

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีความต้องการใช้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (biosurfactant) ในปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวชีวภาพมีข้อได้เปรียบในเรื่องของความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และสามารถทำงานภายใต้สภาวะที่วิกฤติ (extreme condition) ได้ โดยเฉพาะในเรื่องของการนำน้ำมันดิบกลับมาใช้ใหม่และการนำไปใช้เป็น ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะส่งผลดีทางด้านเศรษฐกิจทั้งใน ส่วนของการผลิตและการประยุกต์ใช้ประโยชน์ในกระบวนการต่างๆ ทางอุตสาหกรรมและทางด้าน สิ่งแวดล้อม

สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ คือสารที่มีโครงสร้างเป็นแอมฟิพาติกโมเลกุล โดยประกอบด้วย ส่วนหัว (Hydrophilic moieties) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงความมีขั้วของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ และ ส่วนหาง (Hydrophobic moieties) เป็นส่วนที่แสดงความไม่มีขั้วของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ จาก ลักษณะโครงสร้างดังกล่าวส่งผลให้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพมีความสามารถในการลดแรงตึงผิว ระหว่างผิวของของเหลวลง ซึ่งสารลดแรงตึงผิวชีวภาพเป็นผลผลิตมาจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยในปัจจุบันมีการนำสารลดแรงตึงผิวชีวภาพมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมปิโตรเลียม การเกษตร และ สิ่งแวดล้อม โดยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพบางชนิดมีคุณสมบัติเป็นได้ทั้ง emulsification และ de-emulsification โดยคุณสมบัติ emulsification สามารถนำมาใช้ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ ต่างๆ เช่น ถังเก็บน้ำมัน ท่อส่งน้ำมัน และเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด หรือ การนำมาช่วยในการบำบัดสภาพแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ส่วนคุณสมบัติ de-emulsification สามารถนำมาใช้ในการลดสภาพของอิมัลชันที่เกิดขึ้นใน อุตสาหกรรมปิโตรเลียม เพื่อให้ได้น้ำมันดิบที่มีการปนเปื้อนของน้ำในน้ำมันดิบให้น้อยลง

ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมนี้ทั้งในกระบวนการขุดเจาะน้ำมันหรือกระบวนการผลิต สามารถนำสารลดแรงตึงผิวชีวภาพเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ โดยในกระบวนการขุดเจาะน้ำมันดิบ สามารถนำสารลดแรงตึงผิวชีวภาพมาช่วยในการทำให้ได้น้ำมันดิบจากบ่อขุดเจาะเพิ่มมากขึ้น โดยอาศัยคุณสมบัติการเป็น emulsifier ของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยผสมสารลดแรงตึงผิว

ชีวภาพกับน้ำและฉีดเข้าไปในบ่อน้ำมัน ซึ่งทำให้เกิด Oil-water emulsion ซึ่งเป็นของเหลวที่ประกอบด้วยน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ จากลักษณะดังกล่าวทำให้ได้น้ำมันจากกระบวนการขุดเจาะเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำคุณสมบัติการเป็น emulsifier มาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเพื่อใช้ในกระบวนการทำความสะอาดถังเก็บน้ำมันหรือท่อส่งน้ำมันได้อีกด้วย โดยทั่วไปในกระบวนการขุดเจาะน้ำมันดิบจะมีน้ำและก๊าซธรรมชาติปนอยู่ในน้ำมันดิบขึ้นมาด้วย ซึ่งอยู่ในรูปของ emulsion โดยน้ำที่มีการปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันดิบเหล่านี้เป็นปัญหาในกระบวนการขนส่งน้ำมันดิบมาก โดยจะส่งผลให้มีการขนส่งน้ำมันดิบได้น้อย ทำให้เกิดการกัดกร่อนของท่อลำเลียงและเกิดการตกตะกอน (Mouraille et al., 1998) ซึ่งโดยปกติแล้วยอมให้มีการปะปนของน้ำในน้ำมันดิบอยู่ระหว่าง 0.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ (Lee, 1999) ดังนั้นเพื่อให้การลำเลียงน้ำมันดิบได้ปริมาณที่เพิ่มขึ้น ลดการกัดกร่อนของท่อลำเลียงและลดการตกตะกอนสามารถใช้จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติทำให้เกิด de-emulsification เพื่อลดสภาพ Oil-water emulsion ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยคุณสมบัติการเป็น hydrophobic/hydrophilic ของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพเข้าไปแทนที่ในโครงสร้างโมเลกุลหรือเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของ emulsifier ของสารลดแรงตึงผิว หรือใช้คุณสมบัติการเป็น hydrophobic ของผิวเซลล์จุลินทรีย์ (cell surface) ที่สามารถผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ (Nadarajah, Singh and Owen, 2001)

สำหรับการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่ผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในการบำบัดสภาพแวดล้อม ซึ่งการใช้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพนั้นสามารถนำไปใช้ในลักษณะของสารละลายหรือการนำฟองที่เกิดขึ้นจากสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (Urum et al., 2005) โดยเฉพาะที่มีการปนเปื้อนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนลงในสิ่งแวดล้อม โดยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจะช่วยให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเกิดการละลาย (solubilization) หรือเกิด emulsification อีกทั้งยังสามารถลดการถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูป (bioavailable form) ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ง่ายขึ้น (Banat, 1995) นอกจากนี้สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ Kosaric (2001) ได้ใช้คุณสมบัติการเป็นอิมัลชันของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในการเพิ่มความเหนียวของขนมบั้งและไอศกรีม เพื่อช่วยยืดอายุของขนมบั้งและช่วยเพิ่มการละลายของน้ำมัน พร้อมทั้งช่วยให้น้ำมันมีความคงตัวที่ดีขึ้น

สารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตมาจากจุลินทรีย์สามารถแบ่งออกได้หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ในปัจจุบันมีความพยายามศึกษาปรับปรุงสายพันธุ์หรือพัฒนากระบวนการผลิตให้เหมาะสมต่อจุลินทรีย์แต่ละชนิด ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์มีความ

ต้องการสภาวะในการเจริญที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการวิจัยคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากดินตะกอนบริเวณหลุมขุดเจาะน้ำมันแหล่งสิริกิติ์ อ. ลานกระบือ จ. กำแพงเพชร พบว่า เชื้อแบคทีเรีย *Enterobacter cloacae* LK5 มีความสามารถในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดใน (ศิวพร ชัยวัน, 2550) ผู้วิจัยจึงได้นำเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์นี้มาศึกษาและพัฒนาต่อในด้านการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในระบบถังหมัก (fermenter) ทั้งนี้เนื่องจากก่อนที่จะมีการพัฒนาการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพไปจนถึงระดับอุตสาหกรรมได้นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการในระบบที่มีลักษณะคล้ายกับถังหมักที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม เพียงแต่มีขนาดเล็กกว่า งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัยองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในระบบการหมักสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากเชื้อ *E. cloacae* LK5 ในถังหมักขนาดเล็ก การศึกษาชนิดและคุณสมบัติบางประการของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ และการศึกษาประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในการประยุกต์ใช้ในด้าน การบำบัดสภาพแวดล้อม ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและด้านอุตสาหกรรมอื่นๆ

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในถังหมัก (fermenter) จากเชื้อ *Enterobacter cloacae* LK5
2. เพื่อศึกษาชนิดและคุณสมบัติบางประการของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตได้
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในการประยุกต์ใช้ในด้าน การบำบัดสภาพสภาพแวดล้อม ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและอุตสาหกรรมอื่นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากเชื้อ *E. cloacae* LK5 โดยแบ่งออกเป็น
 - 1.1 ศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการเจริญและการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยทำการทดลองแบบแฟคทอเรียลและความเหมาะสมด้วยวิธี fractional factorial design (FFD) โดยให้ค่าต่ำ กลาง และสูง ของแต่ละตัวแปรทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณตามลำดับ โดยแหล่งคาร์บอนที่ศึกษาได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลทราย น้ำมันถั่วเหลือง และกากน้ำตาล โดยใช้ปริมาณเท่ากับ 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับ

แหล่งไนโตรเจนที่ใช้ได้แก่ NH_4NO_3 , NaNO_3 , Peptone และ Glutamic acid โดยใช้ปริมาณ 0.125, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในถังหมัก โดยทำการทดลองแบบแฟคทอเรียลและความเหมาะสมด้วยวิธี fractional factorial design (FFD) โดยใช้ค่าต่ำ กลาง และสูง ของแต่ละตัวแปรทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยทำการศึกษาความเร็วรอบของใบพัดในการกวนเท่ากับ 250, 300 และ 350 รอบต่อนาที และอัตราการให้อากาศที่เหมาะสมเท่ากับ 0.5, 1.0 และ 1.5 vvm (volume air/volume medium/min) ตามลำดับ

2. ศึกษาชนิดและคุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตจากเชื้อ *E. cloacae* LK5 โดยศึกษาชนิดของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดยใช้วิธี Thin layer chromatograph และ Fourier transform infrared (FT-IR) ส่วนคุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพศึกษาโดยวิธี Emulsification activity, Emulsification capacity และ Oil displacement area

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในการประยุกต์ใช้ในด้านบำบัดสภาพแวดล้อม และอุตสาหกรรมปิโตรเลียม แบ่งเป็นการศึกษาความสามารถของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในการเก็บเกี่ยวน้ำมันที่มีการปนเปื้อนในดินด้วยวิธี Sand pack test การศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดการคืนกลับของน้ำมันโดยศึกษาคุณสมบัติการเกิด de-emulsification และการศึกษาความสามารถของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพและสารก่ออิมัลชันชีวภาพในการเกิดฟองโดยศึกษาการศึกษา Foamability rate และทดสอบประสิทธิภาพของสารก่ออิมัลชันชีวภาพในการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยการศึกษาอิมัลชันและความคงตัวของอิมัลชันโดยวิธี emulsion stability