

การกรองใสสุราแช่ด้วยเครื่องกรองเมมเบรนไมโครฟิลเตรชันและอัลตราฟิลเตรชัน (Clarification of fermented liquors from sticky rice by microfiltration and ultrafiltration membrane)

วรฤชณ์ เทียนสวัสดิ์¹⁾ และ จารุณี มีลาภ¹⁾ และอนุกุล วัฒนสุข²⁾

- 1) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ * Email :
fagiakw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การกรองใสสุราแช่ด้วยเครื่องกรองเมมเบรนสามารถช่วยในการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ และไม่ต้องใช้สารเบนโทไนท์เคลือบผิวแผ่นกรอง แต่ยังคงสามารถกรองเอาเซลล์ยีสต์ออกไปได้ และลดเวลาในกระบวนการผลิตสุราแช่เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการรอให้เกิดการตกตะกอนหลังกระบวนการหมักโดยการกรองสุราแช่ด้วยเครื่องกรองเมมเบรนไมโครฟิลเตรชันช่วยลดความขุ่นในสุราแช่จาก 809.33 TMU เหลือเพียง 0.43 TMU แต่พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ในสุราแช่ลดลง 13 % ปริมาณโปรตีน 7% และปริมาณน้ำตาล reducing ไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนการกรองสุราแช่ด้วยเครื่องกรองอัลตราฟิลเตรชันสามารถวัดค่าความขุ่นของสุราแช่ที่ผ่านการกรองแล้วได้ 0.58 TMU ปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงถึง 30 % ปริมาณโปรตีนลดลง 90% และปริมาณน้ำตาล reducing ลดลง 23% สุราแช่ที่กรองได้จากเครื่องกรองเมมเบรนทั้ง 2 ชนิด มีความใสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่สุราแช่ที่ผ่านการกรองด้วย Ultrafilter มีกลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนสุราแช่ที่ผ่านการกรองด้วย Microfilter มีกลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับ

1. บทนำ

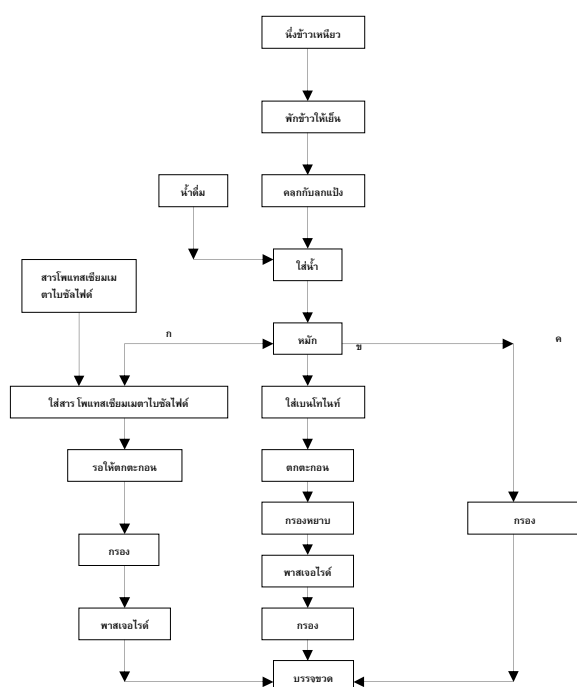
การผลิตสุราแช่เริ่มจากการนึ่งข้าวเหนียวให้สุก แล้วนำไปคลุกกับลูกแป้งที่บดให้เป็นผง โดยจุลินทรีย์ที่พบในลูกแป้งจะมีทั้งราและยีสต์ ซึ่งราทำหน้าที่หลักในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะทำหน้าที่หลักเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ หลังจากหมักจนได้ปริมาณแอลกอฮอล์ตามต้องการแล้วจึงนำไปทำให้น้ำสุราใสโดยอาจใช้วิธีการบ่มในที่เย็น ทำให้เกิดการตกตะกอนของสารแขวนลอย และเซลล์ของยีสต์และรา หรืออาจใช้วิธีการใช้สารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) เติมลงไปเพื่อทำลายเชื้อยีสต์และรา และยังทำให้เกิดการรวมตัวกันแล้วตกตะกอน อย่างไรก็ตามถ้าใส่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มากเกินไปจะเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้สุดท้ายจึงนำสุราแช่ที่ใสไปฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์แล้วบรรจุขวด

ปัญหาการทำสุราแช่ในบ้านเราคือการใช้สารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เพื่อหยุดการทำงานของจุลิน

ทรีย์ เพื่อหยุดการหมักไม่ให้เกิดในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุขวดแล้ว ถ้าเกิดการหมักต่อจะเกิดการระเบิดเพราะยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นซึ่งจะเกิดความดันที่เป็นสาเหตุของการระเบิด

จากการพยายามหลีกเลี่ยงใช้สารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โรงงานจึงเปลี่ยนมาใช้วิธีการกรองเซลล์ยีสต์และราด้วยเครื่องกรองที่มีรูแผ่นกรอง 0.5 ไมครอน และใช้สารเบนโทไนท์เป็นตัวเคลือบผิวแผ่นกรองให้มีขนาดรูเปิดเล็กลง ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถกรองเอาเซลล์ยีสต์ออกไปได้ แต่ก็อาจเกิดตะกอนจากสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กที่สามารถผ่านแผ่นกรองขนาด 0.5 ไมครอนไปได้ทางโรงงานจึงใช้วิธีให้ความร้อนแก่สุราแช่ แล้วนำไปทำให้เย็น ปั่นย่อยให้เกิดการตกตะกอนระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงนำมากรองใสอีกครั้งหนึ่ง วิธีนี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ใสแต่ก็ใช้เวลานาน ทำให้สิ้นเปลืองอุปกรณ์การผลิต เช่น ต้องมีถังเก็บสุราแช่รอการ

ตกตะกอนหลายใบ ดังนั้นระบบการกรองแบบ membrane ที่มีรูกรองขนาดเล็กมากเพื่อกรองใสสุราแช่เพียงขั้นตอนเดียวโดยไม่ต้องเสียเวลาการตกตะกอน จะทำให้สามารถลดเวลาการผลิตและลดการใช้อุปกรณ์การผลิตลงการเปรียบเทียบกระบวนการกรองสุราแช่แบบดั้งเดิมที่ใช้สารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ แบบไม่ใช้สารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ และแบบใช้ membrane สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 1



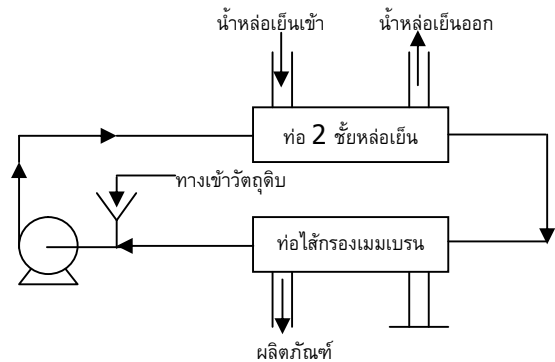
ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตสุราแช่ โดยโรงงานทั่วไป (ก) กับโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ (ข) และการกรองด้วย membrane (ค)

ในงานวิจัยนี้จะนำสุราแช่ที่ผ่านการหมักแล้วแต่ยังไม่ได้ผ่านการกรองหรือเติมสารใดๆมาทดลองกรองด้วย membrane 2 ชนิดคือ microfiltration และ ultrafiltration เพื่อศึกษาความสามารถของการกรอง membrane และเพื่อศึกษาลักษณะความใสของสุราแช่และคุณลักษณะทางเคมีและจุลินทรีย์ของสุราแช่ที่ผ่านกระบวนการกรอง

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์

- เครื่องกรองแบบ Close flow ที่มีการไหลเวียนของสารละลายแบบระบบปิด สร้างโดย บริษัท เอกนวล จำกัด (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 เครื่องกรองระบบปิด

- Ultramembrane ของ VIFIL MEMBRANES ชนิด Hollow Fiber Membrane, Model: 901115-PS Capacity: 500-1,500 LPH มีค่าการกักสารที่โมเลกุลระหว่าง 30,000-50,000
- Micromembrane ใช้ Sintered porous stainless steel membrane ขนาดรู 0.05 ไมครอน
- เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity meter): ของ HACH รุ่น RATIO/XR Serial No. 0003755
- เครื่องวัดปริมาณสารที่ละลาย (Refractor meter)
- pH meter: ของ ORION Model: 210A
- เครื่องวัดสี (Chroma meter): ของ MINOLTA รุ่น CR-300 Serial No. 71721002
- การหาปริมาณแอลกอฮอล์: Shimadzu GC-9A
- การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงส์ตามวิธี AOAC
- การหาปริมาณไนโตรเจนตามวิธี Kjeldahl technique
- การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ใช้ Petrifilm ของ 3M เพื่อตรวจ Aerobic bacteria และ Yeast and Mold
- สุราที่ใช้เป็นวัตถุดิบได้มาจากโรงงานที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัย โดยได้มาจากขั้นตอนหลังการหมักของโรงงานที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการกรอง

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 น้ำสุราแช่ที่เป็นวัตถุดิบจากโรงงาน มาตรวจคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ดังนี้ ค่าความขุ่น, pH, ค่าของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}\text{Brix}$), สี และวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ โปรตีน น้ำตาล ปริมาณแบคทีเรียรวม (Total aerobic bacteria) และ Yeast

2.2.2 ใช้ชุดกรอง Micro filter เพื่อกรองน้ำสุราแช่จำนวนประมาณ 5 ลิตร โดยเติมน้ำสุราแช่ผ่านทางกรวยป้อนวัตถุดิบของเครื่อง (ภาพที่ 2) เครื่องจะดูดน้ำสุราแช่เข้าไปจำนวนประมาณ 2 ลิตร เพื่อทำให้มีน้ำเต็มชุดกรอง หลังจากนั้นน้ำสุราแช่จะถูกดูดเข้าสู่ชุดกรองก็ต่อเมื่อมี permeate ไหลออกมา ปลอยให้เครื่องทำงานไป 3 นาที จึงเริ่มวัดอัตราการกรอง และทุกๆ 30 นาที จนครบหนึ่งชั่วโมงครึ่ง แล้วจึงหยุดการทดลอง

ส่วนของ permeate ที่ผ่านการกรองตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดการทดลองถูกนำไปรวมกันแล้วนำไปตรวจวิเคราะห์และวัดค่าต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ระหว่างน้ำสุราแช่ก่อนผ่านเครื่องกรองและหลังการกรอง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

2.2.3 เปลี่ยนไส้กรองเป็น Ultrafiltration membrane แล้วทำการทดลองซ้ำในแบบเดียวกันกับการกรองด้วย Microfiltration membrane

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดลอง

ผลการวัดค่าอัตราการไหลของ permeate ที่ผ่านการกรองด้วย Microfiltration และ Ultrafiltration membrane แสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

การออกแบบให้การไหลของน้ำสุราแช่ในชุดกรองเป็นระบบแบบปิด กล่าวคือ การไหลเวียนของสารละลายผ่านไส้กรองเมมเบรนเป็นการไหลผ่านแล้วถูกนำกลับมาที่ไส้กรองเมมเบรนอีกโดยไม่ให้สารละลายเข้าสู่ถังป้อน แต่จะเป็นการดูดสารละลายจากถังป้อนสารในปริมาณที่เท่ากับการไหลออกของ permeate ต่างกันกับการกรองแบบระบบเปิด ซึ่งสารละลายที่ผ่านไส้กรองเมมเบรนไปแล้วจะต้องถูกส่งไปยังถังป้อนสาร

ก่อนถูกสูบกลับเข้าสู่ไส้กรองเมมเบรนอีก พิจารณาได้จากภาพที่ 1

การกรองในระบบปิดมีข้อดี คือไม่เกิดฟองอากาศ ซึ่งหากเป็นระบบเปิดมักเกิดฟองอากาศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากแรงกระทำของสารละลายกับผนังถังป้อนสาร การมีฟองอากาศในสารละลายจะลดประสิทธิภาพการทำงานของปั๊ม อย่างไรก็ตามการกรองในระบบปิดมักทำให้สารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น อาจทำให้น้ำสุราแช่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำสุราแช่ เมื่อผ่านการกรองใสด้วย Microfiltration และ Ultrafiltration แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การกรองสุราแช่ด้วยเครื่องกรองเมมเบรน ไมโครฟิลเตรชัน

	ก่อนกรอง	หลังกรอง	% ความแตกต่าง	Retentate
ค่าความขุ่น (TMU)*	809.33	0.43	-	-
ค่า pH	3.73	3.42	-	-
ค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลาย ($^{\circ}\text{Brix}$)	18	12.8	-	-
ค่าสี	L 90.64 a -0.47 b +5.33	L 90.11 a -0.67 b +6.99	-	-
ปริมาณแอลกอฮอล์ (% w/v)	11.15	9.64	14	8.28
Protein, % (factor 6.25)	0.28	0.30	(-) 7	0.33
Reducing sugar, %	3.27	3.27	0	3.03

ตารางที่ 2 การกรองสุราแช่ด้วยเครื่องกรอง
เมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน

	ก่อนกรอง	หลังกรอง	% ความ แตกต่าง	Retentate
ค่าความขุ่น (TMU)*	> 2000	0.58	-	-
ค่า pH	3.23	3.46	-	-
ค่าของแข็งที่ ละลายได้ใน สารละลาย (°Brix)	20	16	-	-
ค่าสี	L 88.40 a -1.86 b +11.37	L 99.66 a -0.66 b +3.93	-	-
ปริมาณ แอลกอฮอล์ (% w/v)	3.83	2.65	30	3.69
Protein, % (factor 6.25)	0.07	0.007	90	0.33
Reducing sugar, %	16.51	12.79	23	3.03

* หมายเหตุ

- น้ำดื่มบรรจุขวดมีค่าความขุ่น 0.29 TMU และ สุราแช่ของโรงงานสุราแช่ที่ร่วมโครงการ 3.68 TMU
- TMU คือ Turbidity meter unit เป็นหน่วยของความขุ่นของเครื่องโดยเฉพาะ ไม่สามารถแปลได้

ตารางที่ 3 อัตราการกรองสุราแช่โดยใช้เครื่องกรอง
เมมเบรนไมโครฟิลเตรชัน

นาฬิกา	อัตราสุราแช่ที่กรองได้ (L/hr.-m ²)
1	18.25
30	17.8
60	18.94
90	18.25

อัตราการกรองสุราแช่ที่กรองได้เฉลี่ย 18 L/hr.-m²

ตารางที่ 4 อัตราการกรองสุราแช่โดยใช้เครื่องกรอง
เมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน

นาฬิกา	อัตราสุราแช่ที่กรองได้ (L/hr.)
1	54
30	54

- หมายเหตุ ที่ทำการกรองเพียง 2 ชั่วโมงสำหรับ Microfiltration และ 30 นาทีสำหรับ Ultrafiltration เพราะเวลาเพียง 2 ชั่วโมงและ 30 นาที สุราแช่เพียงพอที่จะทำการตรวจได้และถ้ากรองเป็นเวลานาน บั้มที่สร้างแรงดันจะร้อนทำให้สื่อน้ำไปส่วนอื่นของเครื่องกรอง ซึ่งเกิดกระบวนการหมักต่อและอุณหภูมิสุราแช่จะร้อนขึ้นทำให้อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้

ตารางที่ 5 ตรวจจุลินทรีย์โดยใช้ Petrifilm

จุลินทรีย์	ก่อนกรอง	กรองด้วย Ultrafiltration	กรองด้วย Microfiltration
aerobic bacteria	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Yeast&Mold	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ การตรวจสอบจุลินทรีย์ได้ทำการเทียบ กับคู่มือที่ทางผลิตภัณฑ์ให้มาเท่านั้นเป็นการตรวจสอบด้วยตาเปล่า

สุราแช่ที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองเมมเบรนไมโครฟิลเตรชัน มีกลิ่นหอมเหมือนกับสุราแช่ที่ยังไม่ผ่านการกรอง ส่วนสุราแช่ที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชันมีกลิ่นเหม็นคล้ายกลิ่นบัว

3.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 เมื่อนำสุราแช่ไปกรองด้วย Microfilter และ Ultrafilter สุราแช่มีค่าความขุ่นลดลงมากคือมีค่า 0.43 TMU และ 0.58 TMU ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่

เข้าร่วมโครงการมีค่าความขุ่น 3.68 TMU พบว่ามีการกรองด้วยเครื่องกรองเมมเบรนได้สุราแซ่ที่มีความใสมากกว่า

ปริมาณแอลกอฮอล์ของสุราแซ่ที่ผ่านการกรองด้วย Microfilter มีค่าลดลง 13% และการกรองด้วย Ultrafilter มีค่าลดลง 30% เหตุที่การกรองสุราแซ่ด้วย Ultrafilter มีการลดลงของปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่าเนื่องจากรูกรองมีขนาดเล็กกว่า

ปริมาณน้ำตาล reducing ในสุราแซ่ที่ผ่านการกรองด้วย microfilter ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่สุราแซ่ที่ผ่านการกรองด้วย ultrafilter มีค่าลดลง 23% เพราะรูกรองมีขนาดเล็กกว่า microfilter

จุลินทรีย์ที่ไม่พบในการตรวจนี้เพราะผลิตภัณฑ์มีสภาพเป็นกรด(acid food)ทำให้มีสภาพไม่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรีย และปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในผลิตภัณฑ์เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ตายได้ จึงไม่พบจุลินทรีย์ในสุราแซ่ก่อนกรองและทำให้ไม่พบในสุราแซ่หลังกรองด้วย

4. สรุปผลการทดลอง

การกรองใสสุราแซ่ด้วยเครื่องกรองเมมเบรนไมโครฟิลเตรชันเมื่อเปรียบเทียบกับสุราแซ่ที่กรองด้วยเครื่องกรองเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน พบว่ามีความใสน้อยกว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงน้อยกว่า และปริมาณน้ำตาล reducing คงที่ ซึ่งสุราแซ่ที่กรองด้วยเครื่องกรองเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชันมีปริมาณน้ำตาล reducing ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ได้พบว่าสุราแซ่ที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองเมมเบรน

ไมโครฟิลเตรชันเป็นได้ผลเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่า เพราะมีรสชาติ และกลิ่นที่ดีกว่า

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรม สำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 และ บริษัท บัณฑิตพัฒน-เทค จำกัด ที่สนับสนุนสุราแซ่วัตถุดิบ และผู้มีส่วนร่วมและสนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

พายัพ ยังปักษ์. 2545. เกษตรแปรรูป. บริษัท เมืองเกษตรแมกกาซีน จำกัด. ฉบับที่ 4. 21-27, 45-58, 69-73, 110-113.

ส่วนวิจัยธุรกิจการเกษตร สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. สรุปผลการสัมมนาเรื่องการผลิตสุราแซ่ของไทย ทำอย่างไร พัฒนาได้อย่างไร. 3, 6, 33.

Leos, J.Z., Andrew, L.Z. 1996. Microfiltration and Ultrafiltration: Principle and Applications. Marcel Dekker Inc. 1-14, 524-543"

Michael, J.M. 1987. Filtration principle and practices. Marcel Dekker Inc. 425-433.

Munir, C. 1986. Ultrafiltration Handbook. Technomic Publishing Company Inc. 340-343.