

การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยสารละลาย Fe-EDTA

Hydrogen sulfide Removal by Fe-EDTA solution

มินตภา เฝ้าธีระยุทธ¹ และ อรุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงวิธีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยใช้สารละลาย Fe-EDTA ด้วยปฏิกิริยาการดูดซึม (Absorption) ข้อดีของสารละลาย Fe-EDTA คือ เลือกกำจัดได้เฉพาะก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสามารถฟื้นฟูสารละลายนำกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยทำการทดลองกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นประมาณ 5,000 ppm ทำปฏิกิริยากับสารละลาย Fe-EDTA ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิห้อง โดยเปรียบเทียบปฏิกิริยาการดูดซึมของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่มีอัตราการป้อนก๊าซอยู่ที่ 20, 30 และ 40 มิลลิเมตรต่อนาที และอัตราการฟื้นฟูของสารละลาย Fe-EDTA โดยการป้อนอากาศที่มีอัตราการไหล 50 มิลลิเมตรต่อนาที จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย Fe-EDTA ที่เหมาะสมต่อการทดลองมีค่าเท่ากับ 9.5 ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาการดูดซึมไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระบบมีค่า 0.0143, 0.0334 และ 0.0529 นาที⁻¹ ตามลำดับ

คำหลัก : ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารละลาย Fe-EDTA การดูดซึม จลนพลศาสตร์

Abstract

The aim of this research was to study hydrogen sulfide removal using Fe-EDTA solution by an absorption technique. The advantages of this method are low temperature operation, only hydrogen sulfide removal, and Fe-EDTA solution can be regenerated and sulfur precipitate can be got off easily. The initial concentration of hydrogen sulfide about 5,000 ppm was prepared by chemical reaction. The absorption with 0.2 mmol/L Fe-EDTA solution was investigated by varying hydrogen sulfide gas feed rate at 20, 30 and 40 mL/min at room temperature. The regenerations were performed with an air flowrate of 50 mL/min after the outlet gas from the absorption column monitored to 50 ppm H₂S. The result showed that pH of Fe-EDTA solution at 9.5 was suitable for investigation of H₂S removal. The kinetic reaction rate of hydrogen sulfide removal were 0.0143, 0.0334 and 0.0529 min⁻¹ for the hydrogen sulfide feed rate of 20, 30 and 40 mL/min, respectively.

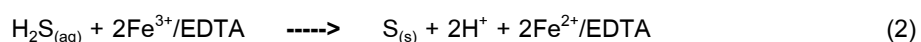
Keywords : Hydrogen sulfide , Fe-EDTA solution , Absorption, kinetic reaction

1. บทนำ

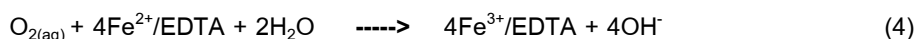
ในปัจจุบันมีความต้องการในการใช้พลังงานเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้เพื่อการคมนาคม การผลิตกระแสไฟฟ้าหรือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม อีกทั้งราคาของพลังงานเชื้อเพลิงปิโตรเลียมมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้พลังงานทดแทนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่สามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงปิโตรเลียมได้ ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนอย่างหนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้แทนก๊าซธรรมชาติหรือเชื้อเพลิงปิโตรเลียมได้ ก๊าซชีวภาพเกิดจากการหมักย่อยสลายของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านั้นได้แก่ ขยะเปียก เศษอาหาร มูลสัตว์ หรือซากพืชซากสัตว์ เป็นต้น ก๊าซชีวภาพโดยมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-70% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-40% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N) และไอน้ำ [1] เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจน ซัลไฟด์ (H_2S) เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุน สามารถติดไฟได้ เป็นก๊าซมีพิษ อีกทั้งยังมีฤทธิ์กัดกร่อนจำพวกโลหะ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นในก๊าซชีวภาพก่อนที่จะนำไปใช้งาน เพื่อความปลอดภัยต่อร่างกาย ลดการเสียหายของอุปกรณ์จำพวกโลหะ และยังเป็นการเพิ่มคุณภาพของก๊าซชีวภาพอีกด้วย

วิธีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำได้หลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น การใช้จุลินทรีย์ *Thiobacillus thioparus*, *Green nonsulfur bacteria* สกุล *Chloroflexus* เป็นต้น ซึ่งมีความสามารถในการเปลี่ยนไฮโดรเจน ซัลไฟด์เป็นซัลเฟอร์ แล้วจึงแยกซัลเฟอร์ออกจากเซลล์ [2] แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ ต้องทำการเลี้ยงเชื้อ และควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อเชื้อจุลินทรีย์เช่น สารอาหาร, แสงแดด, อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ตาย ซึ่งทำให้ระบบกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ไม่มีความเสถียร เทคนิคการดูดซับ (Adsorption) เป็นวิธีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจน ซัลไฟด์โดยใช้สารตัวทำปฏิกิริยาที่มีสถานะเป็นของแข็ง เช่น ผลึกนาโน Fe/MgO [3] ซึ่งมีวิธีเตรียมสารหลายขั้นตอน จึงอาจจะไม่สะดวกต่อการนำมาประยุกต์ใช้ทั่วไปในระดับชุมชนได้ เทคนิคการดูดซึม (Absorption) เป็นวิธีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจน ซัลไฟด์โดยใช้สารตัวทำปฏิกิริยาที่มีสถานะเป็นของเหลวหรือสารละลาย เช่น สารละลาย NaOCl ซึ่งสามารถแยกซัลเฟอร์จากไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้อยู่ในรูปของตะกอน Na_2SO_4 [4] แต่เนื่องจากสารละลายตัวนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงในการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารละลายอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมากำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้เป็นอย่างดีคือสารละลาย Fe-EDTA ข้อดีของสารละลายตัวนี้คือ สามารถดำเนินการภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำและความดันบรรยากาศ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงวิธีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยใช้สารละลาย Fe-EDTA ด้วยปฏิกิริยาการดูดซึม (Absorption) [5] โดยมีสมการการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้



หลักการของปฏิกิริยาเกิดขึ้นโดย ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะถูกเปลี่ยนสถานะจากแก๊สไปเป็นสารละลาย (สมการที่ 1) จากนั้นจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบเหล็กในสารละลาย Fe-EDTA ทำให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ถูกทำให้อยู่ในรูปของสารประกอบซัลเฟอร์ (สมการที่ 2) จากปฏิกิริยาข้างต้นประจุของเหล็กในสารละลายจะถูกลดประจุลงจาก Fe^{3+} เป็น Fe^{2+} แต่สามารถทำการฟื้นฟู (Regenerate) ประจุกลับมาได้ใหม่ เพื่อสามารถหมุนเวียนใช้ $\text{Fe}^{3+}/\text{EDTA}$ เพื่อกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้อีก โดยผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนดังสมการที่ 3-4 โดยปริมาณออกซิเจนสุทธิที่ใช้ในการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ แสดงตามสมการที่ 5

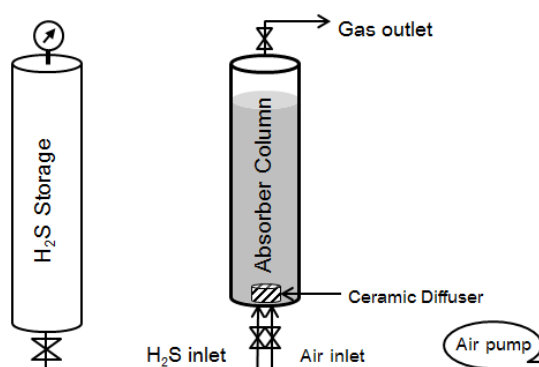


โดยซัลเฟอร์ที่แยกได้จะอยู่ในรูปของตะกอนซัลเฟอร์ ซึ่งสามารถแยกตะกอนได้โดยเทคนิควิธีที่เหมาะสม เช่น การกรอง หรือการตกตะกอนของแข็ง เป็นต้น

2. อุปกรณ์และสารเคมี

2.1 อุปกรณ์

รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยหอเก็บก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำจากท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว class 13.5 มีความยาว 1 เมตร มีปริมาตรภายในประมาณ 5 ลิตร และหอทำปฏิกิริยาดูดซึม ทำจากท่ออะคริลิกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5.4 เซนติเมตร หนา 0.3 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร ส่วนล่างของหอมีหัวฟูเซรามิก (Ceramic Diffuser) ทำหน้าที่ปล่อยก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้เป็นฟอง เพื่อทำปฏิกิริยากับสารละลาย



รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.2 สารเคมี

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เตรียมโดยการซังสารโซเดียมซัลไฟด์ ($\text{Na}_2\text{SxH}_2\text{O}$) 0.085 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เต็มกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.080 กรัม ทำการปิดฝาให้แน่นแล้วเขย่าให้เข้ากัน รอจนสารทั้งสองทำปฏิกิริยาจนได้ไอของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จากนั้นจึงทำการเป่าอากาศผ่านไอของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เข้าไปยังหอเก็บก๊าซแล้วอัดอากาศจนภายในมีความดัน 1 บาร์ ทำการวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ผสมอยู่ในอากาศในหอเก็บก๊าซ ด้วยเครื่องวัดก๊าซชีวภาพ (Gas Data GFM416 Biogas Analyzer) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เตรียมได้จะมีความเข้มข้นประมาณ 5,000 ppm

สารละลาย Fe-EDTA ที่ความเข้มข้น 0.2 , 0.3 มิลลิโมลต่อลิตร เตรียมจาก EDTA Ferric mono sodium salt ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2\text{FeNa}\cdot\text{H}_2\text{O}$) 0.077 และ 0.116 กรัมตามลำดับ ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Hanon, Model I3, Series no. Re1404004) จากนั้นทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย Fe-EDTA ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร

3. วิธีการทดลอง

3.1 วิธีตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย และการหาสภาวะที่เหมาะสมของสารละลาย Fe-EDTA

เตรียมสารละลาย Fe-EDTA ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 มิลลิโมลต่อลิตร ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร จากนั้นจึงนำตัวอย่างของสารละลาย Fe-EDTA ที่เตรียมได้ ประมาณ 4 มิลลิลิตร ไปทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer เพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมต่อการอ่านค่าความเข้มข้นของสารละลาย

3.2 การหาปฏิริยาการดูดซึมของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยการเปรียบเทียบระหว่างการใส่สารละลาย Fe-EDTA กับน้ำกลั่น

เตรียมสารละลาย Fe-EDTA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิโมลต่อลิตร (pH 9.5) ปริมาตร 1 ลิตร เทลงในหอทำปฏิริยา จากนั้นทำการป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้นประมาณ 5,000 ppm ที่อัตราการไหล 20 มิลลิลิตรต่อนาที ทำการวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ขาออกด้วยเครื่องวัดก๊าซชีวภาพและบันทึกผลการทดลอง แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้งโดยเปลี่ยนจากการใช้สารละลาย Fe-EDTA เป็นน้ำกลั่น (pH 9.5) ปริมาตร 1 ลิตร

3.3 การหาปฏิริยาการดูดซึมของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยสารละลาย Fe-EDTA

ในการทดลอง จะทำการเปรียบเทียบการป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่อัตราการไหล 20, 30 และ 40 มิลลิลิตรต่อนาที โดยเตรียมสารละลาย Fe-EDTA ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลต่อลิตร (pH 9.5) ปริมาตร 1 ลิตร เทลงในหอทำปฏิริยา ทำการป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ขาออก ด้วยเครื่องวัดก๊าซชีวภาพจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าได้ถึง 50 ppm หรือประมาณ 1% ของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ขาเข้าจึงถือเป็นการสิ้นสุดปฏิริยารอบที่ 1 หยุดป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์แล้วทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย Fe-EDTA ที่เปลี่ยนแปลงไป จากนั้นให้ทำการฟื้นฟูสารละลาย Fe-EDTA โดยการเปลี่ยนมาป้อนอากาศที่อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ทำการทดลองซ้ำอีกรอบ ด้วยอัตราการป้อนก๊าซเท่าเดิมจนกระทั่งสิ้นสุดปฏิริยา

4. ผลการทดลอง

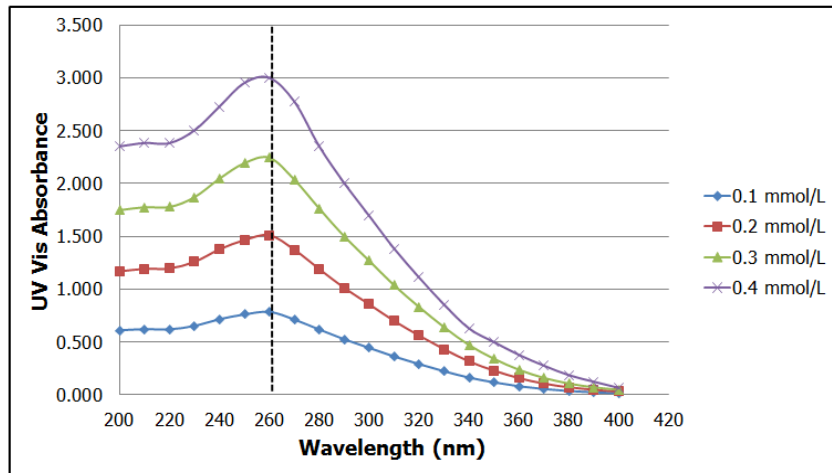
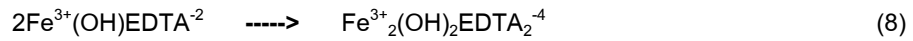
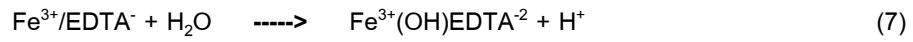
4.1 การตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย และสภาวะที่เหมาะสมของสารละลาย Fe-EDTA

ค่าความยาวคลื่นแสงของเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของสารละลาย Fe-EDTA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ นั้นมีค่า 260 นาโนเมตร (รูปที่ 2) และเนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายมีผลต่อการแตกตัวเป็นประจุ HS^- (รูปที่ 3) และมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตั้งแต่ 7 ขึ้นไป พบว่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่อยู่ในน้ำ ซึ่งมีผลต่อปฏิริยาดูดซึมซัลเฟอร์และมีประจุ HS^- มากที่สุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 9.5

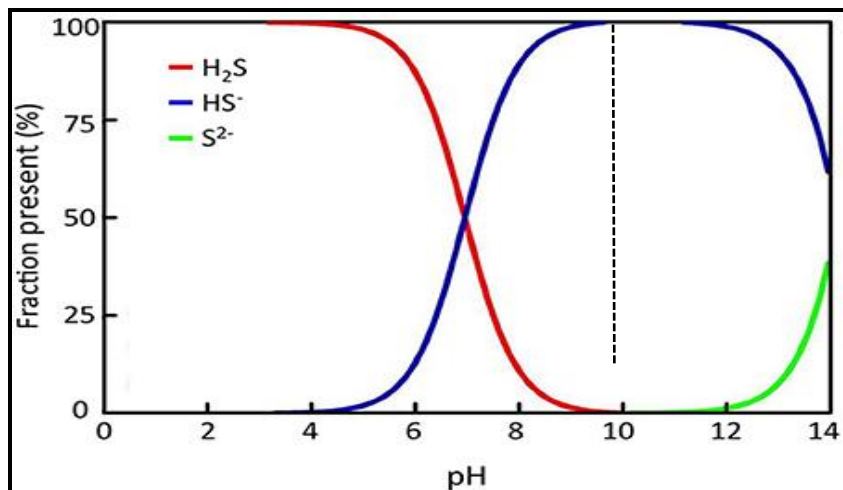


หลังจากปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในสารละลาย Fe-EDTA ให้เพิ่มมากขึ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร พบว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Fe-EDTA ที่อ่านได้จากเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer มีค่าเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ลดลง (รูปที่ 4) ซึ่งเป็นผลมาจาก Fe-EDTA ทำปฏิริยากับ OH^- ที่มีอยู่ในระบบ จึงทำให้เกิด $\text{Fe}(\text{OH})\text{EDTA}$ [7] ดังสมการที่ 7 และ 8 และค่าการดูดกลืนแสงมีค่าลดลง

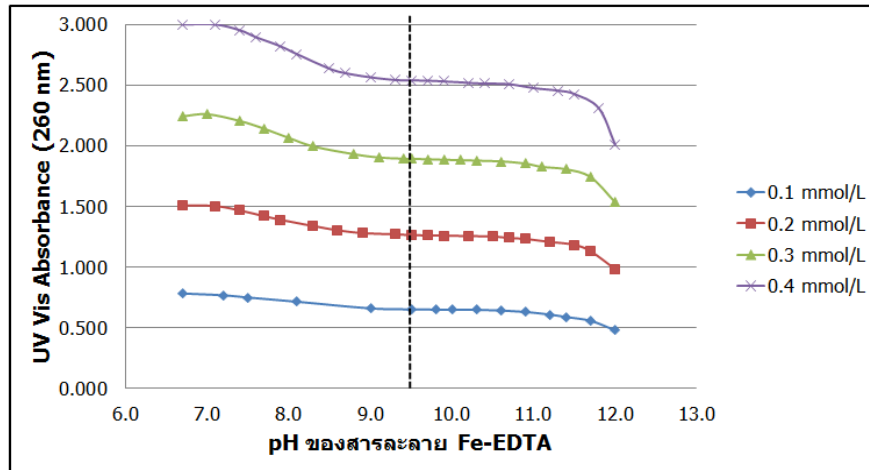
อย่างต่อเนื่องที่ pH มากกว่า 10 ขึ้นไป ดังนั้นค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย Fe-EDTA ที่มีความเสถียร และมีผลต่อความเข้มข้นของสารละลาย Fe-EDTA ที่น้อยที่สุดจึงมีค่าเท่ากับ 9.5



รูปที่ 2 ผลของค่าการดูดกลืนแสงและความยาวคลื่นของ UV-Vis spectrophotometer ที่มีต่อสารละลาย Fe-EDTA ที่ความเข้มข้นค่าต่างๆ



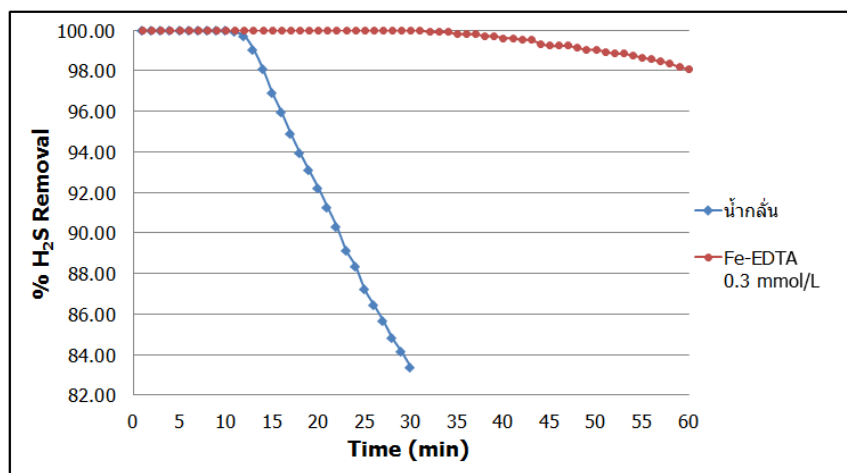
รูปที่ 3 ผลของปริมาณ H_2S , HS^- , S^{2-} และค่า pH ของน้ำ



รูปที่ 4 ผลของค่าการดูดกลืนแสงของ UV-Vis spectrophotometer
ต่อค่า pH ของสารละลาย Fe-EDTA

4.2 ปฏิกริยาการดูดซึมของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เปรียบเทียบระหว่างการใส่สารละลาย Fe-EDTA กับ น้ำกลั่น

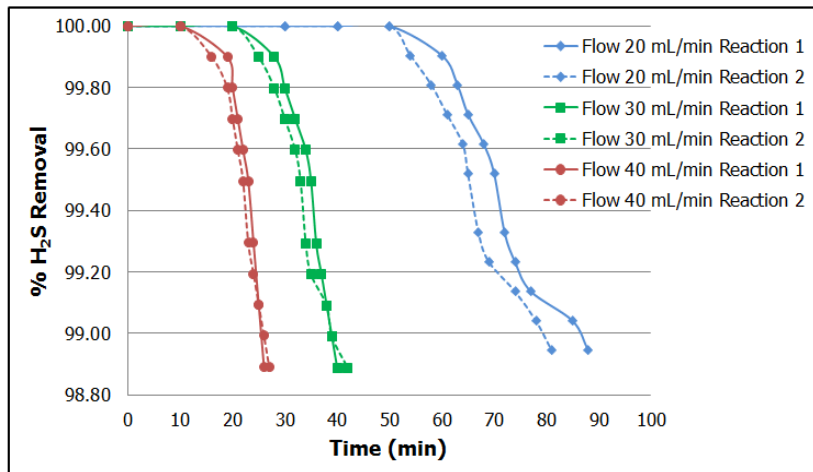
จากการทดลองบ่อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่มีความเข้มข้นประมาณ 5,000 ppm ด้วยอัตราการไหล 20 มิลลิลิตรต่อนาที โดยเปรียบเทียบระหว่างการใส่สารละลาย Fe-EDTA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิโมลต่อลิตร (pH 9.5) ปริมาตร 1 ลิตร กับน้ำกลั่น (pH 9.5) ปริมาตร 1 ลิตร ผลการทดลองแสดงตามรูปที่ 5 พบว่าสารละลาย Fe-EDTA ยังให้ร้อยละการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่สูงกว่าการใช้น้ำกลั่น ซึ่งแสดงว่าสารละลาย Fe-EDTA มีประสิทธิภาพการดูดซึมไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ดีกว่าน้ำกลั่น



รูปที่ 5 ผลของประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์
โดย Fe-EDTA 0.3 mmol/L (pH 9.5) และน้ำกลั่น (pH 9.5)

4.3 ปฏิริยาดูดซึมของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยสารละลาย Fe-EDTA

รูปที่ 6 แสดงผลของการป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซที่ 20, 30 และ 40 มิลลิลิตรต่อนาทีในสารละลาย Fe-EDTA ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลต่อลิตร (pH 9.5) ปริมาตร 1 ลิตร พบว่าที่อัตราการไหลของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 40 มิลลิลิตรต่อนาทีใช้เวลาทำปฏิริยาน้อยกว่าที่อัตราการป้อนของก๊าซที่ 30 และ 20 มิลลิลิตรต่อนาทีตามลำดับ และในการทำปฏิริยารอบที่ 2 จะพบก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างจากการทำปฏิริยารอบแรก



รูปที่ 6 ผลของประสิทธิภาพการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์
โดย Fe-EDTA 0.2 mmol/L (pH 9.5) ต่ออัตราการไหลของ H₂S

จากปฏิริยาการดูดซึมไฮโดรเจนซัลไฟด์ในรอบที่ 1 เราสามารถหาปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ดูดซึมอยู่ในระบบได้จากสมการที่ 9 และเมื่อพิจารณาอัตราการดูดซึมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์กับเวลาตามรูปที่ 7 พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือแสดงการลดลงแบบอันดับหนึ่ง (First order) ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิริยาของ H₂S จึงหาได้จากสมการที่ 10-12

$$H_2S_{\text{ในระบบ}} = (H_2S_{\text{in}} - H_2S_{\text{out}}) \times \frac{\text{อัตราการไหล}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times \text{เวลา} \quad (9)$$

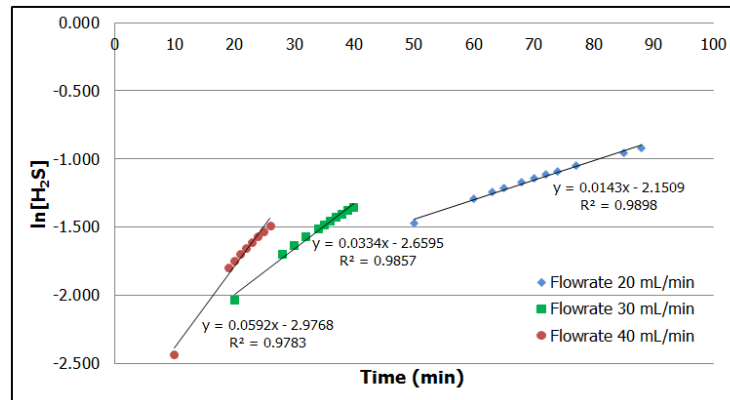
$$\text{Rate of } H_2S = d[H_2S]/dt = k[H_2S] \quad (10)$$

เมื่ออินทิเกรตสมการจะได้ความสัมพันธ์

$$[H_2S]_t = [H_2S]_{t=0} e^{-kt} \quad (11)$$

จัดรูปแบบสมการได้

$$\ln[H_2S]_t = kt + \ln[H_2S]_{t=0} \quad (12)$$



รูปที่ 7 ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ดูดซึมอยู่ในระบบต่อเวลาในการทำปฏิกิริยา

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ในการเกิดปฏิกิริยาการดูดซึมไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระบบ

ความเข้มข้น H ₂ S ที่ขาเข้า		อัตราการไหล (mL/min)	ค่าคงที่การ ดูดซึม H ₂ S ในระบบ (min ⁻¹)	ค่า R ²
(ppm)	(mmol/L)			
5210	0.2293	20	0.0143	0.9898
4935	0.2176	30	0.0334	0.9857
4960	0.2183	40	0.0529	0.9783

5.สรุปผลการทดลอง

การทดลองกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยสารละลาย Fe-EDTA พบว่าค่าความยาวคลื่นแสงของเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของสารละลาย Fe-EDTA มีค่า 260 นาโนเมตร และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย Fe-EDTA ที่เหมาะสมต่อการทดลองมีค่าเท่ากับ 9.5 ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้การกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์มีประสิทธิภาพดีที่สุด จากการทดลองพบว่าค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาการดูดซึมไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระบบมีค่าแปรผันตรงกับอัตราการป้อนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เข้าไปในระบบ โดยถ้าอัตราการไหลมาก ก็จะทำให้มีไฮโดรเจนซัลไฟด์สะสมอยู่ในระบบมาก และส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาน้อยกว่าที่อัตราการไหลของก๊าซต่ำ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, แหล่งที่มา <http://th.wikipedia.org/wiki/ก๊าซชีวภาพ>, เข้าดูเมื่อวันที่ 08/06/2558
- [2] สุภาพร หวังศิริเจริญ และวสุ ปฐมอารีย์. การกำจัดก๊าซไฮโดรเจน ซัลไฟด์ที่ปนเปื้อนในก๊าซชีวภาพโดย จุลินทรีย์, วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 37 (2552) หน้า 130-136.
- [3] Nirattisai Rakmaka, Wisitsree Wiyaratnb, Charun Bunyakana, Juntima Chungsiriporna. Synthesis of Fe/MgO nano-crystal catalysts by sol-gel method for hydrogensulfide removal. Chemical Engineering Journal. 162 (2010), p. 84-90.

- [4] Luke Chen, James Huang and Chen-Lu Yang. Absorption of H₂S in NaOCl Caustic Aqueous Solution. *Environmental Progress*. 20 (2001) p. 175-181.
- [5] L.M. Frare, M.G.A. Vieira, M.G.C. Silva, N.C. Pereira, and M.L. Gimenes. Hydrogen Sulfide Removal from Biogas Using Fe/EDTA Solution Gas/Liquid Contacting and Sulfur Formation. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, Vol.29, No.1
- [6] Marianne Holmer and Harald Hasler-Sheetal. Sulfide intrusion in seagrasses assessed by stable sulfur isotopes. *Frontiers in Marine Science*. November 2014, Vol. 1, Article 64.[7]Ryan Hutcheson and I. Francis Cheng. Dependence of the FeII/III/EDTA complex on pH. March 30, 2004