



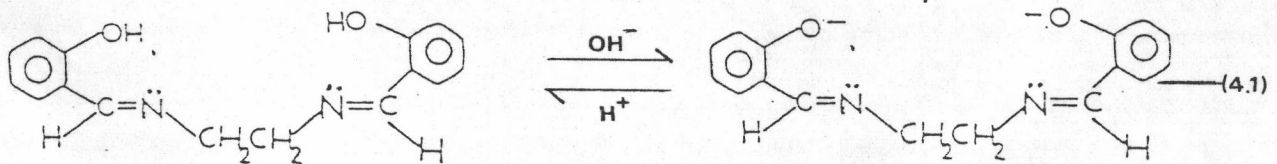
#### บทที่ 4

### การวิจัยผลการทดลอง

#### 4.1) UV-Visible ของสารละลาย H<sub>2</sub>Salen ที่ pH ต่างๆ

สารละลาย H<sub>2</sub>Salen ในเมทานอล ที่ pH 2 แสดง UV-Visible สเปกตรัม (รูปที่ 3.1) ที่ประกอบด้วยแบนด์ 3 แบนด์ ที่ความยาวคลื่น 212, 252 และ 320 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการดูดกลืนพลังงานของอิเล็กตรอนแบบ  $\pi \rightarrow \pi^*$  (ของ C = N-),  $\pi \rightarrow \pi^*$  (ของ aromatic) และ  $n \rightarrow \pi^*$  (ของ C = N-) ตามลำดับ [42] เมื่อ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้น (pH 4, 6, 7, 8) จะปรากฏแบนด์ใหม่เกิดขึ้นที่ 380 นาโนเมตร และ เมื่อ pH ของสารละลายเท่ากับ 10 แบนด์ทั้งสามที่ความยาวคลื่น 212, 252 และ 320 นาโนเมตร เคลื่อนไปปรากฏที่ 222, 264 และ 380 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าพลังงานของการดูดกลืนมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากการที่อิเล็กตรอนสามารถ delocalize ได้ดีขึ้น โครงสร้างของ H<sub>2</sub>Salen ที่ pH 10 ไฮดรอกซิลโปรตรอนจะหลุดออกทำให้ H<sub>2</sub>Salen ในรูปของแอนไอออน (สมการ 4.1) ซึ่งช่วยทำให้พลังงานของโครงสร้างลดลง จึงสังเกตพบการเคลื่อนที่ของแบนด์ดังกล่าวที่ pH ระหว่าง 2-10 จะปรากฏโครงสร้างทั้งสองในสารละลาย จึงทำให้สังเกตพบแบนด์ 4 แบนด์

CHULALONGKORN UNIVERSITY



#### 4.2) การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของแรเอิร์ธไอออน กับ H<sub>2</sub>Salen

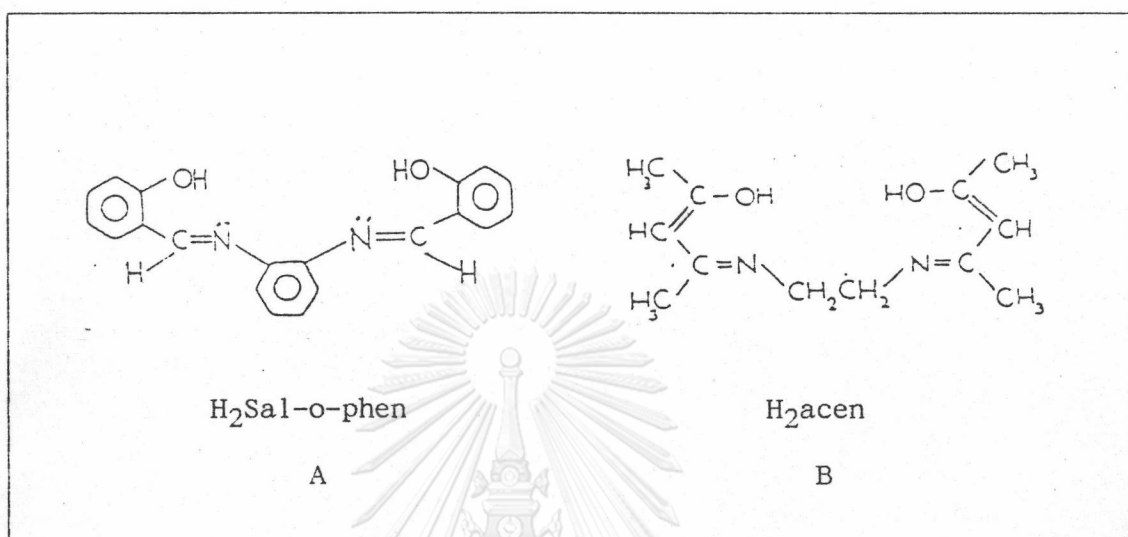
แรเอิร์ธไอออนที่เลือกศึกษาการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน กับ ลิแกนด์ H<sub>2</sub>Salen

ได้แก่ La(III), Ce(III), Nd(III), Gd(III), Dy(III), Er(III), Yb(III) และ Y(III) โดยการผสมสารละลายแเรเอิร์ทไอออน กับ สารละลาย  $H_2Salen$  ในอัตราส่วน 1:1 โดยโมลที่ pH ต่างๆ (การทดลองที่ 3.4) พบว่าแเรเอิร์ทไอออนใน Ce-group (Gd, Ce, Nd) แสดง UV-Visible สเปกตรัม (รูปที่ 3.3-3.5) ที่คล้ายคลึงกับสเปกตรัมของ  $H_2Salen$  (รูปที่ 3.1) ส่วนแเรเอิร์ทใน Y-group (Gd, Dy, Er, Yb, Y) แสดงสเปกตรัมที่ปรากฏแบนด์ใหม่ เกิดขึ้นที่ 348 นาโนเมตร (รูปที่ 3.6-3.9, 3.2) ซึ่งแสดงถึงการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแเรเอิร์ทไอออน กับ  $H_2Salen$  (RE-Salen) โดยเมื่อเลขอะตอมของโลหะเพิ่มขึ้นการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ pH สูงจะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ Y และ Gd มี pH ที่เหมาะสมสำหรับการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนเป็น 4 (รูปที่ 3.2, 3.6), Dy เป็น 4 และ 6 (รูปที่ 3.7), Er เป็น 4, 6, 7 และ 8 (รูปที่ 3.8) และ Yb เป็น 6, 7 และ 8 (รูปที่ 3.9) ในสถานะที่ pH สูง  $H_2Salen$  จะปรากฏในรูปของ  $Salen^{2-}$  ไอออน ช่วยให้การจับกับแเรเอิร์ทไอออนเกิดได้ดีขึ้น ปฏิกิริยาที่รบกวนการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแเรเอิร์ทไอออน คือ การเกิดเป็นแเรเอิร์ทไฮดรอกไซด์ สังเกตได้จากตะกอนสีขาวที่เกิดขึ้นเล็กน้อย ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าส่งผลต่อ Y และ Gd มากกว่า Dy, Er และ Yb

แเรเอิร์ทไอออนจัดเป็นโลหะไอออนประเภท hard acid ซึ่งจะจับกับ hard base เช่น  $H_2Salen$  ได้ดี แเรเอิร์ทไอออนที่เลือกศึกษานี้แสดงสมบัติความเป็นคาบ โดยเมื่อความหนาแน่นประจุเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวาตามตารางธาตุ การจับกับ  $H_2Salen$  จะเกิดได้ดีขึ้นด้วย อาจกล่าวได้ว่า  $H_2Salen$  สามารถเกิดปฏิกิริยากับ แเรเอิร์ทไอออน ที่มีลักษณะเป็น hard acid สูง (Y-group) ได้ดีกว่า แเรเอิร์ทไอออนที่มีความเป็น hard acid ต่ำกว่า (Ce-group) ในกรณีที่อัตราส่วนโดยโมลของ แเรเอิร์ท กับ  $H_2Salen$  เป็น 2:3 ในสถานะเบส แเรเอิร์ททุกตัว จะให้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสูตรเป็น  $RE_2(Salen)_3$  [40,41]

ในการศึกษานี้ได้ทำการทดลองเพื่อดูความสามารถของเตตระเดนเทตริฟเบสอื่นๆ ในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน กับ แเรเอิร์ทไอออน (การทดลองที่ 3.5) โดยเลือกศึกษากับ  $Y^{3+}$  ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า  $H_2Sal-o-phen$  (A) และ  $H_2 acen$  (B) ไม่เกิดสารประกอบเชิงซ้อนใดๆ กับ Y(III) ในอัตราส่วนโดยโมล 1:1 ที่ pH 4 สเปกตรัมการดูดกลืนแสง UV-Visible ของสารละลาย Y- $H_2Salen-o-phen$  (รูปที่ 3.11) และ Y- $H_2 acen$  (รูปที่ 3.12) แสดงแบนด์ของการดูดกลืนแสง UV-Visible เหมือนกับลิแกนด์ทุกประการ ซึ่งต่างจากสเปกตรัม

ของ Y-Salen ที่ pH เดียวกัน (รูปที่ 3.10) ที่แสดงแบนด์การดูดกลืนแสง UV-Visible ที่ 348.0 นาโนเมตร ของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นดังกล่าวมาแล้ว จึงได้เลือกใช้  $H_2Salen$  ในการศึกษาสมบัติในการแยกแเรเออร์ไอออน

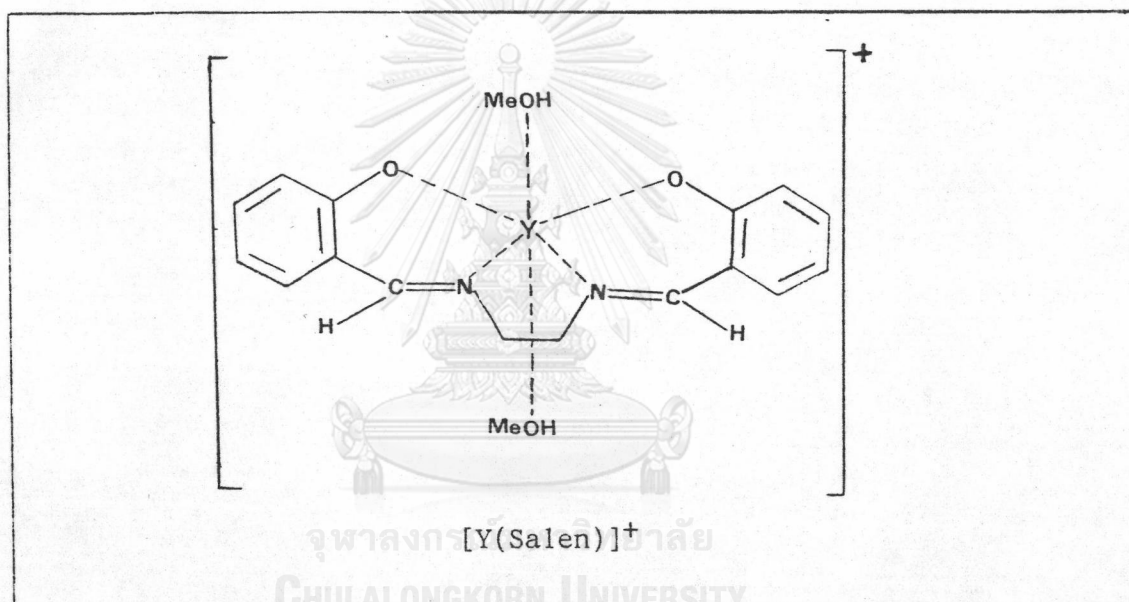


ปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการศึกษาสารประกอบเชิงซ้อน RE (Salen) ที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ ชนิดตัวทำละลายที่ใช้ในการเตรียม (การทดลองที่ 3.6) และ ผลของแอนไอออน (การทดลอง 3.7) โดยได้เลือกใช้ระบบ Y(III)- $H_2Salen$  เป็นตัวอย่างการศึกษา เมื่อแปรเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำจาก 50 % ไปถึง 95 % พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน Y- $H_2Salen$  จะปรากฏขึ้นที่ความเข้มข้นเมทานอลตั้งแต่ 90 % ขึ้นไป (รูปที่ 3.16 และ 3.17) โดยที่สารละลาย 95% เมทานอล ให้แบนด์ที่มีความเข้มสูงกว่าสารละลาย 90% เมทานอล ทั้งนี้เนื่องมาจากในตัวทำละลายที่มีโมเลกุลน้ำอยู่มาก โมเลกุลน้ำจะจับกับ Y(III) ได้ดี แต่ในกรณีในตัวทำละลายที่มีปริมาณน้ำอยู่มาก จะทำให้โมเลกุลของน้ำเข้าแทนที่  $H_2Salen$  ในสารประกอบเชิงซ้อน Y- $H_2Salen$  นั่นคือ เกิดการสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อน Y- $H_2Salen$  ทำให้ในตัวทำละลายที่มีความเข้มข้นของเมทานอลตั้งแต่ 90% ขึ้นไป สารประกอบเชิงซ้อน Y-Salen เกิดได้มากขึ้น โดยสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ อาจปรากฏโมเลกุลของเมทานอลในโคออร์ดิเนชันสเฟียร์ด้วย

แอนไอออนที่เลือกศึกษาได้แก่  $SO_4^{2-}$ ,  $ClO_4^-$ ,  $Cl^-$  และ  $NO_3^-$  ไอออน เมื่อปรากฏอยู่ในปริมาณ 4 เท่า โดยโมลของปริมาตร Y(III)  $SO_4^{2-}$  ไอออนจะแสดงผลรบกวนอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 3.18) นั่นคือ ไม่เกิดสารประกอบเชิงซ้อน หรือ เกิดได้ไม่ดีในสารละลายที่มี

$\text{SO}_4^{2-}$  ไอออนอยู่ เนื่องมาจากเกลือซัลเฟตของแรเอิร์ธ มีความสามารถในการละลายต่ำกว่า เกลือโครไรด์ และ ไนเตรต [2] รวมทั้ง  $\text{SO}_4^{2-}$  ไอออนยังแสดงความเป็น hard base มาก ที่สุดในแอนไอออนที่ศึกษา จึงมีแนวโน้มจะจับกับ Y(III) ได้ดีที่สุดอีกด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติอาจกล่าวได้ว่า  $\text{SO}_4^{2-}$  ไอออนขัดขวางการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน Y- $\text{H}_2\text{Salen}$  ที่ต้องการได้

เมื่อเลือกค่า  $\lambda_{\text{max}}$  ที่ 348 นาโนเมตร ในการศึกษาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน Y- $\text{H}_2\text{Salen}$  โดย mole ratio method และ Job's method (การทดลอง 3.8) สามารถสรุปได้ว่าสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นเป็นชนิด 1:1 ทั้งนี้เนื่องจากเมธานอลสามารถทำหน้าที่เป็น O-donor ลิแกนด์ได้ จึงเสนอเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้เป็น



ซึ่งสอดคล้องกับรายงานเกี่ยวกับการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของ  $\text{H}_2\text{Salen}$  กับโลหะ แทรนซิชันต่าง ๆ ที่มักจะได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนชนิด 1:1 จากการศึกษาปฏิกิริยาระหว่าง Fe(II) และ Fe(III) กับ  $\text{H}_2\text{Salen}$  สารประกอบเชิงซ้อนที่ได้มีคุณสมบัติต่างกัน คือ Fe(II) จะให้ Fe-Salen ที่ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม ในขณะที่ Fe(III) ให้  $[\text{Fe}(\text{Salen})]^+$  ซึ่งละลายได้ดีในน้ำ ค่าคงที่ของการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ( $K_f$ )  $[\text{Y}(\text{salen})]^+$  ที่คำนวณได้จากวิธี mole ratio (รูปที่ 3.20) มีค่าประมาณ  $3.2 \times 10^4 \text{ l mol}^{-1}$   $[\text{Y}(\text{salen})]^+$  แสดงค่า molar absorptivity ( $\epsilon$ ) ที่ 348 นาโนเมตรเท่ากับ  $2.4 \times 10^4 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  ซึ่งจัดเป็น Charge transfer band

เมื่อทำการแปรอัตราส่วนโดยโมลระหว่าง  $\text{H}_2\text{Salen}$  ต่อ Y(III) พบว่าเมื่อปริมาณ

H<sub>2</sub>Salen เพิ่มมากขึ้น ปริมาณสารประกอบเชิงซ้อน [Y(Salen)]<sup>+</sup> ที่ได้เพิ่มขึ้นจนกระทั่งอัตราส่วน 1:1 (การทดลองที่ 3.9) เมื่อเพิ่มปริมาณ H<sub>2</sub>Salen ให้มากขึ้นไปอีกพบเพียงแบนด์การดูดกลืนแสง UV-Visible ของ H<sub>2</sub>Salen (รูปที่ 3.21) ซึ่งคาดได้ว่าอาจเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Y-H<sub>2</sub>Salen ในอัตราส่วนอื่นๆ ซึ่งเคยมีผู้ได้ศึกษาไว้ [41] แต่อาจถูกบดบังโดยแบนด์การดูดกลืนแสง UV-Visible ของ H<sub>2</sub>Salen ที่ 320 นาโนเมตร

#### 4.3) การศึกษาการแยกแเรเออร์ชด้วยเทคนิค HPLC

การแยกแเรเออร์ชไอออนด้วย H<sub>2</sub>Salen ในการศึกษาเป็นการแยกบน C-18 คอลัมน์ในระบบ high performance liquid chromatography โดยการให้แเรเออร์ชเข้าทำปฏิกิริยากับ H<sub>2</sub>Salen เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน [RE(Salen)]<sup>+</sup> ก่อน แล้วจึงนำเข้าโครมาโทกราฟีคอลัมน์ โดยมีวัตถุประสงค์หลักที่จะหาแนวทางสำหรับการแยก Y ออกจากแเรเออร์ชอื่น ๆ เพื่อประยุกต์ใช้ในการแยกตัวอย่างแเรเออร์ชผสมที่มี Y อยู่ในปริมาณมาก

ในการศึกษาลักษณะของโครมาโทแกรม ได้เลือกวัดการดูดกลืนแสง UV-Visible ที่ 252 นาโนเมตร ซึ่งทั้ง H<sub>2</sub>Salen และ สารประกอบเชิงซ้อน [RE(Salen)]<sup>+</sup> แสดงการดูดกลืนแสง UV-Visible ที่มีค่า molar absorptivity ใกล้เคียงกัน เมื่อใช้เฟสเคลื่อนที่เป็น 80% เมธานอลในน้ำ ได้โครมาโทแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.22 และ 3.23 H<sub>2</sub>Salen ออกจากคอลัมน์ก่อน [Y(Salen)]<sup>+</sup> ที่รีเทนชันไทม์ เท่ากับ 3.2 นาที และสารประกอบเชิงซ้อน [Y(Salen)]<sup>+</sup> ออกจากคอลัมน์ที่รีเทนชันไทม์ เท่ากับ 8.1 นาที การที่ H<sub>2</sub>Salen แสดงค่ารีเทนชันไทม์ต่ำกว่าสารประกอบเชิงซ้อนของ [Y(Salen)]<sup>+</sup> อาจเนื่องมาจาก H<sub>2</sub>Salen สามารถละลายในสารละลาย 80% เมธานอลในน้ำได้ดีกว่า [Y(Salen)]<sup>+</sup> มาก ในขณะที่การยึดติดบน C-18 คอลัมน์ของทั้งสองไม่ต่างกันเท่าใดนัก ถึงแม้สารประกอบเชิงซ้อน [Y(Salen)]<sup>+</sup> จะแสดงประจุ +1 ก็ตาม แต่โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ประกอบด้วยส่วนของลิแกนด์ Salen ล้อมรอบ Y อยู่ ทำให้ทั้งสารประกอบเชิงซ้อน และ H<sub>2</sub>Salen ยึดติดบนคอลัมน์ได้ดีพอๆกัน เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ พบว่าค่ารีเทนชันไทม์ของ H<sub>2</sub>Salen เพิ่มขึ้น (รูปที่ 3.24-3.25) แสดงให้เห็นถึงการละลายในเฟสเคลื่อนที่ ที่ลดลงของ H<sub>2</sub>Salen เมื่อมีปริมาณน้ำมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก H<sub>2</sub>Salen ละลายน้ำได้ไม่ดี ส่วนในกรณีของ [Y(Salen)]<sup>+</sup> หรือ [RE(Salen)]<sup>+</sup> พบ

ว่าฟิคหายไป ทั้งนี้เนื่องมาจากโมเลกุลของน้ำจะจับกับ Y(III) ได้ดี ทำให้สารประกอบเชิงซ้อน  $[Y(\text{Salen})]^+$  สลายตัวดังกล่าวมาแล้ว (หน้า 81) ในกรณีที่ใช้ acetonitrile ผสมกับ 90% เมทานอล พบว่าได้ผลเหมือนกับใช้น้ำผสมกับ 90% เมทานอลทุกประการ (รูปที่ 3.26) แต่ฟิคที่ได้มีพื้นที่ฟิคน้อยกว่า ซึ่งแสดงถึงปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนที่น้อยกว่า อาจเนื่องมาจากการสมบัติการเป็นลิแกนด์ที่ดีของ acetonitrile จึงทำให้สารประกอบเชิงซ้อน  $[Y(\text{Salen})]^+$  เกิดได้น้อยลง ในกรณีที่เพิ่มปริมาณเมทานอลในเฟสเคลื่อนที่เป็น 90% เมทานอล-น้ำ พบว่าฟิคของ  $[Y(\text{Salen})]^+$  มีรีเทนชันไทม์น้อยกว่าการใช้เฟสเคลื่อนที่เป็น 80% เมทานอล-น้ำ แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณเมทานอลเพิ่มขึ้นความแตกต่างในการละลายในเมทานอลของสารทั้งสองลดลง จึงทำให้รีเทนชันไทม์มีค่าใกล้กันมากขึ้น

เมื่อศึกษาถึงโครมาโทแกรมของสารละลายผสมระหว่าง  $\text{H}_2\text{Salen}$  กับแรเอิร์ธไอออนอื่นๆ (La, Ce, Nd, Gd, Dy, Er, และ Yb) พบว่าแรเอิร์ธไอออนใน Y-group แสดงค่ารีเทนชันไทม์ที่เท่ากันคือ 8.1 นาที Ce และ Nd ซึ่งไม่แสดงการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับ  $\text{H}_2\text{Salen}$  โดยการศึกษา UV-Visible spectrum กลับแสดงฟิคของสารประกอบเชิงซ้อนโดยการแยกบน C-18 คอลัมน์ แต่ฟิคมีขนาดเล็กมาก และ เมื่อพิจารณากราฟของแรเอิร์ธไอออนผสมพบว่าเมื่ออัตราส่วนลิแกนด์ต่อไอออนผสม 1:1 โดยโมล [รูปที่ 3.29(a)] พบว่าจะได้ฟิคที่มีลักษณะเดียวกันกับฟิคของสารประกอบเชิงซ้อน  $[Y(\text{Salen})]^+$  และที่รีเทนชันไทม์เดียวกัน แต่มีพื้นที่ฟิคน้อยกว่าเมื่อเทียบกับฟิคของ  $[Y(\text{Salen})]^+$  ที่มีปริมาณเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากมีแรเอิร์ธไอออนที่เกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้น้อยรวมอยู่ด้วย แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเป็น 3:1 และ 5:1 [รูปที่ 3.29(b) และ c)] พบว่าฟิคของสารประกอบเชิงซ้อนผสมไอออนแรเอิร์ธเกิดเป็น 3 ฟิคใหม่แทนที่ที่ 4.00 นาที, 5.00 นาที และ 5.48 นาที โดยฟิคของ  $\text{H}_2\text{Salen}$  ที่เหลืออยู่ยังอยู่ที่ตำแหน่งเดิม ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าที่อัตราส่วน  $\text{H}_2\text{Salen} : \text{แรเอิร์ธไอออน}$  ตั้งแต่ 3:1 ขึ้นไป แรเอิร์ธไอออนสามารถทำปฏิกิริยากับ  $\text{H}_2\text{Salen}$  เกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้หลายรูป จากโครมาโทแกรมอาจกล่าวได้ว่าเกิด species ใหม่ 3 รูปที่ใหม่  $[\text{RE}(\text{Salen})]^+$  ซึ่งในการศึกษานี้ยังไม่สามารถระบุโครงสร้างของ species ดังกล่าวได้ ในการศึกษาโครมาโทแกรมของ Y กับ  $\text{H}_2\text{Salen}$  ที่อัตราส่วนโดยโมลต่าง ๆ เช่นเดียวกันนี้ไม่พบ 3 ฟิคดังกล่าว แต่พบการลดลงของฟิคที่ 8.10 นาที เมื่อความเข้มข้นของ  $\text{H}_2\text{Salen}$  เพิ่มขึ้น และ เมื่ออัตราส่วนโดยโมลของ  $\text{H}_2\text{Salen}$  ต่อ แรเอิร์ธไอออน เป็น 7:1 และ 10:1 พบว่าฟิคที่ได้เหลือเพียงฟิค

เดียวที่ 5.1 นาที อาจกล่าวได้ว่าปริมาณ  $H_2Salen$  ที่มากเกินไปนี้ ทำให้แรเอิร์ทไอออนเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น

ในกรณีการแยกตัวอย่างแท้จริง ได้นำเอาแร่ซีโรนใหม่มาละลายด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่อุณหภูมิ 270 °C แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ตกตะกอนออกมาในรูปออกไซด์ผสมของแรเอิร์ทไอออน จากนั้นนำมาละลายให้อยู่ในรูปสารละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก ตามขั้นตอนที่มีผู้รายงานไว้แล้ว [3] และนำมาแยกด้วย HPLC ในสถานะแบบเดียวกับสารละลายมาตรฐานแรเอิร์ทไอออนผสม โดยเลือกใช้ความเข้มข้นของ  $H_2Salen$  เป็น 5 เท่าโดยมวลของความเข้มข้นของแรเอิร์ทไอออนทั้งหมด พบว่าพีคที่ได้เป็น 3 พีคที่ 4.00 นาที, 5.00 นาที และ 5.48 นาที (รูปที่ 3.30) เช่นเดียวกับกรณีใช้แรเอิร์ทไอออนมาตรฐาน แต่ความสูงและอัตราส่วนของพีคทั้งสามเปลี่ยนไป และเมื่อเก็บสารตัวอย่างที่แยกได้ที่เวลาต่างๆ พบว่าที่ 4.00 นาที มีอัตราส่วนของ Y:Er:Yb เป็น 90:0:10, ที่ 5.00 นาที มีอัตราส่วน Y:Er:Yb เป็น 78.32:4.88:16.80 และ ที่ 5.48 นาที มีอัตราส่วน Y:Er:Yb เป็น 89.93:1.44:8.63 (ตารางที่ 3.3) จะเห็นได้ว่าแรเอิร์ทไอออนที่แยกได้จะเป็นแรเอิร์ทไอออนใน Y-group ทั้งหมด และแรเอิร์ทไอออนส่วนใหญ่นั้นจะได้เป็น Y โดยมี Er และ Yb ผสมอยู่เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากในสารประกอบแรเอิร์ทตั้งต้นมี Y ปรากฏอยู่ในปริมาณมากที่สุด และที่สภาวะการแยกที่เลือกนี้ Y-group จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้ดีกว่า Ce-group

จากปริมาณความเข้มข้นที่หาได้จาก ICP (ตารางที่ 3.3) พบว่าพีคที่ 5.00 นาที มีปริมาณแรเอิร์ทไอออนรวมอยู่มากที่สุด ซึ่งมากกว่าพีคที่ 5.48 นาที ที่มีพื้นที่ใต้พีคมากกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากในสารประกอบเชิงซ้อน species ที่ให้พีคที่ 5.48 นาที อาจมีอัตราส่วนโดยมวลของ  $H_2Salen$  อยู่มากกว่า เป็นผลให้มีค่า molar absorbtivity ที่ความยาวคลื่น 252 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ใช้วัดความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนที่ออกจากคอลัมน์ จึงทำให้ที่ 5.48 นาที สังเกตพีคได้ขนาดใหญ่กว่า ที่ 5.00 นาที ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณความเข้มข้นของแรเอิร์ทน้อยกว่า

จากการวิจัยนี้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการศึกษาการทดลองการแยกแรเอิร์ทในแบบที่คล้ายคลึงกัน ซึ่ง Saito [30] ได้ศึกษาโดยการใช้ TPP เป็นลิแกนด์ในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับแรเอิร์ทไอออน Saito สามารถแยกแรเอิร์ทไอออนทุกตัวออกมาพร้อมกันได้ค่อนข้างบริสุทธิ์ แต่ในขั้นตอนการเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง แรเอิร์ทไอออน กับ TPP ทำได้ยากมาก และ

ในสารประกอบเชิงซ้อนบางตัวมีความเสถียรต่ำมาก ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตต่ำไปด้วย ส่วนในการศึกษาของผู้วิจัยนี้ พบว่าถึงการแยกจะได้แรเอิร์ธที่ยังไม่บริสุทธิ์ แต่ในอนาคตหากมีผู้ศึกษาต่อก็อาจพัฒนาให้ได้บริสุทธิ์ได้อีก ซึ่งวิธีการจะกล่าวไว้ในข้อเสนอแนะ (หน้า 88) และอีกทั้งวิธีการนี้ยังเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนได้ง่ายกว่ามาก รวมถึง  $H_2Salen$  ราคาถูกกว่า TPP มาก และได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงถึง 98.66 % อีกด้วย

\*\*\*\*\*



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY