

ผลการทดลอง

5.1 ผลของการหาคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านลิกไนท์

ถ่านลิกไนท์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้มาจากแหล่งแม่ต๊อบ อ.งาว ส.ปาง มีลักษณะเป็นก้อนเล็ก ๆ สีดำ หลังจากที่ได้ทำการบดและร่อนแยกขนาดแล้วก็ได้เก็บไว้เป็นอย่างดี เพื่อให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป ผลการทดลองและการคำนวณหาคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านลิกไนท์ที่ใช้ในการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านลิกไนท์ (wet basis)

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าที่ได้จากการทดลอง
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	1.5
ความชื้น (ร้อยละ)	23.00
สารระเหย (ร้อยละ)	32.61
เถ้า (ร้อยละ)	10.38
คาร์บอนคงตัว (ร้อยละ)	34.01
ปริมาณซิลเฟอร์ (ร้อยละ)	0.7263
คุณค่าทางความร้อน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	4,614.85
ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	1.1985
สัดส่วนช่องว่าง (ϵ)	0.4535
ความเป็นทรงกลมเทียบเท่า (ϕ_s)	0.77
เส้นผ่าศูนย์กลางทรงกลมที่มีปริมาตรเทียบเท่า (มิลลิเมตร)	1.35

เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านลิกไนท์ที่ใช้ในการทดลองกับถ่านลิกไนท์จากแหล่งต่าง ๆ ตามตารางที่ 2-2 พบว่า มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงปานกลาง ปริมาณสารระเหยมีค่าใกล้เคียงกับแหล่งอื่นคืออยู่ในช่วงร้อยละ 31-39 ยกเว้นแหล่งลีและแหล่งสินติน ซึ่งมีปริมาณสารระเหยค่อนข้างต่ำกว่าแหล่งอื่น ๆ คือมีปริมาณสารระเหยร้อยละ 26 แต่ปริมาณคาร์บอนคงตัวและซิลเฟอร์ค่าต่ำกว่าแหล่งอื่นยกเว้นแหล่งแม่ต้น ซึ่งมีปริมาณซิลเฟอร์ร้อยละ 0.71 ปริมาณถ่านับว่ามีค่าสูงกว่าแหล่งอื่น ๆ ทั้งหมด ส่วนคุณค่าทางความร้อนมีค่าต่ำกว่าแหล่งอื่นยกเว้นแหล่งสินตินเพียงแห่งเดียว

5.2 การหาค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดเซชัน

จากการทดลองให้อากาศไหลผ่านเบดที่ความสูงต่าง ๆ ด้วยอัตราเร็วต่าง ๆ กันแล้ว วัดความดันลดที่เกิดขึ้นได้ผลดังแสดงในภาคผนวกที่ 4 ผลการทดลองนำไปวาดกราฟเพื่อหาค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดเซชัน ดังรูปที่ 5-1 จากกราฟจะเห็นว่าที่ความสูงของเบดต่าง ๆ กัน ค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดเซชันมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 49 ซม./วินาที และจากคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านลิกไนท์ที่ใช้ในการทดลอง ได้มีการคำนวณหาความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดเซชันตามสมการ (2-7) ดังภาคผนวกที่ 1 พบว่ามีค่า 47.29 ซม./วินาที ค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดเซชันทั้ง 2 ค่าต่างกันประมาณร้อยละ 3.49 ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดเซชันโดยการทดลองเป็นค่าเปรียบเทียบ

5.3 ผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ในฟลูอิดไคซ์เบด

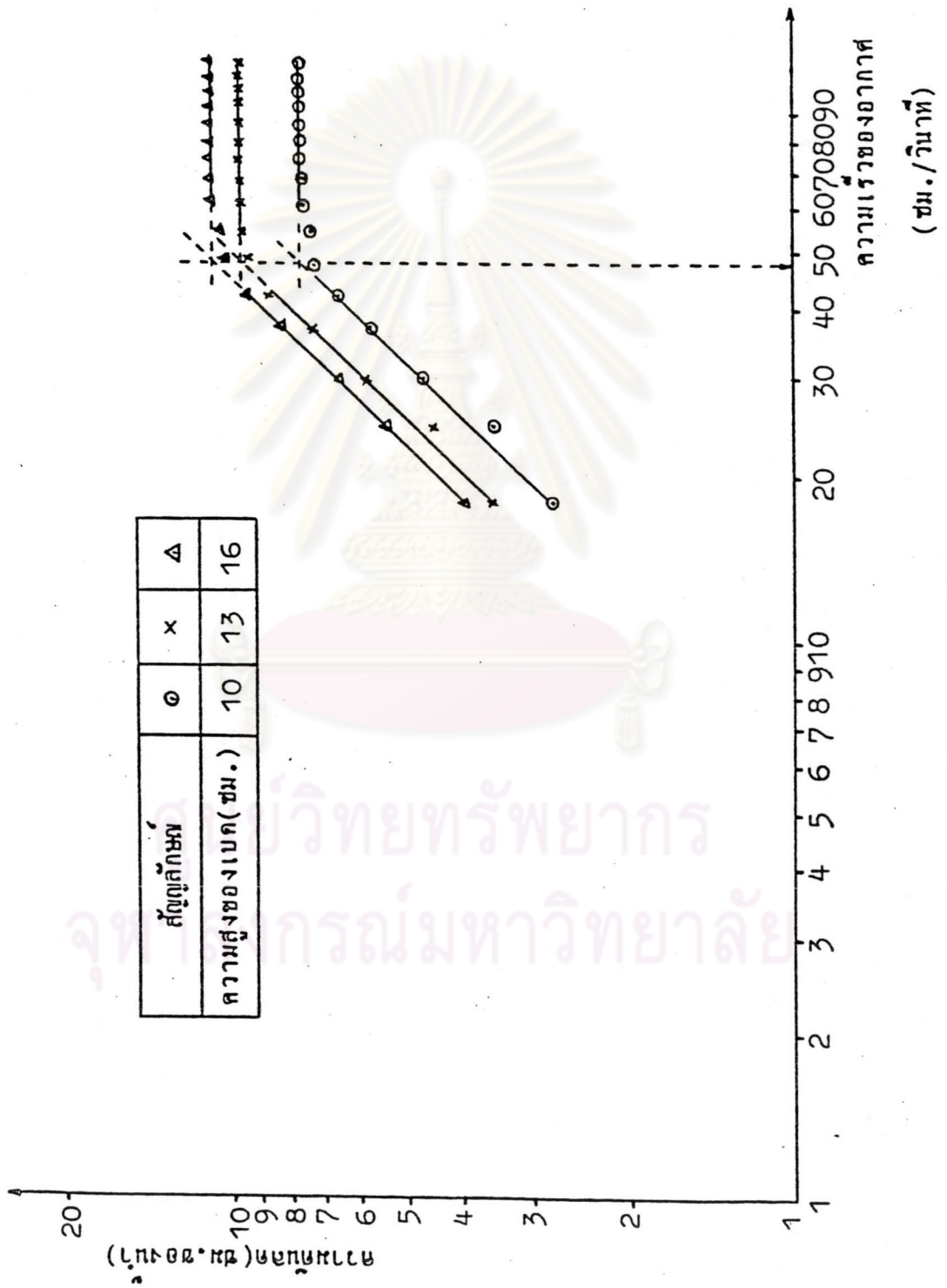
ผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ในสภาวะต่าง ๆ ตามตารางที่ 4-1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-2 ซึ่งเป็นตารางที่แสดงผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ได้แก่ อัตราส่วนร้อยละของก๊าซที่ออกจากคอกสันที่ได้ออกการวัดโดยเครื่องมือออกแลท อัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศที่มากเกินพอและอัตราส่วนร้อยละประสิทธิภาพของการเผาไหม้ ที่ความเร็วของอากาศ 76.08, 83.16, 91.12 และ 98.20 ซม./วินาที ตามลำดับ ตารางที่ 5-3 ถึง 5-5 เป็นตารางที่แสดงผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์เช่นเดียวกัน แต่ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 850, 900 และ 950 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากค่าต่าง ๆ ที่สำคัญในตารางที่ 5-2 ถึง 5-5 นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อน

ถ่านลิกไนท์ อัตราส่วนร้อยละของเถ้าที่ออกจากไซโคลน อัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศ
ที่มากเกินพอ อัตราส่วนร้อยละของประสิทธิภาพของการเผาไหม้กับความเร็วของอากาศ ดัง
แสดงในกราฟรูปที่ 5-2 ถึง 5-5 ตามลำดับ และกราฟรูปที่ 5-6 แสดงความสัมพันธ์
ระหว่างอัตราส่วนร้อยละของประสิทธิภาพของการเผาไหม้ กับอัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศ
ที่มากเกินพอ

ประสิทธิภาพของการเผาไหม้หาได้จาก การคำนวณปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ได้รับจริง
โดยการหักคุณค่าทางความร้อนของเถ้าที่ออกจากคอสัมน์ คุณค่าทางความร้อนของเถ้าที่ออกจาก
ไซโคลนและคุณค่าทางความร้อนของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออก เทียบกับปริมาณความร้อนที่
ป้อนเข้าสู่ระบบซึ่งอาจจะเป็นอัตราส่วนร้อยละ ดังแสดงในรูปที่ 1 ภาคผนวกที่ 6



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5-1 แสดงการหาค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูตโตเซชัน

ตารางที่ 5-2 ผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

การทดลอง ที่	ความเร็วของ อากาศ		อัตราการป้อน ถ่านลิกไนท์ (กรัม/นาที)	ปริมาณอากาศ ที่มากเกินพอ (อัตราส่วน ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์ (อัตราส่วนร้อยละ)			ประสิทธิภาพ ของการเผาไหม้ (อัตราส่วน ร้อยละ)	ประสิทธิภาพความ ร้อนที่นำไปใช้ ประโยชน์ (อัตราส่วนร้อยละ)
	ว. /ม. ³	$\frac{U}{Pmf}$			ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์	ก๊าซออกซิเจน	ก๊าซคาร์บอน มอนอกไซด์		
1.	76.08	1.55	125.0	71.53	8.0	11.2	0.8	66.64	11.20
2.	83.16	1.70	149.66	74.77	8.4	11.4	0.5	76.86	9.42
3.	91.12	1.85	165.62	86.21	8.6	11.6	0.4	81.75	8.60
4.	98.20	2.00	174.70	81.77	8.6	11.4	0.2	83.77	8.24

ตารางที่ 5-3 ผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

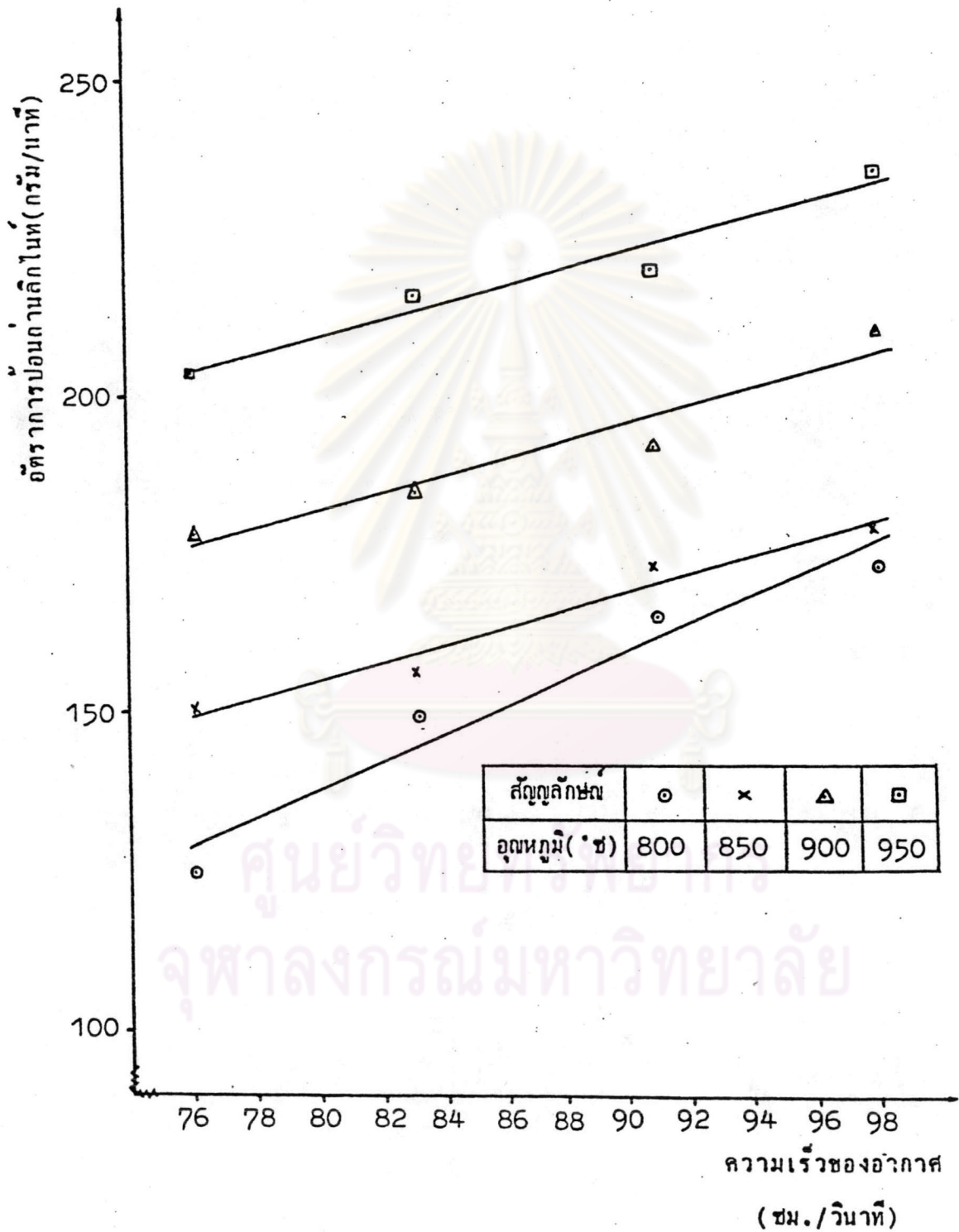
การทดลอง ที่	ความเร็วของ อากาศ		อัตราการป้อน ถ่านลิกไนท์ (กรัม/นาที)	ปริมาณอากาศ ที่มากเกินพอ (อัตราส่วน ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซที่ออกจากรวม (อัตราส่วนร้อยละ)			ประสิทธิภาพ ของการเผาไหม้ (อัตราส่วนร้อยละ)	ประสิทธิภาพ ความร้อนที่นำไป ใช้ประโยชน์ (อัตราส่วนร้อยละ)
	u (ขม./ วินาที)	$\frac{U}{U_{mf}}$			ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์	ก๊าซออกซิเจน	ก๊าซคาร์บอน มอนอกไซด์		
1.	76.08	1.55	150.50	58.90	9.0	10.0	0.7	74.90	9.36
2.	83.16	1.70	156.63	66.87	8.8	10.4	0.6	79.86	9.06
3.	91.12	1.86	174.49	86.57	8.8	11.6	0.2	83.25	8.30
4.	98.20	2.00	180.80	90.13	9.0	11.8	0.2	84.10	8.24

ตารางที่ 5-4 ผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส

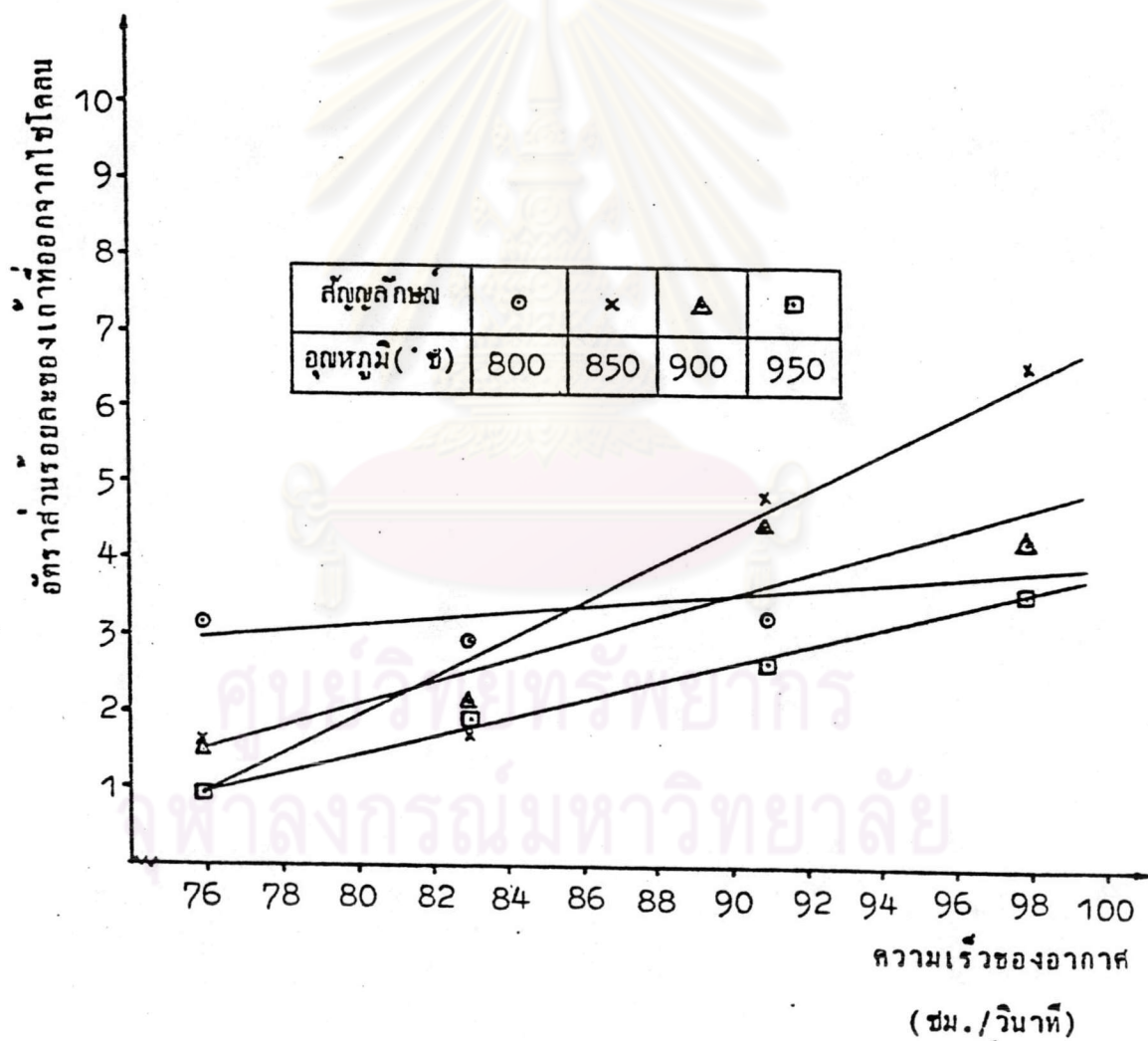
การทดลอง ที่	ความเร็วของ อากาศ		อัตราการป้อน ถ่านลิกไนท์ (กรัม/นาที)	ปริมาณอากาศ ที่มากเกินพอ (อัตราส่วน ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์ (อัตราส่วนร้อยละ)			ประสิทธิภาพ ของการเผาไหม้ (อัตราส่วนร้อยละ)	ประสิทธิภาพความ ร้อนที่นำไปใช้ ประโยชน์ (อัตราส่วนร้อยละ)
	u (ชม./ วินาที)	$\frac{U}{U_{mf}}$			ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์	ก๊าซออกซิเจน	ก๊าซคาร์บอน มอนอกไซด์		
1.	76.88	1.55	179.00	89.18	8.2	12.0	0.8	78.30	8.07
2.	83.16	1.70	185.79	97.35	8.6	12.0	0.6	85.10	7.90
3.	91.12	1.86	193.26	101.38	8.8	12.2	0.2	87.04	7.75
4.	98.20	2.60	212.02	103.58	9.0	12.2	0.2	89.57	7.17

ตารางที่ 5-5 ผลการทดลองเผาไหม้ถ่านลิกไนท์ที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

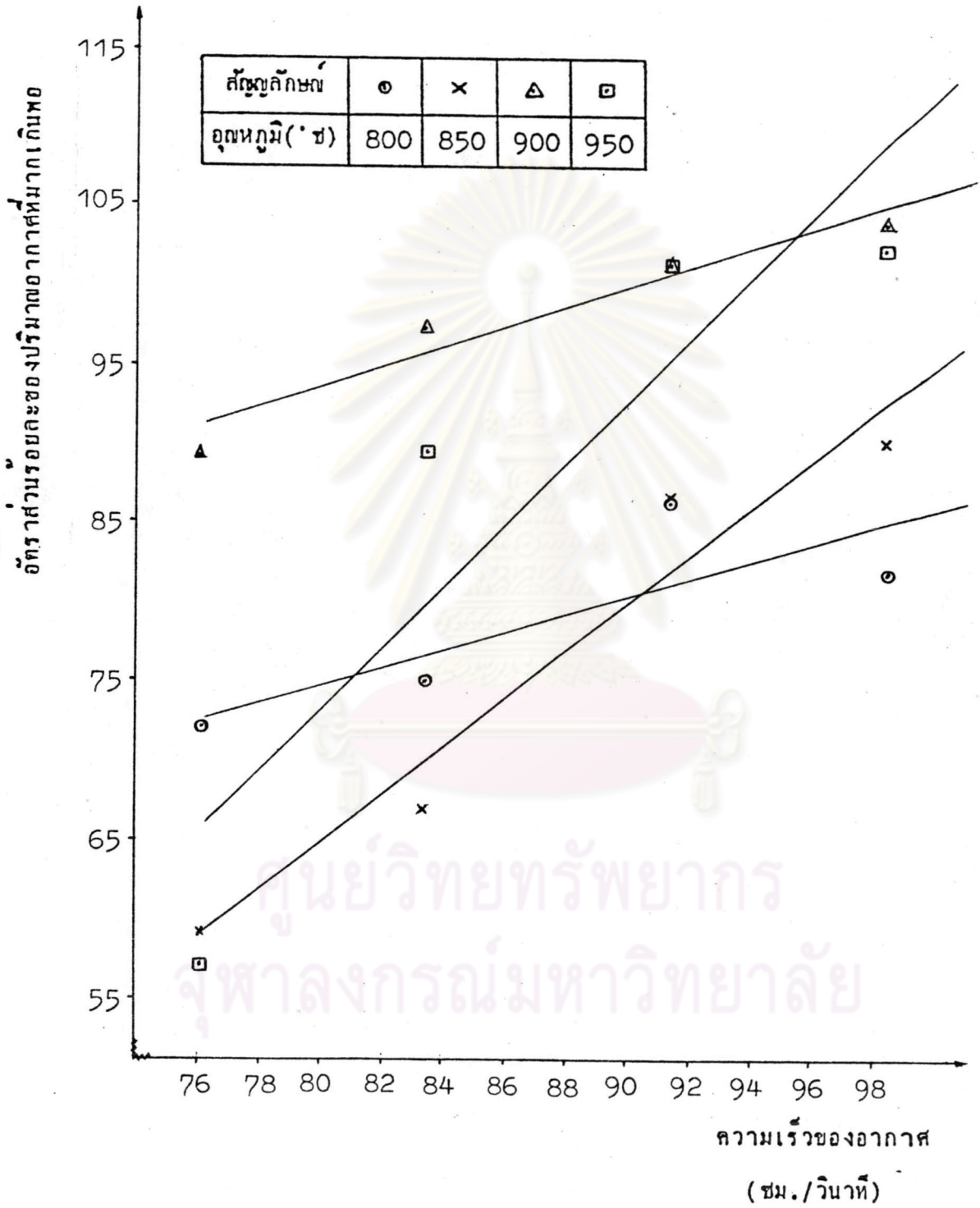
การทดลอง ที่	ความเร็วของ อากาศ		อัตราการป้อน ถ่านลิกไนท์ (กรัม/นาที)	ปริมาณอากาศ ที่มากเกินพอ (อัตราส่วน ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์ (อัตราส่วนร้อยละ)			ประสิทธิภาพ ของการเผาไหม้ (อัตราส่วนร้อยละ)	ประสิทธิภาพ ความร้อนที่นำไป ใช้ประโยชน์ (อัตราส่วนร้อยละ)
	ว. / วินาที)	U Umf			ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์	ก๊าซออกซิเจน	ก๊าซคาร์บอน มอนอกไซด์		
1.	76.08	1.55	204.00	57.14	8.8	10.2	0.8	79.09	7.38
2.	83.16	1.70	216.74	89.52	8.8	11.8	0.5	85.01	7.00
3.	91.12	1.86	221.65	100.94	8.8	12.2	0.2	87.98	6.95
4.	98.20	2.00	237.70	102.62	9.0	12.2	0.2	89.13	6.61



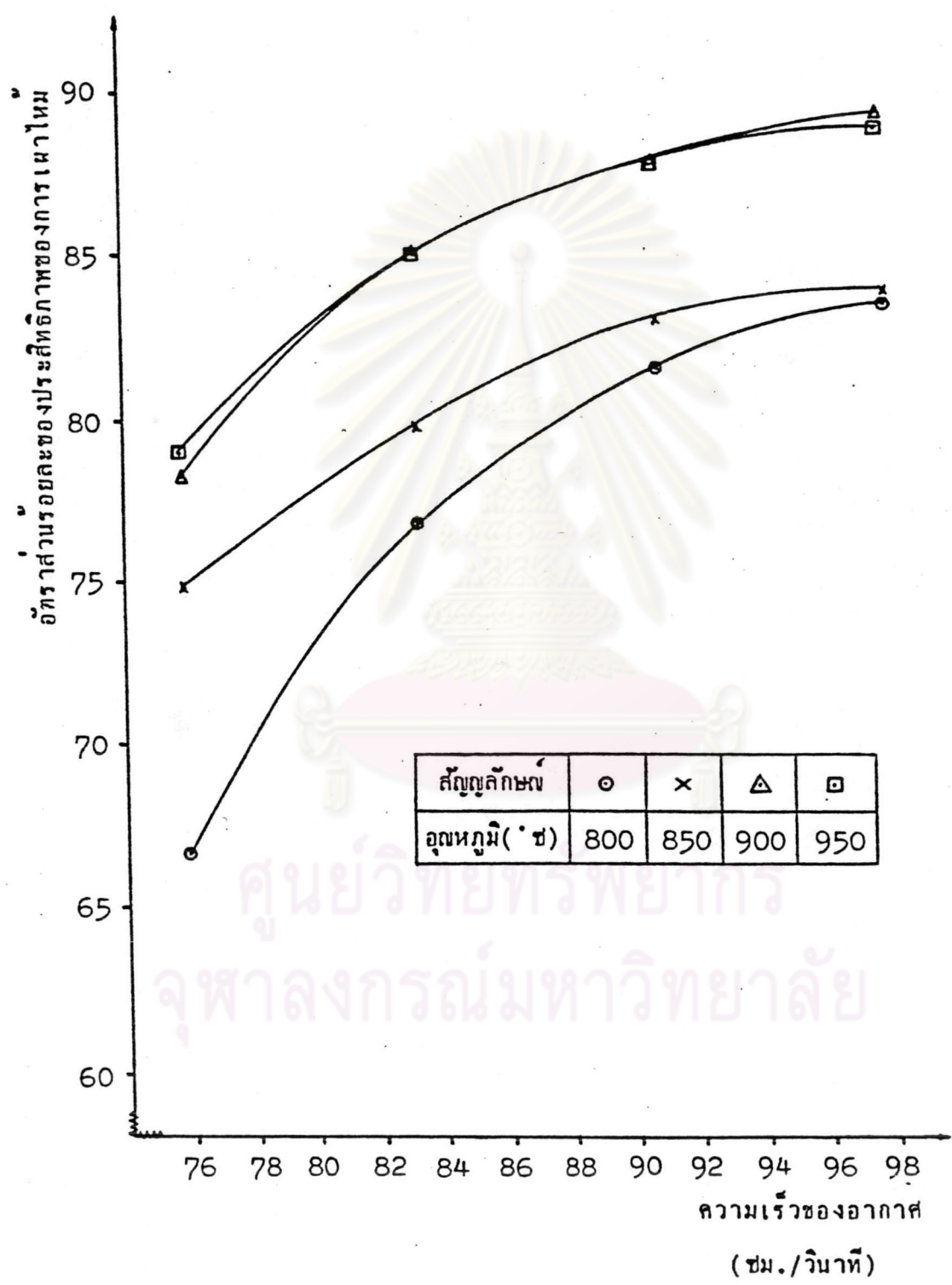
รูปที่ 5-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนคาร์บอนไดออกไซด์และความเร็วของอากาศ



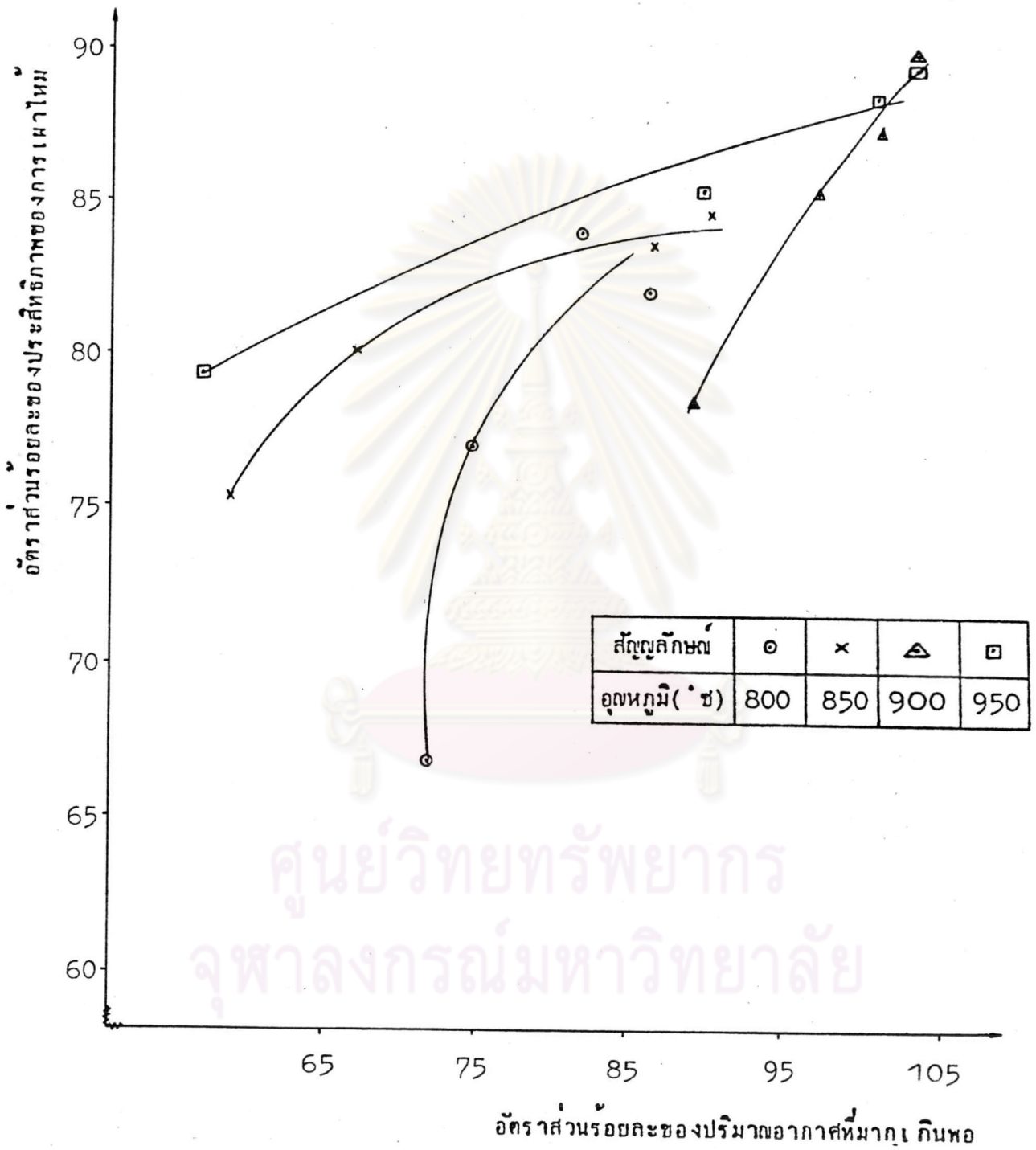
รูปที่ 5-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนร้อยละของแก๊สที่ออกจากไซโคลน และความเร็วของอากาศ



รูปที่ 5-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศที่มากเกินพอและความเร็วของอากาศ



รูปที่ 5-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนร้อยละของประสิทธิภาพของการเผาไหม้และความเร็วของอากาศ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนร้อยละของ ประสิทธิภาพของ การเผาไหม้และอัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศที่มากเกินพอ