5.เอกสารอ้างอิง

[1] Giet C., "**Acetylene Black with High Electrical Conductivity and High Absorptive Power**" US Patent no 4279880, June 1981

[2] Ludlow C., Chase A., "Microwave-Induced Pyrolysis of Plastic Wastes", **Ind. Eng. Chem**. Res, Vol 40, 2001.Pp.4749 – 4756

[3] D.Bogdat and A.Prociak, **Microwave – Enhanced Polymer Chemistry and Technology**. Iowa: Blackwell Professional, 2007

[4] ดวงดาว อาจองค์, วิบูลย์ ศรีเจริญชัยกุล, คณิต สูงประสิทธิ์ "การแปรสภาพทางความร้อนเหนี่ยวนำด้วยไมโครเวฟของวัสดุเชิงประกอบเอทิลีนไวนิลแอซีเตตและยางธรรมชาติ" **วิจัยยางพารา**, เล่ม 5, 2553. หน้า133 – 141

[5] สมศักดิ์ วรมงคลชัย, **สารปรับแต่งพอลิเมอร์.** กรุงเทพ: บริษัทบุ๊คเน็ท, 2547

[6] Phetphaisit C.W., Phinyocheep P, "Kinetics and parameters affecting degradation of purified natural rubber" **J Appl Polym Sci**, Vol 90, 2003.Pp3546-3555

[7] Nor H.M., Ebdon J.R. "Ozonolysis of natural rubber in chloroform solution Part 1.A study by GPC and FTIRspectroscopy", **Polymer,** Vol 41, 2000.Pp. 2359-2365

[8] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **"การทดสอบหาค่าเฉลี่ยของมวลโมเลกุลและการกระจายมวลโมเลกุลของโพลิเมอร์โดยใช้โครมาโทกราฟีคัดขนาดโมเลกุล."** 2548

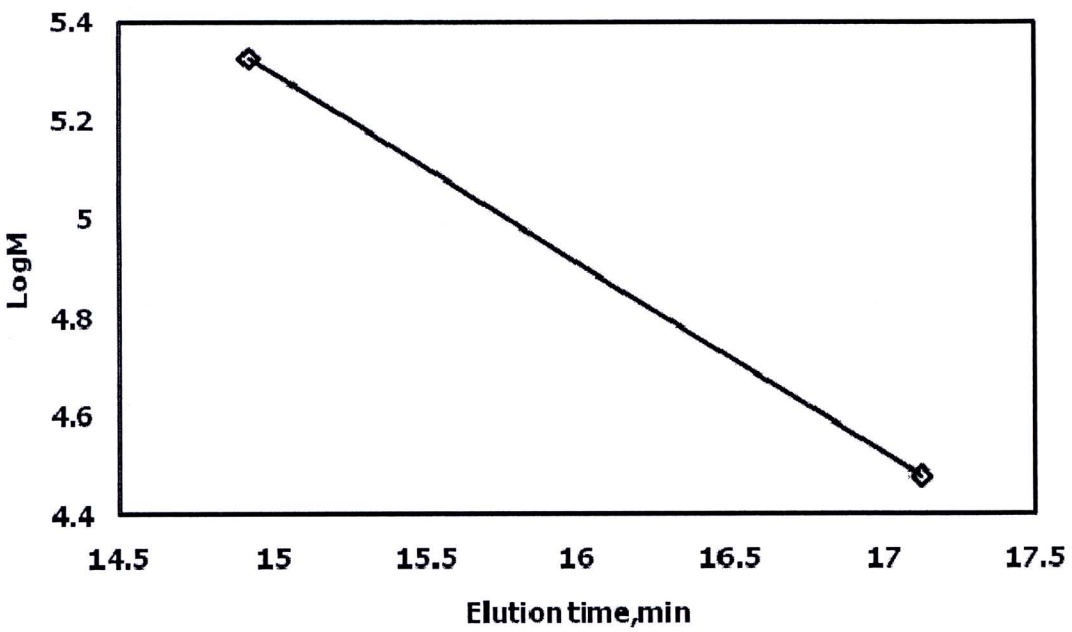
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก ก

การทดสอบหาค่ามวลโมเลกุลและการกระจายมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติโดยใช้ GPC

1. การทำกราฟมาตรฐาน [8]

กราฟมาตรฐานสามารถทำได้โดยฉีดยางธรรมชาติที่รู้ค่ามวลโมเลกุลที่แน่นอนอย่างน้อย 2 ค่าในเครื่อง GPC เพื่อหาค่า Elution Time แล้วนำค่ามวลโมเลกุลของยางธรรมชาติที่ทราบมวลโมเลกุลกับ Elution Time ที่ได้มาสร้างเป็นกราฟเพื่อหาสมการเส้นตรงที่สามารถคำนวณหามวลโมเลกุลของยางธรรมชาติ (M_i) ดังรูปที่ ก-1



รูปที่ ก-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติกับ Elution Time

จากกราฟจะได้สมการเส้นตรง $\text{Log } M_i = A_1 t + A_0$ (ก-1)

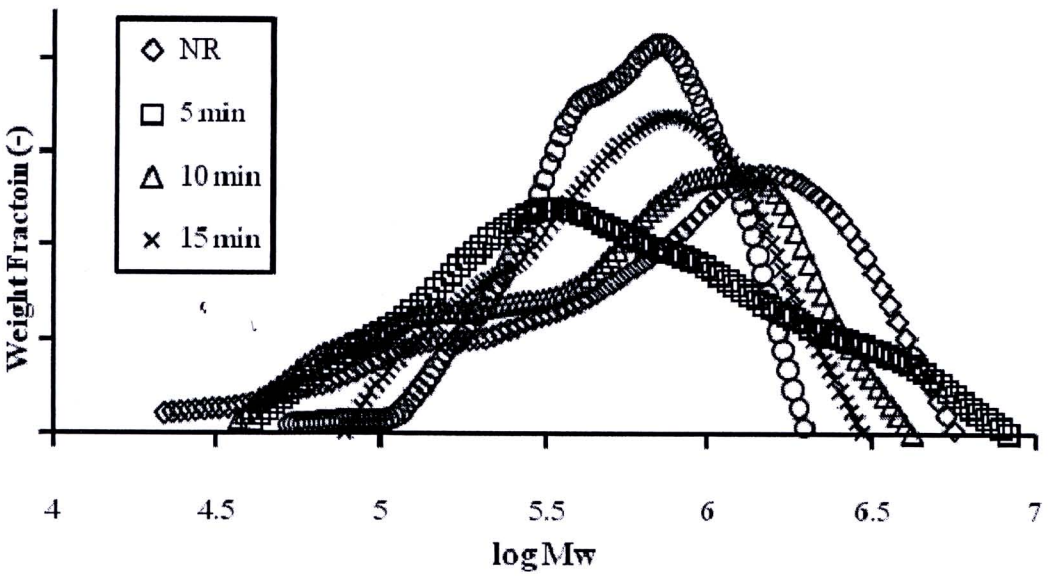
โดยที่ M_i คือ มวลโมเลกุลของยางธรรมชาติ

t คือ Elution time

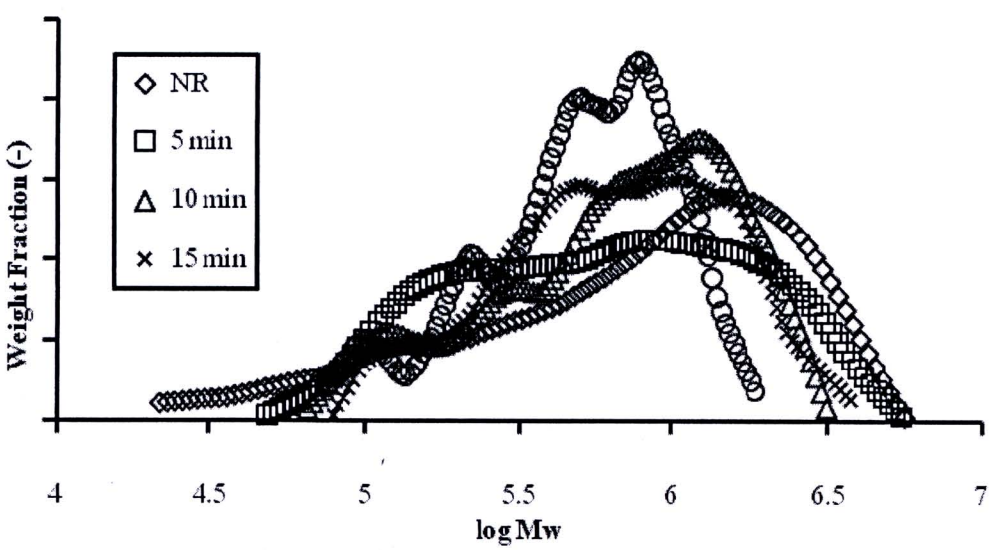
A_0,A_1 คือ ค่าคงที่ของที่ได้จากความชันและจุดตัดแกน

2. การคำนวณมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติที่ได้จากเครื่อง GPC

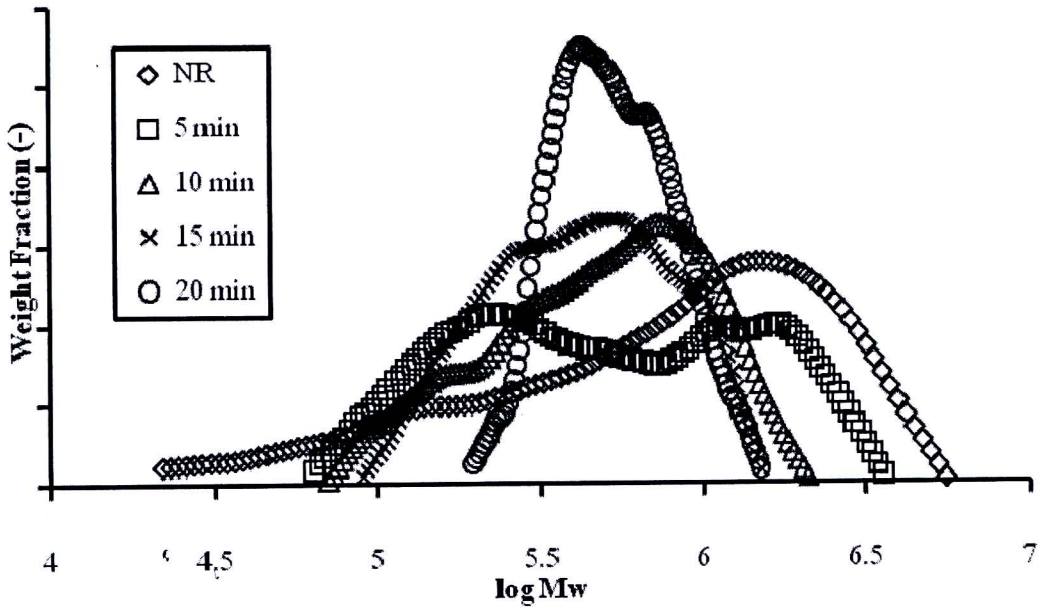
วิธีการคำนวณมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติที่ได้จากเครื่อง GPC เริ่มจากการเขียนกราฟโครมาโทแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติ (M_i) ที่คำนวณได้จากสมการที่ (ก-1) และค่าความเข้มของสัญญาณ (H_i) ซึ่งเป็นค่าที่อ่านได้จากเครื่อง GPC



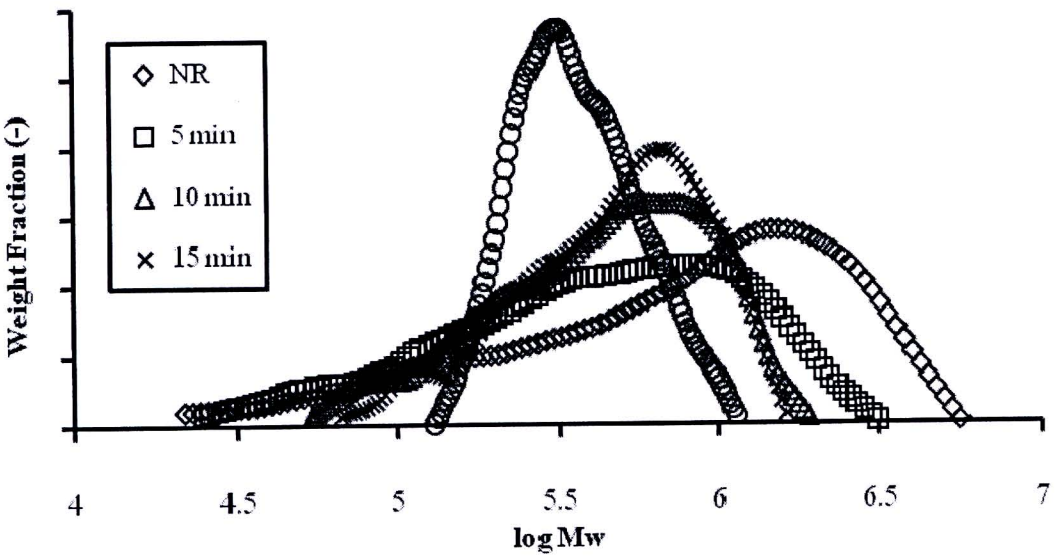
รูปที่ ก-2 โครมาโทแกรมแสดงการกระจายมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติไม่ผสมอะเซทิลีนแบล็คที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 1,440 W



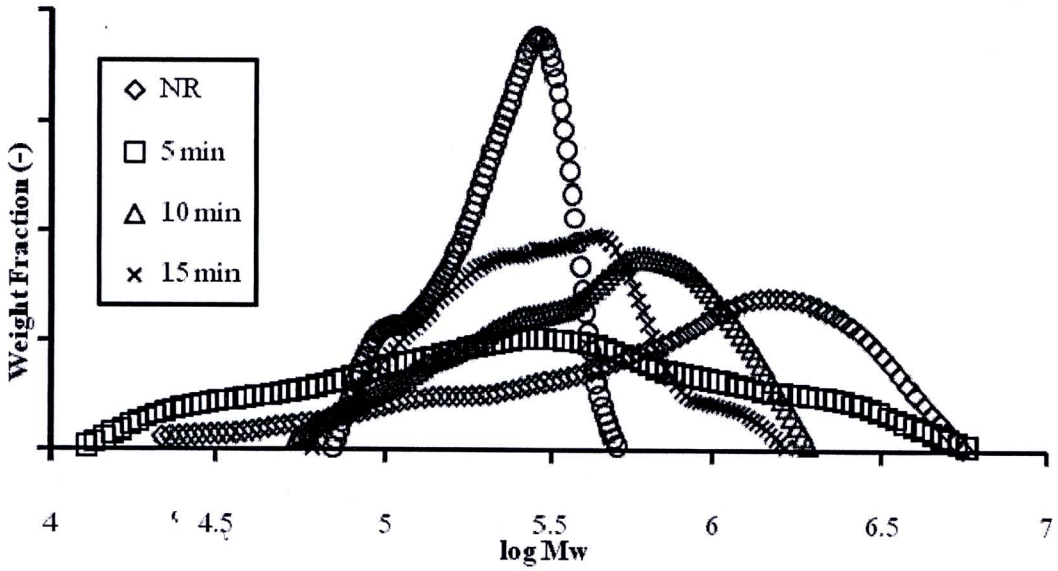
รูปที่ ก-3 โครมาโทแกรมแสดงการกระจายมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติผสมอะเซทิลีนแบล็ค 0.1 phr ที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 360 W



รูปที่ ก-4 โครมาโทแกรมแสดงการกระจายมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติผสมอะเซทิลีนแบล็ค 0.1 phr ที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 720 W



รูปที่ ก-5 โครมาโทแกรมแสดงการกระจายมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติผสมอะเซทิลีนแบล็ค 0.1 phr ที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 1,440 W



รูปที่ ก-6 โครมาโทแกรมแสดงการกระจายมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติผสมอะเซทิลีนแบล็ค 0.1 phr ที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 1,600 W

หลังจากที่ได้โครมาโทแกรมแล้ว จะสามารถคำนวณค่า Number average molecular weight ($\bar{M}_n$), Weight average molecular weight ($\bar{M}_w$) และค่าดัชนีการกระจายแบบผสม (Polydispersity index : PDI) ได้จากสมการที่ (ก-2) ถึงสมการที่ (ก-4)

$$\bar{M}n = \frac{\sum_{i=1}^{n} Hi}{\sum_{i=1}^{n} (\frac{Hi}{Mi})} \quad \text{(ก-2)}$$

$$\bar{M}w = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Hi * Mi)}{\sum_{i=1}^{n} Hi} \quad \text{(ก-3)}$$

$$\text{PDI} = \bar{M}_w / \bar{M}_n \quad \text{(ก-4)}$$

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลที่ได้จากเครื่อง GPC และค่าที่คำนวณจากโครมาโทรแกรม

กำลังของเครื่องไมโครเวฟ (W)	เวลา (นาที)	ปริมาณของอะเซทิลีนแบล็ค (phr)	$\bar{M}_w$ (g mol^{-1})	$\bar{M}_n$ (g mol^{-1})	PDI
0	0	0	1.23×10^6	2.95×10^5	4.16
1,440	5	0	9.46×10^5	2.80×10^5	2.38
1,440	10	0	8.62×10^5	2.83×10^5	3.05
1,440	15	0	7.48×10^5	4.13×10^5	1.81
1,440	20	0	6.55×10^5	4.31×10^5	1.52
360	5	0.1	9.80×10^5	3.42×10^5	2.86
360	10	0.1	9.05×10^5	4.14×10^5	2.19
360	15	0.1	8.76×10^5	4.36×10^5	2.01
360	20	0.1	6.15×10^5	3.73×10^5	1.65
720	5	0.1	8.02×10^5	3.11×10^5	2.57
720	10	0.1	6.04×10^5	3.49×10^5	1.73
720	15	0.1	5.02×10^5	3.37×10^5	1.49
720	20	0.1	5.78×10^5	4.88×10^5	1.18
1,440	5	0.1	6.35×10^5	2.28×10^5	2.79
1,440	10	0.1	5.58×10^5	3.15×10^5	1.77
1,440	15	0.1	5.70×10^5	3.66×10^5	1.56
1,440	20	0.1	3.95×10^5	3.30×10^5	1.20
1,600	5	0.1	6.28×10^5	1.17×10^5	5.39
1,600	10	0.1	5.48×10^5	2.95×10^5	1.86
1,600	15	0.1	3.62×10^5	2.33×10^5	1.55
1,600	20	0.1	2.37×10^5	1.98×10^5	1.20

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์จลนพลศาสตร์การลดมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติ

จลนพลศาสตร์ของการลดมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติสามารถหาได้จากการคำนวณองศาการแตกสลายของพอลิเมอร์ (DP_w) ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลโมเลกุลเฉลี่ยของยางธรรมชาติ ($\overline{M}_w$) ต่อหน่วยซ้ำไอโซพรีน ($M_{monomer}$= 68 g mol^{-1}) ดังสมการที่ (1)

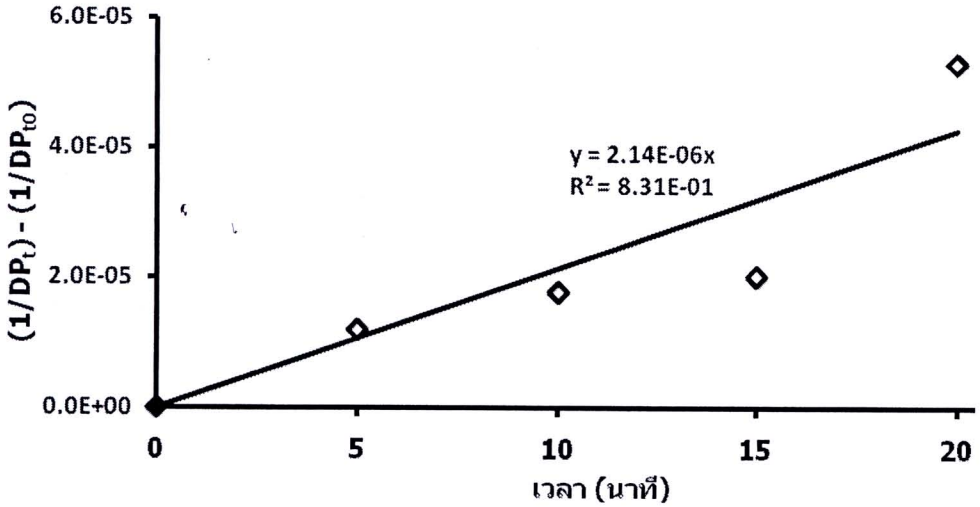
$$(DP_w) = \frac{\overline{M}_w}{\overline{M}_{monomer}} \qquad (1)$$

ตารางที่ ข-1 ค่าองศาการแตกสลายของพอลิเมอร์ (DP_w) ที่เวลาและกำลังต่างๆของเครื่องไมโครเวฟ

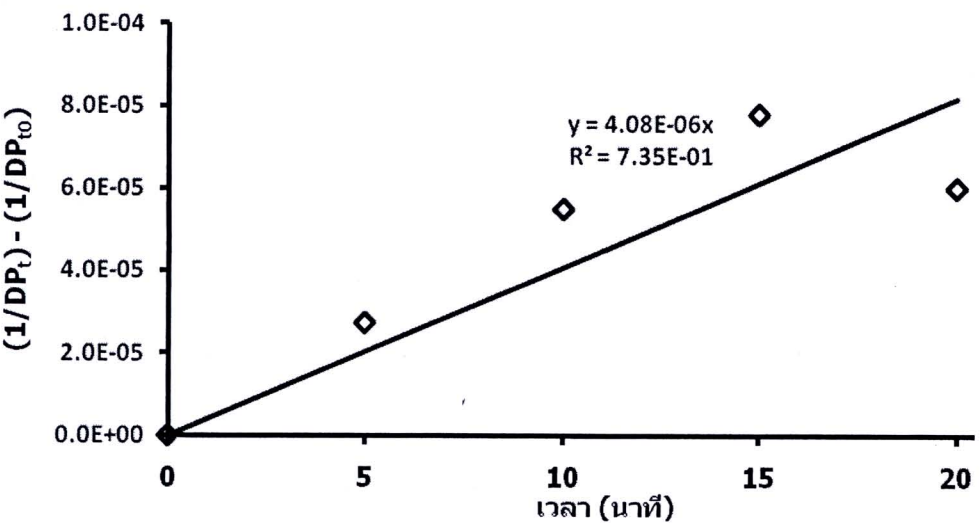
กำลังของเครื่องไมโครเวฟ (W)	เวลา (นาที)	องศาการแตกสลายของพอลิเมอร์
0	0	1.74×10^4
360	5	1.44×10^4
360	10	1.33×10^4
360	15	1.29×10^4
360	20	9.05×10^3
720	5	1.18×10^4
720	10	8.89×10^3
720	15	7.38×10^3
720	20	8.50×10^3
1,440	5	9.34×10^3
1,440	10	8.20×10^3
1,440	15	8.39×10^3
1,440	20	5.81×10^3
1,600	5	9.23×10^3
1,600	10	8.06×10^3
1,600	15	5.32×10^3
1,600	20	3.49×10^3

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางจลนพลศาสตร์แสดงได้ด้วยความพันธ์ขององศาเริ่มต้น ($DP_{w(t)}$) ที่เวลาใดๆ ($DP_{w(0)}$) เป็นฟังก์ชันของค่าคงที่อัตรา (k) และเวลา (t) ดังสมการที่ (2)

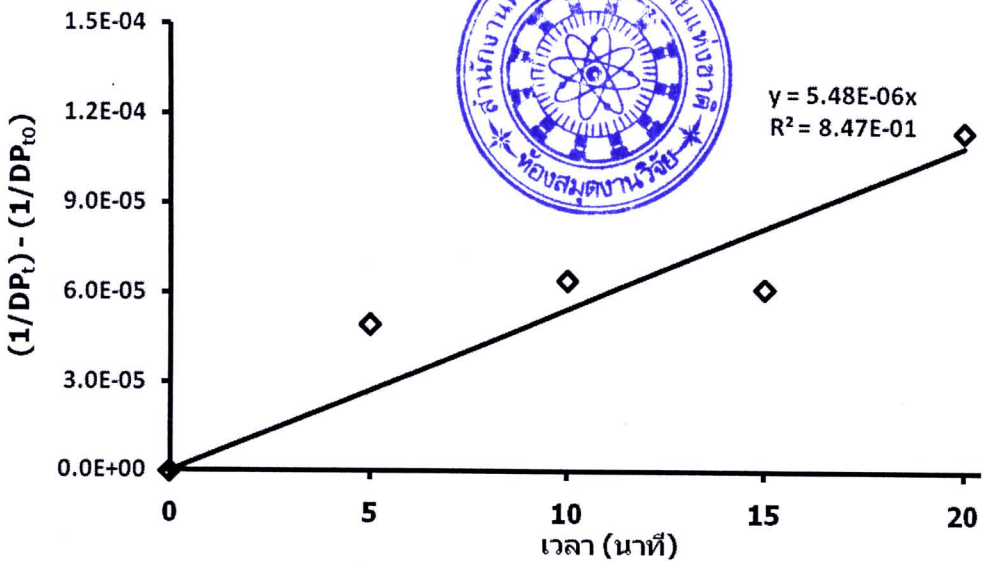
$$kt = \frac{1}{DP_{w(t)}} - \frac{1}{DP_{w(0)}} \qquad (2)$$



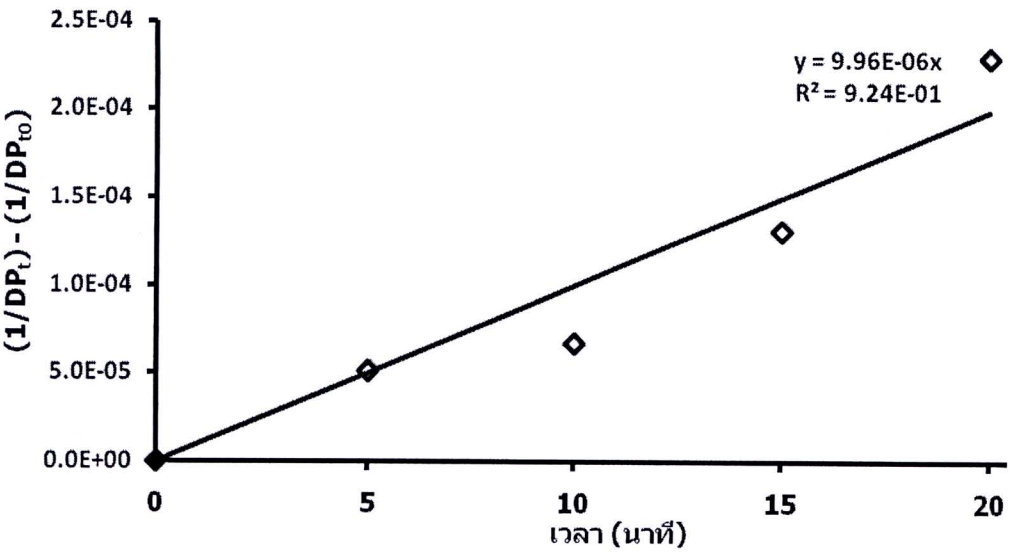
รูปที่ ข-1 จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาการลดมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติลำดับสองที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 360 W



รูปที่ ข-2 จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาการลดมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติลำดับสองที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 720 W



รูปที่ ข-3 จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาการลดมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติลำดับสองที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 1,440 W



รูปที่ ข-4 จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาการลดมวลโมเลกุลของยางธรรมชาติลำดับสองที่กำลังของเครื่องไมโครเวฟ 1,600 W

เอกสารนี้มี CD-ROM
ติดต่อบรรณารักษ์