บทที่ 4
ผลการทดลอง

ตารางผลการทดลองและกราฟแสดงในหน้าถัดไป โดยที่

กราฟที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม โดยวิธีการ Complexomatric Titration จากตารางที่ 1-3

กราฟที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม โดยวิธีการ Complexomatric Titration จากตารางที่ 4-6

กราฟที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธีการ Complexomatric Titration จากตารางที่ 7-9

กราฟที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธีการ Complexomatric Titration จากตารางที่ 7-9

กราฟที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy จากตารางที่ 10-14

กราฟที่ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy จากตารางที่ 15-19

กราฟที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy จากตารางที่ 20-24

กราฟที่ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียม โดยวิธี Atomic absorption spectroscopy จากตารางที่ 20-24

ตารางที่ 1 วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

[Ca2+] ที่ 1.00-10.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	100.00
2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	100.00
3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	100.00
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	100.00
5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	100.00
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	100.00
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	100.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	100.00
9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	100.00
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	100.00

ตารางที่ 2 วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

[Ca2+] ที่ 10.00-100.00 ppm

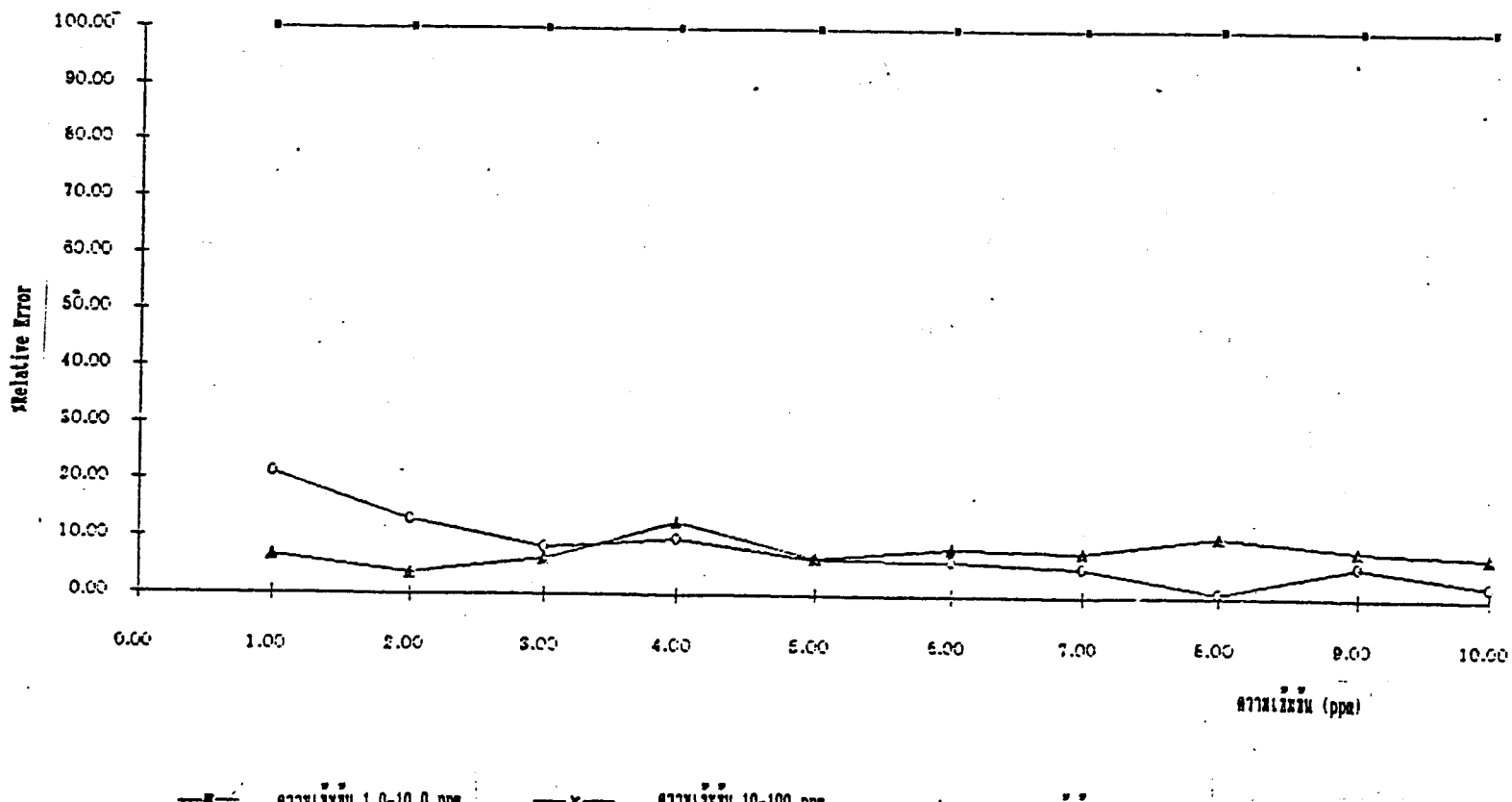
[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
10.00	14.00	9.60	12.80	12.13	2.13	21.33
20.00	24.40	21.20	22.20	22.60	2.60	13.00
30.00	32.40	32.40	32.60	32.47	2.47	8.22
40.00	35.20	34.40	38.60	36.07	3.93	9.83
50.00	48.20	46.40	46.00	46.87	3.13	6.27
60.00	59.20	54.00	56.00	56.40	3.60	6.00
70.00	70.00	68.00	61.80	66.60	3.40	4.86
80.00	84.00	76.00	78.40	79.47	0.53	0.67
90.00	96.00	93.80	95.20	95.00	5.00	5.56
100.00	104.00	98.80	90.40	97.73	2.27	2.27

ตารางที่ 3 วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

[Ca2+] ที่ 100.00-1000.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
100.00	106.00	108.00	106.00	106.67	6.67	6.67
200.00	210.00	208.00	204.00	207.33	7.33	3.67
300.00	310.00	322.00	324.00	318.67	18.67	6.22
400.00	448.00	442.00	464.00	451.33	51.33	12.83
500.00	534.00	532.00	532.00	532.67	32.67	6.53
600.00	650.00	652.00	648.00	650.00	50.00	8.33
700.00	764.00	748.00	752.00	754.67	54.67	7.81
800.00	882.00	884.00	888.00	884.67	84.67	10.58
900.00	968.00	976.00	980.00	974.67	74.67	8.30
1000.00	1080.00	1078.00	1060.00	1072.67	72.67	7.27

ตารางที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม
โดยวิธีการ Complexometric Titration



ตารางที่ 4 วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

[Mg2+] ที่ 1.00-10.00 ppm

[Mg2+]ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
1.00	1.82	1.97	2.16	1.98	0.98	98.33
2.00	3.10	3.13	3.18	3.14	1.14	56.83
3.00	4.08	4.40	4.82	4.43	1.43	47.78
4.00	6.06	6.04	6.08	6.06	2.06	51.50
5.00	6.59	6.73	6.71	6.68	1.68	33.53
6.00	7.61	8.33	8.24	8.06	2.06	34.33
7.00	9.08	10.04	9.81	9.64	2.64	37.76
8.00	10.16	10.90	10.79	10.62	2.62	32.71
9.00	12.24	11.52	12.23	12.00	3.00	33.30
10.00	12.66	12.68	13.17	12.84	2.84	28.37

ตารางที่ 5 วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

[Mg2+] ที่ 10.00-100.00 ppm

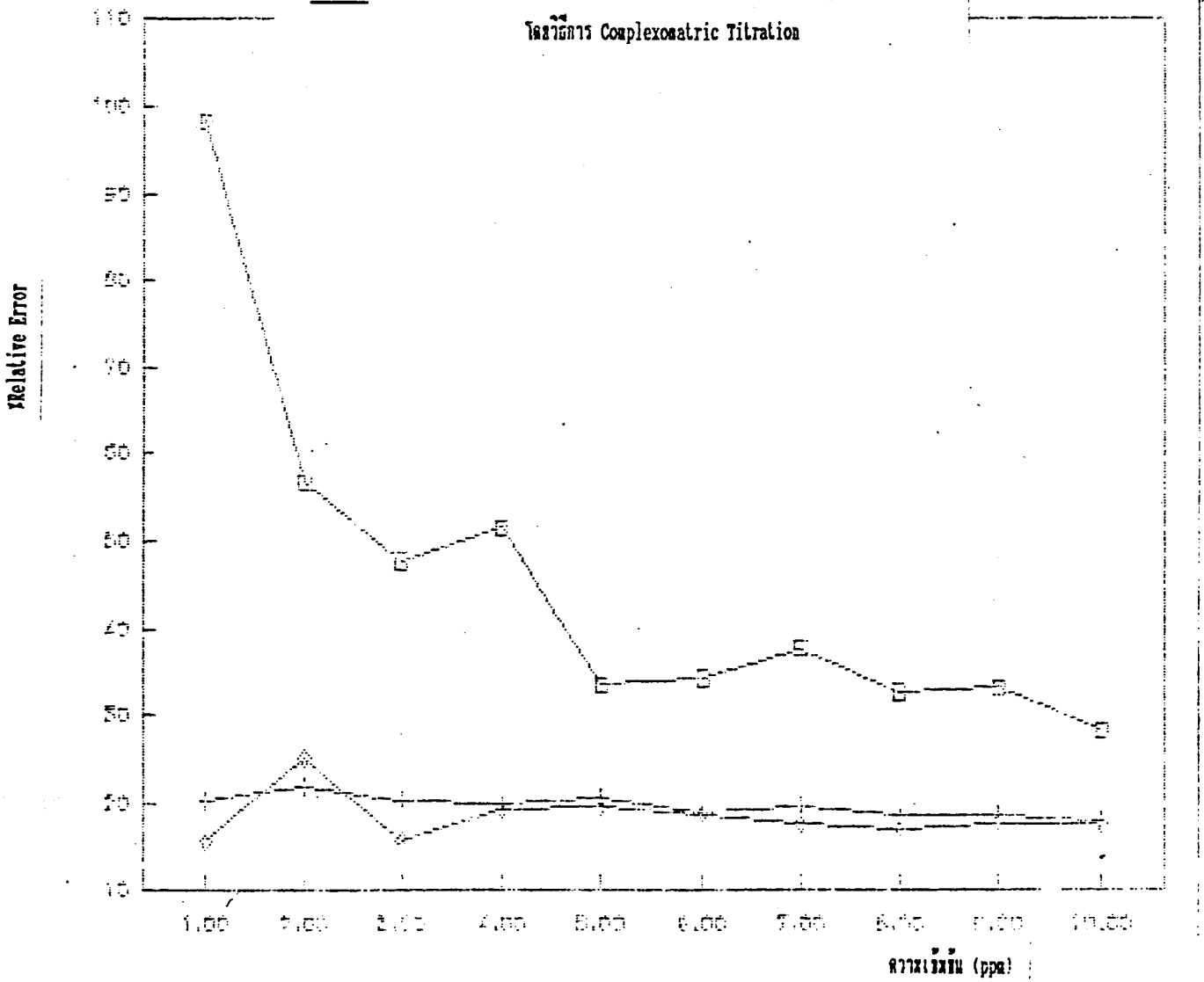
[Mg2+]ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
10.00	11.91	12.52	11.66	12.03	2.03	20.30
20.00	24.06	24.54	24.54	24.38	4.38	21.90
30.00	36.69	35.72	35.96	36.12	6.12	20.41
40.00	49.09	47.75	47.02	47.95	7.95	19.88
50.00	61.24	60.02	59.78	60.35	10.35	20.69
60.00	71.44	72.66	69.98	71.36	11.36	18.93
70.00	82.62	82.59	86.27	83.83	13.83	19.75
80.00	95.01	94.28	95.26	94.85	14.85	18.56
90.00	107.53	105.95	107.04	106.84	16.84	18.71
100.00	117.49	119.07	117.61	118.06	18.06	18.06

ตารางที่ 6 วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

[Mg2+] ที่ 100.00-1000.00 ppm

[Mg2+]ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
100.00	123.93	112.32	110.57	115.61	15.61	15.61
200.00	238.14	269.73	243.00	250.29	50.29	25.15
300.00	345.06	349.92	347.49	347.49	47.49	15.83
400.00	475.07	478.71	477.50	477.09	77.09	19.27
500.00	599.00	597.78	595.35	597.38	97.38	19.48
600.00	711.99	711.99	713.21	712.40	112.40	18.73
700.00	828.63	818.34	821.34	822.77	122.77	17.54
800.00	933.12	936.77	940.41	936.77	136.77	17.10
900.00	1,061.90	1,057.10	1,060.70	1,059.90	159.90	17.77
1,000.00	1,193.10	1,166.40	1,168.80	1,176.10	176.10	17.61

กราฟที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม
โดยวิธีการ Complexometric Titration



ตารางที่ 7

วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 1.00-10.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์	[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)			[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)			Ca			Mg		
								ค่าเฉลี่ย	error	%relative	ค่าเฉลี่ย	error	%relative
(ppm)	(ppm)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(ppm)	(ppm)	error	(ppm)	(ppm)	error
1.00	9.00	2.20	0.60	3.00	10.70	11.90	10.40	1.93	0.93	93.33	11.00	2.00	22.22
2.00	8.00	2.00	1.00	0.80	14.10	10.50	10.80	1.27	0.73	36.67	11.80	3.80	47.50
3.00	7.00	0.70	2.30	1.20	10.10	11.70	9.70	1.40	1.60	53.33	10.50	3.50	50.00
4.00	6.00	0.80	2.60	4.90	9.70	8.70	13.10	2.77	1.23	30.83	10.50	4.50	75.00
5.00	5.00	0.40	4.20	3.80	9.50	7.20	7.50	2.80	2.20	44.00	8.07	3.07	61.33
6.00	4.00	0.60	2.10	2.40	9.10	8.30	8.00	1.70	4.30	71.67	8.47	4.47	111.67
7.00	3.00	1.30	1.80	3.20	8.10	7.80	7.00	2.10	4.90	70.00	7.63	4.63	154.44
8.00	2.00	1.40	7.50	4.90	8.30	4.80	6.40	4.60	3.40	42.50	6.50	4.50	225.00
9.00	1.00	2.50	7.10	6.10	6.70	3.80	4.50	5.23	3.77	41.85	5.00	4.00	400.00
10.00	0.00	1.60	0.04	0.04	0.90	0.00	0.00	0.56	9.44	94.40	0.30	0.30	0.00
0.00	10.00	4.40	3.80	2.10	11.70	12.00	12.10	3.43	3.43	0.00	11.93	1.93	19.33

ตารางที่ 8

วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 10.00-100.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)			[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)			Ca			Mg		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error	ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
10.00	90.00	5.20	15.60	6.40	100.00	109.00	98.00	9.07	0.93	9.33	102.33	12.33	13.70
20.00	80.00	10.80	9.60	10.20	93.00	94.00	91.00	10.20	9.80	49.00	92.67	12.67	15.83
30.00	70.00	26.20	26.80	29.20	83.00	83.00	86.00	27.40	2.60	8.67	84.00	14.00	20.00
40.00	60.00	54.80	47.60	26.00	67.00	70.00	84.00	42.80	2.80	7.00	73.67	13.67	22.78
50.00	50.00	49.60	51.20	20.00	57.00	60.00	79.00	40.27	9.73	19.47	65.33	15.33	30.67
60.00	40.00	63.20	66.10	34.20	46.00	49.00	74.00	54.50	5.50	9.17	56.33	16.33	40.83
70.00	30.00	65.80	62.00	44.40	35.00	37.00	49.00	57.40	12.60	18.00	40.33	10.33	34.44
80.00	20.00	78.40	76.80	57.20	24.00	26.00	37.00	70.80	9.20	11.50	29.00	9.00	45.00
90.00	10.00	86.80	81.60	58.40	15.00	18.00	32.00	75.60	14.40	16.00	21.67	11.67	116.67
100.00	0.00	92.80	95.40	80.00	4.00	3.00	12.00	89.40	10.60	10.60	6.33	6.33	0.00
0.00	100.00	3.20	14.40	0.60	111.00	118.00	109.00	6.07	6.07	0.00	112.67	12.67	12.67

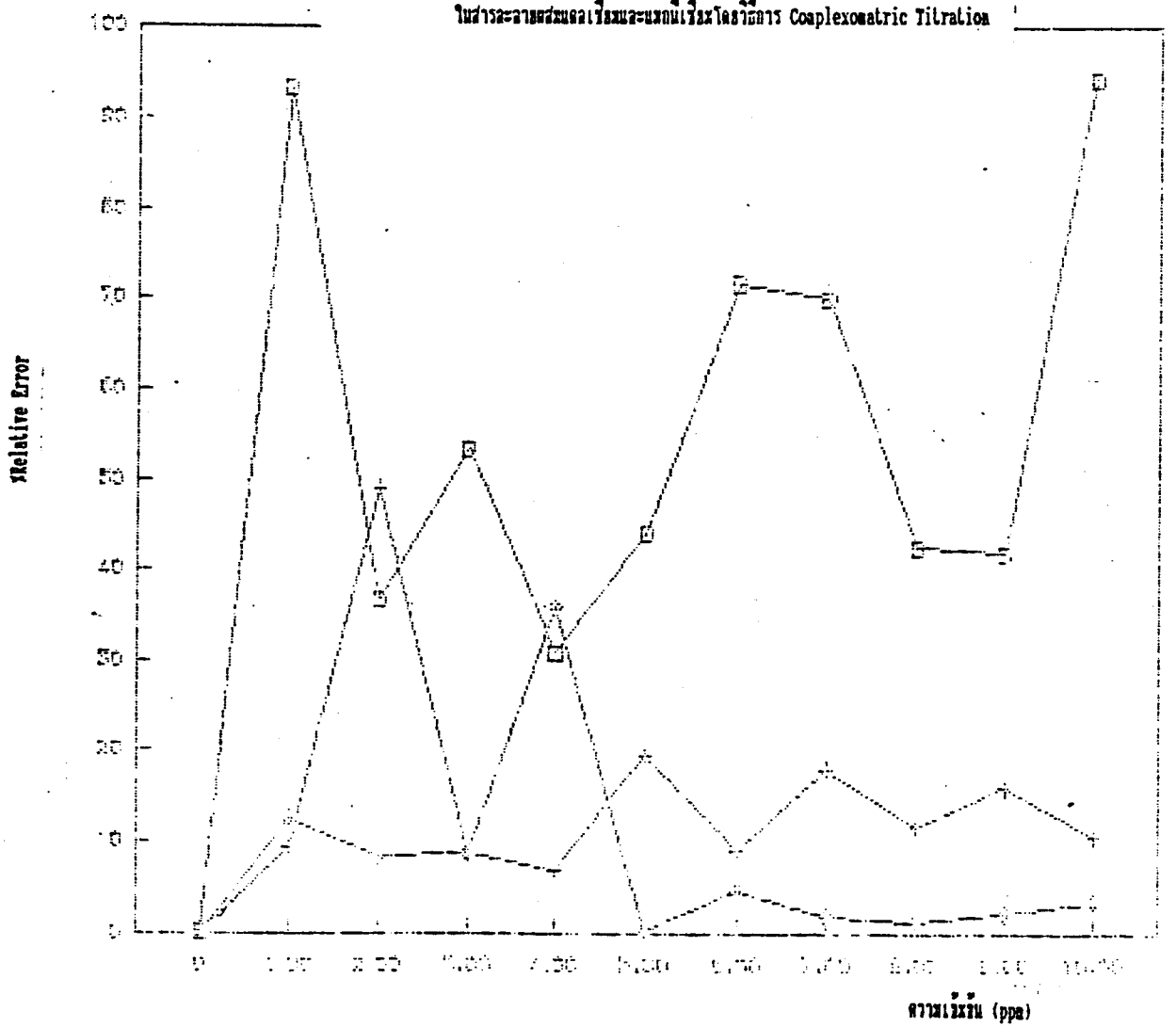
ตารางที่ 9

วิเคราะห์โดยวิธี complexometric titation

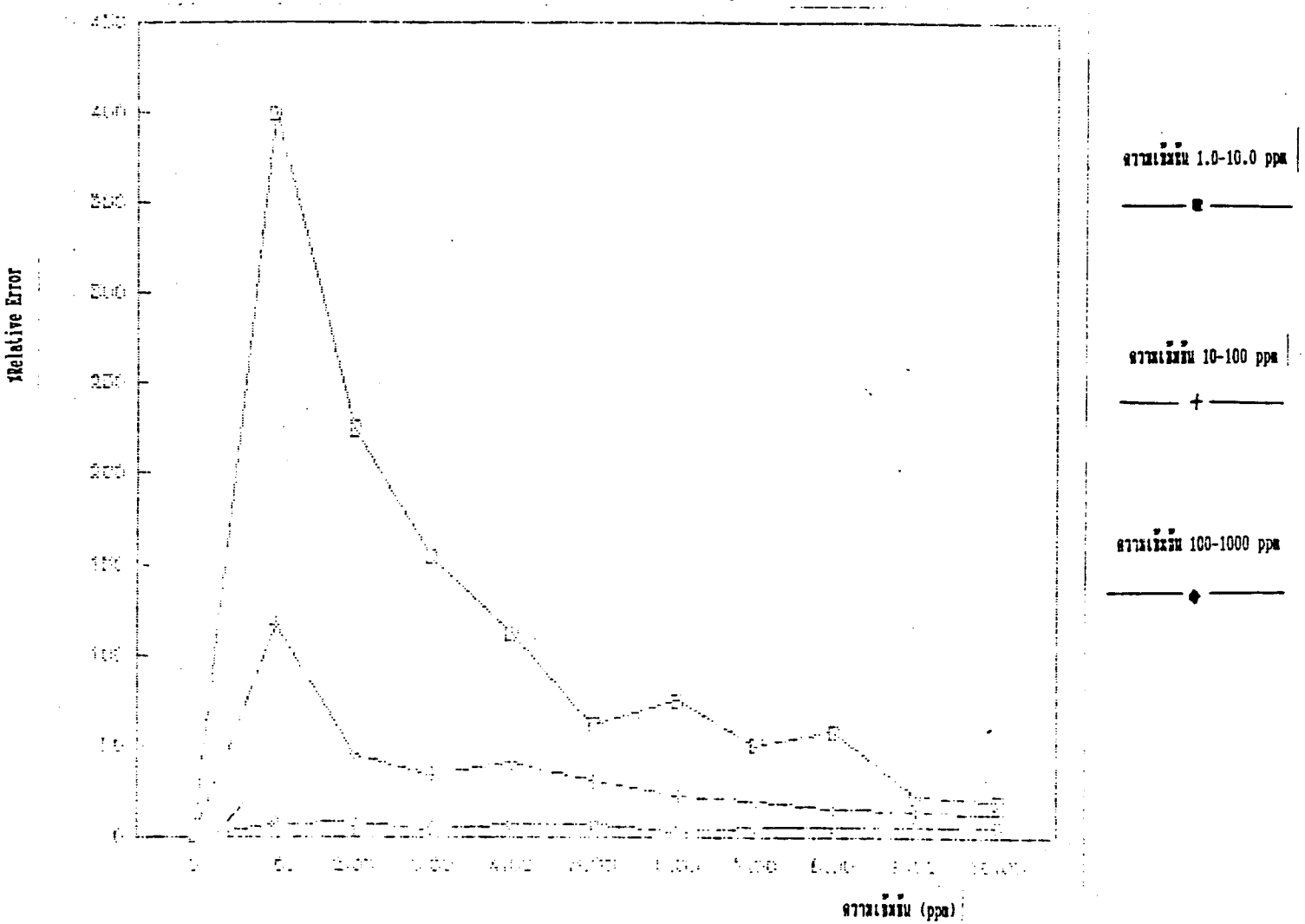
สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 100.00-1000.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์	[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)			[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)			Ca			Mg		
								ค่าเฉลี่ย	error	%relative	ค่าเฉลี่ย	error	%relative
(ppm)	(ppm)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(ppm)	(ppm)	error	(ppm)	(ppm)	error
100.00	900.00	80.00	44.00	214.00	990.00	982.00	880.00	112.67	12.67	12.67	950.67	50.67	5.63
200.00	800.00	80.00	186.00	284.00	868.00	858.00	794.00	183.33	16.67	8.33	840.00	40.00	5.00
300.00	700.00	238.00	264.00	320.00	764.00	748.00	685.00	274.00	26.00	8.67	732.33	32.33	4.62
400.00	600.00	434.00	424.00	772.00	660.00	654.00	430.00	543.33	143.33	35.83	581.33	18.67	3.11
500.00	500.00	474.00	464.00	568.00	552.00	554.00	486.00	502.00	2.00	0.40	530.67	30.67	6.13
600.00	400.00	596.00	606.00	684.00	445.00	441.00	391.00	628.67	28.67	4.78	425.67	25.67	6.42
700.00	300.00	720.00	702.00	716.00	296.00	341.00	299.00	712.67	12.67	1.81	312.00	12.00	4.00
800.00	200.00	778.00	772.00	820.00	222.00	226.00	197.00	790.00	10.00	1.25	215.00	15.00	7.50
900.00	100.00	913.00	906.00	938.00	114.00	109.00	98.00	919.00	19.00	2.11	107.00	7.00	7.00
1000.00	0.00	990.00	968.00	940.00	11.00	22.00	41.00	966.00	34.00	3.40	24.67	24.67	0.00
0.00	1000.00	660.00	116.00	88.00	1073.00	1103.00	984.00	288.00	288.00	0.00	1053.33	53.33	5.33

กราฟที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม
ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธีการ Coaplexometric Titration



กราฟที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม
ในสารละลายผสมผสมเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธีการ Complexometric Titration



ตารางที่ 10 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Ca2+] ที่ 0.10-1.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	CA error (ppm)	%relative error
0.01	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	1266.67
0.20	0.21	0.22	0.21	0.21	0.01	6.67
0.30	0.29	0.28	0.27	0.28	0.02	6.67
0.40	0.53	0.53	0.59	0.55	0.15	37.50
0.50	0.51	0.51	0.52	0.51	0.01	2.67
0.60	0.70	0.70	0.70	0.70	0.10	16.67
0.70	0.95	0.95	0.95	0.95	0.25	35.71
0.80	1.02	1.01	1.00	1.01	0.21	26.25
0.90	0.82	0.80	0.81	0.81	0.09	10.00
1.00	1.31	1.32	1.30	1.31	0.31	31.00

ตารางที่ 11 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Ca2+] ที่ 0.50-5.00 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	CA error (ppm)	%relative error
0.50	0.84	0.82	0.81	0.82	0.32	64.67
1.00	0.91	0.91	0.91	0.91	0.09	9.00
1.50	1.80	1.81	1.81	1.81	0.31	20.44
2.00	2.10	2.10	2.08	2.09	0.09	4.67
2.50	2.51	2.53	2.57	2.54	0.04	1.47
3.00	2.83	2.82	2.81	2.82	0.18	6.00
3.50	3.60	3.62	3.62	3.61	0.11	3.24
4.00	4.13	4.13	4.12	4.13	0.13	3.17
4.50	4.58	4.58	4.57	4.58	0.08	1.70
5.00	4.99	4.96	4.98	4.98	0.02	0.47

ตารางที่ 12 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Ca2+] ที่ 1-10 ppm

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	CA error (ppm)	%relative error
1.00	1.02	1.02	1.01	1.02	0.02	1.67
2.00	2.04	2.05	2.06	2.05	0.05	2.50
3.00	2.93	2.93	2.90	2.92	0.08	2.67
4.00	3.93	3.93	3.95	3.94	0.06	1.58
5.00	5.00	4.99	4.92	4.97	0.03	0.60
6.00	6.02	5.98	6.02	6.01	0.01	0.11
7.00	6.86	6.91	6.92	6.90	0.10	1.48
8.00	7.82	7.81	7.80	7.81	0.19	2.38
9.00	8.91	8.91	8.89	8.90	0.10	1.07
10.00	9.66	9.59	9.56	9.60	0.40	3.97

ตารางที่ 13 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Ca2+] ที่ 5-50 ppm

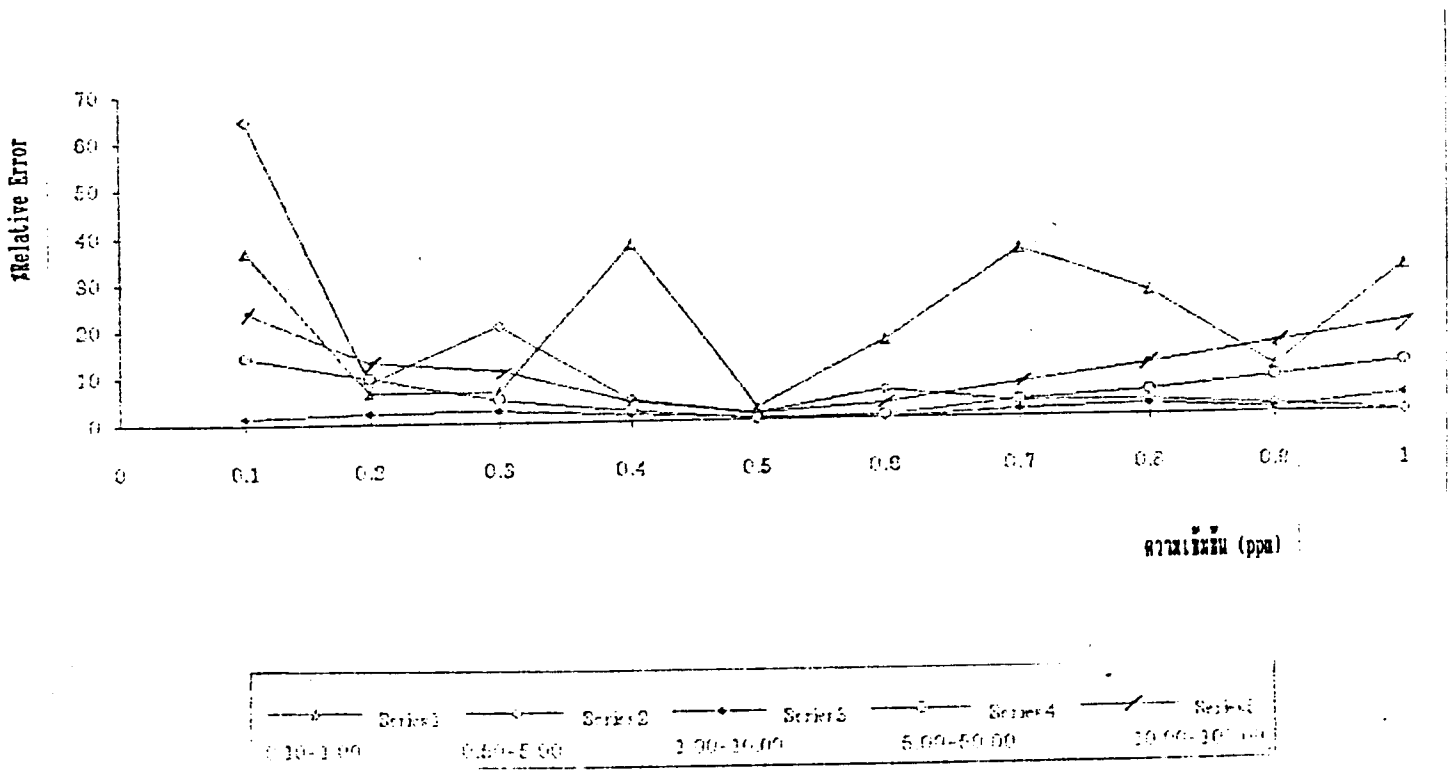
[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	CA error (ppm)	%relative error
5.00	5.73	5.74	5.68	5.72	0.72	14.33
10.00	10.98	10.97	10.95	10.97	0.97	9.67
15.00	15.73	15.79	15.76	15.76	0.76	5.07
20.00	20.45	20.47	20.47	20.46	0.46	2.32
25.00	25.10	25.13	25.14	25.12	0.12	0.49
30.00	29.77	29.78	29.77	29.77	0.23	0.76
35.00	33.85	33.76	33.77	33.79	1.21	3.45
40.00	38.06	37.92	37.87	37.95	2.05	5.12
45.00	41.39	41.59	41.41	41.46	3.54	7.86
50.00	44.69	44.75	44.73	44.72	5.28	10.55

ตารางที่ 14 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Ca2+] ที่ 10-100 (ppm)

[Ca2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้โดยใช้หลอด Ca (ppm)			ค่าเฉลี่ย (ppm)	CA error (ppm)	%relative error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
10.00	12.42	12.36	12.40	12.39	2.39	23.93
20.00	22.63	22.72	22.50	22.62	2.62	13.08
30.00	33.32	33.41	33.33	33.35	3.35	11.18
40.00	41.73	41.79	41.81	41.78	1.78	4.44
50.00	50.46	50.94	50.78	50.73	0.73	1.45
60.00	58.02	58.10	58.12	58.08	1.92	3.20
70.00	64.98	64.82	65.02	64.94	5.06	7.23
80.00	71.02	71.21	71.32	71.18	8.82	11.02
90.00	76.36	76.79	76.52	76.56	13.44	14.94
100.00	80.87	80.89	81.08	80.95	19.05	19.05

กราฟที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม
โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy



หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 15 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Mg2+]ที่ 0.10-1.00 (ppm)

[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm)			ค่าเฉลี่ย (ppm)	Mg error (ppm)	%relative error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.01	10.00
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00
0.30	0.28	0.28	0.28	0.28	0.02	6.67
0.40	0.42	0.39	0.39	0.40	0.00	0.00
0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.01	2.00
0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.00	0.00
0.70	0.68	0.68	0.68	0.68	0.02	2.86
0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
0.90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.01	1.11
1.00	0.97	0.97	0.97	0.97	0.03	3.00

ตารางที่ 16 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Mg2+] ที่ 0.50-5.00 (ppm)

[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm)			ค่าเฉลี่ย	Mg error	%relative
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(ppm)	(ppm)	error
0.50	0.24	0.24	0.24	0.24	0.26	52.00
1.00	0.86	0.90	0.90	0.89	0.11	11.33
1.50	1.31	1.47	1.47	1.42	0.08	5.56
2.00	1.99	2.00	1.99	1.99	0.01	0.33
2.50	2.50	2.47	2.48	2.48	0.02	0.67
3.00	2.89	2.90	2.90	2.90	0.10	3.44
3.50	3.29	3.29	3.29	3.29	0.21	6.00
4.00	3.56	3.56	3.57	3.56	0.44	10.92
4.50	3.81	3.81	3.81	3.81	0.69	15.33
5.00	4.03	4.04	4.03	4.03	0.97	19.33

ตารางที่ 17 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Mg2+] ที่ 1.00-10.00 (ppm)

[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm)			ค่าเฉลี่ย	Mg error	%relative
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(ppm)	(ppm)	error
1.00	1.46	1.30	1.46	1.41	0.41	40.67
2.00	2.69	2.69	2.68	2.69	0.69	34.33
3.00	3.66	3.68	3.68	3.67	0.67	22.44
4.00	4.48	4.48	4.49	4.48	0.48	12.08
5.00	5.00	4.68	4.98	4.89	0.11	2.27
6.00	5.44	5.43	5.43	5.43	0.57	9.44
7.00	5.68	5.69	5.68	5.68	1.32	18.81
8.00	5.84	5.84	5.84	5.84	2.16	27.00
9.00	5.99	5.99	6.00	5.99	3.01	33.41
10.00	6.00	6.10	6.09	6.06	3.94	39.37

ตารางที่ 18 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Mg2+] ที่ 5.00-50.00 (ppm)

[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm)			ค่าเฉลี่ย	Mg error	%relative
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(ppm)	(ppm)	error
5.00	20.64	20.68	20.65	20.66	15.66	313.13
10.00	23.46	23.47	23.45	23.46	13.46	134.60
15.00	24.26	24.28	24.28	24.27	9.27	61.82
20.00	24.70	24.69	24.69	24.69	4.69	23.47
25.00	25.00	25.01	25.01	25.01	0.01	0.03
30.00	25.23	25.22	25.23	25.23	4.77	15.91
35.00	25.42	25.42	25.42	25.42	9.58	27.37
40.00	25.59	25.57	25.58	25.58	14.42	36.05
45.00	25.68	25.68	25.70	25.69	19.31	42.92
50.00	25.75	25.79	25.79	25.78	24.22	48.45

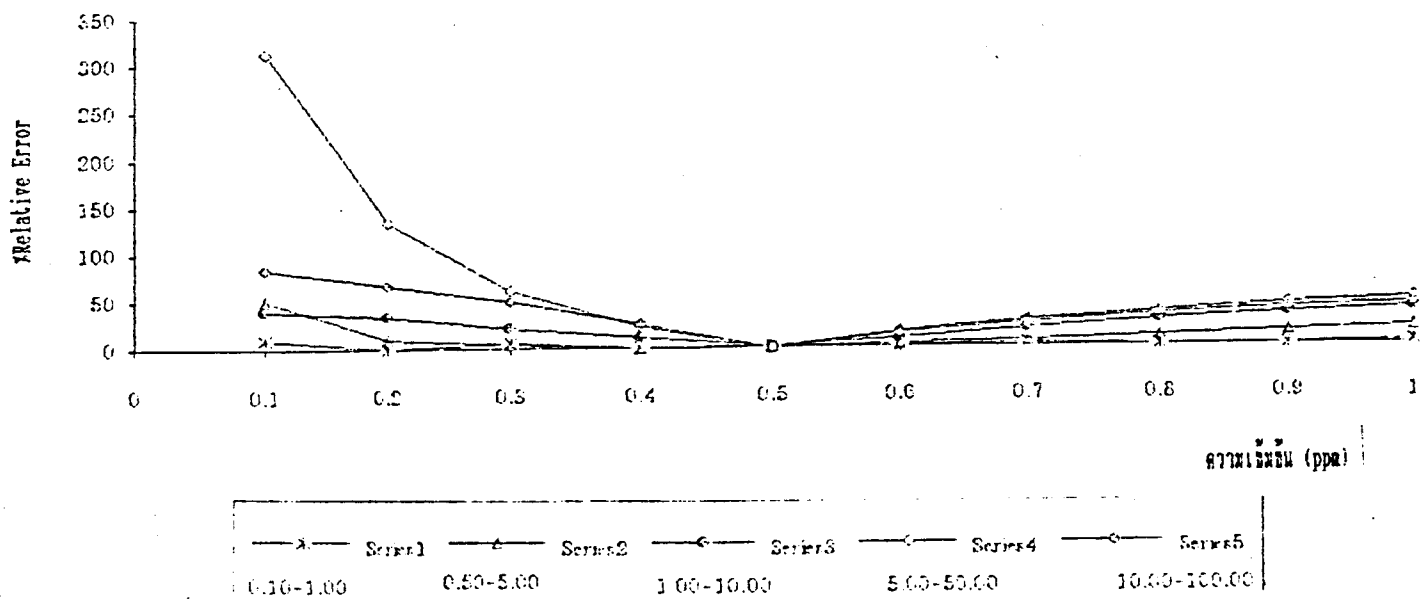
ตารางที่ 19 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

[Mg2+] ที่ 10-100 (ppm)

[Mg2+] ที่ใช้วิเคราะห์ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm)			ค่าเฉลี่ย	Mg error	%relative
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(ppm)	(ppm)	error
10.00	18.44	18.52	18.49	18.48	8.48	84.83
20.00	33.03	33.91	33.93	33.62	13.62	68.12
30.00	45.03	45.22	45.23	45.16	15.16	50.53
40.00	50.29	50.31	50.32	50.31	10.31	25.77
50.00	49.94	49.93	49.96	49.94	0.06	0.11
60.00	50.95	50.92	50.96	50.94	9.06	15.09
70.00	52.13	52.12	52.16	52.14	17.86	25.52
80.00	53.09	53.55	53.54	53.39	26.61	33.26
90.00	55.35	55.37	55.36	55.36	34.64	38.49
100.00	56.94	56.94	56.94	56.94	43.06	43.06

กราฟที่ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม

โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy



ตารางที่ 20 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 0.10-1.00 ppm

[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm)			[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm)			ค่าเฉลี่ย (ppm)	Ca error (ppm)	Ca %relative error	ค่าเฉลี่ย (ppm)	Mg error (ppm)	Mg %relative error
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3						
0.10	0.90	0.20	0.19	0.19	0.79	0.89	0.88	0.19	0.09	93.33	0.85	0.05	5.19
0.20	0.80	0.23	0.24	0.24	0.80	0.80	0.80	0.24	0.04	18.33	0.80	0.00	0.00
0.30	0.70	0.39	0.39	0.43	0.79	0.79	0.79	0.40	0.10	34.44	0.79	0.09	12.86
0.40	0.60	0.48	0.47	0.46	0.71	0.68	0.69	0.47	0.07	17.50	0.69	0.09	15.56
0.50	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.48	0.02	3.33	0.47	0.03	6.00
0.60	0.40	0.39	0.38	0.38	0.43	0.43	0.43	0.38	0.22	36.11	0.43	0.03	7.50
0.70	0.30	0.43	0.42	0.41	0.34	0.33	0.33	0.42	0.28	40.00	0.33	0.03	11.11
0.80	0.20	0.45	0.43	0.44	0.25	0.22	0.22	0.44	0.36	45.00	0.23	0.03	15.00
0.90	0.10	0.49	0.50	0.49	0.18	0.12	0.12	0.49	0.41	45.19	0.14	0.04	40.00
1.00	0.00	0.53	0.53	0.53	0.02	0.02	0.02	0.53	0.47	47.00	0.02	0.02	0.00
0.00	1.00	0.16	0.15	0.16	0.98	0.98	0.98	0.16	0.16	0.00	0.98	0.02	2.00

ตารางที่ 21

วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 0.50-5.00 ppm

[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Ca ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error	Mg ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
1.00	4.00	1.12	1.11	1.10	3.38	3.54	3.53	1.11	0.11	11.00	3.48	0.52	12.92
1.50	3.50	1.35	1.57	1.56	3.25	3.26	3.24	1.49	0.01	0.44	3.25	0.25	7.14
2.00	3.00	2.13	2.14	2.14	2.80	2.92	2.92	2.14	0.14	6.83	2.88	0.12	4.00
2.50	2.50	2.59	2.58	2.59	2.49	2.52	2.52	2.59	0.09	3.47	2.51	0.01	0.40
3.00	2.00	3.08	3.07	3.08	1.94	2.03	2.03	3.08	0.08	2.56	2.00	0.00	0.00
3.50	1.50	3.62	3.64	3.65	1.53	1.54	1.54	3.64	0.14	3.90	1.54	0.04	2.44
4.00	1.00	4.42	4.43	4.44	1.00	0.99	0.99	4.43	0.43	10.75	0.99	0.01	0.67
4.50	0.50	4.61	4.63	4.62	0.35	0.35	0.35	4.62	0.12	2.67	0.35	0.15	30.00
5.00	0.00	5.21	5.22	5.24	0.00	0.00	0.00	5.22	0.22	4.47	0.00	0.00	0.00
0.00	5.00	0.69	0.67	0.67	3.96	3.97	0.39	0.68	0.68	0.00	2.77	2.23	44.53

ตารางที่ 22 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 1.00-10.00 ppm

[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้โดยใช้หลอด Multi (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	Ca error (ppm)	Ca %relative error	ค่าเฉลี่ย (ppm)	Mg error (ppm)	Mg %relative error
1.00	9.00	1.24	1.24	1.21	5.92	5.93	5.93	1.23	0.23	23.00	5.93	3.07	34.15
2.00	8.00	2.88	2.87	2.87	5.78	5.77	5.77	2.87	0.87	43.67	5.77	2.23	27.83
3.00	7.00	4.28	4.23	4.23	5.59	5.58	5.57	4.25	1.25	41.56	5.58	1.42	20.29
4.00	6.00	4.71	4.77	4.73	5.34	5.33	5.31	4.74	0.74	18.42	5.33	0.67	11.22
5.00	5.00	5.02	5.04	4.95	4.99	4.99	4.98	5.00	0.00	0.07	4.99	0.01	0.27
6.00	4.00	6.45	6.41	6.45	4.47	4.45	4.45	6.44	0.44	7.28	4.46	0.46	11.42
7.00	3.00	6.78	6.81	6.75	3.79	3.80	3.80	6.78	0.22	3.14	3.80	0.80	26.56
8.00	2.00	7.82	7.86	7.86	2.85	2.82	2.82	7.85	0.15	1.92	2.83	0.83	41.50
9.00	1.00	8.90	8.83	8.87	1.50	1.50	1.49	8.87	0.13	1.48	1.50	0.50	49.67
10.00	0.00	9.88	9.90	9.90	0.15	0.15	0.15	9.89	0.11	1.07	0.15	0.15	0.00
0.00	10.00	0.65	0.63	0.64	6.00	6.10	6.09	0.64	0.64	0.00	6.06	3.94	39.37

ตารางที่ 23 วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 5.00-50.00 (ppm)

[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้หลอด Multi (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (ppm)	Ca error (ppm)	Ca %relative error	ค่าเฉลี่ย (ppm)	Mg error (ppm)	Mg %relative error
5.00	45.00	6.04	6.01	6.00	25.72	25.73	25.72	6.02	1.02	20.33	25.72	19.28	42.84
10.00	40.00	11.63	11.76	11.64	25.60	25.60	25.59	11.68	1.68	16.77	25.60	14.40	36.01
15.00	35.00	16.63	16.65	16.56	25.44	25.45	25.45	16.61	1.61	10.76	25.45	9.55	27.30
20.00	30.00	21.65	21.72	21.62	25.23	25.45	25.24	21.66	1.66	8.32	25.31	4.69	15.64
25.00	25.00	25.97	26.13	26.09	25.00	25.01	24.98	26.06	1.06	4.25	25.00	0.00	0.01
30.00	20.00	30.80	30.71	30.61	24.70	24.69	24.68	30.71	0.71	2.36	24.69	4.69	23.45
35.00	15.00	34.91	35.10	35.08	24.28	24.27	24.27	35.03	0.03	0.09	24.27	9.27	61.82
40.00	10.00	38.67	38.34	38.49	23.49	23.47	23.48	38.50	1.50	3.75	23.48	13.48	134.80
45.00	5.00	42.41	42.32	42.46	20.31	20.67	20.65	42.40	2.60	5.79	20.54	15.54	310.87
50.00	0.00	46.18	46.04	46.27	1.69	1.68	1.70	46.16	3.84	7.67	1.69	1.69	0.00
0.00	50.00	0.56	0.55	0.56	25.84	25.85	25.84	0.56	0.56	0.00	25.84	24.16	48.31

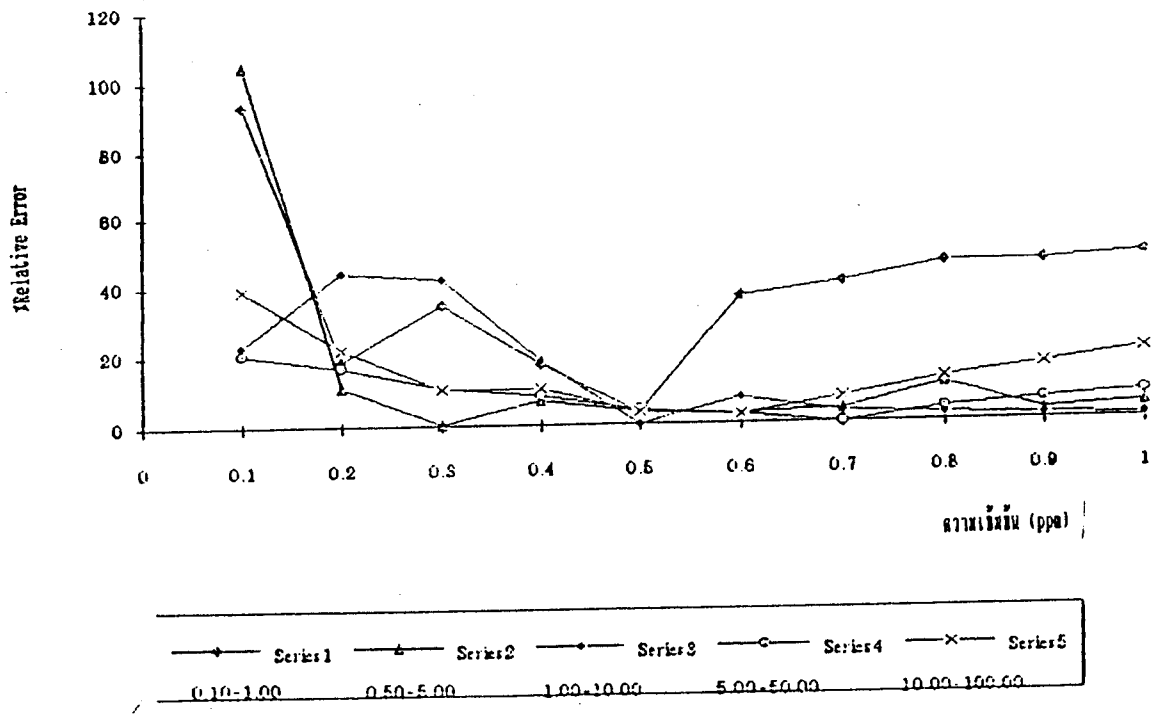
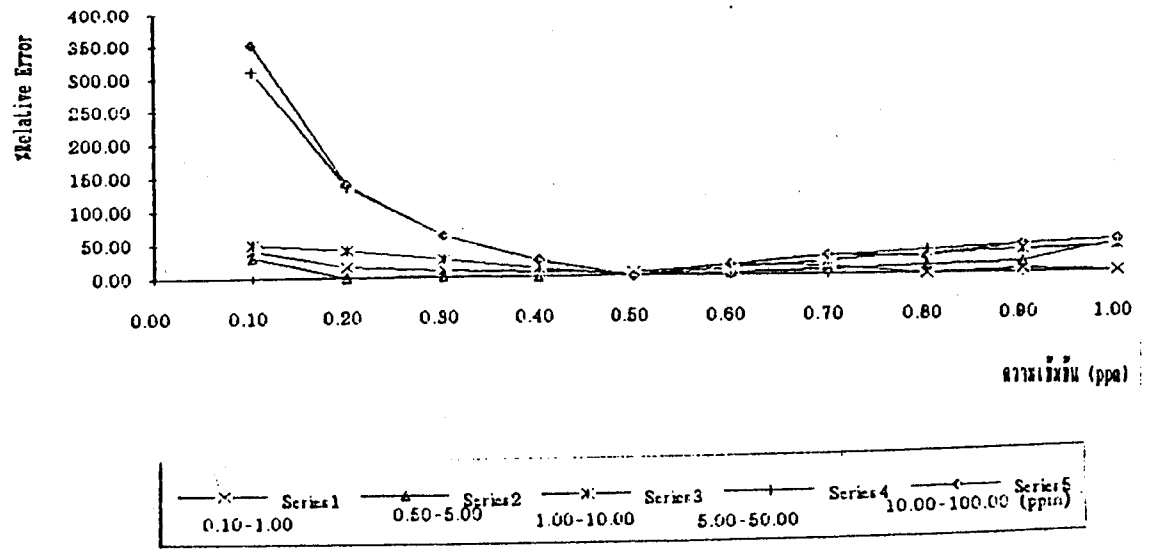
ตารางที่ 24

วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AA

สารละลายผสมระหว่าง [Ca2+] กับ [Mg2+] ที่ 5.00-50.00 (ppm)

[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้ (ppm)	[Ca2+] ที่วิเคราะห์ได้โดยใช้หลอด Ca (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	[Mg2+] ที่วิเคราะห์ได้โดยใช้หลอด Multi (ppm) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Ca ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error	Mg ค่าเฉลี่ย (ppm)	error (ppm)	%relative error
10.00	90.00	13.88	13.84	13.93	51.05	50.80	50.80	13.88	3.88	38.83	50.88	39.12	43.46
20.00	80.00	24.36	24.23	24.51	50.83	50.84	80.84	24.37	4.37	21.83	60.84	19.16	23.95
30.00	70.00	34.11	31.05	34.19	50.62	50.63	50.63	33.12	3.12	10.39	50.63	19.37	27.68
40.00	60.00	44.25	44.06	44.16	50.29	50.30	50.30	44.16	4.16	10.39	50.30	9.70	16.17
50.00	50.00	51.87	51.84	51.57	50.00	50.02	49.98	51.76	1.76	3.52	50.00	0.00	0.00
60.00	40.00	58.63	58.91	58.49	49.57	49.56	49.56	58.68	1.32	2.21	49.56	9.56	23.91
70.00	30.00	65.05	64.92	64.86	48.90	48.86	48.89	64.94	5.06	7.22	48.88	18.88	62.94
80.00	20.00	70.16	70.14	70.10	47.91	47.89	47.93	70.13	9.87	12.33	47.91	27.91	139.55
90.00	10.00	75.91	75.88	75.63	45.36	45.09	45.09	75.81	14.19	15.77	45.18	35.18	351.80
100.00	0.00	80.10	80.10	80.10	4.85	4.83	4.83	80.10	19.90	19.90	4.84	4.84	0.00
0.00	100.00	0.55	0.53	0.47	51.32	51.33	51.30	0.52	0.52	0.00	51.32	48.68	48.68

กราฟที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียม
ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy



กราฟที่ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ %Relative Error ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแมกนีเซียม
ในสารละลายผสมแคลเซียมและแมกนีเซียม โดยวิธี Atomic absorption spectroscopy