กระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็น

Automated production of traditional liquor by cooling method

มาลียา ตั้งจิตเจษฎา[1] บริพัฒน์ ถนอมสวย[1] สมพร ศรีวัฒนพล[1] และ บรรจบ แสนเจริญ[1*]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดนนทบุรี 11000

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็น เนื่องจากสุรากลั่นพื้นบ้านถือเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งในชุมชนขนาดเล็กชาวบ้านได้ใช้วิธีกลั่นแบบดั้งเดิมคือ นำน้ำข้าวหมักที่ได้จากการหมักข้าวเหนียวกับหัวเชื้อไปต้มและนำไอน้ำที่ได้ผ่านท่อเข้าไปในถังหล่อเย็นเพื่อให้ควบแน่นจนได้สุรากลั่น 35 ดีกรี โดยกระบวนการทั้งหมดใช้ประสบการณ์ของคนเป็นหลักทำให้มีความไม่แน่นอนของเวลาในการผลิต รวมถึงเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ไม่คงที่ตามที่ต้องการ ในบทความนี้จึงได้ทำการพัฒนาระบบการกลั่นสุราพื้นบ้านให้เป็นแบบอัตโนมัติด้วยการควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นให้มีค่าไม่เกิน 38-40 ^{o}C กระบวนการผลิตถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ตรวจจับระดับอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นและใช้ลิมิตสวิตช์ควบคุมระดับน้ำในถังหล่อเย็น (สูงสุด-ต่ำสุด) สำหรับการควบคุมอุณหภูมิถังหล่อเย็นเริ่มจากการตรวจจับอุณหภูมิภายในถังหากมีค่าสูงเกินกว่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งโซลินอยด์วาล์วให้เปิดออกเพื่อถ่ายเทน้ำร้อนทิ้ง และสั่งการไปยังปั๊มน้ำให้ปั๊มน้ำเย็นเข้าถังเพื่อปรับอุณหภูมิน้ำในถังหล่อเย็นให้ต่ำลง ทำให้อุณหภูมิภายในถังมีค่าคงที่ ผลการสร้างชุดผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติโดยวิธีหล่อเย็นสามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยได้ทำการทดลองใช้กับชุมชน ต.บ้านแลง อ.เมือง จ.ลำปาง ซึ่งผลการทดลองใช้พบว่าอุปกรณ์ทำงานได้ดีสามารถผลิตสุรากลั่นที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ 35% และได้ปริมาณสุรากลั่นมากกว่าวิธีแบบเดิม โดยใน 100 นาที วิธีที่นำเสนอมีปริมาณสุรากลั่น 10 ลิตรในขณะที่วิธีเดิมได้สุรากลั่น 8.4 ลิตร

Abstract

An automated production of traditional liquor by cooling method is presented in this paper. Thai traditional liquor is a product of One Tombon One Product (OTOP) and it was refined using traditional method. That is, boil the fermented rice that obtained from fermented sticky rice with leavening and then condense the steam in coolant tank until receive the 35 degree distilled liquor. The entire production process is mainly base on worker's experience, which cause the uncertainty of production time and the alcohol percentage is not constant. In this paper, we have developed the automatic distillation by using microcontroller to control the production process. The digital thermometer and limit switch are used to check temperature and water level (maximum-minimum) inside coolant tank, respectively. And temperature in the coolant tank is controlled to vary slightly between 38-40 degrees. When the temperature inside the coolant tank is higher than a certain threshold, the microprocessor instructs to solenoid valve and water pump to drain hot water and to pump cold water into tank, respectively. So the temperature inside coolant tank is constant. An automated production of traditional liquor by cooling method was fabricated and experimented with community at Banlang, Mueang, Lampang. The results show that, the proposed method has the volume of liquor rather than the original method. In 100 minutes, the

proposed method has distilled liquor 10 liters while the original method has 8.4 liters. And alcohol percentage is constant at 35 degrees.

คำสำคัญ : สุรากลั่นพื้นบ้าน ระบบหล่อเย็นอัตโนมัติ

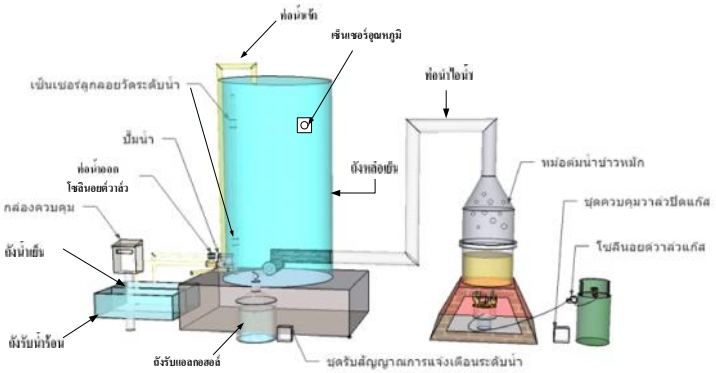
Keywords : Traditional liquor, Automatic cooling method

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ bjsdata@hotmail.com โทร. 08 4697 8083

1. บทนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมารัฐบาลได้สนับสนุนให้ชาวบ้านในชุมชนรวมกลุ่มกันผลิตสินค้าเพื่อสร้างรายได้และใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ โดยเรียกสินค้าเหล่านี้ว่าสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (One Tombon One Product, OTOP) ซึ่งมีหลายประเภทได้แก่ เครื่องจักสาน เครื่องประดับ อาหาร ผลิตภัณฑ์ไม้ ฯลฯ โดยการผลิตสินค้า OTOP ส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการดั้งเดิมและใช้แรงงานคนเป็นหลักเนื่องจากไม่ได้ผลิตแบบอุตสาหกรรม ทำให้คุณภาพของสินค้าแต่ละตัวหรือแต่ละชุดการผลิตไม่เท่ากัน สุรากลั่นพื้นบ้านก็จัดเป็นหนึ่งในสินค้า OTOP ที่มีปัญหานี้เช่นกัน เนื่องจากกระบวนการผลิตจะทำการกลั่นด้วยอุณหภูมิสูงและไม่มีการควบคุมสภาวะการกลั่น ซึ่งทั้งหมดใช้ประสบการณ์ของผู้ทำเป็นหลักทำให้เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากปริมาณแอลกอฮอล์นั้นนอกจากขึ้นกับส่วนผสมและระยะเวลาในการหมักวัตถุดิบแล้ว กระบวนการกลั่นยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ได้คุณภาพของแอลกอฮอล์ตามที่ต้องการ โดยทั่วไปกระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านของไทยนั้นจะเริ่มจาก หมักข้าวเหนียวกับหัวเชื้อจนได้น้ำข้าวหมัก จากนั้นนำน้ำข้าวหมักไปต้มและนำไอน้ำที่ได้ไปควบแน่นในถังหล่อเย็นจนได้สุรากลั่น 35 ดีกรี ซึ่งจะเห็นว่าในการกลั่นนั้นมีส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ การต้มด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อให้มีเฉพาะไอระเหยของแอลกอฮอล์เท่านั้นกับการควบแน่นในถังหล่อเย็นที่สามารถรักษาอุณหภูมิในถังให้คงที่เพื่อให้ควบแน่นได้ของเหลวที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่สม่ำเสมอ โดยในการกลั่นสุรา 35 ดีกรีนั้นจะต้องต้มข้าวหมักที่อุณหภูมิสูงประมาณ 96°C และเมื่อนำไปควบแน่นภายในถังหล่อเย็นที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิจะทำให้ถังหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งจะทำให้แอลกอฮอล์ระเหยออกไปโดยไม่ถูกควบแน่น ดังนั้นปริมาณแอลกอฮอล์ที่กลั่นออกมาจึงไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การใช้แรงงานคนในทุกขั้นตอนทำให้สิ้นเปลืองแรงงาน แต่หากต้องการให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นและประหยัดแรงงานอาจจะต้องเปลี่ยนไปใช้เครื่องกลั่นที่เป็นอัตโนมัติและมีกระบวนการกลั่นที่ละเอียดกว่า ซึ่งสำหรับชุมชนขนาดเล็กและมีเงินทุนไม่มากพอไม่สามารถทำได้ ดังนั้นในบทความนี้จึงได้ทำการพัฒนาระบบการกลั่นสุราพื้นบ้านให้เป็นแบบอัตโนมัติด้วยการควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นให้คงที่ เนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิในการต้มให้อยู่ที่ 96°C นั้นทำได้ยาก ซึ่งชุดควบคุมอุณหภูมิประกอบด้วยกล่องควบคุมการทำงานหลักซึ่งภายในบรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณจากส่วนต่างๆ เพื่อให้ทำงานอัตโนมัติ และอุปกรณ์สำหรับติดตั้งในถังหล่อเย็นได้แก่ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ลูกลอยสำหรับวัดระดับน้ำ (สูงสุด-ต่ำสุด) ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ (Digital thermometer)เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็น และอุปกรณ์อื่นที่ประกอบร่วมกับถังหล่อเย็นได้แก่ท่อควบแน่นไอระเหยจากเตากลั่น ท่อนำน้ำเย็นเข้าถัง และท่อทิ้งน้ำร้อนซึ่งมีโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) ทำหน้าที่เปิด-ปิดท่อ เมื่อเริ่มกระบวนการกลั่นการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิถังหล่อเย็นจะเริ่มจากการตรวจจับอุณหภูมิภายในถังหากมีค่าสูงเกินกว่าที่กำหนด จะทำการปรับอุณหภูมิน้ำในถังหล่อเย็นให้ต่ำลงโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วเปิดออกเพื่อเทน้ำร้อนทิ้งจนถึงระดับต่ำสุดในถังหล่อเย็นตามที่ตั้งค่าลิมิตสวิตช์ จากนั้นอุปกรณ์ปั๊มน้ำจะทำงานนำน้ำเย็นเข้าถังจนถึงระดับสูงสุดตามที่ตั้งค่าลิมิตสวิตช์ไว้ และสุรากลั่นที่ได้จากการควบแน่นในถังหล่อเย็นจะไหลลงถังรองรับ ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้จะมีเซ็นเซอร์วัดระดับของเหลว (Liquid level sensor) เพื่อวัดปริมาณสุรา และอุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุ (RF transceiver) ทำการส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนเพื่อแจ้งแก่ผู้ผลิตเมื่อได้สุรากลั่นตามปริมาณที่ต้องการ และส่งสัญญาณไปปิดวาล์วแก๊ส โครงสร้างของกระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็นแสดงดังรูปที่ 1 โดยชุดควบคุมเป็น

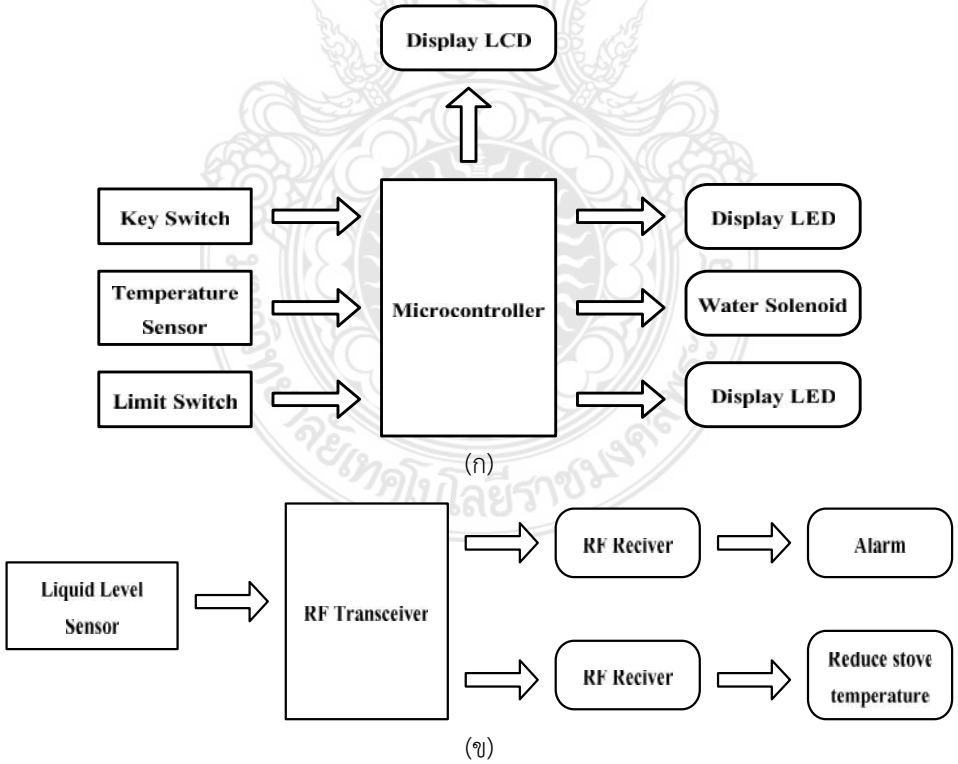
อุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย ราคาไม่แพงสามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้กับถังหล่อเย็นสำหรับควบแน่นสุรากลั่นพื้นบ้านทั่วไป



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็น

2. วิธีการทดลอง

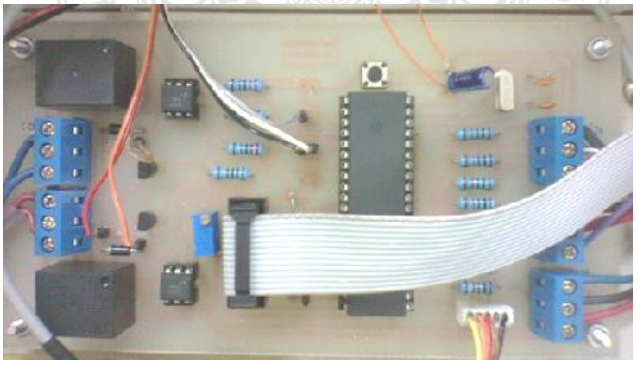
หัวข้อนี้นำเสนอการสร้างชุดควบคุมการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยการควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นให้คงที่ โดยชุดควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนแสดงดังรูปที่ 2 คือ ส่วนควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นอัตโนมัติ และส่วนสื่อสารด้วยสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมชุดควบคุมการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็น
(ก) ส่วนควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ (ข) ส่วนสื่อสารด้วยสัญญาณวิทยุ

2.1 ส่วนควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นอัตโนมัติ จะทำการควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นให้มีค่าสม่ำเสมอตลอดการกลั่น บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของส่วนควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 2 (ก) ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณและสั่งให้อุปกรณ์ทำงานอัตโนมัติ โดยจะรับค่าอินพุตจากอุปกรณ์ 3 ตัวได้แก่ คีย์สวิตช์ (Key Switch Digital), ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ (Digital thermometer) และ ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) หลังจากประมวลผลสัญญาณที่รับได้แล้วจะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เอาท์พุตได้แก่ ส่วนแสดงผล LCD, ส่วนแสดงผล LED, โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) และปั๊มน้ำ (Water pump) ให้ทำงานต่อไป โดยอุปกรณ์ทั้งหมดจะทำงานสัมพันธ์กัน นั่นคือ เมื่อระบบเริ่มทำงานมีไอของข้าวหมักเข้ามาในถังหล่อเย็นดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์จะเริ่มตรวจสอบว่าอุณหภูมิในถังหล่อเย็นสูงเกินกว่าค่ากำหนดหรือไม่ หากอุณหภูมิสูงกว่าค่ากำหนดไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งให้โซลินอยด์วาล์วเปิดออกเพื่อถ่ายเทน้ำร้อนทิ้ง เมื่อระดับน้ำลดลงจนถึงระดับที่ตั้งไว้ลิมิตสวิตช์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบระดับน้ำในถังจะส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะรับค่าอินพุตนี้แล้วสั่งให้ปั๊มน้ำทำการดูดน้ำเข้าถังจนกว่าจะถึงระดับสูงสุดที่กำหนดไว้ด้วยลิมิตสวิตช์ การทำงานในแต่ละขั้นตอนจะแสดงผลด้วยอุปกรณ์ 2 ชนิด นั่นคือ อุปกรณ์แสดงผล LCD จะแสดงอุณหภูมิของน้ำในถังหล่อเย็น และอุปกรณ์แสดงผล LED จะแสดงการทำงานในแต่ละสถานะของกระบวนการ ได้แก่ ระบบเริ่มทำงาน ระดับน้ำเต็มถัง ระดับน้ำลดจากถัง และสถานะปั๊มน้ำ สำหรับคีย์สวิตช์จะใช้ควบคุมอุปกรณ์ด้วยคนเมื่อระบบอัตโนมัติมีปัญหา วงจรควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3

2.2 ส่วนสื่อสารด้วยสัญญาณวิทยุ จะทำการแจ้งเตือนผู้ผลิตเมื่อสุรากลั่นเต็มถังและควบคุมการปิดวาล์วแก๊สบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของส่วนสื่อสารสัญญาณวิทยุแสดงดังรูปที่ 2 (ข) ส่วนประกอบของชุดสื่อสารสัญญาณวิทยุประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดระดับของเหลว (Liquid level sensor) อุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุ (RF transceiver) ตัวรับคลื่นวิทยุ (RF receiver) อุปกรณ์แจ้งเตือน (Alarm) และ ชุดควบคุมการตัดต่อเชื้อเพลิง การทำงานของส่วนนี้จะเริ่มจาก เมื่อถังรองสุรากลั่นมีระดับสุราในถังตามที่กำหนด ตัววัดระดับของเหลวในถังจะส่งค่าไปที่อุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุเพื่อให้ส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับคลื่นวิทยุ 2 ตำแหน่ง คือ อุปกรณ์แจ้งเตือนเพื่อบอกว่าสุราเต็มถังแล้วและชุดควบคุมการตัดต่อเชื้อเพลิงเพื่อให้ปิดวาล์วแก๊สอัตโนมัติ โดยในการทดลองนี้ใช้ความถี่ในการสัญญาณเท่ากับ 433 MHz วงจรส่งสัญญาณและวงจรรับสัญญาณวิทยุแสดงดังรูปที่ 4 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



รูปที่ 3 วงจรควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นอัตโนมัติ

(ก) (ข)

รูปที่ 4 (ก) วงจรส่งสัญญาณวิทยุ (ข) วงจรรับสัญญาณวิทยุ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการสร้างชุดควบคุมการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็นซึ่งประกอบด้วย ชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ชุดรับส่งสัญญาณวิทยุ เซ็นเซอร์วัดระดับของเหลวสำหรับวัดระดับสุรากลั่น และชุดตัดต่อเชื้อเพลิง แสดงดังรูปที่ 5 เรียบร้อยแล้ว ได้นำไปทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยนำอุปกรณ์ไปติดตั้งกับถังหล่อเย็นและเตากลั่นสุรา ณ ชุมชนตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

รูปที่ 5 ชุดควบคุมการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านอัตโนมัติด้วยวิธีหล่อเย็น

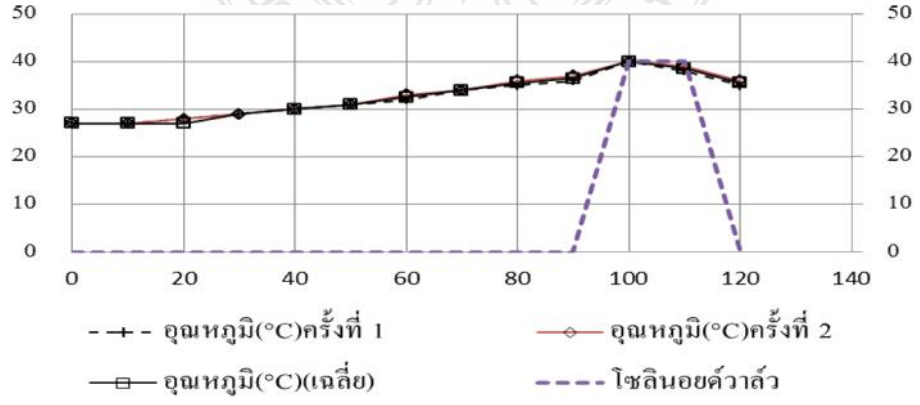
ในขั้นตอนแรก ได้ทำการทดสอบชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและระดับน้ำในถังหล่อเย็น และติดตั้งโซลินอยด์วาล์วระหว่างถังหล่อเย็นกับกล่องควบคุมการทำงานหลัก ซึ่งแสดงดังรูปที่ 6 (ก) และ (ข) ตามลำดับ ในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ได้ตั้งค่าให้ระบบระบายน้ำเมื่ออุณหภูมิในถังหล่อเย็นมีค่าสูงกว่า 40°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ผู้ผลิตในชุมชนเลือก เนื่องจากที่อุณหภูมิการควบแน่นไม่เกินระดับนี้จะได้สุรากลั่นที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ประมาณ 35 ดีกรี โดยในการทดสอบจะทำการตรวจสอบอุณหภูมิและการระบายน้ำของระบบโดยทำการตรวจวัดทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 120 นาที และทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1

(ก) (ข)

รูปที่ 6 (ก) การต่ออุปกรณ์วัดอุณหภูมิและระดับน้ำในถังหล่อเย็น (ข) การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการระบายน้ำของถังหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 40°C

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (îC)			การระบายน้ำ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	
0	27	27	27	ไม่ระบายน้ำ
10	27	27	27	ไม่ระบายน้ำ
20	28	28	27	ไม่ระบายน้ำ
30	29	29	29	ไม่ระบายน้ำ
40	30	30	30	ไม่ระบายน้ำ
50	31	31	31	ไม่ระบายน้ำ
60	32	33	32.5	ไม่ระบายน้ำ
70	34	34	34	ไม่ระบายน้ำ
80	35	36	35.5	ไม่ระบายน้ำ
90	36	37	36.5	ไม่ระบายน้ำ
100	40	40	40	ระบายน้ำ
110	38	39	38.5	ระบายน้ำ
120	35	35	35	ไม่ระบายน้ำ



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์อุณหภูมิกับการทำงานโซลินอยด์วาล์ว

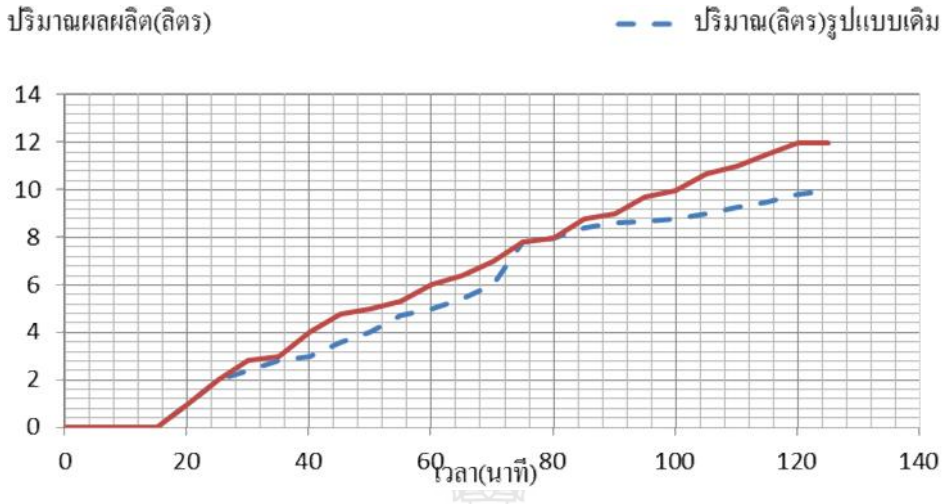
จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด นั่นคือเมื่ออุณหภูมิของถังหล่อเย็นมีค่าประมาณ 40°C ชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจะทำการระบายน้ำและปั๊มน้ำเข้าถังเพื่อลดอุณหภูมิ ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 7 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของโซลินอยด์วาล์วและอุณหภูมิของน้ำในถังหล่อเย็น จะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิประมาณ 38-40°C โซลินอยด์วาล์วจะทำงานและเมื่ออุณหภูมิในถังหล่อเย็นลดลงต่ำกว่า 38°C โซลินอยด์วาล์วหยุดทำงาน

ขั้นตอนต่อมาทำการทดสอบชุดสื่อสารสัญญาณวิทยุ โดยเพิ่มการติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณของชุดสื่อสารสัญญาณวิทยุกับถังรองรับสุรากลั่นซึ่งภายในถังได้ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระดับของเหลวเพื่อวัดระดับสุรากลั่นในถัง และติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ 2 ชุด นั่นคือชุดแรกติดตั้งกับอุปกรณ์แจ้งเตือนซึ่งจะแสดงผลเป็นเสียงเมื่อมีสุราในถังตามระดับที่กำหนด โดยในการทดสอบได้ตั้งระดับเซ็นเซอร์วัดระดับของเหลวไว้ที่ 10 ลิตร และอีกชุดติดตั้งกับอุปกรณ์ควบคุมเชื้อเพลิงซึ่งเป็นตัวเปิด ปิดวาล์วแก๊ส ซึ่งหากอุปกรณ์ทำงานเมื่อปริมาณสุรากลั่นไม่ถึง 10 ลิตรอุปกรณ์แจ้งเตือนจะไม่แสดงผลและวาล์วแก๊สยังคงเปิด ในขณะที่ได้สุรากลั่นจำนวน 10 ลิตร จะมีการแจ้งเตือนและวาล์วแก๊สจะถูกปิด โดยในการทดลองจะทำการตรวจสอบทุกๆ 10 นาที จนกว่าจะได้สุราจำนวน 10 ลิตร และทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการระบายน้ำของถังหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 40°C

เวลา (นาที)	ปริมาณสุรากลั่น (ลิตร)		การแจ้งเตือน		การเปิด-ปิดวาล์วแก๊ส	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
0	0	0	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
10	0	0	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
20	1	1	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
30	2	2	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
40	3	3	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
50	4	4	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
60	5	5	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
70	6	6	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
80	7	7	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
90	8	8	ไม่แสดง	ไม่แสดง	เปิด	เปิด
100	9	10	ไม่แสดง	แสดง	เปิด	ปิด
110	10.2	11	แสดง	แสดง	ปิด	ปิด

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าชุดสื่อสารสัญญาณวิทยุสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด นั่นคือเมื่อสุราในถังรองไม่ถึงระดับที่กำหนด จะยังไม่มีการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับสัญญาณวิทยุทำให้อุปกรณ์แจ้งเตือนจะไม่แสดงผลและวาล์วแก๊สยังคงเปิดเพื่อให้มีเชื้อเพลิงในการกลั่นสุราต่อไป จนกระทั่งเมื่อเซ็นเซอร์วัดระดับสุราในถังรองได้ตามที่กำหนดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุจะทำงานส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับทั้ง 2 เครื่องทำให้อุปกรณ์แจ้งเตือนแสดงผลและวาล์วแก๊สจะถูกปิดอัตโนมัติเพื่อหยุดการกลั่น และเมื่อทำการทดลองต่อไปเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการผลิตสุราด้วยชุดควบคุมการผลิตสุรากลั่นอัตโนมัติที่นำเสนอกับการผลิตแบบเดิม ได้ผลการทดลองแสดงรูปที่ 8 จะเห็นว่าเมื่อผ่านไป 100 นาที วิธีที่นำเสนอสามารถผลิตสุรากลั่นได้ปริมาณ 10 ลิตร ในขณะที่วิธีเดิมสามารถผลิตได้ 8.4 ลิตร นั่นคือวิธีที่นำเสนอสามารถเพิ่มผลิตได้มากขึ้น



รูปที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตระหว่างรูปแบบเดิมและรูปแบบพัฒนา

4. สรุป

บทความนี้นำเสนอกระบวนการผลิตสุรากลั่นอัตโนมัติด้วยวิธีการหล่อเย็น ซึ่งประกอบด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นและชุดส่ง-รับสัญญาณวิทยุ โดยชุดควบคุมและชุดส่ง-รับสัญญาณวิทยุเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย ราคาไม่แพงสามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้กับถังหล่อเย็นสำหรับควบแน่นสุรากลั่นพื้นบ้านทั่วไป เหมาะสำหรับชุมชนขนาดเล็กที่ไม่มีเงินทุนมากพอที่จะเปลี่ยนไปใช้เครื่องกลั่นอัตโนมัติ และจากผลการทดสอบที่ ชุมชนตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่ากระบวนการผลิตสุรากลั่นอัตโนมัติด้วยวิธีที่นำเสนอ สามารถลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากช่วยประหยัดเวลาในการผลิต ลดกำลังคน และจากการที่อุณหภูมิภายในถังหล่อเย็นสม่ำเสมอทำให้สุรากลั่นที่ได้ยังมีสัดส่วนแอลกอฮอล์คงที่ 35 ดีกรี ในทุกชุดการผลิต

5. เอกสารอ้างอิง

เจริญ เจริญชัย. 2555. **การผลิตสุราไทย**. สืบค้นวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2556 จาก http://www.surathai.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=5351147&Ntype=4

นักรบ นาคประสม. 2548. **การออกแบบและพัฒนาการกลั่นสุราภายใต้สภาวะสุญญากาศ**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เลอสรวง เมฆสุต. 2551. **การกลั่น การดูดซึม และการแยกสกัด**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. 2548. **ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและควบคุม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น (ส.ส.ท.).

Ajay V Deshmukh. 2005. **Microcontrollers: Theory and Applications**. McGraw-Hill Education.

Simon Haykin. 2001. **Communication system**. 4th edition. USA. John Wiley & Sons.