

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 รายละเอียดของถ่านที่มีปฏิกิริยา

การทดลองนี้เตรียมถ่านที่มีปฏิกิริยาจากสารเริ่มต้นคือ กะลามะพร้าว และขุยมะพร้าวที่ตากแห้งแล้ว โดยนำสารตั้งต้นนั้นมาทุบให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากับความร้อนดีที่สุดขณะอยู่ในกระบอกลสแตนเลสในเตา นำสารตั้งต้นนี้ใส่ในกระบอกลสแตนเลสปิดกระบอกลให้แน่น นำไปเผาในเตาไฟฟ้าที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้

เผาครั้งแรกเป็นการเผาสารตั้งต้นให้เป็นถ่าน ในการทดลองนี้เผาสารตั้งต้นในที่อับอากาศ ซึ่งใช้เวลาและอุณหภูมิในการเผาต่าง ๆ กัน เพื่อหาช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ดีที่สุดที่จะทำให้สารตั้งต้นกลายเป็นถ่านไปทั้งหมด อุณหภูมิที่ใช้ในการเผามีดังต่อไปนี้ 400 600 800 และ 1000 °C เวลาในการเผานั้นใช้ช่วงเวลาเผาจนครบวันหมด เมื่อเผาตามขั้นตอนต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วปล่อยให้ถ่านเย็นอยู่ภายในกระบอกลสแตนเลสจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำถ่านมาบดโดย Blender ให้ละเอียด สารที่ได้จะมีสีดำเป็นเม็ดเล็ก ๆ

เผาครั้งที่สองเป็นการเผาในบรรยากาศไอน้ำเพื่อ (Activation) นำถ่านที่บดละเอียดแล้วใส่ในกระบอกลสแตนเลส เผาผงถ่านในบรรยากาศของไอน้ำที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน การเผาครั้งนี้ใช้อุณหภูมิ 600 และ 800 °C ใช้เวลาผ่านไอน้ำ 0.5 1 1.5 และ 2 ชั่วโมง เมื่อเผาเสร็จแล้วปล่อยให้เย็นในกระบอกลสแตนเลสจนเย็น สารที่ได้จะมีสีดำและมีน้ำหนักลดลง

การเผาทั้งสองครั้งมีการหมุนกระบอกลสแตนเลสตลอดเวลา เพื่อให้สารในกระบอกลได้รับความร้อนและเกิดปฏิกิริยาได้อย่างดีที่สุด

รายละเอียดของการเผาให้เป็นถ่านและการเผาในบรรยากาศของไอน้ำนั้นอยู่ในตาราง 3.1 และ 3.2

4.2 ผลการทดสอบตัวเลขไอโอดีน (Iodine number)

4.2.1 ผลการทดสอบความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ในการทดสอบนี้ได้ข้อมูลคือ น้ำหนักของโพแทสเซียมไอโอเดต และปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต จากข้อมูลสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายได้ดังต่อไปนี้

$$\text{Normality Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = Z / (Y \times 0.03567)$$

Z = น้ำหนักสารโพแทสเซียมไอโอเดต

Y = ปริมาตรสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

ตัวอย่าง

$$Z = 0.141 \quad \text{กรัม}$$

$$Y = 37.1 \quad \text{ml.}$$

$$\begin{aligned} \text{Normality Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= 0.141 / (37.1 \times 0.03567) \\ &= 0.107 \end{aligned}$$

การทดสอบนี้จะทำการทดสอบความเข้มข้นประมาณ 3 ครั้ง นำค่าความเข้มข้นทั้ง 3 ครั้งนั้นมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

4.2.2 ผลการทดสอบหาความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน ได้ข้อมูลจากการนำสารละลายไอโอดีนมาไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จะได้ข้อมูลคือปริมาตรของสารละลายไอโอดีนที่ถูกไทเทรตและสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ไทเทรต จากข้อมูลสามารถคำนวณความเข้มข้นได้ดังนี้

$$\text{Normality I}_2 = (A \times N_1) / \text{ปริมาตรสารละลายไอโอดีนที่ใช้}$$

A = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้

N_1 = Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

ตัวอย่างการคำนวณ

ปริมาตรไอโอดีนที่ใช้ 25.0 ml.

A = 23.0 ml.

$N_1 = 0.107$

$$\begin{aligned}\text{Normality } I_2 &= (0.107 \times 23.0) / 25.0 \\ &= 0.099\end{aligned}$$

การไทเทรตเพื่อหาค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนนั้นจะหาค่าเฉลี่ยจากการทดลองประมาณ 3 ครั้ง เป็นค่าความเข้มข้นสารละลายไอโอดีน

4.2.3 การคำนวณหาค่าตัวเลขไอโอดีน เมื่อทดสอบสารตามวิธีการในข้อ 3.5 ได้ข้อมูลคือ น้ำหนักถ่านที่นำมาทดสอบตัวเลขไอโอดีน ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรต จากข้อมูลสามารถคำนวณหาตัวเลขไอโอดีนได้ดังนี้

A = (2.2B x ml of Sodium thiosulfate solution used)

$$X/M = \frac{\text{Weight of carbon (gm)}}{N_2 \times \text{ml of thiosulfate solution used}}$$

$$C = \frac{50.0}{N_2 \times \text{ml of thiosulfate solution used}}$$

$$\text{Iodine number} = (X/M) \times D$$

เมื่อ X/M = mg iodine adsorbed per gram of carbon

N_1 = normality of iodine solution

N_2 = normality of sodium thiosulfate solution

$$A = N_1 \times 12693.0$$

$$B = N_2 \times 126.93$$

C = residual filtrate normality

D = correction factor

ตัวอย่าง ใช้สารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ความเข้มข้น 0.106 N สารละลาย
ไอโอดีนความเข้มข้น 0.101 N สารทดสอบคือถ่านที่มีปฏิกิริยาที่มีการผลิตชาย น้ำหนักถ่านที่
ใช้ 1.067 กรัม ปริมาตรสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ในการไทเทรตมีปริมาตร 16.0 ml.

$$(0.101 \times 12693.0) - (2.2 \times 0.106 \times 126.93 \times 16.0)$$

$$X/M = \frac{\quad}{1.067}$$

$$= 757.64$$

$$C = (0.106 \times 16.0) / 50.0$$

$$= 0.033$$

จากค่า C เมื่อนำหาค่า Correction factor จะได้ค่า D = 0.93

$$\text{Iodine number} = 757.64 \times 0.93$$

$$= 704$$

ผลการคำนวณหาค่า Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ Normality
ของสารละลายไอโอดีน และการคำนวณหาค่าตัวเลขไอโอดีนแสดงในตาราง 4.1-4.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 1

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.147	38.9	0.106
2	0.147	38.8	0.106
3	0.146	38.6	0.106
4	0.141	37.4	0.106

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.106

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้(กรัม)	Normality
1	23.7	0.100
2	24.0	0.102
3	23.6	0.100
4	24.0	0.102

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.101

ตาราง 4.2 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 2

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.142	36.2	0.110
2	0.143	36.0	0.111
3	0.146	36.7	0.112

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.111

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (กรัม)	Normality
1	23.0	0.102
2	22.3	0.099
3	22.6	0.100

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.100

ตาราง 4.3 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 3

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.141	39.5	0.100
2	0.147	40.8	0.101
3	0.144	39.0	0.104

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.102

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (กรัม)	Normality
1	24.5	0.100
2	23.5	0.094
3	23.9	0.097

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.097

ตาราง 4.4 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 4

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.143	39.9	0.100
2	0.141	40.2	0.098
3	0.142	40.5	0.098
4	0.140	40.2	0.098

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.099

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (กรัม)	Normality
1	26.3	0.104
2	26.8	0.106
3	26.6	0.105
4	26.3	0.104

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.105

ตาราง 4.5 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 5

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.141	36.2	0.109
2	0.148	38.3	0.108
3	0.1435	37.9	0.106
4	0.1475	38.1	0.109

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.108

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้(กรัม)	Normality
1	25.0	0.108
2	26.8	0.108
3	24.7	0.107
4	24.7	0.107

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.107

ตาราง 4.6 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 6

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.143	36.6	0.109
2	0.141	36.0	0.110
3	0.146	37.0	0.111
4	0.145	37.2	0.109

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.110

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้(กรัม)	Normality
1	25.7	0.113
2	26.0	0.114
3	25.8	0.113
4	25.9	0.114

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.114

ตาราง 4.7 Normality ของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และสารละลายไอโอดีนครั้งที่ 7

จำนวนครั้ง	จำนวนสารเคมีที่ใช้		Normality
	KIO_3 (กรัม)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	
1	0.143	38.5	0.104
2	0.146	39.1	0.105

ค่าเฉลี่ยของ Normality $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0.104

การทดสอบความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนใช้สารละลายไอโอดีน 25.0 ml.

จำนวนครั้ง	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (กรัม)	Normality
1	25.6	0.107
2	24.5	0.102
3	25.9	0.108

ค่าเฉลี่ยของ Normality สารละลายไอโอดีน = 0.106

ตาราง 4.8 ตัวเลขไอโอดีนของถ่านและถ่านที่มีปฏิกิริยา ที่ผลิตจากสารเริ่มต้นกะลาครั้งที่ 1
D ปริมาณ 0.92

ชนิดของสาร	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (ml.)	น้ำหนักถ่าน (กรัม)	X/M	C	ตัวเลขไอโอดีน
กะลา4-1.5	39.4	1.045	51.93	0.087	47
กะลา6-1	35.0	1.140	181.78	0.077	165
กะลา8-1	38.7	1.158	65.59	0.085	60
กะลา10-1	37.5	1.146	98.72	0.083	90
กะลา6-2	35.2	1.106	116.72	0.078	152
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C					
1กะลา4-1.5	22.4	1.363	453.65	0.047	413
1กะลา6-1	25.6	1.273	411.33	0.054	375
1กะลา8-1	22.0	1.58	398.83	0.044	363
1กะลา10-1	22.9	1.528	394.98	0.048	360
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่อุณหภูมิ 600 ° C					
*1กะลา6-2	32.7	1.128	232.14	0.072	211
4กะลา6-2	33.2	1.102	223.56	0.073	203
COM	16.0	1.067	756.99	0.033	705

* แอดติเวทสารโดยที่ไม่บดสารนั้นเป็นผง เล็ก ๆ

ตาราง 4.9 ตัวเลขไอโอดีนของถ่านและถ่านที่มีปฏิกิริยา ที่ผลิตจากสารเริ่มต้นกะลาครั้งที่ 2
D ประมาณ 0.92

ชนิดของสาร	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (ml.)	น้ำหนักถ่าน (กรัม)	X/M	C	ตัวเลขไอโอดีน
กะลา4-1.5	45.6	2.010	21.35	0.100	19
กะลา6-1	39.0	2.000	122.65	0.085	112
กะลา8-1	40.2	2.000	75.12	0.092	95
กะลา10-1	42.1	2.000	75.12	0.092	68
กะลา6-2	42.2	1.224	91.95	0.088	84
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C					
1กะลา4-1.5	32.0	0.997	447.26	0.063	407
1กะลา6-1	34.0	1.008	387.70	0.067	353
1กะลา8-1	33.6	1.014	396.28	0.066	361
1กะลา10-1	35.9	0.994	340.49	0.070	310
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่อุณหภูมิ 600 ° C					
*1กะลา6-2	40.1	1.193	145.66	0.083	133
4กะลา6-2	41.5	1.155	115.11	0.091	105
COM	20.6	0.999	760.83	0.040	692

* แอดติเวทสารโดยที่ไม่บดสารนั้นเป็นผงเล็ก ๆ

ตาราง 4.10 ตัวเลขไอโอดีนของถ่านและถ่านที่มีปฏิกิริยา ที่ผลิตจากสารเริ่มต้นขุยมะพร้าว
ครั้งที่ 1

D ประมาณ 0.92

ชนิดของสาร	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (ml.)	น้ำหนักถ่าน (กรัม)	X/M	C	ตัวเลขไอโอดีน
ขุยมะพร้าว 4-1	41.3	1.068	163.64	0.090	149
ขุยมะพร้าว 6-1	38.4	1.268	207.96	0.084	189
ขุยมะพร้าว 8-1	39.2	1.842	127.76	0.086	116
ขุยมะพร้าว 10-1	41.8	1.636	97.46	0.091	89
แอกติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C					
1ขุยมะพร้าว 4-1.5	28.3	0.630	704.33	0.059	642
1ขุยมะพร้าว 6-1	27.5	0.655	713.59	0.058	650
1ขุยมะพร้าว 8-1	27.1	0.969	494.57	0.057	451
1ขุยมะพร้าว 10-1	28.1	0.670	671.12	0.059	612
แอกติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่อุณหภูมิ 600 ° C					
*1ขุยมะพร้าว 6-1	31.3	1.080	322.25	0.063	293
*2ขุยมะพร้าว 6-1	32.0	1.070	306.72	0.064	279
*3ขุยมะพร้าว 6-1	30.3	1.243	302.80	0.061	276
*4ขุยมะพร้าว 6-1	27.8	1.234	362.45	0.056	330
*1ขุยมะพร้าว 6-2	28.7	1.112	379.27	0.058	345

* แอกติเวทสารโดยที่ไม่บดสารนั้นเป็นผงเล็ก ๆ

ตาราง 4.11 ตัวเลขไอโอดีนของถ่านและถ่านที่มีปฏิกิริยา ที่ผลิตจากสารเริ่มต้นขุยมะพร้าว
ครั้งที่ 2

D ปริมาณ 0.92

ชนิดของสาร	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	น้ำหนักถ่าน (กรัม)	X/M	C	ตัวเลขไอโอดีน
แอคติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C					
1ชุย4-1.5	25.5	0.984	635.20	0.050	578
1ชุย6-1	24.4	1.006	651.44	0.048	593
1ชุย8-1	25.5	0.997	626.92	0.050	570
1ชุย10-1	25.5	0.982	636.49	0.050	579
แอคติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่อุณหภูมิ 600 ° C					
*1ชุย6-1	34.5	1.070	299.76	0.074	273
*2ชุย6-1	33.2	1.101	326.85	0.074	297
*3ชุย6-1	34.6	1.126	282.18	0.074	256
*4ชุย6-1	33.2	1.098	327.80	0.071	298

* แอคติเวทถ่านต่อเนื่องโดยที่ไม่บดสารนั้นเป็นผงเล็ก ๆ

4.3 ผลการทดสอบความหนาแน่น (Apparent density)

การทดสอบสมบัตินี้ ถ่านจะต้องถูกอบก่อนในเงื่อนไขมาตรฐาน ASTM คืออุณหภูมิ 150 °C เวลาในการอบอย่างน้อย 3 ชั่วโมง และ อัตราการไหลของถ่านลงในกระบอกตวง ต้องอยู่ระหว่าง 0.75 – 1.00 ml./sec เมื่อวัดปริมาตรจากกระบอกตวงและชั่งน้ำหนัก สามารถคำนวณความหนาแน่นได้ตามสูตรข้างล่างนี้

$$\text{ความหนาแน่น} = \text{น้ำหนักสาร/ปริมาตรสาร}$$

ตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \text{มวลสารหนัก} & 29.2 \text{ กรัม} \\ \text{ปริมาตรสาร} & 47.0 \text{ ml.} \\ \text{ความหนาแน่น} & = 29.2/47.0 \\ & = 0.63 \text{ กรัม/ml.} \end{aligned}$$

ในการทดสอบนี้ทำการทดสอบความหนาแน่นสารอย่างละ 3 ครั้ง ดังตาราง 4.12-

4.17

ตาราง 4.12 แสดงความหนาแน่นของถ่าน (Apparent density) จากสารเริ่มต้นกะลามะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาตรสาร (ml)	Rate (ml/sec)	ความหนาแน่น (กรัม/ml)
กะลา4-1.5	29.2	47.0	0.85	0.63
	24.2	47.0	0.78	0.65
	29.0	43.0	0.75	0.67
กะลา6-1	25.5	45.0	0.75	0.57
	27.7	50.0	0.76	0.56
	26.3	45.0	0.86	0.58
กะลา8-1	25.7	42.0	0.91	0.62
	29.1	49.0	0.87	0.62
	27.1	46.0	0.92	0.60
กะลา10-1	32.2	50.0	0.91	0.64
	31.1	47.0	0.81	0.64
	31.7	50.0	0.91	0.63
กะลา6-2	27.7	46.0	0.86	0.60
	31.8	50.0	0.90	0.63
	29.1	50.0	0.82	0.58

ตาราง 4.13 แสดงความหนาแน่นของถ่านที่ปฏิกิริยา (Apparent density) แอคติเวทที่อุณหภูมิ 800 °C จากสารเริ่มต้นกะลามะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาตรสาร (ml)	Rate (ml/sec)	ความหนาแน่น (กรัม/ml)
1กะลา4-1.5	31.1	48.0	0.82	0.65
	30.4	47.0	0.75	0.65
	30.4	47.0	0.81	0.65
1กะลา6-1	29.7	45.0	0.75	0.66
	28.7	45.0	0.98	0.64
	31.8	50.0	0.96	0.64
1กะลา8-1	28.7	50.0	0.96	0.57
	28.5	49.0	0.80	0.58
	27.9	49.0	0.87	0.57
1กะลา10-1	29.2	45.0	0.76	0.65
	27.8	44.0	0.85	0.63
	29.6	47.0	0.90	0.63

แอคติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 °C

ตาราง 4.14 แสดงความหนาแน่นของถ่านที่มีปฏิกิริยา (Apparent density) แอคติเวทที่อุณหภูมิ 600 °C จากสารเริ่มต้นกะลามะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาตรสาร (ml.)	Rate (ml./sec)	ความหนาแน่น (กรัม/ml.)
*1กะลา6-2	3.1	19.5	0.92	0.16
	3.1	19.5	0.82	0.16
	3.1	19.5	0.84	0.16
4กะลา6-2	28.5	41.0	0.82	0.70
	24.8	39.5	0.82	0.63
	29.6	47.0	0.84	0.63
COM	10.0	50.0	0.86	0.20
	10.1	50.0	0.75	0.20
	10.1	50.0	0.92	0.20

* แอคติเวทต่อเนื่องโดยไม่คัดถ่าน

ตาราง 4.15 แสดงความหนาแน่นของถ่าน (Apparent density) จากสารเริ่มต้นขุย
มะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาตรสาร (ml)	Rate (ml/sec)	ความหนาแน่น (กรัม/ml)
ขุย6-1	4.0	50.0	0.89	0.08
	3.8	49.0	0.86	0.08
	3.8	49.0	0.89	0.08
ขุย10-1	4.4	49.5	0.92	0.09
	4.4	49.0	0.85	0.09
	4.8	50.0	0.96	0.10

ตาราง 4.16 แสดงความหนาแน่นของถ่านที่มีปฏิกิริยา (Apparent density) แอคติเวทที่อุณหภูมิ 800 °C จากสารเริ่มต้นขุยมะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาตรสาร (ml.)	Rate (ml./sec)	ความหนาแน่น (กรัม/ml.)
1ชุย4-1	2.5	50.0	0.82	0.05
	2.6	50.0	0.75	0.05
	2.8	50.0	0.75	0.06
1ชุย6-1	3.4	50.0	0.82	0.07
	3.5	50.0	0.82	0.07
	3.4	50.0	0.81	0.07
1ชุย8-1	3.4	50.0	0.78	0.07
	3.6	50.0	0.75	0.07
	3.7	50.0	0.76	0.07
1ชุย10-1	4.2	50.0	0.81	0.08
	4.1	50.0	0.82	0.08
	4.1	50.0	0.81	0.08

แอคติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 °C

ตาราง 4.17 แสดงความหนาแน่นของถ่านที่มีปฏิกิริยา (Apparent density) แอคติเวทที่อุณหภูมิ 600 °C จากสารเริ่มต้นซุยมะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาตรสาร (ml.)	Rate (ml/sec)	ความหนาแน่น (กรัม/ml.)
1ซุยมะพร้าว-1	3.1	50.0	0.76	0.06
	3.1	50.0	0.81	0.06
	3.0	50.0	0.79	0.06
2ซุยมะพร้าว-1	3.1	50.0	0.77	0.06
	3.4	50.0	0.91	0.07
	3.5	50.0	0.82	0.07
3ซุยมะพร้าว-1	3.5	50.0	0.89	0.07
	3.4	50.0	0.83	0.07
	3.3	50.0	0.83	0.07
4ซุยมะพร้าว-1	3.6	50.0	0.86	0.07
	3.7	50.0	0.76	0.07
	3.5	50.0	0.96	0.07
1ซุยมะพร้าว-2	3.5	50.0	0.83	0.07
	3.6	50.0	0.76	0.07
	3.5	50.0	0.94	0.07

แอคติเวทในบรรยากาศไอน้ำต่อเนื่องโดยไม่บดที่ 600 ° C

4.4 ผลการทดสอบความชื้น (Moisture)

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบการดูดซับความชื้นจากบรรยากาศของถ่านและถ่านที่มี-
ปฏิกิริยา การอบถ่านจะเป็นการไล่ความชื้นออก อุณหภูมิที่อบนั้นใช้ 150 °C ใช้เวลาอย่าง-
น้อย 3 ชั่วโมงจะไล่ความชื้นออกหมด

การคำนวณหาความชื้น

$$\text{ความชื้น} = \{ 100 - [(\text{น.น. ถ่านหลังอบ} / \text{น.น. ถ่านก่อนอบ}) \times 100] \} \%$$

ตัวอย่าง ถ่านที่ได้จากการเผา 400 °C เวลา 1.5 ชั่วโมง

น้ำหนักก่อนการอบ	45.1	กรัม
น้ำหนักหลังการอบ	42.9	กรัม

$$\begin{aligned} \text{ความชื้น} &= \{ 100 - [(42.9/45.1) \times 100] \} \% \\ &= 6.54 \% \end{aligned}$$

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการทดลองหาความชื้นของถ่านที่มีปฏิกิริยา จากสารเริ่มต้นกะลามะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักของสารหลังอบ (กรัม)	ความชื้น (%)
กะลา4-1.5	45.1	42.6	6.54
กะลา6-1	32.9	30.6	6.99
กะลา8-1	33.8	30.2	10.65
กะลา10-1	40.2	36.1	10.20
กะลา6-2	30.7	28.8	6.19
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C			
1กะลา4-1.5	27.7	24.3	12.27
1กะลา6-1	31.7	27.7	12.62
1กะลา8-1	23.9	20.9	12.55
1กะลา10-1	25.2	24.8	11.27
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 600 ° C			
*1กะลา6-2	8.8	8.4	4.55
4กะลา6-2	35.3	32.7	7.37
COM	22.7	18.8	17.18

* เผาและแอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำโดยไม่บดสารเป็นชิ้นเล็ก ๆ

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการทดลองหาความชื้นของถ่านที่มีปฏิกิริยา จากสารเริ่มต้นขุยมะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักของสารหลังอบ (กรัม)	ความชื้น (%)
ขุยมะพร้าว	8.2	7.8	4.88
ขุยมะพร้าว	6.1	5.6	8.20
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C			
1 ขุยมะพร้าว	7.2	5.7	20.83
1 ขุยมะพร้าว	7.3	5.8	20.55
1 ขุยมะพร้าว	5.6	4.3	23.21
1 ขุยมะพร้าว	4.7	4.0	14.89
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 600 ° C			
*1 ขุยมะพร้าว	5.5	4.8	12.73
*2 ขุยมะพร้าว	6.1	5.5	9.84
*3 ขุยมะพร้าว	5.3	4.8	9.43
*4 ขุยมะพร้าว	5.4	5.2	3.70
*1 ขุยมะพร้าว	6.2	5.6	9.68

* เผาและแอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำโดยไม่บดสารเป็นชิ้นเล็ก ๆ

4.5 ผลการทดสอบปริมาณคาร์บอนที่เหลือหลังการเผา (Percent yield)

การหาปริมาณ Percent yield นี้ จะเป็นสิ่งบอกปริมาณสูญหายของสารอินทรีย์ระหว่างการเผา และการเผาในบรรยากาศไอน้ำ (Activation) การเผาที่ดีจะให้ Percent yield ที่สูงมากและในทำนองกลับกันถ้าปริมาณ Percent yield ต่ำแสดงว่าระหว่างการเผานั้นมีการสูญเสียสารอินทรีย์มาก

การหา Percent yield หาได้จากสูตร

$$\text{Percent yield} = (\text{น.น. ถ่านหลัง เผา} / \text{น้ำหนักถ่านก่อนเผา}) \times 100$$

ตัวอย่าง ถ่านจากขุยมะพร้าวเผาที่ 400 °C เวลา 1 ชั่วโมง

สารเริ่มต้นหนัก	60.0	กรัม
น้ำหนักถ่านหลังการเผา	29.4	กรัม

$$\text{Percent yield ของถ่าน} = (29.4/60.0) \times 100 = 49 \%$$

ตารางที่ 4.20 ผลการทดลองหาค่า Percent yield จากสารเริ่มต้นกะลามะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสารเริ่มต้น(กรัม)	น้ำหนักถ่านหลังการเผา(กรัม)	น.น.ถ่านก่อนการแอดดีเวท(กรัม)	น.น.ถ่านที่มีปฏิกิริยา(กรัม)	Percent yield
กะลา4-1.5	300.0	127.0	-	-	42
กะลา6-1	300.0	87.0	-	-	29
กะลา8-1	275.0	75.0	-	-	27
กะลา10-1	300.0	75.0	-	-	25
กะลา6-2	300.0	89.7	-	-	30
แอดดีเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 °C					
1กะลา4-1.5	-	-	105.7	58.2	55
1กะลา6-1	-	-	79.5	55.6	70
1กะลา8-1	-	-	64.7	54.7	85
1กะลา10-1	-	-	60.0	54.0	90
แอดดีเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 600 °C					
*1กะลา6-2	20.0	-	-	19.5	98
4กะลา6-2	-	-	64.1	57.9	90

* เผาแล้วแอดดีเวทต่อเนื่องในบรรยากาศไอน้ำโดยไม่ขาด

ตารางที่ 4.21 ผลการทดลองหาค่า Percent yield จากสารเริ่มต้นซุยมะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสารเริ่มต้น(กรัม)	น้ำหนักถ่านหลังการเผา(กรัม)	น.น.ถ่านก่อนการแอดติเวท(กรัม)	น.น.ถ่านที่มีปฏิกิริยา(กรัม)	Percent yield
ซุย4-1	60.0	25.3	-	-	42
ซุย6-1	60.0	25.3	-	-	42
ซุย8-1	60.0	20.6	-	-	34
ซุย10-1	60.0	19.0	-	-	31
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C					
1ซุย4-1	-	-	28.8	11.5	39
1ซุย6-1	-	-	22.7	12.5	55
1ซุย8-1	-	-	20.0	11.0	55
1ซุย10-1	-	-	20.9	9.8	47
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 600 ° C					
*1ซุย6-1	55.0	-	-	30.5	55
*2ซุย6-1	60.0	-	-	26.4	44
*3ซุย6-1	60.0	-	-	24.5	41
*4ซุย6-1	60.0	-	-	21.7	36
*1ซุย6-2	60.0	-	-	28.5	48

* เผาแล้วแอดติเวทต่อเนื่องในบรรยากาศไอน้ำโดยไม่บด

4.6 ผลการทดสอบปริมาณขี้เถ้า (Total ash)

การทดสอบนี้เป็นการหาปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ภายในถ่านที่มีปฏิกิริยา และไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่อุณหภูมิ 600 °C การทดสอบทำโดยนำถ่านที่มีปฏิกิริยาเผาในเตาที่อากาศผ่านและตัวที่ 600 °C ประมาณ 3-6 ชั่วโมง จนถ่านนั้นเกิดการเผาไหม้จนหมดสิ่งที่เหลือจะเป็นขี้เถ้า (Total ash)

การคำนวณ

$$\text{ขี้เถ้า (Total ash)} = (\text{น.น. ขี้เถ้า} / \text{น.น. ถ่านก่อนเผา}) \times 100 \%$$

ตัวอย่าง

น้ำหนักสารก่อนเผา	3.502	กรัม
น้ำหนักสารหลังเผา	0.059	กรัม
ขี้เถ้า (Total ash)	= (0.059/3.502) × 100	%
	= 1.68	%

ตาราง 4.22 แสดงผลปริมาณเถ้า (Total ash) จากสารเริ่มต้นกะลามะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	น้ำหนักเถ้า (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เถ้า
กะลา4-1.5	3.502	0.059	1.68
กะลา6-1	2.489	0.071	2.85
กะลา8-1	2.064	0.063	3.05
กะลา10-1	2.814	0.093	3.30
กะลา6-2	2.991	0.081	2.71
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C			
1กะลา4-1.5	4.576	0.111	2.43
1กะลา6-1	8.219	0.210	2.56
1กะลา8-1	6.061	0.185	3.05
1กะลา10-1	10.081	0.341	3.38
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 600 ° C			
*1กะลา6-2	2.074	0.078	3.76
4กะลา6-2	3.104	0.068	2.19
COM	2.572	0.099	3.85

* เผาและแอดติเวทโดยต่อเนื่องและไม่บด

ตาราง 4.23 แสดงผลปริมาณขี้เถ้า (Total ash) จากสารเริ่มต้นขุยมะพร้าว

ชนิดของสาร	น้ำหนักสาร (กรัม)	น้ำหนักขี้เถ้า (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ขี้เถ้า
ขุยมะพร้าว	1.318	0.177	13.42
ขุยมะพร้าว	1.17	0.171	14.62
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 800 ° C			
1 ขุยมะพร้าว	1.202	0.349	29.03
1 ขุยมะพร้าว	1.559	0.448	28.74
1 ขุยมะพร้าว	1.395	0.411	29.46
1 ขุยมะพร้าว	1.607	0.458	28.50
แอดติเวทในบรรยากาศไอน้ำที่ 600 ° C			
*1 ขุยมะพร้าว	1.287	0.217	16.86
*2 ขุยมะพร้าว	1.453	0.283	19.48
*3 ขุยมะพร้าว	1.504	0.289	19.22
*4 ขุยมะพร้าว	1.231	0.215	17.47
*1 ขุยมะพร้าว	1.885	0.325	17.24

* เผาและแอดติเวทในบรรยากาศของไอน้ำโดยไม่บัด

4.7 ผลการทดสอบค่าความต้านทานของน้ำกลั่น

การทดสอบนี้จะผ่านน้ำกลั่นครึ่งละ 80 ml. ไปบนถ่านที่มีปฏิกิริยาที่ซัง 1 กรัม การผ่านจะผ่าน 10 ครั้ง แต่ครั้งแรกจะใช้น้ำกลั่นเทลงไปในถ่านที่มีปฏิกิริยา ถ่านที่มีปฏิกิริยาที่มีน้ำกลั่นผสมจะถูกนำไปกรองโดยกระดาษกรอง ในแต่ละครั้งจะใช้เครื่องมือวัดความต้านทานของของเหลว Wissenschaftlich-technische werkstätten-D 8210 weilhem LBR 40 วัดความต้านทานทุก ๆ ครั้งในแต่ละครั้งเมื่อวัดแล้วควรล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่น

ตาราง 4.24 ค่าความต้านทานของน้ำกลั่นเมื่อผ่านไบนถ่านที่ผลิตจากสารเริ่มต้น กะลามะพร้าว

จำนวนครั้ง	ความต้านทานของสารชนิดต่าง ๆ (โอห์ม)					
	กะลา 4-1.5	กะลา 6-1	กะลา 8-1	กะลา 10-1	กะลา 6-2	1กะลา 4-1.5
1	2.25×10^4	2.05×10^4	1.2×10^4	1.5×10^4	2.85×10^4	2.55×10^4
2	7×10^4	4×10^4	4×10^4	3.8×10^4	8.8×10^4	7×10^4
3	1.2×10^4	5×10^4	7.5×10^4	6.6×10^4	2×10^5	1.2×10^4
4	1.75×10^5	8.75×10^4	1.15×10^5	1.2×10^5	1.5×10^5	1.8×10^5
5	1.6×10^5	1.2×10^5	1.5×10^5	1.45×10^5	2.25×10^5	2×10^5
6	2.6×10^5	1.45×10^5	1.7×10^5	2.3×10^5	3.3×10^5	2.2×10^5
7	2.15×10^5	1.9×10^5	1.8×10^5	2.75×10^5	4.2×10^5	2.25×10^5
8	1.56×10^5	1.25×10^5	2.26×10^5	1.9×10^5	4.3×10^5	2.5×10^5
9	1.94×10^5	1.9×10^5	2.1×10^5	3.05×10^5	3.45×10^5	2.6×10^5
10	1.2×10^5	1.95×10^5	1.2×10^5	3.8×10^5	5.1×10^5	2.8×10^5

ตาราง 4.25 ค่าความต้านทานของน้ำกลั่นเมื่อผ่านไบบนถ่านที่มีปฏิกิริยาที่ผลิตจากสารเริ่มต้น
กะลามะพร้าวและแอคติเวทที่อุณหภูมิ 800 °C

จำนวนครั้ง	ความต้านทานของสารชนิดต่าง ๆ (โอห์ม)					
	1กะลา 6-1	1กะลา 8-1	1กะลา 10-1	*1กะลา 6-2	*4กะลา 6-2	COM
1	2×10^4	1.2×10^4	1.5×10^4	4.5×10^4	2.5×10^4	6.5×10^3
2	4.3×10^4	2.5×10^4	3×10^4	7.75×10^4	6.5×10^4	4.3×10^4
3	7.3×10^4	4.6×10^4	5.7×10^4	1.65×10^5	1.45×10^5	1.6×10^5
4	9.15×10^4	5.3×10^4	7.2×10^5	2.1×10^5	1.8×10^5	2.25×10^5
5	1.35×10^5	7×10^4	8.2×10^4	2.65×10^5	2.2×10^5	2.4×10^5
6	1.5×10^5	9.8×10^4	1.2×10^5	3×10^5	2×10^5	2.6×10^5
7	1.55×10^5	1.1×10^5	1.45×10^5	3.4×10^5	2.6×10^5	2.7×10^5
8	1.6×10^5	1.45×10^5	1.55×10^5	3.55×10^5	3×10^5	3.1×10^5
9	1.9×10^5	1×10^5	1.8×10^5	3.9×10^5	3.55×10^5	2.15×10^5
10	2×10^5	9.5×10^5	1.7×10^5	3.95×10^5	3.1×10^5	2.45×10^5

* แอคติเวทโดยไม่บดถ่านเป็นชิ้นเล็ก ๆ ที่อุณหภูมิ 600 °C

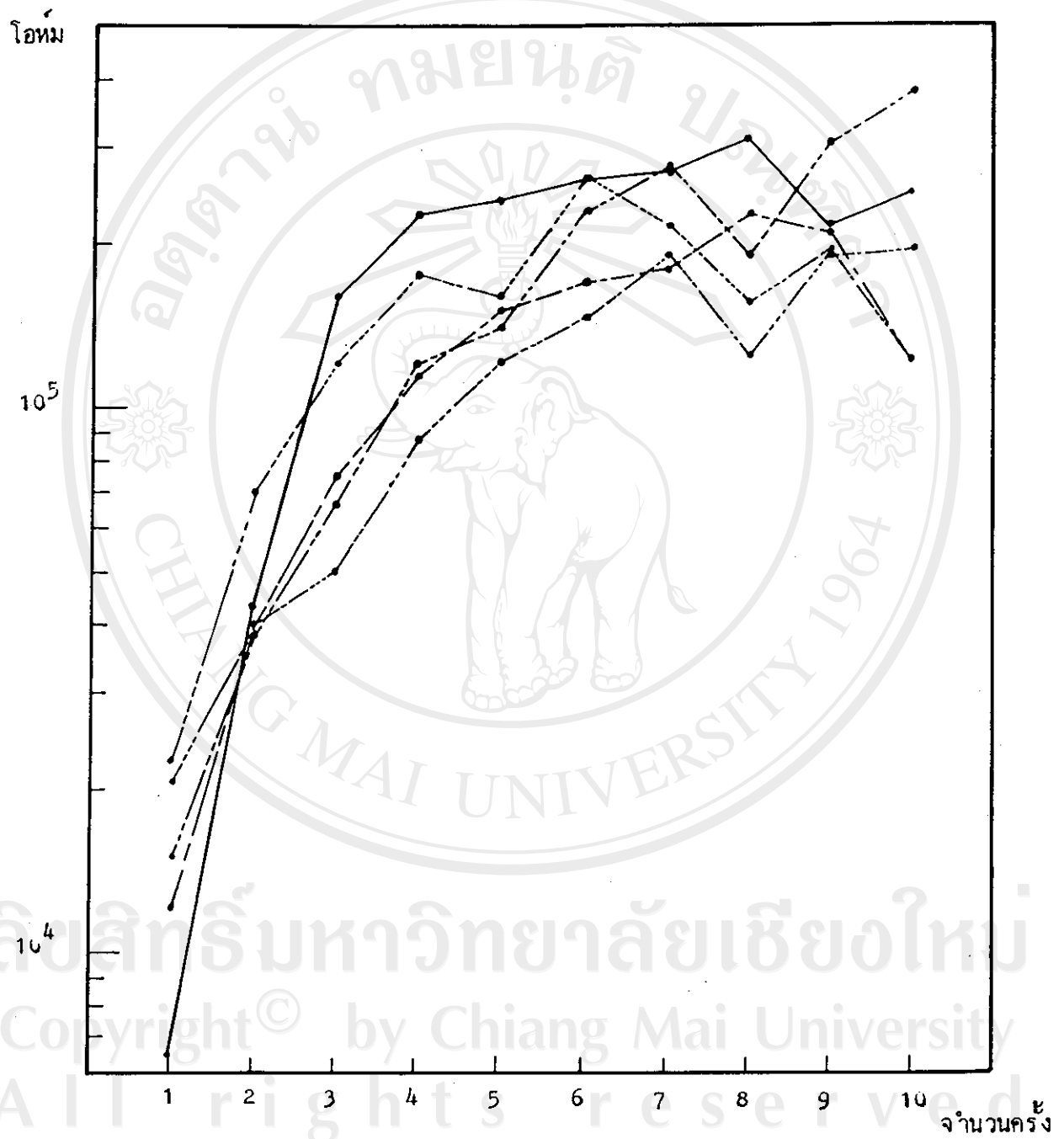
ตาราง 4.26 ค่าความต้านทานของน้ำกลั่นเมื่อผ่านไบนธาน และถ่านที่มีปฏิกิริยาที่ผลิตจาก
สารเริ่มต้นขุยมะพร้าว แอคติเวทที่ 800 °C

จำนวนครั้ง	ความต้านทานของสารชนิดต่าง ๆ (โอห์ม)				
	ขุยมะพร้าว 10-1	1 ขุยมะพร้าว 4-1	1 ขุยมะพร้าว 6-1	1 ขุยมะพร้าว 8-1	1 ขุยมะพร้าว 10-1
1	7×10^2	2×10^2	5×10^2	3×10^2	4.5×10^2
2	3×10^3	9×10^2	1.4×10^3	1.3×10^3	1.5×10^3
3	1.1×10^4	4.55×10^3	7.5×10^3	6.5×10^3	6.65×10^3
4	1.75×10^4	1.9×10^4	1.55×10^4	1×10^4	1.4×10^4
5	1.9×10^4	2.3×10^4	2.1×10^4	1.85×10^4	1.9×10^4
6	2.4×10^4	3.4×10^4	3.2×10^4	2.7×10^4	2.4×10^4
7	2.6×10^4	4.1×10^4	4.3×10^4	3.4×10^4	2.45×10^4
8	3.2×10^4	4.45×10^4	5.1×10^4	4.3×10^4	3.3×10^4
9	3.6×10^4	5.4×10^4	6×10^4	4.7×10^4	4.15×10^4
10	2.6×10^4	5.75×10^4	7×10^4	5.2×10^4	4.6×10^4

ตาราง 4.27 ค่าความต้านทานของน้ำกลั่นเมื่อผ่านไบนถ่านที่มีปฏิกิริยา ที่ผลิตจากสารเริ่มต้น
ขุยมะพร้าว แอคติเวทที่ 600 °C

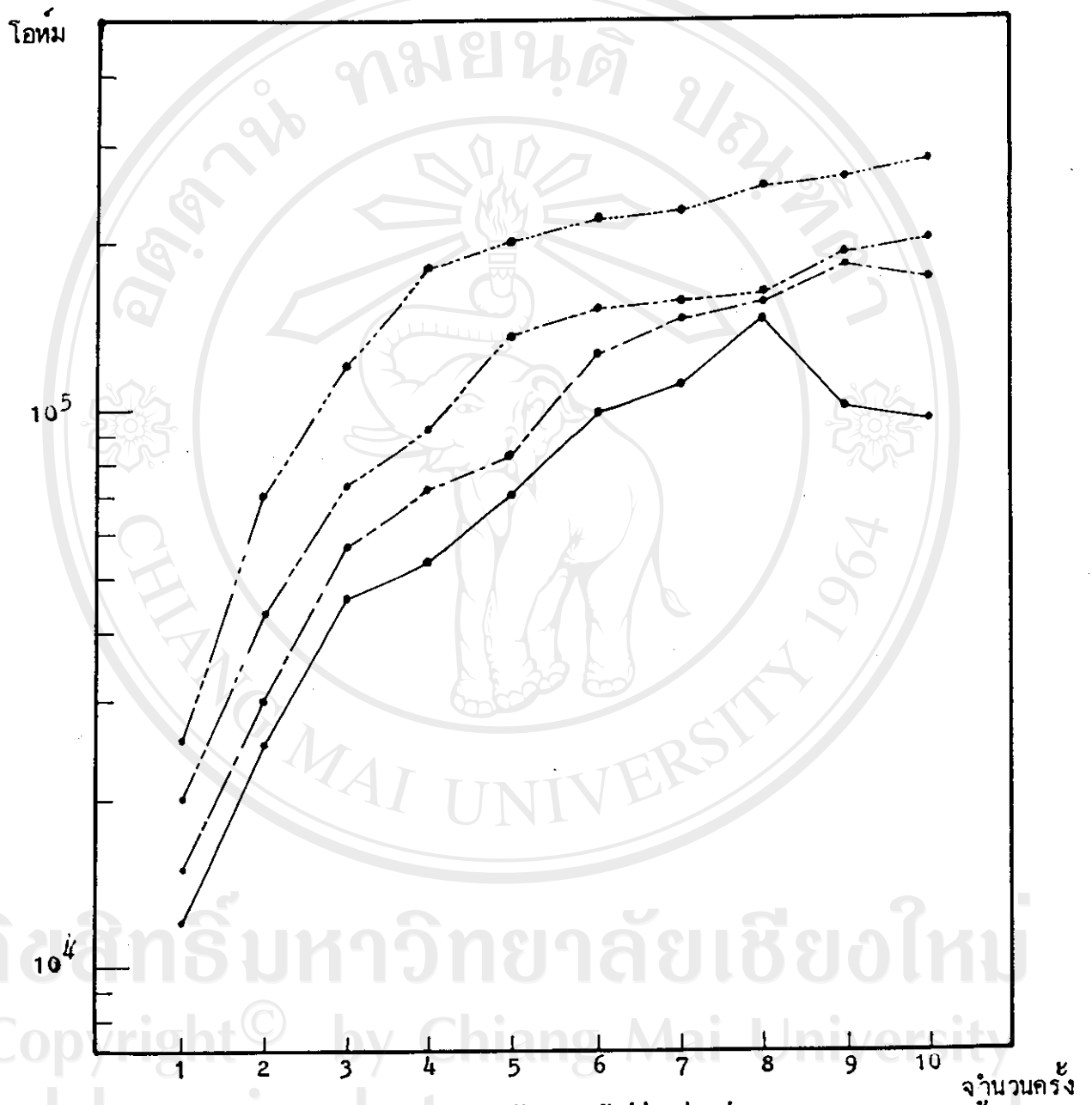
จำนวนครั้ง	ความต้านทานของสารชนิดต่าง ๆ (โอห์ม)				
	*1ขุยมะพร้าว 6-1	*2ขุยมะพร้าว 6-1	*3ขุยมะพร้าว 6-1	*4ขุยมะพร้าว 6-1	*1ขุยมะพร้าว 6-2
1	9.5×10^2	9.5×10^2	7×10^2	6×10^2	6.15×10^2
2	2.85×10^3	2.32×10^3	1.75×10^3	2.35×10^3	3.05×10^3
3	1.2×10^4	1.2×10^4	8.5×10^3	7.6×10^3	1.1×10^4
4	1.85×10^4	1.85×10^4	1.1×10^4	1.15×10^4	1.9×10^4
5	2.55×10^4	2.6×10^4	1.65×10^4	1.5×10^4	2.7×10^4
6	3.15×10^4	3.1×10^4	2.1×10^4	2.8×10^4	3.3×10^4
7	4.4×10^4	3.6×10^4	2.5×10^4	1.2×10^4	4×10^4
8	5.15×10^4	4.5×10^4	3.15×10^4	3×10^4	4.5×10^4
9	5.7×10^4	5.15×10^4	3.75×10^4	4.35×10^4	4.95×10^4
10	6.8×10^4	6.15×10^4	3×10^4	5.1×10^4	5.7×10^4

*แอคติเวทต่อเนื่องโดยไม่ขัดถ่านเป็นชั้นเล็ก ๆ ที่อุณหภูมิ 600 °C



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความต้านทานน้ำที่ผ่านด่านจากกะลางระแหง

— COM - - - - - 4-1.5 ······ 6-1
 - · - · - 8-1 - - - - - 10-1



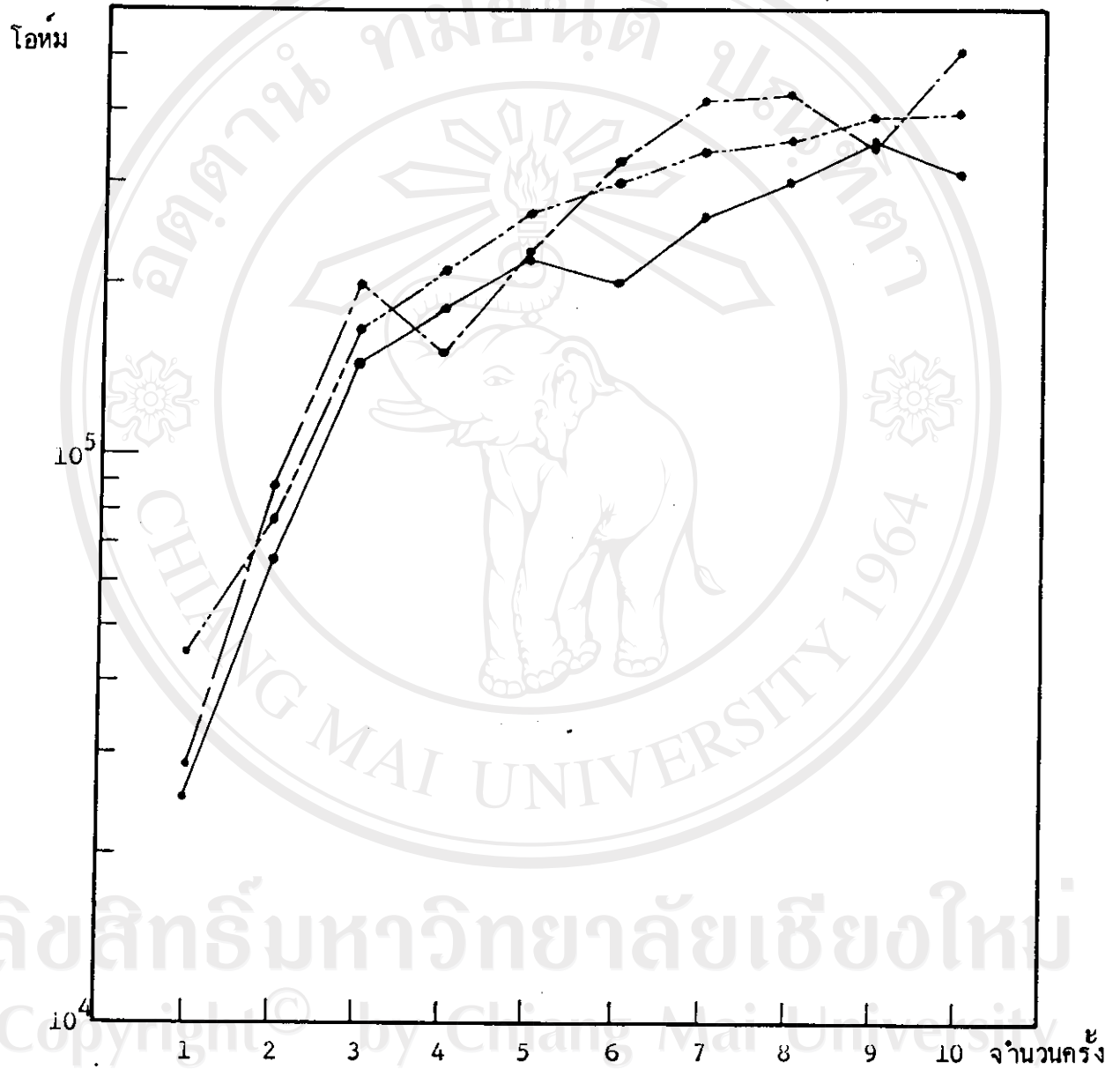
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความต้านทานน้ำที่ผานด้านที่มีปฏิกิริยาจากกะลามะพร้าว

----- 1 กะลา 4-1.5

----- 1 กะลา 6-1

———— 1 กะลา 8-1

----- 1 กะลา 10-1

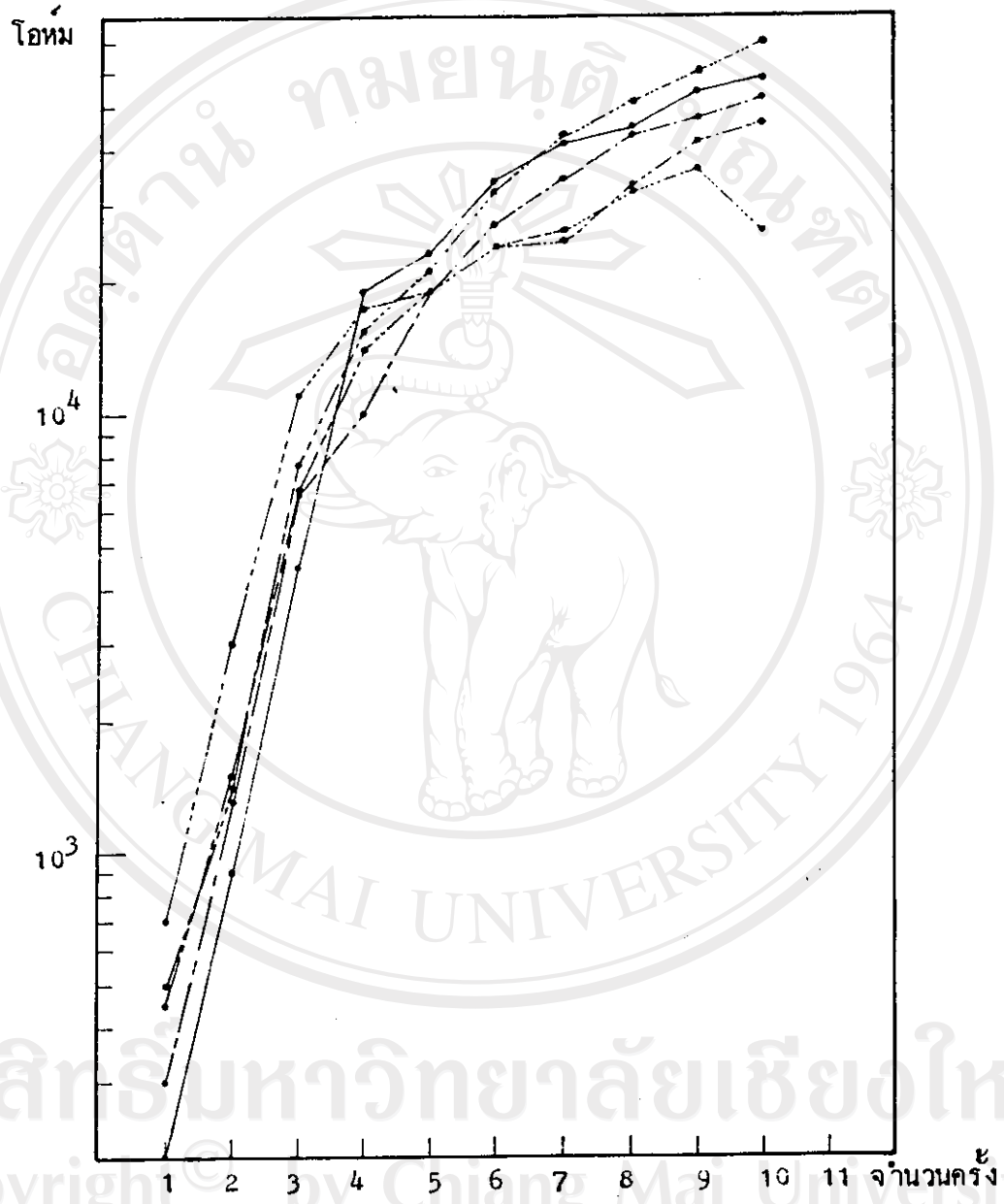


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความต้านทานน้ำที่ผ่านด่านที่มีปฏิกิริยาจากกะลามะพร้าว

----- กะลา 6-2

- - - *1 กะลา 6-2

———— 4กะลา 6-2



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความต้านทานน้ำที่ผ่านถ่านที่มีปฏิกิริยาจากขุยมะพร้าว

----- ขุยมะพร้าว 10-1

———— 1 ขุยมะพร้าว 4-1

----- 1 ขุยมะพร้าว 6-1

———— 1 ขุยมะพร้าว 8-1

----- 1 ขุยมะพร้าว 10-1

