

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยโดยมีผลผลิตจากปาล์มน้ำมันอยู่ใน 5 อันดับแรกของโลก ปัจจุบันได้มีการตั้งเป้าหมายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2572 จึงถูกคาดการณ์การขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่องในอนาคตในโครงการเพิ่มพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นนโยบายส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศ สำหรับในปี พ.ศ. 2552 ถึง 2553 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตน้ำมันปาล์มเป็นอันดับ 3 ของโลก คือ ผลิตได้จำนวน 1.30 ล้านตัน (สำนักงานส่งเสริมและพัฒนากาเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดสงขลา, <http://www.arda.or.th>) การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมันในประเทศไทยยังอยู่ในระดับขั้นพื้นฐาน นั่นคือเป็นการบริโภคอุปโภคที่ส่วนใหญ่ยังเน้นไปเฉพาะการผลิตเป็นน้ำมันพืช เนยเทียม สบู่ และรวมถึงด้านพลังงานที่ได้รับความสนใจเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเพิ่มมูลค่าสูงๆ ยังมีค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปของยาและอาหารเสริม วิตามินต่างๆ เป็นต้น

น้ำมันปาล์มดิบประกอบด้วยกลีเซอไรด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไตรกลีเซอไรด์มากกว่า 90% กรดไขมันอิสระ ฟอสโฟไลปิด สารระเหยให้กลิ่น สี ไซ โลหะ และองค์ประกอบอื่นๆ ที่เป็นกลุ่มไฟโตนิวเทรียนท์ เป็นต้น สารบางตัวจำเป็นต้องมีการกำจัดออก เพื่อให้ไขมันบริโภคสามารถคงกลิ่น รส และลักษณะภายนอกที่ต้องการได้ กระบวนการการทำน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์หรือการรีไฟน์น้ำมันทั่วไปหรือแบบดั้งเดิมมักประกอบด้วยสี่ขั้นตอนหลักๆ คือ การกำจัดยางเหนียวหรือการทำดีกัมหรือดีกัมมิ่ง, การทำให้เป็นกลาง, การฟอกสี และการกำจัดกลิ่น โดยฟอสโฟไลปิดหรือกลุ่มฟอสฟาไทด์ และกรดไขมันอิสระจะถูกกำจัดออก โดยทั่วไปขั้นตอนการรีไฟน์จะเริ่มจากการกำจัดฟอสโฟไลปิด/ฟอสฟาไทด์ แล้วตามด้วยการกำจัดกรดไขมันอิสระ กระบวนการรีไฟน์แบบดั้งเดิมมีการใช้สารเคมีและความร้อน ทำให้มีข้อเสียหลายประการ เช่น ใช้สารเคมีจำนวนมาก เกิดการสูญเสียไขมัน เกิดน้ำเสียปริมาณมาก ใช้พลังงานมาก รวมทั้งสูญเสียสารสำคัญที่มีมูลค่าสูง เช่น วิตามินอี เบต้าแคโรทีน เป็นต้น (Carr, 1989; Cheryan, 1998; Subramanian et al., 2001a,b; Moreau, 2005; Souza, 2008; กรณ์กนก และคณะ, 2551)

กระบวนการดีกัมมิ่งเป็นขั้นตอนแรกของการรีไฟน์ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกำจัดฟอสโฟไลปิด ฟอสฟาไทด์และยางเหนียวหรือกัม (mucilaginous gums) ทั้งนี้เพราะฟอสโฟไลปิดทำให้น้ำมันมีสีเข้มขึ้น และมีผลต่อกลิ่นรสของน้ำมัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องลดฟอสโฟไลปิดลงมาให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (Erickson, 1995) กระบวนการดีกัมมิ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญมาก เพราะหากไม่ทำแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหาเช่น การตกตะกอนของกัมที่ด้านล่างของภาชนะเก็บ เพราะกัมมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าน้ำมัน, ความหนืดกัมมีผลต่อ

ระบบท่อส่งและปั๊ม, การปนเปื้อนของกัมมีผลต่อราคาน้ำมันดิบทำให้ได้ราคาต่ำ, ฟอสโฟไลปิดมีผลทำให้หมื่น หินได้เร็วและน้ำมันมีสีเข้มขึ้นเมื่อได้รับความร้อน, เกิดการสูญเสียน้ำมันในการะบวนการกำจัดกรดซึ่งเป็น ขั้นตอนต่อไปของการรีไฟน์เพราะฟอสโฟไลปิดและยางเหนียวส่งผลทำให้เกิดอิมัลชัน รวมทั้งเกิดยางเหนียวติด ภาชนะทำให้ยากต่อการดำเนินการ เป็นต้น (อนุชาและนวลศรี, 2546) กระบวนการดักกัมมิ่งในการรีไฟน์น้ำมัน ทั่วไปแบ่งได้สองแบบคือดักกัมมิ่งด้วยน้ำ (water degumming) ใช้การเติมน้ำหรือไอน้ำ ณ อุณหภูมิสูง ลงใน น้ำมัน และ ดักกัมมิ่งด้วยกรด (acid degumming) โดยใช้กรดช่วยทำปฏิกิริยา นอกจากนี้กรดยังช่วยดึงโลหะหนักที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้น้ำมันหมื่นหินได้ โดยทำให้ตกตะกอนได้เช่นกัน ตัวอย่างของกรดที่ใช้ได้แก่ กรด ฟอสฟอริก กรดซิตริก เป็นต้น กระบวนการดังกล่าวมีการใช้สารเคมีและพลังงาน ซึ่งมีต้นทุนการผลิตและด้าน สิ่งแวดล้อม และปริมาณวิตามินหรือไฟโตนิวเทรียนต์ในน้ำมันปาล์มดิบ ในกรณีที่ต้องการได้ผลผลิตเป็น น้ำมันบริโภคคุณภาพสูง หรือในธุรกิจยาและอาหารเสริม

การดักกัมมิ่งเพื่อการกำจัดฟอสโฟไลปิดด้วยเทคโนโลยีเมมเบรนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เพราะเมม เบรนสามารถคัดแยกสารบนฐานของขนาดและน้ำหนักโมเลกุล โดยใช้แรงขับเป็นความดันและลดการใช้ สารเคมี รวมทั้งลดอุณหภูมิทำงาน ทั้งนี้เทคโนโลยีเมมเบรนมีจุดเด่นหลายอย่าง เช่น การประหยัดพลังงาน เนื่องจากเมมเบรนสามารถรวมขั้นตอนการดักกัมมิ่งและการฟอกสีเข้าด้วยกัน รวมทั้งสามารถลดปริมาณการใช้ ไอน้ำ เพราะอุณหภูมิกระบวนการเมมเบรนต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการรีไฟน์แบบดั้งเดิม นอกจากนี้การ ประยุกต์กระบวนการเมมเบรนร่วมกับการรีไฟน์แบบดั้งเดิมทำได้ไม่ยากนัก ข้อมูลการประหยัดพลังงานด้วย กระบวนการเมมเบรนประมาณ $15-21 \times 10^{12}$ btu/ปี (Iwama, 1989; Cheryan, 1998; Koseoglu and Engelgau, 1990)

การสกัดแยกสารจากพืชน้ำมันทั้งไตรกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ ฟอสโฟไลปิด รวมทั้งสารประกอบ นิวทราลที่คัลสามารถทำได้ด้วยเทคนิคเมมเบรนซึ่งมีข้อเด่นหลายประการได้แก่ความสามารถแยกองค์ประกอบ ขนาดใหญ่และเล็กโดยเฉพาะเมื่อสารป้อนมีความเข้มข้นในระดับต่ำได้ดี ประกอบกับเป็นกระบวนการที่ไม่ใช้ ความร้อนหรือใช้ความร้อนต่ำ (ขึ้นกับลักษณะสารป้อน) จึงทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ได้มีคุณภาพเหมือนหรือ ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น รวมถึงผลิตภัณฑ์ชีวภาพเหล่านี้มีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ ค่ากรดต่าง ตัวทำ ละลาย แรงกระทำต่างๆ ซึ่งการทำให้บริสุทธิ์และนำกลับคืนผลิตภัณฑ์เสียค่าใช้จ่ายสูงโดยเฉพาะในแง่ของ พลังงานที่ต้องใช้เมื่อเทียบกับกระบวนการทั่วไป (Baker, 2000; Grandison และ คณะ 1996)

กระบวนการแยกด้วยเยื่อแผ่นมีข้อสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการนำไปใช้งานจริง คือการลดลงของเพอร์ มิเททพลักซีในระหว่างการทำงาน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเกิดฟัลลิ่งและคอนเซนเตรชันโพลาไรเซชัน โดย คอนเซนเตรชันโพลาไรเซชัน เป็นผลจากความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่ผิวหน้าเยื่อแผ่นสูงกว่าในส่วนของ

สารละลายทั้งหมด ทำให้เกิดความต้านทานการไหลของเพอร์มิเอท การลดปัญหาของคอนเซนเตรชันโพลาไรเซชันสามารถทำได้จากการปรับเปลี่ยนสภาวะการทำงานของกระบวนการกรองและจัดเป็นฟาล์วลิ่งเป็นผันกลับได้ สำหรับฟาล์วลิ่งแบบผันกลับไม่ได้มักเกิดขึ้นในรูพรุนและนอกรูพรุน ซึ่งสามารถกำจัดได้จากการใช้สารเคมีเป็นหลัก ความรุนแรงของฟาล์วลิ่งทั้งกลไกการเกิดและตำแหน่งการเกิดฟาล์วลิ่งของเยื่อกรองขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น สภาวะดำเนินงาน คุณสมบัติสารป้อน ชนิดเมมเบรน เป็นต้น โดยสภาวะการดำเนินงานเป็นปัจจัยที่สำคัญ เพราะสภาวะดำเนินงานที่เหมาะสมสามารถลดหรือป้องกันการเกิดฟาล์วลิ่งได้ดี ตัวอย่างของสภาวะดำเนินการได้แก่ ความเร็วไหลขวาง อุณหภูมิ และความดันข้ามเยื่อแผ่น

จากการศึกษาพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำดีกัมมิ่งเพื่อแยกฟอสโฟไลปิดด้วยเทคโนโลยีเมมเบรนมีมาช่วงเวลาหนึ่งแล้ว อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังมีการศึกษาการใช้เทคโนโลยีเมมเบรนกับพืชน้ำมันไม่มากนัก การใช้เทคโนโลยีเมมเบรนในระบบที่มีตัวทำละลายนั่นต้องคำนึงปัจจัยเพิ่มเติมที่นอกเหนือจากการออกแบบระบบทั่วไป นั่นคือเสถียรภาพของระบบทั้งระบบท่อ ชุดโมดูลเมมเบรนและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ในงานวิจัยนี้เสนอทางเลือกเพื่อลดฟอสโฟไลปิดด้วยกระบวนการกรองแบบไหลขวางบนฐานของความเข้มข้นน้ำมันปาล์มดิบในสารป้อนเพื่อลดการสะสมของฟาล์วลิ่ง ส่งผลทำให้ความต้านทานการไหลของเพอร์มิเอทลดลง โดยการศึกษาอยู่บนฐานของค่าฟลักซ์เพอร์มิเอทและความสามารถในการกำจัดฟอสโฟไลปิดเป็นหลัก

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการแยกสารฟอสโฟไลปิดจากน้ำมันปาล์มดิบ ด้วยเทคโนโลยีเยื่อแผ่นแบบไหลขวาง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยมุ่งเน้นถึงการใช้เทคโนโลยีเยื่อ เติมนระบบด้วยการกรองไหลขวางเพื่อแยกสารประกอบในน้ำมันปาล์มดิบ โดยมีขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

1. สร้าง/ปรับปรุงชุดกรองไหลขวางด้วยเมมเบรน
2. เตรียมสารป้อนน้ำมันปาล์มดิบในสถานะมิสเซลลาร่วมกันเฮกเซนเพื่อเป็นสารป้อนเริ่มต้น
3. ออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม
4. ทำการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบ วิเคราะห์ฟลักซ์ ความสามารถในการกำจัดฟอสโฟไลปิดเป็นหลัก มีการวิเคราะห์ผลร่วมกับ FFA และความหนืดในเทอมของปริมาณเฮกเซนที่ใช้ผสมในมิสเซลล่า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้

1. องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาชุดกรองในการนำไปใช้งานได้จริง และนำไปสู่การต่อยอดในอุตสาหกรรมยาและอาหารเสริม และพืชน้ำมันอื่น
2. เป็นฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาชุดการกรองในระดับไมโคร อัลตรา และนาโน เพื่อเพิ่มคุณภาพการแยก ปริมาณฟลักซ์ และลดการเกิดฟอสฟอรีน
3. เป็นฐานข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาสร้างเครื่องมือต้นแบบในงานวิจัยต่อยอดเพื่อสกัดแยกด้วยเยื่อแผ่นแบบไหลขวางในระดับโรงงานทดลอง

1.4.2 หน่วยงานที่นำไปใช้ประโยชน์

1. ภาคอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม พืชน้ำมันอื่นๆ และ กลุ่มพืช/พืชสมุนไพร อาหารเสริม ฯลฯ
2. สถาบันการศึกษา และหน่วยงานวิจัยของรัฐและเอกชน