DIG5180023 ผศ.ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร

**เป็นหนังสือภาษาอังกฤษ**

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

# การกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแก๊สชีวภาพโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

# Removal of Hydrogen Sulfide in Biogas using Fe/MgO Catalyst

โดย ผศ.ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร และคณะ

พฤษภาคม 2552

# ABSTRACT

Biogas resources are from anaerobic digestion of industrial wastewater sludge such as palm oil and live stocks manure from cow farm or pock farm typically contains 500 to 3,000 ppmv of $H_2S$, depending on the solids composition. Biogas is typically used in factory boilers and engine generator to produce electricity for facility use and export to power grid. This research work was focused in synthesis of Fe/MgO nano-size catalyst for $H_2S$ degradation and characterizes the synthesized Fe/MgO nano-size catalyst for ensuring the formation of nano-crystal of MgO and Fe/MgO catalyst. The performance of the synthesized catalyst in $H_2S$ removal from biogas in catalytic wet oxidation system was performed by packed column. Fe species as the stable form Fe/MgO nano crystal synthesized by sol-gel technique and wet impregnation was used for the $H_2S$ degradation. Characterizations of the catalysts by XRD, TEM, and EDS were conducted and presented that the precursor solutions of $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ and $(COOH)_2.2H_2O$ in ethanol at molar ratio of 1:1 and calcinations temperature of 600°C for 2 h gave a minimum nano size (12.9 nm) with cubic phase MgO crystal. Wet impregnation of $Fe(NO_3)_3.9H_2O$ aqueous solution on the MgO crystal gave an effective Fe valance state on the Fe/MgO catalyst. The using of Fe/MgO nano-crystal as heterogeneous catalytic absorbent solution in the packed column system had promising results in the decomposition of $H_2S$ from biogas. The absorption parameter of L/G ratio at 15-20 $l/m^3$ and the regeneration of catalyst by $O_2$ in air bubbling at 20 l/min was preferable condition which had responsible for 100% $H_2S$ removal from biogas over operating time. No $CH_4$ degradation in the biogas occurs by the catalytic reaction during the absorption process. From the application of Fe/MgO nano-crytal catalyst as an absorbent, it can be concluded that the Fe species on the catalyst appear well suited with high capacity for $H_2S$ oxidation from biogas by redox reaction and effective regeneration for continuous running.



**Keywords:** sol-gel synthesis, hydrogen sulfide, nano-crystal, magnesium oxide, Fe/MgO

# บทคัดย่อ

แก๊สชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนที่ผลิตได้จากของเสีย เศษขยะ มูลสัตว์ และน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ ด้วยการหมักแบบไร้อากาศ แก๊สชีวภาพถูกนำไปใช้งานในการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้กับเครื่องยนต์ระบายอากาศในฟาร์มสุกร ใช้กับเครื่องกกลูกหมู ใช้ให้ความร้อนแทนแก๊สหุงต้ม และให้ความร้อนในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากแก๊สชีวภาพมีส่วนประกอบที่เป็นอันตรายต่อการนำแก๊สชีวภาพไปใช้งาน คือ แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($H_2S$) ที่ความเข้มข้น 500 to 3,000 ppmv งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการกำจัด $H_2S$ ในแก๊สชีวภาพโดยการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา Fe/MgO ขนาดผลึกนาโน (nano-crystal) เพื่อใช้ในการบำบัด $H_2S$ ในแก๊สชีวภาพ โดยทำการสังเคราะห์ตัวรองรับ MgO จากสารตั้งต้น $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ และ $(COOH)_2.2H_2O$ ด้วยเทคนิคโซล-เจลและวิธีการละลาย ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD, TEM, และ EDS พบว่า วิธีการสังเคราะห์ MgO ทั้งสองวิธีนี้และการ Calcination ที่ 600°C ทำให้ได้ผลึกในรูป MgO ที่มีขนาดนาโน โดยเทคนิคโซล-เจลที่สัดส่วนเชิงโมลเป็น 1:1 จะให้อนุภาค MgO ที่มีขนาดเล็กที่สุด การ Impregnation ตัวเร่งปฏิกิริยา Fe ลงบนพื้นผิวของผลึกนาโนของ MgO ทำให้ได้ตัวเร่งปฏิกิริยา Fe/MgO ที่มี Fe กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นผิวของอนุภาคนาโนและยังคงมีขนาดเป็นอนุภาคนาโน สำหรับการนำตัวเร่งปฏิกิริยาไปทดสอบการใช้งานเป็นสารดูดซึมในการบำบัด $H_2S$ ในกระแสแก๊ส มีการดำเนินการทั้งในถังปฏิกรณ์แบบเซมิ-แบทช์และคอลัมน์ดูดซึมที่บรรจุด้วยวัสดุบรรจุ โดยมีการใช้กระแสแก๊สจำลองที่ปนเปื้อน $H_2S$ และแก๊สชีวภาพจากฟาร์มสุกร พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา Fe/MgO ที่ผลิตได้สามารถใช้เป็นสารดูดซึมในการบำบัด $H_2S$ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ทำให้แก๊สมีเทนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในแก๊สชีวภาพโดนทำลาย และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ผ่านการทำปฏิกิริยากับ $H_2S$ แล้วสามารถฟื้นฟูสภาพได้ด้วยการเติมออกซิเจนจากกระแสอากาศผ่านของเหลวดูดซึมที่อัตราการไหลที่เหมาะสม ดังนั้นการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดผลึกนาโน Fe/MgO ในระบบหอดูดซึมจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำไปสู่การใช้งานจริงในการผลิตแก๊สชีวภาพจากฟาร์มสุกรหรือโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยจะต้องมีการต่อยอดงานวิจัยเพิ่มเติมในการที่จะปรับปรุงให้ตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในรูปแบบที่มีความเสถียรและสามารถใช้งานในระบบได้นานโดยทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ต่ำ

**Keywords:** โซล-เจลเทคนิค, ไฮโดรเจนซัลไฟด์, ผลึกนาโน, แมกนีเซียมออกไซด์, Fe/MgO