

### บทที่ 3

#### ผลการศึกษา

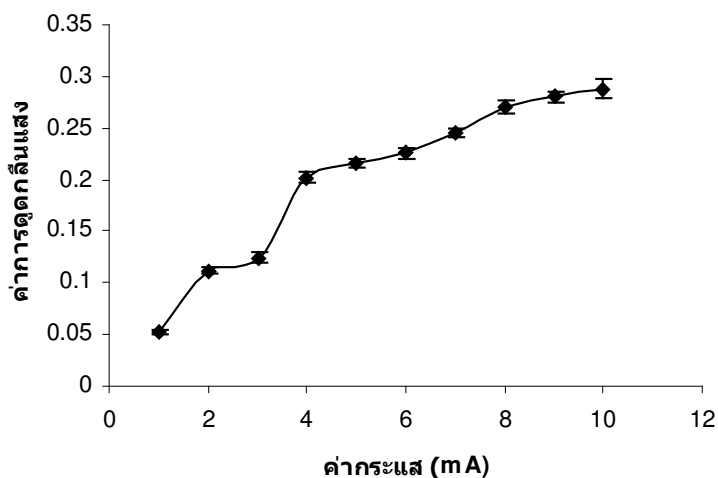
#### 3.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการตรวจวัดโครเมียมด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Shimudzu รุ่น AA-680

##### 3.1.1 การศึกษาผลของค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้กับหลอดฮอลโลแคโธด

จากการศึกษาผลของค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้กับหลอดฮอลโลแคโธด โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่กระแสไฟฟ้าที่ให้กับหลอดฮอลโลแคโธดค่าต่าง ๆ ที่ความยาวคลื่น 357.9 นาโนเมตร แสดงผลดังตาราง 3.1 และรูป 3.1 พบว่า ค่ากระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมที่ให้กับหลอดฮอลโลแคโธดเท่ากับ 5 มิลลิแอมแปร์ เนื่องจากให้เป็นค่ากระแสที่ไม่เกินค่าสูงสุดที่ระบุไว้ข้างหลอดและให้ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นที่น่าพอใจคือ 0.217 ทั้งยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของหลอดฮอลโลแคโธดอีกด้วย

ตาราง 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้ากับการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

กระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมแปร์)	ค่าการดูดกลืนแสง (mean±sd.) (3 ครั้ง)
1	0.052±0.002
2	0.113±0.003
3	0.124±0.005
4	0.202±0.005
5	0.217±0.004
6	0.226±0.005
7	0.245±0.004
8	0.270±0.006
9	0.281±0.005
10	0.288±0.010



รูป 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้แก่หลอดฮอลโลแคโรด

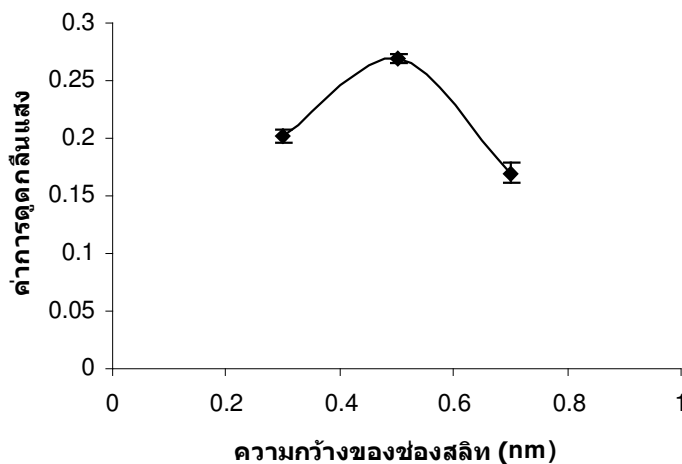
### 3.1.2 การศึกษาผลของความกว้างของช่องสลิต

จากการนำสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความกว้างของช่องสลิตค่าต่างๆ ที่ความยาวคลื่น 357.9 นาโนเมตร และตั้งค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้กับหลอดฮอลโลแคโรด 5 มิลลิแอมแปร์ ตามที่ได้จากการศึกษาข้อ 3.1.1 แสดงในตาราง 3.2 และรูป 3.2 พบว่าความกว้างของช่องสลิตที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครเมียมคือ 0.5 นาโนเมตร ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงมีค่าสูงสุดในช่วงที่ทำการศึกษา ทั้งนี้การกำหนดความกว้างของช่องแสงจากโมนโครมาเตอร์เป็นส่วนสำคัญที่แสดงคุณภาพและการทำงานของเครื่องมือ หากกำหนดให้ความกว้างของช่องสลิตแคบเกินไป พลังงานของแสงจะถูกตัดออกไปมากทำให้ได้ electronic noise เพิ่มขึ้นความถูกต้องของการวัดลดลงในขณะที่ความกว้างของช่องสลิตกว้างเกินไปทำให้แสงที่ความยาวคลื่นอื่นซึ่งใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ต้องการปนออกมาด้วยทำให้แสงที่ผ่านออกมาไม่เป็นแสงเอกรงค์ (นวลศรี, 2535; แม้นและอมร, 2534)

ตาราง 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความกว้างของช่องสลิตกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความกว้างของช่องสลิต (นาโนเมตร)	ค่าการดูดกลืนแสง (mean±sd.) (3 ครั้ง)
0.3	0.202±0.006
0.5	0.270±0.004

0.7	$0.170 \pm 0.008$
-----	-------------------



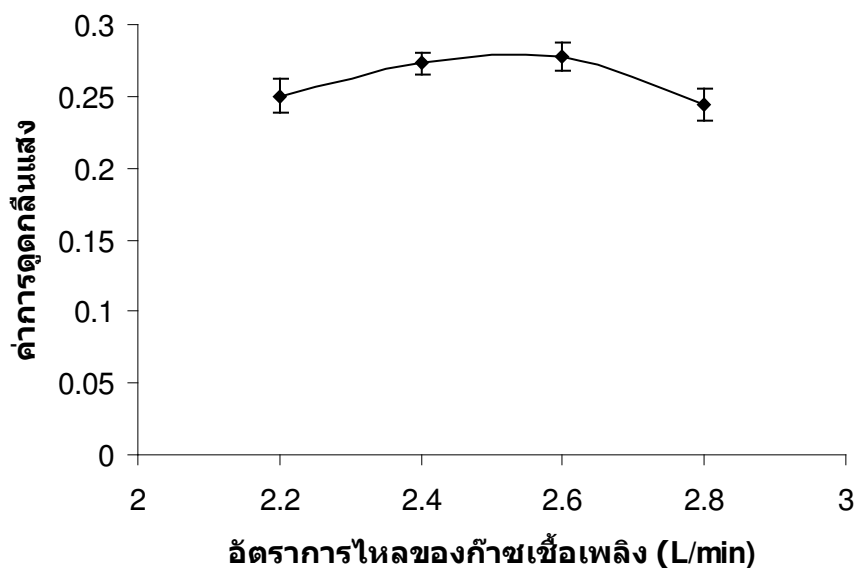
รูป 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร กับความกว้างของช่องสลิต

### 3.1.3 การศึกษาอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิง (Fuel Flow Rate)

จากการศึกษาผลของอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิง (ก๊าซอะเซทิลีน,  $C_2H_2$ ) ที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงค่าดังตาราง 3.3 และ รูป 3.3 ผลการศึกษาพบว่า อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครเมียม(VI) คือ 2.6 ลิตรต่อนาที เพราะสัดส่วนของก๊าซเชื้อเพลิงและออกซิแดนที่ต่างกันส่งผลต่ออุณหภูมิของเปลวไฟที่มีผลกับการแตกตัวเป็นอะตอมอิสระของสารที่วิเคราะห์

ตาราง 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิง กับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) ที่ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิง (ลิตรต่อนาที)	ค่าการดูดกลืนแสง (mean $\pm$ sd.) (3 ครั้ง)
2.2	$0.250 \pm 0.012$
2.4	$0.273 \pm 0.008$
2.6	$0.278 \pm 0.010$
2.8	$0.244 \pm 0.011$



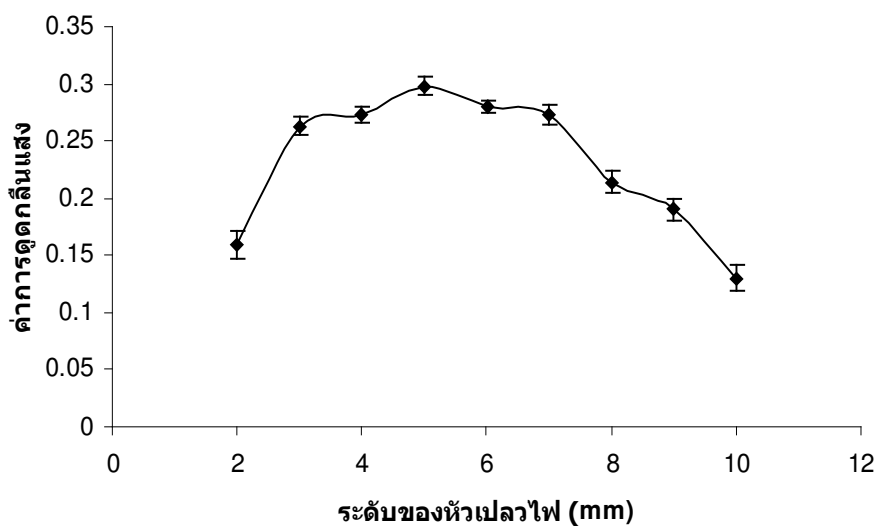
รูป 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร กับอัตราการใช้ของก๊าซเชื้อเพลิง

#### 3.1.4 การศึกษาแนวระดับของหัวเปลวไฟ (Height of Burner Head)

จากการศึกษาผลของระดับของหัวเปลวไฟ ที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงค่าดังตาราง 3.4 และรูป 3.4 การศึกษาแนวระดับของหัวเปลวไฟเพื่อให้ได้ระดับความสูงของหัวเปลวไฟที่ทำให้บริเวณเปลวไฟที่มีความร้อนสูงสุดและเป็นบริเวณที่เกิดไออะตอมอิสระสูงสุดตรงกับแนวลำแสงจากหลอดฮอลโลแคโทด ทั้งนี้เพราะกระบวนการเกิดไออะตอมของโลหะที่วิเคราะห์จะเกี่ยวข้องกับขอบเขต(region) ของเปลวไฟ ซึ่งสามารถแบ่งขอบเขตเปลวไฟได้ 3 ขอบเขต คือ ขอบเขตในสุด (inner cone) ขอบเขตตรงกลาง(interconal cone) และขอบเขตนอกสุด (outer cone) โดยขอบเขตตรงกลางมีอุณหภูมิหรือความร้อนสูงสุด เพราะเป็นบริเวณที่มีการสันดาปอย่างสมบูรณ์และมีสถานะสมดุลทางความร้อน ดังนั้นเปลวไฟในบริเวณนี้จึงมีการแตกตัวของไอออนของโลหะสูงสุด (น ว ล ศี รี้ , 2535) ผลการศึกษาพบว่าระดับของหัวเปลวไฟที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครเมียม(VI) คือที่ระดับความสูง 5 มิลลิเมตร ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดในการทดลองนี้

ตาราง 3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของหัวปลวไฟกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย  
มาตรฐานโครเมียม(VI) ที่ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

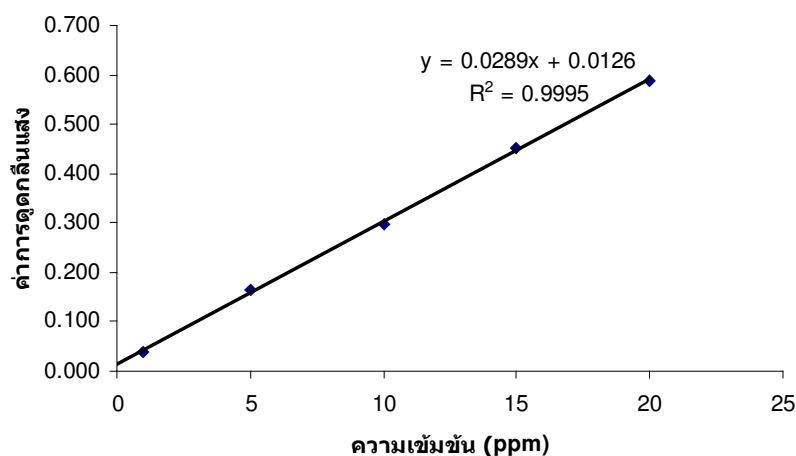
ระดับของหัวปลวไฟ (มิลลิเมตร)	ค่าการดูดกลืนแสง (mean±sd.) (3 ครั้ง)
2	0.159±0.012
3	0.263±0.008
4	0.273±0.007
5	0.298±0.008
6	0.280±0.006
7	0.273±0.009
8	0.214±0.010
9	0.190±0.009
10	0.130±0.011



รูป 3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น  
10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร กับระดับความสูงของหัวปลวไฟ

### 3.1.5 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัด (Detection Limit)

จากการศึกษาพบว่าขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัดโครเมียม (Detection Limit) ด้วยเครื่องเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์ คือ 0.055 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L, ppm) ซึ่งคำนวณได้จากสามเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของแบลงค์ (blank level) ทหารด้วยค่าความชัน (slope) ของเส้นกราฟคาลิเบรชันของสารมาตรฐาน ดังแสดงในรูป 3.5 และตาราง 3.5



รูป 3.5 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโครเมียม(VI) กับค่าการดูดกลืนแสง

ตาราง 3.5 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์

ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง
1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
6	0.001
7	0.001
8	0.001
9	0.001
10	0.001
ค่าเฉลี่ย (mean)	0.0003

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.)	0.0005
สามเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3sd.)	0.0015

### 3.1.6 การศึกษาความเที่ยงตรงในการตรวจวัด (Precision)

จากตาราง 3.6 เมื่อทำการศึกษาค่าความเที่ยงตรงในการวัดของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 3.3%

ตาราง 3.6 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง
1	0.299
2	0.310
3	0.309
4	0.289
5	0.288
6	0.298
7	0.287
ค่าเฉลี่ย (mean)	0.297
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.)	0.010

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้น พบว่าสภาวะการทดลองที่เหมาะสมของเครื่องเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

#### พารามิเตอร์

ความยาวคลื่น	357.9	นาโนเมตร
กระแสที่ต้องให้แก่หลอดฮอลโลแคโรต	5	มิลลิแอมแปร์
ความกว้างของช่องสลิต	0.5	นาโนเมตร
ชนิดของเปลวไฟ	AIR-C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	
อัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิง	2.6	ลิตรต่อนาที
ความสูงของหัวเปลวไฟ	5	มิลลิเมตร

### 3.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพิ่มความเข้มข้นและการศึกษารูปแบบของโครเมียม

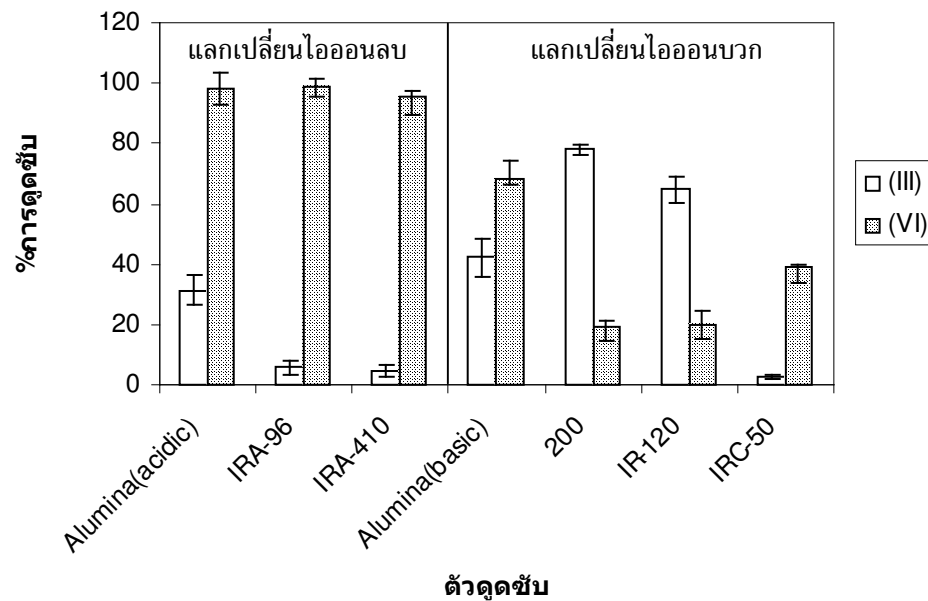
#### 3.2.1 ผลของชนิดของตัวดูดซับที่มีต่อประสิทธิภาพในการดูดซับโครเมียม(III) และโครเมียม (VI)

จากการศึกษาเบื้องต้นถึงประสิทธิภาพในการดูดซับโครเมียม(III)และโครเมียม (VI) โดยใช้ตัวดูดซับชนิดต่าง ๆ ได้แก่ อะลูมิเนียมออกไซด์ type 5016 A basic และ type 504 C acidic, เรซิน Amberlite IRA-96, เรซิน Amberlite IRA-410, เรซิน Amberlite 200, เรซิน Amberlite IR-120 และเรซิน Amberlite IRC-50 พบว่าตัวดูดซับที่ดีที่สุดสามารถใช้ได้กับโครเมียม (VI) ได้แก่ อะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 C acidic, เรซิน Amberlite IRA-96 และ เรซิน Amberlite IRA-410 สำหรับโครเมียม(III) เปรอร์เซ็นต์การดูดซับที่ได้ไม่ดี ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงเลือกศึกษารูปแบบของโครเมียม(VI) และโครเมียมรวม ส่วนโครเมียม(III) สามารถหาได้จากผลต่างของโครเมียมรวมลบด้วยโครเมียม(VI) โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดซับแสดงในตาราง 3.7 และรูป 3.6

ตาราง 3.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซับของโครเมียม(III) และ (VI) บนตัวดูดซับชนิดต่าง ๆ

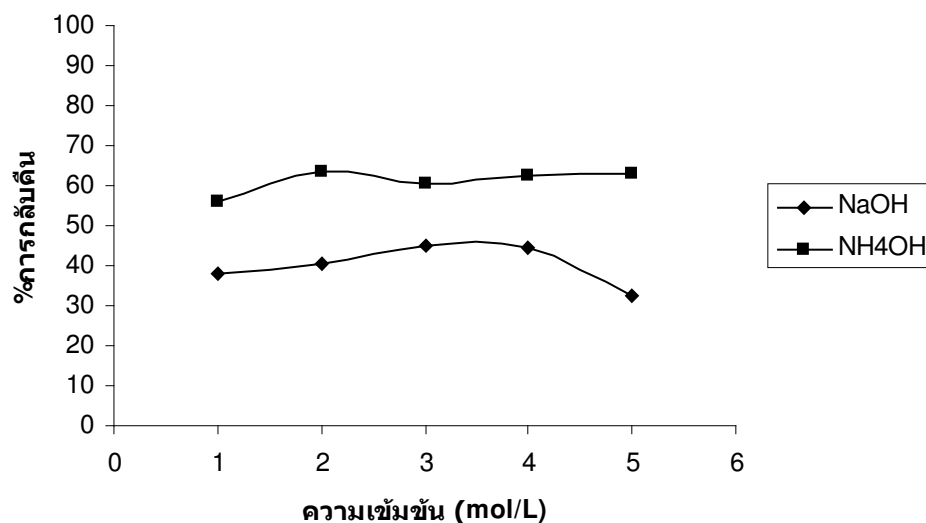
ตัวดูดซับ	เปอร์เซ็นต์การดูดซับ (mean±sd.) (3 ครั้ง)	
	โครเมียม(III)	โครเมียม(VI)
ชนิดแลกเปลี่ยนไอออนลบ		
อะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 C acidic	31.42±6.25	98.33±1.55
เรซิน Amberlite IRA-96	5.67±2.34	98.78±3.03
เรซิน Amberlite IRA-410	4.81±1.89	95.42±5.71
ชนิดแลกเปลี่ยนไอออนบวก		
อะลูมิเนียมออกไซด์ type 5016 A basic	42.28±5.11	67.99±5.61
เรซิน Amberlite 200	77.91±1.72	19.54±4.67
เรซิน Amberlite IR-120	64.66±4.27	20.03±4.85
เรซิน Amberlite IRC-50	2.37±0.62	38.87±5.01





รูป 3.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซับโครเมียม(III) และ (VI) บนตัวดูดซับชนิดต่าง ๆ

การเลือกตัวดูดซับที่เหมาะสม จะต้องคำนึงถึงทั้งผลของการดูดซับและการให้กลับคืนโดยจะต้องมีค่าสูงทั้งสองค่า (Mizuike, 1982) ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองหาตัวชะที่เหมาะสมสำหรับโครเมียม(VI) เมื่อใช้เรซิน Amberlite IRA-96 เป็นตัวดูดซับและใช้แอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวชะ พบว่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนของโครเมียม(VI) มีค่าต่ำ ดังแสดงในรูป 3.7 ดังนั้นจึงเลือกอะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 C acidic เป็นตัวดูดซับในการเพิ่มความเข้มข้นโครเมียม(VI) ในการทดลองนี้



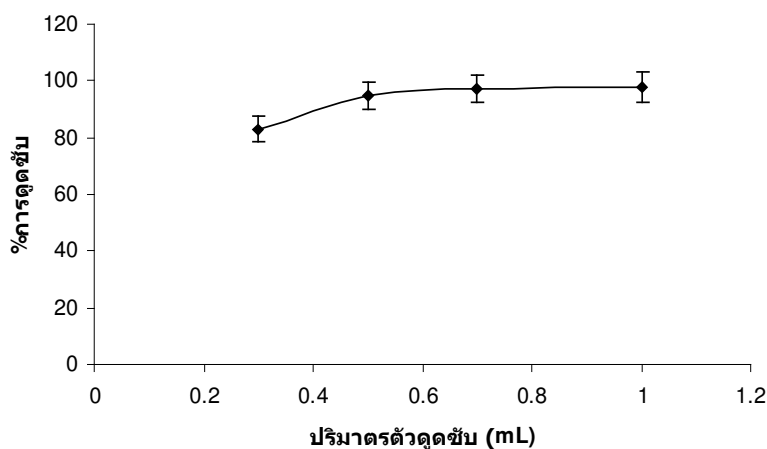
รูป 3.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การกลับคืนของโครเมียม(VI) เมื่อใช้ AmberliteIRA-96 เป็นตัวดูดซับและใช้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวชะที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

### 3.2.2 ผลของปริมาณตัวดูดซับที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซับโครเมียม (VI)

จากการศึกษาในหัวข้อ 3.2.1 พบว่าตัวดูดซับที่เหมาะสมสำหรับโครเมียม(VI) คือ อะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 C acidic ดังนั้นจึงทำการทดลองต่อในหัวข้อปริมาณของผลของอะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 C acidic ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซับของโครเมียม(VI) ดังแสดงในตาราง 3.8 และรูป 3.8 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณตัวดูดซับทำให้เปอร์เซ็นต์การดูดซับเพิ่มขึ้นด้วย แต่ในการศึกษานี้เลือกใช้ตัวดูดซับปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การดูดซับเท่ากับ 94.78% ทั้งนี้เพราะจะทำให้คอลัมน์ขนาด 1.0 มิลลิลิตร มีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับการใส่สารตัวอย่าง

ตาราง 3.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซับโครเมียม(VI) บนอะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 c acidic ปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การดูดซับ (mean±sd.) (3 ครั้ง)
0.3	82.95±4.43
0.5	94.78±4.71
0.7	97.33±4.67
1.0	98.02±5.38



รูป 3.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซับโครเมียม(VI) กับปริมาตรของอะลูมิเนียมออกไซด์ type 504 c acidic

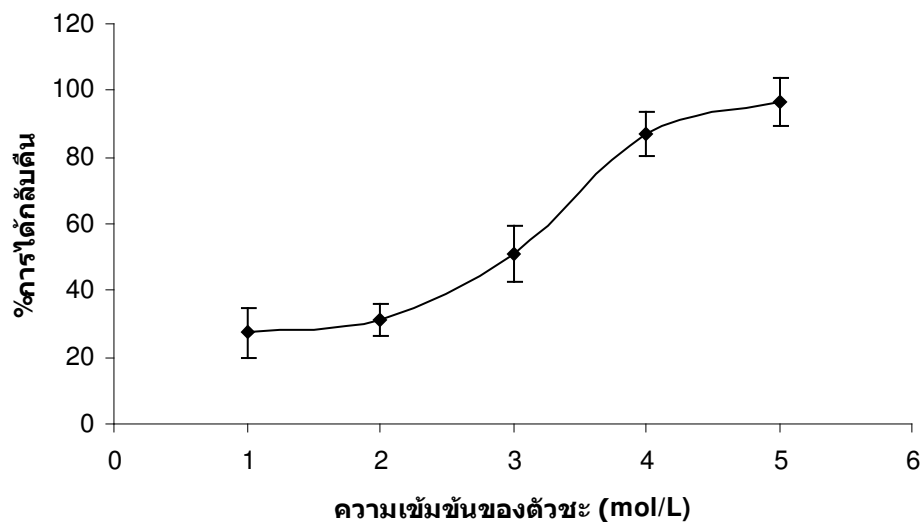
### 3.2.3 ผลของความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ตัวชะ) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการชะโครเมียม(VI) ออกจากคอลัมน์

จากการศึกษาการชะสารละลายโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 โมลต่อลิตร (mol/L, M) ได้ผลการศึกษาดังตาราง 3.9 และรูป 3.9 พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมเท่ากับ 5.0 โมลต่อลิตร โดยมีเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืน (% recovery) เท่ากับ 97% ทั้งนี้หากทำการศึกษาประสิทธิภาพในการชะโครเมียม(VI) ออกจากคอลัมน์ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นสูงขึ้น อาจให้เปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนที่คงที่หรือมีแนวโน้มลดลงเพราะจะเกิดการตกตะกอนโครเมียม อีกทั้งการวิเคราะห์ที่ความเข้มข้นสูง ๆ อาจส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของเครื่องมือรวมถึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้วิเคราะห์ด้วย

ตาราง 3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ตัวชะ) มีค่าต่าง ๆ

ความเข้มข้นของ $\text{NH}_4\text{OH}$ (โมลต่อลิตร)	เปอร์เซ็นต์การกลับคืน (mean $\pm$ sd.) (3 ครั้ง)
1.0	27.32 $\pm$ 7.70
2.0	31.33 $\pm$ 4.79
3.0	50.90 $\pm$ 8.33

4.0	87.10±6.48
5.0	96.59±7.21



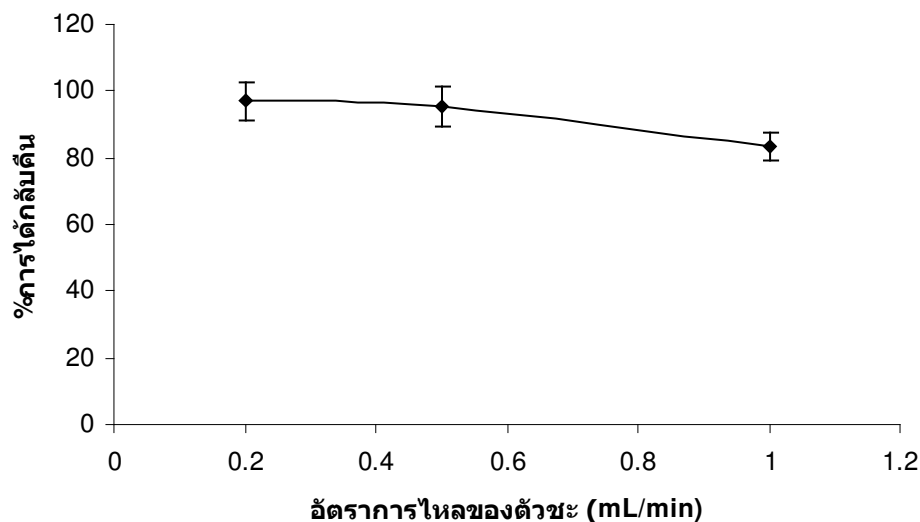
รูป 3.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ตัวชะ) มีค่าต่าง ๆ

### 3.2.4 ผลของอัตราการไหลของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ตัวชะ) ที่มีต่อประสิทธิภาพในการชะโครเมียม(VI) ออกจากคอลัมน์

จากการศึกษาผลของอัตราการไหลของตัวชะ ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงในตาราง 3.10 และรูป 3.10 พบว่าอัตราการไหลของตัวชะที่เหมาะสมคือ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที โดยมีเปอร์เซ็นต์การกลับคืนเท่ากับ 95% แม้ว่าเมื่อควบคุมอัตราการไหลของตัวชะเป็น 0.2 มิลลิลิตรต่อนาที จะให้เปอร์เซ็นต์การกลับคืนสูงกว่า แต่ทำให้การทดลองใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นด้วย

ตาราง 3.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่ออัตราการไหลของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์(ตัวชะ) มีค่าต่าง ๆ

อัตราการไหลของ $\text{NH}_4\text{OH}$ (มิลลิลิตร/นาที)	เปอร์เซ็นต์การกลับคืน (mean±sd.) (3 ครั้ง)
0.2	96.92±5.80
0.5	95.36±5.75
1.0	83.50±4.32



รูป 3.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่ออัตราการไหลของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์มีค่าต่าง ๆ

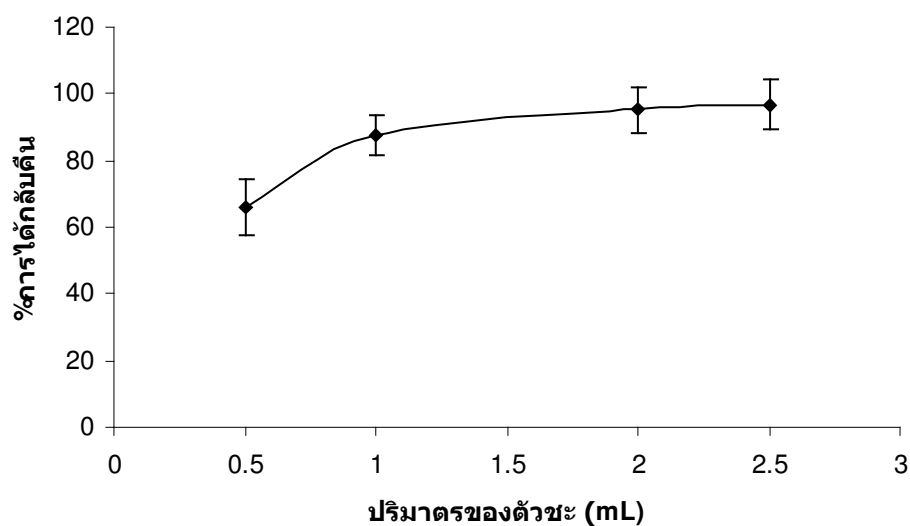
### 3.2.5 ผลของปริมาตรของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ตัวชะ) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการชะโครเมียม(VI)

จากการศึกษาผลของปริมาตรของตัวชะ พบว่าปริมาตรของตัวชะที่เหมาะสมในการทดลองนี้เท่ากับ 2.0 มิลลิลิตร โดยมีเปอร์เซ็นต์การกลับคืน 95% ดังแสดงในตาราง 3.11 และรูป 3.11 แม้ว่าการใช้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 2.5 มิลลิลิตร จะให้เปอร์เซ็นต์การกลับคืนมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยแต่จะทำให้ preconcentration factor มีค่าลดลง การใช้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 2.0 มิลลิลิตร ในการชะโครเมียม(VI) ออกจากคอลัมน์ ทำให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 10 เท่า เมื่อใช้สารตัวอย่างปริมาตร 20 มิลลิลิตร

ตาราง 3.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อใช้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 โมลต่อลิตร ปริมาตรต่าง ๆ

ปริมาตร NH <sub>4</sub> OH (มิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การกลับคืน (mean±sd.) (3 ครั้ง)
0.5	66.07±8.51

1.0	87.63±5.75
2.0	95.14±6.84
2.5	96.72±7.49



รูป 3.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนของโครเมียม(VI) เข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อปริมาตรของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์มีค่าต่าง ๆ

### 3.3 การวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในตัวอย่าง

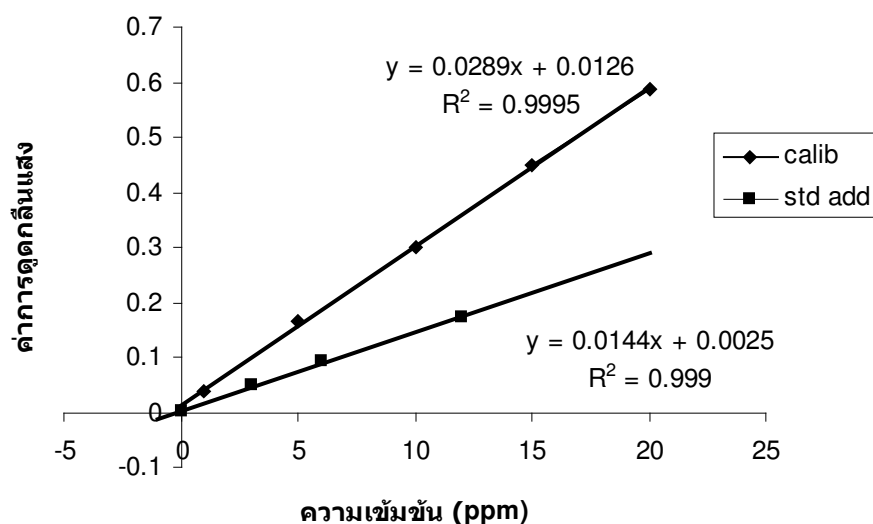
จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมชุบเคลือบโครเมียม ลักษณะทางกายภาพของน้ำตัวอย่างและค่า pH แสดงในตาราง 3.12

ตาราง 3.1 แสดงลักษณะทางกายภาพและค่า pH ของสารตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	ค่า pH (mean±sd.) (3 ครั้ง)
บ่อน้ำทิ้งกรด	สารละลาย สีเขียว, ไส	1.38±0.005
น้ำล้างจากบ่อชุบ	สารละลาย สีเขียว, ไส	6.45±0.010
น้ำทิ้งในสระ	สารละลาย สีเหลืองอ่อน, ไส	4.13±0.005

จากการเปรียบเทียบความชันของกราฟมาตรฐาน (calibration curve) กับกราฟมาตรฐาน standard addition พบว่าความชันของกราฟทั้งสองมีค่าแตกต่างกัน ดังรูป 3.12 เนื่องจากใน

สารตัวอย่างมีสารอื่น ๆ ปนอยู่ด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการกำจัดปัญหา matrix effect และ interferences จึงวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในสารตัวอย่างด้วยวิธี standard addition



รูป 3.12 แสดงกราฟมาตรฐาน calibration method และ standard addition method

เมื่อทำการศึกษารูปแบบของโครเมียม โดยทำการศึกษาความเข้มข้นของโครเมียมรวม, โครเมียม(VI) และโครเมียม(III) แสดงในตาราง 3.13 พบว่าผลการวิเคราะห์โครเมียมทั้งสามรูปแบบมีแนวโน้มเดียวกัน คือสารละลายตัวอย่างมีค่าความเข้มข้นของโครเมียม(VI) สูงกว่าโครเมียม(III) ซึ่งมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมชุบเคลือบโครเมียม เนื่องจากอุตสาหกรรมนี้ใช้  $\text{CrO}_3$  ซึ่งเป็นโครเมียมที่มีเลขออกซิเดชัน +6 เป็นวัตถุดิบหลัก (Lowenheim, 1978)

ตาราง 3.2 แสดงความเข้มข้นของโครเมียมแต่ละรูปแบบที่ละลายอยู่ในสารตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	total dissolved Cr (mg/L) (mean±sd., 2 ครั้ง)	Cr(VI) (mg/L) (mean±sd., 2 ครั้ง)	Cr(III) (mg/L) (mean±sd., 2 ครั้ง)
บ่อน้ำทิ้งกรด	0.822±0.010	0.501±0.045	0.321±0.039
น้ำล้างจากบ่อชุบ	0.434±0.068	0.324±0.072	0.110±0.035
น้ำทิ้งในสระ	0.108±0.055	0.064±0.036	0.044±0.087