

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กุลทิศา รัตนเวศินรักษ์. 2539. การผลิตและการทดสอบน้ำยางชั้น. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- เจริญ นาคะสรรค์. 2544 . การศึกษารีเอคทีฟเบลนด์ของแป้งมันสำปะหลังกับยางธรรมชาติในสภาวะ  
หลอม .ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญธรรม นิธิอุทัย. 2531. คู่มือปฏิบัติการเทคโนโลยียาง 1. หน้า 15-16 และ 75-85.
- พงษ์ธร แซ่อูย. 2547. ยาง: ชนิด สมบัติ และการใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและ  
วัสดุแห่งชาติ.
- สถาบันวิจัยยาง. 2545. พันธุ์ยางเนื้อไม้สูง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์.
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี. 2546. การผลิตยางธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่สาม. สำนักวิทยบริการ  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

### ภาษาอังกฤษ

- Appetecchi, G. B., Croce, F. and Scrosati, B.. 1997. High-performance electrolyte membranes for plastic lithium batteries. J. Power Sources 66: 77-82.
- Aik-Hwee, E., Ejira, S., Kawahara, S., and Tanaka, Y.. 1994. Structure Characteristics of Natural Rubber Role of Ester Groups. J Applied Polymer Symposium 53: 5-14.
- Ciuffa, F., Croce, F., Epifaio, A. D., Panero, S. and Scrosati, B.. 2004. Lithium and proton conducting gel-type membranes. J. Power Sources 127: 53-57.
- Denis, O., Lena, M.T., Giovanni, B.A. and Bruno, S.. 1998. An electrochemical and raman spectroscopical study of gel polymer electrolytes for lithium batteries. Solid State Ionics 106: 19-24.
- Famiza, L., Madzlan, A., Nasir, K., Ab Malik, M.A. and Muhd, Z.Y.. 2006. The role and impact of rubber in poly(methyl methacrylate)/lithium triflate electrolyte. J. Power Sources 326: 157-160.
- Glasse, M.D., Idris, R ., Latham, R.J., Linford, R.G. and Schlindwein, W. S.. 2002. Polymer electrolytes based on modified natural rubber. Solid State Ionics 147: 289-294.

- Hamberg, M. and Hamberg, G.. 1990. Hydroperoxide-dependent epoxidation of unsaturated fatty acid in the broad bean(*Vicia faba* L.). Archives of Biochemistry and Biophysics 283: 409-416.
- Hidalgo, F. J., Zamora, R. and Vioque, E.. 1992. Syntheses and reactions of methyl (Z)-9,10-epoxy-13-oxo- (E)-11-octadecenoate and methyl (E)-9,10-epoxy-13-oxo- (E)-11-octadecenoate. Chemistry and Physics of Lipids 60: 225-233.
- Hughes, M. F., Chamulitrat, W., Mason, R. P. and Eling, T. E.. 1989. Epoxidation of 7,8-dihydroxy-7,8-dihydrobenzo[a]pyrene via a hydroperoxide-dependent mechanism catalyzed by lipoxygenases. Carcinogenesis 10: 2075-2080.
- Jacob, J.L., d'Auzac, J., and Prevot, J.C. 1993. The Composition of Latex from *Hevea brasiliensis*. Cli Rev. Al 11:327-337.
- Nakason, C., Sainumsai, W., Kaesaman, A. and Klimpituksa, P.. 2001. Preparation, thermal and flow properties of epoxidised natural rubber. Songklanakarin J. Sci. and Techno. 23: 415-424.
- Paulsdorf, J., Burjanadze, M., Hagelschur, K. and Wiemhofer, H. D.. 2004. Ionic conductivity in polyphosphazene polymer electrolytes prepared by the living cationic polymerization. Solid State Ionics 169: 25-33.
- Razail, I., Glasse, M. D., Lantham, R. J., Linford, R. G. and Schlindwein, W.S.. 2001. Polymer electrolyte based on modified natural rubber for use in rechargeable lithium batteries. J. Power Sources 94: 206-211.
- Tanaka, Y.. 1989. Structure and Biosynthesis Mechanism of Natural Rubber. Prog. Polym. Sci. 14: 339-371.
- Warunee, K., Seiichi, K., Tomonobu, M., Masahiro, Y., Jitladda, T. S., Yoshinobu, I., and Hiroyuki O..2003. Depolymerization and ionic conductivity of enzymatically deproteinized natural rubber having epoxy group. J. European Polymer 39: 1707-1712.
- Yoshizawa, M., Marwanta, E. and Ohno, H.. 2000. Preparation and characteristics of natural rubber/poly(ethylene oxide) salt hybrid mixtures as novel polymer electrolytes. Polymer 41: 9049-9053.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำยางชั้น

สารละลายสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำยางชั้น

1. กรดฟอร์มิก(HCOOH) ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์  
เตรียมโดยตวงกรดฟอร์มิก 99 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 20.2 มิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
2. กรดไฮโดรคลอริก(HCl) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์  
เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 8.3 มิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
3. ฟอร์มัลดีไฮด์ (HCHO) ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์  
เตรียมโดยตวงฟอร์มัลดีไฮด์ ความเข้มข้น 38 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 131.58 มิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
4. แอมโมเนียมซัลเฟต ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์  
ชั่งแอมโมเนียมซัลเฟตน้ำหนัก 300 กรัม นำมาละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร
5. กรดซัลฟูริก (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์  
ตวงกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 515.46 มิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
6. แบเรียมไฮดรอกไซด์ (Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O) ความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล  
ชั่งแบเรียมไฮดรอกไซด์มา 0.0032 กรัม นำมาละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร
7. สารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน (phenolphthalein) 0.433%  
ชั่งฟีนอล์ฟทาเลอิน 0.433 กรัม ละลายลงใน 95% แอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ข  
การเตรียมธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR)

การทดลองชุดที่ 1

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. Latex dry weight     | 115.6 g  |
| 2. Hydrogen peroxide    | 2.6 M  |
| 3. Formic acid          | 0.9 M  |
| 4. Non-ionic surfactant | 13 g/l   |
| - Reaction DRC          | 20 %   |
| - Mol. Repeating unit   | 1.7 l/ (มาจาก $\text{mol} = \text{g}/\text{M.W.} = 115.6/68 = 1.7$ ) |

การคำนวณ

1. การหา %DRC ที่แน่นอน

มีตัวอย่างน้ำยางข้น 61.86 %

แสดงว่า เนื้อยางแห้ง 61.86 g ได้มาจากน้ำยางข้น 100 ml

ต้องการเนื้อยางแห้ง 115.6 g ได้มาจากน้ำยางข้น  $\frac{115.6 \times 100}{61.86} = 186.87 \text{ ml}$

∴ นำน้ำยางมา 186.87 ml

ต้องการทำให้เป็น 20 % DRC

เนื้อยางแห้ง 20 g จากสารที่ทำปฏิกิริยาทั้งหมด 100 ml

เนื้อยางแห้ง 115.6 g จากสารที่ทำปฏิกิริยาทั้งหมด  $\frac{115.6 \times 100}{20} = 578 \text{ ml}$

∴ ต้องนำน้ำยาง 186.87 ml มาทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 578 ml

2. การเตรียม  $\text{H}_2\text{O}_2$  2.6 M

แสดงว่าในการทำปฏิกิริยาที่มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 578 ml ต้องมีความเข้มข้นของ  $\text{H}_2\text{O}_2$  2.6 M

- ถ้าใช้  $\text{H}_2\text{O}_2$  18 % ความหนาแน่น (D) ประมาณ  $1.11 \text{ g/cm}^3$ , M.W. = 34

ต้องการทราบว่า  $\text{H}_2\text{O}_2$  18% คิดเป็นความเข้มข้นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{\text{M.W.}}$$

$$= \frac{10 \times 18 \times 1.11}{34}$$

$$= 5.88 \text{ M}$$

$\text{H}_2\text{O}_2$  18 % มีความเข้มข้นเป็น 5.88 M ต้องการ 2.6 M ปริมาตร 578 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$2.6 \times 578 = 5.88V_2$$

$$V_2 = 255.58 \text{ ml}$$

∴ ปีเปิด  $\text{H}_2\text{O}_2$  18% มา 255.58 ml

- ถ้าใช้  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % ความหนาแน่น (D) ประมาณ  $1.11 \text{ g/cm}^3$ , M.W. = 34

ต้องการทราบว่า  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% คิดเป็นความเข้มข้นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{\text{M.W.}}$$

$$= \frac{10 \times 30 \times 1.11}{34}$$

$$= 9.79 \text{ M}$$

$\text{H}_2\text{O}_2$  30 % มีความเข้มข้นเป็น 9.79 M ต้องการ 2.6 M ปริมาตร 578 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$2.6 \times 578 = 9.79V_2$$

$$V_2 = 153.50 \text{ ml}$$

∴ ปีเปิด  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% มา 153.50 ml

3. Formic acid 0.9 M ในการทำปฏิกิริยาปริมาตรรวม 578 ml ต้องมี formic acid 0.9 M สิ่งที่มีคือ formic acid 98 % มีความหนาแน่น  $1.22 \text{ g/cm}^3$  M.W. 46.03

- หาว่า formic acid 98 % เป็นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{\text{M.W.}}$$

$$= \frac{10 \times 98 \times 1.22}{46.03}$$

$$= 25.97 \text{ M}$$

- Formic acid 98 % มีความเข้มข้นเป็น 25.97 M ต้องการได้ formic 0.9 M 578 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.9 \times 578 = 25.97V_2$$

$$V_2 = 20.03 \text{ ml}$$

∴ ปีเปิด Formic acid 98 % มา 20.03 ml

## การทดลองชุดที่ 2

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Latex dry weight     | 74.8 g                                      |
| 2. Hydrogen peroxide    | 1.7 M                                       |
| 3. Formic acid          | 0.8 M                                       |
| 4. Non-ionic surfactant | 13 g/l                                      |
| - Reaction DRC          | 20 %  |
| - Mol. Repeating unit   | 1.7 l (มาจาก mol = g/M.W. = 115.6/68 = 1.7) |

## การคำนวณ

## 1. การหา %DRC ที่แน่นอน

มีตัวอย่างน้ำยางชั้น 61.86 %

แสดงว่า เนื้อยางแห้ง 61.86 g ได้มาจากน้ำยางชั้น 100 ml

ต้องการเนื้อยางแห้ง 74.8 g ได้มาจากน้ำยางชั้น  $74.8 \times \frac{100}{61.86} = 120.92$  ml

∴ นำน้ำยางมา 120.92 ml

## ต้องการทำให้เป็น 20 % DRC

เนื้อยางแห้ง 20 g จากสารที่ทำปฏิกิริยาทั้งหมด 100 ml

เนื้อยางแห้ง 74.8 g จากสารที่ทำปฏิกิริยาทั้งหมด  $74.8 \times \frac{100}{20} = 374$  ml

∴ ต้องนำน้ำยาง 120.92 ml มาทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 374 ml

2. การเตรียม H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1.7 M

แสดงว่าในการทำปฏิกิริยาที่มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 374 ml ต้องมีความเข้มข้นของ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1.7 M

- ถ้าใช้ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 18 % ความหนาแน่น (D) ประมาณ 1.11 g/cm<sup>3</sup>, M.W. = 34

ต้องการทราบว่า H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 18% คิดเป็นความเข้มข้นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{M.W}$$

$$= \frac{10 \times 18 \times 1.11}{34}$$

$$= 5.88$$

$$= 5.88 \text{ M}$$

$\text{H}_2\text{O}_2$  18 % มีความเข้มข้นเป็น 5.88 M ต้องการ 1.7 M ปริมาตร 374 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1.7 \times 374 = 5.88V_2$$

$$V_2 = 108.13 \text{ ml}$$

∴ บีเปิด  $\text{H}_2\text{O}_2$  18% มา 108.13 ml

- ถ้าใช้  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % ความหนาแน่น (D) ประมาณ  $1.11 \text{ g/cm}^3$ , M.W. = 34

ต้องการทราบว่า  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% คิดเป็นความเข้มข้นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{\text{M.W.}}$$

$$= \frac{10 \times 30 \times 1.11}{34}$$

$$= 9.79 \text{ M}$$

$\text{H}_2\text{O}_2$  30 % มีความเข้มข้นเป็น 9.79 M ต้องการ 2.6 M ปริมาตร 374 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1.7 \times 374 = 9.79V_2$$

$$V_2 = 64.94 \text{ ml}$$

∴ บีเปิด  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% มา 64.94 ml

3. Formic acid 0.8 M ในการทำปฏิกิริยาปริมาตรรวม 374 ml ต้องมี formic acid 0.8 M สิ่งที่มีคือ formic acid 98 % มีความหนาแน่น  $1.22 \text{ g/cm}^3$  M.W. 46.03

- หาว่า formic acid 98 % เป็นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{\text{M.W.}}$$

$$= \frac{10 \times 98 \times 1.22}{46.03}$$

$$= 25.97 \text{ M}$$

- Formic acid 98 % มีความเข้มข้นเป็น 25.97 M ต้องการได้ formic 0.8 M 374 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.8 \times 374 = 25.97V_2$$

$$V_2 = 11.52 \text{ ml}$$

∴ บีเปิด Formic acid 98 % มา 11.52 ml



## การทดลองชุดที่ 3

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Latex dry weight     | 60.2 g  |
| 2. Hydrogen peroxide    | 1.5 M   |
| 3. Formic acid          | 0.6 M   |
| 4. Non-ionic surfactant | 13 g/l  |
| - Reaction DRC          | 20 %  |
| - Mol. Repeating unit   | 1.7 l/l (มาจาก mol = g/M.W. = 115.6/68 = 1.7) |

## การคำนวณ

## 1. การหา %DRC ที่แน่นอน

มีตัวอย่างน้ำยางข้น 61.86 %

แสดงว่า เนื้อยางแห้ง 61.86 g ได้มาจากน้ำยางข้น 100 ml

ต้องการเนื้อยางแห้ง 60.2 g ได้มาจากน้ำยางข้น  $60.2 \times \frac{100}{61.86} = 97.32 \text{ ml}$

∴ นำน้ำยางมา 97.32 ml

## ต้องการทำให้เป็น 20 % DRC

เนื้อยางแห้ง 20 g จากสารที่ทำปฏิกิริยาทั้งหมด 100 ml

เนื้อยางแห้ง 60.2 g จากสารที่ทำปฏิกิริยาทั้งหมด  $60.2 \times \frac{100}{20} = 301 \text{ ml}$

∴ ต้องนำน้ำยาง 97.32 ml มาทำให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 301 ml

2. การเตรียม H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1.5 M

แสดงว่าในการทำปฏิกิริยาที่มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 301 ml ต้องมีความเข้มข้นของ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1.5 M

- ถ้าใช้ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 18 % ความหนาแน่น (D) ประมาณ 1.11 g/cm<sup>3</sup>, M.W. = 34

ต้องการทราบว่า H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 18% คิดเป็นความเข้มข้นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{M.W.}$$

$$= \frac{10 \times 18 \times 1.11}{34}$$

$$= 5.88 \text{ M}$$

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 18 % มีความเข้มข้นเป็น 5.88 M ต้องการ 1.5 M ปริมาตร 301 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1.5 \times 301 = 5.88V_2$$

$$V_2 = 76.79 \text{ ml}$$

∴ ปีเปิด H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 18% มา 76.79 ml

- ถ้าใช้ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % ความหนาแน่น (D) ประมาณ 1.11 g/cm<sup>3</sup>, M.W. = 34

ต้องการทราบว่า H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% คิดเป็นความเข้มข้นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{M.W.}$$

$$= \frac{10 \times 30 \times 1.11}{34}$$

$$= 9.79 \text{ M}$$

$$= 9.79 \text{ M}$$

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % มีความเข้มข้นเป็น 9.79 M ต้องการ 2.6 M ปริมาตร 301 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1.5 \times 301 = 9.79V_2$$

$$V_2 = 46.12 \text{ ml}$$

∴ ปีเปิด H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% มา 46.12 ml

3. Formic acid 0.6 M ในการทำปฏิกิริยาปริมาตรรวม 301 ml ต้องมี formic acid 0.6 M สิ่งที่มีคือ formic acid 98 % มีความหนาแน่น 1.22 g/cm<sup>3</sup> M.W. 46.03

- หาว่า formic acid 98 % เป็นกี่ M

$$M = \frac{10 \times \% \times D}{M.W.}$$

$$= \frac{10 \times 98 \times 1.22}{46.03}$$

$$= 25.97 \text{ M}$$

$$= 25.97 \text{ M}$$

- Formic acid 98 % มีความเข้มข้นเป็น 25.97 M ต้องการได้ formic 0.6 M 301 ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.6 \times 301 = 25.97V_2$$

$$V_2 = 6.95 \text{ ml}$$

∴ ปีเปิด Formic acid 98 % มา 6.95 ml

## ภาคผนวก ค

## การวัดแอกติวิตีจำเพาะของเอนไซม์

## 1. สารละลายสำหรับหาค่าแอกติวิตีจำเพาะของ Lipoxidase

## 1.1 1 M NaOH

ละลาย NaOH 4 กรัม ในน้ำกลั่น 60 ml ที่แช่เย็นในกระบอกน้ำแข็ง ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

## 1.2 0.2 M Borate Buffer pH 9.0

ละลายกรดบอริก ( $H_3BO_3$ ) 6.18 กรัม ในน้ำกลั่น 400 ml ปรับ pH เป็น 9.0 ด้วย 1 M NaOH แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในน้ำแข็ง

## 1.3 0.01% [v/v] Limoleic Acid(Substrate)

ละลายกรดไขมันไลโนเลอิก ปริมาณ 0.01 ml ในเอทานอล 95% ปริมาณ 6 ml แล้วเติมน้ำลงไป 10 ml หลังจากนั้นเจือจางด้วยบัฟเฟอร์โดยใช้บัฟเฟอร์ 6 เท่าของสารละลายทั้งหมด นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 234 nm ( $A_{234}$ ) โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.21 เก็บไว้ในน้ำแข็ง

## 1.4 สารละลายเอนไซม์

ละลายเอนไซม์ 5 mg ในบัฟเฟอร์ 1 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำ นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 234 nm ( $A_{234}$ ) โดยให้ค่า  $\Delta A_{234}/min$  อยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.12

วิธีการ

เปิดสารละลายลงใน cuvette ขนาด 10 mm ดังนี้

Substrate (1.3) 2.0 ml

ปรับอุณหภูมิให้ได้  $25^\circ C$  แล้วตั้งค่าในการวัดเป็น  $\Delta A_{234}/min$

เติมเอนไซม์ ที่เวลา  $t = 0$  1.0 ml

วัดอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า absorbance ที่ 234 nm

$$\text{จาก Activity (U/ml solution)} = \frac{\Delta A_{234}/min \times V_t \times \text{dilution}}{\epsilon \times V_s}$$

เมื่อ

$$\Delta A_{234}/min = 0.108 \text{ min}^{-1} \text{ (0.0018 sec}^{-1}\text{)}$$

$$V_t = \text{final volume of reaction mixture [3.0 ml]}$$

$$V_s = \text{sample volume [1.0 ml]}$$

$$\epsilon = 0.001$$

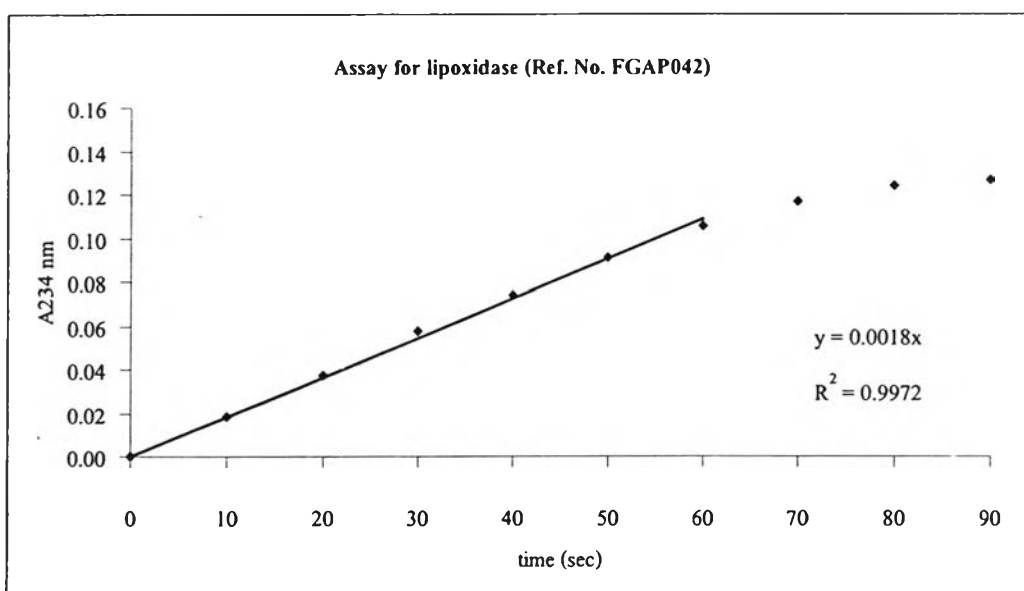
ดังนั้นจะได้ Activity (U/ml solution) = 648,000 U/ml

คำนวณเป็น unit/mg powder enzyme

$$\text{จะได้ Activity (U/mg powder)} = \frac{\text{U/ml solution}}{\text{mg enzyme/ ml original solution}}$$

โดย mg enzyme/ ml original solution = 5 mg/ml

ดังนั้นจะได้ Activity (U/mg powder) = 129,600 U/mg



คำนวณจำนวนยูนิตที่ใช้ในการ teste ขางธรรมชาติเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮพอกซิเดชัน

ปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ในการ teste ขางธรรมชาติเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮพอกซิเดชัน

$$\text{Activity (U/mg powder)} = 129,600 \text{ U/mg}$$

$$\text{จาก } 1 \text{ mg} = 129,600 \text{ U}$$

$$5 \text{ mg} = \frac{5 \text{ mg} \times 129,600 \text{ U}}{1 \text{ mg}}$$

$$= 655,000 \text{ U}$$

ซึ่งจากการคำนวณจะได้ยูนิตเอนไซม์ที่ใช้ในการทดลอง ดังตาราง

| ปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ treat ยาง (มิลลิกรัม) | แอกติวิตีของเอนไซม์ (ยูนิตเอนไซม์) |
|---|------------------------------------|
| 5   | 655,000                            |
| 10  | 1,310,000                          |
| 15  | 1,965,000                          |
| 20  | 2,620,000                          |

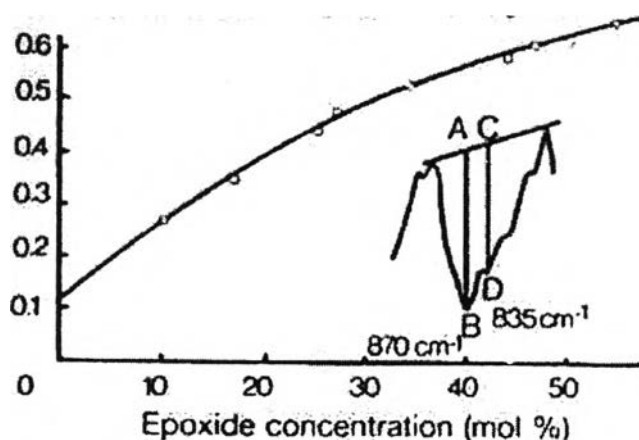
ภาคผนวก ง  
การวิเคราะห์หาปริมาณหมู่เอพอกไซด์

1. โดยใช้ FT-IR

จากสเปกตรัมอินฟราเรดสามารถนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การเกิดหมู่เอพอกไซด์ (%epoxidation) โดยใช้ค่าการดูดกลืนแสงอินฟราเรด ที่ตำแหน่งเลขคลื่น  $870\text{ cm}^{-1}$  (แสดงถึงการมีหมู่เอพอกไซด์) และ  $835\text{ cm}^{-1}$  (แสดงถึง  $=\text{C}-\text{H}$  ของ cis-1,4-polyisoprene) คำนวณหาค่า absorbance ratio (Ar) เพื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานปริมาณหมู่เอพอกไซด์ในหน่วยโมลเปอร์เซ็นต์ สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{Ar} = a_{870} / (a_{870} + a_{835})$$

จากค่า Ar ที่คำนวณได้นำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานปริมาณหมู่เอพอกไซด์ของยางธรรมชาติเอพอกไซด์ จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ได้จากผลงานการวิจัยของ Dauevey and Loadmman(1984) ดังรูป



การคำนวณ จากสูตร

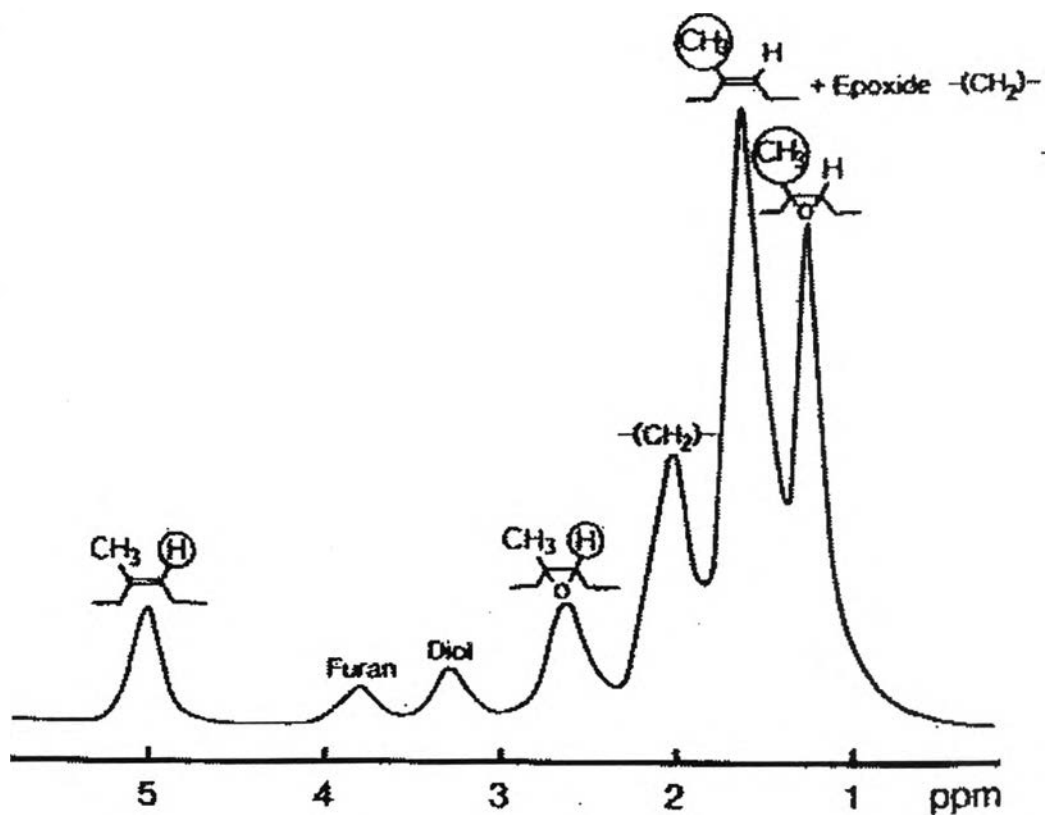
$$\text{Ar} = a_{870} / (a_{870} + a_{835})$$

$$\text{Ar} = 0.0649 / (0.0649 + 0.0682)$$

$$\text{Ar} = 0.4816$$

จากค่า  $\text{Ar} = 0.4816$  ที่ได้เมื่อนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Dauevey and Loadmman จะได้ปริมาณหมู่เอพอกไซด์ในหน่วยโมลเปอร์เซ็นต์ = 28%(ENR-28)

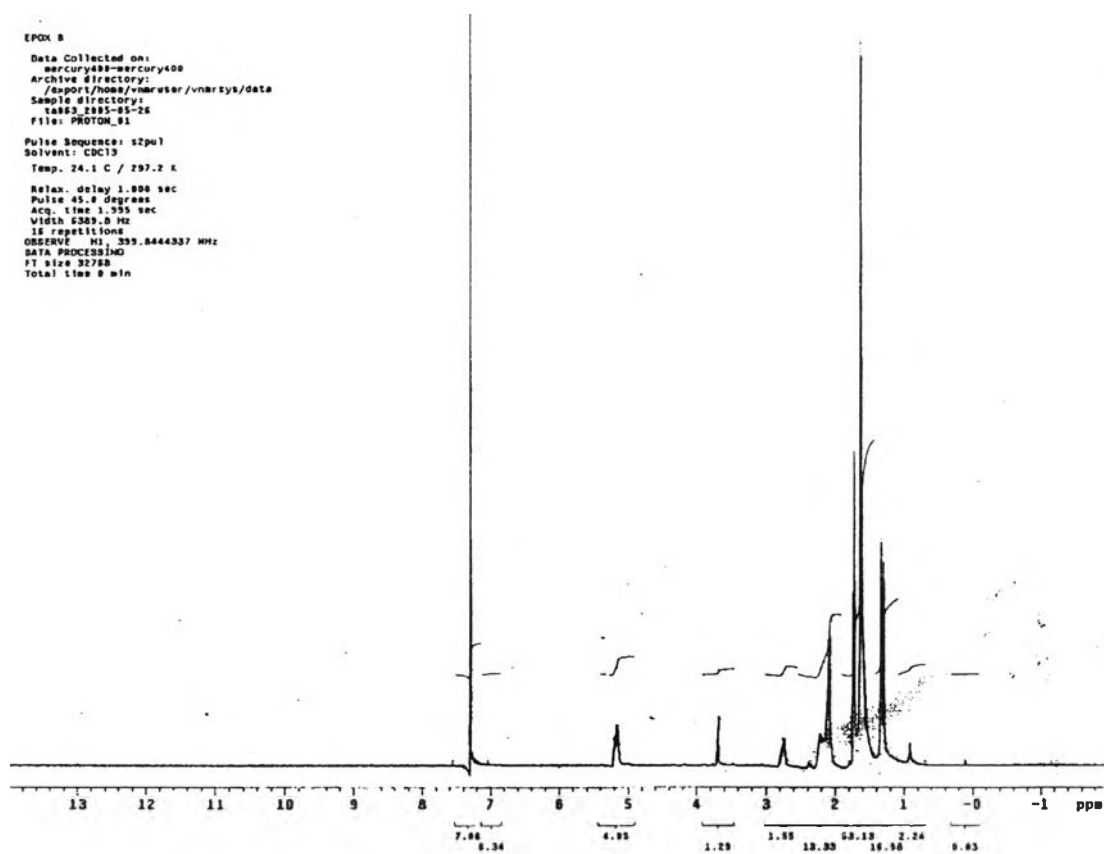
## 2. โดยใช้ NMR

2.6.2 วิเคราะห์โดยใช้สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$ 

ผลของสเปกตรัมที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณหมู่เอพอกไซด์ โดยใช้สูตร

$$X_{\text{epoxy}} = I_{2,7} / (I_{2,7} + I_{5,1}) \times 100$$

เมื่อ  $X_{\text{epoxy}}$  คือ โมลเปอร์เซ็นต์ของหมู่เอพอกไซด์,  $I_{2,7}$  คือ ความเข้มของสัญญาณที่ค่าเคมีคอลชิฟ 2.7 (แสดงถึง  $=\text{C}-\text{H}$  ของ cis-1,4-polyisoprene) และ  $I_{5,1}$  คือ ความเข้มของสัญญาณที่ค่าเคมีคอลชิฟ 5.1 (แสดงถึงโปรตอนที่ติดกับหมู่เอพอกไซด์)



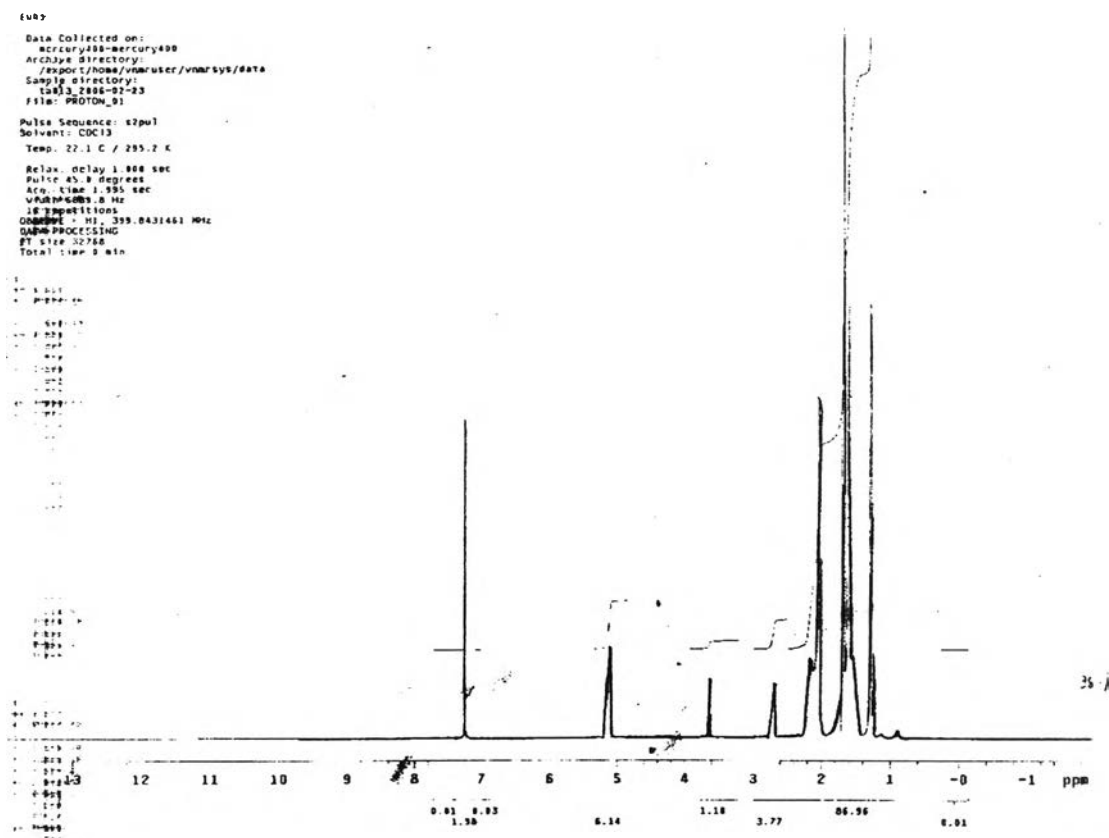
จากสูตร

$$X_{\text{epoxy}} = I_{2,7} / (I_{2,7} + I_{5,1}) \times 100$$

$$X_{\text{epoxy}} = 1.55 / (1.55 + 4.05) \times 100$$

$$X_{\text{epoxy}} = 27.6\% \text{ (ENR-28)}$$



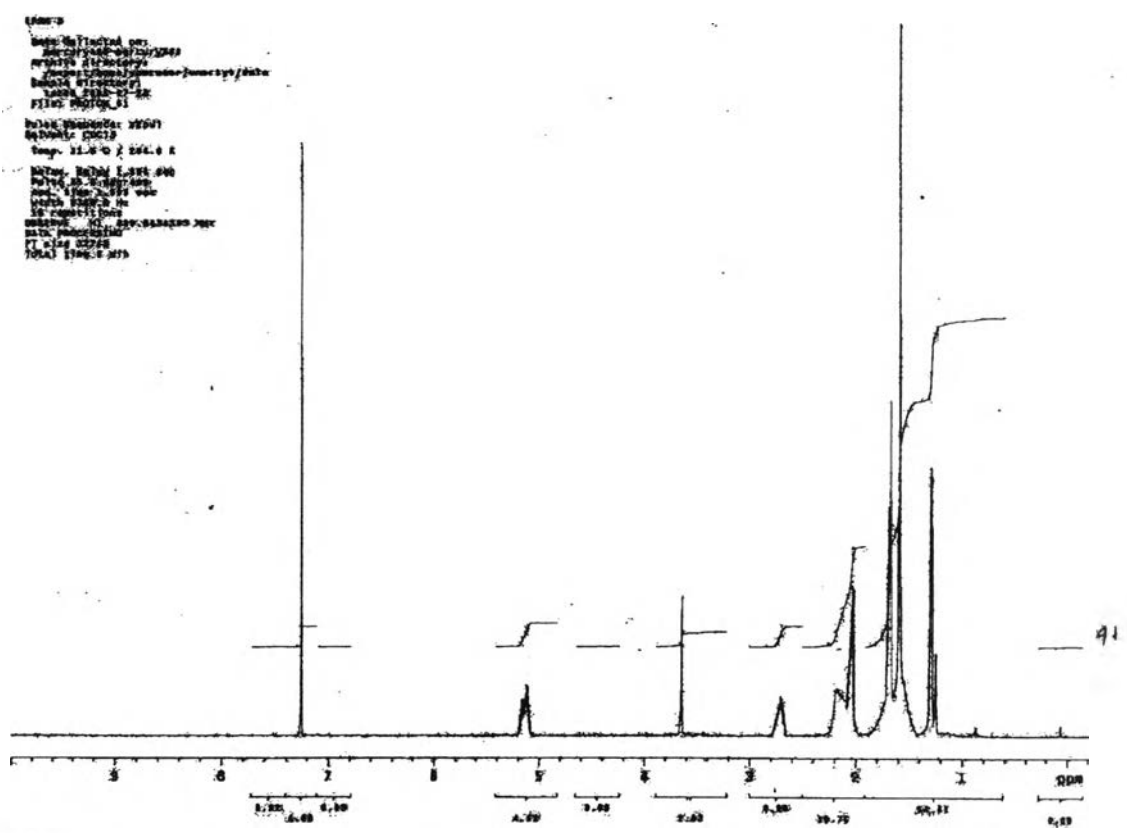


จากสูตร

$$X_{\text{epoxy}} = I_{2.7} / (I_{2.7} + I_{5.1}) \times 100$$

$$X_{\text{epoxy}} = 3.77 / (3.77 + 6.14) \times 100$$

$$X_{\text{epoxy}} = 38 \% \text{ (ENR-38)}$$



จากสูตร

$$X_{\text{epoxy}} = I_{2,7} / (I_{2,7} + I_{5,1}) \times 100$$

$$X_{\text{epoxy}} = 4.08 / (4.08 + 4.62) \times 100$$

$$X_{\text{epoxy}} = 46 \% \text{ (ENR-46)}$$

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศรีสุดา เทพไพฑูรย์ เกิดเมื่อวันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2520 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ) จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เมื่อปีการศึกษา 2544 และได้เข้าศึกษาต่อที่สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

