

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาไฮโดรไดนามิกส์และการผสมในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบอากาศยกที่บรรจุด้วยพอลิเมอร์ชีวภาพซึ่งเป็นของไหลนอนนิวโตเนียน ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบอากาศยก ขนาดความจุ 30 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลางของถังหมักเท่ากับ 0.19 เมตร ความสูง 1.00 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดริฟเท่ากับ 0.13 เมตร ความสูง 0.71 เมตร มีการให้อากาศภายในท่อดริฟ

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นสามส่วน ไฮโดรไดนามิกส์ การผสมและการพัฒนาแบบจำลองของการผสม โดยใช้สารละลายแซนแทนกัมสำเร็จความเข้มข้นร้อยละ 0-1.0 โดยน้ำหนัก แทนบรอกจิง ใช้อัตราการให้อากาศ 0 - 1.0 vvm ส่วนแรกเป็นการศึกษาไฮโดรไดนามิกส์ พบว่า การเพิ่มอัตราการให้อากาศทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของของเหลวเพิ่มขึ้นและเวลาในการวนครบรอบลดลง การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายแซนแทนทำให้การไหลวนลดลง เนื่องจากฟองอากาศที่ออกจากตัวให้อากาศเกิดการรวมตัวกันเป็นฟองขนาดใหญ่เคลื่อนที่ขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความปั่นป่วนมากขึ้นในท่อดริฟ แต่ในดาวน์คัมเมอร์มีการเคลื่อนที่น้อยและสังเกตเห็นรูปแบบการไหลแบบพาราโบลา และบริเวณของเหลวอยู่นิ่งในส่วนที่ติดกับผนังของถังหมักและท่อดริฟในดาวน์คัมเมอร์

ส่วนที่สองเป็นการศึกษาลักษณะการผสมโดยใช้เทคนิคการติดตามการตอบสนองของเทอร์ชเชอร์ ชั้นแรกได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการตอบสนองของเทอร์ชเชอร์ ซึ่งประกอบด้วยพีเอชเซนเซอร์ 4 ตัว สามารถวัดพีเอชพร้อม ๆ กันอย่างต่อเนื่อง บันทึกผลการวัดด้วยคอมพิวเตอร์โดยผ่าน ADDA data acquisition card จากผลการทดลองนำไปศึกษาการตอบสนองของเทอร์ชเชอร์ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ชั้นถัดมาใช้เครื่องมือดังกล่าวศึกษาเวลาที่ใช้ในการผสมและวิเคราะห์กลไกการผสม พบว่า สารละลายแซนแทนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักมีกลไกการผสมคล้ายคลึงกับการผสมในของไหลนิวโตเนียน (น้ำ) และใช้เวลาในการผสมน้อยกว่าน้ำ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายแซนแทนกัมสูงขึ้นเป็นร้อยละ 0.25 และ 0.5 โดยน้ำหนัก มีกลไกการผสมที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และใช้เวลาในการผสมนานขึ้น

ส่วนที่สามได้พัฒนาแบบจำลองโครงข่ายของโชน โดยคำนึงถึงรูปแบบการไหลของของไหลภายในถังปฏิกรณ์และได้นำค่าสัมประสิทธิ์การแลกเปลี่ยนมวลในแนวรัศมีมารวมอยู่ในแบบจำลองดังกล่าวด้วย ผลการซิมูเลชันพบว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้มีความยืดหยุ่นกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ที่มีการพัฒนามาก่อนหน้านี้ และเมื่อนำผลการซิมูเลชันมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดลองการตอบสนองของเทอร์ชเชอร์พบว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แต่การซิมูเลชันยังไม่จัดอยู่ในระดับที่ต้นักจึงควรมีการพัฒนาการเขียนโปรแกรม model fitting สำหรับฟิตเข้ากับข้อมูลที่ได้จากการทดลองต่อไป

In this work, hydrodynamics and mixing in an air-lift bioreactor containing non-Newtonian biopolymer was studied. The bioreactor capacity was 30 liter with 0.19 m in diameter and 1.0 m in height. The draft-tube was 0.13 m in diameter and 0.71 m in height. The air was introduced into the internal draft cavity.

This work was divided into three parts ; hydrodynamics, mixing and development of mixing models. The concentration range of xanthan solution used to represent real broth was 0 - 1.0 % by weight. The air flow rate was controlled between 0 - 1.0 vvm. Hydrodynamics observation revealed that increase in air flow rate resulted in stronger liquid movement, thus lower the circulation time. The increase in xanthan concentration reduced liquid circulation due to the coalescence of air bubble, forming fast-rising large bubbles. This resulted in an induced turbulence appearing in the draft internal, whereas the much lower movement and parabolic flow distribution across the section appeared in the downcomer. The stagnant zones were also observed at the reactor wall and the draft-tube boundary.

The second part concerned the study of mixing characteristics using tracer response technique. Firstly, data acquisition system for collecting tracer response data was developed. It consists of four pH sensors generating signal simultaneously and continuously, fed into a microcomputer through ADDA data acquisition card. The performance of the system was impressive. Secondly, the system was used to study mixing time and analysis of mixing mechanisms. It was found that the solution containing 0.1 % xanthan behaved similarly as that of Newtonian fluid (water) but the mixing time was lower. As xanthan concentration increased (0.25 and 0.5 % by wt.) the mixing mechanisms were much more complex and the mixing time got much longer.

In the third part of the work a network-of-zone model was developed, taking into account flow pattern inside the reactor and the mass exchange rate in radial direction. The simulation showed that it is more flexible than previous model. There was a good agreement between the actual tracer response data and that obtained from simulation, though the agreement can be improved by developing a program for model fitting optimization techniques.