รายการอ้างอิง

1. Iwasaki, R., and Murakoshi, M. 1992. Palm oil yields carotene for world markets. Inform 3: 210-217.
2. Cinquemani, R. 1979. Fish food composition and process for enhancing the color of fish. US Patent No. 4,239,782.
3. Bonhinski, R. C. 1970. Process for the production of β-carotene. US Patent No. 3,492,202.
4. ศิริวรรณ สุทธิจิต. 2527. ไวตามิน อาหาร ยา และเครื่องสำอาง. เชียงใหม่: ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
5. สรจักร ศิริบริรักษ์. 2539. เภสัชโภชนา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์กรุงเทพ.
6. Goh, S. H., Choo, Y. M. and Ong, S. H. 1985. Minor constituents of palm oil. JAOCS 62: 237-240.
7. Maclellan, M. 1983. Palm oil. JAOCS 60: 368-373.
8. สุดารัตน์ เตชะศรีประเสริฐ. 2542. ปาล์มน้ำมัน. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร 45 (ธันวาคม): 26-27.
9. Liew, K. Y.,Nordin, M. R. and Goh, L. S. 1993. Reaction of carotenes in palm oil with acid. JAOCS 71: 303-306.
10. Swobada, P. A. T. 1985. Chemical of refining. JAOCS 62: 287-298.
11. ดวงใจ ตั้งวงศ์เจริญกิจ. 2538. การสกัดสารบีตา-แคโรทีนจากน้ำมันปาล์มโดยใช้คาร์บอนกัมมันต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
12. นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2536. พืชหลักปักษ์ใต้. กรุงเทพมหานคร: ปิรามิด.
13. Clegg, A. J. 1973. Composition and related nutritional and organoleptic aspects of palm oil. JAOCS 50: 321-324.
14. Brittion, G. 1983. The biochemistry of natural pigment. Great Britain: Cambridge University Press.
15. Reynolds, J. E. F., ed. 1989. The extra pharmacopia. 30th ed. Singapore: Info Access & Distribution Pte Ltd.
16. Budarri, S., ed. 1989. The merck index. 11th ed. U.S.A.: Merck & Co. Inc

17. Neal, E. C., and Joseph, H. S. 1992. Relative solubility and absorptivity of lutein and β-carotene in organic solvent. J. Agric. Food Chem. 40: 431-434.

18. Bushway, R. J. 1986. Determination of α and β-carotene in some fruit and vegetable by high-performance liquid chromatography. J. Agric. Food Chem. 34: 409-414.

19. Sadler, G., Davis, J., and Denzman, D. 1990. Rapid extraction of lycopene and β-carotene reconstituted tomato paste and pink grapefruit. J. Food Science 55: 1461-1462.

20. Thomas, P. and Tung-Shan, C. 1988. Development of method for the quantitative estimation of provitamin A carotenoids in some fruits. J. Food Science 53: 1703-1706.

21. Khackik, F., and Bercher, G. 1980. Application of C-45 carotene as an internal standard for the quantification of carotene in yellow/orange vegetable by liquid chromatography. J. Agric Food Chem. 25: 1132-1137.

22. Lupulescu, A. 1993. The role of vitamin A, β-carotene, E and C in cancer cell biology. J. Vit. Nutr. Res. 63: 3-14.

23. Bauernfeind, J. C. 1981. Carotenoid as colorants and vitamin A precursors. New York: Academic Press.

24. Onyewu, P. N., Ho, C., and Daun, H. 1986. Characterization of β-carotene thermal degradation production in a model food system. JAOCS 63: 1437-1441.

25. Modambi, M. R., and Rajagopal, M. V. 1977. Effect of the heat on the β-carotene content of Nigerian palm oil. J. Food Science 42: 1414-1415.

26. Scita, G. 1992. Stability of β-carotene under different laboratory condition. Method in enzymology 213: 175-185.

27. Breemen, R. B. 1996, May. Innovations in carotenoid analysis using LC/MS. Analytical Chemistry, 229A-304A.

28. ดวงพร คันธโชติ. 2530. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

29. Walton, J. 1988. On the mechanism of β-carotene conversion to vitamin A. Nutrition Reviews 6: 327-329.

30. Olmedilla, B. Granado, F. and Blano, I. 1995. Hyper β-carotenemia unrelated to diet: a case of brain tumor. J. Vit. Nutr. Res. 65: 21-23.

31. Peto, R., Doll, R., Buckley, D., and Spom, M. B. 1981. Can dietary β-carotene materially reduce human cancer. J. Natur. 290: 201-208.

32. Olson, J. A. 1986. Carotenoids, vitamin A and cancer. J. Natur. 166: 1127-1130.

33. Nishino, H., Iwasaki, R., Akio, O., and Yuki, Y. 1988. Method inhibiting the growth of cancer cells. US Patent No. 5,008,295. (abstract)

34. Gerald, S. 1991. Cancer prevention composition and method. WO Patent No. 455,425. (abstract)

35. Didier, S. L., and Arlette, B. 1985. Drug composition for treating or preventing acne by oral ministration. US Patent No. 4,931,476. (abstract)

36. Rudov, D. 1987. Pharmacological/Cosmatic preparation. US Patent No. 4,943,433. (Abstract)

37. Methews-Roth, M. M. 1986. β-carotene theraphy erytropoictic protophyria and other photosensitivity disease. Biochemic. 68: 875-884.

38. Kunst, A., and Hakkaart, M. J. J. 1993. Preparation of concentrates of coloring agents. US Patent No. 5,246,722.

39. Josse, R., and Helnrich, K. 1979. Colouring preparation. GB Patent No. 2,012,547. (abstract)

40. Ohtaka, H., and Sudo, R. 1992. Process for preparing beverage containing beta-carotene. US Patent No. 5,153,012.

41. Endogawaku, H., Iwasaki, R., and Ohgushi, T. 1988. Natural carotene from palm oil. JAOCS 65: 525-527.

42. Mamuro, H., Kubota, Y., Shiina, H., and Goto, M. 1987. Extraction of carotene from palm oil: Comparison of various adsorption method. J. Japan Oil Chem Society. 36: 1121-1125. (abstract)

43. Mamuro, H., Nakasato, S., Ooi, T. L., and Ong, H. S. 1986. Extraction of carotene from palm oil. J. Japan Oil Chem Society 36: 620-624. (abstract)

44. Hama, I. 1986. Production of carotene containing concentrate material. JP Patent No. 6305073. (abstract)

45. Mamuro, H. 1985. Production of concentrate carotene. JP Patent No. 6282357. (abstract)

46. Ong, S. H., and Boey, P. 1975. An improve method for the extraction of carotene from palm oil. GB Patent No. 1562794. (abstract)

47. Goh, S. H., Toh, S. K., Choo, Y. M., and Ong, S. H. 1987. Recovery of carotenoids, tocopherols, tocotrienols and sterols from esterified palm oil. GB Patent No. 2218989. (abstract)

48. Nnadozie, N., Arowolo, T. A., and Akpap, H. J. 1989. Quality of Nigerian palm oil after bleaching. JAOCS 66: 218-222.

49. Liew, K. Y., Yee, A. H., and Nordin, M. R. 1993. Adsorption of carotene from palm oil by acid-treated rice hull ash. JAOCS 70: 539-541.

50. Bina, J. D., and Dubash, P. J. 1994. Recovery of carotene from crude palm oil by adsorption method. J. Food Science Technol. 31: 60-61.

51. Eder, Reinhard. 1996. Pigments. In L. M. L. Nollet (ed.), Handbook of food analysis, pp. 937-952. New York: Marcel Dekker.

52. เบ็ญจรัก วายุภาพ. 2541, กรกฎาคม-สิงหาคม. การสกัดของไหลเหนือจุดวิกฤต. วารสารวิทยาศาสตร์, 204-209.

53. Brogle, H. 1982, June. CO_2 as a solvent: its properties and applications. Chemistry and Industry, 385-396.

54. Vollbrecht, R. 1982, June. Extraction of hops with supercritical CO_2. Chemistry and Industry, 397-405.

55. Barth, M. M., Zhou, C.., Kute, K. M., and Rosenthal, Gerald A. 1995. Determination of optimum condition for supercritical fluid extraction of carotenoids from carrot (*Daucus carota* L.) tissue. J. Agric. Food Chem. 43: 2876-2878.

56. Hama, I., Hara, N., Tanaka, Y., and Nakamura, M. 1987. Method for purification of carotene containing concentrate. EP Patent No. 242148.

57. Keat, O. C., Hock, O. S., Manuro, H., Kubata, W., Shiina, H., and Nakasado, S. 1986. Extraction of carotene from palm oil: Molecular distillation method. J. Japan Oil Chem Society 35: 543-548. (Abstract)

58. Nitsche, M., Johannisbauer, W., and Jordan, V. 1999. Process for obtaining carotene from palm oil. US Patent No. 5,902,890.

59. Ooi, C. K., Choo, Y. M., and Hock, A. O. S. 1991. Recovery of carotenoids. US Patent No. 5,019,668.

60. Unnithan, U. R. 1999. Refining of edible oil rich in natural carotenes and vitanim E. US Patent No. 5,932,261.

61. International Union of Pure and Applied Chemistry. 1973. Standard methods for the analysis of oils, fats and soaps. 5th ed. London: Butterworths.

62. ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2528. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพมหานคร: ศึกษาพร.

63. Lesellier, E., and Tchapla, A. 1993. Analysis of carotenoids by high-performance liquid chromatography and supercritical fluid chromatography. Journal of Chromatography 633: 9-23.

64. Sander, L. C., Sharpless, K. E., Craft, N. E., and Wise, S. A. 1994. Development of engineered stationary phases for the separation of carotenoid isomers. Analytical Chemistry 66: 1667-1674.

65. พิชัย โตวิวิชญ์, ศุภวรรณ ตันตยานนท์ และ ประไพพิศ แจ่มสุกใส. 2534. คู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย. ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

66. Sempore, B. G. and Bezard, J. A. 1996. Analysis of neutral lipids: unsponifiable matter. In L. M. L. Nollet (ed.), Handbook of food analysis, pp. 491-494. New York: Marcel Dekker.

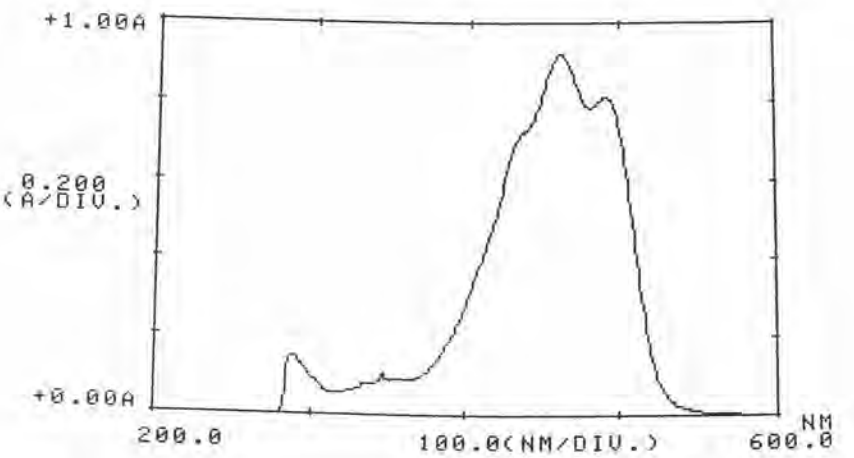
67. Guenther, E. 1949. The essential oil. 2nd ed. U.S.A.: Lancaster Press, Inc.

68. Kurtyka, Z. M. 1993. Handbook of chemistry and physics. 73rd ed. U.S.A.: CRC Press.

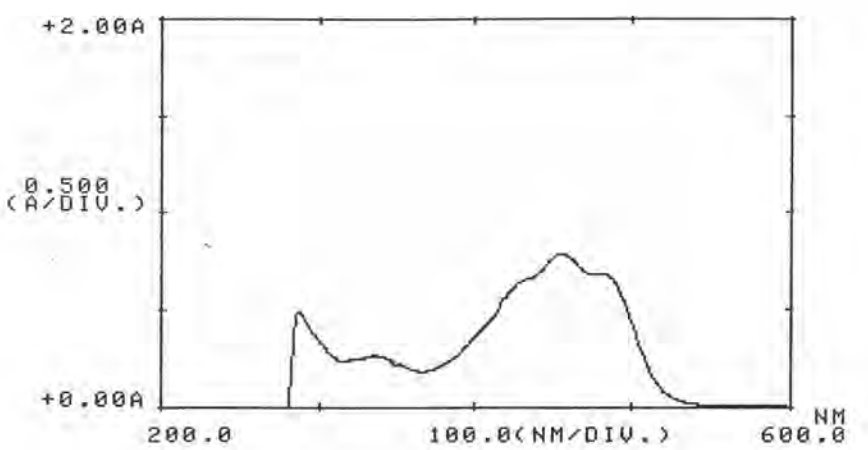
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

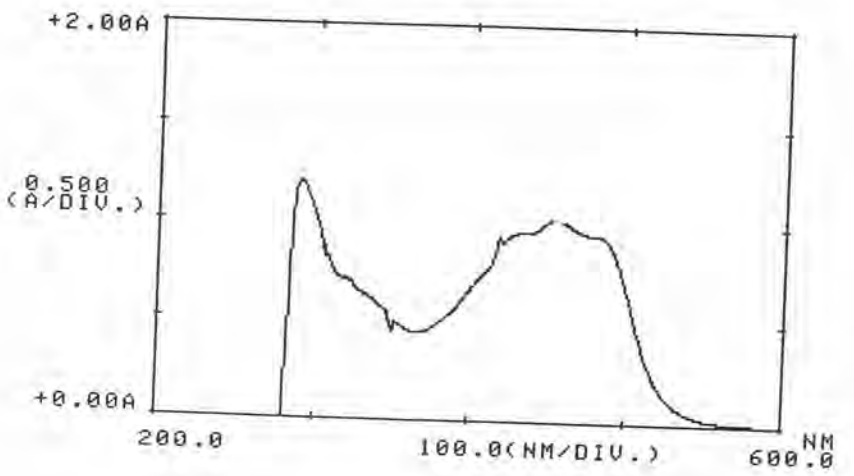
สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารแคโรทีนอยด์ในโทลูอีนที่ 462 นาโนเมตร



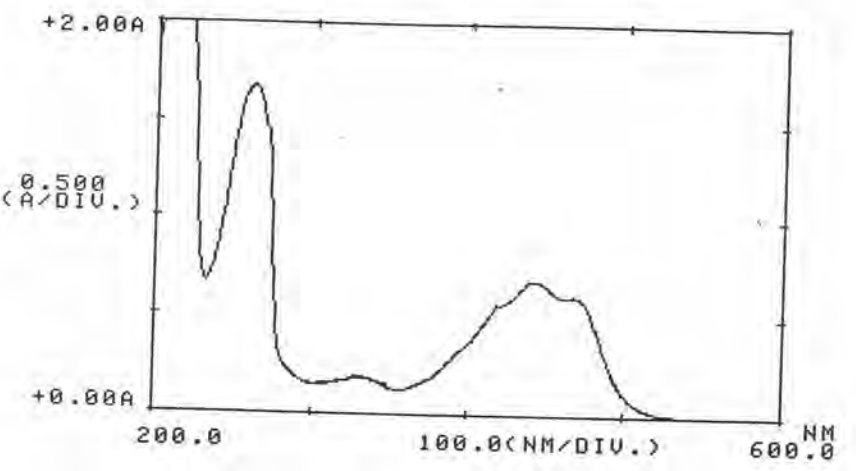
ก. สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานบีตา-แคโรทีน



ข. สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำมันปาล์มดิบ



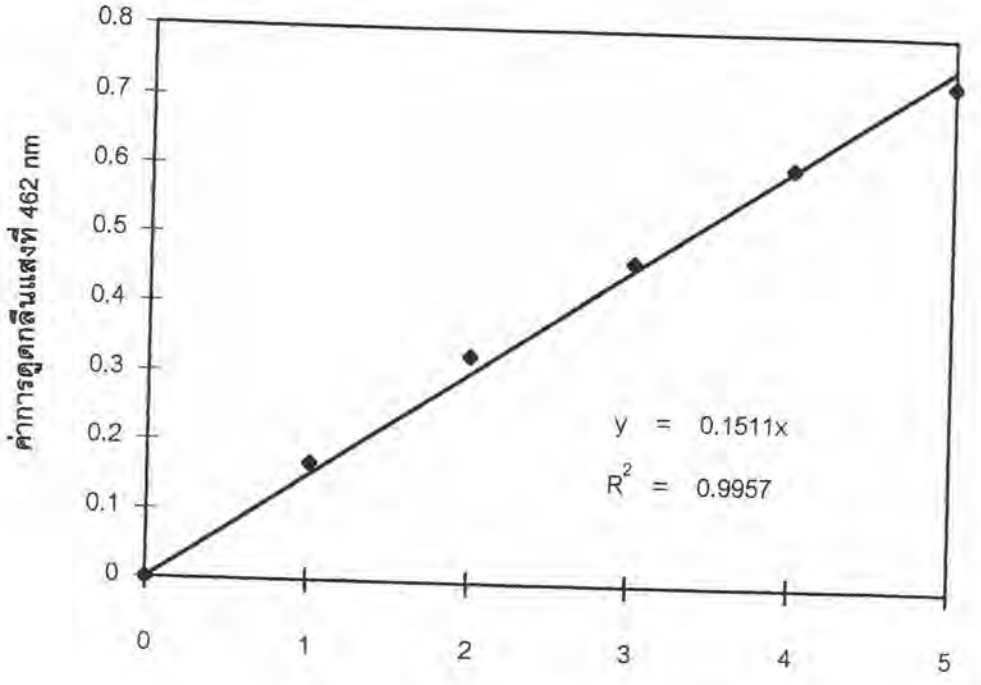
ค. สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์



ง. สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์
ภายหลังผ่านปฏิกิริยาซาพอนนิฟิเคชั่น

ภาคผนวก ข

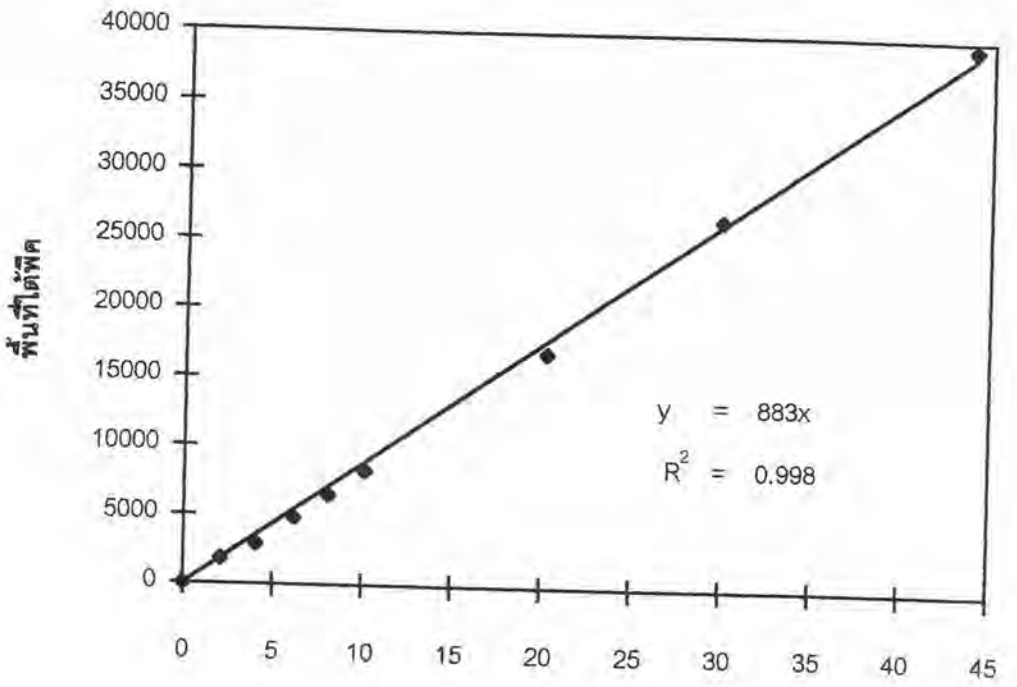
กราฟมาตรฐานของสารละลายบีตา-แคโรทีน จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 462 นาโนเมตร



ความเข้มข้นของสารแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
1.01	0.169
2.00	0.328
3.02	0.467
4.00	0.608
5.00	0.732

ภาคผนวก ค

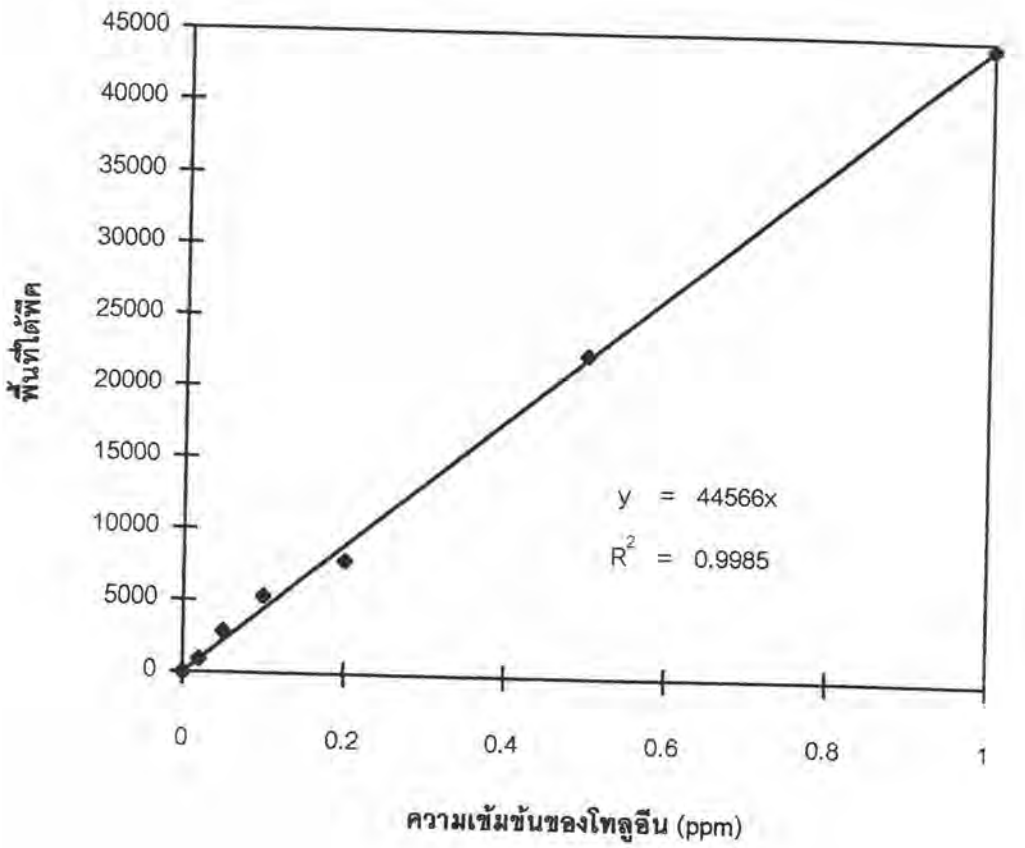
กราฟมาตรฐานของบีตา-แคโรทีน จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC



ความเข้มข้นของบีตา-แคโรทีน (มิลลิกรัม/ลิตร)	พื้นที่ใต้พีค
2.0944	1,830
4.0656	2,934
6.16	4,857
8.10	6,552
10.12	8,304
20.24	16,960
29.92	26,767
44.00	39,433

ภาคผนวก ง

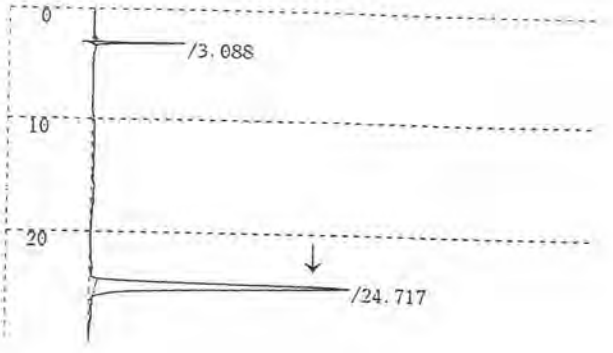
กราฟมาตรฐานของโทลูอีนจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC



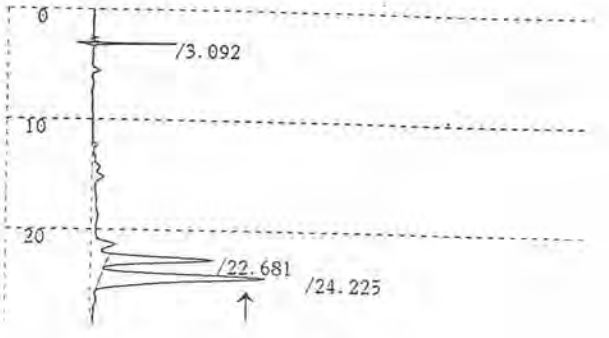
ความเข้มข้นของสารโทลูอีน (ppm)	พื้นที่ใต้พีค
0.02	897
0.5	2,855
0.1	5,347
0.20	7,849
0.50	22,542
1.00	44,529

ภาคผนวก จ

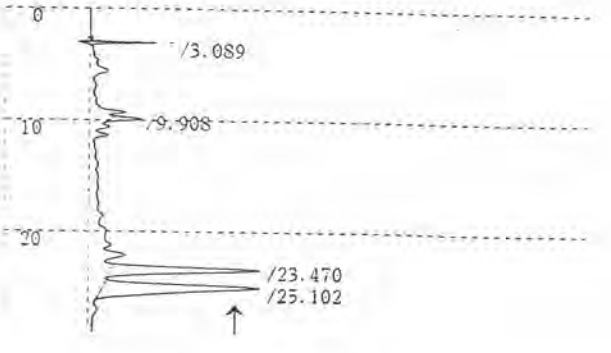
โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณบีตา-แคโรทีน ด้วยเครื่อง HPLC



ก. สารมาตรฐานบีตา-แคโรทีน



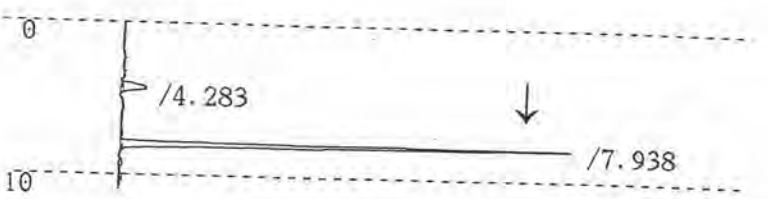
ข. น้ำมันปาล์มดิบ



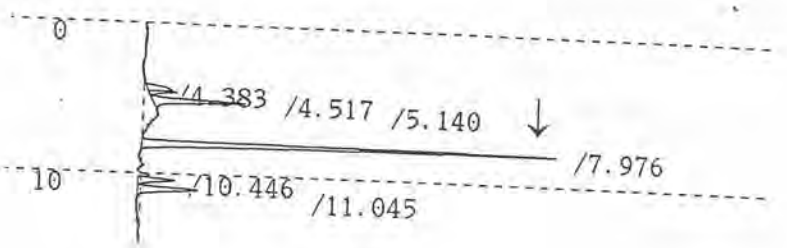
ค. สารสกัดแคโรทีนอยด์

ภาคผนวก ฉ

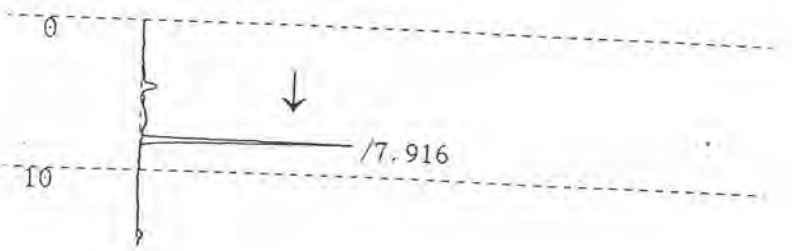
โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณโทลูอีน ด้วยเครื่อง HPLC



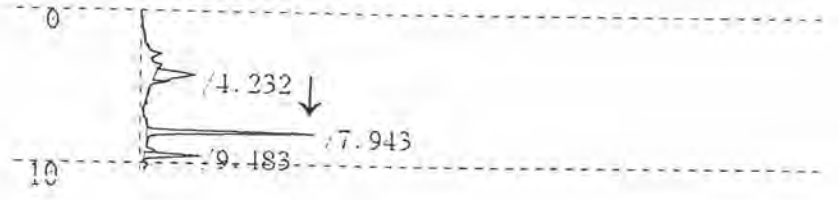
ก. สารมาตรฐานโทลูอีน



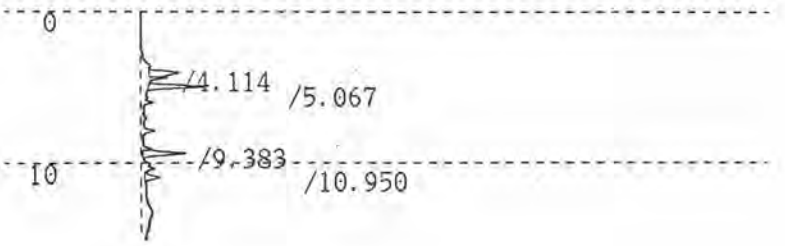
ข. สารสกัดแคโรทีนอยด์



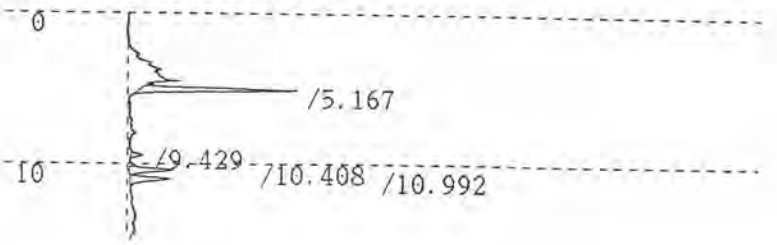
ค. สารสกัดแคโรทีนอยด์ภายหลังผ่านปฏิกิริยาซาพอนนิฟิเคชั่น



ง. สารสกัดแคโรทีนอยด์ภายหลังผ่านการกลั่นไอน้ำนาน 30 นาที



จ. สารสกัดแคโรทีนอยด์ภายหลังผ่านการกลั่นด้วยน้ำ



ฉ. สารสกัดแคโรทีนอยด์ภายหลังการเติมน้ำแล้วนำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน

ภาคผนวก ซ

Minimum Boiling Point Azeotropic Binary Mixtures

Pressure 760 mmHg

System A	System B	Mole % A	Temp., °C.
Water	Ethanol	10.57	78.15
	Allyl alcohol	54.50	88.20
	Propionic acid	94.70	99.98
	Propyl alcohol (n)	56.83	87.72
	Isopropyl alcohol	31.46	80.37
	Methyl ethyl ketone	33.00	73.45
	Isobutyric acid	94.50	99.30
	Ethyl acetate (2 phase)	24.00	70.40
	Ethyl ether (2 phase)	5.00	34.15
	Butyl alcohol (n) (2 phase)	75.0	92.25
	Isobutyl alcohol	67.14	89.92
	Butyl alcohol (sec)	66.00	88.50
	Butyl alcohol (tert)	35.41	79.91
	Isoamyl alcohol (2 phase)	82.79	95.15
	Amyl alcohol (tert) (2 phase)	65.00	87.00
	Benzene (2 phase)	29.60	69.25
	Toluene (2 phase)	55.6	84.10
Carbon tetrachloride	Methanol	44.5	55.70
	Ethanol	61.3	64.95
	Allyl alcohol	73.0	72.32
	Propyl alcohol (n)	75.0	72.80
	Ethyl acetate	43.0	74.75
Carbon disulfide	Methanol	72.0	37.65
	Ethanol	86.0	42.40
	Acetone	61.0	39.25
	Methyl acetate	69.5	40.15
Chloroform	Methanol	65	53.5
	Ethanol	64	59.3
	Isopropyl alcohol	92	60.8
Butyl alcohol (n)	Cyclohexane	11	79.8
	Toluene	37	105.5
Isobutyl alcohol	Isoamyl bromide	60.0	103.80
	Benzene	10.0	79.84
	Toluene	50.0	101.15
	Pinene (α)	96.5	107.90
Amyl alcohol (n)	Amyl acetate (iso-)	96.4	131.3
	Butyl propionate (iso-)	65	130.5
Isoamyl alcohol	Chlorobenzene	42	124.3
	Xylene (o)	64	128
	Xylene (m)	58	127
	Xylene (p)	56	126.8
Nitrobenzene	Benzyl alcohol	39	204.3
	Borneol	60	207.75
	Menthol	60	207.9
Phenol	Bromotoluene (p)	58	176.2
	Carvene	49.5	169.0
	Pinene (α)	25	152.75
Aniline	Carvene	48	171.35
Benzyl alcohol	Guaiacol	38	204.4
	Naphthalene	64	204.3
Acetic acid	Chlorobenzene	72.5	114.65
	Benzene	2.5	80.05
	Toluene	62.7	105.4
	Xylene (m)	40	115.38
Ethyl alcohol	Methyl ethyl ketone	45	74.8
	Ethyl acetate	46	71.8
	Methyl propionate	67.5	73.2
	Propyl formate (n)	72	73.5
	Benzene	44.8	68.24
	Cyclohexane	44.5	64.9
Ethyl alcohol	Hexane (n)	33.2	58.68
	Toluene	81	76.65
	Heptane (n)	62	72
Allyl alcohol	Benzene	22.2	76.75
	Cyclohexane	26.6	74
	Hexane (n)	6.5	65.5
	Toluene	61.5	92.4
Acetone	Methyl acetate	61	56.1
	Isobutyl chloride	81	55.8
	Diethylamine	43.5	51.5
Propyl alcohol (n)	Ethyl propionate	64	93.4
	Benzene	20.9	77.12
	Hexane (n)	6	65.65
	Toluene	60	92.6
Isopropyl alcohol	Ethyl acetate	30.5	74.8
	Benzene	39.3	71.92
	Hexane (n)	29	61
	Toluene	77	80.6
Tetrachloroethylene	Ethanol	6	77.95
	Allyl alcohol	27	94.0
	Propionic acid	81	118.95
	Propyl alcohol (n)	24	94
	Isopropyl alcohol	8	81.7
	Butyl alcohol (n)	47	110
	Isobutyl alcohol	40	103.05
Trichloroethylene	Allyl alcohol	70	80.95
	Propyl alcohol (n)	69	81.75
	Isopropyl alcohol	54	74
	Isobutyl alcohol	86	85.4
	Butyl alcohol (tert)	74	75
	Amyl alcohol (tert)	83	84
Dichloroethylene	Allyl alcohol	76	79.6
		77	80
Chloral hydrate	Cyclohexane	13	76
Ethylene bromide	Acetic acid	20.7	114.35
	Propionic acid	65	127.75
	Isobutyl alcohol	22	106.2
	Isoamyl alcohol	52	123.2
	Ethyl benzene	83.5	131.1
Methanol	Trichloroethylene	70	60.2
	Acetonitrile	84.5	63.45
	Ethylene dichloride	62	59.5
	1, 1-Dichlorethane	28.5	49.05
	Ethyl bromide	14	34.95
	Chloromethyl methyl ether	57.5	56
	Ethyl iodide	52.5	54.7
	Acetone	20	55.7
	Ethyl formate	30.5	50.95
	Methyl acetate	35	54.0
	Propyl bromide (n)	49	54.1
	Propyl iodide (n)	88	63.5
	Methylal	34.5	41.82
	Trimethyl borate	87	59
	Ethyl acetate	91.7	62.3
	Pentane (n)	13	31
	Pentane (iso-)	9	24.5
	Benzene	61.4	53.84
	Cyclohexene	63.0	55.9
	Cyclohexane	61.0	54.2
	Hexane (n)	51	50.6
	Heptane (n)	83	60.5
	Pinene (d)	98.5	64.5

*Abstracted from *International Critical Tables*, McGraw-Hill.

NOTE: To convert degrees Celsius to degrees Fahrenheit, °F = 1.8°C + 32.

ประวัติผู้วิจัย

นางสาว กาญจนา รักวรา เกิดวันที่ 2 พฤศจิกายน 2513 ที่จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2539

ในระหว่างปี พ.ศ 2537 ทำงานเป็นนักวิชาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและโรคกุ้ง ที่บริษัท ป.เจริญพันธุ์ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จังหวัดจันทบุรี

ในระหว่างปี พ.ศ. 2538 – พ.ศ. 2540 ทำงานเป็นนักวิชาการสิ่งแวดล้อม ที่บริษัท เอ็น เอส คอนซัลเทนท์ กรุงเทพมหานคร

ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 93/5 ซอยอารีย์สัมพันธ์ 3 ถนนพหลโยธิน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400