

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ และสารเคมี

##### 3.1.1 เครื่องมือ

3.3.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (4-decimal balance), METTLER TOLEDO, AG204, Switzerland.

3.3.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 5 ตำแหน่ง (5-decimal balance), OHAUS, AX224, USA.

3.3.1.3 เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary Evaporator), BÜCHI, B-480/R-124, Switzerland.

3.3.1.4 เครื่องวัดค่าพีเอช (pH Meter), Metrohm, 827 pH lab, Switzerland.

3.3.1.5 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer ; AAS), Spectrum Instruments, SP-AA 4000, Canada.

3.3.1.6 ชุดปั๊มดูด-จ่ายของเหลว

##### 3.1.2 วัสดุ-อุปกรณ์

3.1.2.1 กระดาษวัดค่าพีเอช (pH Indicator Strips)

3.1.2.2 ขวดก้นกลม (Round Bottom Flask)

3.1.2.3 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)

3.1.2.4 ช้อนตักสาร (Spatula)

3.1.2.5 แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)

3.1.2.6 บีกเกอร์ (Beaker)

3.1.2.7 ปิเปตต์ (Pipette)

3.1.2.8 ลูกยางแดง (Rubber Bulb)

3.1.2.9 หลอดหยดสาร (Dropper)

3.1.2.10 กล้องถ่ายภาพ

3.1.2.11 นาฬิกาจับเวลา

### 3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 คอปเปอร์ (II) ไนเตรตไตรไฮเดรต (Copper (II) Nitrate Trihydrate) ;  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , AR grade, 98.0%, MW = 241.60 g/mol, UNIVAR, Australia.

3.1.3.2 เฟอริกคลอไรด์ ( $\text{FeCl}_3$ )

3.1.3.3 สารละลายมาตรฐานทองแดง (Copper standard solution) 1,000 ppm, Merck, Germany.

3.1.3.4 เลด (II) ไนเตรต (Lead (II) Nitrate) ;  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  , AR grade, 99.5%, MW = 331.20 g/mol, CARLO ERBA REAGANTS, France.

3.1.3.5 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว (Lead standard solution) 1,000 ppm, Merck, Germany.

3.1.3.6 อะลูมิเนียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ;  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , AR grade, 98%, MW = 241.43, Merck, Germany.

3.1.3.7 กรดไนตริก (Nitric Acid) ;  $\text{HNO}_3$  , AR grade, 65.0%, MW = 63.01 g/mol,  $d = 1.40 \text{ g/cm}^3$ , LAB-SCAN, Ireland.

3.1.3.8 กรดอะซิติก (Acetic Acid Glacial) ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , AR grade, 99.7%, MW = 60.05 g/mol,  $d = 1.05 \text{ g/cm}^3$ , RCI Labscan, Thailand.

3.1.3.9 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) ;  $\text{HCl}$ , AR grade, 37.0%, MW = 36.46 g/mol,  $d = 1.19 \text{ g/cm}^3$ , RCI Labscan, Thailand.

3.1.3.10 โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตมอนอไฮเดรต (Sodium Dihydrogen Phosphate Monohydrate) ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , AR grade, 99.0%, MW = 137.99 g/mol, BDH, England.

3.1.3.11 โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต (Sodium Acetate Trihydrate) ;  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , AR grade, 99.5%, MW = 136.08 g/mol, RCI Labscan, Thailand.

3.1.3.12 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ;  $\text{NaOH}$ , AR grade, 97.0%, MW = 40.00 g/mol, UNIVAR, Australia.

3.1.3.13 ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Disodium Hydrogen Phosphate) ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  , AR grade, 99.0%, MW = 141.96 g/mol, MERCK, Germany.

3.1.3.14 ไทโอยูเรีย (Thiourea) ;  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ , AR grade, 99.0%, MW = 76.12 g/mol, HIMDIA<sup>®</sup>, India.

3.1.3.15 โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (Potassium Fluoride) ;  $\text{KF}$ , LR grade, 97.0%, MW = 58.10 g/mol, RANKEM, India.

3.1.3.16 เมทานอล (Methanol) ;  $\text{CH}_3\text{OH}$ , AR grade, 99.9%, MW = 32.04 g/mol,  $d = 0.79 \text{ g/cm}^3$ , RCI Labscan, Thailand.

3.1.3.17 สารกรอง เรซิน แบรินด์ Pall Tech รุ่น PTNR 8715 ชนิด Nuclear Grade ion Exchange Resin

3.1.3.18 น้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) ; H<sub>2</sub>O

## 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.2.1 สกัดสารสีจากพืช (วรางคณา เขาคี, 2557)

- 1) ทำความสะอาดกะหล่ำปลีสีม่วงด้วยน้ำกลั่น
- 2) หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ 200 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นและเติมเมทานอลผสมกรดไฮโดรคลอริก (1% v/w) 400 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ในตู้เย็นนาน 72 ชั่วโมง
- 3) กรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดไว้ในตู้เย็น
- 4) นำสารสกัด 100 มิลลิลิตร ใส่ในกรวยแยก
- 5) เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วใช้ชั้นคลอโรฟอร์มทิ้งไป
- 6) ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 7) นำมารีฟลักซ์ภายใต้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น จนกระทั่งได้สีม่วงแดงเข้ม เก็บเข้าตู้เย็นทันที ทิ้งไว้จนตกตะกอน กรองตะกอนแล้วทำให้แห้งในตู้ดูดความชื้น

### 3.2.2 ตรวจสอบคุณลักษณะเบื้องต้นของสารสกัด

- 1) ตรวจสอบความเข้มข้นของสารสกัดที่ได้ด้วยน้ำปราศจากไอออน
- 2) นำสารสกัดที่เจือจางแล้วไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer)

### 3.2.3 คัดเลือกวัสดุของแข็งดีดแปรด้วยสารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง

#### 3.2.3.1 ซอล์กเขียนกระดานดำ

- 1) ตัดซอล์กเขียนกระดานดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรสูง 1 เซนติเมตร
- 2) แช่ในสารสกัดกะหล่ำปลีสีม่วงปริมาตร 20 มิลลิลิตรเป็นเวลา 10 นาที
- 3) นำมาตากให้แห้ง และนำไปทดสอบการละลายน้ำโดยนำไปแช่น้ำปราศจากไอออน เป็นเวลา 1 นาที

#### 3.2.3.2 ยานแว

##### วิธีที่ 1

- 1) ชั่งยานแว 2 กรัม ผสมกับน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 1 มิลลิลิตร และนำส่วนผสมเทลงในพิมพ์ แล้วทิ้งให้แห้ง
- 2) นำก้อนยานแวที่แห้งสนิท มาแช่ในสารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วงใน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เป็นเวลา 10 นาที และนำมาตากแห้งบนกระดาษฟิวส์

### วิธีที่ 2

1) ชั่งยาแนว 2 กรัมผสมกับสารสกัดกะหล่ำปลีสีม่วงปริมาณ 1 มิลลิลิตรและนำส่วนผสมเทลงในพิมพ์ แล้วทิ้งให้แห้ง

#### 3.2.3.3 ปูนพลาสติกเตอร์

##### วิธีที่ 1

1) ชั่งปูนพลาสติกเตอร์ 2 กรัม ผสมกับน้ำปราศจากไอออนปริมาณ 1 มิลลิลิตรและนำส่วนผสมเทลงในพิมพ์ แล้วทิ้งให้แห้ง

2) นำก้อนปูนพลาสติกเตอร์ที่แห้งสนิท มาแช่ในสารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วงปริมาณ 20 มิลลิลิตรเป็นเวลา 10 นาที และนำมาตากแห้งบนกระดาษฟิว

3) นำไปทดสอบเบื้องต้นกับสารละลายมาตรฐานของ  $\text{Cu}^{2+}$  และ  $\text{Pb}^{2+}$  โดยเติมบัฟเฟอร์ pH 7 และ pH 6 ตามลำดับ ปริมาตร 5 หยด ต่อสารละลายโลหะ 2 หยด และก้อนปูนพลาสติกเตอร์ 1 ก้อน

##### วิธีที่ 2

1) ชั่งปูนพลาสติกเตอร์ 2 กรัม ผสมกับสารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วงปริมาณ 1 มิลลิลิตรและนำส่วนผสมเทลงในพิมพ์ แล้วทิ้งให้แห้ง

2) นำก้อนปูนพลาสติกเตอร์ที่แห้งสนิท ไปทำการทดสอบเบื้องต้นกับน้ำโลหะตัวอย่าง  $\text{Cu}^{2+}$  และ  $\text{Pb}^{2+}$  โดยเติมบัฟเฟอร์ pH 7 และ pH 6 ตามลำดับ ปริมาตร 5 หยด ต่อสารละลายโลหะ 2 หยด และก้อนปูนพลาสติกเตอร์ 1 ก้อน

#### 3.2.3.4 ฟองน้ำแต่งหน้าชนิดเนื้อละเอียด

1) ตัดฟองน้ำแต่งหน้าให้มีขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ในสารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วงปริมาณ 20 มิลลิลิตร เป็นเวลา 10 นาที

2) นำก้อนฟองน้ำแต่งหน้าที่แช่มาตากให้แห้งบนกระดาษฟิว

#### 3.2.3.5 เรซินกรองน้ำ

นำผงสารสกัดที่ได้เป็นมาเคลือบบนเรซินโดยมีอัตราส่วน 1.6mg / 2g เรซิน แช่ใน 1% HCl ใน MeOH 5 mL แช่ทิ้งไว้ 1 วัน เมื่อครบ 1 วัน นำเรซินที่เคลือบได้มาระเหยจนเรซินแห้ง เก็บไว้ในขวดแก้วปิดสนิทแล้วนำไปไว้ในเดซิเดเตเตอร์

#### 3.2.4 การตัดแปรสารสกัดบนเรซิน

1) ชั่งสารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง (ตะกอน) 3 ชุด คือ 0.80 มิลลิกรัม 1.6 มิลลิกรัม และ 3.2 มิลลิกรัม ละลายในสารละลายผสมของ 1% HCl ใน MeOH ปริมาตร 5mL

2) เติมเรซิน 2 กรัม ลงในสารละลายแต่ละชุดในข้อ 1) ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 วัน

3) นำเรซินที่เคลือบได้มาระเหยจนแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศเก็บในที่

มืดและแห้งเรียกของแข็งที่ได้ว่า เรซินตัดแปร โดยที่

- เรซินตัดแปร A ใช้อัตราส่วนของสารสกัด 0.8 กรัม / เรซิน 2 กรัม

- เรซินตัดแปร B ใช้อัตราส่วนของสารสกัด 1.6 กรัม / เรซิน 2 กรัม

- เรซินตัดแปร C ใช้อัตราส่วนของสารสกัด 3.2 กรัม / เรซิน 2 กรัม

### 3.2.5 การตรวจวัดไอออนโลหะเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

#### 1. การทดสอบกับสารมาตรฐาน $Fe^{2+}$

- ชั่งเรซินตัดแปร A 20 mg ลงในภาดหลุมพลาสติกจำนวน 10 หลุม

- ล้างเรซินด้วย 0.1M Buffer (pH 4) จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30 วินาที คน

ให้เข้ากัน

- เช็ค pH ด้วย pH paper ให้ได้ pH 4

- เติม 0.1M Buffer (pH 4) 100  $\mu$ L ทุกหลุม

- หลุมที่ 2-10 เติม Standard  $Fe^{2+}$  แต่ละความเข้มข้นปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ส่วนหลุม

ที่ 1 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตรแทนสารละลาย Standard  $Fe^{2+}$ ) คนให้เข้ากัน

- สังเกตการเปลี่ยนสีของแต่ละหลุมโดยเทียบกับ Blank ที่เติมน้ำกลั่นแทน Standard  $Fe^{2+}$  เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

#### 2. การทดสอบกับสารมาตรฐาน $Cu^{2+}$

- ชั่งเรซินตัดแปร A 20 mg ลงในภาดหลุมพลาสติกจำนวน 10 หลุม

- ล้างเรซินด้วย 0.1M Buffer (pH 7) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30 วินาที คน

ให้เข้ากัน

- เช็ค pH ด้วย pH paper ให้ได้ pH 7

- เติม 0.1M Buffer (pH 7) 100  $\mu$ L ทุกหลุม ในหลุมที่ 2-10 เติม Standard  $Cu^{2+}$  ที่มี

ความเข้มข้น 0.37 ppm, 0.44 ppm, 0.49 ppm, 0.74 ppm, 1.24 ppm, 2.00 ppm, 5.00 ppm,

12.4 ppm, 20.00 ppm ปริมาตร 1 มิลลิลิตรตามลำดับ (ส่วนหลุมที่ 1 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1

มิลลิลิตร แทนสารละลาย Standard  $Cu^{2+}$ ) คนให้เข้ากัน

- สังเกตการเปลี่ยนสีของแต่ละหลุมโดยเทียบกับ Blank ที่เติมน้ำกลั่นแทน Standard  $Cu^{2+}$  เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

2. การทดลองกับสารมาตรฐาน  $Pb^{2+}$ 

- ชั่งเรซินตัดแปร A 20 mg ลงในภาตหลุมพลาสติกจำนวน 10 หลุม
- ล้างเรซินด้วย 0.1M Buffer (pH 6) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30

วินาที คนให้เข้ากัน

- เช็ค pH ด้วย pH paper ให้ได้ pH 6
- เติม 0.1M Buffer (pH 6) 100  $\mu$ L ทุกหลุม
- เติมสารละลาย Thiourea 100  $\mu$ L และสารละลาย KF 100  $\mu$ L ในทุกหลุม
- ในหลุมที่ 2-10 เติม Standard  $Pb^{2+}$  ที่มีความเข้มข้น 40 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, 400 ppm ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ส่วนหลุมที่ 1 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร แทนสารละลาย Standard  $Pb^{2+}$ ) คนให้เข้ากัน
- สังเกตการเปลี่ยนสีของแต่ละหลุมโดยเทียบกับ Blank ที่เติมน้ำกลั่นแทน Standard  $Pb^{2+}$  เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

3. การทดลองกับสารมาตรฐาน  $Al^{3+}$ 

- ชั่งเรซินตัดแปร A 20 mg ลงในภาตหลุมพลาสติกจำนวน 10 หลุม
- ล้างเรซินด้วย 0.1M Buffer (pH 5) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30 วินาที คน

ให้เข้ากัน

- เช็ค pH ด้วย pH paper ให้ได้ pH 5
- เติม 0.1M Buffer (pH 5) 100  $\mu$ L ทุกหลุม
- เติมสารละลาย KF 100  $\mu$ L ในทุกหลุม
- ในหลุมที่ 2-10 เติม Standard  $Al^{3+}$  ที่มีความเข้มข้น 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm, 80 ppm ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ส่วนหลุมที่ 1 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร แทนสารละลาย Standard  $Al^{3+}$ ) คนให้เข้ากัน
- สังเกตการเปลี่ยนสีของแต่ละหลุมโดยเทียบกับ Blank ที่เติมน้ำกลั่นแทน Standard  $Al^{3+}$  เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

### 3.2.6 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีตรวจวัด

3.2.6.1 นำน้ำตัวอย่างที่ได้จากห้องปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 2 ชุด

- ชุดที่ 1 วิเคราะห์ความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยเทคนิค ICP
- ชุดที่ 2 หาความเข้มข้นด้วยเรซินดัดแปร A
- เปรียบเทียบความเข้มข้นที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ICP และเรซินดัด

แปร A

3.2.6.2 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ  $\text{Cu}^{2+}$  ด้วยเรซินดัดแปร A

- ชั่งเรซินดัดแปร A 20 mg ลงในภาชนะหลุมพลาสติก
- ล้างเรซินด้วย 0.1 M Buffer (pH 7) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30

วินาที คนให้เข้ากัน

- เติม 0.1 M Buffer (pH 7) 100  $\mu\text{L}$
- เติมน้ำตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- สังเกตการเปลี่ยนสีของเรซินดัดแปร A เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที เทียบ

ความเข้มข้นกับสีของเรซินดัดแปรเมื่ออยู่ในสารละลายมาตรฐาน  $\text{Cu}^{2+}$

3.2.6.3 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ  $\text{Pb}^{2+}$  ด้วยเรซินดัดแปร A

- ชั่งเรซินดัดแปร A 20 mg ลงในภาชนะหลุมพลาสติก
- ล้างเรซินด้วย 0.1 M Buffer (pH 6) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30

วินาที คนให้เข้ากัน

- เติม 0.1 M Buffer (pH 6) 100  $\mu\text{L}$
- เติมสารละลาย Thiourea 100  $\mu\text{L}$  และสารละลาย KF 100  $\mu\text{L}$
- เติมน้ำตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- สังเกตการเปลี่ยนสีของเรซินดัดแปร A เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที เทียบ

ความเข้มข้นกับสีของเรซินดัดแปรเมื่ออยู่ในสารละลายมาตรฐาน  $\text{Pb}^{2+}$

### 3.2.7 การประดิษฐ์ชุดตรวจวัดแบบพกพา (Test Kit)

- บรรจุสารละลาย Buffer ในขวดครอบเปอร์ลีส้าปริมาณ 15 มิลลิลิตร
- บรรจุสารละลาย Thiourea ในขวดครอบเปอร์ลีส้าปริมาณ 15 มิลลิลิตร
- บรรจุสารละลาย Potassium Fluoride (KF) ในขวดครอบเปอร์ลีส้าปริมาณ 15 มิลลิลิตร
- บรรจุเรซิน 20 มิลลิกรัม ลงในขวด Vial ใส ปิดฝาให้สนิท
- บรรจุ Syringe ขนาด 1 มิลลิลิตร สำหรับดูดน้ำตัวอย่าง

- บรรจุแผ่นพับคู่มือการใช้งานในกล่อง พร้อมทั้งสารละลายทั้งหมด

### 3.2.8 การทดสอบชุดตรวจวัดแบบพกพา (Test Kit)

ผู้ทดลองจำนวน 3 คน มาทำตามขั้นตอนการทดสอบที่บรรจุในกล่อง Test kit ดังนี้

#### 3.2.8.1 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ $\text{Cu}^{2+}$

ล้างเรซินในขวด Vial ใส ด้วย 0.1 M Buffer (pH 7) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30 วินาที โดยเขย่าให้เข้ากัน เติม 0.1 M Buffer (pH 7) 100  $\mu\text{L}$  จากนั้นสูมตัวอย่างของ Standard  $\text{Cu}^{2+}$  ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ความเข้มข้น ให้ผู้ทดลองดูดเป็นปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยใช้ Syringe ลงในขวด Vial ใสที่บรรจุเรซิน เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที นำผลการทดลองไปเทียบกับสีมาตรฐานบนแผ่นพับ ว่าตรงกับช่วงของความเข้มข้นใดในสารมาตรฐานของ  $\text{Cu}^{2+}$

#### 3.2.8.22 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ $\text{Pb}^{2+}$

ล้างเรซินในขวด Vial ใส ด้วย 0.1 M Buffer (pH 6) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 1 mL นาน 30 วินาที โดยเขย่าให้เข้ากัน เติม 0.1 M Buffer (pH 6) 100  $\mu\text{L}$  เติม Thiourea และ KF อย่างละ 100  $\mu\text{L}$  เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นสูมตัวอย่างของ Standard  $\text{Pb}^{2+}$  ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ความเข้มข้น ให้ผู้ทดลองดูดเป็นปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยใช้ Syringe ลงในขวด Vial ใสที่บรรจุเรซิน เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที นำผลการทดลองไปเทียบกับสีมาตรฐานบนแผ่นพับ ว่าตรงกับช่วงของความเข้มข้นใดในสารมาตรฐานของ  $\text{Pb}^{2+}$