

ผกามาส เกาะเหมือน : การศึกษาการผลิตแก๊สชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง และการแยกแก๊สชีวภาพจำลองด้วยวิธีการดูดซับ (STUDY OF PRODUCTION OF BIOGAS FROM CASSAVA PULP AND SIMULATED BIOGAS SEPARATION BY ADSORPTION METHOD)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อดิชาติ วงศ์กอบลาภ, 111 หน้า.

คำสำคัญ: แก๊สชีวภาพ/กากมันสำปะหลัง/การดูดซับ/แก้วพรุน

มันสำปะหลังเป็นพืชทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย และถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายส่งผลให้เกิดกากของเสียจากกากมันสำปะหลังมากเกินความต้องการ และส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งกากมันสำปะหลังเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบที่สำคัญเป็นแป้งจึงเกิดความสนใจในการนำกากมันสำปะหลังมาใช้ในการผลิตแก๊สชีวภาพ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักแก๊สชีวภาพโดยศึกษาปัจจัยของอัตราส่วนกากมันสำปะหลังต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ 1:2 1:1 และ 3:2 โดยน้ำหนักของแข็ง และค่า pH เริ่มต้นในการหมักแก๊สชีวภาพที่ ค่าควบคุม 7 และ 8 ที่อุณหภูมิห้อง ทำการหมักในสภาวะไร้อากาศด้วยระบบแบบกะในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab-scale) และทำการศึกษาในถังหมักขนาดใหญ่ ทำการตรวจวัดปริมาณแก๊สชีวภาพ และองค์ประกอบของแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้น อีกทั้งการผลิตแก๊สชีวภาพมีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อพัฒนาปรับปรุงคุณภาพแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นจึงศึกษาการแยกแก๊สด้วยวิธีการดูดซับโดยใช้แก้วพรุน และแก้วพรุนที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วยนิกเกิลเป็นวัสดุทางเลือกในการดูดซับ ทำการศึกษาการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนจากการทดลองด้วยเครื่อง high pressure volumetric analyzer (HPVAII) ที่อุณหภูมิ 0 และ 25 องศาเซลเซียส ที่ความดันตั้งแต่ 0.1-50 บาร์ อีกทั้งได้ศึกษาการแยกแก๊สชีวภาพด้วยแก้วพรุนโดยใช้ระบบการดูดซับในเบตนิ่ง และอาศัยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ Grand Canonical Monte Carlo (GCMC) มาศึกษากลไก และพฤติกรรมของการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนในวัสดุแก้วพรุน

จากการศึกษาการหมักแก๊สชีวภาพพบว่าอัตราส่วนของกากมันสำปะหลังต่อเชื้อจุลินทรีย์มีผลต่อการผลิตแก๊สชีวภาพเมื่อปริมาณกากมันสำปะหลังเพิ่มสูงขึ้นก่อให้เกิดการผลิตแก๊สชีวภาพได้สูงขึ้นในการศึกษาระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าที่อัตราส่วน 3:2 สามารถผลิตแก๊สชีวภาพสะสมได้สูงสุดที่ 3.9 ลิตร ในขณะที่การศึกษาในถังหมักขนาดใหญ่อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการหมักเชื้อจุลินทรีย์กับกากมันสำปะหลังในงานวิจัยนี้ คือที่อัตราส่วน 1:1 โดยที่ไม่ต้องทำการปรับค่า pH เริ่มต้นในการหมักแก๊สชีวภาพ สามารถผลิตแก๊สชีวภาพสะสมได้สูงถึง 44 ลิตร ในระยะเวลา 30 วัน และสามารถผลิตแก๊สชีวภาพที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน 65.4% และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 24.5% โดยปริมาตร ในระยะเวลา 7 วัน

ในส่วนของการศึกษาการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนในแก้วพรุนจากการทดลองพบว่าแก้วพรุน และแก้วพรุนที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วยนิกเกิลสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่ามีเทน เนื่องจากโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลแก๊สทั้งสองชนิดที่แตกต่างกัน แก้วพรุนจึงเป็นวัสดุดูดซับที่มีความเหมาะสมต่อการแยกแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อปรับปรุงคุณภาพแก๊สชีวภาพ เมื่อทำการปรับปรุงพื้นผิวแก้วพรุนด้วยโลหะนิกเกิลพบว่านิกเกิลที่มีความ

เข้มข้น 1-3% ช่วยเพิ่มปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าแก้วพรุนที่ไม่ได้ปรับปรุงพื้นผิวด้วยนิกเกิลในแก้วพรุนที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ แต่ในแก้วพรุนที่มีรูพรุนขนาดเล็กมีการบดบังที่รูพรุนขนาดเล็กเมื่อปรับพื้นผิวที่นิกเกิลความเข้มข้นสูงทำให้เกิดการดูดซับได้ลดลง สำหรับการดูดซับมีเทนพบว่าปริมาณการดูดซับมีเทนสูงขึ้นเมื่อแก้วพรุนมีพื้นที่ผิว และปริมาตรรูพรุนขนาดเล็กสูงกว่า และการปรับปรุงพื้นผิวด้วยโลหะนิกเกิลพบว่านิกเกิลไม่ส่งผลต่อการดูดซับมีเทนปริมาณการดูดซับใกล้เคียงกันเมื่อเป็นแก้วพรุนชนิดเดียวกัน การศึกษานี้เป็นการดูดซับทางกายภาพโดยส่วนใหญ่ และเกิดการดูดซับทางเคมีเกิดขึ้นเล็กน้อยในแก้วพรุนที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วยนิกเกิลในช่วงเริ่มต้นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

การศึกษาพฤติกรรมของการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนที่ได้จากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยใช้แผ่นซิลิคอนเตตระออกไซด์เป็นแบบจำลองของแผ่นแก้วพรุนพบว่ารูพรุนขนาดเล็กสามารถดูดซับได้ดีกว่ารูพรุนขนาดใหญ่ เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของแก๊สทั้งสองชนิดกับแผ่นแก้วพรุน และพบว่าเมื่อปรับปรุงพื้นผิวด้วยนิกเกิลเมื่อความเข้มข้นสูงส่งผลให้ปริมาณการดูดซับสูงขึ้นเนื่องจากค่าพลังงานของนิกเกิลที่สูงกว่าพื้นผิวแก้วพรุน เมื่อศึกษาการจัดวางนิกเกิลบนพื้นผิวพบว่าในรูพรุนขนาดเล็กนิกเกิลมีการจัดเรียงอยู่ที่บริเวณขอบของแผ่นแก้วพรุน และรูพรุนขนาดใหญ่จะมีการจัดเรียงแบบกระจายจากการศึกษาการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนด้วยแก้วพรุนจากแบบจำลองสามารถอธิบายกลไก และพฤติกรรมของการดูดซับจากการทดลองได้เป็นอย่างดี



PAKAMAS KOHMUEAN : STUDY OF PRODUCTION OF BIOGAS FROM CASSAVA PULP AND BIOGAS SEPARATION BY ADSORPTION METHOD

THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. ATICHAT WONGKOBLAP, Ph.D., 111 PP.

Keywords: BIOGAS/CASSAVA PULP/ADSORPTION/POROUS GLASS

In Thailand, cassava is an important agricultural crop. Cassava residue generates excessive waste because of its widespread use in industry and has an effect on the environment. There is interesting in using cassava residue for the production of biogas because it is an organic substance with a necessary component like starch. This studies was investigated the ratio of cassava pulp to microorganisms of 1:2, 1:1, and 3:2 as well as the initial pH of fermentation biogas at control values, 7 and 8 at ambient temperature in order to determine the optimal conditions for biogas fermentation. The fermentation conducts in a batch system at a laboratory scale and large fermenters, under anaerobic conditions. The amount of biogas produced and composition of gas were analyzed. In addition, biogas production composes of methane and carbon dioxide ; therefore, gas separation by adsorption using porous glass and porous glass impregnated with nickel were studied in order to improve the quality of the biogas produced. In adsorption, carbon dioxide and methane adsorption were studied using high pressure volumetric analyzer (HPVAll) apparatus at 0 and 25 °C and pressures ranging from 0.1 to 50 bar. Additionally, a fixed bed adsorption system was used to study the biogas separation by porous glass. The Grand Canonical Monte Carlo (GCMC) computer simulation was used to study the mechanism and behavior of carbon dioxide and methane adsorption in porous glass.

From the study of biogas fermentation, it was found that the ratio of cassava pulp to microorganisms had an effect on biogas production when the amount of cassava pulp was increased, resulting in higher biogas production. In laboratory studies, it was found that at a 3:2 ratio, the maximum biogas production was 3.9 liters, while in the study in large fermenters, the ratio was suitable for microorganisms fermenting cassava pulp at a ratio of 1:1 without initial pH adjustment in biogas fermentation. It can produce up to 44 liters of biogas in 30 days, and it can produce biogas with a composition of 65.4% methane and 24.5% CO₂ by volume in 7 days.

The study of methane and carbon dioxide adsorption in porous glass and porous glass with nickel show that the adsorption of carbon dioxide better than

methane, due to the molecular structure and binding strength of molecules. Therefore, porous glass is a suitable adsorbent material for carbon dioxide gas separation to enhance the quality of biogas. When adding nickel metal to the porous glass in large pores of porous glass, it was discovered that nickel at a concentration of 1-3% improved the quantity of carbon dioxide absorption better than non-nickel on porous glass. However, when treat the surface at high concentrations of nickel results in decreasing in adsorption in the micropore of porous glass, which may be due to the result of the pore blocking effect. For methane adsorption, the amount of methane adsorption was greater when the porous glass had a larger surface area and a smaller pore volume. It was found that nickel, had no effect on the methane adsorption. This study involved mainly physical adsorption. A small amount of chemical adsorption occurred in the nickel on porous glass during the initial carbon dioxide adsorption.

The computer modeling of carbon dioxide and methane absorption in SiO_4 tetrahedron as porous glass revealed that small pores were more absorbent than large pores due to the attraction between the two gas molecules and the porous glass surface. It was found that when higher nickel surfaces concentration, the adsorption content is higher due to the higher nickel energy value than the porous glass surface. When study the surface placement of nickel, it was found that in microscopic pores, nickel was arranged at the edge of the porous glass surface and large pore sizes are distributed diffusely. From carbon dioxide and methane adsorption studies, which combined with porous glass from the model could explain the mechanism and adsorption behavior from the experiment as well.

School of Chemical Engineering
Academic Year 2022

Student' s Signature ศกาทาส์
Advisor' s Signature Michael Trip