

## รายการอ้างอิง

1. จิตชญา ตู๋จินดา, วรางคณา ศรีวรมย์. การซักผ้าแบบประหยัดน้ำ. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536.
2. ไมตรี ดวงสวัสดิ์. พิษของผงซักฟอกที่มีต่อสัตว์น้ำ. งานวิจัยสารพิษ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน.
3. รวยรื่น พึ่งสังวาลย์. รายงานการศึกษาอุตสาหกรรมผลิตผงซักฟอก. ผงซักฟอก. หน้า 1-14.
4. ศุภชัย สุขทนาร์ภ, ธวัชชัย จิตรไพบุลย์. การผลิตสารซักฟอกชนิดแห้ง. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.
5. กานดา ว่องไวลิขิต. การศึกษาสมบัติทั่วไปของสารลดแรงตึงผิว. การสัมมนาของภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.
6. Porter, M. R. Handbook of Surfactants. 2 nd ed. London : Chapman & Hall. 1994.
7. สุวัฒน์ ทรัพย์ะประภา. รายงานสัมมนาทางวิชาการเรื่องผงซักฟอกกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. หน้า 13-18.
8. ไชยยุทธ กลิ่นสุนทร. ผงซักฟอกกับการกำจัดน้ำเสีย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. หน้า 80-90.
9. Llenado, R. A., and Jamieson, R. A. Surfactants. Anal.Chem. 53 : 174 (1981).
10. Dyroff, D. R., Anantaneni, P. R. Process for Preparing Alkylbenzene. U.S.Patent No.5,185,485. 1993.
11. Spinner, J. B. Alkylation Process with Improved Linear Alkylbenzene Recovery. U.S. Patent No. 4,463,205. 1984.
12. Young, L. B. Preparing Phenylalkanes. U.S.Patent No. 4,301,316. 1981.
13. สมชาย ไอลูวรรณ. จลนพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี. ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

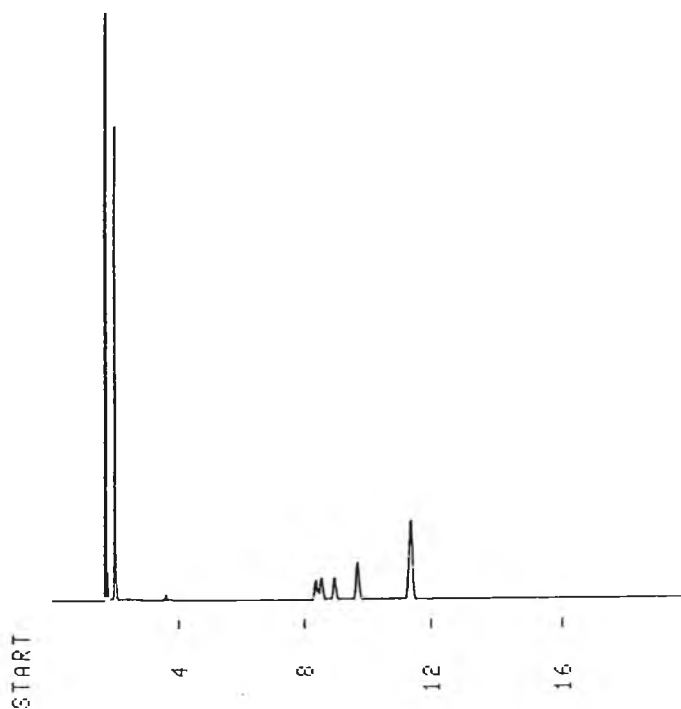
14. Stiles, A. B. and Koch, T. A. Catalyst Manufacture. 2 nd ed. New York : Marcell Dekker, Inc. 1995.
15. Satterfield, C. N. Chemical Engineering Series. Heterogeneous Catalyst in practice. New York : Mc Graw-Hill. 1996.
16. Bond, G. C. Heterogeneous Catalyst : Principle and Application. 2 nd ed. New York : Clarendon Press.1987.
17. Karsa, D. R. . Coming Clean : The World Market for Surfactants. Chemistry & Industry. 685 (1998).
18. Almeida, J. L. G., Dufaux, M., Taorit, Y. B. and Naccache, C. Linear Alkylbenzene. J.Am. Oil Chem. Soc. 71 : 675 (1994).
19. Swisher, R. D., Kaelble, E. F. and Liu, S. K. Capillary Gas Chromatography of Phenyldecane Alkylation and Isomerization Mixtures. J. Org. Chem. 26 : 4066 (1961).
20. Le, Q. N., Marler, D. O., McWilliams, J. P., Rubin, M., Shim, K. J. and Wong, S. S. U.S.Patent No.4,962,256. 1990.
21. Otvos, I., Iglewsky, S., Hunneman, D.H., Bartha, B., Balthazar Z. and Palyi, G. A Study of Detergent Biodegradability as Show by Various Analytical Techniques. J. Chromatoqr. 78 : 309 (1973).
22. Bravo, J., and Vergara, R. Upgrading of Linear Alkylbenzene By-product. Tenside Surfactants Deterg. 25 : 212 (1988).
23. Cavalli, L., Landone, A., Divo, C., Gini, G., Galli, M. and Bareggi, E. The Minor Components of Commercial Linear Alkylbenzene. J. Am. Oil Chem. Soc. 53 : 704 (1976) .
24. Olson, A. C. Alkylation of Aromatics. Ind. Eng. Chem. 52 : 833 (1960) .
25. Cohen, L., Vergara, R., Moreno, A. and Berna, J. L. Sulfonation with SO<sub>3</sub> : Relative Reactivity of Commercial Alkylbenzene Components. J.Am. Oil Chem. Soc. 72 : 157 (1995).

26. Liang, W., Yu, Z., Jin, Y., Wang, Z. and Wang, Y. Synthesis of Linear Alkylbenzene in a Liquid-Solid Circulating Fluidized Bed Reactor. J. Chem. Tech. Biotechnol. 62 : 98 (1995).

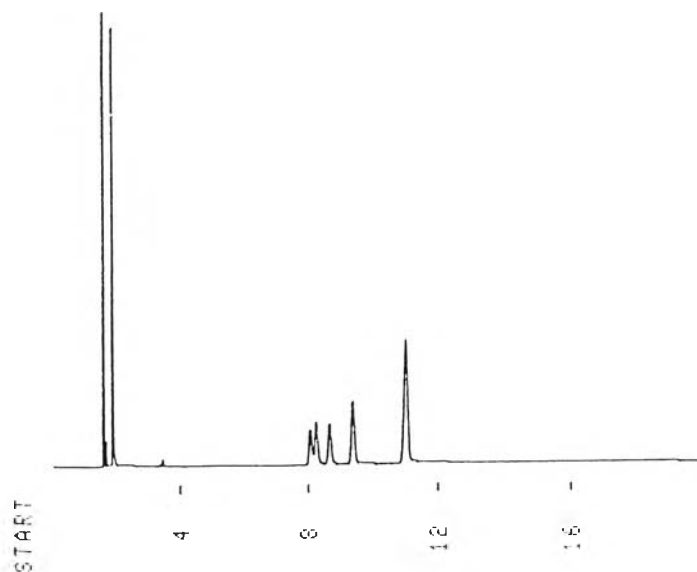
ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

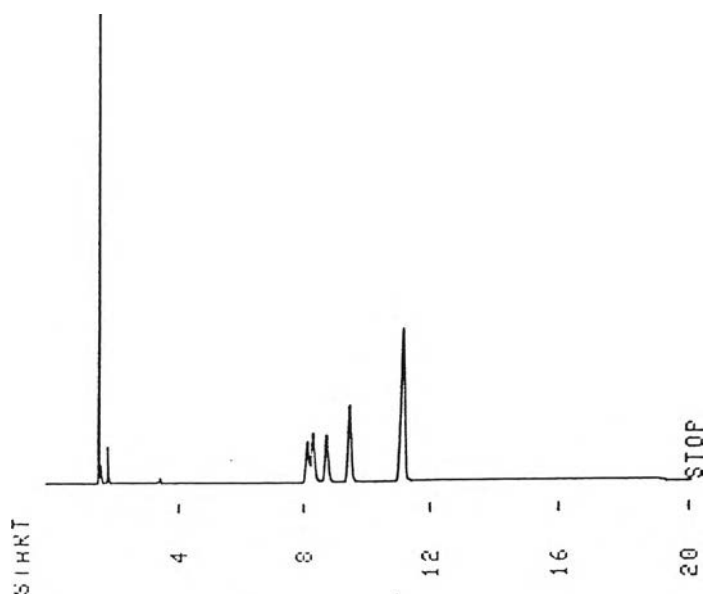
รูปที่ ก.1 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 30 นาที



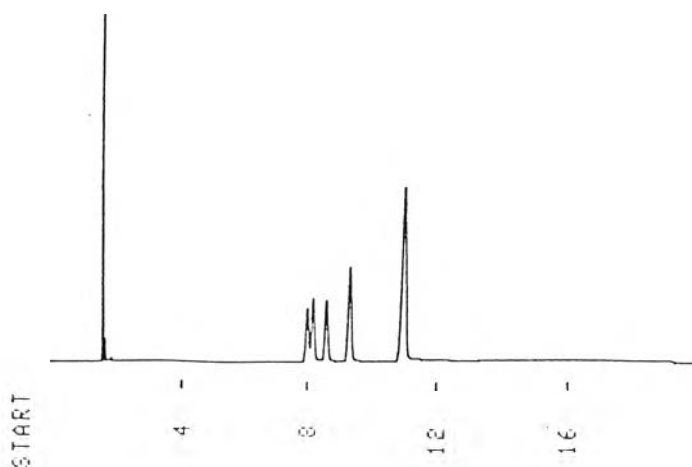
รูปที่ ก.2 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 45 นาที



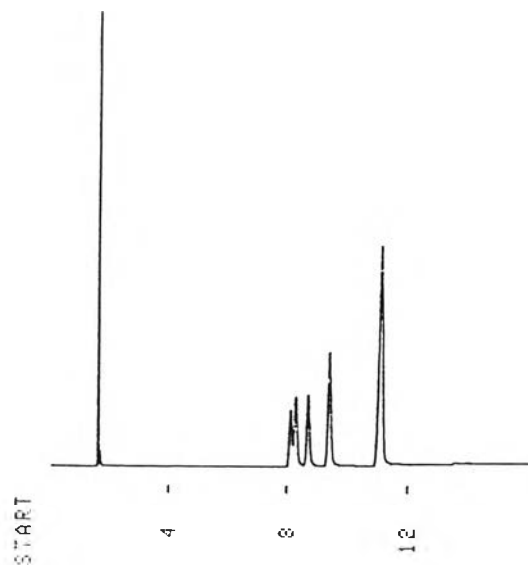
รูปที่ ก.3 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที



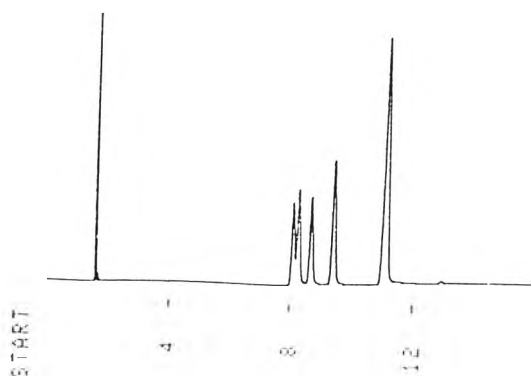
รูปที่ ก.4 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 120 นาที



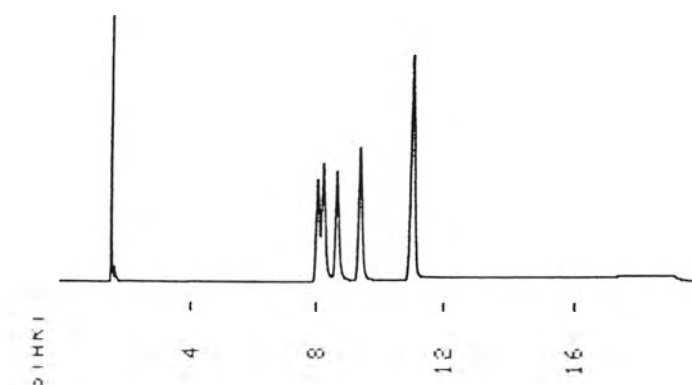
รูปที่ ก.5 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่เวลา 60 นาที ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส



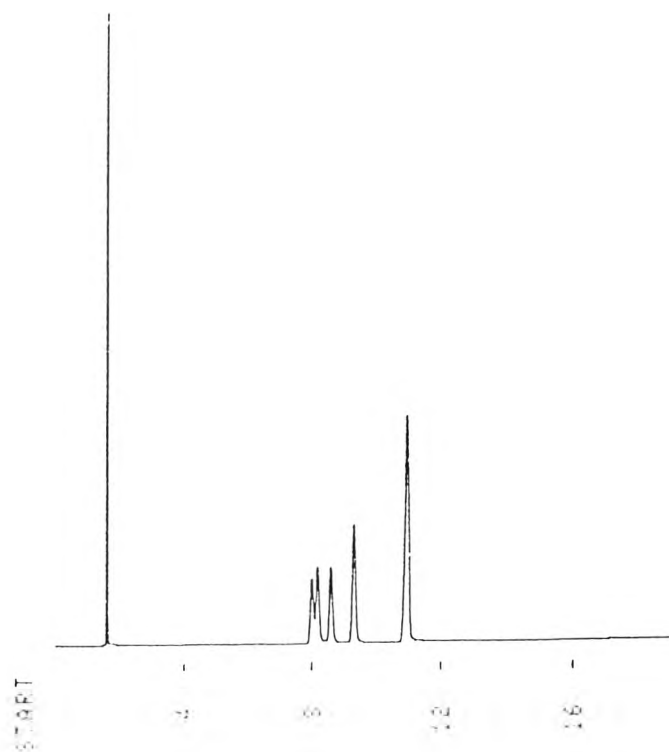
รูปที่ ก.6 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่เวลา 60 นาที ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ ก.7 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม ปริมาณเบนซีน 5 มิลลิลิตร

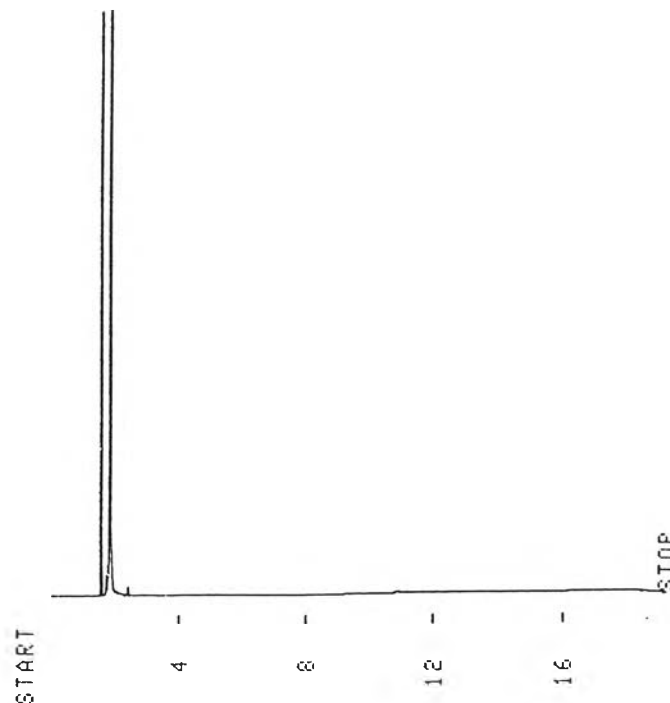


รูปที่ ก.8 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร

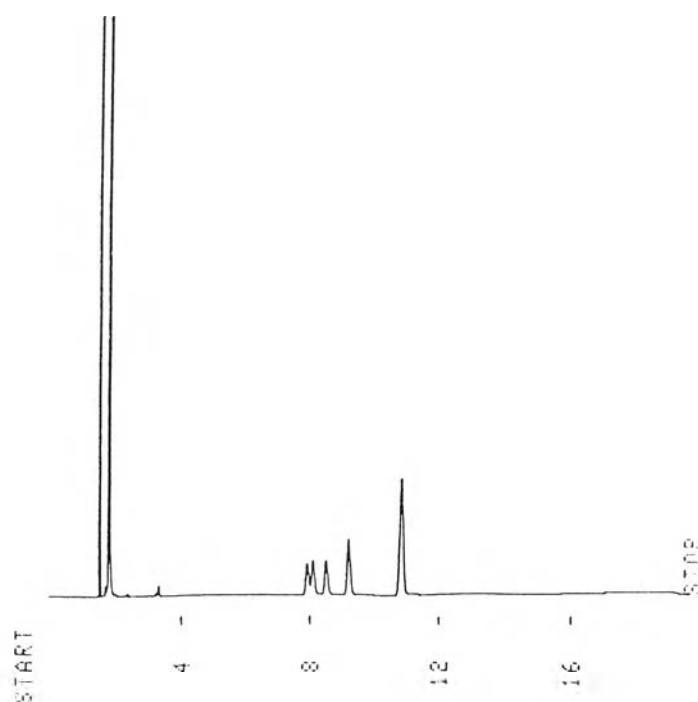




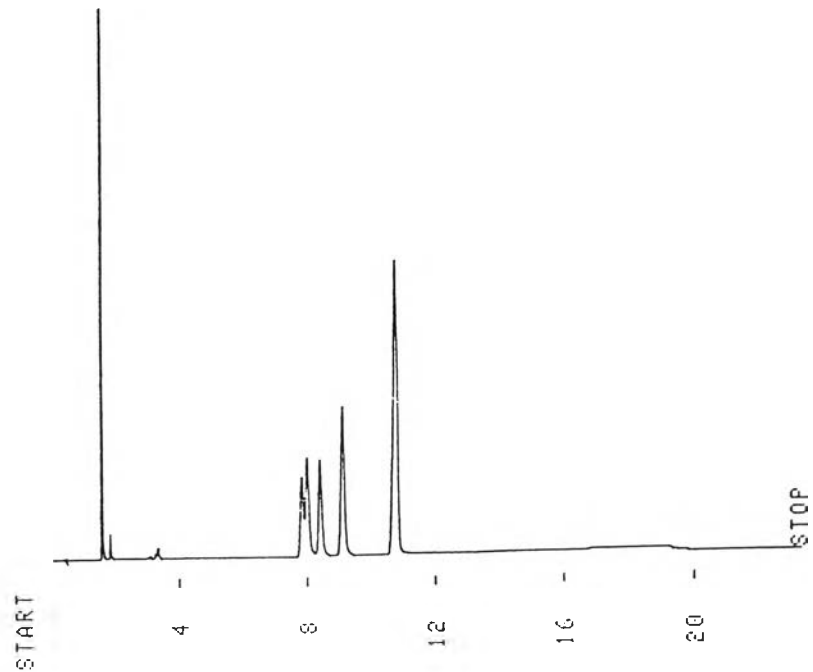
รูปที่ ก.9 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.01 กรัม



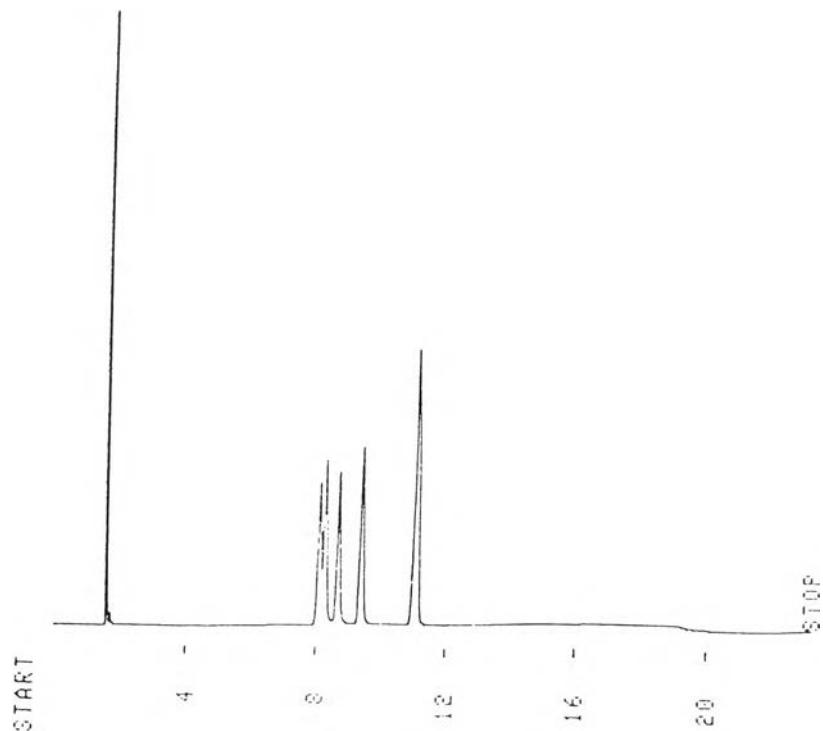
รูปที่ ก.10 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.05 กรัม



รูปที่ ก.11 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม



รูปที่ ก.12 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.3 กรัม



## ภาคผนวก ข

ตัวอย่างของ Retention time จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน

ตารางที่ ข.1 Retention time จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เมื่อเวลาในการทำปฏิกิริยาต่างๆ กัน

สารองค์ประกอบ	Retention time			
	30 นาที	45 นาที	60 นาที	120 นาที
Benzene	1.64	1.58	1.63	1.58
Dodecene	1.93	1.85	-	-
6-phenyl dodecane	8.25	8.04	8.23	8.03
5-phenyl dodecane	8.44	8.22	8.41	8.21
4-phenyl dodecane	8.86	8.63	8.83	8.62
3-phenyl dodecane	9.59	9.35	9.56	9.35
2-phenyl dodecane	11.29	11.01	11.26	11.03

## ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร

เวลา (นาที)	ร้อยละโดยน้ำหนักของสารประกอบอัลคิลเบนซีน				
	2-phenyl dodecane	3-phenyl dodecane	4-phenyl dodecane	5-phenyl dodecane	6-phenyl dodecane
30	40.18	13.33	11.41	9.80	8.80
45	42.76	17.74	12.76	11.49	9.55
60	44.27	19.90	12.68	12.62	10.54
120	43.08	20.08	14.16	12.37	10.31
180	42.49	19.37	13.67	12.82	11.65
360	42.37	18.89	14.80	12.68	11.27

ตารางที่ ค.2 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่ออุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละโดยน้ำหนักของสารประกอบอัลคิลเบนซีน				
	2-phenyl dodecane	3-phenyl dodecane	4-phenyl dodecane	5-phenyl dodecane	6-phenyl dodecane
0	43.12	19.43	15.21	12.70	9.54
36	44.42	19.40	14.01	12.00	10.17
60	42.72	19.34	14.46	12.29	11.19
70	40.89	18.10	15.71	13.16	12.15
80	40.46	17.83	15.03	13.83	12.85

ตารางที่ ค.3 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อปริมาณเบนซีนในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และ เวลา 60 นาที

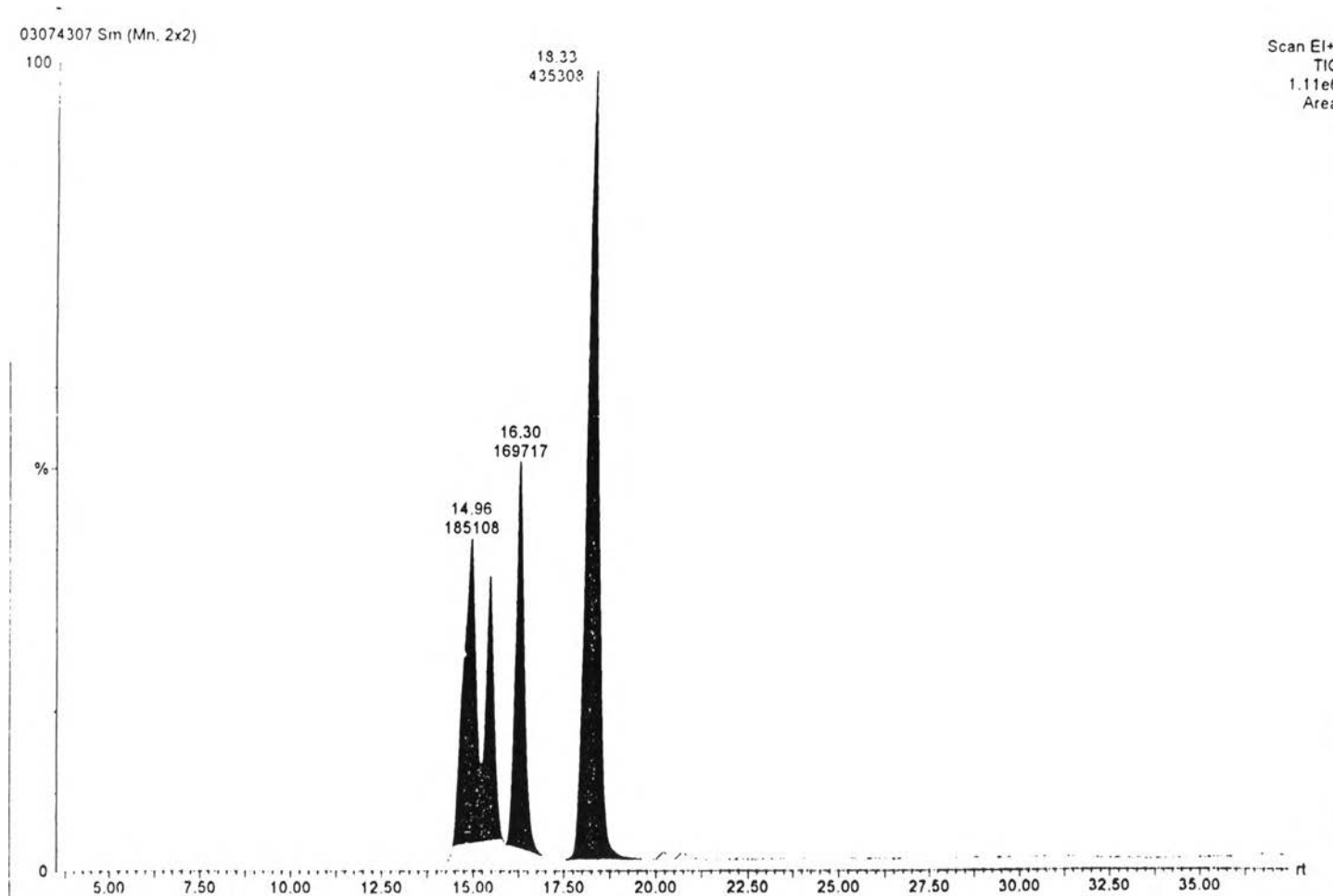
ปริมาณ เบนซีน (มิลลิลิตร)	ร้อยละโดยน้ำหนักของสารประกอบอัลคิลเบนซีน				
	2-phenyl dodecane	3-phenyl dodecane	4-phenyl dodecane	5-phenyl dodecane	6-phenyl dodecane
5	38.59	18.34	16.46	14.73	11.88
10	40.96	18.87	15.45	13.60	11.12
20	42.51	19.18	14.86	12.69	10.76
30	43.74	18.90	13.92	12.13	11.31
50	44.90	19.55	12.78	12.21	10.55

ตารางที่ ค.4 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที และปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร

ปริมาณ ตัวเร่ง ปฏิกิริยา (กรัม)	ร้อยละโดยน้ำหนักของสารประกอบอัลคิลเบนซีน				
	2-phenyl dodecane	3-phenyl dodecane	4-phenyl dodecane	5-phenyl dodecane	6-phenyl dodecane
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	19.26	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	42.51	19.18	14.86	12.69	10.76
0.15	43.42	18.76	13.24	12.57	12.01
0.20	38.73	18.32	16.21	14.46	12.36
0.25	38.26	19.51	14.98	14.62	12.63
0.30	33.25	19.04	16.06	16.46	15.19

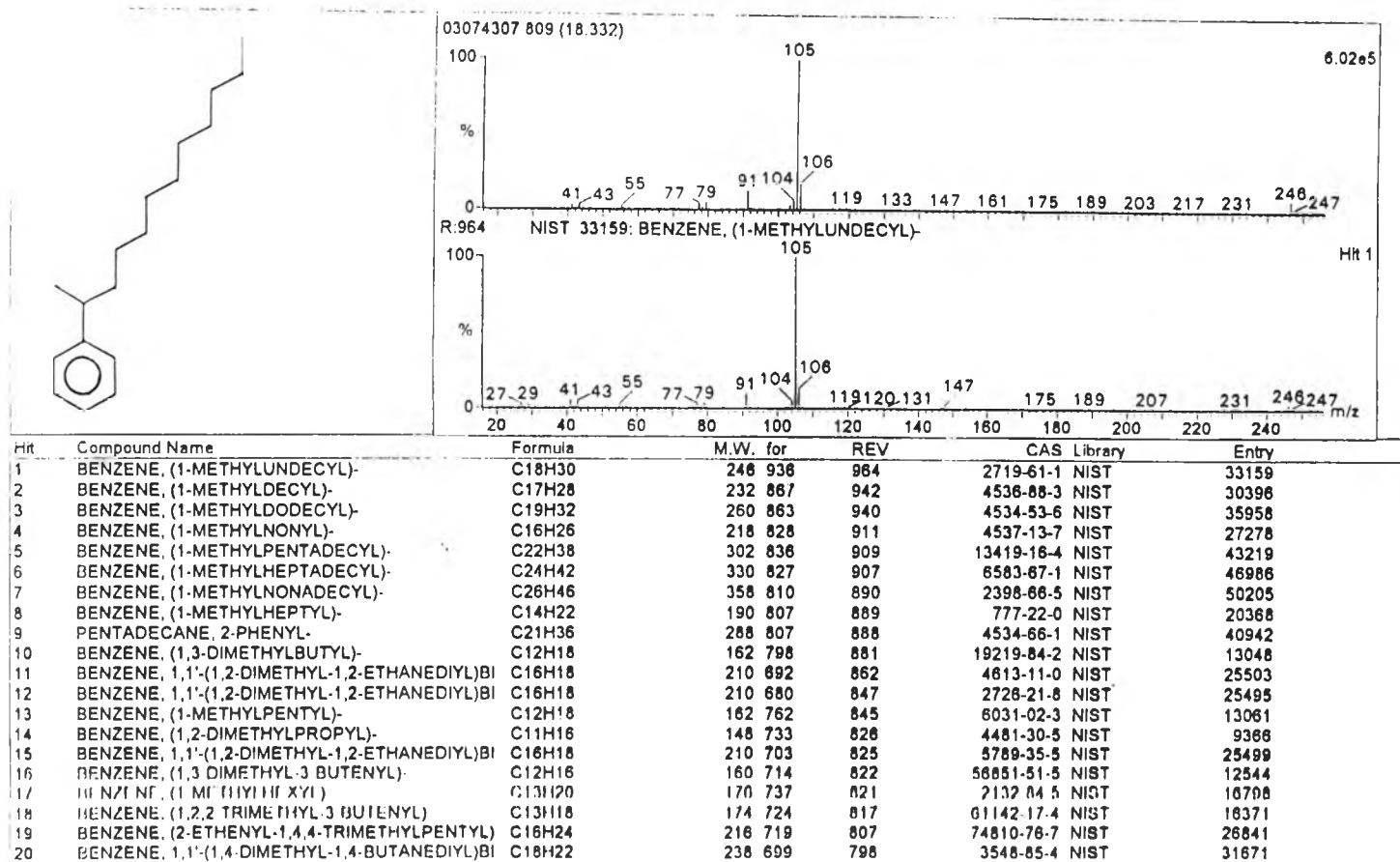
### ภาคผนวก ง

รูปที่ ง.1 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที

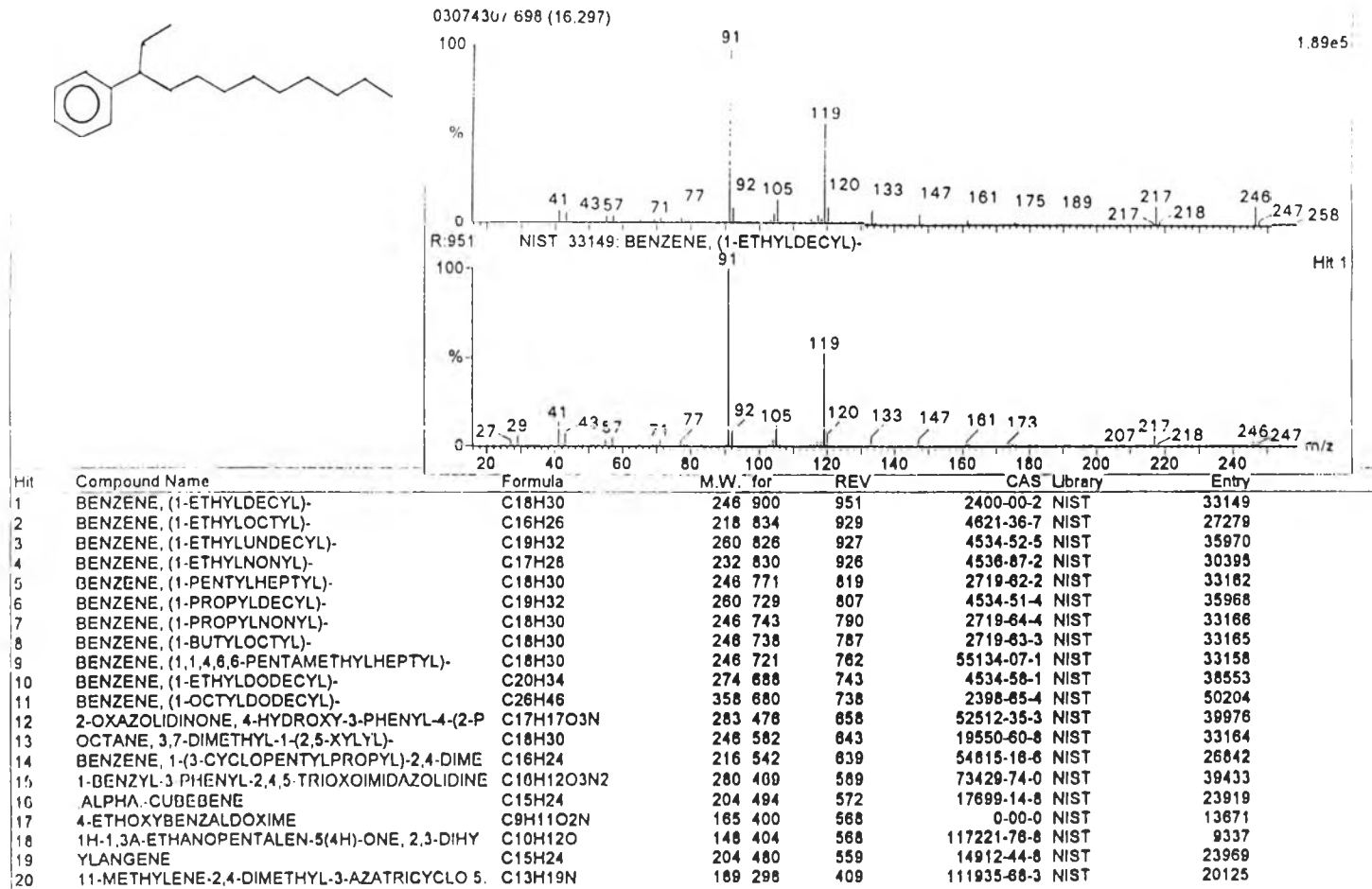




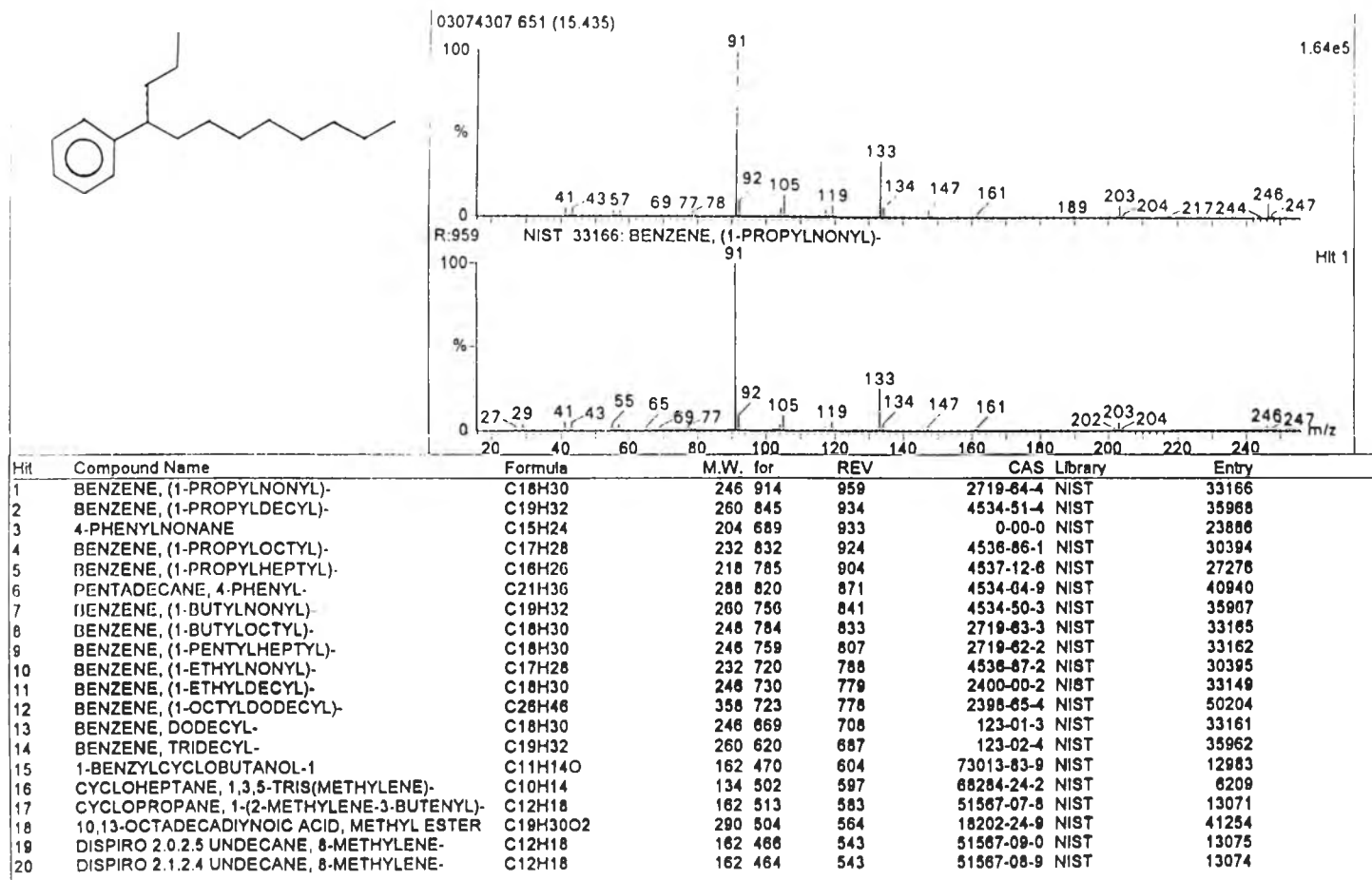
รูปที่ ง.2 ลักษณะโครงสร้างของ 2-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที



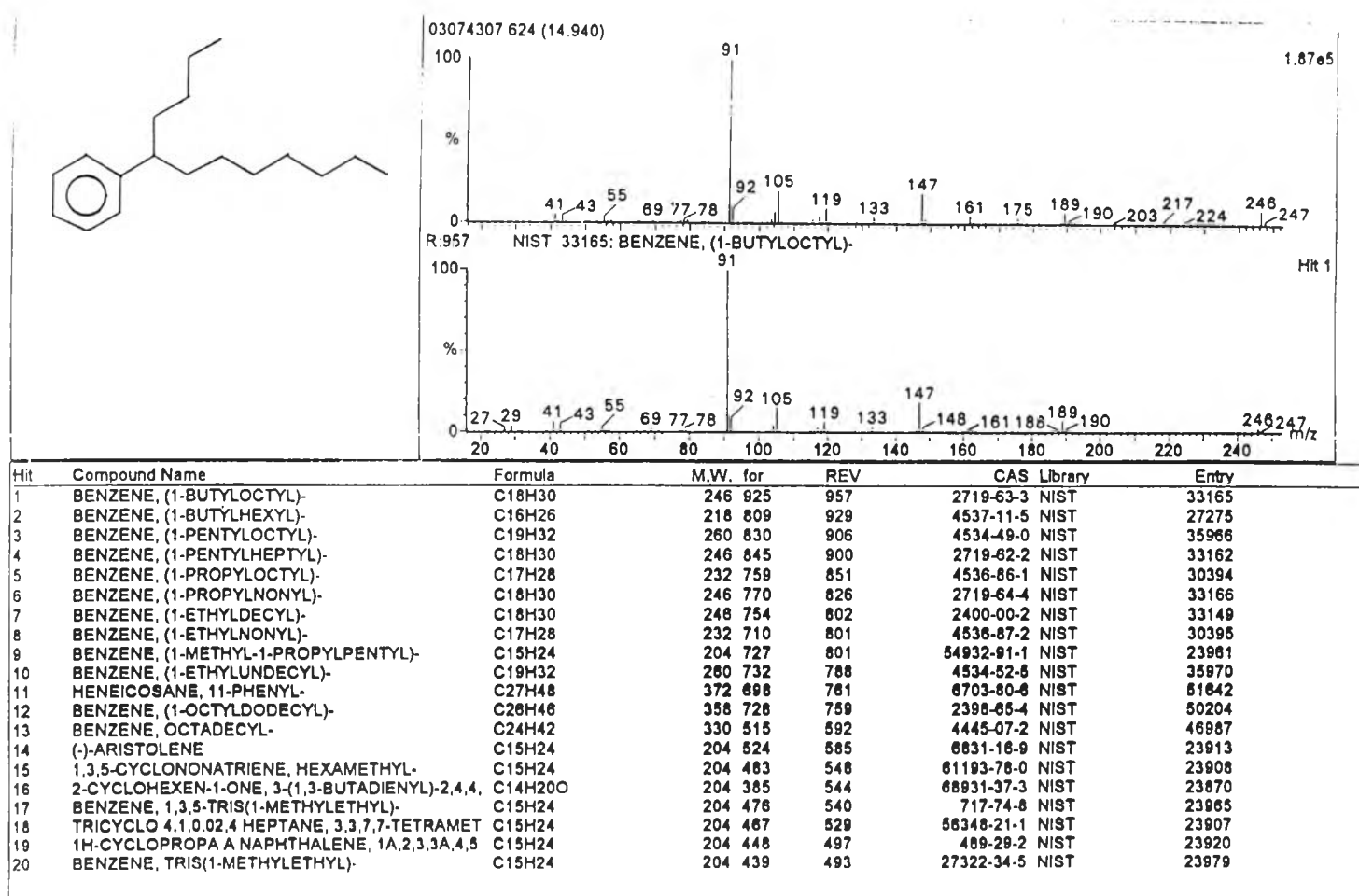
รูปที่ ง.3 ลักษณะโครงสร้างของ 3-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที



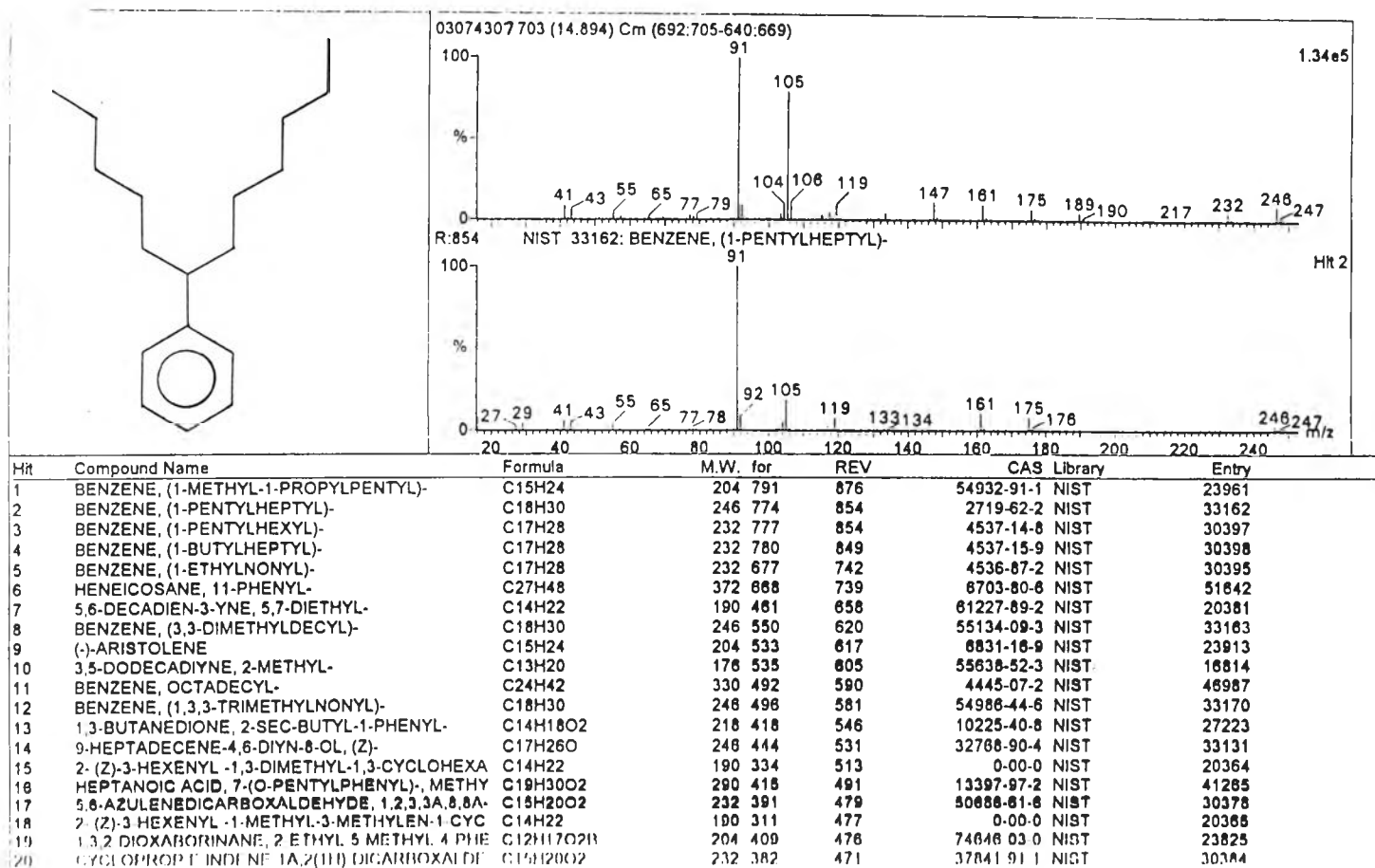
รูปที่ 4.4 ลักษณะโครงสร้างของ 4-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที



รูปที่ ๓.5 ลักษณะโครงสร้างของ 5-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที



รูปที่ ง.6 ลักษณะโครงสร้างของ 6-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมตรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภากร แซ่เตียว เกิดเมื่อวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ในปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540

