

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์

1. หาศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสม ในการ deposition ใช้สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร เติมสารละลายบัฟเฟอร์ ค่ะตะกิสต์และลิแกนด์ที่เหมาะสมตามข้อ 4.1 ในบทที่ 3 แล้ววัดค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) โดยใช้สแควร์ เวฟที่มีความถี่ 100 เฮิรตซ์ ค่า Step potential เท่ากับ 2.55 มิลลิโวลต์ ค่า Modulation amplitude เท่ากับ 25.05 มิลลิโวลต์ และใช้เวลาในการทำดิโพซิชั่นนาน 10 วินาที โดยเปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทำดิโพซิชั่น ดังนี้ -0.80, -0.90, -0.95, -1.0, -1.1 โวลต์ vs. Ag/AgCl ได้ผลดังตาราง 4

ตารางที่ 4 ตำแหน่งของฟีก ค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่ศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ กันในการ deposition ($n = 3$)

ค่าความต่างศักย์ที่ใช้ใน การ deposition (V) vs Ag/AgCl	ตำแหน่งของฟีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
-0.80	-1.215	0.677	0.551 ± 0.120
	-1.231	0.440	
	-1.215	0.536	
-0.90	-1.218	1.698	1.714 ± 0.068
	-1.218	1.655	
	-1.251	1.789	
-0.95	-1.215	2.187	2.267 ± 0.070
	-1.212	2.301	
	-1.220	2.313	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ค่าความต่างศักย์ที่ใช้ใน การ deposition (V) vs Ag/AgCl	ตำแหน่งของฟีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
-1.00	-1.210	3.342	3.287 ± 0.086
	-1.215	3.332	
	-1.212	3.188	
-1.05	-1.210	2.101	2.172 ± 0.076
	-1.210	2.162	
	-1.215	2.252	
-1.10	-1.212	1.909	2.041 ± 0.127
	-1.210	2.162	
	-1.215	2.051	

2. หาค่า step potential, modulation amplitude และความถี่ที่เหมาะสม ใช้สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร เติมสารละลายบัฟเฟอร์ คีตะลิสต์ และลิแกนด์ แล้ววัดค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) ใช้ศักย์ไฟฟ้าในการ deposition -1.0 V vs Ag/AgCl นาน 10 วินาที เปลี่ยนค่า step potential, modulation amplitude และความถี่ ได้ผลดังตาราง 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ตำแหน่งของฟีก ค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่ค่า step potential ต่าง ๆ กัน ($n = 3$)

ค่า step potential (mV)	ตำแหน่งของฟีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่ฟีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
1.05	-1.206	1.904	2.032 ± 0.123
	-1.206	2.148	
	-1.206	2.045	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ค่า step potential (mV)	ตำแหน่งของพีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
1.50	-1.212	2.309	2.317 ± 0.138
	-1.209	2.459	
	-1.214	2.184	
2.55	-1.210	3.342	3.287 ± 0.086
	-1.215	3.32	
	-1.212	3.188	
4.95	-1.210	1.922	1.969 ± 0.051
	-1.215	1.965	
	-1.215	2.022	

ตารางที่ 6 ตำแหน่งของพีก ค่ากระแส (พื้นที่พีก) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI)
เข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่ค่า modulation amplitude ต่าง ๆ กัน (n = 3)

ค่า modulation amplitude (mV)	ตำแหน่งของพีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
25.05	-1.210	3.342	3.287 ± 0.862
	-1.215	3.332	
	-1.212	3.188	
49.95	-1.199	3.954	3.790 ± 0.144
	-1.197	3.732	
	-1.202	3.684	
70.00	-1.189	2.841	2.757 ± 0.078
	-1.192	2.743	
	-1.192	2.687	

ตารางที่ 7 ตำแหน่งของพีค ค่ากระแส (พื้นที่พีค) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่ค่า Frequency ต่าง ๆ กัน (n = 3)

ค่า Frequency (Hz)	ตำแหน่งของพีค (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีค) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
50	-1.207	4.032	3.982 ± 0.806
	-1.207	4.025	
	-1.205	3.889	
100	-1.205	4.777	4.702 ± 0.079
	-1.205	4.708	
	-1.210	4.620	
150	-1.212	3.532	3.814 ± 0.393
	-1.215	3.646	
	-1.207	4.263	

ศึกษาผลของ pH และความเข้มข้นของสารละลายบัฟเฟอร์, ลิแกนด์ และคะตะลิสต์

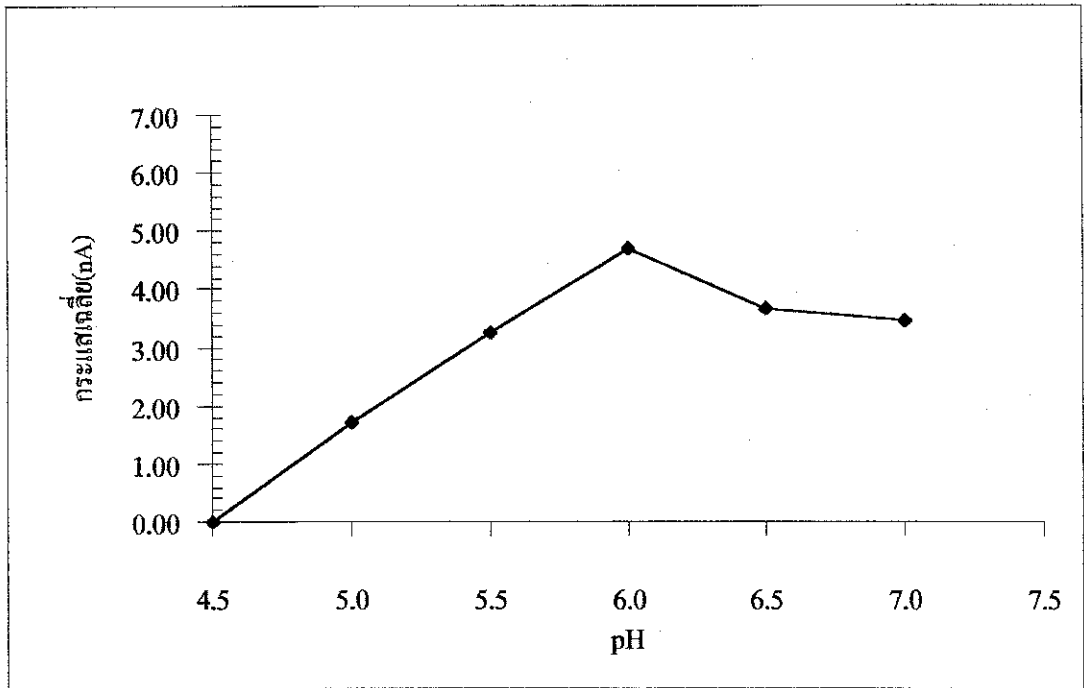
1. หา pH ที่เหมาะสมของสารละลายโซเดียมอะซิเตต บัฟเฟอร์ นำสารละลายโซเดียมอะซิเตตเข้มข้น 2.0 โมลต่อลิตร และปรับ pH ช่วง 4.5 ถึง 7.0 แล้วนำไปวิเคราะห์โครเมียมในแต่ละค่า pH ได้ผลดังตาราง 8 และภาพที่ 7

ตารางที่ 8 ตำแหน่งของพีค ค่ากระแส (พื้นที่พีค) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่สารละลายโซเดียมอะซิเตดเข้มข้น 2.0 โมลต่อลิตร ปรับค่า pH ต่าง ๆ กัน (n = 3)

ค่า pH ของสารละลาย โซเดียมอะซิเตด	ตำแหน่งของพีค (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีค) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
4.5	-1.176	0.0039	0.0030 ± 0.0008
	-1.181	0.0023	
	-1.171	0.0027	

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ค่า pH ของสารละลาย โซเดียมอะซิเตด	ตำแหน่งของพีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
5.0	-1.174	1.885	1.715 ± 0.147
	-1.179	1.619	
	-1.179	1.642	
5.5	-1.189	3.241	3.276 ± 0.096
	-1.194	3.385	
	-1.189	3.203	
6.0	-1.205	4.777	4.702 ± 0.079
	-1.205	4.708	
	-1.210	4.620	
6.5	-1.194	3.726	3.660 ± 0.248
	-1.194	3.868	
	-1.194	3.385	
7.0	-1.181	3.503	3.453 ± 0.086
	-1.181	3.354	
	-1.181	3.503	



ภาพที่ 7 กราฟระหว่างค่ากระแสกับ pH ค่าต่าง ๆ ของสารละลายโซเดียมอะซิเตด ใช้ E_a ที่ -1.0 โวลต์ vs Ag/AgCl และ t_d นาน 10 วินาที

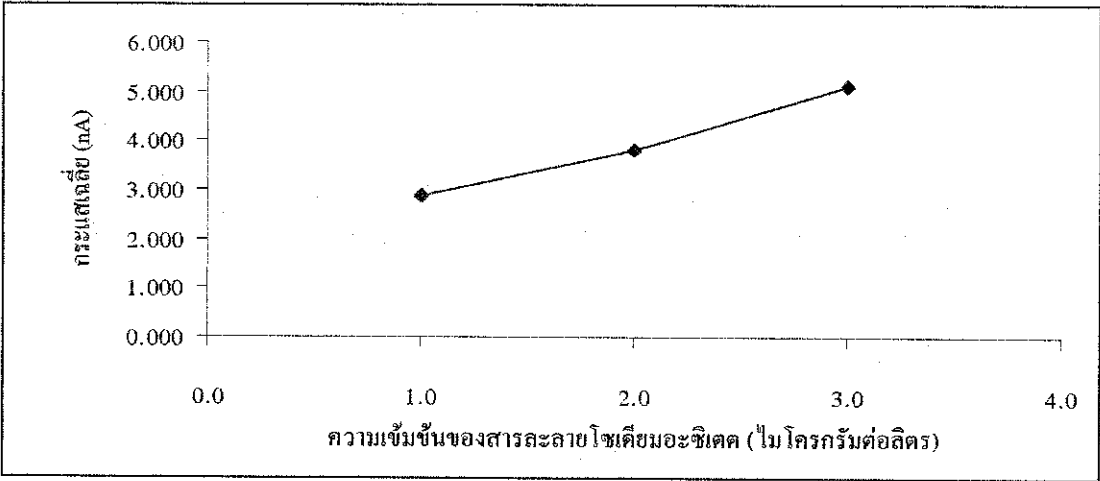
2. หาคความเข้มข้นที่เหมาะสม ของสารละลายโซเดียมอะซิเตด บัฟเฟอร์ เตรียมสารละลายโซเดียมอะซิเตดเข้มข้น 1.0, 2.0 และ 3.0 โมลต่อลิตร และปรับ pH ไปวิเคราะห์โครเมียมในแต่ละค่าความเข้มข้น ได้ผลดังตาราง 9 และภาพที่ 8

ตารางที่ 9 ตำแหน่งของพีค ค่ากระแส (พื้นที่พีค) ของสารละลายมาตรฐาน โครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่สารละลายโซเดียมอะซิเตดที่ค่า pH 6.0 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ($n = 3$)

ความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมอะซิเตด (โมลาร์)	ตำแหน่งของพีค (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีค) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
1.0	-1.212	2.929	2.893 ± 0.032
	-1.212	2.885	
	-1.212	2.867	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมอะซิเตด (โมลาร์)	ตำแหน่งของพีก (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีก) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
2.0	-1.220	3.737	3.820 ± 0.080
	-1.218	3.897	
	-1.220	3.825	
3.0	-1.236	5.360	5.127 ± 0.330
	-1.238	4.750	
	-1.241	5.272	

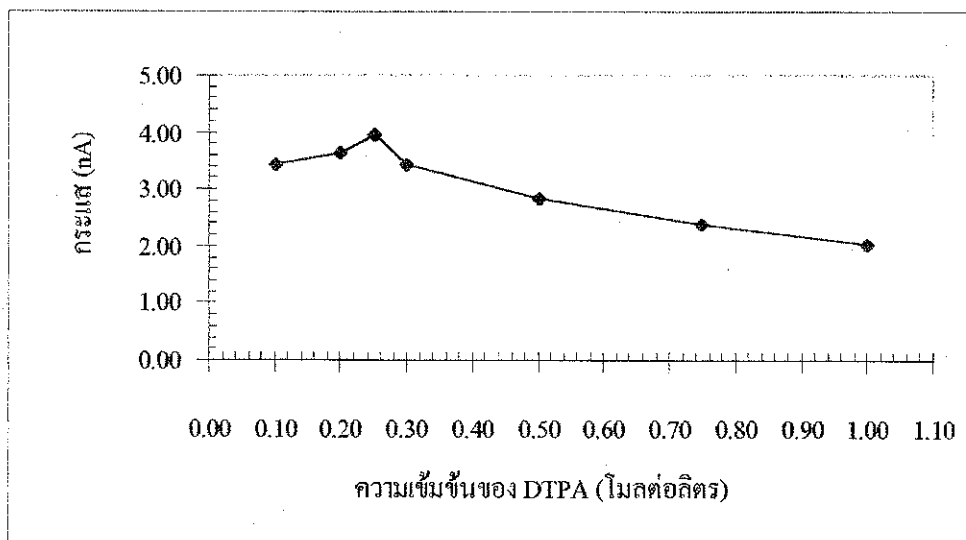


ภาพที่ 8 กราฟระหว่างกระแสกับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมอะซิเตดใช้ E_a ที่ -1.0 V vs Ag/AgCl และ t_d นาน 10 วินาที

3. หาคความเข้มข้นที่เหมาะสมของลิแกนด์(DTPA) เตรียมสารละลาย ไดเอททิลลิ้น ไตรเอมีนเพนตะอะซิติก แอซิด (DTPA) เข้มข้น 0.10, 0.20, 0.25, 0.30, 0.50, 0.75 และ 1.00 โมลต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์โครเมียมในแต่ละค่าความเข้มข้นได้ผลดังตาราง 10 และภาพที่ 9

ตารางที่ 10 ตำแหน่งของพีค ค่ากระแส (พื้นที่พีค) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่สารละลายไดเอทิลกลีคอลไตรเอทิลเพนตะอะซิติก แอซิด (DTPA) มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ($n = 3$)

ความเข้มข้นของสารละลาย DTPA (ไมลต่อลิตร)	ตำแหน่งของพีค (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีค) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
0.10	-1.218	3.412	3.441 ± 0.047
	-1.223	3.496	
	-1.220	3.416	
0.20	-1.212	3.616	3.630 ± 0.032
	-1.215	3.667	
	-1.207	3.607	
0.25	-1.212	3.966	3.941 ± 0.047
	-1.212	3.887	
	-1.212	3.970	
0.30	-1.215	3.354	3.412 ± 0.056
	-1.218	3.466	
	-1.218	3.416	
0.50	-1.218	2.839	2.833 ± 0.020
	-1.210	2.811	
	-1.212	2.849	
0.75	-1.210	2.354	2.362 ± 0.023
	-1.215	2.387	
	-1.215	2.344	
1.00	-1.212	2.071	2.040 ± 0.028
	-1.212	2.034	
	-1.212	2.018	



ภาพที่ 9 กราฟระหว่างค่ากระแสดกับความเข้มข้นของสารละลาย DTPA ใช้ E_a ที่ -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl และ t_d นาน 10 วินาที

4. หาความเข้มข้นที่เหมาะสมของอะตอมลิสต์ (โซเดียมไนเตรต) โดยใช้สารละลาย โซเดียมไนเตรตเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0 โมลต่อลิตร ในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อ ลิตร ได้ผลดังตาราง 11

ตารางที่ 11 ตำแหน่งของพีค ค่ากระแส (พื้นที่พีค) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่สารละลายโซเดียมไนเตรตมีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของสารละลาย NaNO_3 (โมลาร์)	ตำแหน่งของพีค (V)	ค่ากระแส (พื้นที่พีค) (nA)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
3.0	-1.210	2.312	2.298 ± 0.016
	-1.210	2.281	
	-1.212	2.301	
4.0	-1.212	3.015	3.054 ± 0.077
	-1.210	3.143	
	-1.212	3.005	
5.0	-1.212	3.966	3.941 ± 0.047
	-1.212	3.887	
	-1.212	3.970	

การหาความเที่ยง (precision) และขีดจำกัดในการวิเคราะห์ (detection limit) ของโครเมียม (VI)

การหาค่าความเที่ยง จะหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation ; RSD) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยนำมาวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม (VI) ด้วยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยวิธี Standard addition เพื่อหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (n = 11)

ปริมาณโครเมียม (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)											ค่าเฉลี่ย	SD	%RSD
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1.931	1.863	1.946	1.812	1.935	1.812	1.734	1.981	1.970	1.892	1.898	1.862	0.062	3.342

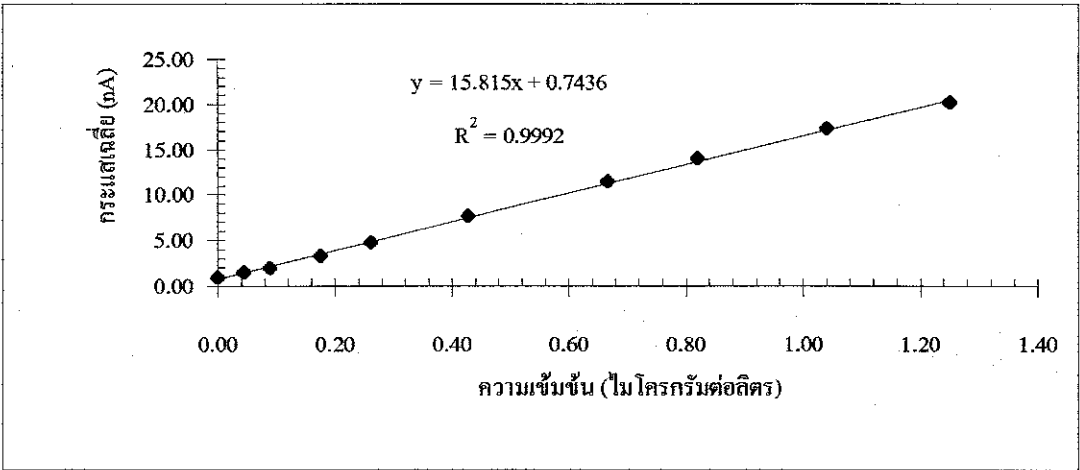
การหาขีดจำกัดในการวิเคราะห์ โครเมียม (VI) ใช้ศักย์ไฟฟ้าที่ -1.0 V vs. Ag/AgCl นาน 60 วินาที ได้ผลดังตาราง 13 และภาพที่ 10

ตารางที่ 13 ค่ากระแส (พื้นที่ที่ปก) ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ใช้เวลา deposition 60 วินาที (n = 5)

ความเข้มข้นโครเมียม (VI) (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
0.000	0.858 ± 0.132
0.044	1.477 ± 0.107
0.088	1.957 ± 0.031
0.175	3.313 ± 0.137
0.261	4.765 ± 0.159
0.427	7.658 ± 0.093
0.667	11.482 ± 0.117
0.820	13.932 ± 0.246

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ความเข้มข้นโครเมียม (VI) (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)
1.040	17.304 ± 0.312
1.250	20.178 ± 0.195
1.515	22.930 ± 0.120
1.825	25.992 ± 0.228



ภาพที่ 10 กราฟระหว่างค่ากระแสเฉลี่ยกับความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ใช้ E_d ที่ -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl และ t_d นาน 60 วินาที

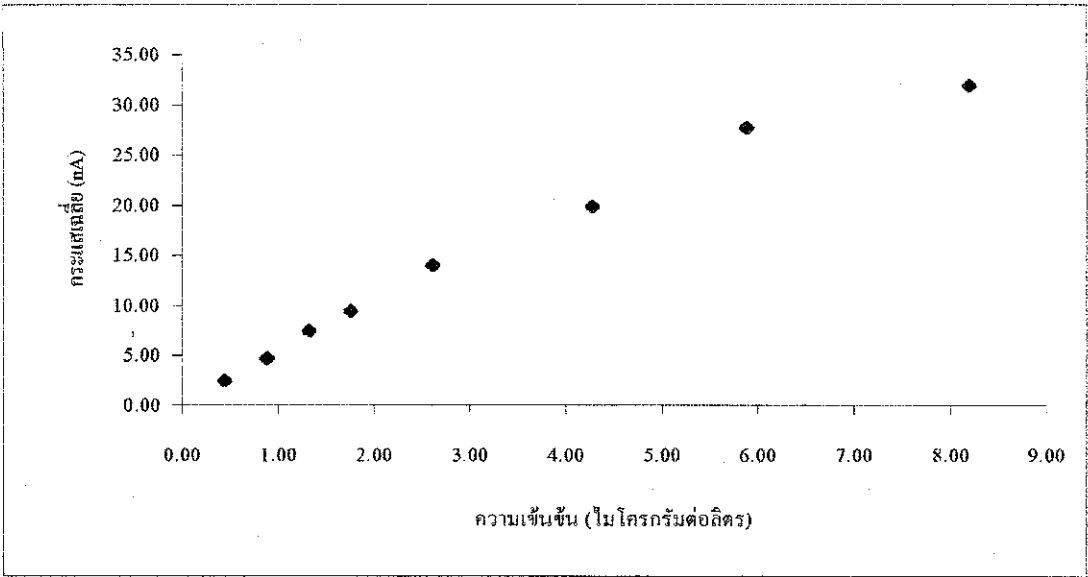
จากตาราง 13 และภาพที่ 10 ใช้ศักย์ไฟฟ้าที่ -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl นาน 60 วินาที สามารถคำนวณค่าขีดจำกัดในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) ได้จากสูตรการคำนวณข้อ 6 ในบทที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.025 ไมโครกรัมต่อลิตร

การหาช่วงการเป็นเส้นตรง (linear range) ในการวิเคราะห์โครเมียม

ทำการทดลองโดยใช้ศักย์ไฟฟ้าที่ -1.0 โวลต์ vs Ag/AgCl ใช้เวลาในการ deposition นาน 20 และ 60 วินาที ได้ผลดังตาราง 14 , 15 และภาพที่ 11, 12 และ 13 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) ใช้เวลา deposition 20 วินาที ที่ $E_d = -1.0$ โวลต์ vs. Ag/AgCl

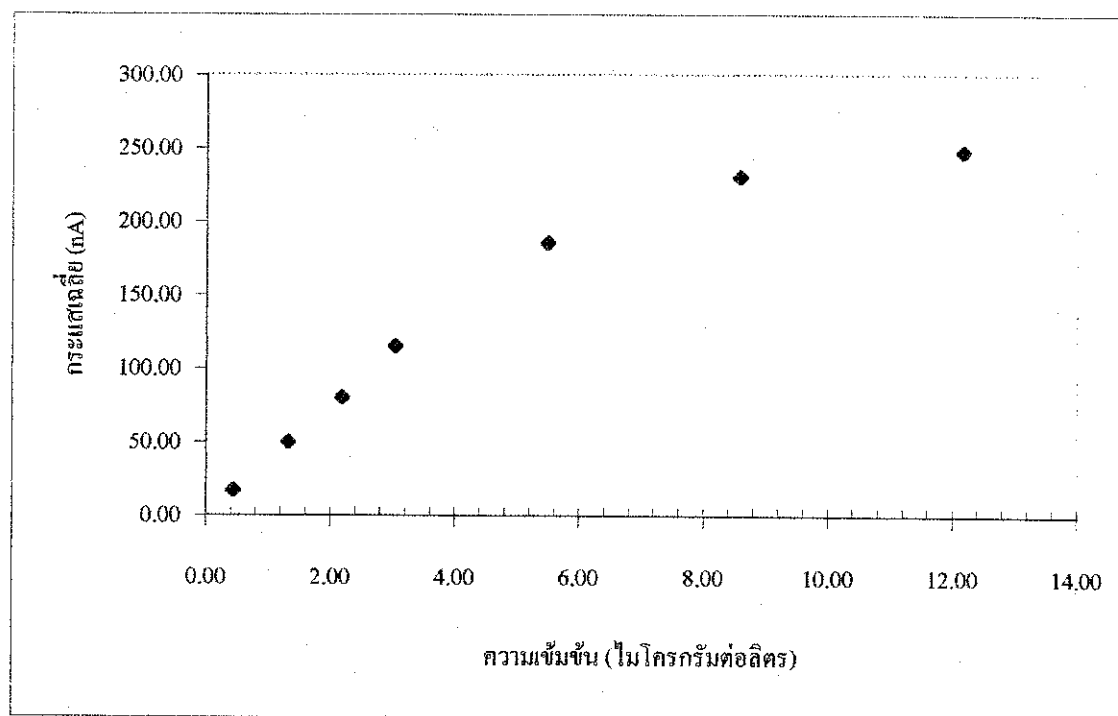
ความเข้มข้น Cr (VI) (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแส(พื้นที่ฟลัก) (nA)			ค่าเฉลี่ย	SD	%RSD
	1	2	3			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.44	2.45	2.34	2.51	2.43	0.09	3.71
0.89	4.63	4.77	4.64	4.68	0.08	1.60
1.32	7.39	7.29	7.58	7.42	0.15	2.02
1.75	9.87	9.22	9.08	9.39	0.42	4.48
2.61	13.73	14.56	13.56	13.95	0.54	3.84
4.27	19.19	20.37	19.91	19.82	0.60	3.00
5.88	26.96	27.19	28.72	27.62	0.96	3.46
8.20	31.65	31.05	32.90	31.87	0.94	2.96
10.40	41.07	40.53	41.16	40.92	0.34	0.83
11.81	38.56	33.91	33.39	35.29	2.85	8.07



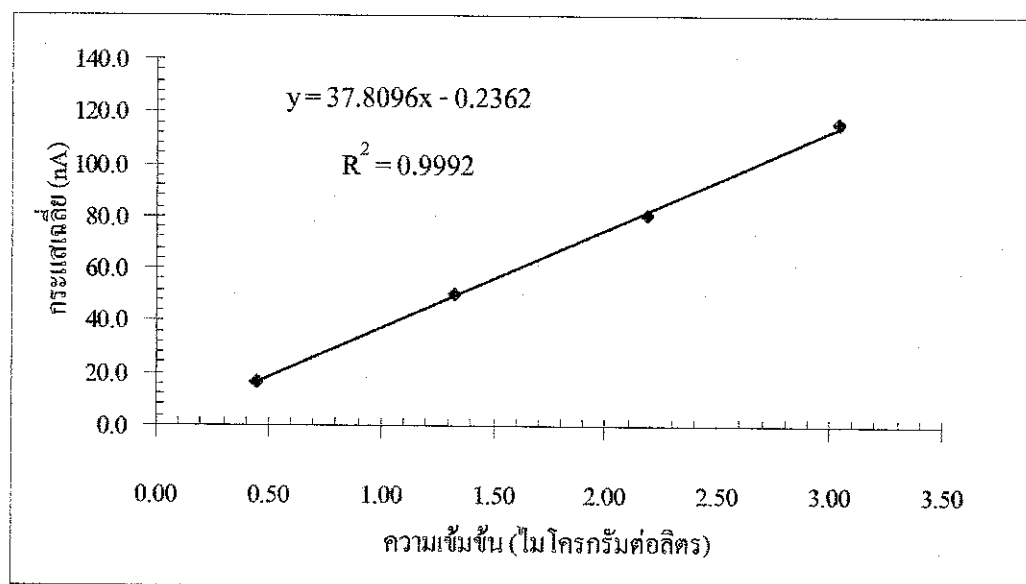
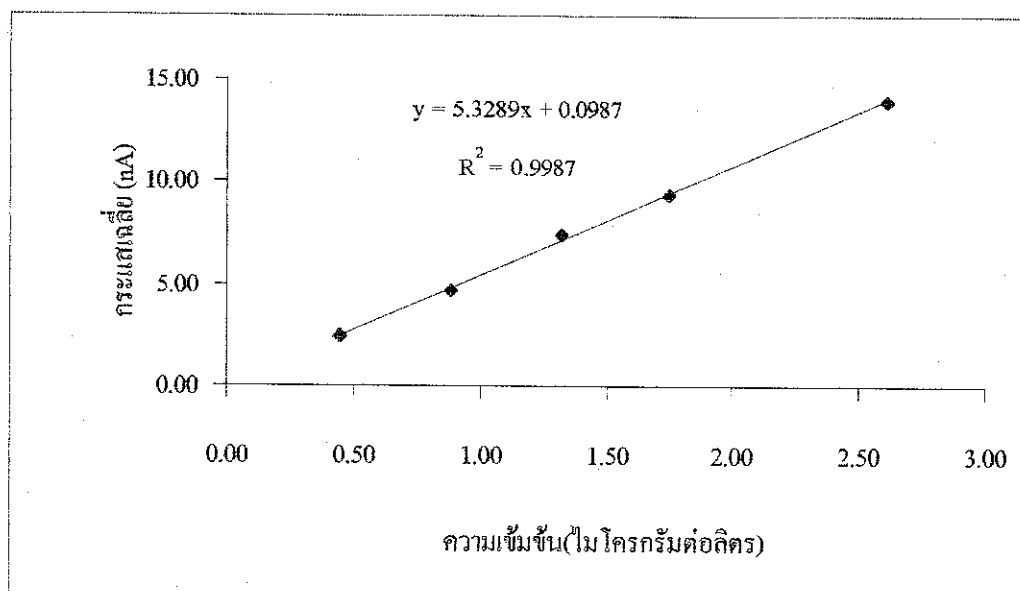
ภาพที่ 11 กราฟแสดงช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) ใช้ E_d ที่ -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl และ t_d นาน 20 วินาที

ตารางที่ 15 ช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) ใช้เวลา deposition 60 วินาที ที่ $E_d = -1.0$ โวลต์ vs. Ag/AgCl

ความเข้มข้น Cr (VI) (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแส(พื้นที่ที่พีก) (nA)			ค่าเฉลี่ย	SD	%RSD
	1	2	3			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.44	17.20	16.96	16.88	17.01	0.17	0.98
1.32	50.59	50.60	48.54	49.91	1.19	2.38
2.18	80.10	80.50	81.20	80.60	0.55	0.69
3.03	116.20	116.60	113.50	115.43	1.67	1.46
5.49	182.20	186.70	187.60	185.50	2.90	1.56
8.57	231.60	229.70	230.50	230.60	0.95	0.41
12.16	247.80	252.70	243.10	247.87	4.80	1.94



ภาพที่ 12 กราฟแสดงช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) ใช้ E_d ที่ -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl และ t_d นาน 60 วินาที



ภาพที่ 13 กราฟแสดงช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์โครเมียม (VI) ที่ $E_d = -1.0$ โวลต์ vs. Ag/AgCl ก) ใช้เวลา deposition 20 วินาที ข) ใช้เวลา deposition 60 วินาที

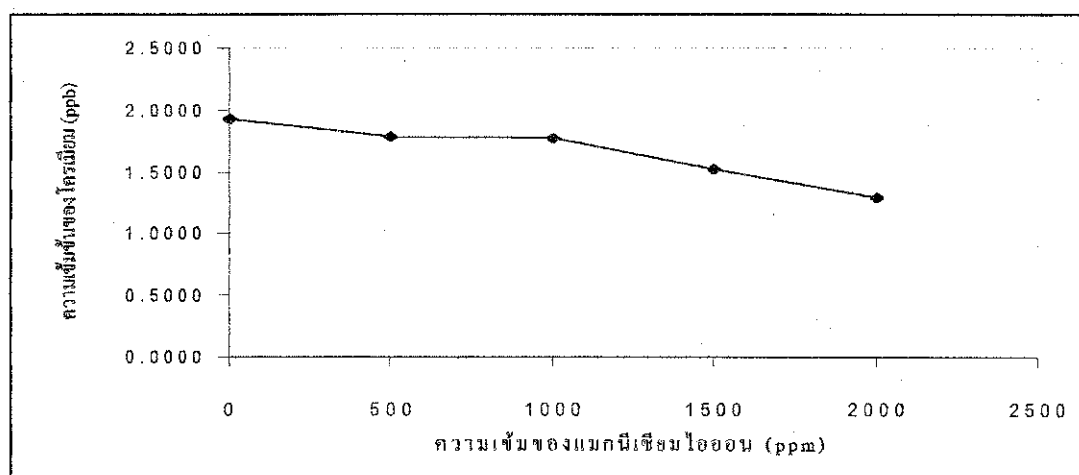
ศึกษาการรบกวนต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI)

1. ศึกษาผลการรบกวนของไอออนแต่ละตัว (Mg, Co, Ni, Zn, Mn, Cu, Fe) ที่มีผลต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI)

1.1 ผลของแมกนีเซียมไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีแมกนีเซียมไอออนผสมอยู่ 500, 1000, 1500, 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 16 ภาพที่ 14

ตารางที่ 16 ผลของแมกนีเซียมไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมไอออน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	8.436 ± 0.122	1.931 ± 0.051
500	5.916 ± 0.206	1.780 ± 0.148
1000	2.774 ± 0.233	1.767 ± 0.171
1500	2.514 ± 0.016	1.525 ± 0.083
2000	2.346 ± 0.035	1.294 ± 0.070



ภาพที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโครเมียม (VI) กับแมกนีเซียมไอออนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ใช้ E_d ที่ -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl และ t_d นาน 20 วินาที

1.2 ผลของโคบอลต์ไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) เปรียบสาร
ละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีโคบอลต์ไอออนผสมอยู่ 1, 2, 3 และ 150 ไมโครกรัมต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 17

ตารางที่ 17 ผลของโคบอลต์ไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของโคบอลต์ไอออน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	11.607 ± 0.090	1.863 ± 0.074
1	14.163 ± 0.125	1.810 ± 0.065
2	10.857 ± 0.374	1.831 ± 0.055
3	14.377 ± 0.628	1.885 ± 0.055
150 *	5.973 ± 0.125	1.795 ± 0.124

* ใช้เวลา deposition นาน 10 วินาที

1.3 ผลของนิกเกิลไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีนิกเกิลไอออนผสมอยู่ 10, 20, 30, 100 และ 500 ไมโครกรัมต่อลิตร ไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดัง
ตาราง 18

ตารางที่ 18 ผลของนิกเกิลไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของนิกเกิลไอออน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	11.397 ± 0.215	1.946 ± 0.145
10	13.917 ± 0.221	1.859 ± 0.026
20	13.497 ± 0.316	1.951 ± 0.046
30	12.747 ± 0.059	1.999 ± 0.031
100 *	3.949 ± 0.065	2.054 ± 0.061
500 *	4.251 ± 0.086	2.012 ± 0.081

* ใช้เวลา deposition นาน 10 วินาที

1.4 ผลของสังกะสีไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีสังกะสีไอออนผสมอยู่ 20,100 และ 300 ไมโครกรัมต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 19

ตารางที่ 19 ผลของสังกะสีไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของสังกะสีไอออน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	11.397 ± 0.215	1.946 ± 0.145
20	10.540 ± 0.165	1.905 ± 0.062
100	13.246 ± 0.108	1.852 ± 0.081
300	10.68 ± 0.178	0 ± 0.056

1.5 ผลของแมงกานีสไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตรที่มีแมงกานีสไอออนผสมอยู่ 20, 100 และ 300 ไมโครกรัมต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 20

ตารางที่ 20 ผลของแมงกานีสไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของแมงกานีสไอออน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	9.881 ± 0.140	1.812 ± 0.030
20	13.893 ± 0.167	1.789 ± 0.032
100	12.097 ± 0.208	1.771 ± 0.035
300	12.82 ± 0.095	1.866 ± 0.056

1.6 ผลของคอปเปอร์ไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีทองแดงไอออนผสมอยู่ 100, 300 และ 500 ไมโครกรัมต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 21

ตารางที่ 21 ผลของคอปเปอร์ไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของคอปเปอร์ไอออน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	10.443 ± 0.111	1.935 ± 0.042
100	10.730 ± 0.056	1.969 ± 0.071
300	12.257 ± 0.137	2.013 ± 0.053
500	11.657 ± 0.130	2.043 ± 0.033

1.7 ผลของเหล็กไอออนที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI) นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีเหล็กไอออนผสมอยู่ 0, 100 และ 500 ไมโครกรัมต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ดังผลดังตาราง 22

ตารางที่ 22 ผลของเหล็กไอออนที่มีการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI)

เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 20 วินาที)

ความเข้มข้นของเหล็กไอออน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	9.881 ± 0.140	1.812 ± 0.030
100	9.440 ± 0.364	1.631 ± 0.061
500	1.476 ± 0.075	0.376 ± 0.040

2. ผลการรบกวนของไอออนผสม (Co, Ni, Zn, Mn) ที่มีต่อการวิเคราะห์โครเมียม (VI)

นำสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่มีไอออน Co, Ni, Zn, Mn ผสมอยู่ 150, 150, 100, 100 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ และ 300, 300, 200, 200 ไมโครกรัมต่อลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) โดยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 23

ตารางที่ 23 ผลของไอออนผสม Co, Ni, Zn, Mn ที่มีต่อการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน

โครเมียม (VI) เข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร (ใช้เวลา deposition นาน 10 วินาที)

ความเข้มข้นของไอออนผสม Co, Ni, Zn, Mn (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ค่ากระแสเฉลี่ย (nA)	ความเข้มข้นCr(VI)ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	3.999 ± 0.121	1.734 ± 0.031
150, 150, 100, 100	3.937 ± 0.159	1.780 ± 0.080
300, 300, 150, 150	4.570 ± 0.123	1.770 ± 0.098

3. ศึกษาการกำจัดสารรบกวนก่อนการวิเคราะห์โครเมียม (VI)

3.1 หาปริมาณกรัมของเรซิน โดยใช้ Ion exchanger I (Strong acidic cation exchanger) ปริมาณ 3, 5 และ 10 กรัม โดย deposit ที่ศักย์ไฟฟ้า -1.0 โวลต์ vs. Ag/AgCl ได้ผลดังตาราง 24

ตารางที่ 24 จำนวนกรัมของเรซินที่ใช้กำจัดแมกนีเซียมไอออน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อยู่ในสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร

จำนวนกรัมของเรซิน (กรัม)	ความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ร้อยละการกลับคืน
3.0	0.522 ± 0.013	52.2
5.0	0.888 ± 0.033	88.8
10.0	0.205 ± 0.008	20.5

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของคอลัมน์ใช้ในการกำจัดแมกนีเซียมไอออน โดยใช้เรซิน Ion exchanger type I จำนวน 5.0 กรัม ทำการทดสอบด้วยสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) เพิ่มขึ้น 2 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ผลดังตาราง 25

ตารางที่ 25 การทดสอบประสิทธิภาพของคอลัมน์ใช้ในการกำจัดแมกนีเซียมไอออน โดยใช้เรซิน Ion exchanger type I

ตัวอย่าง	ความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	
	ไม่ผ่านเรซิน	ผ่านเรซิน
น้ำกลั่น	ND	0.103 ± 0.020
สารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) ความเข้มข้น 2ไมโครกรัมต่อลิตร	1.773 ± 0.051	1.760 ± 0.029

หมายเหตุ ND หมายถึง Non detectable

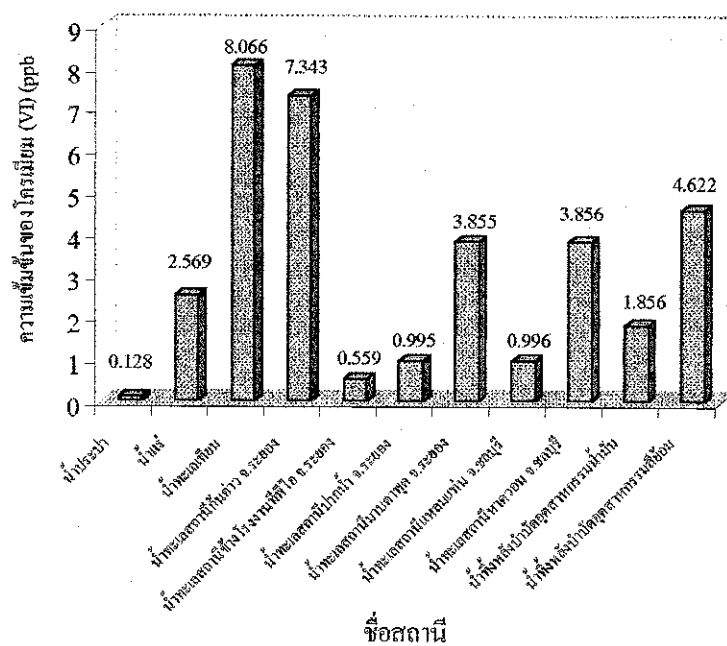
วิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม ในตัวอย่างน้ำ โดยวิธี Standard addition

เก็บตัวอย่างน้ำ เช่น น้ำดื่ม, น้ำประปา, น้ำทะเล และน้ำทิ้งหลังบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมมาวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) ด้วยวิธี Standard addition ได้ผลดังตาราง 26 และภาพที่ 15 ซึ่งตัวอย่างโวลแทมโมแกรม Standard addition และกราฟแสดงดังภาพที่ 16

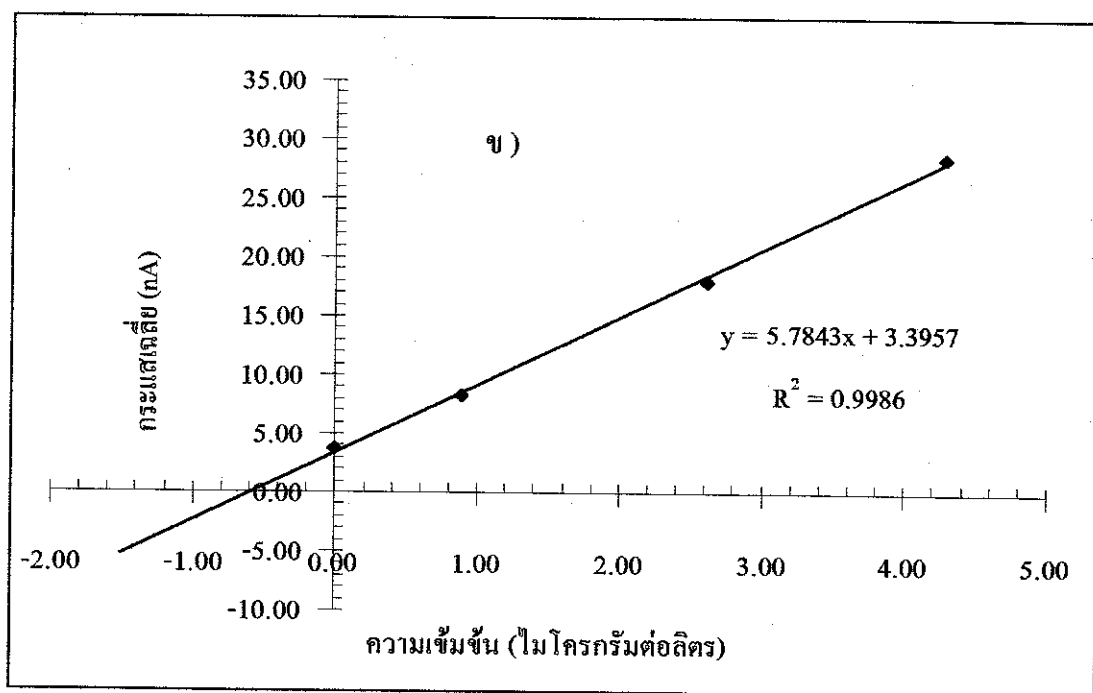
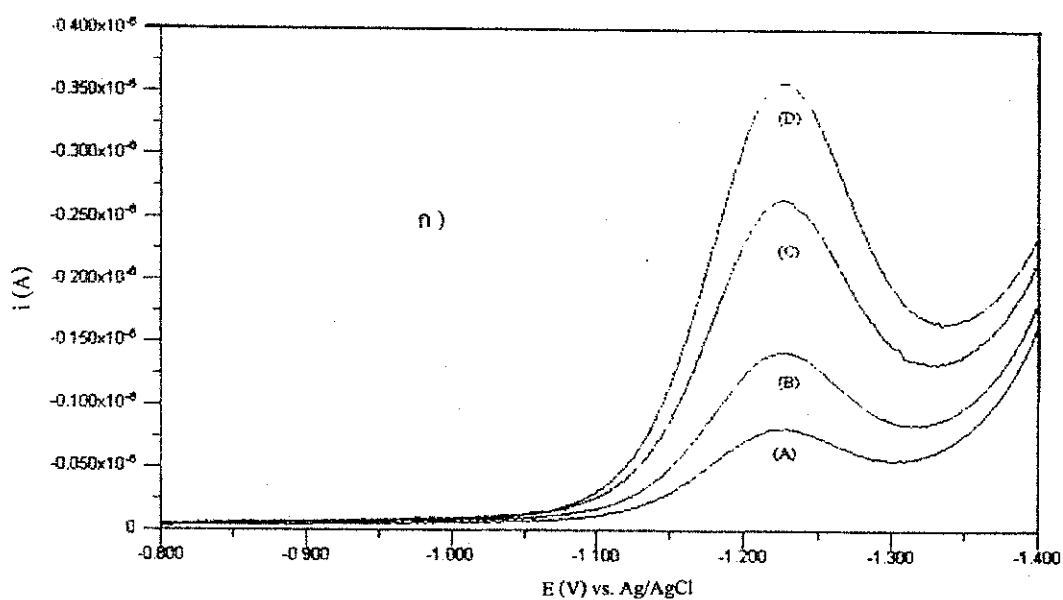
ตารางที่ 26 ปริมาณโครเมียม (VI) ที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ที่วิเคราะห์ได้ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	
	ไม่ผ่านเรซิน	ผ่านเรซิน
น้ำประปา	ND	0.128 ± 0.017
น้ำแร่	2.959 ± 0.091	2.569 ± 0.119
น้ำทะเลเทียม	ND	8.066 ± 0.343
น้ำทะเลสถานีกันอ่าว จ.ระยอง	ND	7.345 ± 0.491
น้ำทะเลสถานีข้างโรงงานที่พีไอ จ.ระยอง	ND	0.559 ± 0.015
น้ำทะเลสถานีปากน้ำ จ.ระยอง	ND	0.995 ± 0.077
น้ำทะเลสถานีมาบตาพุด จ.ระยอง	ND	3.855 ± 0.140
น้ำทะเลสถานีแหลมแท่น จ.ชลบุรี	ND	0.996 ± 0.160
น้ำทะเลสถานีหาดวอน จ.ชลบุรี	ND	3.856 ± 0.195
น้ำทิ้งหลังการบำบัดอุตสาหกรรมน้ำมัน	ND	1.856 ± 0.091
น้ำทิ้งหลังการบำบัดอุตสาหกรรมสีย้อม	ND	4.622 ± 0.502

หมายเหตุ ND หมายถึง Non detectable



ภาพที่ 15 กราฟแท่งแสดงปริมาณโครเมียม (VI) ในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่าง ๆ



ภาพที่ 16 ก) โวลแทมโมแกรมของการวิเคราะห์หาปริมาณ โครเมียม (VI) ในน้ำทะเลสาบนี้กันอ่าว
ใช้ E_d ที่ -1.0 โวลต์ และ t_d นาน 20 วินาที
ข) กราฟ Standard addition ระหว่างกระแสกับความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ในน้ำ
ทะเลสาบนี้กันอ่าว ใช้ E_d ที่ -1.0 โวลต์ และ t_d นาน 20 วินาที