



1.1 ความเป็นมา

การผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชและไขมัน เพื่อใช้ในทางอุตสาหกรรม นั้น Bradshaw และ Meuly (1) เป็นกลุ่มแรกที่ทำการศึกษาปฏิกิริยานี้ โดยการนำน้ำมันพืชมาทำปฏิกิริยากับเมทานอล มีค่า เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เมทิลเอสเทอร์ ชนิดต่าง ๆ แล้วแยกกลุ่มกรดไขมัน ที่ประกอบอยู่ในโมเลกุลของ triglyceride ซึ่ง เป็นส่วนประกอบหลักในน้ำมันพืชและไขมัน และยังได้ กลีเซอรอล เป็นผลพลอยได้จาก ปฏิกิริยาอีกด้วย

เนื่องจากชนิดของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้ขึ้นอยู่กับ กรดไขมัน การศึกษาปฏิกิริยา นี้ ในช่วงแรก ๆ จึงเป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมัน พืช และไขมันชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธี gas-chromatography ต่อมาพบว่า เมทิลเอสเทอร์ ที่ได้สามารถนำไปใช้ผลิตเป็นอนุพันธ์ (derivative) ได้หลายชนิด และมีข้อได้เปรียบ มากกว่าการผลิตอนุพันธ์ชนิดนั้น ๆ จากกรดไขมันโดยตรง แม้แต่กระบวนการผลิตเมทิล เอสเทอร์เอง ก็มีข้อได้เปรียบกว่ากระบวนการผลิตกรดไขมันหลายอย่าง อาทิเช่น

- (1) สภาวะในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ง่ายกว่าการผลิตกรดไขมัน
- (2) ผลผลิตสุดท้ายมีความบริสุทธิ์มากกว่า
- (3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตราคาต่ำกว่า
- (4) เมทิลเอสเทอร์มีจุดเดือดต่ำกว่า ทำให้การกลั่นลำดับส่วนเพื่อแยก เอามะทิลเอสเทอร์แต่ละตัวเป็นไปได้ง่ายกว่า
- (5) การกักตุนน้อยกว่า

กระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์ในทางอุตสาหกรรมนั้น สามารถผลิตได้โดย ตรงจากน้ำมันพืชและไขมัน หรือผลิตจากกรดไขมัน การผลิตจากกรดไขมันนั้น สามารถทำ

ได้ทั้งแบบไม่ต่อเนื่อง (batchwise) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิ 200-250 °C หรือแบบต่อเนื่อง (continuous) ภายใต้ความดัน 10 บาร์ และอุณหภูมิ 240 °C วิธีที่ดีกว่าคือ การผลิตจากน้ำมันพืชและไขสัตว์โดยตรง เพราะปฏิกิริยาสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า คือ 50-70 °C ภายใต้ความดันบรรยากาศ และไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการ hydrolysis เพื่อทำน้ำมันพืชและไขสัตว์ให้เป็นกรดไขมันก่อนเลย ซึ่งกระบวนการ hydrolysis นั้น ต้องการอุณหภูมิและความดันสูงเช่นกัน

ในกระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์นั้น ถ้าน้ำมันพืชและไขสัตว์ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (refined) กรดไขมันอิสระ (free fatty acids) ในน้ำมันพืชและไขสัตว์ จะทำให้ประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาลดลง โดยจะทำปฏิกิริยากัน กลายเป็นสบู่อย่างง่ายคาย ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีลักษณะเป็นวุ้น (gel) อย่างไรก็ตาม B. Freedman et al. (2) ใ้รายงานว่าในกระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์นั้น สามารถใช้น้ำมันพืชและไขสัตว์ดิบ (crude oil and crude tallow) เป็นสารตั้งต้นได้เช่นกัน แม้ว่าจะได้ผลผลิต (yield) เป็นเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าก็ตาม และการใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยามากขึ้น หรือใช้เมทานอล ในอัตราส่วนมากขึ้น ก็จะแก้ปัญหานี้ได้เช่นกัน

การศึกษาเพื่อออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีในการผลิต เมทิลเอสเทอร์นั้น ข้อมูลเกี่ยวกับจลนศาสตร์ของปฏิกิริยา (kinetics of reaction) เป็นข้อมูลอันดับแรกที่ต้องการทราบ เพื่อต้องการหาสมการอัตราเร็วการผลิต (rate equation) อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมี ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราเร็วการผลิต คือ

- (1) อัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นต่อ เมทานอล
- (2) อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา
- (3) ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา
- (4) ชนิดของน้ำมันพืชหรือไขสัตว์

1.2 จุดประสงค์และขอบเขตของโครงการวิจัย

จุดประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อศึกษา จลนศาสตร์ของปฏิกิริยาต่าง ๆ ในการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืช อันได้แก่ น้ำมันมะพร้าวคิย (crude coconut oil) น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์มคิย (crude palm kernel oil) และไขสัตว์คิย (crude tallow) โดยเลือกใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อให้การแปรข้อมูลที่ได้จากการทดลองง่ายขึ้น

ในการศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาจะติดตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเมทิลเอสเทอร์ที่เกิดขึ้น ที่เวลาต่าง ๆ เป็นหลัก ทำการทดลองภายใต้อุณหภูมิคงที่ (isothermal) และความดันบรรยากาศ โดยจะกวนสารตั้งต้นด้วยใบพัด ใช้ความเร็วรอบและลักษณะของใบพัดคงที่ ทั้งนี้เพื่อสร้างสมการอัตราเร็วการผลิต หากค่าคงที่อัตราเร็ว ทดสอบผลของอุณหภูมิที่มีต่อค่าคงที่อัตราเร็ว ในรูปของสมการ Arrhenius และทดสอบอิทธิพลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่อสมการอัตราเร็วการผลิต โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือ

- (1) อัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นต่อ เมทานอล เป็น 1: 3, 1: 6 และ เมทานอล มากเกินพอ (excess)
- (2) อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา คือ 40°C 50°C และ 60°C
- (3) ความเข้มข้นของโซเดียม เมทอกไซด์ ซึ่งใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักของน้ำมันพืชและไขสัตว์ คือ 0% 0.5% 1.0% และ 1.5%
- (4) น้ำมันพืชที่ใช้คือ น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม

นอกจากนั้นยังได้ทดลองผลิตเมทิลเอสเทอร์จากไขสัตว์เพิ่มเติมอีกด้วย