รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2558

การพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก

Development of Production Process for Distilled Alcohol from Nipa Palm (*Nypa fruticans*) Sugar

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ธันวาคม 2559

รหัสโครงการ 2558A17163003

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2558

การพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก

Development of Production Process for Distilled Alcohol from Nipa Palm (*Nypa fruticans*) Sugar

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สนับสนุนโดย สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัย
ในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก” ฉบับนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณโสรัตน์ ชูสุข เจ้าของโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนตรากอจาก ตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการวิจัย ขอขอขอบคุณทีมงานวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำหวานต้นจากเชิงพาณิชย์เพื่อการอนุรักษ์ป่าจากอย่างยั่งยืน” ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์

ธันวาคม 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนให้ปลอดจากเมธิลแอลกอฮอล์และฟูเซลออย มีความกลมกล่อมและมีความแรงของแอลกอฮอล์สม่ำเสมอ โดยเลือกสถานที่วิจัย คือ โรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชน ตรากอจาก ในตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการดำเนินการวิจัยใน 3 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาการนำอุปกรณ์กันอากาศ (air-lock) มาใช้ปิดปากถังหมักในขั้นตอนการหมักสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจากในถังหมัก 200 ลิตร จำนวน 3 ถัง หมักเป็นระยะเวลา 20 วัน วัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เปรียบเทียบกับกระบวนการหมักแบบดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก 2) นำน้ำหมักที่ได้จากการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศและน้ำหมักที่หมักด้วยวิธีดั้งเดิมมาต้มกลั่นพร้อมศึกษาการตัดส่วนหัวและส่วนหางด้วยอุปกรณ์ต้มกลั่นสุราชุมชนแบบภูมิปัญญา แล้วเปรียบเทียบความเข้มข้นของแอลกอฮอล์และปริมาตรที่กลั่นได้ 3) นำสุรากลั่นชุมชนที่ผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้วมาเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างด้านกลิ่นสุรา กลิ่นรสสุรา และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่เชี่ยวชาญในพื้นที่จำนวน 12 คน ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชนที่ได้พัฒนาการปิดปากถังหมักด้วยอุปกรณ์กันอากาศแทนวิธีการหมักแบบดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก ซึ่งผลดีที่เกิดและเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการคือ ในระหว่างที่ทำการหมักและเสร็จสิ้นการหมักจะไม่เกิดฟองท่วมและเมือกที่ผิวหน้าของน้ำหมักรวมทั้งที่ชอบภาชนะที่ใช้หมัก และได้น้ำหมักสุราที่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ8.66$\pm$0.93คิดเป็นร้อยละของแอลกอฮอล์ในน้ำหมักสุราที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 6.71 เมื่อเทียบกับการหมักแบบดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก สุรากลั่นชุมชนที่หมักด้วยอุปกรณ์ปิดปากถังเมื่อนำไปกลั่นพร้อมตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว จะได้ปริมาตรรวมของสุราต่อถังหมักเท่ากับ 57.33$\pm$0.58 ลิตร คิดเป็นผลได้ของสุราต่อถังเท่ากับร้อยละ 34.85 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการหมักแบบดั้งเดิมเท่ากับร้อยละ 8.18 เมื่อนำสุรากลั่นชุมชนที่ผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้วและผ่านการเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30วัน มาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้ความชอบกลิ่นสุรา และความชอบรวมของสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศและการหมักแบบดั้งเดิมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ผลการทดสอบกลิ่นรสสุรามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยผู้ทดสอบชอบกลิ่นรสสุราที่หมักแบบดั้งเดิมมากกว่ากลิ่นสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศ จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจากแบบดั้งเดิมในพื้นที่ตำบลขนาบนากให้มีมาตรฐาน ปลอดภัยในการบริโภค มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ รวมทั้งการสร้างนวัตกรรมในการหมักสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก

คำสำคัญ : สุรากลั่นชุมชน, น้ำตาลจาก

Abstract

A research was aimed to development a production process for community distilled liquor from Nipa Palm (*Nipa fruticans*) sugar to achieve methyl alcohol and fusel oil-free distilled liquor with uniform delicate flavor and desirable alcohol strength. A research site of choice was Ko-Chak branded distilled liquor production plant in Kanarbnark village, Pakpanang District, Nakorn Si Thammarat province, Southern region of Thailand. Research was divided into 3 main steps as follows: 1) an investigation of air-lock introduction to close on 3 set of 200 L fermentation tank for 20 days and its alcohol strength was measured and compared with product from traditional fermentation method used old fertilizer bag as a cover, 2) fermented liquid based on 2 different methods (air-lock and traditional covering) were distilled in addition to leaving the initial and final portion of the distillation of both fermentation. Samples were measured methods in terms of alcohol strength and distilled volume and 3) community distilled liquor form 2 fermentation methods after leaving initial and final portion of distillation periods were taken for aging for 30-days, afterwards, samples were sensory evaluated by hedonic scale test to compare their difference in respects of odor, flavor, and overall acceptability by means of 12 locally distilled liquor experts. Results demonstrated that air-lock fermentation method, as recommended by research team, produced better results as no excessive foam was produced in addition to no mucous slime both on the surface and at the bottom of the fermentation tank and final alcohol strength increased to $8.66 \pm 0.93\%$ or calculated as 6.71% of alcohol increment. Furthermore, when final volume of the distilled liquor was considered (after initial and final portion of the fermentative liquid was left to minimize fusel oil or methyl alcohol content produced in the distillation process) increased to 57.33 ± 0.58 Liter per fermentation tank or calculated as 8.18% increment of distilled liquor. Results of sensory evaluation revealed that after 30-day aging, there was no statistically significant difference ($P>0.05$) in terms of flavor and overall acceptability but it was statistically significant difference ($P \leq 0.05$) in terms of odor acceptability as panelists explained that probably because old traditional fermentation method could produce better odor acceptability rather than newly recommended by researcher team. This research would be a significant pace for quality improvement of production process of community based distilled liquor in Kanarbnark village, Pakpanang District, Nakorn Si Thammarat province, Southern region of Thailand to achieve more standardized, better quality, better economic security as well as development of innovative production process.

Key words: Distilled Alcohol, Nipa Palm (*Nypa fruticans*) Sugar

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	15
4. ผลและวิจารณ์	19
5. บทสรุป และข้อเสนอแนะ	32
ผลผลิต (Output) ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ได้รับทุน	34
รายงานสรุปการเงิน	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	
ก. วิธีการวิเคราะห์	38
ข. ตารางวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test แบบสองทาง	39
ประวัตินักวิจัยและคณะ พร้อมหน่วยงานที่สังกัด	44

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในน้ำหมักสุราที่ปิดปากถังด้วยอุปกรณ์กันอากาศและกระสอบปุ๋ย หลังหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน	20
4.2	ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังที่อุณหภูมิเริ่มต้น 74.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 54 นาที	22
4.3	ปริมาตรของส่วนหัวและส่วนหางของสุรากลั่นที่ต้องตัดออก	24
4.4	การตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง	25
4.5	ปริมาตรรวมและความเข้มข้นของสุรากลั่นชุมชนหลังสุดสิ้นสุดกระบวนการกลั่นและผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว	26
4.6	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของสุรากลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน	27
4.7	การเจือจางสุรากลั่นชุมชนด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson' square	29
4.8	การเจือจางสุรากลั่นชุมชนด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson' square แล้วใช้ผลต่างของสุรามาเทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อหาปริมาตรของน้ำที่จะเติมผสมในสุรา	30
4.9	กำไรที่เพิ่มขึ้นจากการปรับความแรงของสุราที่กลั่นให้ดีกรีสม่ำเสมอ	31

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	กระบวนการหมักแบบดั้งเดิมของโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนที่ใช้ภาชนะที่หมักเป็นถังพลาสติกสีฟ้าขนาดความจุ 200 ลิตรแล้วปากถังปิดด้วยกระสอบปุ๋ย	2
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่กลั่นและความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้	10
3.1	การพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก โดยใช้อุปกรณ์กันอากาศมาใช้ปิดปากถังหมัก	16
3.2	อุปกรณ์ต้มกลั่นสุราชุมชนแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน	17
4.1	ลักษณะน้ำหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหลังการหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน	19
4.2	ลักษณะของฟูเซลออยที่ลอยอยู่บริเวณผิวหน้าระหว่างกลั่นสุราชุมชน	24
4.3	การเจือจางสุรากลั่นด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson’ square	28
4.4	ฉลากที่ติดบนขวดบรรจุสุราที่ผ่านการพิมพ์และตัดด้วยเครื่องตัดสติกเกอร์	31

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการทำสุรากลั่นจากน้ำตาลจากมาเป็นเวลานานประมาณ 20 ปีแล้ว และปัจจุบันได้ขออนุญาตผลิตอย่างถูกต้อง โดยใช้ไม้เคี่ยม ใส่ลงในน้ำตาลสด ปล่อยให้หมักแล้วนำไปกลั่น จากการเข้าสำรวจข้อมูลเชิงประจักษ์ขั้นต้นของผู้วิจัย พบว่า ขั้นตอนการหมักยังขาดการควบคุมคุณภาพในการผลิต มีการใช้ภาชนะที่หมักเป็นถังพลาสติกสีฟ้าขนาดความจุ 200 ลิตรแล้วปากถังปิดด้วยกระสอบปุ๋ย (รูปที่ 1.1) ทำให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์ในการหมัก นอกจากนี้ยังพบว่า มีการกำหนดความเข้มข้นของน้ำตาลจากเริ่มต้นสูงเกินไป เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะมีน้ำตาลเหลืออยู่ในปริมาณสูง (9 องศาบริกซ์)

ในขั้นตอนการกลั่นสุราจะใช้หม้อต้มแบบธรรมดา มีการใช้ไม้ฟืนในการต้ม ซึ่งยากในการควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอ เนื่องจากการกลั่นที่อุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้มีสารที่ทำให้เกิดอาการเมาค้าง คือ ฟูเซลออย (fusel oil) ซึ่งเป็นเอทานอลที่มีคาร์บอนอะตอมมากกว่า 2 อะตอมระเหยและถูกควบแน่นปะปนในสุราที่กลั่นได้ สารเหล่านี้จะเป็นตัวการที่ทำให้สุรามีกลิ่นเหม็นหรือกลิ่นไหม้ ไม่พึงประสงค์ของลูกค้า และผู้ผลิตไม่มีการตัดหัวสุราทิ้งในช่วงแรกที่กลั่นทำให้สารที่มีโมเลกุลต่ำกว่าเอทานอล คือ เมทานอล (เมธิลแอลกอฮอล์) ระเหยออกมาก่อน และสารนี้ไม่เหมาะแก่การนำมาบริโภค

หลังจากที่ผู้ผลิตได้กลั่นสุราเสร็จแล้ว จะไม่มีการบ่มสุรา ซึ่งสุราที่กลั่นได้ใหม่ ๆ จะมีรสชาติบาดคอ ไม่กลมกล่อม ถ้าหากสุรานั้นมีการปรับความแรงโดยการเจือจางด้วยน้ำใหม่ ๆ แม้จะเป็นสารละลายเดียวกัน แต่น้ำที่เติมลงไปเจือจางยังไม่กลมกลืนกับแอลกอฮอล์ ดังนั้นเพื่อให้ได้สุราที่มีคุณภาพดีจะต้องมีการบ่ม นอกจากนี้ผู้ผลิตยังไม่ได้ควบคุมความแรงของแอลกอฮอล์ให้คงที่ทุกครั้งก่อนบรรจุในขวด

เนื่องจากการทำสุรากลั่นจากน้ำตาลจากเป็นภูมิปัญญาที่ชาวบ้านในตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้สืบทอดกันมาอย่างยาวนาน และกรรมวิธีในการผลิตที่นำเอาไม้เคี่ยมมาควบคุมไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ เจริญนอกจากเชื้อยีสต์ที่เหมาะเท่านั้น รวมทั้งการใช้หม้อต้มกลั่นที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ (ใบต้นจาก) นั้นถือว่าเป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่ไม่เหมือนใครในโลก สมควรที่จะอนุรักษ์เอาไว้ และปัจจุบันมีผู้ผลิตหลายรายและมีการขออนุญาตให้ผลิตอย่างถูกต้องตามกฎหมาย (มผช.) ซึ่งจะเป็นแนวทางส่งเสริมให้ชาวบ้านใช้

ประโยชน์จากต้นจากที่ครบวงจร รวมทั้งสุราที่ผลิตภายในชุมชนนั้นชาวบ้านจะนำมาบริโภคกันในช่วงเทศกาลต่าง ๆ เป็นการลดการนำสุราต่างถิ่นเข้ามาจำหน่าย แต่กระบวนการผลิตสุรากลั่นที่ผู้วิจัยลงพื้นที่สำรวจมีปัญหาหลัก ๆ ดังที่กล่าวข้างต้น ซึ่งถ้าหากผู้ผลิตสุรากลั่นชุมชนไม่มีการควบคุมคุณภาพของสุราที่ผลิตได้ แต่มุ่งเน้นการลดราคาเพื่อให้ขายสินค้าของตนให้ได้ปริมาณมาก สักวันหนึ่งจะไม่มีลูกค้าหันมานิยมและซื้อสุรากลั่นนี้อย่างแน่นอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตสุรากลั่นตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อให้ได้สุรากลั่นชุมชนที่มีคุณภาพและปลอดภัยในการบริโภค โดยพิจารณาในประเด็นหลัก ๆ คือ 1) การพัฒนากระบวนการหมัก คือ ปรับความเข้มข้นของน้ำตาลจากให้เหมาะสมและคงที่ทุกครั้ง จะทำให้ไม่เหลือน้ำตาลที่ไม่ได้หมักเหลือทิ้งเยอะเกินไป นำระบบกันอากาศ (air-lock) เข้าถังขณะทำการหมัก ซึ่งระบบกันอากาศมีข้อดี คือ สามารถทราบการสิ้นสุดของการหมักได้ ถ้าไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นถือว่าสิ้นสุดการหมัก ยีสต์มีการใช้น้ำตาลได้หมด และอากาศด้านนอกจะเข้ามาในถังไม่ได้ ทำให้ไม่มีการหมักเอทานอลเป็นน้ำส้มสายชู 2) การพัฒนากระบวนการกลั่นให้มีการตัดหัวและหางสุรา และ 3) การพัฒนาให้มีการเก็บบ่มสุรา และการปรับความแรงของสุราที่กลั่นได้ให้สม่ำเสมอก่อนบรรจุขวด

รูปที่ 1.1 กระบวนการหมักแบบดั้งเดิมของโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนที่ใช้ภาชนะที่หมักเป็นถังพลาสติกสีฟ้าขนาดความจุ 200 ลิตรแล้วปากถังปิดด้วยกระสอบปุ๋ย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชน
2) เพื่อพัฒนากระบวนการกลั่นสุราชุมชนให้ปลอดจากเมธิลแอลกอฮอล์และฟูเซลออย
3) เพื่อพัฒนาการบ่มสุราชุมชนที่ผ่านการกลั่นแล้ว ให้มีความกลมกล่อมและมีความแรงของแอลกอฮอล์สม่ำเสมอ

3. ขอบเขตของการวิจัย

1) การพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชน จะใช้กรรมวิธีการเตรียมน้ำตาล ภาชนะและวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักเช่นเดียวกับผู้ผลิต แต่จะนำระบบป้องกันอากาศมาใช้ในปิดปากถังหมักขณะทำการหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอลกอฮอล์หลังสิ้นสุดกระบวนการหมักกับรูปแบบเดิมของโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนด้วยวิธี T-test แบบสองทาง

2) การพัฒนากระบวนการกลั่นสุราชุมชนให้ปลอดจากเมธิลแอลกอฮอล์และฟูเซลออย จะเปรียบเทียบรูปแบบการกลั่นเดิมของโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนที่ไม่ตัดหัวตัดส่วนหางสุราออก กับการตัดหัวและตัดส่วนหางสุราที่ได้จากการศึกษา (ร้อยละ 0.8-1 ของน้ำส่าที่เข้าหม้อต้มกลั่น)

3) การพัฒนาการเก็บบ่มสุราชุมชนที่ผ่านการกลั่นแล้ว โดยนำเก็บบ่มสุรากลั่นชุมชนที่ผ่านการกลั่นและตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว มาเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน จากนั้นนำตัวอย่างสุราที่ผ่านการเก็บบ่มมาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale Test ในความแตกต่างด้านกลิ่นสุรา (order) กลิ่นรสสุรา (after taste) และความชอบรวม (overall) โดยใช้ผู้ทดสอบที่เชี่ยวชาญในพื้นที่จำนวน 12 คน

4) การปรับความแรงของแอลกอฮอล์ให้สม่ำเสมอ โดยใช้สุราที่กลั่นได้ใหม่ ๆ ที่ทราบความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่แน่นอน (วัดขณะเย็น) มาทำการเจือจางด้วยน้ำที่ได้จากการคำนวณตามหลักการของ Pearson's square ให้มีความแรงเท่ากับ 30 ดีกรี แล้วเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วบรรจุใส่ขวดขนาดความจุ 630 ซีซี พร้อมปิดฉลากด้วยกระดาษสติกเกอร์ชนิดกันน้ำที่ตัดทำเอง สำหรับวางจำหน่าย

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จะเพิ่มมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของสินค้าท้องถิ่นให้มีคุณภาพและปลอดภัยในการบริโภค

บทที่ 2
ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎี

1.1 การผลิตแอลกอฮอล์ และทำสุราจากน้ำตาลจาก (โครงการให้ความช่วยเหลือพื้นที่ป่าจาก, 2551)

การทำแอลกอฮอล์จากน้ำตาลจากได้เริ่มขึ้นในประเทศฟิลิปปินส์ ในปี พ.ศ.2454 และในประเทศมาเลเซีย อีก 10 ปีต่อมา โดยเฉพาะในยุคน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาแพง การใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันปิโตรเลียมในสัดส่วน 1:4 สามารถกระทำได้ดีโดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง การผลิตแอลกอฮอล์ในมาเลเซียได้ผลผลิตประมาณ 2,450 ลิตรต่อไร่ต่อปี โดยมีพื้นฐานการปาดปีละ 340 วัน ในขณะที่ประเทศฟิลิปปินส์ได้ผลผลิตระหว่าง 1,037-1,636 ลิตรต่อไร่ต่อปี แต่ถ้ามีการปรับปรุงประสิทธิภาพอาจผลิตได้ถึง 2,900 ลิตรต่อไร่ สำหรับในรัฐซาราวัคของประเทศมาเลเซียในปี 1960 ผลิตแอลกอฮอล์ได้ 341,505 ลิตร แต่พอถึงปี 1980 ผลผลิตได้เพียง 8,406 ลิตร ทั้งนี้เพราะจำนวนเกษตรกรที่ทำน้ำตาลจากลดลง ที่อำเภอปากพนังนั้น ทำแอลกอฮอล์ 10 ลิตร ต้องใช้น้ำตาลจาก 1 ปี๊บ ซึ่งสู้ราคาขายเป็นน้ำตาลไม่ได้ นอกจากทำเป็นสุราที่ราคาดีกว่า นอกจากการใช้ประโยชน์ที่กล่าวมาแล้ว ในช่วงประมาณ 20 ปีที่ผ่านมาประชาชนในอำเภอปากพนังนิยมนำน้ำตาลจากมาต้มกลั่นสุรารับประทานกันในหมู่บ้านช่วงเทศกาลงานบุญต่าง ๆ ถึงแม้ว่าการผลิตสุราเถื่อนจากน้ำตาลจากเป็นสิ่งผิดกฎหมาย แต่การที่ได้ทราบถึงกรรมวิธีการผลิต ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่ถูกสั่งสมมาเป็นเวลาช้านาน ย่อมก่อให้เกิดความรู้ อาจเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการผลิตที่ถูกกฎหมายต่อไปในอนาคต เช่นเดียวกับเหล้าสาเกของญี่ปุ่นที่ผลิตจากข้าวเจ้า สำหรับวิธีการของชาวบ้านนั้น จะใช้น้ำตาลประมาณ 20 ลิตร หมักในโอ่ง 7-8 วัน โดยเติมน้ำลงไป 4 ปี๊บ (80 ลิตร) จากนั้นจึงนำไปต้มกลั่น จะได้แอลกอฮอล์ประมาณ 10 ลิตร โดยเติมเครื่องปรุงลงไป ได้แก่ เปลือกลำพู ดีปลีเชือก พริกขี้หนูแห้ง ชะเอม พริกไทย กานพลู ลูกจันทร์ รกจันทร์ โดยบดเป็นผงแล้วเติมลงไปก่อนต้มกลั่น เพื่อให้มีรสชาติ น่ารับประทาน และเก็บรักษาไว้ได้นาน สำหรับในประเทศฟิลิปปินส์ก็ได้มีการทำสุราเถื่อนและน้ำตาลเมาจากต้นจากเช่นเดียวกัน เกษตรกรบางคนที่ในอดีตมีประสบการณ์ในการทำสุราเล่าให้ฟังว่า เทคนิคในการทำสุราอาจจะแตกต่างกันไป ตามความนิยมของแต่ละท่าน บางคนใช้น้ำหวานจากใส่ในโอ่งจำนวน 6 ปี๊บ ใส่เปลือกเคี่ยม 4 กิโลกรัม แช่ไว้ 7 วันจะขึ้นฟองเต็มโอ่ง โดยอาศัยเชื้อยีสต์ธรรมชาติ เมื่อฟองเริ่มหดตัวใส่ดีปลีเชือก 1 กรัม พริกไทย 1 กรัม แล้วจึงนำไปต้มกลั่นเป็นสุราต่อไป เป็นต้น

1.2 เอทานอล

เอทานอล หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ คือ แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่มีสูตรเคมี C_2H_5O มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย มีความไวไฟและค่าออกเทนสูง (เอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.8 มีค่าออกเทนสูงถึง 113) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย อาทิ ใช้ผลิตอาหารและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม ใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ (สุภาพร ชูช่วย, 2548)

เอทานอล ผลิตได้ทั้งจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี โดยใช้เอทิลีนเป็นวัตถุดิบ และกระบวนการทางชีวเคมี โดยใช้พืชผลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีแป้งและน้ำตาลสูงเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมและมีวัตถุดิบที่สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายชนิดตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล สาหร่าย ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีความพยายามพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบที่มีเซลลูโลสสูง เช่น ฟางข้าว ขี้เลื่อย หญ้า เป็นต้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเอทานอลของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้จัดประเภทของเอทานอลเป็น 3 ประเภท (ปิ่นกมล นิยมวิทย์ และอภิญญา จินดาประเสริฐ, 2545) คือ

- เอทานอลที่ใช้เป็นรีเอเจนท์ในห้องปฏิบัติการ
- เอทานอลที่ใช้ในทางการแพทย์ เภสัชกรรม และเป็นวัตถุดิบอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
- เอทานอลที่ใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ นอกจากอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง พลังงานทดแทน

1.3 หลักการผลิตสุรา (เมทนี สุคนธรักษ์, 2521)

หลักเบื้องต้นของการผลิตสุรา คือ การหมัก (fermentation) ซึ่งเป็นขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ โดยปฏิกิริยาของน้ำย่อยจากยีสต์ เป็นขบวนที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาหลายขั้นตอน นอกจากเกิดการเปลี่ยนแปลงแก่น้ำตาลแล้ว ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงกับพวกที่ไม่ใช่น้ำตาล ที่มีอยู่ในวัตถุดิบด้วย ทำให้เกิดสารพลอยได้หลายอย่าง มีทั้งที่เป็นที่ต้องการ และไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งจะมีผลต่อกลิ่นรสของสุรา และความปลอดภัยของผู้บริโภค

การผลิตสุราทำได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ผลไม้ต่าง ๆ หัวมัน บีทรูท เมล็ดข้าวชนิดต่าง ๆ ลำต้นของอ้อย งวงมะพร้าว งวงตาล เป็นต้น (ขุนกฤษณามรวิสิษฐ 2490ก อ้างโดย

เมทนี สุคนธรักษ์, 2521) ถ้าแบ่งวัตถุดิบในการผลิตสุราตามหน้าที่ของวัตถุดิบจะแบ่งได้เป็น (Herstein and Jacobs, 1948 อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521)

1) วัตถุดิบที่ให้น้ำตาล คือ ผลไม้ น้ำผลไม้ กากน้ำตาล (molasses) น้ำผึ้ง น้ำตาล
2) วัตถุดิบที่เป็นแป้งและจะให้น้ำตาลซึ่งสามารถเข้าสู่กระบวนการหมักได้ต่อไป เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ มันเทศ เป็นต้น
3) วัตถุดิบที่ไม่ให้ทั้งแป้งและน้ำตาล คือ พวกเครื่องเทศ สารให้กลิ่นรส สี เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปแล้ว การผลิตสุราจะมีหลักการใหญ่ที่แตกต่างกันในกรรมวิธีการผลิต 2 วิธี คือ

1) การผลิตจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาล ซึ่งจะนำไปหมักได้ทันที
2) การผลิตจากวัตถุดิบประเภทแป้ง ซึ่งต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลก่อนที่จะนำไปหมัก

กระบวนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล ซึ่งสามารถเข้าสู่กระบวนการหมักได้เรียกว่า “กระบวนการ Saccharification” เป็นการสลายการต่อระหว่าง monosaccharide ในโมเลกุลของแป้ง โดยต้องทำให้แป้งสุก (gelatinize) ก่อนแล้วจึงย่อยด้วยน้ำย่อย diastase จากมอลต์ หรือเมล็ดพืชที่กำลังงอก หรืออาจใช้การสลายตัวด้วยกรดและความร้อน (Herstein and Jacobs, 1948 อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521) หรืออาจใช้เชื้อราบางชนิด เช่น Aspergillus oryzae, Mucor และ Rhizopus sp. (ขุนกฤษณามรวิสิษฐ 2490ก อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521; วรชิน, 2492 อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521)

Poluyanova และคณะ (1973) อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์ (2521) ทดลองใช้ concentrated commercial α-amylase และ glucoamylase แทนมอลต์ ปรากฏว่า ทำให้ได้แอลกอฮอล์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 ในระหว่างระยะเวลาการหมัก 3 วัน ความเข้มข้นของ α-amylase และ glucoamylase ที่เหมาะสม คือ 0.3 หน่วยต่อกรัมของแป้ง ตามลำดับ

นอกจากเกิดการเปลี่ยนแปลงแก่แป้งแล้ว ยังเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแก่น้ำตาลและสารพวกที่ไม่ใช่น้ำตาล เช่น โปรตีน กรดอะมิโน ด้วย สารพลอยได้ที่เกิดขึ้นมีผลต่อคุณภาพสุรา จึงต้องควบคุมปริมาณน้ำและพีเอชให้เหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงแรก คือ 49-60 องศาเซลเซียส ช่วงต่อมา 60-62 องศาเซลเซียส และพีเอช 5-6 (Herstein and Jacobs, 1948 อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521)

กระบวนการหมัก หรือการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ต้องอาศัยน้ำย่อยจากยีสต์ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมัก คือ 24-29 องศาเซลเซียส และต้องไม่เกิน 72 องศาเซลเซียส พีเอช 4-4.5 (Herstein and Jacobs, 1948 อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521; ม.ร.ว. ทันพงษ์

2509 อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์, 2521) การหมักเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสภาพไม่มีออกซิเจน แต่กการให้อากาศมีผลต่อความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่จะเกิดขึ้น และการเกิดสารพลอยได้ Reazin (1969) อ้างโดย เมทนี สุคนธรักษ์ (2521) ศึกษาการเกิดสารพลอยได้ที่สำคัญระหว่างการหมัก โดยใช้เมล็ดพืชที่มีสารกัมมันตภาพรังสีของกลูโคสพบว่า จะเกิดสารกัมมันตภาพรังสีของกรดระเหย เอทธิลอะซีเตท และไฮเออแอลกอฮอล์ เขายังได้ทำการทดลองเดียวกันโดยใช้สารกัมมันตภาพรังสีของกลูโคส ลูซีน และไอโซลูซีน ลงในกระบวนการหมักเบอร์บอนพบว่า กลูโคสจะทำให้เกิดกรดน้ำส้มสายชู และฟูเซล-ออย ลูซีนทำให้เกิดกรดบิวทีริกกรดน้ำส้มสายชู และ 3-methyl butanol ไอโซลูซีนทำให้เกิดเอทธิลอะซีเตท โดยผ่านการรวมตัวของ acetyl Co A กับเอทิลแอลกอฮอล์ การเกิดกรดระเหยและฟูเซลออยมีความสัมพันธ์กันและมี keto-acid เป็นตัวกลาง ไฮเออแอลกอฮอล์เป้นสารพลอยได้ที่เกิดจากการสร้างกรดอะมิโนจากสารคาร์โบไฮเดรตทางหนึ่ง และจากกรดอะมิโนที่มีอยู่อีกทางหนึ่ง

ในกระบวนการหมักยังจำเป็นต้องมีสารอนินทรีย์ เช่น ฟอสเฟต ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงในกระบวนการหมัก นอกจากนี้เกลือของแคลเซียม โพแทสเซียม และแมงกานีส เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับยีสต์ ส่วนใหญ่ของแร่ธาตุเหล่านี้ได้มาจากวัตถุดิบที่ใช้หมัก

1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อรสชาติในการผลิตสุรา

สุราทุกชนิดมีความคล้ายคลึงกันหลายอย่าง คือ กลั่นได้จากของเหลวที่ได้หลังการหมัก (fermented liquid) มีแอลกอฮอล์สูง ส่วนใหญ่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ระหว่าง 70-100 proof (35-50 ดีกรี) ส่วนที่เหลือ คือ น้ำ (ยกเว้นเหล้าหวาน (liqueur) ซึ่งมีน้ำตาลผสมอยู่ด้วย)

นิยมเสิร์ฟก่อนและหลังอาหาร ความแตกต่างขั้นพื้นฐาน คือ สี กลิ่น รส ความเข้มข้นและรสชาติ เช่น เหล้าวิสกี้ จะมีรสชาติต่างจากเหล้ารัมและเหล้ายิน เป็นต้น

หากพิจารณาถึงความแตกต่างของรสชาติของเหล้าต่าง ๆ แล้ว ควรทราบความแตกต่างปลีกย่อยอื่น ๆ เช่น เอกลักษณ์ของเหล้าแต่ละชนิด ความกลมกล่อมของรสชาติ รสเข้มข้นมากหรือรสเข้มข้นน้อย ความแตกต่างเหล่านี้มากจากปัจจัยหลายประการ คือ วัตถุดิบที่นำมาหมัก จำนวนแอลกอฮอล์ที่ได้จากการกลั่น และการเก็บหรือการปรุงผสมเพิ่มเติมหลักจากกลั่นเสร็จสิ้น หากจะทำความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้ จำเป็นต้องศึกษาถึงกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ ตามลำดับ

1) สิ่งที่เจือปนอยู่ในสุรา

ตามที่ได้ทราบมาแล้วว่า สุราที่ได้จากการต้มกลั่นของเหลวที่ได้จากการหมักแล้วจึงระเหยกลายเป็นไอด้วยความร้อนและแอลกอฮอล์ได้แยกตัวจากของเหลว หากการระเหยอย่างสม่ำเสมอในอุณหภูมิคงที่หมดสิ้น ก็จะได้แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 100 ซึ่งจะไม่มีสี รสชาติบาดคอ (sharp taste) และไม่มีกลิ่นหรือรสชาติของวัตถุดิบที่นำมาหมัก-กลั่นเหลืออยู่เลย

แต่การกลั่นนั้นปกติจะมีน้ำอยู่ในของเหลว ฉะนั้นในอุณหภูมิต่ำประมาณ 78.5 องศาเซลเซียส จะไม่ทำให้น้ำที่ผสมอยู่เจือปนในสุราเดือดเป็นไอ จึงทำให้สุรานั้นมีกลิ่น มีความเข้มข้นอันเนื่องจากแร่ธาตุและสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในน้ำรวมถึงกลิ่นแร่ธาตุที่เจือปนด้วย จึงเรียกรวม ๆ กันว่า “สิ่งเจือปน (congener)” อันได้จากวัตถุดิบที่นำมาหมักและน้ำ ฉะนั้นคุณสมบัติของสุราจึงแตกต่างกันไป

สิ่งเจือปนในสุรา เป็นสารประกอบทางเคมีหลายชนิด เช่น กรด (acid) เอสเทอร์ (ester) อัลดีไฮด์ (aldehydes) เมทานอล (methanol) และอื่น ๆ อันจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติต่าง ๆ กัน สารบางชนิดจะให้โทษแก่ร่างกายหากมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์กำหนดที่รัฐบาลตั้งไว้ ฉะนั้นกรมสรรพสามิตของแต่ละประเทศจึงตั้งเกณฑ์กำหนดสารที่ให้โทษในสุราไว้เพื่อควบคุมการผลิต

ด้วยสาเหตุดังกล่าวจะพบว่า สก๊อตวิสกี้ จะมีกลิ่นควันของข้าวที่นำมาเพาะทำมอลต์ (smoky malt) เบอร์บอน มีรสชาติและกลิ่นค่อนข้างแรงมาก เหล้ารัมจะมีกลิ่นของกากน้ำตาล และเหล้าบรั่นดีจะมีกลิ่นหอมมาก

ในทางตรงกันข้ามหากการกลั่นที่ได้แอลกอฮอล์ความเข้มข้นต่ำ ๆ ย่อมมีสิ่งเจือปนมาก สุรานั้นจะมีกลิ่นรสมาก เช่น เบอร์บอนที่กลั่นให้มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ร้อยละ 55.65 จะมีกลิ่น-รสชาติมาก ขณะที่วอดก้าจะกลั่นให้มีดีกรีสูงถึงร้อยละ 95 จึงมีกลิ่นน้อยมาก

เหล้าที่กลั่นให้ได้ดีกรีมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 95 จะเรียกว่า “neutral spirit” เนื่องจากมีแอลกอฮอล์ใกล้กับแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ (pure alcohol) ซึ่งไม่มีสี กลิ่น รสชาติ จึงนิยมผลิตเพื่อทำเป็นเหล้าวอดก้า และเหล้าอื่น ๆ ที่มีการปรุงผสมทีหลัง

2) หม้อต้มกลั่น (still)

หม้อต้มกลั่นที่เรียกว่า “pot still” เป็นแบบแรกที่คนเรารู้จัก โดยใช้ความร้อนตามธรรมชาติ และใช้ผลิตเหล้าหลายชนิด เช่น สก๊อตวิสกี้ ไอริชวิสกี้ คอนยัค ตากีล่า ยิน รัม เหล้าหวาน หม้อต้มชนิดนี้จะมีขีดจำกัดในการกลั่น คือ ดีกรีแอลกอฮอล์จำกัด มีกลิ่นและรสชาติมาก

ส่วนหม้อต้มกลั่นอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า “column still” หรือ เรียกว่า “หม้อต้มกลั่นแบบต่อเนื่อง (continuous or patent still)” เป็นเตาต้มกลั่นแบบใหม่ที่คิดขึ้น สามารถผลิตเหล้าได้ดีกรีสูงมากถึงร้อยละ 95.5 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์การกลั่นโดยใช้ไอน้ำจากเตาจากเบื้องบนแอลกอฮอล์ที่ได้จะถูกกลั่นซ้ำวนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลา สามารถกลั่นให้ได้ดีกรีสูง ๆ หรือดีกรีต่ำ ๆ ได้

การกลั่นโดยการใส่กลิ่นรสใหม่ ๆ เข้าไป เช่น ยิน เพิ่มกลิ่นของ juniper berry เข้าไปเหล้าหวานเพิ่มกลิ่นและความหวานเข้าไป บางชนิดอาจจะใช้วิธีการผสม โดยใช้เหล้าหลายชนิดผสมกัน ทำให้มีสี กลิ่น และรสชาติดีขึ้น เช่น วิสกี้ต่าง ๆ

การทำให้เหล้ามีกลิ่นฉุนน้อยลงและรสชาติดีขึ้น อาจทำได้ด้วยการกรองผ่านผงถ่าน ให้ดูดซับกลิ่นออกไป เช่น การทำเหล้าวอดก้า เป็นต้น

วิธีการอื่น ๆ เช่น การลดสิ่งเจือปนออกไปโดยการทำให้เจือจาง เพื่อให้มีดีกรีอยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่การดื่ม คือ ประมาณ 40-50 ดีกรี โดยการเติมน้ำกลั่น จะทำให้ลดกลิ่นออกไปได้มาก

เหล้าที่อยู่ในขวดจะไม่เกิดการบ่ม ไม่ว่าจะเก็บไว้นานเพียงใด ถ้าไม่เปิดให้เหล้าสัมผัสกับอากาศภายนอก หรือไม้ (อันเป็นตัวที่อากาศผ่านได้หากชุ่มอยู่เสมอ)

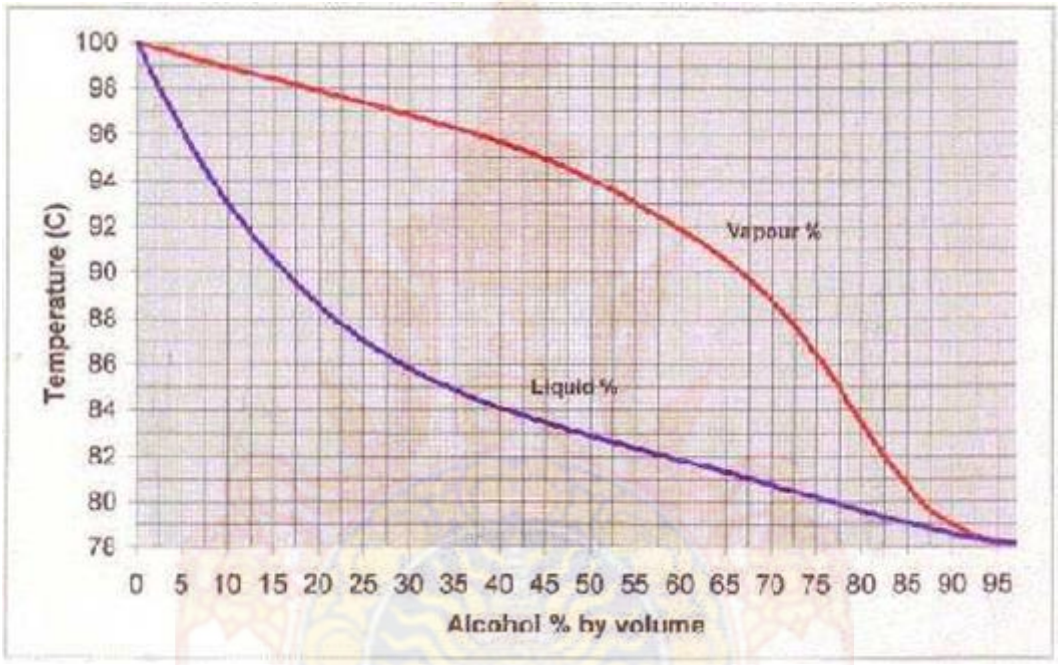
เหล้าของประเทศต่าง ๆ จะเก็บและบรรจุ ณ โรงงานโดยกรมสรรพสามิตเป็นผู้ควบคุมการตรวจสอบ การตรวจสอบขั้นต้นมิได้หมายถึงเฉพาะคุณภาพ หากแต่ให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ เช่น ความบริสุทธิ์ของแอลกอฮอล์ ดีกรี ฉลากบรรจุขวด และประทับตราการเสียภาษีถูกต้องตามกฎหมาย มักจะพบบนฉลากขวดว่า บรรจุที่โรงงาน (bottled in bond)

การทำเหล้าสามารถทำจากวัตถุดิบหลายชนิด เช่น ข้าว องุ่น ผลไม้อื่น ๆ น้ำตาลหรืออ้อย โดยใช้ยีสต์ในการหมัก เหล้าที่ได้จากการหมักวัตถุดิบต่างชนิดกัน ก็จะมีรสชาติที่แตกต่างกัน การกลั่นจะทำให้รสชาติต่างกันมากที่สุด ระยะเวลาในการเก็บบ่ม ชนิดของถังไม้ที่ใช้ในการเก็บบ่มเป็นถังใหม่ (new wood) ถังที่ใช้แล้ว (used wood) ถังที่ไม่ผ่านการเผา (uncharred) หรือถังไม้ที่เผาไฟแล้ว (charred) รวมถึงการผสมในขั้นตอนสุดท้าย จะมีผลให้เหล้าแต่ละชนิดมีสี กลิ่น และรสชาติที่เฉพาะ เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง

ทฤษฎีการกลั่น (เจริญ เจริญชัย, 2554)

การกลั่นคือการแยกสารตั้งแต่ 2 ชนิดที่อยู่ในของผสมออกจากกัน โดยอาศัยหลักความแตกต่างของจุดเดือด และหลักการแลกเปลี่ยนมวลสารระหว่างสองสถานะ คือสถานะของเหลว

กับสถานะไอ สำหรับการกลั่นสุราของผสมนั้นคือน้ำส่าที่มีน้ำผสมอยู่กับแอลกอฮอล์และสารอื่น ๆ เช่นเมธิลแอลกอฮอล์ และฟูเซลออย น้ำบริสุทธิ์มีจุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส แอลกอฮอล์มีจุดเดือดที่ 78.3 องศาเซลเซียส แต่น้ำผสมกับแอลกอฮอล์ จะมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำเดือด แต่สูงกว่าแอลกอฮอล์ ดังในรูปที่ 2.1 ถ้าเรามีน้ำส่าที่มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 10 จะมีจุดเดือดที่ 93 องศาเซลเซียส (ลากเส้นจากแกนนอนที่ร้อยละ 10 ไปที่เส้นโค้งล่าง ตัดเส้นที่ลากจากแกนตั้งที่ร้อยละ 93) แต่ไอที่ระเหยที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ จะมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ร้อยละ 55 และเมื่อนำไอส่วนนี้มาควบแน่นจะได้ของเหลวที่มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 55 เช่นกัน



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่กลั่นและความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้
ที่มา: เจริญ เจริญชัย (2554)

เมื่อนำแอลกอฮอล์ร้อยละ 55 นี้มากลั่นอีกครั้ง มันจะเดือดที่อุณหภูมิ 82.5 องศาเซลเซียส และเราจะได้ไอที่มีแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 82 นี่จึงเป็นสาเหตุที่โรงเหล้าจะกลั่นหลายครั้งเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ความเข้มข้นสูง ๆ แล้วจึงนำมาเจือน้ำให้ได้แรงแอลกอฮอล์ตามต้องการ ทั้งนี้เพื่อขจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออกไป

แต่การทำให้แอลกอฮอล์เข้มข้นสูง ๆ สามารถใช้หอกลั่นแทนการกลั่นหลายๆ ครั้งได้ โดยเมื่อไอของสุราระเหยขึ้นไปแล้ว ก็นำไปควบแน่น และแบ่งของเหลวให้ไหลกลับลงมาในหอกลั่น เพื่อให้ไหลสวนทางกับไอที่ระเหยขึ้นมา ไอที่ระเหยขึ้นมาก็จะแลกเปลี่ยนความร้อนกับของเหลวที่ไหลลงมา และทำให้น้ำควบแน่นไปอยู่กับของเหลว และแอลกอฮอล์จะระเหยจาก

ของเหลว ไปอยู่ในส่วนไอทำให้ได้ผลเหมือนกับมีการกลั่นและควบแน่น หลาย ๆ ครั้ง อยู่ในหอกลั่น โดยไม่ต้องนำไปกลั่นใหม่

หลักการกลั่นสุราให้มีคุณภาพ

เจริญ เจริญชัย (2554) ได้เสนอแนะหลักการกลั่นสุราให้มีคุณภาพไว้ 2 วิธี คือ การแบ่งสุรา และการกลั่นหลายครั้ง

<u>การแบ่งส่วนน้ำสุรา</u> เนื่องจากเป็นการแยกสารตามความสามารถในการระเหย ดังนั้น สารที่ระเหยง่าย ก็จะออกมาจากหอกลั่นก่อน สารที่ระเหยยากกว่าแอลกอฮอล์ก็จะออกมาทีหลัง เราจึงสามารถแยกสารพิษที่ไม่ต้องการออกได้ง่าย ๆ โดยแบ่งน้ำสุราเป็นส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนหาง

ส่วนหัวคือเมธิลแอลกอฮอล์ เป็นสารพิษที่ทำให้ตาบอด และถ้าบริโภคในปริมาณมากทำให้เสียชีวิตได้ แต่ในสุราที่กลั่นจากกากน้ำตาลและข้าวจะมีน้อยมาก จนแทบไม่ต้องตัดส่วนหัวออกมาก เมธิลแอลกอฮอล์อาจมีมากได้ในสุราที่กลั่นจากผลไม้ที่ยืดหยุ่นเช่นสตรอเบอรี่ องุ่น แต่เพียงเราแยกส่วนหัวออกประมาณ 50 ซีซี ต่อน้ำส่า 200 ลิตร

ส่วนกลางเป็นแอลกอฮอล์ที่เราต้องการ และเมื่ออุณหภูมิหม้อกลั่นสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในหม้อต้มแบบพื้นบ้าน ส่วนหางจะเริ่มออกมา จนอุณหภูมิใกล้ 100 องศาเซลเซียส โดยผู้ผลิตต้องฝึกดมกลิ่น และแยกส่วนนี้ออกไป ซึ่งมีส่วนผสมของฟูเซลออย ที่ทำให้ปวดหัว และมีกลิ่นฉุน โดยเฉพาะถ้าหมักน้ำส่าที่อุณหภูมิสูงจะมีสารพวกนี้มาก

ปัจจัยที่ทำให้เกิดสารฟูเซลออยได้แก่ สายพันธุ์ยีสต์, อุณหภูมิ (อุณหภูมิสูง ผลิตมาก), การกวนและอากาศ (ไม่ควรกวนน้ำหมักหลังจากการหมักเริ่มต้นแล้ว) และองค์ประกอบของน้ำหมัก (ควรมีอาหารสมบูรณ์)

ก่อนอื่นต้องเข้าใจว่าเครื่องกลั่นสุราชุมชนที่มีจำหน่ายอยู่นั้น มีข้อจำกัดหลายอย่าง โดยเฉพาะการใช้ฟืนหรือเตาแก๊สเป็นแหล่งให้ความร้อน ซึ่งทำให้ควบคุมอุณหภูมิการกลั่นได้ยาก หากใช้ความร้อนมากเกินไป จะทำให้น้ำส่าไหม้ และเกิดกลิ่นเหม็นไหม้ และทำให้สารพิษในส่วนหางปนออกมากับน้ำสุรา ดังนั้นจึงไม่ควรรีบร้อนเร่งไฟ เพื่อผลิตเร็วๆ เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิในหม้อกลั่น ควรจะวัดอุณหภูมิของส่วนไอ เพื่อให้คนกลั่นสามารถปรับความร้อนได้อย่างเหมาะสม

เมื่อเริ่มต้นต้มน้ำส่าจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 78-85 องศาเซลเซียสก็เริ่มเก็บน้ำสุราได้ และพยายามคงอุณหภูมินี้ไว้ให้ได้นาน ๆ เมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงเกิน 90 องศาเซลเซียส ให้คอยดมกลิ่น

หาง โดยแบ่งสุราเป็นส่วนๆ เมื่อเริ่มได้กลิ่นส่วนหาง ให้นำส่วนนั้นไปรวมกับน้ำส่าชุดต่อไป เพื่อกลั่นใหม่

<u>การกลั่นหลายครั้ง</u> หากจะผลิตสุราพื้นบ้านธรรมดา การแยกหัวแยกหาง ก็จะช่วยให้สุราไม่มีกลิ่นเหม็น และปลอดภัยเพียงพอ แต่สำหรับสุราบางชนิด การแยกส่วนหัวหางออกก็อาจยังไม่เพียงพอ เพราะเราอาจไม่ต้องการกลิ่นของวัตถุดิบเลย เช่น วอดก้า และรัมแบบเบา หรือการทำสุราสำหรับจะนำไปปรุงแต่งรสชาติต่าง ๆ ในประเทศไทยเราอาจจะผลิตวอดก้าหรือรัมไม่ได้ เพราะกฎหมายให้เรียกว่าสุราขาว แต่เราอาจผลิตสุราในรูปแบบนั้นได้ โดยเรียกชื่อเป็นอย่างอื่น เพื่อย้ายจากตลาดล่าง

การกลั่นสุราให้ไม่มีกลิ่นวัตถุดิบ ทำได้โดยกลั่น 2 ครั้งขึ้นไป หรือใช้เครื่องกลั่นแบบมีระบบรีฟลักซ์ และอาจนำสุรามากรองผ่านผงถ่านเพื่อดูดซับกลิ่น

3) การเก็บบ่ม การผสมกลิ่น รสชาติ และการบรรจุ

เหล้าที่ได้จากการกลั่นใหม่ ๆ จะยังดิบ มีกลิ่นและรสฉุนเฉียวบาดคอ ฉะนั้น จึงต้องมีวิธีการทำให้มีกลิ่นหอม รสชาตินุ่มนวล เพื่อการจำหน่ายต่อไป ความรู้เรื่องการเก็บบ่มนี้จากประวัติดั้งเดิมกล่าวว่า สมัยก่อนมีการขนส่งสุราไปยังต่างถิ่นโดยบรรจุในถังไม้ซึ่งใช้เวลาในการเดินทางยางนานมาก จากการสังเกตเมื่อเปิดออกมาดื่มปรากฏว่า รสชาติดีกว่าออกจากเตากลั่นใหม่ ๆ จึงนิยมเก็บไว้ในถังไม้โอ๊ค ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษตั้งแต่นั้นมา ระยะเวลาการเก็บบ่มขึ้นอยู่กับชนิดของสุรา บางชนิดเก็บไว้เพียงระยะเวลาสั้น ๆ แต่บางชนิดเก็บไว้นานเป็นสิบ ๆ ปี เช่น บรั่นดี สก๊อตวิสกี้บางชนิด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในถังไม้ที่เก็บบ่ม คือ

1) สิ่งที่บรรจุในถังจะทำให้ถังชุ่มชื้นตลอดเวลา สิ่งเจือปนน้ำจะระเหยออกไปโดยอากาศรอบ ๆ ถัง
2) สิ่งเจือปนใหม่ที่เกิดจากถังไม้จากการดูดซึมจะทำให้เกิดสี กลิ่น รสชาติ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดการผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้มีกลิ่นรสกลมกล่อม และมีสีมากขึ้น

การเก็บบ่มจะทำให้เหล้าที่มีกลิ่นรสดีขึ้น แต่บางครั้งกลิ่นรสที่บาดคออาจเป็นที่ต้องการก็ได้ เหล้าบางชนิดจึงไม่เก็บบ่ม แต่มีวิธีแก้ไขกลิ่น รสชาติหลังการกลั่น

2. แนวคิด

โครงการวิจัยนี้มีแนวความคิดที่จะพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจากในตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อให้ได้สุรากลั่นชุมชนที่มี

คุณภาพและปลอดภัยในการบริโภค โดยจะพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชน 3 ประเด็น คือ

1) การพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชน
2) การพัฒนากระบวนการกลั่นสุราชุมชนให้ปลอดจากเมธิลแอลกอฮอล์และฟูเซลออย
3) การพัฒนาการบ่มสุราชุมชนที่ผ่านการกลั่นแล้ว ให้มีความกลมกล่อมและมีความแรงของแอลกอฮอล์สม่ำเสมอ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฉัตรชัย สังข์ผุด และ จีราภรณ์ สังข์ผุด (2547) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักน้ำตาลจากด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5606 เพื่อผลิตสุราขาว พบว่าการหมักโดยการเตรียมน้ำตาลจากเข้มข้นร้อยละ 20 เพียงอย่างเดียวหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เชื้อมีประสิทธิภาพการผลิตแอลกอฮอล์สูงสุดเท่ากับ 515 กรัมเอทานอลต่อกิโลกรัมน้ำตาลจาก สุรากลันที่ได้มีความเข้มข้นของฟูเซลออย เอสเทอร์ แอลดีไฮด์ และเฟอร์ฟิวรัล เท่ากับ 189.44, 12.45, 28.96 และ 0.82 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการบริโภค และผลิตภัณฑ์สุราขาวที่หมักโดยใช้ลูกแป้งยีสต์บริสุทธิและยีสต์สดมีรสชาติและลักษณะปรากฏที่ไม่แตกต่างกัน

เจริญ เจริญชัย (2549) ได้พัฒนาผลิตสุราจากน้ำตาลสด โดยการใช้ไม้พะยอมและไม้มะเกลือ ซึ่งไม้พะยอมป้องกันการบูดของน้ำตาลสดระหว่างการรองตาล ส่วนไม้มะเกลือเป็นตัวช่วยให้น้ำตาลสดเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ จากการศึกษาพบว่าสารสกัดไม้พะยอม มีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก บางชนิดเช่น *B. cereus*, *B. Subtilis* และ *S. aureus* แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบบางชนิดเช่น *S. typhimurium*, *E. coli* และ Acetic acid Bacteria รวมทั้งเชื้อยีสต์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักน้ำตาลเมา ส่วนสารสกัดไม้มะเกลือไม่พบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่จะมีผลต่อเชื้อธรรมชาติในน้ำตาลสดในการช่วยให้น้ำตาลถูกเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ และส่งผลต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ growth factor เนื่องจากเชื้อยีสต์มีอัตราการใช้น้ำตาลเพิ่มสูง และสร้างแอลกอฮอล์ได้เร็วยิ่งขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ปริมาณเชื้อยีสต์ที่พบมากในน้ำตาลเมาคือ *Candida colliculosa* ซึ่งเป็นยีสต์ที่ทำให้เกิดการหมัก

Zakpaa และคณะ (2010) ได้ศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาที่มีต่ออายุของสุรากลั่นชุมชนของชาวกานาซึ่งกลั่นจากไวน์ปาล์ม ที่เรียกว่า “Akpeteshie” ได้แก่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เก็บในตู้เย็น การพาสเจอร์ไรส์ และการพาสเจอร์ไรส์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่

ระยะเวลาหลายสัปดาห์ ซึ่งพบว่า สภาวะต่าง ๆ ในการเก็บรักษาจะมีผลทำให้สุรากลั่นชุมชนมีกลิ่นเพิ่มขึ้น แต่การพาสเจอร์ไรส์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้สุรามีกลิ่นที่ดีที่สุดต่อความนิยมในการบริโภค

Tamunaidu และคณะ (2013) ได้ศึกษาองค์ประกอบของน้ำตาลต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำตาล จากพบว่า ในน้ำตาลจาก 1 กิโลกรัม จะมีน้ำตาลส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโทสในช่วง 159 ถึง 214 กรัม มีแร่ธาตุจำพวก Na K และ Cl ประมาณ 5 กรัม เมื่อนำน้ำตาลจากมาทำการหมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* แบบกะเป็นเวลา 30-48 ชั่วโมงในสภาวะที่ไม่มีการเติมและเติมสารอาหาร พบว่า สามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลได้ร้อยละ 96.5 และ 95.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าน้ำตาลจากสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลที่มีประสิทธิภาพสูง

Ocampo และ Usita (2014) ได้ศึกษาปรับปรุงคุณภาพไวน์ที่ผลิตจากน้ำตาลจาก โดยการผสมด้วยแอลกอฮอล์ที่มีกลิ่นผลไม้ต่าง ๆ ได้แก่ กลิ่นใบหม่อน (mulberry), Calamansi และกลิ่นสับปะรด แล้วให้ผู้ชิมจำนวน 30 คน พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับไวน์ที่ผลิตจากน้ำตาลจากและผสมแอลกอฮอล์กลิ่นใบหม่อนมากที่สุด โดยได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะขุ่น มีรสชาติหวานเปรี้ยว และขม

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ

1) น้ำตาลจากตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
2) สารเคมี
   สารเคมีระดับ analytical grade สำหรับการวิเคราะห์ความเข้มข้นเอทานอล

2. อุปกรณ์

1) ถังหมักสีฟ้า ขนาดความจุ 200 ลิตร
2) อุปกรณ์กันอากาศ (air-lock)
3) อุปกรณ์ต้มกลั่นสุราชุมชนแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน (ดังแสดงในรูปที่ 3.2)
4) เครื่องวัดความเข้มข้นแอลกอฮอล์แบบความถ่วงจำเพาะ (Alcoholmeter, Gay Lussac° Cartier scale) ช่วงร้อยละ 0-100
5) เครื่องวัดความเข้มข้นแอลกอฮอล์วีโนมิเตอร์ (Vinometer) ช่วงร้อยละ 0-17
6) สติกเกอร์กระดาษขาวมัน สำหรับเครื่องพิมพ์อิ้งเจ็ทหมึกน้ำทุกชนิด
7) เครื่องตัดสติกเกอร์ Cameo Studio V.3
8) อุปกรณ์งานช่าง

3. วิธีการ

วิธีการดำเนินการวิจัยจะดำเนินการในระดับโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนที่ได้รับอนุญาตให้มีการผลิตถูกต้องตามกฎหมายในพื้นที่ตำบลขนาบนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 1 โรง คือ โรงงานสุรากลั่นชุมชน ตรากอจาก ส่วนการวิเคราะห์ผลจะใช้ห้องปฏิบัติการของ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้ คือ

3.1 การพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชน

กระบวนการหมักสุราจากน้ำตาลจากจะใช้กระบวนหมักตามกรรมวิธีการผลิตของโรงงานสุรากลั่นชุมชนตรากอจาก ซึ่งมีวิธีการดังนี้ คือ

3.1.1 ใส่น้ำตาลจากจำนวน 50 กิโลกรัม ลงในถังขนาดความจุ 200 ลิตร

3.1.2 เติมน้ำบ่อครึ่งถัง (90 ลิตร) และเติมเชื้อหมัก (ไม้เคี่ยมเก่าจากการแช่ครั้งก่อน) จำนวน 2.7 กิโลกรัม หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน

3.1.3 คนให้น้ำตาลละลายจนหมด (ประมาณ 2-3 วัน)

3.1.4 เอาเชื้อหมักออกจากถัง แล้วใส่ไม้เคี่ยมใหม่จำนวน 3 กิโลกรัมลงไปใหม่ เติมน้ำให้เต็มถัง

3.1.5 ศึกษาการนำอุปกรณ์กันอากาศ (air-lock) มาใช้ปิดปากถังหมักในขั้นตอนการหมักสุราจำนวน 3 ถัง และเปรียบเทียบกับกระบวนการหมักแบบดั้งเดิมของผู้ประกอบการ (ใช้กระสอบปิดปากถังหมัก) จำนวน 3 ถัง ดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.1.6 หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 15-20 วัน หรือจนหมดฟอง แล้วนำมาต้มกลั่น

3.1.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการหมักที่ได้พัฒนากับวิธีการหมักแบบเดิมของผู้ผลิต โดยเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ หลังสิ้นสุดการะบวนการหมัก แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ด้วยวิธี T-test แบบสองทาง

รูปที่ 3.1 การพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก โดยใช้อุปกรณ์กันอากาศมาใช้ปิดปากถังหมัก

3.2 การพัฒนากระบวนการกลั่นสุราชุมชน

นำน้ำหมักจากกระบวนการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศและน้ำหมักที่หมักด้วยวิธีดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมักมาศึกษาการกลั่นทั้งหมดจำนวน 6 ถัง ๆ ละ 180 ลิตร (ปริมาตรรวมทั้งหมด 1,080 ลิตร) โดยใช้อุปกรณ์ต้มกลั่นสุราชุมชนแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน (ดังแสดงในรูปที่ 3.2)

3.2.1 บรรจุน้ำหมักปริมาตร 60 ลิตร ลงใน จำนวน 3 กระทะ

3.2.2 ควบคุมอุณหภูมิในการกลั่นให้คงที่เท่ากับ 74.5 ถึง 85 องศาสเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างที่ 2, 4, 10, 15, 20, 30, 40, 50 และ 54 นาที นำตัวอย่างที่เก็บได้มาวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ด้วยไฮโดรมิเตอร์ และปริมาตรของสุราที่กลั่นได้

3.2.3 การพัฒนากระบวนการกลั่นให้ปลอดภัยจากเมธิลแอลกอฮอล์ ฟูเซลออย หรือองค์ประกอบสารให้กลิ่นโดยทำการศึกษาการตัดหัวและตัดส่วนหางสุรา

รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ต้มกลั่นสุราชุมชนแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน

3.3 การพัฒนาการเก็บบ่มสุราชุมชนที่ผ่านการกลั่นแล้ว

3.3.1 นำเก็บบ่มสุรากลั่นชุมชนที่ผ่านการกลั่นและตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว มาเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน

3.3.2 นำตัวอย่างสุราที่ผ่านการเก็บบ่มมาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale Test ในความแตกต่างด้านกลิ่นสุรา (order) กลิ่นรสสุรา (after taste) และความชอบรวม

(overall) โดยใช้ผู้ทดสอบที่เชี่ยวชาญในพื้นที่จำนวน 12 คน แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบ ด้วยวิธี T-test แบบสองทาง

3.3.3 การปรับความแรงของแอลกอฮอล์ให้สม่ำเสมอ โดยใช้สุราที่กลั่นได้ใหม่ ๆ ที่ทราบความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่แน่นอน (วัดขณะเย็น) มาทำการเจือจางด้วยน้ำที่ได้จากการคำนวณตามหลักการของ Pearson's square ให้มีความแรงเท่ากับ 30 ดีกรี แล้วเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วบรรจุใส่ขวดขนาดความจุ 630 ซีซี พร้อมปิดฉลากด้วยกระดาษสติกเกอร์ชนิดกันน้ำที่ตัดทำเอง สำหรับวางจำหน่าย

3.4 วิธีการวิเคราะห์ (ภาคผนวก ก)

3.4.1 การวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ด้วยวิธีวีโนมิเตอร์

3.4.2 การวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ด้วยวิธีวัดความถ่วงจำเพาะ

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์

1. ผลการพัฒนากระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชน

จากการพัฒนากระบวนการในการหมักสุราของโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนตรากอจาก โดยใช้ด้วยอุปกรณ์กันอากาศ (air-lock) มาปิดปากถังหมัก 200 ลิตร แล้วทำการหมักสุรากลั่นจากน้ำตาลจาก เป็นระยะเวลา 20 วัน และเปรียบเทียบกับกระบวนการหมักแบบดั้งเดิมของผู้ประกอบการ พบว่า ถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมักมีข้อดีที่ระหว่างการหมักและหลังการหมักจะไม่เกิดฟองท่วมและเมือกที่ผิวหน้าของน้ำหมักและชอบภาชนะที่ใช้หมัก ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการควบคุมไม่ให้อากาศเข้าไปในถังหมัก ทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศและสร้างเมือกไม่สามารถเจริญได้ ในขณะที่ถังหมักที่ปิดด้วยกระสอบจะมีอากาศเข้าไปทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศเจริญและสร้างเมือกขึ้นในระหว่างการหมัก ส่วนถังหมักที่ปิดปากถังด้วยกระสอบจะเกิดฟองท่วมและเมือกที่ผิวหน้าของน้ำหมักและชอบภาชนะที่ใช้หมัก ดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ลักษณะน้ำหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ย (ก) และใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง (ข) หลังการหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในน้ำหมักที่ปิดปากถังด้วยอุปกรณ์กันอากาศกับกระสอบปุ๋ยโดยใช้ T-test แบบสองทาง พบว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในน้ำหมักที่ปิดปากถังด้วยอุปกรณ์กันอากาศมีความเข้มข้นมากกว่าถังหมักที่ปิดด้วยกระสอบปุ๋ย และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำหมักที่ปิดปากถังด้วยอุปกรณ์กันอากาศมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 8.66 ± 0.93 ส่วนน้ำหมักที่ปิดปากถังด้วยกระสอบปุ๋ยซึ่งมี

ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 8.11±0.18 ซึ่งคิดเป็นร้อยละของแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้น 6.71 ของการหมักแบบดั้งเดิม ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ทั้งนี้เป็นผลมาจากในระหว่างการหมักอุปกรณ์ป้องกันอากาศจะป้องกันไม่ให้มีออกซิเจนเข้าไปในถังหมัก แต่จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเท่านั้น ทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศที่อยู่ในน้ำหมักไม่สามารถเจริญได้และไม่มีการใช้น้ำตาลไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตทำให้ยีสต์ใช้น้ำตาลที่เหลือในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนสำหรับสร้างแอลกอฮอล์ได้มาก ส่วนถังหมักที่ปิดปากถังด้วยกระสอบปุ๋ยจะมีออกซิเจนเข้าไปในถังหมักได้ทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศรวมทั้งจุลินทรีย์ที่สร้างเมือกเจริญ ส่งผลให้มีน้ำตาลลดลง ทำให้ยีสต์สร้างแอลกอฮอล์ได้น้อยลง

ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในน้ำหมักสุราที่ปิดปากถังด้วยอุปกรณ์กันอากาศและกระสอบปุ๋ย หลังหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน

วิธีปิดปากถังหมัก	ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	ร้อยละที่เพิ่มขึ้น
ใช้กระสอบปุ๋ย (แบบดั้งเดิม)	8.11[ข]±0.18	-
ใช้อุปกรณ์กันอากาศ	8.66[ก]±0.93	6.71

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการพัฒนากระบวนการกลั่นสุราชุมชน

2.1 ผลของการกลั่นสุราชุมชน

จากการศึกษาการนำน้ำหมักที่ได้จากกระบวนการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศและน้ำหมักที่หมักด้วยวิธีดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมักมาศึกษาการกลั่น โดยบรรจุน้ำหมักปริมาตร 60 ลิตร ของแต่ละถังที่ใช้ศึกษาจำนวน 6 ถัง แล้วกลั่นด้วยอุปกรณ์ต้มกลั่นสุราชุมชนแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน และเก็บตัวอย่าง 2, 4, 10, 15, 20, 30, 40, 50 และ 54 นาที มาวัดปริมาตรสุราที่กลั่นได้ ความเข้มข้นของเมทานอลและฟูเซลออย[1] ดังแสดงในดังตารางที่ 4.2 ซึ่งสามารถแบ่งช่วงของการกลั่นสุราได้จำนวน 3 ช่วง คือ 1) ช่วงแรกของการกลั่นจะเห็นว่าปริมาตรของสุราในช่วงเริ่มกลั่นถึง 4 นาทีแรกของการเก็บตัวอย่างสุราที่กลั่นได้พบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นตัวได้ในช่วงเวลาแรก ๆ มีปริมาณน้อย ๆ (0.08-0.042 ลิตร) มีความเข้มข้นสูง (อุณหภูมิเริ่มต้นในการกลั่นเท่ากับ 74.5±0.2 องศาเซลเซียส) ซึ่งสุราที่กลั่นได้ในช่วงแรกจะไม่เหมาะต่อการนำมาผสมในสุรากลั่นรวมทั้งการนำมาบริโภค 2) ช่วงที่สองของการกลั่นหลังจาก

[1] ไม่มีข้อมูล เนื่องจากเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีที่ห้องปฏิบัติการของผู้วิจัยเกิดปัญหาต้องตรวจซ่อมระหว่างวิเคราะห์ตัวอย่าง จึงต้องอาศัยการคาดคะเนช่วงของอุณหภูมิในระหว่างการกลั่นสุรา

4 นาทีไปจนถึง 50 นาทีที่เก็บตัวอย่างจะพบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้มีค่าคงที่ (อุณหภูมิในการกลั่นอยู่ในช่วง 79±0.2-82±0.4 องศาเซลเซียส) และ 3) ช่วงสุดท้ายของการกลั่น หลังจาก 50-54 นาทีที่เก็บตัวอย่างจะพบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้มีแนวโน้มลดลง (อุณหภูมิในการกลั่น 91.6±0.3 องศาเซลเซียส) ซึ่งสอดคล้องกับที่ เจริญ เจริญชัย (2554) ได้กล่าวว่า เมื่อเริ่มต้นต้มน้ำส่าจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 78-85 องศาเซลเซียสก็เริ่มเก็บน้ำสุราได้ และพยายามคงอุณหภูมินี้ไว้ให้ได้นาน ๆ เมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงเกิน 90 องศาเซลเซียส ให้คอยดมกลิ่นหาง โดยแบ่งสุราเป็นส่วน ๆ เมื่อเริ่มได้กลิ่นส่วนหาง ให้นำส่วนนั้นไปรวมกับน้ำส่าชุดต่อไปเพื่อกลั่นใหม่

เมื่อคิดปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งจะพบว่า ปริมาตรรวมของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะมีค่ามากกว่าการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะมีค่าเท่ากับ 20.89±0.38 ส่วนปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังจะมีค่าเท่ากับ 19.92±1.30 และปริมาตรรวมของสุราต่อถัง (180 ลิตร) ที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมากกว่าปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 62.67 ลิตร และ 59.77 ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะได้ปริมาตรของสุราเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.84 ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการใช้อุปกรณ์กันอากาศจะป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปในถังหมัก ทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศไม่สามารถเจริญได้ ยีสต์จึงใช้น้ำตาลหมักเป็นแอลกอฮอล์ได้มากกว่าการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังที่มีออกซิเจนเข้าไปในถังหมักทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศใช้น้ำตาลเพื่อการเจริญ และเหลือน้ำตาลให้ยีสต์หมักเป็นแอลกอฮอล์ลดลง

ตารางที่ 4.2 ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังที่อุณหภูมิเริ่มต้น 74.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 54 นาที

เวลาในการกลั่น (นาที)	ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้ง (ลิตร)		อุณหภูมิในการกลั่น (°ซ)
	การหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง	การหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง	
0	0.00±0.00	0.00±0.00	
2	0.02±0.01	0.02±0.00	74.5±0.2
4	0.02±0.01	0.03±0.01	
10	1.94±1.11	1.75±0.69	
15	2.55±0.07	2.62±0.02	79±0.2
20	2.3±0.07	2.44±0.05	-
30	3.78±1.20	4.59±0.04	82±0.4
40	4.01±0.13	4.15±0.11	
50	3.66±0.13	3.80±0.26	84.4±0.1
54	1.66±0.30	1.49±0.21	91.6±0.3
ปริมาตรรวมต่อครั้งที่กลั่น (ลิตร)	**19.92^{n}±1.30**	**20.89^{n}±0.38**	
ปริมาตรรวมต่อถัง (180 ลิตร)	**59.77**	**62.67**	
ร้อยละของปริมาตรที่เพิ่มขึ้น	-	**4.84**	

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.2 ผลการพัฒนากระบวนการกลั่นให้ปลอดภัยจากเมธิลแอลกอฮอล์ ฟูเซลออย

จากข้อมูลปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังเป็นเวลา 54 นาที (ตารางที่ 4.2) จำเป็นต้องทำการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่น แต่เนื่องจากเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีที่ห้องปฏิบัติการของผู้วิจัยเกิดปัญหาต้องตรวจซ่อมระหว่างวิเคราะห์ตัวอย่าง จึงต้องอาศัยการคาดคะเนช่วงของอุณหภูมิในระหว่างการกลั่นสุรา

2.2.1 ผลการศึกษาตัดส่วนหัวของสุรากลั่นชุมชน

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 ในช่วงแรกของการกลั่นถึง 4 นาทีแรก ซึ่งมีอุณหภูมิเริ่มต้นในการกลั่นเท่ากับ 74.5±0.2 องศาเซลเซียส อาจมีสารที่ไม่เหมาะต่อการบริโภคที่ระเหยออกมาในช่วงแรกของการกลั่น ได้แก่ เมทานอล จึงต้องตัดส่วนหัวนี้ออกไป ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังที่ต้องตัดออกเท่ากับ 0.04±0.02 ลิตร จากปริมาตรน้ำหมักที่นำมากลั่นจำนวน 60 ลิตร คิดเป็นร้อยละที่ตัดส่วนหัวของสุราเท่ากับ 0.07±0.03 ส่วนปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังที่ต้อง

ตัดส่วนหัวของสุราออกเท่ากับ 0.05±0.01 ลิตร คิดเป็นร้อยละที่ตัดส่วนหัวของสุราเท่ากับ 0.08±0.02 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

2.2.2 ผลการศึกษาตัดส่วนหางของสุรากลั่นชุมชน

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 ในช่วงแรกของการกลั่นหลัง 50 นาที ซึ่งมีช่วงของอุณหภูมิในการกลั่นระหว่าง 91.6±0.3 องศาเซลเซียส เท่ากับ 74.5±0.2 องศาเซลเซียส อาจมีสารที่ไม่เหมาะต่อการบริโภคที่ระเหยออกมาในช่วงแรกของการกลั่น ได้แก่ ฟูเซลออย จึงต้องตัดส่วนหางนี้ออกไป ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังที่ต้องตัดออกเท่ากับ 1.66±0.30 ลิตร จากปริมาตรน้ำหมักที่นำมากลั่นจำนวน 60 ลิตร คิดเป็นร้อยละที่ตัดส่วนหางของสุราเท่ากับ 2.77±0.50 ส่วนปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังที่ต้องตัดส่วนหางของสุราออกเท่ากับ 1.49±0.21 ลิตร คิดเป็นร้อยละที่ตัดส่วนหางของสุราเท่ากับ 2.48±0.36 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และจากการสังเกตลักษณะของสุราที่กลั่นช่วงที่ 3 จะมีน้ำมันลอยอยู่บริเวณผิวหน้าของภาชนะที่กรองสุรา ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งจะเรียกว่า “ฟูเซลออย”ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการกลั่นเอทานอล ฟูเซลออยประกอบด้วยแอลกอฮอล์หลายชนิดส่วนมากเป็นองค์ประกอบที่มีคาร์บอน 3, 4 หรือ 5 อะตอม ได้แก่ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (Isoamyl alcohol) และแอคทีฟเอมิลแอลกอฮอล์ (Active amyl alcohol) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีมูลค่าสูง นอกจากนี้ยังมีบิวทานอล (Butanol) และโพรพานอล (Propanol) อยู่ด้วย (Kuhn et al, 2003) ซึ่งจำเป็นต้องมีการกำจัดออกโดยวิธีตัดส่วนหาง หรือหากมีปะปนในสุราจำเป็นต้องทิ้งให้ฟูเซลออยลอยตัวบนผิวหน้าแล้วตักออก

เมื่อทำการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง จะได้ปริมาตรของสุราที่กลั่นที่ตัดส่วนหัวและส่วนหางแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะมีค่ามากกว่าการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะมีค่าเท่ากับ 19.35±0.49 ส่วนปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังจะมีค่าเท่ากับ 18.23±1.00 และปริมาตรรวมของสุราต่อถัง (180 ลิตร) ที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมากกว่าปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้งที่กลั่นจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 58.06 ลิตร และ 54.68 ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะได้ปริมาตรของสุราเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.19

รูปที่ 4.2 ลักษณะของฟูเซลออยที่ลอยอยู่บริเวณผิวหน้าระหว่างกลั่นสุราชุมชน

ตารางที่ 4.3 ปริมาตรของส่วนหัวและส่วนหางของสุรากลั่นที่ต้องตัดออก

วิธีการหมักสุรา	เวลาในการกลั่น (นาที)			
	0-4 นาที		54 นาที	
	ปริมาตรที่ตัดส่วนหัวของสุรา(ลิตร)	ร้อยละ	ปริมาตรที่ตัดส่วนหางของสุรา (ลิตร)	ร้อยละ
ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง	0.04±0.02	0.07±0.03	1.66±0.30	2.77±0.50
ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง	0.05±0.01	0.08±0.02	1.49±0.21	2.48±0.36

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

ตารางที่ 4.4 การตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง

เวลาในการกลั่น (นาที)	ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อครั้ง (ลิตร)	
	การหมักสุรา ที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง	การหมักสุรา ที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง
0 2 4	ร้อยละของการตัดส่วนหัว 0.07±0.03	ร้อยละของการตัดส่วนหัว 0.08±0.02
10	1.94±1.11	1.75±0.69
15	2.55±0.07	2.62±0.02
20	2.3±0.07	2.44±0.05
30	3.78±1.20	4.59±0.04
40	4.01±0.13	4.15±0.11
50	3.66±0.13	3.80±0.26
54	ร้อยละของการตัดส่วนหาง 2.77±0.50	ร้อยละของการตัดส่วนหาง 2.48±0.36
ปริมาตรรวมต่อครั้งที่กลั่น (ลิตร)	**18.23^{n}±1.00**	**19.35^{n}±0.49**
ปริมาตรรวมต่อถัง (180 ลิตร)	**54.68**	**58.06**
ร้อยละของปริมาตรที่เพิ่มขึ้น	-	**6.19**

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2.2.3 ปริมาตรรวมและความเข้มข้นของสุรากลั่นชุมชนหลังสุดสิ้นสุดกระบวนการกลั่น

หลังจากทราบปริมาตรที่ต้องตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว จะทำการกลั่นสุราจากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังทั้งหมดปัจจัยละ 3 ถัง ๆ ละ 180 ลิตร โดยจะตัดส่วนหัวของสุราที่เวลาเริ่มกลั่นจนถึง 4 นาทีแรก และจะตัดส่วนหางของสุราหลัง 50 นาทีของการกลั่น พบว่า ปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อถังจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะมีค่ามากกว่าการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อถังจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะมีค่าเท่ากับ 57.33±0.58 คิดเป็นผลได้ของสุราต่อถังเท่ากับร้อยละ 31.85±0.32 ส่วนปริมาตรของสุราที่กลั่นได้ต่อถังจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังจะมีค่าเท่ากับ 53.00±1.00 คิดเป็นผลได้ของสุราต่อถังเท่ากับร้อยละ 29.44±0.56 โดยการหมัก

สุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังจะทำให้มีผลได้ของสุราต่อถังที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 8.18 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อนหลังสิ้นสุดกระบวนการกลั่นพบว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อนจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมีค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อนจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังมีค่าเท่ากับร้อยละ 44.33$\pm$0.58 ส่วนความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อนจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมีค่าเท่ากับร้อยละ 43.00$\pm$1.00 แต่เมื่อทำการวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราหลังอุณหภูมิปกติพบว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อนจากการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังมีค่าเท่ากับร้อยละ 38.00$\pm$1.00 ส่วนความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อนจากการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมีค่าเท่ากับร้อยละ 37.67$\pm$0.58 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาตรรวมและความเข้มข้นของสุรากลั่นชุมชนหลังสุดสิ้นสุดกระบวนการกลั่นและผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว

พารามิเตอร์	วิธีการหมักสุรา	
	ใช้กระสอบปุ๋ย	ใช้อุปกรณ์กันอากาศ
ปริมาตรรวมของสุราต่อถัง (180 ลิตร)	$53.00^{a}\pm1.00$	$57.33^{n}\pm0.58$
ผลได้ของสุราต่อถัง (ร้อยละ)	29.44$\pm$0.56	31.85$\pm$0.32
ผลได้ของสุราต่อถังที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)	-	8.18
ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อน (ร้อยละ)	$43.00^{n}\pm1.00$	$44.33^{n}\pm0.58$
ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะเย็น (ร้อยละ)	$38.00^{n}\pm1.00$	$37.67^{n}\pm0.58$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย$\pm$SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราวัดขณะเย็นจะแตกต่างจากความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราเมื่อวัดทันทีขณะที่ออกจากเตากลั่นใหม่ ๆ อยู่ในช่วงร้อยละ 5.00-6.66 โดยจะนำสุราที่ผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว (ยังไม่ปรับความแรงของแอลกอฮอล์) มาเก็บบ่มและทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

2.3 ผลการพัฒนาการเก็บบ่มสุราชุมชนที่ผ่านการกลั่นแล้ว

หลังจากที่เก็บบ่มสุรากลั่นชุมชนที่ผ่านการกลั่นและตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว มาเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale Test ในความแตกต่างด้านกลิ่นสุรา (order) กลิ่นรสสุรา (after taste) และความชอบรวม (overall) โดยใช้ ผู้ทดสอบที่เชี่ยวชาญในพื้นที่จำนวน 12 คน ได้ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า ผู้ทดสอบให้ความชอบกลิ่นสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังและสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยให้คะแนนสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังและสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังเท่ากับ 8.08$\pm$1.08 และ 7.75$\pm$0.75 คะแนน ตามลำดับ ในขณะที่ผลการทดสอบกลิ่นรสสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังและสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยให้คะแนนสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังเท่ากับ 8.25$\pm$0.45 และ 7.50$\pm$1.00 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า การที่ผู้ทดสอบชอบกลิ่นรสสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังมากกว่ากลิ่นสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังนั้น อาจเป็นเพราะผู้ที่ทดสอบมีความคุ้นเคยกับกลิ่นรสสุราที่มีความแผดจัดหรือมีกลิ่นรุนแรง แต่ความชอบรวมของสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังและสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของสุรากลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	**คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส**	
	สุราที่กลั่นจากการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง	**สุราที่กลั่นจากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถัง**
กลิ่นสุรา (order)	7.75$^{ก}\pm$0.75	8.08$^{ก}\pm$1.08
กลิ่นรสสุรา (after taste)	7.50$^{ข}\pm$1.00	8.25$^{ก}\pm$0.45
ความชอบรวม (overall)	7.92$^{ก}\pm$0.79	8.50$^{ก}\pm$0.67

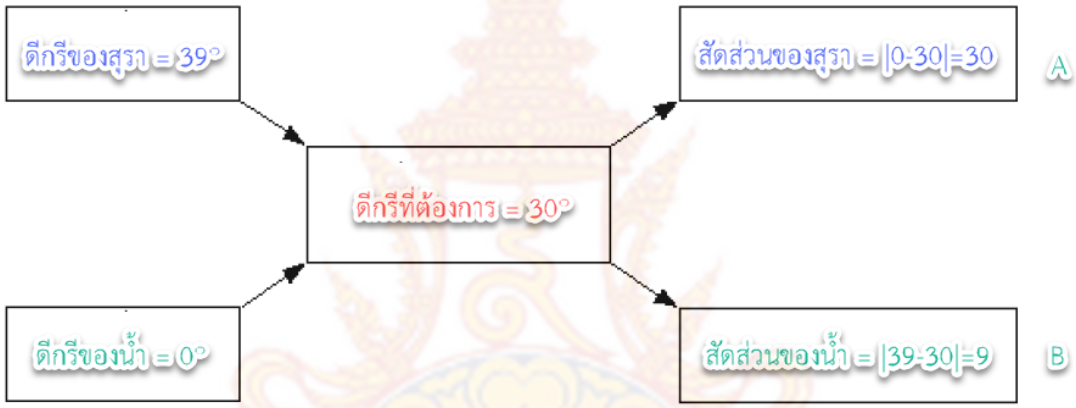
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย$\pm$SD จากการทดลองจำนวน 12 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$)

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทดสอบทางประสามสัมผัส คือ สุราที่กลั่นจากการหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง ไม่ค่อยกลิ่นของสุรา กลิ่นจะอ่อน หอม รสชาตินุ่มเบา คนคออ่อนจะชอบ ส่วน ส่วนสุราที่กลั่นจากการหมักที่ใช้กระสอบปิดปากถัง อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถัง กลิ่นค่อนข้างแรง รสชาติจะเข้ม คนคอเหล้าจะชอบ

2.4 การปรับความแรงของแอลกอฮอล์ในสุรากลั่นชุมชนให้มีความสม่ำเสมอ

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะเย็น (ร้อยละ) ที่ทางโรงงานผลิตสุรากลั่นชุมชนผลิตได้ มีความเข้มข้นเกินตามที่ได้ขอรับใบอนุญาตให้ผลิต คือ ต้องมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุรากลั่นไม่เกินร้อยละ 30 เพื่อให้ให้สุรากลั่นชุมชนที่กลั่นได้มีความแรงของแอลกอฮอล์ในสุรากลั่นที่ โดยใช้สุราที่กลั่นได้ใหม่ ๆ ที่ทราบความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่แน่นอน (วัดขณะเย็น) มาทำการเจือจางด้วยน้ำที่ได้จากการคำนวณตามหลักการของ Pearson' square (Anonymous, 2016) ดังรูปที่ 4.3 ให้มีความแรงเท่ากับ 30 ดีกรี ได้อัตราส่วนการเจือจางที่คำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.7



รูปที่ 4.3 การเจือจางสุรากลั่นด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson' square
ที่มา: ดัดแปลงจาก Anonymous (2016)

ตัวอย่างในการเจือจางสุรากลั่นที่มีดีกรีเริ่มต้นเท่ากับ 39 ดีกรี ให้ได้สุรากลั่นที่เจือจางแล้วมีดีกรีของแอลกอฮอล์เท่ากับ 30 ดีกรี และมีปริมาตรรวมเท่ากับ 53 ลิตร (V) จะได้ว่า

ปริมาตรสุรา คือ $\frac{A}{A+B}\cdot V=\left(\frac{30}{30+9}\right)\times 53L=40.77L$ (1)

และปริมาตรน้ำ คือ $\frac{B}{A+B}\cdot V=\left(\frac{9}{30+9}\right)\times 53L=12.23L$ (2)

จากนั้นทำการตวงสุราที่กลั่นได้ปริมาตร 40.77 ลิตร มาเจือจางด้วยน้ำปริมาตร 12.23 ลิตร ก็จะได้ความแรงของแอลกอฮอล์เท่ากับ 30 ดีกรี แต่เนื่องจากเมื่อทำการเจือจางสุราด้วยน้ำใหม่ ๆ จะได้รสชาติของสุราที่ไม่กลมกล่อม ซึ่งจะต้องทำการบ่มเก็บสุรากลั่นที่ผ่านการปรับความแรงที่เหมาะสมแล้วอย่างน้อย 15 วันก่อนที่จะนำมาบรรจุขวดเพื่อจำหน่าย ทั้งนี้เพื่อให้โมเลกุลของแอลกอฮอล์กับน้ำมีการรวมตัวกันอย่างสม่ำเสมอมีความกลมกล่อมมากขึ้น

ตารางที่ 4.7 การเจือจางสุรากลั่นชุมชนด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson' square

วิธีการหมักสุรา	สุราที่กลั่นได้		ผลต่าง		สัดส่วน		ปริมาตรหลังเจือจาง (ลิตร)			
	ปริมาตร (ลิตร)	ร้อยละแอลกอฮอล์	สุรากลั่น (A)	น้ำ (B)	สุรากลั่น A/(A±B)	น้ำ B/(A±B)	สุรากลั่น	น้ำ	ปริมาตรสุรารวม	เฉลี่ยต่อถัง
S1	53	39	9.00	30.00	0.77	0.23	40.77	12.23	53.00	
S2	54	38	8.00	30.00	0.79	0.21	42.63	11.37	54.00	53.00±1.00
S3	52	37	7.00	30.00	0.81	0.19	42.16	9.84	52.00	
A1	58	38	8.00	30.00	0.79	0.21	45.79	12.21	58.00	
A2	57	38	8.00	30.00	0.79	0.21	45.00	12.00	57.00	57.33±0.58
A3	57	37	7.00	30.00	0.81	0.19	46.22	10.78	57.00	

หมายเหตุ: S_1, S_2 และ S_3 คือ วิธีการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก

A_1, A_2 และ A_3 คือ วิธีการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก

ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นว่า ถ้าทำการเจือจางสุรากลั่นด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson' square ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Anonymous (2016) ที่เอาผลต่างของสุรา (A) และน้ำมาบวกกันแล้วคำนวณปริมาตรส่วนผสมของน้ำและสุราเพื่อทำการเจือจางตามสมการที่ (1) และ (2) จะพบว่า สุราที่กลั่นได้ทั้งหมดไม่ได้ถูกนำมาผสมกับน้ำสำหรับการเจือจางจึงทำให้มีสุราที่กลั่นได้เหลือในปริมาณเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ทำการเจือจาง ดังนั้นยังวิธีการที่จะทำให้มีการนำสุราที่กลั่นได้ทั้งหมดมาทำการผสมเจือจางกับน้ำโดยที่ไม่เหลือ และยังได้ดีกรีของสุราที่ต้องการ (ในที่นี้คือ 30 ดีกรี) นั่นคือ เมื่อคำนวณได้ส่วนต่างของสุราและน้ำจากหลักการของ Pearson' square ตามรูปที่ 4.3 แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องนำผลต่างนั้นมาบวกกันแล้วใช้เป็นตัวหารดังสมการที่ (1) และ (2) ให้ใช้ผลต่างของสุรามาเทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อหาปริมาตรของน้ำที่จะเติมลงไปได้เลย ดังตัวอย่างในการคำนวณ คือ

ถ้าสุราที่กลั่นได้ 30 ลิตร (A) จะต้องการใช้น้ำปริมาตร 9 ลิตร (B)

" 53 ลิตร (V) " $\frac{9}{30} \cdot 53 = 15.90$ ลิตร

ดังนั้นในการเจือจางน้ำสุราให้ได้ดีกรีเท่ากับ 30 ดีกรี จะต้องเติมน้ำปริมาตรเท่ากับ 15.90 ลิตรลงไปในสุราที่กลั่นได้ปริมาตร 53 ลิตร ซึ่งจะได้ปริมาตรรวมเท่ากับ 68.90 ลิตร ส่วนข้อมูลการคำนวณปริมาตรน้ำที่จะทำการเจือจางโดยใช้ผลต่างของสุรามาเทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อหาปริมาตรของน้ำที่จะเติมผสมในสุราที่กลั่นได้แสดงดังตารางที่ 4.8 และเมื่อทำปรับความแรงของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ปิดปากถังหมักด้วยกระสอบปุ๋ยและใช้อุปกรณ์กันอากาศซึ่งมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะเย็นเท่ากับร้อยละ 38.00±1.00

และ 37.67±0.58 ตามลำดับ ให้มีดีกรีสม่ำเสมอเท่ากับ 30 ดีกรี พบว่า จะได้ปริมาตรของสุราที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 26.67±3.33 และ 25.56±1.92 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 การเจือจางสุรากลั่นชุมชนด้วยน้ำโดยใช้หลักการของ Pearson' square แล้วใช้ผลต่างของสุรามาเทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อหาปริมาตรของน้ำที่จะเติมผสมในสุรา

วิธีการหมักสุรา	สุราที่กลั่นได้		ผลต่าง		ปริมาตรหลังเจือจาง (ลิตร)			
	ปริมาตร (ลิตร)	ร้อยละแอลกอฮอล์	สุรากลั่น (A)	น้ำ (B)	สุรากลั่น	ปริมาตรน้ำที่ต้องเติม	ปริมาตรสุรารวม	เฉลี่ยต่อถัง
S1	53	39	9.00	30.00	53	15.90	68.90	
S2	54	38	8.00	30.00	54	14.40	68.40	67.14±2.62
S3	52	37	7.00	30.00	52	12.13	64.13	
A1	58	38	8.00	30.00	58	15.47	73.47	
A2	57	38	8.00	30.00	57	15.20	72.20	71.99±1.59
A3	57	37	7.00	30.00	57	13.30	70.30	

หมายเหตุ: S_1, S_2 และ S_3 คือ วิธีการหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก
A_1, A_2 และ A_3 คือ วิธีการหมักสุราที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

เมื่อคำนวณกำไรที่เพิ่มขึ้นจากการปรับความแรงของสุราที่กลั่นให้ดีกรีสม่ำเสมอ พบว่าการหมักสุราโดยใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศสามารถเพิ่มกำไรเท่ากับ 1,594.06 และ 1,652.03 บาทต่อการหมักสุรา 1 ถัง ดังแสดงในตารางที่ 4.9 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดทำฉลากเพื่อไปติดที่ขวดบรรจุสุรา โดยใช้กระดาษสติกเกอร์ชนิดเคลือบเรซินชนิดกันน้ำสามารถพิมพ์ด้วยหมึกชนิดพ่น (inkjet) ได้ และรองรับการตัดด้วยเครื่องตัดสติกเกอร์ สามารถลดต้นทุนในการจัดทำฉลากอีกด้วย ลักษณะของฉลากเมื่อนำไปติดบนขวดบรรจุสุราดังแสดงในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.9 กำไรที่เพิ่มขึ้นจากการปรับความแรงของสุราที่กลั่นให้ดีกรีสม่ำเสมอ

การปรับความแรง (30 ดีกรี)	วิธีการหมักสุรา	ปริมาตรสุราเฉลี่ย (ลิตรต่อถัง)	จำนวนขวด (0.63 ลิตร/ขวด)	ราคาขาย (71 บาทต่อขวด)	กำไรที่เพิ่มขึ้น (บาทต่อถัง)
ไม่ปรับ	ใช้กระสอบปุ๋ย	53.00±1.00	84.13	5,973.02	
	ใช้อุปกรณ์กันอากาศ	71.99±1.59	91.00	6,461.00	
ปรับ	ใช้กระสอบปุ๋ยปิด	67.14±2.62	106.58	7,567.07	1,594.06
	ใช้อุปกรณ์กันอากาศ	71.99±1.59	114.27	8,113.03	1,652.03

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

รูปที่ 4.4 ฉลากที่ติดบนขวดบรรจุสุราที่ผ่านการพิมพ์และตัดด้วยเครื่องตัดสติกเกอร์

บทที่ 3
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. บทสรุป

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก สามารถสรุปได้ดังนี้

1) กระบวนการหมักสุรากลั่นชุมชนในงานวิจัยนี้ที่ได้พัฒนาการปิดปากถังหมักด้วยอุปกรณ์กันอากาศแทนวิธีการแบบดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก ซึ่งผลดีที่เกิดและเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการคือ ในระหว่างที่ทำการหมักและเสร็จสิ้นการหมักจะไม่เกิดฟองท่วมและเมือกที่ผิวหน้าของน้ำหมักรวมทั้งที่ชอบภาชนะที่ใช้หมัก และได้น้ำหมักสุราที่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 8.66$\pm$0.93 คิดเป็นร้อยละของแอลกอฮอล์ในน้ำหมักสุราที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 6.71 เมื่อเทียบกับการหมักแบบดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก

2) สุรากลั่นชุมชนที่หมักด้วยอุปกรณ์ปิดปากถังเมื่อนำไปกลั่นพร้อมตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว จะได้ปริมาตรรวมของสุราต่อถังหมัก (180 ลิตร) เท่ากับ 57.33$\pm$0.58 ลิตร คิดเป็นผลได้ของสุราต่อถังเท่ากับร้อยละ 31.85 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการหมักแบบดั้งเดิมที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมักเท่ากับร้อยละ 8.18 ทำให้ผู้ประประกอบการโรงงานสุรากลั่นชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกระบวนการหมักแบบดั้งเดิม

3) การทดสอบทางประสามสัมผัสของสุรากลั่นชุมชนที่ผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้วและผ่านการเก็บบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน ผู้ทดสอบให้ความชอบกลิ่นสุรา และความชอบรวมของสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศและการหมักแบบดั้งเดิมที่ไม่แตกต่างกัน แต่ผู้ทดสอบจะชอบกลิ่นรสสุรากลั่นที่หมักแบบดั้งเดิมมากกว่ากลิ่นสุราที่หมักในถังหมักที่ใช้อุปกรณ์กันอากาศ

4) การปรับความแรงของสุราที่กลั่นให้ดีกรีสม่ำเสมอ (30 ดีกรี) สามารถเพิ่มกำไรเท่ากับ 1,594.06 - 1,652.03 บาทต่อการหมักสุรา 1 ถัง

2. ข้อเสนอแนะ

ในกระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนในตำบลขนาบนากจากการสังเกตพบว่า ในขั้นตอนการหมักจะไม่มีการควบคุมปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นซึ่งจะมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ในสุราที่กลั่นได้ รวมทั้งความคุมทุนในการผลิต เมื่อสิ้นสุดกระบวนการต้มกลั่นสุราชุมชนแล้ว ผู้ประกอบการ

ส่วนมากจะไม่มีการปรับความแรงแอลกอฮอล์ให้มีความสม่ำเสมอ รวมทั้งการไม่เก็บบ่มสุราก่อนบรรจุ ทั้งนี้หากมีการดำเนินการในขั้นตอนดังกล่าวจะทำให้สุรากลั่นชุมชนที่มีคุณภาพและเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนมากขึ้น นอกจากนี้ถ้าผู้ประกอบการหันมาใช้วัตถุดิบในการหมักที่เป็นน้ำหวานต้นจากแทนการน้ำตาลจากที่ผ่านการเคี่ยวและบรรจุในปี๊บจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตสุรากลั่นชุมชนได้มากขึ้น

ผลผลิต (Output) ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ได้รับทุน

การเผยแพร่ผลงานในสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร เป็นต้น (ระบุชื่อผลงาน ชื่อ
สิ่งพิมพ์ วัน เดือน ปีที่พิมพ์ หน้าที่พิมพ์) จำนวน 1 เรื่อง ได้แก่

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์. 2559. การพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก. การประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา (HERP CONGRESS IV), มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 8-10 กุมภาพันธ์ 2559, หน้า 154.

รายงานสรุปการเงิน ประจำปีงบประมาณ 2558

รหัสโครงการ 2558A17163003

โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ชื่อมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ชื่อโครงการ การพัฒนากระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนจากน้ำตาลจาก

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน / ผู้วิจัย อาจารย์ศรีอุบล ทองประดิษฐ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม 2559

ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 6 มกราคม 2558 วันที่ 30 ธันวาคม 2559

รายจ่าย

หมวด	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	คงเหลือ (หรือเกิน)
1. ค่าตอบแทน	18,200.00	18,200.00	-
2. ค่าจ้าง	-	-	-
3. ค่าวัสดุ	109,800.00	109,800.00	-
4. ค่าใช้สอย	72,000.00	72,000.00	-
5. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ		-	-
รวม	**200,000.00**	**200,000.00**	**-**

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1	120,000.00	บาท	เมื่อ 27 มีนาคม 2558
งวดที่ 2	80,000.00	บาท	เมื่อ 12 มิถุนายน 2558
รวม	**200,000.00**	**บาท**	

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
วันที่ 27 ธันวาคม 2559

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ
วันที่

เอกสารอ้างอิง

Anonymous. 2016. Alcohol Dilution & Proofing Calculation Methods. Katmar Software. Available: http://www.katmarsoftware.com/articles/alcohol-dilution-calculator.html [December 25, 2016].

Kuhn, E. R., Vickers, A. K., Ebeler, S. E., Ahlgren, D. M. and Thorngate, J. H. 2003. Complete Separation and Quantitation of Fusel Oils by Capillary GC: Application. Agilent Technologies, Inc.: 1-8.

Ocampo, R. O. and Usita, N. P. 2014. Improving the quality of Nipa (*Nypa fruticans*) Wine. Asia Pacific Journal of Education, Arts and Sciences. 1 (1): 24-27.

Tamunaidu, P., Matsui, N., Okimori, Y. and Saka., S. 2013. Nipa (*Nypa fruticans*) sap as a potential feedstock for ethanol production. Biomass and Bioenergy. 52: 96-102.

Zakpaa, H. D., Mak-Mensah, E. E. and Avio, O. A. 2010. Effect of storage conditions on the shelf life of locally distilled liquor (Akpeteshie). African Journal of Biotechnology. 9 (10): 499-1509.

โครงการให้ความช่วยเหลือพื้นที่ป่าจาก. 2551. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำปากพนัง. กรมชลประทาน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: สำนักชลประทานที่ 15.

เจริญ เจริญชัย. 2549. การพัฒนากระบวนการผลิตสุราน้ำตาลสด สำหรับเกษตรกรสวนมะพร้าว. (http://www.research.rmutt.ac.th/?p=4170) เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2559.

เจริญ เจริญชัย. 2554. การผลิตสุรากลั่นชุมชน. การผลิตสุรากลั่นชุมชน. (https://surathai.wordpress.com/2011/05/15/thaidistill/) เข้าถึงเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2559.

ฉัตรชัย สังข์ผุด และ จีราภรณ์ สังข์ผุด. 2547. เทคโนโลยีกล้าเชื้อลูกแป้งยีสต์และกระบวนการหมักน้ำตาลจากสำหรับผลิตสุราขาว. รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ปิ่นกมล นิยมวิทย์ และ อภิญญา จินดาประเสริฐ. 2545. การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตร: กรุงเทพ ฯ, 125 หน้า.

เมทนี สุคนธรักษ์. 2521. การศึกษาคุณสมบัติบางประการของสุรากลั่นที่ผลิตในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศราวุธ คำภิระปาวงศ์. 2550. ผลของเอนไซม์ ชนิดน้ำตาล และชนิดของเครื่องกลั่นต่อคุณภาพของสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 105 หน้า.

สุภาพร ชูช่วย. 2548. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อยีสต์ที่ถูกตรึง. *ใน* ปัญหาพิเศษสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ, หน้า 10-16. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเกษตรศาสตร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์

1. การวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยวีโนมิเตอร์ (vinometer)

วีโนมิเตอร์เป็นเครื่องมือกะทัดรัด พกพาสะดวก เหมาะสำหรับใช้วัดปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักไวน์ และใช้ปริมาณตัวอย่างน้อย ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ภายในเพียง 2-3 นาที

วิธีการ

1) เทน้ำหมักที่ปรับอุณหภูมิเท่ากับ 20°ซ ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแล้ว ลงในเครื่องวีโนมิเตอร์ ปล่อยให้ไวน์ไหลลง จนหยดลงด้านล่าง ดูให้แน่ใจว่า ไม่มีฟองอากาศอยู่ในท่อ

2) คว่ำวีโนมิเตอร์ลง ไวน์จะไหลย้อนกลับ จนกระทั่งมาหยุดอยู่ที่จุด ๆ หนึ่งในท่อ

3) อ่านค่าปริมาณแอลกอฮอล์เป็นร้อยละ (โดยปริมาตร) ได้จากขีดของเครื่อง ณ จุดที่น้ำไวน์ในท่อหยุดไหล

หมายเหตุ: ในกรณีที่มีฟองอากาศอยู่ในท่อ ให้ใช้ตัวเป่าและดีดก้านเพื่อช่วยให้ไวน์ไหลและดันฟองอากาศให้เคลื่อนออกจากท่อ

2. การวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยวิธีวัดความถ่วงจำเพาะ

สำหรับวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 0-100

วิธีการ

1) โดยนำแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เทในลงในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วนำมาปรับอุณหภูมิให้ได้เท่ากับ 20°ซ ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

2) หย่อนเครื่องวัดแอลกอฮอล์แบบวัดความถ่วงจำเพาะ (Alcoholometer, Gay Lussac Cartier scale) แล้วอ่านค่าปริมาณแอลกอฮอล์

ภาคผนวก ข. ตารางวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test แบบสองทาง

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในน้ำหมักสุราจากน้ำตาลจาก ที่ระยะเวลา 20 วัน

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	8.111111	8.655555556
Variance	0.027946	0.657845118
Observations	12	12
Pearson Correlation	0.495657	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	11	
t Stat	-2.53991	
P(T<=t) one-tail	0.013742	
t Critical one-tail	1.795885	
P(T<=t) two-tail	0.027484	*
t Critical two-tail	2.200985	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในน้ำหมักสุราที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมักและใช้อุปกรณ์กันอากาศมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปริมาตรของสุราที่กลั่นได้

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	19.92466667	20.8895
Variance	1.688272333	0.14224525
Observations	3	3
Pearson Correlation	0.875606575	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	2	
t Stat	-1.69474642	
P(T<=t) one-tail	0.116103885	
t Critical one-tail	2.91998558	
P(T<=t) two-tail	0.232207771	ns
t Critical two-tail	4.30265273	

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยของปริมาตรของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปริมาตรของสุราที่กลั่นได้หลังการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	18.225	19.35333
Variance	1.001325	0.238033
Observations	3	3
Pearson Correlation	0.645624184	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	2	
t Stat	-2.50440324	
P(T<=t) one-tail	0.064620412	
t Critical one-tail	2.91998558	
P(T<=t) two-tail	0.129240824	ns
t Critical two-tail	4.30265273	

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยของปริมาตรของสุราที่กลั่นได้หลังการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปริมาตรรวมของสุราต่อถัง (180 ลิตร) หลังสุดสิ้นสุดกระบวนการกลั่นและผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	53	57.33333
Variance	1	0.333333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	2	
t Stat	-6.5	
P(T<=t) one-tail	0.011430082	
t Critical one-tail	2.91998558	
P(T<=t) two-tail	0.022860164	*
t Critical two-tail	4.30265273	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยของปริมาตรรวมของสุราต่อถังหลังการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อน (ร้อยละ) หลังสุดสิ้นสุดกระบวนการกลั่นและผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	43	44.33333
Variance	1	0.333333
Observations	3	3
Pearson Correlation	-0.86603	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	2	
t Stat	-1.51186	
P(T<=t) one-tail	0.134852	
t Critical one-tail	2.919986	
P(T<=t) two-tail	0.269703	ns
t Critical two-tail	4.302653	

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะร้อน (ร้อยละ) หลังการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะเย็น (ร้อยละ) หลังสุดสิ้นสุดกระบวนการกลั่นและผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	38	37.66667
Variance	1	0.333333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0.866025	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	2	
t Stat	1	
P(T<=t) one-tail	0.211325	
t Critical one-tail	2.919986	
P(T<=t) two-tail	0.42265	ns
t Critical two-tail	4.302653	

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในสุราขณะเย็น (ร้อยละ) หลังการตัดส่วนหัวและตัดส่วนหางของสุราที่กลั่นได้จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของกลิ่นสุรา (order) กลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	7.75	8.08
Variance	0.57	1.17
Observations	12	12
Pearson Correlation	-0.1947703	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	11	
t Stat	-0.804	
P(T<=t) one-tail	0.219	
t Critical one-tail	1.796	
P(T<=t) two-tail	0.438	ns
t Critical two-tail	2.201	

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยของกลิ่นสุรากลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของกลิ่นรสสุรา (after taste) กลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	7.50	8.25
Variance	1	0.204545455
Observations	12	12
Pearson Correlation	0.30151134	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	11	
t Stat	-2.691	
P(T<=t) one-tail	0.010	
t Critical one-tail	1.796	
P(T<=t) two-tail	0.021	*
t Critical two-tail	2.201	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยของกลิ่นรสสุรากลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความชอบรวม (overall) ของสุรากลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้ว และผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน

	ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังหมัก	ใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังหมัก
Mean	7.92	8.50
Variance	0.62878788	0.454545455
Observations	12	12
Pearson Correlation	-0.2550691	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	11	
t Stat	-1.735	
P(T<=t) one-tail	0.055	
t Critical one-tail	1.796	
P(T<=t) two-tail	0.111	ns
t Critical two-tail	2.201	

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยของความชอบรวมของสุรากลั่นชุมชนผ่านการตัดส่วนหัวและส่วนหางของสุราออกแล้วและผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน จากการหมักที่ใช้กระสอบปุ๋ยปิดปากถังและใช้อุปกรณ์กันอากาศปิดปากถังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.6

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายศรีอุบล ทองประดิษฐ์

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sriubol Thongpradistha

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3809700079748

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

เงินเดือน: 27,310 บาท

เวลาที่ใช้ทำวิจัย: 20 ชั่วโมง : สัปดาห์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช โทรศัพท์ 08-6478-2887, 089-2220558

E-mail: sriubol@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สาขา	ปีที่จบ	สถาบัน	ประเทศ
M.Sc.	Biotechnology	2550	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
วท.บ.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร	2537	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- ทางด้านเทคโนโลยีการหมักแอลกอฮอล์
- ทางด้านเทคโนโลยีถังหมักชีวภาพ
- ทางด้านการบำบัดทางชีวภาพ (Bioremediation)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ไม่มี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

- การผลิตเอทานอลเชื้อเพลิงจากน้ำทิ้งโรงงานผลิตแป้งขนมจีน ประจำปีงบประมาณ 2557
- การผลิตเอทานอลเชื้อเพลิงจากน้ำทิ้งโรงงานผลิตแป้งขนมจีน ประจำปีงบประมาณ 2558
- การกำจัดสีน้ำตาลและซีโอดีในน้ำเหลือทิ้งจากขั้นตอนผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยพืชที่ปลูกในพื้นที่ชุ่มน้ำ ประจำปีงบประมาณ 2557

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว (ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ สถานภาพในการทำการวิจัย และแหล่งทุน)

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์ และ สุภาษิต ชูกลิ่น. 2556. การผลิตเอทานอลจากเงาะคุณภาพต่ำเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน (แก๊สโซฮอล์). การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยครั้งที่ 5, 15-16 กรกฎาคม 2556. บางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์, กรุงเทพมหานคร.

สถานภาพในการทำวิจัย: ลุล่วงร้อยละ 100

แหล่งทุน: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์, ปรีชา มุณีศรี และ ไพทิพย์ ธีรเวชญาณ. 2558. การกำจัดสีน้ำตาลและซีโอดีในน้ำเหลือทิ้งจากขั้นตอนผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยพืชที่ปลูกในพื้นที่ชุ่มน้ำ. การประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ครั้งที่ 3 - HERP Congress III, 9-11 มีนาคม 2558. อาคารโรงละคร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

สถานภาพในการทำวิจัย: ลุล่วงร้อยละ 100

แหล่งทุน: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์, อดุลย์สมาน สุขแก้ว, ธีระพงค์ หมวดศรี, ปาริฉัตร นิลอุปถัมภ์ และน้อม จิตต์ แก้วไทย อันเดร. 2558. การประเมินผลความคุ้มค่าของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 เพื่อการลงทุนในระดับชุมชน. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11, 17-19 มิถุนายน พ.ศ. 2558. โรงแรมบางแสน เฮอริเทจ, ชลบุรี.

สถานภาพในการทำวิจัย: -

แหล่งทุน: -

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์ และ อดุลย์สมาน สุขแก้ว. 2559. สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12, โรงแรมวังจันทน์ ริเวอร์วิว จังหวัดพิษณุโลก, 8 - 10 มิถุนายน พ.ศ. 2559, หน้า 513 - 517.

สถานภาพในการทำวิจัย: ลุล่วงร้อยละ 100

แหล่งทุน: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์, อดุลย์สมาน สุขแก้ว, ธณิกานต์ ธรสินธุ์ และ วีรพงศ์ เชียรสงค์. 2559. สภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากแป้งเหลือทิ้งโรงงานผลิตขนมจีนที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ครั้งที่ 1, โรงแรม แกรนด์ฮิลล์รีสอร์ทแอนด์สปา จังหวัดนครสวรรค์, 10 สิงหาคม 2559, หน้า 110.

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์, ธณิกานต์ ธรสินธุ์, อดุลย์สมาน สุขแก้ว และ วีรพงศ์ เชียรสงค์. 2559. สภาวะที่เหมาะสมในการหมักเอทานอลจากแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนที่ผ่านการแปรสภาพ. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพ, 24-26 สิงหาคม 2559, หน้า 311-313.