

การพัฒนาเครื่องกลั่นสุราพื้นบ้าน

The development of distilling apparatus

1) นายณัฐวุฒิ ผางจันทดา 2) น.ส.อนาวิล สุขพร¹⁾ และ ผศ.พนมกร ขาวทอง อาจารย์ที่ปรึกษา²⁾

ชื่อผู้วิจัย¹⁾ และ ชื่อหัวหน้าโครงการ²⁾

1) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น¹⁾

2) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น²⁾ Email : Pankwa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง “ การพัฒนาเครื่องกลั่นสุราพื้นบ้าน “ เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องกลั่นสุราจากของเดิมให้มีประสิทธิภาพในการกลั่นให้มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นจากเดิม

ในการทำโครงการนี้จำเป็นต้องทำการศึกษาดังต่อไปนี้ในการที่จะต้องศึกษาและเกี่ยวข้องเกี่ยวกับยีสต์และรายละเอียดของเทคโนโลยีการหมักด้วย โดยกระบวนการหมักที่ใช้ น้ำตาลกับยีสต์นั้น ผลผลิตที่ได้ คือแอลกอฮอล์กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ที่ได้มานั้นจะต้องนำไปผ่านกระบวนการกลั่นเพื่อเป็นการเพิ่มความเข้มข้นให้แก่แอลกอฮอล์และกำจัดสิ่งเจือปน

ข้อมูลในโครงการมีทั้งในส่วนที่ทำการทดลองเองและเป็นข้อมูลจริงที่ได้จากกลุ่มผู้ผลิตโดยตรงเพื่อจะสามารถเปรียบเทียบผลที่ได้ว่าเป็นอย่างไรและเพื่อที่จะพัฒนาเครื่องกลั่นให้มีประสิทธิภาพต่อไป

จากการทดลองสรุปได้ว่าเครื่องกลั่นสุราพื้นบ้านที่สร้างใหม่มีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์สูงกว่าเครื่องกลั่นเดิม 17.02 %

บทนำ

1. สุรา

บทนิยาม

น้ำสา หมายถึง น้ำที่ได้จากการหมักก่อนนำไปผ่านกระบวนการกลั่นแยกแอลกอฮอล์

สุรา หมายถึง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เกิน 0.5 ดีกรี แต่ไม่เกิน 80 ดีกรี

สุรากลับ หมายถึง สุราที่ได้จากการกลั่นน้ำสาเป็นสุราหรือกลั่นน้ำสาเป็นแอลกอฮอล์ก่อน แล้วปรุงแต่งให้เป็นสุรา

สุราขาว หมายถึง สุราที่กลั่นได้จากน้ำสาที่หมักด้วยวัตถุดิบประเภทแป้ง, น้ำตาลและ/หรือกากน้ำตาล ที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ไม่เกิน 80 %(ดีกรี) ในการบรรจุเพื่อจำหน่ายต้องปรุงแต่งให้มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ไม่เกิน 40 %(ดีกรี)

ประเภทของสุรา

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบ่งสุราเป็น

2 ประเภท คือ

1. เมรัย (Fermented Liquors): เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักสาให้เกิดเป็นน้ำเมา มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์มากน้อยตามต้องการและไม่มีการกลั่น แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

1.1 ได้จากการหมักสาจากเมล็ดธัญพืช เช่น เบียร์, สาเก เป็นต้น

1.2 ได้จากการหมักสาจากผลไม้หรือน้ำตาลจากพืช เช่น ไวน์ เป็นต้น

ได้จากเมรัยชนิดที่ 1 และ/หรือชนิดที่ 2 ที่ผสมยาปรุงแต่งสี กลิ่น รส

2. สุรากลับ (Distilled Liquors): ผลที่ได้จากการหมักสาให้เกิดแรงแอลกอฮอล์แล้วกลั่น แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

2.1 เป็นสุราที่กลั่นโดยตรงเพื่อให้ได้กลิ่น รสเฉพาะจากวัตถุดิบนั้น เช่น สุราขาว วอดก้า เป็นต้น

2.2 เป็นสุรากลั่นหรือแอลกอฮอล์ผสมปรุงแต่งสี กลิ่น รสและมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ตามต้องการ

2.3 ใช้สุรากลั่นและ/หรือแอลกอฮอล์ที่นำมาปรุงแต่งโดยมีกรรมวิธีเก็บไว้นานเพื่อให้มีคุณภาพดี แล้วปรุงแต่งสี กลิ่น รสและมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ตามต้องการ เช่น วิสกี้, บรั่นดี เป็นต้น

2. เทคโนโลยีการหมัก

การหมัก (Fermentation) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน *Fervere* แปลว่า เดือด แต่ในที่นี้หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในสถานะที่ไม่ใช้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ โดยที่จุลินทรีย์หลายชนิดยังคงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยสารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานจะถูกทำให้เปลี่ยนไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ที่กล่าวถึงในที่นี้คือ ยีสต์ ซึ่งยีสต์สามารถที่จะย่อยสลายน้ำตาลภายในสถานะที่ไม่มีออกซิเจนได้ ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการหมักยีสต์นั้นจะมีหลายชนิด เช่น แอลกอฮอล์ , กรดแลคติก เป็นต้น ผลที่ได้จากการหมักยีสต์ คือ เอทิลแอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ



ATP คือ พลังงานที่ได้จากกระบวนการหมัก

แซคคาโรไมซีส ซีรีวิสซีอี (*Saccharomyces cerevisiae*) เป็นยีสต์ตัวหนึ่งที่ใช้กันมากในระบบอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับยีสต์ ในอุตสาหกรรมการหมักนั้นยีสต์ตัวนี้จะย่อยน้ำตาลได้ดี จึงสามารถให้ปริมาณของแอลกอฮอล์ที่สูงและสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป

3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์

ในการหมักแอลกอฮอล์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน คือ

3.1 วัตถุดิบอาหาร

วัตถุดิบอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของยีสต์มีดังนี้

(1) ไนโตรเจน

(2) ฟอสฟอรัส

(3) ซัลเฟอร์

(4) แร่ธาตุอื่นๆ เช่น แมกนีเซียม , ทองแดง , แคลเซียม เป็นต้น

(5) วิตามิน

(6) Growth promoting factors เช่น กรดต่างๆที่นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์

3.2 pH

ค่า pH มีผลต่ออัตราการหมัก, การสร้างผลพลอยได้ (by product), ควบคุมเชื้อปนเปื้อนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ค่า pH ที่เหมาะสมจะมีค่าประมาณ 4.5-5.5 ในการควบคุมค่า pH สามารถทำได้โดยการเติมแอมโมเนียเหลวลงไประหว่างการหมัก

3.3 อุณหภูมิ

ยีสต์สามารถเจริญได้ในทุกช่วงอุณหภูมิ แต่ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-30°C กระบวนการในการผลิตแอลกอฮอล์ที่มีอัตราการหมักสูงๆนั้นจะเกิดความร้อนในอัตราที่สูงเช่นกัน ดังนั้นจึงควรมีระบบการหล่อเย็นเพื่อลดอุณหภูมิระหว่างการหมัก

3.4 ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์

โดยทั่วไปการเจริญเติบโตและการผลิตแอลกอฮอล์ของยีสต์จะถูกยับยั้งโดยเอทานอล พบว่าที่ความเข้มข้นของเอทานอลที่ 1-2 % (โดยน้ำหนัก) จะส่งผลให้การเจริญของยีสต์ลดลงและยีสต์จะหยุดการเจริญเมื่อมีความเข้มข้นของเอทานอล 4.7-7.8 % (โดยน้ำหนัก)

3.5 ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

การใช้สารตั้งต้น(น้ำตาล)ที่มีความเข้มข้นสูงในกระบวนการหมักทำให้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการทำให้สารตั้งต้นเจือจางลดลงถึงระดับที่เหมาะสมและสามารถลดการปนเปื้อนของสารอื่นๆที่ติดมากับสารตั้งต้นได้ แต่ถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นสูงเกินไปจะมีผลไปยัง

การเจริญและการผลิตแอลกอฮอล์ของยีสต์ สำหรับความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลยับยั้งการหมักเป็นลักษณะประจำสายพันธุ์และความหวานที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ทั้งนี้ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูงกว่า 14 % อัตราการหมักจะเริ่มลดลง

3.6 คาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์สามารถที่จะยับยั้งการเจริญของยีสต์ในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจนได้ที่มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมบางอย่างและผลต่อองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย

4. การกลั่น

เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการระเหยและการควบแน่นภายในหอกลั่นโดยถูกทำซ้ำ ผลิตภัณฑ์ที่อยู่เหนือชั้นสารป้อนด้านบน (Distillate) จะให้องค์ประกอบที่ระเหยง่ายกว่ามีความเข้มข้นสูงในหอกลั่นเหนือชั้นสารป้อนหรือเรียกว่าเอนริชิ่ง (Enriching) หรือเรกติไฟอิง (Rectifying) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ออกจากใต้หอกลั่นเป็นผลิตภัณฑ์ให้องค์ประกอบระเหยได้น้อยกว่ามีความเข้มข้นสูง โดยการทำให้ของเหลวระเหยง่าย (Stripped) ลอยขึ้นเรียกว่าการดึงออก (Stripped) ชั้นที่อยู่ใต้กว่าชั้นสารป้อนจึงเรียกว่าส่วนสตรipping (Stripping Section)

การทดลอง

1. เครื่องมือในการทดลอง

1.1 เครื่องกลั่นแบบแบตช์ (Batch Distillation) ดังรูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องกลั่น

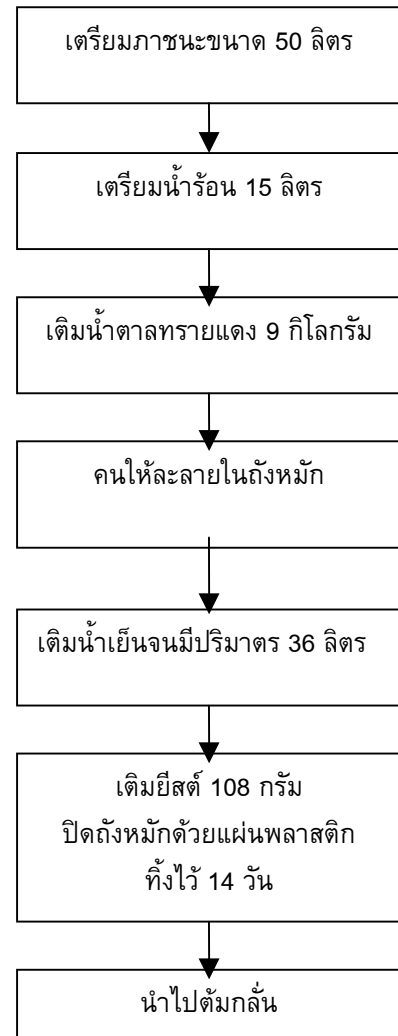
- (1) หม้อต้ม (Boiler)
- (2) เครื่องควบแน่น (Condenser)
- (3) ท่อน้ำไอ (steel pipe)
- (4) ปั๊มน้ำ 0.5 แรงม้า (hp)

1.2 เทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่ออกมาในช่วงเวลาต่าง ๆ

1.3 นาฬิกาจับเวลา ใช้จับเวลาเพื่อหาอัตราการไหลของสุราขาวที่กลั่นได้ในหนึ่งขวด(0.7 ลิตร)

อัตราส่วน : 0.748,น้ำ : 0.249,น้ำตาล : 0.003,ยีสต์

2. ขั้นตอนการหมักสุราจากยีสต์โดยใช้น้ำตาลทรายแดง เตรียมน้ำหมัก 36 ลิตร ตามความจุของหม้อต้ม



หมายเหตุ ใช้ยีสต์สำเร็จรูป Saf-Instant ตามสูตรชาวบ้านเพื่อที่จะเปรียบเทียบผลได้

3.การกลั่น

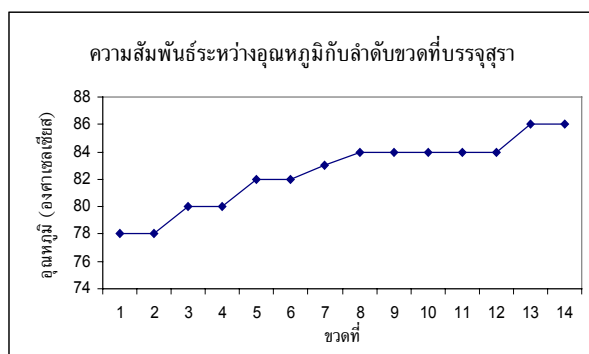
3.1 นำน้ำสาที่ได้นำบรรจุลงในหม้อต้มที่ออกแบบใหม่

3.2 จุดแก๊สเพื่อให้ความร้อนแก่หม้อต้มและทำการจับเวลาของการเพิ่มอุณหภูมิทุก ๆ 10 องศาเซลเซียสเพื่อทดลองหาอัตราการเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 80 องศาเซลเซียสหรือจุดที่สุราเริ่มกลั่นตัว

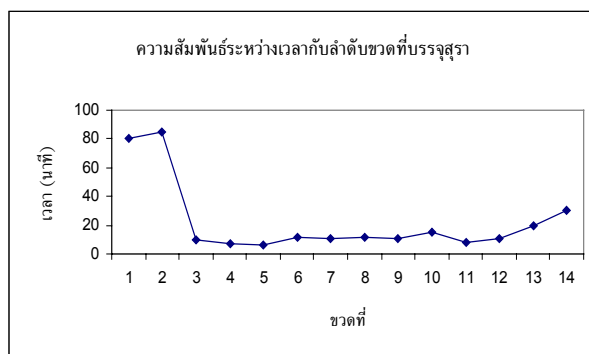
3.3 เมื่อถึงจุดที่สุราเริ่มกลั่นตัวจะทำการจับเวลาจนสุราเต็มขวด

รูปที่ 1 แบบที่ใช้พัฒนาเครื่องกลั่นสุรา

1. ผลการกลั่นเพื่อวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการกลั่น



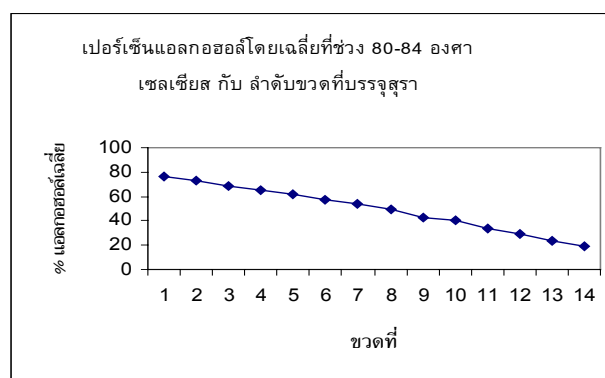
กราฟที่ 1ก ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับลำดับ
ขดที่บรรจุสาร



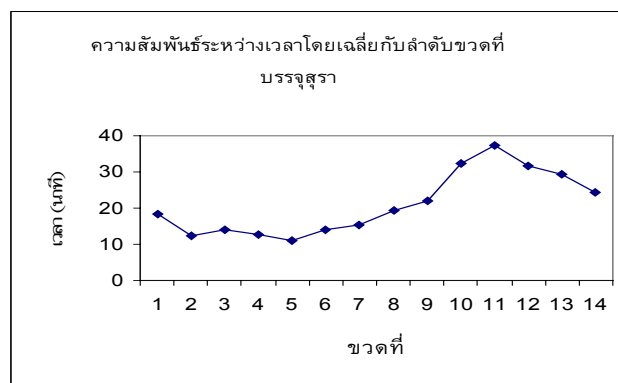
กราฟที่ 1ข ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับลำดับขวดที่
บรรจุสุรา

2. ผลการกลั่นเพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์

แอลกอฮอล์ที่ช่วงอุณหภูมิ 80-84 องศาเซลเซียส



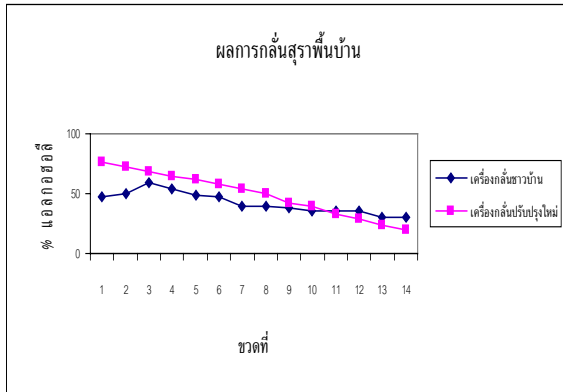
กราฟที่ 2 ก ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์กับ



กราฟที่ 2 ข ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาโดยเฉลี่ยกับ
ลำดับขุดที่บรรจุสาร

จากการทดลองหาเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่
ช่วงอุณหภูมิ 80-84 °C โดยทำการกลั่นทั้งหมด 3 ครั้ง
แล้วนำมาหาค่าเวลาที่ผลิตภัณฑ์เต็มขวดในแต่ละขวด
มาเฉลี่ยและหาค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในแต่ละขวดมา
เฉลี่ยพบว่าช่วงเวลาที่ผลิตภัณฑ์เต็มขวดอยู่ที่ 11-37
นาทีและช่วงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เฉลี่ยอยู่ที่
19.33- 76.33 %

3. ผลการกลั่นเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นของชาวบ้าน

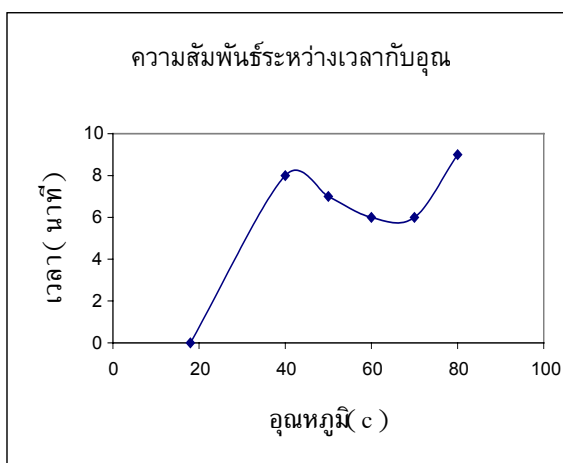


กราฟที่ 4.3 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์จากการกลั่นสุราด้วยเครื่องกลั่นที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นเดิม

จากการทดลองสามารถเปรียบเทียบได้ว่าเครื่องกลั่นที่ปรับปรุงใหม่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูงกว่าเครื่องกลั่นเดิมในช่วงขวดที่ 1-10 และลดต่ำลงกว่าเครื่องกลั่นเดิมเนื่องจากมีปริมาณแอลกอฮอล์ออกมาในช่วงแรกสูงจึงทำให้แอลกอฮอล์ภายในหม้อต้มเหลือน้อย

4. ผลการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาในการต้มกลั่น

กราฟที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิ



จากการทดลองเป็นการหาอัตราการเพิ่มอุณหภูมิที่ให้แก่หม้อต้มพบว่า มีการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในช่วง 18 – 40 องศาเซลเซียส และจะเปลี่ยน

แปลงน้อยลงในช่วง 40 – 80 องศาเซลเซียส ก็จะเริ่มควบแน่น

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

1. สรุปผลการทดลอง

1.1 ทราบวิธีการหมักที่เหมาะสม โดยนอกจากจะคำนึงถึงแหล่งน้ำตาลกลูโคสแล้วต้องคำนึงถึงปัจจัยการเจริญเติบโตของยีสต์ซึ่งได้แก่

- ค่าความหวานของน้ำตาลควรมีค่าประมาณ 22-24Brix

- แหล่งอาหารของยีสต์
- สายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักจากการศึกษาคือ ยีสต์แซคคาโรไมยซิสซีรีวีส์ซีอี

(saccharomyces -cerevisiae) สายพันธุ์สวีเดน ซึ่งจะทำให้ผลิตผลจากการหมักมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้น

1.2 เครื่องกลั่นสามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้นจากเครื่องเดิม 17.02 %

1.3 อุณหภูมิการกลั่นที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 80-84 องศาเซลเซียส เนื่องจากวัดเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่เหมาะสมคือ 80 – 60 % อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 1.72 c ° / นาที

1.4 อัตราการกลั่นของเครื่องกลั่นสุราที่ปรับปรุง 33 มิลลิลิตร ต่อ นาที



รูปที่2. แสดงเครื่องกลั่นของชาวบ้าน



รูปที่ 3 แสดงเครื่องกลั่นที่พัฒนาแล้ว

- 1.5 จากรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 สิ่งพัฒนาจากเครื่องกลั่นเดิม – เพิ่มพื้นที่ในการให้ความร้อน
- แยกอุปกรณ์ส่วนที่ควบแน่นออกจากหม้อต้ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแยกแอลกอฮอล์
 - ใส่ฟลอย์สแตนเลสในส่วนท่อนำไธเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแยกแอลกอฮอล์และสกัดกันไธน้ำ
 - ใช้ปั้มในการสูบน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบแน่นและสะดวกในการใช้งาน
 - ต่อท่อ Reflux เพื่อนำสารบางส่วนจากการควบแน่นกลับเข้าไปต้มใหม่เพื่อลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์
 - ติดเครื่องมือวัดอุณหภูมิเพื่อควบคุมอุณหภูมิในการกลั่น

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ขั้นตอนการหมัก

- ปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นน้อยเนื่องจากสภาวะในการหมักไม่เหมาะสม

แก้ไข : ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 -30 องศาเซลเซียส, ความหวานของสารละลาย 22 - 24 brix , สายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมและการเติมแหล่งอาหาร

- ปริมาตรพื้นที่ว่างในถังหมักมีมากเกินไปทำให้ยีสต์เจริญเติบโตได้ไม่ดี

แก้ไข : ให้มีปริมาตรพื้นที่ว่างเป็น 1/4 ของปริมาตรถังหมัก

ขั้นตอนการกลั่น

- เครื่องควบแน่นมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนน้อย ทำให้มีไธระเหยออกบางส่วน

แก้ไข : 1. เพิ่มขนาดของเครื่องควบแน่น

2. ต่อสายยางจากปลายท่อเพื่อป้องกันไธ

ระเหย

- มีการสูญเสียความร้อนที่กันหม้อต้ม

แก้ไข : สร้างฉนวนกันความร้อนกิตติกรรม

ประกาศ

ทุนวิจัยโครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546

เอกสารอ้างอิง

พนมกร ขวาชอง , 2546 , เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 167433 Unit Operation 3 . ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัฒนา เหล่าไพบูรณ์ และ ลักขณา เหล่าไพบูรณ์ , 2540 , การศึกษาการหมักแอลกอฮอล์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยวิธีแบบ Batch และ Fedbatch รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มาตรฐานอุตสาหกรรม เลขที่ 39 , 2516 , มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรา.

รัตนภรณ์ ลิ้ม , 2543 , การศึกษาคุณสมบัติของยีสต์ *Saccharomyces Cervisiae* ในการหมักขนมปัง. รายงานการวิจัยภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สาโรจน์ ศิริตันสนียกุล และ ประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ , 2538 , วิศวกรรมเคมีชีวภาพพื้นฐาน 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..ร.ศ.

ศาสตราจารย์ไชโย โอเฮะ , 2536 , วิศวกรรมกรรมกลั่น . กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.