

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลจากการสำรวจขยะที่เกิดจากกระบวนการผลิต เพื่อศึกษาอัตราการเกิดขยะ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร 10 กลุ่ม คือ กลุ่มอุตสาหกรรมการฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก อุตสาหกรรมน้ำมัน อุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง อุตสาหกรรมน้ำมันพืช อุตสาหกรรมผักผลไม้กระป๋อง อุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป อุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร อุตสาหกรรมไอศกรีม อุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว (SNACK) และอุตสาหกรรมน้ำตาลกลูโคสเหลว ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จะแสดงผลการสำรวจและวิเคราะห์ผลแบ่งตามประเภทอุตสาหกรรมดังนี้

4.1 กลุ่มอุตสาหกรรมการฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ทำการสำรวจเป็นโรงงานฆ่าและชำแหละไก่ 3 โรงงาน โรงงานฆ่าและชำแหละเป็ด 1 โรงงาน และโรงงานฆ่าเป็ดไม่ชำแหละ เพื่อนำไปทำเป็ดย่าง 1 โรงงาน โดยขั้นตอนของกระบวนการผลิตและการเกิดขยะ เริ่มจากการเชือดเปิดหรือไก่ ซึ่งเลือดที่เกิดขึ้นจะขายให้แก่บุคคลภายนอก ถ้าเหลือจากการขายทางโรงงานฆ่าและชำแหละไก่จะนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ หลังจากนั้นเป็ดไก่จะถูกนำไปถอนขน โดยขนไก่ทางโรงงานจะมีโรงอบแล้วป็นให้ละเอียดเพื่อนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ ส่วนขนเป็ดนั้นจะตากแห้งแล้วนำไปขายเพื่อทำเป็นเสื่อกันหนาว หลังจากผ่านการถอนขนก็เข้าสู่การชำแหละ ที่กระบวนการนี้สัตว์ปีกจะถูกชำแหละแยกเป็นชิ้นส่วนต่างๆและถูกบรรจุใส่ถุงพลาสติก เพื่อส่งในระหว่างกระบวนการชำแหละ ในอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละไก่ จะมีชิ้นส่วนบางชนิดถูกนำไปเสียบไม้เพื่อให้ลูกค้านำไปย่างหรือปิ้งรับประทานเอง จึงเกิดขยะพวกถุงพลาสติกที่ใช้ใส่ชิ้นส่วนในระหว่างกระบวนการผลิต เศษกระดาษ ฉลาก เศษฟองน้ำที่ใช้ทำความสะอาดโต๊ะทำงาน เศษไม้เสียบเนื้อไก่ เกิดขึ้นมา ส่วนพวกไส้ หัว และโครงที่เกิดขึ้นจะมีบุคคลภายนอกมารับซื้อไปเป็นอาหารสัตว์ เมื่อผ่านการชำแหละแล้วเนื้อสัตว์จะถูกบรรจุใส่ถุงพลาสติกก่อนส่งเข้าห้องเย็นเพื่อแช่แข็ง ในกระบวนการนี้จะเกิดขยะขึ้นมาอีกจุดหนึ่งคือ ถุงพลาสติก เศษกระดาษ และสายรัดกล่อง ที่เกิดจากการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่องกระดาษเพื่อส่งจำหน่ายหรือเปลี่ยนถ่ายบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด พวกกล่องกระดาษที่เสียจากส่วนนี้ทางโรงงานจะเก็บไว้ขาย ซึ่งขั้นตอนกระบวนการผลิตและการเกิดขยะตามที่กล่าวสามารถ

แสดงได้ดังรูปที่ ง.1 ภาคผนวก ง ส่วนผลจากการสำรวจปริมาณและลักษณะขยะ สามารถสรุป อัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ ได้ดังนี้

4.1.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลของการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่าอัตราการเกิดของขยะ เมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคาร โรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ มีค่า อัตราการเกิดของขยะเฉลี่ยเท่ากับ 0.460 กก./คนงาน, 0.066 กก./ตร.ม., 0.004 กก./กก.วัตถุดิบ และ 0.006 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตาม ตาราง ก.1 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.1 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยง เบน	ส.ป.ส ความ แปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	0.460	0.170	1.241	0.395	0.859	0.242	0.678
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.066	0.018	0.154	0.037	0.559	0.046	0.086
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.004	0.002	0.010	0.003	0.765	0.002	0.006
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.006	0.002	0.012	0.004	0.598	0.004	0.008

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนซึ่งเป็นค่าที่บอกการกระจายตัวของข้อมูลจากค่าอัตราการเกิดเฉลี่ยของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคาร โรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.859 , 0.559 , 0.765 และ 0.598 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน อัตราการเกิดของขยะเมื่อคิดความสัมพันธ์กับพื้นที่อาคาร โรงงาน และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยที่สุด จากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดขยะเมื่อเทียบกับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ควรจะมีค่าใกล้เคียงกัน เพราะสัดส่วนระหว่างวัตถุดิบที่เข้ากระบวนการและผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงซึ่งกันและกัน แต่ผลจากการสำรวจพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอุตสาหกรรมที่เข้าการสำรวจนั้นมีทั้งการชำแหละไก่และเป็ด ซึ่งจะทำให้ค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ต่างกัน จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้งสองต่างกันด้วยแต่แตกต่างกันไม่มากนัก ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์จะมีค่าน้อยเนื่องจากขยะส่วน

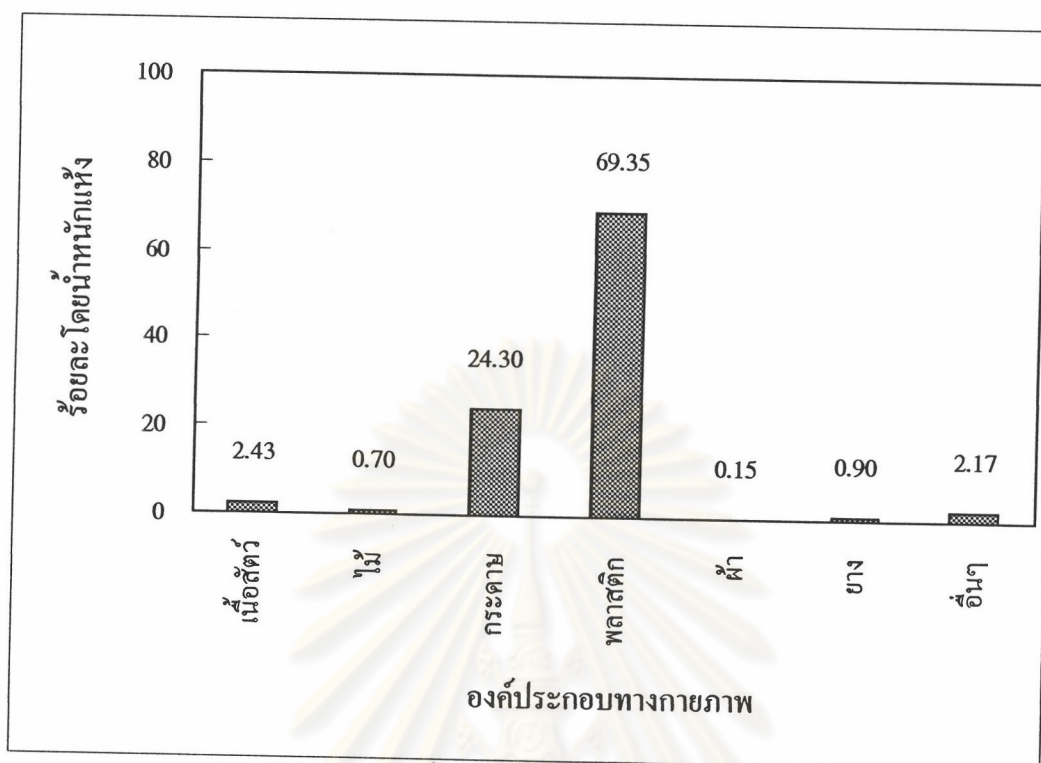
ใหญ่ของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้คือถุงพลาสติกและเศษกระดาษที่เกิดจากกระบวนการชำแหละ ขยะที่เกิดขึ้นจึงแปรผันตามผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น(ต้องผ่านกระบวนการชำแหละมากขึ้น) เพราะต้องใช้ถุงพลาสติกในการบรรจุผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเบื้องต้น จึงเห็นสมควรเลือกใช้อัตราการเกิดของขยะเทียบกับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนไม่ต่างกันมากเป็นค่าที่ใช้ในการออกแบบระบบจัดการขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ คือมีค่าเท่ากับ 0.004 กก./กก.วัตถุดิบ หรือร้อยละ 0.4 ของน้ำหนักวัตถุดิบ และ 0.006 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ หรือร้อยละ 0.6 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ เป็นค่าที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

จากตัวอย่างขยะที่เก็บมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพจากโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มนี้โดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะพบว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้คือพลาสติก ซึ่งเกิดจากการบรรจุชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการผลิตและรองลงมาคือเศษกระดาษ โดยเมื่อคิดเป็นสัดส่วนแล้วพบว่า มีพลาสติกอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 69.35 ของน้ำหนักแห้ง และกระดาษอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 24.30 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนองค์ประกอบอื่นๆเช่น เศษไม้ที่เสียบผลิตภัณฑ์ เศษผ้าและถุงมือยางของคนงาน จะมีสัดส่วนโดยเฉลี่ยเพียงเล็กน้อยไม่ถึงร้อยละ 1 ในแต่ละองค์ประกอบ ส่วนเศษเนื้อสัตว์ของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้จะหายไปเป็นอาหารสัตว์ ยกเว้นโรงงานฆ่าเป็ดบางโรงที่มีกำลังการผลิตไม่สูงนักและอยู่ไกลจากบ่อเลี้ยงปลาจึงมีขยะเป็นพวกหนังเท้าเป็ดทิ้งออกมาเป็นจำนวนมากจึงทำให้มีค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.43 ของน้ำหนักแห้งของขยะ ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข. 1 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เป็นผลมาจากกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละโรงงาน ถ้าเป็นโรงงานฆ่าและชำแหละไก่จะมีเศษไม้ที่ใช้เสียบผลิตภัณฑ์ปนออกมา โรงฆ่าและชำแหละเป็ดจะมีส่วนที่เป็นกาวที่ใช้ฉอนขนเป็ดปนออกมาและจะไม่มีเศษไม้ที่ใช้เสียบผลิตภัณฑ์ ส่วนโรงฆ่าเป็ดแต่ไม่ชำแหละจะมีถุงพลาสติกเป็นองค์ประกอบของขยะไม่มากนัก

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมนมและชำแหละสัตว์ปีก

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	0.00	0.00	0.00	0.00
- เนื้อสัตว์	2.43	0.00	100.00	45.20
- ผลไม้	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	0.70	0.00	1.84	0.75
- กระดาษ (Paper)	24.30	3.64	46.15	17.41
- พลาสติก (Plastic)	69.35	53.33	90.54	33.87
- ผ้า (Cloth)	0.15	0.00	1.84	0.48
- ยาง (Rubber)	0.90	0.00	11.11	4.15
- อื่นๆ (Miscellaneous)	2.17	0.00	21.87	9.19
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.00	0.00	0.00	0.00
- ขวดแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.00	0.00	0.00	0.00



รูป 4.1 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรม การฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปได้ดัง ตารางที่ 4.3 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ค.)

ผลจากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าขยะส่วนใหญ่เป็นพลาสติกและเศษกระดาษ จึงทำให้มีความหนาแน่นต่ำโดยมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 77.84 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ร้อยละของเถ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.49 มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนและค่าความร้อน LSCV สูง คือ มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 86.35 และ 5,447.07 แคลลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนค่าต่ำสุดของ C/N และ LSCV เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ทิ้งหนังหุ้มเท้าเปิดเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่าขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ สามารถเลือกการจัดการกำจัดโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะซึ่งมีค่าใช้จ่ายถูกหรือการเผาในเตาเผาแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งของเอกชนหรือเผากลางแจ้งภายในบริเวณโรงงาน เนื่องจากค่าความร้อน LSCV สูงถึง 5,447.07 แคลลอรี่/กรัม และมีปริมาณเถ้าเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 1.49 (ค่าในการออกแบบ : ค่าความร้อน LSCV มากกว่า 800 แคลลอรี่/กรัม , ปริมาณเถ้าน้อยกว่าร้อยละ 15) ส่วนการทำปุ๋ยนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบส่วนมาก และมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงถึง 86.35 (ค่าในการออกแบบ : อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับทำปุ๋ย = 20-25)

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละ สัตว์ปีก

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	77.84	54.00	114.00	19.94
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	37.38	23.08	78.74	18.24
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	61.13	20.15	74.77	17.89
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	1.49	0.41	2.47	0.66
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.45	0.07	12.76	5.40
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	38.99	6.78	68.75	25.46
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	86.35	5.12	829.29	206.24
ค่าความร้อน(cal/g)				
-DSCV	8,938.96	5,197.75	9,903.40	1,966.09
-HSCV	5,886.12	1,200.76	7,603.58	2,457.71
-LSCV	5,447.07	655.78	7,195.94	2,652.12

เนื่องจากขยะส่วนใหญ่เป็นพวกพลาสติกที่เกิดจากการบรรจุชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการชำแหละ ทำให้ขยะที่เกิดขึ้นไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เนื่องจากเปียกน้ำและเป็นไขมันสัตว์ สำหรับแนวทางลดปริมาณพลาสติกที่เกิดขึ้น ควรที่จะใช้ถุงพลาสติกใส่ชิ้นส่วน ซ้ำจนกว่าถุงพลาสติกจะใช้ไม่ได้แทนการใช้ถุงพลาสติกใส่ชิ้นส่วนเพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง ส่วนเศษกระดาษซึ่งมีองค์ประกอบรองลงมาควรจะมีการแยกขยะก่อนทิ้งรวมมากับถุงพลาสติก เพื่อนำไปขายอันจะเป็นการลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น

4.2 อุตสาหกรรมนํ้านม

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมนํ้านม 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่าง โรงงานที่ทำการสำรวจเป็นโรงงานที่ผลิตนมข้นหวาน นมสดยูเอชที และโยเกิร์ต 1 โรงงาน ผลิต นมสดยูเอชทีและพาสเจอร์ไรส์ 1 โรงงาน ผลิตเฉพาะนมสดพาสเจอร์ไรส์ 1 โรงงาน ผลิตนมข้น หวานและนมสดยูเอชที 1 โรงงาน และผลิตนมสดพาสเจอร์ไรส์และโยเกิร์ต 1 โรงงาน โดยขั้น ตอนการผลิตและเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เริ่มจากกระบวนการนำวัตถุดิบมาผสมกันใน กระบวนการผลิต ซึ่งจะมีถุงพลาสติกที่ใส่ผลไม้เชื่อมและถุงพลาสติกที่สกปรกทั้งออกมา ส่วนถุง กระจายใส่นมผง (Skim Milk) หรือถัง Butter Oil ทางโรงงานจะเก็บไว้ขาย เมื่อเป็นผลิตภัณฑ์ แล้วจะนำมาบรรจุใส่กล่องกระจายหรือกระป๋องแล้วแต่ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ทางโรงงานใช้ ใน กระบวนการนี้ก็จะเกิดขยะพวกกล่องกระจาย กล่องนมยูเอชที ซองนมพลาสติกเกิดขึ้น ส่วนกระป๋อง โลหะทางโรงงานจะเก็บขาย ขยะจะเกิดขึ้นมากช่วงเริ่มเดินเครื่องจักร หรือเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ เนื่อง จากความร้อนที่ใช้ในการผึ่งยังไม่ถึงอุณหภูมิที่กำหนด หลังการบรรจุผลิตภัณฑ์นมเหล่านี้จะถูก ส่งไปเก็บและตรวจสอบคุณภาพ ถ้าพบนมที่ไม่ได้คุณภาพหรือมีเชื้อโรคปนเปื้อน นมเหล่านี้จะถูก ทำลายโดยทิ้งปนไปกับขยะจำพวกบรรจุภัณฑ์หรือแยกนํ้านมทิ้งในระบบบำบัด ทำให้มีขยะที่เป็น บรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น นอกจากนี้บางโรงงานมีการส่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุกลับเข้ามา ทำลายภายในโรงงานโดยวิธีเช่นเดียวกับนมที่ไม่ได้คุณภาพ จึงเป็นจุดที่เกิดขยะอีกจุดหนึ่ง ขึ้น ตอนกระบวนการผลิตและการเกิดขยะตามที่กล่าวดังแสดงในรูปที่ ง.2 ภาคผนวก ง. ผลการ สํารวจปริมาณและลักษณะขยะสามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีได้ดังนี้

4.2.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลจากการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่าอัตราการ เกิดของขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และ ผลิตภัณฑ์ มีค่าอัตราการเกิดของขยะเฉลี่ยเท่ากับ 6.036 กก./คนงาน , 0.403 กก./ตร.ม., 0.017 กก./กก.วัตถุดิบ และ 0.011 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.4 (รายละเอียดแต่ละ โรงงานตามตาราง ก.2 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.4 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมนํ้านม

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยง เบน	ส.ป.ส ความ แปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
						จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	6.036
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.403	0.043	1.150	0.351	0.869	0.210	0.597
จำนวนขยะต่อวัตตุดิบ(กก./กก.)	0.017	0.001	0.077	0.025	1.418	0.004	0.031
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.011	0.001	0.043	0.013	1.274	0.003	0.018

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นค่าที่บอถึงการกระจายตัวของข้อมูลจากค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตตุดิบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 1.113 , 0.869 , 1.418 และ 1.274 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ จะพบว่ามีค่าสูง(ค่าโดยทั่วไป 0.1 - 0.6, Tchonobaglou, 1993) เนื่องจากวิธีการกำจัดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพของแต่ละโรงงานมีวิธีการที่แตกต่างกันจึงทำให้น้ำหนักขยะที่ทิ้งในแต่ละวันมีความแปรปรวนสูงจึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงตามไปด้วย จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเมื่อเทียบกับวัตตุดิบจะมีค่าสูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 1.418 เนื่องจากความแตกต่างของวัตตุดิบที่ใช้ บางโรงงานใช้นมสดเป็นวัตตุดิบ บางโรงงานใช้นมผง(Skim Milk)เป็นวัตตุดิบ ซึ่งวัตตุดิบทั้งสองเมื่อเทียบกับน้ำหนักแล้วจะมีความแตกต่างกันมาก จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จะมีค่าสูงรองลงมาจากวัตตุดิบ เนื่องจากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในแต่ละโรงงาน จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนข้างต้น จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้รับมีการกระจายตัวสูงมาก จึงควรมีการศึกษาและเก็บตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าลดต่ำลงมาจนสามารถเลือกอัตราการเกิดขยะเทียบกับตัวแปรใดได้

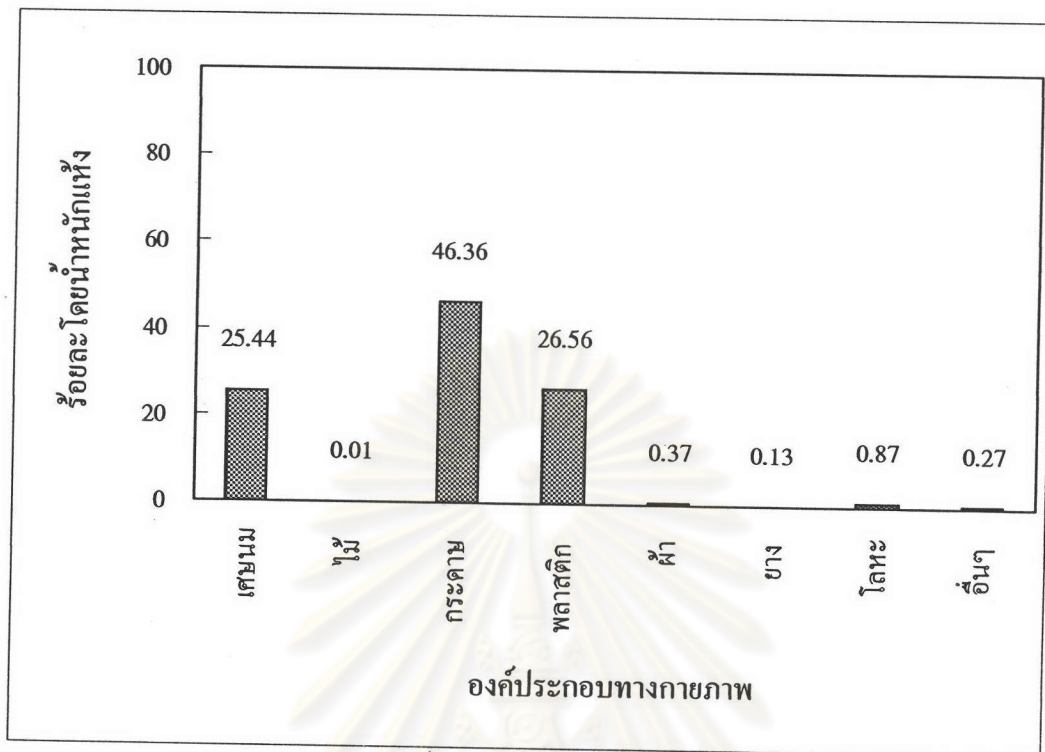
อย่างไรก็ตามผู้ศึกษาเห็นว่า หากจะนำไปใช้ในการคาดการณ์ปริมาณขยะ ขอเสนอให้เลือกใช้อัตราการเกิดขยะเทียบกับวัตตุดิบและผลิตภัณฑ์ แม้จะมีความแปรปรวนสูงสุดก็ตาม เพราะขยะมักจะเกิดขึ้นตามปริมาณของวัตตุดิบและผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.017 กก./กก.วัตตุดิบหรือร้อยละ 1.7 ของน้ำหนักวัตตุดิบและ 0.011 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ หรือร้อยละ 1.1 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เป็นค่าที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น

4.2.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

จากตัวอย่างขยะที่เก็บมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพจากโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ โดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะพบว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของกลุ่มนี้คือกระดาษ ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยเมื่อคิดเป็นสัดส่วนแล้วพบว่ามีการคายอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 46.36 ของน้ำหนักแห้ง พลาสติกโดยเฉลี่ยร้อยละ 26.56 ของน้ำหนักแห้งและเศษนมอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 25.44 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.2 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.2 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เป็นผลมาจากการใช้ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และวิธีการกำจัดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพในแต่ละโรงงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของลักษณะทางกายภาพและเคมีด้วย

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมน้านม

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	0.00	0.00	0.00	0.00
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- เศษนม	25.44	0.00	40.32	20.99
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	0.01	0.00	2.38	0.76
- กระดาษ (Paper)	46.36	22.84	76.10	16.32
- พลาสติก (Plastic)	26.56	12.79	76.79	23.34
- ผ้า (Cloth)	0.37	0.00	5.83	1.65
- ยาง (Rubber)	0.13	0.00	1.29	0.33
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.87	0.00	3.21	1.04
- ขวดแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.27	0.00	2.42	0.63
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.00	0.00	0.00	0.00



รูป 4.2 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรม
น้ำมัน

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปได้ดัง
ตารางที่ 4.6 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ค.)

ผลจากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ซึ่งเป็นพวกบรรจุภัณฑ์ที่
เป็นพลาสติกและกระดาษและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ จะมีความหนาแน่นเฉลี่ย 246.21
กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 49.14 สาเหตุที่ทำให้ความหนาแน่นและ
ความชื้นของขยะมีค่าสูง เพราะมีการทิ้งผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพลงไปในขยะที่ให้ทางเทศบาลขน
ไปกำจัด ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนจะมีค่าสูงคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.80 มีค่า
ความร้อนLSCVโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3,105.34 แคลลอรี่/กรัมและร้อยละของเถ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.05
ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่าขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถกำจัดโดยวิธีการฝัง
กลบอย่างถูกสุขลักษณะซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ถูกหรือเผาในเตาเผาแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งของเอก
ชนหรือเผากลางแจ้งภายในบริเวณโรงงาน เนื่องจากค่าความร้อนLSCVสูงถึง 3,105.34 แคลลอรี่/
กรัม และมีปริมาณเถ้าเกิดขึ้นร้อยละ 4.05 (ค่าในการออกแบบ : ค่าความร้อนLSCV มากกว่า 800

แคลลอรี่/กรัม , ปริมาณได้น้อยกว่าร้อยละ 15) ส่วนการทำปฏิกิริยานั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบส่วนมาก อีกทั้งกล่องกระดาษนมยูเอชทีที่มีฟอล์ยอยู่ภายใน เมื่อนำไปทำปฏิกิริยาจะเป็นวัตถุที่สลายตัวยาก และยังมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงถึง 68.80 (ค่าในการออกแบบ : อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับทำปฏิกิริยา เท่ากับ 20-25)

ตาราง 4.6 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมัน

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	246.21	36.50	409.00	156.97
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	49.14	7.83	64.60	22.10
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	46.81	33.47	84.06	20.59
ร้อยละของปริมาณได้น้ำ(โดยน้ำหนักเปียก)	4.05	0.86	8.11	2.46
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.61	0.14	1.20	0.40
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	41.87	2.21	67.31	22.27
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	68.80	8.88	305.95	115.08
ค่าความร้อน(cal/g)				
-DSCV	6,721.85	5,294.10	10,179.00	1,768.83
-HSCV	3,556.46	1,874.11	8,410.24	2,251.99
-LSCV	3,105.34	1,366.02	8,047.02	2,282.10

เนื่องจากขยะส่วนใหญ่เป็นกระดาษกล่องนมที่มีฟอล์ยอยู่ภายในและพลาสติก การที่จะนำขยะพวกนี้กลับมาใช้ใหม่ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการใดที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงต้องหาวิธีลดปริมาณขยะเหล่านี้ โดยควบคุมเครื่องจักรในการบรรจุให้อยู่ในสภาพดี เพราะเครื่องจักรในการบรรจุจะเดินเครื่องด้วยความเร็วสูง ขยะจึงเกิดได้รวดเร็วมาก

4.3 อุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลและบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็งจำนวน 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ทำการสำรวจเป็นโรงงานผลิตสัตว์น้ำทะเลแช่แข็ง 1 โรงงาน โรงงานผลิตปลากระป๋องในซอสมะเขือเทศ 1 โรงงาน และโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง 3 โรงงาน โดยขั้นตอนกระบวนการผลิตและเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เริ่มต้นนำวัตถุดิบพวกเนื้อสัตว์น้ำทะเลหรือผักในกรณีที่ผลิตภัณฑ์นั้นมีการผสมผักลงไปมาตัดแต่ง ขั้นตอนนี้จะมิใช่เป็นถุงพลาสติกใส่วัตถุดิบหรือผักเกิดขึ้น เมื่อวัตถุดิบผ่านการชำแหละหรือตัดแต่งจะมีเศษเนื้อและเศษก้างปลาเกิดขึ้น ซึ่งทางโรงงานจะเก็บไว้ขายเพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนเศษผักหรือวัตถุดิบที่ไม่สามารถขายได้จะทิ้งเป็นขยะออกมา พวกเนื้อสัตว์และวัตถุดิบที่ผ่านการตัดแต่งเรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่กระบวนการผลิตและบรรจุ โดยในกระบวนการนี้จะมีการเกิดขยะพวกกระป๋องบรรจุ เศษเนื้อสัตว์ เศษกระดวย พลาสติก เศษถุงมือยางของคนงานออกมา ขั้นตอนกระบวนการผลิตและการเกิดขยะตามที่กล่าวข้างแสดงตามรูปที่ ง.3 ภาคผนวก ง. ผลการสำรวจปริมาณและลักษณะขยะ สามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะกายภาพและเคมีของขยะได้ดังนี้

4.3.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลจากการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่า อัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ มีค่าอัตราการเกิดของขยะเฉลี่ยเท่ากับ 0.539 กก./คนงาน, 0.067 กก./ตร.ม., 0.017 กก./กก.วัตถุดิบ และ 0.019 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.7 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.3 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.7 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน	ส.ป.ส ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	0.539	0.054	1.902	0.528	0.980	0.247	0.831
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.067	0.001	0.204	0.060	0.893	0.034	0.100
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.017	0.001	0.057	0.019	1.117	0.006	0.027
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.019	0.000	0.082	0.026	1.339	0.005	0.034

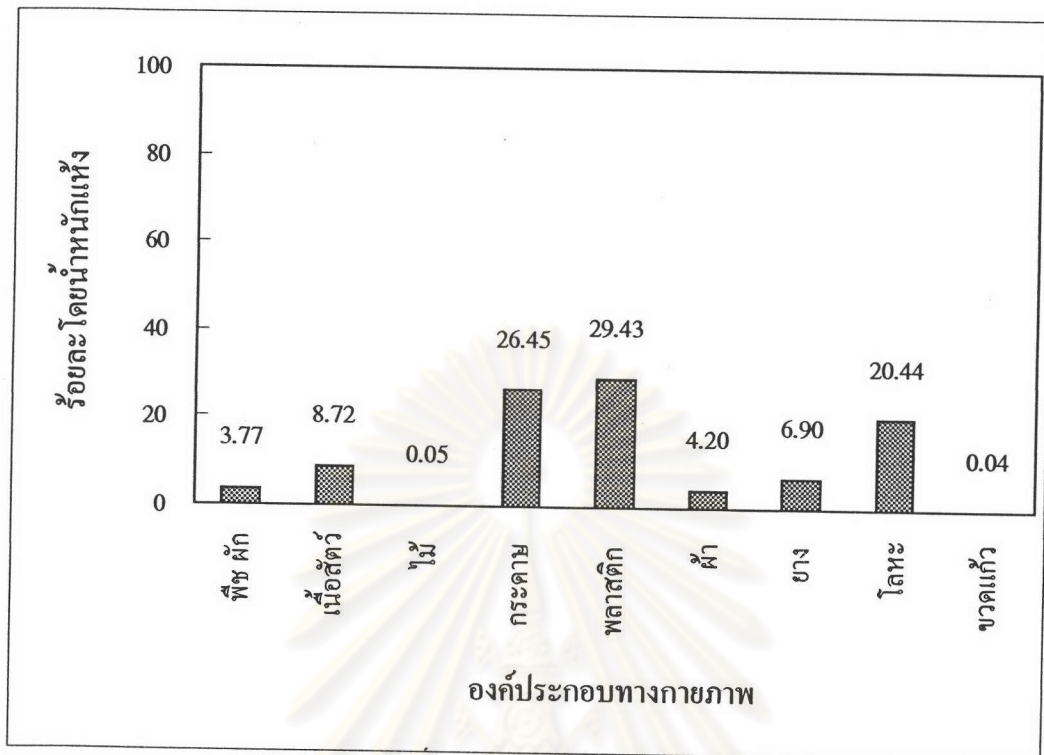
เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นค่าที่บอกรถึงการกระจายตัวของข้อมูลจากค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุขิ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.980 , 0.893 , 1.117 และ 1.339 ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมัน จากการมีผลิตภัณฑ์หลายชนิดและมีการใช้วัตถุขิที่แตกต่างกันมากเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดขยะในอุตสาหกรรมกลุ่มนี้มีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวสูงมาก จึงควรมีการเก็บตัวอย่างข้อมูลเพิ่มเติมให้ทราบการกระจายตัวของข้อมูลที่แท้จริง เพื่อที่จะสามารถใช้ค่าอัตราการเกิดขยะเทียบกับตัวแปรใดได้ถูกต้อง แต่เนื่องจากขยะที่เกิดขึ้นมักจะแปรตามจำนวนวัตถุขิที่ใช้หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และจากเหตุผลเช่นเดียวกับกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมัน จึงเลือกใช้อัตราการเกิดขยะเทียบกับวัตถุขิและผลิตภัณฑ์ซึ่งมีค่าอัตราการเกิดเท่ากับ 0.017 กก./กก.วัตถุขิหรือร้อยละ 1.7 ของน้ำหนักวัตถุขิ และ 0.019กก./กก.ผลิตภัณฑ์หรือร้อยละ 1.9 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ เป็นค่าที่ใช้ในการคาดการณ์ของขยะในอุตสาหกรรมกลุ่มนี้

4.3.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

จากตัวอย่างขยะที่เก็บมาวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางกายภาพจากโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ โดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะพบว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของกลุ่มนี้คือ พลาสติก กระดาษ และกระป๋องโลหะ ซึ่งมีสัดส่วนโดยน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกัน คือมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 29.43, 26.45 และ 20.44 ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.3 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.3 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เป็นผลมาจากการเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุชนิดของวัตถุขิที่ใช้ และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	3.77	0.00	10.96	4.35
- เนื้อสัตว์	8.72	1.86	32.64	10.65
- ผลไม้	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	0.05	0.00	2.05	0.54
- กระดาษ (Paper)	26.45	2.01	49.78	11.13
- พลาสติก (Plastic)	29.43	5.48	39.65	12.03
- ผ้า (Cloth)	4.20	0.00	28.57	7.64
- ยาง (Rubber)	6.90	0.00	15.56	5.70
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	20.44	0.00	89.72	29.80
- ขวดแก้ว	0.04	0.00	1.10	0.29
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.00	0.00	0.00	0.00



รูป 4.3 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.9 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ก.)

ผลจากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้จะมีความหนาแน่นต่ำคือมีค่าเฉลี่ยที่ 83.61 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นผลมาจากพลาสติกและกระดาษซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 29.39 เนื่องจากมีเศษผัก เศษเนื้อสัตว์ และกระป๋องที่มีความชื้นสูง ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.30 มีค่าความร้อน LSCV โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4,332.31 แคลลอรี่/กรัมและร้อยละของเถ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่าขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ สามารถเลือกการกำจัดโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะหรือเผาในเตาเผาแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งของเอกชนหรือเผากลางแจ้งภายในบริเวณโรงงาน เนื่องจากค่าความร้อน LSCV สูงถึง 4,332.31 แคลลอรี่/กรัม และมีปริมาณเถ้าเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 4.80 ส่วนการทำปุ๋ยนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบส่วนมาก และมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงถึง 82.30

ตาราง 4.9 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทะเลบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	83.61	63.00	135.00	27.85
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	29.39	0.00	51.86	16.74
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	65.81	35.57	93.10	17.58
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	4.80	2.93	15.31	4.28
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.49	0.21	1.87	0.51
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	40.04	23.63	70.20	12.18
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	82.30	23.30	228.62	49.70
ค่าความร้อน(cal/g)				
-DSCV	6,815.05	5,914.85	7,959.90	572.68
-HSCV	4,747.93	3,087.80	7,959.90	1,409.97
-LSCV	4,332.31	2,648.58	7,624.74	1,458.73

จากการที่ขยะส่วนใหญ่เป็น พลาสติก กระดาษ และกระป๋องโลหะ จึงควรมีการแยกประเภทของขยะพวกเศษกระดาษ และกระป๋องโลหะ ออกจากพวกพลาสติก เนื่องจากขยะพวกเศษกระดาษและกระป๋องโลหะ สามารถนำไปขายได้และยังเป็นการลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 อุตสาหกรรมน้ำมันพืช

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันพืช 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ทำการสำรวจเป็นโรงงานที่ทำน้ำมันพืชดิบให้บริสุทธิพร้อมทั้งบรรจุขวด หรือ ปีบ 4 โรงงาน และโรงงานที่ทำการบรรจุน้ำมันพืชอย่างเดียว 1 โรงงาน ขั้นตอนกระบวนการผลิต และเกิดขยะเริ่มจากการนำน้ำมันดิบที่ส่งมาจากทางภาคใต้หรือจากต่างประเทศมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยการกำจัดสี กลิ่น และกรดไขมันบางตัวที่ไม่ต้องการ กระบวนการนี้จำเป็นต้องใช้ผงฟอกสีในการกำจัดสีและสิ่งปลอมปน โดยใช้ในอัตราส่วนประมาณ ร้อยละ 0.6-1.0 ของน้ำหนักน้ำมันพืชดิบ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันพืชดิบ (Hertrampf,1991) จึงเกิดขยะพวกผงฟอกสีที่ใช้แล้วเป็นส่วนใหญ่ คือ คิดเป็นร้อยละ 95-100 ของปริมาณขยะที่เกิดจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ เมื่อน้ำมันพืชผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์แล้วจะเก็บในถังเก็บรอการบรรจุ ในกระบวนการบรรจุจะมีขยะเกิดขึ้น ได้แก่ พวกเศษกระดาษฉลากเสีย แกนเทพปิดกล่อง ถุงมือผ้า เศษผ้า ส่วนขวดพลาสติกที่ชำรุดทางโรงงานจะรวบรวมไว้ขายให้แก่บริษัททำเม็ดพลาสติกต่อไป ซึ่งขั้นตอนกระบวนการผลิตและการเกิดขยะตามที่กล่าว แสดงตามรูปที่ ๖.4 ภาคผนวก ๖. ส่วนผลการสำรวจปริมาณและลักษณะของขยะสามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะได้ดังนี้

4.4.1 อัตราการเกิดของขยะ

จากผลจากการสำรวจปริมาณขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่าอัตราการเกิดขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน วัตถุประสงค์และผลิตภัณฑ์ มีค่าอัตราการเกิดขยะเฉลี่ยเท่ากับ 18.643กก./คนงาน, 1.545 กก./ตร.ม., 0.023 กก./กก.วัตถุประสงค์ และ 0.034 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.10 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.6 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.10 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันพืช

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 12*	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยง เบน	ส.ป.ส ความ แปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	18.643	5.904	34.091	10.990	0.589	11.254	26.032
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	1.545	0.428	2.769	0.935	0.605	0.917	2.174
จำนวนขยะต่อวัตถุประสงค์(กก./กก.)	0.023	0.018	0.031	0.005	0.205	0.020	0.027
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.034	0.027	0.041	0.005	0.156	0.031	0.038

* เนื่องจากขยะส่วนใหญ่คือผงฟอกสี ซึ่งมี 4 โรงงานที่ใช้ผงฟอกสีในการทำให้น้ำมันพืชบริสุทธิ์ อีก 1 โรงงานไม่ใช้เพราะบรรจุขวดอย่างเดียว

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดขยะ เมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุขี้ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.589 , 0.605 , 0.205 และ 0.156 ตามลำดับ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตถุขี้และผลิตภัณฑ์จะมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับตัวแปรอีก 2 ตัว เนื่องจากขยะที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้คือผงฟอกสีที่ใช้ทำน้ำมันพืชดิบให้บริสุทธิ์ ซึ่งมีอัตราการใช้เป็นสัดส่วนโดยตรงตามปริมาณของน้ำมันพืชดิบที่เข้ากระบวนการและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น การเลือกใช้ค่าอัตราการเกิดขยะจึงควรเลือกใช้อัตราการเกิดเมื่อคิดความสัมพันธ์เทียบกับวัตถุขี้และผลิตภัณฑ์ คือมีค่าเท่ากับ 0.023กก./กก.วัตถุขี้ หรือร้อยละ 2.3 ของน้ำหนักวัตถุขี้ และ 0.034 กก./กก.ผลิตภัณฑ์หรือร้อยละ 3.4 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ตามลำดับตามเหตุผลที่กล่าวข้างต้น

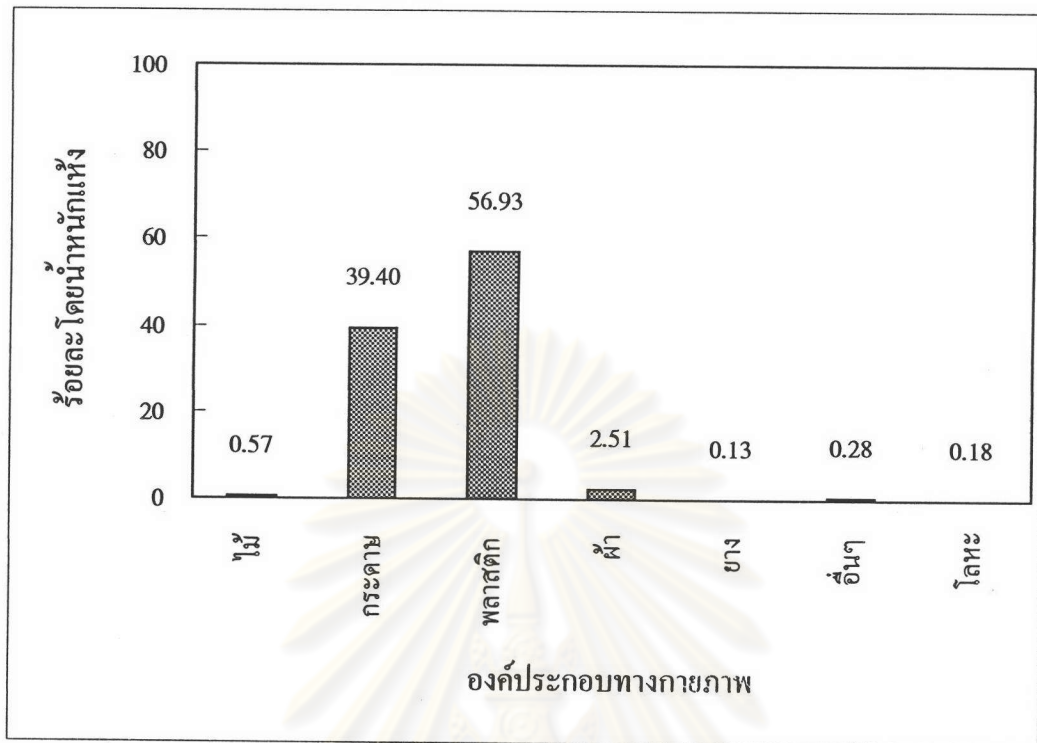
4.4.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

จากตัวอย่างขยะที่เกิดจากกระบวนการบรรจุที่เก็บมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพจากโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ โดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะพบว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของขยะจากการบรรจุจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้คือ พลาสติก ซึ่งเป็นพวกเชือกฟาง สายคาด พลาสติก ถุงพลาสติก และฝาจุกที่ชำรุด โดยมีสัดส่วนอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 56.93 โดยน้ำหนักแห้งสำหรับขยะจำพวกกระดาษเป็นพวกฉลากที่เสีย แกนเทพที่ใช้ปิดกล่อง และกล่องที่ใส่น้ำมันจนไม่สามารถขายได้ ซึ่งมีอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 39.40 โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนองค์ประกอบอื่นๆจะมีอยู่ไม่มากนัก ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.4 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.4 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนของชนิดและปริมาณของขยะจากการบรรจุเป็นผลมาจากเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุและชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันพืช

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	0.00	0.00	0.00	0.00
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- ผลไม้	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	0.57	0.00	12.72	4.61
- กระดาษ (Paper)	39.40	24.59	85.00	27.34
- พลาสติก (Plastic)	56.93	13.64	75.41	33.68
- ผ้า (Cloth)	2.51	0.00	7.05	2.81
- ยาง (Rubber)	0.13	0.00	4.65	1.42
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.28	0.00	3.51	0.91
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.18	0.00	2.24	0.58
- ขวดแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.00	0.00	0.00	0.00



รูป 4.4 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันพืช

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.12 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ก.)

ผลจากตารางจะแยกลักษณะของขยะเป็น 2 ชนิดคือ

1. ขยะจากการบรรจุ ตามตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าขยะจากการบรรจุจะมีความหนาแน่น และความชื้นต่ำ คือมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 44.38 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 4.93 เนื่องจากองค์ประกอบเป็นพลาสติกและเศษกระดาศ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนและค่าความร้อน LSCV มีค่าสูงโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 277.14 และ 6710.29 แคลลอรี่/กรัม ตามลำดับ มีร้อยละของเถ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.54 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่า ขยะจากการบรรจุนี้สามารถกำจัดโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะหรือวิธีการเผาในเตาเผาแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งของเอกชน เนื่องจากค่าความร้อน LSCV สูงเพียงพอที่จะกำจัดโดยวิธีการเผาได้ และจากการที่องค์ประกอบส่วนมากเป็นพลาสติก และค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน สูงจึงไม่เหมาะสมที่จะพิจารณาทำปุ๋ย

2. ผงฟอกสี จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าผงฟอกสีจะมีความหนาแน่น เฉลี่ยเท่ากับ 871.10 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีความชื้นเฉลี่ยเพียงร้อยละ 3.94 เนื่องจากผงฟอกสีที่ใช้แล้วจะดูดซับน้ำมันพืชไว้บางส่วน ส่วนปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาจะมีปริมาณสูงคือมีอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 55.40 เนื่องจากผงฟอกสีมีลักษณะเป็นผงหินที่มีสูตรเคมี $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$ ซึ่งไม่ไหม้ไฟ น้ำหนักที่หายไปคือน้ำมันที่ถูกดูดซับในผงฟอกสี สำหรับการกำจัดผงฟอกสีที่ใช้แล้วของโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน จะนำไปทิ้งในที่ดินของเอกชนที่ให้บริการหรือซื้อที่ดินของตนเองไว้ทิ้งผงฟอกสีโดยเฉพาะ แต่ในต่างประเทศมีการศึกษาเพื่อนำผงฟอกสีที่ใช้แล้วกลับมาใช้งานใหม่และนำไปผสมในอาหารสัตว์เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์

เนื่องจากปริมาณผงฟอกสีที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันพืชดิบที่ถูกทำให้บริสุทธิ์และคุณภาพของน้ำมันพืชดิบ การจะลดปริมาณผงฟอกสีที่ใช้แล้วให้น้อยลง ควรต้องควบคุมคุณภาพของน้ำมันดิบที่จะเข้ากระบวนการและควรจะมีการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากผงฟอกสีที่ใช้แล้ว เพราะปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเรื่องนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.12 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันพืช

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย		ค่าต่ำสุด		ค่าสูงสุด		ค่าเบี่ยงเบน	
	N = 12	N = 12	ขยะ	ผงฟอกสี	ขยะ	ผงฟอกสี	ขยะ	ผงฟอกสี
	ขยะ	ผงฟอกสี						
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	44.38	871.10	37.00	722.60	101.47	1,000.00	22.70	70.50
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	4.93	3.94	0.00	0.00	17.10	29.67	4.72	13.47
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	89.53	40.66	74.33	23.89	93.87	53.20	5.52	10.12
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	5.54	55.40	2.87	45.78	8.57	61.97	1.55	6.21
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.19	-	0.07	-	0.79	-	0.30	-
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	53.37	-	26.49	-	64.74	-	15.30	-
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	277.14	-	37.31	-	798.43	-	228.40	-
ค่าความร้อน(cal/g)								
-DSCV	7,415.37	-	4,989.10	-	8,268.90	-	1,350.12	-
-HSCV	7,061.99	-	4,831.95	-	7,983.62	-	1,342.04	-
-LSCV	6,710.29	-	4,461.77	-	7,625.67	-	1,354.52	-

4.5 อุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋องหรือแช่แข็ง

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋องหรือแช่แข็ง 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง โดยตัวอย่างกลุ่มโรงงานที่ทำการสำรวจจะเป็นโรงงานผลไม้กระป๋อง 4 โรงงาน และโรงงานผักแช่แข็งจำนวน 1 โรงงาน ขยะจากอุตสาหกรรมนี้จะเป็นเปลือกผลไม้เสียส่วนมากหรือเกือบ 100% ของขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยขั้นตอนกระบวนการผลิตและเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เริ่มที่การปลอกเปลือกและตัดแต่งผลไม้เพื่อให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการ ทำให้เกิดเศษผักและเปลือกผลไม้เป็นจำนวนมาก ซึ่งทางโรงงานจะจ้างให้เอกชนภายนอกขนขยะเหล่านี้ไปทิ้งยังที่ของเอกชนที่เปิดรับบริการทิ้งขยะ ผักผลไม้ที่ผ่านการตัดแต่งแล้วจะนำไปบรรจุในกระป๋องหรือภาชนะก่อนที่จะผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นตอนอื่นๆต่อไป ในขั้นตอนนี้จะเกิดขยะพลาสติกที่ใช้ห่อพลาสติกกระป๋องหรือพลาสติกหุ้มกระป๋อง เศษกระดาษ และถุงมือยางของคณงานขึ้นมา ส่วนกระป๋องที่เสียจากการบรรจุทางโรงงานจะเก็บรวบรวมไว้แล้วบิบให้เป็นก้อนเพื่อการจำหน่ายต่อไป ซึ่งขั้นตอนกระบวนการผลิตและการเกิดขยะตามที่กล่าวดังแสดงตามรูปที่ ง.5 ภาคผนวก ง. ผลการสำรวจปริมาณและลักษณะของขยะ สามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะได้ดังนี้

4.5.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลจากการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่า อัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคณงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าอัตราการเกิดของขยะเฉลี่ยเท่ากับ 21.768 กก./คณงาน, 2.174 กก./ตร.ม., 0.391 กก./กก. วัตถุดิบ และ 0.570 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปอัตราการเกิดของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ได้ดังตารางที่ 4.13 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.7 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.13 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋องหรือ แช่แข็ง

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยง เบน	ส.ป.ส ความ แปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคณงาน(กก./ คณ)	21.768	4.912	49.473	14.398	0.661	13.813	29.724
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	2.174	0.161	7.495	2.280	1.049	0.914	3.433
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.391	0.097	0.669	0.201	0.515	0.279	0.502
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.570	0.058	1.303	0.414	0.725	0.342	0.799

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตดูดิบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.661 , 1.049 , 0.515 และ 0.725 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ จะพบว่าความแปรปรวนของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับวัตดูดิบมีค่าต่ำสุดคือ 0.515 เนื่องจากขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ส่วนมากร้อยละ 90 - 99 เป็นพวกเศษผักหรือเปลือกผลไม้ส่วนที่เหลือจะเป็นขยะจากการบรรจุ และผัก ผลไม้แต่ละชนิดจะมีส่วนต้องตัดทิ้งโดยเฉพาะซึ่งจะมีสัดส่วนค่อนข้างคงที่ในผัก ผลไม้แต่ละชนิด เมื่อผ่านกระบวนการตัดแต่ง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ จะมีค่าสูงกว่าวัตดูดิบ เพราะว่าผักผลไม้แต่ละชนิดจะถูกแปลงรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายจึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าสูงกว่า ดังนั้นการเลือกใช้ค่าอัตราการเกิดของขยะเพื่อเป็นค่าในการออกแบบระบบการจัดการขยะ ควรเลือกอัตราการเกิดของขยะเมื่อคิดเทียบกับวัตดูดิบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.391 กก./กก.วัตดูดิบ หรือร้อยละ 39.1 ของน้ำหนักวัตดูดิบ

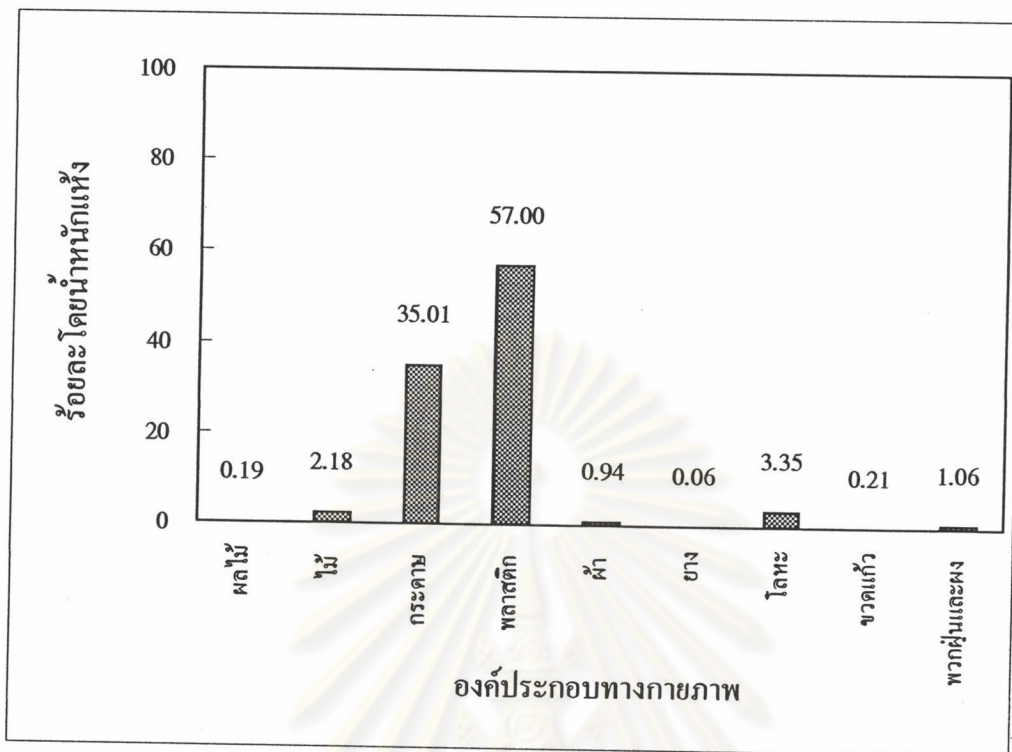
อย่างไรก็ตามการนำค่าอัตราการเกิดของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ไปใช้ควรคำนึงถึงชนิดของผักผลไม้ เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บในการวิจัยครั้งนี้เก็บตัวอย่างจากผักผลไม้บางชนิดตามฤดูกาล ยังมีผักผลไม้หลายชนิดที่ยังไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากยังไม่ถึงฤดูกาลซึ่งอาจมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดขยะที่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงไป

4.5.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

จากตัวอย่างขยะจากการบรรจุที่เก็บมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพจากโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ โดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะพบว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของขยะกลุ่มนี้คือ พลาสติกพวกเชือกฟาง สายคาดพลาสติก ถุงพลาสติก โดยมีสัดส่วนโดยเฉลี่ยร้อยละ 57.00 ของน้ำหนักแห้ง และเศษกระดาษพวกฉลากโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 35.01 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนองค์ประกอบอื่นมีไม่มากนัก ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.5 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.5 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนของชนิดและปริมาณขยะจากการบรรจุเป็นผลมาจากเครื่องจักรที่ใช้บรรจุ การเก็บขยะที่สามารถขายได้หรือไม่ และฤดูกาล อย่างไรก็ตามเศษฉลากมีแนวโน้มที่จะลดลงเนื่องจากในปัจจุบันกระป๋องที่บรรจุผลิตภัณฑ์จะพิมพ์สีมาที่กระป๋องเลย จึงไม่ต้องมาติดฉลากที่กระป๋องอีก

ตารางที่ 4.14 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋อง หรือแช่แข็ง

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N =15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	0.00	0.00	0.00	0.00
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- ผลไม้	0.19	0.00	0.57	0.21
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	2.18	0.00	11.94	4.27
- กระดาษ (Paper)	35.01	0.00	69.21	20.52
- พลาสติก (Plastic)	57.00	18.91	100.00	21.41
- ผ้า (Cloth)	0.94	0.00	11.49	3.10
- ยาง (Rubber)	0.06	0.00	1.35	0.35
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	3.35	0.00	17.65	4.94
- ขวดแก้ว	0.21	0.00	4.08	1.22
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	1.06	0.00	14.29	3.91



รูป 4.5 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรม ผัก ผลไม้กระป๋องหรือแช่แข็ง

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.15 และ 4.16 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ก.)

จากตารางที่ 4.15 ซึ่งแสดงลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากการบรรจุ แสดงให้เห็นว่าขยะจากการบรรจุจะมีความหนาแน่นเฉลี่ย 75.50 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 9.73 เนื่องจากองค์ประกอบหลักเป็นพลาสติกและกระดาษจึงส่งผลให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนและค่าความร้อน LSCV มีค่าสูงคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 197.08 และ 5,281.89 แคลลอรี่/กรัม มีร้อยละของเถ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่า ขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถกำจัดโดยวิธีการเผาในเตาเผาหรือฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งของเอกชนหรือเผากลางแจ้งภายในบริเวณโรงงาน

ตาราง 4.15 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมผัก ผลไม้กระป๋องหรือแช่แข็ง

-ขยะจากการบรรจุ

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	75.50	61.50	115.00	18.30
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	9.73	3.23	18.21	4.53
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	84.77	79.03	96.12	4.66
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	5.50	0.65	8.49	2.38
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.16	0.08	0.32	0.08
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	32.11	3.59	49.53	15.23
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	197.08	27.62	619.13	172.45
ค่าความร้อน(cal/g)				
-DSCV	6,260.73	4,147.00	9,924.95	1,732.94
-HSCV	5,644.95	3,738.94	9,430.19	1,475.75
-LSCV	5,281.89	3,380.54	9,064.77	1,462.23

จากตารางที่ 4.16 แสดงให้เห็นถึงลักษณะทางกายภาพและเคมีของพืชผักผลไม้บางชนิดที่เกิดจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ ข้อมูลในตารางจะเห็นว่าพวก พืชผักผลไม้จะมีความชื้นสูง จะทำให้ค่าความร้อนLSCVมีค่าต่ำมาก จึงควรพิจารณานำเปลือกผลไม้เหล่านี้ไปทำปุ๋ยหรือเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดลงไปได้มาก เนื่องจากเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย และมีความชื้นสูง แต่ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าช่วง 20-25 ดังนั้นเปลือกผลไม้บางชนิดหรือเศษผักจึงต้องมีการเติมไนโตรเจนเพื่อให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

ตาราง 4.16 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผัก ผลไม้กลุ่มอุตสาหกรรม ผัก ผลไม้กระป๋อง

พืช ผัก ผลไม้	ลักษณะทางกายภาพและเคมี									
	ความหนาแน่น	ร้อยละของ	ร้อยละของ	ร้อยละของ	ร้อยละของ	ร้อยละของ	คาร์บอน	ค่าความร้อน(cal/g)		
	กก./ ลบ.ม	ความชื้น	สารเฝ้าหมีได้	ปริมาณเถ้า	ไนโตรเจน	คาร์บอนอินทรีย์	ต่อไนโตรเจน	DSCV	HSCV	LSCV
- สับปะรด	494.97	85.47	13.77	0.76	0.54	49.38	78.51	3,427.95	497.21	ND
- มะละกอ	734.27	90.26	9.27	0.47	1.73	49.48	28.63	3,696.22	362.39	ND
- กหล่ำ	425.84	82.40	16.13	1.47	1.13	43.76	31.19	3,845.54	680.61	130.80
- ฝรั่ง	584.08	87.04	12.48	0.48	1.05	52.13	49.73	3,667.36	474.93	ND
- เงาะ	296.81	75.17	24.03	0.80	1.30	55.93	42.92	3,954.21	981.87	444.33
- มะม่วง	579.38	77.21	21.89	0.90	0.79	61.69	78.42	3,518.01	801.92	259.85
- ลำไย	159.83	58.72	38.61	2.67	1.29	50.87	39.33	4,010.50	1,656.64	1,165.32
- ข้าวโพดอ่อน	ND	89.10	10.31	0.59	4.02	50.79	12.64	4,098.03	446.37	ND
- หน่อไม้ฝรั่ง	430.27	92.87	6.47	0.66	4.16	44.77	10.76	4,157.72	296.57	ND
- กระเจี๊ยบ	430.48	82.20	15.63	2.17	2.76	46.05	16.70	3,759.42	675.11	125.64

4.6 กลุ่มอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 4 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้งพบว่า กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนทำเส้นบะหมี่ ส่วนทำเครื่องปรุงรส และส่วนทำน้ำซุปล ในแต่ละส่วนมีขั้นตอนการผลิตและเกิดขยะดังนี้

- ส่วนทำเส้นบะหมี่ เริ่มจากนำแป้งสาลีและส่วนผสมทำให้เป็นเส้นบะหมี่ หลังจากนั้นนำเส้นบะหมี่ไปอบไอน้ำให้แห้งและสุก ในขณะที่อบไอน้ำ น้ำซุปลที่เตรียมจากส่วนทำน้ำซุปล จะผสมกับเส้นบะหมี่ที่จุดนี้ เมื่อผ่านการอบไอน้ำแล้วจึงนำไปทอด ในกระบวนการอบและทอดจะมีบะหมี่เสียออกมา ซึ่งบะหมี่ที่เสียจากการอบจะทิ้งหรือนำไปเลี้ยงหมู ส่วนบะหมี่ที่ทอดเสียจะขายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป หลังจากนั้นนำไปบรรจุใส่ซองพร้อมกับเครื่องปรุงรสที่มาจากส่วนเครื่องปรุงรส ขยะที่เกิดขึ้นจากการบรรจุเป็นพวกของพลาสติกที่บรรจุเส้นบะหมี่ เศษกระดาษสติ๊กเกอร์ ถุงมือพลาสติกของคณงาน

- ส่วนทำเครื่องปรุงรส บางโรงงานซื้อผักที่ตัดแต่งเรียบร้อยแล้ว แต่บางโรงงานสั่งซื้อผักมาทำการตัดแต่งเองก่อนที่จะแปลงสภาพเป็นเครื่องปรุงรส จึงมีเศษผักเป็นขยะออกมา ขยะที่เกิดจากส่วนนี้เป็นเศษเครื่องปรุงรสที่อยู่ในซองบรรจุเสีย ของพลาสติกของเครื่องปรุงรสที่เสียจากการบรรจุ

- ส่วนทำน้ำซุปล ส่วนนี้เตรียมน้ำซุปลไว้ผสมกับเส้นบะหมี่ในระหว่างการอบไอน้ำ หลังจากใช้น้ำซุปลจนถึงกำหนดเวลาจะมีการนำกากซุปลที่เกิดขึ้นออกมาทิ้ง กากซุปลที่เกิดขึ้นเป็นพวกเนื้อสัตว์ผสมกับเครื่องเทศที่ถูกต้มจนเปื่อย ซึ่งขั้นตอนการผลิตและเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ตามที่กล่าวข้างแสดงตามรูปที่ ๖.6 ภาพผนวก ๖. ผลการสำรวจปริมาณและลักษณะของขยะสามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ ได้ดังนี้

4.6.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลของการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่าอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าอัตราการเกิดของขยะเท่ากับ 2.042 กก./คนงาน, 0.240 กก./ตร.ม., 0.032 กก./กก. วัตถุดิบ และ 0.036 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.17 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.8 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.17 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมเบหมีกิ่งสำเร็จรูป

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยง เบน	ส.ป.ส ความ แปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	2.042	0.856	3.647	1.155	0.566	1.308	2.775
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.240	0.039	0.504	0.197	0.820	0.115	0.365
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.032	0.006	0.068	0.019	0.589	0.020	0.044
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.036	0.007	0.077	0.022	0.592	0.023	0.050

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.566 , 0.820 , 0.589 และ 0.592 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จะมีค่าต่ำและใกล้เคียงกัน เนื่องจากขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้มีผลิตภัณฑ์ เพียงตัวเดียวคือเส้นเบหมีกิ่งสำเร็จรูป จึงทำให้ค่าอัตราส่วนวัตถุดิบที่ใช้ และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละโรงงาน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำเป็นผลมาจากการที่ขยะที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นพวกกากขุ่ยซึ่งจะปริมาณเป็นสัดส่วน โดยตรงกับปริมาณวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์และพลาสติกและเศษกระดาษที่มีน้ำหนักเบา จึงทำให้ความแปรปรวนของน้ำหนักขยะในแต่ละวันไม่มาก และการผลิตเส้นเบหมีกิ่งสำเร็จรูปจะมีค่าค่อนข้างคงที่ในแต่ละวันของแต่ละโรงงาน ดังนั้นการเลือกใช้ค่าอัตราการเกิดของขยะในการออกแบบระบบจัดการขยะ ควรเลือกใช้เพื่อเทียบกับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ ถึงแม้ว่าเมื่อคิดอัตราการเกิดเทียบกับคนงานจะมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำกว่าเล็กน้อย แต่ไม่มากเมื่อเทียบกับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ การเลือกอัตราการเกิดของขยะเทียบกับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ จะทำให้เปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมกลุ่มเดียวกันและทราบสาเหตุของความแปรปรวนได้ง่าย ดังนั้นอัตราการเกิดของขยะกลุ่มนี้ควรเลือกใช้อัตราการเกิดขยะเท่ากับ 0.032 กก./กก.วัตถุดิบ หรือร้อยละ 3.2 ของน้ำหนักวัตถุดิบ และ0.036 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ หรือร้อยละ 3.6 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์

4.6.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

ลักษณะของขยะที่เกิดขึ้นสามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ ขยะจากการบรรจุและเตรียมการผลิต กับขยะจากกระบวนการผลิตซึ่งประกอบไปด้วย กากซูป และเศษบะหมี่นึ่งเสีย ส่วนเศษบะหมี่ที่ทอดเสียทางโรงงานจะจำหน่ายเป็นเส้นบะหมี่ราคาถูกหรือขายเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งสัดส่วนของขยะแต่ละชนิดจะเป็นดังนี้ กากซูปมีประมาณร้อยละ 15-35 เศษบะหมี่นึ่งเสียมีประมาณร้อยละ 10-20 และส่วนที่เหลือจะเป็นขยะจากการบรรจุและเตรียมการผลิต

จากตัวอย่างขยะจากการบรรจุของเส้นบะหมี่และเครื่องปรุงรสที่เก็บมาวิเคราะห์ หองศ์ประกอบทางกายภาพโดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะแสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของขยะจากการบรรจุจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้คือ พลาสติกซึ่งเป็นช่องของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ซองเครื่องปรุงรส และถุงพลาสติก โดยมีสัดส่วนโดยเฉลี่ยร้อยละ 75.83 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาเป็นเศษกระดาษพวกมืออยู่โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20.26 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนองค์ประกอบอื่นมีไม่มากนัก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.6 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.6 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนของชนิดและปริมาณขยะจากการบรรจุเป็นผลมาจากเครื่องจักรที่ใช้บรรจุและความชำนาญของคนงานในการควบคุมเครื่องจักร ลักษณะและชนิดของวัตถุดิบที่นำมาทำเครื่องปรุงรส ส่วนไฟฟ้าดับหรือเครื่องจักรขัดข้องก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เศษบะหมี่ที่ทอดหรือนึ่งเสียเพิ่มขึ้น

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.19 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ค.) ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

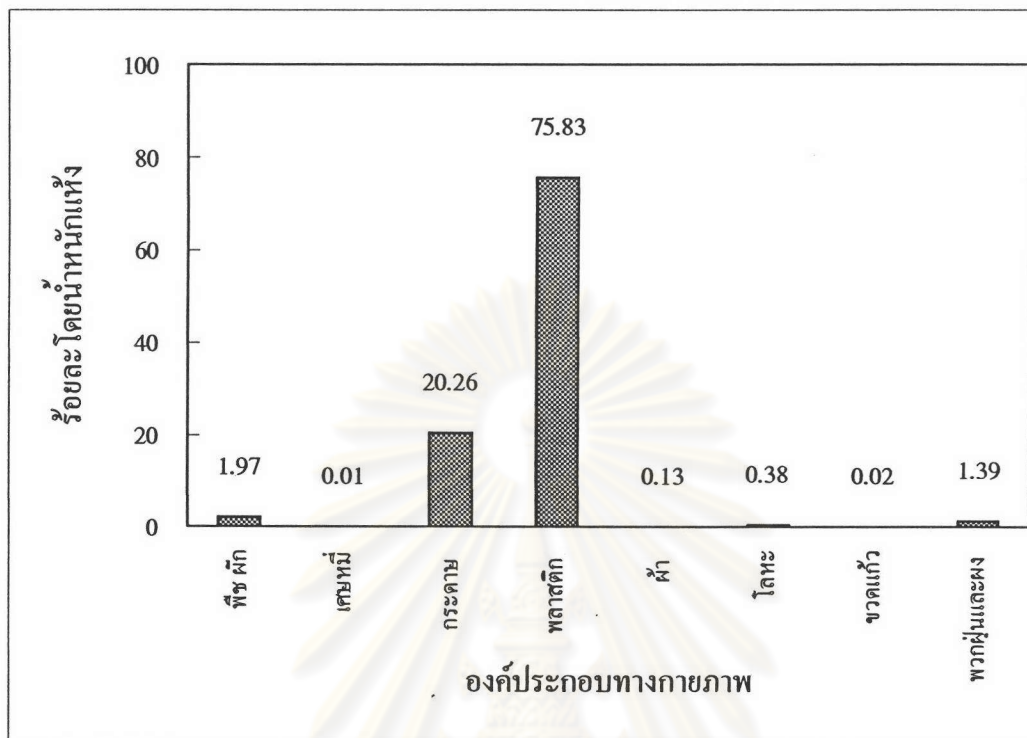
1). ขยะจากการบรรจุ เนื่องจากขยะที่เกิดจากกระบวนการนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพลาสติกพวกซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และ ซองเครื่องปรุงรส จึงทำให้ขยะพวกนี้มีค่าความหนาแน่นและความชื้นต่ำ แต่จะให้ค่าความร้อน LSCV สูง ซึ่งผลจากตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่า ขยะจากการบรรจุจะมีความหนาแน่นเฉลี่ยเพียง 79.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและมีความชื้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 9.73 ค่าความร้อน LSCV จะมีค่าโดยเฉลี่ยสูงถึง 7,006.18 แคลลอรี่ต่อกรัม ส่วนปริมาณเถ้าของขยะกลุ่มนี้จะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.14 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับขยะจากการบรรจุของอุตสาหกรรมกลุ่มอื่น ซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 5 เนื่องจากซองบรรจุเครื่องปรุงรสบางชนิดจะบรรจุในซองฟอยล์ที่เคลือบพลาสติกจึงส่งผลให้เกิดปริมาณเถ้าหลังการเผามีค่าค่อนข้างสูง ผลของค่าความร้อนและปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้นจึงสามารถพิจารณานำขยะประเภทนี้ไปกำจัดด้วย

วิธีการเผา นอกจากนี้การนำไปฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะก็เป็นทางเลือกหนึ่งในการกำจัดที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ

จากการที่ขยะจากการบรรจุซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นพลาสติกซึ่งเป็นของของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ของเครื่องปรุงรส ซึ่งในปัจจุบันการนำพลาสติกชนิดนี้กลับไปใช้ประโยชน์ใหม่นั้นยังไม่มี จึงจำเป็นต้องทิ้งไป ดังนั้นการควบคุมปริมาณขยะที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัด จึงควรควบคุมเครื่องจักรในการบรรจุให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียของบรรจุเหล่านี้เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 4.18 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	1.97	0.00	24.16	7.39
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- เศษหมี่	0.01	0.00	1.19	0.36
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	0.00	0.00	0.00	0.00
- กระดาษ (Paper)	20.26	9.73	27.30	6.45
- พลาสติก (Plastic)	75.83	54.28	85.72	8.61
- ผ้า (Cloth)	0.13	0.00	1.28	0.48
- ยาง (Rubber)	0.01	0.00	0.70	0.21
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.38	0.00	1.69	0.55
- ขวดแก้ว	0.02	0.00	0.11	0.03
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	1.39	0.00	4.43	1.62



รูป 4.6 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรม
พะหมักสำเร็จรูป

2). พวกกากชุป จากตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าขยะชนิดนี้มีความหนาแน่นและความชื้นสูง คือมีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,163.82 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 67.27 ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 จากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่าพวกกากชุปนี้สามารถที่จะนำมาทำปุ๋ยแทนวิธีการทิ้งไปกับขยะจากการบรรจุซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะที่ต้องทิ้ง

3). เศษพะหมักจากตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าขยะชนิดนี้มีความหนาแน่นและความชื้นค่อนข้างสูง คือมีความหนาแน่นเฉลี่ย 540.77 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 33.91 ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.00 เนื่องจากเป็นสารอินทรีย์เช่นเดียวกับกากชุปที่ย่อยสลายได้ง่าย จึงควรพิจารณานำไปรวมกับกากชุปเพื่อทำปุ๋ย แม้ว่าค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนจะสูงแต่สามารถเพิ่มไนโตรเจนลงไปได้หรืออาจพิจารณานำไปเลี้ยงสัตว์แทนการทิ้งรวมไปกับขยะจากการบรรจุ ทำให้ลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นที่ต้องกำจัดโดยวิธีฝังกลบ

ตาราง 4.19 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย			ค่าต่ำสุด			ค่าสูงสุด			ค่าเบี่ยงเบน		
	N = 12	N = 12	N = 12	ขยะ	กากซูป	เศษบะหมี่	ขยะ	กากซูป	เศษบะหมี่	ขยะ	กากซูป	เศษบะหมี่
	ขยะ	กากซูป	เศษบะหมี่									
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	79.89	1,163.82	540.77	64.00	1,000.00	463.80	118.00	1,236.50	696.31	18.09	68.03	89.00
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	9.73	67.27	33.91	4.17	61.54	26.43	41.67	77.27	38.52	12.31	4.78	3.65
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	81.13	27.22	60.83	48.20	18.75	56.06	91.14	33.95	65.99	13.11	4.85	3.25
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	9.14	5.51	5.26	4.69	3.98	4.32	15.07	8.98	7.58	3.11	1.36	1.14
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.49	5.09	1.71	0.29	4.06	1.30	1.26	9.30	2.06	0.32	1.39	0.26
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	52.96	54.70	54.76	29.87	46.28	51.62	67.02	61.42	57.96	10.49	4.16	2.08
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	107.66	10.75	32.00	45.97	4.98	26.98	169.93	12.96	41.34	45.56	2.07	4.86
ค่าความร้อน(cal/g)												
-DSCV	8,108.44	5,200.53	4,814.44	5,622.00	4,946.65	4,244.65	8,674.00	5,872.85	5,709.50	1,050.04	340.46	555.70
-HSCV	7,356.33	1,735.10	3,191.16	3,279.31	1,202.25	2,695.45	8,209.37	2,055.50	4,002.05	1,690.61	274.13	420.21
-LSCV	7,006.18	1,235.02	2,657.21	2,855.76	671.13	2,129.60	7,856.23	1,564.38	3,520.55	1,770.77	398.87	436.03

4.7 กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร จำนวน 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ทำการสำรวจจะเป็นโรงงานที่ผลิตซอสปรุงรสอาหาร 4 โรงงาน และโรงงานผลิตซีอิ๊ว 1 โรงงาน ขั้นตอนของกระบวนการผลิตและเกิดขยะของโรงงานผลิตซอสปรุงรสอาหารเริ่มจากนำถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันออกแล้วมาข่อยด้วยกรดเกลือเพื่อสกัดโปรตีนออกมา จากนั้นทำให้เป็นกลางโดยการเติมโซดาแอช ซึ่งจะเกิดเกลือโซเดียมคลอไรด์ขึ้น ทำให้ซอสมีรสเค็ม จากนั้นกรองเอากากถั่วและโซดาแอชที่เหลือออกมาจากน้ำซอส บางโรงงานจะเติมสารช่วยกรอง (Diatomaceous) ลงไปเพื่อช่วยในการกรองกากถั่วเหล่านี้ กากถั่วหรือกากซอสที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากต้องนำไปกำจัด เมื่อนำน้ำซอสดิบมาแล้วจะนำไปบ่มและปรุงรสเพื่อให้ได้สีและรสชาติตามต้องการ น้ำซอสที่บ่มจนได้ที่จะนำไปบรรจุขวดหรือเกลลอนพลาสติก ในระหว่างกระบวนการบรรจุจะเกิดขยะพวกเศษฉลาก ก่องกระดาษสกปรกจนขายไม่ได้ เศษขวดแตกที่หลุดลอดจากการเก็บเพื่อนำไปขาย เศษพลาสติก บางโรงงานล้างขวดเก่าเพื่อนำมาใช้บรรจุซอส จะมีขยะพวกฉลากเปียกน้ำเกิดขึ้นจากส่วนนี้ ขั้นตอนกระบวนการผลิตและเกิดขยะตามที่กล่าวมาแสดงตามรูปที่ ๓.7 ภาคผนวก ๓. สำหรับโรงงานผลิตซีอิ๊วจะมีกระบวนการเกิดขยะคล้ายกับการผลิตซอส ต่างกันตรงจุดเริ่มต้นของกระบวนการ คือ นำถั่วเหลือง เกลือ และแป้งสำ มาหมักรวมกันเพื่อให้เกิดน้ำซีอิ๊ว เมื่อหมักจนได้ที่จะนำกากซีอิ๊วมารอง เพื่อให้ได้น้ำซีอิ๊ว กากซีอิ๊วที่เกิดขึ้นจะขายให้แก่อุปปลา จึงทำให้ไม่มีขยะในกระบวนการนี้ ส่วนการบ่มและการบรรจุซีอิ๊วมีขั้นตอนการทำงานและเกิดขยะคล้ายกับซอสปรุงรส ผลจากการสำรวจปริมาณและลักษณะขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะได้ดังนี้

4.7.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลจากการสำรวจปริมาณขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่า อัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน วัตถุประสงค์ และผลิตภัณฑ์ มีค่าอัตราการเกิดขยะเท่ากับ 25.357 กก./คนงาน, 0.992 กก./ตร.ม., 0.290 กก./กก.วัตถุประสงค์ และ 0.225 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.20 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก. 11 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.20 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยง เบน	ส.ป.ส ความ แปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	25.357	13.171	38.071	7.355	0.290	20.686	30.028
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.992	0.454	2.228	0.720	0.726	0.534	1.449
จำนวนขยะต่อวัตดูคิบ(กก./กก.)	0.290	0.163	0.552	0.152	0.523	0.193	0.386
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.225	0.126	0.437	0.124	0.551	0.146	0.303

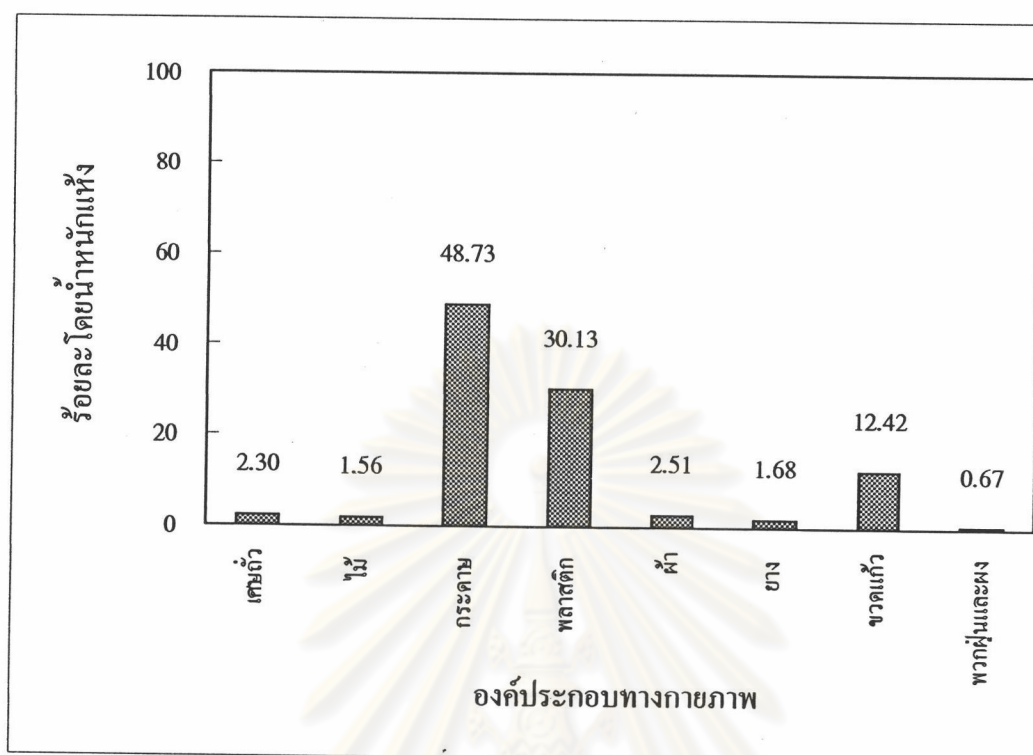
เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน วัตดูคิบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.290, 0.726, 0.523 และ 0.551 ตามลำดับ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตดูคิบและของผลิตภัณฑ์ จะมีค่าต่ำและใกล้เคียงกัน เนื่องจากขยะที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเป็นกากขอสที่เกิดจากการผลิตน้ำขอส ซึ่งมีอยู่ประมาณ ร้อยละ 90 - 99 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละวัน เช่นเดียวกับกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ซึ่งมีขยะตัวหลัก คือ ผงฟอกสี ที่มีสัดส่วนการใช้ค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับน้ำมันพืชดิบหรือน้ำมันพืชที่ผลิตได้ กากขอสที่เกิดขึ้นก็จะมีสัดส่วนแปรผันตามปริมาณขอสที่ผลิตได้ จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตดูคิบและผลิตภัณฑ์มีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าสูงกว่าน้ำมันพืชเนื่องจากการเติมสารช่วยกรอง (Diatomaceous) ลงไปในกระบวนการสกัดกากขอส ซึ่งจะเติมลงไปในจำนวนที่แตกต่างกันในแต่ละโรงงาน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของจำนวนคนงานนั้นจะมีค่าต่ำสุด คือ 0.290 แทนที่จะเป็นวัตดูคิบหรือผลิตภัณฑ์ เป็นผลมาจากการเติมสารช่วยกรองและปริมาณข้อมูลที่เก็บมีค่าน้อยไป คือ 4 โรงงาน จึงทำให้ข้อมูลของวัตดูคิบและผลิตภัณฑ์มีการกระจายตัวมากกว่า การเลือกใช้อัตราการเกิดของขยะจึงควรเลือกใช้เทียบกับวัตดูคิบและผลิตภัณฑ์ คือ มีค่าเท่ากับ 0.290 กก./กก.วัตดูคิบหรือร้อยละ 29 ของน้ำหนักวัตดูคิบ และ 0.225 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ หรือร้อยละ 22.5 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสามารถนำไปใช้งานได้สะดวกกว่าและในความเป็นจริงขยะที่เกิดขึ้นเป็นวัตดูคิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต จึงน่าจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับวัตดูคิบและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าตัวแปรตัวอื่น

4.7.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมี

จากที่กล่าวข้างต้นขยะที่เกิดขึ้นสามารถแยกออกเป็น 2 ชนิด คือ กากขอสและขยะจากการบรรจุ ข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ โดยเทียบกับน้ำหนักแห้งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.7 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.7 ภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 4.21 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- เศษถั่ว	2.30	0.00	13.71	3.82
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- ผลไม้	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	1.56	0.00	4.74	1.71
- กระดาษ (Paper)	48.73	29.45	80.93	14.92
- พลาสติก (Plastic)	30.13	11.29	36.47	10.12
- ผ้า (Cloth)	2.51	0.00	11.71	3.21
- ยาง (Rubber)	1.68	0.00	6.35	2.28
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.00	0.00	0.00	0.00
- ขวดแก้ว	12.42	0.00	25.00	7.34
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.67	0.00	3.45	1.19



รูป 4.7 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร

องค์ประกอบหลักของขยะจากอุตสาหกรรมประเภทนี้คือเศษกระดาษ ซึ่งเป็นกระดาษที่ชำรุด เศษกระดาษจากการล้างขวดแก้ว และกล่องกระดาษที่สกปรก จนไม่สามารถเก็บไปขายได้ ซึ่งมีโดยเฉลี่ยร้อยละ 48.73 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกห่อขวดที่ชำรุด ถุงพลาสติก ฝาจากที่หลุดรอดจากการเก็บเพื่อนำไปขาย ซึ่งมีอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 30.13 ของน้ำหนักแห้ง ความแปรปรวนขององค์ประกอบของขยะเกิดจากเครื่องจักรที่ใช้บรรจุ ลักษณะของกระบวนการผลิต คือมีการใช้ขวดแก้วมาล้างใหม่หรือไม่ และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุ

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.22 ดังนี้ (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ก.)

1). ขยะจากการบรรจุ จากตารางที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่าขยะนี้จะมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 127.33 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความชื้นโดยเฉลี่ยคือร้อยละ 25.71 เนื่องจากบางโรงงานจะมีการล้างขวดแก้ว จึงมีเศษฉลากที่เปียกน้ำผสมอยู่ในขยะ และขยะมีลักษณะเป็นน้ำซอส ส่วนค่าความร้อน LSCV สูงถึง 3,802.83 แคลลอรี่ต่อกรัม และมีปริมาณแฉะเกิดขึ้นร้อยละ 9.05 สาเหตุที่มีปริมาณแฉะสูง เช่นเดียวกับกลุ่มอุตสาหกรรมเบหมิ้งสำเร็จรูป เพราะมีองค์ประกอบ

พวกกระดาดฉลาก ผัก ถูงมือยาง และฝุ่นผงที่เกิดจากการกวาดพื้นมากกว่ากลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะทำให้เกิดปริมาณเถ้าได้มาก จากข้อมูลดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่า ขยะประเภทนี้มีความสามารถที่จะกำจัดโดยวิธีการเผาในเตาเผาแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งโดยเอกชนที่รับบริการหรือเทศบาล

2). กากขอส จากตารางที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่าขยะนี้มีความหนาแน่นและความชื้นสูงคือมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 765.30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความชื้นโดยเฉลี่ยคือร้อยละ 45.66 ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 14.87 มีค่าความร้อนLSCV 2,688.06 แคลลอรี่ต่อกรัม และมีปริมาณเถ้าเกิดขึ้นร้อยละ 13.11 ปริมาณเถ้าของกากขอสจะมีค่าค่อนข้างสูงแม้ว่าจะเป็นการอินทรีย์ เนื่องจากการสกัดเอากากขอสออกจากน้ำขอสบางโรงงานจะมีการเติมสารช่วยกรองลงไป จากข้อมูลดังกล่าวกากขอสมีความสามารถกำจัดได้ทั้งวิธีการเผาในเตาเผาและทำปุ๋ยหรือฝังกลบ แต่ควรพิจารณาถึงผลกระทบของเกลือโซเดียมคลอไรด์และสารช่วยกรองในกากขอส ซึ่งในปัจจุบันทางโรงงานจะนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งโดยเอกชนที่รับบริการหรือเทศบาล

จากการที่ขยะหลักของอุตสาหกรรมประเภทนี้คือกากขอส ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีวิธีการใดกำจัดได้อย่างเหมาะสมนอกจากนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งโดยเอกชนที่รับบริการหรือเทศบาล การลดปริมาณกากขอสที่ผลิตขึ้นเป็นเรื่องยาก เนื่องจากเป็นผลผลิตที่เกิดจากการทำขอส ซึ่งแปรผันตามปริมาณขอสที่ผลิตขึ้น จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์นำเอากากขอสเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น เพื่อเป็นการลดปริมาณกากขอสที่ต้องกำจัด ส่วนขยะจากการบรรจุนั้นเป็นขยะที่เหลือจากการเก็บขยะที่มีค่าไปเกือบหมดแล้ว ขยะที่เหลืออยู่จึงไม่สามารถที่จะนำไปทำอะไรได้นอกจากเผาเพื่อให้เกิดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกลบฝังน้อยลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.22 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องปรุงรสอาหาร

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย		ค่าต่ำสุด		ค่าสูงสุด		ค่าเบี่ยงเบน	
	N = 15	N = 12	ขยะ	กากซีเอส	ขยะ	กากซีเอส	ขยะ	กากซีเอส
	ขยะ	กากซีเอส						
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	127.33	765.30	87.00	652.15	167.00	1,000.00	23.83	131.88
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	25.71	45.66	12.87	33.33	47.01	52.32	9.62	5.68
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	65.24	41.23	44.72	30.94	80.53	49.36	9.53	6.08
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	9.05	13.11	5.85	5.96	10.68	21.78	1.77	4.72
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.60	3.91	0.19	2.33	2.26	4.59	0.53	0.90
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	37.65	58.16	25.90	34.57	48.79	74.56	6.98	12.52
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	62.90	14.87	15.82	7.98	207.74	29.73	45.21	6.58
ค่าความร้อน(cal/g)								
-DSCV	5,585.79	5,697.89	4,331.20	5,005.70	6,163.75	7,063.05	577.43	676.59
-HSCV	4,190.85	3,108.36	2,457.96	2,634.52	4,892.24	3,493.57	801.30	344.62
-LSCV	3,802.83	2,688.06	2,015.63	2,213.45	4,525.12	3,115.89	873.99	405.89

4.8 กลุ่มอุตสาหกรรมไอศกรีม

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมไอศกรีม 4 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง พบว่า กระบวนการผลิตและเกิดขยะเริ่มจากกระบวนการนำวัตถุดิบมาผสมกันเพื่อผลิตไอศกรีม ซึ่งจะมีขยะพวกถุงพลาสติกใส่ผลไม้ หรือถุงพลาสติกสกปรกเกิดขึ้นมา ในระหว่างกระบวนการผสมและผลิต ไอศกรีมบางครั้งได้ไอศกรีมที่ไม่ได้คุณภาพตามที่โรงงานกำหนด ไอศกรีมเหล่านี้จะถูกทิ้งออกมาเป็นขยะปนกับขยะอื่น ๆ ของโรงงาน หลังจากนั้นไอศกรีมจะถูกส่งเข้ากระบวนการบรรจุ ซึ่งจะเกิดขยะพวกซองพลาสติก ถ้วยพลาสติก ของกระดาษที่มีไอศกรีมอยู่ภายในเกิดขึ้น เป็นผลมาจากเครื่องจักรบกพร่องหรืออุณหภูมิต่ำในระหว่างการผลิตไม่อยู่ในค่าที่กำหนด เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแล้ว ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะถูกส่งไปเก็บในห้องเย็นเพื่อรอจำหน่าย ในระหว่างอยู่ในห้องเย็น ไอศกรีมบางส่วนจะเสียหายเป็นขยะเนื่องจากความผิดปกติของห้องเย็นหรือการบีบทับกันของไอศกรีม ซึ่งขั้นตอนการผลิตและเกิดขยะตามที่กล่าวข้างต้นแสดงตามรูปที่ ๓.8 ภาคผนวก ง. ผลของการสำรวจปริมาณและลักษณะขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ ได้ดังนี้

4.8.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลของการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่า อัตราการเกิดขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เมื่อคิดเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าอัตราการเกิดขยะเท่ากับ 5.373 กก./คนงาน, 0.304 กก./ตร.ม., 0.105 กก./กก.วัตถุดิบ และ 0.041 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปอัตราการเกิดของขยะกลุ่มนี้ได้ดังตารางที่ 4.23 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.12 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.23 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมไอศกรีม

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน	ส.ป.ส ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	5.373	1.310	10.988	4.164	0.775	2.729	8.018
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.304	0.023	0.577	0.195	0.643	0.180	0.428
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.105	0.040	0.192	0.051	0.482	0.073	0.137
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.041	0.010	0.072	0.021	0.530	0.027	0.054

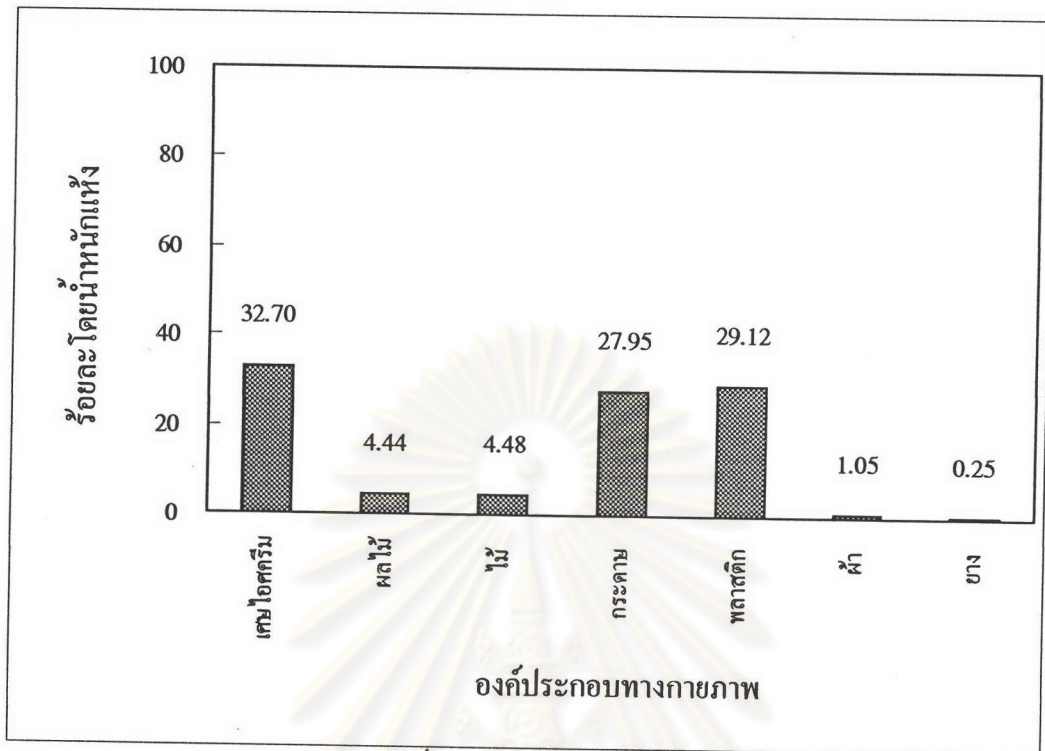
เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุบดและผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 0.775, 0.643, 0.482 และ 0.530 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตถุบดและผลิตภัณฑ์จะมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำ เนื่องจากความแปรปรวนของน้ำหนักขยะที่เกิดขึ้นมีความใกล้เคียงกับความแปรปรวนของวัตถุบดที่ใช้หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ส่วนสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงกว่าวัตถุบดเพราะอุตสาหกรรมชนิดนี้จะมีผลิตภัณฑ์หลายตัวทำให้น้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีความแปรปรวนมากกว่าน้ำหนักวัตถุบด เนื่องจากมีการผสมน้ำลงไป ในอัตราส่วนที่ต่างกันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด การเลือกใช้ค่าในการออกแบบระบบการจัดการขยะจึงควรเลือกอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับวัตถุบดหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีค่าอัตราการเกิดของขยะเท่ากับ 0.105 กก./กก.วัตถุบดหรือ ร้อยละ 10.5 ของน้ำหนักวัตถุบด และ 0.041 กก./กก.ผลิตภัณฑ์หรือ ร้อยละ 4.1 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสามารถที่จะนำไปใช้งานได้สะดวกและเปรียบเทียบได้ง่ายในอุตสาหกรรมกลุ่มเดียวกัน

4.8.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมี

จากตัวอย่างขยะที่เก็บมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางกายภาพโดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะแสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบทางกายภาพหลักของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ คือ เศษไอศกรีมและโคนซึ่งมีอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 32.70 น้ำหนักแห้ง พลาสติกที่เป็นถ้วยหรือซองที่บรรจุไอศกรีมและถุงพลาสติกที่ใส่วัตถุบดมีอยู่เฉลี่ยร้อยละ 29.12 โดยน้ำหนักแห้ง และเศษกระดาษของไอศกรีมมีอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 27.95 ของน้ำหนักแห้ง สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.24 และรูปที่ 4.8 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.8 ภาคผนวก ข.) ความแปรปรวนขององค์ประกอบของขยะมีสาเหตุมาจากวัตถุบดที่ใช้ ชนิดของผลิตภัณฑ์และฤดูกาล เนื่องจากขยะที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากความบกพร่องในการควบคุมกระบวนการผลิต ดังนั้นการลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้จึงควรควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวด ให้การฝึกอบรมพนักงานเป็นประจำและมีมาตรฐานในการทำงานเพื่อให้กระบวนการผลิตดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.24 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากกลุ่มอุตสาหกรรมไอศกรีม

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- เศษไอศกรีม	32.70	15.70	46.25	30.54
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- ผลไม้	4.44	0.00	17.32	24.00
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	4.48	0.00	7.95	2.66
- กระดาษ (Paper)	27.95	17.75	78.51	16.85
- พลาสติก (Plastic)	29.12	0.00	54.20	13.13
- ผ้า (Cloth)	1.05	0.00	2.60	0.98
- ยาง (Rubber)	0.25	0.00	4.45	1.36
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.00	0.00	0.00	0.00
- ขวดแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.00	0.00	0.00	0.00



รูป 4.8 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมไอศกรีม

ข้อมูลแสดงลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.25 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ค.)

ผลจากตารางจะพบว่าขยะจะมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 126.50 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความชื้นค่อนข้างสูงคือร้อยละ 39.48 แต่ถึงแม้ว่าจะมีความชื้นค่อนข้างสูงแต่ขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมนี้สามารถที่จะกำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผาได้หรือนำไปฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งของเอกชนหรือเทศบาล เนื่องจากมีค่าความร้อน LSCV สูงถึง 2,710.21 แคลลอรี่ต่อกรัม และมีปริมาณเถ้าเกิดขึ้นร้อยละ 2.56 ส่วนการที่จะนำเศษไอศกรีมและโคนทำปุยต้องมีการจ้างแรงงานเพื่อเอาบรรจุภัณฑ์ออกก่อน ซึ่งเป็นวิธีที่น่าจะเป็นไปได้ถ้าปริมาณของขยะมีจำนวนมากพอคุ้มค่าต่อการลงทุน

ตาราง 4.25 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมไอศกรีม

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย N = 12	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	126.50	69.60	173.90	30.37
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	39.48	20.64	44.83	10.92
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	57.96	53.11	75.93	9.99
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	2.56	2.06	7.53	1.83
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.90	0.43	1.35	0.27
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	49.42	39.56	56.16	6.52
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	55.07	36.47	98.19	18.62
ค่าความร้อน(cal/g)				
-DSCV	5,146.92	4,398.20	6,386.85	584.21
-HSCV	3,153.98	2,453.76	4,984.94	801.88
-LSCV	2,710.21	1,995.54	4,579.90	791.26

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.9 กลุ่มอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว(SNACK)

จากการสำรวจกลุ่มอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว 5 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ทำการสำรวจจะเป็นโรงงานที่ทำมันฝรั่งทอดกรอบและแป้งทอดกรอบ 3 โรงงาน และโรงงานทำแห้งทอดกรอบอย่างเดียว 2 โรงงาน กระบวนการผลิตและเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถแยกเป็น 2 กระบวนการ คือ

- กระบวนการผลิตมันฝรั่งทอดกรอบ เริ่มต้นจากการปอกเปลือกและตัดแต่งมันฝรั่ง ทำให้เกิดขยะพวกเปลือกมันและเศษมันขึ้นมา เมื่อผ่านการตัดแต่งแล้วจะนำไปทอด ในระหว่างกระบวนการนี้จะเกิดมันฝรั่งที่เสียจากการทอดขึ้นมา ขยะพวกนี้บางครั้งนำไปเป็นอาหารสัตว์ บางครั้งทิ้งเป็นขยะ หลังจากนั้นมันฝรั่งที่ผ่านการทอดแล้วจะนำไปผสมเครื่องปรุงรสก่อนที่จะบรรจุใส่ซองเพื่อจำหน่ายต่อไป โดยในระหว่างกระบวนการบรรจุจะมีขยะพวกของพลาสติกที่เสียจากการบรรจุ เศษกระดาษ ถุงมือของคณงานเกิดขึ้นมา

- กระบวนการผลิตขนมแป้งทอดกรอบ มีกระบวนการผลิตและบรรจุเหมือนกับมันฝรั่งทอดกรอบ แต่ไม่มีกระบวนการปอกเปลือกและตัดแต่งมันฝรั่งที่ทำให้เกิดขยะพวกเปลือกมันขึ้นมา โดยขั้นตอนกระบวนการผลิตและเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ตามที่กล่าวข้างแสดงตามรูปที่ ๙.๑ ภาคผนวก ง. ผลของการสำรวจปริมาณและชนิดของขยะสามารถสรุปได้ดังนี้

4.9.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลของการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่า ค่าอัตราการเกิดขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้เมื่อคิดเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าอัตราการเกิดของขยะเท่ากับ 3.528 กก./คนงาน, 0.119 กก./ตารางเมตร, 0.057 กก./กก.วัตถุดิบ และ 0.099 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปอัตราการเกิดของขยะได้ดังตารางที่ 4.26 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.13 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.26 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว(SNACK)

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน	ส.ป.ส ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	3.528	0.400	15.644	4.127	1.170	1.248	5.808
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.119	0.005	0.357	0.095	0.803	0.066	0.172
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.057	0.012	0.171	0.053	0.934	0.027	0.086
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.099	0.011	0.422	0.118	1.188	0.034	0.165

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุคืบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 1.170 , 0.803 , 0.934 และ 1.188 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ จะพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง(ค่าโดยทั่วไป 0.1 - 0.6, Tchonobaglou, 1993) เนื่องจากอุตสาหกรรมที่ทำการเก็บข้อมูลมีทั้งอุตสาหกรรมที่ทำมันฝรั่งทอดกรอบและแป้งทอดกรอบ จึงทำให้น้ำหนักของขยะที่เกิดขึ้นต่างกันมาก จึงควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ความแปรปรวนของข้อมูลลดลง โรงงานอุตสาหกรรมที่ทำมันฝรั่งทอดกรอบจะมีน้ำหนักขยะมากเนื่องจากเปลือกมันและเศษมันที่เกิดจากการตัดแต่ง ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์จะมีค่าความแปรปรวนสูงที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีน้ำหนักใกล้เคียงกันทั้งมันฝรั่งทอดกรอบและแป้งทอดกรอบ แต่น้ำหนักขยะที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันมากระหว่างมันฝรั่งทอดกรอบและแป้งทอดกรอบ จึงทำให้มีค่าความแปรปรวนสูงที่สุด ส่วนค่าความแปรปรวนของวัตถุคืบจะต่ำกว่าเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุคืบจะมีความสัมพันธ์ตามชนิดขยะที่ทิ้งมากกว่าผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้ค่าในการออกแบบระบบจัดการขยะ ควรจะเลือกอัตราการเกิดเมื่อคิดเทียบกับวัตถุคืบซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.057 กก./กก.วัตถุคืบหรือร้อยละ 5.7 ของน้ำหนักวัตถุคืบ แม้ว่าค่าความแปรปรวนมีค่าสูงกว่าเมื่อคิดเทียบกับพื้นที่อาคารโรงงาน แต่สูงกว่าไม่มากนัก จึงควรใช้เทียบกับวัตถุคืบเพราะจะเป็นที่เข้าใจ และเปรียบเทียบในอุตสาหกรรมเดียวกันได้ดีกว่าที่จะคิดเทียบกับพื้นที่อาคาร โรงงานอุตสาหกรรมพร้อมทั้งหาสาเหตุของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้ง่าย

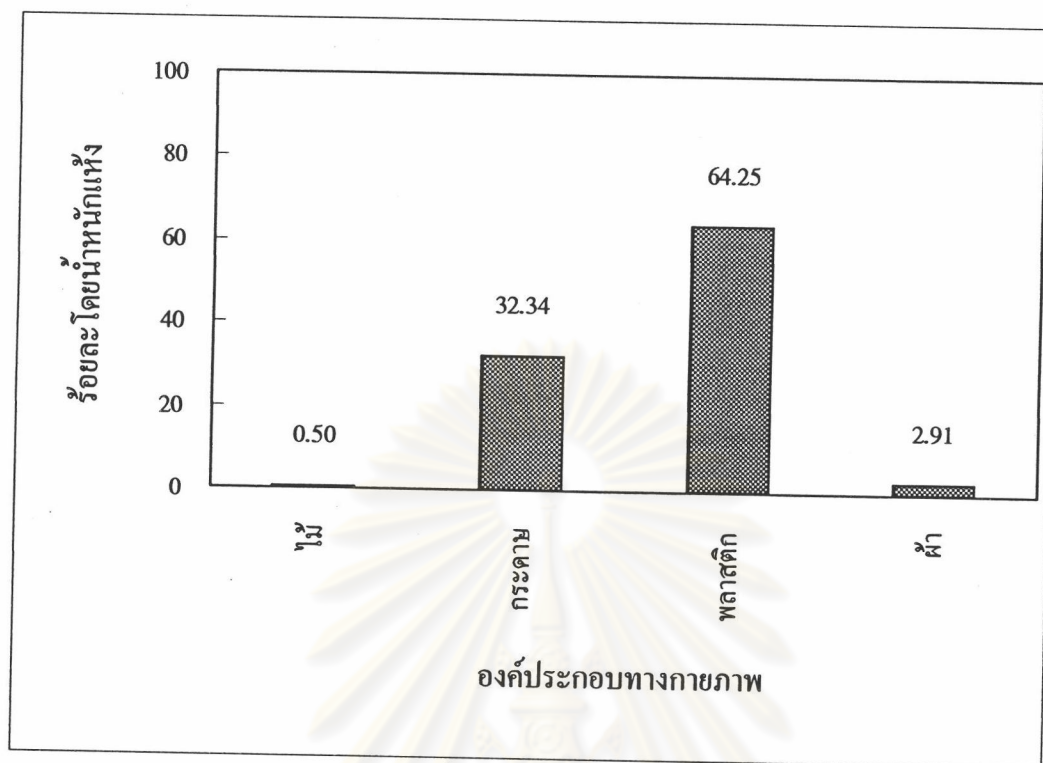
4.9.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะ

ส่วนประกอบที่สำคัญของขยะจากอุตสาหกรรมประเภทนี้จะแบ่งตามประเภทของโรงงาน ถ้าเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำเป็นมันฝรั่งทอดกรอบ จะมีขยะ 2 ชนิด คือ ขยะจากการบรรจุ และขยะจากกระบวนการผลิตซึ่งประกอบไปด้วยเปลือกมัน และเศษขนม ซึ่งมีอัตราส่วนดังนี้ เปลือกมันมีอยู่ประมาณร้อยละ 30-55 เศษขนมร้อยละ 35-65 และขยะจากการบรรจุร้อยละ 2-5 ของขยะทั้งหมด ถ้าเป็นโรงงานแป้งทอดกรอบที่ใช้แป้งเป็นวัตถุดิบอย่างเดียวจะมีขยะอยู่ 2 ชนิด คือ ขยะจากการบรรจุซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 30-80 และเศษขนมจากกระบวนการผลิตซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 20-70 ของขยะทั้งหมด ขยะที่มีความแปรปรวนมากที่สุดคือเศษขนม เนื่องจากถ้าควบคุมระบบไม่ดีจะทำให้เกิดของเสียได้มาก ส่วนเปลือกมันจะมีสัดส่วนค่อนข้างคงที่กับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิต

ข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุที่เก็บมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพโดยคิดเทียบกับน้ำหนักแห้งของขยะสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.27 และรูปที่ 4.9 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ข.9 ภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 4.27 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว(SNACK)

องค์ประกอบทางกายภาพ	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง			
	ค่าเฉลี่ย N = 15	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
พวกที่เน่าเสียง่าย (Putrescibles)				
- พืช ผัก	0.00	0.00	0.00	0.00
- เนื้อสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00
- เศษขนม	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ได้ (Combustibles)				
- ไม้ (Wood)	0.50	0.00	2.39	0.41
- กระดาษ (Paper)	32.34	3.53	53.39	1.95
- พลาสติก (Plastic)	64.25	44.22	96.15	2.62
- ผ้า (Cloth)	2.91	0.00	28.47	1.43
- ยาง (Rubber)	0.00	0.00	0.00	0.00
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non-Combustibles)				
- โลหะ	0.00	0.00	0.00	0.00
- ขวดแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00
- อื่นๆ (Miscellaneous)	0.00	0.00	0.00	0.00
พวกฝุ่นและผง (Powder & Dust)	0.00	0.00	0.00	0.00



รูป 4.9 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากการบรรจุของกลุ่มอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว (SNACK)

องค์ประกอบทางกายภาพหลักของจากการบรรจุจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ คือ พลาสติกซึ่งเป็นของบรรจุขนม และถุงพลาสติกใส่เครื่องปรุงรสซึ่งมีอยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 64.25 ของน้ำหนักแห้ง และกระดาษซึ่งเป็นพวกกระดาษสติ๊กเกอร์เป็นส่วนรองลงมาโดยมีค่าโดยเฉลี่ยร้อยละ 32.34 ของน้ำหนักแห้ง ความแปรปรวนขององค์ประกอบเกิดจาก เครื่องจักรในการบรรจุ และช่วงเวลาส่งเสริมการขายจะทำให้เกิดเศษกระดาษเพิ่มขึ้น

ข้อมูลแสดงลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.28 ดังนี้ (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ค.)

1). ขยะจากการบรรจุ เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นพวกพลาสติก และเศษกระดาษจึงส่งผลให้มีความหนาแน่นและความชื้นต่ำ ดังมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 65.65 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีความชื้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.90 มีปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.87 และค่าความร้อน LSCV เท่ากับ 5,934.09 แคลลอรี่ต่อกรัม จึงควรพิจารณานำขยะพวกนี้มากำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผาแทนการเผากลางแจ้งภายในโรงงานที่ทางโรงงานอุตสาหกรรมทำอยู่ใน

ตาราง 4.28 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว(SNACK)

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย			ค่าต่ำสุด			ค่าสูงสุด			ค่าเบี่ยงเบน		
	N = 15	N = 8	N = 12									
	ขยะ	เปลือกมัน	ขนม	ขยะ	เปลือกมัน	ขนม	ขยะ	เปลือกมัน	ขนม	ขยะ	เปลือกมัน	ขนม
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	65.65	645.07	209.40	34.00	601.47	130.60	89.00	705.00	522.00	13.80	41.98	187.59
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	8.90	75.68	10.44	0.00	65.56	0.00	14.32	88.64	71.43	5.92	9.83	19.99
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	88.23	16.77	83.80	82.59	10.40	26.89	97.76	23.69	93.24	5.89	4.13	18.47
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	2.87	7.55	5.76	1.81	0.77	1.68	3.67	17.88	8.42	0.56	7.45	2.43
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	0.42	0.79	0.98	0.20	0.21	0.83	1.46	1.93	1.29	0.37	0.83	0.18
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	35.06	29.36	50.57	15.70	22.65	47.26	63.50	49.84	56.73	19.09	14.00	2.87
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	82.83	37.29	51.51	37.62	13.32	39.46	171.66	118.95	58.61	41.94	38.69	6.91
ค่าความร้อน(cal/g)												
-DSCV	6,908.82	3,471.04	3,987.46	4,036.25	3,192.85	3,436.55	8,976.50	3,920.60	4,122.32	1,697.24	254.40	260.91
-HSCV	6,304.45	961.08	3,635.16	3,471.58	427.57	1,034.12	8,290.80	1,248.38	3,875.39	1,684.82	360.50	914.38
-LSCV	5,934.09	ND	3,274.50	3,085.46	ND	508.75	7,940.92	769.74	3,530.26	1,711.60	ND	1,051.46

ปัจจุบัน เช่นเดียวกับขยะจากการบรรจุอุตสาหกรรมอะหมีกึ่งสำเร็จรูปการจะลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นต้องควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุให้อยู่ในสภาพที่ดี

2). เปลือกมัน มีความหนาแน่น 645.07 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 75.68 เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.29 ซึ่งมีค่าสูงกว่าช่วงที่แนะนำ (20-25) ไม่น่ามากนักจึงควรพิจารณามาทำปุ๋ยเพื่อลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดและยังสามารถได้สารอินทรีย์ที่มีประโยชน์

3). เศษขนม มีความหนาแน่นเฉลี่ย 209.40 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความชื้นค่อนข้างต่ำคือร้อยละ 10.44 เนื่องจากเป็นพวกสารอินทรีย์ มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนเฉลี่ย 51.51 การกำจัดควรนำไปเลี้ยงสัตว์ หรือผสมกับเปลือกมันเพื่อทำปุ๋ยแทนการทิ้งหรือเผาซึ่งจะเป็นการลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดทางหนึ่ง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.10 กลุ่มอุตสาหกรรมน้ำตากลูโคสเหลว

ในกระบวนการผลิตน้ำตากลูโคสเหลวจะนำแป้งมันสำปะหลังมาย่อยสลายให้กลายเป็นน้ำตากลูโคส เมื่อแป้งย่อยสลายเป็นน้ำตากลูโคสเหลวที่ต้องการแล้วจะเติมผงคาร์บอนและสารช่วยกรอง (Diatomaceous) ลงไปฟอกสีให้มีสีขาว แล้วกรองเอาผงคาร์บอนนั้นออกมา ซึ่งผงคาร์บอนที่กรองออกมาก็คือขยะชนิดเดียวของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ที่ต้องนำไปกำจัด น้ำตากลูโคสที่ได้จะใส่ถังบรรจุขนาดใหญ่เพื่อขนส่งต่อไป จึงไม่มีขยะเกิดขึ้นจากการบรรจุเนื่องจากภาชนะบรรจุที่เสียสามารถนำไปจำหน่ายได้ ซึ่งขั้นตอนกระบวนการผลิตและเกิดขยะตามที่กล่าวข้างแสดงตามรูปที่ ง.10 ภาคผนวก ง. ผลการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ 2 โรงงาน ๆ ละ 3 ครั้ง สามารถสรุปอัตราการเกิดและลักษณะของขยะได้ดังนี้

4.10.1 อัตราการเกิดของขยะ

ผลของการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้พบว่าอัตราการเกิดของขยะเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าอัตราการเกิดของขยะเท่ากับ 10.229 กก./คนงาน, 0.059 กก./ตร.ม., 0.051 กก./กก.วัตถุดิบ และ 0.049 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปอัตราการเกิดของขยะจากอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ได้ดังตารางที่ 4.29 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามตาราง ก.14 ภาคผนวก ก.)

ตาราง 4.29 อัตราการเกิดขยะของกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำตากลูโคสเหลว

อัตราการเกิดขยะ	ค่าเฉลี่ย N = 6	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน	ส.ป.ส ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ยช่วงความเชื่อมั่น 95%	
						ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
จำนวนขยะต่อคนงาน(กก./ คน)	10.229	4.334	15.883	4.907	0.480	5.080	15.377
จำนวนขยะต่อพื้นที่โรงงาน(กก./ตร.ม.)	0.059	0.045	0.092	0.017	0.292	0.041	0.077
จำนวนขยะต่อวัตถุดิบ(กก./กก.)	0.051	0.032	0.080	0.019	0.370	0.031	0.071
จำนวนขยะต่อผลิตภัณฑ์(กก./กก.)	0.049	0.030	0.077	0.018	0.375	0.030	0.068

เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้รับ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของอัตราการเกิดของขยะ เมื่อเทียบกับจำนวนคนงาน พื้นที่อาคารโรงงาน น้ำหนักวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ 0.480 , 0.292, 0.370และ 0.375 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของขยะของอุตสาหกรรมกลุ่มนี้ จะพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จะมีค่าใกล้เคียงกัน เพราะปริมาณผงคาร์บอนและสารช่วย

แปรปรวนของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จะมีค่าใกล้เคียงกัน เพราะปริมาณผงคาร์บอนและสารช่วยกรองที่ใช้ในการฟอกสีจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับวัตถุดิบที่ใช้และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของพื้นที่อาคารโรงงานมีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากกระบวนการสกัดเอาผงคาร์บอนออกจากน้ำตาลที่แตกต่างกัน และจำนวนข้อมูลที่น้อย คือมีจำนวนข้อมูลเพียง 6 ข้อมูล อาจเป็นสาเหตุให้ความแปรปรวนของพื้นที่โรงงานน้อยที่สุด การเลือกค่าอัตราการเกิดของขยะเพื่อใช้ในการออกแบบระบบการจัดการขยะควรเลือกใช้เมื่อคิดเทียบกับวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ คือ มีค่าเท่ากับ 0.051กก./กก.วัตถุดิบหรือร้อยละ 5.1 ของน้ำหนักวัตถุดิบ และ 0.049 กก./กก.ผลิตภัณฑ์ หรือร้อยละ 4.9 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เนื่องจากขยะที่เกิดขึ้นเป็นผงคาร์บอนที่ใช้ในการฟอกสีน้ำตาลกลูโคสเหลว เช่นเดียวกับผงฟอกสีที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ซึ่งมีอัตราการใช้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้ค่าตัวนี้จึงทำให้ได้อัตราการเกิดขยะที่ต้องใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุดและจะให้นำไปใช้งานได้สะดวกเห็นภาพชัดเจน

4.10.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมี

ขยะจากกลุ่มอุตสาหกรรมกลุ่มนี้คือผงคาร์บอนอย่างเดียว ข้อมูลลักษณะทางด้านกายภาพและทางเคมีสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.35 (รายละเอียดแต่ละโรงงานตามภาคผนวก ค.)

ตาราง 4.30 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของขยะกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำตาลกลูโคสเหลว

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ค่าเฉลี่ย N = 6	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	828.66	450.00	1,300.00	439.86
ร้อยละของความชื้น (โดยน้ำหนักเปียก)	33.63	25.00	45.83	10.14
ร้อยละของสารเผาไหม้ได้(โดยน้ำหนักเปียก)	37.05	25.82	42.76	4.52
ร้อยละของปริมาณเถ้า(โดยน้ำหนักเปียก)	29.32	12.82	39.43	14.42
ร้อยละของไนโตรเจน(โดยน้ำหนักแห้ง)	-	-	-	-
ร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์(โดยน้ำหนักแห้ง)	-	-	-	-
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	-	-	-	-
ค่าความร้อน(cal/g)				
-DSCV	5,693.76	5,264.95	6,473.70	453.86
-HSCV	3,523.72	2,925.21	4,275.41	507.09
-LSCV	3,419.52	2,565.62	3,997.35	552.79

ผลจากตารางจะเห็นว่าผงคาร์บอนจะมีความหนาแน่นและความชื้นเฉลี่ยสูง คือมีความหนาแน่นเฉลี่ย 828.66 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 33.63 การพิจารณาวิธีการกำจัดผงคาร์บอนชนิดนี้ไม่สามารถจะกำจัดโดยวิธีการเผาได้ แม้ว่าจะมีค่าความร้อน LSCV สูงถึง 3,419.52 แคลลอรี่ต่อกรัม เนื่องจากปริมาณเถ้าที่สูงถึงร้อยละ 29.32 ซึ่งเป็นอุปสรรคเนื่องจากเหลือปริมาณเถ้าที่ต้องนำไปฝังกลบมีจำนวนมาก จะเป็นการสิ้นเปลืองเพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งในการเผาและการฝังกลบเถ้า สาเหตุของผงคาร์บอนของอุตสาหกรรมชนิดนี้มีปริมาณเถ้าสูงเพราะในระหว่างกระบวนการสกัดผงคาร์บอนออกจากริ้น้ำตาล จะมีการเติมสารช่วยกรอง (Diatomaceous) ลงไปของบางโรงงาน การกำจัดผงคาร์บอนเหล่านี้ควรจะใช้วิธีฝังกลบที่ถูกสุขลักษณะแทนการนำไปทิ้งในที่เปิดโล่งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย