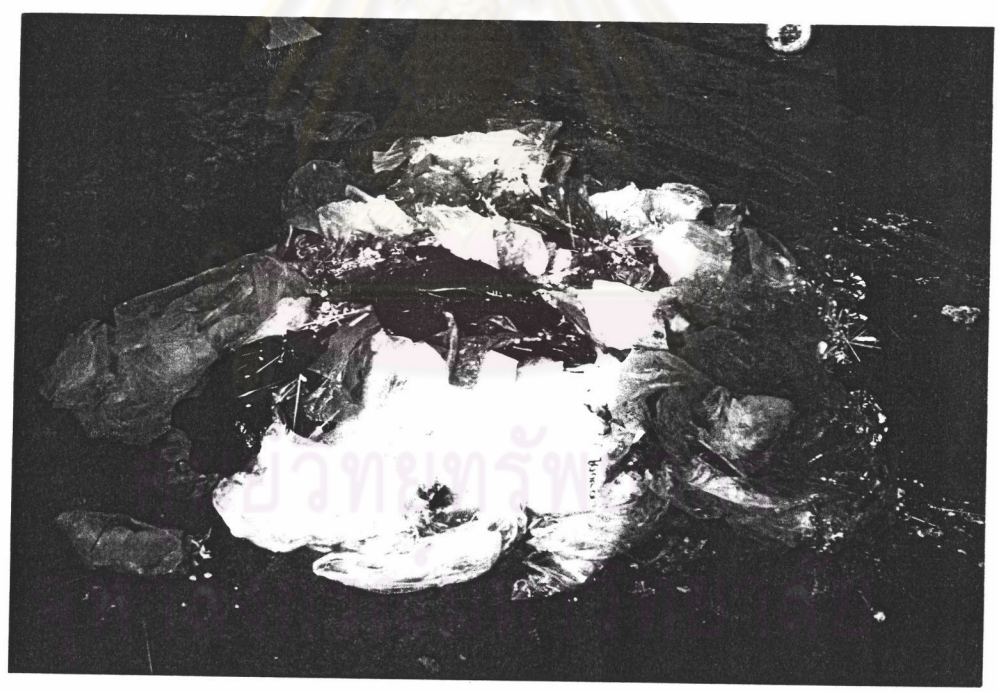
9. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับชา กาแฟ โกโก้ ชอคโคแลต หรือขนมหวานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

10. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุง หรือเครื่องประกอบอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

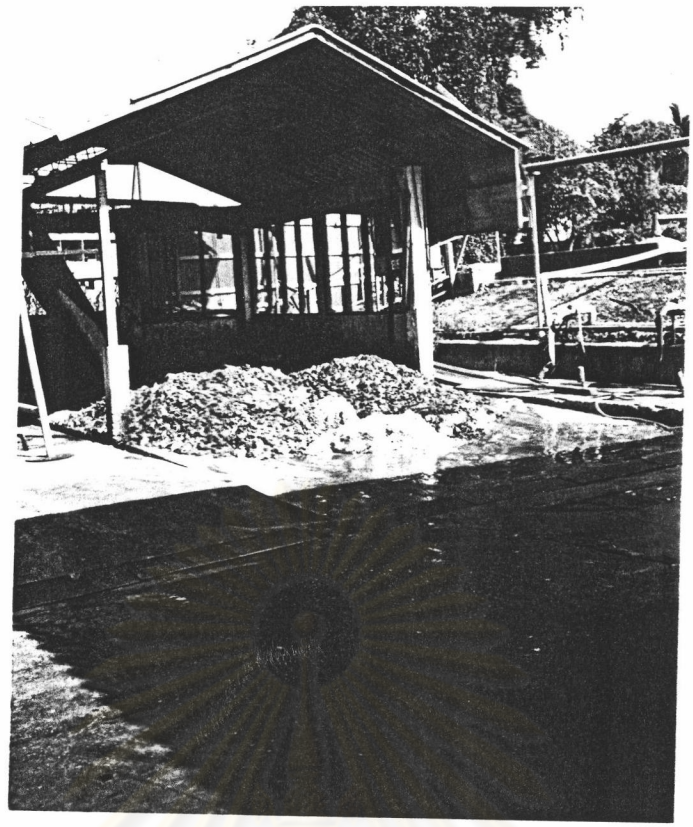
จากสถิติโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2538 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุญาตให้ก่อตั้งในประเทศไทยมีจำนวนทั้งสิ้น 103,751 โรงงาน แบ่งเป็นเขตกรุงเทพมหานคร 23,436 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 22.59 และส่วนภูมิภาค 80,315 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 77.41 ในจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้จะมีจำนวนอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารอยู่จำนวน 8,213 โรงงาน (ไม่รวมโรงสีข้าว 44,473 โรงงาน) คิดเป็นร้อยละ 7.92 ของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด ส่วนมากโรงงานเหล่านี้จะอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ซึ่งได้แก่ จังหวัด นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม สมุทรปราการ และสมุทรสาคร คือ มีอยู่จำนวน 1,773 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 21.59 (ไม่รวมโรงสีข้าว) ของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทั้งหมด

2.9 ลักษณะและการจัดการขยะของอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารในประเทศไทย

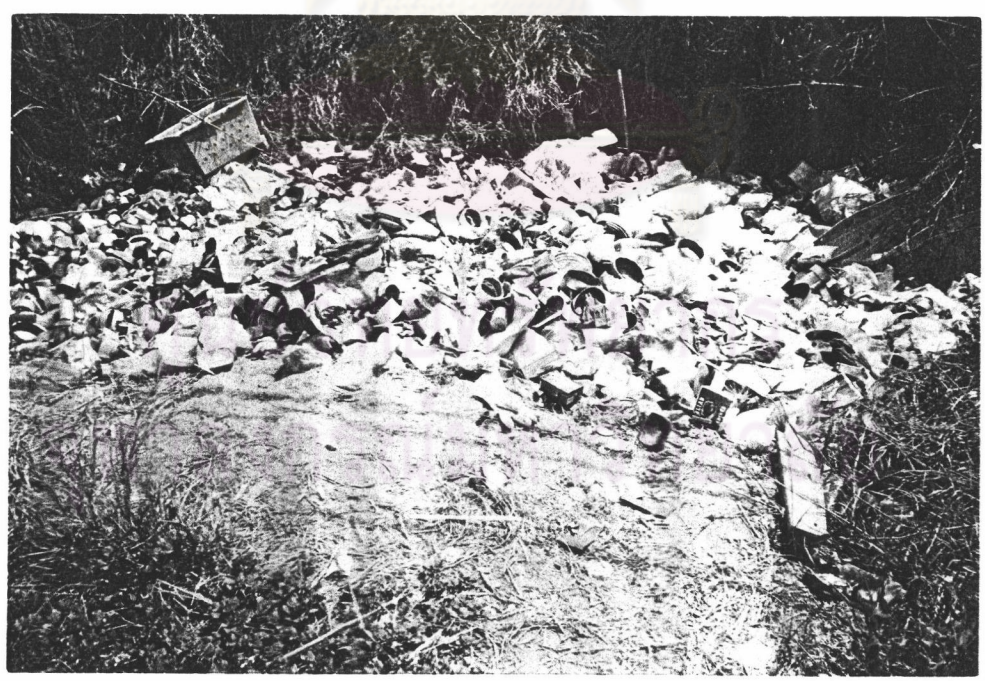
ลักษณะและการจัดการขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร จะแตกต่างกันไปตามชนิดของอุตสาหกรรมและตามพื้นที่ที่โรงงานอุตสาหกรรมนั้นตั้งอยู่ ทางโรงงานอุตสาหกรรมจะพยายามขายขยะส่วนที่ขายได้ให้มากที่สุด เนื่องจากขยะก็คือต้นทุนชนิดหนึ่งของโรงงาน โดยขยะส่วนที่สามารถขายได้ก็จะเก็บไว้ขายให้กับพ่อค้ารับซื้อของเก่า เช่น กล่องกระดาษ กระป๋องโลหะ ถุงกระดาษใส่วัตถุดิบ ส่วนขยะที่ขายไม่ได้ก็จะกำจัดทิ้งไป โดยจะใช้วิธีเผากลางแจ้ง เผาในเตาเผา จ้างเอกชนขนไปทิ้ง หรือให้เทศบาลขนไปกำจัด ตามแต่วิธีไหนจะสะดวกกว่ากัน ซึ่งตัวอย่างชนิดของขยะที่เกิดขึ้น และการจัดการสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.5 - 2.12



รูปที่ 2.5 ลักษณะของขยะจากอุตสหากรรมการฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก



รูปที่ 2.6 เศษก้างปลาจะถูกเก็บรวบรวมไว้เพื่อจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์



รูปที่ 2.7 การนำขยะมากลบฝังในบริเวณโรงงานของอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋อง หรือแช่แข็ง

รูปที่ 2.8 การเก็บรวบรวมขยะที่สามารถขายได้โดยเอกชนที่เปิดรับบริการทิ้งขยะ

รูปที่ 2.9 ผงฟอกสีจากอุตสาหกรรมการน้ำมันพืชนำมาทิ้งในบริเวณโรงงาน

รูปที่ 2.10 กระป๋องที่เสียจากการบรรจุจะถูกอัดเป็นก้อนเพื่อรอจำหน่าย ของอุตสาหกรรมผักผลไม้กระป๋อง

รูปที่ 2.11 กล่องกระดาษและแกนกระดาษจะถูกรวบรวมเพื่อรอการจำหน่าย

รูปที่ 2.12 จุดรับกากซอสเพื่อนำไปกำจัด

2.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการเกิด และลักษณะของขยะอุตสาหกรรม

ปัจจัยที่ทำให้ชนิดและปริมาณของขยะที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงสามารถสรุปได้ดังนี้ (สุทิน,2531)

1. ชนิด และขนาดของอุตสาหกรรม
2. เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต
3. กิจกรรมการส่งเสริมการลดขยะ หรือนำขยะมาใช้ใหม่
4. ต้นทุนของวัตถุดิบ
5. การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ
6. อุปนิสัยของคนงาน
7. ฤดูกาล
8. พฤติกรรมในการบริโภคสินค้าของชุมชน
9. รูปแบบของการดำรงชีวิต
10. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.11 วิธีการประเมินปริมาณ และลักษณะของขยะอุตสาหกรรม

การประเมินปริมาณและลักษณะของขยะสามารถกระทำได้ 2 วิธีด้วยกัน(สุทิน,2531) ดังนี้

2.11.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลจากแหล่งกำเนิดขยะโดยตรง

2.11.2 การสำรวจและเก็บข้อมูลจากขยะที่ถูกนำมาทิ้งยังสถานที่กำจัด

ซึ่งแต่ละวิธีจะมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.11.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลจากแหล่งกำเนิดขยะโดยตรงด้วยวิธีนี้ ผู้ศึกษาจะต้องทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการเกิด และลักษณะของขยะจากแหล่งกำเนิดขยะทุกชนิดในพื้นที่ ซึ่งอาจทำได้โดยการชักตัวอย่างด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่สามารถเป็นตัวแทนแหล่งกำเนิดขยะต่าง ๆ เหล่านั้น จะเห็นได้ว่าการศึกษาด้วยวิธีนี้ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องใช้เวลา ค่าใช้จ่าย กำลังคน ความร่วมมือจากโรงงานอุตสาหกรรม และความรู้ความเข้าใจขั้นตอนของการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.) การคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการศึกษาดำเนินการ

2.) การจัดเตรียมกำหนดการของการศึกษาที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความผันแปรของปริมาณ และลักษณะของขยะในช่วงเวลาต่าง ๆ ของปีด้วย

3.) การเก็บตัวอย่างขยะที่เกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้ ซึ่งในการนี้ต้องใช้อุปกรณ์ ที่เหมาะสม และ การประชาสัมพันธ์ที่ดี เพื่อให้ได้รับความร่วมมือ และการปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักวิชาการจากการสุ่มตัวอย่าง

4.) การวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งเก็บมาได้ทั้งปริมาณ และลักษณะของขยะ

ข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยวิธีนี้ จะมีความแม่นยำ และมีรายละเอียดที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการขยะได้มาก ที่สำคัญที่สุด คือเป็นการให้ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับปริมาณขยะบางชนิด ซึ่งต้องการการจัดการเป็นพิเศษ เช่น พวกขยะที่มีอันตราย เป็นต้น ซึ่งมีการศึกษาด้วย วิธีอื่นอาจจะไม่ได้ข้อมูลดังกล่าวนี้

2.11.2 การสำรวจและเก็บข้อมูลจากขยะที่ถูกนำมาทิ้งยังสถานที่กำจัด วิธีการนี้ทำได้ โดยบันทึกมวล และปริมาตรรวมทั้งการชักตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ลักษณะขยะที่ถูกนำมายังสถานที่กำจัด โดยรถยนต์เก็บขนขยะของเทศบาล (หรืออาจจะมีของเอกชน) ในแต่ละเที่ยวตลอดช่วงเวลาของการศึกษาเก็บข้อมูลที่กำหนดไว้

จะเห็นได้ว่าปริมาณของขยะที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาในลักษณะนี้ จะเป็นปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น และถูกเก็บขนมาจากพื้นที่ ซึ่งได้รับบริการเก็บขนขยะจากเทศบาลเท่านั้น ซึ่งพื้นที่ที่ได้รับบริการเก็บขนนี้อาจจะเท่ากับ หรือน้อยกว่าพื้นที่ทั้งหมดของเทศบาลก็ได้

การประเมินปริมาณของขยะด้วยวิธีนี้เปรียบเทียบแล้ว ทำได้ง่ายกว่าแต่ความแม่นยำ และรายละเอียดของข้อมูลน้อยกว่าวิธีการสำรวจ และเก็บข้อมูลจากแหล่งกำเนิดขยะโดยตรง สิ่งที่จำเป็นสำหรับการศึกษาด้วยวิธีนี้ คือเครื่องชั่ง ซึ่งอาจเป็นแบบชั่งทั้งคันรถ หรือเครื่องชั่งแบบทีละเพลา (ซึ่งให้ความแม่นยำน้อยลงไปแต่ก็อยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้) และจะต้องได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี จากพนักงานประจำรถยนต์เก็บขนขยะ วิธีที่ดีแล้วควรทำการศึกษาโดยที่พนักงานเหล่านั้นไม่รู้ตัว เพราะมิฉะนั้นแล้ว จะมีแนวโน้มที่ว่าพนักงานเก็บขนจะพยายามเก็บ และอัดขยะเข้าไว้ในรถยนต์เก็บขนมากเกินกว่าสภาวะตามปกติเสมอ และเนื่องจากว่า โดยทั่วไปแล้วปริมาณการเกิดของขยะในพื้นที่ศึกษานั้น นิยมรายงานผลเป็นปริมาณต่อช่วงเวลา 1 ปี ดังนั้น เพื่อให้ข้อมูล ซึ่งได้จากการศึกษาสามารถเป็นตัวแทนของสภาวะที่เป็นจริงได้ ข้อเสนอแนะต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติตามคือ

- จัดให้มีการสำรวจ โดยชักตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง/ปี ทั้งนี้เพื่อให้กรอบคลุมถึงความผันแปรของปริมาณการเกิดขยะที่เกิดจากฤดูกาลทั้ง 3 ของปี
- ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งควรทำไม้น้อยกว่า 14 วัน อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมถึงความผันแปรของปริมาณการเกิดขยะในแต่ละวันของสัปดาห์ด้วย

2.12 การศึกษาที่ผ่านมา

Karlsson (1980) ได้ศึกษาจำนวนองค์ประกอบของขยะจากภาคอุตสาหกรรมในกรุงสต๊อคโฮล์มที่ได้ศึกษาไว้โดย VBB ในปี 1976 และได้ศึกษาเพิ่มเติมในปี 1978 เพื่อศึกษาวิธีที่จะนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ และความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่าขยะจากอุตสาหกรรมในกรุงสต๊อกโฮล์มมีอัตราการเกิดเท่ากับ 38.07กก./คน/ปี โดยองค์ประกอบหลักของขยะเหล่านี้จะมีไม้เป็นองค์ประกอบหลักมากสุด คือมีอยู่ร้อยละ 41.22 รองลงมาคือกระดาษซึ่งมีอยู่ร้อยละ 21.20 และการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้เป็นอุตสาหกรรมเนื่องจากตลาดสินค้าประเภทนี้ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายแต่อย่างไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การนำพลังงานของขยะกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของขยะที่ให้พลังงาน (Refuse-Derived Fuel) สามารถเป็นไปได้ ซึ่งมีผลทำให้มีความต้องการใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันน้อยลง

JICA (1982) ได้ทำรายงาน "Kingdom of Thailand The Bangkok Solid Waste Management study" ทำการศึกษาขยะที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครในปี 1979-1981 โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะจัดทำแผนการจัดการขยะที่เกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาขยะที่เกิดจากอุตสาหกรรมทอผ้า ประกอบรถยนต์ และโรงเลื่อย พบว่าขยะจากอุตสาหกรรมเหล่านี้จะมีอัตราการเกิดเท่ากับ 0.48 กก./คน/วัน, 1.47 กก./คน/วัน และ 3.6 กก./คน/วัน โดยขยะจากกลุ่มอุตสาหกรรมทอผ้าจะมีเศษผ้าเป็นองค์ประกอบมากสุด คือมีอยู่ร้อยละ 81.7 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือกระดาษ และกาว ซึ่งมีอยู่ร้อยละ 5.7 และ 5.2 ตามลำดับ อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์จะมีกระดาษเป็นองค์ประกอบสูงสุดคือร้อยละ 42 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือพลาสติกซึ่งมีอยู่ร้อยละ 18.2 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนอุตสาหกรรมโรงเลื่อยจะมีเศษขี้เลื่อยเป็นองค์ประกอบสูงสุดคือมีอยู่ร้อยละ 86.5 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือกาวซึ่งมีอยู่ร้อยละ 11.6 ของน้ำหนักแห้ง

กองจัดการสารอันตราย และกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ (2536) ได้ทำรายงาน "การศึกษาสำรวจการใช้ประโยชน์ของเสีย และการลดปริมาณของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล" โดยการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (เดิม) ในระหว่างปี 2533-2534 โดยพิจารณาคัดเลือกโรงงานในเครือของสภาอุตสากรรมแห่งประเทศไทยเป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีจำนวน 848 โรงงานแล้วทำการสุ่มทำตัวอย่างโรงงานดังกล่าวจำนวน 81 แห่ง และได้แบ่งประเภทโรงงานอุตสากรรมเป็น 15 ประเภท ผลการศึกษาพบว่ามีอัตราการเกิดของขยะรวม 168.41 ตัน/เดือน/โรงงาน และมีการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ 147.87 ตัน/เดือน/โรงงาน หรือคิดเป็นปริมาณของเสียรวมที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 87.81 ของปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น