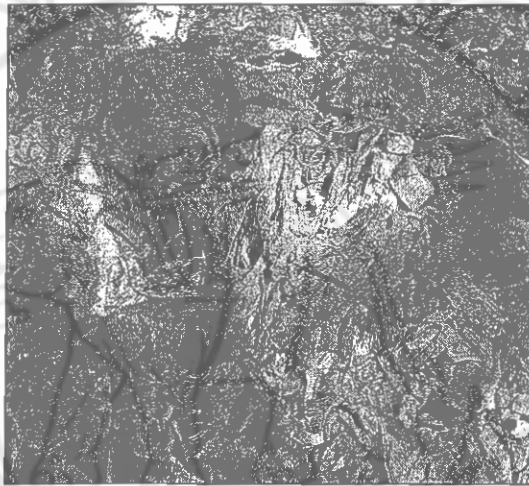


## บทที่ 4

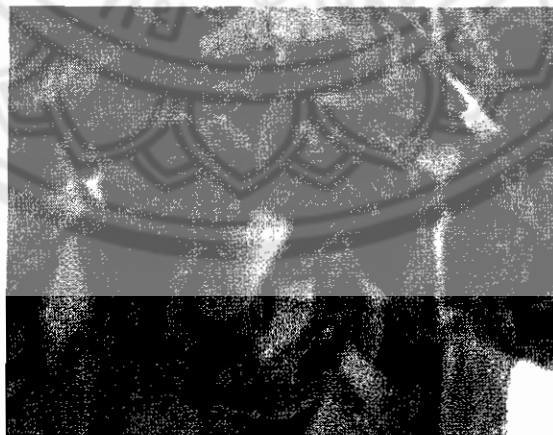
### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล/ผลการทดลอง/ผลการวิจัย

ชนิด และปริมาณของสารประสาน

ขยะพลาสติกหลังจากนำมาทำความสะอาด คัดแยกสิ่งที่ไม่ใหม่ไม่ได้ ออก ลดขนาด ด้วยการตัดจนทำให้ร้อยละ 95 ของขยะมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว



ภาพ 18 แสดงขยะพลาสติกก่อนทำความสะอาด



ภาพ 19 แสดงขยะพลาสติกที่ผ่านการทำความสะอาด และลดขนาด



ภาพ 20 แสดงการอัดเย็บด้วยมือ

นำมาขึ้นรูปให้เป็นแท่งโดยการอัดเย็บโดยอัดด้วยมือและอัดด้วยเครื่องอัดเย็บ ผลที่ได้จากการอัดแสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงการคงรูปของการอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (การอัดเย็บด้วยมือและเครื่อง)

ชนิดของการอัด	ชนิดของสารประสาน	สารประสาน:ขยะพลาสติก	การคงรูปหลังการอัด
อัดด้วยมือ	โมลาส	50:100	X
		75:100	✓
		100:100	✓
	แป้งเปียก (ร้อยละ30)	50:100	✓
		75:100	✓
		100:100	✓
อัดด้วยเครื่อง	โมลาส	50:100	X
		75:100	X
		100:100	X
	แป้งเปียก (ร้อยละ30)	50:100	X
		75:100	X
		100:100	X

จากตารางพบว่าการอัดแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (อัดด้วยเครื่อง) และสารประสานที่ใช้ทั้งโมลาส และแป้งเปียกนั้น ไม่สามารถคงรักษาสภาพความเป็นแท่งได้ หลังจากการอัด

สำหรับสารประสาน คือโมลาส และแป้งเปียก ปริมาณสารประสาน:ปริมาณขยะพลาสติก ได้แก่ 50:100 75:100 และ 100:100 ผลจากการขึ้นรูปโดยการอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (อัดด้วยมือ) ดังแสดงในตาราง 11

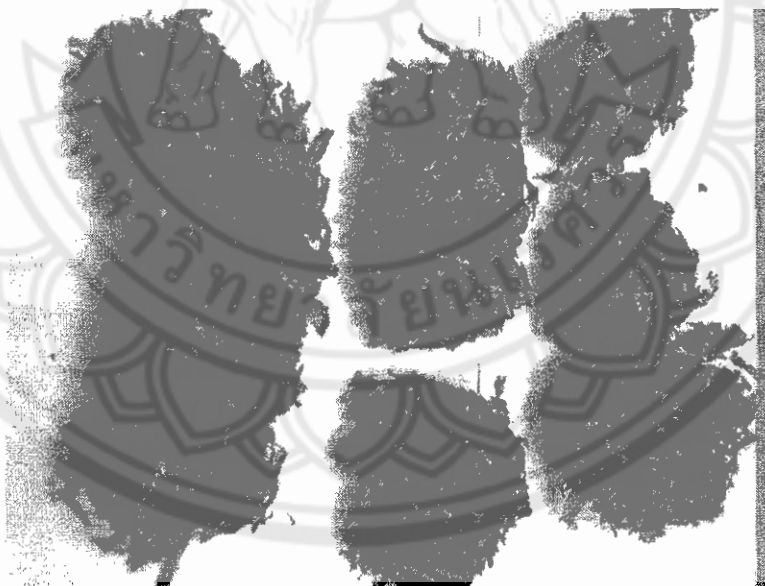
ตาราง 11 แสดงผลของการอัดด้วยมือ ชนิด และปริมาณของสารประสานที่ใช้

ชนิดสาร ประสาน	สารประสาน: ขยะพลาสติก	การเกาะตัว	การรักษารูปทรง	การพองตัว
โมลาส	50:100	ไม่เกาะตัว	ไม่ดี	1.5 เท่า
	75:100	เกาะตัวเล็กน้อย	ไม่ดี	1.5 เท่า
	100:100	เกาะตัวเป็นก้อน	พอใช้	1.5 เท่า
แป้งเปียก (ร้อยละ30)	50:100	เกาะตัวเป็นก้อน	พอใช้	1 เท่า
	75:100	เกาะตัวเป็นก้อน	เกือบดี	1 เท่า
	100:100	เกาะตัวเป็นก้อน	ดี	1 เท่า

จากตารางพบว่าการอัดแท่งเชื้อเพลิงนั้นสารประสานที่ทำให้แท่งเชื้อเพลิงสามารถคงรูปคือโมลาสที่ปริมาณสารประสานที่ใช้:ปริมาณขยะพลาสติกคือ 100:100 ซึ่งการพองตัวโดยภาพรวมอยู่ที่ 1.5 เท่า ส่วนการใช้แป้งเปียก โดยเตรียมจากแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้นร้อยละ 30 และพบว่าการใช้ปริมาณสารประสานที่ใช้:ปริมาณขยะพลาสติกที่ 50:100 นั้นสามารถทำให้แท่งเชื้อเพลิงยังคงรูปได้ ส่วน 75:100 นั้นการคงรูปค่อนข้าง และที่ 100:100 นั้นพบว่าแท่งเชื้อเพลิงสามารถรักษาสภาพได้ดีที่สุด และการพองตัวของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1 เท่า



ภาพ 21 แสดงเชื้อเพลิงแท่งโดยใช้แบ่งเป็ยกเป็นสารประสาน



ภาพ 22 แสดงเชื้อเพลิงแท่งใช้โมลาสเป็นสารประสาน

จากภาพแสดงให้เห็นถึงการเกาะตัว และการรักษารูปร่างของแท่งเชื้อเพลิงหลังจากผ่านการตากแห้ง โดยจะเห็นถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนการคงรูปของแท่งเชื้อเพลิงระหว่างการใช้โมลาสกับการใช้แป้งเปียกเป็นสารประสาน

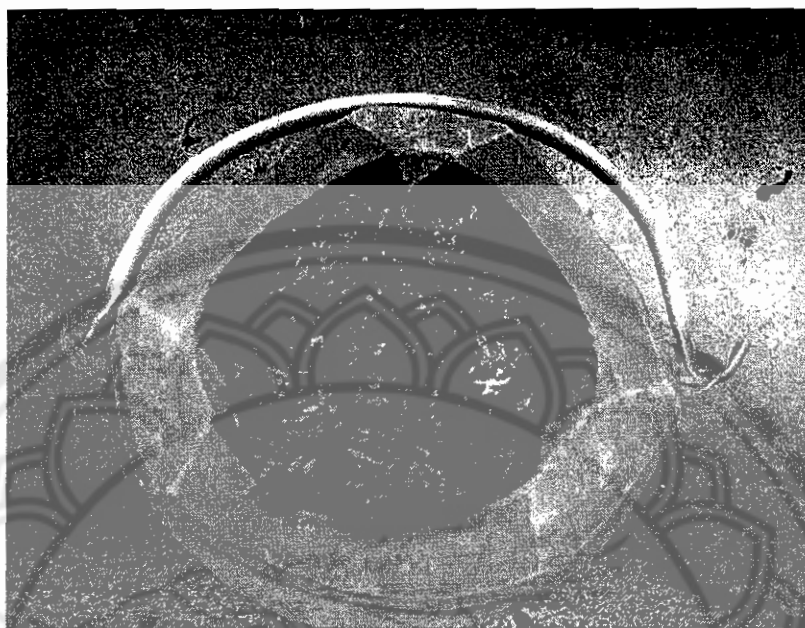
#### คุณสมบัติในความเป็นเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงแท่งที่ผ่านการตากแห้งเป็นเวลา 1 เดือน นั้นจะถูกนำมาสังเกตการจุดติดไฟ ลักษณะควัน แก๊สที่ได้หลังจากการเผาไหม้ ทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของการอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยนำมาเป็นเชื้อเพลิงต้มน้ำในหม้อต้มจนอุณหภูมิถึง 100 องศาเซลเซียส แล้วเปลี่ยนหม้อต้มไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเชื้อเพลิงแท่งดับแล้วบันทึกอุณหภูมิสุดท้ายของน้ำในหม้อต้ม ดังแสดงในตาราง 12

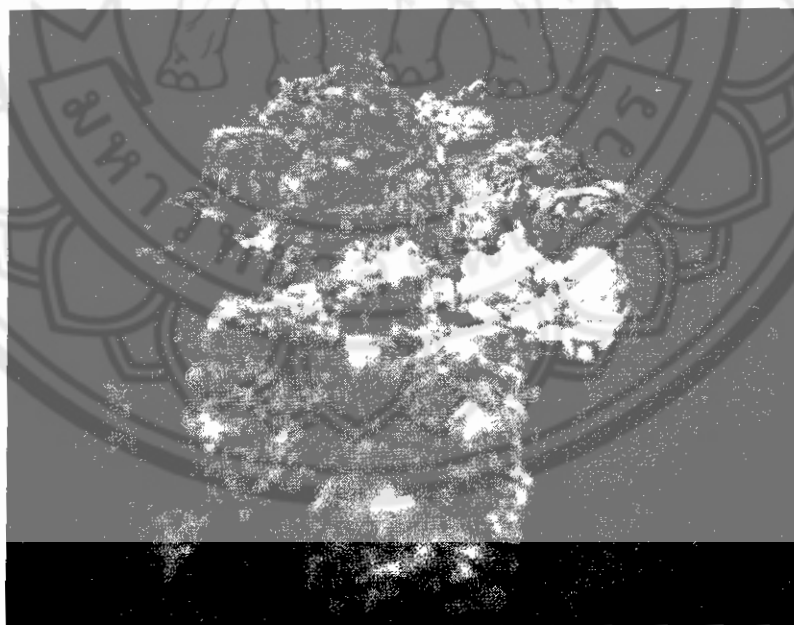
ตาราง 12 แสดงคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับชนิดและปริมาณของสารประสานที่ใช้

ชนิดสาร ประสาน	สารประสาน: ขยะพลาสติก	เวลาที่น้ำ		การจุด ติดไฟ	สะเก็ด ไฟ	ลักษณะ ควัน	ลักษณะ แก๊ส
		เดือด ครั้งแรก (นาที)	ประสิทธิภาพ				
โมลาส	50:100	8	94.60	ดี	ไม่มี	มีเขม่า	ร่วน
	75:100	6	97.35	ดี	ไม่มี	มีเขม่า	ร่วน
	100:100	5	99.57	ดี	ไม่มี	มีเขม่า	ร่วน
แป้งเปียก (ร้อยละ30)	50:100	7	99.18	ดี	ไม่มี	มีเขม่า	ร่วน
	75:100	5	99.31	ดี	ไม่มี	มีเขม่า	ร่วน
	100:100	4	99.57	ดี	ไม่มี	มีเขม่า	ร่วน

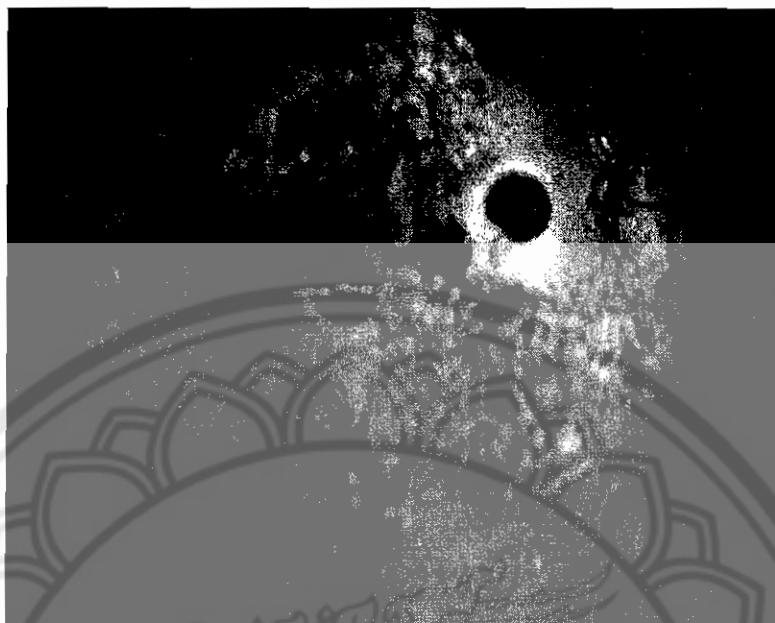
จากตารางจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการให้ความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นมีประสิทธิภาพสูง การใช้แป้งเปียกที่เตรียมจากแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้นร้อยละ 30 และโมลาส ปริมาณสารประสาน:ปริมาณขยะพลาสติก คือ 100:100 สามารถทำให้อุณหภูมิของน้ำถึง 100 องศาเซลเซียสได้ในเวลา 4 และ 5 นาที ประสิทธิภาพการให้ความร้อนที่ร้อยละ 99.57 การจุดติดไฟดี ไม่มีสะเก็ดไฟ มีเขม่า ส่วนแก๊สนั้นมีลักษณะร่วมไม่จับตัวเป็นก้อนสีเทาปนดำ



ภาพ 23 แสดงเชื้อเพลิงแห้งก่อนการทดสอบประสิทธิภาพการให้ความร้อน



ภาพ 24 แสดงถ้ำของเชื้อเพลิงพลังงานที่ใช้โมลาสเป็นสารประสาน



ภาพ 25 แสดงเงาของเชื้อเพลิงพลังงานที่ใช้แบ่งเป็ยกเป็นสารประสาน

จากภาพแสดงให้เห็นถึงเงาของเชื้อเพลิงหลังจากการเผา ซึ่งลักษณะเงาที่ได้นั้น ไม่จับตัวเป็นก้อน ร่วน เบาและสามารถเขี่ยออกจากเตาอั้งโล่ได้ง่าย

#### การอัดร้อนโดยไม่ใช้สารประสาน

ขยะพลาสติกหลังจากนำมาทำความสะอาด คัดแยกสิ่งที่ไม่ใหม่ไม่ได้ ออก ลดขนาดตัดจนทำให้ร้อยละ 95 ของขยะมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้วแล้วนำมาขึ้นรูปให้เป็นแท่งโดยการอัดร้อนแบบสกรูเดี่ยวเมื่อนำเชื้อเพลิงมาทำการทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง โดยจะนำมาสังเกตการจุดติดไฟ ลักษณะควัน ลักษณะเงาที่ได้หลังจากการเผาไหม้ ทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของการอัดแท่งเชื้อเพลิง เช่นเดียวกับการอัดเย็น ผลดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลของการทดสอบคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงหลังจากผ่านการอัดแบบใช้ความร้อน

ชนิดของการอัด	การเกาะตัว	การรักษารูปทรง	การติดไฟ
อัดแบบร้อน	ดี	ดี	ไม่ติดไฟ

ผลจากการนำขยะพลาสติกมาอัดร้อนพบว่า เกาะตัวเป็นก้อนแข็ง แน่น มีสีดำเข้ม มีน้ำหนักมากคล้ายก้อนยาง ไม่ติดไฟโดยวิธีทดสอบของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติของการติดไฟของวัตถุ (Flammability Test) พบว่าแท่งเชื้อเพลิงนั้นให้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลของการทดสอบการติดไฟของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดแบบใช้ความร้อน

ชนิดของการอัด	ระยะเวลาที่ใช้ในการติดไฟ (วินาที)	อุณหภูมิที่ติดไฟ (° F)
อัดร้อน	> 2	> 200

จากผลการทดสอบการติดไฟของวัตถุพบว่าวัตถุมีอุณหภูมิที่ติดไฟ (Flash point) นั้นมากกว่า 200 องศาฟาเรนไฮต์ หรือมากกว่า 93.33 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการติดไฟมากกว่า 2 วินาที แสดงว่าแท่งเชื้อเพลิงนั้นสามารถติดไฟได้แต่ไม่ไวไฟ



ภาพ 26 แสดงลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านเครื่องอัดร้อน



### ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง

นำแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดและยังสามารถคงรูปได้มาหาความหนาแน่น ซึ่งประกอบด้วย การอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (อัดด้วยมือ) โดยใช้โมลาส และแป้งเปียก ปริมาณสารประสานที่ใช้คือ 50:100 75:100 และ100:100 และการอัดแบบใช้ความร้อน (ไม่ใช้สารประสาน)

ตาราง 15 แสดงผลของการทดสอบความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง

ชนิดของสารประสาน	สารประสาน: ชยะพลาสติก	ความหนาแน่น (g/ml)
โมลาส	50:100	0.225
	75:100	0.231
	100:100	0.258
แป้งเปียก	50:100	0.240
	75:100	0.258
	100:100	0.267
ไม่ใช้สารประสาน	0:100	1.031

จากตารางพบว่าความหนาแน่นของอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (อัดด้วยมือ) โดยใช้โมลาส และแป้งเปียก ปริมาณสารประสานที่ใช้คือ 50:100 75:100 และ100:100 นั้นมีค่าใกล้เคียงกันคือ อยู่ระหว่าง 0.225 กรัม/มิลลิลิตร ถึง 0.267 กรัม/มิลลิลิตร แต่ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดแบบใช้ความร้อน (ไม่ใช้สารประสาน) พบว่ามีค่าความหนาแน่นมากที่สุดค่าที่ได้ คือ 1.031 กรัม/มิลลิลิตร

### ต้นทุนในการผลิตต่อหน่วย

#### 1. ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดแบบไม่ใช้ความร้อน

การคำนวณต้นทุนต่อหน่วยการผลิตนั้น คำนวณจากค่าแรงขั้นต่ำของเขตกรุงเทพ และปริมณฑล วันละ 192 บาทโดยเวลาในการทำงานวันละ 8 ชม. แล้วจับเวลาในการทำขั้นตอนต่างๆ โดยเริ่มตั้งแต่นำขยะมูลฝอยที่มีขนาดมากกว่า 40 มิลลิเมตร มาทำความสะอาด นำเอาสิ่งที่ไม่เผาไหม้ไม่ได้ออกจากเศษพลาสติก ลดขนาดด้วยมือ ชั่งน้ำหนักขยะพลาสติก ผสมกับสารประสาน อัดแท่ง แล้วนำเวลาที่ได้มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายตามเวลาที่ใช้ ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 แสดงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดด้วยมือ

ขั้นตอน	เวลา(นาที)	น้ำหนัก(กก.)	ค่าแรง(บาท)
ทำความสะอาด/chopด้วยเครื่อง	30	2.5	12
chopด้วยมือครั้งที่1	45	1.5	18
chopด้วยมือครั้งที่2	30	1	12
ชั่งน้ำหนัก (50กรัม)	10	1	4
ผสมสารประสาน (ครั้งละ 2 นาที/50กรัม)	40	1	16
อัดด้วยมือ (ครั้งละ 5 นาที/50กรัม)	100	1	40
รวม	255	-	102
การผลิตแท่งเชื้อเพลิง 1 ชั่ง น้ำหนัก 50 กรัม			5.1

ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดทำเชื้อเพลิงพลังงาน 1 แท่ง โดยอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (อัดด้วยมือ) น้ำหนัก 50 กรัม นั้นเป็นเงิน 5.10 บาท

2. ต้นทุนการผลิตเมื่อรวมสารประสาน คือโมลาส และแป้งเปียก คือนำเอาต้นทุนค่าสารประสานของโมลาส และแป้งเปียก แสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยในการผลิตเชื้อเพลิงเมื่อรวมสารประสานที่ใช้

ชนิดของสารประสาน	สารประสาน: ขยะพลาสติก	ราคาต้นทุนต่อหน่วย (บาท)
โมลาส	50:100	5.45
	75:100	5.63
	100:100	5.8
แป้งเปียก	50:100	5.28
	75:100	5.37
	100:100	5.46

จากตารางพบว่าต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิง 1 แห่ง ที่มีราคาต่ำที่สุดคือแ่งเปี้ยกที่ ปริมาณสารประสาน:ปริมาณขยะมูลฝอย 50:100 มีต้นทุนการผลิตที่ 5.28 บาท แต่เมื่อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ความร้อนของแ่งเชื้อเพลิงที่มากที่สุด คือ 99.57 นั้นมี 2 ชนิด คือ โม่ลาส และแ่งเปี้ยกที่ปริมาณสารประสาน:ปริมาณขยะมูลฝอย 100:100 มีต้นทุนการผลิตที่ แตกต่างกัน โดยการใช้โม่ลาสจะมีต้นทุนที่ 5.8 บาท ซึ่งสูงกว่าแ่งเปี้ยกที่มีต้นทุนการผลิตที่ 5.46 บาท

3. ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของแ่งเชื้อเพลิงที่อัดแบบใช้ความร้อน ในการ คำนวณต้นทุนต่อหน่วยของการอัดแบบใช้ความร้อนนั้นคำนวณจากค่าแรงขั้นต่ำของเขตกรุงเทพ และปริมณฑล วันละ 192 บาทโดยเวลาในการทำงานวันละ 8 ชม. แล้วจับเวลาในการทำขั้นตอน ต่างๆ โดยเริ่มตั้งแต่นำขยะมูลฝอยที่มีขนาดมากกว่า 40 มิลลิเมตร มาทำความสะอาด นำเอาสิ่งที่ไม่ เผลาใหม่ไม่ได้ออกจากเศษพลาสติก ลดขนาดด้วยมือ แล้วนำไปอัดแบบใช้ความร้อนด้วยเครื่อง ผลดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 แสดงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยในการผลิตเชื้อเพลิงแบบใช้ความร้อน

ขั้นตอน	เวลา(นาที)	น้ำหนัก(กก.)	ค่าแรง(บาท)
ทำความสะอาด/chopด้วยเครื่อง	30	2.5	12
chopด้วยมือครั้งที่1	45	1.5	18
chopด้วยมือครั้งที่2	30	1	12
อัดด้วยเครื่อง	30	1	12
รวม	135	-	54
การผลิตแ่งเชื้อเพลิง 1 ชัน น้ำหนัก 50 กรัม			2.7

จากตารางพบว่าต้นทุนที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงแ่งโดยการอัดแบบใช้ความร้อนมีต้นทุน การผลิตต่อหน่วยที่ 2.7 บาท

### การคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม

การคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณขยะพลาสติก:ปริมาณสารประสานนั้น จะพิจารณาจากส่วนผสมที่เมื่อแห้งแล้วสามารถคงรูปได้ดี ไม่แตกหักหรือเปราะง่าย ซึ่งในที่นี้คือการอัดแบบใช้ความร้อน และการอัดแบบไม่ใช้ความร้อนด้วยมือ ปริมาณขยะพลาสติก:ปริมาณสารประสาน 100:100 โดยสารประสานที่ใช้คือแป้งเปียก และโมลาส ซึ่งมีประสิทธิภาพการให้ความร้อนเท่ากันคือที่ 99.57

### ค่าความร้อน

เมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการอัดทั้ง 2 แบบ มาหาค่าความร้อนพบว่าผลการทดลองแสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

ชนิดการอัด	สารประสาน	ปริมาณขยะ:สารประสาน	ค่าความร้อน (J/g)
ใช้ความร้อน	ไม่ใช้	100:0	38,230
ไม่ใช้ความร้อน	แป้งเปียก	100:100	36,867

จากตารางพบว่า การอัดแบบไม่ใช้ความร้อนนั้นให้ค่าความร้อนสูงกว่าการอัดแบบไม่ใช้ความร้อนด้วยมือ คือ 38,230 J/g