บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะเขือเทศ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* อยู่ในตระกูล Solanaceae เป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในด้านอุตสาหกรรมและการบริโภคผลสด มะเขือเทศมีประโยชน์ต่อสุขภาพและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนี้ในมะเขือเทศยังมีสารที่ทำให้มะเขือเทศมีสีแดงที่เรียกว่า ไลโคพีน (Lycopene) จัดเป็นแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ชนิดหนึ่ง มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สามารถพบได้ในแตงโม และมะละกอ แต่แหล่งของไลโคพีนที่มีมากที่สุดจากอาหาร คือ มะเขือเทศ ไลโคพีนมีสูตรโมเลกุล $C_{40}H_{56}$ น้ำหนักโมเลกุล 536.88 ดอลตัน มีโครงสร้างแบบพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว (Conjugated double bonds) ประมาณ 11 ตำแหน่ง ทำให้ไลโคพีนสามารถรับสารประเภทอนุมูลอิสระได้ มีประโยชน์ในการนำมาใช้เป็นยาหรือสารต่อต้านมะเร็ง [1, 2]

ในกระบวนการแยกไลโคพีนตามแบบดั้งเดิมใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายเช่น เฮกเซน แล้วจึงระเหยตัวทำละลายออกด้วยความร้อน แต่ในขณะเดียวกันไลโคพีนสลายตัวได้เมื่อได้รับความร้อน หรืออาจใช้การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ภาวะเหนือวิกฤต (Supercritical CO_2) แต่มีข้อเสียคือ เป็นกระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีขั้นสูง กระบวนการเมมเบรนเป็นเทคโนโลยีการแยกที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถแยกสาร หรือทำให้สารมีความบริสุทธิ์มากขึ้น โดยไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีอันตรายอื่นๆ และไม่ทำให้สารผลิตภัณฑ์สูญเสียสมบัติหรือสภาพเนื่องจากความร้อน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการใช้กระบวนการเมมเบรนเพื่อแยกไลโคพีนออกจากเฮกเซน ในการศึกษาเบื้องต้นของงานวิจัยนี้พบว่า น้ำหนักโมเลกุลของไลโคพีน (536.88 ดอลตัน) อยู่ในช่วงการแยกของกระบวนการนาโนฟิลเตรชัน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เมมเบรนมีรูพรุนขนาด 10-50 อังสตรอม สามารถกักกันสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 ดอลตันได้ น่าจะเป็นกระบวนการที่สามารถแยกไลโคพีนได้ แต่ในทางปฏิบัติจริงกระบวนการนาโนฟิลเตรชันไม่สามารถแยกเฮกเซนออกจากไลโคพีนได้ (ค่าร้อยละการกักกันเท่ากับ 0) เนื่องจาก ทั้งเฮกเซนและไลโคพีนมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วงเดียวกันกับความสามารถในการแยกของ กระบวนการนาโนฟิลเตรชัน และแรงขับดัน (Driving force) ของกระบวนการนาโนฟิลเตรชันคือ ความดัน ทำให้ไม่สามารถแยกสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกันออกจากกันได้ ต่างจากกระบวนการเพอร์แวปเพอเรชันที่ใช้ความดันย่อย (Partial pressure) เป็นแรงขับดัน ทำให้

สามารถแยกเฮกเซน ซึ่งมีค่าความดันย่อยต่ำออกจากไลโคพีนซึ่งเป็นตัวถูกละลายในเฮกเซน โดยการควบคุมความดันไอด้านเพอร์มิเอตให้ต่ำโดยใช้ปั๊มสูญญากาศเป็นตัวพาเพอร์มิเอตออกไป [3] การดำเนินกระบวนการเพอร์แวปเพอเรชัน ณ อุณหภูมิห้อง ทำให้ได้เฮกเซนในส่วนของเพอร์มิเอตสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ และได้ไลโคพีนโดยไม่สูญเสียสมบัติเนื่องจากความร้อนในส่วนของรีเทนเทต ข้อดีของกระบวนการเพอร์แวปเพอเรชัน คือ ได้สารที่มีความบริสุทธิ์ออกจากสารผสมโดยไม่ต้องมีการใช้สารเคมีชนิดที่สาม และประหยัดพลังงานกว่าวิธีอื่น

พอลิซัลโฟน (Polysulfone, PSf) เป็นพอลิเมอร์ชนิดเทอร์โมพลาสติก เมื่อนำมาเตรียมเป็นเมมเบรนจะได้เมมเบรนที่มีเสถียรภาพสูงทั้งด้านเคมีและชีวภาพ ทนต่อความร้อนและแรงทางกลได้ดี สามารถใช้งานได้ในช่วงพีเอชกว้าง และมีความยืดหยุ่นดีเยี่ยมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายลักษณะ พอลิซัลโฟนมีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จึงยอมให้เฮกเซนซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนผ่านได้ดี [4] งานวิจัยนี้จึงสนใจใช้เมมเบรนพอลิซัลโฟนในการแยกไลโคพีนออกจากเฮกเซน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เตรียมเมมเบรนพอลิซัลโฟนและซัลฟอเนเตดพอลิซัลโฟนและศึกษาลักษณะสมบัติ
2. ศึกษาสมรรถนะของเมมเบรนพอลิซัลโฟน และซัลฟอเนเตดพอลิซัลโฟนในการแยกไลโคพีนในมะเขือเทศออกจากสารสกัดเฮกเซน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เตรียมเมมเบรนชนิดแผ่นด้วยการขึ้นรูปด้วยมือ (hand casting) บนแผ่นกระจก
2. เตรียมเมมเบรนพอลิซัลโฟนจากเม็ดพอลิซัลโฟนชนิดน้ำหนักโมเลกุลเชิงจำนวน (Mn) เท่ากับ 16,000 ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก โดยใช้นอร์มัล-เมทิล-2-ไพโรลิโดน (N-methyl-2-pyrrolidone, NMP) เป็นตัวทำละลาย ให้มีลักษณะโครงสร้างแตกต่างกันด้วยการแปรเปลี่ยนเวลาที่ใช้ในการระเหยตัวทำละลายบางส่วน 8-18 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยตัวทำละลายบางส่วน 40-60 องศาเซลเซียส และเวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 45-90 นาที
3. เตรียมอนุภาคซัลฟอเนเตดพอลิซัลโฟนตามวิธีการในเอกสารอ้างอิง [5] โดยใช้ไทรเมทิล-ไซริล-คลอโรซัลฟอเนต (trimethysilyl chlorosulfonate, TMSCS) เป็นสารทำซัลฟอเนชัน (sulfonating agent)

4. เตรียมเมมเบรนซัลฟอเนเตดพอลิซัลโฟนจากอนุภาคซัลฟอเนเตดพอลิซัลโฟนในข้อ 3. โดยใช้นอร์มัล-เมทิล-2-ไพโรลิโดน (NMP) เป็นตัวทำละลายด้วยสภาวะที่เหมะสมซึ่งได้จากผลการศึกษาในข้อ 2.
5. วิเคราะห์สมบัติของเมมเบรน ดังนี้
    1) สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถทนต่อแรงดึง, โครงสร้างรูพรุนในเมมเบรน ค่าฟลักซ์และค่าแฟกเตอร์การแยก
    2) สมบัติทางเคมี ได้แก่ โครงสร้างทางเคมี
6. โมดูลที่ใช้ในกระบวนการเพอร์แวปเพอเรชันเป็นโมดูลแบบแผ่นและกรอบ (Plate and frame module)
7. เตรียมสารสกัดไลโคพีนจากมะเขือเทศตามวิธีการในเอกสารอ้างอิง [6] โดยใช้สารผสมเฮกเซน แอซีโทน และเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เมมเบรนพอลิซัลโฟนและ/หรือซัลฟอเนเตดพอลิซัลโฟนและกระบวนการเมมเบรนที่มีความเหมาะสมต่อการแยกไลโคพีนออกจากสารสกัดเฮกเซน
2. ได้ผลิตภัณฑ์ไลโคพีนและเฮกเซนหมุนเวียนกลับไปใช้ใหม่