

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปราย

การทดลองการเพิ่มความเข้มข้นแกมมาออโรซานอลในน้ำมันรำข้าวดิบด้วยเทคโนโลยีเยื่อแผ่นระดับนาโนฟิลเตรชัน มีผลการทดลองดังนี้

4.1 น้ำมันรำข้าวดิบ

น้ำมันรำข้าวดิบที่นำมาใช้ในการทดลองมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ขุ่น มีไขเล็กน้อยดังภาพที่

4.1 การเก็บรักษาน้ำมันรำข้าวดิบจะเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องและทึบแสง เมื่อนำน้ำมันรำข้าวดิบมาวิเคราะห์หองค์ประกอบพบว่า มีปริมาณฟอสโฟไลปิด 0.127 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำมันรำข้าวดิบ มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระ ดังนี้ โอเลอิก 47.76%, ปาล์มมิติก 47.71% และเลอูอิก 47.66%

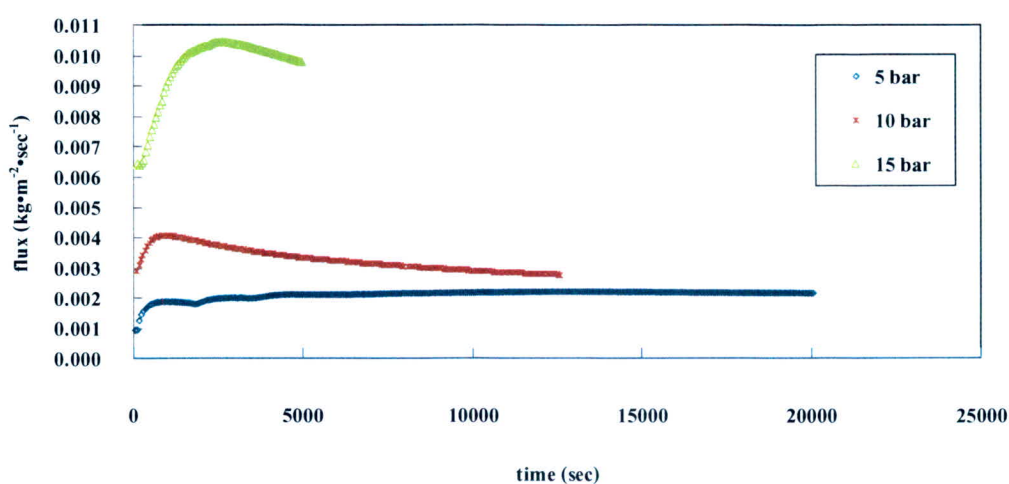


รูปที่ 4.1 น้ำมันรำข้าวดิบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลอง

4.2 ฟลักซ์เพอร์มิเอท

4.2.1 การกรองด้วยเยื่อแผ่นอัลตราฟิลเตรชัน UP020

สารป้อนที่นำมาใช้กรองด้วยเยื่อแผ่น UP020 เป็นสารป้อนมีสเซลล์ระหว่างน้ำมันรำข้าวดิบกับเฮกเซนในอัตราส่วน 1:3 (v/v) โดยสารป้อนประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่และเล็กผสมกันอยู่ ดังนั้นจึงนำมากรองด้วยเยื่อแผ่น UP020 เพื่อปรับสภาพสารป้อนเบื้องต้น ช่วงความดันที่ใช้ในการกรอง UP020 ใช้ความดัน 5, 10, 15 บาร์ ผลของฟลักซ์เพอร์มิเอทดังรูปที่ 4.2



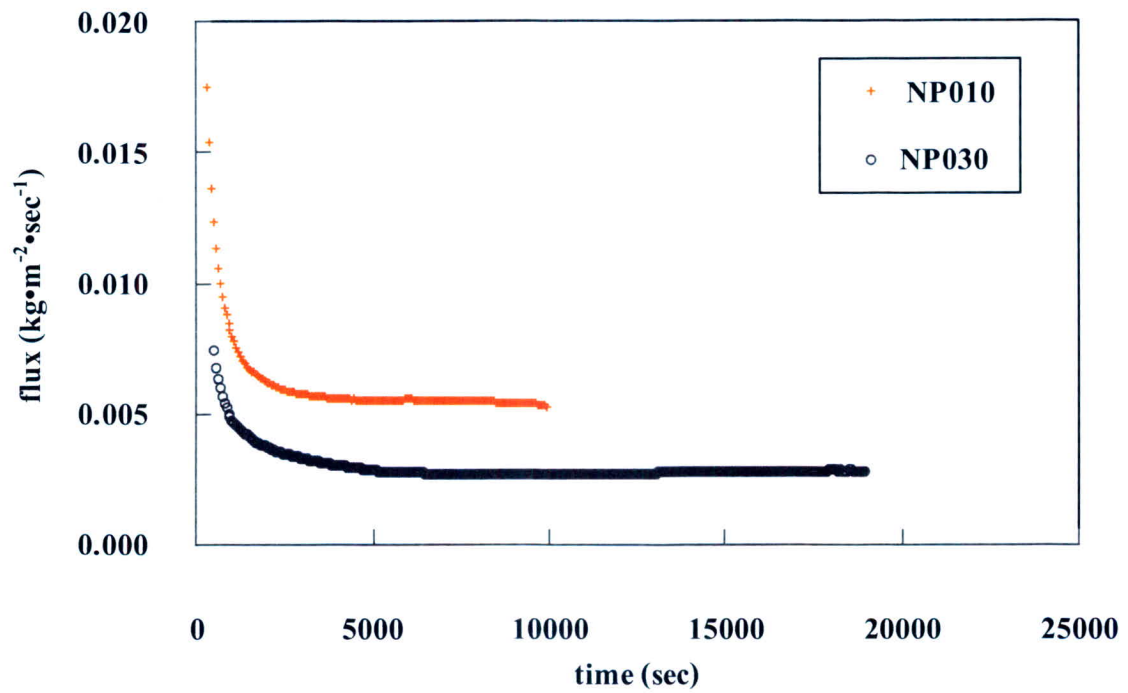
รูปที่ 4.2 ฟลักซ์เพอร์มิเอทจากการกรองด้วยเยื่อแผ่น UP020 ณ ความดัน 5, 10, และ 15 บาร์

พบว่าโปรไฟล์ฟลักซ์เพอร์มิเอท ณ ความดัน 10 และ 15 บาร์มีความคล้ายคลึงกัน โดยช่วงเริ่มต้นฟลักซ์เพอร์มิเอทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ จนถึงจุดสูงสุด จากนั้นจึงเข้าสู่ช่วงที่สองที่ค่าฟลักซ์มีค่าลดลงและมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการกรอง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากขนาดโมเลกุลของไมเซลล์ฟอสโฟไลปิดที่มีขนาดเฉลี่ย 800 ดาลตัน ที่มีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของเยื่อแผ่น UP020 ทำให้บริเวณผิวหน้าเยื่อแผ่นมีความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณที่อยู่ห่างออกไปจากผิวหน้าเยื่อแผ่น (Bulk Solution) ส่งผลให้เกิดคอนเซนเตรชันโพลาไรเซชัน และมีผลต่อการสะสมหรืออุดตันของอนุภาคบริเวณผิวหน้าและภายในรูพรุนเยื่อแผ่น UP020 เกิดเป็นชั้นเค้ก เมื่อระยะเวลาการกรองนานขึ้นชั้นเค้กมีการอัดตัวที่แน่นขึ้นส่งผลให้ค่าฟลักซ์มีค่าลดลง และคงที่ตลอดระยะเวลาการกรอง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของสารผ่านเยื่อแผ่นมีความต้านทานเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาโปรไฟล์ฟลักซ์ ณ ความดัน 5

บาร์ โพรไฟล์ฟลักซ์มีลักษณะเป็นแบบราบเรียบตลอดระยะเวลาการกรอง นอกจากนี้แล้วพบว่าโพรไฟล์ฟลักซ์ ณ ความดัน 5, 10, 15 บาร์ ความดันมีผลต่อการเคลื่อนที่ของสารผ่านเยื่อแผ่นอย่างเห็นได้ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ความดันในงานวิจัยนี้เลือกใช้ความดันที่ 10 บาร์ ถึงแม้ว่าที่ความดัน 15 บาร์จะให้ค่าฟลักซ์ที่สูงกว่าทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากความดันที่สูงมากอาจมีผลต่อการทำงานจริงส่งผลต่อเสถียรภาพของเยื่อแผ่น

4.2.2 การกรองด้วยเยื่อแผ่นนาโนฟิลเตรชัน NP010 และ NP030

เพอร์มิเอทที่ผ่านการกรองด้วยเยื่อ UP020 ถูกนำมาใช้เป็นสารป้อนเพื่อกรองนาโนฟิลเตรชัน NP010 ณ ความดัน 28 บาร์ และนำเพอร์มิเอทที่ผ่านการกรองด้วยเยื่อ NP010 มาใช้เป็นสารป้อนเพื่อกรองนาโนฟิลเตรชัน NP030 ณ ความดัน 34 บาร์ ซึ่งได้ฟลักซ์เพอร์มิเอทดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ฟลักซ์เพอร์มิเอทจากการกรองด้วยเมมเบรน NP010 และ NP030 ณ ความดัน 28 และ 34 บาร์

พบว่าโปรไฟล์ฟลักซ์ของ NP010 และ NP030 มีโปรไฟล์คล้ายกัน กล่าวคือ ในช่วงแรกโปรไฟล์ ฟลักซ์มีการลดลงอย่างรวดเร็ว เป็นผลเนื่องจากความดันที่ใช้มีค่าค่อนข้างสูงจึงส่งผลให้การเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารป้อนมายังบริเวณผิวหน้าเมมเบรนเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วจึงเกิดปรากฏการณ์คอนเซนเตรชันโพลาไรเซชัน และเกิดการสะสมของอนุภาคบริเวณผิวหน้าเมมเบรนทำให้การเคลื่อนที่ของสารผ่านเยื่อแผ่นเกิดได้ช้าลง นอกจากนี้ฟลักซ์เพอร์มิเอทของ NP010 และ NP030 มีค่าค่อนข้างต่ำและใช้เวลาในการกรองนาน เป็นผลเนื่องจากคุณสมบัติของเมมเบรนระดับนาโนฟิลเตรชัน NP010 และ NP030 มีเนื้อแน่น จึงมีความต้านทานการไหลค่อนข้างสูง

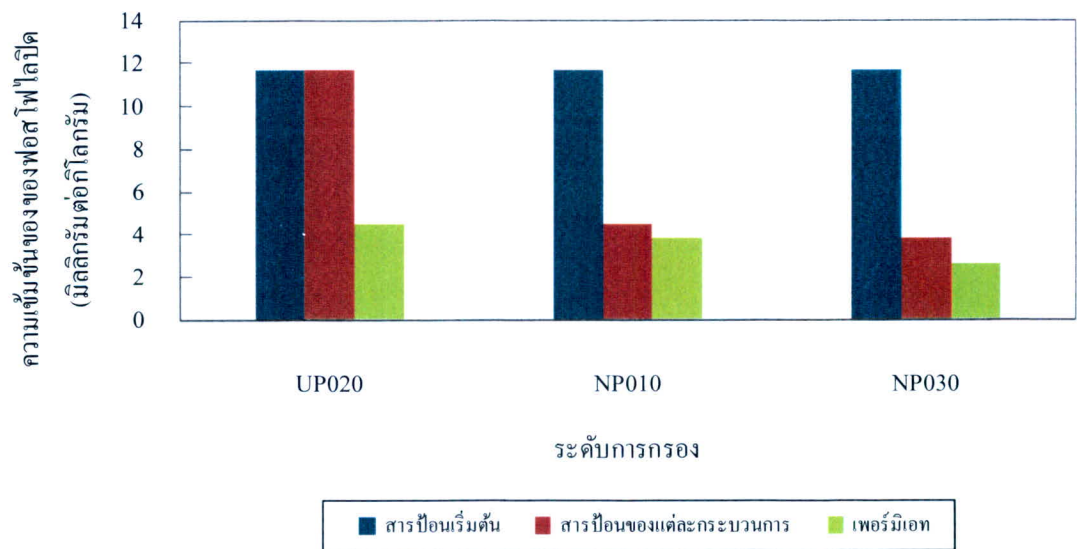
ฟลักซ์เพอร์มิเอทเฉลี่ยของเมมเบรน UP020, NP010 และ NP030 ในเวลา 1 ชั่วโมง มีค่าเป็น 12.712, 19.717 และ 9.778 กิโลกรัมต่อตารางเมตร.ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งฟลักซ์เพอร์มิเอทมีลักษณะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sarita Arora et al. (2006) ให้ค่าฟลักซ์เพอร์มิเอทของมิสเซลล่าของน้ำมันปาล์มดิบในเฮกเซนด้วยอัตราส่วน 1:3 (w/w) ณ ความดัน 20 บาร์ โดยใช้เมมเบรน NTGS2200 พบว่ามีค่าฟลักซ์ 3.75 กิโลกรัมต่อตารางเมตร.ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตาม ฟลักซ์เพอร์มิเอทในงานวิจัยนี้มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เป็นมาจากการใช้ความดัน เยื่อแผ่นที่แตกต่างกัน และองค์ประกอบของสารป้อน เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าน้ำมันรำข้าว เช่น ไตรกลีเซอไรด์

4.3 ฟอสโฟไลปิดและกรดไขมันอิสระ

4.3.1 ฟอสโฟไลปิด

ผลการทดลองการแยกฟอสโฟไลปิดที่ระดับการกรองต่างๆ ดังรูปที่ 4.4 พบว่า การแยกฟอสโฟไลปิดในระดับอัลตราฟิลเตรชันมีการแยกฟอสโฟไลปิดได้ดี แต่มีฟอสโฟไลปิดบางส่วนเคลื่อนที่ผ่านเยื่อแผ่นได้ เนื่องจากขนาดโมเลกุลฟอสโฟไลปิดที่มีขนาดหลากหลายอยู่ภายในสารป้อน โดยโมเลกุลฟอสโฟไลปิดที่มีขนาดใหญ่กว่า 20,000 ดาลตัน (MWCO ของเยื่อแผ่นอัลตราฟิลเตรชันเท่ากับ 20,000 ดาลตัน) ถูกกักไว้บริเวณผิวหน้าเยื่อแผ่นโดยอยู่ในกระแสรีเทนเทท และโมเลกุลฟอสโฟไลปิดที่มีขนาดเล็กกว่า 20,000 ดาลตัน สามารถเคลื่อนที่ผ่านเยื่อแผ่นไปยังกระแสเพอร์มิเอทได้ อย่างไรก็ตามจากรูปที่ 4.4 สามารถบ่งชี้ได้ว่าขนาดโมเลกุลฟอสโฟไลปิดในสารป้อนส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 20,000 ดาลตัน และเมื่อนำเพอร์มิเอทที่ได้จากการแยกในระดับอัลตราฟิลเตรชันมาใช้เป็นสารป้อนในการแยกระดับ

นาโนฟิลเตรชันทำให้อนุกรมการแยกฟอสโฟไลปิดในน้ำมันรำข้าวดิบสามารถแยกฟอสโฟไลปิดได้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น



รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นฟอสโฟไลปิดที่ผ่านกระบวนการกรองด้วยเยื่อแผ่นชนิดต่างๆ

เมื่อศึกษาการแยกฟอสโฟไลปิดบนฐานร้อยละการกักกัน ดังตารางที่ 4.1 พบว่าร้อยละการกักกันของการกรองระดับอัลตราฟิลเตรชันมีค่ามากที่สุด และเมื่อศึกษาร้อยละการกักกันของการแยกทั้งอนุกรมพบว่า ไม่สามารถแยกฟอสโฟไลปิดได้ทั้งหมด และเมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ S. Manjula, R. Subramanian (2009) เป็นการศึกษาการกักกันฟอสโฟไลปิดของมิสเซลล่าน้ำมันรำข้าวดิบในเฮกเซนด้วยอัตราส่วน 1:3 (w/w) ณ ความดัน 20 บาร์ โดยใช้เมมเบรนเนื้อแน่นชนิด NTGS-2200 คุณสมบัติเมมเบรนไม่ชอบน้ำ พบว่ามีค่าการกักกัน 98.8% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ซึ่งให้ค่าการกักกันของเมมเบรน UP020, NP010 และ NP030 ให้ค่าการกักกัน 61.60%, 66.80% และ 77.70% ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากจากการเลือกใช้เมมเบรนที่แตกต่างกัน และความแตกต่างของปริมาณฟอสโฟไลปิดในสารป้อน เนื่องจากอนุภาคของฟอสโฟไลปิดที่มีปริมาณมากทำให้บริเวณผิวหน้าเมมเบรนมีความเข้มข้นของฟอสโฟไลปิดสูงจึงเกิดคอนเซนเตรชันโพลาไรเซชัน รวมทั้งมีการสะสมของอนุภาคฟอสโฟไลปิดที่ผิวหน้าเมมเบรนเกิดเป็นชั้นเค้ก จึงทำให้สารแพร่ซึมผ่านเมมเบรนได้ยาก นอกจากนี้คุณสมบัติของฟอสโฟไลปิดสามารถแตกตัวให้เกิดน้ำและมีส่วนหนึ่งที่ไม่แตกตัวในน้ำ จึง

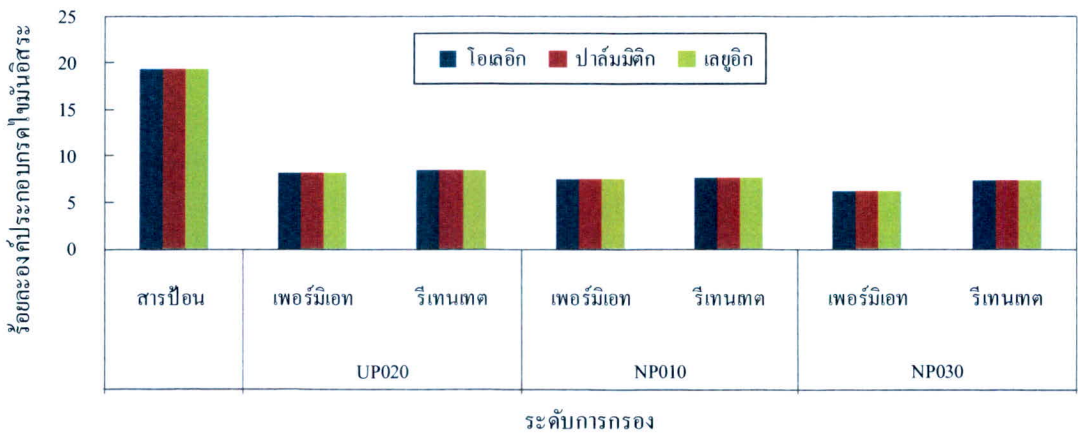
สามารถเกิดการแพร่ซึมผ่านเมมเบรนมายังเพอร์มิเอทและเฮกเซนมีความสามารถในการละลายฟอสโฟไลปิดได้มากเป็นผลให้การกักกันลดลงในกระบวนการเมมเบรน

ตารางที่ 4.1 ร้อยละการกักกันฟอสโฟไลปิดของการกรอง ณ ระดับการกรองต่างๆ

ลำดับ	ชนิดเมมเบรน	ร้อยละการกักกันฟอสโฟไลปิด	
		แต่ละระดับการกรอง	ทั้งหมด
1	UP020	61.60	61.60
2	NP010	14.09	66.80
3	NP030	36.67	77.70

4.3.2 กรดไขมันอิสระ

ผลการทดลองการแยกกรดไขมันอิสระโดยการกรองด้วยเยื่อแผ่นระดับต่างๆ ดังรูปที่ 4.5 พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระในการแยกระดับอัลตราฟิลเตรชัน และระดับนาโนฟิลเตรชันมีปริมาณกรดไขมันอิสระไม่แตกต่างกันทั้งกระแสเพอร์มิเอท และรีเทนเทท เนื่องจากกรดไขมันอิสระมีขนาดโมเลกุลเล็ก จึงสามารถเคลื่อนที่ผ่านเยื่อกรองทั้งในระดับการกรองอัลตราฟิลเตรชัน และนาโนฟิลเตรชัน



รูปที่ 4.5 ร้อยละองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระในระดับการกรองต่างๆ

จากผลการทดลองร้อยละการกักกัน และความสามารถการเลือกผ่านของกรดไขมันอิสระดังตารางที่ 4.2 พบว่า ร้อยละการกักกันกรดไขมันอิสระของเยื่อแผ่นมีระดับอัลตราฟิลเตรชันและระดับนาโนฟิลเตรชันมีค่า

ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ความสามารถการเลือกผ่านเยื่อแผ่นแต่ละระดับการกรองของกรดไขมันอิสระมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากวิธีการวิเคราะห์แบบไฮดรอสแตติกที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และน้ำมันรำข้าวดิบมีสีจึงยากต่อการสังเกตจุดยุติ ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ S. Manjula, R. Subramanian (2009) โดยการศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระในน้ำมันรำข้าวโดยใช้เมมเบรนเนื้อแน่นชนิด NTGS-2100 และ NTGS-2200 พบว่าองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระในเพอร์มิเอทและรีเทนเททไม่มีความแตกต่าง

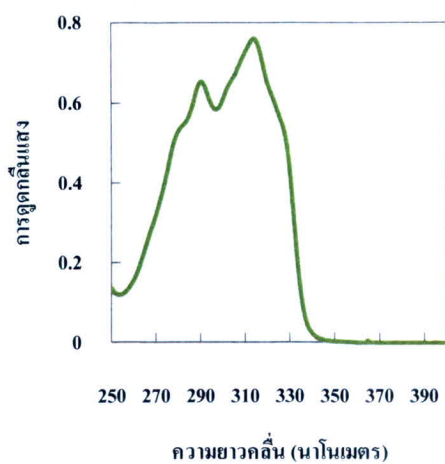
ตารางที่ 4.2 ปริมาณกรดไขมันอิสระก่อน และหลังการกรอง ณ ระดับการกรองต่างๆ

ชนิดเมมเบรน	ร้อยละการกักกันกรดไขมันอิสระ		ความสามารถในการเลือกผ่าน		
	แต่ละระดับการกรอง	ทั้งหมด	โอเลอิก	ปาล์มมิติก	เลอูอิก
UP020	57.73	57.73	0.328	0.328	0.328
NP010	7.32	60.82	0.304	0.304	0.304
NP030	18.42	68.04	0.248	0.248	0.248

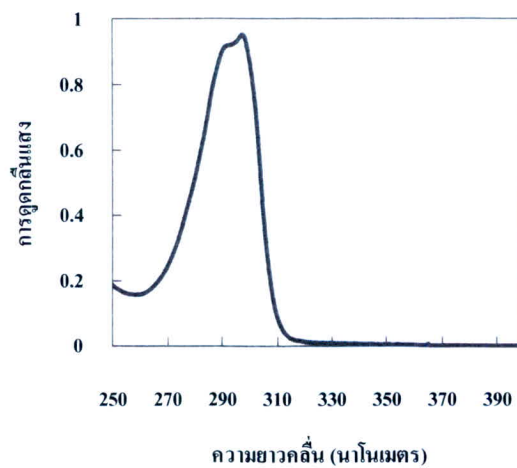
4.4 แคมมาออโรซานอล

4.4.1 ความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการหาปริมาณแคมมาออโรซานอล

การดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลของสารตัวอย่างแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความยาวคลื่นได้กราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง เรียกว่า สเปกตรัม (Spectrum) และความยาวคลื่นที่สารตัวอย่างดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) นิยมใช้เพื่อความยาวคลื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ผลการวัดสเปกตรัมของแคมมาออโรซานอลและวิตามินอีในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 250-400 นาโนเมตร ดังรูปที่ 4.6 พบว่าการดูดกลืนแสงของแคมมาออโรซานอลปรากฏที่ 250-340 นาโนเมตร และการดูดกลืนแสงของวิตามินอีปรากฏที่ 250-315 นาโนเมตร ซึ่งมีการซ้อนทับกันระหว่างสเปกตรัมของทั้งสองสารที่ความยาวคลื่นเดียวกัน

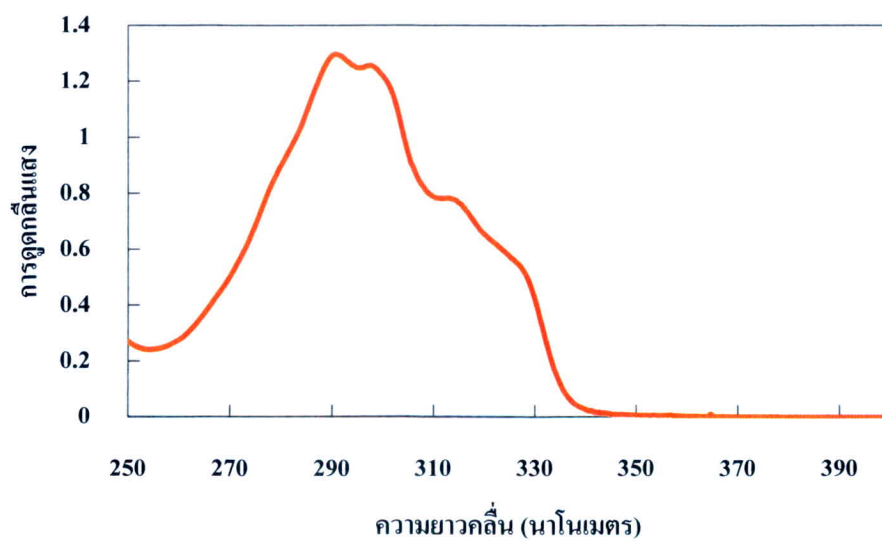


ก) แกมมาออโรซานอล



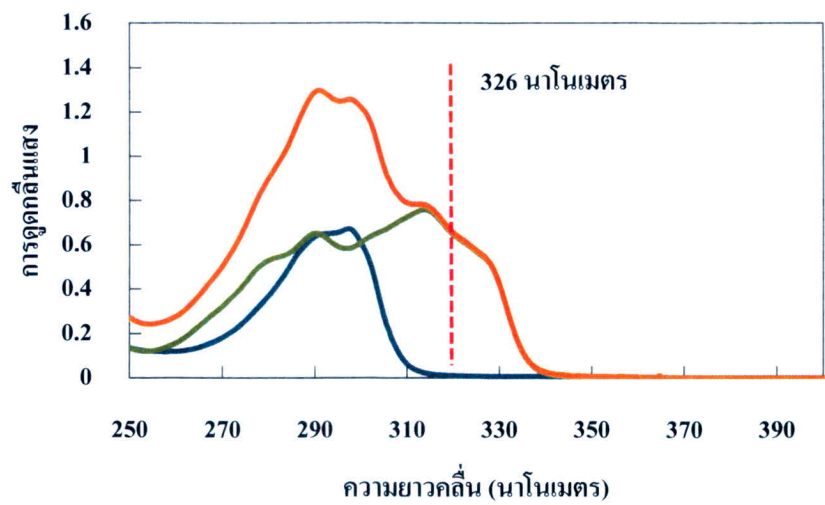
ข) วิตามินอี

รูปที่ 4.6 สเปกตรัมของแกมมาออโรซานอลและวิตามินอี



รูปที่ 4.7 สเปกตรัมของสารละลายผสมแกมมาออโรซานอลและวิตามินอี

นำสารละลายผสมระหว่างแกมมาออโรซานอลและวิตามินอีวัดการดูดกลืนแสงปรากฏสเปกตรัมดังรูปที่ 4.7 พบว่า การวิเคราะห์หาปริมาณของแกมมาออโรซานอลและวิตามินอี โดยเลือกจากความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุดของสารแต่ละชนิด ไม่สามารถตัดสินใจได้ และเมื่อนำสเปกตรัมของรูปที่ 4.6 และ รูปที่ 4.7 มาซ้อนทับกันดังรูปที่ 4.8 พบว่าความยาวคลื่นที่สูงกว่า 320 นาโนเมตรขึ้นไป วิตามินอีจะไม่ดูดกลืนแสง ขณะที่แกมมาออโรซานอลสามารถดูดกลืนแสงได้ ดังนั้นจึงเลือกความยาวคลื่นที่ 326 นาโนเมตร ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณของแกมมาออโรซานอล สำหรับวิตามินอี จะใช้การนำสเปกตรัมมาคำนวณหาค่าอนุพันธ์ซึ่งเรียกเทคนิคนี้ว่า สเปกโทรสโกปีอนุพันธ์ แต่สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณของวิตามินอีในงานวิจัยนี้ไม่ได้ทำการศึกษา

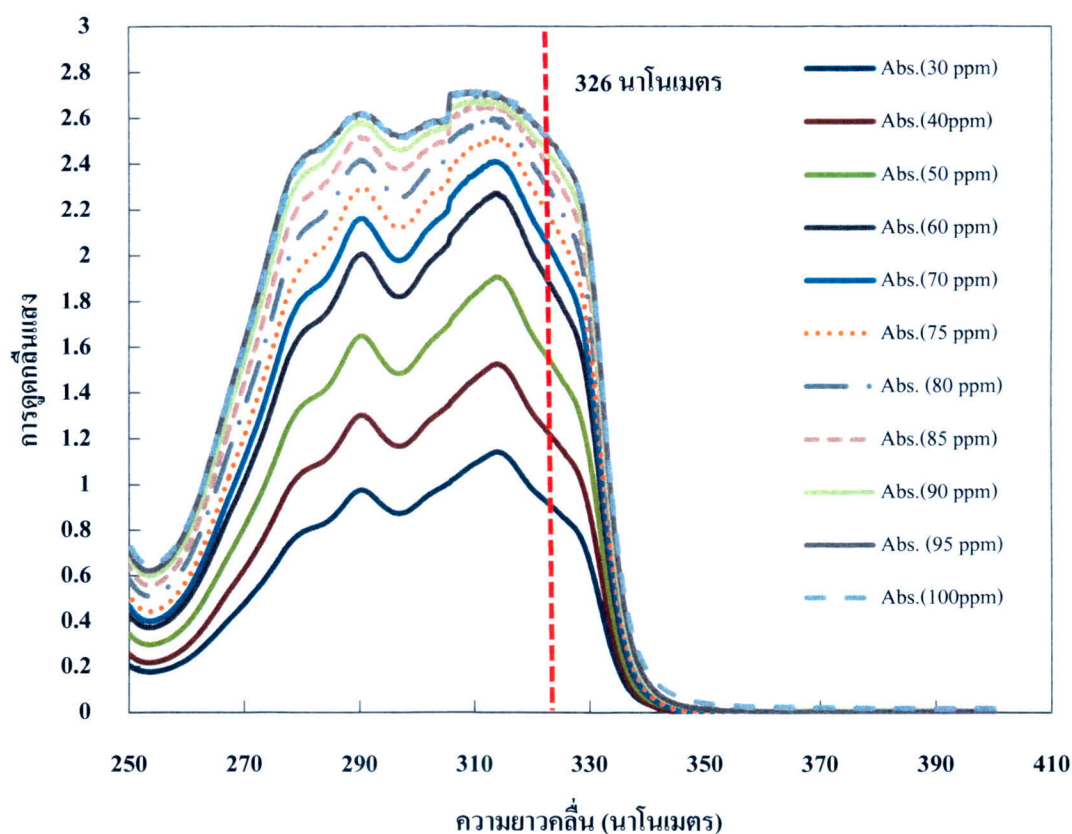


รูปที่ 4.8 สเปกตรัมของแกมมาออโรซานอล (—) วิตามินอี (—) และสารละลายผสมระหว่างแกมมา ออโรซานอลกับวิตามินอี (—)

4.4.2 การสร้างกราฟมาตรฐานแกมมาออโรซานอล

การวิเคราะห์เชิงปริมาณของเทคนิคยูวี วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมทรี เป็นการวิเคราะห์โดยอ้อม กล่าวคือ ต้องเปรียบเทียบกับกราฟเส้นตรงมาตรฐาน ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่กำหนดกับความเข้มข้นของสารที่สนใจ ณ ความเข้มข้นต่างๆ โดยแกมมาออโรซานอลตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 326 นาโนเมตร ของสเปกตรัมเชิงอนุพันธ์อันดับศูนย์ (Zero

Derivative Spectrum) หรือสเปกตรัมพื้นฐานในช่วงความเข้มข้น 30 – 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองดังรูปที่ 4.9

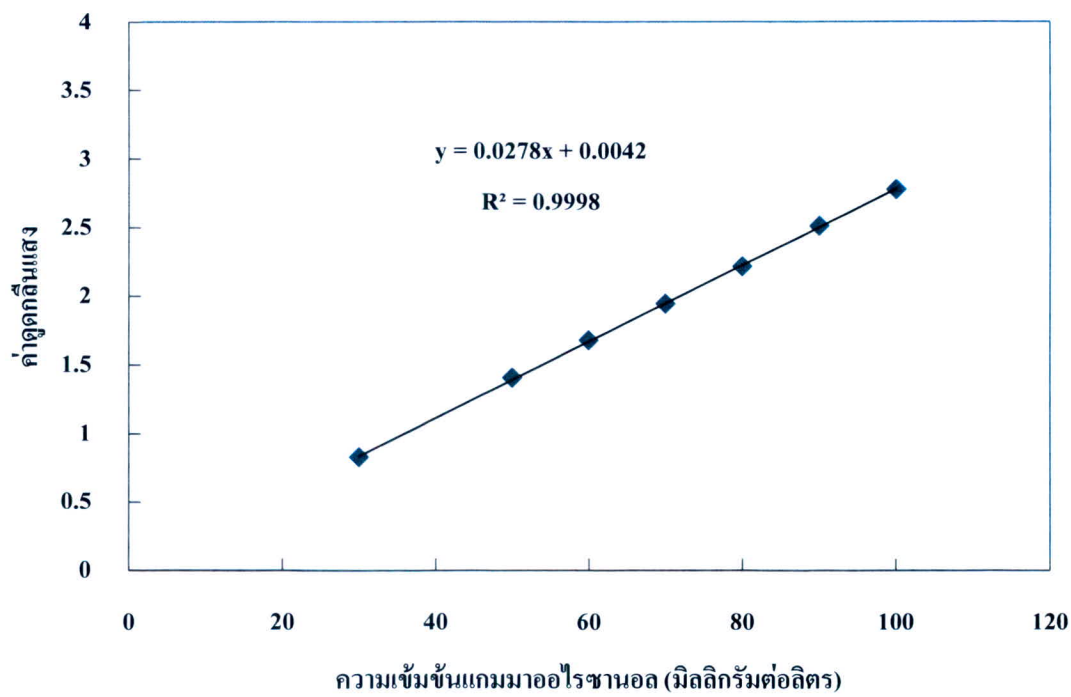


รูปที่ 4.9 การดูดกลืนแสงของแกมมาออโรซานอลที่ความเข้มข้น 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) ตามลำดับ

เมื่อนำแกมมาออโรซานอลที่ความเข้มข้น 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 326 นาโนเมตร ได้ข้อมูลดังตาราง 4.3 และนำข้อมูลในตารางที่ 4.3 สร้างกราฟเส้นตรงมาตรฐานได้ R^2 เท่ากับ 0.9998 ดังรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.3 การดูดกลืนแสงของแกมมาออโรซานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นแกมมาออโรซานอล (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าดูดกลืนแสง
30	0.8276
50	1.4069
60	1.6786
70	1.9432
80	2.2165
90	2.5140
100	2.7777



รูปที่ 4.10 เส้นตรงมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างแกมมาออโรซานอลที่ความเข้มข้น 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าการดูดกลืนแสง

4.4.3 ความสามารถในการแยกแถมมาอโรซานอล

ปริมาณแถมมาอโรซานอลที่ผ่านกระบวนการซาฟอนนิฟิเคชันมีปริมาณน้อยกว่า 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นผลเนื่องมาจากปฏิกิริยาซาฟอนนิฟิเคชันสามารถทำให้แถมมาอโรซานอลเกิดการสลายตัว นอกจากนี้ อาจเกิดการสูญหายในขั้นตอนการแยกของชั้นซาฟอนนิฟายกับอันซาฟอนนิฟาย ดังนั้นจึงมีปริมาณแถมมาอโรซานอลค่อนข้างน้อยในน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการซาฟอนนิฟิเคชัน ดังนั้นเพื่อให้การกรองทุกสภาวะมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงเดียวกันและมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง จึงได้มีการเติมปริมาณแถมมาอโรซานอลเริ่มต้น โดยควบคุมค่าความเข้มข้นแถมมาอโรซานอลเริ่มต้นให้อยู่ในช่วง 300-400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการทดลองการแยกแถมมาอโรซานอลที่ระดับการกรองต่างๆ ดังตารางที่ 4.4 และร้อยละการกักกันแถมมาอโรซานอลดังตารางที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแถมมาอโรซานอลในสารป้อนกับกระแสเฟอร์มิเอทของการกรองด้วยเยื่อแผ่นระดับอัลตราฟิลเตรชัน UP020 มีปริมาณแถมมาอโรซานอลลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกรองในระดับนาโนฟิลเตรชัน NP010 และ NP030 ปริมาณแถมมาอโรซานอลมีปริมาณลดลงตามลำดับ น่าเป็นผลเนื่องมาจากการเกิดคอนเซนเตรชันโพลาไรเซชัน และขนาดรูพรุนเยื่อแผ่น

ตารางที่ 4.4 ปริมาณแถมมาอโรซานอลในเฟอร์มิเอทที่ผ่านการกรองในระดับต่างๆ

ชนิดเมมเบรน	แถมมาอโรซานอล* (มิลลิกรัม)
สารป้อน	54.44
UP020	22.81
NP010	17.57
NP030	13.60

* จำนวนมิลลิกรัมของแถมมาอโรซานอลที่พบในเฟอร์มิเอทของแต่ละระดับการกรอง

เมื่อศึกษาผลการทดลองบนฐานร้อยละการกักกันของเยื่อแผ่นแต่ละระดับการกรองของ UP020, NP010 และ NP030 มีค่าร้อยละการกักกันเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังนั้นการกรองแต่ละระดับมีผลต่อการกรองแถมมาอโรซานอล ดังนั้นการแยกแถมมาอโรซานอลด้วยชุดเยื่อกรองสามารถเพิ่มความเข้มข้น

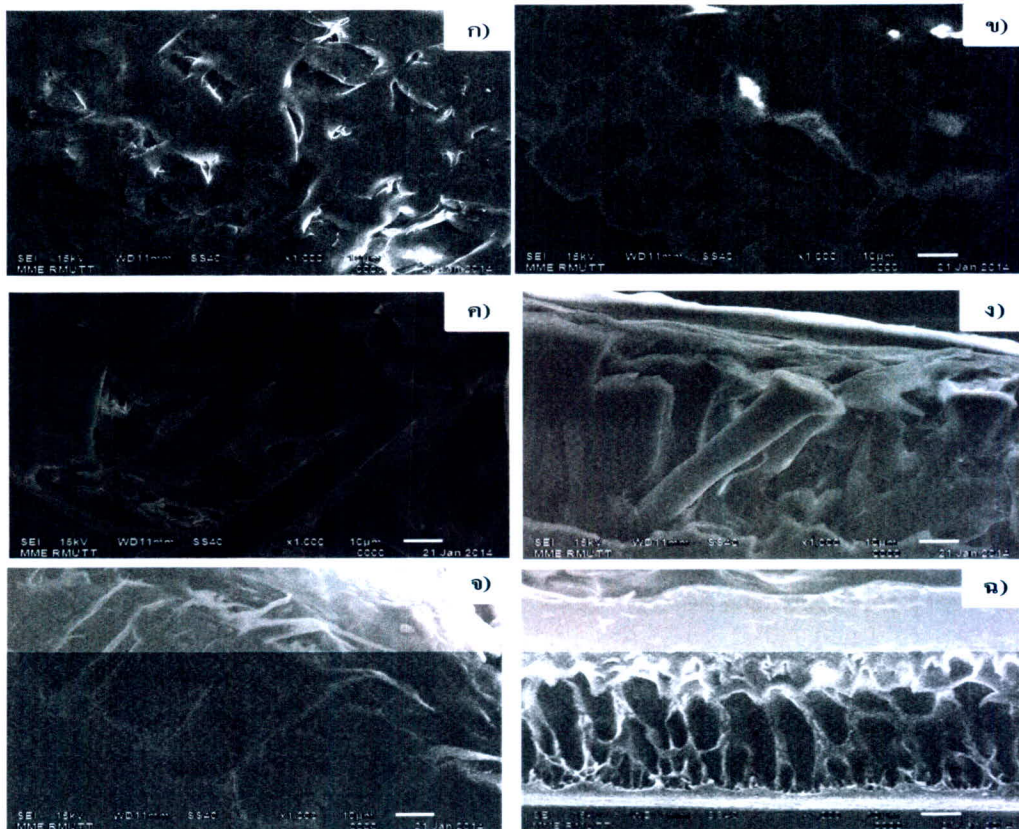
ของแกมมาอโรซานอลได้ แต่เพื่อประสิทธิภาพการแยกที่ดียิ่งขึ้นต้องมีการปรับเปลี่ยนสภาวะการทดลองในส่วนของการลดความดัน การเลือกเยื่อแผ่น และการเตรียมสารป้อน

ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการกักกันแกมมาอโรซานอลที่ผ่านการกรองในระดับต่างๆ

ลำดับ	ชนิดเมมเบรน	ร้อยละการกักกันแกมมาอโรซานอล	
		แต่ละระดับการกรอง	ทั้งหมด
1	UP020	58.10	58.10
2	NP010	22.97	67.73
3	NP030	22.60	75.02

4.5 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเยื่อแผ่น

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมมเบรนก่อน และหลังผ่านกระบวนการกรองด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า ดังรูปที่ 4.11 พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมมเบรนอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกระดับการกรอง จึงอาจกล่าวได้ว่าเมมเบรน PES ทนต่อตัวทำละลายอินทรีย์และทนต่อความดัน ซึ่งเป็นผลการศึกษาที่สอดคล้องกับ Juliana M.L.N. de Moura et al. (2005)



ก) เมมเบรน UP020 ก่อนกรอง ข) เมมเบรน UP020 หลังกรอง ค) เมมเบรน NP010 ก่อนกรอง
 ง) เมมเบรน NP010 หลังกรอง จ) เมมเบรน NP030 ก่อนกรอง ฉ) เมมเบรน NP030 หลังกรอง

รูปที่ 4.11 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมมเบรนชนิดพอลิเอเธอร์ซัลโฟน