

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลอง

การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองทั้งหมด 6 ครั้ง โดยวัดค่าร้อยละของของแข็งโดยน้ำหนัก ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของการเปลี่ยนจากสไตรีนมอนอเมอร์เป็นพอลิสไตรีน และค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของการทดลองที่ 1 ถึง 6 แสดงได้ดังตารางที่ 5.1 ถึง 5.6 ตามลำดับ

5.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา

จากตารางที่ 5.1 ถึง 5.6 จะเห็นได้ว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในถังปฏิกรณ์จะเพิ่มขึ้น จนเมื่อถึงอุณหภูมิกำหนดแล้วเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อนำอุณหภูมิของการทดลองที่ 1 ถึง 6 มาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิดังแสดงในตาราง 5.7 และนำค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมาคหาความสัมพันธ์กับเวลาดังรูป 5.1 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$T = At + C$$

โดยที่

$$t = \text{เวลาใดๆ (นาที)}$$

$$T = \text{อุณหภูมิที่ } t (^{\circ}\text{ซ})$$

ในกรณีที่ $t \leq 90$ นาที

$$A = 0.4649$$

$$C = 82.06$$

$$\begin{aligned} \text{ในกรณีที่ } t &> 90 \text{ นาที} \\ A &= -0.0019 \\ C &= 123.56 \end{aligned}$$

โดยค่าคงที่ A และ C ได้มาจากการฟิตข้อมูลกับสมการด้วยวิธี Least Square Fit Linear Regression และได้ค่าสัมประสิทธิ์ความถูกต้อง (Correlation Coefficient, R^2) เท่ากับ 0.9294 และ 0.3685 ซึ่งมีความเหมาะสมเมื่อเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่

5.2.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิทำได้โดยนำข้อมูลที่เก็บได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล สาเหตุที่วิเคราะห์ข้อมูลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นเพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิของโปรแกรมแบบเก่าเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$\ln R = \ln(8.47 \cdot 10^6 \cdot 100 \cdot 1.08 / 0.95) + (-9140 / (T + 273))$$

โดยที่

R = อัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (ร้อยละ โดยน้ำหนัก * ชั่วโมง⁻¹)

T = อุณหภูมิ (°C)

จากการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลของอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันที่คำนวณจากอัตราการเปลี่ยนของค่าร้อยละของการเปลี่ยนจากสไตรีนมอนอเมอร์เป็นพอลิสไตรีนโดยน้ำหนักบางค่ามีค่าเป็นลบซึ่งมีสาเหตุมาจากข้อผิดพลาดในการเก็บ

ตัวอย่างพอลิเมอร์เหลวขณะทดลอง เนื่องจากพอลิเมอร์เหลวมีความร้อนสูงและระเหยง่าย

ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันจึงนำชุดการทดลองที่ได้มาแบ่งเป็นช่วงอุณหภูมิ และหาค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาในแต่ละช่วงอุณหภูมิดังแสดงในตาราง 5.8 จากตาราง 5.8 พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาในแต่ละช่วงอุณหภูมิต่างกันบ้างค่าเป็นลบและศูนย์ จึงทำการตัดค่าเป็นลบและศูนย์ออกเพื่อให้หาความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลได้ดังแสดงในตาราง 5.9 รูป 5.2 ถึง 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิของการทดลองที่ 1 ถึง 6 ตามลำดับ

จากผลการทดลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิในรูปสมการได้ดังนี้

$$\ln R = \ln A + BT$$

โดยที่

R = อัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (ร้อยละ โดยน้ำหนัก / ชั่วโมง)

T = อุณหภูมิ (°C)

A = ค่าคงที่

= 0.1629 สำหรับการทดลองที่ 1

= 0.0883 สำหรับการทดลองที่ 2

= 0.0004 สำหรับการทดลองที่ 3

= 0.1201 สำหรับการทดลองที่ 4

= 0.1356 สำหรับการทดลองที่ 5

= 4×10^{-5} สำหรับการทดลองที่ 6

B = ค่าคงที่

=	0.0322	สำหรับการทดลองที่ 1
=	0.0334	สำหรับการทดลองที่ 2
=	0.0843	สำหรับการทดลองที่ 3
=	0.0341	สำหรับการทดลองที่ 4
=	0.0318	สำหรับการทดลองที่ 5
=	0.1021	สำหรับการทดลองที่ 6

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันและอุณหภูมิของการทดลองที่ 3 ในช่วงอุณหภูมิ 80 °ซ ถึง 109.5 °ซ การทดลองที่ 5 ในช่วงอุณหภูมิ 109.5 °ซ ขึ้นไป ถึง 120.18 °ซ และ การทดลองที่ 4 ในช่วงอุณหภูมิ 120.18 °ซ ขึ้นไป ให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับโปรแกรมแบบเก่ามากที่สุด โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความถูกต้อง (Correlation Coefficient, R^2) ของการทดลองที่ 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6643 0.4372 และ 0.5543 ตามลำดับซึ่งมีความเหมาะสมเมื่อเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ จึงเลือกความสัมพันธ์ในช่วงดังกล่าวมาใช้ในโปรแกรมที่ทำการวิจัย

ผลการคำนวณของอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของการทดลองที่ 3 4 และ 5 เทียบกับโปรแกรมแบบเก่าแสดงได้ดังรูป 5.8

ตาราง 5.1 ผลการทดลองของการทดลองที่ 1

เวลา (นาท)	การทดลองที่ 1			
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณของแข็งเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก/ชม.)
0	80.00	2.0000	0.0000	0.0000
15	86.50	2.0603	0.0603	0.2411
30	87.50	2.2661	0.2661	0.8232
45	88.50	2.5060	0.5060	0.9596
60	90.50	4.7026	2.7026	8.7864
75	96.50	4.2649	2.2649	-1.7508
90	100.50	6.6177	4.6177	9.4112
105	124.50	10.0011	8.0011	13.5338
120	123.85	10.5829	8.5829	2.3270
135	123.85	14.0004	12.0004	13.6699
150	124.50	14.0772	12.0772	0.3074
165	124.50	18.0006	16.0006	15.6934
180	124.50	21.3006	19.3006	13.2003
195	124.50	20.5219	18.5219	-3.1151
210	124.50	21.5585	19.5585	4.1466
225	124.50	27.3003	25.3003	22.9670
240	124.50	27.0019	25.0019	-1.1934
255	124.50	22.4416	20.4416	-18.2414
270	124.50	32.7001	30.7001	41.0342
285	124.50	28.7009	26.7009	-15.9966
300	124.50	36.7004	34.7004	31.9980
315	124.50	37.0029	35.0029	1.2100
330	124.50	44.9023	42.9023	31.5974
345	124.50	40.0034	38.0034	-19.5955
360	124.50	36.8710	34.8710	-12.5297

ตาราง 5.2 ผลการทดลองของการทดลองที่ 2

เวลา (นาที)	การทดลองที่ 2			
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณของแข็งเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก/ชม.)
0	80.00	2.0000	0.0000	0.0000
15	88.15	2.1092	0.1092	0.4366
30	89.15	2.1381	0.1381	0.1156
45	90.15	2.3518	0.3518	0.8552
60	92.15	3.4120	1.4120	4.2407
75	98.15	7.6992	5.6992	17.1489
90	102.15	5.3347	3.3347	-9.4580
105	124.29	8.7517	6.7517	13.6680
120	123.96	10.2893	8.2893	6.1501
135	123.40	9.7017	7.7017	-2.3504
150	124.45	18.0034	16.0034	33.2070
165	124.45	18.3058	16.3058	1.2096
180	124.45	13.0061	11.0061	-21.1989
195	124.45	12.0021	10.0021	-4.0157
210	124.45	28.7038	26.7038	66.8064
225	124.45	18.3124	16.3124	-41.5656
240	124.45	20.6325	18.6325	9.2805
255	124.45	20.8570	18.8570	0.8983
270	124.45	21.0027	19.0027	0.5825
285	124.45	33.6994	31.6994	50.7871
300	124.45	26.3009	24.3009	-29.5942
315	124.45	28.4213	26.4213	8.4816
330	124.45	40.0808	38.0808	46.6382
345	124.45	30.0111	28.0111	-40.2789
360	124.45	42.6120	40.6120	50.4036

ตาราง 5.3 ผลการทดลองของการทดลองที่ 3

เวลา (นาที)	การทดลองที่ 3			
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณของแข็งเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก/ชม.)
0	80.00	2.0000	0.0000	0.0000
15	89.00	2.0275	0.0275	0.1098
30	90.00	2.1683	0.1683	0.5634
45	91.00	2.1694	0.1694	0.0045
60	93.00	3.1390	1.1390	3.8785
75	99.00	3.9965	1.9965	3.4297
90	103.00	5.0490	3.0490	4.2103
105	123.29	8.5392	6.5392	13.9607
120	124.25	12.7027	10.7027	16.6538
135	123.00	14.7499	12.7499	8.1890
150	125.00	18.0280	16.0280	13.1121
165	125.00	15.3016	13.3016	-10.9054
180	125.00	19.2122	17.2122	15.6424
195	125.00	21.2983	19.2983	8.3445
210	125.00	16.0012	14.0012	-21.1887
225	125.00	27.0100	25.0100	44.0352
240	125.00	29.3034	27.3034	9.1739
255	125.00	34.7068	32.7068	21.6133
270	125.00	23.5213	21.5213	-44.7418
285	125.00	25.3017	23.3017	7.1216
300	125.00	42.6607	40.6607	69.4359
315	125.00	30.9994	28.9994	-46.6455
330	125.00	39.4007	37.4007	33.6054
345	125.00	35.3017	33.3017	-16.3961
360	125.00	47.1011	45.1011	47.1976

ตาราง 5.4 ผลการทดลองของการทดลองที่ 4

เวลา (นาที)	การทดลองที่ 4			
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณของแข็งเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก/ชม.)
0	80.00	2.0000	0.0000	0.0000
15	87.23	2.2885	0.2885	1.1539
30	88.23	2.4666	0.4666	0.7125
45	89.23	2.6084	0.6084	0.5672
60	91.23	3.9707	1.9707	5.4490
75	97.23	6.1104	4.1104	8.5588
90	101.23	7.2611	5.2611	4.6030
105	123.85	10.8411	8.8411	14.3199
120	123.96	12.3003	10.3003	5.8370
135	123.74	13.7030	11.7030	5.6108
150	123.85	16.0070	14.0070	9.2159
165	124.00	18.7983	16.7983	11.1652
180	124.50	23.3009	21.3009	18.0104
195	124.00	22.8273	20.8273	-1.8945
210	124.50	28.0034	26.0034	20.7046
225	124.50	19.0030	17.0030	-36.0018
240	124.50	25.2629	23.2629	25.0399
255	124.00	25.3938	23.3938	0.5233
270	124.00	23.5783	21.5783	-7.2620
285	124.00	34.0386	32.0386	41.8414
300	124.80	36.7024	34.7024	10.6551
315	125.00	42.3114	40.3114	22.4361
330	124.50	28.7777	26.7777	-54.1349
345	124.45	36.2944	34.2944	30.0669
360	124.50	40.4028	38.4028	16.4334

ตาราง 5.5 ผลการทดลองของการทดลองที่ 5

เวลา (นาที)	การทดลองที่ 5			
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณของแข็งเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก/ชม.)
0	80.00	2.0000	0.0000	0.0000
15	84.95	2.1705	0.1705	0.6819
30	85.95	2.5124	0.5124	1.3677
45	86.95	2.5071	0.5071	-0.0213
60	88.95	3.2283	1.2283	2.8851
75	94.95	3.6620	1.6620	1.7348
90	98.95	6.3392	4.3392	10.7088
105	123.56	11.3010	9.3010	19.8473
120	123.86	9.6613	7.6613	-6.5591
135	124.05	11.9447	9.9447	9.1336
150	125.02	12.7005	10.7005	3.0232
165	125.00	17.3036	15.3036	18.4125
180	125.50	16.0029	14.0029	-5.2025
195	126.00	18.2994	16.2994	9.1857
210	126.00	22.7027	20.7027	17.6131
225	125.50	21.3020	19.3020	-5.6028
240	125.00	26.0024	24.0024	18.8018
255	125.00	22.4200	20.4200	-14.3297
270	125.00	22.8028	20.8028	1.5314
285	125.50	29.1294	27.1294	25.3063
300	125.00	33.0043	31.0043	15.4994
315	125.00	31.1561	29.1561	-7.3926
330	124.80	31.8369	29.8369	2.7232
345	124.50	46.7017	44.7017	59.4590
360	125.00	34.7717	32.7717	-47.7198

ตาราง 5.6 ผลการทดลองของการทดลองที่ 6

เวลา (นาที)	การทดลองที่ 6			
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณของแข็งเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (ร้อยละโดยน้ำหนัก/ชม.)
0	80.00	2.0000	0.0000	0.0000
15	88.60	2.0147	0.0147	0.0588
30	89.60	2.0456	0.0456	0.1236
45	90.60	2.1445	0.1445	0.3956
60	92.60	2.1472	0.1472	0.0108
75	98.60	3.7888	1.7888	6.5664
90	102.60	5.3745	3.3745	6.3428
105	124.29	9.7045	7.7045	17.3200
120	124.25	8.7025	6.7025	-4.0080
135	123.75	10.9159	8.9159	8.8536
150	124.55	13.3027	11.3027	9.5472
165	124.80	13.7024	11.7024	1.5988
180	124.50	13.5123	11.5123	-0.7604
195	125.00	17.7015	15.7015	16.7568
210	124.50	24.3207	22.3207	26.4768
225	125.00	21.3029	19.3029	-12.0712
240	125.00	23.3039	21.3039	8.0040
255	124.30	23.3519	21.3519	0.1920
270	125.50	25.7844	23.7844	9.7300
285	125.50	37.0008	35.0008	44.8656
300	126.00	36.7043	34.7043	-1.1860
315	125.50	34.3044	32.3044	-9.5996
330	125.50	13.7157	11.7157	-82.3547
345	124.50	34.4210	32.4210	82.8211
360	124.00	27.3647	25.3647	-28.2252

ตาราง 5.7 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของการทดลองที่ 1 ถึง 6

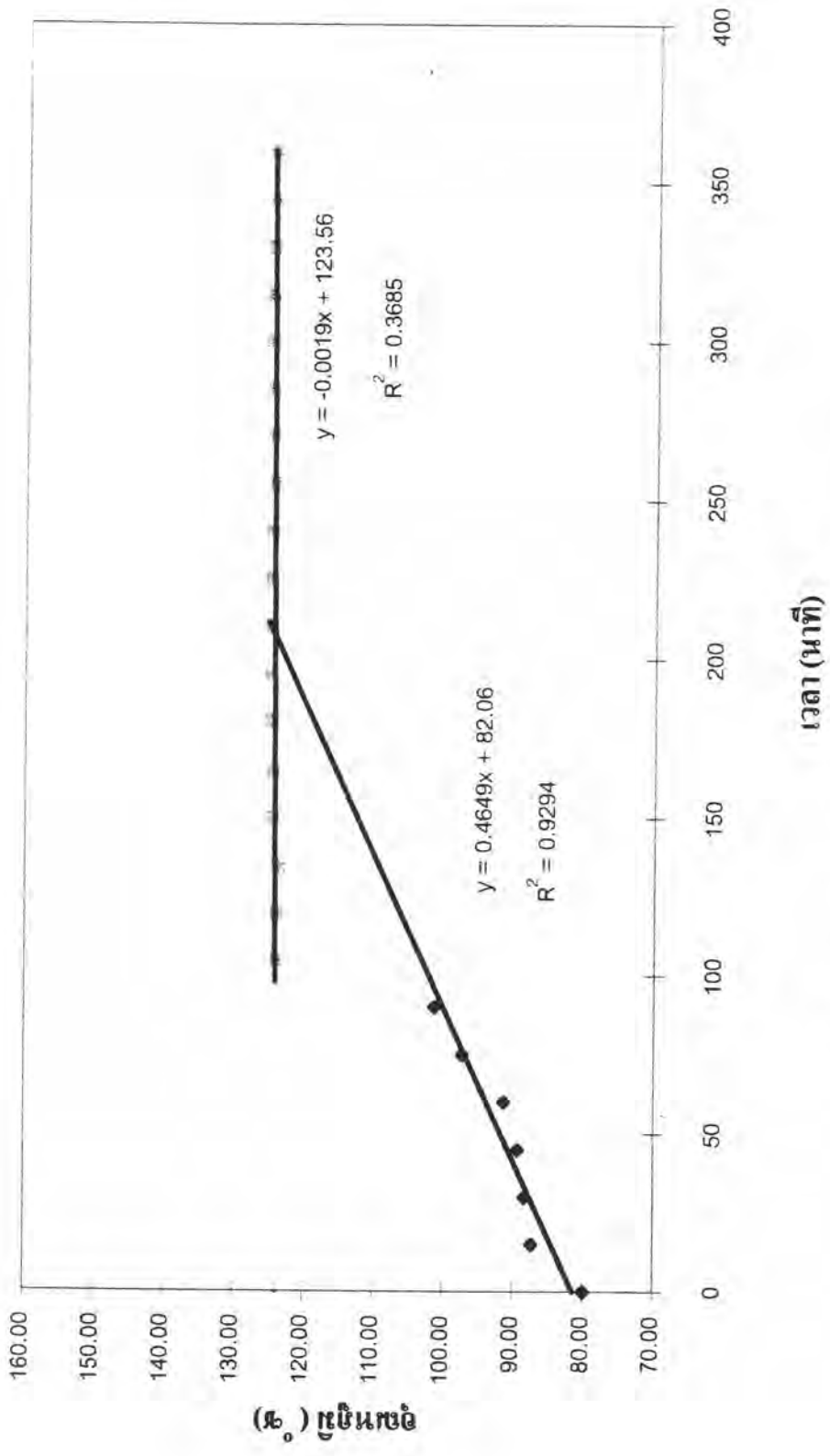
เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ซ)						ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (°ซ)
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4	การทดลองที่ 5	การทดลองที่ 6	
0	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
15	86.50	88.15	89.00	87.23	84.95	88.60	87.41
30	87.50	89.15	90.00	88.23	85.95	89.60	88.41
45	88.50	90.15	91.00	89.23	86.95	90.60	89.41
60	90.50	92.15	93.00	91.23	88.95	92.60	91.41
75	96.50	98.15	99.00	97.23	94.95	98.60	97.41
90	100.50	102.15	103.00	101.23	98.95	102.60	101.41
105	124.50	124.29	123.29	123.85	123.56	124.29	123.96
120	123.85	123.96	124.25	123.96	123.86	124.25	124.02
135	123.85	123.40	123.00	123.74	124.05	123.75	123.63
150	124.50	124.45	125.00	123.85	125.02	124.55	124.56
165	124.50	124.45	125.00	124.00	125.00	124.80	124.63
180	124.50	124.45	125.00	124.50	125.50	124.50	124.74
195	124.50	124.45	125.00	124.00	126.00	125.00	124.83
210	124.50	124.45	125.00	124.50	126.00	124.50	124.83
225	124.50	124.45	125.00	124.50	125.50	125.00	124.83
240	124.50	124.45	125.00	124.50	125.00	125.00	124.74
255	124.50	124.45	125.00	124.00	125.00	124.30	124.54
270	124.50	124.45	125.00	124.00	125.00	125.50	124.74
285	124.50	124.45	125.00	124.00	125.50	125.50	124.83
300	124.50	124.45	125.00	124.80	125.00	126.00	124.96
315	124.50	124.45	125.00	125.00	125.00	125.50	124.91
330	124.50	124.45	125.00	124.50	124.80	125.50	124.79
345	124.50	124.45	125.00	124.45	124.50	124.50	124.57
360	124.50	124.45	125.00	124.50	125.00	124.00	124.58

ตาราง 5.8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของแต่ละช่วงอุณหภูมิ

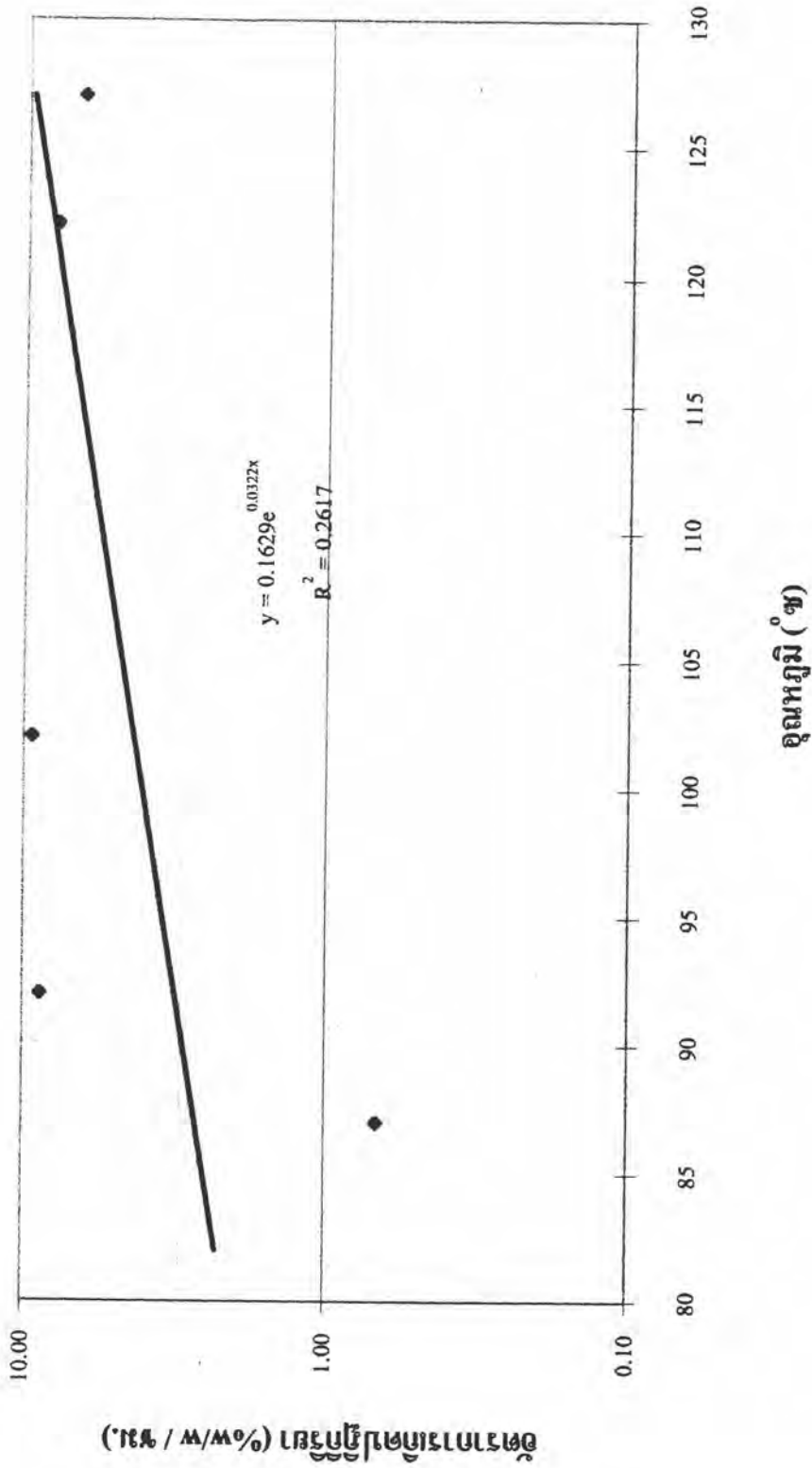
อุณหภูมิ (°ซ)	อุณหภูมิกลาง (°ซ)	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของแต่ละช่วงอุณหภูมิ (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อชั่วโมง)					
		การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4	การทดลองที่ 5	การทดลองที่ 6
80 - 84	82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
85 - 89	87	0.67	0.44	0.11	0.93	1.23	0.06
90 - 94	92	8.79	1.74	1.48	3.01	0.00	0.18
95 - 99	97	-1.75	17.15	3.43	8.56	6.22	6.57
100 - 104	102	9.41	-9.46	4.21	4.60	0.00	6.34
105 - 109	107	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110 - 114	112	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115 - 119	117	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
119 - 124	122	8.00	1.90	11.07	8.82	6.64	-9.69
125 - 129	127	6.56	9.08	9.13	5.91	6.28	6.71

ตาราง 5.9 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของแต่ละช่วงอุณหภูมิ เมื่อตัดค่าเมื่อตัดค่าที่ติดลบและศูนย์

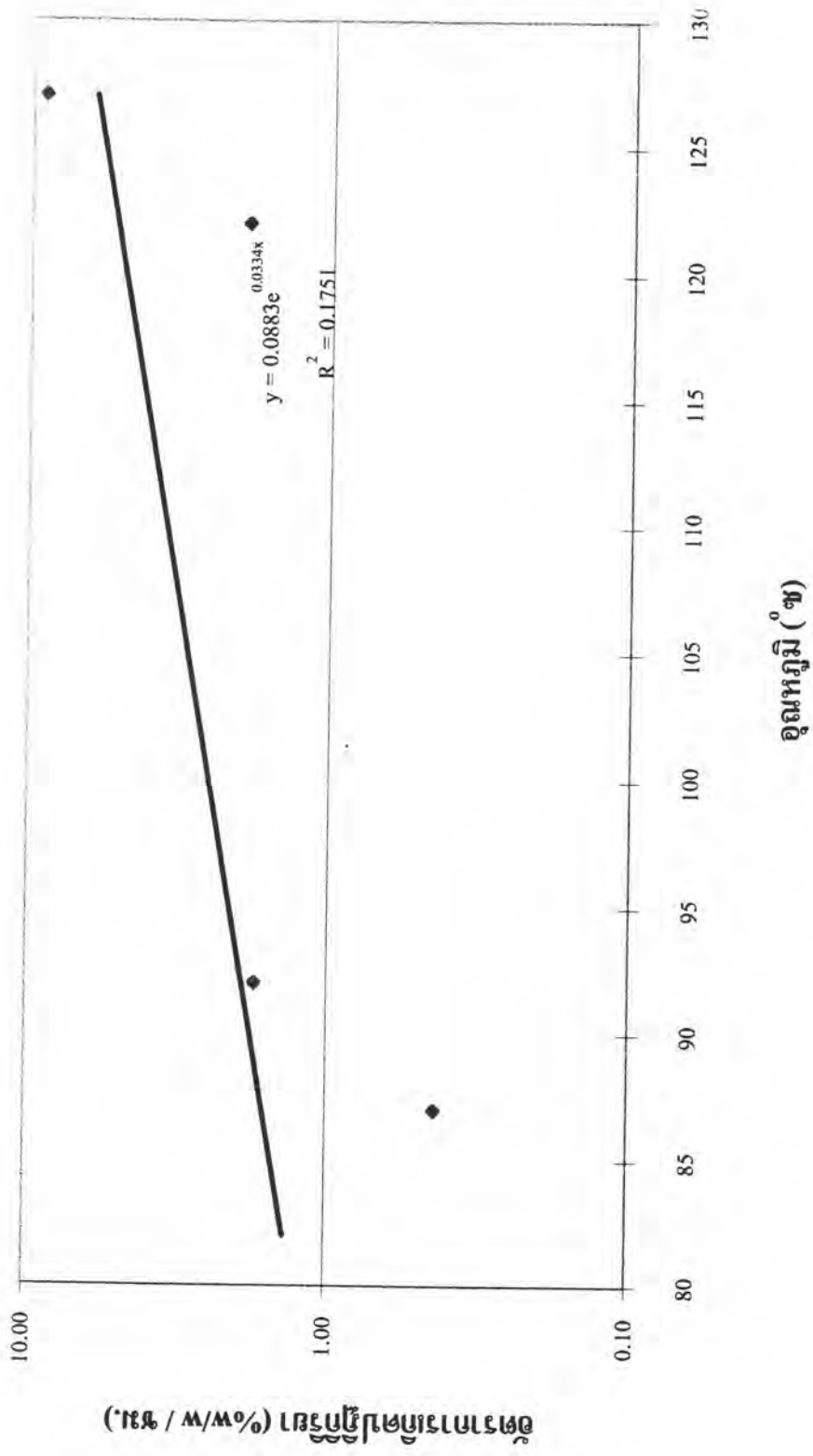
อุณหภูมิ (°ซ)	อุณหภูมิกลาง (°ซ)	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของแต่ละช่วงอุณหภูมิ (ร้อยละโดยนำหน้าหน่วยต่อชั่วโมง)					
		การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4	การทดลองที่ 5	การทดลองที่ 6
80 - 84	82						
85 - 89	87	0.67	0.44	0.11	0.93	1.23	0.06
90 - 94	92	8.79	1.74	1.48	3.01		0.18
95 - 99	97		17.15	3.43	8.56	6.22	6.57
100 - 104	102	9.41		4.21	4.60		6.34
105 - 109	107						
110 - 114	112						
115 - 119	117						
119 - 124	122	8.00	1.90	11.07	8.82	6.64	
125 - 129	127	6.56	9.08	9.13	5.91	6.28	6.71



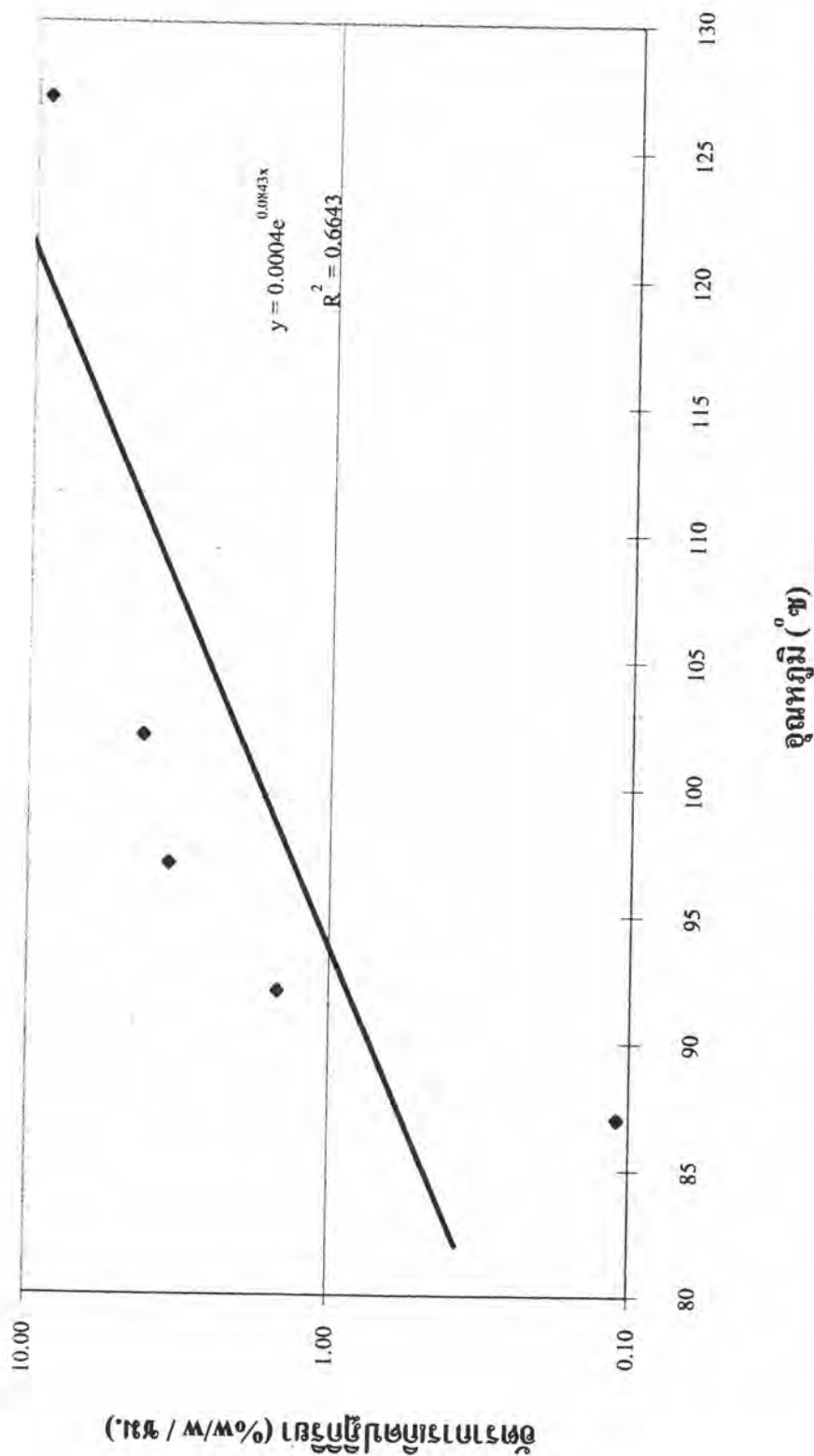
รูป 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและเวลา



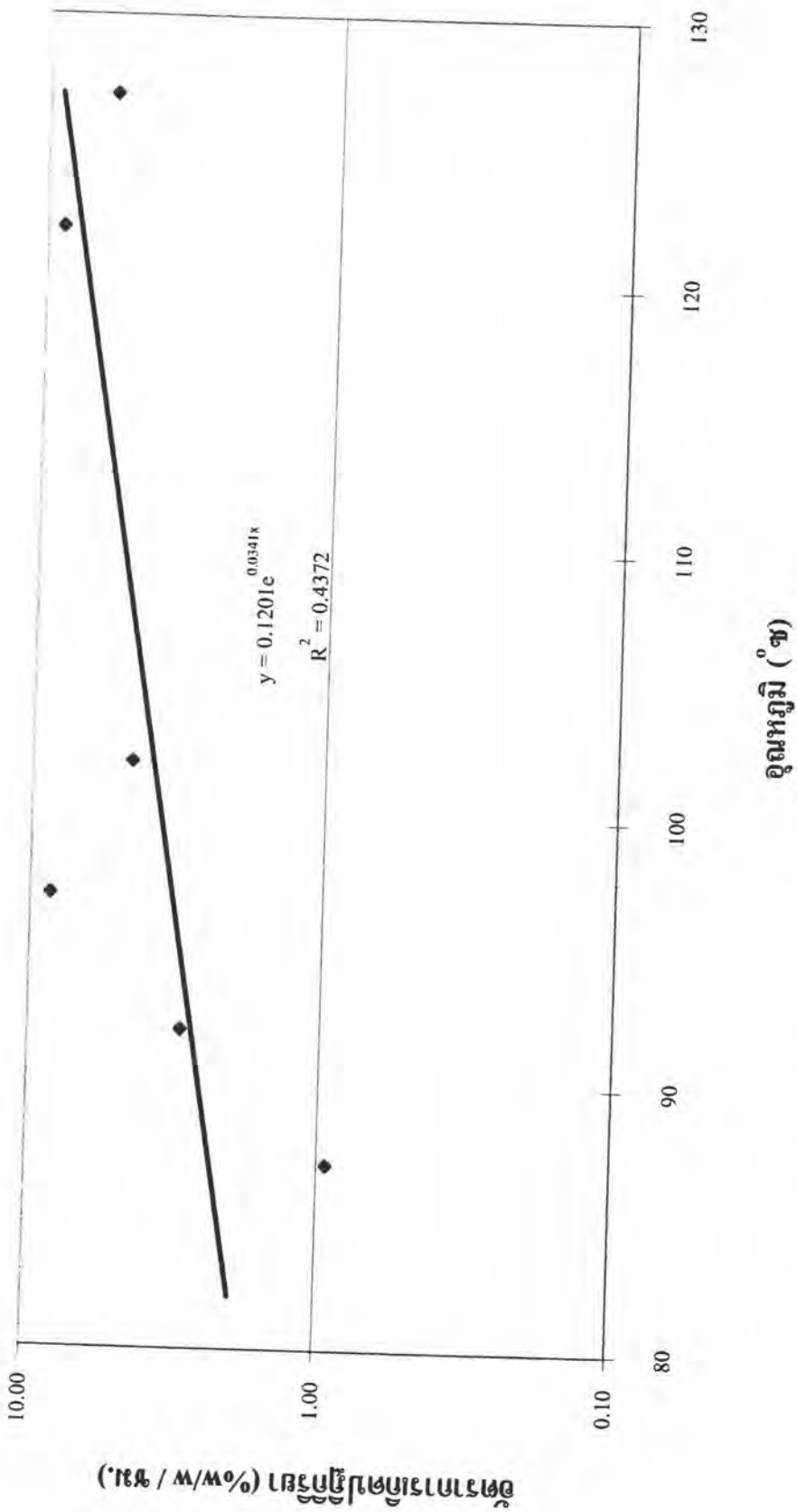
รูป 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและอุณหภูมิของการทดลองที่ 1



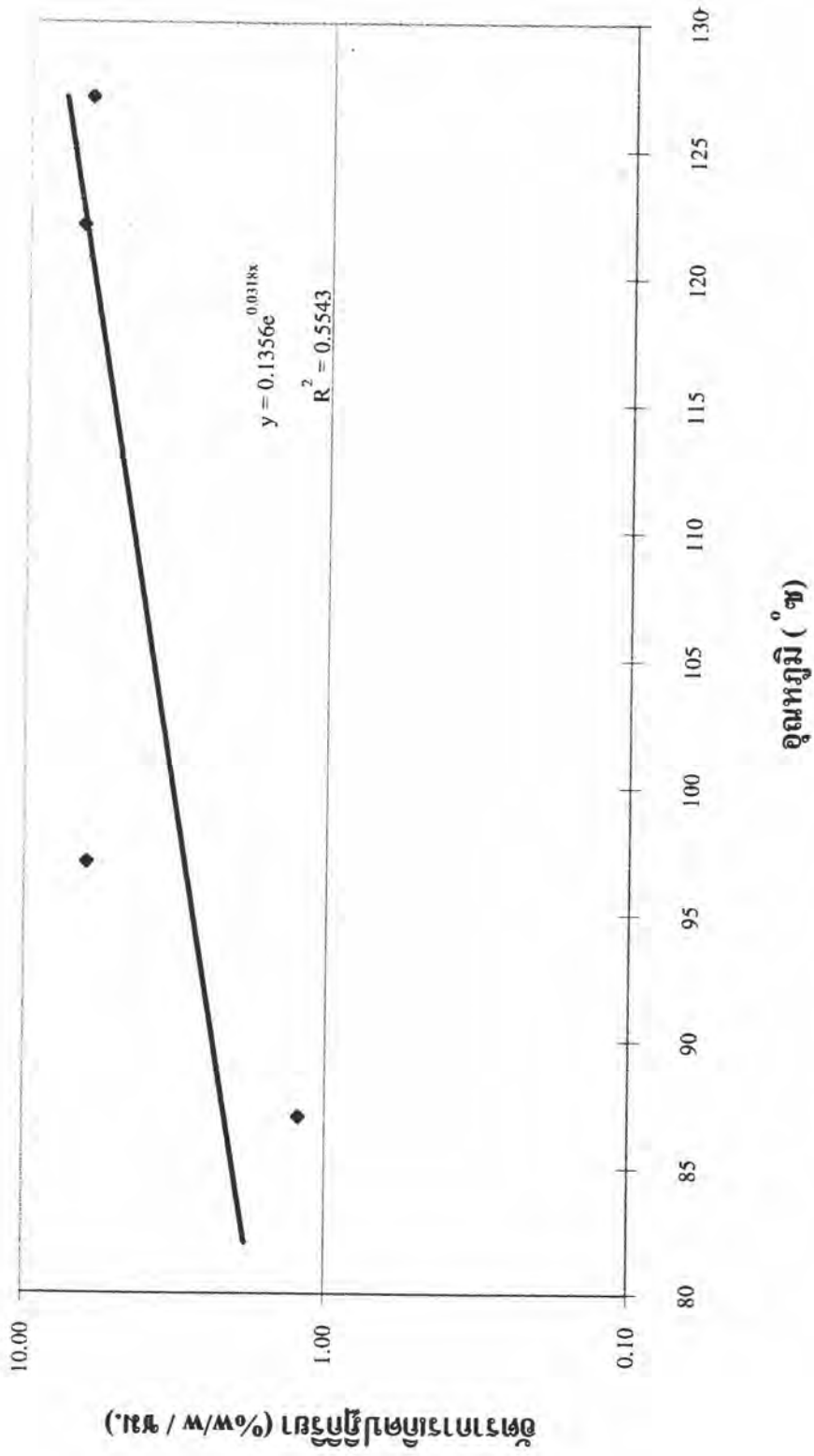
รูป 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและอุณหภูมิของการทดลองที่ 2



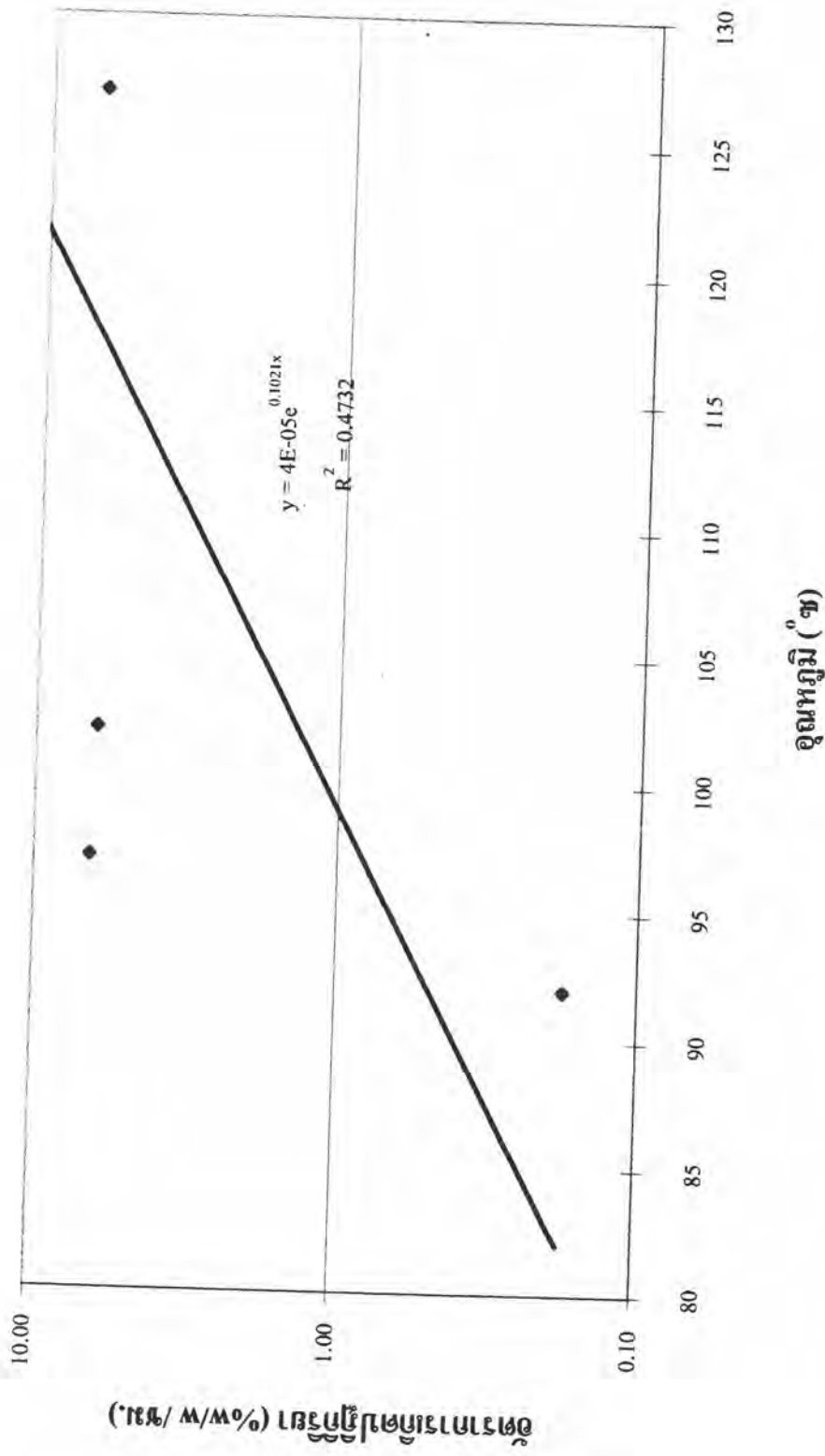
รูป 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและอุณหภูมิของการทดลองที่ 3



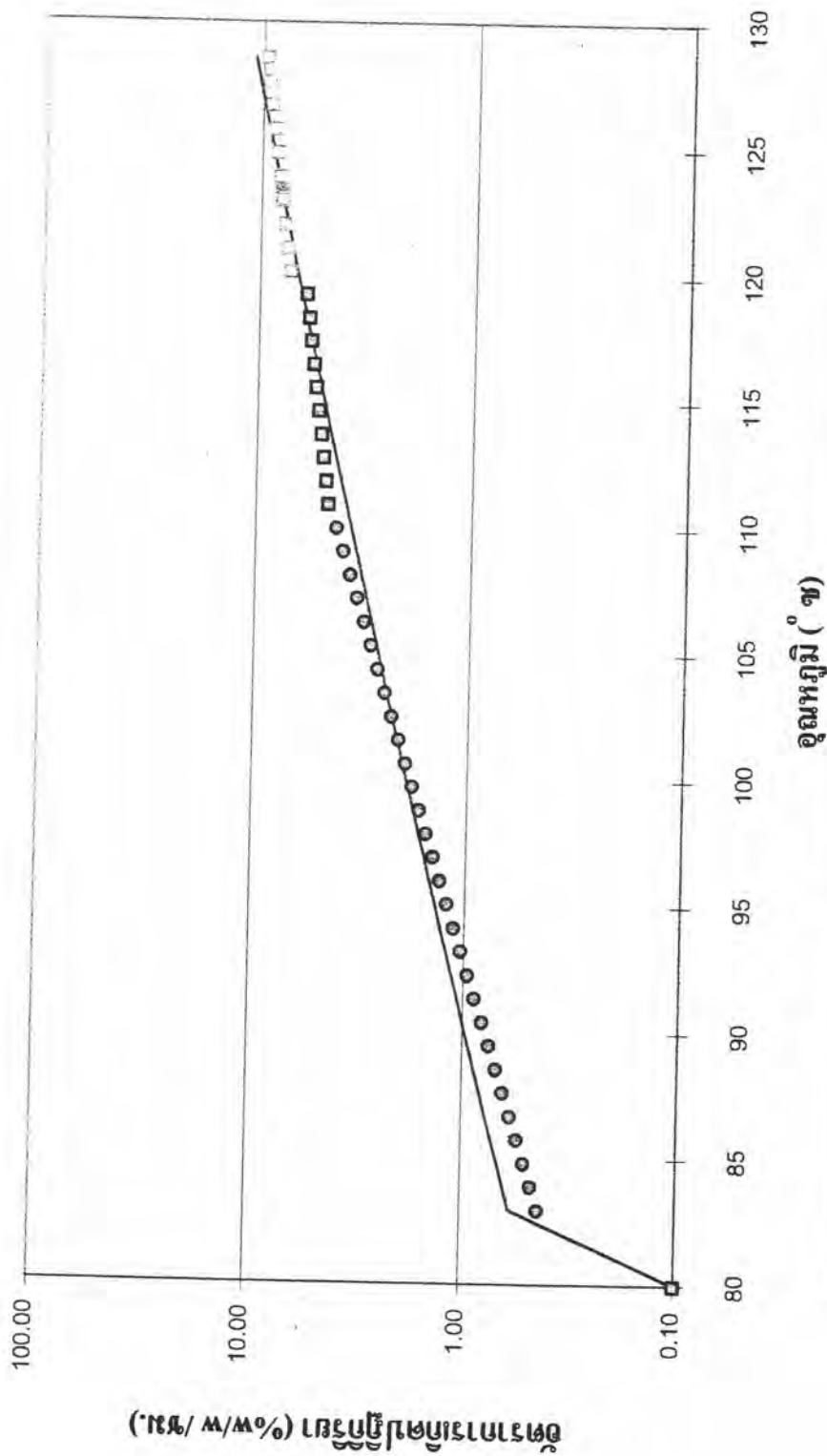
รูป 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและอุณหภูมิของการทดลองที่ 4



รูป 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและอุณหภูมิของการทดลองที่ 5



รูป 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและอุณหภูมิของการทดลองที่ 6



— ข้อมูลจากโปรแกรมแบบเก่า

○ ผลการวัดข้อมูลของการทดลองที่ 3

□ ผลการวัดข้อมูลของการทดลองที่ 5

รูป 5.8 แสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาของการทดลองที่ 3, 4 และ 5 เทียบกับ โปรแกรมแบบเก่า