

บทคัดย่อ

สาโทเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้าน ที่อยู่คู่กับคนไทยและสังคมไทยมาช้านาน โดยกระบวนการผลิตสาโทตามวิถีภูมิปัญญาชาวบ้าน จะทำการหมักข้าวเหนียวขาวด้วย ลูกแป้ง ที่มีกลุ่มจุลินทรีย์จำพวกรา ยีสต์ และแบคทีเรีย ได้ผลิตภัณฑ์สาโทที่มีลักษณะใสหรือขาวขุ่น แต่ผลิตภัณฑ์สาโทที่ผลิตโดยวิธีนี้มักมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ และไม่มีความสะดวกตัว งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการผลิตสาโทแดงจากข้าวเหนียวดำ โดยใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์บริสุทธิ์ ได้แก่ราแดง *Monascus purpureus* ในขั้นตอนการย่อยข้าว ซึ่งรา *M. purpureus* เป็นราที่สามารถผลิตสารสีเหลือง สีส้ม และสีแดง นอกจากนี้ยังสามารถผลิตสารเมแทบอไลต์ที่มีประโยชน์ได้หลายชนิด เช่น โมนาโคลินเค และซีทรินิน และใช้ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces bayanus* EC1118 ในขั้นตอนการผลิตเอทานอล

การทดลองแรกเป็นการคัดเลือกชนิดของข้าวเหนียวดำจาก 4 แหล่งปลูก ได้แก่ ข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ข้าวเหนียวดำจาก จ. นครราชสีมา จ. เชียงราย และจ. ร้อยเอ็ด ที่มีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล สารแอนติออกซิแดนซ์ สารประกอบฟีนอลิก ในปริมาณสูง และคัดเลือกสายพันธุ์ราแดง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *M. purpureus* TISTR 3002, 3385, 3541 และ 3090 ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโทแดง โดยทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยแป้ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สาโทที่มีปริมาณสารสำคัญในปริมาณสูง ผลการคัดเลือกชนิดของข้าวเหนียวดำจากการสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญของข้าวเหนียวดำ พบว่าข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. และข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ดให้ปริมาณสารสำคัญสูงกว่าอีก 2 แหล่งปลูก ส่วนของราแดงผลการทดลองพบว่า *M. purpureus* TISTR 3002 เป็นสายพันธุ์ราที่มีประสิทธิภาพในการย่อยแป้งสูงกว่าอีก 3 สายพันธุ์

จากนั้นผลิตสาโทแดง โดยใช้ ข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ และข้าวเหนียวดำจากจ.ร้อยเอ็ด ร่วมกับรา *R. oryzae* และ *M. purpureus* TISTR 3002 ผลการทดลองพบว่า สาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำทั้งสองสายพันธุ์ ร่วมกับการใช้รา *R. oryzae* เป็นสาโทที่มีปริมาณสารสำคัญสูงสุด เป็นไปได้ว่ารา *M. purpureus* TISTR 3002 ไม่สามารถย่อยข้าวเหนียวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากนัก จึงทดลองโดยแปรผันอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจากจ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 0:100 55:45 70:30 85:15 และ 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่วมกับการใช้รา *R. oryzae* และ *M. purpureus* TISTR 3002 ผลการทดลองพบว่าที่อัตราส่วน 55:45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 ได้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงที่มีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล และสารประกอบฟีนอลิก สูงกว่าการใช้รา *R. oryzae* ในขณะที่ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในสาโทมีปริมาณใกล้เคียงกัน เมื่อนำตัวอย่างสาโทแดงไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* TISTR 029, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27533, *Escherichia coli* TISTR 073 และ *Enterobacter aerogenes* TISTR 1540 พบว่าอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว มีผลในการผลิตสารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ 55:45 และ 70:30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ยกเว้นการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* TISTR 073 มีอัตราส่วนที่เหมาะสมอยู่ที่ 0:100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

จากนั้นคัดเลือกตัวอย่างสาโทที่มีปริมาณสารสำคัญสูง และมีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคจำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ สาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 70:30 และ

100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ ต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 70:30 และ 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่วมกับการใช้รา *R. oryzae* โดยใช้สาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาวร่วมกับการใช้ราสายพันธุ์ *R. oryzae* เป็นตัวอย่างควบคุม มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ร่วมกับสาโททางการค้า 1 ตัวอย่าง ผลการทดลองพบว่า สาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และสาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่วมกับการใช้รา *R. oryzae* มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าอีก 4 ตัวอย่าง

งานวิจัยสรุปได้ว่า การผลิตสาโทแดงจากข้าวเหนียวดำ ร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* ได้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงที่มีปริมาณสารสำคัญที่มีประโยชน์และผู้บริโภคชื่นชอบจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แต่การใช้รา *M. purpureus* ในการย่อยข้าวเหนียวดำนั้นยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าใช้รา *R. oryzae* ดังนั้นจึงควรศึกษาและหาแนวทางในการเตรียมวัตถุดิบ (ข้าวเหนียวดำ) เพื่อให้วัตถุดิบอยู่ในสภาพที่เหมาะสมพร้อมที่จะเอื้อให้รา *M. purpureus* สามารถย่อยข้าวเหนียวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ร่วมกับการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์รา *M. purpureus* ให้มีความสามารถในการย่อยเมล็ดข้าวเหนียวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อได้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงที่มีทั้งประโยชน์ต่อผู้บริโภค และมีลักษณะทางกายภาพ และรสชาติที่ถูกใจผู้บริโภค

ABSTRACT

Rice wine is one of the most ancient wines in Thai society. Traditional rice wine is produced from sticky rice fermented with various microorganisms in mixed culture starter granules or look-pang which contains mold, yeast, and bacteria. The fermentation goes until the product, rice wine, has the clear color or smoky white color. However, the rice wine from the mentioned process has not been stable and low quality. This research focuses on using black sticky rice as raw material and using *Monascus purpureus* and *Saccharomyces bayanus* EC1118 as pure culture during red rice wine production process. *M. purpureus* was selected in step of digesting black sticky rice because it can produce various useful metabolites (monacolin K and citrinin) and color agent which are yellow, orange and red color.

Four varieties of black sticky rice which were black sticky rice from Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, black sticky rice grown in Nakhon Ratchasima, Chiang Rai and Roi-Et were selected to determine the gamma oryzanol, antioxidant and phenolic compounds. The results showed that black sticky rice from Faculty of Agriculture, Khon Kaen University and black sticky rice grown in Roi-Et exhibited higher concentration of those compounds than the others 2 varieties. Moreover, the starch degrading ability of 4 strains of *M. purpureus* TISTR 3002, 3385, 3541 and 3090 were evaluated. The results showed that *M. purpureus* TISTR 3002 exhibited the highest starch degrading ability.

Red rice wine production was performed by using the black sticky rice from the Faculty of Agriculture and Roi-Et with pure culture of *R. oryzae* and *M. purpureus* TISTR 3002. It was showed that red rice wine producing from black sticky rice and *R. oryzae* exhibited the highest concentration of gamma oryzanol, antioxidant, phenolic compounds. This is because most of those compounds extracted from black sticky rice and *R. oryzae* exhibited the higher starch degrading ability than *M. purpureus* TISTR 3002. Thus, the red rice wines production by varied ratio of black sticky rice and white sticky rice as 0:100, 55:45, 70:30, 85:15 and 100:0 % (w/w) with *R. oryzae* and *M. purpureus* TISTR 3002 were performed. The result showed that red rice wine produced at ratio 55:45 by using *M. purpureus* TISTR 3002 contained gamma oryzanol, and phenolic compounds higher than red rice wine made from *R. oryzae*. Furthermore, the final products of red rice wine were concentrated and were tested for antibacterial activity of 5 pathogenic bacteria which were *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* TISTR 029, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27533, *Escherichia coli* TISTR 073 and *Enterobacter aerogenes* TISTR 1540 The results showed that the ratio of black sticky rice and white sticky rice at 55:45 and 70:30 substantially inhibited the growth of 5 pathogenic bacteria.

Five red rice wines containing both high beneficial compounds and antibacterial activity were selected for sensory evaluation. The result showed that red rice wine made from 100 %w/w black sticky rice with *M. purpureus* TISTR 3002 and red rice wine made from 100 %w/w white sticky rice with *R. oryzae* exhibited the highest scores in color, smelling, tasting, and over all liking.

This research could be concluded that red rice wine produced from black sticky rice with *M. purpureus* achieved the red rice wine containing beneficial compounds and accepting sensory evaluation. However, *M. purpureus* compared with *R. oryzae* exhibited low ability to degrade black sticky rice. The study of material preparation particularly black sticky rice should be investigated. Moreover, the efficient *M. purpureus* to degrade the black sticky rice was screened from nature and were developed by genetic engineering. The accumulated data from this research could be used as a guideline to produce red rice wine in the line of both health benefit and consumers' want.