

วิทยานิพนธ์นี้ ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการถ่ายเทความร้อนและมวลแบบลัมปี เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในช่วง Logarithmic phase ช่วง Stationary phase และ ผลจากการให้อากาศ การถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาความร้อนและการระเหย ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองหาสมการอัตราการเจริญจำเพาะที่ขึ้นกับอุณหภูมิ แบบจำลองที่ได้ถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง โดยเปรียบเทียบกับผลการทดลองในการหมักถั่วเหลือง 400 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกด้วยเชื้อ *Aspergillus oryzae* ในถังหมักแพคเบดแบบหยุดนิ่งขนาด 1060 ลิตร ความแตกต่างของอุณหภูมิและปริมาณน้ำในเบคระหว่างแบบจำลองกับผลการทดลองคือ 4.8 เคลวิน และ 0.23 กรัม น้ำต่อกรัม วัสดุหมักตามลำดับ ขั้นตอนการวิจัยต่อมาคือทำการทดสอบความไวของตัวแปรในแบบจำลองซึ่งได้แก่ ความหนาแน่นของวัสดุหมัก ค่าความจุความร้อนวัสดุหมัก ค่าสัมประสิทธิ์ผลได้ของพลังงานความร้อนจากมวลชีวภาพ และ ค่าสัมประสิทธิ์ผลได้ของน้ำ พบว่า ทั้งค่าสัมประสิทธิ์ผลได้พลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ผลได้ของน้ำจากมวลชีวภาพจะมีผลต่ออุณหภูมิ และ ปริมาณน้ำในเบคมากกว่าค่าความหนาแน่นวัสดุหมัก และ ค่าความจุความร้อนตามลำดับ และได้ทำการจำลองกระบวนการหมัก เพื่อศึกษาอิทธิพลของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการผลิตเพื่อหาสภาวะการหมักที่เหมาะสมและ ออกแบบเพื่อขยายถังหมักแพคเบด ผลการจำลองกระบวนการพบว่า ความเร็วอากาศเข้าที่เหมาะสมในการหมักแห้งถั่วเหลืองในถังหมักแพคเบด 1060 ลิตร คือที่ความเร็วอากาศเข้า 0.2 เมตรต่อวินาที ความสูงเบคที่เหมาะสมคือ 20 เซนติเมตร อัตราส่วน ($H_{bed} : D_{bed}$) ที่เหมาะสมคือ 0.2 งานวิจัยนี้ได้ใช้แบบจำลองการถ่ายเทความร้อนและมวลแบบลัมปีทำนาย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปริมาณน้ำในเบค เมื่อเพิ่มการหมักแห้งถั่วเหลืองเป็น 800 กิโลกรัม น้ำหนักเปียกในถังหมักแพคเบดแบบหยุดนิ่งขนาด 2000 ลิตรด้วย

Lump model combining heat and mass transfer in solid substrate fermentation had been developed. The model of heat and mass deviation during fermentation reflects growth of microorganism in Logarithmic and Stationary phases and the effect of heat evaporation and convection. Microbial specific growth rate equation is a function of temperature was Empirical.

Model verification was achieved by comparison of the experiment results of 400 kg (wet) soybean and *Aspergillus oryzae* in 1060-L static packed bed bioreactor and simulated results from the model. The maximum differences between the simulated and experimental results are 4.8 K for temperature and 0.23 g-water/g-bed for water content. The verified model was then sensitivity tested for the substrate density, substrate specific heat, heat yield and water yield coefficient. It was found that heat yield coefficient had the most effect on the bed temperature, water content and biomass concentration. In this work the effect of operating parameters was investigated in order to find the optimum condition and to design the larger scale packed bed bioreactor. As the result, bed temperature decreases when inlet air velocity increases and the air velocity was 0.2 m/s. The optimum $H : D$ of 0.2 and the bed height of 20 cm were found. In this work the lump model was also used to predict 800 kg (wet) soybean fermentation in 2000 -L static packed bed bioreactor.