บทคัดย่อ

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์จากข้าวไทยเป็นส่วนประกอบหลักโดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองและการประยุกต์ใช้ในการผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม

การผลิตเบียร์, ข้าวมอลต์, วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง, การผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา และผลิตเบียร์โดยใช้ข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตเบียร์ และเพิ่มมูลค่าของข้าวไทย ข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้าวพันธุ์ผสม CP13 ซึ่งข้าวพันธุ์ดังกล่าวได้นำมาทำมอลต์ โดยการทำให้งอกที่ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน จากนั้นทำการหาค่าคุณภาพของมอลต์ข้าวที่ได้ พบว่า ค่า extract content และค่า Free amino nitrogen (FAN) ของมอลต์ข้าว จะเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 ถึงวันที่ 9 ให้ค่า extract content สูงสุดที่ 46% อย่างไรก็ตาม ค่า extract content ของมอลต์ข้าวน้อยกว่า ค่า extract content ของมอลต์บาร์เลย์ที่ใช้ผลิตเบียร์โดยทั่วไปที่ 80% สำหรับมอลต์ข้าววันที่ 9 ให้ค่า FAN สูงสุดที่ 145 มิลลิกรัมต่อมอลต์ 100 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ FAN ที่พบใน มอลต์บาร์เลย์ที่ 150 มิลลิกรัมต่อมอลต์ 100 กรัม ค่า malting loss ของมอลต์ข้าวในวันที่ 7 และ 9 ของการงอกมีค่ามากกว่า 20% ซึ่งไม่เหมาะสมกับการผลิตมอลต์สำหรับทำเบียร์ เนื่องจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตเบียร์ค่อนข้างสูง การศึกษาผลของเอนไซม์สองชนิด ได้แก่ เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทนความร้อนสูง เอนไซม์โปรติเอสจากแบคทีเรีย และมอลต์บาร์เลย์ เพื่อใช้ในการเพิ่มคุณสมบัติของน้ำเวิร์ท โดยใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (RMS) และวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองโดยใช้ค่า *p-value* ผลการศึกษาพบว่า เวลาในการงอก เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และมอลต์บาร์เลย์ มีผลต่อค่า extract content ผลผลิตของน้ำเวิร์ท และปริมาณ fermentable sugar ในขณะที่การงอกของข้าว เอนไซม์โปรติเอส มีผลต่อ FAN ในน้ำเวิร์ท อย่างไรก็ตามเอนไซม์โปรติเอสที่มีอยู่ในมอลต์ข้าว มีผลต่อค่า FAN มากกว่าเอนไซม์โปรติเอสที่เติมเข้าไป นอกจากนี้ยังได้มีการวิเคราะห์สภาวะ และปริมาณเชิงตัวเลขที่เหมาะสมต่อกระบวนการ mashing บนพื้นฐานของเวลาในการงอก และปริมาณมอลต์ข้าว

การผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม พบว่า ปริมาณ fermentable sugar ทั้งหมดของน้ำเวิร์ทของข้าวที่งอก 5 วัน และข้าวมอลต์ 50% ไม่มีความแตกต่างกับเวิร์ทมาตรฐานที่ความเข้มข้นเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำตาลมอลโตสในน้ำเวิร์ทมาตรฐาน มีค่ามากกว่าน้ำเวิร์ทจากการทดลอง ประมาณ 3 เท่า ซึ่งในขณะที่ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ของน้ำเวิร์ทจากการทดลองค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 33% ของปริมาณ fermentable

sugar ทั้งหมด ส่วนเวลาในการงอกของมอลต์ข้าว และมอลต์บาร์เลย์สามารถเพิ่มการนำไปใช้ของ reducing sugar และ FAN ของยีสต์น้ำเวิร์ท อย่างไรก็ตาม การใช้ reducing sugar ของยีสต์สูงสุดคือ 70% ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่ 80% เนื่องจาก พบปริมาณน้ำตาล maltotriose หลงเหลืออยู่ และอาจเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเบียร์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณข้าวยังมีผลทำให้สีของตัวอย่างเบียร์เข้มขึ้น เนื่องมาจากกระบวนการ Maillard reaction ของเปลือกข้าวในระหว่างกระบวนการ mashing และ wort boiling

ปริมาณ isoamyl alcohol ในตัวอย่างเบียร์ ที่ทำการทดลองอยู่ในช่วง 570 – 700 ppm ซึ่งมีมากกว่าปริมาณ isoamyl alcohol ในเบียร์มาตรฐานประมาณ 10 เท่า ปริมาณข้าว และเวลาในการงอกของข้าว มีผลทำให้เกิดการสร้างสารประกอบกลุ่ม ester เพิ่มขึ้น ได้แก่ isoamyl acetate, ethyl octanoate และ ethyl decanoate เนื่องจาก ในข้าวมีสารประกอบกลุ่ม volatile fatty acid ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารประกอบกลุ่ม ester ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเบียร์ โดยใช้ข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก พบว่าเวลาในการงอกของข้าว ไม่มีผลเมื่อมีการใช้มอลต์บาร์เลย์ที่ 50% ในทางกลับกันเวลาในการงอกของข้าว มีผลทางประสาทสัมผัส เมื่อมีการใช้ข้าวมอลต์มากกว่า หรือเท่ากับ 70% ผู้ทำการทดสอบได้ตัดสินตัวอย่างเบียร์ที่มีส่วนผสมของมอลต์ข้าว 50% อยู่ในเกณฑ์ดี ในขณะที่ตัวอย่างเบียร์ที่มีส่วนผสมของมอลต์ข้าว 70% อยู่ในเกณฑ์ปกติ และสามารถดื่มได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

Optimization of beer production from Thai rice malt based using response surface methodology and application in pilot-scale brewing

Beer production, Rice malt, Response surface methodology, Pilot-scale brewing

In order to reduce the cost of beer production, using rice as major ingredient in brewing process was investigated and established. Productions of rice malt (Hybrid Rice CP13) in 1st, 3rd, 5th, 7th, and 9th days of germination were carried out. Extract content and FAN constantly increased during the 3rd to 9th days of germination. The maximum extract content presented in 9th days of germination, but the extract content of rice not reached the typical brewing malt (80%). On the 9th day of germinated malt, it provided FAN for 145 mg/100 g malt, which was insignificant difference with FAN in malt barley (150 mg/100 g malt). On the other hand, the rice malt from 7^{th} and 9^{th} days of germination was negligible because of more than 20% malting loss. Commercial enzymes including heat stable α-amylase, bacterial protease, and malt barley were supplemented for improving the qualities of wort for brewing before optimization using RSM technique. The suitability of this model was analyzed and expressed as *p*-value. Germination time of rice, commercial α-amylase, and barley addition affected on extract content, yield, and fermentable sugar of wort. Whereas, germination time of rice and bacterial protease affected on FAN in wort. However, protease that generated in germinated malt showed higher impact on FAN than commercial enzyme addition. The numerical appropriate conditions for mashing condition based on germination time and rice malt ratios were determined.

Fifty-liters of beer productions of each treatment was done. Total fermentable sugars of wort from malt obtained at 5th day of germination at 50% were insignificant difference with standard wort at the same concentration. However, maltose concentration in standard wort was higher approximately 3 times than experimental wort, whereas amount of glucose from experimental wort was high about 33% of total fermentable sugar. Germination time of rice malt and barley malt addition improved both reducing sugar and FAN consumption. Nevertheless, the highest utilization of reducing sugar from the experiment was 70%,

which was lower than reducing sugar from malt barley wort at more than 80% utilization. The lack of maltotriose consumption occurred in every treatments, which might be the main cause of low ethanol production. Rice malt ratio influenced on the color of beer due to the Maillard reaction of rice husk during mashing and wort boiling.

Isoamyl alcohol in experimental beer was 570 – 700 ppm, which 10 times higher than its beer standard. The rice malt ratio and germination time improved the formation of estery compounds in final beer including isoamyl acetate, ethyl octanoate, and ethyl decanoate. This might be due to the high level of volatile fatty acid, which is the precursor of estery compounds synthesis. Qualities of rice malt had no effect on sensory score when the 50% of barley malt was supplemented. Conversely, the ratio of rice malt to 70% influenced the qualities of rice malt. Twelve panelists judged the beer from 50% of rice malt as good, while beer from 70% of rice malt was judged as normal and drinkable.