

เอกสารอ้างอิง

1. Fennema, O., "Chemical Changes in Food During Processing," Food Technol., 38(3), 48, 1984.
2. Lund, D.B., "Effect of Heat Processing," Food Technol., 27(1), 18-19, 1973.
3. Thompson, D.R., "The Challenge in Predicting Nutrient Changes During Food Processing," Food Technol., 36(2), 97-108, 115, 1982.
4. Wilkinson, S.A., M.D. Earle, and A.C. Cleland, "Kinetics of Vitamin A Degradation in Beef Liver Puree on Heat Processing," J. Food Sci., 46(1), 32, 33, 40, 1981.
5. อมรา จันทราภานนท์, โภชนศาสตร์ และ โภชนบำบัด, หน้า 162-174, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร, 2512.
6. Frank, A.L., Basic Food Chemistry, pp. 212-214, AVI Publishing Co., Inc., Westport, 1983.
7. Sivell, L.M., N.L. Bull, D.H. Buss, R.A. Wiggins, D. Scuffam, and P.A. Jackson, "Vitamin A Activity in Foods of Animal Origin," J. Sci. Food Agric., 35(8), 931-939, 1984.
8. Harris, R.S., P.L. Munson, J. Glover, and E. Diczfalusy, Vitamins and Hormones, Vol. 32, pp. 132-133, Academic Press, New York, 1974.
9. Gregory, J.F. III, "Chemical Changes in Vitamins During Food Processing," Food Technol., 38(3), 51, 1984.
10. Bender, A.E., Food Processing and Nutrition, pp. 27-32, Academic Press, New York, 1978.

11. De Ritter, E., "Stability Characteristics of Vitamins in Processed Foods," Food Technol., 30(1), 48-54, 1976.
12. Harris, R.S., "Chemistry of Vitamin A and carotene," The Vitamins (Sebrell, W.H., J.R., and R.S. Harris), Vol I, pp. 10-52, Academic Press, New York, 2nd ed., 1967.
13. Bauernfeind, J.C., and W.M. Cort, "Nutrification of Foods with Added Vitamin A," CRC Crit. Rev. Food Technol., 4, 337, 1974.
14. Harper, J.M., "Food Extrusion," CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 11, 155, 1978.
15. Willich, R.K., N.J. Morris, R.T. O'Connor, and A.F. Freeman, "Peanut Butter. 8. Effects of Processing and Storage on Vitamin A Incorporated in Peanut Butter," Food Technol., 8, 381, 1954.
16. Kizlaitis, L., C. Deibel, and A.J. Siedler, "Nutrient Content of Variety Meats," Food Technol., 18, 103, 1964.
17. Hannukainen, E., and F.P. Niinivaara, "Die zerstörung des vitadie wirkung der Ascorbinsäure auf die zerstörung des Vitamins A während des kochens und zerkleinerns der leber," Fleischwir., 54, 1363, 1974.
18. Ford, J.E., J.W.G. Porter, S.Y. Thompson, J. Toothill, and J. Edwards-Webb, "Effect of Ultra-High-Temperature (UHT) Processing and of Subsequent Storage on the Vitamin Content of Milk," J. Dairy Res., 36, 447, 1969.
19. Le Maguer, I., and H. Jackson, "Stability of Vitamin A in Pasteurized and Ultra-High Temperature Processed Milks," J. Dairy Sci., 66(12), 2452-2458, 1983.

20. Denton, C.A., C.A. Cabell, H. Bastron, and R. Davies, "The Effect of Spray-drying and the Subsequent Storage of the Dried Product on the Vitamin A, D and Riboflavin Content of Eggs," J. Nutri., 28, 421, 1944.
21. Labuza, T.P., Food for Thought, pp. 94, AVI Publishing Co., Inc., Westport, 1974.
22. Hellendoorn, E.W., A.P. de Groot, L.P. van der Mijll Dekker, P. Slump, and J.J.H. Willems, "Nutritive Value of Canned Meats," J. Am. Diet. Assoc., 58, 434, 1971.
23. Oswald, A.R., and S. Mahadevan, "Physicochemical Methods of Vitamin A Assay," The Vitamins (Paul Gyorgy, and W.N. Pearson) Vol. VI, pp. 139-170, Academic Press, New York, 2nd ed., 1967.
24. Deutsch, M.J., Associate Chapter Editor, "Vitamins and Other Nutrients," Official Methods of Analysis (Williams, S.), pp. 830 - 835, AOAC. Inc., Arlington, 14th ed., 1984.
25. Parrish, D.B., R.A. Moffitt, R.J. Noel, and J.N. Thomson, "Vitamin A," Methods of Vitamin Assay (Augustin, J.), pp. 153-184, John Wiley & Sons, Inc., New York, 4th ed., 1985.
26. Grys, S., "An Improved and Accurate Procedure for the Determination of Vitamin A," Analyst (London), 100, 637-639, 1975.
27. USP, "Vitamin A Assay," The United States Pharmacopeia, pp. 632, Mack Printing Company, Easton, 19th revision, 1975.
28. Van Niekerk, P.J., "Determination of Vitamins," HPLC in Food Analysis (Macrae, R.), pp. 188-196, Academic Press, London, 1982.
29. Jackson, P.A., "HPLC Analysis of Vitamins," Food Flavorings, Ingredients, Processing, Packaging, 4(12), 12-18, 1982.

30. Egberg, D.C., J.C. Heroff, and R.H. Potter, "Determination of all-trans and 13-cis Vitamin A in Food Products by High Pressure Liquid Chromatography," J. Agric. Food Chem., 25(5), 1127-1131, 1977.
31. Rockley, N.L., B.A. Halley, and E.C. Nelson, "Infrared Spectroscopy of Retinoids," Analytical Biochemistry, 133, 314-321, 1983.
32. Vecchi, M., J. Vesely, and G. Oesterhelt, "Applications of High Pressure Liquid Chromatography and Gas Chromatography to Problems in Vitamin A Analysis," J. Chromatogr., 83, 447, 1973.
33. Van De Weerdhof, T., M.L. Wiersum, and H. Reissenweber, "Application of Liquid Chromatography in Food Analysis," J. Chromatogr., 83, 455, 1973.
34. Kangsadalampai, K., and P. Sungpuag, "Vitamin A and β -carotene," Laboratory Manual for Food Analysis, pp. 48-50, INMU Publication, Bangkok, 1984.
35. Lund, D.B., "Effect of Commercial Processing on Nutrients," Food Technol., 33(2), 28-34, 1979.
36. Levenspiel, O., Chemical Reaction Engineering, pp. 21, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd ed., 1972.
37. Garrett, E.R., "Prediction of Stability in Pharmaceutical Preparations II.; Vitamin Stability in Liquid Multivitamin Preparations," J. Am. Pharm. Assoc., 45(3), 171, 1956.
38. Bigelow, W.D., "The Logarithmic Nature of Thermal Death Time Curves," J. Infectious Diseases, 29, 528, 1921. (Reprinted in Goldblith et al, 1961).
39. Aiba, S., A.E. Humphrey, and N.F. Millis, Biochemical Engineering, University of Tokyo Press, Tokyo, 1965.

40. Hayakawa, K.I., "A Critical Review of Mathematical Procedure for Determining Proper Heat Sterilization Processes," Food Technol., 32(3), 59, 1978.
41. Slater, J.G., H.A. Stone, B.T. Palermo, and R.N. Duvall, "Reliability of Arrhenius Equation in Predicting Vitamin A Stability in Multi-vitamin Tablets," J. Pharm. Sci., 68(1), 49-52, 1979.
42. Maqsood, A.S., S.A. Haque, and A.H. Khan, "Stability of Vitamin A in Ghee and Vitaminised Vanaspati," Pakist. J. Sci. Ind. Res., 6, 119, 1963.
43. Wilkinson, S.A., M.D. Earle, and A.C. Cleland, "Effects of Food Composition, pH, and Copper on the Degradation of Vitamin A in Beef Liver Puree During Heat Processing," J. Food Sci., 47(3), 844-848, 1982.
44. Hill, C.G., R.A. Grieger-Block, "Kinetic Data : Generation, Interpretation, and Use," Food Technol., 34(1), 56, 1980.
45. Ellis, R.L., and Associate Chapter Editor, "Meat and Meat Products," Official Methods of Analysis (Williams, S.), pp. 431-443, AOAC. Inc., Arlington, 14th ed., 1984.
46. Jenness, R., and S. Patton, Principles of Dairy Chemistry, pp. 123-125, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959.
47. Andres, C., "Antioxidant-Quality Protectors," Food Processing, 46(2), 37-41, 1985.
48. Hotchkiss, J.H., and R.G. Cassens, "Nitrate, Nitrite, and Nitroso Compounds in Foods," Food Technol., 41(4), 127-133, 1987.
49. Love, J.D., "The Role of Heme Iron in the Oxidation of Lipids in Red Meats," Food Technol., 37(7), 117-120, 1983.

50. Pomeranz, Y., Functional Properties of Food Components, pp.10-11, Academic Press, Inc., London, 1985.
51. พยอม ตันติวัฒน์, เครื่องเทศ, หน้า 34, เอกสารเรียบเรียง, 2527.
52. Pryde, A. and M.T. Gilbert, Applications of High Performance Liquid Chromatography, pp.11-12, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1979.
53. รำไพ สุขสวัสดิ์ ฅ.อยุธยา, สถิติการวิจัย, หน้า 62-65, ภาควิชาชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร, 2526.

การคำนวณ

ภาคผนวก ก

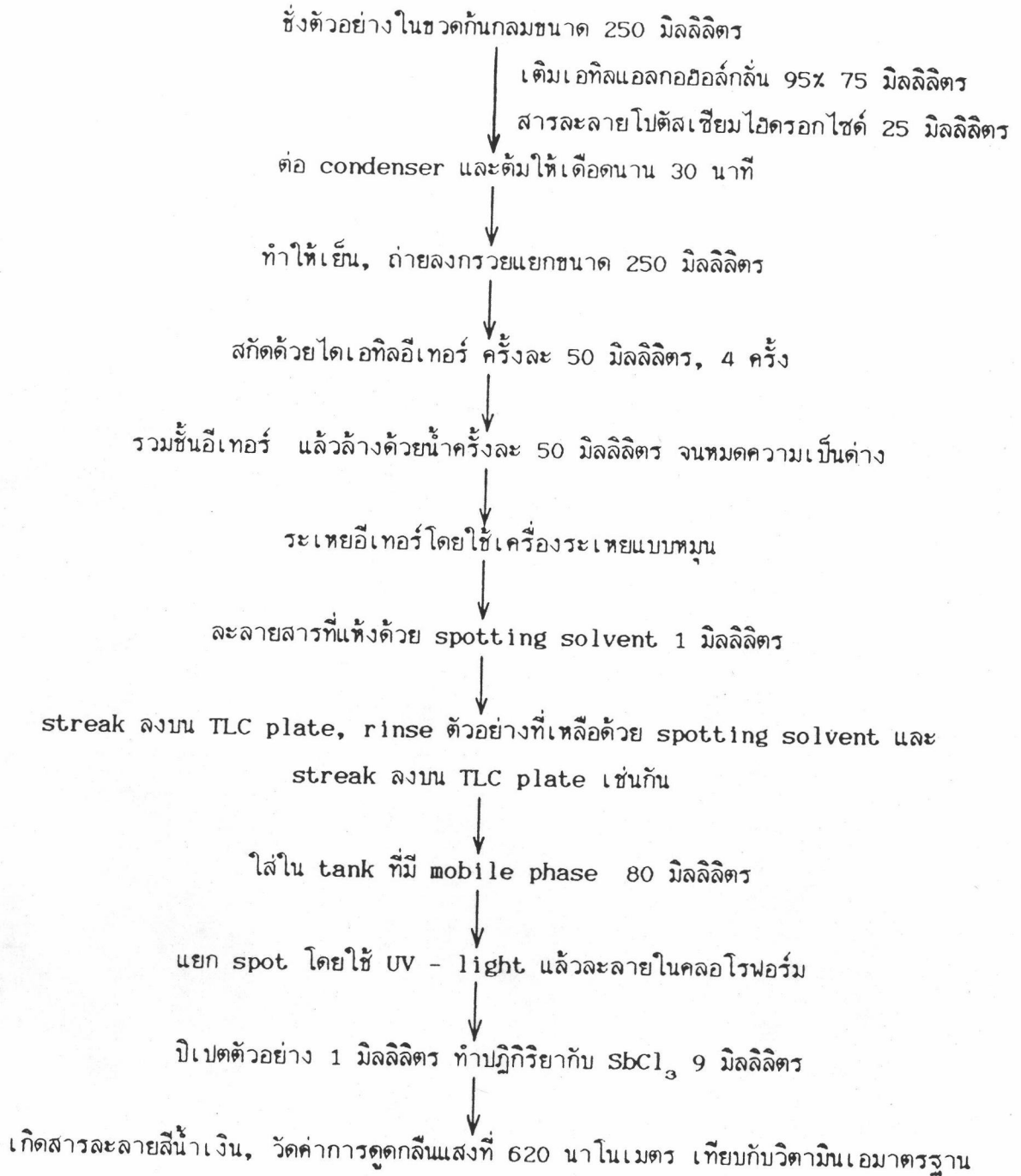
วิธีวิเคราะห์วิตามินเอ

ก.1 วิธีวิเคราะห์วิตามินเอโดย Carr-Price Method (4,27)

สารเคมี

1. สารละลายโบตัสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 50 ٪ น้ำหนักต่อปริมาตร
2. การเตรียม TLC plate
ซึ่ง silica gel G 30 กรัม เติมน้ำ 60 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
เคลือบบน plate ขนาด 20x20 เซนติเมตร หนที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. spotting solvent
ผสม petroleum ether, absolute ethanol, triethylamine
ในอัตราส่วน 20 : 1 : 1 ตามลำดับ
4. mobile phase
ผสม cyclohexane และ ethyl acetate ในอัตราส่วน 3:1 ตาม
ลำดับ
5. สารละลายแอนติโมนีไตรคลอไรด์
ละลาย $SbCl_3$ 100 กรัม ในคลอโรฟอร์มและปรับปริมาตรเป็น 500
มิลลิลิตร

ขั้นตอนการวิเคราะห์

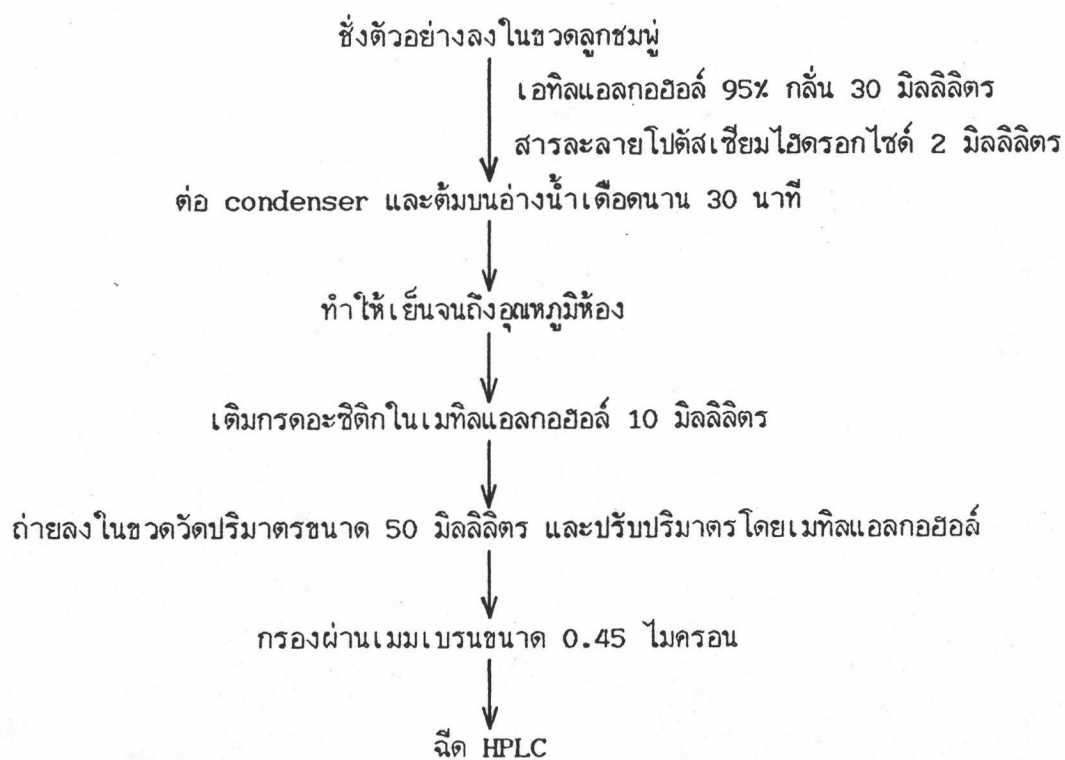


ก.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับ HPLC โดยวิธีตกตะกอน (30)

สารเคมี

1. เอทิลแอลกอฮอล์ 95% กลั่น
2. สารละลายโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 กรัมต่อมิลลิลิตร
3. สารละลายกรดอะซิติกในเมทิลแอลกอฮอล์ เข้มข้น 0.1 กรัมต่อมิลลิลิตร

ขั้นตอนการวิเคราะห์

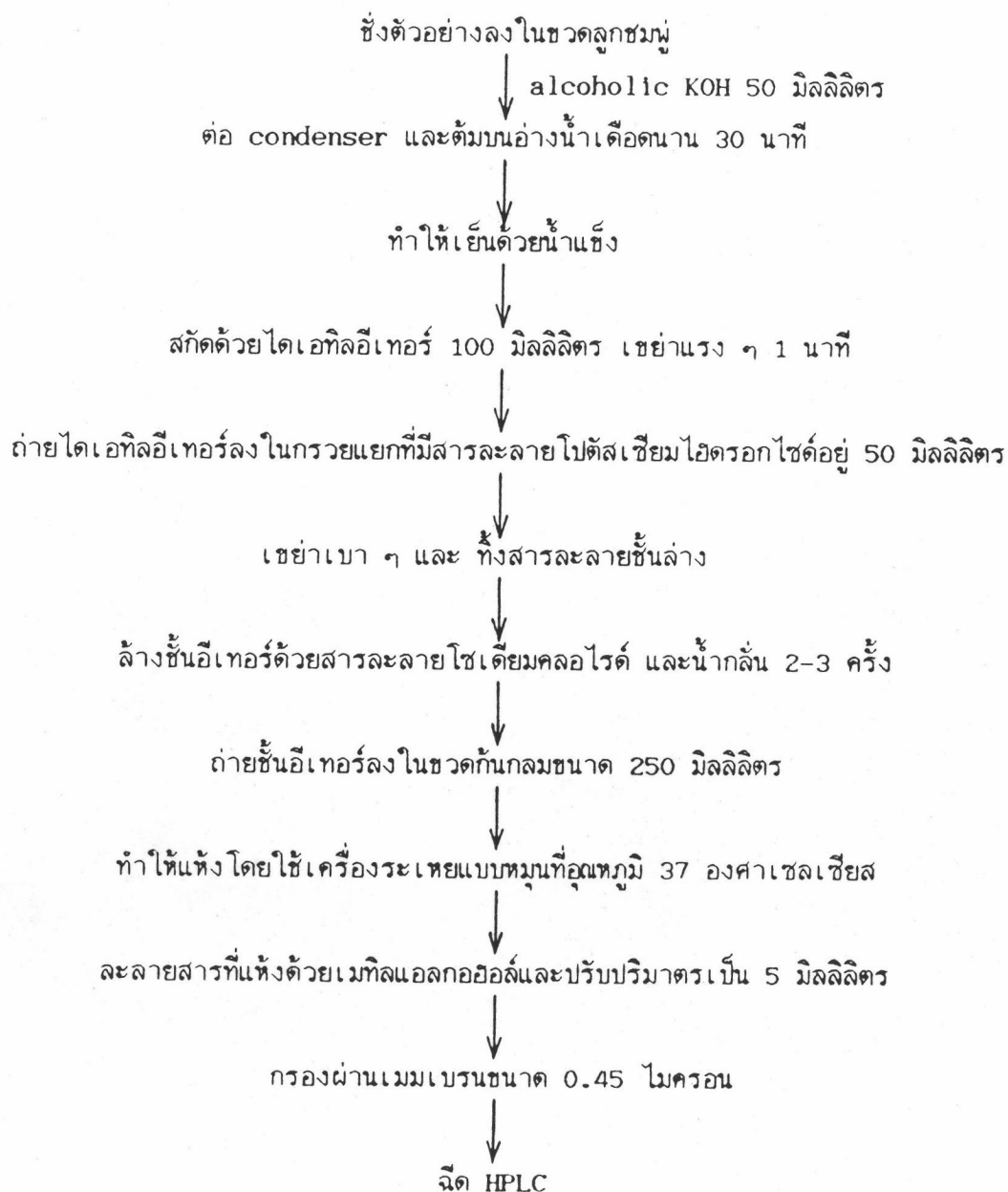


ก.3 การเตรียมตัวอย่างสำหรับ HPLC โดยวิธีสกัด (34)

สารเคมี

1. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 2 นอร์มัล
2. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 x
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 10 x

ขั้นตอนการวิเคราะห์

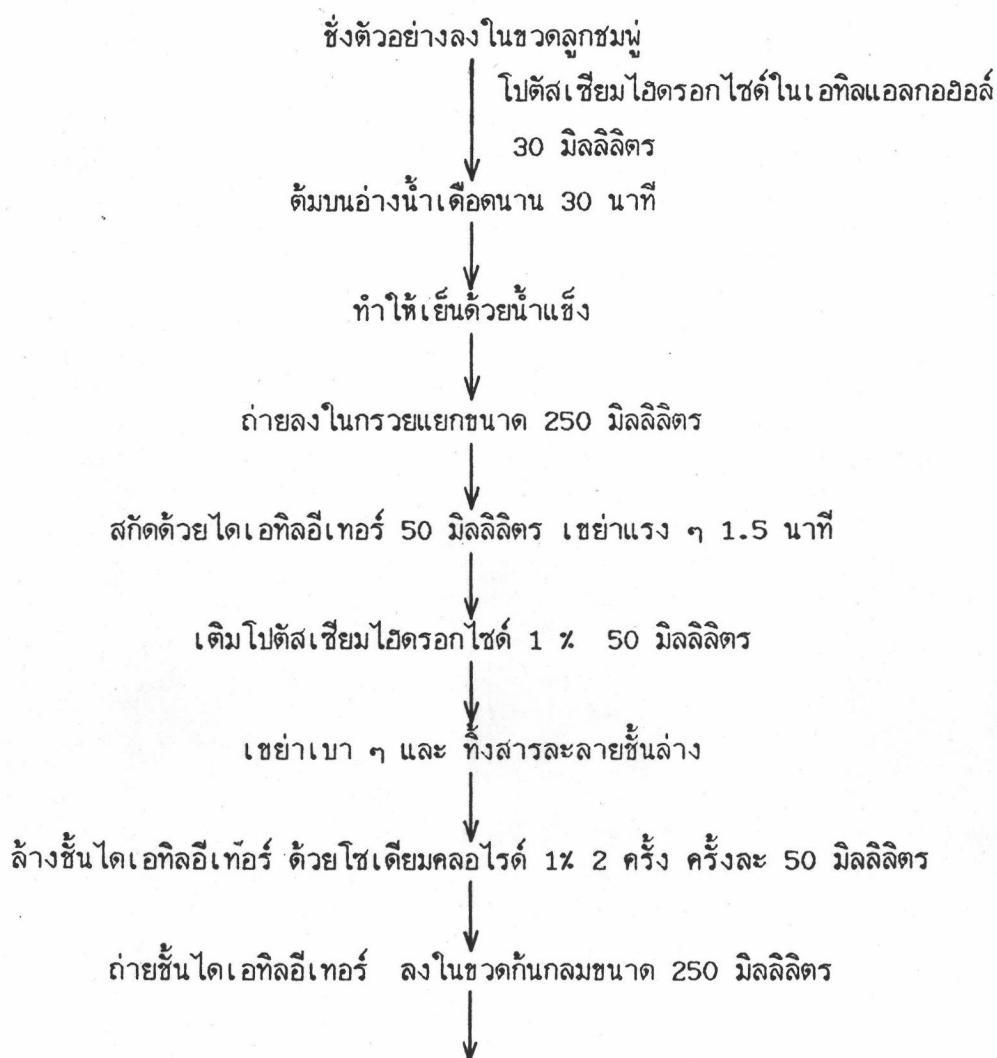


ก.4 การเตรียมตัวอย่างสำหรับ HPLC ที่ใช้ในงานวิจัย

สารเคมี

1. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอทิลแอลกอฮอล์ เตรียมโดยชั่งโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม ละลายในน้ำ 1 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 30 มิลลิลิตร
2. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 %
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 %

ขั้นตอนการวิเคราะห์



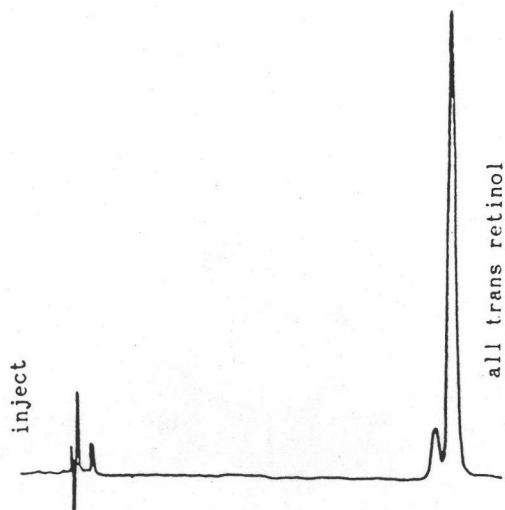
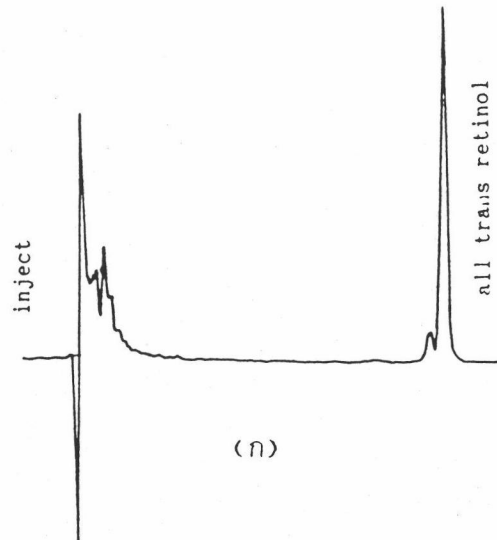
ทำให้แห้งโดยใช้เครื่องระเหยแบบหมุน ; อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
↓
ละลายสารที่แห้งด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ ปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร
↓
กรองผ่านเมมเบรน ขนาด 0.45 ไมครอน
↓
ฉีดเข้าเครื่อง HPLC

ภาวะของเครื่อง HPLC

คอลัมน์ : Lichrospher RP-100 (5 μm)
mobile phase : เมทิลแอลกอฮอล์ : น้ำ เท่ากับ 88 : 12
อัตราการไหล : 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที
ดีเทคเตอร์ : ความยาวคลื่น 325 นาโนเมตร

ภาคผนวก ข

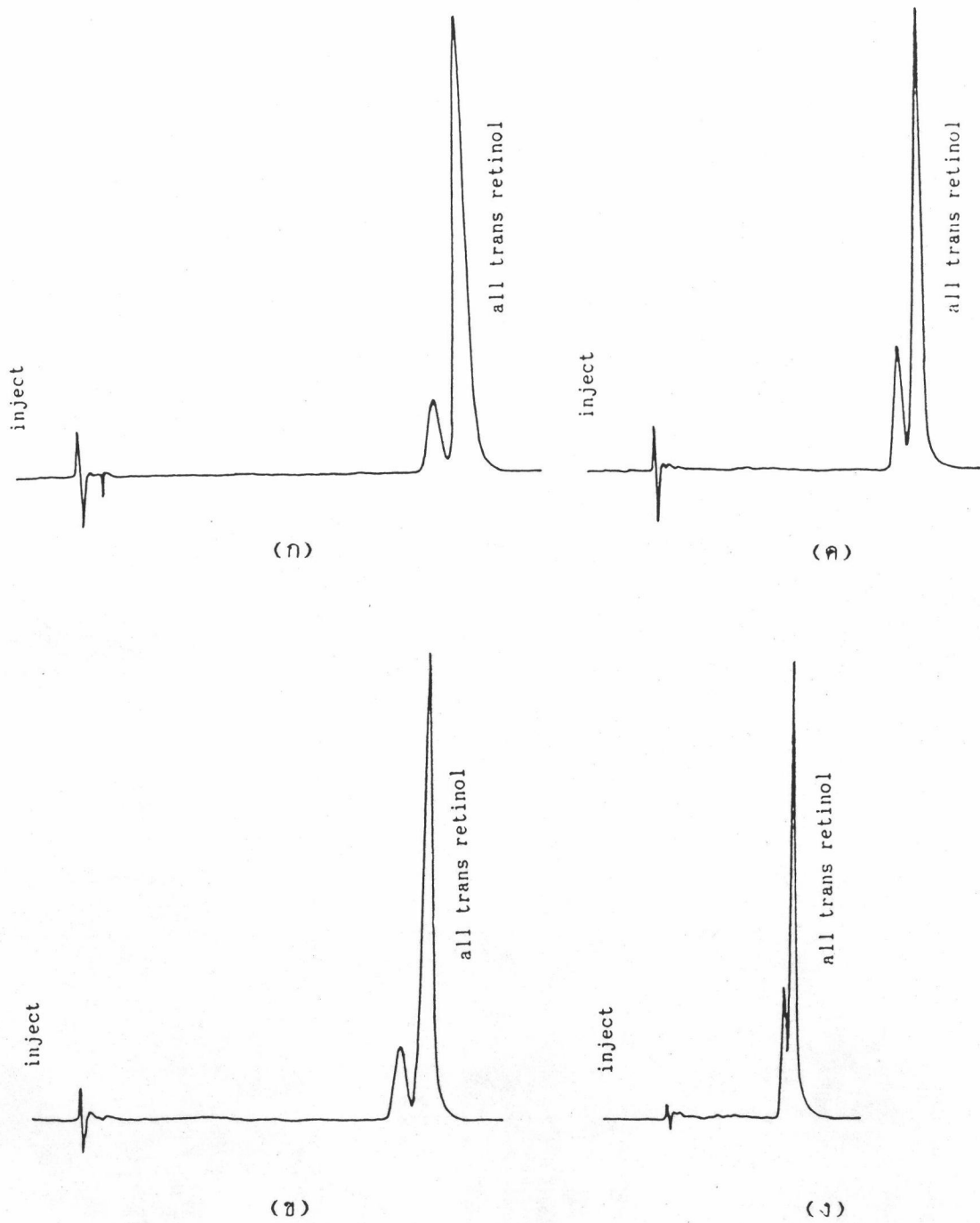
โครมาโทแกรมของวิตามินเอ



รูปที่ 1 โครมาโทแกรมของวิตามินเอ

ก. ที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีตกตะกอน

ข. ที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีสกัด



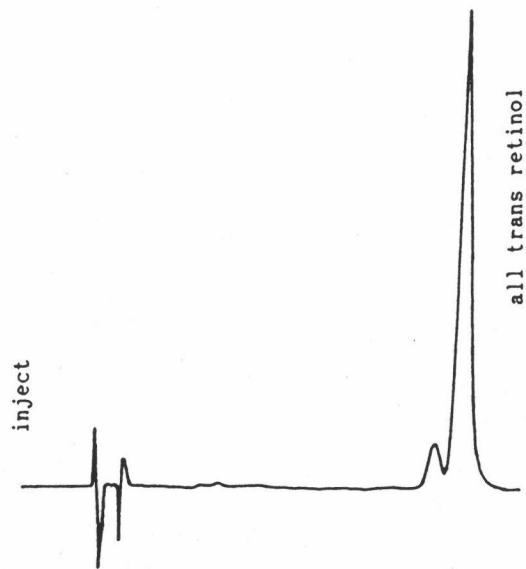
รูปที่ 2 โครมาโทแกรมของวิตามินเอเมื่อใช้เมทิลแอลกอฮอล์กับน้ำในอัตราส่วนต่างกัน

ก 87 : 13

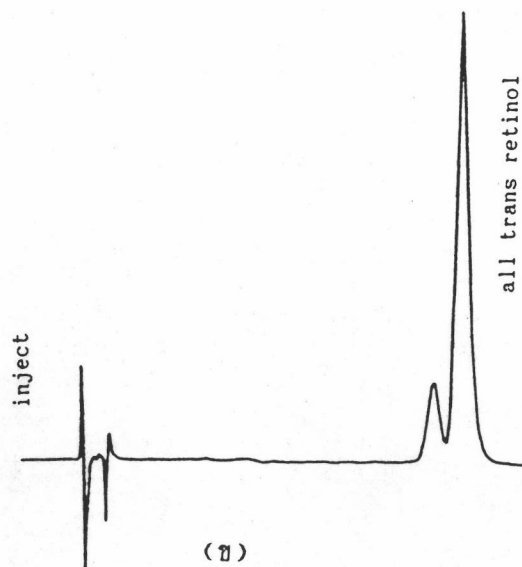
ค 90 : 10

ข 88 : 12

ง 98 : 2



(ก)

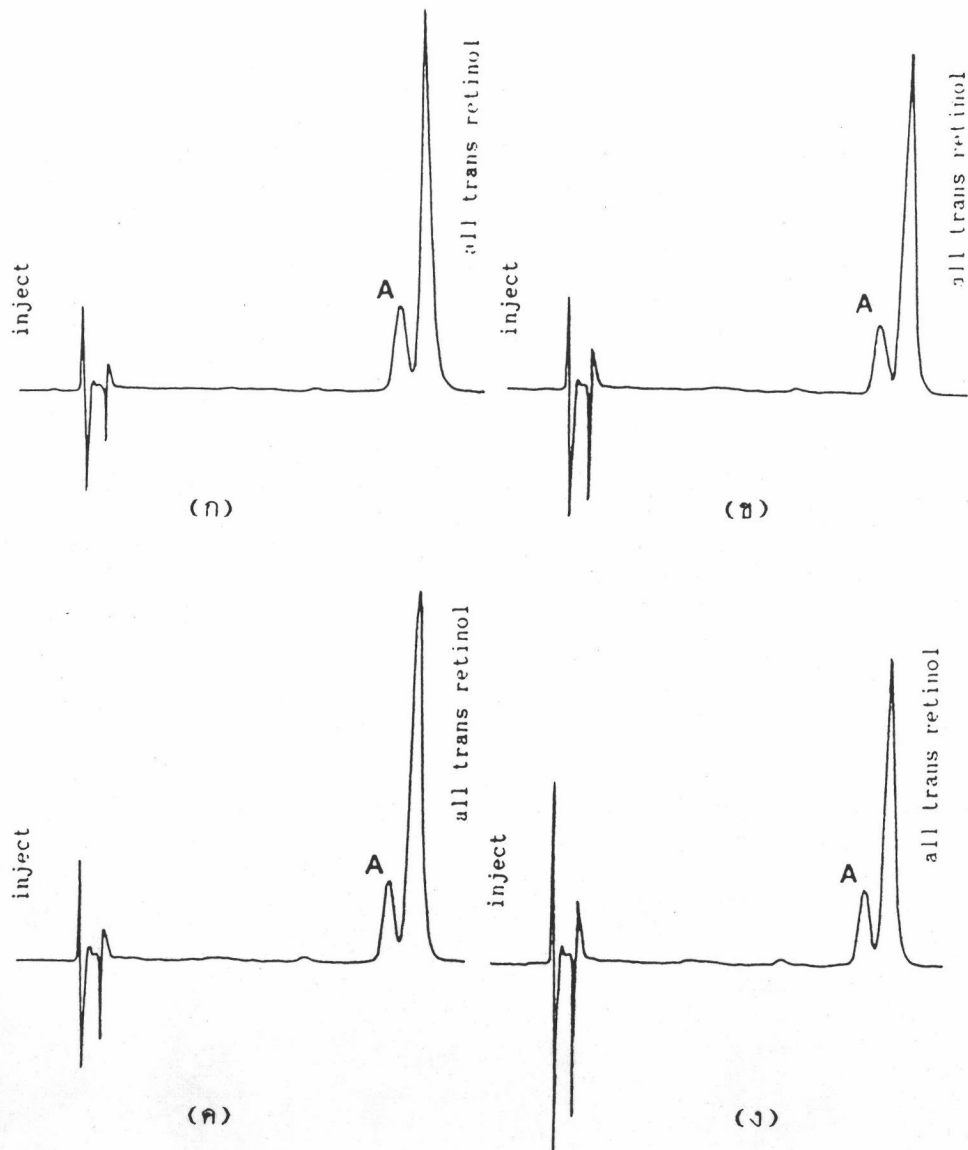


(ข)

รูปที่ 3 โครมาโทแกรมของวิตามินเอจากตัวอย่าง

ก. วิตามินเอมาตรฐาน

ข. ตับหมูสด(ตัวอย่างควบคุม)



รูปที่ 4 โคโรมาโทแกรมของตัวอย่างตีบหมูดที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา

ก 210 นาที

ข 420 นาที

ค 600 นาที

ง 900 นาที



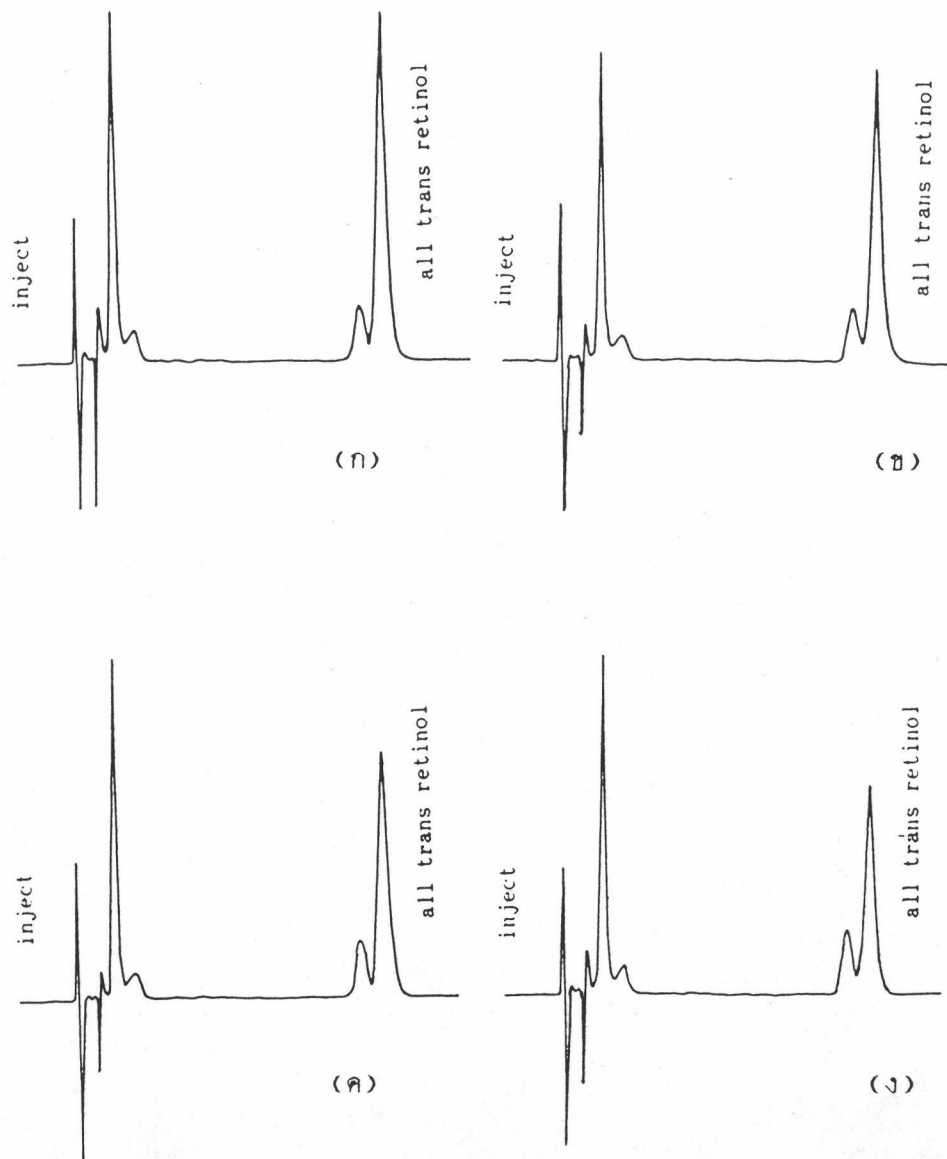
รูปที่ 5 โคโรมาโทแกรมของตัวอย่างตับหมูสดที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา

ก 10 นาที

ข 25 นาที

ค 40 นาที

ง 60 นาที



รูปที่ 6 โคโรมาโทแกรมของวิตามินเอในผลิตภัณฑ์ตับบด เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆกัน

ก ตัวอย่างควบคุม

ข 80 °C 20 ชั่วโมง

ค 100 °C 2 ชั่วโมง

ง 120 °C 2 ชั่วโมง

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 1 องค์ประกอบบางอย่างของตัวอย่างดินที่ศึกษา

	ร้อยละของความชื้น	ร้อยละของไขมัน	pH
ดับสด	72.07 ± 0.06	3.79 ± 0.367	5.96
F10	71.50 ± 0.03	10.14 ± 0.108	5.99
F15	72.68 ± 0.24	14.48 ± 0.188	6.05
M50	48.21 ± 0.05	3.16 ± 0.018	5.51
M60	61.38 ± 0.01	3.33 ± 0.093	5.59
M70	70.29 ± 0.22	3.48 ± 0.115	5.59
N250	71.67 ± 0.03	3.51 ± 0.154	6.04
N500	72.18 ± 0.49	3.62 ± 0.006	6.04
ดับบด	58.12 ± 0.32	21.30 ± 0.000049	5.85

หมายเหตุ : F10 ดับหมุสดที่ปรับร้อยละของไขมัน ประมาณร้อยละ 10
 F15 ดับหมุสดที่ปรับร้อยละของไขมัน ประมาณร้อยละ 15
 M50 ดับหมุสดที่ปรับร้อยละของความชื้น ประมาณร้อยละ 50
 M60 ดับหมุสดที่ปรับร้อยละของความชื้น ประมาณร้อยละ 60
 M70 ดับหมุสดที่ปรับร้อยละของความชื้น ประมาณร้อยละ 70
 N250 ดับหมุสดที่เติมไนเตรตประมาณ 250 ppm
 N500 ดับหมุสดที่เติมไนเตรตประมาณ 500 ppm

ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัม น.น.แห้ง)
70	0	646.49074 ± 20.64455
	210	523.48347 ± 15.67711
	420	524.67138 ± 9.52554
	600	504.26023 ± 19.54774
	900	459.61901 ± 14.02669
80	0	640.01226 ± 41.81298
	210	493.71753 ± 26.19721
	420	418.98260 ± 8.77710
	600	331.82380 ± 3.02791
	900	240.29763 ± 6.71780
90	0	654.48509 ± 18.24379
	180	345.01579 ± 8.05115
	360	263.60843 ± 1.11784
	540	143.49391 ± 3.90053
	750	89.66559 ± 3.77419
100	0	654.48509 ± 18.24379
	45	442.03130 ± 7.22857
	90	330.15547 ± 23.06762
	120	257.45867 ± 19.80006
	150	245.27952 ± 7.40405

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัม น.น.แห้ง)
110	0	646.49074 ± 20.64455
	30	471.47554 ± 23.96570
	45	329.09025 ± 28.11087
	60	315.13321 ± 8.27747
	90	180.45764 ± 16.64055
120	0	654.48509 ± 18.24379
	10	460.52742 ± 14.30410
	25	263.52377 ± 6.82403
	40	174.86055 ± 6.07224
	60	95.82038 ± 4.97019
130	0	640.01226 ± 41.81298
	10	400.14227 ± 13.29585
	20	161.65804 ± 10.96488
	30	100.81493 ± 1.51023
	40	64.63025 ± 5.11890

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่ปรับไขมันร้อยละ 10.14 เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัม น.น.แห้ง)
80	0	437.16574 ± 2.14899
	10	348.17613 ± 9.08556
	20	269.63268 ± 2.11582
	30	252.06317 ± 4.64178
100	0	437.16574 ± 2.14899
	2	371.76084 ± 19.93991
	5	236.93220 ± 7.53466
	8	162.07946 ± 5.92814
120	0	437.16574 ± 2.14899
	1	195.88662 ± 4.61186
	2	97.19786 ± 7.17609
	3	48.74208 ± 4.16325

ตารางที่ 4 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่ปรับไขมันร้อยละ 14.48 เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	446.93085 ± 21.87989
	20	318.26063 ± 8.33016
	30	277.73912 ± 13.71380
100	0	446.93085 ± 21.87989
	5	244.76927 ± 5.34994
	8	206.78299 ± 7.78867
120	0	446.93085 ± 21.87989
	1	346.62894 ± 16.10574
	2	228.13089 ± 9.50006
	3	172.32882 ± 8.64218

ตารางที่ 5 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่ปรับความชื้นร้อยละ 48.21 เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	159.62272 ± 4.60028
	300	110.40244 ± 11.91622
	600	77.18386 ± 3.55170
	900	52.64109 ± 5.05838
100	0	159.62272 ± 4.60028
	40	98.30794 ± 1.85633
	80	83.64534 ± 3.24211
	120	54.21889 ± 3.13833
120	0	159.62272 ± 4.60028
	10	105.33669 ± 5.71422
	25	52.77127 ± 5.13126
	40	33.80757 ± 3.33095

ตารางที่ 6 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่ปรับความชื้นร้อยละ 61.38 เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	191.65310 ± 8.43868
	300	129.43654 ± 7.51685
	600	97.35176 ± 8.84150
	900	70.82825 ± 4.39464
100	0	191.65310 ± 8.43868
	40	138.52344 ± 1.05880
	80	105.08121 ± 10.33316
	120	75.03171 ± 3.71349
120	0	191.65310 ± 8.43868
	10	145.82935 ± 5.22380
	25	105.77190 ± 5.69425
	40	67.77918 ± 1.49038

ตารางที่ 7 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่ปรับความชื้นร้อยละ 70.29 เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	173.73920 ± 2.67157
	300	125.33287 ± 5.16936
	600	97.36215 ± 0.59556
	900	75.17587 ± 6.09724
100	0	173.73920 ± 2.67157
	40	136.49638 ± 7.88809
	80	107.83394 ± 4.33516
	120	89.73194 ± 8.10288
120	0	173.73920 ± 2.67157
	10	126.33978 ± 4.07830
	25	96.24797 ± 3.25005
	40	67.53330 ± 1.93240

ตารางที่ 8 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่เติมเกลือไนเตรต 250 ppm เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	555.99881 ± 14.47402
	300	467.62158 ± 8.82002
	660	310.34973 ± 5.85196
	1080	227.74174 ± 3.82871
100	0	555.99881 ± 14.47402
	50	385.55147 ± 9.76495
	100	314.57570 ± 16.88579
	150	230.68897 ± 8.76140
120	0	555.99881 ± 14.47402
	10	459.37137 ± 12.09401
	25	288.00573 ± 1.01782
	40	197.48359 ± 15.78237

ตารางที่ 9 ปริมาณวิตามินเอในตับหมูสดที่เติมเกลือไนเตรต 500 ppm เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	639.94772 ± 7.62131
	10	343.51495 ± 9.37949
	20	244.55159 ± 6.54805
	30	136.78238 ± 1.89712
100	0	639.94772 ± 7.62131
	2	297.97105 ± 14.15267
	5	109.14574 ± 3.49549
	8	53.27926 ± 2.89892
120	0	639.94772 ± 7.62131
	1	121.62953 ± 4.14309
	2	42.97115 ± 1.92467
	3	15.99647 ± 0.41461

ตารางที่ 10 ปริมาณวิตามินเอในผลิตภัณฑ์ตับบด เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณวิตามินเอ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
80	0	155.26649 ± 2.89855
	20	151.07237 ± 0.72835
	30	138.19455 ± 2.16173
100	0	155.26649 ± 2.89855
	2	130.58694 ± 5.80024
	5	108.42199 ± 1.90888
120	0	155.26649 ± 2.89855
	1	135.92501 ± 3.62566
	2	114.57468 ± 3.51032
	3	101.55553 ± 0.58683

ตารางที่ 11 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตัวอย่างด้บหมุสกับช่วงเวลาให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
70	0.6069	0.6563	0.7013
80	0.9501	0.9888	0.9558
90	0.8042	0.9850	0.9047
100	0.8957	0.9510	0.9494
110	0.9413	0.9521	0.8442
120	0.8496	0.9929	0.9217
130	0.8414	0.9791	0.9101
ค่าเฉลี่ย(70-130 °C)	0.8413	0.9293	0.8839
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1162	0.1217	0.0883
ค่าเฉลี่ย(80-130 °C)	0.8804	0.9748	0.9143
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0584	0.0186	0.0401

ตารางที่ 12 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่มีไขมันร้อยละ 10.14 กับช่วงเวลา ที่ให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.9145	0.9423	0.9583
100	0.9798	0.9842	0.9496
120	0.8462	0.9930	0.8863
ค่าเฉลี่ย	0.9135	0.9732	0.9314
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0668	0.0271	0.0393

ตารางที่ 13 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่มีไขมันร้อยละ 14.48 กับช่วงเวลา ที่ให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.9728	0.9715	0.9601
100	0.9411	0.9641	0.9801
120	0.9718	0.9798	0.9490
ค่าเฉลี่ย	0.9619	0.9718	0.9631
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0180	0.0078	0.0158

ตารางที่ 14 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่มีความชื้นร้อยละ 48.21 กับช่วงเวลาที่ทำให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.9400	0.9662	0.9122
100	0.8921	0.9566	0.9294
120	0.8954	0.9757	0.9437
ค่าเฉลี่ย	0.9092	0.9662	0.9284
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0268	0.0096	0.0158

ตารางที่ 15 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่มีความชื้นร้อยละ 61.38 กับช่วงเวลาที่ทำให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.9216	0.9668	0.9489
100	0.9629	0.9747	0.9407
120	0.9612	0.9859	0.9401
ค่าเฉลี่ย	0.9486	0.9758	0.9432
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0234	0.0096	0.0049

ตารางที่ 16 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่มีความชื้นร้อยละ 70.29 กับช่วงเวลาที่ทำให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.9412	0.9740	0.9546
100	0.9354	0.9478	0.9294
120	0.9215	0.9804	0.9755
ค่าเฉลี่ย	0.9327	0.9674	0.9532
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0101	0.0173	0.0231

ตารางที่ 17 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่เติมไนเตรต 250 ppm กับช่วงเวลาที่ทำให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.9748	0.9836	0.9631
100	0.9303	0.9746	0.9634
120	0.9775	0.9818	0.9643
ค่าเฉลี่ย	0.9609	0.9800	0.9636
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0265	0.0048	0.0006

ตารางที่ 18 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตับหมูสดที่เติมไนเตรต 500 ppm กับช่วงเวลา ที่ให้ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.8870	0.9858	0.9267
100	0.7648	0.9853	0.9289
120	0.6250	0.9747	0.8401
ค่าเฉลี่ย	0.7589	0.9819	0.8986
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1311	0.0063	0.0506

ตารางที่ 19 ค่า r^2 ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่าง ปริมาณวิตามินเอที่เหลือในตัวอย่างในผลิตภัณฑ์ที่ติดบดกับช่วงเวลา ที่ให้ ความร้อน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	correlation coefficient (r^2)		
	ปฏิกิริยาอันดับศูนย์	ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	ปฏิกิริยาอันดับสอง
80	0.7786	0.7673	0.7559
100	0.9310	0.9471	0.9571
120	0.9727	0.9772	0.9733
ค่าเฉลี่ย	0.8941	0.8972	0.8954
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1022	0.1135	0.1211

ภาคผนวก ง

วิธีคำนวณ

ง.1 การหา resolution (52)

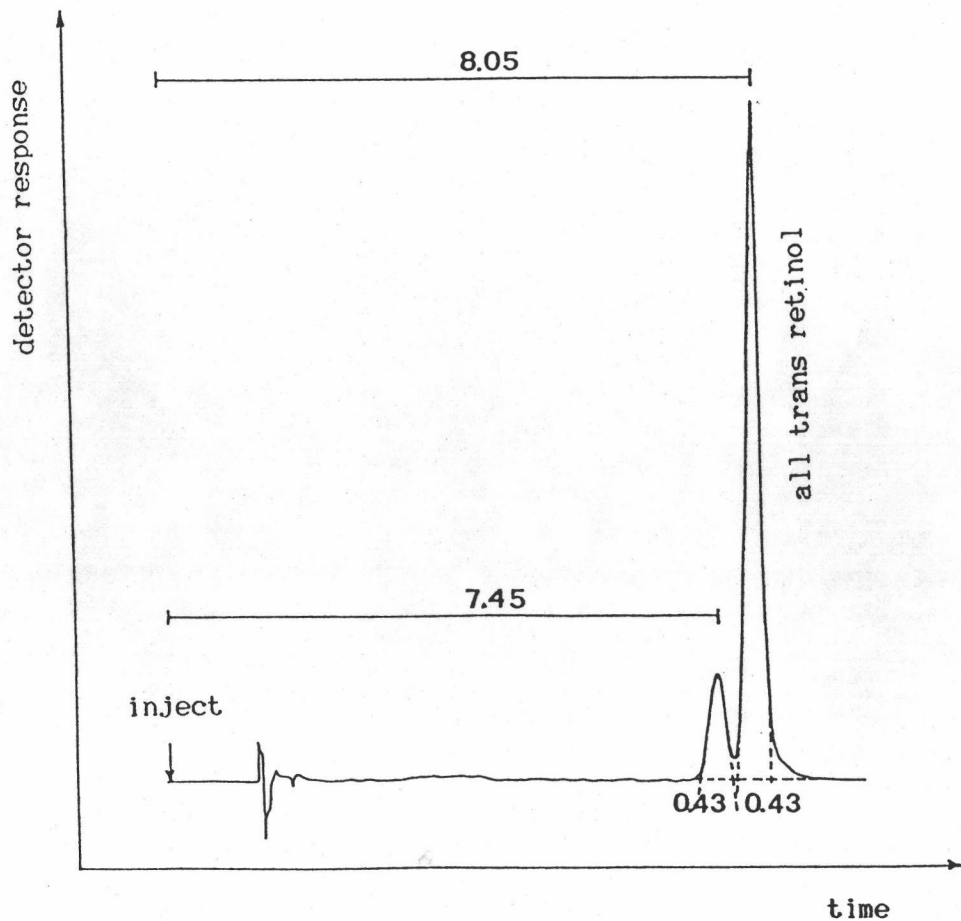
สูตร $R_s = \frac{2(t_2 - t_1)}{W_1 + W_2}$

เมื่อ R_s = ค่า resolution

t_1, t_2 = ระยะ retention time

W_1, W_2 = ความกว้างของฐาน peak

ตัวอย่าง โครมาโทแกรม



$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } R_u &= \frac{2(8.05-7.45)}{0.43 + 0.43} \\ &= 1.40 \end{aligned}$$

ง.2 การทดสอบความแตกต่างนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ย correlation coefficient
ระหว่างปฏิกริยาอันดับศูนย์กับปฏิกริยาอันดับหนึ่ง หรือปฏิกริยาอันดับหนึ่งกับปฏิกริยาอันดับสอง
(53)

ใช้ t-test ดังตัวอย่างการทดสอบความแตกต่างนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างปฏิกริยา
อันดับศูนย์และปฏิกริยาอันดับหนึ่งของข้อมูลในตารางที่ 11

อันดับของปฏิกริยา	ค่าเฉลี่ย r^2	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนข้อมูล
ปฏิกริยาอันดับศูนย์	0.8804	0.0584	6
ปฏิกริยาอันดับหนึ่ง	0.9748	0.0186	6

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ \bar{X}_1, \bar{X}_2 = มัชฌิมเลขคณิตในตัวอย่างชุดที่ 1,2
 S_1^2, S_2^2 = ความแปรปรวนในตัวอย่างชุดที่ 1,2
 n_1, n_2 = ขนาดตัวอย่างชุดที่ 1,2

$$\begin{aligned}
 S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} &= \sqrt{\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right] \frac{S_1^2 (n_1 - 1) + S_2^2 (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}} \\
 &= \sqrt{\left[\frac{1}{6} + \frac{1}{6} \right] \frac{(0.0584)^2 (5) + (0.0186)^2 (5)}{6 + 6 - 2}} \\
 &= 0.0131
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{0.9748 - 0.8804}{0.0131} \\
 &= 7.206
 \end{aligned}$$

จากตาราง t - distribution $t_{0.05, 10} = 1.812$

$t_{0.01, 10} = 2.764$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของ r^2 ของปฏิกริยาอันดับศูนย์และปฏิกริยาอันดับหนึ่งมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวลันทนา ธรรมจริยาพันธ์

วัน เดือน ปี เกิด 31 ตุลาคม 2504

การศึกษา 2526 วทบ. สาขาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2528 ถึง ปัจจุบัน สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

