

## 1 บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการปนเปื้อนของสารในน้ำอันเนื่องมาจากความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมมีให้เห็นกันอยู่ทั่วไป การใช้วิธีธรรมชาติเช่นใช้พืชดูดซับ แม้จะมีราคาถูกแต่กระบวนการกำจัดสารพิษใช้เวลานานมากไม่ทันกับความต้องการใช้น้ำสะอาด สิ่งแปลกปลอมในน้ำธรรมชาติและน้ำใต้ดินเป็นอันตรายและมีผลรุนแรงต่อสุขภาพมากขึ้นโดยลำดับ ขณะที่การพัฒนาภาคอุตสาหกรรมซึ่งเป็นบ่อเกิดใหญ่ของมลภาวะสิ่งแวดล้อมก็ไม่ได้หยุดนิ่งหรือลดลง การกรองสารพิษหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ออกจากน้ำด้วยเยื่อบางเป็นเทคโนโลยีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยขนาดของสารที่ต้องการกรองถูกกำหนดด้วยขนาดของรูบนเยื่อกรอง การผลิตเยื่อกรองจึงซับซ้อนตามความต้องการใช้งาน เนื่องจากจะต้องคำนึงถึงชนิดความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่เยื่อกรองสัมผัสด้วย

สำหรับประเทศไทย การผลิตเยื่อบางเพื่อกรองสารแขวนลอยระดับ  $10^{-3}$  -  $1$  ไมครอน จึงน่าจะเริ่มต้นด้วยการใช้วัสดุที่จัดหาได้ในท้องถิ่น เพราะนอกจากจะประหยัดเงินตราของประเทศแล้ว ยังมีโอกาสสร้างงานให้แก่ชุมชนด้วย โดยเฉพาะการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้ง งานวิจัยนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมะพร้าวควบคู่กับไคโตแซน (ซึ่งสกัดจากเปลือกกุ้ง และกระดองปู และในปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้เองแล้ว) เพื่อทำเยื่อกรองที่มีรูพรุนขนาดระหว่าง  $10^2$ - $10^1$  ไมครอน ในการนี้จะใช้น้ำมะพร้าวมาเป็นสารละลายตั้งต้นในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* เพื่อผลิตเยื่อเซลลูโลส โดยจะศึกษาเปรียบเทียบผลของการผลิตแผ่นเซลลูโลสจากจุลินทรีย์ที่เคิบโคในสารอาหารมาตรฐาน (ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ) หลังจากศึกษาคุณลักษณะต่างๆของเยื่อที่ได้แล้ว จึงจะใช้เป็นเยื่อฐานสำหรับเคลือบไคโตซานต่อไป เยื่อเซลลูโลสที่เคลือบไคโตซานแล้วเรียกว่า เยื่อประกอบ สิ่งที่น่าสนใจสำหรับเยื่อประกอบชนิดนี้คือ วัสดุชีวภาพทั้งสองชนิดนี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และเป็นวัสดุที่เหลือจากภาคเกษตรกรรมทั้งคู่ จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในชีวิตประจำวันร่วมกับธรรมชาติตามวิถีไทย

เนื่องจากไคโตแซนที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาและการแพทย์ต้องมีความบริสุทธิ์สูง ทำให้กระบวนการผลิตต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพง จึงมีผู้สนใจนำไคโตแซนไปใช้ประโยชน์อื่น อาทิเช่น กำจัดสารพิษหรือสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม (3-6) หรือทำเป็นเยื่อกรองชนิดประกอบร่วมกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น เพื่อใช้ในการกรองน้ำ (7-11) การที่ไคโตแซนมีประจุบวกเป็นประจุจริง เมื่อนำมาขึ้นรูปเป็นเยื่อบาง จะแสดงพฤติกรรมคัดเลือกประจุลบ (Anion exchange membrane) (12) มีความพยายามเพิ่มคุณสมบัติการแลกเปลี่ยนประจุของเยื่อชนิดนี้โดยการโคปด้วย  $Ag_2SO_4$  (13) โดยปกติเยื่อชนิดแลกเปลี่ยนประจุนิยมนำไปใช้ในกระบวนการแยกเกลือโดยอาศัยไฟฟ้าเป็นแรงเคลื่อน ซึ่งเรียกว่ากระบวนการอิเล็กโทรไดอะลิซิส (14) สภาพมีประจุของเยื่อจะทำให้เกิดขึ้นไอออนชั้นตรงรอยต่อระหว่างผิวของเยื่อกับสารละลายเกลือทั้งสองด้าน ทำให้เยื่อมีคุณสมบัติเชิงไฟฟ้า เช่นมีค่าความจุไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าพร้อมๆกัน ซึ่งได้สรุปผลไว้แล้วจากห้องปฏิบัติการวิจัยนี้ (15) นอกจากนี้ยังได้ทำเยื่อไคโตแซน โดยผสมกับกรดอะซิติกและทำการเชื่อมขวางด้วยกลูตารัลดีไฮด์ พบคุณสมบัติการบวมน้ำ

ที่ขึ้นกับส่วนผสมของโคโคแซน และพบการยอมให้ประจุลบแพร่ผ่านเยื่อได้ง่ายกว่าประจุบวก (16) ลักษณะการบวมน้ำนี้มีประโยชน์ในการช่วยอุดรูของเยื่อฐานให้มีขนาดเล็กลง

ส่วนเซลล์โลสเป็นพอลิเมอร์ที่พบโดยทั่วไปในส่วนต่างๆของพืช หรือเป็นผลผลิตจากสาหร่ายและจุลินทรีย์ ในงานวิจัยนี้จะใช้จุลินทรีย์ *Acetobacter* ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในน้ำผลไม้ น้ำส้มสายชู และแหล่งที่มีคาร์บอนของน้ำตาลหลายชนิด (17,18) เป็นส่วนประกอบของอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ มีรายงานว่าเซลล์โลสที่ผลิตจากแบคทีเรียชนิดนี้ มีเส้นใยที่ละเอียด มีความเหนียวและแข็งแรง สามารถดูดซับน้ำได้ดี และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ (19) นอกจากนี้พบรายงานการนำเซลล์โลสนี้ไปใช้เป็น UF Membrane ด้วย (20) ทำให้เยื่อเซลล์โลสจากจุลินทรีย์เป็นอีกวัสดุชีวภาพหนึ่งที่น่าสนใจยิ่ง การสานของพอลิเมอร์อย่างแน่นหนา เพื่อให้รูพรุนบนเยื่อเล็กกลมนั้นอาจไม่ใช่วิธีที่ดีและประหยัด เนื่องจากการเพาะเลี้ยงนานๆจะเพิ่มโอกาสปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นๆได้ ทำให้กระบวนการผลิตพอลิเมอร์ของ *Acetobacter* ชงักลง การเคลือบด้วยพอลิเมอร์ชนิดอื่นเพื่อให้รูกรองเล็กกลงจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดเวลาในการผลิตเยื่อเซลล์โลสจากจุลินทรีย์ เป็นการลดความเสี่ยงต่อการผลิตเยื่อที่ไม่สม่ำเสมอ

ในการกรองด้วยเยื่อบางนั้น แรงขับเคลื่อนให้น้ำแยกออกจากสารแขวนลอยต่างๆได้คือความดัน ซึ่งจะต้องมีค่ามากกว่าความดันออสโมติกของสารละลาย จากกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ของระบบที่ไม่ย้อนกลับ (Irreversible Thermodynamics Processes) พารามิเตอร์ที่บอกคุณสมบัติการกรองของเยื่อคือ สภาพการยอมน้ำ (Hydraulic permeability) ขนาดรู (Pore size) ความพรุน (Porosity) และสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (Reflection coefficient) ของสารแขวนลอย เหล่านี้เป็นค่าทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญเพื่อบ่งบอกคุณลักษณะของเยื่อที่ผลิตขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะต้องคำนวณหาจากผลการทดลอง อย่างไรก็ตามในส่วนของการทำเยื่อประกอบนั้น คณะวิจัยจะเน้นการประกอบวัสดุทั้งสองชนิดให้ได้ก่อน และจะทดสอบการยอมให้น้ำผ่านโดยยังไม่มีสารแขวนลอย เพื่อเปรียบเทียบค่าสภาพยอมน้ำ (Hydraulic permeability) ของเยื่อก่อนที่จะดำเนินการวิจัยในขั้นต่อไป