บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 <u>การศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่าง C/N ที่มีต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ</u>

การขนถ่ายสารอาหารเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์ประกอบไปด้วย 2 กลไกหลักๆ คือ ในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จะเกาะตัวอยู่รอบๆโมเลกุลของน้ำมันซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าจึงสามารถน้อาหารเข้าสู่เซลล์ได้ ต่อมาเมื่อสามารถผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้แล้วน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในวัฏภาคของน้ำในลักษณะของไมเซลล์ทำให้จุลินทรีย์นำไปใช้ได้ง่ายขึ้นซึ่งจากการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่าง C/N ในขวดรูปชมพู่เขย่า สามารถสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบของการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของจุลินทรีย์ *Pseudomonas* sp.A41 มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed growth associated product)
2. อัตราส่วนระหว่าง C/N ที่ให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดคือ 50 ซึ่งให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.86 ต่อชั่วโมง
3. อัตราส่วนระหว่าง C/N ที่ให้อัตราการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจำเพาะสูงที่สุดคือ C/N เท่ากับ 150 ซึ่งมีค่า 8.48 มิลลินิวตันต่อเมตรต่อกรัมเซลล์ต่อชั่วโมง
4. ที่อัตราส่วน C/N เท่ากับ 50 จะให้ค่า $Y_{x/c}$, $Y_{x/n}$ เท่ากับ 0.27 และ 3.11 กรัมต่อกรัมสารตั้งต้นตามลำดับ และ C/N 150 จะให้ค่า $Y_{p/c}$ สูงที่สุดเท่ากับ 3.40 มิลลินิวตันต่อเมตรต่อกรัมน้ำมันปาล์มดิบ

ส่วนการศึกษาผลของ C/N ในถังหมักแบบไม่ต่อเนื่องพบว่า

1. ที่อัตราส่วน C/N เท่ากับ 50 ให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.52 ต่อชั่วโมง
2. ที่อัตราส่วน C/N เท่ากับ 150 ให้อัตราการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจำเพาะ 4.60 มิลลินิวตันต่อเมตรต่อกรัมเซลล์ต่อชั่วโมง

6.1.2 <u>การศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนอัตราส่วน C/N ที่มีต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ</u>

1. กระบวนการหมักแบบกึ่งต่อเนื่องที่ทำการวิจัยใช้ลักษณะการป้อนสารอาหารแบบทวีคูณ และสามารถควบคุมให้ความเข้มข้นของน้ำมันปาล์มดิบและแอมโมเนียมซัลเฟตมีค่าเกือบคงที่ตลอดช่วงเวลาการหมัก แต่กลับพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการผลิตผลิตภัณฑ์จำเพาะในช่วงหลังของการเจริญเติบโตแบบทวีคูณ (หลังจาก 6 ชั่วโมงแรกของการหมัก)มีค่าลดลงถึง1851 และ 1125 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเทียบกับอัตราจำเพาะที่เวลาเริ่มต้น
2. หลังจากการเปลี่ยนอัตราส่วน C/N ที่เวลาต่างๆกันพบว่า $Y_{x/c}$, $Y_{x/n}$ และ $Y_{p/c}$ มีค่าลดลงจากเวลา 6 ชั่วโมงแรกของการหมักเฉลี่ยแล้วถึง 1933.33, 7340 และ 180 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
3. จากการทดลองเพื่อศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่าง C/Nจาก 50 ไปเป็น 150 สามารถสรุปได้ว่าเวลาในการเปลี่ยนค่า C/Nมีผลต่ออัตราการผลิตเซลล์มากกว่าอัตราการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าการเปลี่ยนอัตราส่วน C/N ที่ 12 ชั่วโมงจะทำให้อัตราการผลิตเซลล์สูงที่สุด 0.19 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมงแต่จะให้อัตราการผลิตสารลดแรงตึงผิวต่ำที่สุดคือ 0.03 กรัมต่อชั่วโมง ซึ่งอัตราการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพให้ค่าไม่แตกต่างกันมากนักสำหรับในแต่ละการทดลองที่มีเวลาในการเปลี่ยนอัตราส่วน C/N ต่างๆกัน
4. การหมักแบบกึ่งต่อเนื่องจะให้อัตราการผลิตเซลล์ และอัตราการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพสูงกว่าการเพาะเลี้ยงแบบไม่ต่อเนื่อง 126.92 และ 25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

6.1.3 <u>การทดสอบประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ</u>

การทดสอบประสิทธิภาพ (% Effectiveness) ของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตได้เทียบกับสารลดแรงตึงผิวที่ทางกองทัพเรือใช้ในปัจจุบัน พบว่า สารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตได้ให้ % Effectiveness เท่ากับ 2.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าสารลดแรงตึงผิวที่กองทัพเรือใช้อยู่ 7.13 เปอร์เซ็นต์

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้พบว่ามีหลายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งไม่สามารถจะหาเหตุผลหรืองานวิจัยใดๆมาอธิบายได้ ดังนั้นถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของกลการใช้สารอาหาร หรือศึกษาถึงสารอื่นๆที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักก็น่าจะเป็นประโยชน์มากขึ้น
2. จากการทดลองพบว่าการสกัดแยกสารลดแรงตึงผิวชีวภาพนั้นมีขั้นตอนที่ยุ่งยากทั้งยังใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายจึงน่าจะมีการศึกษาถึงการสกัดแยกสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่สามารถสกัดสารออกมาได้โดยคุณสมบัติของสารไม่เปลี่ยนแปลงใช้สารที่ไม่เป็นอันตรายและสามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดได้
3. จากการทดลองที่ใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่สกัดได้เป็นตัวเทียบปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ผลิตได้โดยเปรียบเทียบกับค่าแรงตึงผิวที่ลดลงนั้นอาจเป็นค่าที่ไม่ถูกต้องนักเนื่องจากสารลดแรงตึงผิวที่สกัดได้ยังไม่มีการตรวจสอบว่าเป็นสารลดแรงตึงผิวชีวภาพอย่างเดียวหรือไม่ ดังนั้นจึงน่าจะมีวิธีการทำบริสุทธิ์สารเสียก่อนจึงนำมาใช้ แต่กรณีนี้ใช้เพื่อความสะดวกในการทำงานวิจัยเท่านั้น