

อาทิพย์ กองแก้ว : การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์จากข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก  
โดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (OPTIMIZATION OF BEER PRODUCTION FROM RICE  
MALT BASED USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY)

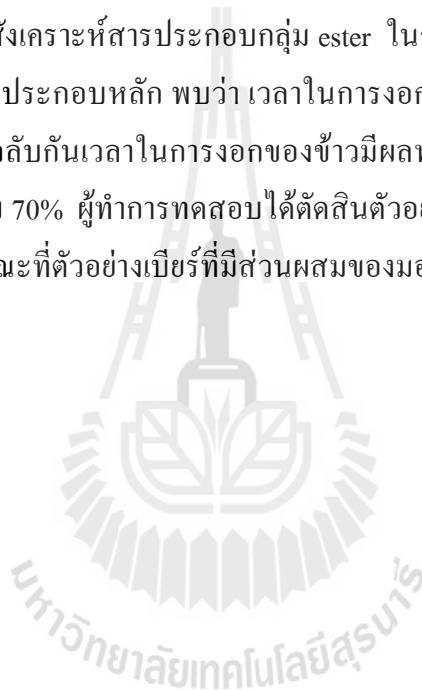
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย วนภู, 115 หน้า.

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา และผลิตเบียร์โดยใช้ข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก มีวัตถุประสงค์  
เพื่อลดต้นทุนการผลิตเบียร์ และเพิ่มมูลค่าของข้าวไทย ข้าวที่ใช้ในการศึกษานี้คือ ข้าวพันธุ์ผสม  
CP13 ซึ่งข้าวพันธุ์ดังกล่าวได้นำมาทำมอลต์โดยการทำให้งอกที่ 1 3 5 7 และ 9 วัน จากนั้นทำการหา  
ค่าคุณภาพของมอลต์ข้าวที่ได้ พบว่า ค่า extract content และค่า Free amino nitrogen (FAN) ของ  
มอลต์ข้าวจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 ถึงวันที่ 9 ของระยะเวลาในการงอก โดยมอลต์ข้าววันที่ 9 ให้ค่า  
extract content สูงสุดที่ 46% อย่างไรก็ตาม ค่า extract content ของมอลต์ข้าวน้อยกว่าค่า extract  
content ของมอลต์บาร์เลย์ที่ใช้ผลิตเบียร์โดยทั่วไปที่ 80% สำหรับมอลต์ข้าววันที่ 9 ให้ค่า FAN  
สูงสุดที่ 145 มิลลิกรัมต่อมอลต์ 100 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ FAN ที่พบใน  
มอลต์บาร์เลย์ที่ 150 มิลลิกรัมต่อมอลต์ 100 กรัม ค่า malting loss ของมอลต์ข้าวในวันที่ 7 และ 9  
ของการงอกมีค่ามากกว่า 20% ซึ่งไม่เหมาะสมกับการผลิตมอลต์สำหรับทำเบียร์ เนื่องจากจะทำให้  
ต้นทุนการผลิตเบียร์ค่อนข้างสูง การศึกษาผลของเอนไซม์สองชนิด ได้แก่ เอนไซม์แอลฟา-อะ  
ไมเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทนความร้อนได้สูง เอนไซม์โปรติเอสจากแบคทีเรีย และมอลต์บาร์เลย์เพื่อ  
ใช้ในการเพิ่มคุณสมบัติของน้ำเวิร์ท โดยใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) และวิเคราะห์ความ  
เหมาะสมของแบบจำลองโดยใช้ค่า  $p$ -value ผลการศึกษาพบว่า เวลาในการงอก เอนไซม์แอลฟา-อะ  
ไมเลส และมอลต์บาร์เลย์ มีผลต่อค่า extract content ผลผลิตของน้ำเวิร์ท และปริมาณ fermentable  
sugar ในขณะที่การงอกของข้าว เอนไซม์โปรติเอส มีผลต่อค่า FAN ในน้ำเวิร์ท อย่างไรก็ตาม  
เอนไซม์โปรติเอสที่มีอยู่ในมอลต์ข้าวมีผลต่อค่า FAN มากกว่าเอนไซม์โปรติเอสที่เติมเข้าไป  
นอกจากนี้ยังได้มีการวิเคราะห์สภาวะ และปริมาณเชิงตัวเลขที่เหมาะสมต่อกระบวนการ  
mashing บนพื้นฐานของเวลาในการงอก และปริมาณมอลต์ข้าว

การผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม พบว่า ปริมาณ fermentable sugar ทั้งหมดของน้ำ  
เวิร์ทของข้าวที่งอก 5 วัน และข้าวมอลต์ 50% ไม่มีความแตกต่างกับเวิร์ทมาตรฐานที่ความเข้มข้น  
เท่ากัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำตาลมอลโตสในน้ำเวิร์ทมาตรฐานมีมากกว่าน้ำเวิร์ทจากการทดลอง  
ประมาณ 3 เท่า ซึ่งในขณะที่ปริมาณน้ำตาลกลูโคสของน้ำเวิร์ทจากการทดลองค่อนข้างสูง คือ  
ประมาณ 33% ของปริมาณ fermentable sugar ทั้งหมด ส่วนเวลาในการงอกของมอลต์ข้าว และ  
มอลต์บาร์เลย์สามารถเพิ่มการนำไปใช้ของ reducing sugar และ FAN ของยีสต์น้ำเวิร์ทอย่างไร้

ตามการใช้ reducing sugar ของยีสต์สูงสุดคือ 70% ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่ 80% เนื่องมาจากพบปริมาณน้ำตาล maltotriose หลงเหลืออยู่ และอาจเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเบียร์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณข้าวยังมีผลทำให้สีของตัวอย่างเบียร์เข้มขึ้นเนื่องจากกระบวนการ Maillard reaction ของเปลือกข้าวในระหว่างกระบวนการ mashing และ wort boiling

ปริมาณ isoamyl alcohol ในตัวอย่างเบียร์ที่ทำการทดลองอยู่ในช่วง 570 – 700 ppm ซึ่งมากกว่าปริมาณ isoamyl alcohol ในเบียร์มาตรฐานประมาณ 10 เท่า ปริมาณข้าว และเวลาในการงอกของข้าวมักทำให้เกิดการสร้างสารประกอบกลุ่ม ester เพิ่มขึ้น ได้แก่ isoamyl acetate ethyl octanoate และ ethyl decanoate เนื่องจากในข้าวมีสารประกอบกลุ่ม volatile fatty acid ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารประกอบกลุ่ม ester ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเบียร์โดยใช้ข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก พบว่า เวลาในการงอกของข้าวไม่มีผลเมื่อมีการใช้มอลต์บาร์เลย์ที่ 50% ในทางกลับกันเวลาในการงอกของข้าวมักมีผลทางประสาทสัมผัสเมื่อมีการใช้ข้าวมอลต์มากกว่าหรือเท่ากับ 70% ผู้ทำการทดสอบได้ตัดสินตัวอย่างเบียร์ที่มีส่วนผสมของมอลต์ข้าว 50% อยู่ในเกณฑ์ดี ในขณะที่ตัวอย่างเบียร์ที่มีส่วนผสมของมอลต์ข้าว 70% อยู่ในเกณฑ์ปกติ และสามารถดื่มได้



ARTIT KONGKAEW: OPTIMIZATION OF BEER PRODUCTION FROM  
RICE MALT BASED USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY.

THESIS ADVISOR ASST. PROF. CHOCKCHAI WANAPU, Ph.D., 115 pp.

BEER PRODUCTION/ RICE MALT/ RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

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 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup>, and 9<sup>th</sup> days of germination was carried out. Extract content and FAN constantly increased during the 3<sup>rd</sup> to 9<sup>th</sup> days of germination. The maximum extract content presented in 9<sup>th</sup> days of germination, but the extract content of rice not reached the typical brewing malt (80%). On the 9<sup>th</sup> 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<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> days of germination was negligible because of more than 20% malting loss. Commercial enzymes including heat stable  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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 5<sup>th</sup> 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.

School of Biotechnology

Academic Year 2010

Student's Signature\_\_\_\_\_

Advisor's Signature\_\_\_\_\_