

ถังปฏิกรณ์ไมโครอากาศแบบลูกผสมเป็นถังปฏิกรณ์บำบัดน้ำเสียประสิทธิภาพสูง พัฒนามาจากถังปฏิกรณ์แบบ UASB กับ Filter เพื่อลดข้อจำกัดของถังปฏิกรณ์ในด้านการถูกชะออกจากระบบและการอุดตัน การเร่งให้มีจุลินทรีย์เกาะและสร้างเป็นฟิล์มชีวบนวัสดุตัวกลางในช่วงแรกของการเริ่มต้นระบบ (Start Up) จึงมีความจำเป็น เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงและเสถียรภาพที่ดีในระยะยาว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพต่อการเกิดฟิล์มชีวบนวัสดุตัวกลางในช่วงแรกของการเริ่มต้นระบบ ศึกษาทดลองในถังปฏิกรณ์ลูกผสมขนาด 6 ลิตร ซึ่งบรรจุวัสดุตัวกลางที่เป็นเส้นใยไพล่อนทางด้านบนของถังปฏิกรณ์ มีความหนาแน่นของวัสดุตัวกลางบริเวณ Packed Bed 22 กก./ลบ.ม. การทดลองนี้ศึกษาการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพต่อความสามารถในการกระจายสารอาหารภายในถังปฏิกรณ์ ความสามารถในการพาชีวมวลขึ้นสู่บริเวณวัสดุตัวกลางและเกาะบนวัสดุตัวกลาง อัตราและช่วงเวลาของการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพภายในระบบบำบัดที่เหมาะสมและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพต่างๆ

จากผลการศึกษา พบว่าอัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ $0.6 \text{ v}_G/\text{v}_d$ มีความสามารถทำให้เกิดการกระจายสารอาหารภายในถังปฏิกรณ์ได้คล้ายคลึงกับเมื่อมีการไหลวนกลับของของเหลว $9.5 \text{ v}_L/\text{v}_d$ ถึงแม้ว่าความสามารถของก๊าซที่ให้ในระบบจะทำให้เกิดการกวนผสมที่ดีแต่เมื่อเปรียบเทียบความสามารถต่อการพาชีวมวลให้ขึ้นสู่บริเวณรอบและเกาะบนวัสดุตัวกลาง พบว่าที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ $0.6 \text{ v}_G/\text{v}_d$ และอัตราการไหลวนกลับของของเหลวไม่เพียงพอต่อการพาชีวมวลขึ้นสู่บริเวณรอบวัสดุตัวกลาง

จากการศึกษาอัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพต่อการเพิ่มปริมาณชีวมวลบนวัสดุตัวกลางซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การเพิ่มชีวมวลบนวัสดุตัวกลางเมื่อมีการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพในกรณีที่ป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่ไม่มีแหล่งคาร์บอน และการเพิ่มชีวมวลบนวัสดุตัวกลางเมื่อมีการไหล

วนกลับของก๊าซชีวภาพในกรณีที่ป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแหล่งคาร์บอน พบว่าเมื่อพิจารณาการเพิ่มชีวมวลบนวัสดุตัวกลางเนื่องจากอิทธิพลของการไหลวนกลับอย่างเดียว ที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ $1.8 \text{ } v_G/v_d$ สามารถพาชีวมวลขึ้นสู่บริเวณรอบวัสดุตัวกลางและเกาะบนวัสดุตัวกลางดีกว่าที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ $0.6 \text{ } v_G/v_d$ และที่อัตราการไหลวนกลับของของเหลว $9.5 \text{ } v_L/v_d$ แต่จากการทดลองชุดที่ป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแหล่งคาร์บอน พบว่านอกจากก๊าซชีวภาพที่อัตราการไหลวนกลับ $1.8 \text{ } v_G/v_d$ เป็นอัตราที่เพียงพอต่อการเพิ่มปริมาณชีวมวลบนวัสดุตัวกลางแล้วการเพิ่มชีวมวลบนวัสดุตัวกลางนอกจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบแล้วยังเกิดจากการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งสภาวะภายในถังปฏิกรณ์จะต้องเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ภายในระบบ นั่นคือมีค่าพีเอชประมาณ 7 ไม่มีกรดอินทรีย์ระเหยง่ายสะสมปริมาณมาก

จากการศึกษาอัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมต่อการพาชีวมวลขึ้นสู่บริเวณรอบวัสดุตัวกลางและเกาะบนวัสดุตัวกลางสูงสุด พบว่าที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ 0.2, 0.6 และ $0.9 \text{ } v_G/v_d$ ไม่เพียงพอต่อการพาชีวมวลขึ้นสู่บริเวณรอบวัสดุตัวกลาง ส่วนที่อัตราการไหลวนกลับก๊าซชีวภาพ $3.6 \text{ } v_G/v_d$ เป็นอัตราที่สูงเกินไปทำให้เกิดแรงเฉือนสูง ซึ่งแรงเฉือนทำให้จุลินทรีย์หลุดออกจากเส้นใยในลอน และหลุดจากระบบ แต่ที่อัตราการไหลวนกลับก๊าซชีวภาพ $1.8 \text{ } v_G/v_d$ เหมาะสมต่อการพาชีวมวลให้ลอยขึ้นสู่บริเวณรอบวัสดุตัวกลางและเกาะบนวัสดุตัวกลางมากที่สุด การเพิ่มชีวมวลบนวัสดุตัวกลางจะเกิดในสองสัปดาห์แรกเท่านั้น

จากการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเมื่อมีการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ 1.8, 2.7 และ $3.6 \text{ } v_G/v_d$ พบว่าที่อัตราการไหลวนกลับก๊าซชีวภาพ $2.7 \text{ } v_G/v_d$ ให้ประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด ที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ $1.8 \text{ } v_G/v_d$ มีกรดอินทรีย์ระเหยง่ายสะสมปริมาณมาก ทำให้ค่าพีเอชลดต่ำกว่า 6 อาจเกิดจากที่อัตราการไหลวนกลับนี้ทำให้การกวนผสมภายในถังปฏิกรณ์เกิดขึ้นไม่ดี (Dead Zone) ส่วนที่อัตราการไหลวนกลับ $3.6 \text{ } v_G/v_d$ เป็นอัตราที่สูงเกินไปทำให้จุลินทรีย์หลุดออกจากระบบ ที่อัตราการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพ $2.7 \text{ } v_G/v_d$ เป็นอัตราที่เหมาะสมต่อการพาชีวมวลขึ้นสู่บริเวณวัสดุตัวกลางและระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสูง ส่งผลให้มีปริมาณชีวมวลบนวัสดุตัวกลางสูงด้วย

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพมีผลต่อการเพิ่มชีวมวลบนวัสดุตัวกลาง ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราและช่วงเวลาที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่าที่อัตราการไหลวนกลับ $2.7 \text{ } v_G/v_d$ เป็นอัตราที่เหมาะสม และช่วงเวลาของการไหลวนกลับของก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมคือ ช่วงสองสัปดาห์แรกของการเริ่มต้นระบบ หลังจากนั้นการเพิ่มของชีวมวลขึ้นอยู่กับกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Combining the advantages of an Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) and Anaerobic Filter, anaerobic hybrid reactor becomes a promising high efficiency reactor capable of treating rather high suspended solid waste. This type of reactor depends heavily on the biofilm formation on the supporting media. To reach its high performance faster, the acceleration of biofilm growth would be necessary particularly during start up period. This research was conducted to explore the influence of produced biogas recirculation on the accumulation of biomass on the media during start up. Six-liter reactors equipped with nylon fiber as the media were used. The density of the media was 22 kg/m^3 . The experiments were designed to study the ability of different gas flow rates to carry the biomass to the media and its effect on the treatment parameters.

The study showed that $0.6 \text{ v}_G/\text{v/d}$ of biogas yielded similar results in term of substrate distribution compared to the recirculation of liquid ($9.5 \text{ v}_L/\text{v/d}$). However, this small flow rate of gas could not do well when it came to biomass distribution. To be able to blow the biomass from bottom to the top where the media were present, higher flow rate was needed. The influence of biogas recirculation to increase biomass accumulation on the media was separated into 2 experiments. The first experiment studied the biomass accumulation with biogas recirculation without growth effect (no carbon source in the synthetic waste). The other experiment was done with normal synthetic waste to detect the consequence of having the substrate on its treating performance. When considering only the recirculation effect, higher gas flow rate ($1.8 \text{ v}_G/\text{v/d}$) increased the amount of

biomass on the media compared to both lower flow rate ($0.6 \text{ v}_G/\text{v/d}$) and even higher liquid flow rate ($9.5 \text{ v}_L/\text{v/d}$). When the substrate was present in the feed, however, the number of biomass on the media increased even faster and generated more biogas to the system.

To increase the amount of biomass on the media using either liquid or especially biogas recirculation, one of the problems that may come with it is the biomass washout. Therefore proper flow rate should be applied to the system to provide more benefit than troubles. The study indicated that the gas flow rates of 0.2, 0.6 and $0.9 \text{ v}_G/\text{v/d}$ were too low to promote the biomass accumulation on the media, whereas $3.6 \text{ v}_G/\text{v/d}$ was a bit too high causing a biomass detachment from the media. The biomass washout was also a huge problem with the high rate. High biomass accumulation around and on the media was found with the gas flow rate of $1.8 \text{ v}_G/\text{v/d}$. Nevertheless, the gas recirculation took effect only the first two week of the application.

Considering the performance of the reactor with the gas recirculation of 1.8, 2.7 and $3.6 \text{ v}_G/\text{v/d}$, low gas rate resulted in acid accumulation within the system causing pH to drop below 6 while high rate caused too much wash out problem. At $2.7 \text{ v}_G/\text{v/d}$, the system seemed to work very well in this experiment. The outcome demonstrated that the accumulation of the biomass occurred within the first two week using the recirculation method after that the growth of the biomass would take control. The biogas flow rate applied in the system should be about $2.7 \text{ v}_G/\text{v/d}$ in order to support the proper accumulation and the system's treating efficiency.