รายการอ้างอิง

[1] Smith, R. Biodegradable Polymer for Industrial Applications. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited, 2005.

[2] Avérous, L. Polylactic Acid: Synthesis, Properties and Applications. In A. Gandini and M. N. Belgacem (ed.), Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources, pp.433-450. Amsterdam: Elsevier science, 2008.

[3] Rudnik, E. Compostable Polymer Materials. Amsterdam: Elsevier science, 2008.

[4] Maharana, T., Mohanty, B., and Negi, Y.S. Melt–Solid Polycondensation of Lactic Acid and Its Biodegradability. Progress in Polymer Science 34 (November 2009): 99–124.

[5] วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์. เอกสารประกอบการสอนวิชา การรีไซเคิลพลาสติก. กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[6] Mustafa, N. Plastic Waste Management: Disposal, Recycling, and Reuse. New York: Marcel Decker, 1993.

[7] Pimpan, V., Sirisook, R. and Chuayjuljit, S. "Synthesis of Unsaturated Polyester Resin from Post-consumer PET Bottles: Effect of Type of Glycol on Characteristics of Unsaturated Polyester Resin", Journal of Applied Polymer Science 88 (March 2003): 788-792.

[8] Boice, N.J., King, M.C., Higginbotham, C., and Gurney, W.R. Molecular recycling: application of the twelve principles of green chemistry in the diversion of post-consumer poly(lactic acid) waste. Journal of Materials Education 30 (May 2008): 257-280.

[9] Kurokawa, H., Ohshima, M., Sugiyama, K. and Miura, H. Methanolysis of polyethylene terephthalate (PET) in the presence of aluminium triisopropoxide catalyst to form dimethyl terephthalate and ethylene glycol. Polymer Degradation and Stability 79 (September 2003): 529-533.

[10] Chen, C., Chen, C., Lo, Y., Mao, C., and Liao, W. Studies of Glycolysis of Poly(ethylene terephthalate) Recycled from Postconsumer Soft-Drink Bottles. I. Influences of Glycolysis Condition. Journal of Applied Polymer Science 80 (June 2001): 943-948.

[11] Chen, C., Chen, C., Lo, Y., Mao, C., and Liao, W. Studies of glycolysis of poly(ethylene terephthalate) recycled from postconsumer soft-drink bottles. II. Factorial experimental design. Journal of Applied Polymer Science 80 (June 2001): 956-962.

[12] Xi, G., Lu, M., and Sun, C. Study on depolymerization of waste polyethylene terephthalate into monomer of bis(2-hydroxyethyl terephthalate). Polymer Degradation and Stability 87 (July 2005): 117-120.

[13] Kylmä, J., Tuominen, J., Helminen, A., and Seppälä, J. Chain extending of lactic acid oligomer: Effect of 2,2'-bis(2-oxazoline) on 1,6-hexamethylene diisocyanate linking reaction. Polymer 42 (October 2001): 3333-3343.

[14] Hiltunen, K., Seppala, J. V., and Harkonen, M. Lactic Acid Based Poly(ester-urethanes) : Use of Hydroxyl Terminated Prepolymer in Urethane Synthesis. Journal of Applied Polymer Science 63 (May 1997): 1091-1100.

[15] Hiltunen, K., and Seppala, J. V. Synthesis and Characterization of Lactic Acid Based Poly(ester-amide). Macromolecules 33 (March 2000): 3530-3535.

[16] Tuominen, J., Chain Linked Lactic Acid Polymers: Polymerization and Biodegradation Studies, Doctoral dissertation, Department of Chemical technology, Helsinki University of Technology, 2003.

[17] Lee, J., and McCarthy, S. Biodegradable poly(lactic acid) blends with chemically modified polyhydroxyoctanoate through chain extension. Journal of Polymers and the Environment 17 (November 2009): 240-247.

[18] ภฤศดี สุขพ่วง. การสังเคราะห์พอลิเมอร์ร่วมแล็กทิกแอซิด-เอทิลีนเทเรฟแทเลตจากผลิตภัณฑ์ไกลโคไลซ์โดยการเชื่อมต่อโซ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

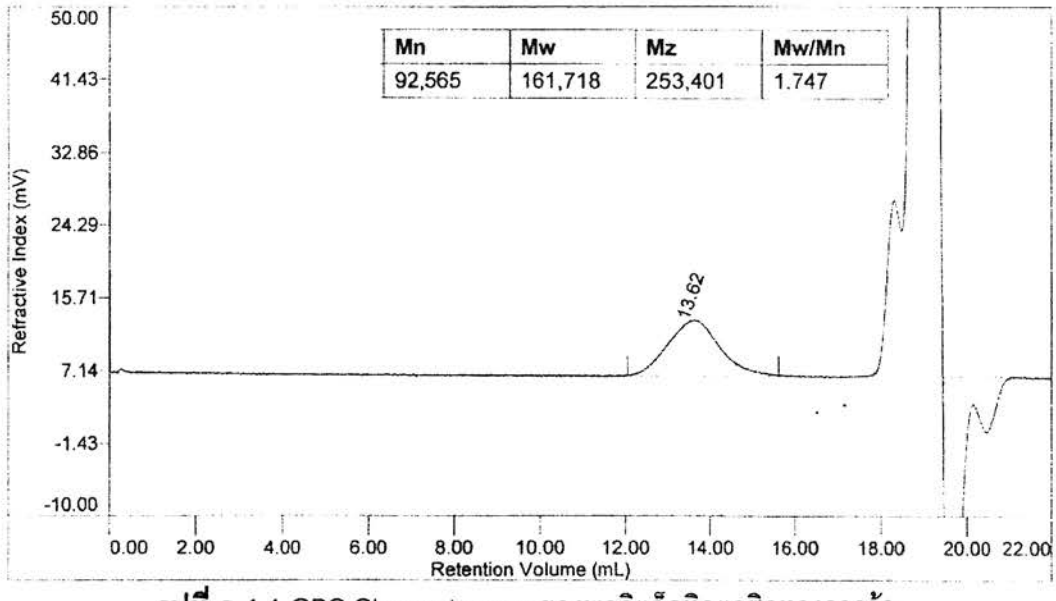
เลขหมู่ ฝ.2553
เลขทะเบียน 7255
วันเดือนปี 25 ก.ย. 2560

ภาคผนวก

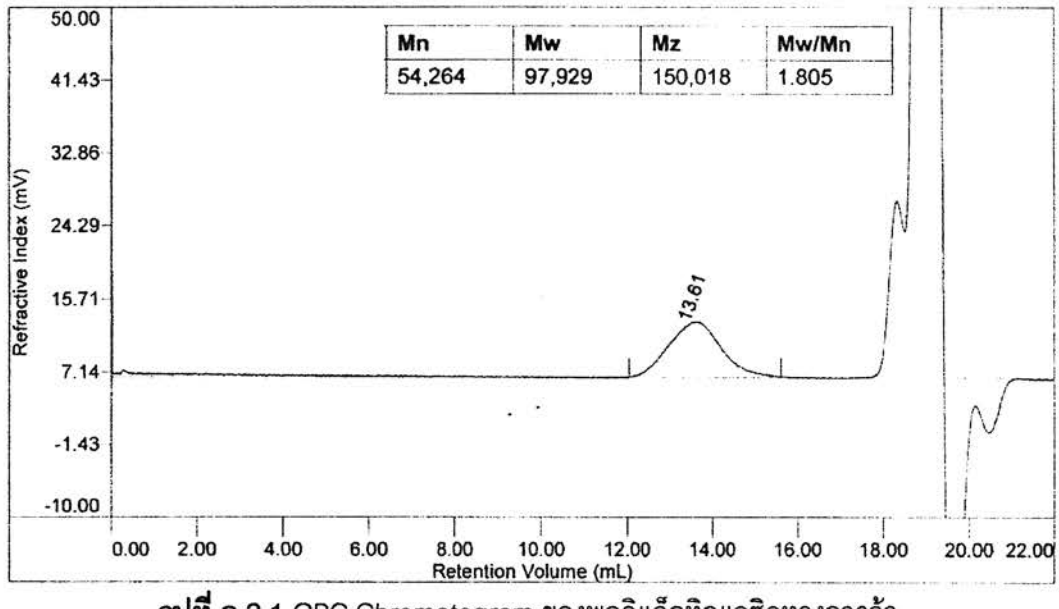
ภาคผนวก ก. : GPC Chromatogram ที่วิเคราะห์ได้จากเทคนิค GPC

ก.1 น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากวิธี conventional

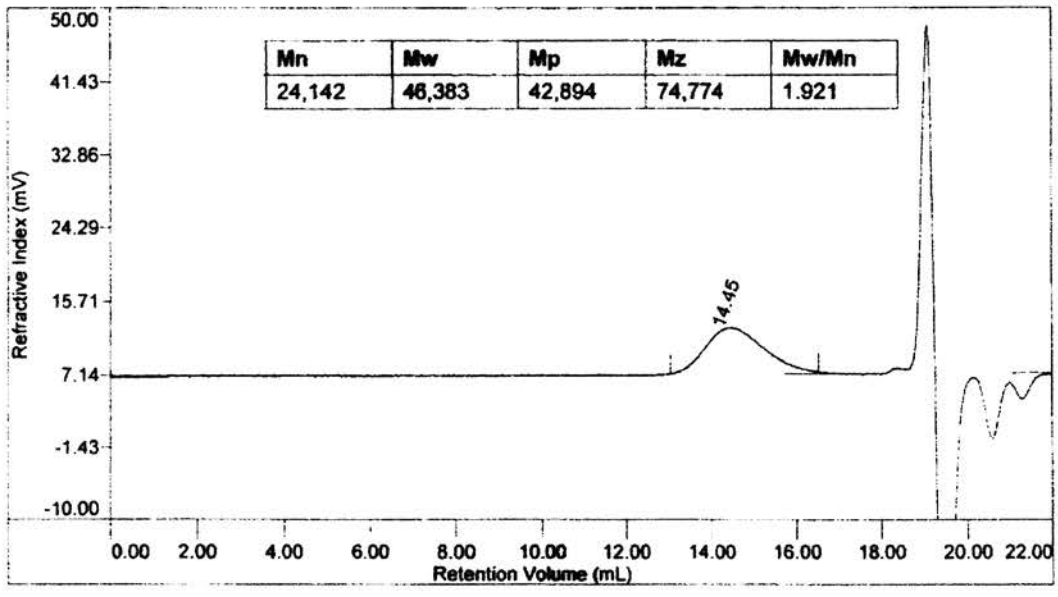
ก.2 น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากวิธี universal



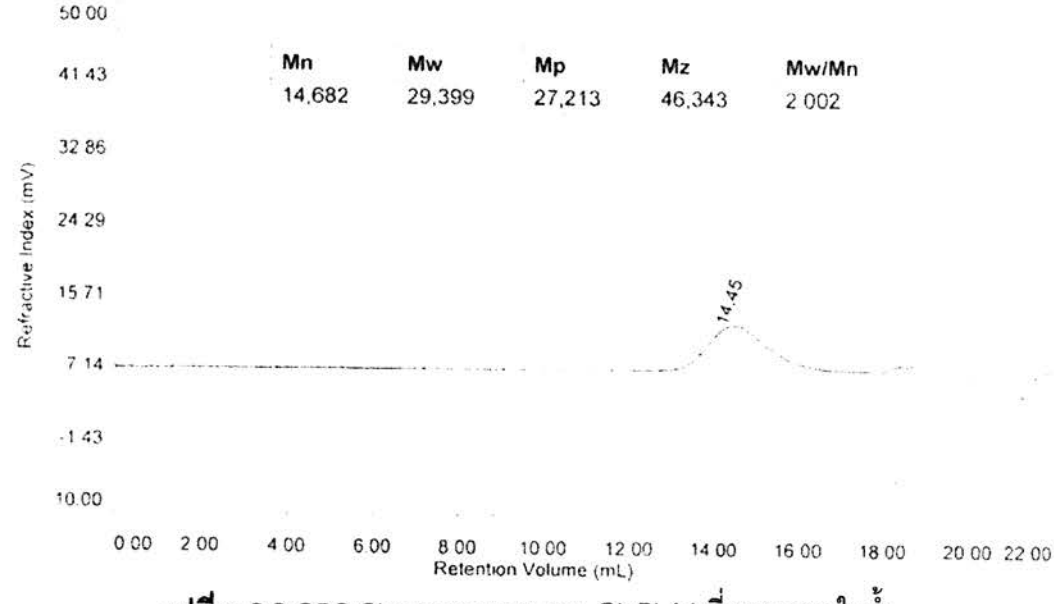
รูปที่ ก.1.1 GPC Chromatogram ของพอลิแล็กทิกแอซิดทางการค้า



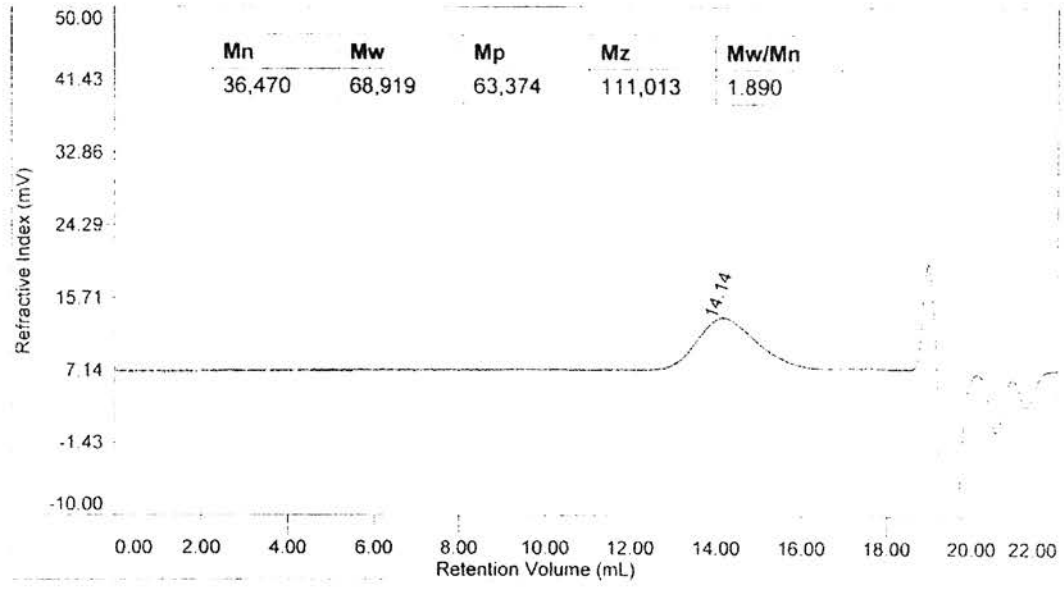
รูปที่ ก.2.1 GPC Chromatogram ของพอลิแล็กทิกแอซิดทางการค้า



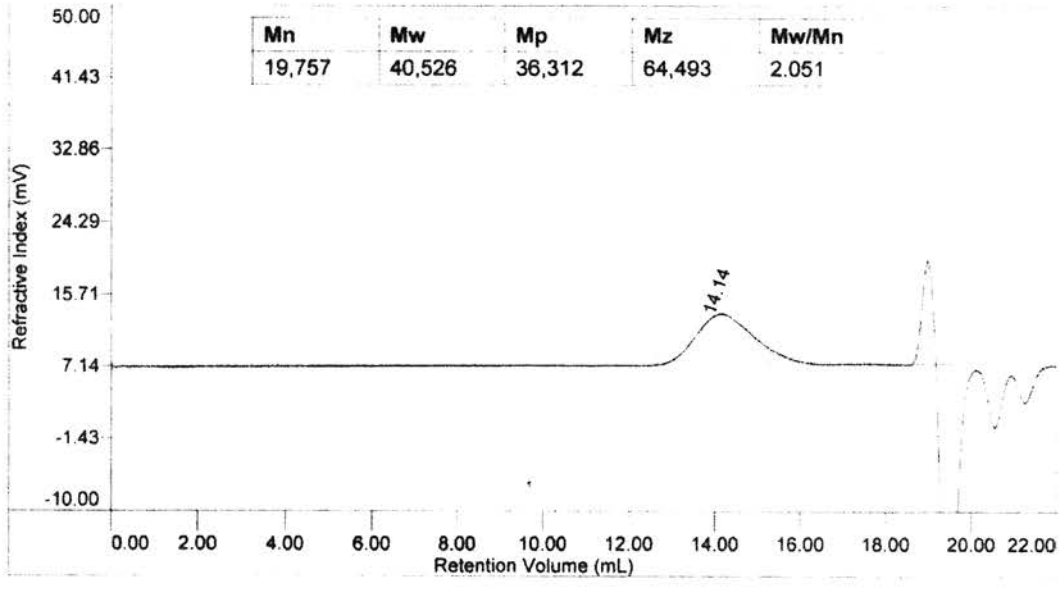
รูปที่ ก.1.2 GPC Chromatogram ของ GlyPLA1 ที่ตกตะกอนในน้ำ



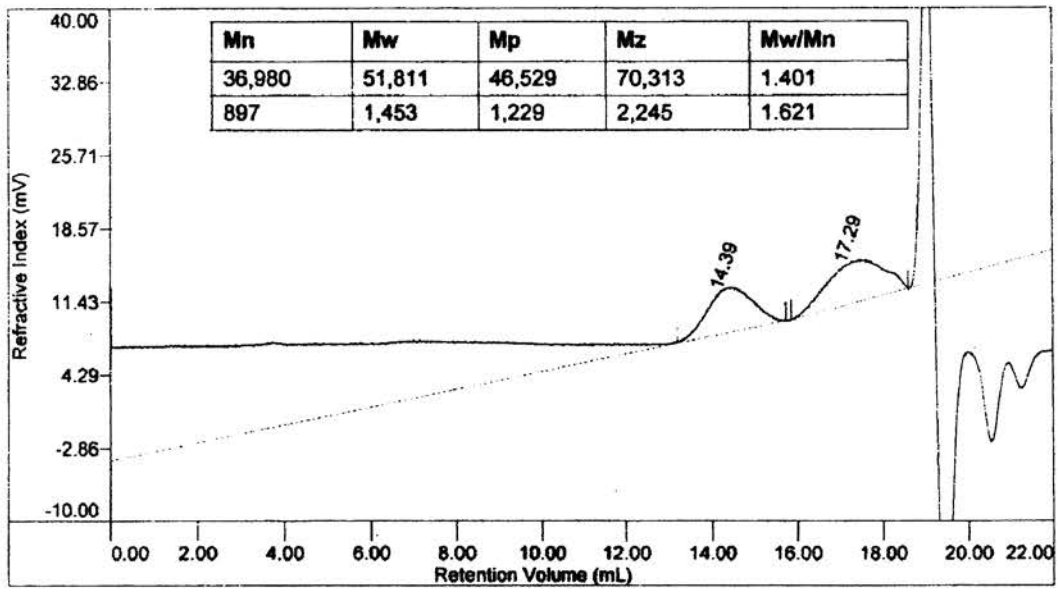
รูปที่ ก.2.2 GPC Chromatogram ของ GlyPLA1 ที่ตกตะกอนในน้ำ



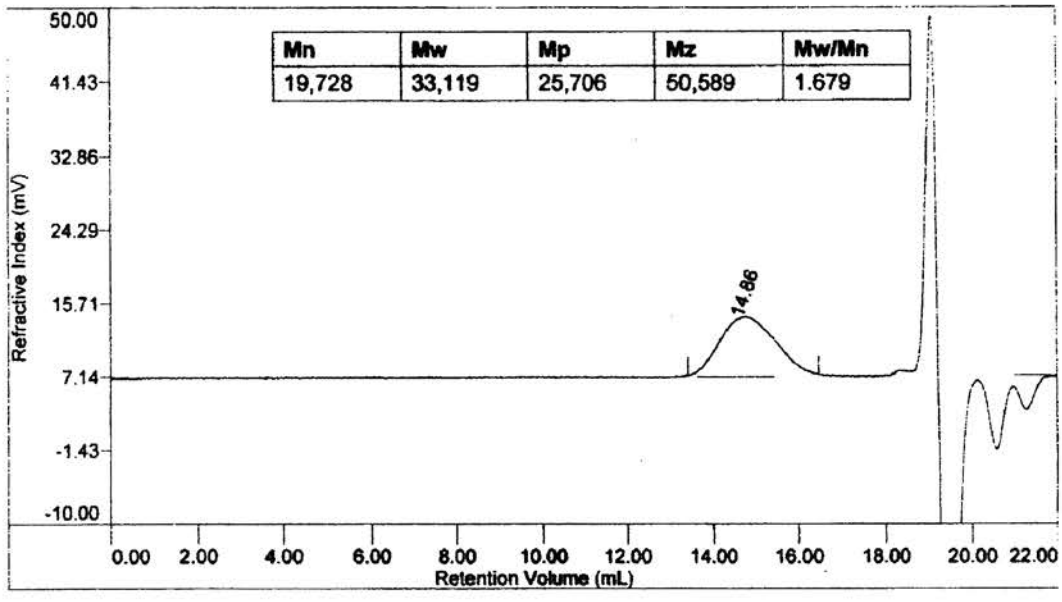
รูปที่ ก.1.3 GPC Chromatogram ของ GlyPLA1 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



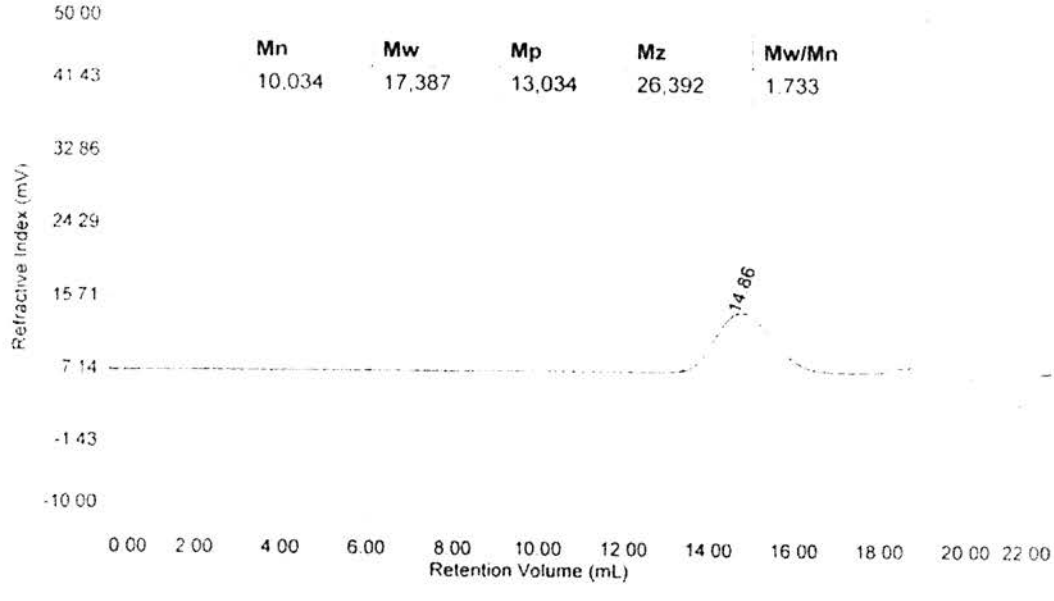
รูปที่ ก.2.3 GPC Chromatogram ของ GlyPLA1 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



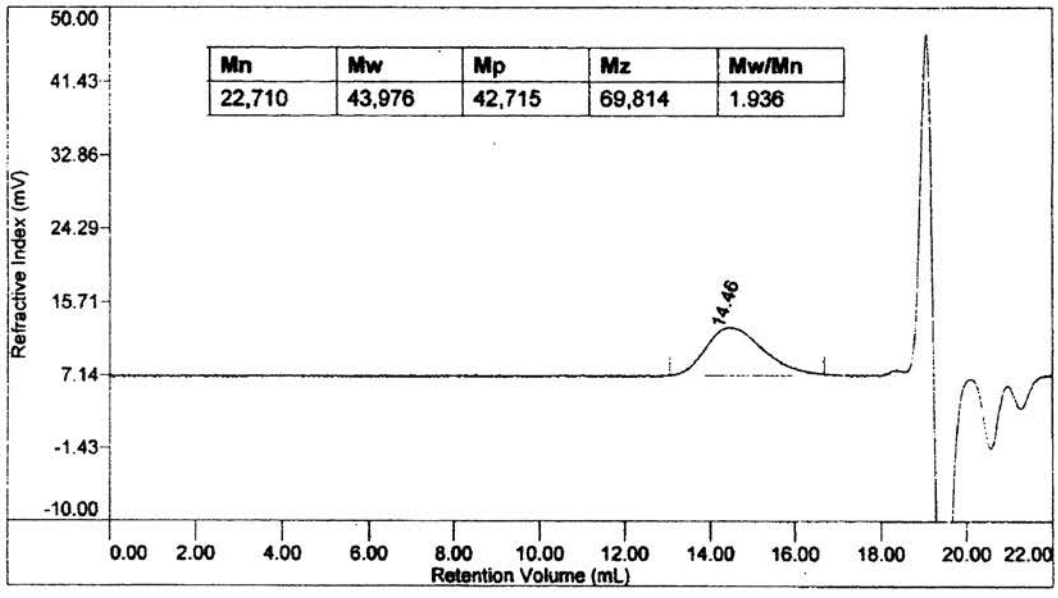
รูปที่ ก.1.4 GPC Chromatogram ของ GlyPLA2 ที่ตกตะกอนในน้ำ



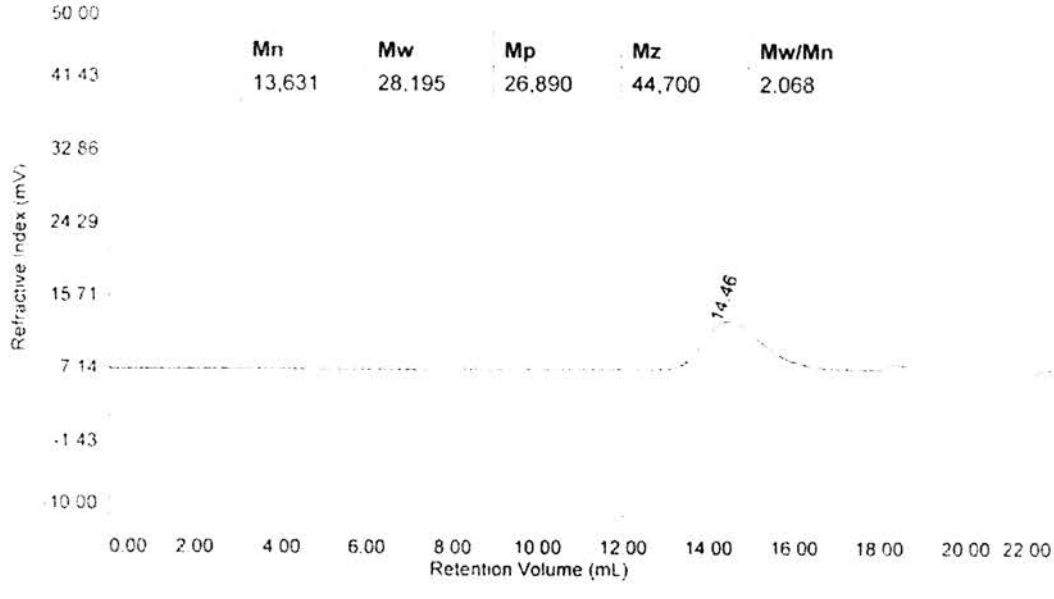
รูปที่ ก.1.5 GPC Chromatogram ของ GlyPLA2 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



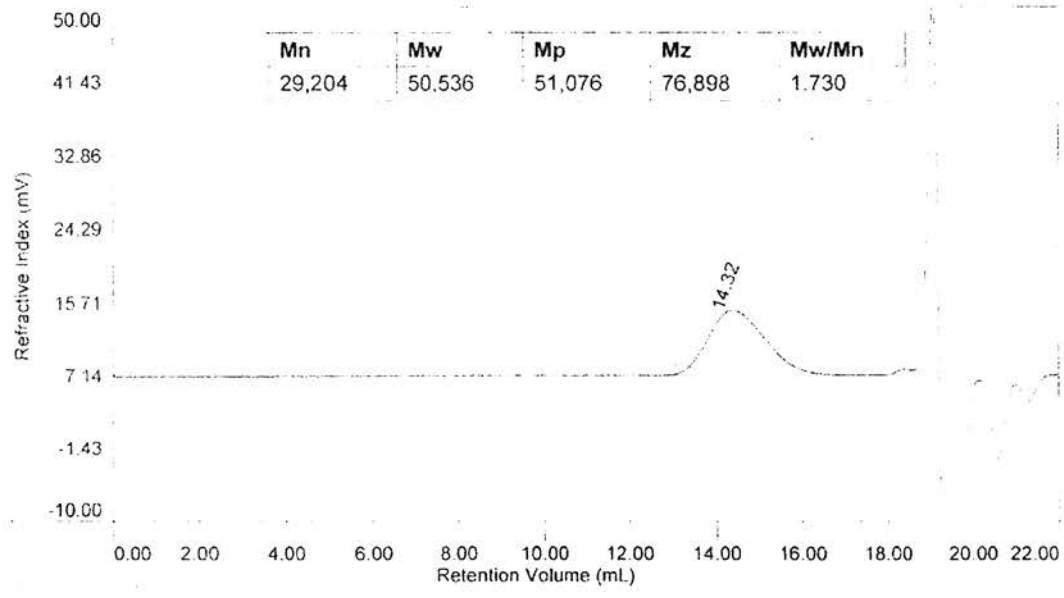
รูปที่ ก.2.5 GPC Chromatogram ของ GlyPLA2 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



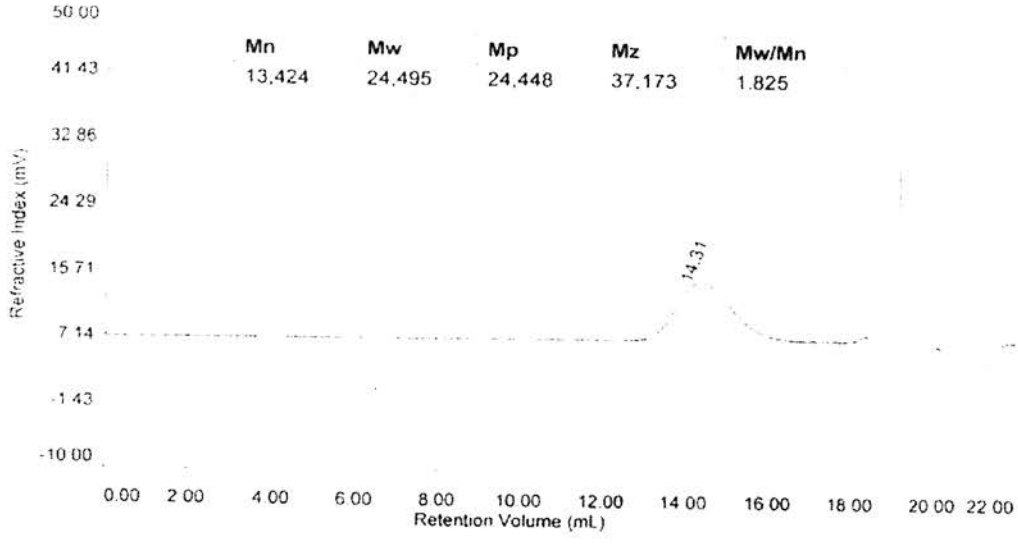
รูปที่ ก.1.6 GPC Chromatogram ของ GlyPLA3 ที่ตกตะกอนในน้ำ



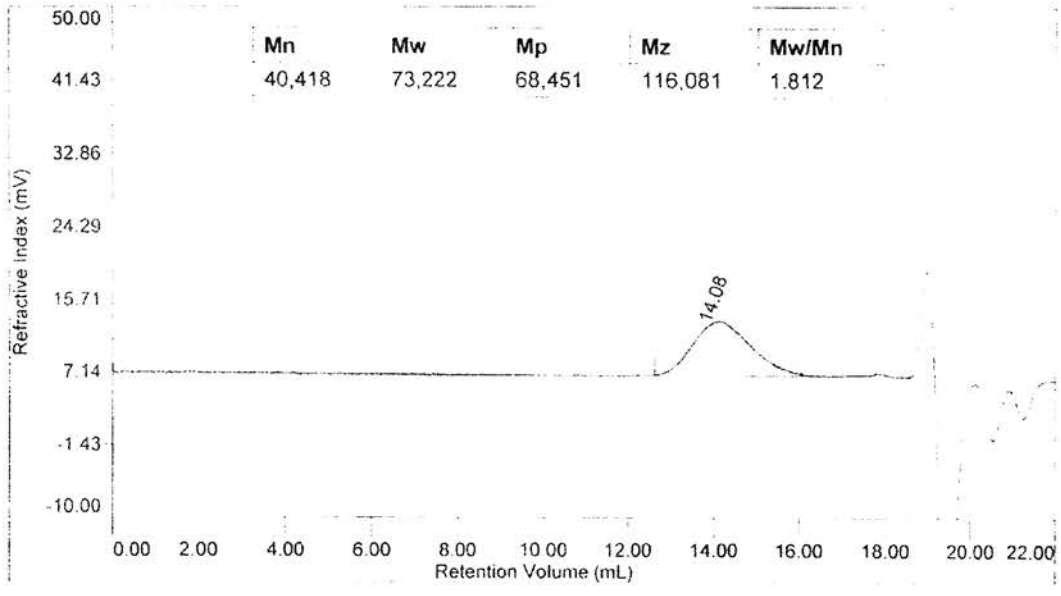
รูปที่ ก.2.6 GPC Chromatogram ของ GlyPLA3 ที่ตกตะกอนในน้ำ



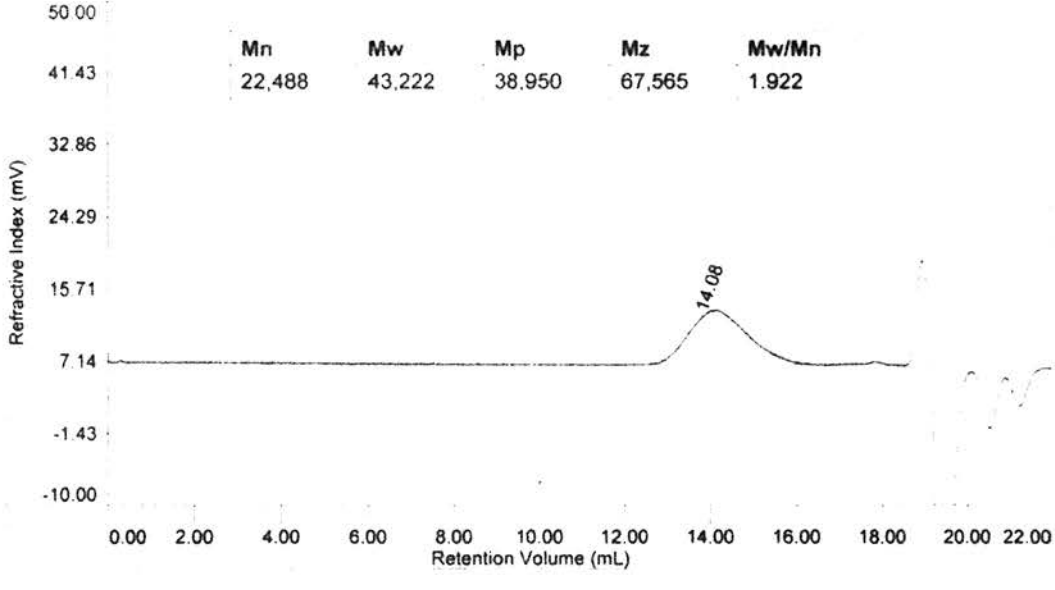
รูปที่ ก.1.7 GPC Chromatogram ของ GlyPLA3 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



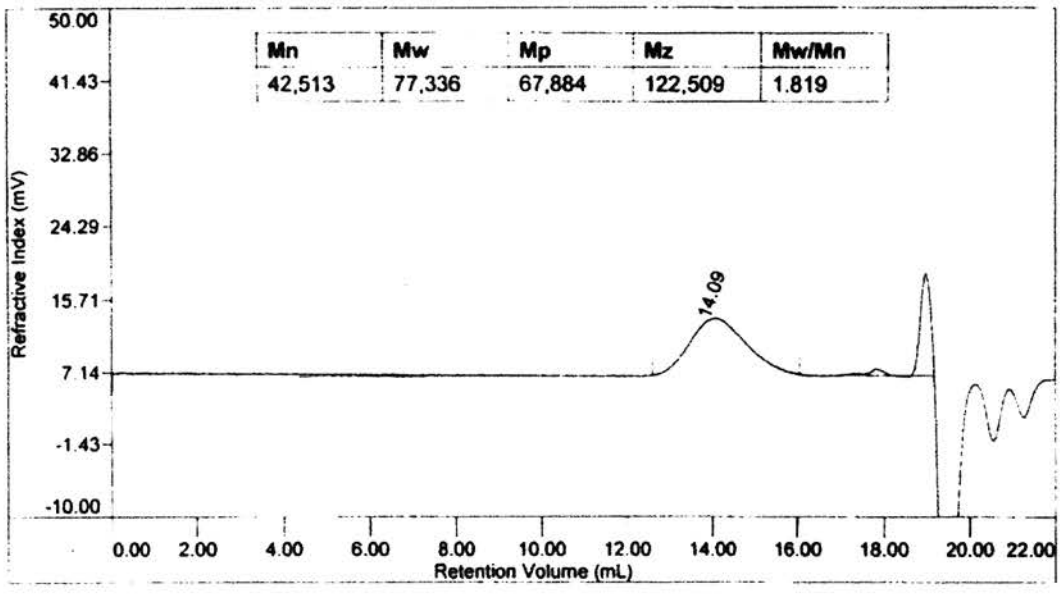
รูปที่ ก.2.7 GPC Chromatogram ของ GlyPLA3 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



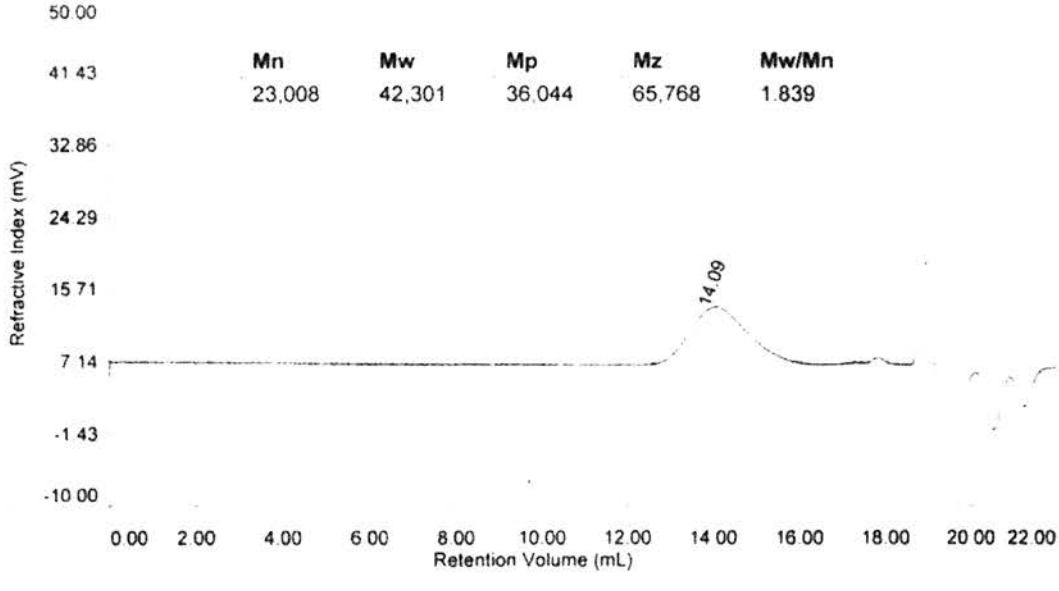
รูปที่ ก.1.8 GPC Chromatogram ของ linked-GlyPLA1



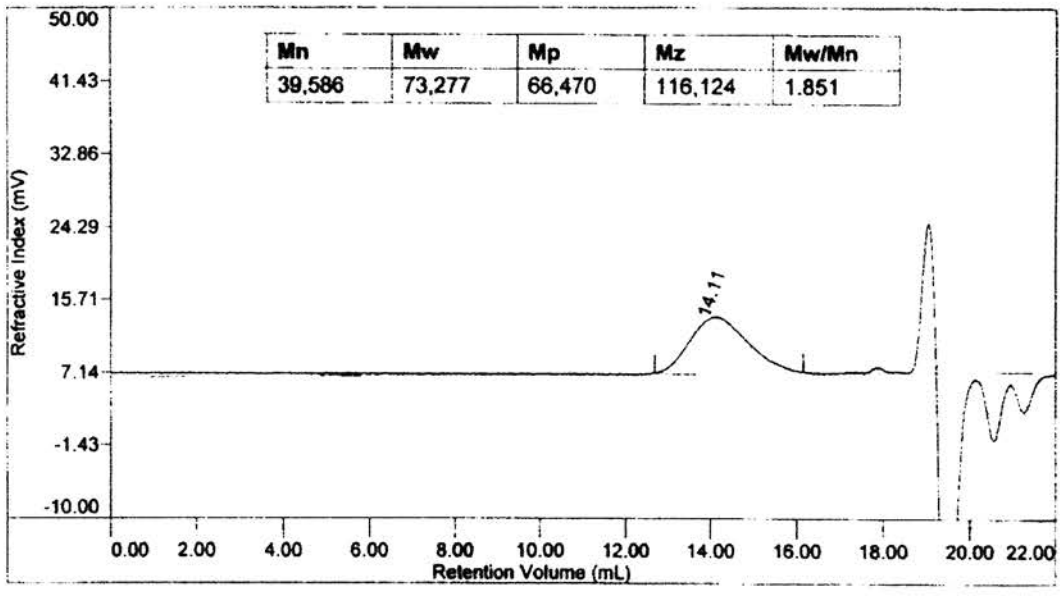
รูปที่ ก.2.8 GPC Chromatogram ของ linked-GlyPLA1



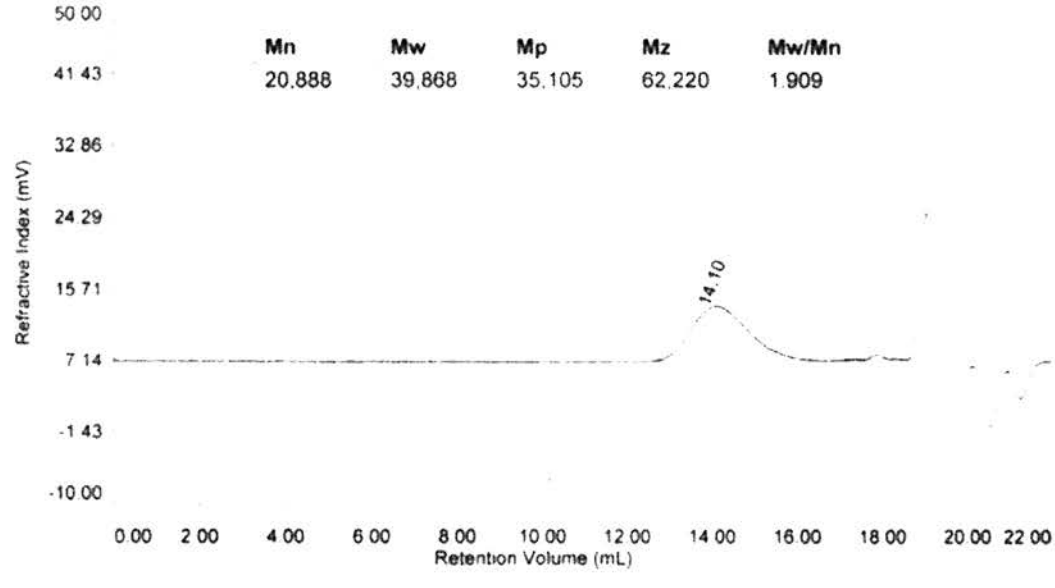
รูปที่ ก.1.9 GPC Chromatogram ของ linked-GlyPLA2



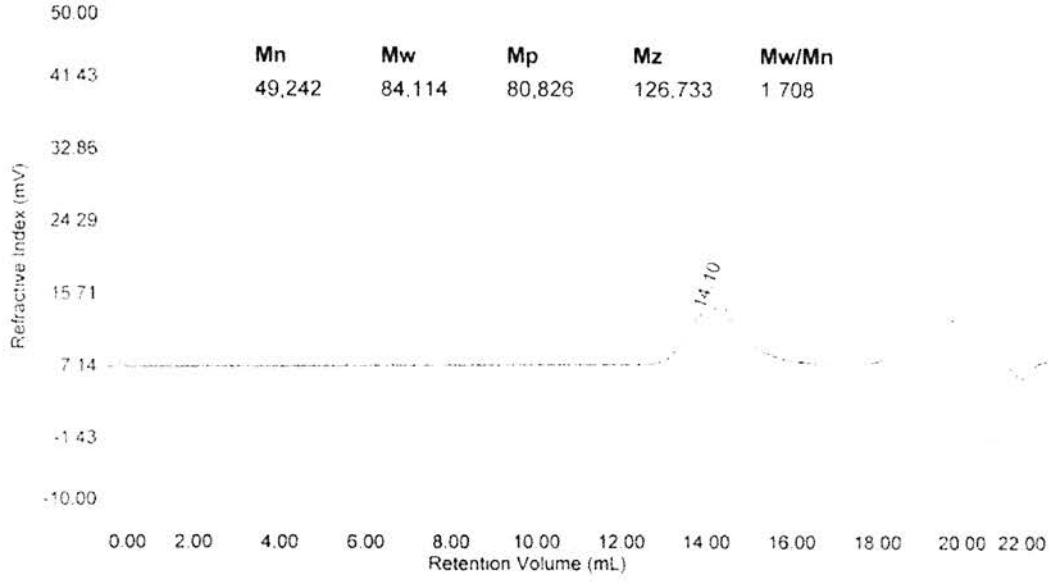
รูปที่ ก.2.9 GPC Chromatogram ของ linked-GlyPLA2



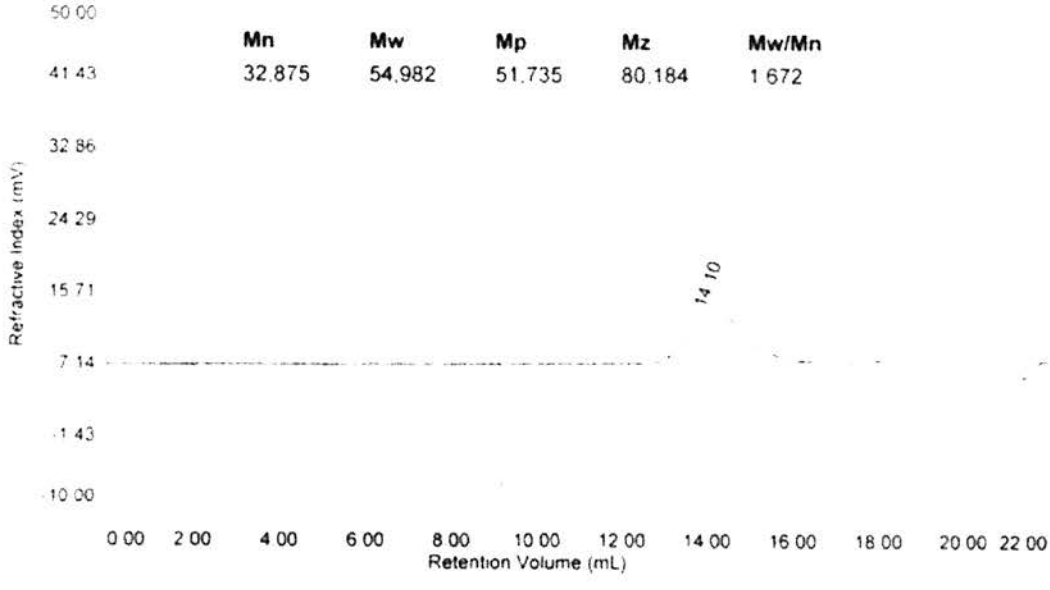
รูปที่ ก.1.10 GPC Chromatogram ของ linked-GlyPLA3



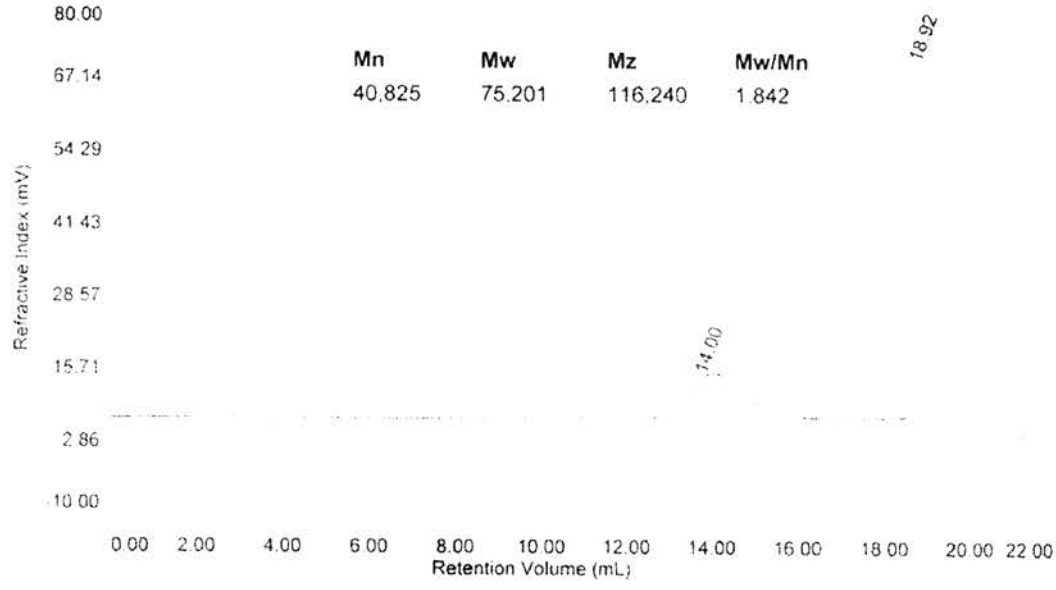
รูปที่ ก.2.10 GPC Chromatogram ของ linked-GlyPLA3



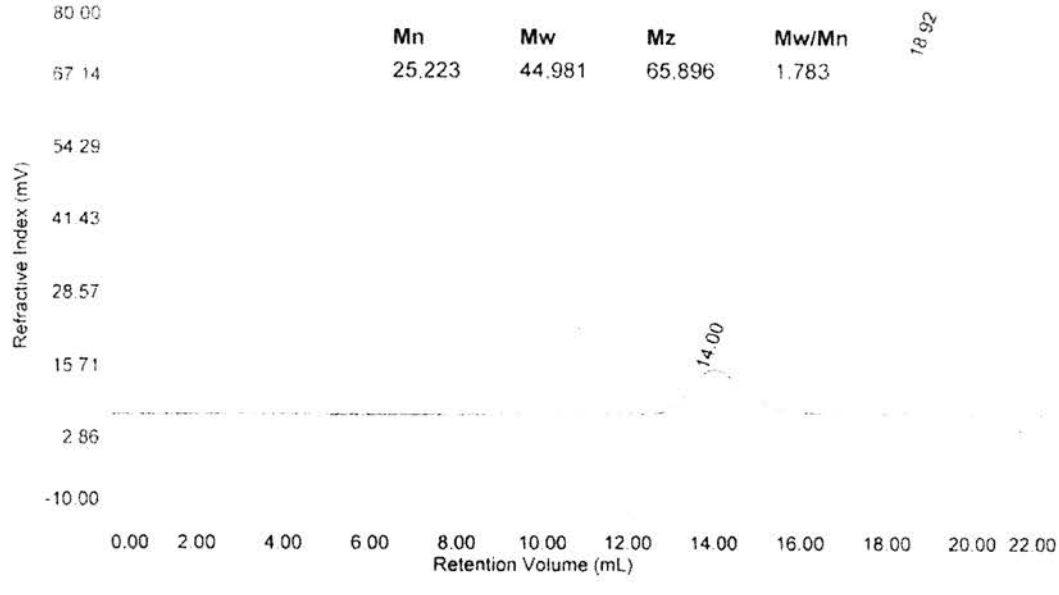
รูปที่ ก.1.11 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA1



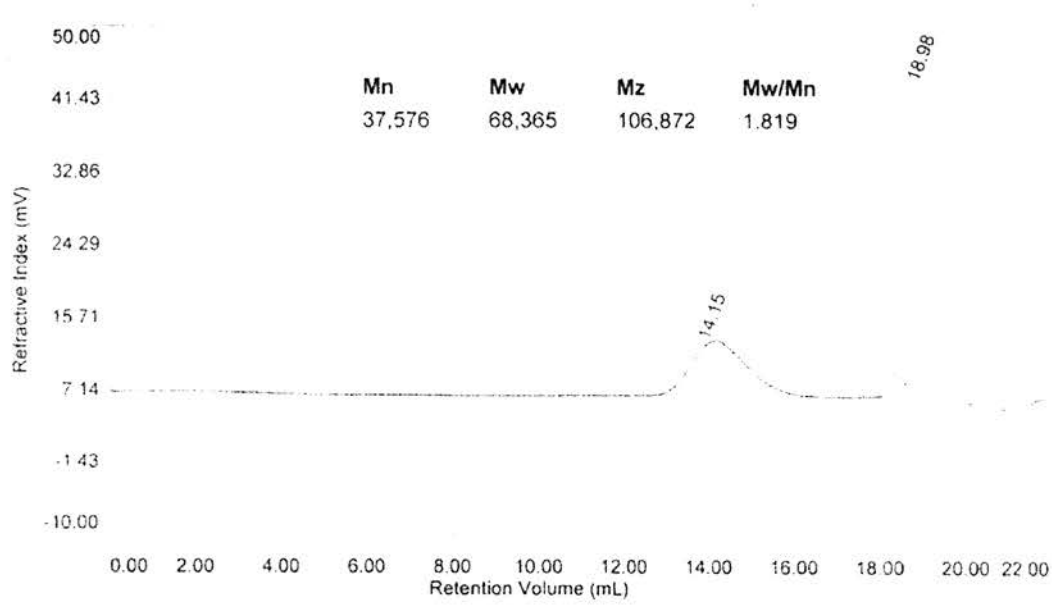
รูปที่ ก.11 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA1



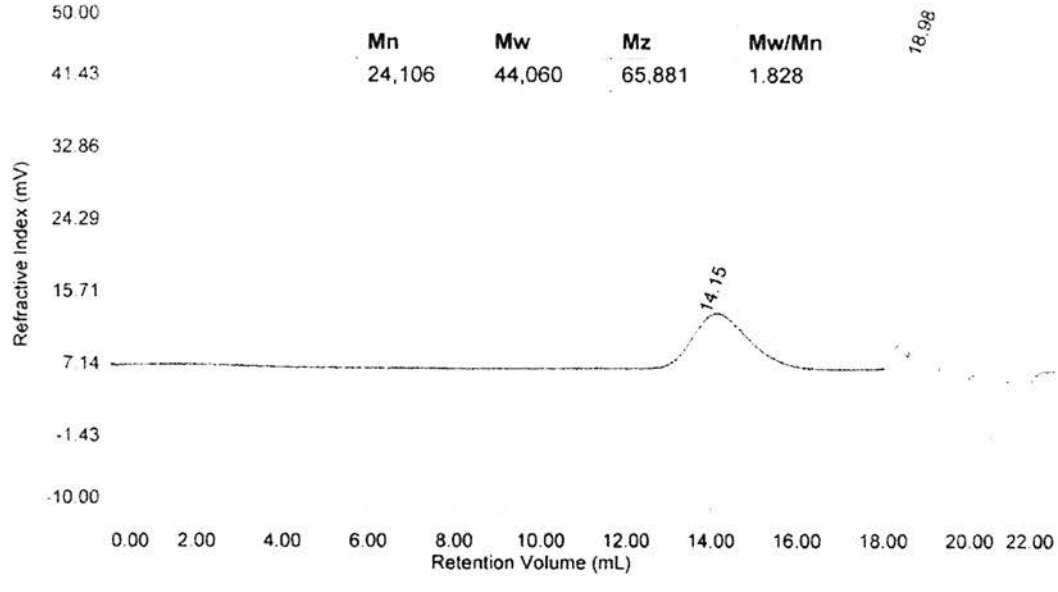
รูปที่ ก.1.12 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA2



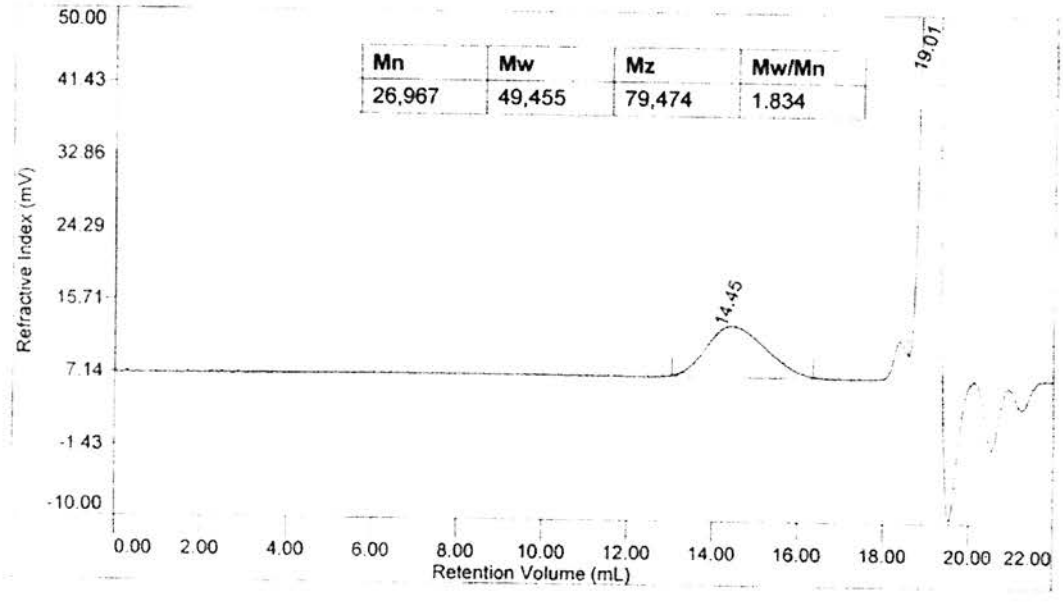
รูปที่ ก.2.12 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA2



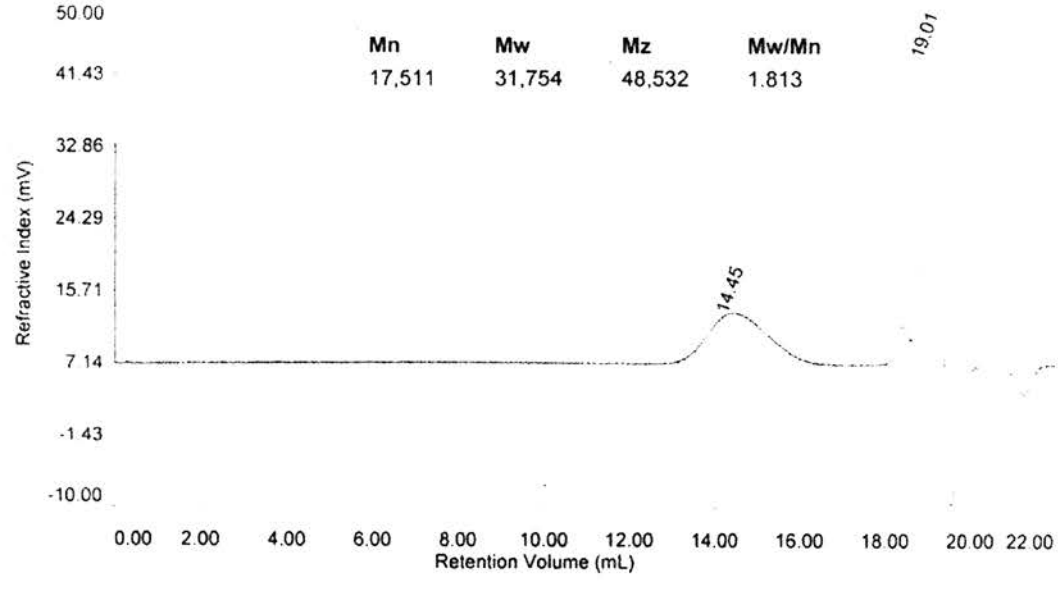
รูปที่ ก.1.13 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA3



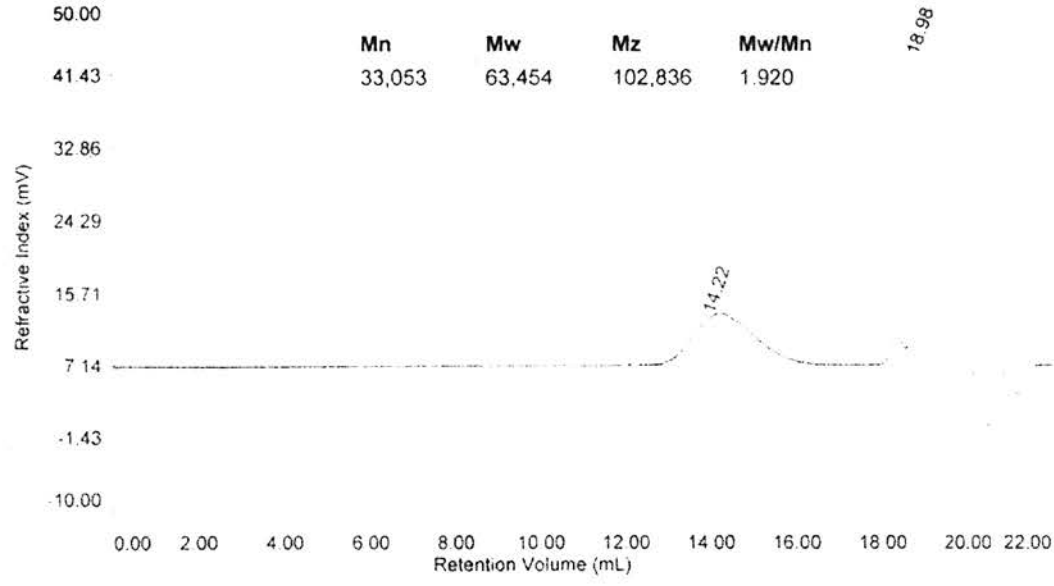
รูปที่ ก.2.13 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA3



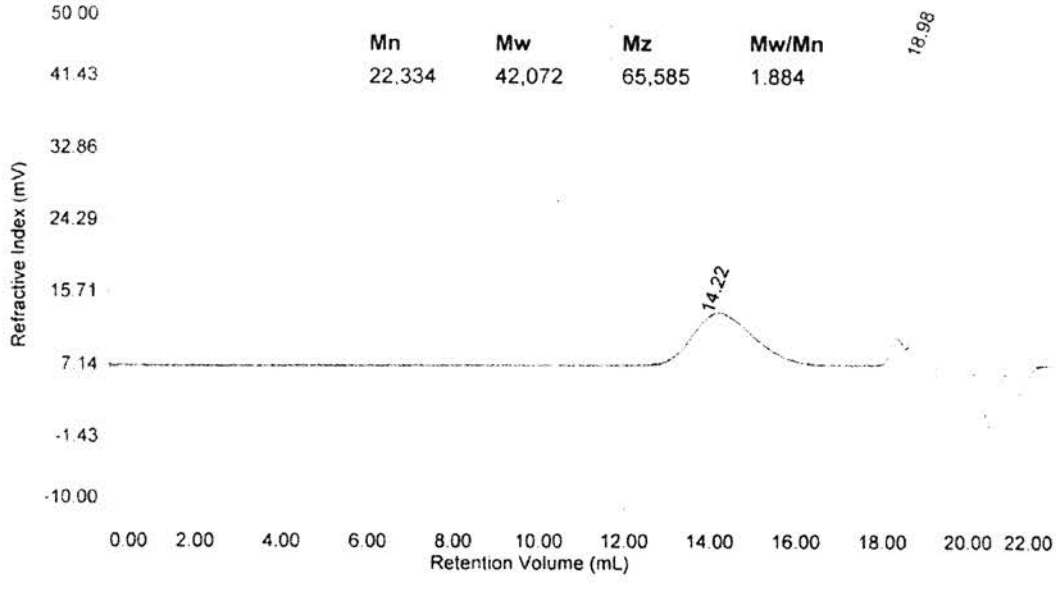
รูปที่ ก.1.14 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA4



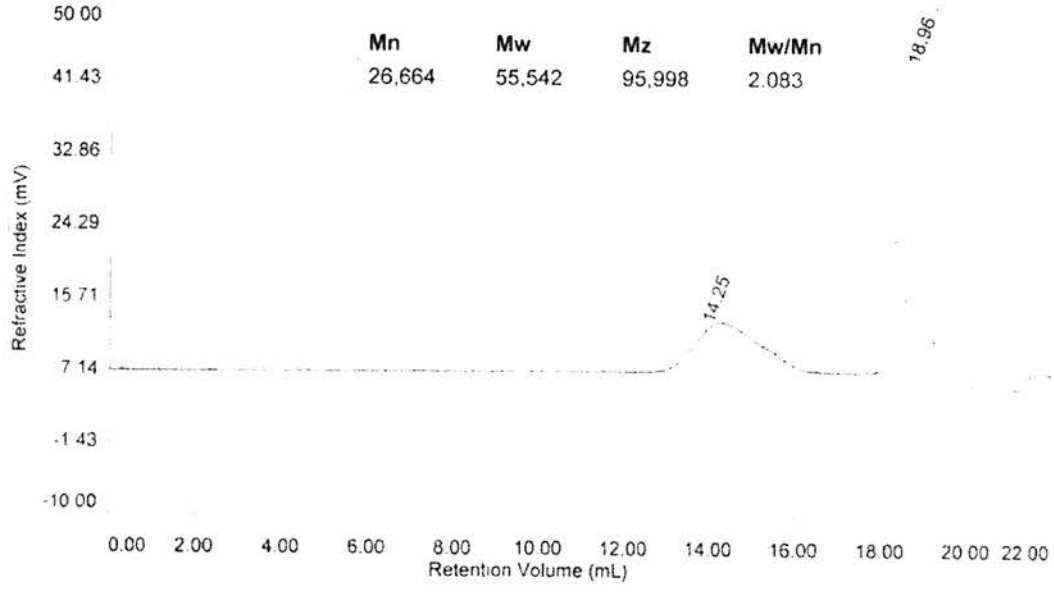
รูปที่ ก.2.14 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA4



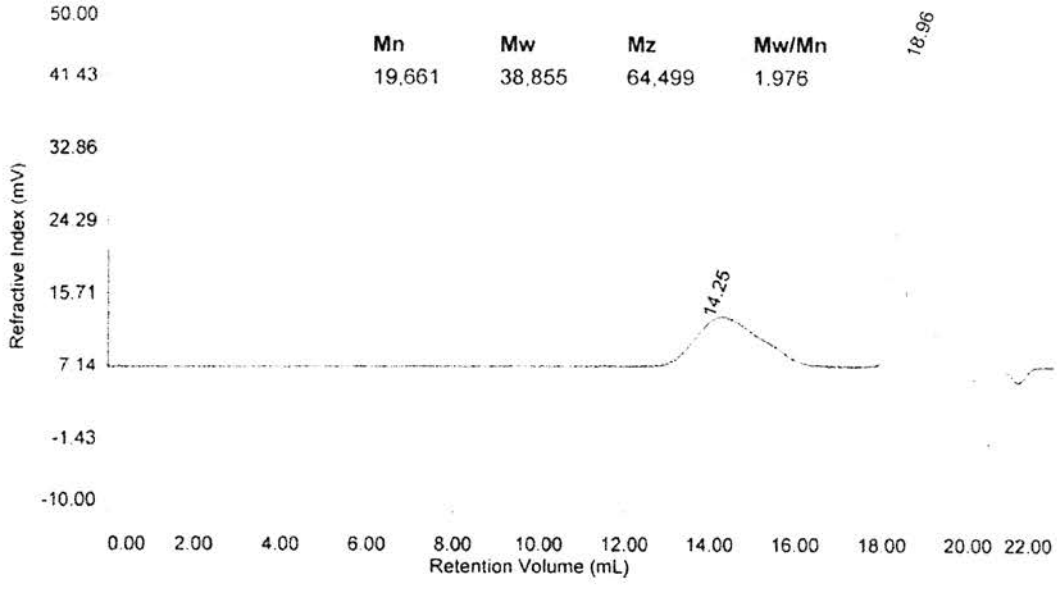
รูปที่ ก.1.15 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA5



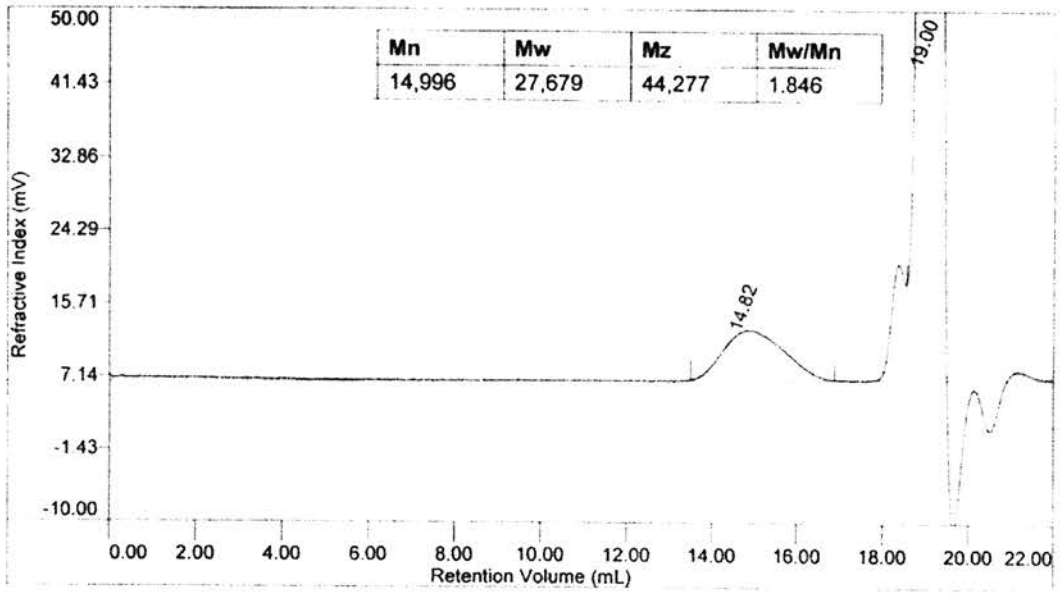
รูปที่ ก.2.15 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA5



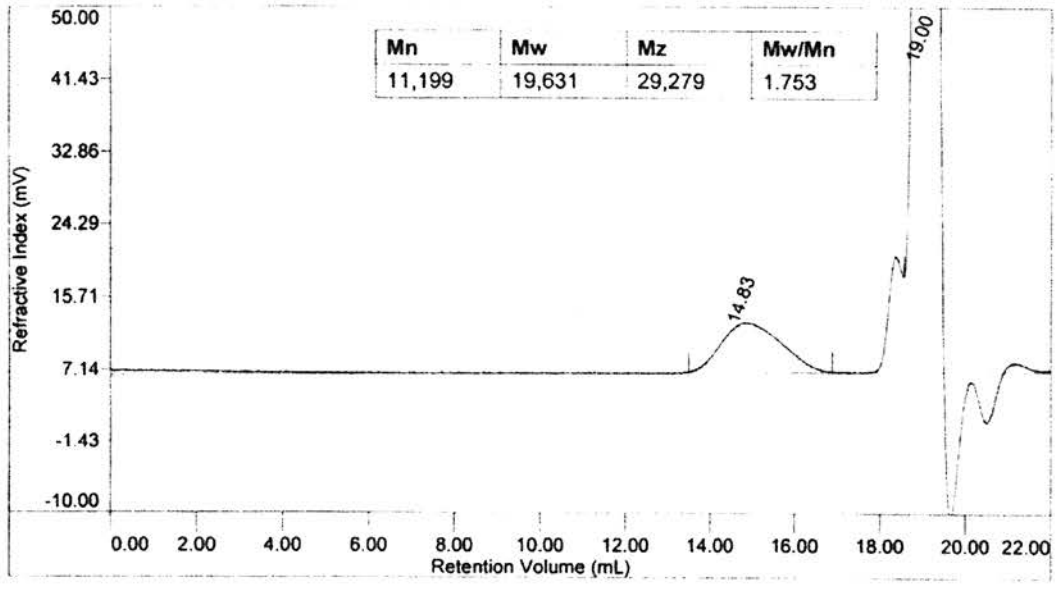
รูปที่ ก.1.16 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA6



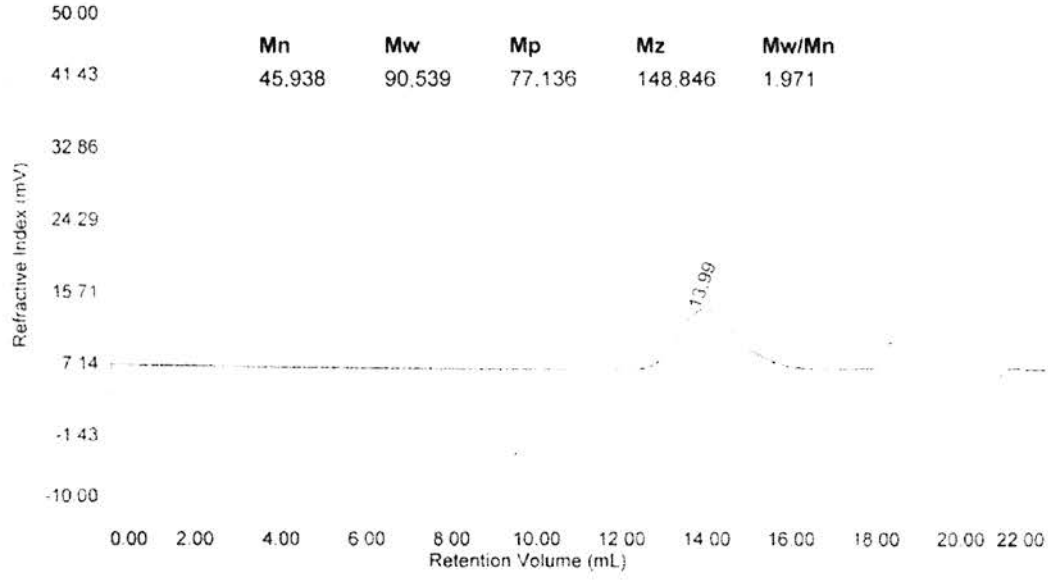
รูปที่ ก.2.16 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA6



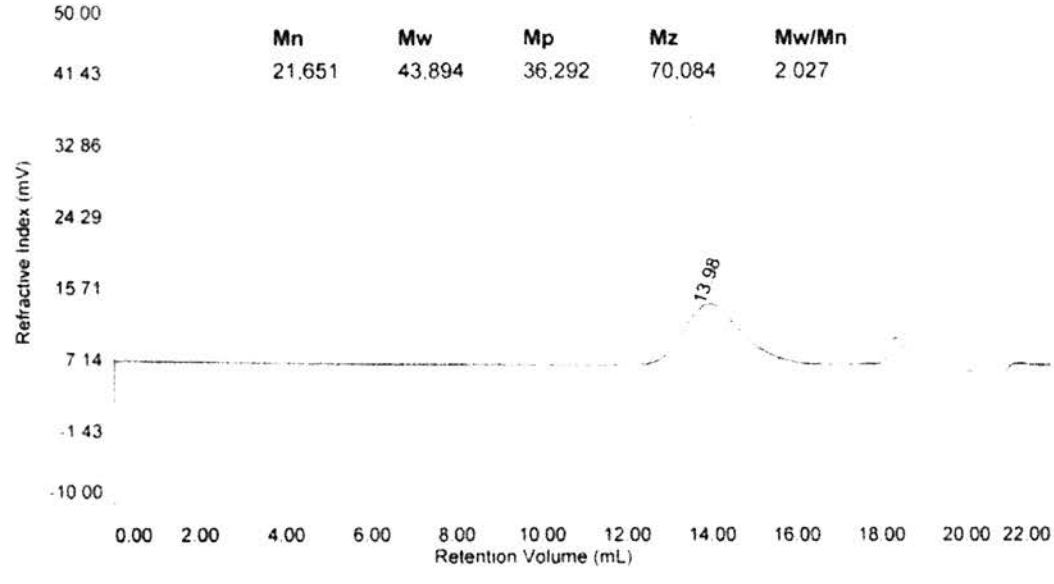
รูปที่ ก.1.17 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA7



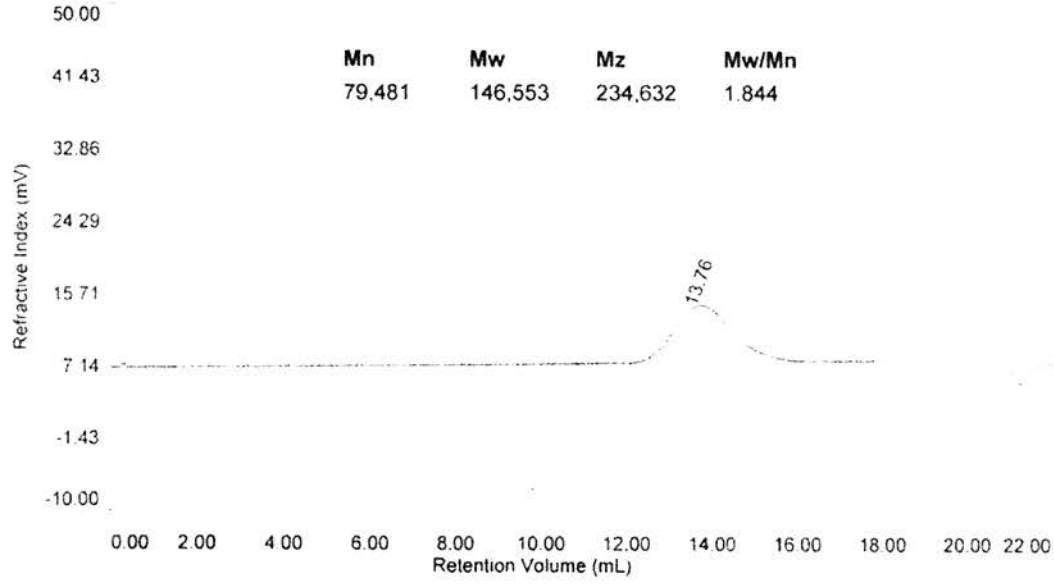
รูปที่ ก.2.17 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA7



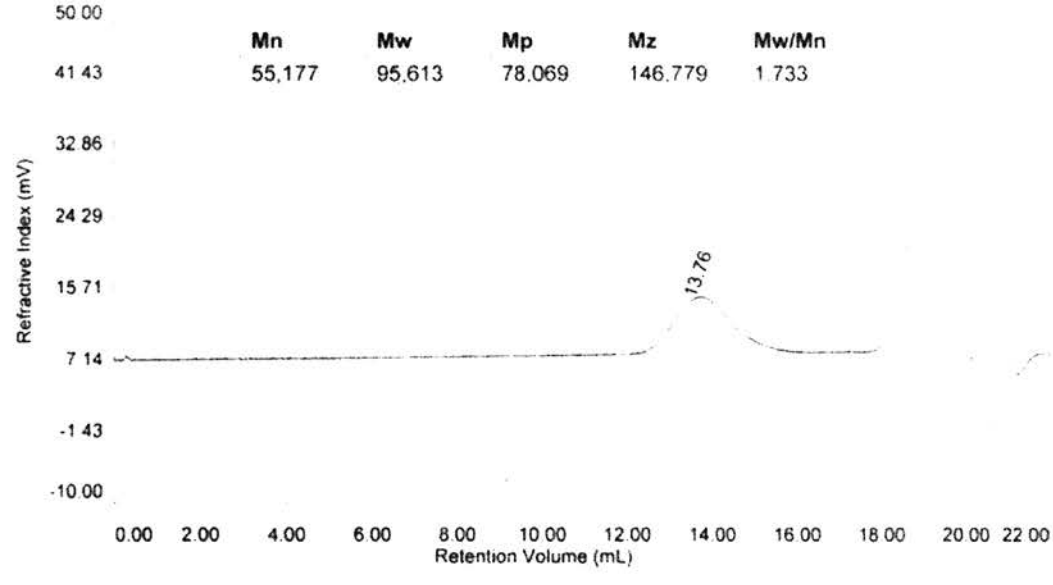
รูปที่ ก.1.18 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA T



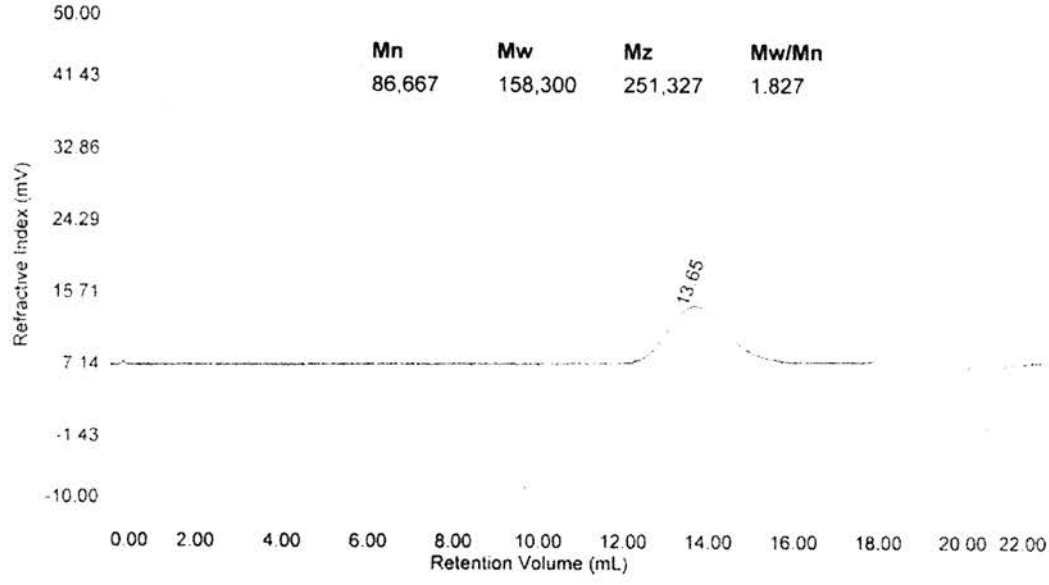
รูปที่ ก.2.18 GPC Chromatogram ของ upGlyPLA T



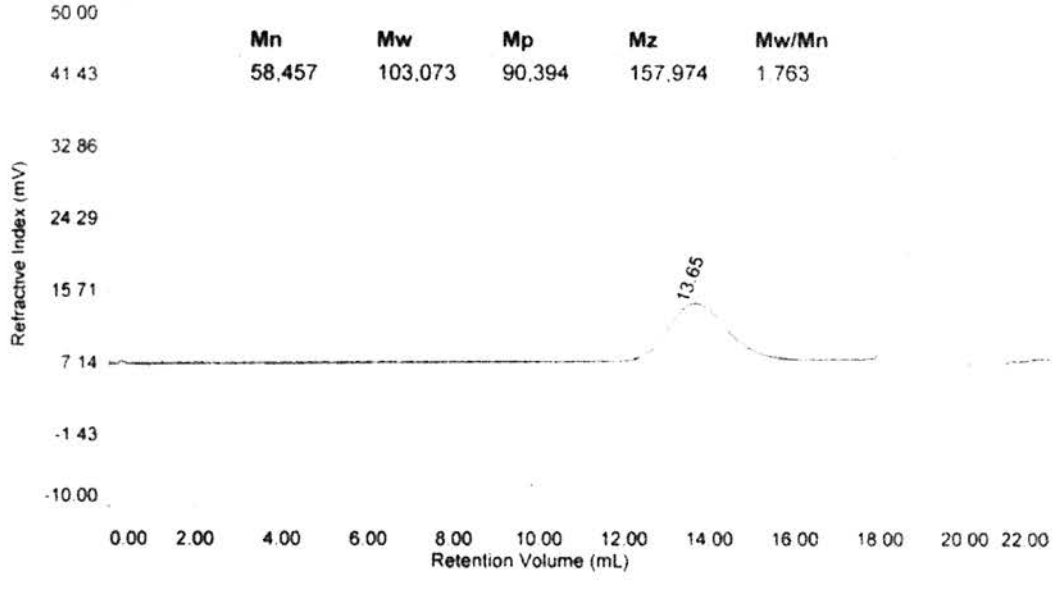
รูปที่ ก.1.19 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (1)



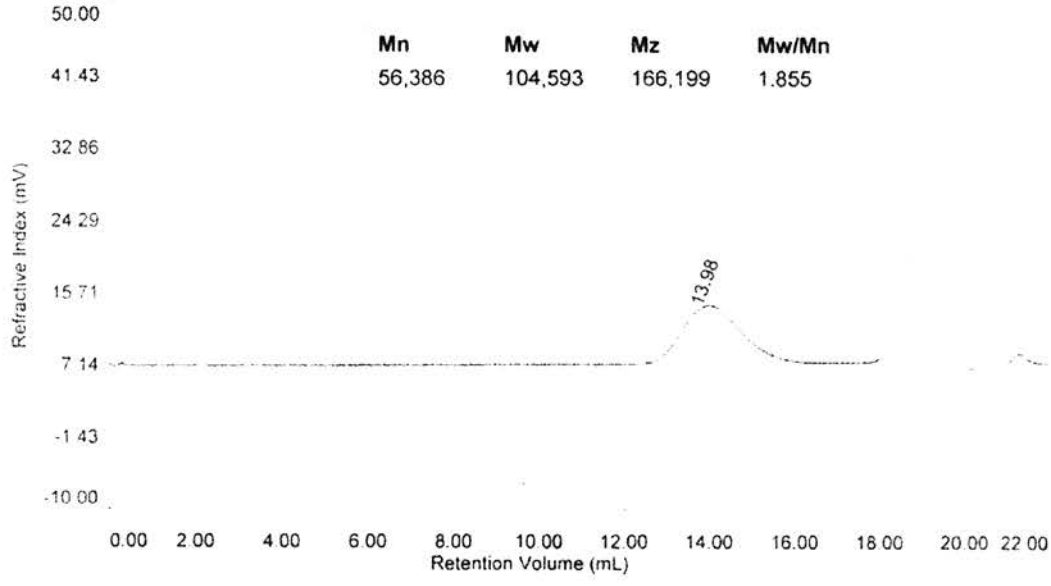
รูปที่ ก.2.19 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (1)



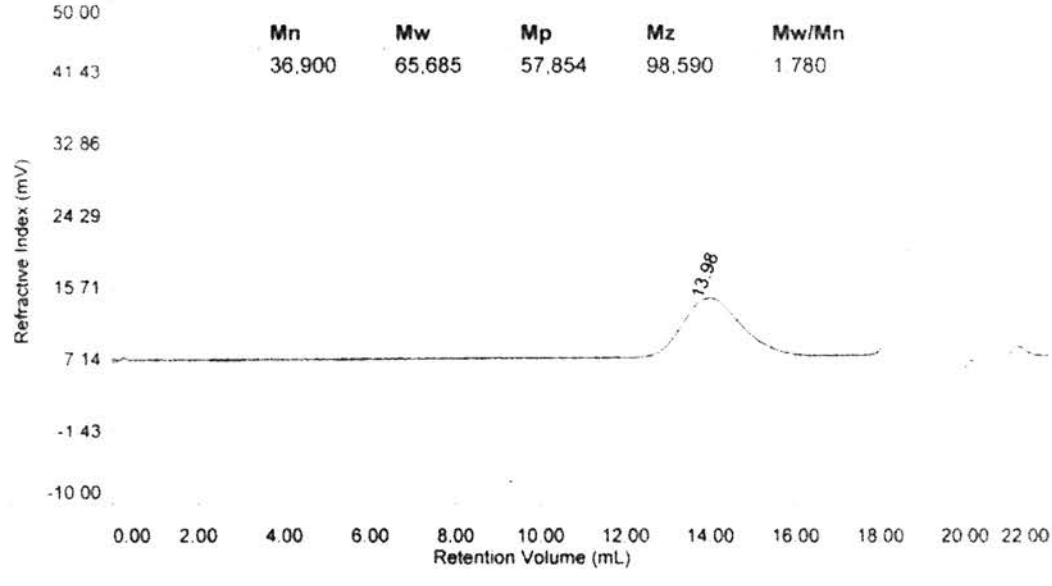
รูปที่ ก.1.20 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (2)



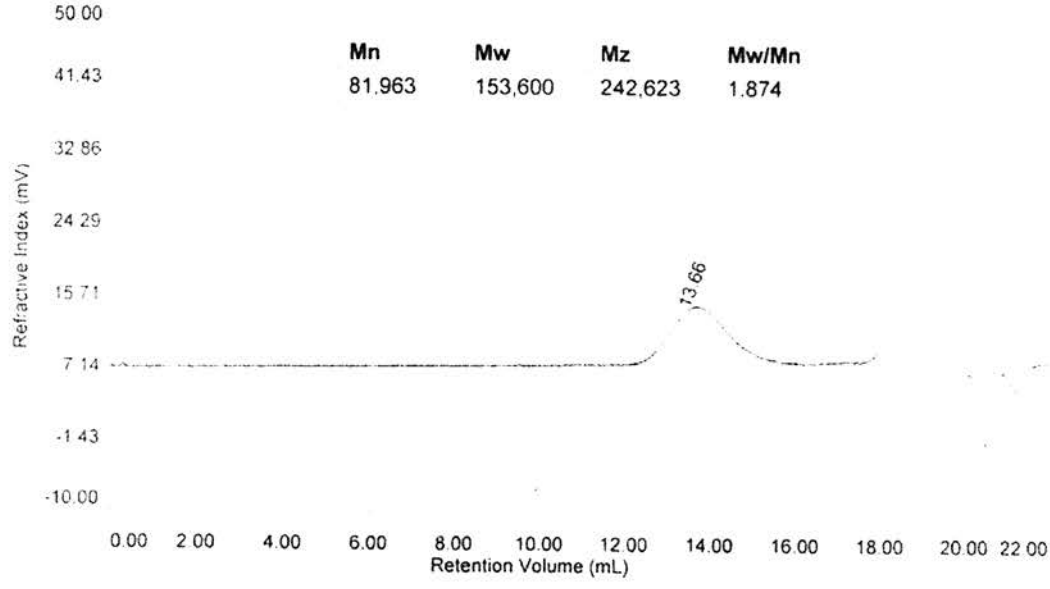
รูปที่ ก.2.20 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (2)



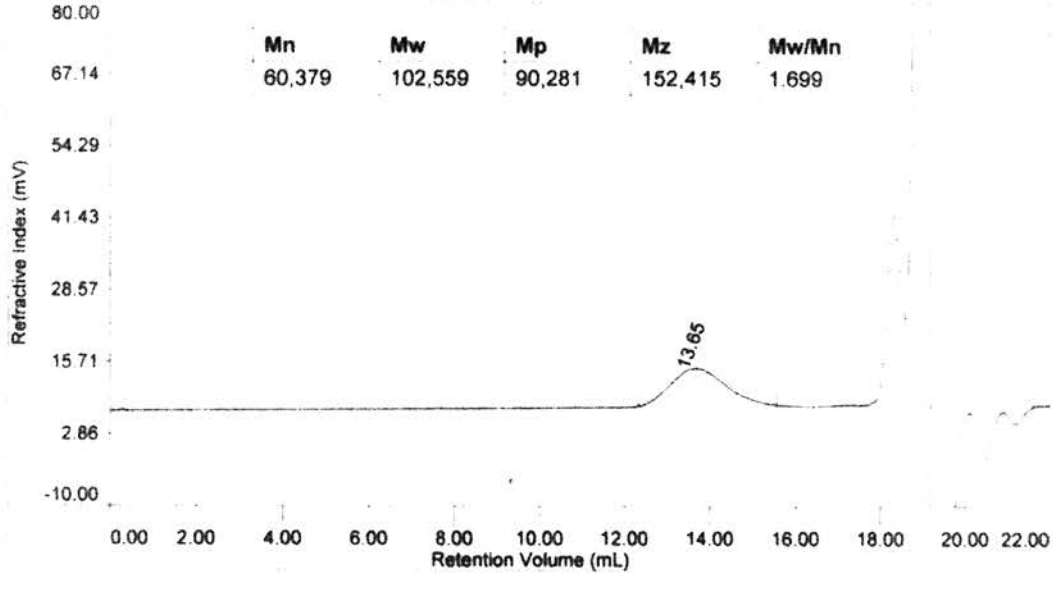
รูปที่ ก.1.21 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (3)



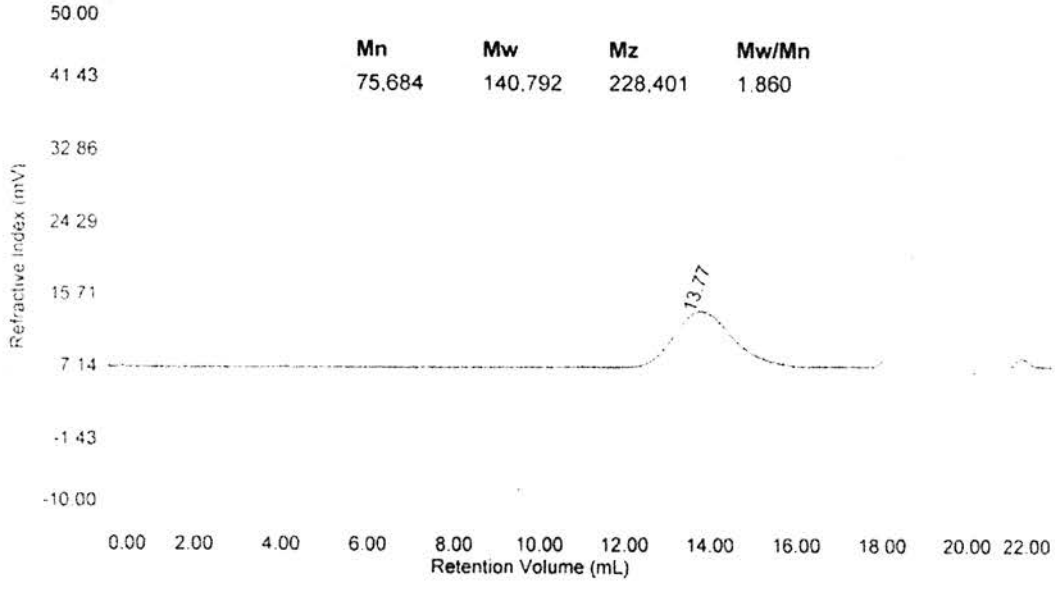
รูปที่ ก.2.21 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (3)



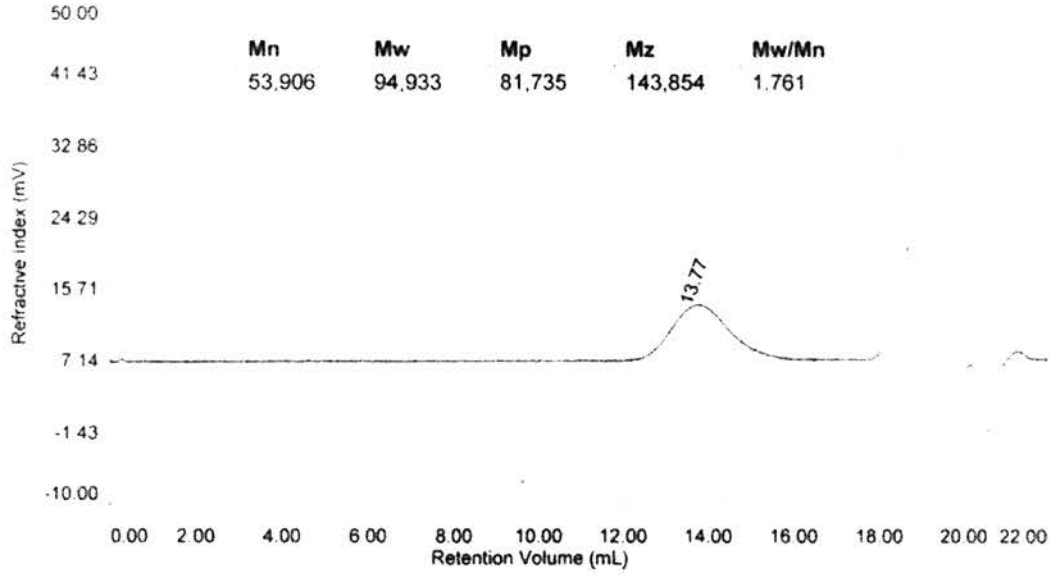
รูปที่ ก.1.22 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (4)



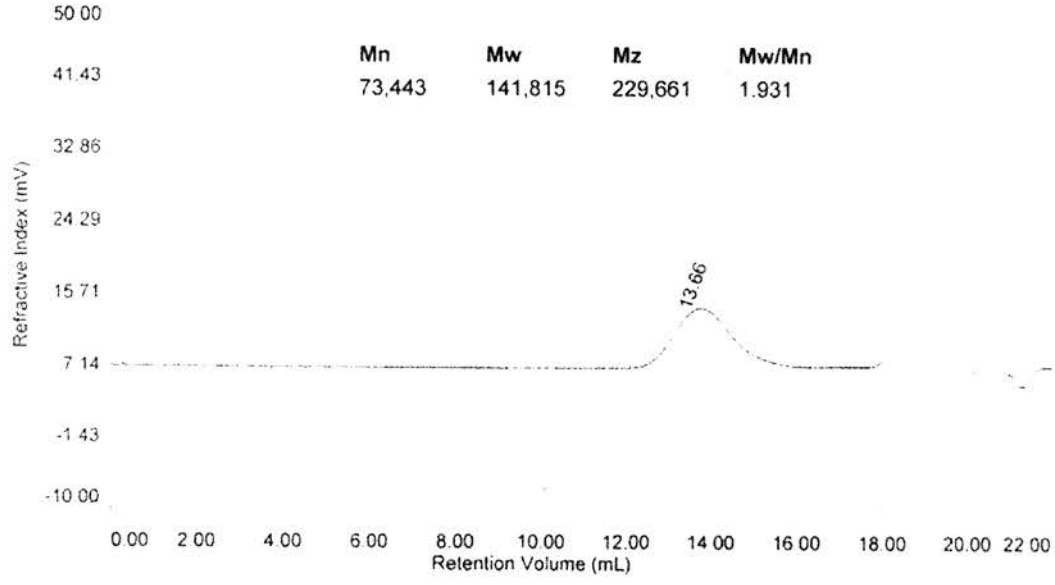
รูปที่ ก.2.22 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (4)



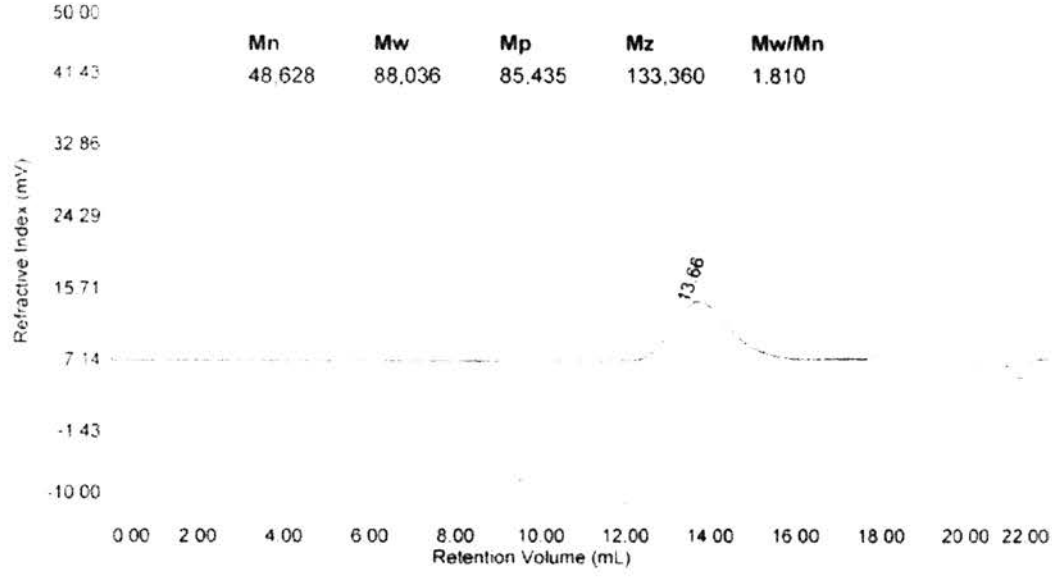
รูปที่ ก.1.23 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (5)



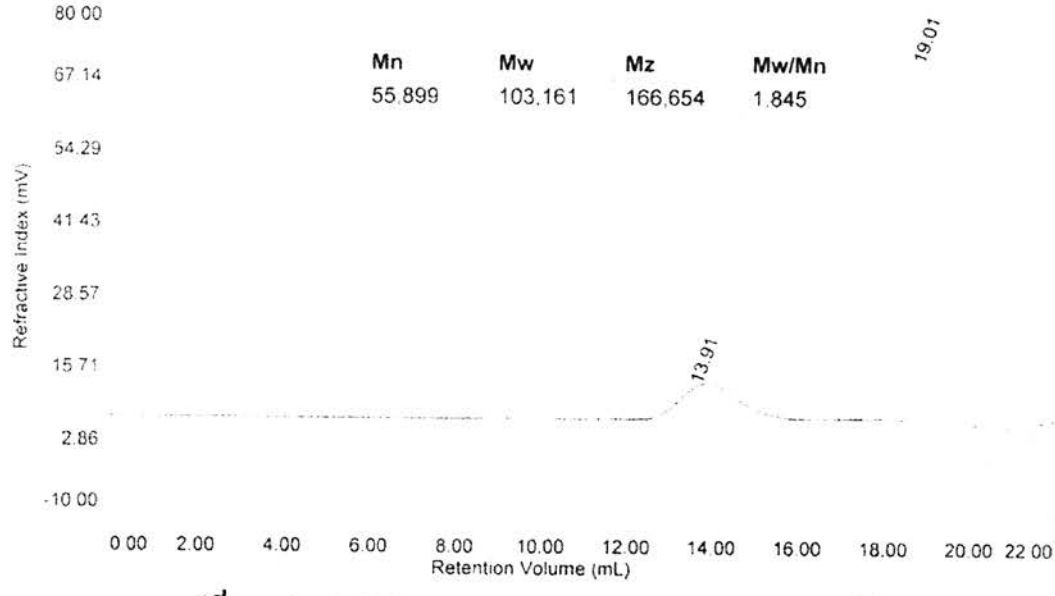
รูปที่ ก.2.23 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (5)



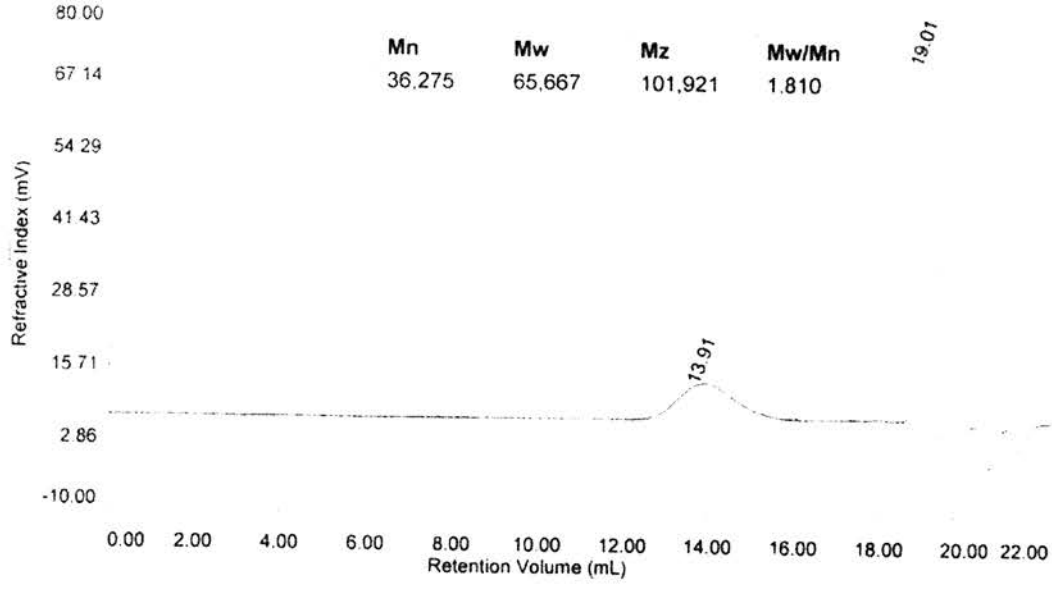
รูปที่ ก.1.24 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (6)



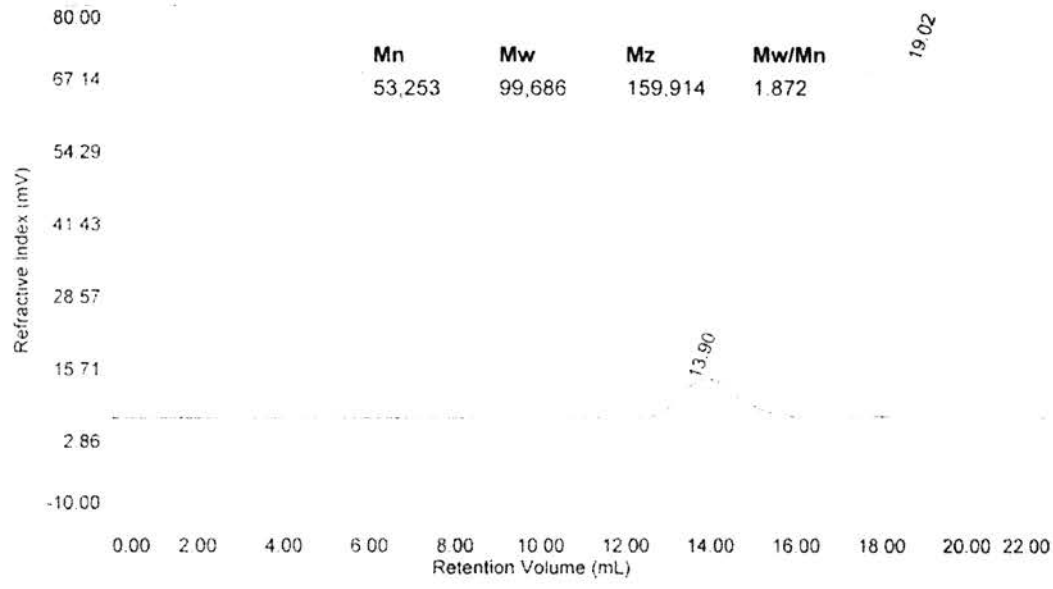
รูปที่ ก.2.24 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (6)



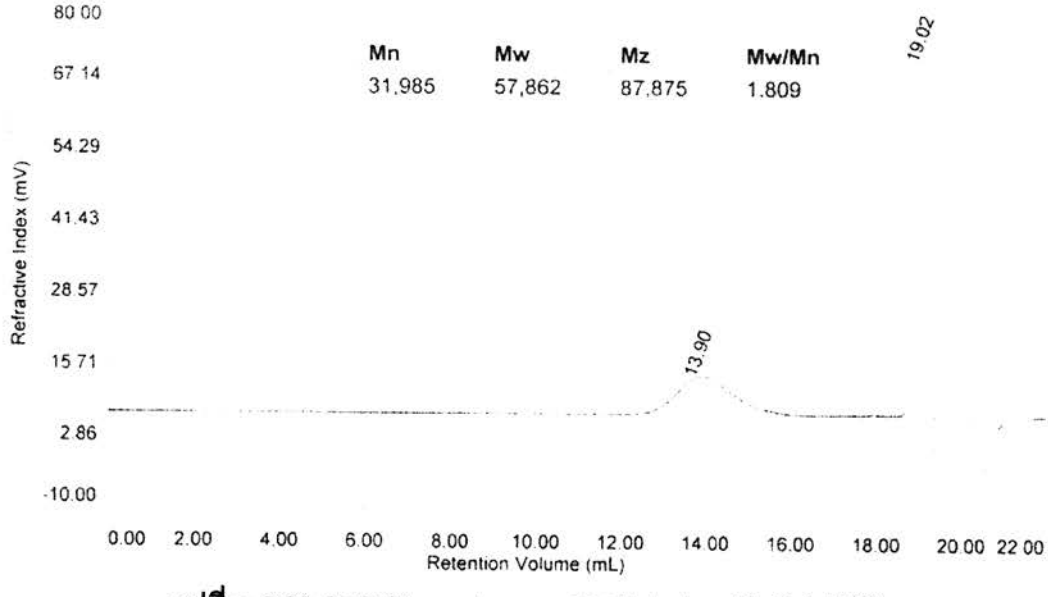
รูปที่ ก.1.25 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (7)



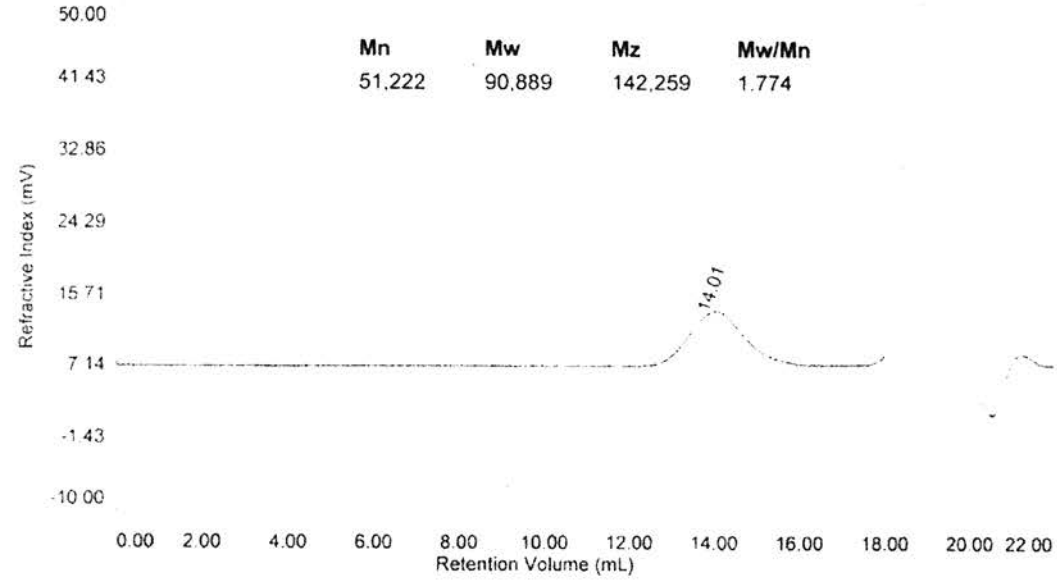
รูปที่ ก.2.25 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (7)



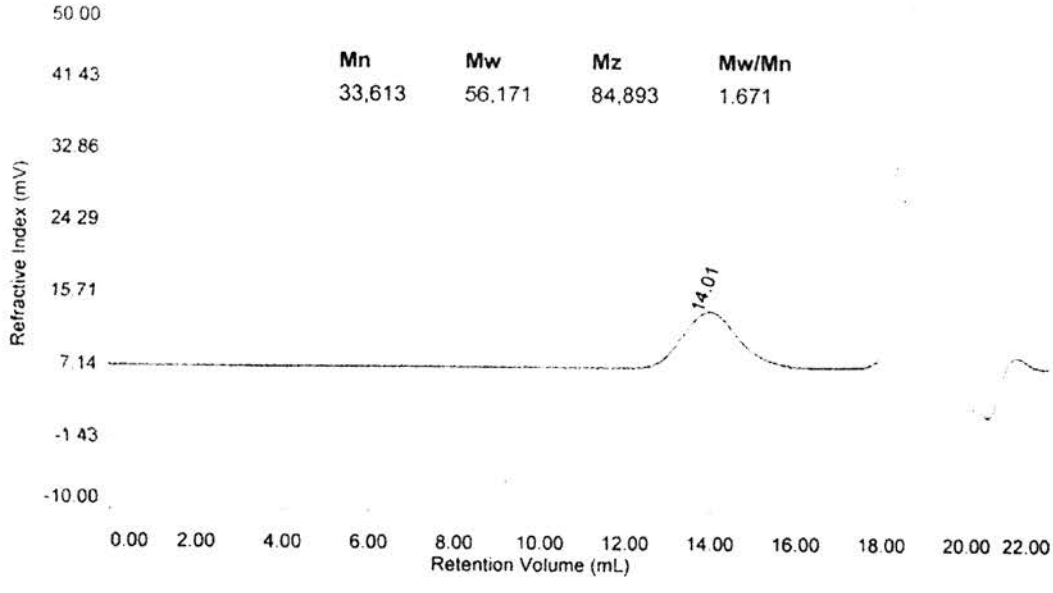
รูปที่ ก.1.26 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (8)



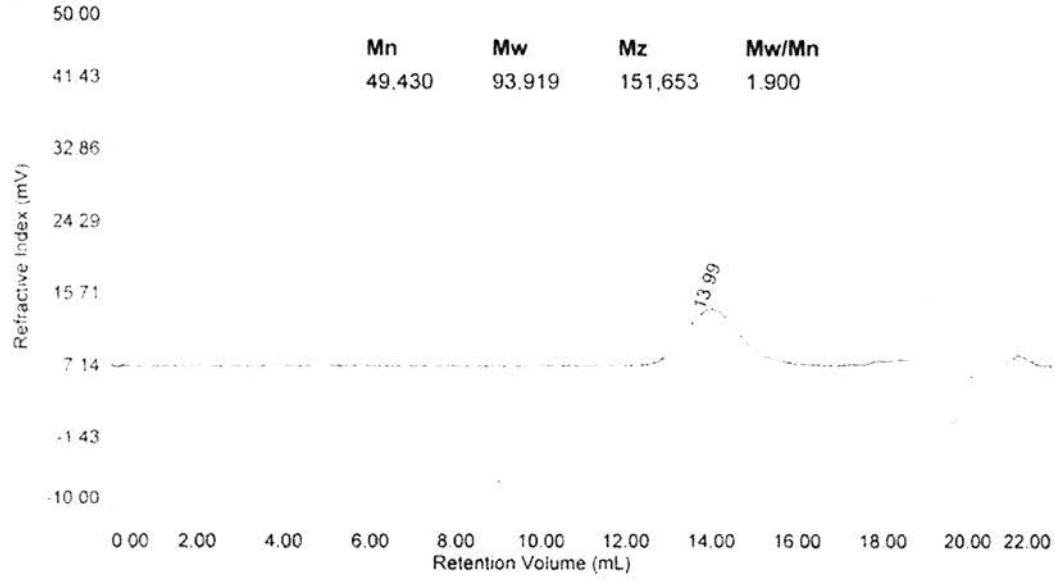
รูปที่ ก.2.26 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA T (8)



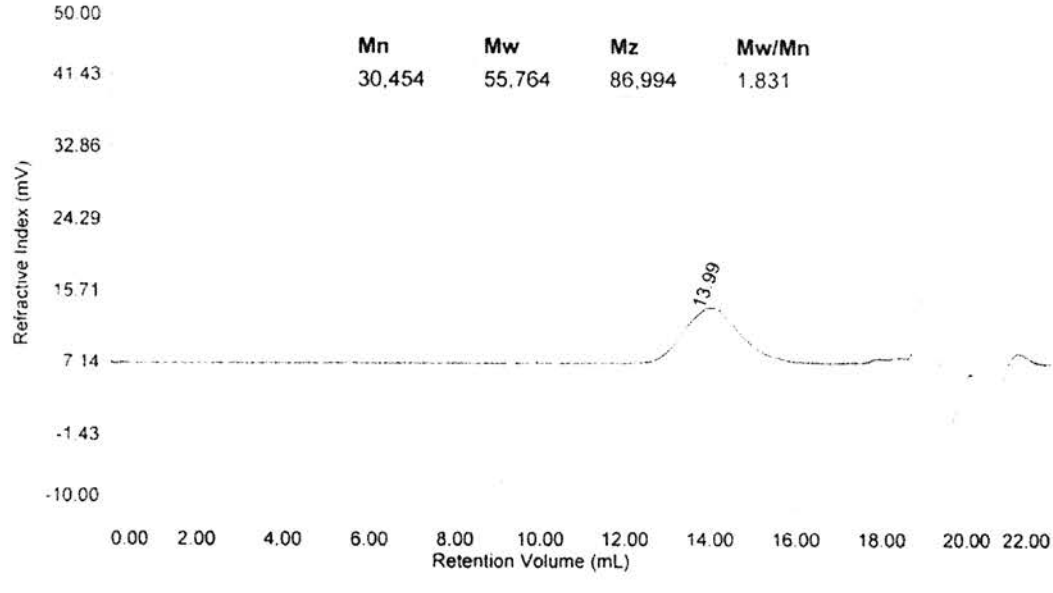
รูปที่ ก.1.27 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(1)



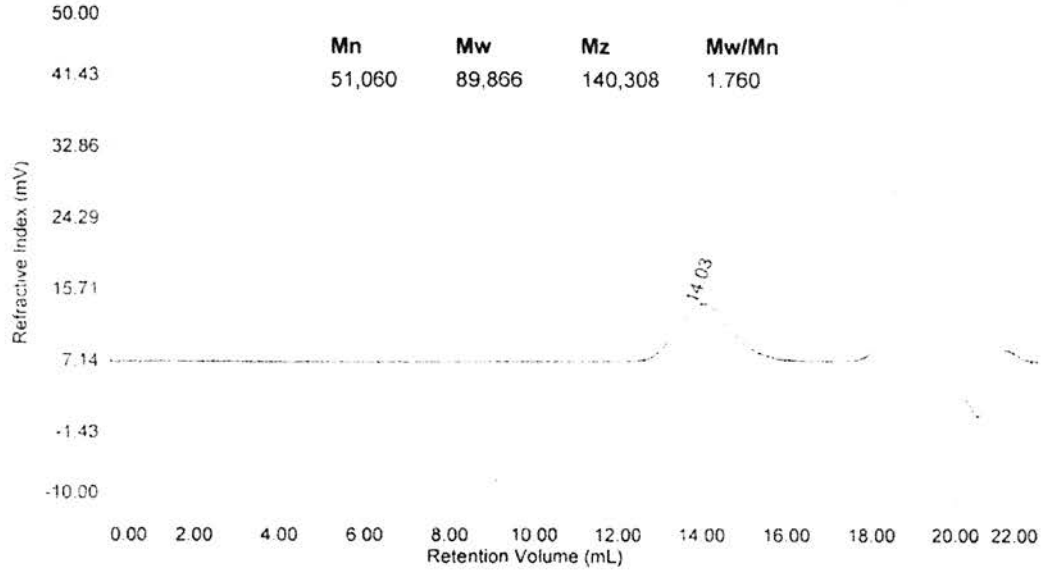
รูปที่ ก.2.27 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(1)



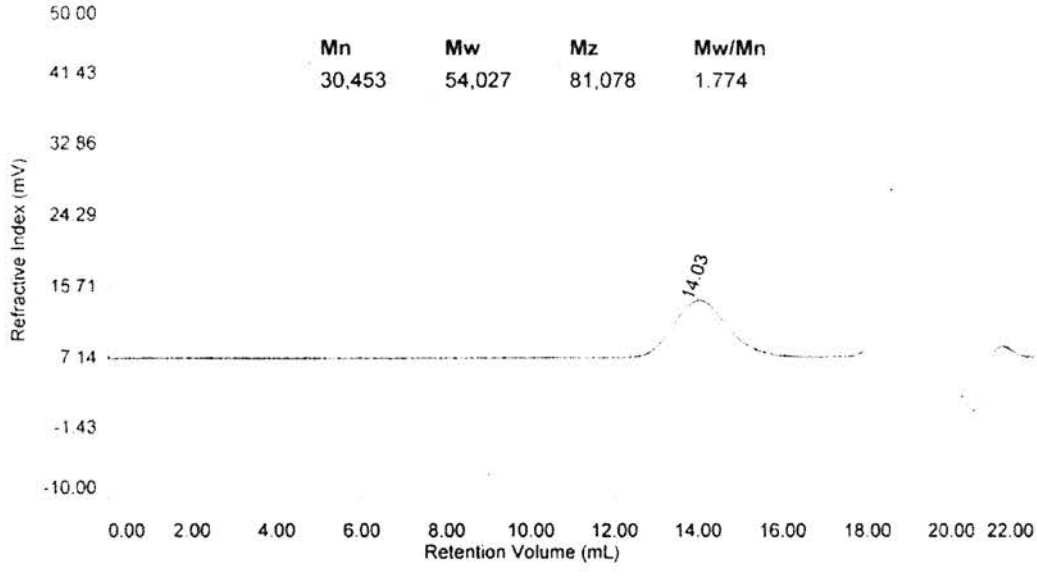
รูปที่ ก.1.28 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(2)



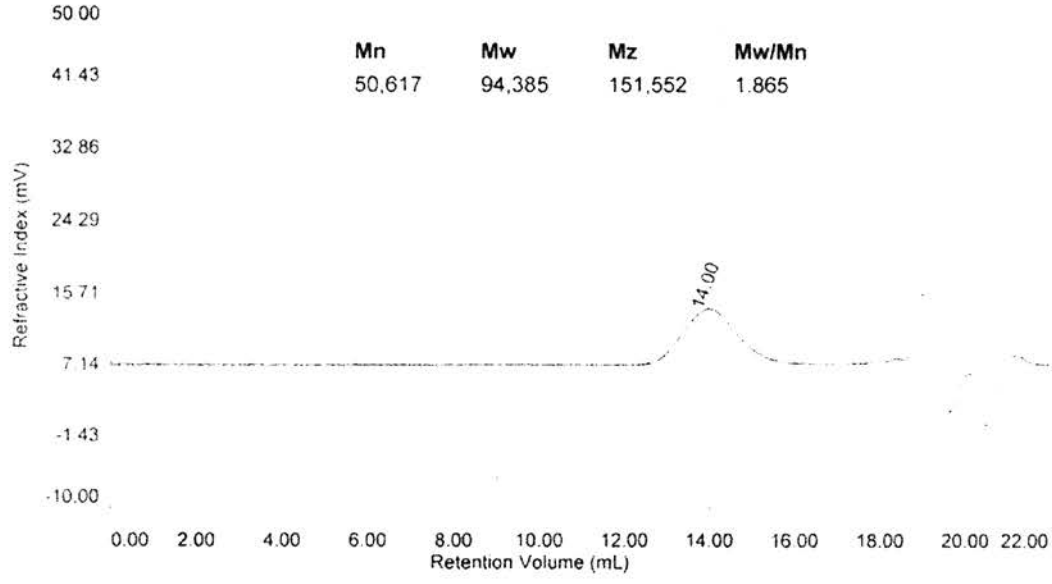
รูปที่ ก.2.28 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(2)



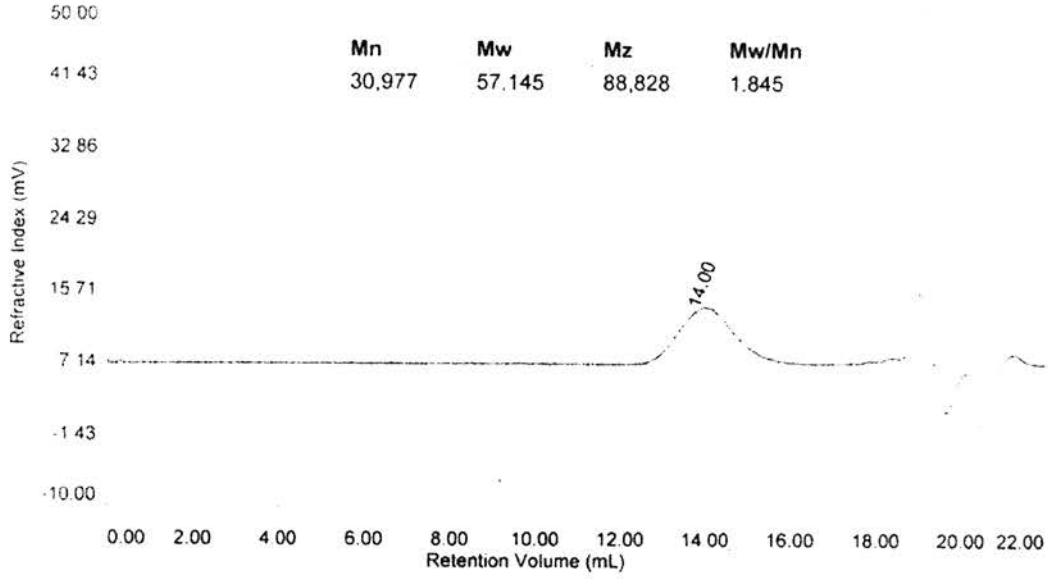
รูปที่ ก.1.29 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(4)



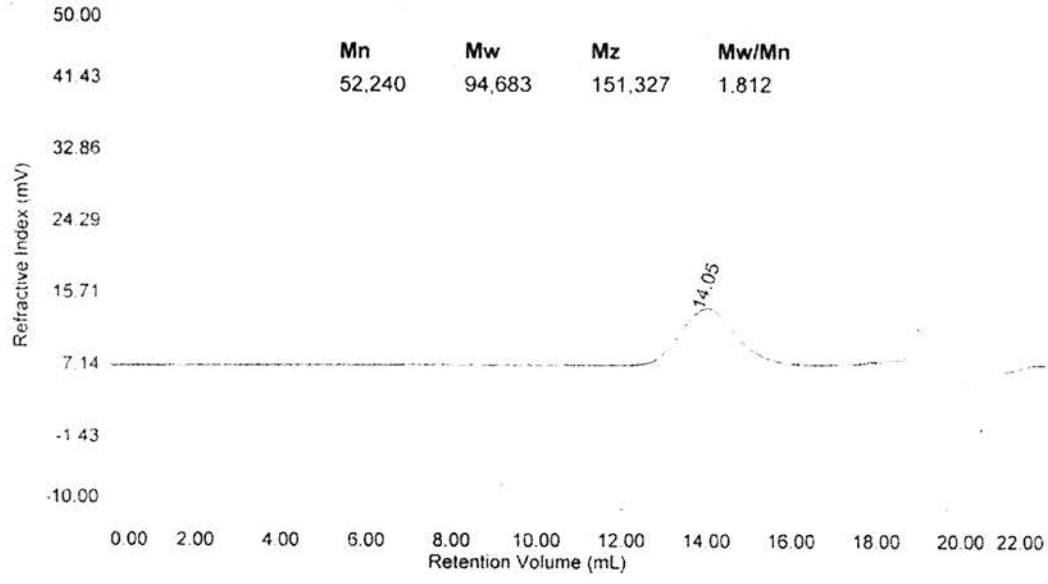
รูปที่ ก.2.29 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(4)



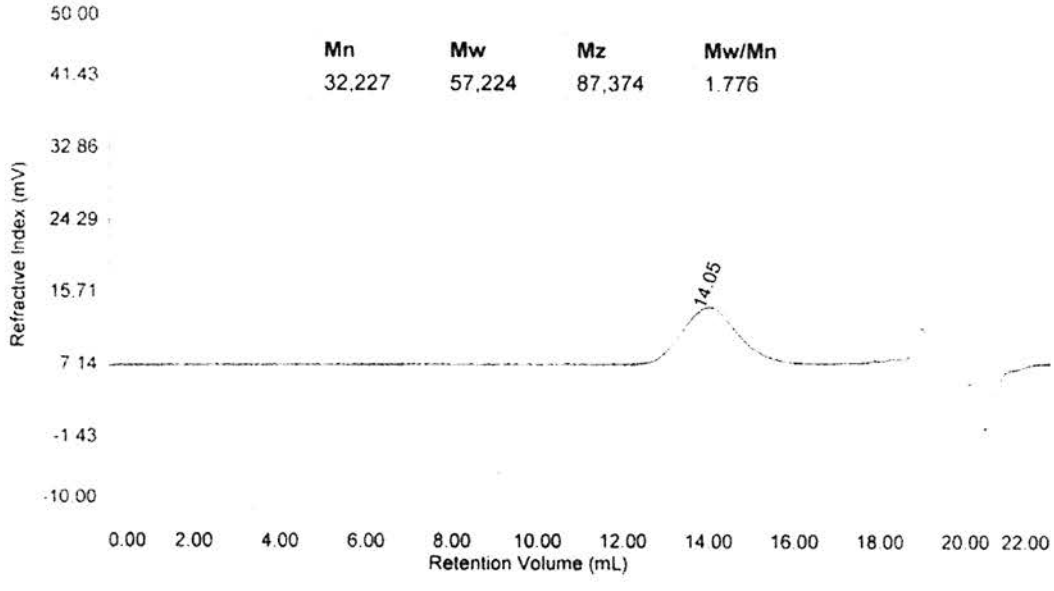
รูปที่ ก.1.30 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(7)



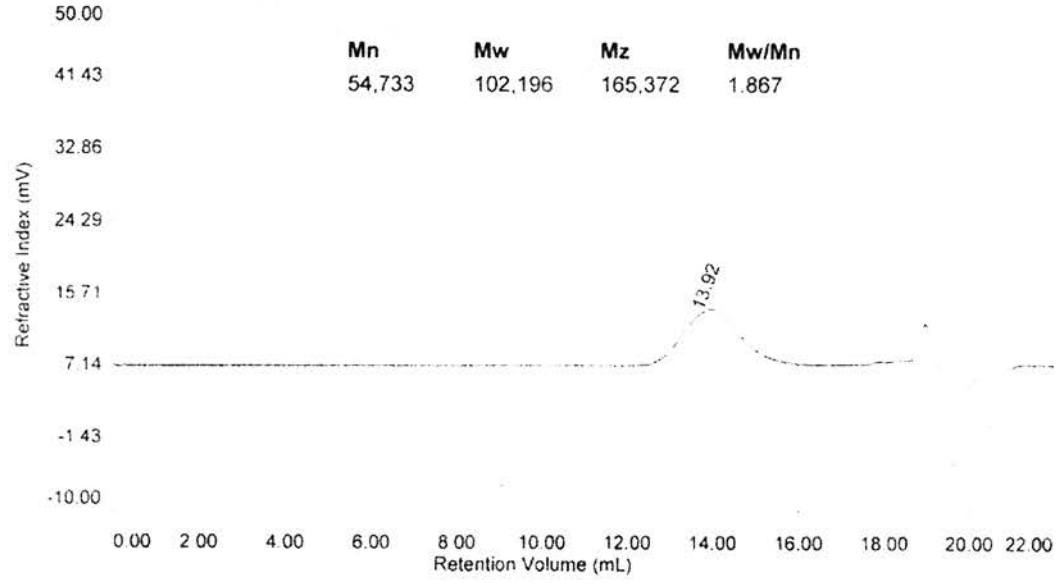
รูปที่ ก.2.30 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1_(7)



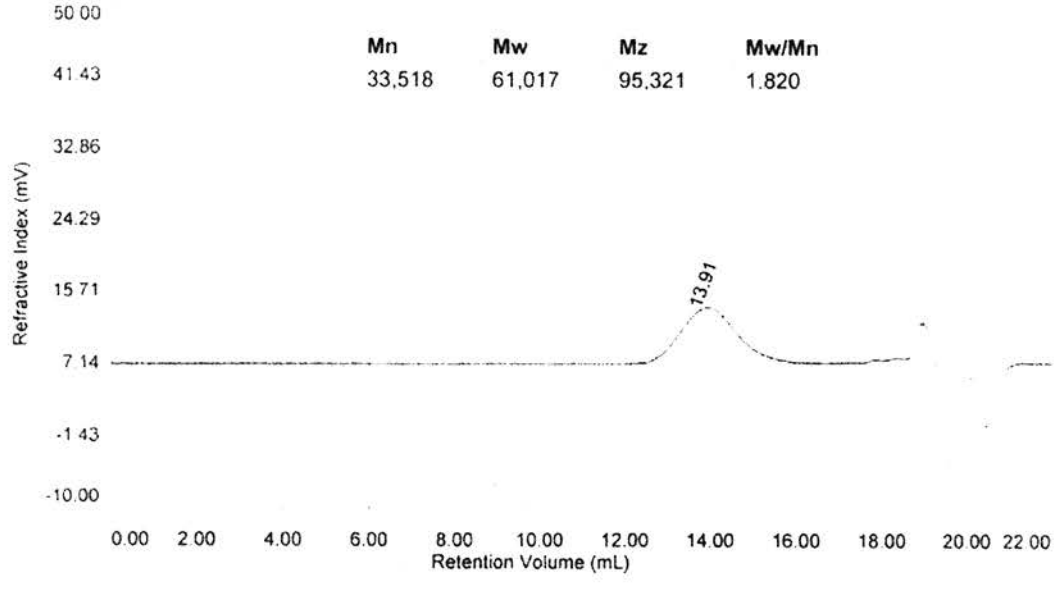
รูปที่ ก.1.31 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (1)



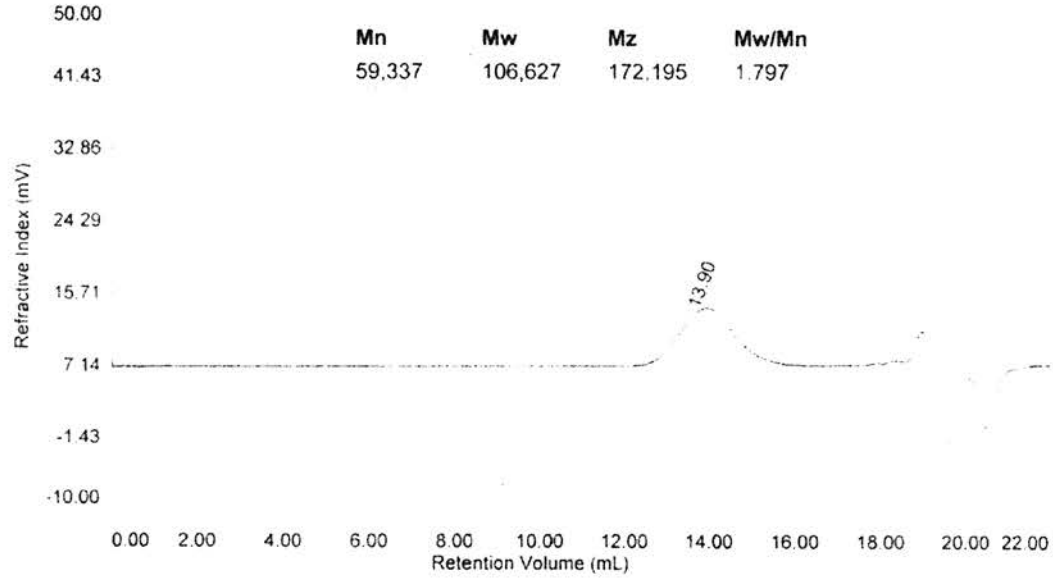
รูปที่ ก.2.31 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (1)



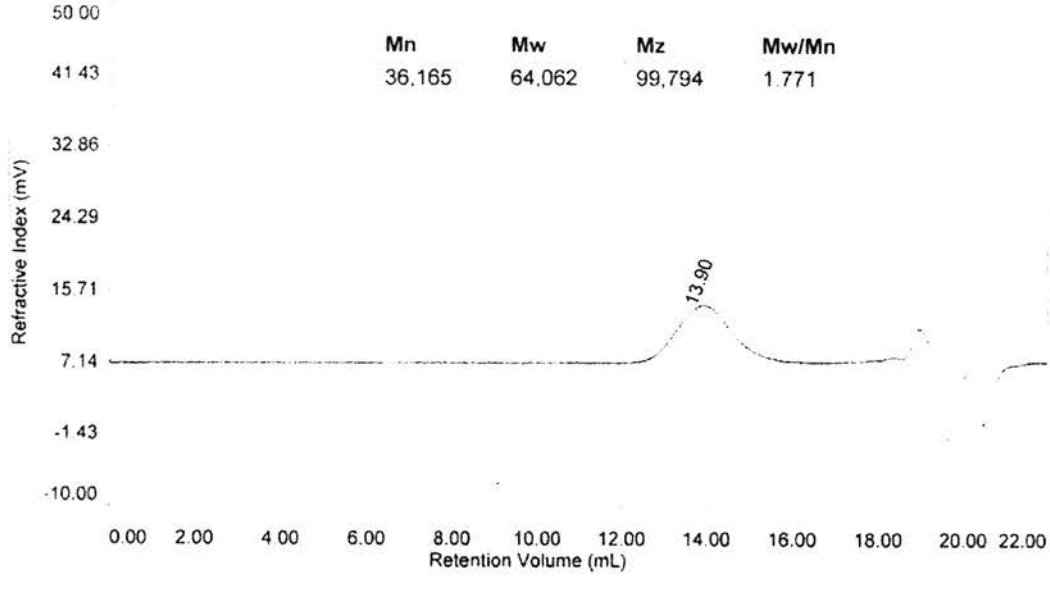
รูปที่ ก.1.32 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (2)



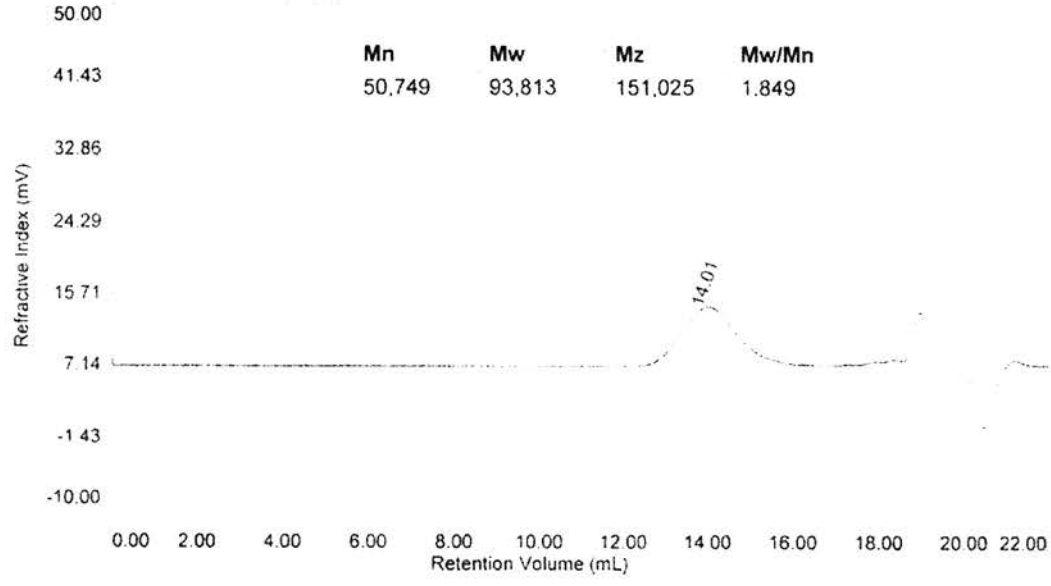
รูปที่ ก.2.32 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (2)



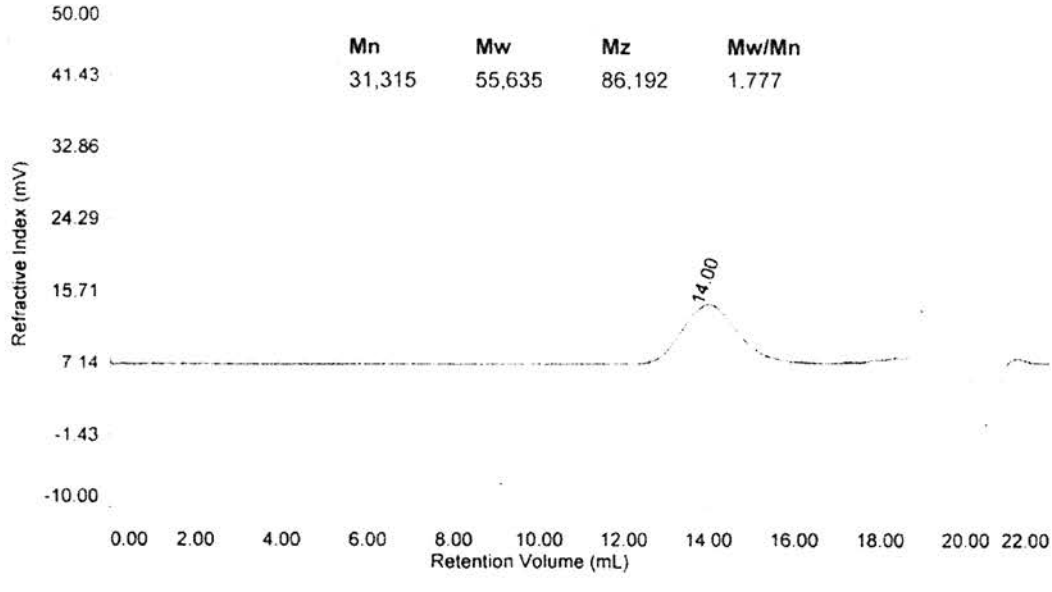
รูปที่ ก.1.33 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (4)



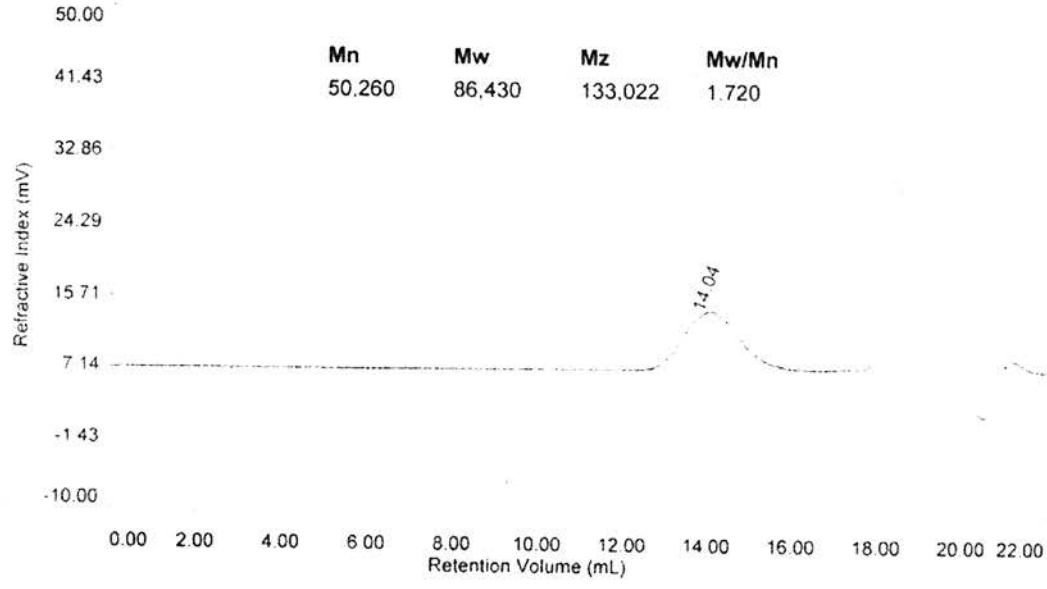
รูปที่ ก.2.33 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (4)



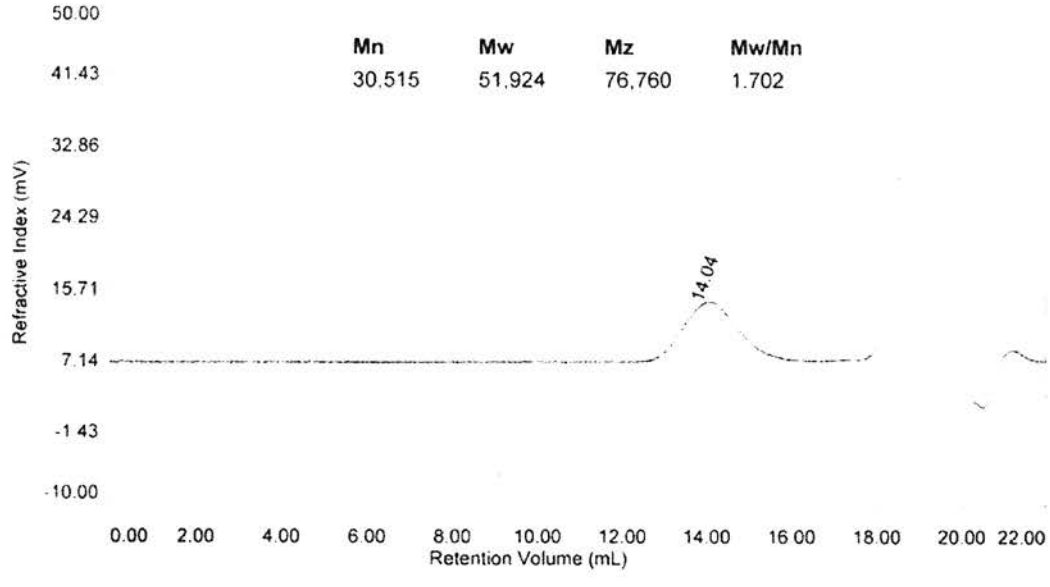
รูปที่ ก.1.34 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (7)



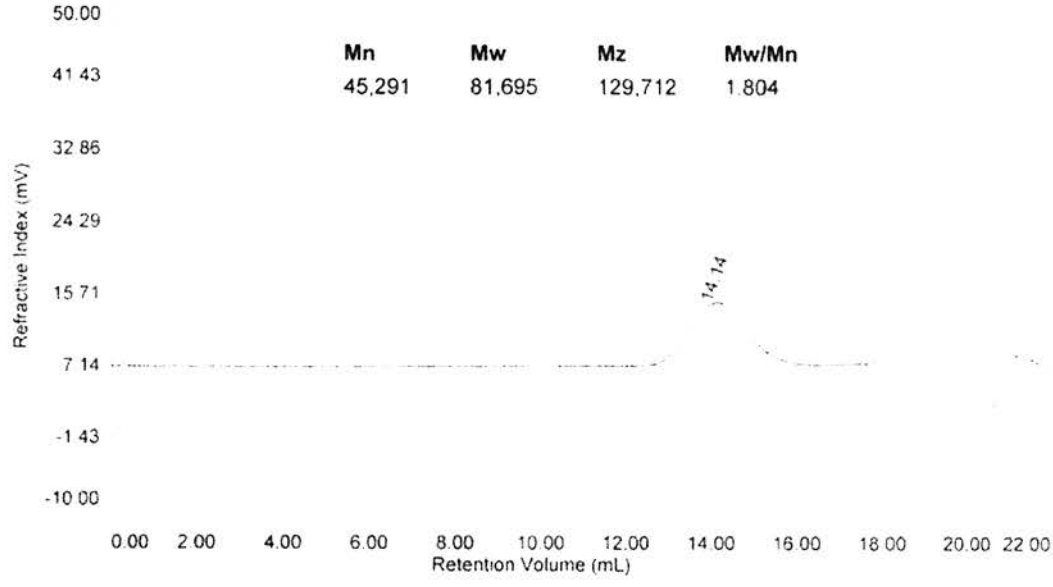
รูปที่ ก.2.34 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA1 (7)



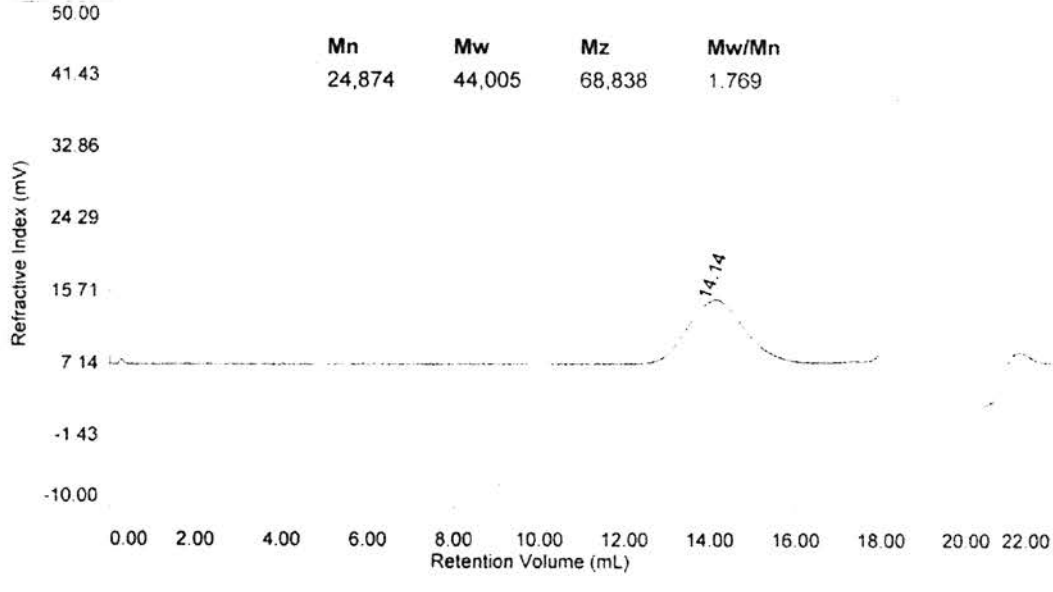
รูปที่ ก.1.35 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (1)



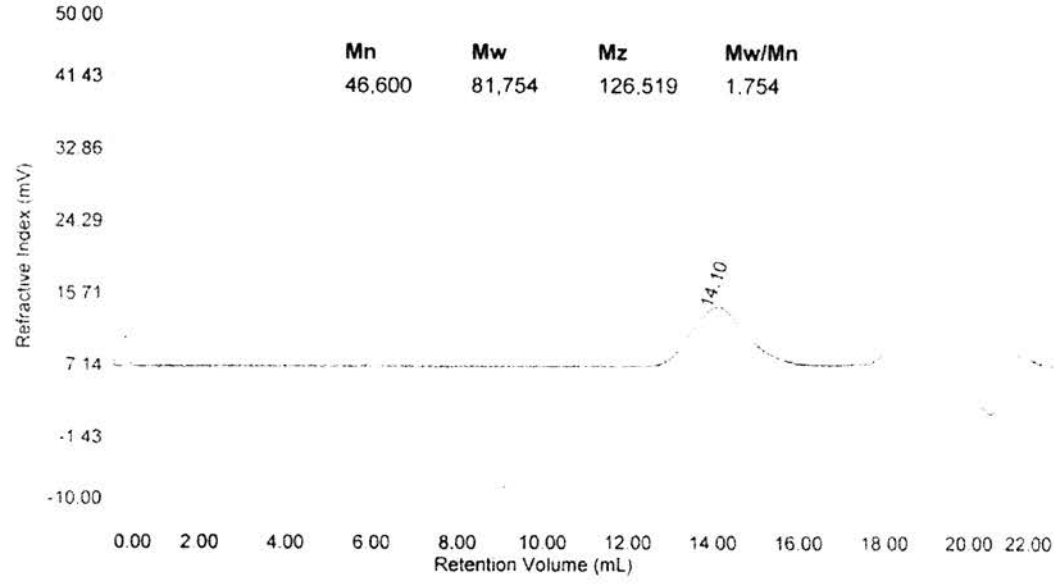
รูปที่ ก.2.35 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (1)



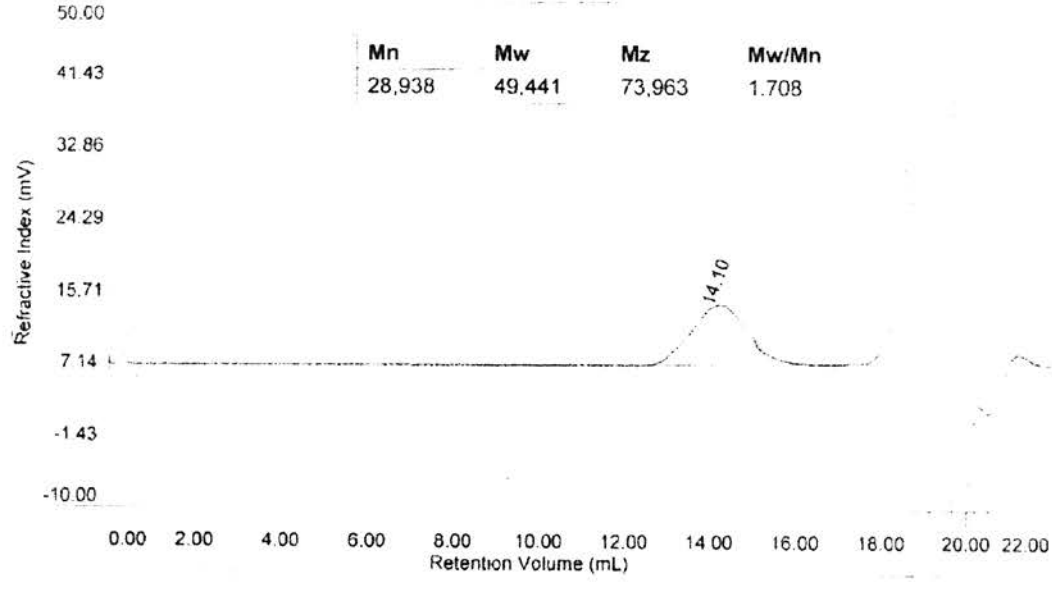
รูปที่ ก.1.36 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (2)



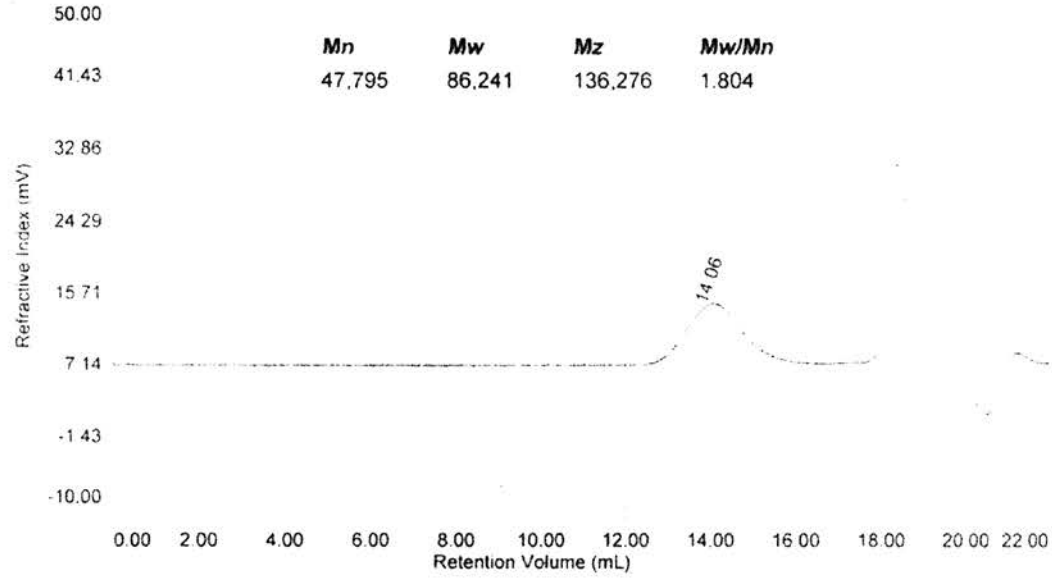
รูปที่ ก.2.36 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (2)



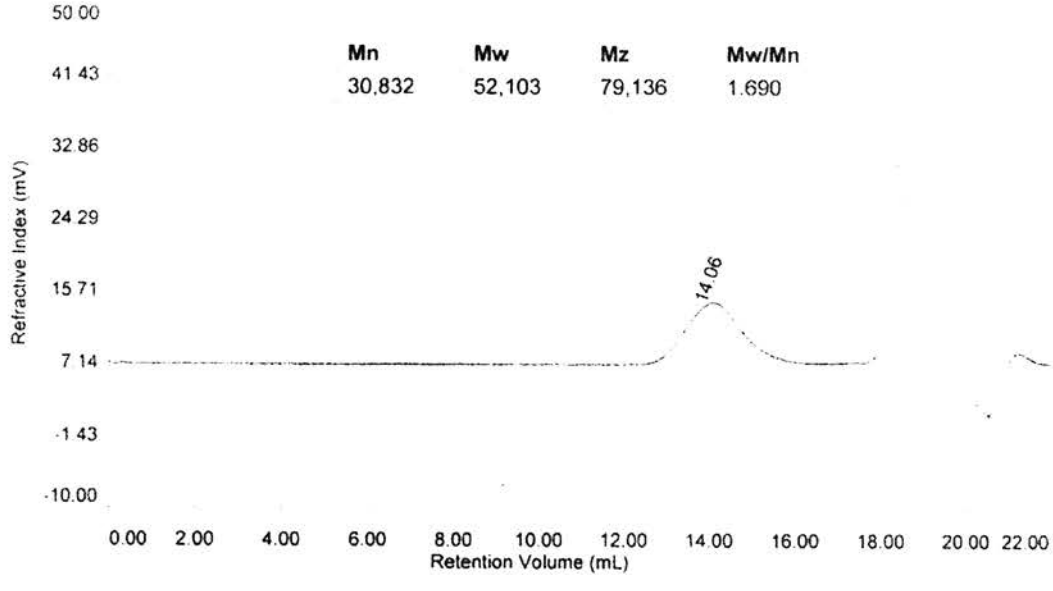
รูปที่ ก.1.37 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (4)



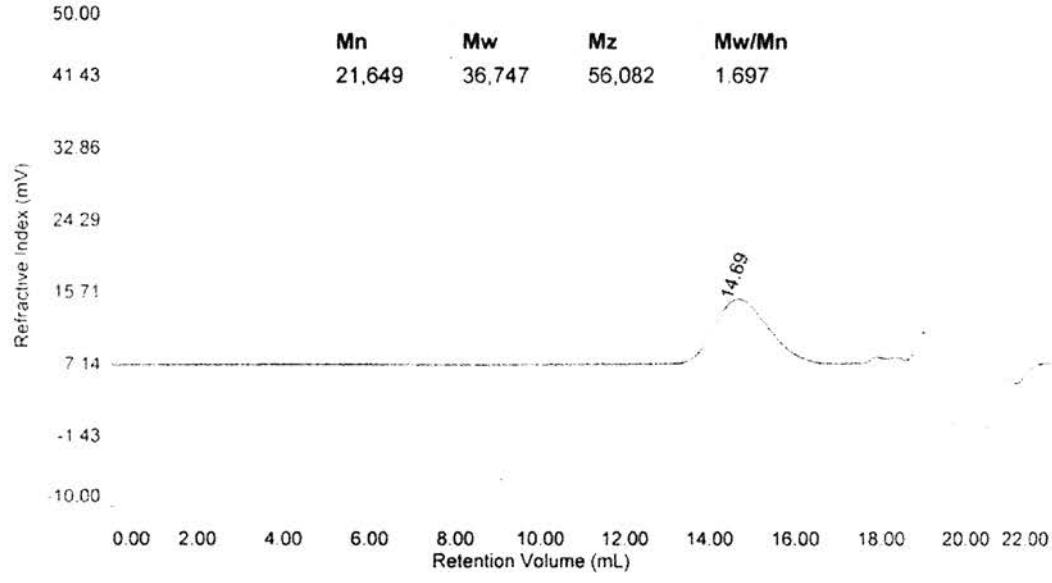
รูปที่ ก.2.37 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (4)



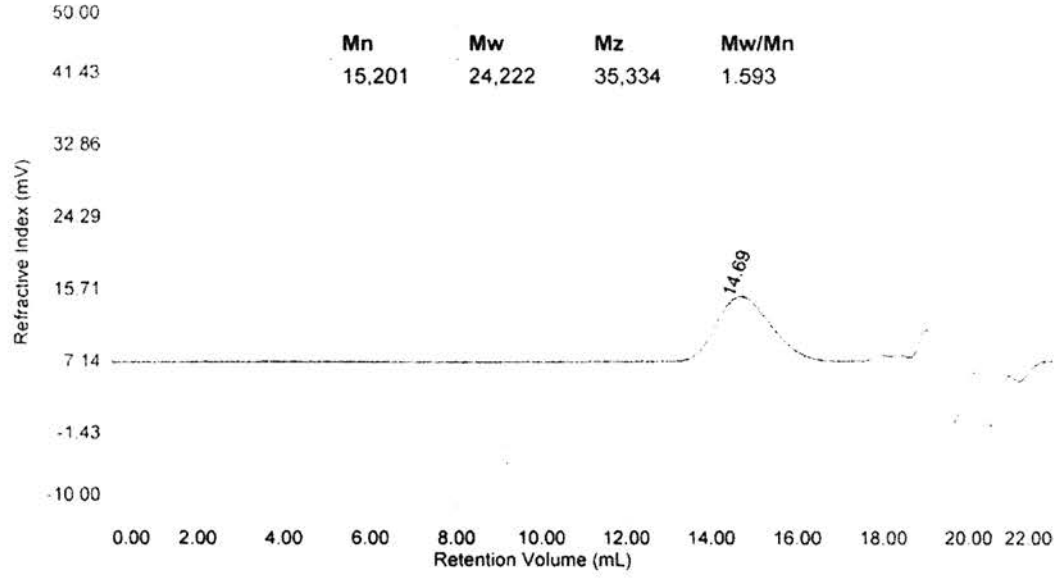
รูปที่ ก.1.38 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (7)



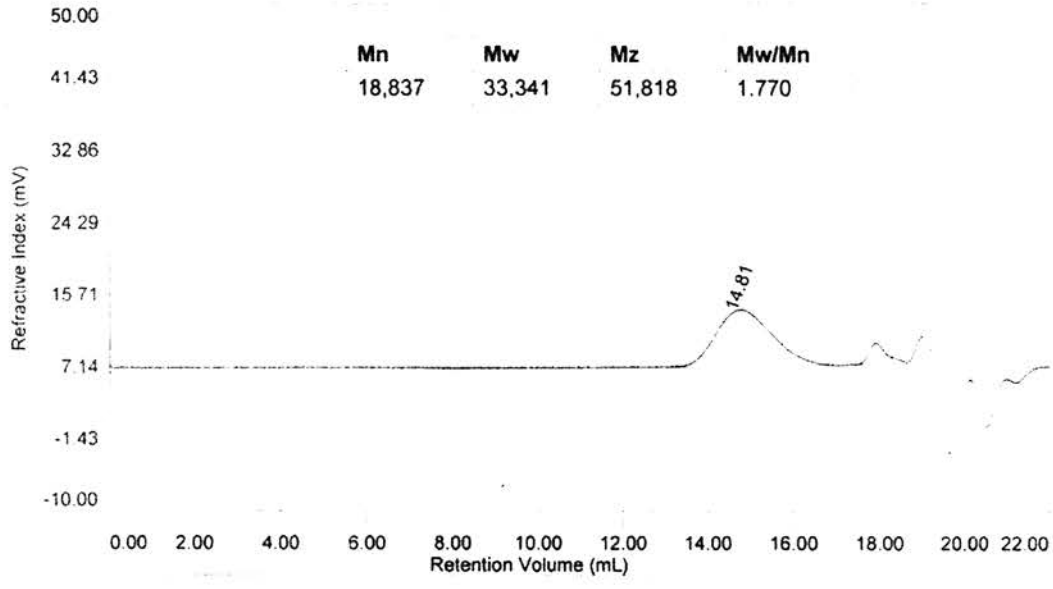
รูปที่ ก.2.38 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA2 (7)



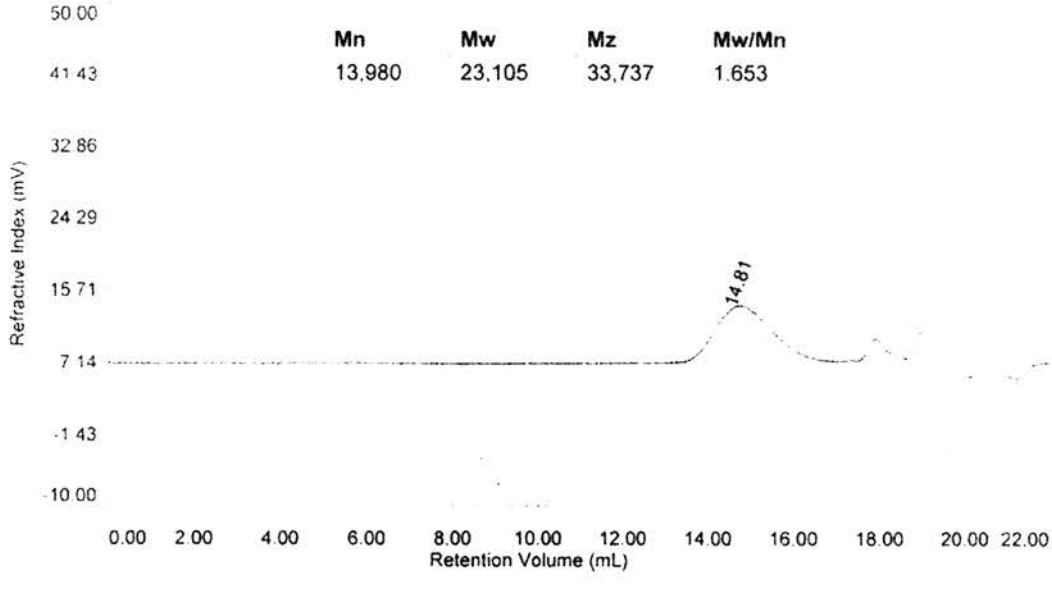
รูปที่ ก.1.39 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (1)



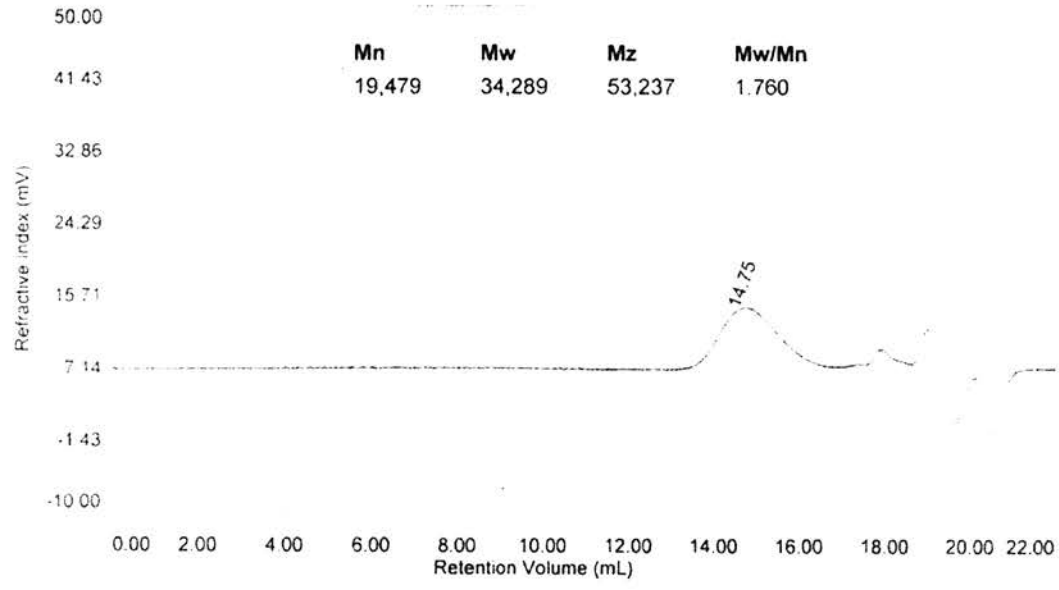
รูปที่ ก.2.39 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (1)



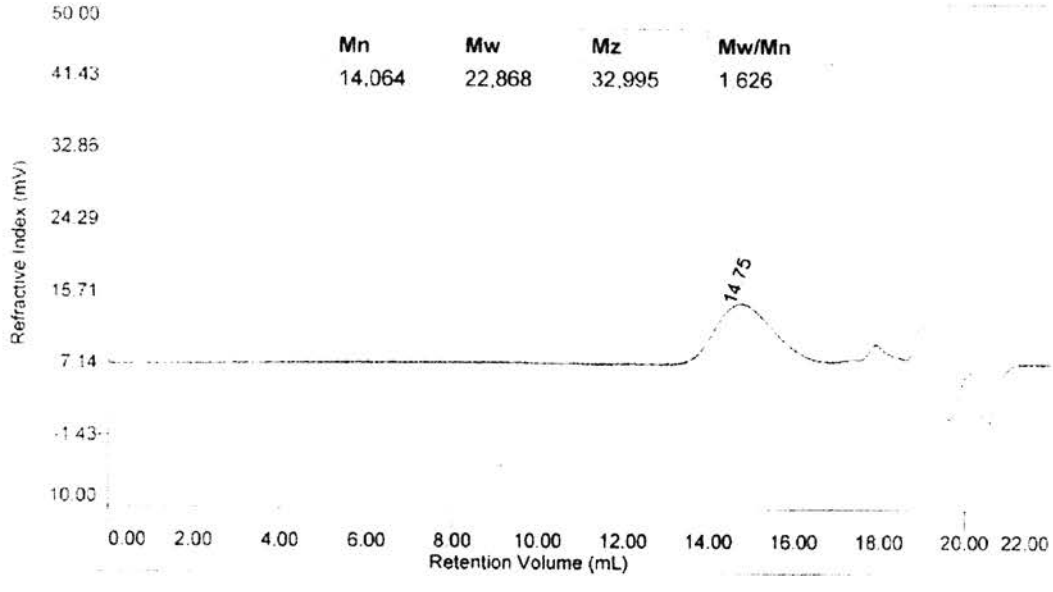
รูปที่ ก.1.40 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (2)



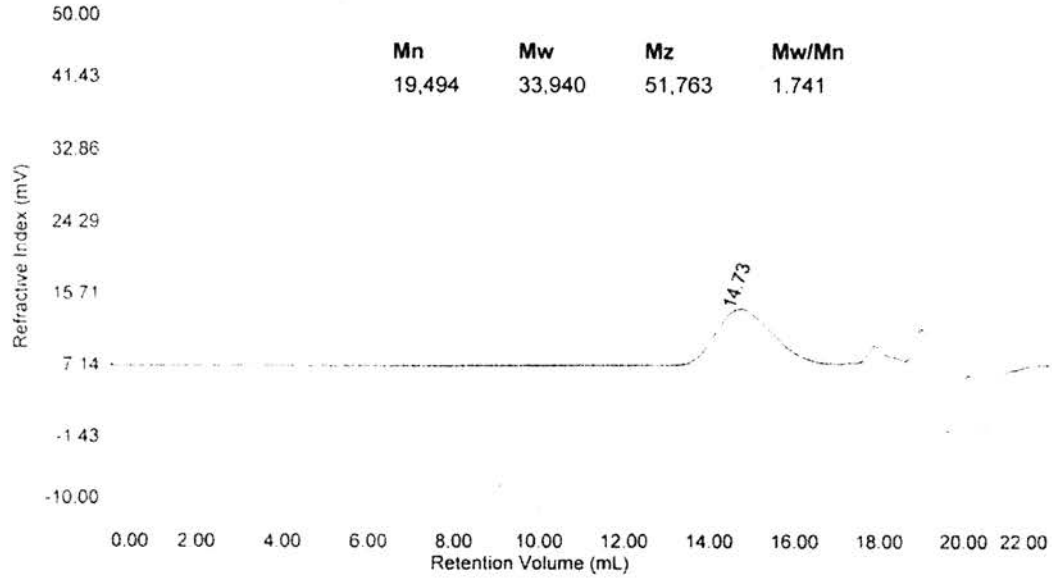
รูปที่ ก.2.40 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (2)



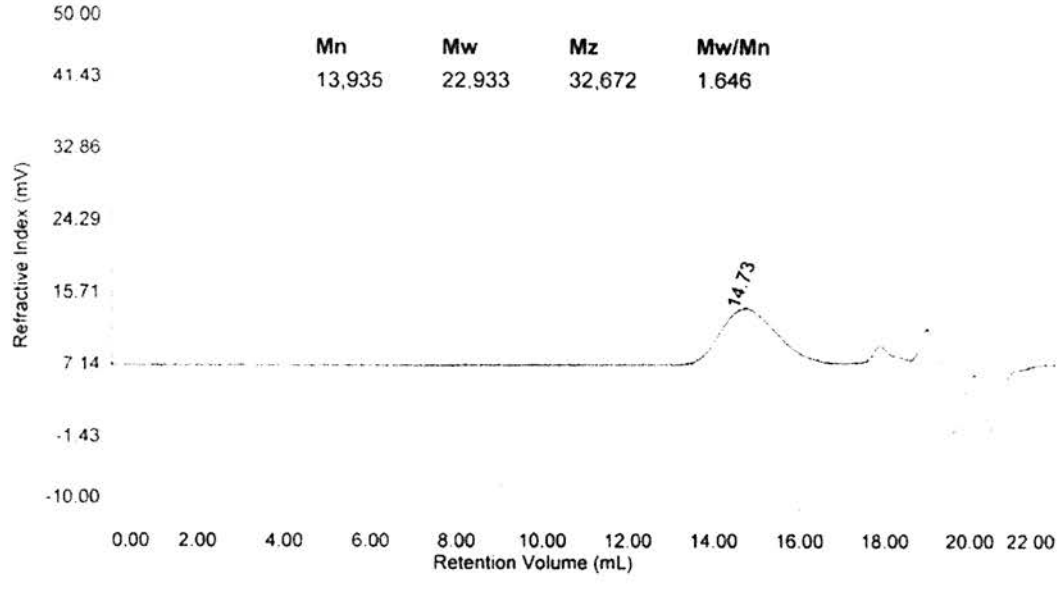
รูปที่ ก.1.41 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (4)



รูปที่ ก.2.41 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (4)

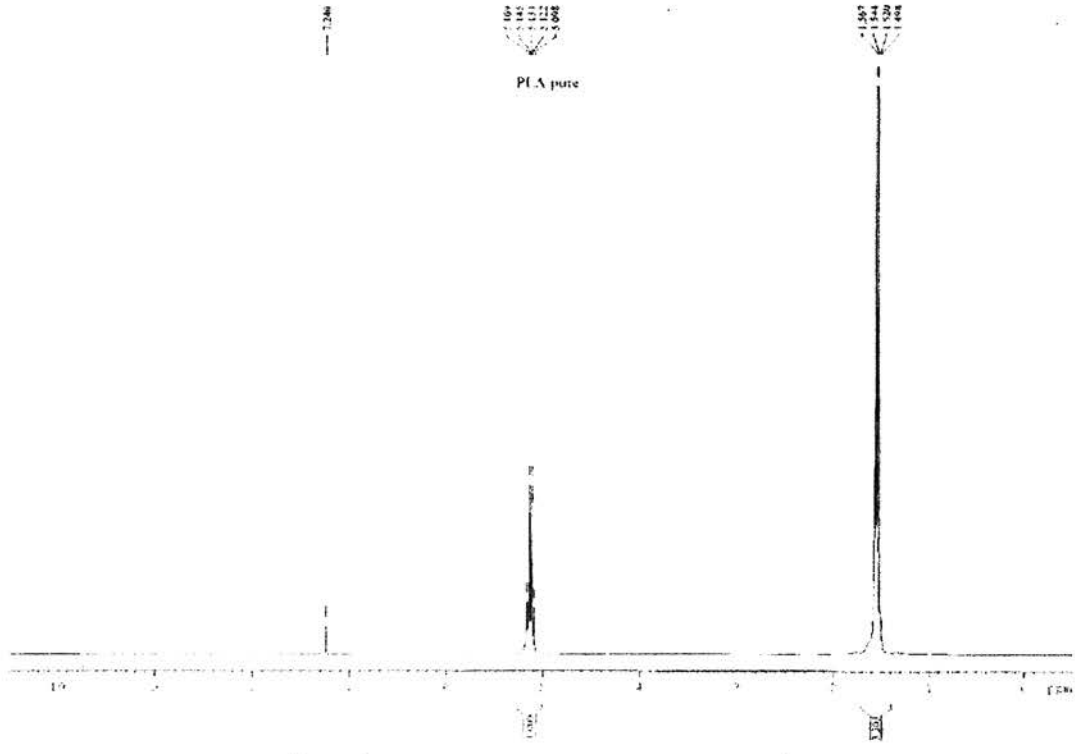


รูปที่ ก.1.42 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (7)

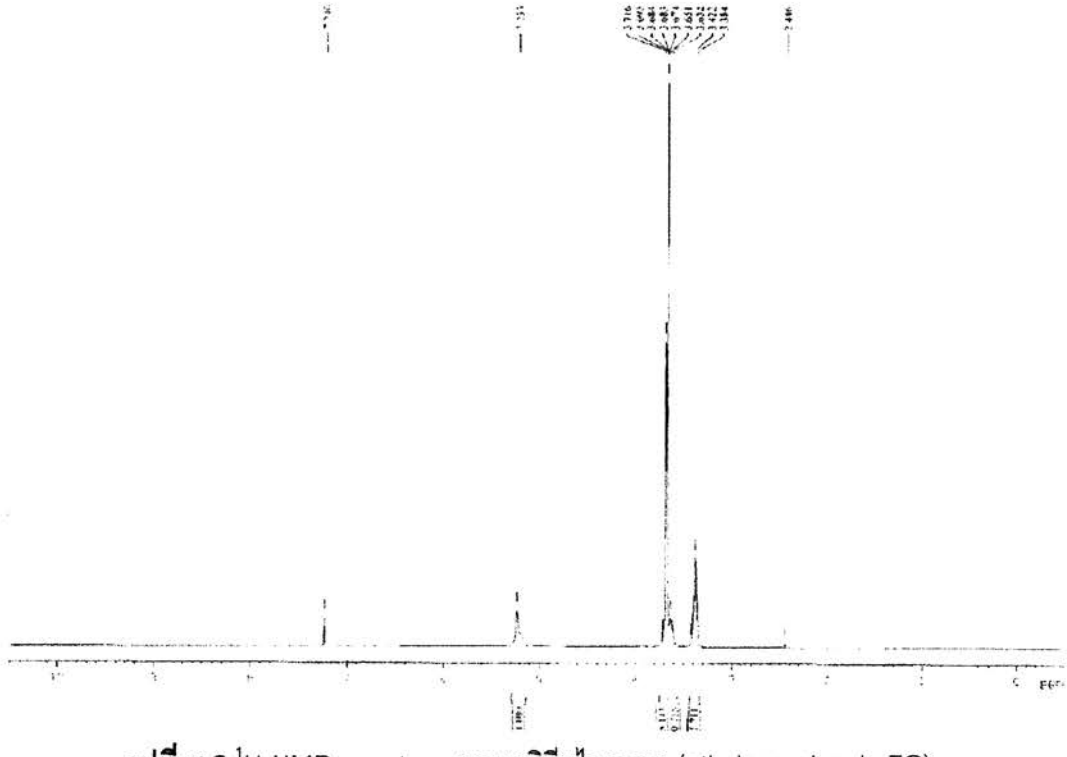


รูปที่ ก.2.42 GPC Chromatogram ของ linked-upGlyPLA7 (7)

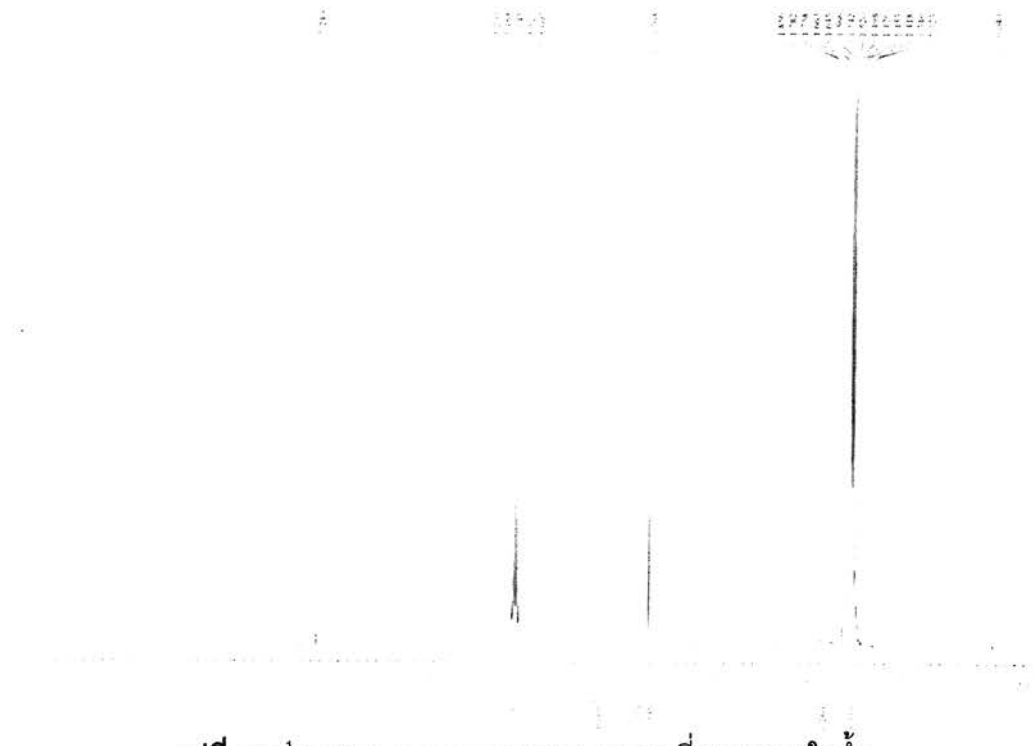
ภาคผนวก ข. : ^{1}H-NMR spectrum **ที่วิเคราะห์ได้จากเทคนิค** ^{1}H-NMR



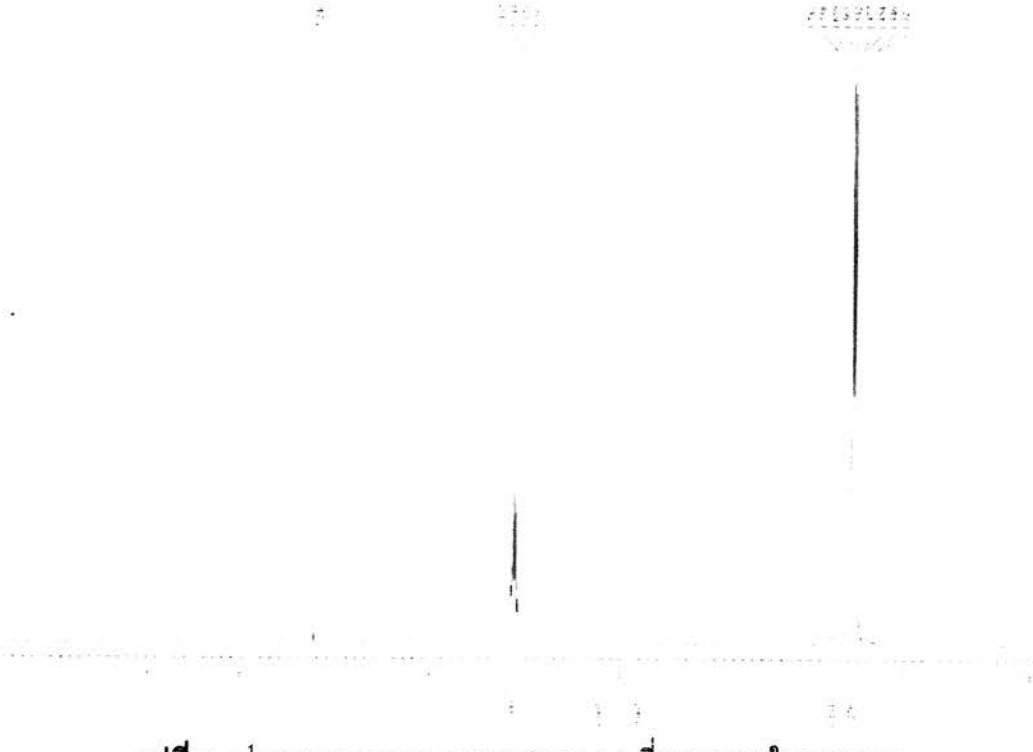
รูปที่ ข.1 ^{1}H-NMR spectrum ของ PLA ทางการค้า



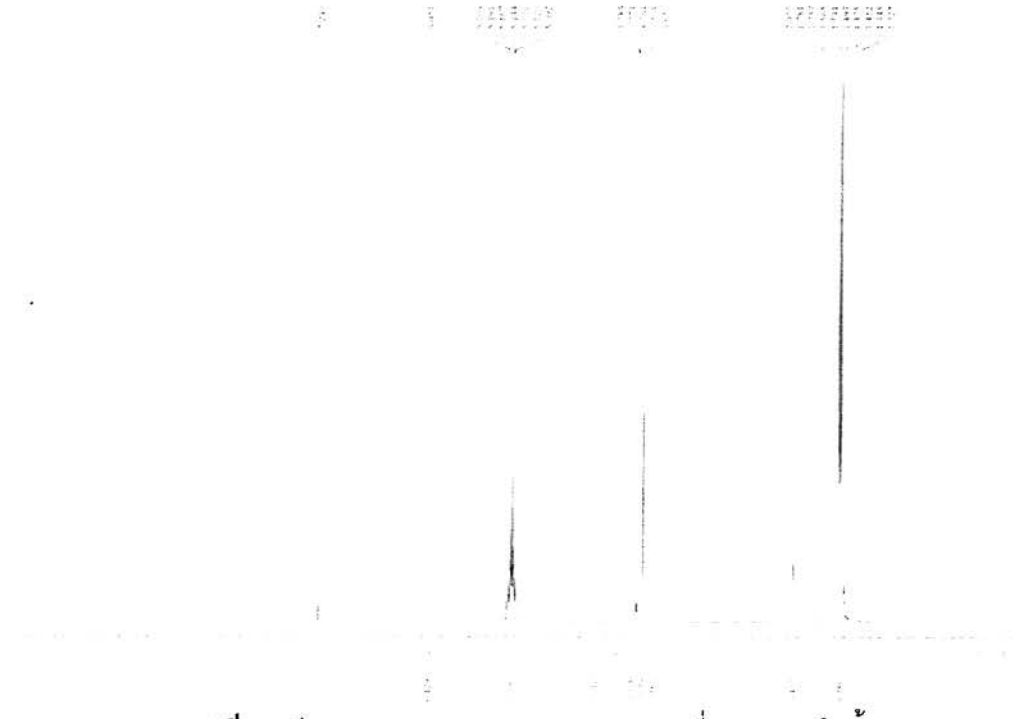
รูปที่ ข.2 ^{1}H-NMR spectrum **ของเอทิลีนไกลคอล** (ethylene glycol ; EG)



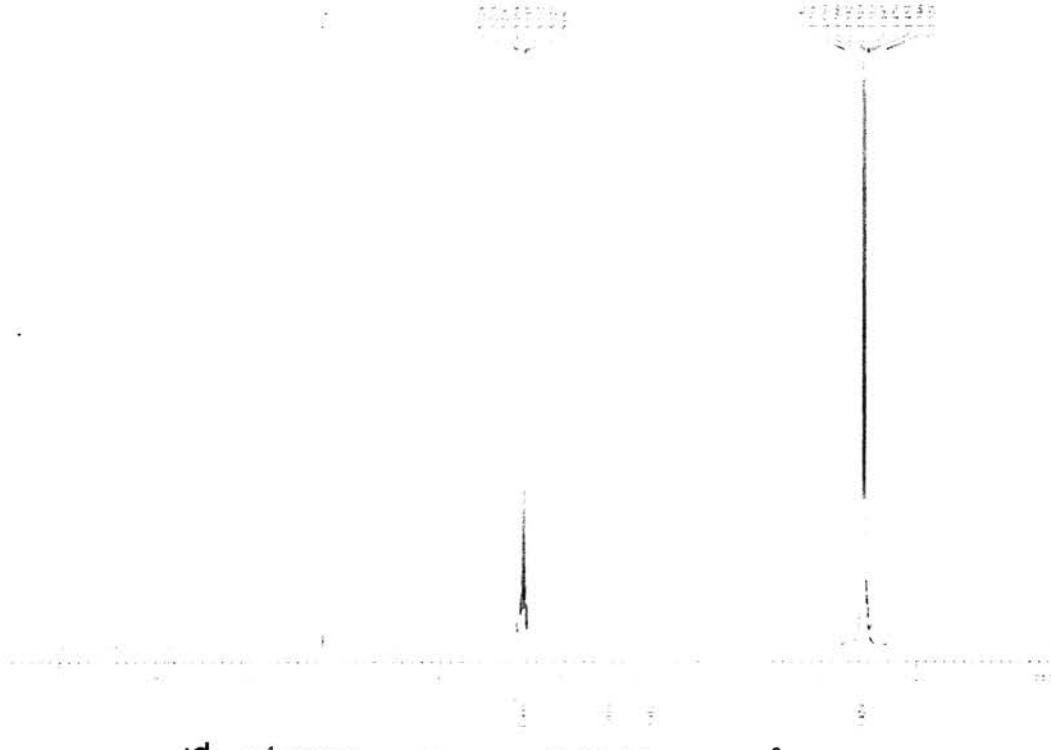
รูปที่ ข.3 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1 ที่ตกตะกอนในน้ำ



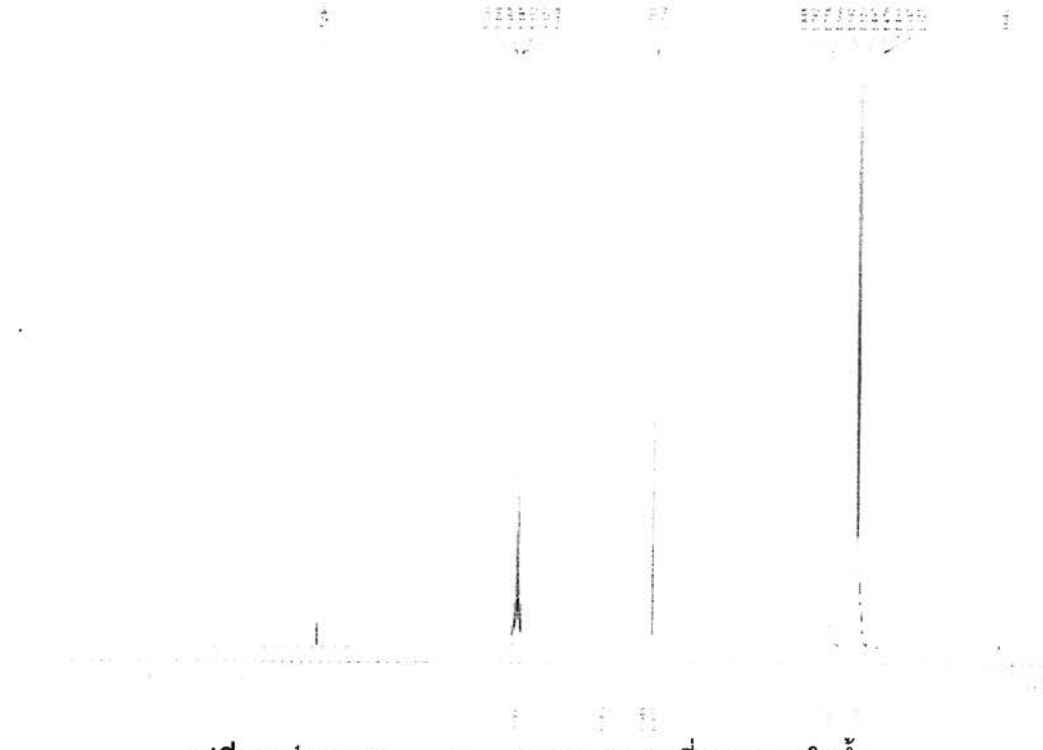
รูปที่ ข.4 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1 ที่ตกตะกอนในเมทานอล



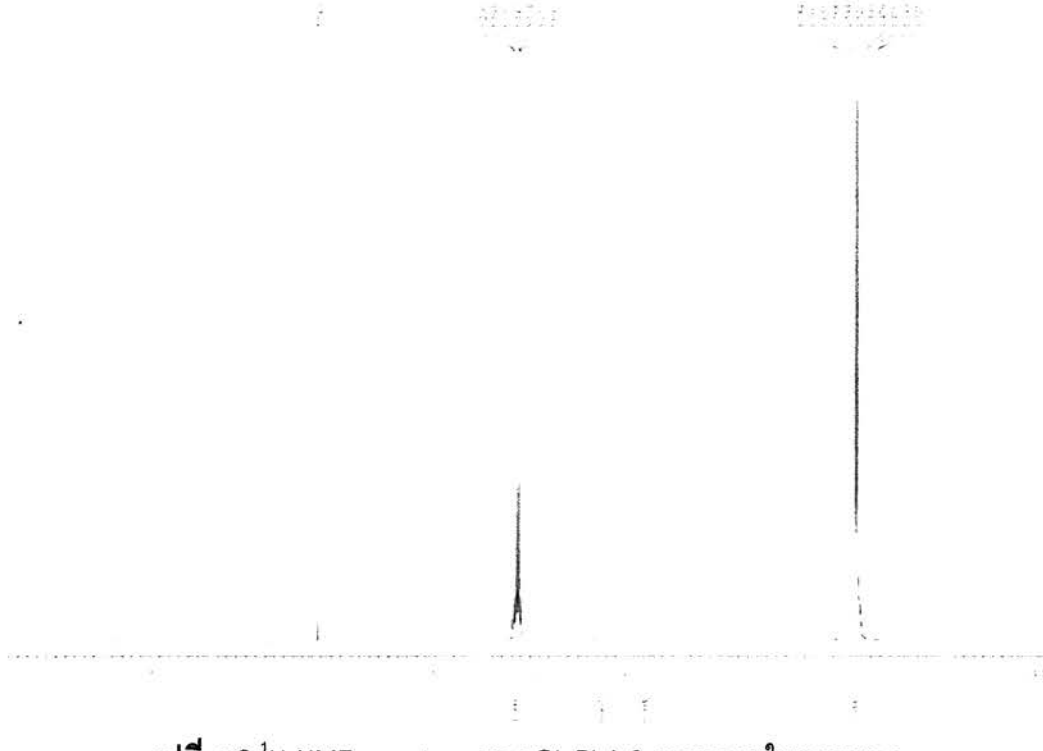
รูปที่ ข.5 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 2 ที่ตกตะกอนในน้ำ



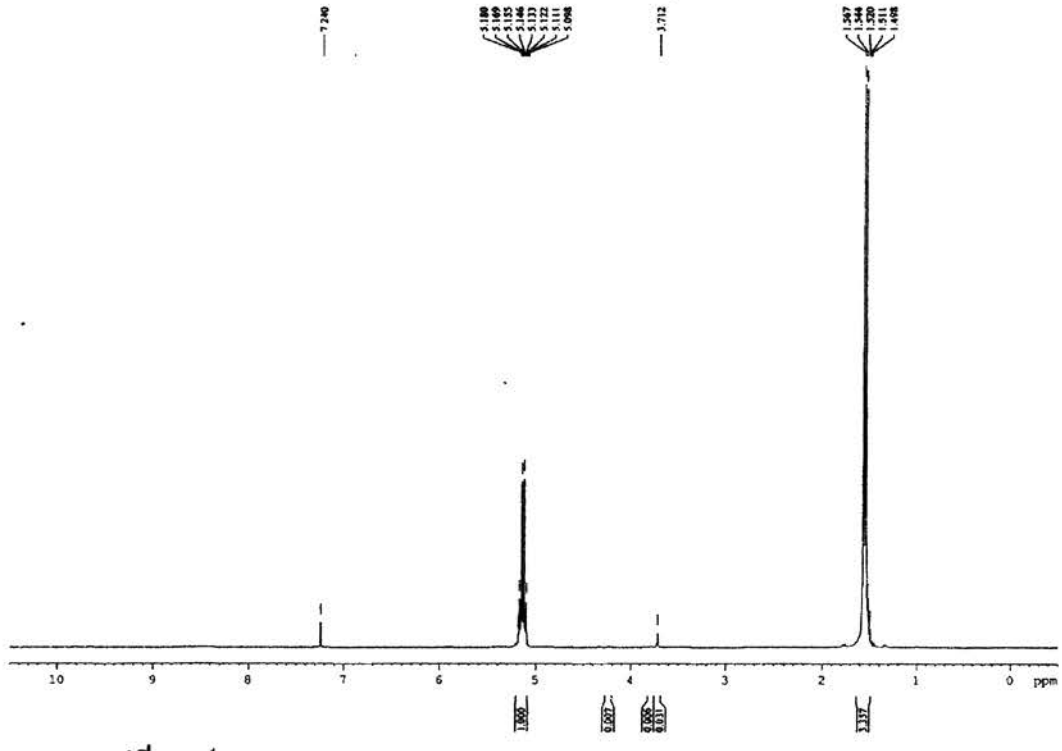
รูปที่ ข.6 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 2 ตกตะกอนในเมทานอล



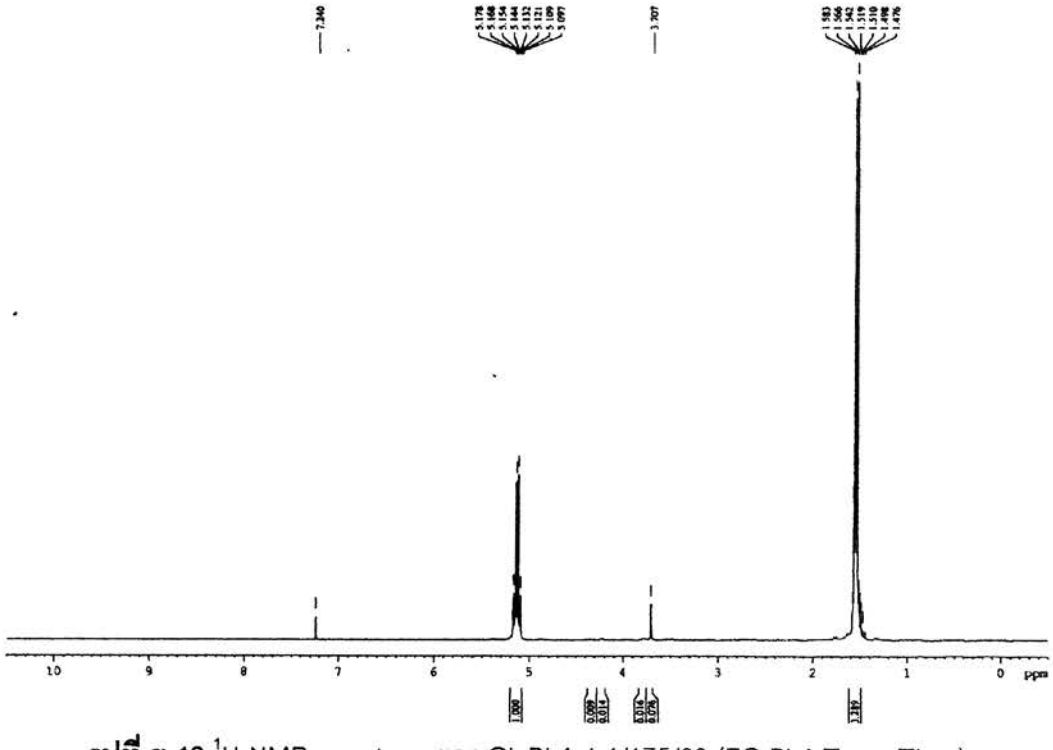
รูปที่ ข.7 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA3 ที่ตกตะกอนในน้ำ



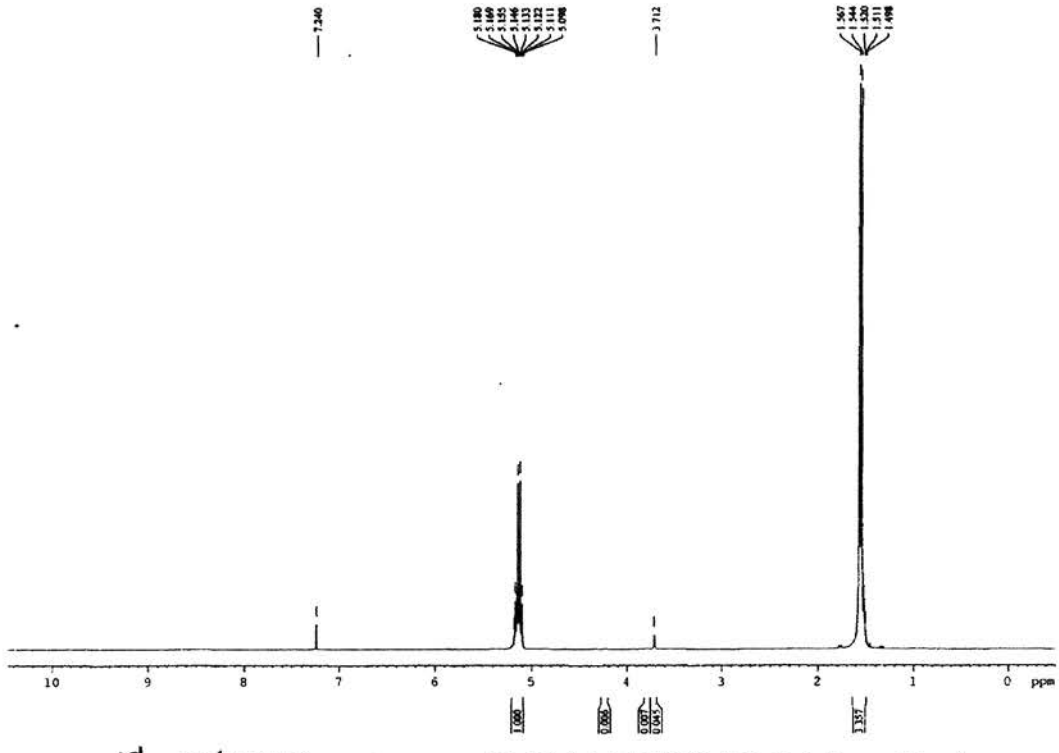
รูปที่ ข.8 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 3 ตกตะกอนในเมทานอล



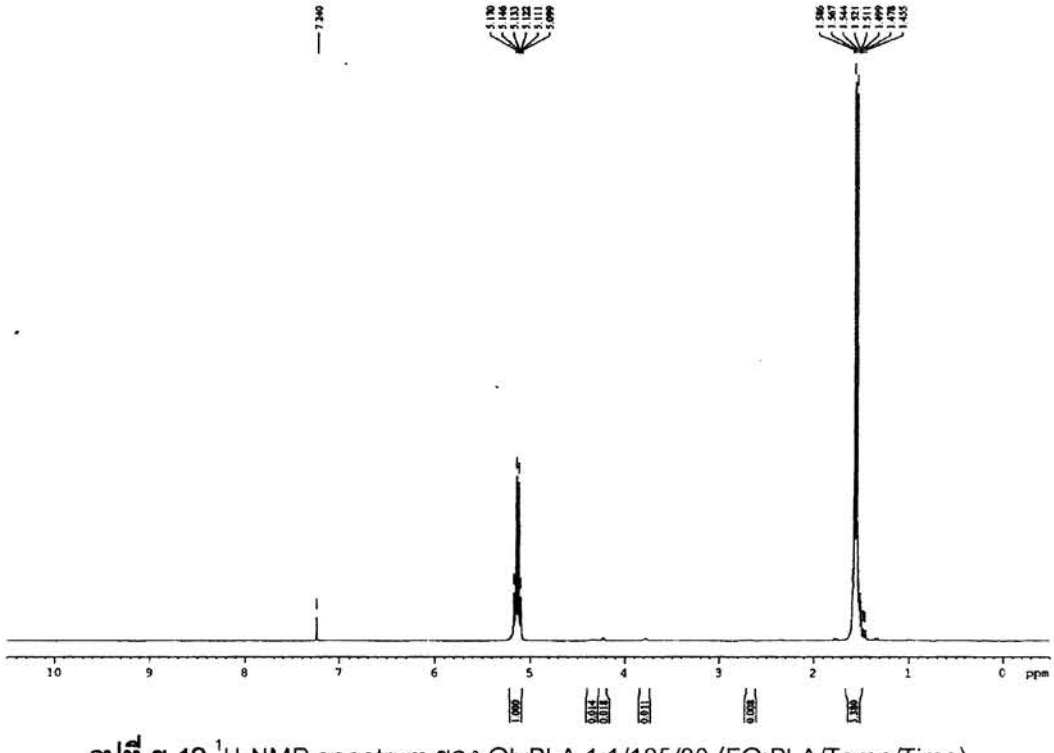
รูปที่ ข.9 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/175/30 (EG:PLA/Temp/Time)



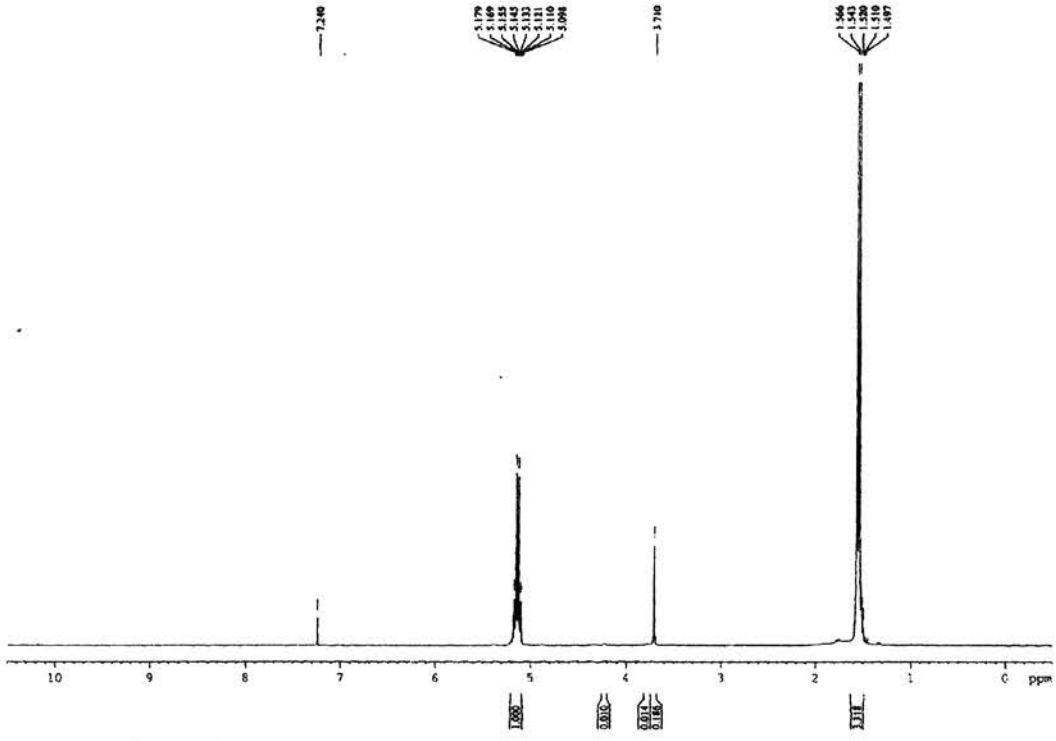
รูปที่ ข.10 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/175/60 (EG:PLA/Temp/Time)



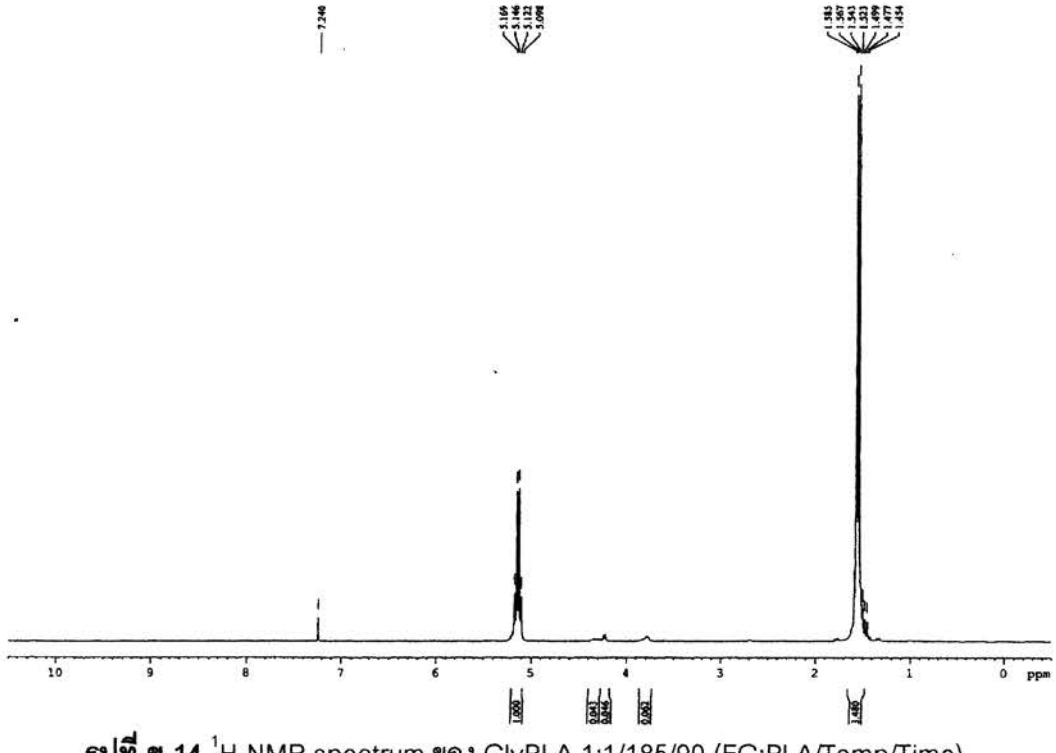
รูปที่ ข.11 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/175/90 (EG:PLA/Temp/Time)



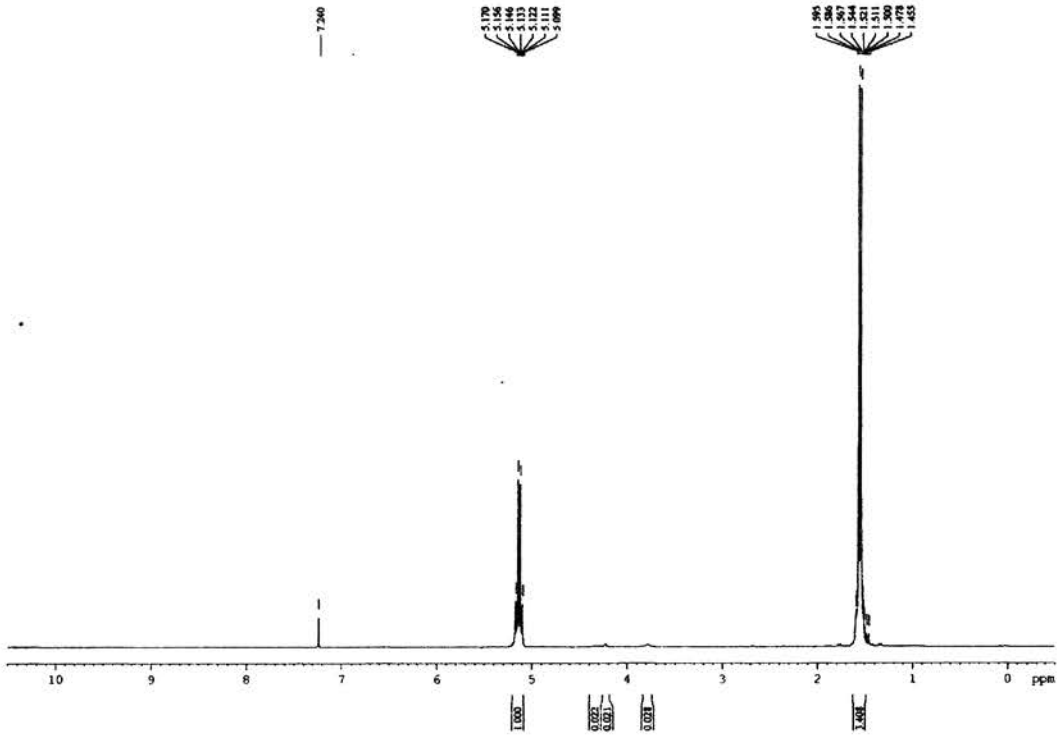
รูปที่ ข.12 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/185/30 (EG:PLA/Temp/Time)



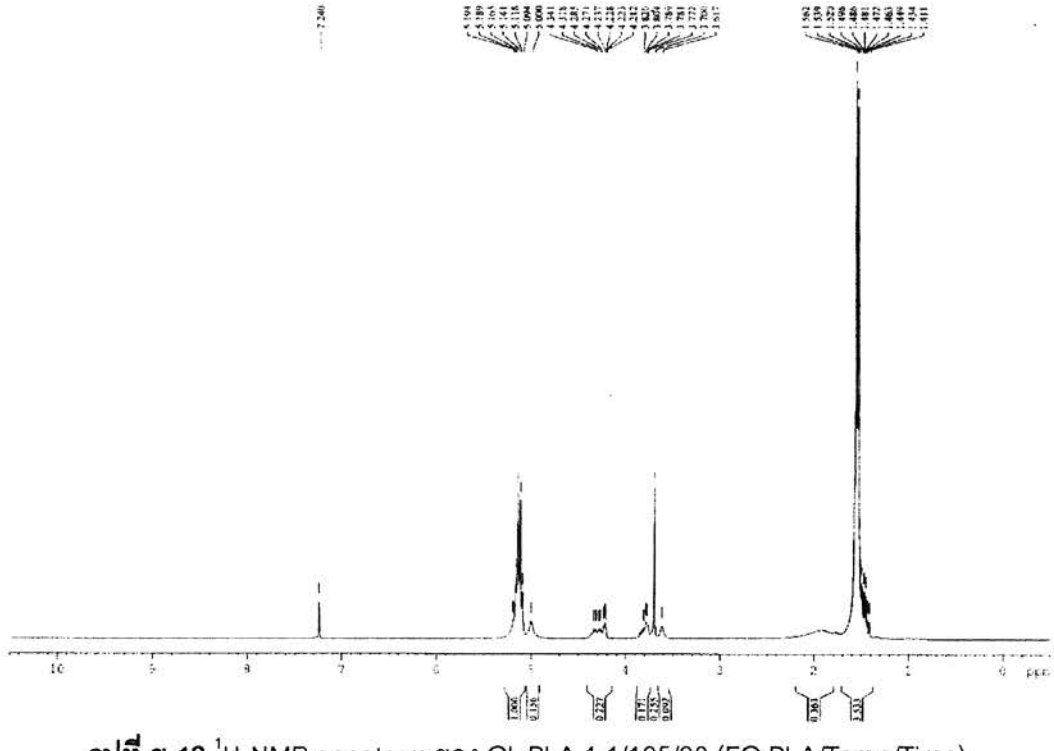
รูปที่ ข.13 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/185/60 (EG:PLA/Temp/Time)



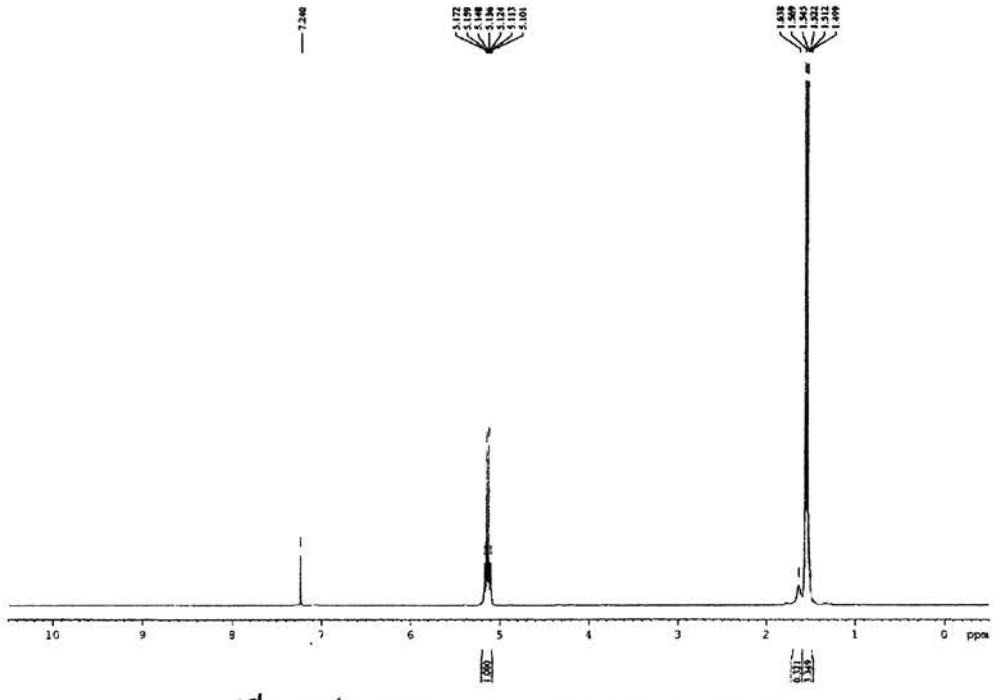
รูปที่ ข.14 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/185/90 (EG:PLA/Temp/Time)



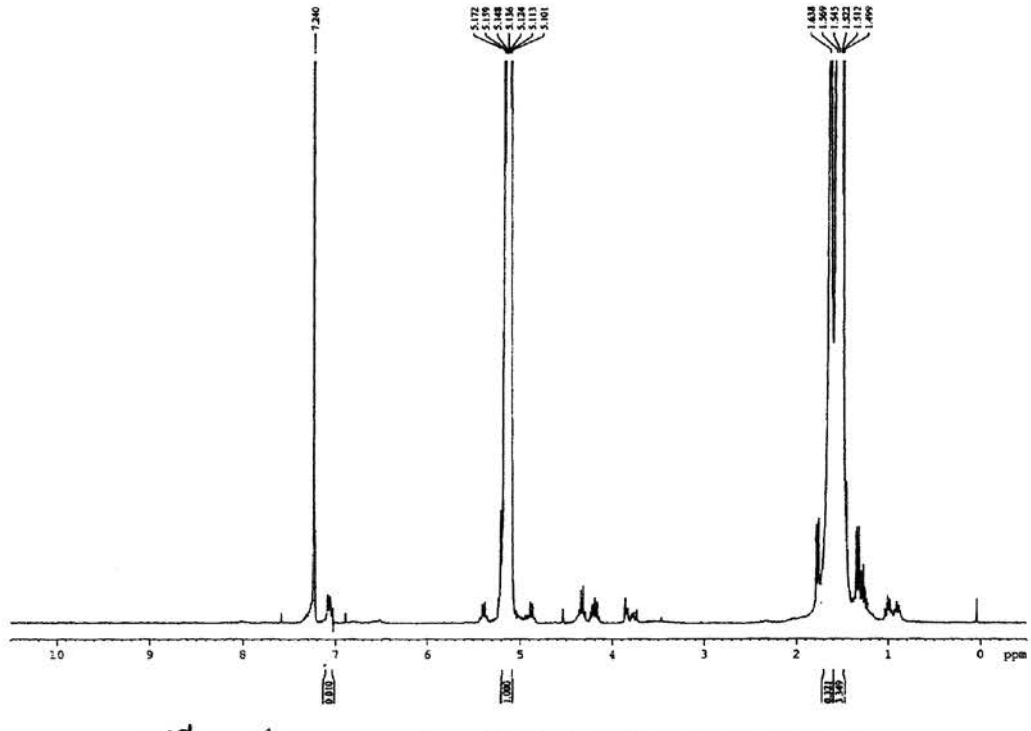
รูปที่ ข.15 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/195/60 (EG:PLA/Temp/Time)



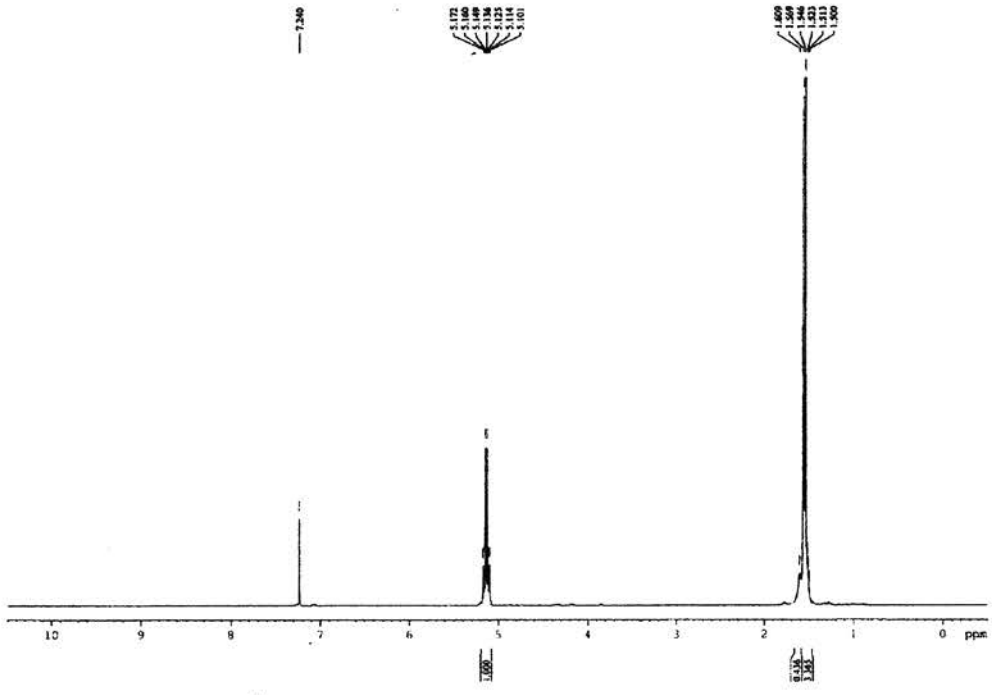
รูปที่ ข.16 ^{1}H-NMR spectrum ของ GlyPLA 1:1/195/90 (EG:PLA/Temp/Time)



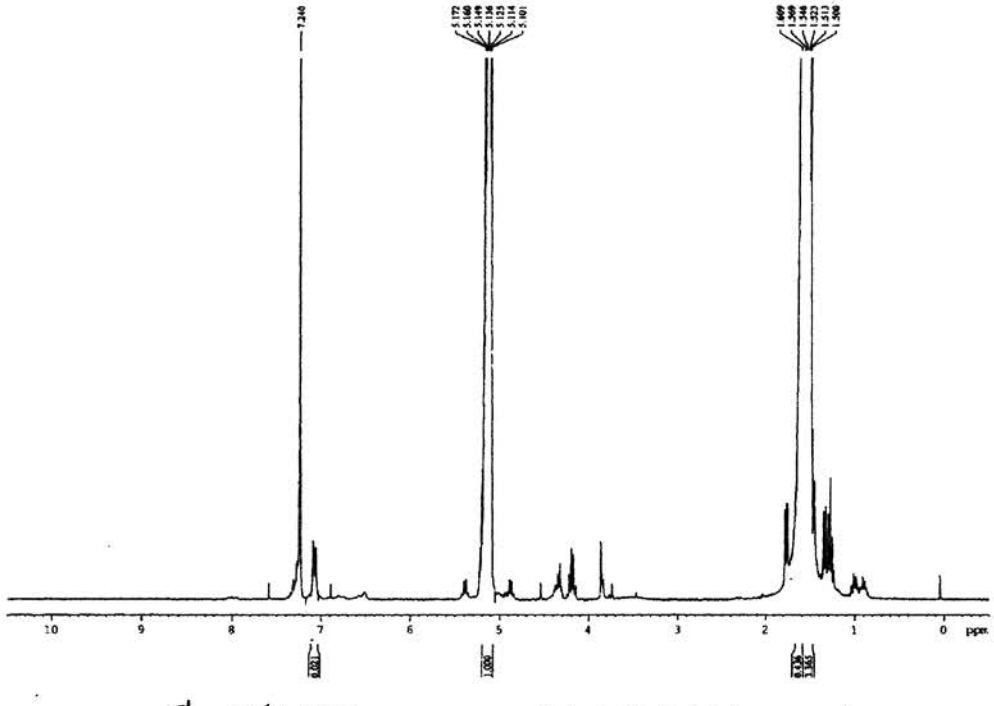
รูปที่ ข.17 ^{1}H-NMR spectrum ของ linked-GlyPLA1



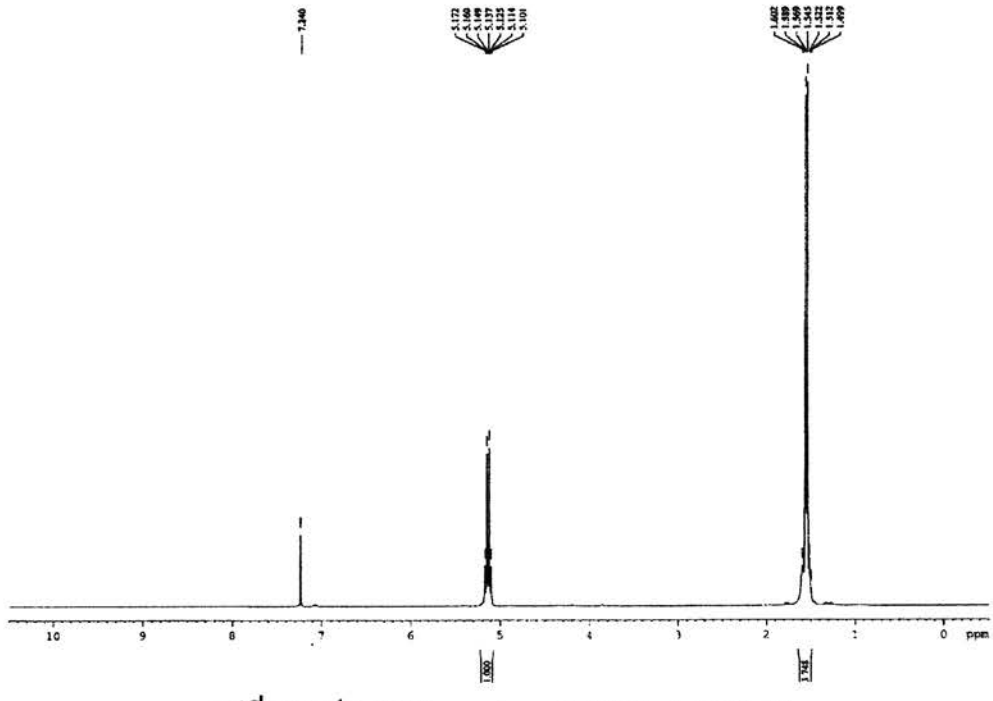
รูปที่ ข.18 ^{1}H-NMR spectrum ของ linked-GlyPLA1 (ภาพขยาย)



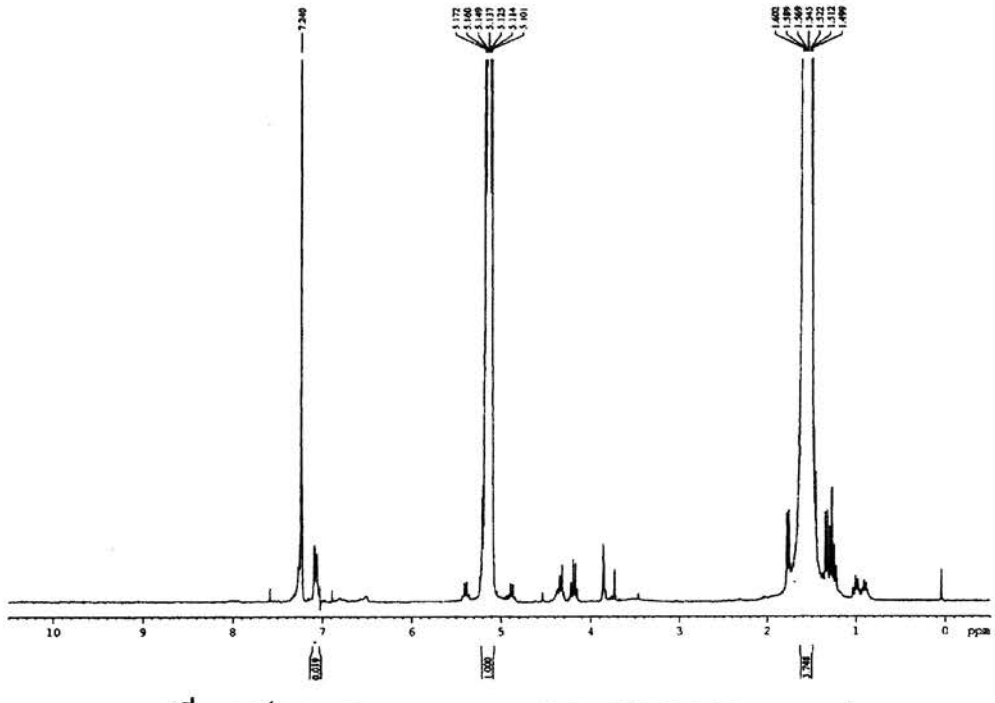
รูปที่ ข.19 ^{1}H-NMR spectrum ของ linked-GlyPLA2



รูปที่ ข.20 ^{1}H-NMR spectrum ของ linked-GlyPLA2 (ภาพขยาย)



รูปที่ ข.21 ^{1}H-NMR spectrum ของ linked-GlyPLA3



รูปที่ ข.22 ^{1}H-NMR spectrum ของ linked-GlyPLA3 (ภาพขยาย)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณัฐพร นาคเรืองศรี เกิดวันที่ 24 มีนาคม 2528 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2549 หลังจากนั้นศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคปลายปีการศึกษา 2551 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายของปีการศึกษา 2553 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี