

## บทที่ 5

### บทสรุป

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของกลีเซอรอลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดย *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 781 โดยมีแหล่งคาร์บอนสองแหล่งคือ Commercial glycerol และ Crude glycerol สามารถสรุปได้ว่าในกรณีของการใช้ Commercial glycerol เป็นแหล่งคาร์บอนนั้นระดับความเข้มข้นกลีเซอรอลเริ่มต้นที่เชื้อ *P.aeruginosa* TISTR 781 สามารถเจริญได้ดีที่สุดเมื่อพิจารณาตามค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ( $\mu$ ) คือที่ระดับความเข้มข้นกลีเซอรอลเริ่มต้น 16.90g/l แต่ที่ระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลเริ่มต้นที่ 26.08 g/l ให้ผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ สูงที่สุดประมาณ 1.454 g/l

ส่วนการใช้ Crude glycerol เป็นแหล่งคาร์บอนพบว่าระดับความเข้มข้นกลีเซอรอลเริ่มต้นที่เชื้อ *P.aeruginosa* TISTR 781 สามารถเจริญได้ดีและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดคือที่ระดับความเข้มข้นกลีเซอรอลเริ่มต้น 16.96 g/l แต่ที่ระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลเริ่มต้นที่ 9.20 g/l ให้ ผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพสูงที่สุดประมาณ 0.984g/l แสดงว่าผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่เกิดขึ้นไม่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโต (non-growth associated product) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในระยะคงที่ (stationary phase) ดังนั้นผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพจึงเป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) และจากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าที่ระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลสูงๆ จะทำให้เกิดการยับยั้งเมตาบอลิซึมของแบคทีเรียทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ดี

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของไนเตรตต่อการเจริญเติบโตและผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดย *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 781 โดยเลือกระดับความเข้มข้นของทั้ง Commercial glycerol และ Crude glycerol ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพคือ Commercial glycerol ใช้ระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลเริ่มต้นที่ 26.08 g/l เนื่องจากให้ผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพสูงที่สุดส่วน Crude glycerol ใช้ระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลเริ่มต้นที่ 9.20 g/l ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพสูงที่สุดเช่นกันพบว่าทั้ง Commercial glycerol และ Crude glycerol มีระดับความเข้มข้นของไนเตรตที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่สูงเหมือนกันคือที่ระดับความเข้มข้นของไนเตรต 4 g/l

จากการศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันในน้ำมันพืชของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเชื้อ *P.aeruginosa* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแหล่งคาร์บอน 2 ชนิดคือ

Commercial glycerol และ Crude glycerol พบว่าเป็น Commercial glycerol ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 26.08 g/l มีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันในน้ำมันพืชได้ 57 % Crude glycerol ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 9.20 g/l มีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันในน้ำมันพืชได้ 60 % จากการวิเคราะห์หาปริมาณกลีเซอรอลซึ่งผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่สามารถละลายได้ในเฮกเซนโดยนำ Crude glycerol มาทำการทดสอบพบว่ามียกลีเซอรอลที่สามารถละลายได้ในเฮกเซนอยู่ร้อยละ 29.24

ในการศึกษาการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพและการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการผลิต rhamnolipid โดยการเพาะเลี้ยงแบบกะ (batch culture) และ แบบครั้งคราว (Fed-batch culture) ด้วยแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* สายพันธุ์ TISTR 781 จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของกลีเซอรอลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่เหมาะสม พบว่าระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่เหมาะสมคือ 12.99 g/L ซึ่งระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่ได้นี้จะใช้ในการศึกษาอิทธิพลของไนเตรตต่อการเจริญเติบโตและการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของเชื้อ *P. aeruginosa* TISTR 781

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของไนเตรตต่ออัตราการเจริญเติบโตและการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่เหมาะสมพบว่าระดับความเข้มข้นของไนเตรตเริ่มต้น 4.69 g/l เป็นระดับความเข้มข้นเริ่มต้นที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดย *P. aeruginosa* TISTR 781 ดังนั้นจากการเพาะเลี้ยงแบบกะสถานะที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยใช้ความเข้มข้นของ crude glycerol เป็นแหล่งคาร์บอน คือ ระดับความเข้มข้นของกลีเซอรอลเริ่มต้น 12.99 g/L และ ใช้โซเดียมไนเตรตเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ระดับ 4.69 g/L

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงแบบครั้งคราว ( Fed-batch ) พบว่าสถานะที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ คือ ความเข้มข้นกลีเซอรอล 12.99 g/L และ ความเข้มข้นของไนเตรต 4.69 g/L ที่อัตราการไหล 0.032 L/h และ เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะเลี้ยงแบบ batch กับ แบบ fed-batch พบว่าการเพาะเลี้ยงแบบ fed-batch เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพมากที่สุด

ในการศึกษานี้แรมโนลิปิดที่ผลิตจาก *P.aeruginosa* สายพันธุ์ TISTR 781 เมื่อความเข้มข้นของแรมโนลิปิดเพิ่มมากขึ้นค่าแรงตึงผิวของ PBS จะลดลง แรมโนลิปิดสามารถลดแรงตึงผิวของ PBS ได้ถึง 32mN/m และพบว่ามี CMC ที่ความเข้มข้นของแรมโนลิปิดมากกว่า 1000 mg/l และแรมโนลิปิดสามารถทำให้เกิดอิมัลชันได้ดีที่สุดกับน้ำมันปาล์ม ลองลงมาคือน้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด การเกิดอิมัลชันกับเฮกเซนได้ไม่ดี

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ พบว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อการเกิดอิมัลชันของแรมโนลิปิดในน้ำมันพืชและเฮกเซน แต่กับน้ำมันดีเซลและน้ำมันก๊าดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถในการเกิดอิมัลชันลดลง พีเอชมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของแรมโนลิปิด เมื่อพีเอชของแรมโนลิปิดอยู่ในช่วงที่เป็นกรดความสามารถในการเกิดอิมัลชันกับพวกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะเกิดได้ไม่ดี แต่เมื่อพีเอชของแรมโนลิปิดอยู่ในช่วงที่เป็นเบสจะเกิดอิมัลชันได้ดีกว่า ซึ่งในน้ำมันปาล์ม น้ำมันก๊าด และเฮกเซนที่พีเอช 12 จะเกิดอิมัลชันได้ดีที่สุด แต่ในน้ำมันดีเซลที่พีเอช 10 จะเกิดอิมัลชันได้ดีที่สุด ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อประสิทธิภาพของแรมโนลิปิด เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มากขึ้นความสามารถในการเกิดอิมัลชันของแรมโนลิปิดลดลง