รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จันทนา พุทธาธร. เฟอร์ฟูรัลจากซังข้าวโพด วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

จิรภรณ์ อารยเมธาเลิศ. การกำจัดสีโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดควอร์เทอร์ไนซ์ครอสลิงค์เซลลูโลสที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ชลธา ไกรวัตนุสสรณ์, ลัดดา ยาวิรัชน์ และศักดิ์จิตรา ตันสมบูรณ์. การผลิตถ่านกัมมันต์จากขานอ้อย. โครงงานระดับปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538.

ชัยยุทธ ช่างสาร. การย้อมสีผ้าโพลิเอสเตอร์ด้วยสีไดเรกท์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์โพลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า. รายงานวิจัยขั้นสมบูรณ์, เล่มที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลและสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

ปิยนุช นาคพงศ์. การปรับปรุงวัสดุอุ้มน้ำพื้นฐานเซลลูโลสโดยกราฟโพลิเมอไรเซชั่นของอะคริโลไนทริลและกรดอะคลิลิกบนไมโครคริสทัลไลน์เซลลูโลส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ปริยาพร ชุนดี และ สุมาลี จันทะ. การเสริมธาตุเหล็กในขนมปังด้วยเปลือกถั่วเหลือง. โครงงานระดับปริญญาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ปราณี สถิรพิพัฒน์กุล. การผลิตอะซิโตนบิวทานอลจากผักตบชวาที่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ปรานอม ขาวเมฆ. คู่มือหลักสูตรเข้มข้นการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา. เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

วิภาดา นวลทวี และศรีประภา กล้วยไม้ ณ อยุธยา. การบำบัดสีไดเรกท์ด้วยผงผักตบชวา. โครงงานระดับปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2540.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสยามออฟเซ็ท จำกัด, 2527.

สัญชวัล อิงคภาคย์. ประสิทธิภาพของการลดซีโอดี และสีออกจากน้ำชะมูลฝอยด้วยกระบวนการดูดติดผิว โดยใช้ถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ และแกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

อัจฉราพร ไศละสูต. คู่มือการย้อมสี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เทคนิคการพิมพ์, 2527.

ภาษาอังกฤษ

Ahmedna, M., Johns, M.M., Clarke, S.J., Marshall, W.E., and Rao, R.M. Potential of agricultural by-product-based activated carbons for use in raw sugar decolourization. Journal of Science Food and Agricultural. 75, 1997: 117-124.

Ahmedna, M., Marshall, W.E., and Rao, R.M. Production of granular activated carbons from select agricultural by-products and evaluation of their physical, chemical and adsorption properties. Bioresource Technology. 71, 2000: 113-123.

Allan, K. S., and Sidney, J. S. Soybeans: Chemistry and Technology (2nd ed.). Westoort, Conn: AVI, 1978.

Asfour, H.M., Fadali, O.A., Nassar, M.M., and El-Geundi, M.S. Colour Removal from Textile Effluents Using Hardwood Sawdust as an Adsorbent. Journal of Chemical Technology Biotechnology. 35A, 1985: 28-35.

Buckley, C.A. Membrane technology for The Treatment of Dyehouse Effluents. Water Science Technology. Vol.20, 1992: 203 – 209.

El-Geundi, M.S. Color Removal from Textile Effluents by Adsorption Techniques. Water Research. Vol.25, No.3, 1991: 271-273.

Gupta, M.P., and Bhattacharya, P.K. Study on Colour Removal from Bleach Plant Effluent of Kraff Pulp Mill. Journal of Chemical Technology Biotechnology. 35B, 1985: 33-42.

Hwang, M.C. and Chen, K.M. The Removal of Color from Effluents Using Polyamide-Epichlorohydrin-Cellulose Polymer. I. Preparation and Use in Dye Removal. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 48, 1993: 299-311.

Johnson, A. The Theory of Coloration of Textiles. 2nd ed. Bradford: The Society of Dyes and Colourists, 1989.

Laszlo, J.A., and Dintzis, F.R. Crop Residues as Ion-Exchange Material. Treatment of Soybean Hull and Sugar Beet Fiber (Pulp) with Epichlorohydrin to Improve Cation-Exchanger Capacity and Physical Stability. Journal of Applied Polymer. Vol.52, 1994: 531-538.

Laszlo, J.A. Electrolyte Effects on Hydrolyzed Reactive Dye Binding to Quaternized Cellulose. Textile Chemist and Colorist. Vol.27, No.4, 1995: 25-27.

Laszlo, J.A. Preparing an Ion-Exchange Resin from Sugarcrane Bagasse to Remove Reactive Dye from Wastewater. Textile Chemist and Colorist. Vol.28, No.5, 1996: 13-17.

Li, G., and Zhao, Q. Dyeing Wastewater Treatment by Ash-cinder and Dust/Off Gas. Water Science Technology. Vol.24, No.5, 1991: 215-220.

McKay, G., Ramprasad, G., and MowLi, P. Desorption and Regeneration of Dye Colours from Low-Cost Materials. Water Research. Vol.21, No.3, 1987: 375-377.

McKay, G., El-Geundi, M., and Nassar, M.M. Equilibrium Studies During the Removal of Dyestuffs from Aqueous Solutions Using Bagasse Pith. Water Research. Vol.21, No.12, 1987: 1513-1520.

Mehna, A., Bajpai, P., and Bajpai, P.K. Studies on Decolourization of Effluent from a Small Pulp Mill Utilizing Agriresidues with Trametes Versicolor. Enzyme and Microbial Technology. Vol.17, No.1, Jan 1995: 18-22.

Meyer, V., Carlsson F.H.H., and Oellermann, R.A. Decolorizaion of Textile Effluent Using a Low Cost Natural Adsorpbent Material. Water Science Technology. Vol.26, No.5-6, 1992: 1205-1211.

Nassar, M.M., and El-Geundi, M.S. Comparative Cost of Colour Removal from Textile Effluents Using Natural Adsorbent. Journal of Chemical Technology Biotechnology. 50, 1991: 257-264.

Poots, V.J.P., McKay, G., and Healy, J.J. The Removal of Acid Dye from Effluent Using Natural Adsorbent-I, II. Water Research. Vol.10, 1976: 1061-1070.

Rangnekar, D.W. and Singh, P.P. An Introduction to Synthetic Dyes. Dhanraj: Himalaya Publishing House, 1980.

Shi, W., Xu, X. and Sun, G. Chemically Modified Sunflower stalks as Adsorbents for Color Removal from Textile Wastewater. Journal of Applied Polymer Science. Vol.71, 1999: 1841-1850.

Sun, G. and Xu, X. Sunflower Stalks as Adsorbents for Color Removal from Textile Wastewater. Industrial Engineering Chemistry Research. Vol.36, No.3, 1997: 808-812.

Valencia, S.A., Salvation, J.L., and Yang, S.T. Adsorption of Basic and Reactive Dyes from Simulated Textile Wastewater Using Corn Fiber as Adsorbent. The 3rd Southeast Asian Regional Conference on Higher Engineering Education Network. Manila Peninsula, 27-28 Oct 1999.

บรรณานุกรม

อาภาอร รักษ์บุญยวง, บัวแก้ว เวสสบุตร และวารุณี วัฒนถนอม. การปรับปรุงสมบัติเส้นใยเซลลูโลส เพื่อเพิ่มการดูดติดสีย้อมรีแอคทีฟให้กับเส้นใย. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

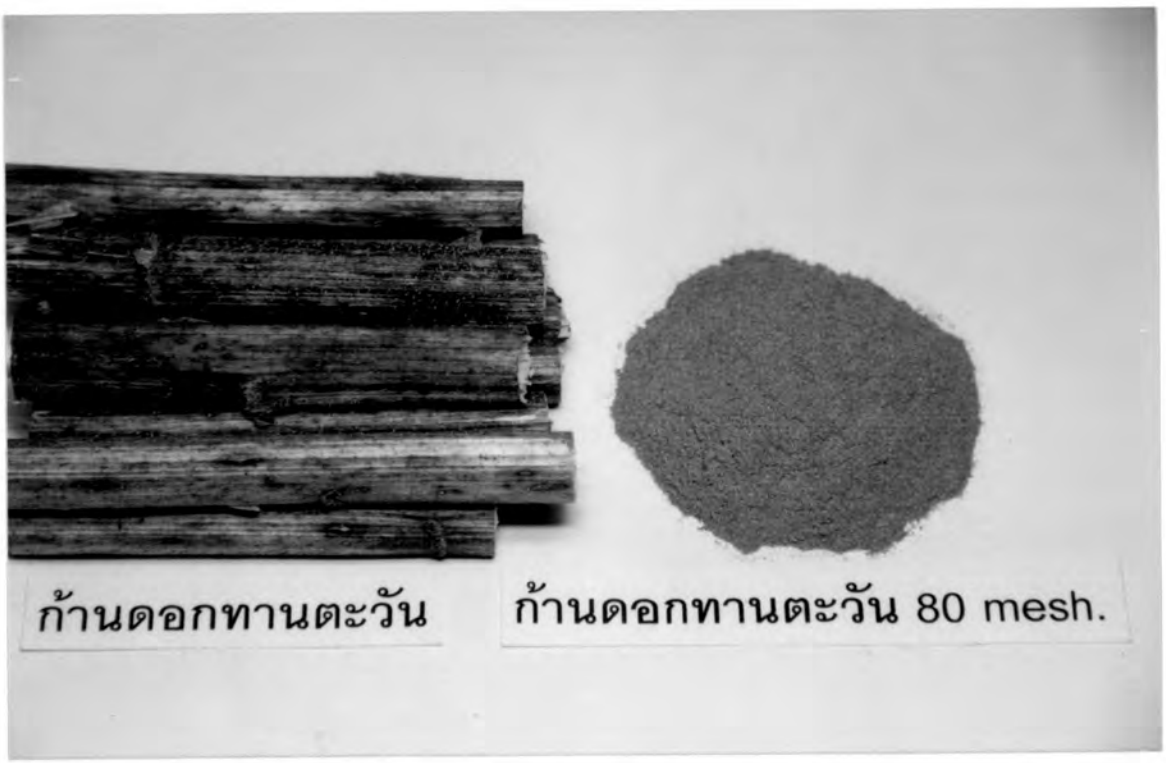
เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ. การกำจัดโลหะหนักโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. รายงานผลการวิจัย ทุนรัชดาภิเษกสมโภช ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
รูปวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ ก1 ซังข้าวโพดก่อนบด และหลังบดและร่อนแล้ว

รูปที่ ก2 เปลือกถั่วเหลืองก่อนบด และหลังบดและร่อนแล้ว



รูปที่ ก3 ก้านดอกทานตะวันก่อนบด และหลังบดและร่อนแล้ว

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสี

ตารางที่ ข1. สี Sirius Blue KCFN (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	7.06	5.52	217.718	199.240	8.49
70	7.08	5.77	313.881	294.646	6.13
90	7.07	5.67	379.322	377.194	0.56
100	7.04	5.74	438.342	411.36	6.16
150	7.13	5.99	673.174	644.226	4.30
200	7.19	6.21	868.007	846.326	2.50

ตารางที่ ข2. สี Sirius Rubine KZBL (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.47	5.60	107.397	100.310	6.60
70	6.42	5.44	155.474	144.288	7.19
90	6.45	5.46	201.678	186.480	7.54
100	6.47	5.46	225.542	211.470	6.24
150	6.53	5.58	329.117	326.985	0.65
200	6.55	5.68	429.822	402.840	6.28

ตารางที่ ข3. สี Best Direct Black B (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	9.29	7.46	230.606	211.905	8.11
70	9.38	7.64	332.724	315.318	5.23
90	9.49	7.69	437.641	436.040	0.37
100	9.52	7.76	472.125	441.588	6.47
150	9.63	7.19	710.522	699.600	1.54
200	9.68	7.20	959.261	937.419	2.28

ตารางที่ ข4. สี Remazol Brilliant Blue R (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.79	6.19	66.706	64.455	3.37
70	6.44	6.25	89.944	86.300	4.05
90	6.21	5.97	113.998	108.528	4.80
100	6.02	5.62	126.76	124.824	1.53
150	5.85	5.57	193.141	175.010	9.39
200	5.76	5.39	256.535	249.840	2.61

ตารางที่ ข5. สี Remazol Brilliant Red 3BS (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.14	6.76	82.277	73.670	10.46
70	4.69	6.25	117.62	104.960	10.76
90	4.54	5.46	150.368	134.928	10.27
100	4.47	5.05	160.102	148.095	7.50
150	4.26	4.68	260.15	239.328	8.00
200	4.16	4.49	327.782	303.120	7.52

ตารางที่ ข6. สี Remazol Black B (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.53	7.97	230.522	225.650	2.11
70	5.96	7.78	310.277	292.130	5.85
90	5.67	7.29	420.722	395.985	5.88
100	5.59	6.97	468.222	413.055	11.78
150	5.43	6.59	684.082	650.320	4.94
200	5.43	6.39	919.222	866.850	5.70

ตารางที่ ข7. สี Sirius Blue KCFN (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	7.01	6.55	232.387	208.232	10.39
70	7.02	6.55	305.149	263.67	13.59
90	7.04	6.69	358.145	277.695	22.46
100	7.03	6.77	442.888	423.78	4.31
150	7.10	6.91	670.82	590.778	11.93
200	7.18	6.95	848.285	817.05	3.68

ตารางที่ ข8. สี Sirius Rubine KZBL (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	PH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.47	6.41	113.299	99.460	12.21
70	6.41	6.23	158.047	149.320	5.52
90	6.45	6.18	192.363	186.232	3.19
100	6.51	6.25	219.099	209.730	4.28
150	6.54	6.19	332.764	270.675	18.66
200	6.50	6.14	449.559	436.380	2.93

ตารางที่ ข9. สี Best Direct Black B (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	9.36	8.37	235.165	222.978	5.18
70	9.44	8.26	322.741	316.5596	1.92
90	9.52	8.20	425.129	418.090	1.66
100	9.56	8.30	490.229	484.990	1.07
150	9.65	8.45	748.468	735.200	1.77
200	9.68	8.73	941.043	914.220	2.85

ตารางที่ ข10. สี Remazol Brilliant Blue R (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.79	6.34	66.351	65.244	1.67
70	6.52	6.62	89.893	88.050	2.05
90	6.21	6.62	112.232	108.462	3.36
100	6.12	6.64	125.511	120.435	4.04
150	5.85	6.63	202.470	200.890	0.78
200	5.72	6.65	252.974	244.560	3.33

ตารางที่ ข11. สี Remazol Brilliant Red 3BS (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	4.62	6.82	81.710	77.532	5.11
70	4.46	6.52	114.456	107.328	6.23
90	4.34	6.32	147.991	136.990	7.43
100	4.33	6.15	159.771	150.410	5.86
150	4.14	5.79	258.580	229.110	11.40
200	4.04	5.52	325.973	309.345	5.10

ตารางที่ ข12. สี Remazol Black B (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.89	8.06	226.638	222.624	1.77
70	5.76	7.93	317.703	313.420	1.35
90	5.64	6.84	401.592	393.696	1.97
100	5.61	6.55	463.867	443.160	4.46
150	5.42	6.32	690.240	678.094	1.76
200	5.33	6.81	938.995	780.230	16.91

ตารางที่ ข13. สี Sirius Blue KCFN (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.96	7.56	207.617	164.168	20.93
70	6.95	7.30	299.622	229.647	23.35
90	7.00	7.23	393.317	332.625	15.43
100	7.03	7.17	427.437	347.90	18.61
150	7.09	7.01	674.517	613.48	9.05
200	7.19	7.01	837.407	740.725	11.55

ตารางที่ ข14. สี Sirius Rubine KZBL (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	7.03	5.52	108.902	109.600	0.00
70	6.88	5.76	159.127	155.860	2.05
90	6.79	5.96	208.937	204.91	1.93
100	6.74	5.98	223.888	220.45	1.54
150	6.69	6.12	353.312	311.415	11.86
200	6.72	6.17	450.037	417.120	7.31

ตารางที่ ข15. สี Best Direct Black B (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ก้านดอกทานตะวัน (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	9.01	8.01	230.471	218.322	5.27
70	9.14	8.06	335.607	319.410	4.83
90	9.34	8.14	436.507	414.400	5.06
100	9.46	8.29	471.000	447.008	5.09
150	9.53	8.78	709.397	699.360	1.41
200	9.64	9.11	955.132	929.418	2.69

ตารางที่ ข16. สี Remazol Brilliant Blue R (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.59	6.46	60.245	64.530	0.00
70	5.60	7.17	89.789	92.292	0.00
90	5.57	6.91	111.865	117.432	0.00
100	5.53	6.67	125.585	134.672	0.00
150	5.44	6.56	193.109	199.177	0.00
200	5.36	6.42	254.513	256.128	0.00

ตารางที่ ข17. สี Remazol Brilliant Red 3BS (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.05	6.10	80.573	74.592	7.42
70	6.64	5.90	108.825	102.592	5.73
90	4.46	5.75	145.798	134.761	7.57
100	4.42	5.59	162.353	152.636	5.99
150	4.23	5.42	243.311	226.737	6.81
200	4.12	5.21	311.708	295.848	5.09

ตารางที่ ข18. สี Remazol Black B (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (UNT)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.92	8.02	227.573	204.624	10.08
70	5.79	7.84	315.891	288.400	8.70
90	5.65	7.66	401.036	381.161	4.96
100	5.57	7.58	467.097	387.504	17.04
150	5.43	7.51	688.457	623.727	9.40
200	5.30	7.44	939.635	815.166	13.25

ตารางที่ ข19. สี Sirius Blue KCFN (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	8.06	4.85	209.542	0.484	99.77
70	7.90	4.82	310.362	3.477	98.88
90	7.77	4.96	381.062	3.799	99.00
100	7.78	5.74	420.407	3.533	99.16
150	7.71	5.76	643.142	0.854	99.87
200	7.66	6.11	829.642	0.854	99.90

ตารางที่ ข20. สี Sirius Rubine KZBL (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	7.84	5.86	111.968	0.154	99.86
70	7.50	4.91	155.442	0.843	99.46
90	7.31	4.88	198.006	0.455	99.77
100	7.23	4.86	228.134	0.521	99.77
150	7.14	5.08	332.72	0.00	100.00
200	5.28	5.28	452.39	0.00	100.00

ตารางที่ ข21. สี Best Direct Black B (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	9.35	6.50	244.4	57.628	76.42
70	9.36	6.77	264.727	87.966	66.77
90	9.47	7.01	387.322	141.537	63.46
100	9.48	7.13	440.856	168.056	61.88
150	9.58	7.44	721.397	338.744	53.04
200	9.68	7.62	963.562	508.068	47.27

ตารางที่ ข22. สี Remazol Brilliant Blue R (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	8.09	8.16	63.446	0	100.00
70	7.59	5.92	89.279	0.424	99.53
90	6.87	5.31	108.628	0.137	99.87
100	6.79	5.14	121.46	0.009	99.99
150	6.53	4.82	189.028	0.108	99.94
200	6.22	4.62	254.312	0.166	99.93

ตารางที่ ข23. สี Remazol Brilliant Red 3BS (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	4.62	6.33	82.037	2.207	97.31
70	4.46	6.00	117.38	2.125	98.19
90	4.34	4.39	150.128	3.719	97.52
100	4.33	4.25	159.862	3.394	97.88
150	4.14	4.16	259.91	3.389	98.70
200	4.04	4.13	327.542	2.808	99.14

ตารางที่ ข24. สี Remazol Black B (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ซังข้าวโพด (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.53	6.54	230.282	5.097	97.79
70	5.96	6.43	310.037	4.191	98.65
90	5.67	4.73	420.482	7.946	98.11
100	5.59	4.55	414.517	7.205	98.26
150	5.43	4.84	683.842	5.481	99.20
200	5.43	4.74	918.982	3.555	99.61

ตารางที่ ข25. สี Sirius Blue KCFN (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.91	3.88	218.693	0	100
70	7.71	3.92	298.201	5.003	98.32
90	7.60	3.90	364.435	29.379	91.94
100	7.11	3.93	413.829	39.997	90.33
150	7.94	3.98	633.457	202.293	68.07
200	7.79	4.05	857.287	354.782	58.62

ตารางที่ ข26. สี Sirius Rubine KZBL (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.55	3.54	113.658	0	100
70	6.61	3.67	163.375	5.730	96.49
90	6.67	3.66	181.617	29.437	83.89
100	6.74	3.71	194.993	16.642	91.47
150	7.06	3.76	324.307	117.916	63.64
200	7.33	4.03	436.891	156.118	64.27

ตารางที่ ข27. สี Best Direct Black B (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	9.16	4.26	224.74	84.302	62.49
70	9.06	4.64	313.957	164.058	47.75
90	9.17	5.92	415.017	240.78	41.98
100	9.21	6.30	467.767	284.104	39.26
150	9.34	6.98	713.557	415.600	41.76
200	9.41	7.32	969.467	671.415	30.74

ตารางที่ ข28. สี Remazol Brilliant Blue R (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.07	3.86	65.027	0.214	99.67
70	6.11	3.86	90.208	0.433	99.52
90	6.08	3.87	121.713	0	100
100	6.24	3.86	132.871	2.043	98.46
150	5.69	3.93	198.007	2.929	98.52
200	5.50	3.88	296.887	6.293	97.88

ตารางที่ ข29. สี Remazol Brilliant Red 3BS (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	4.81	3.85	80.45	0	100
70	4.72	3.86	97.954	0	100
90	4.55	3.84	137.678	0	100
100	4.42	3.56	165.597	0	100
150	4.17	3.58	243.821	0	100
200	4.08	3.63	314.707	0	100

ตารางที่ ข30. สี Remazol Black B (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.98	3.78	209.629	0.224	99.89
70	5.61	3.80	296.077	0.391	99.87
90	5.58	3.79	397.315	0.712	99.82
100	5.56	3.81	446.991	0.607	99.86
150	5.47	3.85	682.327	0.284	99.96
200	5.43	3.93	770.187	4.628	99.40

ตารางที่ ข31. สี Sirius Blue KCFN (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	6.96	4.06	217.916	0	100
70	7.03	4.07	291.798	0.099	99.97
90	7.03	4.12	394.429	0.072	99.98
100	7.78	4.14	418.885	0.392	99.91
150	7.11	4.11	687.1	77.452	88.73
200	8.37	4.42	827.857	216.579	73.84

ตารางที่ ข32. สี Sirius Rubine KZBL (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	7.16	4.12	118.206	1.341	98.87
70	7.36	4.14	167.94	0.510	99.70
90	7.72	4.13	197.31	0.463	99.77
100	7.71	4.14	224.14	0.339	99.85
150	7.91	4.19	370.954	4.766	98.72
200	8.04	4.29	460.41	52.764	88.54

ตารางที่ ข33. สี Best Direct Black B (สีไดเรกท์) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
10	8.66	4.24	41.866	2.611	93.76
30	8.70	4.60	133.249	20.493	84.62
50	8.73	5.63	208.218	42.082	79.79
70	8.86	6.39	269.518	97.048	63.99
90	8.96	6.67	355.746	155.155	56.39
100	8.98	6.66	401.527	170.670	57.49
150	9.13	7.07	691.47	338.346	51.07
200	9.81	7.97	898.77	515.970	42.59

ตารางที่ ข34. สี Remazol Brilliant Blue R (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.96	3.96	64.555	0.800	98.76
70	5.65	3.95	91.55	0.123	99.87
90	5.59	3.99	110.736	0	100
100	5.52	4.01	123.76	0	100
150	5.51	4.02	190.21	0.175	99.91
200	5.45	4.07	234.295	1.086	99.54

ตารางที่ ข35. สี Remazol Brilliant Red 3BS (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (Q-R)

ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	4.69	3.87	81.675	0.132	99.84
70	4.58	3.92	116.15	0.696	99.40
90	4.48	3.92	141.648	0.115	99.92
100	4.45	3.90	164.17	0.099	99.94
150	4.30	3.90	237.07	0	100
200	4.18	3.90	320.38	0	100

ตารางที่ ข36. สี Remazol Black B (สีรีแอคทีฟ) บำบัดโดยใช้ก้านทานตะวัน (Q-R)

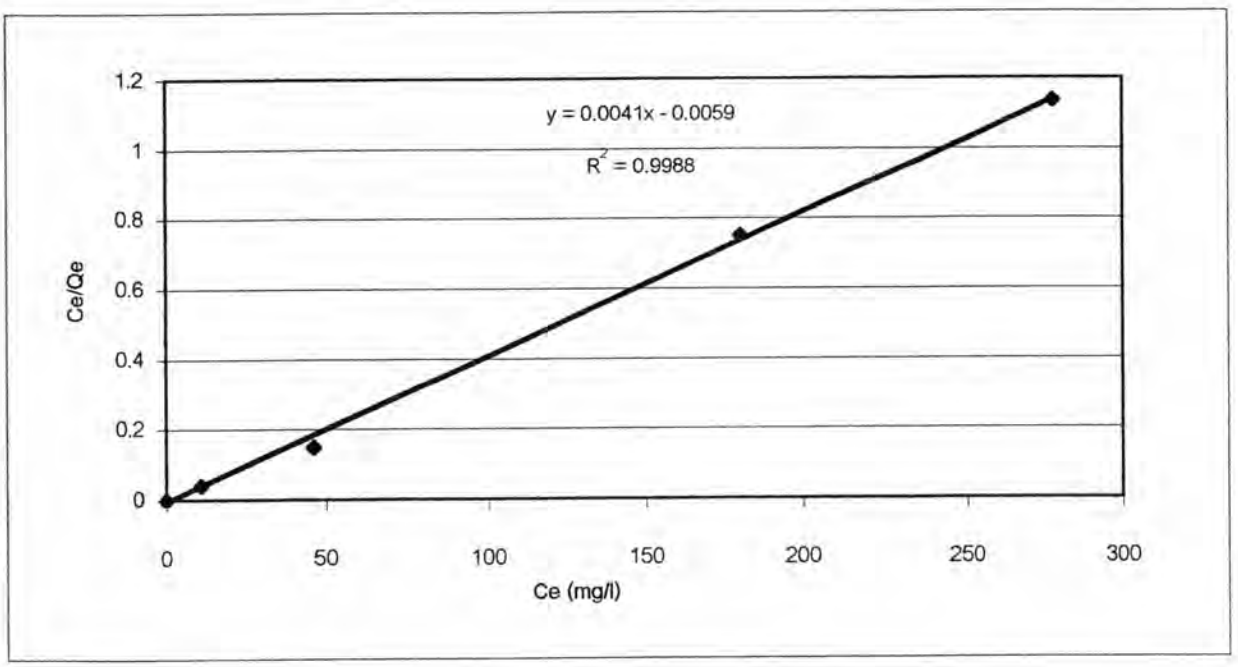
ความเข้มข้นสี มก./ล.	pH ก่อน บำบัด	pH หลัง บำบัด	ความเข้มสีก่อน บำบัด	ความเข้มสีหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ (%)
50	5.96	3.94	207.382	0.760	99.63
70	5.68	4.02	294.826	0.026	99.99
90	5.76	4.04	406.515	0	100
100	5.71	4.05	432.882	0	100
150	5.58	4.09	681.55	0.873	99.87
200	5.47	4.15	769.41	1.321	99.83

ภาคผนวก ค.

ข้อมูลการทำไอโซเทอม

ตาราง ค1 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Sirius Blue KCFN

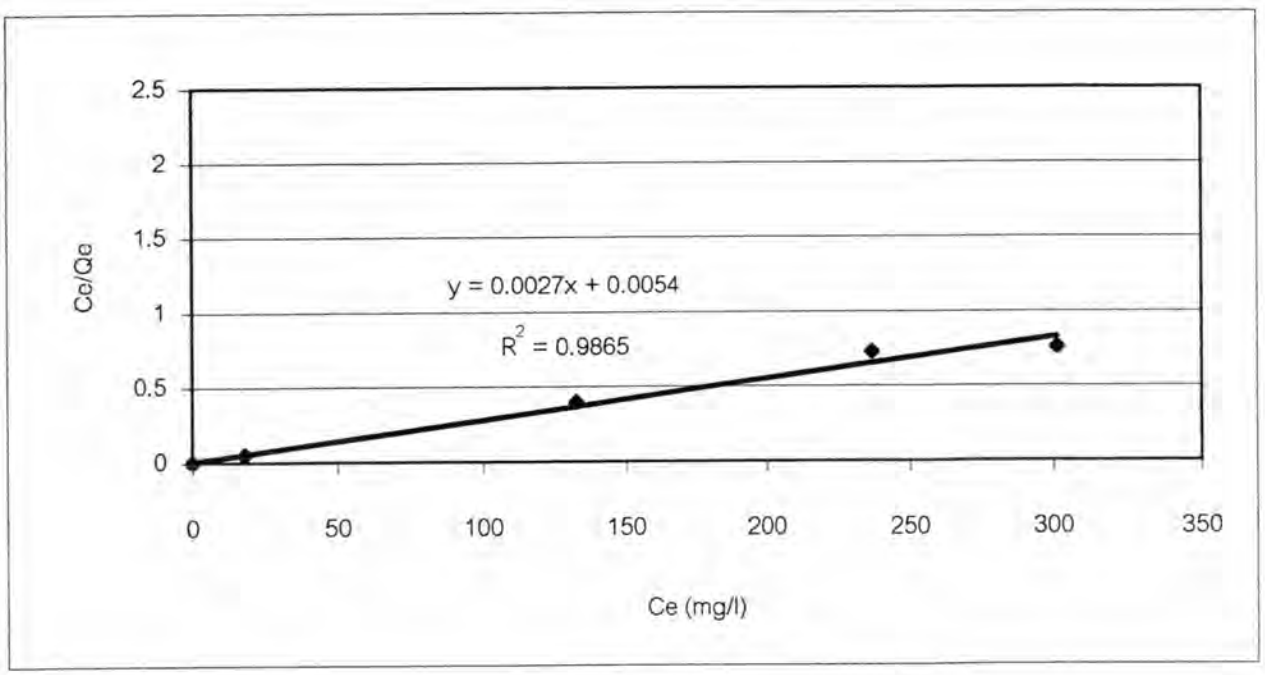
Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Sirius Blue KCFN						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q(mg/0.5g)	Qe(mg/g)	Ce/Qe
50	217.916	0	0	50	100	0
70	291.798	0.099	0	70	140	0
90	394.429	0.072	0	90	180	0
100	418.885	0.392	0	100	200	0
150	687.1	77.452	11.12326219	138.876738	277.753476	0.04004725
200	827.857	216.579	46.10000754	153.899992	307.799985	0.14977261
300	1191.402	749.868	180.1696961	119.830304	239.660608	0.75177017
400	1610.788	1138.104	277.7728335	122.227166	244.454333	1.13629744



q_{max} = 1/0.0041 = 243.90 mg/g

ตาราง ค2 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Sirius Rubine KZBL

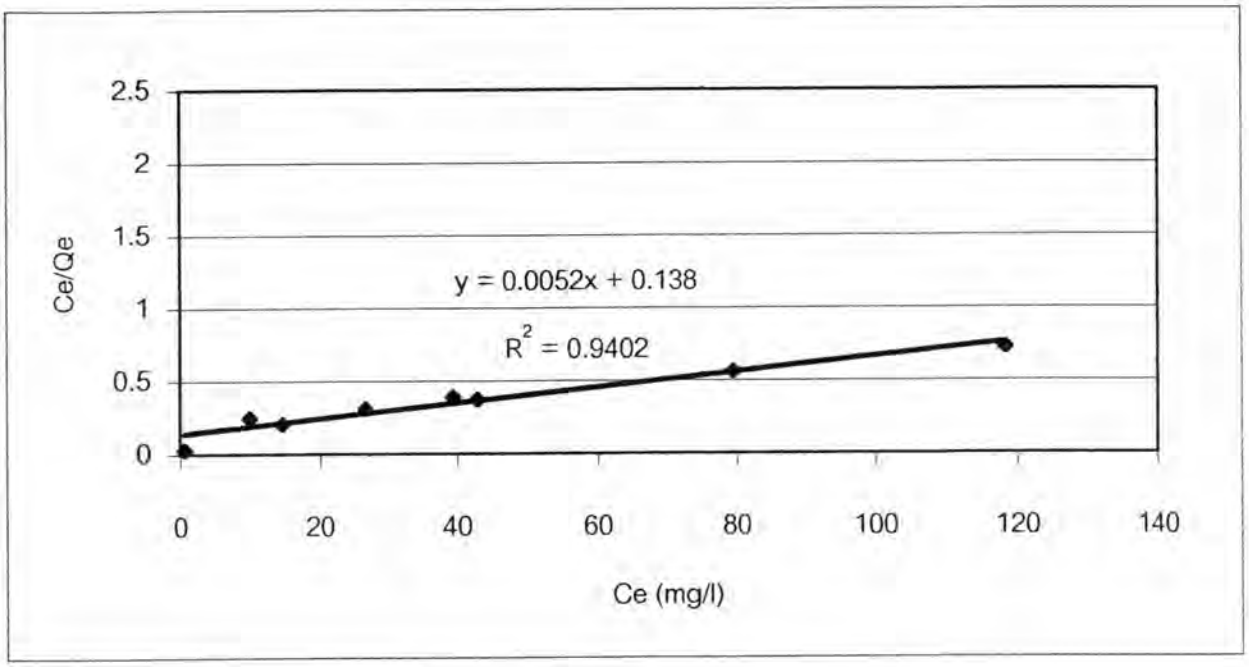
Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Sirius Rubine KZBL						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q(mg/0.5g)	Qe(mg/g)	Ce/Qe
50	118.206	1.341	0	50	100	0
70	167.94	0.51	0	70	140	0
90	197.31	0.463	0	90	180	0
100	224.14	0.339	0	100	200	0
150	370.954	4.766	0	150	300	0
200	460.41	52.764	18.11216465	181.8878353	363.7756707	0.049789379
300	689.868	307.395	132.5376354	167.4623646	334.9247292	0.395723647
400	920.488	539.63	236.8988451	163.1011549	326.2023098	0.726232887
500	1101.844	682.651	301.1692805	198.8307195	397.6614389	0.75735098



q_{max} = 1/0.0027 = 370.37 mg/g

ตาราง ค3 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Best direct black B

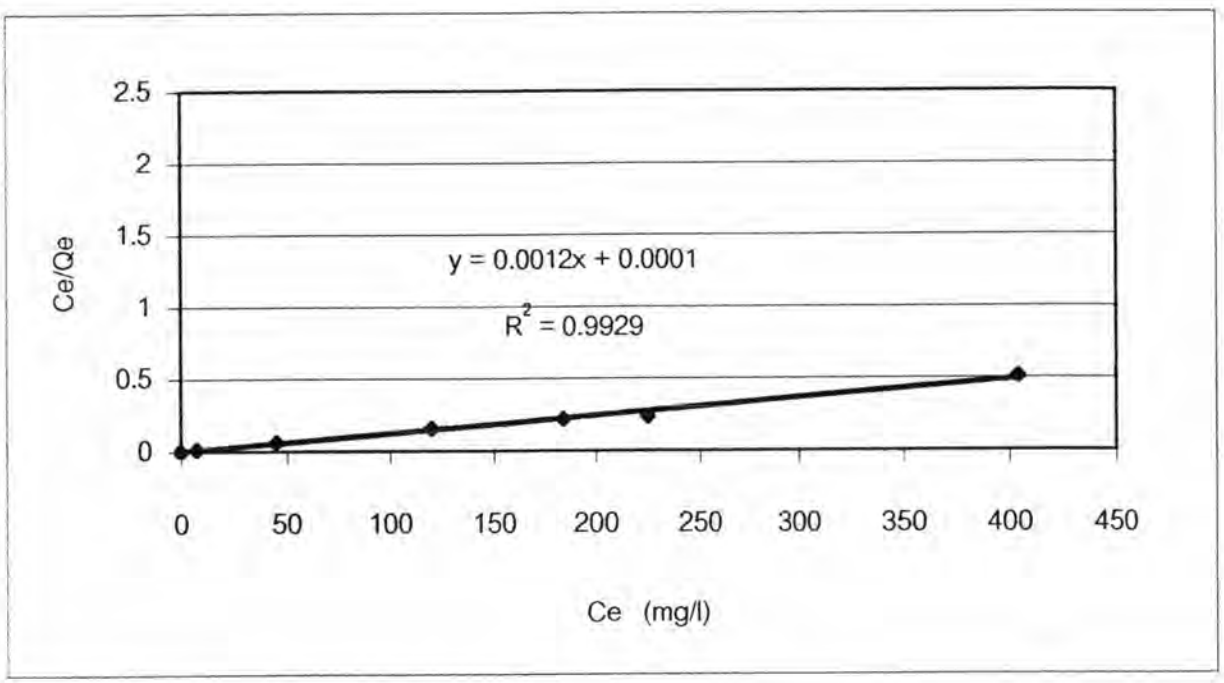
Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Best direct black B						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
10	41.866	2.611	0.62	9.38	18.76	0.03304904
30	133.249	20.493	9.910276611	20.08972339	40.1794468	0.2466504
50	208.218	42.082	14.63476015	35.36523985	70.7304797	0.20690882
70	269.518	97.048	26.6633841	43.3366159	86.6732318	0.30763113
90	355.746	155.155	39.37937675	50.62062325	101.241246	0.38896574
100	401.527	170.67	42.77464111	57.22535889	114.450718	0.37373851
150	691.47	338.346	79.46844363	70.53155637	141.063113	0.56335382
200	898.77	515.97	118.3392419	81.66075805	163.321516	0.72457839



q_{max} = 1/0.0052 = 192.31 mg/g

ตาราง ค4 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Remazol Brilliant Blue R

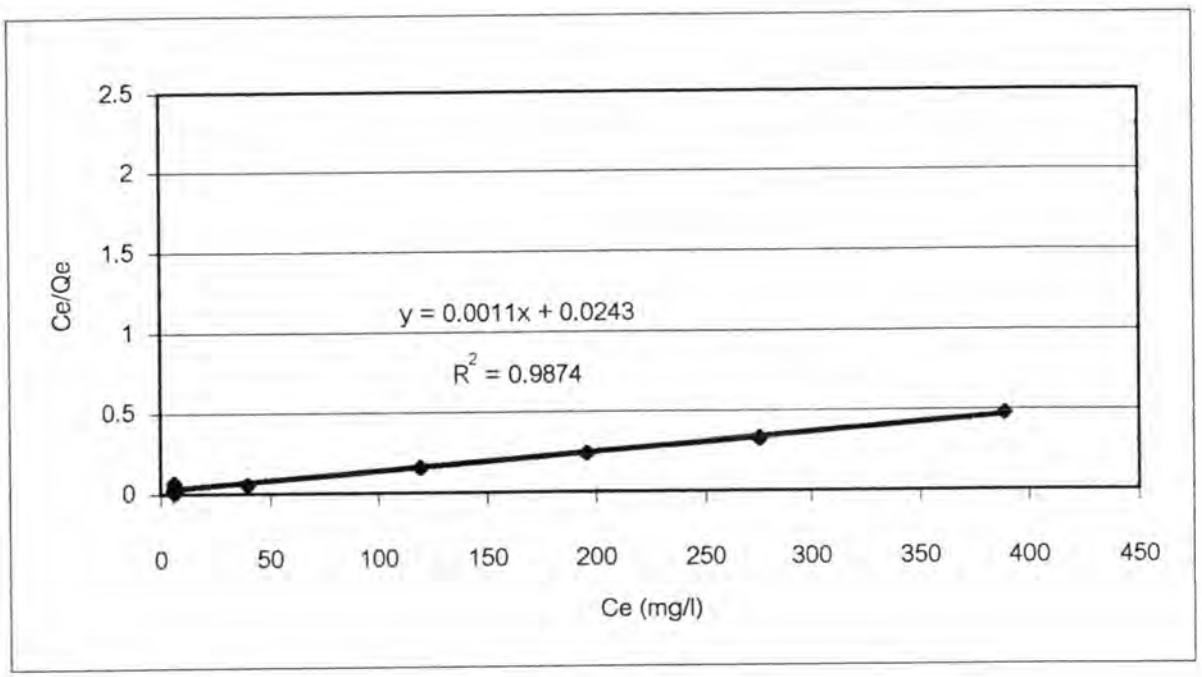
Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Remazol Brilliant Blue R						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	64.555	0.8	0	50	100	0
70	91.55	0.123	0	70	140	0
90	110.736	0	0	90	180	0
100	123.76	0	0	100	200	0
150	190.21	0.175	0	150	300	0
200	234.295	1.086	0	200	400	0
300	411.835	11.45	7.462420979	292.537579	585.075158	0.0127546
400	545.71	59.748	45.15694997	354.84305	709.6861	0.0636295
500	650.452	155.19	119.6453602	380.35464	760.70928	0.1572813
600	785.262	237.969	184.250839	415.749161	831.498322	0.2215889
700	861.19	289.646	224.5825334	475.417467	950.834933	0.2361951
800	1040.024	519.35	403.856708	396.143292	792.286584	0.5097356



q_{max} = 1/0.0012 = 833.33 mg/g

ตาราง ค5 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Remazol Brilliant Red 3BS

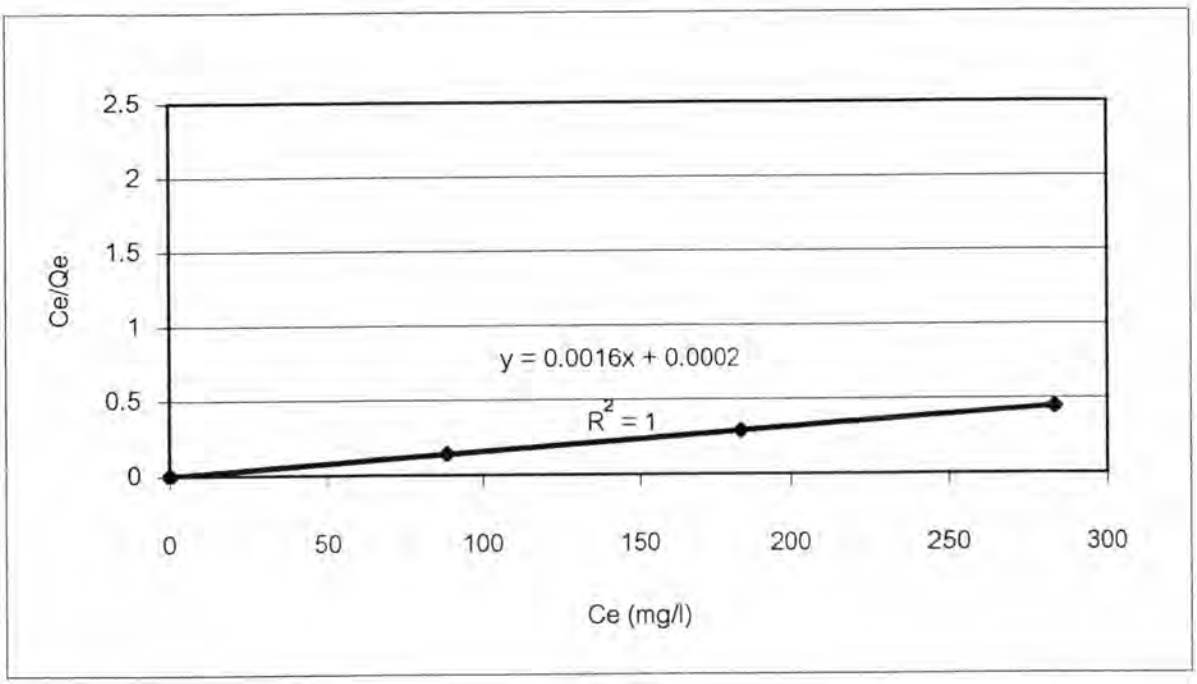
Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Remazol Brilliant Red 3BS						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	81.675	0.132	6.114644089	43.8853559	87.770712	0.069666
70	116.15	0.696	6.468359987	63.53164	127.06328	0.050907
90	141.648	0.115	6.10398244	83.8960176	167.79204	0.036378
100	164.17	0.099	6.093947946	93.9060521	187.8121	0.032447
150	237.07	0	6.031859517	143.96814	287.93628	0.020949
200	320.38	0	6.031859517	193.96814	387.93628	0.015549
300	466.672	1.233	6.805142678	293.194857	586.38971	0.011605
400	512.964	54.033	39.91897146	360.081029	720.16206	0.055431
500	781.47	180.71	119.3651929	380.634807	761.26961	0.156798
600	955.802	302.55	195.7778614	404.222139	808.44428	0.242166
700	1117.916	430.71	276.1541549	423.845845	847.69169	0.325772
800	1302.944	610.691	389.0302916	410.969708	821.93942	0.473308



q_{max} = 1/0.0011 = 909.10 mg/g

ตาราง ค6 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Remazol Black B

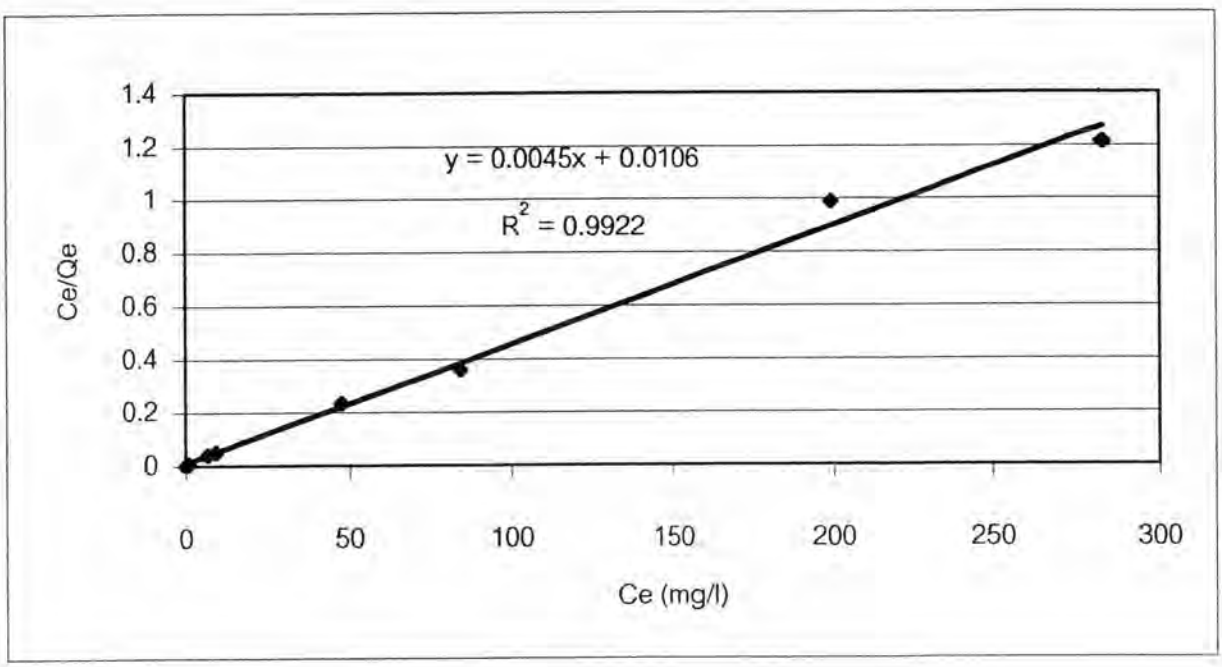
Q-R ก้านดอกทานตะวัน สี Remazol Black B						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	207.382	0.76	0	50	100	0
70	294.826	0.026	0	70	140	0
90	406.515	0	0	90	180	0
100	432.882	0	0	100	200	0
150	681.55	0.873	0	150	300	0
200	769.41	1.321	0	200	400	0
300	1327.438	46.206	0.149576366	299.850424	599.70085	0.000249
400	1870.327	400.56	88.19439958	311.8056	623.6112	0.141425
500	2056.516	783.54	183.3518026	316.648197	633.29639	0.28952
600	2310.01	1185.072	283.1187418	316.881258	633.76252	0.446727



q_{max} = 1/0.0016 = 625 mg/g

ตาราง ค7 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Sirius Blue KCFN

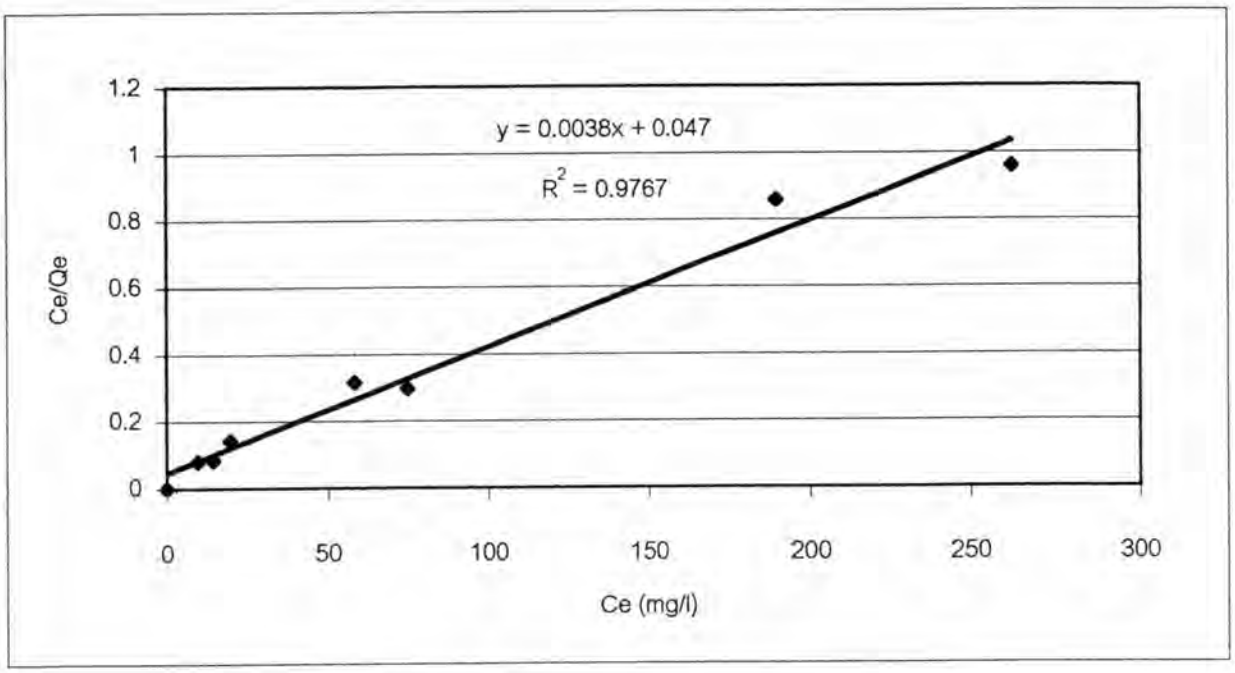
Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Sirius Blue KCFN						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	218.693	0	0	50	100	0
70	298.201	5.003	0.97963345	69.0203666	138.040733	0.0070967
90	364.435	29.379	6.759086706	83.2409133	166.481827	0.0405995
100	413.829	39.997	9.27657254	90.7234275	181.446855	0.0511256
150	633.457	202.293	47.75631268	102.243687	204.487375	0.2335416
200	857.287	354.782	83.91085189	116.089148	232.178296	0.361407
300	1285.582	840.968	199.1836309	100.816369	201.632738	0.9878536
400	1671.578	1195.56	283.2559926	116.744007	233.488015	1.21315



q_{max} = 1/.0045 = 222.22 mg/g

ตาราง ค8 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Sirius Rubine KZBL

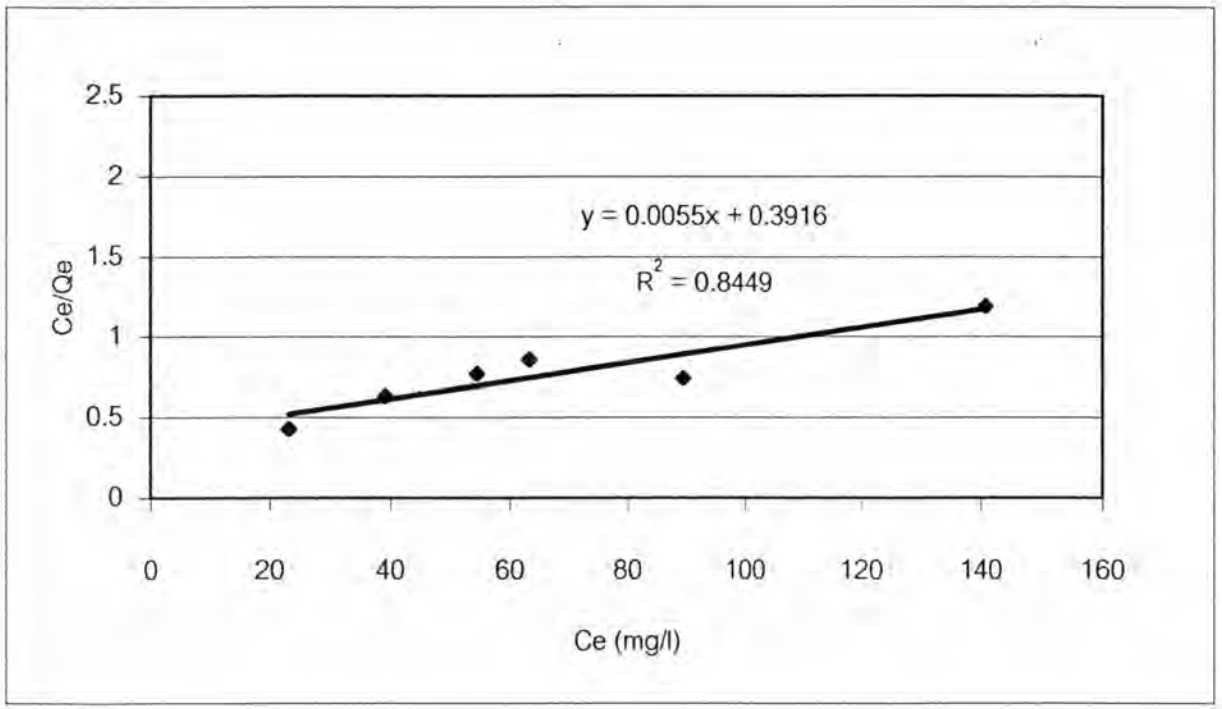
Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Sirius Rubine KZBL						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	113.658	0	0	50	100	0
70	163.375	5.73	9.730908777	60.2690912	120.538182	0.0807288
90	181.617	29.437	19.97062889	70.0293711	140.058742	0.1425875
100	194.993	16.642	14.4441085	85.5558915	171.111783	0.0844133
150	324.307	117.916	58.18719765	91.8128023	183.625605	0.3168795
200	436.891	156.118	74.68771596	125.312284	250.624568	0.2980064
300	690.666	422.136	189.5883725	110.411628	220.823255	0.8585526
400	908.732	592.053	262.9803041	137.019696	274.039392	0.9596442



q_{max} = 1/.0038 = 263.16 mg/g

ตาราง ค9 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Best Direct Black B

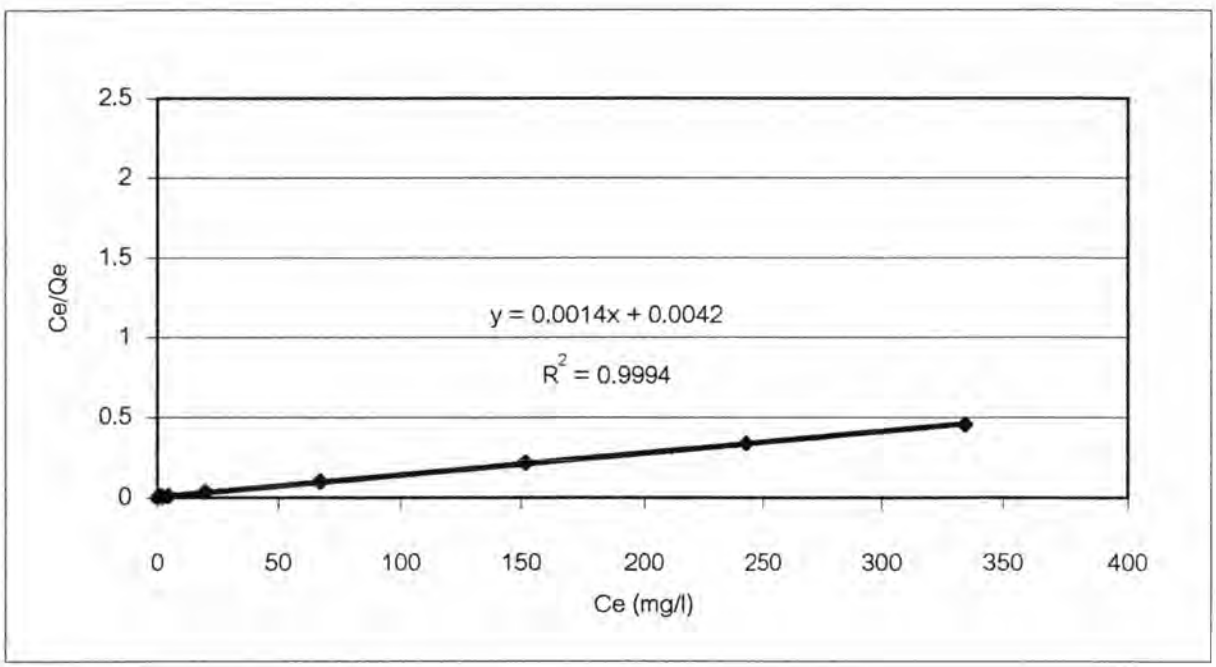
Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Best Direct Black B						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q(mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	224.74	84.302	23.12137685	26.8786232	53.7572463	0.43010717
70	313.957	164.058	39.11961166	30.8803883	61.7607767	0.63340544
90	415.017	240.78	54.50925722	35.4907428	70.9814856	0.76793627
100	467.767	284.104	63.19960684	36.8003932	73.6007863	0.85868114
150	713.557	415.6	89.57635448	60.4236455	120.847291	0.74123593
200	969.467	671.415	140.8902172	59.1097828	118.219566	1.19176734



q_{max} = 1/0.0055 = 181.82 mg/g

ตาราง ค10 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Remazol Brilliant Blue R

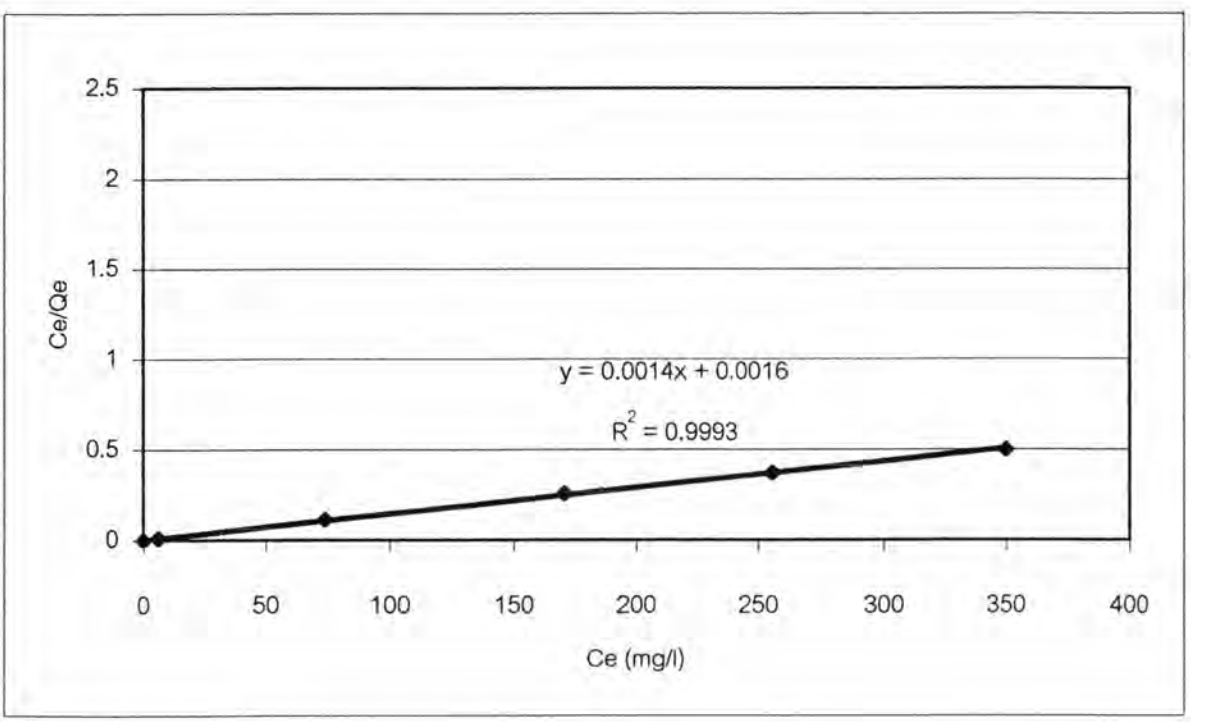
Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Remazol Brilliant Blue R						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	65.027	0.214	0	50	100	0
70	90.208	0.433	0	70	140	0
90	121.713	0	0	90	180	0
100	132.871	2.043	1.243466506	98.7565335	197.513067	0.00629562
150	198.007	2.929	1.908831481	148.091169	296.182337	0.00644478
200	296.887	6.293	4.43511565	195.564884	391.129769	0.01133924
300	372.087	26.825	19.85416041	280.14584	560.291679	0.0354354
400	523.855	89.667	67.04701111	332.952989	665.905978	0.1006854
500	663.891	202.461	151.7526284	348.247372	696.494743	0.21788051
600	831.985	323.235	242.4510363	357.548964	715.097927	0.33904592
700	915.442	445.395	334.1902974	365.809703	731.619405	0.45678162



q_{max} = 1/0.0014 = 714.29 mg/g

ตาราง ค11 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Remazol Brilliant Red 3BS

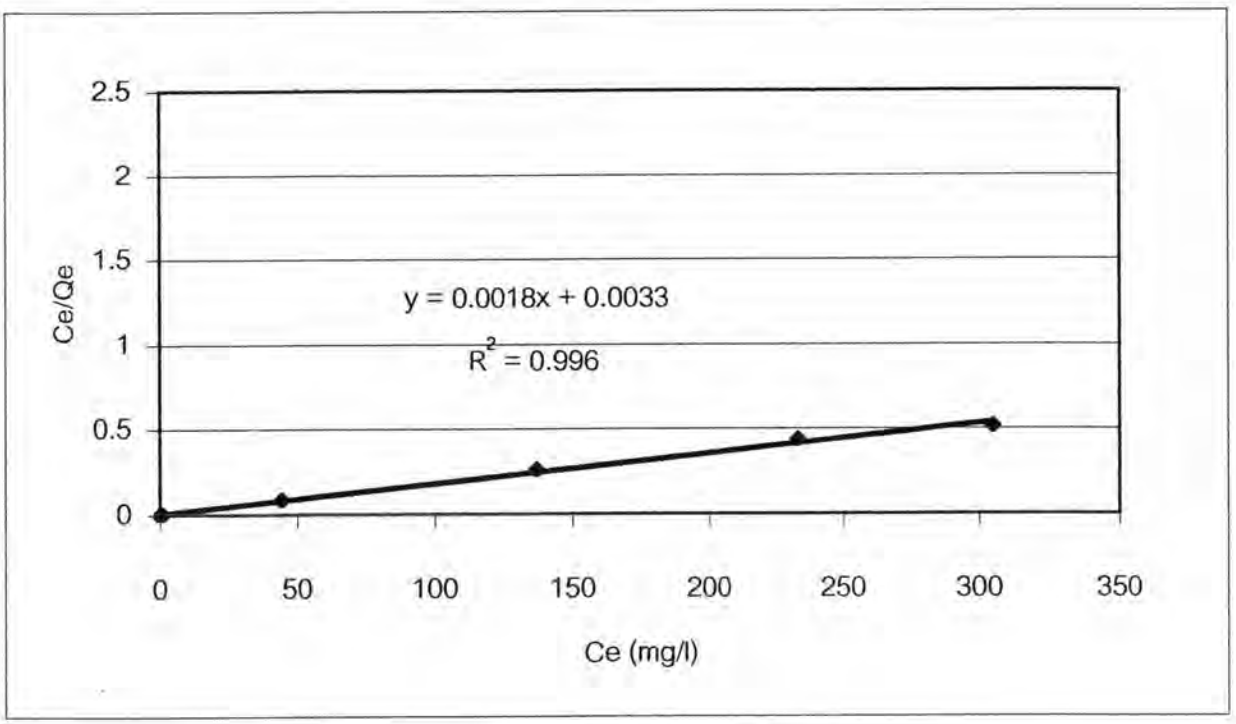
Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Remazol Brilliant Red 3BS						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	80.45	0	0	50	100	0
70	97.954	0	0	70	140	0
90	137.678	0	0	90	180	0
100	165.597	0	0	100	200	0
150	243.821	0	0	150	300	0
200	314.707	0	0	200	400	0
300	475.009	12.956	6.194437207	293.80556	587.611126	0.0105417
400	572.954	117.3	74.16212871	325.83787	651.675743	0.1138022
500	782.247	265.53	170.7163236	329.28368	658.567353	0.2592238
600	967.533	396.06	255.7410761	344.25892	688.517848	0.3714371
700	1051.986	540.719	349.9691897	350.03081	700.061621	0.499912



q_{max} = 1/0.0014 = 714.29 mg/g

ตาราง ค12 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Remazol Black B

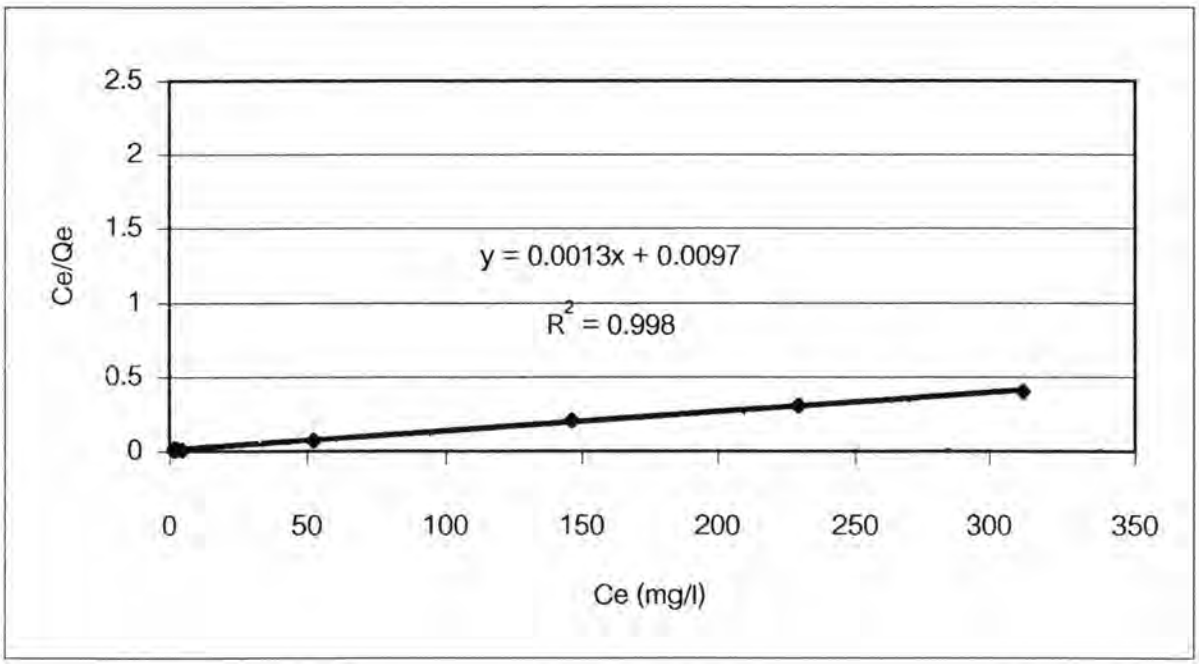
Q-R เปลือกถั่วเหลือง สี Remazol Black B						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	209.629	0.224	0.004652442	49.99534756	99.9906951	4.653E-05
70	296.077	0.391	0.042926226	69.95707377	139.914148	0.0003068
90	397.315	0.712	0.116494396	89.8835056	179.767011	0.000648
100	446.991	0.607	0.092430041	99.90756996	199.81514	0.0004626
150	682.327	0.284	0.018403502	149.9815965	299.963193	6.135E-05
200	770.187	4.628	1.013980244	198.9860198	397.97204	0.0025479
300	1328.215	194.424	44.5122499	255.4877501	510.9755	0.0871123
400	1871.104	598.515	137.1235762	262.8764238	525.752848	0.2608138
500	2183.944	1018.164	233.3005523	266.6994477	533.398895	0.4373848
600	2549.971	1330.582	304.9018633	295.0981367	590.196273	0.516611



q_{max} = 1/0.0018 = 555.56 mg/g

ตาราง ค13 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ซังข้าวโพด สี Sirius Blue KCFN

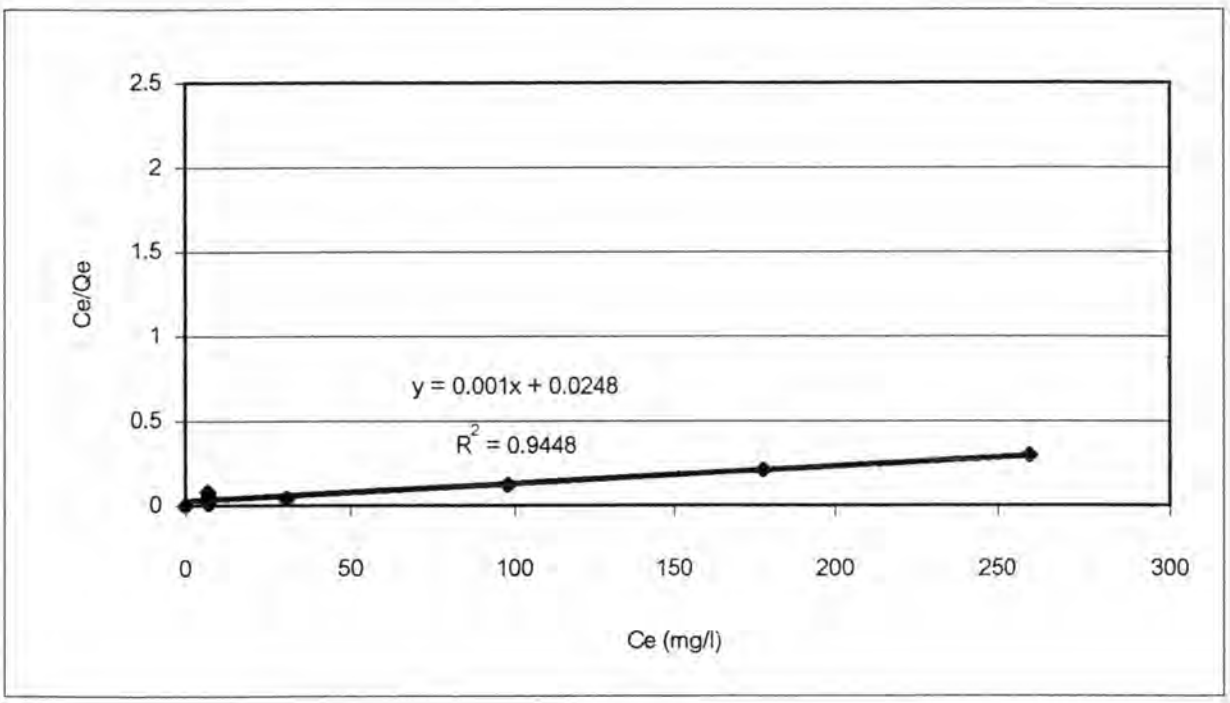
Q-R ซังข้าวโพด สี Sirius Blue KCFN						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	209.542	0.484	1.856971529	48.1430285	96.2860569	0.019286
70	310.362	3.477	2.574872275	67.4251277	134.850255	0.0190943
90	381.062	3.799	2.652107169	87.3478928	174.695786	0.0151813
100	420.407	3.533	2.58830443	97.4116956	194.823391	0.0132854
150	643.142	0.854	1.9457197	148.05428	296.108561	0.006571
200	829.642	0.854	1.9457197	198.05428	396.108561	0.0049121
300	1155.825	11.841	4.581060661	295.418939	590.837879	0.0077535
400	1590.71	211.432	52.45494231	347.545058	695.090115	0.075465
500	2037.571	602.133	146.1684536	353.831546	707.663093	0.2065509
600	2618.972	949.59	229.5094625	370.490538	740.981075	0.3097373
700	2897.257	1297.04	312.8487923	387.151208	774.302415	0.4040395



q_{max} = 1/0.0013 = 769.23 mg/g

ตาราง ค14 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ซังข้าวโพด สี Sirius Rubine KZBL

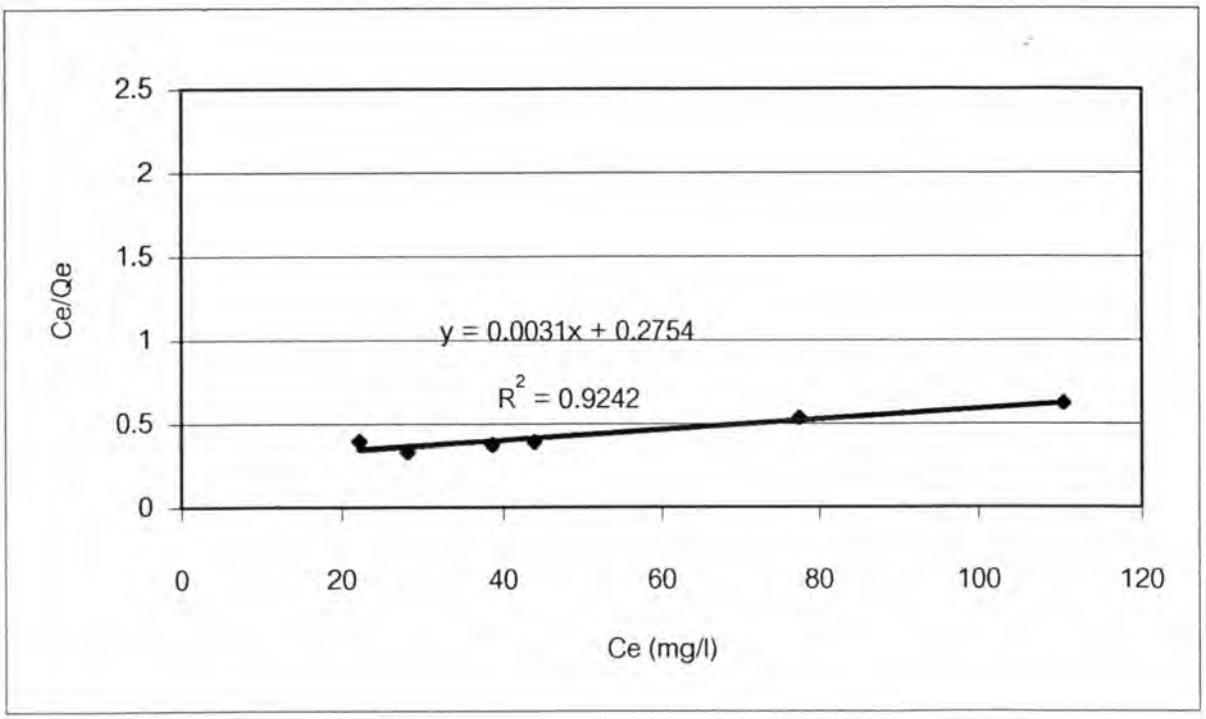
Q-R ซังข้าวโพด สี Sirius Rubine KZBL						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	111.968	0.154	6.849743151	43.15025685	86.3005137	0.0793708
70	155.442	0.843	7.144691781	62.85530822	125.710616	0.0568344
90	198.006	0.455	6.97859589	83.02140411	166.042808	0.0420289
100	228.134	0.521	7.006849315	92.99315068	185.986301	0.037674
150	332.72	0	0	150	300	0
200	452.39	0	0	200	400	0
300	690.09	0.737	7.099315068	292.9006849	585.80137	0.012119
400	847.628	55.75	30.64940068	369.3505993	738.701199	0.0414909
500	1143.443	212.766	97.86515411	402.1348459	804.269692	0.121682
600	1395.183	399.84	177.9482021	422.0517979	844.103596	0.2108132
700	1652.337	592.788	260.5458048	439.4541952	878.90839	0.2964425



q_{max} = 1/0.001 = 1000 mg/g

ตาราง ค15 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ซังข้าวโพด สี Best Direct Black B

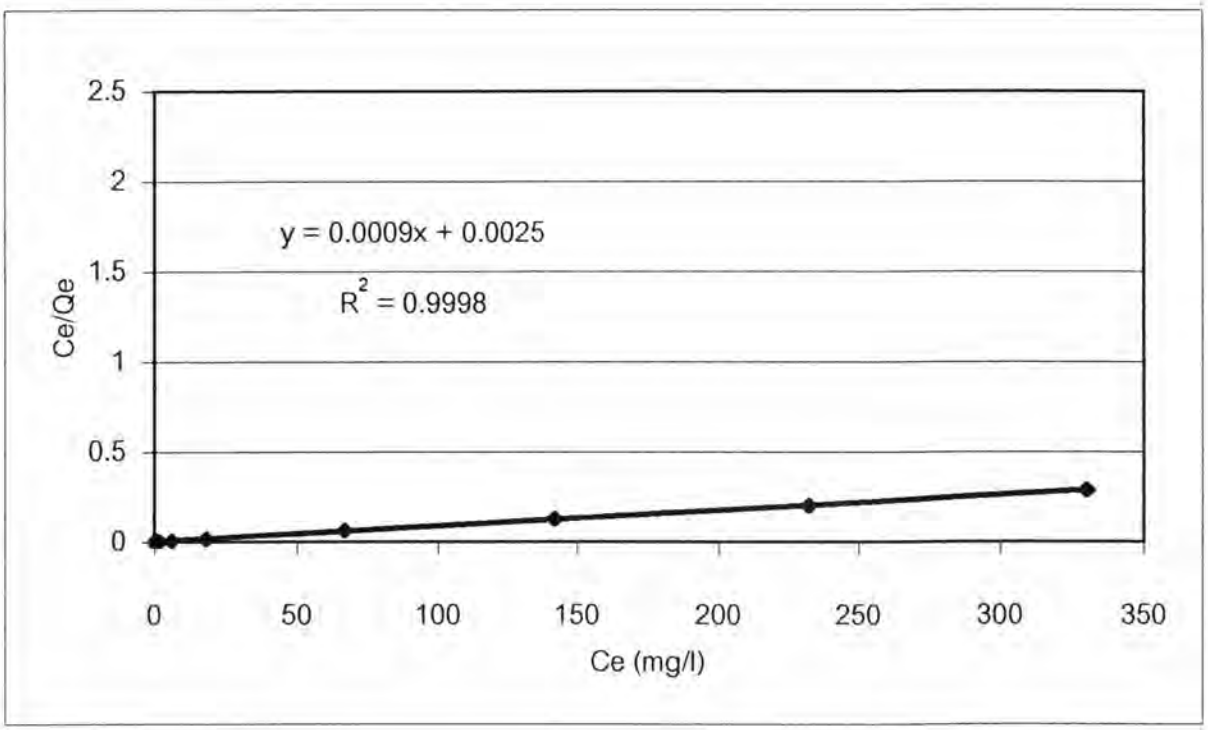
Q-R ซังข้าวโพด สี Best Direct Black B						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	244.4	57.628	22.116866	27.883134	55.7662681	0.3965994
70	264.727	87.966	28.0937371	41.9062629	83.8125259	0.3351974
90	387.322	141.537	38.6477275	51.3522725	102.704545	0.3763001
100	440.856	168.056	43.8722197	56.1277803	112.255561	0.3908245
150	721.397	338.744	77.4993597	72.5006403	145.001281	0.5344736
200	963.562	508.068	110.857779	89.1422211	178.284442	0.6218029



q_{max} = 1/0.0031 = 322.58 mg/g

ตาราง ค16 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ซังข้าวโพด สี Remazol Brilliant Blue R

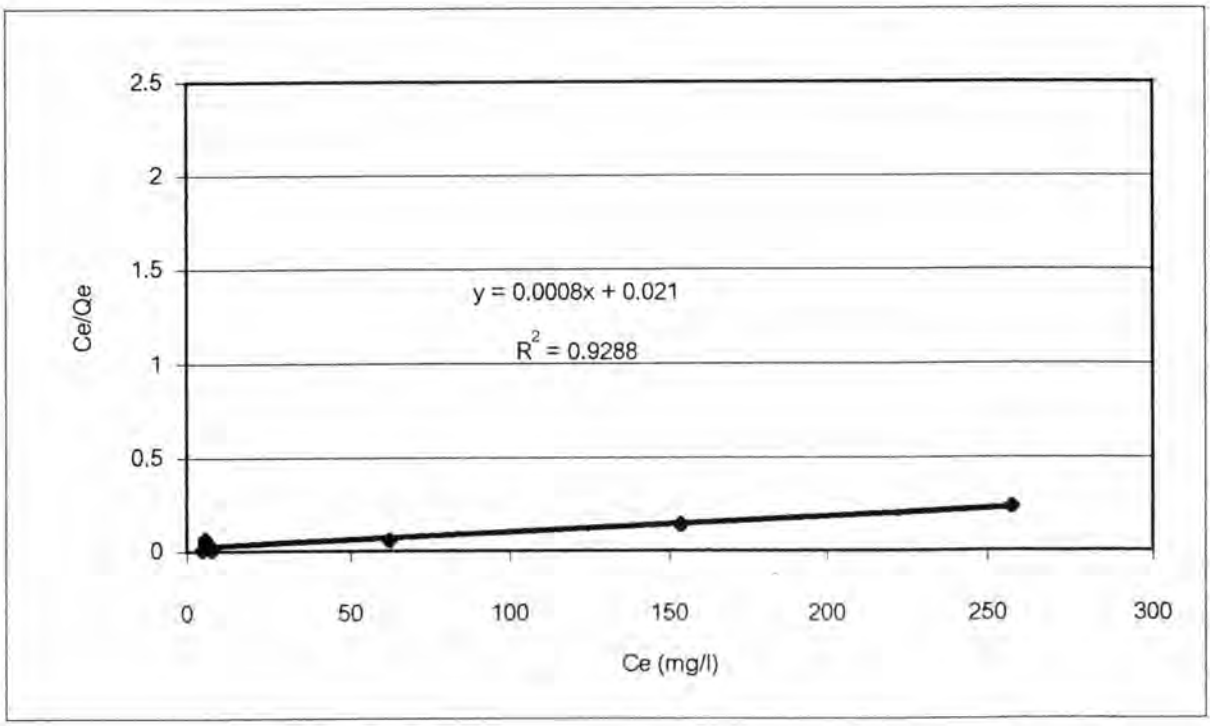
Q-R ซังข้าวโพด สี Remazol Brilliant Blue R						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	63.446	0	0	50	100	0
70	89.279	0.424	0.85905262	69.1409474	138.281895	0.00621233
90	108.628	0.137	0.63727687	89.3627231	178.725446	0.00356568
100	121.46	0.009	0.53836643	99.4616336	198.923267	0.0027064
150	189.028	0.108	0.61486748	149.385133	298.770265	0.00205799
200	254.312	0.166	0.65968627	199.340314	398.680627	0.00165467
300	372.442	1.714	1.8558844	298.144116	596.288231	0.00311239
400	524.21	7.161	6.06498725	393.935013	787.870026	0.00769795
500	685.8	23.176	18.4403833	481.559617	963.119233	0.01914652
600	789.65	85.914	66.920408	533.079592	1066.15918	0.06276775
700	920.192	183.065	141.992659	558.007341	1116.01468	0.12723189
800	1045.749	300.195	232.503439	567.496561	1134.99312	0.20485009
900	1116.342	427.374	330.779461	569.220539	1138.44108	0.29055475



q_{max} = 1/0.0009 = 1111.11 mg/g

ตาราง ค17 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ซังข้าวโพด สี Remazol Brilliant Red 3BS

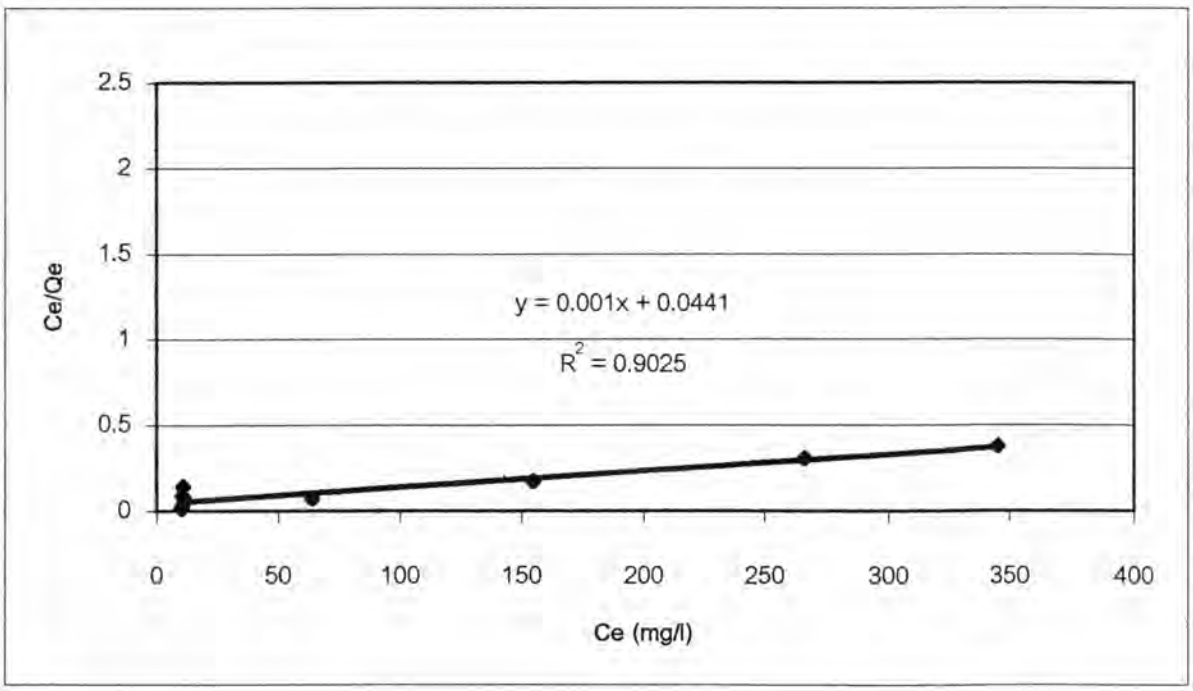
Q-R ซังข้าวโพด สี Remazol Brilliant Red 3BS						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	82.037	2.207	5.798368799	44.2016312	88.4032624	0.06558999
70	117.38	2.125	5.748083645	64.2519164	128.503833	0.04473083
90	150.128	3.719	6.725577973	83.274422	166.548844	0.04038202
100	159.862	3.394	6.526277059	93.4737229	186.947446	0.03490969
150	259.91	3.389	6.523210891	143.476789	286.953578	0.02273263
200	327.542	2.808	6.166922181	193.833078	387.666156	0.01590782
300	467.804	0.565	4.791439259	295.208561	590.417121	0.00811535
400	551.845	0.98	5.045931195	394.954069	789.908138	0.006388
500	788.67	5.495	7.814680812	492.185319	984.370638	0.00793876
600	996.499	93.828	61.98344269	538.016557	1076.03311	0.05760366
700	1148.438	243.111	153.5287913	546.471209	1092.94242	0.1404729
800	1320.399	412.828	257.6049549	542.395045	1084.79009	0.23746986



q_{max} = 1/0.0008 = 1250 mg/g

ตาราง ค18 ข้อมูลการทำไอโซเทอม Q-R ชังข้าวโพด สี Remazol Black B

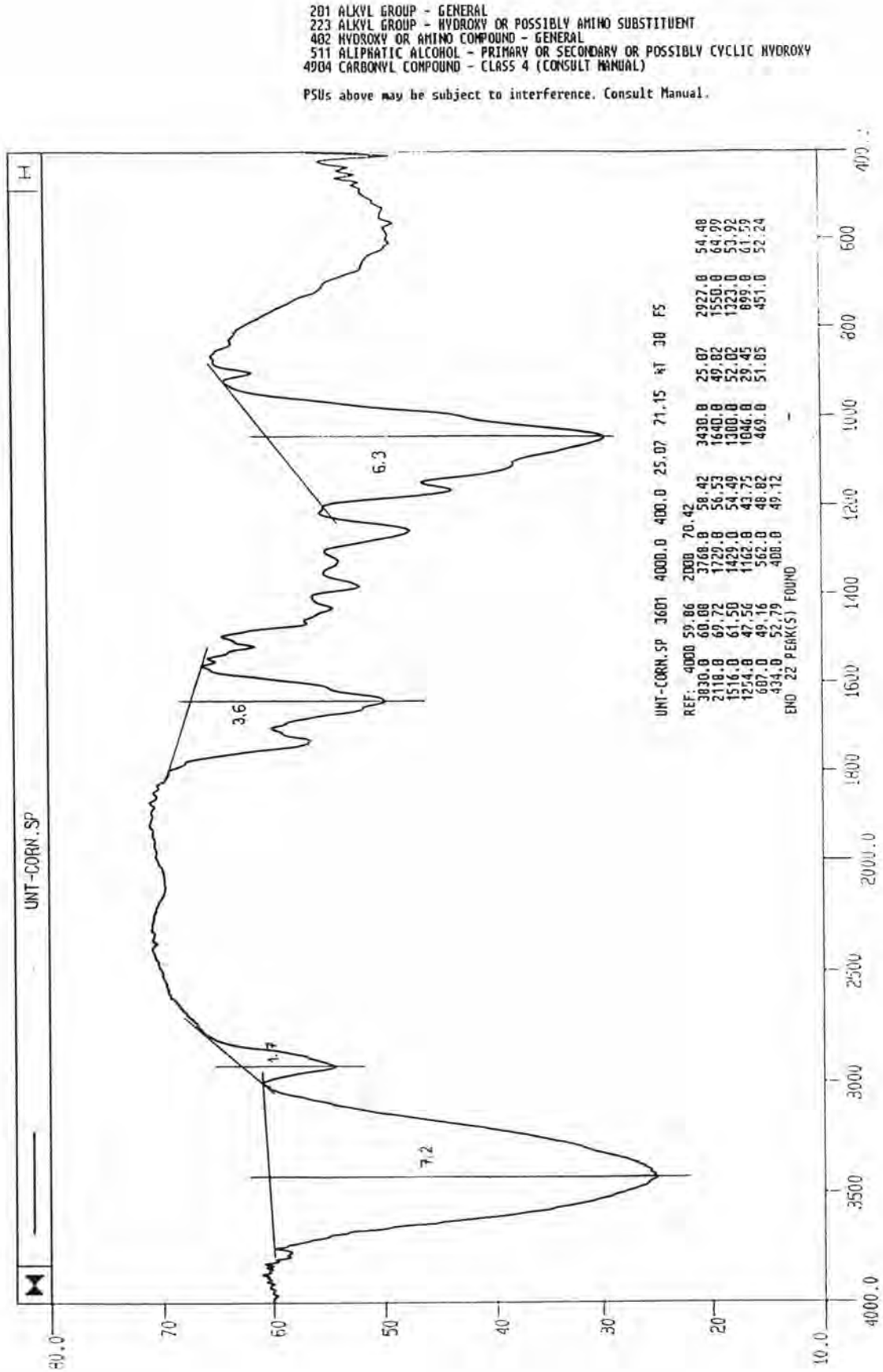
Q-R ชังข้าวโพด สี Remazol Black B						
ความเข้มข้นสี	ความเข้มสีก่อนบำบัด	ความเข้มสีหลังบำบัด	Ce	Q (mg/0.5g)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
50	230.282	5.097	11.01830334	38.9816967	77.9633933	0.1413266
70	310.037	4.191	10.81778545	59.1822145	118.364429	0.0913939
90	420.482	7.946	11.64885023	78.3511498	156.7023	0.0743375
100	414.517	7.205	11.4848505	88.5151495	177.030299	0.0648751
150	683.842	5.481	11.10329106	138.896709	277.793418	0.0399696
200	918.982	3.555	10.67702454	189.322975	378.645951	0.0281979
300	1215.017	1.24	10.1646637	289.835336	579.670673	0.0175352
400	1422.665	3.046	10.56437156	389.435628	778.871257	0.0135637
500	2191.184	243.882	63.86671978	436.13328	872.26656	0.0732193
600	2635.139	654.213	154.6820707	445.317929	890.635859	0.173676
700	3283.157	1158.563	266.3059115	433.694088	867.388177	0.3070205
800	3630.88	1515.319	345.2639267	454.736073	909.472147	0.3796311



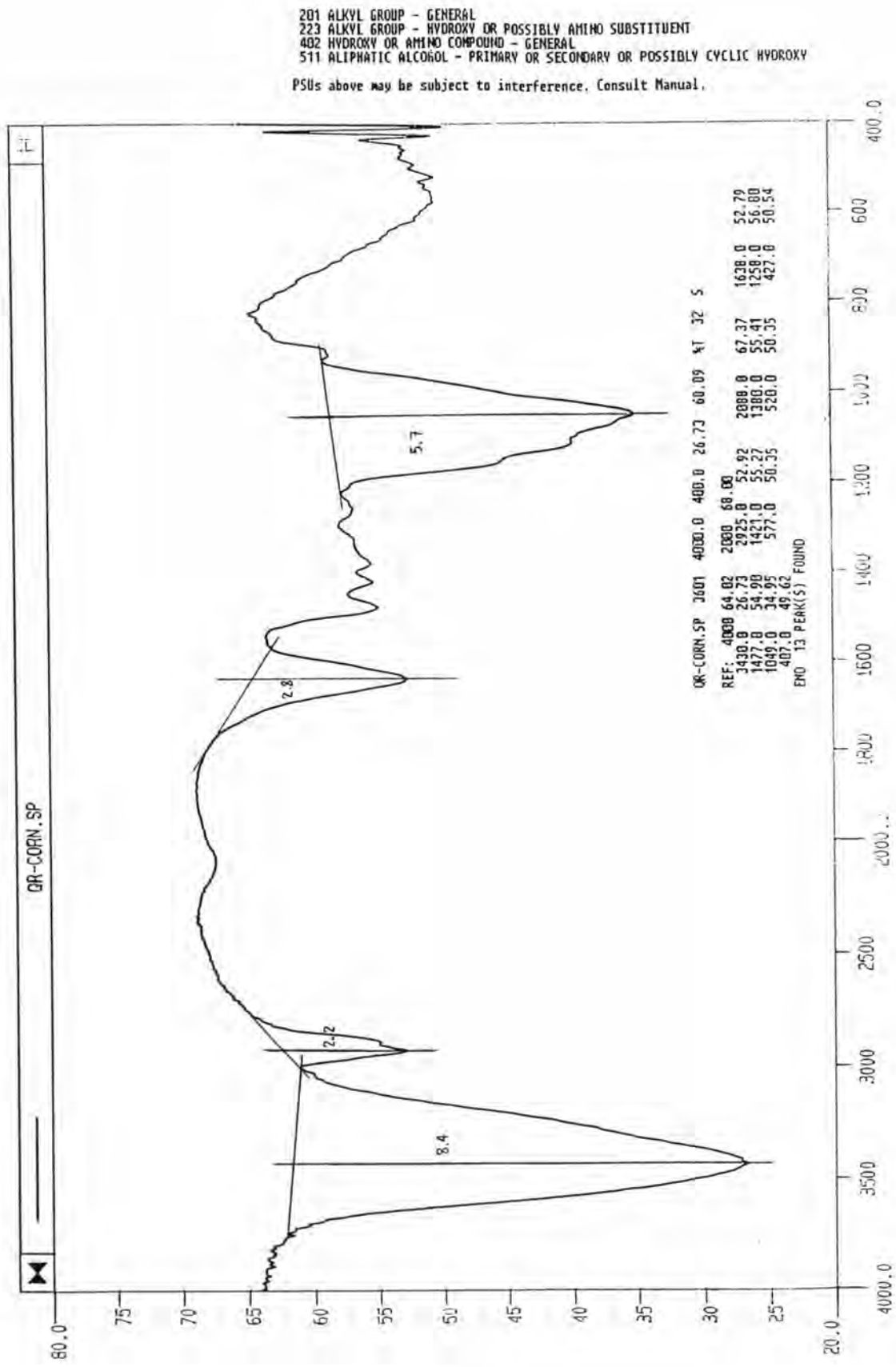
q_{max} = 1/0.001 = 1000 mg/g

ภาคผนวก ง.

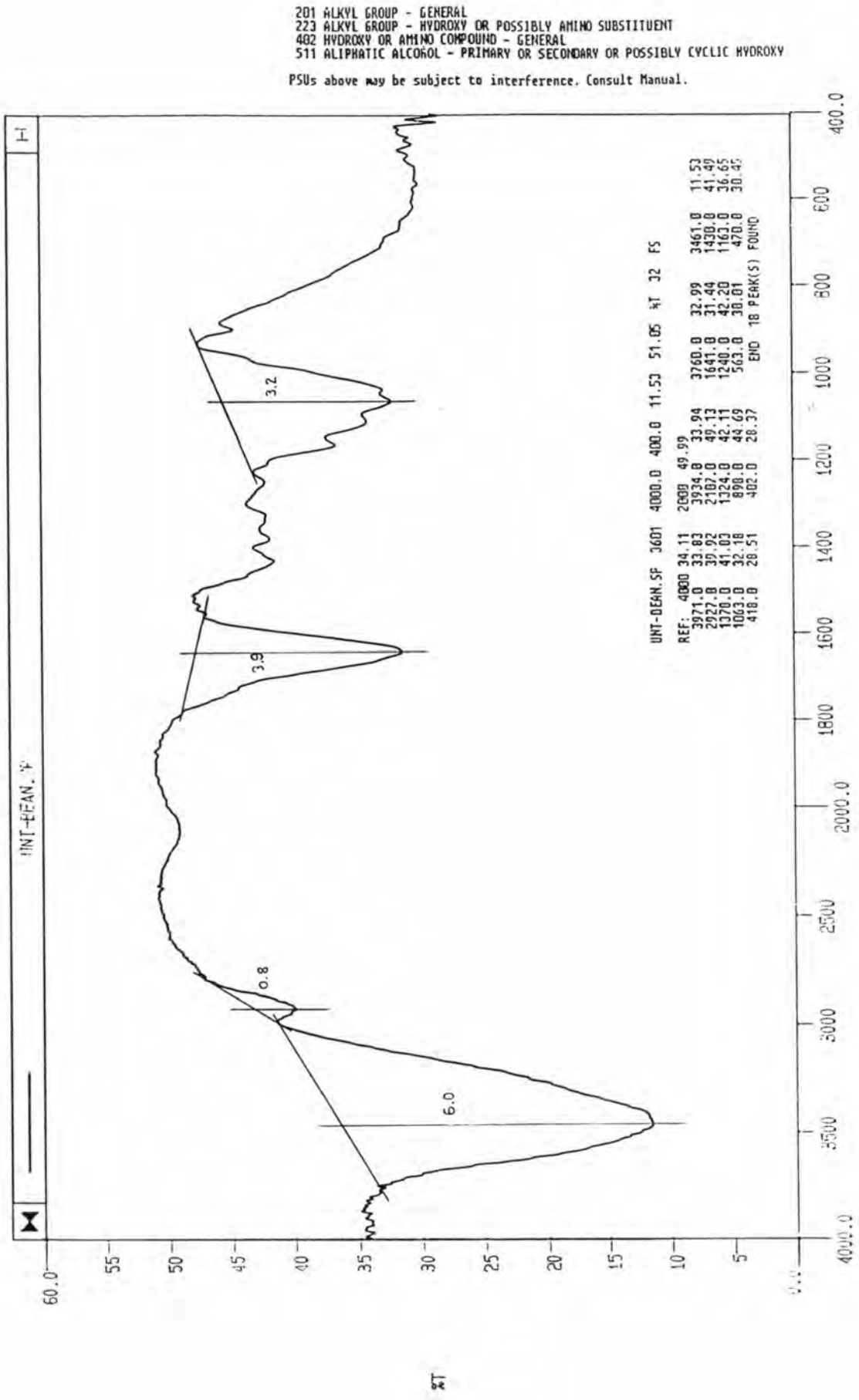
กราฟผลการวิเคราะห์โครงสร้างของวัสดุด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์



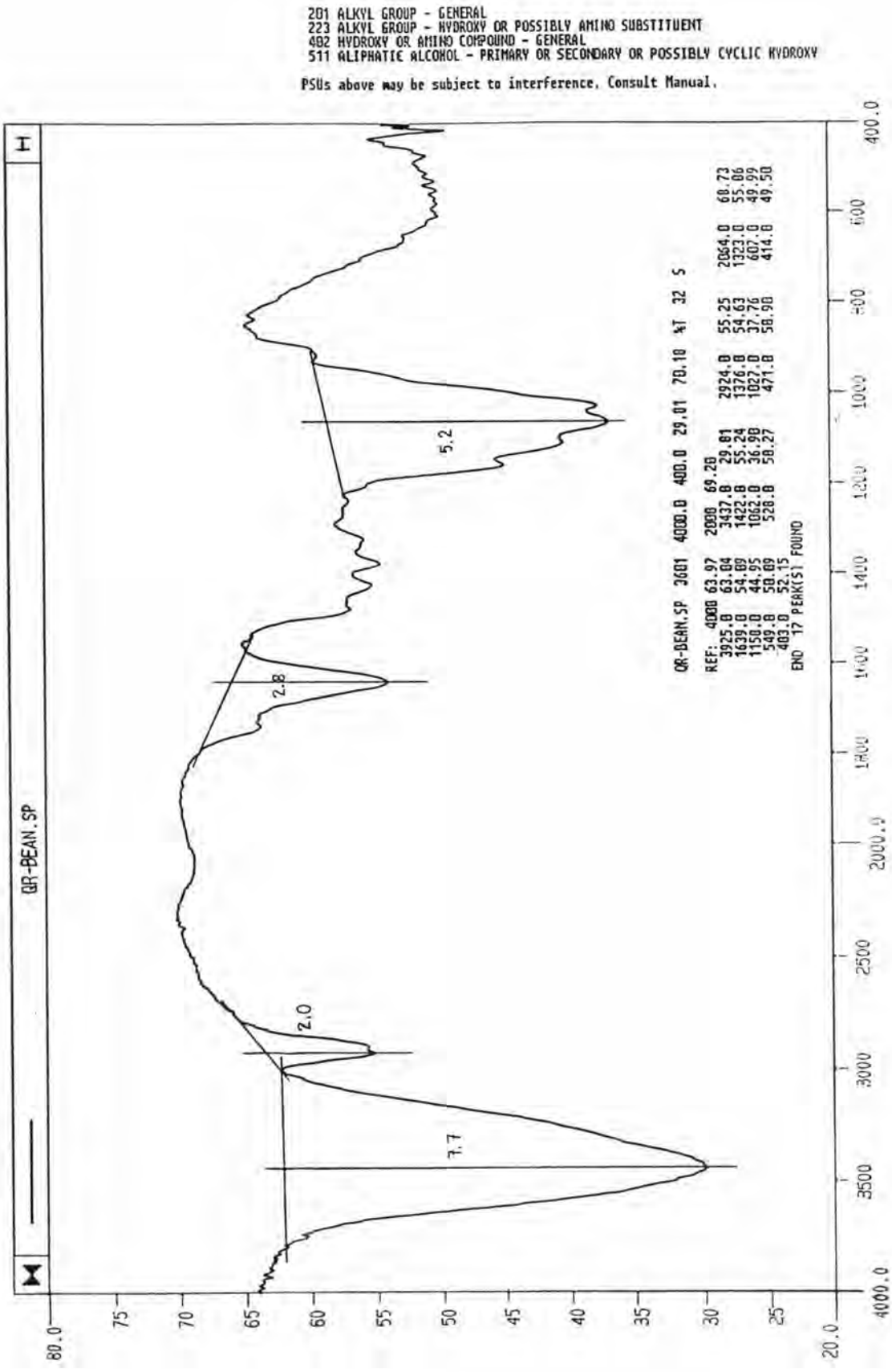
รูปที่ ง1 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างข้างเพตที่ไม่ได้ปรับสภาพด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



รูปที่ 32 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนโตรอยด์ดิงด์ที่ได้จากโพดด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

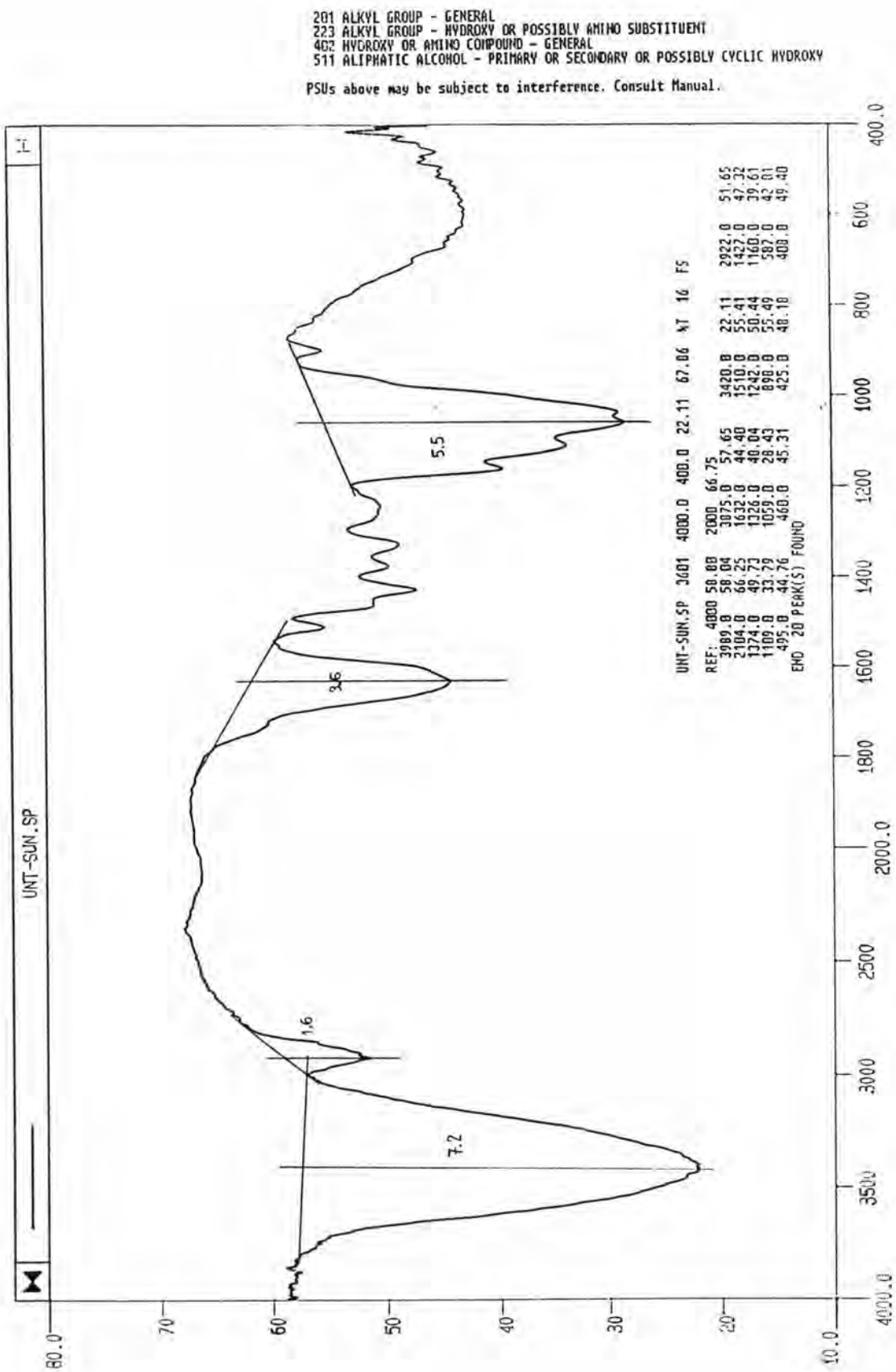


รูปที่ 3 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างเปลือกถั่วเหลืองที่ไม่ได้ปรับสภาพด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



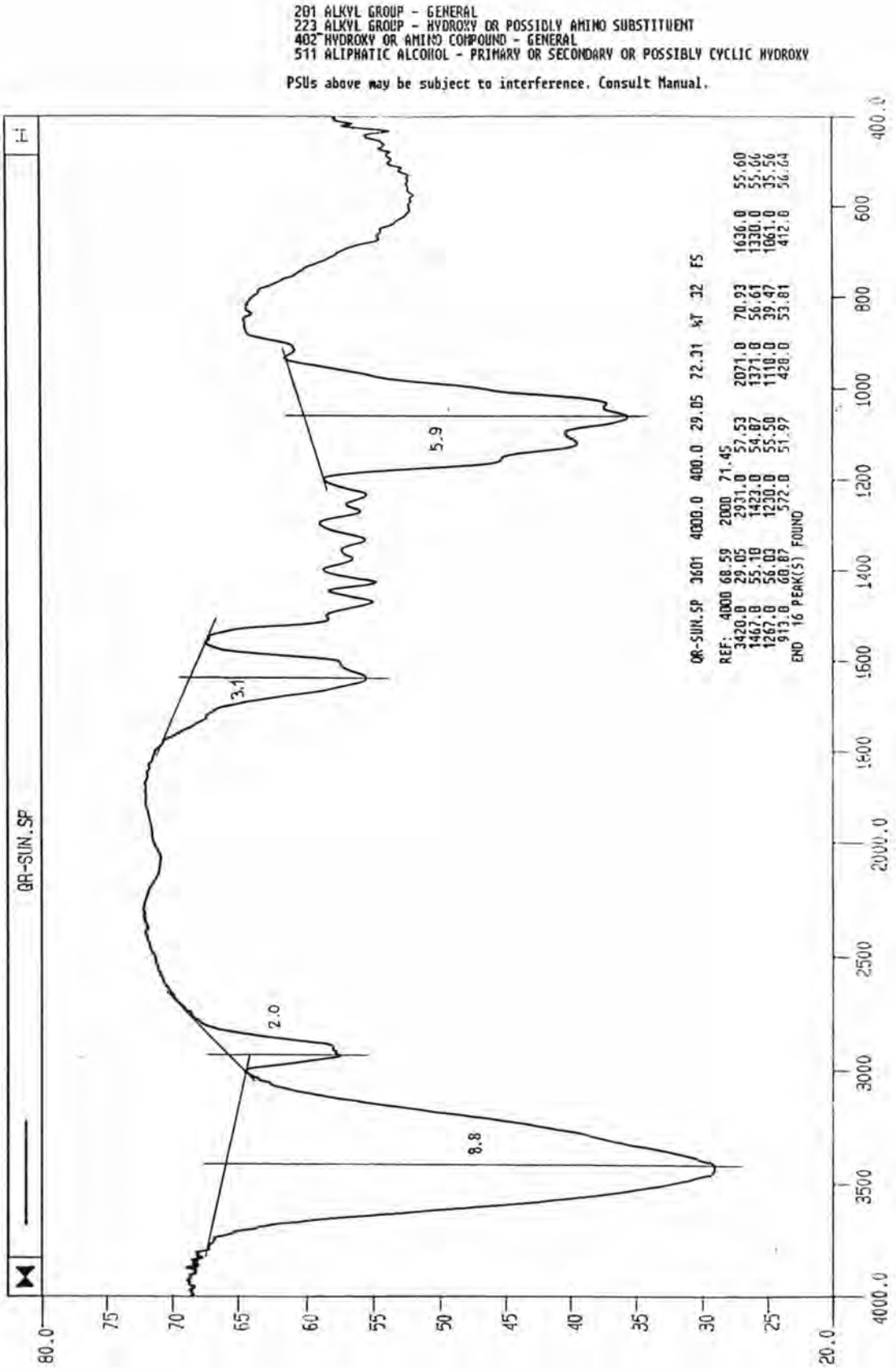
CM-1

รูปที่ ง4 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดรอดสลิงค์เปลือกถั่วเหลืองด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

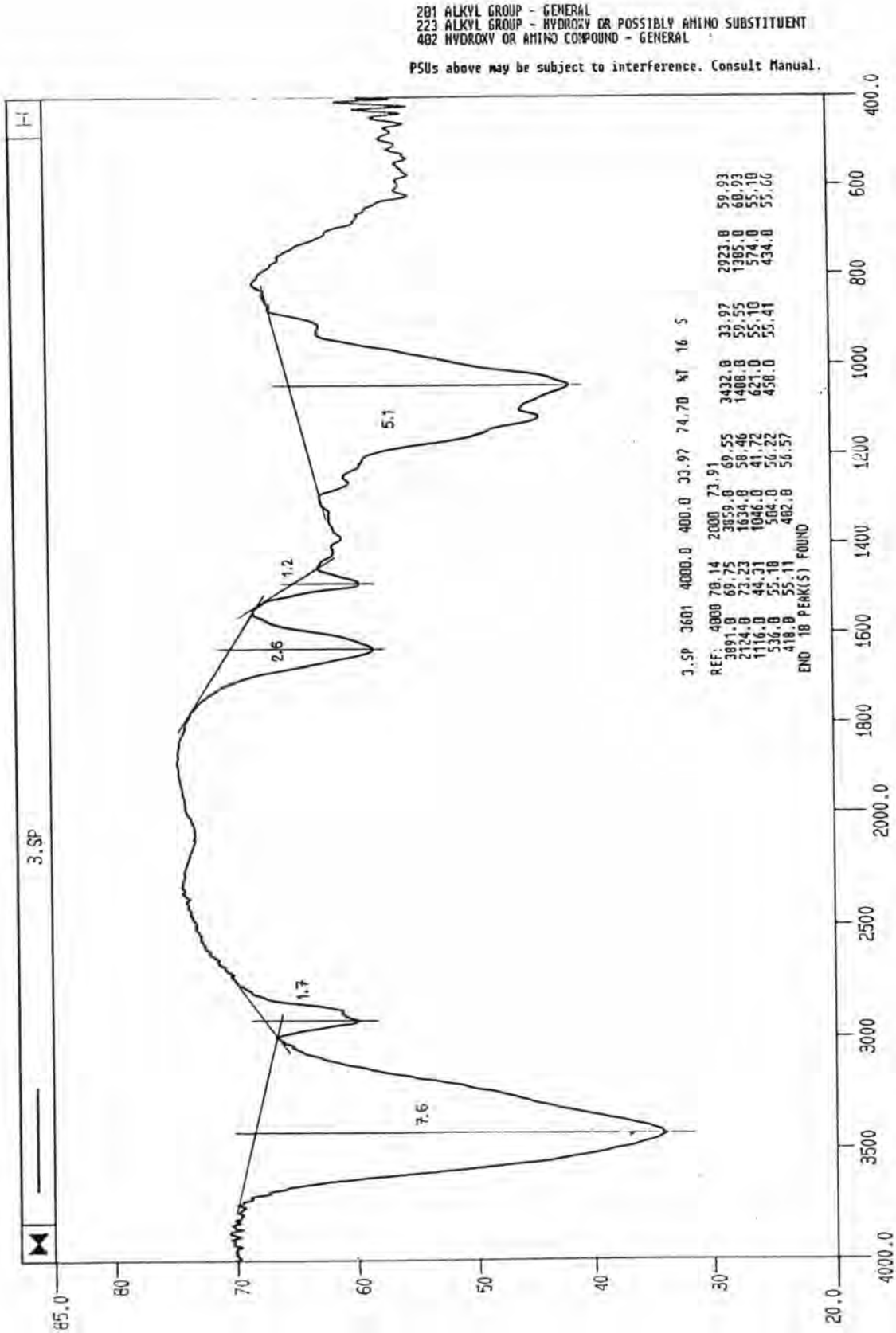


CH-1

รูปที่ 35 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างก้านดอกทานตะวันที่ไม่ได้ปรับสภาพด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

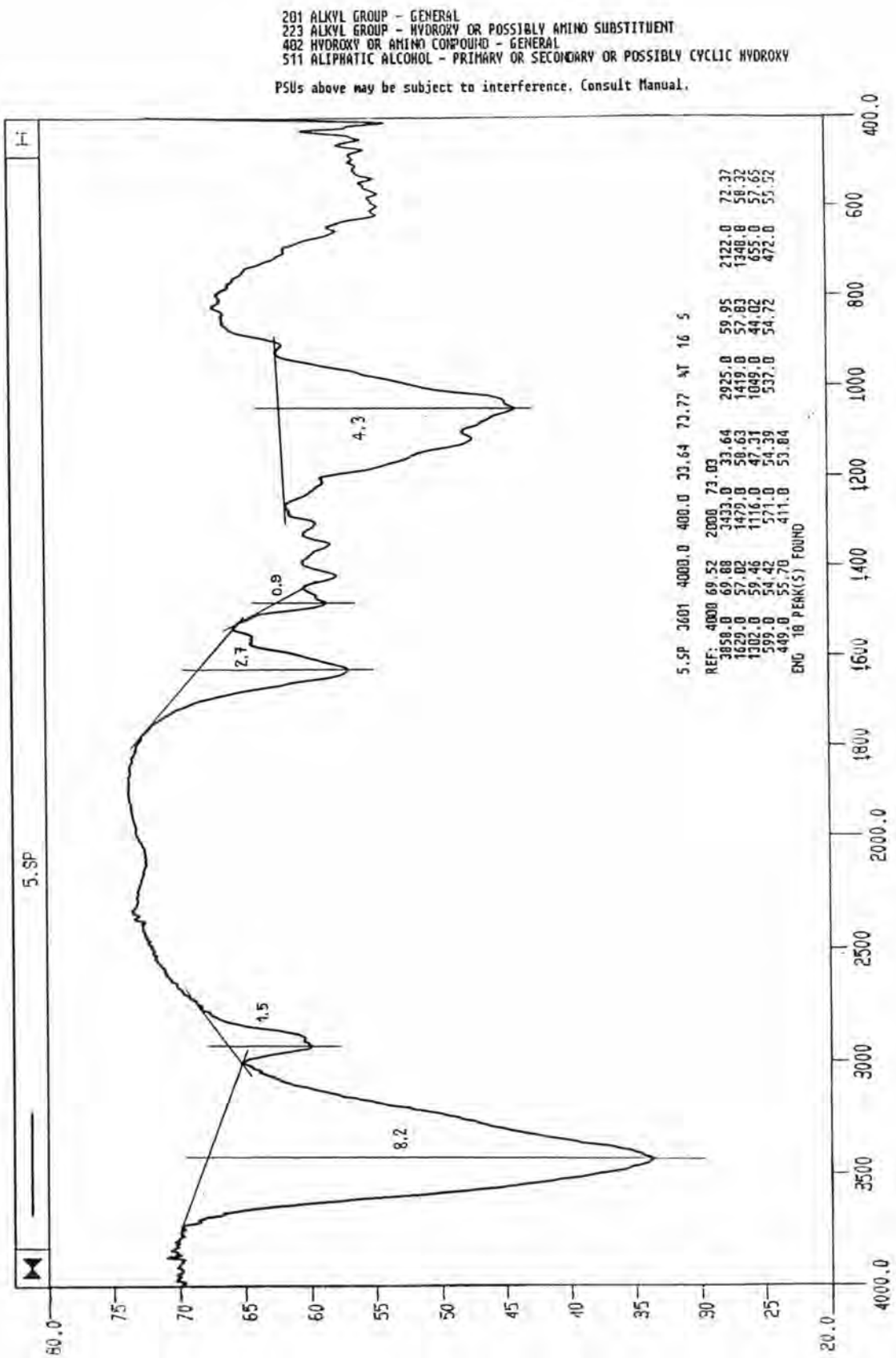


รูปที่ ง6 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดรอสดีงค์ก้านดอกทานตะวันด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

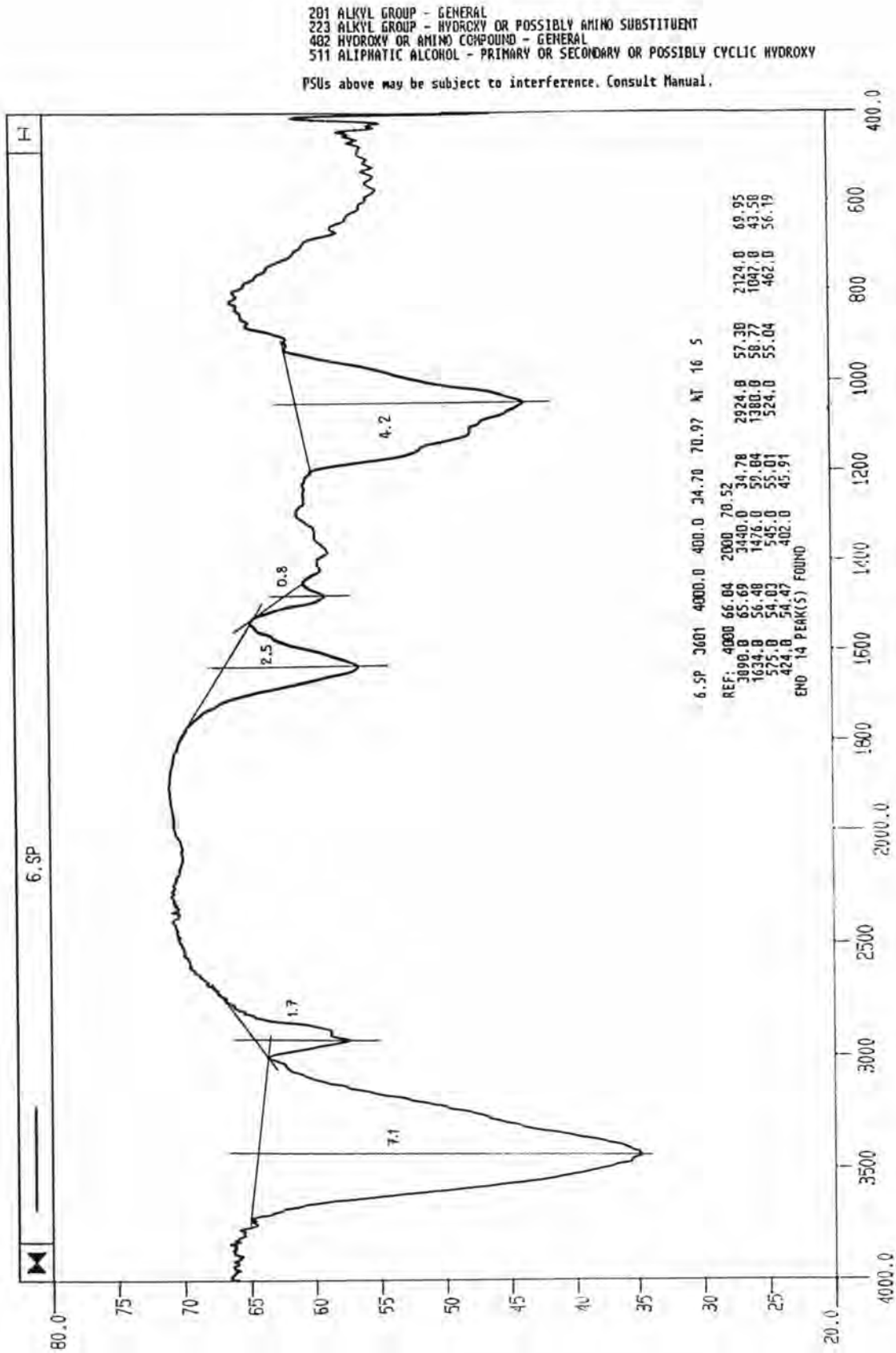


CM-1

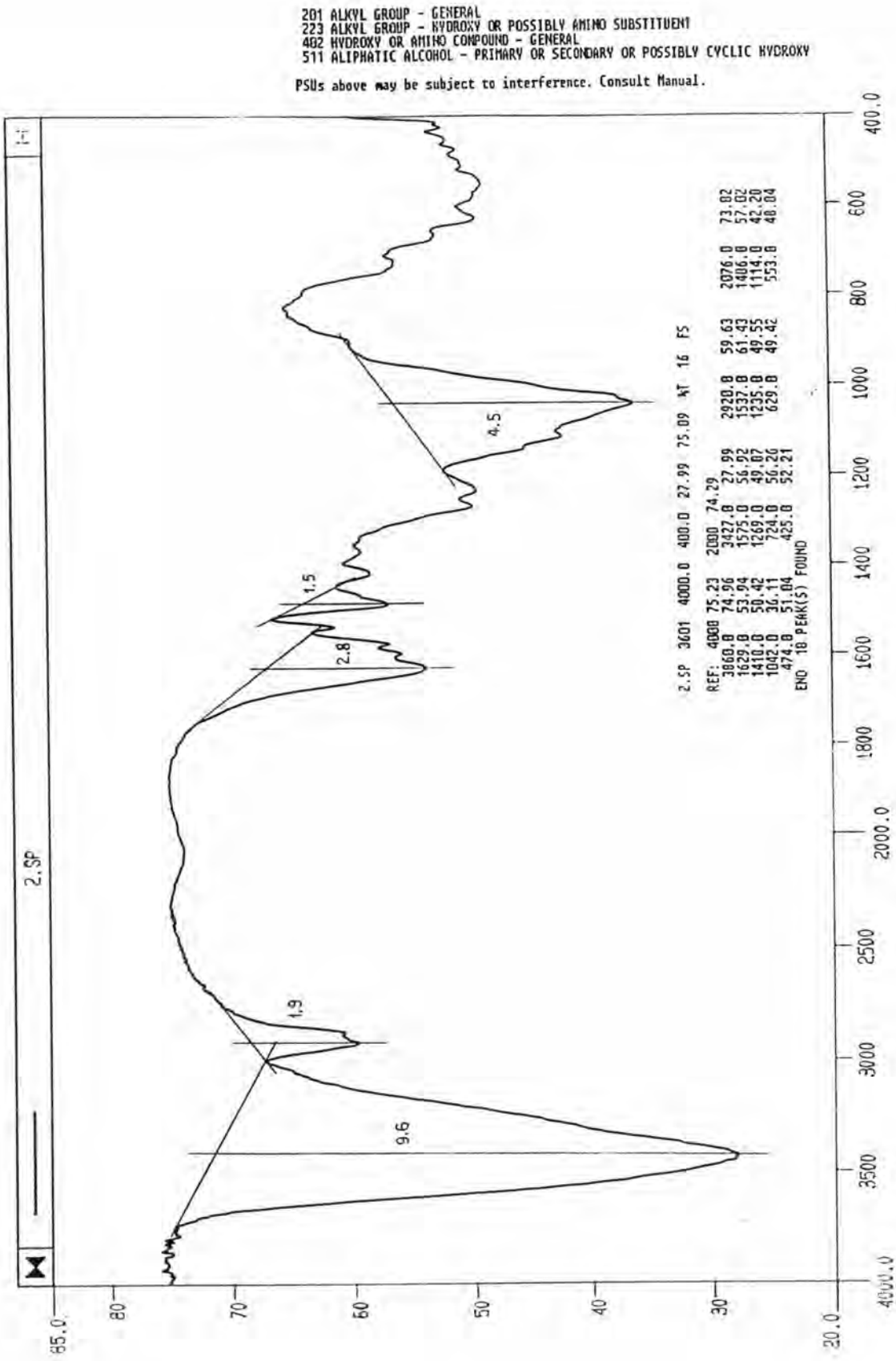
ภาพที่ ง7 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดรอลดลิงค์ชั่งข้าวโพดหลังกำจัดสี Sirius Blue KCFN ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



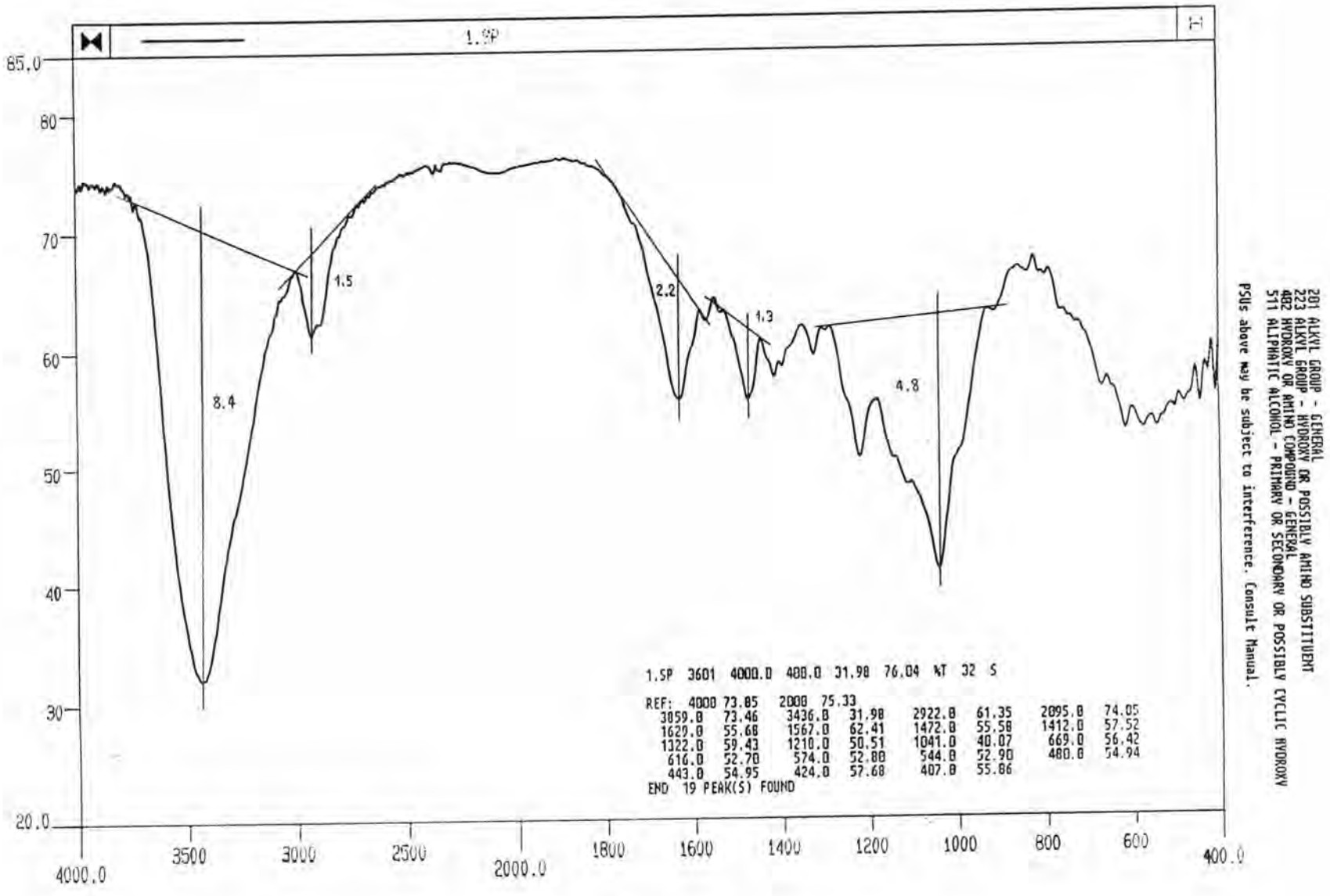
รูปที่ ง8 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดรอสฟลิงค์ซึ่งย้อมหลังทำจัดสี Sirius Rubine KZBL ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



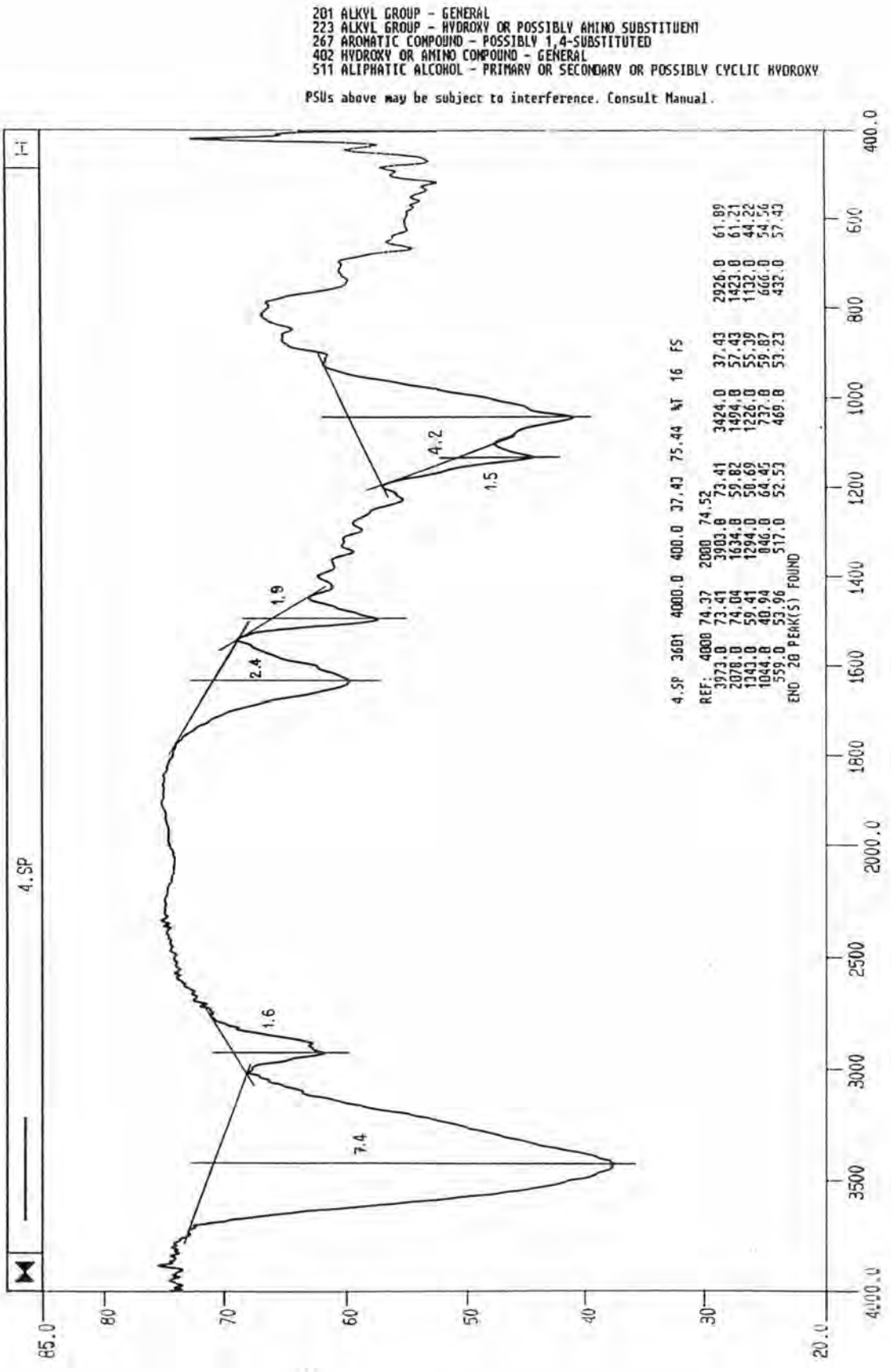
รูปที่ 39 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดอลลิงค์ชิ้งข้างโพดหลังกำจัดสี Best Direct Black B ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



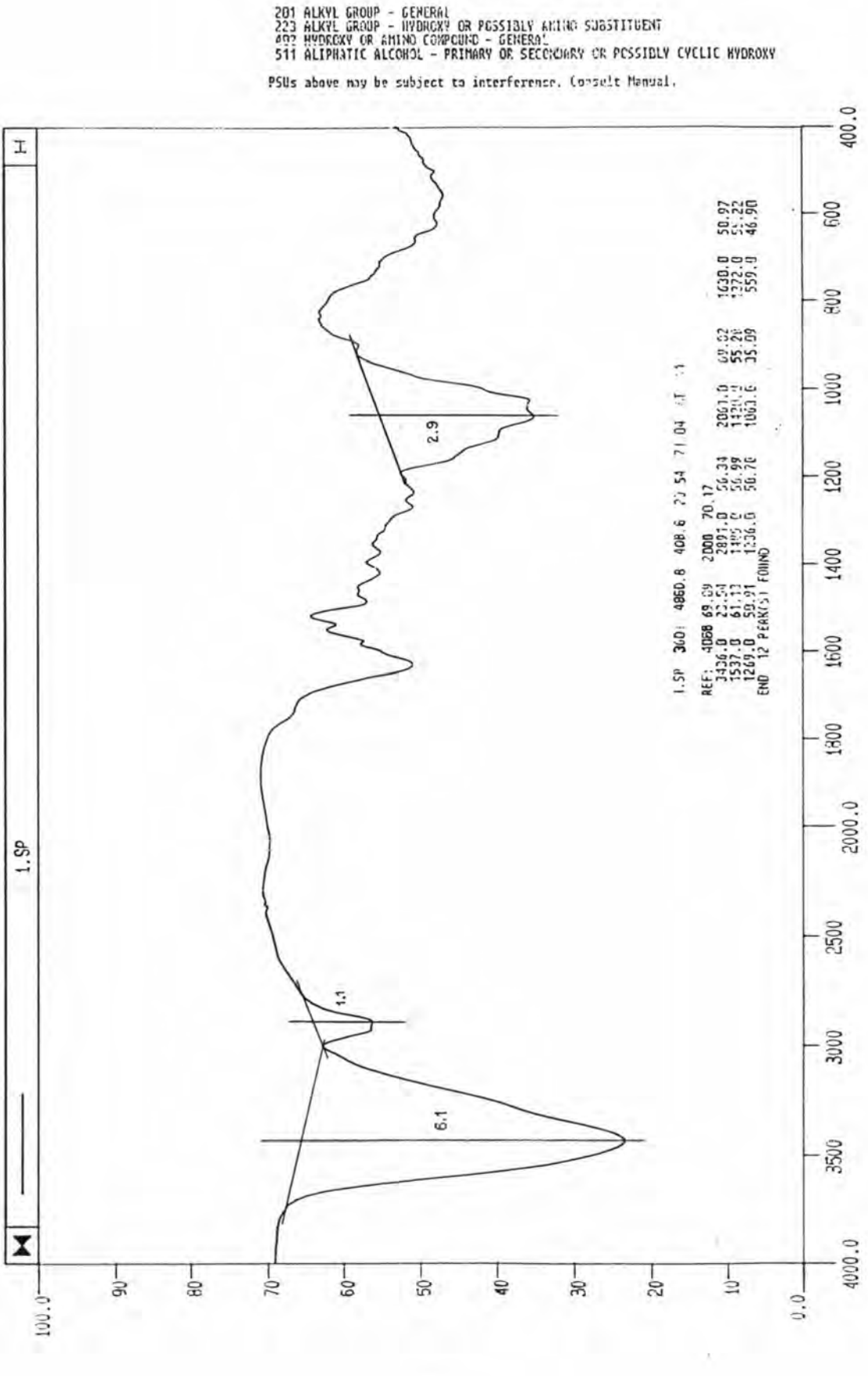
รูปที่ ง10 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดรอยสลิงค์ซังข้าวโพดหลังกำจัดสี Remazol Brilliant Blue R ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรฟิเตอร์



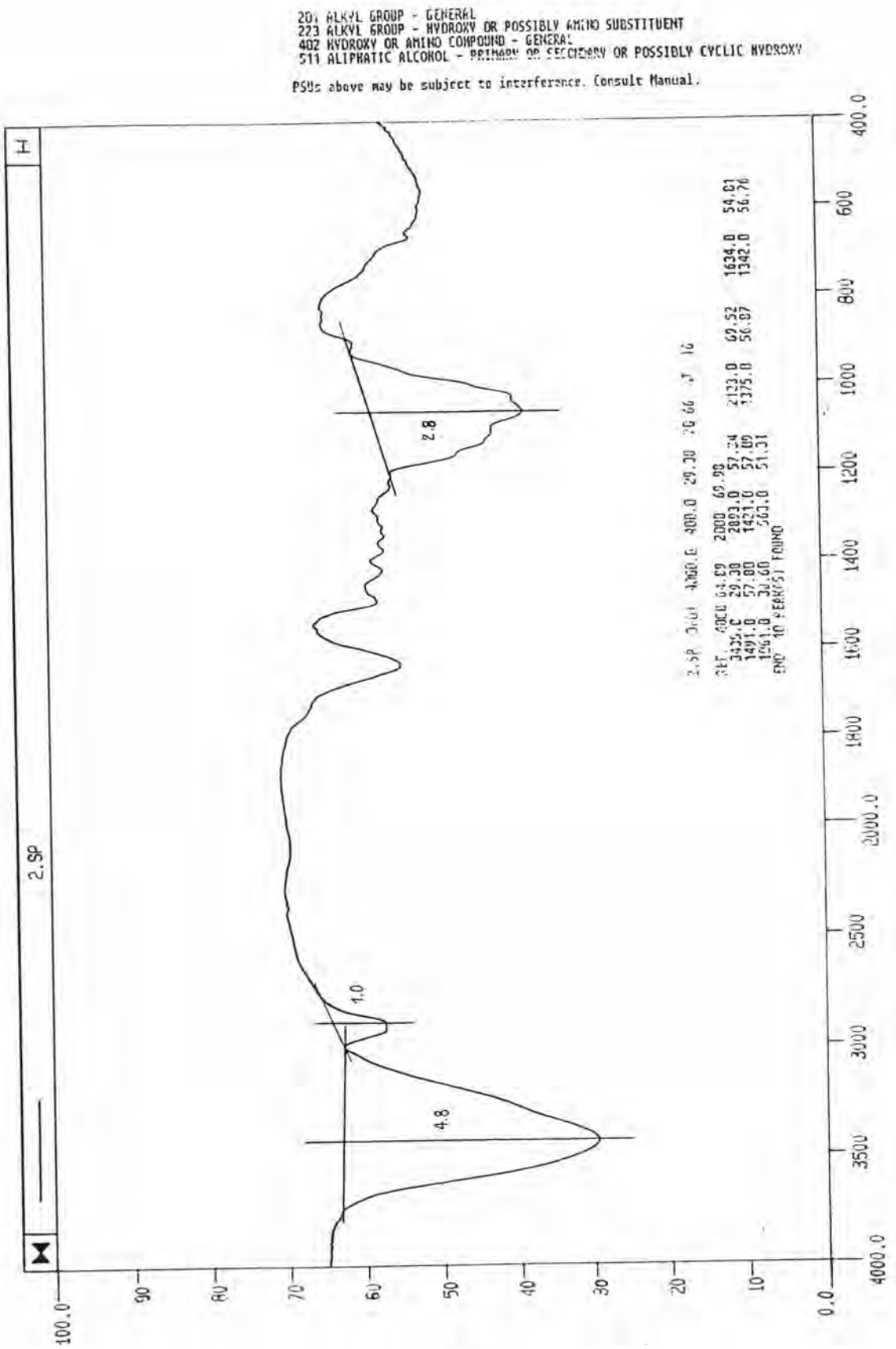
รูปที่ ง11 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ครอสลิงค์ชังข้าวโพดหลังทำจัดสี Remazol Brilliant Red 3 BS ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



รูปที่ ง12 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ดรอยด์ลิงค์ชิ้งข้าวโพดหลังการัดสี Remazol Black B ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

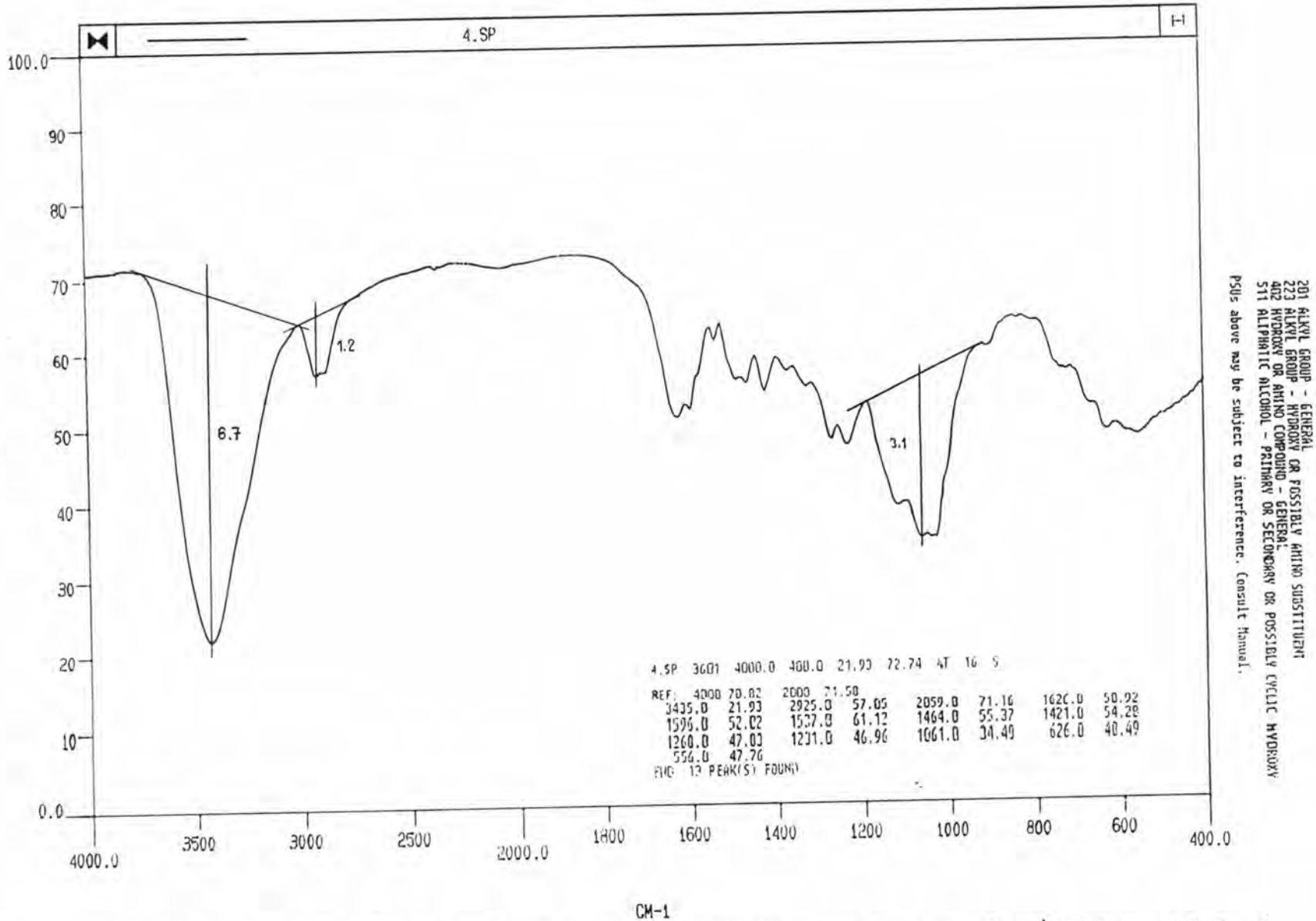


รูปที่ ง13 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์ทอรีในช่องรอยต่อคลังคัดเลือกถ่านเหลืองหลังกำจัดสี Remazol Brilliant Blue R ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

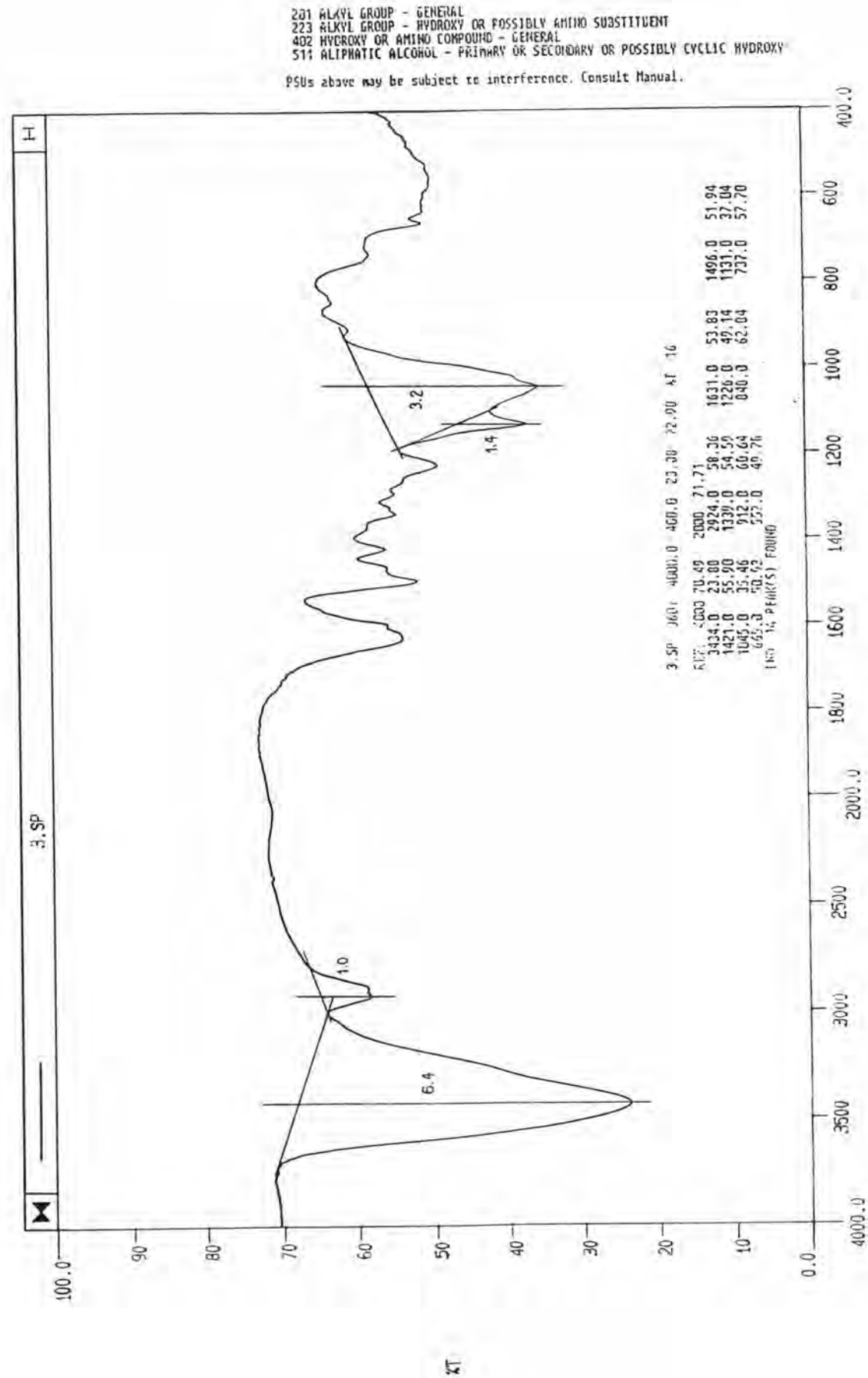


CM-1

รูปที่ ง14 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีแบบฟูริเยร์ทรานส์ฟอร์มของสีย้อม Remazol Black B ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์



รูปที่ ง15 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ไนซ์ครอสลิงค์ก้านดอกทานตะวันหลังกำจัดสี Remazol Brilliant Blue R ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

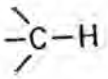


CM-1

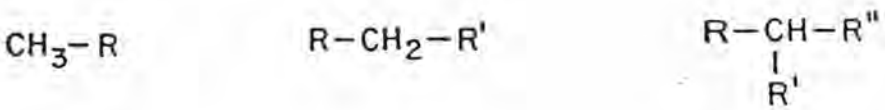
รูปที่ ง16 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างควอร์เทอร์ในรีดรอยสลิงค์ก้านดอกหางนกยางวันหลังกำจัดสี Remazol Black B ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์

201 ALKYL GROUP - GENERAL

Basic Functional Group:



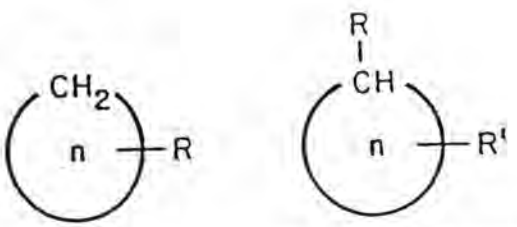
Typical Structures:



Chain structures:

methyl methylene methine

Ring Structures:

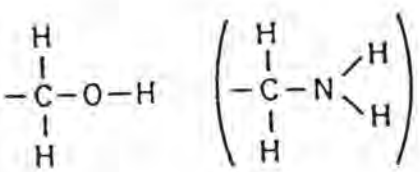


Where: R,R',R" is a general substituent or functional group.
n is ringg size, 4 atoms or larger.

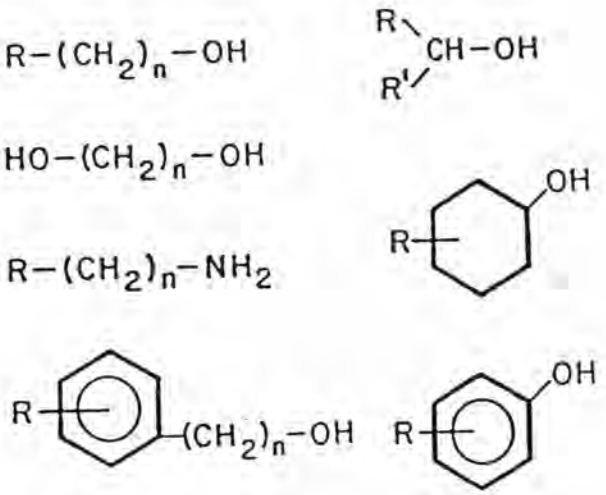
Note: This does not necessarily include compounds where R, R' and R" = halogen.

223 ALKYL GROUP - HYDROXY OR POSSIBLY AMINO SUBSTITUENT

Basic Functional Group:



Typical Structures:

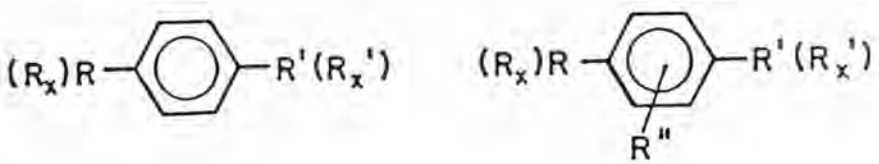


Where: R, R' is alkyl, general substituent or hydrogen.
n is chain length, 1 or larger.

267 AROMATIC COMPOUND - POSSIBLY 1,4 - SUBSTITUTED

Basic Functional Group:

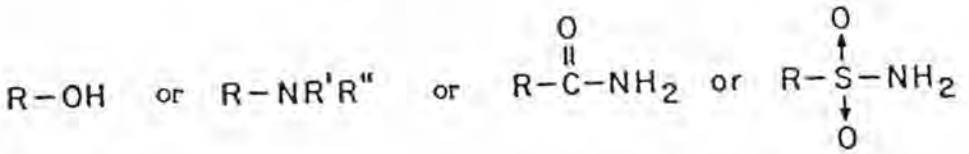
Typical Structures:



Where: R,R',R" is alkyl or general substituent.
R_x,R_x' is a functional group such as halogen (F, Cl, Br, I), hydroxy (-OH), amino (-NH-, carbonyl ($\rangle$C=O), alkoxy (-OR), nitro ($-NO_2$) etc.

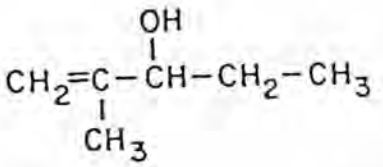
402 HYDROXY OR NH COMPOUND, GENERAL

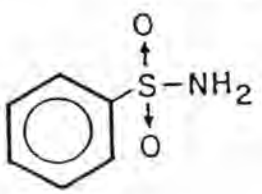
Basic Functional Group:

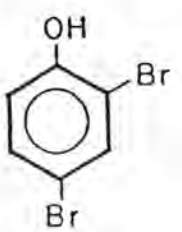


Where: R' is H or other
R" is H or other

Typical Structures:

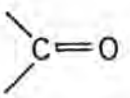






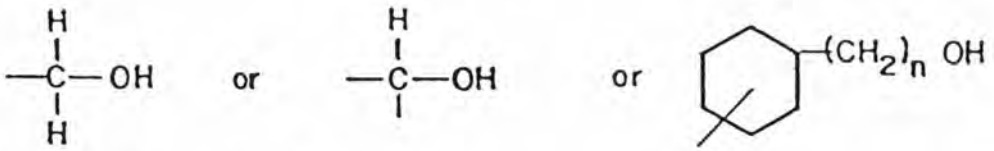
4904 CARBONYL COMPOUND - CLASS 4

Basic Functional Group:



511 ALIPHATIC ALCOHOL (GENERAL)

Basic Functional Group:



Where: n is less than 6.

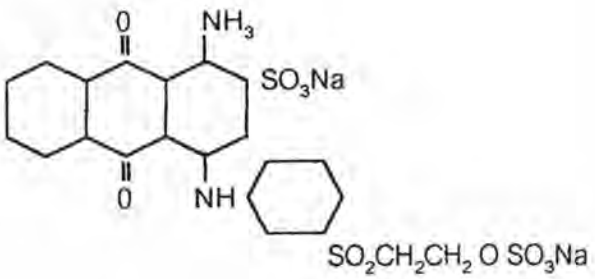
Typical Structures:

Primary, secondary, tertiary and cyclic alcohols may all appear within this structural unit. Some ether-containing molecules (particularly polysaccharides) may also appear.

ภาคผนวก จ.
สูตรโครงสร้างสี

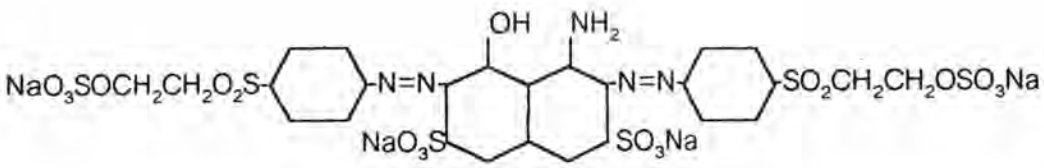
Remazol Brilliant Blue R

61200 C.I. Reactive Blue 19 (*Bright blue*)



Remazol Black B

20505 C.I. Reactive Black 5 (*Black*)



2-(p-Aminophenylsulfonyl)ethanol sulfate ester (2 mol.) ⇄ H-acid

<u>หมายเหตุ</u> สีที่เหลือไม่สามารถหาโครงสร้างสีได้เนื่องจากทางบริษัทไม่เปิดเผย

	Remazol Brilliant Blue R	Remazol Brilliant Red 3BS	Remazol Black B
CHEMACAL CLASS	Anthraquinone	Monoazo	Disazo
REACTIVE SYSTEM	Vinylsulphonyl	–	Vinylsulphonyl
C.I. CONSTITUTION NO.	61200	–	50505
HUE.			
Daylight	Bright Blue	Bright Bluish Red	Black
Artificial light (tungsten)	–	Yellower	–
DYEING			
Cellulose	Padding with urea and $NaHCO_3$, dried and fixed by steam or dry heat	Exhausion and padding methods	Cold padding with urea and $NaHCO_3$, drying and fixing with steam or heat
Nylon	–	–	–
Silk	–	–	–
Wool	–	–	–
PRINTING	Cellulose: direct printing with $NaHCO_3$ and a neutral alginate thickener; fixed by neutral steaming Also by discharge styles	Cellulose	Cellulose: direct printing with $NaHCO_3$ and a neutral alginate thickener and fixing with neutral steam
FASTNESS PROPERTIES			
Fibre	Cotton	Cotton	Cotton
Method	ISO	ISO	ISO
Alkali	5	–	3
Burnt Gas Fumes	–	–	–
Carbonising-Alkaline rinse	–	–	–
Neutral rinse	–	–	–
Decatising	–	–	–
Light–1/3-1/2 normal	6-7	3-4	2-3
normal	7	4	5
2× normal	–	5	–
Peroxide Bleach –Alternation	–	–	–
Staining	–	–	4-5 (greener)
Perpiration-Alternation	4-5	5 (acid/alk.)	5
Staining	5	5	–
Soda Boil-Alternation	–	–	–
Staining	–	–	–
Washing-Alternation	4-5(75° C)	5 (95°C)	4-5(75° C)
Staining	5	5	5
OTHER PROPERTIES			
Dischargeability	Dischargeable to white	Not dischargeable	Not suitable for discharge
Effect of Metals-Copper	–	–	–
Iron	–	–	–
Reaction in Substance	–	–	
H_2SO_4 conc.	–	–	–
Dilute HCl	–	–	–
Dilute NaOH	–	–	–
NON-TEXTILE USAGE			
NOTES	Solubility in water: good		Solubility in water: good

ภาคผนวก ฉ.
ข้อมูลการหาความหนาแน่นวัสดุ

ตาราง ฉ1. ข้อมูลการหา Specific density ของ UNT ซังข้าวโพด

ครั้งที่	น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)	น้ำหนักขวดและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวด น้ำและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวดและน้ำ (กรัม)	Specific density
1	15.6544	16.3312	40.4770	40.3244	4.44
2	15.6543	16.3308	40.4765	40.3246	4.45
3	15.6544	16.3318	40.4775	40.3242	4.42
				เฉลี่ย	4.44

ตาราง ฉ2. ข้อมูลการหา Specific density ของ UNT เปลือกถั่วเหลือง

ครั้งที่	น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)	น้ำหนักขวดและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวด น้ำและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวดและน้ำ (กรัม)	Specific density
1	15.9621	17.6463	41.1542	40.6182	3.14
2	15.9620	17.6468	41.1548	40.6183	3.14
3	15.9621	17.6445	41.1521	40.6181	3.15
				เฉลี่ย	3.14

ตาราง ฉ3. ข้อมูลการหา Specific density ของ UNT ก้านดอกทานตะวัน

ครั้งที่	น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)	น้ำหนักขวดและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวด น้ำและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวดและน้ำ (กรัม)	Specific density
1	15.1132	15.7226	40.2787	40.1304	4.11
2	15.1133	15.7235	40.2799	40.1303	4.08
3	15.1130	15.7240	40.2810	40.1300	4.05
				เฉลี่ย	4.08

ตาราง ฉ4. ข้อมูลการหา Specific density ของ Q-R ซังข้าวโพด

ครั้งที่	น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)	น้ำหนักขวดและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวด น้ำและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวดและน้ำ (กรัม)	Specific density
1	15.6543	17.4571	40.6152	40.3262	6.24
2	15.6540	17.4568	40.6157	40.3266	6.24
3	15.6544	17.4570	40.6154	40.3259	6.20
				เฉลี่ย	6.23

ตาราง ฉ5. ข้อมูลการหา Specific density ของ Q-R เปลือกถั่วเหลือง

ครั้งที่	น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)	น้ำหนักขวดและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวด น้ำและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวดและน้ำ (กรัม)	Specific density
1	15.9596	17.9023	41.1896	40.5982	3.29
2	15.9591	17.9028	41.1902	40.5985	3.29
3	15.9590	17.9030	41.1905	40.5986	3.28
				เฉลี่ย	3.29

ตาราง ฉ6. ข้อมูลการหา Specific density ของ Q-R ก้านดอกทานตะวัน

ครั้งที่	น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)	น้ำหนักขวดและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวด น้ำและวัสดุ (กรัม)	น้ำหนักขวดและน้ำ (กรัม)	Specific density
1	15.1123	16.0010	40.3272	40.1346	4.61
2	15.1125	16.0112	40.3276	40.1350	4.67
3	15.1130	16.0007	40.3270	40.1348	4.62
				เฉลี่ย	4.63

ภาคผนวก ช.
การคำนวณค่าใช้จ่าย

ในการทดลองสารเคมีที่ใช้ราคาดังนี้

1. NaOH 1 กิโลกรัม ราคา 300 บาท
2. CHMAC (60 % wt.)1 ลิตร ราคา 3050 บาท
3. Epichlorohydrin 1 กิโลกรัม ราคา 2515 บาท

ในการขั้นตอนการเตรียมวัสดุควอร์เทอร์ไนซ์ครอสลิงก์เซลลูโลสใช้สารต่างๆ ปริมาณและราคาต่อกรัมวัสดุดังนี้

1. NaOH 5 N ปริมาตร 2.45 มิลลิลิตร

$$\text{ใช้ NaOH} = \frac{5 \times 40 \times 2.45}{1000} = 0.49 \text{ กรัม}$$

$$\text{เป็นเงิน} = \frac{0.49 \times 300}{1000} = 0.15 \text{ บาท}$$

2. CHMAC ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร

$$\text{เป็นเงิน} = \frac{1.25 \times 3050}{1000} = 3.81 \text{ บาท}$$

3. Epichlorohydrin ปริมาตร 0.324 มิลลิลิตร

$$\text{เป็นเงิน} = \frac{0.324 \times 2515}{1000} = 0.81 \text{ บาท}$$

รวมเป็นเงิน 0.15 + 3.81 + 0.81 = 4.77 หรือประมาณ 4.75 บาท

<u>ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสีในน้ำ</u>

สมมติน้ำทิ้งความเข้มข้น 30 มิลลิกรัม/ลิตร = 30 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

วัสดุกำจัดสีได้ 1100 มิลลิกรัม/กรัมวัสดุ = 1.1 กรัม/กรัมวัสดุ

ดังนั้นน้ำทิ้ง 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้วัสดุ 30/1.1 = 27.3 กรัม

คิดเป็นค่าวัสดุ = 4.75 × 27.3 = 130 บาท

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายบุณยฤทธิ์ ปัญญาภิญโญผล เกิดเมื่อวันที่ 6 เมษายน พ.ศ. 2521 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2541 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2542