



บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

สมบัติและการใช้ประโยชน์ของบิวทานอล(6)

1. สมบัติบางประการของบิวทานอล

บิวทานอลเป็นแอลกอฮอล์อิ่มตัวมีสูตรโมเลกุล คือ C_4H_9OH น้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 74.12 มีไอโซเมอร์ 4 ตัว ที่สนใจศึกษาคือ นอร์มอล-บิวทานอล มีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้ จุดเดือด 117.1 องศาเซลเซียส ความสามารถในการละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความสามารถในการละลายของน้ำในบิวทานอลที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เท่ากับ 20.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แอคติวิตีโคเอฟฟิเชียน(activity coefficient) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเท่ากับ 41.4. การเกิดสารอะซีโอโทรกับน้ำมีจุดเดือด 93 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของบิวทานอล 57 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2. การใช้ประโยชน์(7)

2.1 เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมพอลิเอทิลีน เรยอน ดีเทอร์เจนเบรคฟลูอิด

2.2 เป็นตัวทำละลายสำหรับ ไซและไขมัน เรซิน แคลแลค น้ำมันชักเงา

2.3 ผสมกับน้ำมันเบนซิน และดีเซล เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เพื่อแทนที่

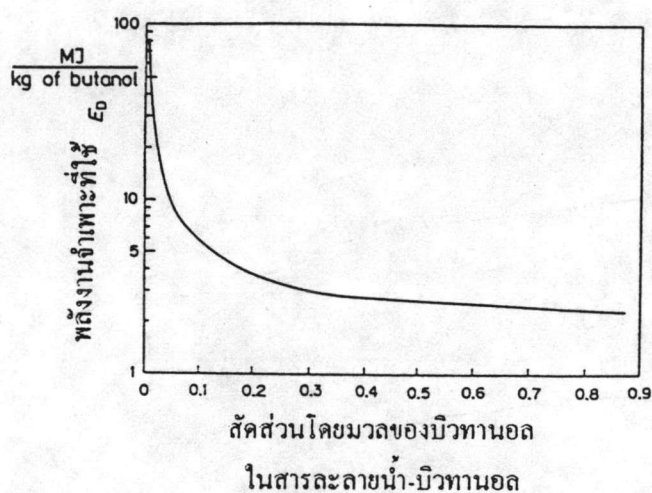
สารตะกั่ว

2.4 เป็นเชื้อเพลิง

การผลิตบิวทานอลโดยการหมัก

บิวทานอลสามารถผลิตได้ 2 วิธี คือ โดยกระบวนการทางปิโตรเคมีและโดยกระบวนการหมัก ในปัจจุบันนิยมผลิตโดยกระบวนการแรกเพราะสารเคมีเริ่มต้นมีราคาถูก เหตุที่การผลิตบิวทานอลโดยการหมักไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

อันเนื่องมาจากตัวทำละลายที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น ทำให้ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสารอาหารไปเป็นผลิตภัณฑ์ต่ำ คือประมาณร้อยละ 32 ความเข้มข้นของตัวทำละลายรวมมีค่าประมาณ 20.8 กรัมต่อลิตร ประกอบด้วย บิวทานอล 15 กรัมต่อลิตร อะซิโตน 4.5 กรัมต่อลิตร และเอทานอล 1.3 กรัมต่อลิตร[7] จากการที่สารละลายมีความเข้มข้นของตัวทำละลายต่ำ จึงทำให้สูญเสียพลังงานในการแยกตัวทำละลายออกจากร้าน้ำหนักสูงมาก รูปที่ 1 แสดงถึงพลังงานที่ใช้ในการกลั่นแยก บิวทานอลความเข้มข้นต่างๆ กันให้ได้บิวทานอลที่มีความเข้มข้น 99.9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก[5]



รูปที่ 1 พลังงานจำเพาะในการทำให้บิวทานอลบริสุทธิ์

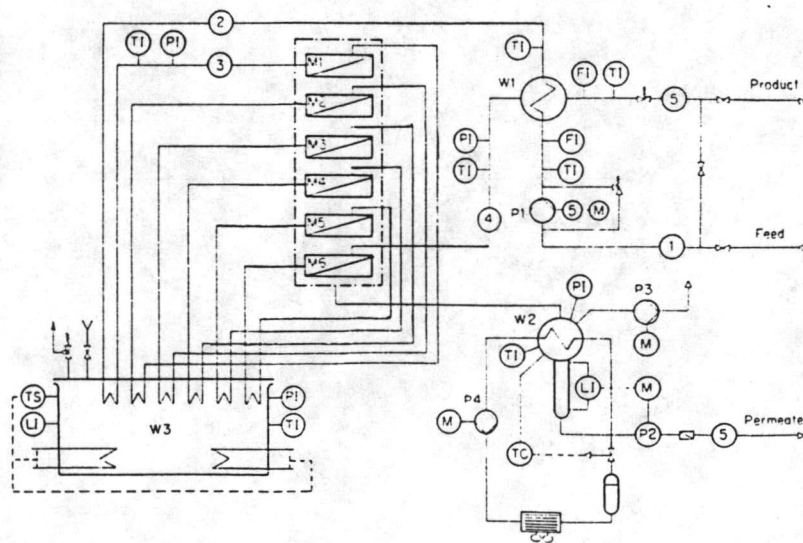
กระบวนการเพอร์เวเพอเรชัน

Kober สังเกตพบว่า ของเหลวซึ่งบรรจุภายในถุงซึ่งแขวนอยู่ในอากาศระเหยออกจากถุงได้ถึงแม้ว่าถุงนั้นจะมัดแน่นมาก เขาเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า เพอร์เวเพอเรชัน[8] การศึกษากระบวนการเพอร์เวเพอเรชันอย่างเป็นระบบเริ่มโดย Heisler และ Binning และ James จนมีการพัฒนาโรงงานจำลองขึ้นในปี 1958 ในช่วงปี 1960 ความสนใจในกระบวนการนี้ลดลงเนื่องจากไม่สามารถขยายขนาดให้เป็นอุตสาหกรรมได้, เยื่อแผ่นที่ใช้มีค่าการเลือกและฟลักซ์ต่ำ การประสบความสำเร็จของกระบวนการออสโมซิสย้อนกลับก็เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ความสนใจใน[BEI]กระบวนการเพอร์เวเพอเรชันลดลง[9] ต่อมาเนื่องจากมีความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการผลิตเยื่อ จึงทำให้เพอร์เวเพอเรชันได้รับความสนใจอีกครั้ง ในปี 1982 ผลงานของ Aptel และ Neel, และ

Tusel แห่ง บริษัท GFT ทำให้เกิดโรงงานเพิ่มความเข้มข้นของแอลกอฮอล์โดยการดึงน้ำออกเป็นแห่งแรก[10] กระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์ได้รับการพัฒนาจนกลายเป็นอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่

1. การทำให้ตัวทำละลายบริสุทธิ์โดยการดึงน้ำออก

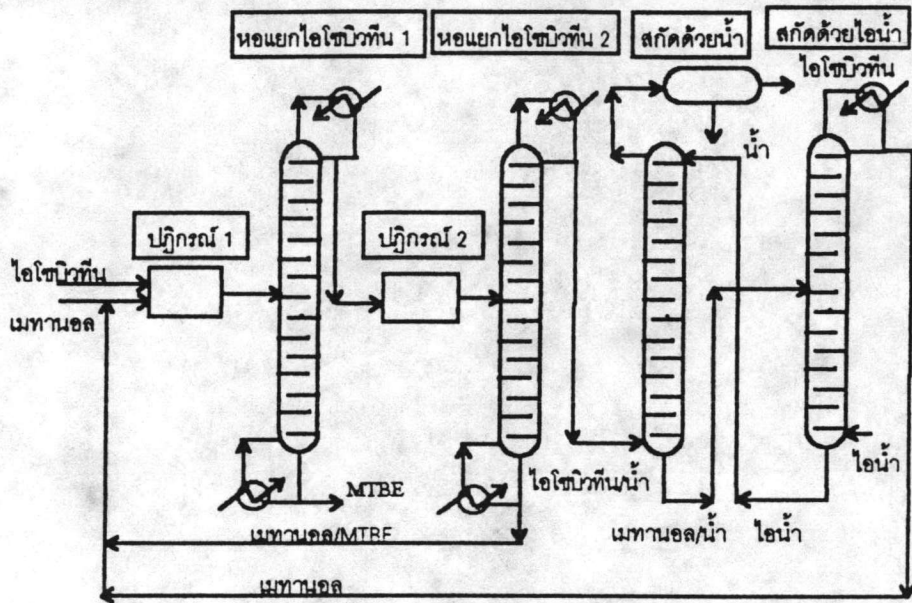
การทำให้ตัวทำละลายบริสุทธิ์โดยเฉพาะของผสมประเภทอะซีโโทริก นอกจากจะใช้พลังงานสูงแล้วยังต้องเติมสารที่ทำให้สมดุลเปลี่ยนไปด้วย เช่น เบนซิน ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และยังต้องมีการแยกออกภายหลังอีกด้วย บริษัท GFT ใช้กระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์ดึงน้ำออกจากตัวทำละลายโดยเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ชนิดใหม่ ซึ่งใช้ได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส ฟลักซ์ของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิโดยที่ค่าการเลือกไม่เปลี่ยนแปลง สามารถนำความร้อนที่เหลือจากส่วนอื่นของโรงงานมาใช้ในกระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์ได้ พลังงานที่ใช้ต่ำกว่าการกลั่น เพราะการกลั่นต้องทำให้สารป้อนทั้งหมดกลายเป็นไอแต่ในกระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์เฉพาะเพอร์มิเอทเท่านั้นที่กลายเป็นไอ การติดตั้งอุปกรณ์ก็ใช้พื้นที่น้อยกว่าการกลั่น มีการติดตั้งระบบนี้กับเอทานอล ไอโซโพรพานอล เมทิลเอทิลคีโตน(methyl ethyl ketone) ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 12 เดือน เยื่อนี้ใช้ดึงน้ำออกจากกรดอินทรีย์ เอมีน(amine) และเอสเทอร์(ester) ได้ด้วย รูป 2 เป็นแผนภาพแสดงกระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์ของบริษัท GFT



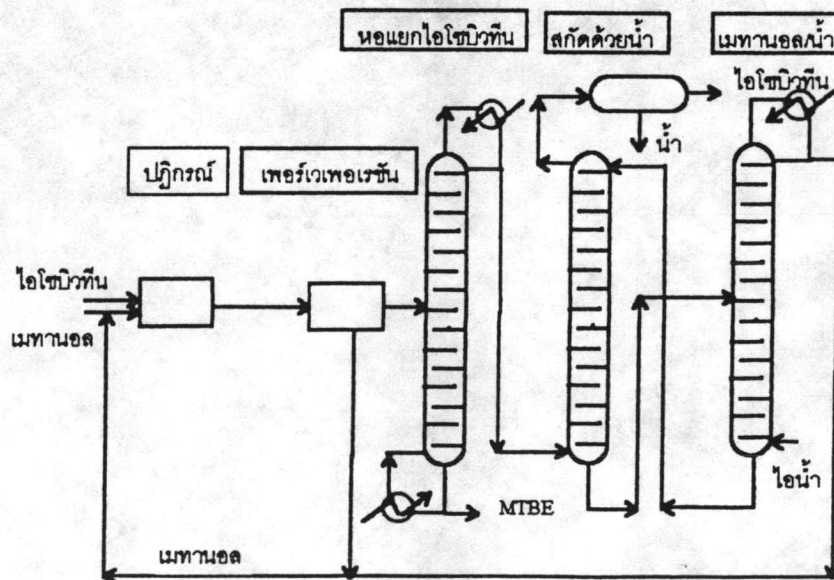
รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการดึงน้ำออกจากตัวทำละลายโดยกระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์

2. การแยกเมทานอลในกระบวนการผลิต MTBE(methyl tertiary-butyl ether)[11]

การผลิต MTBE ใช้สารตั้งต้นคือเมทานอลและไอโซบิวทีน(isobutene) จากเครื่องปฏิกรณ์ต้องแยก MTBE ออกโดยหอกลั่นที่ 1 แล้วจึงใช้น้ำสกัดเมทานอลออกจากไอโซบิวทีน แยกเมทานอลออกจากน้ำโดยการกลั่น แล้วนำเมทานอลกลับไปใช้ในเครื่องปฏิกรณ์(รูป 3-1) บริษัท Air Product and Chemical, Inc., ใช้เยื่อแผ่น Separex cellulose acetate แยกเมทานอลออกก่อนแล้วจึงแยก MTBE จากไอโซบิวทีนโดยการกลั่น สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 20 %(รูป 3-2)



1. กระบวนการผลิตแบบเดิม



2. กระบวนการผลิตที่ใช้กระบวนการเพอร์โวกเพอเรชัน

รูปที่ 3 การดึงเมทานอลกลับในกระบวนการผลิต MTBE

3. การใช้กระบวนการเพอร์เวเพอเรชันร่วมกับปฏิกิริยาเคมี

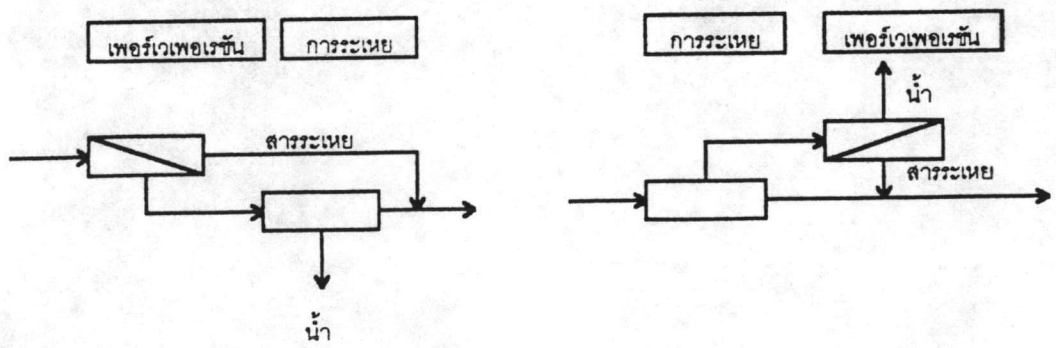
ปี 1993 บริษัท GFT ใช้กระบวนการเพอร์เวเพอเรชันดึงน้ำออกจากปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) จะเปลี่ยนสมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ ทำให้การเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์เกิดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาและเพิ่มผลผลิตได้สามเท่าเมื่อใช้เครื่องปฏิกรณ์ที่มีขนาดเท่ากัน ยังลดหรือทดแทนการแยกและทำให้ผลิตภัณฑ์บริสุทธิ์อีกด้วย

4. การดึงตัวทำละลายออกจากน้ำ

ใช้อย่างซิลิโคนดึงตัวทำละลายออกจากน้ำ แทนการเผาซึ่งใช้พลังงานสูง เช่น การแยกตัวทำละลายอินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งจากโรงงานซึ่งนอกจากจะเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังนำตัวทำละลายนั้นมาใช้ได้อีก เช่นดึงไดคลอโรอีเทน(dichloroethane) 99.7 เปอร์เซ็นต์จากน้ำที่มีความเข้มข้น 8600 ส่วนต่อล้านส่วน น้ำที่เหลือมีความเข้มข้นของไดคลอโรอีเทน 5 ส่วนต่อล้านส่วน

กระบวนการเพอร์เวเพอเรชันมักจะใช้ศึกษาเกี่ยวกับการแยกสารละลายน้ำกับแอลกอฮอล์โมเลกุลต่ำเช่น เมทานอล เอทานอล และโพรพานอล สารผสมอินทรีย์เช่น อะโรมาติก-อัลแคน อะโรมาติก-แนฟทีนส์ และ ไชรีนไอโซเมอร์ สารผสมที่เป็นอะซิโโทรป สารผสมที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน[8]

การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยใช้ความร้อนเช่น การระเหย จะทำให้สารที่ให้กลิ่นซึ่งระเหยง่ายสูญหายไป จึงควรสกัดสารที่ให้กลิ่นเหล่านี้ออกก่อนแล้วจึงเติมกลับคืนหลังการแปรรูป หรือแยกสารเหล่านี้จากไอน้ำแล้วใส่กลับคืนผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพเหมือนเดิม (รูป 4)กระบวนการเพอร์เวเพอเรชันสามารถสกัดสารมีกลิ่นได้ดี เช่น การสกัดสารมีกลิ่นในแอปเปิล[8]

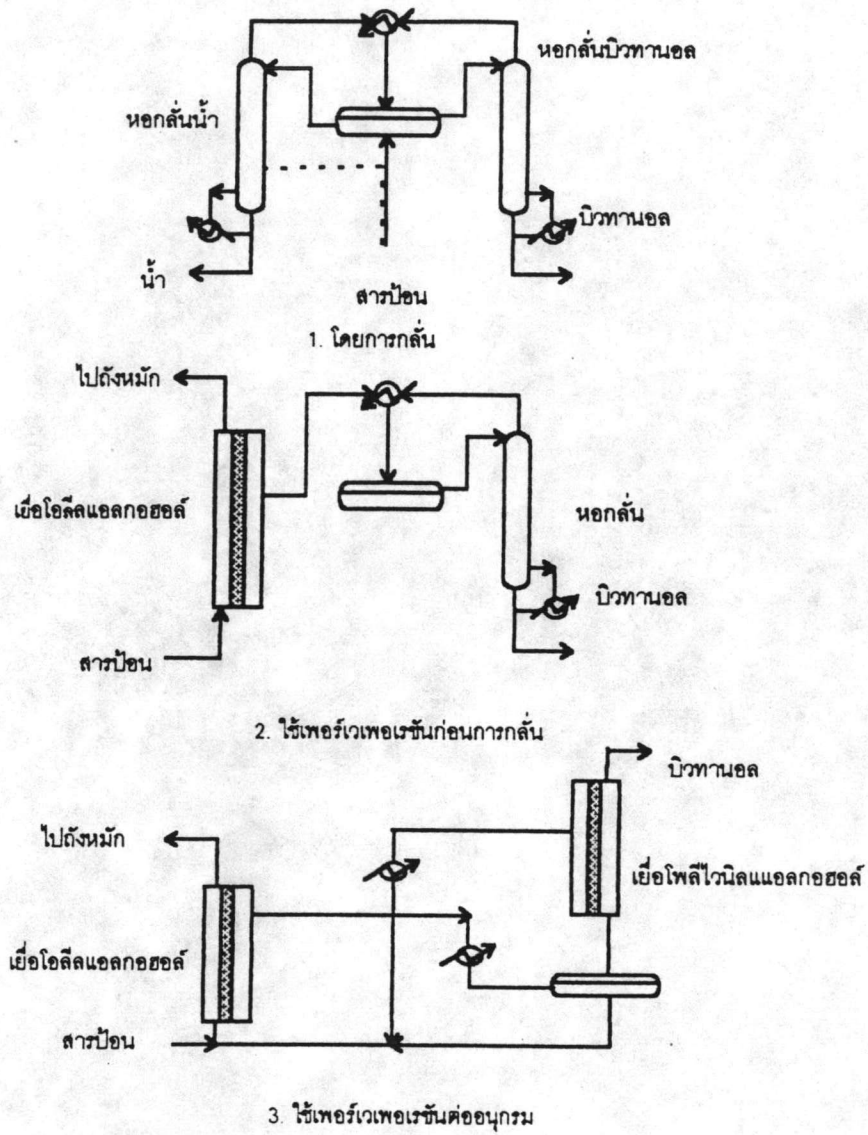


1. ดึงสารระเหยกลับก่อนการทำให้เข้มข้น 2. ระเหยก่อนดึงสารระเหยกลับ

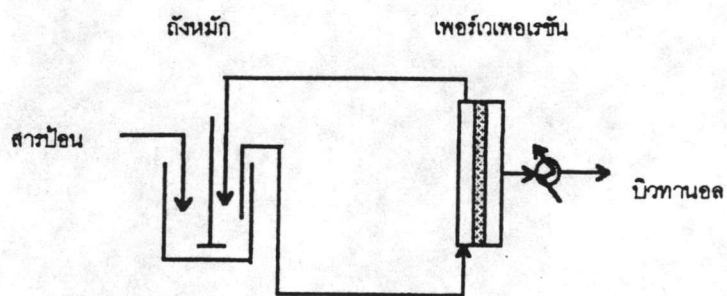
รูปที่ 4 การดึงกลับสารระเหยง่ายโดยกระบวนการเพอร์เวเพอเรชัน

การแยกสารผสมน้ำ-บิวทานอลโดยกระบวนการเพอร์เวเพอเรชัน

การศึกษากระบวนการเพอร์เวเพอเรชันเพื่อให้พลังงานที่ใช้ในการแยกมีค่าต่ำที่สุด เยื่อแผ่นที่ยอมให้น้ำผ่านได้มากกว่าจะถูกนำมาใช้ในการทำให้บิวทานอลบริสุทธิ์ เยื่อแผ่นที่ยอมให้แอลกอฮอล์ผ่านได้มากกว่าถูกนำมาตั้งบิวทานอลออกจากน้ำหมัก[12] เยื่อแผ่นที่ยอมให้น้ำผ่านได้ดีคือ โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ เยื่อแผ่นที่ยอมให้แอลกอฮอล์ผ่านได้ดีคือ ยางซิลิโคน มีการพัฒนาโพลีเมอร์ทั้งที่เป็นเยื่อแผ่นของแข็งและเยื่อแผ่นที่ตรึงด้วยของเหลว(supported liquid membrane) เพื่อเพิ่มค่าการเลือกและฟลักซ์ Matsumura และKataoka[2] ใช้โอลิลแอลกอฮอล์(oleyl alcohol)ตรึงบนเยื่อที่มีรูพรุน ทำให้สารละลายบิวทานอลที่มีความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร เข้มข้นขึ้น 100 เท่า เยื่อแผ่นที่ตรึงด้วยโอลิลแอลกอฮอล์นี้มีค่าการเลือกและให้สารผ่านได้ดีกว่ายางซิลิโคน Matsumura และคณะ[5] ใช้เยื่อนี้ต่ออนุกรมกับโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ในการเพิ่มความเข้มข้นของบิวทานอลจาก 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็น 95 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ใช้พลังงานเพียง 6.5 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมบิวทานอล(รูป 5-3) ขณะที่การกลั่นใช้พลังงานถึง 79.5 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมบิวทานอล(รูป 5-1) และเมื่อใช้เยื่อแผ่นนี้แยกบิวทานอลจากน้ำหมักก่อนที่จะกลั่นก็จะใช้พลังงานเพียง 7.4 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมบิวทานอล(รูป 5-2) โอลิลแอลกอฮอล์ไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ เขาจึงใช้เยื่อนี้ร่วมกับการหมักบิวทานอล-ไอโซโพรพานอลแบบต่อเนื่อง สามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ 2 เท่า และได้ความเข้มข้นของเพอร์มิเททสูงกว่าในน้ำหมัก 50 เท่า[13] เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของของแข็งที่ผิวของเยื่อแผ่น Tayaและคณะใช้โอลิลแอลกอฮอล์สกัดบิวทานอลจากน้ำหมัก แล้วจึงดึงบิวทานอลออกจากของผสมโอลิลแอลกอฮอล์-บิวทานอลโดยกระบวนการเพอร์เวเพอเรชัน[14] Friedl, Qureshi และ Maddox[1] ได้ทำการทดลองหมักอะซิโตน-บิวทานอล-เอทานอลแบบต่อเนื่อง ร่วมกับการตรึงเซลล์และกระบวนการเพอร์เวเพอเรชันดึงตัวทำละลายออกจากถังหมัก(รูป 6) พบว่าทำให้สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์สูงขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเข้มข้นสูงขึ้น และยังมีผลจากการทดลองของ groot และคณะ[15,16] และ Larrayoz และ Puigjaner[17] ยืนยันว่าการใช้กระบวนการเพอร์เวเพอเรชันร่วมกับการหมักช่วยลดผลจากการยับยั้งการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ ทำให้ความเข้มข้นของตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น และการเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น



รูปที่ 5 การแยกและทำให้มีวทานอลบริสุทธิ์



รูปที่ 6 การใช้กระบวนการเพอร์ไวเพอเรชันร่วมกับการหมักมีวทานอล

เยื่อแผ่นที่ใช้แยกสารอินทรีย์ออกจากน้ำ [8]

เยื่อแผ่นโพลีเมอร์ที่ใช้ในกระบวนการเพอร์เมอเรนซ์มี 2 ประเภท โพลีเมอร์คล้ายแก้ว(glassy polymer)ซึ่งมีอุณหภูมิกลาสทรานซิชัน(glass transition temperature: อุณหภูมิซึ่งโพลีเมอร์เปลี่ยนจากสถานะยางซึ่งมีความยืดหยุ่นเป็นคล้ายแก้ว[18])สูงกว่าอุณหภูมิใช้งานจะยอมให้น้ำผ่านได้มากกว่าสารอินทรีย์ และโพลีเมอร์พวกยาง(elastomer) ซึ่งมีอุณหภูมิกลาสทรานซิชันต่ำกว่าอุณหภูมิใช้งาน สายโซ่โพลีเมอร์มีกลุ่มข้างเคียง(side group)ขนาดเล็กและไม่มีขั้วเป็นผลให้มีโครงสร้างที่ยืดหยุ่น ทำให้สารอินทรีย์ผ่านได้มากกว่าเยื่อที่เหมาะสมสำหรับแยกสารอินทรีย์ออกจากน้ำคือเยื่อแผ่นที่ทำจากโพลีเมอร์พวกยาง

เยื่อโพลีเมอร์พวกยางที่นำมาใช้อย่างแพร่หลายคือ ยางซิลิโคน (silicone rubber: poly(dimethyl siloxane)) มีสูตรโมเลกุล $-OSi(CH_3)_2-$ อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน -123 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว -85 ถึง -65 องศาเซลเซียส ฟลักซ์ของสารอินทรีย์ผ่านเยื่อแผ่นมีค่าสูง แต่ฟลักซ์ของน้ำก็มีค่าค่อนข้างสูงเช่นกัน ทำให้ได้ฟลักซ์รวมมีค่าสูงและค่าการเลือก(selectivity)ที่สูงพอสมควร Hennepe และคณะ ได้มีซีโอไลท์ซิลิกาไลต์ลงในเยื่อแผ่น ทำให้ค่าการเลือก และฟลักซ์มีค่าสูงขึ้น ดังแสดงในตาราง 1 และในตาราง 2 แสดงกระบวนการเพอร์เมอเรนซ์โดยใช้เยื่อแผ่นชนิดต่างๆ ในการดึงบิวทานอลออกจากน้ำ

ตาราง 1 ผลของการเติมซิลิกาไลต์ในยางซิลิโคนต่อเพอร์เมอเรนซ์ของของผสมน้ำ-เอทานอล

ชนิดของเยื่อ	อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	ความดัน มิลลิบาร์	ความเข้มข้นสารป้อน เปอร์เซ็นต์	ฟลักซ์รวม กรัม/ตารางเมตร-ชั่วโมง	แฟคเตอร์ของ ความเข้มข้น
PDMS	22.5	1	5	24	5.4
PMDS+SILICALITE 60%	22.5	1	5	36	0.6
PMDS+SILICALITE 60%	22.5	1	5	51	9.3

ตาราง 2 กระบวนการเพอร์เมอเรนซ์ของของผสมน้ำ-บิวทานอลโดยใช้เยื่อแผ่นต่างๆ

ชนิดของเยื่อ	อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	ความดัน มิลลิบาร์	ความเข้มข้นสารป้อน เปอร์เซ็นต์	ฟลักซ์รวม กรัม/ตารางเมตร-ชั่วโมง	แฟคเตอร์ของ ความเข้มข้น
PDMS	50	0.5-2	1	70	37
PEBA	50	0.5-2	1	278	20
PUR	50	0.5-2	1	88	9

PDMS โพลีไดเมทิลไซลอกเซน (poly(dimethyl siloxane))

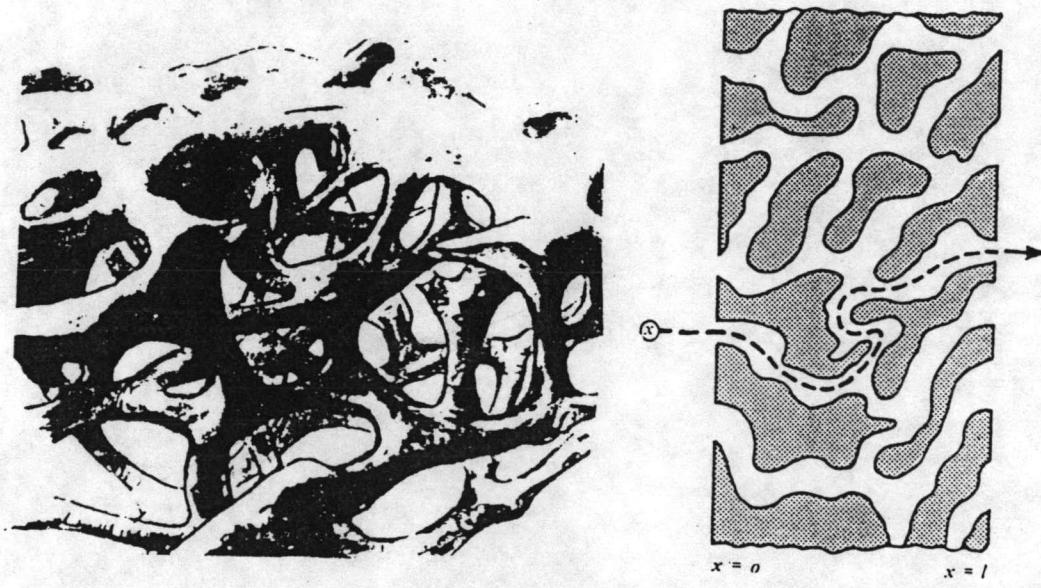
PEBA โพลีอีเธอร์บล็อกเอไมด์ (polyether block amide)

PUR โพลียูรีเทน (polyurethane)

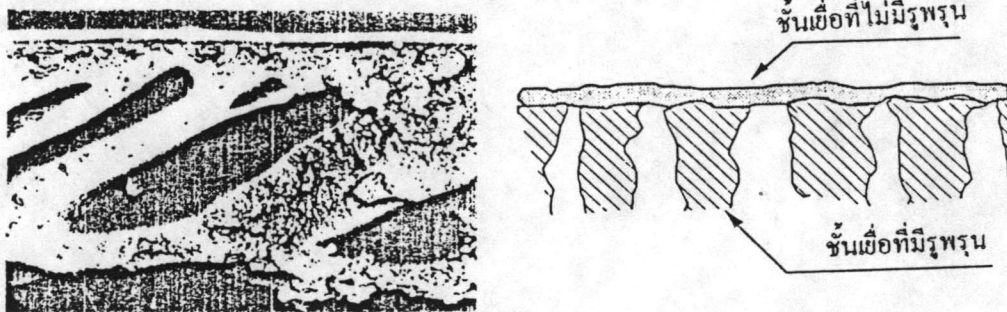
การพัฒนากระบวนการเพอร์เมเอชัน(9)

1. การใช้เยื่อแผ่นไม่สมมาตร(รูป 7)

เยื่อแผ่นที่ใช้โดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เยื่อแผ่นสมมาตร(symmetric membrane)และเยื่อแผ่นไม่สมมาตร(asymmetric membrane) เยื่อแผ่นสมมาตรมีโครงสร้างเหมือนกันทั้งหมด มีทั้งแบบที่มีรูพรุน(non porous)และแบบที่ไม่มีรูพรุน(porous) เยื่อแผ่นไม่สมมาตร คือเยื่อแผ่นที่มีโครงสร้างเป็นชั้นๆ ประกอบด้วยชั้นที่ไม่มีรูพรุนซึ่งมีความหนาน้อย และชั้นของเยื่อแผ่นที่มีรูพรุนทำหน้าที่รองรับและให้ความแข็งแรง



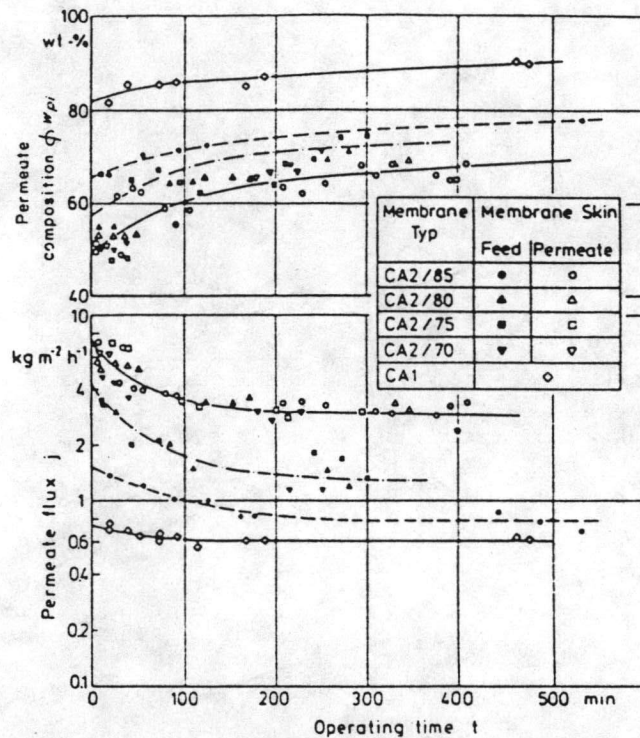
เยื่อแผ่นแบบมีรูพรุน



เยื่อแบบไม่สมมาตร

รูปที่ 7 แสดงเยื่อแผ่นสมมาตรแบบมีรูพรุนและเยื่อแผ่นไม่สมมาตร

เยื่อแผ่นที่ใช้ในกระบวนการเพอร์เมอเรนซ์เป็นเยื่อแผ่นที่ไม่มีรูพรุน พลิกซ์ของสารผ่านเยื่อแผ่นจึงมีค่าต่ำ การใช้เยื่อแผ่นไม่สมมาตรจะให้พลิกซ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากชั้นเยื่อแผ่นที่มีรูพรุนมีความต้านทานการถ่ายเทมวลต่ำกว่า การใช้เยื่อไม่สมมาตรที่มีความหนารวมเท่ากับเยื่อแผ่นแบบสมมาตร โดยให้ด้านไม่มีรูพรุนสัมผัสสารป้อน พลิกซ์จะมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าการเลือกลดลง ถ้าให้ด้านที่ไม่มีรูพรุนสัมผัสด้านเพอร์มิเอท พลิกซ์จะเพิ่มขึ้นมากกว่าและค่าการเลือกก็ลดลงมากกว่าด้วย ดังแสดงในรูป 8



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบการใช้เยื่อแผ่นไม่สมมาตรกับเยื่อแผ่นที่ไม่มีรูพรุนที่มีความหนารวมเท่ากัน (ระบบ: น้ำ-บิวทานอล-เซลลูโลสอะซิเตท)

เมื่อด้านรูพรุนของเยื่อแผ่นสัมผัสเพอร์มิเอท เนื่องจากความเป็นรูพรุน พื้นที่ผิวของการกลายเป็นไอจึงเพิ่มขึ้น แต่ความดันด้านเพอร์มิเอทก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน จึงลดแรงขับของการซึมผ่าน ถ้ารูพรุนมีขนาดเล็กมาก ความดันลดก็ยิ่งเพิ่มมาก อาจทำให้เกิดการควบแน่นในรูพรุนนั้น ทำให้พื้นที่ผิวในการควบแน่นลดลงด้วย พลิกซ์จึงน้อยกว่า รูพรุนที่มีรูเปิดและมีเส้นผ่าศูนย์กลางสูงกว่า 0.05 ไมครอนเท่านั้นที่จะช่วยทำให้พลิกซ์เพิ่มขึ้น จากรูป 8 พลิกซ์ของเยื่อไม่สมมาตรมีค่าประมาณ 2 เท่าของเยื่อแผ่นไม่มีรูพรุน ความดันเพอร์มิเอทที่มากกว่าทำให้ค่าการเลือกลดลง ชั้นของเยื่อที่มีรูพรุนจะต้องมีความต้านทานการซึมผ่านน้อยเมื่อเทียบกับชั้นของเยื่อแผ่นที่ไม่มีรูพรุน และบริเวณผิวสัมผัสของเยื่อแผ่นทั้งสองควรจะมีส่วนที่เป็นรูพรุนมากๆ เพื่อจะได้

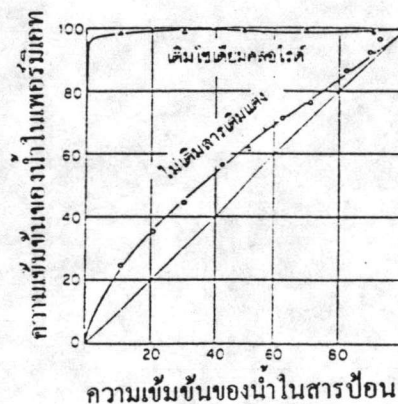
ไม่ลดฟลักซ์และค่าการเลือก ในบางกรณีเยื่อแผ่นที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุนอาจเป็นโพลีเมอร์ต่างชนิดก็ได้ โดยเยื่อแผ่นที่ไม่มีรูพรุนมีค่าการเลือกสูงกว่า เรียกว่าเยื่อแผ่นคอมโพสิทไม่สมมาตร (asymmetric composite membrane)

ในการใช้เยื่อไม่สมมาตรต้องคำนึงถึง

1. ความหนาที่เหมาะสมของเยื่อแผ่นทั้งสองชั้น
2. ความพรุนของชั้นเยื่อที่มีรูพรุน

2. การเติมสารเติมแต่งในสารป้อนเพื่อเพิ่มศักยภาพของการแยก(รูป 9)

องค์ประกอบที่ซึมผ่านได้มากกว่าจะต้องละลายได้ดีกว่าในสารเติมแต่งที่ไม่ระเหยหรือระเหยได้น้อย สารเติมแต่งจึงเข้มข้นที่ผิวเยื่อแผ่น กลายเป็นชั้นความต้านทานสำหรับองค์ประกอบที่ซึมผ่านได้น้อย แต่ฟลักซ์ก็จะมีค่าลดลงด้วย เดกโตรส(dextrose) เกลือ(sodium chloride) และโซเดียมซิเตรท (sodium citrate) ช่วยเพิ่มค่าการเลือกของเยื่อเซลโลเฟน(Cellophane)ในการดื่งน้ำออกจากของผสมน้ำ-เอทานอล การใช้สารเติมแต่งต้องมีการแยกสารนั้นออก การใช้เยื่อแผ่นคอมโพสิทไม่สมมาตรจะเหมาะสมกว่า



รูปที่ 9 กระบวนการเพอร์เมอเรชันของของผสมน้ำ-เอทานอล ผ่านเยื่อแผ่นเซลลูโลสอะซีเตท