

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งกลายเป็นปัญหาของโลกปัจจุบัน ที่เกิดจากการใช้สารบางอย่างโดยมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ การผลิตน้ำสัปดาห์ชีวภาพ เพื่อใช้เป็นสารทำความสะอาดทดแทนการใช้สารทำความสะอาดที่ผลิตโดยการใช้สารเคมี ก็เป็นวิธีหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ เนื่องจากปริมาณการใช้สารทำความสะอาดมีปริมาณสูง ทั้งในกระบวนการต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมและในชีวิตประจำวันของทุกครัวเรือน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ สบู่ ยาสระผม ผงซักฟอก น้ำยาทำความสะอาดพื้น น้ำยาล้างจาน โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีส่วนประกอบของสารลดแรงตึงผิวสังเคราะห์ (synthetic surfactant) ล้วนมีความเป็นพิษต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระบวนการทำน้ำสัปดาห์ชีวภาพ เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ประเภทผักและผลไม้มาทำให้อยู่สลายด้วยวิธีการหมัก พบว่าสารสกัดจากผลไม้ในตระกูลพลัม (Plums) เช่น เชอร์รี่ สตรอเบอร์รี่ มะเขือเทศ เป็นต้น มีองค์ประกอบของแทนนิน สารประกอบฟีนอลิก และกรดแทนนิกสูง จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำมาผลิตเป็นสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ เมื่อผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนเล็กน้อย (anaerobic condition) จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเหล่านั้นให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และสารอินทรีย์อื่นๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต รวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีการเติมเอนไซม์ เพื่อเร่งการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งเรียกว่า สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (Biosurfactant) ที่มีคุณสมบัติในการละลายคราบไขมันและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยกลไกการลดแรงตึงผิว ซึ่งเป็นสารที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ ดังนั้นคณะผู้วิจัยเห็นว่าการนำน้ำสัปดาห์ชีวภาพมาใช้ทดแทนสารทำความสะอาดที่มีใช้อยู่ทั่วไป น่าจะช่วยให้การละลายคราบไขมันที่ติดตามผิวภาชนะ ลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์และลดกลิ่นเหม็นจากสิ่งปนเปื้อนได้ ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดมลพิษจากสิ่งแวดล้อม และมีความสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การเสริมสร้างและพัฒนาทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับการบริหารจัดการและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน เหมาะสมกับการใช้ชีวิตแบบเศรษฐกิจพอเพียง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1) เพื่อทดสอบประสิทธิผลของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากน้ำหมักเชอร์รี่
- 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การนำผลเชอร์รี่เปรี้ยวมาทำการหมักด้วยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยศึกษาองค์ประกอบของสารเมตาโบไลต์ของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (biosurfactant) ในกลุ่มที่มีความสามารถในการละลายได้ทั้งในน้ำและน้ำมัน (Amphoteric compound) และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ รวมถึงการบำบัดกลิ่นเหม็นจากคราบสกปรก

สมมติฐานและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีเป้าหมายในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (Biosurfactant) ให้มีประสิทธิภาพเพื่อนำมาใช้เป็นสารทำความสะอาดชีวภาพ ให้เทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารเคมีในการทำความสะอาดทั่วไป เช่น น้ำยาล้างจาน น้ำยาทำความสะอาดพื้น เป็นต้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปมีองค์ประกอบสำคัญที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือต้องมีสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ซึ่งสามารถจับกับสิ่งสกปรกได้ โมเลกุลของสารประเภทนี้ ปลายหนึ่งจะจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดี อีกปลายหนึ่งจะจับกับโมเลกุลของคราบไขมัน ทำให้คราบไขมันหลุดออกมาละลายในน้ำ เมื่อปล่อยน้ำล้างออกสู่สิ่งแวดล้อม จึงไม่ทำให้เกิดการเพิ่มหรือสะสมมลพิษในสิ่งแวดล้อม สารลดแรงตึงผิวชีวภาพผลิตจากกระบวนการหมัก โดยการนำผลไม้ประเภทผลไม้น้ำ เช่น เชอร์รี่เปรี้ยว (sour cherry) มาทำการหมักด้วยจุลินทรีย์ประจำถิ่นที่อยู่ในผลเชอร์รี่ ซึ่งมีความสามารถในการเจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอาหารในเชอร์รี่เปรี้ยว เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ให้เป็นสารชีวโมเลกุล ที่มีคุณสมบัติเป็นสารลดแรง ตึงผิว (surface-active substance) ซึ่งผลิตโดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ สารลดแรงตึงผิวนี้นี้จะมีโครงสร้างเป็นแอมฟิฟิลิก (amphiphilic structure) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ละลายในไขมัน (hydrophobic portion) และส่วนที่ละลายน้ำ (hydrophilic portion) ข้อดีของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพคือความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม บางชนิดมีคุณสมบัติในการบำบัดสภาพแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งใช้คุณสมบัติการเป็น hydrophobic ของผิวเซลล์จุลินทรีย์ (cell surface) ที่สามารถผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ (Nadarajah, Singh & Ward, 2002; Neu, 1996) รวมถึงความสามารถในการลดการปนเปื้อนและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกาะติดที่พื้นผิวด้วย

การทบทวนวรรณกรรม

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการใช้สารลดแรงตึงผิวที่มาจากสารสังเคราะห์ทางเคมี เพื่อใช้สำหรับทำความสะอาด ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ย่อยสลายได้ยาก ทำให้เกิดสารเคมีตกค้างและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (Biosurfactants) ที่มีความเป็นพิษน้อย เพื่อช่วยย่อยสลายสารเคมีดังกล่าวได้ (Bordoloi & Konwar, 2008; Monterio et al., 2007)

โดยทั่วไปสารลดแรงตึงผิวมี 4 ประเภท ได้แก่ (1) Anionic surfactant เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ให้ประจุลบ ส่วนมากแสดงอยู่ในรูป carboxylate, sulfate, sulfonate หรือ phosphate สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้ใช้มากในอุตสาหกรรมประเภทผงซักฟอก ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด น้ำยาล้าง ขาม เป็นต้น (2) Cationic surfactant เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ให้ประจุบวก ส่วนมากมักจะเป็นพวก quaternary ammonium นิยมใช้ในน้ำยาปรับผ้านุ่ม ครีมนวดผม และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการจัดแต่งทรงผม เป็นต้น (3) Nonionic surfactant สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้จะต่างจากสารลดแรงตึงผิวประเภท anionic และ cationic ตรงที่เป็นโมเลกุลที่ไม่มีประจุ โดยมีพวก polyether หรือ polyhydroxyl เป็นกลุ่มที่แสดงคุณสมบัติคล้ายพวกที่มีประจุ ใช้มากในผงซักฟอก น้ำยาล้างถ้วยขาม ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นผิว เป็นต้น (4) Amphoteric surfactant หรือ Zwitterions เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ได้ทั้งประจุบวกและลบ สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับผิวหรือผม ในปัจจุบันยังใช้น้อยกว่าสารลดแรงตึงผิวประเภทอื่น (Madsen et al., 2001)

สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (Biosurfactants) มีโครงสร้างเป็นแบบแอมฟิฟิลิก (amphiphilic) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ไม่มีขั้วหรือส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) และส่วนที่มีขั้วหรือส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) โดยส่วนที่ไม่ชอบน้ำอาจจะเป็น long-chain fatty acids, hydroxy fatty acids หรือ α -alkyl- β -hydroxy fatty acids สำหรับส่วนที่ชอบน้ำอาจจะเป็น carbohydrate, amino acid, cyclic peptide, phosphate, carboxylic acid หรือ alcohol มีจุลินทรีย์หลายชนิดสามารถผลิตสารประกอบเหล่านี้ได้ ซึ่งประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิววัดโดยใช้ค่า critical micelle concentration (CMC) โดยเฉลี่ยแล้วค่า CMCs ของ biosurfactants จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 200 mg/L และมีมวลโมเลกุลระหว่าง 500 ถึง 1500 Da (Deleu & Paquot, 2004; Healy, Devine & Murphy, 1996; Mulligan, 2005)

จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp. นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Rhizopus* และยีสต์ ได้แก่ *Candida* sp. (Al-Araji1 et al., 2007; Cassidy & Hudak, 2001; Venturini, Oria & Blanco, 2002) สารเมตาโบไลต์ที่จุลินทรีย์เหล่านี้ผลิตประกอบด้วย glycolipids, lipoaminoacids, lipopeptides, lipoproteins, lipopolysaccharides, phospholipids, monoglycerides และ diglycerides (Edwards, Lepo & Lewis, 2003; Monterio et al., 2007; Rodrigues et al., 2006) ซึ่งมีความเป็นพิษต่ำ มีความสามารถในการย่อยสลายสูง เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยให้เกิดโฟม มีความเฉพาเจาะจงสูง ทนต่ออุณหภูมิและสภาวะความเป็นกรดและด่าง และที่สำคัญสามารถนำของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำ (Abouseoud et al., 2008; Deleu & Paquot, 2004; Joshi, Bharucha & Desai, 2008) มีคุณสมบัติในการเป็น emulsifying และ demulsifying รวมถึงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Nitschke & Costa, 2007) มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อราและไวรัส

(Rodrigues et al., 2006) คุณสมบัติดังกล่าว สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สารลดแรงตึงผิวตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานได้ นอกจากการนำไปใช้ประโยชน์ในการลดคราบสกปรกแล้ว ยังมีคุณสมบัติการเป็น antimicrobial จากงานวิจัยพบว่าสารลดแรงตึงผิวชีวภาพสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ เช่น *Bacillus pumilis*, *Micrococcus flavus*, *M.luteus* และ *Mycobacterium smegmatis* สำหรับต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Alcaligenes faecalis*, *Acetobacter calcoaceticus*, *Bordetella bronchiseptica*, *Klebsiella aerogenes* และ *Enterobacter cloacae* (Benincasa et al., 2004; Das, Mukherjee & Sen, 2008)

วัตถุดิบเหลือใช้จากอุตสาหกรรมประเภทผลไม้ ที่เหมาะสมในการนำมาผลิตสารทำความสะอาด มักเป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น เปลือกสับปะรด มะม่วง มะขาม มะยม เป็นต้น รวมถึงเชอร์รี่เปรี้ยว (sour cherry) เพราะเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลต่างๆ เช่น chlorogenic acid, ferulic acid, gallic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, salicylic acid, Tannic acid และ *trans-cinnamic acid* ซึ่งมีความสามารถในการเป็น antimicrobial (Chen & Chung, 2000; Chrzanowski et al., 2007; Kim et al., 2005) แอนโทไซยานิน (anthocyanins) ที่พบในเชอร์รี่เปรี้ยว เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่เรียกว่า flavonoids และมีประสิทธิภาพในการเป็น antioxidant ได้ดี flavonoids ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *E. coli*, *P. vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Klebsiella pneumoniae* (Blando, Gerardi & Nicoletti, 2004; Bylka, Matlawska & Pilewski, 2004; Piccoletta et al., 2008; Rauna et al., 2000; Tural & Koca, 2008)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เพื่อนำผลงานวิจัยที่ได้ไปพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์สารทำความสะอาดชีวภาพ ที่มีประสิทธิภาพ และสามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ รวมถึงการถ่ายทอดอบรมให้ความรู้แก่ชุมชนท้องถิ่น ให้สามารถผลิตสารทำความสะอาดชีวภาพ เพื่อใช้ทำความสะอาดทดแทนสารลดแรงตึงผิวสังเคราะห์ได้ เพราะไม่ทำให้เกิดสารเคมีตกค้างและไม่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานของรัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้อง เช่น องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น สหกรณ์ร้านค้าของชุมชน ตลาดสด สถาบันการศึกษา ฟาร์มพืชผักผลไม้ เป็นต้น