



191099



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาหลักการพื้นฐานและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
เมมเบรนในอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม

โดย ศ.ดร.รัตนา จิระรัตนานนท์

b00255901



191099

สัญญาเลขที่ RTA 5080014

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การศึกษาหลักการพื้นฐานและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมมเบรน
ในอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม



ผู้วิจัย

ศ.ดร.รัตนา จิระรัตนานนท์
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สนับสนุนโดย

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

การศึกษาหลักการพื้นฐานและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมมเบรน
ในอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

191099

วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมมเบรนเพื่อแก้ปัญหาอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของกระบวนการเมมเบรน การศึกษาวิจัยของโครงการนี้แบ่งเป็น 4 โครงการย่อย โครงการที่ 1 ศึกษากระบวนการเมมเบรนคอนแทคเตอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็นกระบวนการดูดกลืนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์, การใช้โอโซนเพื่อบำบัดน้ำเสีย และกระบวนการกลั่นแบบออสโมติกเพื่อลดปริมาณของแอลกอฮอล์ในเบียร์ โครงการที่ 2 วิจัยเรื่องการนำระบบนาโนฟิลเตรชันมาใช้ในการบำบัดน้ำที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ธรรมชาติและอิมัลชัน โครงการที่ 3 ศึกษาวิจัยเรื่องการปรับสภาพเมมเบรนเพื่อลดการเกิดฟาวลิงของโปรตีนและเพื่อลดการสูญเสียการให้กลิ่นรส โครงการสุดท้ายเป็นการประยุกต์ใช้ระบบ MBR (Membrane Bioreactor) เพื่อการบำบัดน้ำทิ้งที่ปนเปื้อนฟอสฟอรัส

ผลการวิจัยได้มีการเผยแพร่โดยการจัดสัมมนาทางวิชาการ 3 ครั้ง และได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติที่มีการตรวจสอบผลงานอย่างเข้มข้น 15 บทความ นอกจากนี้ยังมีบัณฑิตที่จบการศึกษาในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก รวม 12 คน ผลงานวิจัยบางส่วนได้รับความสนใจจากบริษัทเอกชนในการทำวิจัยต่อ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าทางโครงการได้บรรลุเป้าประสงค์ในระดับที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: การดัดแปรเมมเบรน, เครื่องปฏิกรณ์เมมเบรน, เทคโนโลยีเมมเบรน, นาโนฟิลเตรชัน, เมมเบรนคอนแทคเตอร์

Fundamental study, industrial and environmental application of membrane technology

Abstract

191099

The main objective of this research project was to study and apply membrane technology for solving industrial and environment problems using the advantages of the membrane processes. The study covered fundamental aspects and applications and was divided into 4 sub – projects. The first sub – project involved membrane contacting processes which included carbondioxide absorption process, ozonation for treatment of dye solution, and osmotic distillation process for reducing alcohol concentration in wine.

The second project studied the application of nanofiltration process for treatment of water containing natural organic matter (NOM) and metal ions. Sub – project 3 concentrated on membrane modification for reducing protein fouling and loss of aroma compounds. The last sub – project applied the membrane bioreactor (MBR) for treatment of water contaminated with formaldehyde.

The results of this research were disseminated through organization of 3 academic seminars and also led to 15 publications in international peer review journals. In addition, 3 Ph.D graduates and 9 master's degree graduates were also produced. Part of the research results has attracted the interest of the private sector resulting in extension of the research project. In conclusion, the achievement of this research project is satisfactory.

Keywords: Membrane bioreactor, Membrane contactor, Membrane modification, Membrane technology, Nanofiltration

Executive Summary

กระบวนการแยกโดยใช้เมมเบรนเป็นกระบวนการที่มีศักยภาพสูงในการใช้งานในกระบวนการผลิตน้ำสะอาด บำบัดน้ำเสีย และในอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยอาจเป็นการใช้แทนที่กระบวนการเดิม หรือใช้เป็นกระบวนการผสมกับกระบวนการอื่นๆ อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยของแต่ละการใช้งานยังมีความจำเป็นทั้งในแง่หลักการพื้นฐาน และผลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของกระบวนการงานวิจัยนี้เน้นการศึกษาพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ของกระบวนการเมมเบรนบางกระบวนการ

สำหรับอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม โดยเสนอเป็น 4 โครงการย่อย ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเมมเบรน ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และภาควิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการย่อยที่ 1 ศึกษาเรื่องกระบวนการเมมเบรนคอนแทคเตอร์ (MC) ซึ่งมีหลักการคือใช้เมมเบรนรูปทรงแบบไม่ชอบน้ำเป็นตัวกั้นระหว่างเฟสของเหลว - ก๊าซ หรือของเหลว - ของเหลว และมีการถ่ายเทมวลในรูปของไอจากเฟสหนึ่งผ่านรูพรุนของเมมเบรนไปยังอีกเฟสหนึ่ง โดยระบบที่ศึกษาประกอบด้วย 1) การดูดกลืนก๊าซ CO_2 ด้วยสารละลายเอมีน (amines) ด้วยระบบ MC โดยก๊าซผสมที่ศึกษาได้แก่ CO_2/N_2 และ CO_2/CH_4 2) การบำบัดน้ำเสียด้วยไอโซนผ่านระบบ MC และ 3) การลดปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ด้วยกระบวนการ MC ที่เรียกว่ากระบวนการ OD (osmotic distillation) ผลงานตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติจากโครงการย่อยนี้มีทั้งหมด 8 เรื่อง

โครงการย่อยที่ 2 ศึกษาการบำบัดน้ำที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ธรรมชาติ (NOM) ด้วยกระบวนการนาโนฟิลเตรชัน (NF) และออสโมซิสผันกลับ (RO) เพื่อผลิตน้ำสะอาด โดยรวมถึงการศึกษาแบบจำลองและการทดลอง โดยเน้นการศึกษาอันตรกิริยาระหว่าง NOM - เมมเบรน - อีออนไลค์ที่มีต่อสมรรถนะของกระบวนการ โครงการย่อยนี้ยังรวมถึงการนำกระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน ที่เรียกว่า MEUF (micellar enhanced ultrafiltration) ในการแยกอินออนตะกั่วออกจากน้ำเสีย ผลงานของโครงการนี้ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติรวมทั้งหมด 5 เรื่อง

โครงการย่อยที่ 3 เกี่ยวข้องกับการดัดแปรพื้นผิวของเมมเบรนเพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติการกักกันสารและลดการเกิด Fouling โดยเมมเบรนที่นำมาดัดแปรคือเมมเบรนที่ผลิตจาก PVDF (Polyvinylidene fluoride) โดยการท้าวิจัย 2 แนวทาง แนวทางแรกเป็นการปรับสภาพด้วยไโคโดซาน เพื่อเพิ่มความชอบน้ำให้เมมเบรนซึ่งนำไปสู่การลด Fouling ของสารละลายโปรตีน แนวทางที่สองใช้ไโคโดซานในการปรับสภาพเช่นเดียวกัน แต่เพื่อลดการเปียก (wetting) และลดการสูญเสียสารให้กลั่นรสในกรณีที่น่าเมมเบรนดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการ OD เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำผลไม้ ผลงานตีพิมพ์ของโครงการนี้มี 2 เรื่อง

โครงการย่อยสุดท้ายเป็นการประยุกต์ใช้ระบบ MBR (Membrane bioreactor) ในการกำจัดฟอर्मอลดีไฮด์ในน้ำเสียจากอุตสาหกรรม โดยคาดว่าจะการนำระบบเมมเบรนไปใช้ร่วมกับกระบวนการ activated sludge จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด ผลงานวิจัยของโครงการนี้ยังอยู่ระหว่างการเตรียม/แก้ไขบทความ ยังไม่ได้รับการตีพิมพ์

โดยภาพรวมตลอดระยะเวลา 3 ปี ที่ได้ดำเนินโครงการวิจัย อาจกล่าวได้ว่าทางโครงการประสบความสำเร็จในระดับน่าพอใจ เมื่อพิจารณาจากการเผยแพร่/ผลิตผลงานวิจัย การสร้างทีมวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัยอื่นยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเพราะมีตัวแปรที่ไม่อาจควบคุมได้ ส่วนการผลิตบัณฑิตทางโครงการได้ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ทางด้านเมมเบรน ผลงานวิจัยบางส่วนได้รับความสนใจจาก บริษัท ปตท จำกัด (มหาชน) และ บริษัท SCG เคมีคอลส์ ในการทำวิจัยต่อ