

อุทัยวรรณ อุสันตา : การผลิตเบียร์จากข้าวไทย (BEER PRODUCTION FROM THAI RICE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.หนึ่ง เดียอำรุง, 165 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตเบียร์จากข้าวไทย โดยทำการศึกษาผลของอุณหภูมิ (20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาการแช่เมล็ดข้าว (24, 48 และ 72 ชม.) ที่มีต่อกิจกรรมของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสในข้าวที่ใช้ในการทดลองทั้ง 6 สายพันธุ์ แบ่งเป็นข้าวเจ้า 3 พันธุ์ คือ ข้าวหอมดอกมะลิ 105, ข้าวปทุมธานี 60 และข้าวเจ้าดำ และข้าวเหนียว 3 พันธุ์ คือ ข้าว กข.6 ข้าวเหนียวสันป่าตองและข้าวเหนียวดำ ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และการแช่ข้าวในน้ำต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่า 24 ชม. ส่งผลในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เบต้าอะไมเลสและชะลอแอคติวิตีของอัลฟาอะไมเลส จึงทำการปรับวิธีการแช่น้ำเป็นแบบแช่น้ำระยะสั้นสลับกับการผึ่งลม โดยศึกษากับข้าวสองสายพันธุ์คือ ข้าวเจ้าดำและข้าวเหนียวดำ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ อุณหภูมิ ระดับความชื้นจากการแช่น้ำ และระยะเวลาการงอก ด้วยการออกแบบการทดลองด้วยวิธีการตอบสนองบนพื้นผิว พบว่า สภาวะในการทำมอลท์ที่ให้คุณภาพมอลท์ที่มี cold water extract, extract yield, Kolbach index, ปริมาณกรดอะมิโนอิสระ, apparent attenuation limit และเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสสูงคือ เพาะข้าวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, โดยแช่น้ำด้วยวิธีแช่สลับจนความชื้นเท่ากับ 44 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการงอกรวมเป็นแปดวัน และอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากทำการความสะอาดมอลท์พบว่าการสูญเสียน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 12%

มอลท์ข้าวถูกผลิตตามสภาวะดังกล่าวแล้วทำการศึกษาช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการ mashing และเปรียบเทียบวิธีการ mashing 4 แบบ พบว่ามอลท์ข้าวเจ้าดำเหมาะสำหรับการ mashing ที่เพิ่มอุณหภูมิ 52, 55 และ 57 องศาเซลเซียสเพื่อเน้นการผลิตน้ำตาลกลูโคสและมอลท์ข้าวเหนียวดำเหมาะกับการที่เพิ่มอุณหภูมิ 62 และ 64 องศาเซลเซียสเพื่อการผลิตน้ำตาลมอลโทส โดยพบว่าค่า pH ของ mashing-in และ divalent cation ที่เหมาะสมคือ pH 5.2 และ Ca^{2+} ปริมาณ 150 มก./ลิตร นอกจากนี้การบดข้าวมอลท์ยังส่งผลต่อปริมาณกรดอะมิโนอิสระในเวิร์ทจากมอลท์ข้าวเจ้าดำและข้าวเหนียวดำ สำหรับมอลท์ข้าวเจ้าดำเหมาะกับการบดด้วยวิธี two roller mill โดยปรับระยะห่างของลูกกลิ้งอยู่ที่ ระยะ 0.5 มม. และมอลท์ข้าวเหนียวดำเหมาะกับการบดหยาบที่ระยะ 1.0 มม. จากนั้นทำการผลิตเวิร์ทด้วยสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าว โดยใช้เครื่อง brew master mashing unit และให้ผล brewing yield ที่ $39 \pm 0.2\%$ สำหรับมอลท์ข้าวเจ้าดำและ $38.4 \pm 2.8\%$ สำหรับมอลท์ข้าวเหนียวดำ จากการหมักเบียร์ด้วยยีสต์สองสายพันธุ์ คือ *Saccharomyces cerevisiae* 34/70 สำหรับการหมักแบบ bottom fermentation และ *S. cerevisiae* 60/120 สำหรับการหมักแบบ top fermentation พบว่ายีสต์สายพันธุ์ 60/120 ใช้กรดอะมิโนอิสระ (215 มก./ลิตร จากเวิร์ทข้าวเจ้าดำและ 168 มก./ลิตร

จากเวิร์ทข้าวเหนียวดำ) สูงกว่าสายพันธุ์ 34/70 (125 และ 109 มก./ลิตรในเวิร์ท จากข้าวเจ้าดำและข้าวเหนียวดำ ตามลำดับ) และพบปริมาณ ester, higher alcohol, diacetyl และ 4-vinyl guaiacol ใน ale beer สูงกว่าที่พบใน lager beer จากผลการทำ sensory test พบว่าคะแนนความประทับใจโดยรวมต่อ ale beer ที่ผลิตจากมอลท์ข้าวเจ้าดำมีคะแนนอยู่ในระดับดีไม่ได้ แต่ ale beer จากมอลท์ข้าวเหนียวดำจัดอยู่ในระดับดีได้แต่ไม่ขอแก้วถัดไป ขณะที่ lager beer จัดอยู่ในระดับคะแนนดีได้และต้องการแก้วถัดไป การศึกษานี้บอกรับว่ามอลท์จากข้าวดำมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบียร์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา อภิรักษ์ อภิรักษ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ก.พ.น
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ค.

ULAIWAN USANSA : BEER PRODUCTION FROM THAI RICE.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. NEUNG TEAUMROONG, Ph.D.,

165 PP.

BEER/ FERMENTATION / MALTING/ MASHING/ RICE/ SENSORY
EVALUATION

The aim of this research was to investigate the optimal condition for brewing processes of rice beer. The malting condition was investigated in terms of temperatures (20, 25 and 30°C) and steeping durations (24, 48 and 72 h) on α - and β -amylase activities of six Thai rice cultivars, including three non waxy rice cultivars (Khaw Dok Mali 105 (KDML105), Pratum Thani 60 (PT60) and Khao Chao Dam (KCD)) and three waxy rice cultivars (San Pa Tong (SPT), Khokho 6 (RD6) and Khao Niew Dam (KND)). It was found that amylolytic activities of the rice malt were increased with temperature, better at 30°C than 25°C and 20°C; and that activities of the two enzymes were higher than 25°C and 20°C respectively; whereas long steeping duration for more than 24 hours inhibited the activities of β -amylase and retarded α -amylase. Therefore, the steeping condition was modified to the short steeping-air-rest switching regime. The black non-waxy rice "KCD" and black waxy rice cultivars "KND" were selected to optimize the germination condition under the different temperatures, steeping degree and duration of germination. Response surface methodology was used to design experiment as face centered composite design and to establish empirical models for each malt properties.

It was also found that both types of rice had satisfied properties, high cold water extract (CWE), extract yield, Kolbach index, free alpha amino acid (FAN), apparent attenuation limit (AAL), and α -amylase activities by germinating at temperature 30°C, steeping by air-rest switching until the degree of steeping reached 44%, and germinating for 8 days and dried at 50°C for 24 hrs. The cleaned malt had malting losses approximately 12%. These malts were further used for mashing analysis. The 4 mashing regimes for rice malts were investigated for improving the wort quality. The results demonstrated that the temperature-programmed which focused on glucose production in a range of 52, 55 and 57°C was suitable to produce wort from KCD rice malt. The temperature-programmed which focused on maltose production at 62 and 64°C was selected for KND rice malt. The pH of mashing-in and divalent cations strongly influenced wort soluble nitrogen and FAN, and the optimal mashing-in pH for both rice malts was at 5.2 supplemented with Ca^{2+} 150 mg/L. The method of grinding using two roller mills influenced FAN content significantly; therefore, KCD was milled at a gap distance of 0.5 mm and KND at 1.0 mm. The selected mashing conditions were used to produce wort by using a brew master mashing unit and 39±0.2% of brewing yield was obtained by KCD malt and 38.4±2.8% by KND malt. Beers were produced by using *Saccharomyces cerevisiae* 34/70 and *S. cerevisiae* 60/120 for bottom and top fermentation processes, respectively. The yeast strain 60/120 consumed FAN in wort (215 mg/L and 168 mg/L for KCD and KND wort, respectively) more than strain 34/70 (125 and 109 mg/L for KCD and KND wort, respectively). Consequently, volatile compounds such as ester, alcohol diacetyl and 4-vinyl guaiacol in ale beer were higher than in lager beer. The sensory evaluation of beers indicated that the overall impression of ale beer from KCD malt

was undrinkable, ale beer from KND malt was drinkable but not preferable for the next glass, whereas the lager beers from both rice cultivars were judged as drinkable and preferable for the next glass. The results obtained from this research clearly demonstrated that black rice malt could be used as raw material for producing beers with an acceptable quality.

School of Biotechnology

Academic Year 2008

Student's Signature U. Alvin Usama

Advisor's Signature N. T. ...

Co-advisor's Signature E. h.