วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 26 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2564
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 26 (No.2) May – August 2021
บทความวิจัย

# การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ประสาทสัมผัส และการต้านอนุมูลอิสระของสาโทข้าวเจ้า

# The Study of Chemical Properties, Sensory Evaluation and Antioxidant Activity of Sato (Thai Ordinary Rice Wine)

ประภาพันธ์ ศิริขันธ์แสง*, เพ็ญนภา ตาชูชาติ และ วอรดา ตอรบรัมย์

Prapaparn Sirikhansaeng*, Pennapa Tachoochat and Worada Torobram

*สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*

*Biology Program, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University*

Received : 2 June 2020

Revised : 29 June 2020

Accepted : 15 October 2020

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ประสาทสัมผัส และการต้านอนุมูลอิสระของสาโทข้าวเจ้า 3 ชนิด คือข้าวจี๊บ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวผกาอำปึล โดยใช้ลูกแป้ง 10 กรัม ต่อข้าว 3 กิโลกรัม และผ่านน้ำโดยการเติมน้ำเชื่อมความเข้มข้น 12 องศาบริกซ์ ปริมาตร 1.50 ลิตรต่อข้าว 1 กิโลกรัม จากการศึกษาการหมักสาโทเป็นเวลา 7 วัน พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 10.00-19.60 องศาบริกซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ 1.20-11.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร น้ำตาลรีดิวซ์ 0.13±0.01-1.13±0.12 กรัมต่อลิตร น้ำตาลทั้งหมด 1.46±0.09-9.28±0.20 กรัมต่อลิตร ปริมาณกรดทั้งหมด 4.50±0.00-10.65±0.00 กรัมต่อลิตร จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระพบว่าในสาโทข้าวจี๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึลมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 79.91±0.49 ถึง 87.25±0.00, 78.14±0.73 ถึง 86.85±0.57 และ 75.16±9.32 ถึง 87.14±0.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสาโทข้าวจี๊บมีค่ามากที่สุด คือ 11.90±4.16 คะแนน รองลงมาคือสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึล ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 10.47±4.52 และ 9.70±5.27 คะแนนตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลจากการทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p$<0.05)

**คำสำคัญ** : สาโทข้าวเจ้า ; ข้าวจี๊บ ; ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ; ข้าวผกาอำปึล

## Abstract

The objective of this research was to examine chemical properties and sensory evaluation of rice wine from Jib rice, Riceberry rice, Paka Umpul rice by using 10 grams of Look-pang for 3 kilograms of rice and added 1.50 liters of syrup (12 °Brix) into 1 kilogram of rice. After 7 days, total soluble solid was found between 10.00-19.60 °Brix, alcohol content were ranging from 1.20-11.00 %(v/v), reducing sugar between 0.13±0.01-1.13±0.12 g/l, total sugar were ranging from 1.46±0.09-9.28±0.20 g/l and total acidity were ranging from 4.50±0.00-10.65±0.00 g/l. For their antioxidant activities, was found %DPPH radical scavenging activity of rice wine from Jib rice, Riceberry rice and Paka Umpul rice between 79.91±0.49-87.25±0.00, 78.14±0.73-86.85±0.57 and 75.16±9.32-87.14±0.16, respectively. Average scores of sensory evaluation for the overall acceptance of rice wine from Jib rice, Riceberry rice and Paka Umpul rice were 11.90±4.16, 10.47±4.52 and 9.70±5.27, respectively. The sensory evaluation of overall acceptance of rice wine from Jib rice, Riceberry rice and Paka Umpul rice are not different at the 95% statistically significant confidence level ($p<0.05$).

**Keywords** : sato (Thai ordinary rice wine) ; Jib rice ; Riceberry rice ; Paka Umpul rice

***Corresponding author. E-mail** : prapaparn.sk@bru.ac.th

**บทนำ**

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า (Graminaceae) ซึ่งชนิดของข้าวที่ปลูกจำแนกตามถิ่นกำเนิดและความนิยมในการบริโภคได้ 2 ชนิด (Species) คือ ข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud.) มีถิ่นกำเนิดและบริโภคกันในบางประเทศของทวีปแอฟริกา และข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) มีถิ่นกำเนิดและปลูกเป็นพืชอาหารโดยทั่วไปในทวีปเอเชียไปจนถึงแถบตะวันออกกลาง ยุโรป อเมริกา และออสเตรเลีย (Damrongkiat, 2012) ภูมิภาคอาเซียนถือเป็นภูมิภาคหนึ่งของโลกที่มีความสำคัญในการผลิตข้าว เนื่องจากประชากรในอาเซียนรับประทานข้าวเป็นอาหารหลัก และข้าวถือเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดในอาเซียนโดยมีผลผลิตรวมกว่า 120 ล้านตันข้าวสาร ประเทศในกลุ่มอาเซียนหลายประเทศมีศักยภาพในการผลิตข้าวเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออก โดยเฉพาะประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตข้าวเพื่อส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ในปี 2562 (มกราคม–สิงหาคม) ประเทศไทยมีการส่งออกข้าวปริมาณรวม 5.35 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 2,872.40 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (Department of International Trade Promotion, 2020) ประเทศไทยมีการบริโภคข้าวเป็นทั้งอาหารหลักและอาหารว่างจำพวกขนมต่าง ๆ เช่น ข้าวเม่า ข้าวเม่าทอด ข้าวแต๋น ขนมนางเล็ด เป็นต้น และนอกจากนี้ยังมีการนำมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวเพื่อนำมารับประทานเป็นทั้งอาหารหลักและอาหารว่างได้อีกด้วย เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นขนมจีน ตะโก้ ขนมเทียนข้าว ข้าวเกรียบปากหม้อ ขนมครก ลอดช่อง จ่ามงกุฎ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มหมักพื้นบ้านซึ่งเกิดจากภูมิปัญญาของไทยมาตั้งแต่อดีต ซึ่งจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น น้ำขาว น้ำแดง กระแช่ อุ สาโท เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนประกอบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สารเคลือบผิวผ้าให้เรียบเนียน แป้งผัดหน้าหรือแป้งฝุ่นทาตัว และเป็นส่วนประกอบของเม็ดยา เป็นต้น ซึ่งข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีคุณภาพและคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปตามปริมาณอะไมโลสและอายุของข้าว (Thongta & Yongsawatdigul, 2011) ข้าวสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทตามปริมาณอะไมโลส ได้แก่ 1) ข้าวเหนียว มีปริมาณอะไมโลส 0-9 เปอร์เซ็นต์ จะมีความเหนียวมากเมื่อหุงสุก 2) ข้าวอะไมโลสต่ำ มีปริมาณอะไมโลส 10-19 เปอร์เซ็นต์ เป็นข้าวเจ้าที่เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะเหนียวนุ่ม 3) ข้าวอะไมโลสปานกลาง มีปริมาณอะไมโลส 20-25 เปอร์เซ็นต์ เป็นข้าวเจ้าที่เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะค่อนข้างอ่อน 4) ข้าวอะไมโลสสูง มีปริมาณอะไมโลสมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นข้าวเจ้าที่เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะค่อนข้างร่วนแข็ง (Chepprasop *et al*., 2017) ซึ่งอะไมโลสในข้าวจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย และในข้าวยังมีกรดอะมิโนไลซีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (Thongta & Yongsawatdigul, 2011) นอกจากนี้ในข้าวที่มีสีต่าง ๆ เช่น ข้าวสีดำ ข้าวสีก่ำ ข้าวสีแดง ยังมีสารสีหรือรงควัตถุที่เป็นสารประกอบประเภทโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานินซึ่งจะพบอยู่บริเวณเยื่อหุ้มชั้นนอกของข้าว คือ เยื่อหุ้มเมล็ดหรือรำข้าว โดยรงควัตถุเหล่านี้จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Semsang & Juntachai, 2016)

สาโทเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านที่เป็นภูมิปัญญาของไทยมาเป็นเวลาช้านาน และจัดเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดไวน์ข้าว (Rice Wine) มีรสชาติหวาน เกิดจากการหมักข้าวเหนียวด้วยภูมิปัญญาของชาวบ้านโดยการนึ่งข้าวเหนียวให้สุกแล้วนำมาคลุกเคล้าด้วยหัวเชื้อแห้งที่เรียกว่า “ลูกแป้ง” ซึ่งในลูกแป้งจะมีเชื้อจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย รา และยีสต์ โดยราจะช่วยเปลี่ยนแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล และยีสต์จะช่วยเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (Sirikhansaeng *et al*., 2017) ไวน์ข้าวที่ได้รับความนิยมและเป็นที่รู้จักทั่วโลก คือ สาเก เนื่องจากมีการผลิตและพัฒนามากกว่าไวน์ข้าวชนิดอื่น ๆ ไวน์ข้าวของไทยหรือสาโทเป็นสุราแช่ตามความหมายในพระราชบัญญัติสุรา พ.ศ. 2492 มาตรา 4 ซึ่งให้คำนิยามว่า “สุราแช่” หมายถึง สุราที่ไม่ได้กลั่น และให้ความหมายรวมไปถึงสุราแช่ที่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้วแต่ยังมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตสาเกคือข้าวและน้ำเช่นเดียวกันกับสาโทของไทย แต่สาเกจะใช้โคจิ (Koji) ซึ่งเป็นเชื้อ *Aspergillus oryzae* และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces sake* ที่ทำงานร่วมกัน แต่สาโทจะใช้ลูกแป้งในการหมัก ดังนั้นคุณภาพของสาโทจึงขึ้นอยู่กับลูกแป้งของสุรา การผลิตสาโทได้จากการนำข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วผสมกับลูกแป้งสุราแล้วหมักในโอ่งหรือไหดินเผา ซึ่งนิยมผลิตกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ สาโทที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่นหรือสีตามสีของข้าวที่นำมาทำการหมัก รสชาติหวานหอม เปื่อนเล็กน้อย ในภาคกลางและภาคเหนืออาจมีการใช้ข้าวเจ้าในการผลิตสาโทแต่ ไม่ค่อยเป็นที่นิยม (Techavasonyoo, 2007) ในจังหวัดบุรีรัมย์และสุรินทร์มีการผลิตข้าวพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ ข้าวจิ๊บและข้าวผกาอำปึล (ข้าวดอกมะขาม) ซึ่งข้าวจิ๊บเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ปลูกโดยกลุ่มเกษตรอินทรีย์บ้านลิ่มทอง เลขที่ 82/1 หมู่ 4 บ้านลิ่มทอง ตำบลหนองโบสถ์ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนข้าวผกาอำปึลผลิตโดยวิสาหกิจชุมชน แซตอม ออร์แกนิค ฟาร์ม สุรินทร์ ซึ่งโดยปกติชุมชนทั้ง 2 แห่งจะมีการเพาะปลูกข้าวเพื่อการบริโภคและเพื่อจำหน่ายเป็นข้าวสาร แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีผลผลิตข้าวที่เหลือจากการจำหน่ายเป็นข้าวสารอยู่จำนวนมาก ดังนั้นหากมีการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นก็จะเป็นการสร้างมูลค่าผลผลิตทางเกษตรได้อีกทางหนึ่ง โดยเฉพาะวิสาหกิจชุมชนแซตอม ออร์แกนิค ฟาร์ม สุรินทร์ที่มีการผลิตสาโทเพื่อจำหน่ายอยู่แล้ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาการหมักสาโทจากข้าวเจ้า 3 ชนิด คือ ข้าวจิ๊บ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวผกาอำปึล เพื่อใช้ประโยชน์และแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าว และเพื่อใช้ในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพของสาโทให้ได้คุณภาพ

## วิธีดำเนินการวิจัย

*1. การหมักสาโทจากข้าวเจ้า*

ทำการหมักสาโทโดยนำข้าวเจ้าทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวจิ๊บ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวผกาอำปึลมาหุงให้สุก เมื่อข้าวสุกให้นำไปผึ่งจนเย็นแล้วจึงนำไปล้างยางข้าวออกด้วยน้ำสะอาดจนหมดยางข้าว จากนั้นนำลูกแป้งที่บดเตรียมไว้มาโรยลงบนข้าว โดยใช้อัตราส่วนลูกแป้ง 2 ก้อน (10 กรัม) ต่อข้าว 3 กิโลกรัม เมื่อหมักจนถึงวันที่ 3 จึงเติมน้ำเชื่อมที่เย็นแล้วที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 12 องศาบริกซ์ลงไปในอัตราส่วนข้าวเจ้า 1 กิโลกรัมต่อน้ำเชื่อม 1.50 ลิตร โดยค่อย ๆ เติมน้ำเชื่อมลงในถังหมักเบา ๆ เพื่อไม่ให้ก้อนข้าวแตก จากนั้นปิดฝาและหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน (รวมระยะเวลาในการหมักทั้งสิ้น 10 วัน) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักได้ทำการหยุดการหมัก และทำการกรองผ่านผ้าขาวบางก่อนที่จะนำมาทำการทดสอบ

*2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีระหว่างการหมักสาโท*

ในระหว่างการหมักสาโทจะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีระหว่างการหมัก โดยวิเคราะห์ค่าดังต่อไปนี้

*2.1 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS)*

วิเคราะห์ด้วย Hand refractometer โดยใช้หลอดหยดดูดสารตัวอย่างที่ต้องการวัดหยดลงบนแผ่นปริซึม 1-2 หยด ปิดฝาครอบ และอ่านค่าตรงระดับเส้นรอยต่อที่ตัดกับพื้นสีฟ้า

*2.2 วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์*

วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Ebulliometer โดยการหาจุดเดือดของน้ำกลั่นเปรียบเทียบกับจุดเดือดของสารที่ต้องการวัด (สาโท) (Saelim *et al*., 2018)

*2.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี Somogyi-Nelson*

โดยเตรียมสารละลาย Somogyi I สารละลาย Somogyi II และสารละลาย Nelson จากนั้นจึงเจือจางตัวอย่างสาโทแต่ละชนิดโดยใช้น้ำกลั่น ดูดสารตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายผสม Somogyi (Somogyi I : Somogyi II ในอัตราส่วน 4 ต่อ 1) 2 มิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ ปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้วเพื่อลดการระเหยของน้ำ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา15 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการต้มไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง เติมสารละลาย Nelson ลงไป 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที เติมน้ำกลั่น 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยเทียบกับแบลงค์ อ่านค่าความเข้มข้นของกลูโคสจากกราฟมาตรฐาน (Glucose anhydrous) โดยทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (Danvirutai & Laopaiboon, 2006)

*2.4 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธีฟีนอลซัลฟิวริก (Phenol-Sulphuric)*

โดยเจือจางตัวอย่างสาโทด้วยน้ำกลั่น จากนั้นดูดสารตัวอย่าง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟีนอล 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในสารผสมข้างต้น ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสารละลายอีกครั้งแล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร อ่านค่าความเข้มข้นของกลูโคสจากกราฟมาตรฐาน (Glucose) โดยทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (Keayarsa, 2011)

*2.5 วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด*

วิเคราะห์ด้วยวิธีการไทเทรตโดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แล้วนำปริมาตรสารละลายที่ได้จากการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด (Nuanpeng, 2018)

*3. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)*

ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสาโทด้วยวิธีการ DPPH (ดัดแปลงจาก Siritrakulsak, *et al*., 2013) โดยการเตรียมสารละลาย DPPH ในเมทานอล จากนั้นปิเปตตัวอย่างสาโท ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในสารละลาย DPPH ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (%DPPH radical scavenging activity) โดยใช้โทรลอกซ์เป็นสารมาตรฐาน

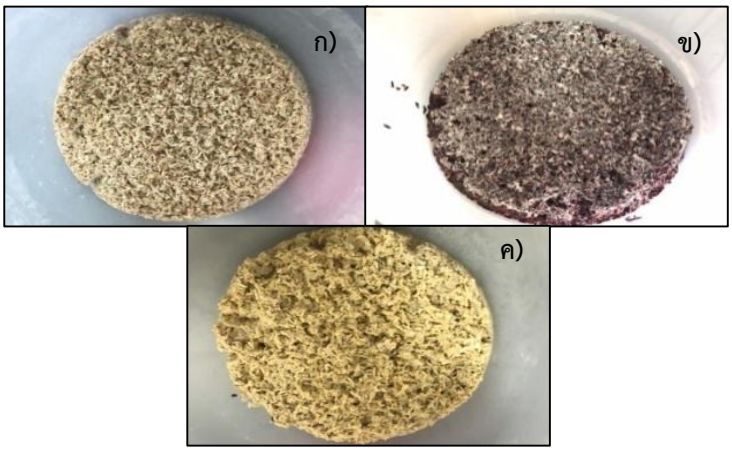
*4. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส*

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะทำการทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิด โดยใช้ระบบ 20 คะแนน (20-Point-Wine) ความใส ช่วงคะแนน 0 (ไม่ใส) - 2 (ใสเป็นประกายมองทะลุแก้ว) สี ช่วงคะแนน 0 (สีขาวซีด/สีแดงจืด) – 2 (สีตามสายพันธุ์) กลิ่น ช่วงคะแนน 0 (กลิ่นผิดปกติ/ไม่พึงประสงค์) – 4 (กลิ่นหอมชวนดม/ประทับใจมาก) รสชาติ ช่วงคะแนน 0 (ผิดปกติ/ความเปรี้ยว ฝาด ขม หวานเกินควร) – 12 (เข้มและประทับใจอย่างยิ่ง) (Danvirutai & Laopaiboon, 2006) ซึ่งจะใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนและสามารถรับประทานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ โดยให้คะแนนตามความชอบของผู้ทดสอบชิม แล้วนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS

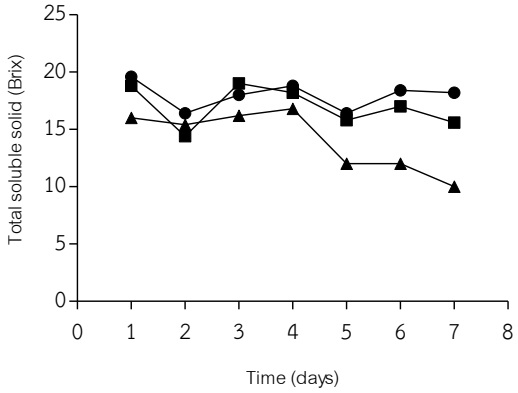
**ผลการวิจัย**

*1) การเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการหมักสาโท*

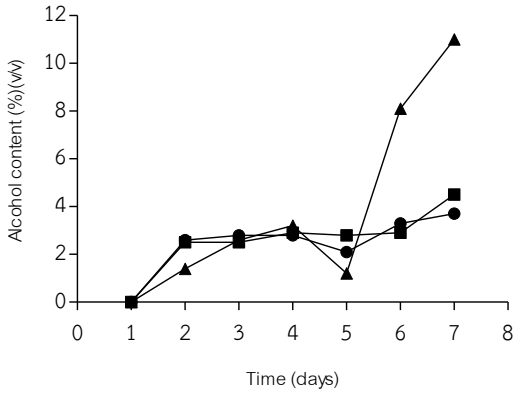
จากการหมักสาโทข้าวเจ้าทั้ง 3 ชนิดเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยใช้ลูกแป้ง 10 กรัมต่อข้าว 3 กิโลกรัม (ภาพที่ 1) แล้วทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีพบว่าในวันที่ 1 จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 19.60, 18.80 และ 16.00 องศาบริกซ์ ในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมักในวันที่ 7 ในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอำปึลจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 18.20, 15.60 และ 10.00 องศาบริกซ์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอลกอฮอล์ (ภาพที่ 2 และ ตารางที่ 1) การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการหมัก และเมื่อสิ้นสุดการหมักปริมาณแอลกอฮอล์ของสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ 3.70, 4.50 และ 11.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ภาพที่ 3 และ ตารางที่ 1) การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ 8.40±0.21, 9.00±0.85 และ 10.65±0.00 กรัมต่อลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 1) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตารีดิวซ์เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.13±0.01, 0.52±0.22 และ 0.43±0.17 กรัมต่อลิตร ในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลตามลำดับ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ 2,15±0.23, 2,88±0.22 และ 2.03±0.01 กรัมต่อลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 1)




***ภาพที่ 1*** การหมักสาโทจากข้าวเจ้า ก) ข้าวจิ๊บ ข) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ ค) ข้าวผกาอัมปึล




***ภาพที่ 2*** ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสาโท(●) ข้าวจี๊บ (■) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ (▲) ข้าวผกาอัมปึล




***ภาพที่ 3*** ปริมาณแอลกอฮอล์ของสาโท (●) ข้าวจี๊บ (■) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ (▲) ข้าวผกาอัมปึล

***ตารางที่ 1*** แสดงคุณสมบัติทางเคมี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากสาโทเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก

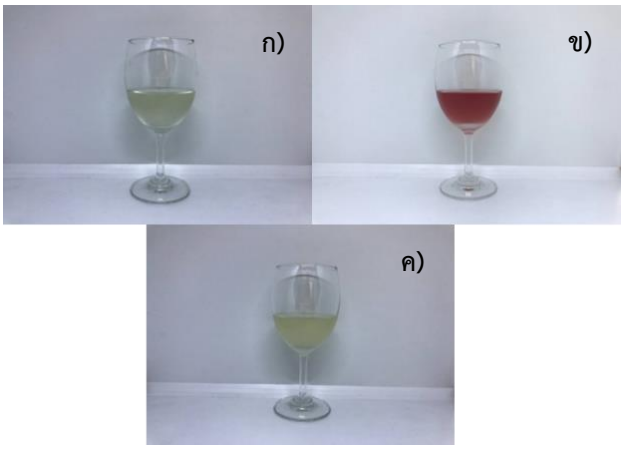
| พารามิเตอร์ | ชนิดพันธุ์ข้าว | | |
|---|---|---|---|
| | ข้าวจี๊บ | ข้าวไรซ์เบอร์รี่ | ข้าวผกาอัมปึล |
| ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) | 18.20 | 15.60 | 10.00 |
| ปริมาณแอลกอฮอล์ (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร) | 3.70 | 4.50 | 11.00 |
| ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อลิตร) | 0.13±0.01 | 0.52±0.22 | 0.43±0.17 |
| ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อลิตร) | 2.15±0.23 | 2.88±0.22 | 2.03±0.01 |
| ปริมาณกรดทั้งหมด (กรัมต่อลิตร) | 8.40±0.21 | 9.00±0.85 | 10.65±0.00 |
| DPPH radical scavenging (เปอร์เซ็นต์) | 86.79±0.32 | 83.53±0.41 | 86.22±0.65 |

*2) การต้านอนุมูลอิสระจากสาโท*

ผลการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึลมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 86.79±0.32, 83.53±0.41 และ 86.22±0.65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

*3) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส*

การทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิด (ภาพที่ 4) โดยใช้ระบบ 20 คะแนน (20-Point-Wine) จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (Danvirutai & Laopaiboon, 2006) ผลการทดลองพบว่าค่าคะแนนทางด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโทข้าวจิ๊บมีค่าเท่ากับ 1.43±0.73, 0.90±0.96, 2.23±1.07, 7.33±3.10 และ 11.90±4.16 คะแนนตามลำดับ ค่าคะแนนทางด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าเท่ากับ 1.20±0.48, 1.27±0.58, 1.83±0.95, 6.17±4.03 และ 10.47±4.52 คะแนนตามลำดับ และค่าคะแนนทางด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ 0.80±0.76, 0.87±0.86, 2.27±1.14, 5.77±4.31 และ 9.70±5.27 คะแนนตามลำดับ (ตารางที่ 2)




***ภาพที่ 4*** การทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทข้าวเจ้า ก) ข้าวจิ๊บ ข) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ ค) ข้าวผกาอัมปึล

***ตารางที่ 2*** แสดงการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสาโทข้าวเจ้า

| ชนิดพันธุ์ข้าว | การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (mean±S.D.) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ความใส | สี | กลิ่น | รสชาติ | ความชอบโดยรวม |
| ข้าวจิ๊บ | 1.43±0.73$^{ns}$ | 0.90±0.96$^{ns}$ | 2.23±1.07$^{ns}$ | 7.33±3.10$^{ns}$ | 11.90±4.16$^{ns}$ |
| ข้าวไรซ์เบอร์รี่ | 1.20±0.48$^{ns}$ | 1.27±0.58$^{ns}$ | 1.83±0.95$^{ns}$ | 6.17±4.03$^{ns}$ | 10.47±4.52$^{ns}$ |
| ข้าวผกาอัมปึล | 0.80±0.76$^{ns}$ | 0.87±0.86$^{ns}$ | 2.27±1.14$^{ns}$ | 5.77±4.31$^{ns}$ | 9.70±5.27$^{ns}$ |

*หมายเหตุ* : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละแถวแสดงว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p$<0.05) ด้วยวิธีการ Dancan's Multiple Range Tests (DMRT)

**วิจารณ์ผลการวิจัย**

จากการหมักสาโทข้าวเจ้าทั้ง 3 ชนิดเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยใช้ลูกแป้ง 10 กรัมต่อข้าว 3 กิโลกรัม พบว่าในวันที่ 1 จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 19.60, 18.80 และ 16.00 องศาบริกซ์ ในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลตามลำดับ เนื่องจากในลูกแป้งจะมีเชื้อราจำพวก *Amylomyces* sp., *Actinomucor* sp., *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Monascus* sp., *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. เปลี่ยนแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล (Limtong *et al.*, 2002; Limtong *et al.*, 2005; Chaijamrus & Mouthung, 2011; Kudpeng *et al.*, 2016) และมีการเติมน้ำเชื่อมในขั้นตอนการผ่าน้ำเนื่องจากในข้าวเจ้ามีปริมาณแป้งค่อนข้างน้อย และเพื่อช่วยเสริมให้สาโทมีรสชาติที่ดี จากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะค่อนข้างลดลงตลอดระยะเวลาที่ทำการหมัก โดยในวันสุดท้ายของการหมักพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ คือ 18.20, 15.60 และ 10.00 องศาบริกซ์ตามลำดับ ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kudpeng *et al*. (2016) คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะลดลงเรื่องๆ โดยพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสาโทข้าวไรซ์เบอรี่มีค่าเท่ากับ 6 องศาบริกซ์ แต่งานวิจัยในครั้งนี้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่าเนื่องจากมีการเติมน้ำเชื่อมในขั้นตอนการผ่าน้ำ การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าเพิ่มขึ้นจากช่วงแรกที่ทำการหมัก และเมื่อสิ้นสุดการหมักปริมาณแอลกอฮอล์ของสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ 3.70, 4.50 และ 11.00 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอลกอฮอล์จะสอดคล้องกับผลการทดลองของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดกระบวนการหมัก เนื่องจากเชื้อยีสต์จำพวก *Saccharomycopsis fibuligera*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Issatchenkia orientalis*, *Candida rhagii*, *C. glabrata*, *Torulaspora globose*, *Rhodotorula philyla*, *Trichosporon asahii*, *T. delbrueckii*, *Pichia anomala*, *P. burtonii*, *P. fabianii*, *P. mexicana* และ *P. heimii* ในลูกแป้งจะเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (Limtong *et al.*, 2002; Limtong *et al.*, 2005; Chaijamrus & Mouthung, 2011; Kudpeng *et al.*, 2016) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ยังแสดงให้เห็นว่าข้าวผกาอัมปึลมีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตสาโทโดยการหมักด้วยลูกแป้งเนื่องจากให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์กับงานวิจัยของ Sirikhansaeng *et al*. (2017) ที่ผลิตสาโทข้าวเจ้าโดยการเติมน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการผ่าน้ำ ผลการทดลองพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์มีค่ามากกว่าซึ่งจะอยู่ในช่วง 12-14 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร การที่ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่ามากกว่าอาจจะเกิดจากในน้ำมะพร้าวมีสารอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ได้ดีกว่าการเติมน้ำตาลหรือน้ำเชื่อม เนื่องจากในน้ำมะพร้าวจะมีสารอาหารที่สำคัญ เช่น วิตามินบี 2, บี 3, บี 5, บี 6, วิตามินซี, กรดโฟลิก, กรดอะมิโน, น้ำตาลกลูโคส, สารต้านอนุมูลอิสระ และเอนไซม์ เป็นต้น (Juntachote, 2013) แต่อย่างไรก็ตามการผลิตสาโทโดยการใช้ลูกแป้งเป็นกล้าเชื้อ ถ้าใช้ลูกแป้งจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการผลิตสาโท เนื่องจากในลูกแป้งแต่ละชนิดจะมีเชื้อจุลินทรีย์และวัตถุดิบ เช่น ข้าว สมุนไพร และเครื่องเทศที่แตกต่างกัน ซึ่งในเครื่องเทศแต่ละชนิดจะมีน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ (Chomchoei & Pramokchon, 2005) ทำให้มีผลโดยตรงต่อการผลิตแอลกอฮอล์ การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 8.40±0.21 ถึง 10.65±0.00 กรัมต่อลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ Sirikhansaeng *et al*. (2017) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์พบว่าในวันที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.50±0.14, 0.72±0.03 และ 0.48±0.05 กรัมต่อลิตร ในสาโท

ข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.13±0.01, 0.52±0.22 และ 0.43±0.17 กรัมต่อลิตร ในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าว ไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลตามลำดับ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในวันที่ 1 มีค่าเท่ากับ 8.02±0.10, 8,50±0.51 และ 8.75±0.44 กรัมต่อลิตร ในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอรี่ และสาโทข้าวผกาอัมปึลมีค่าเท่ากับ 2.15±0.23, 2.88±0.22 และ 2.03±0.01 กรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าลดลงสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอลกอฮอล์

ผลการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในระหว่างการหมักมีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงสิ้นสุดกระบวนการหมัก และเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าในสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึลมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 86.79±0.32, 83.53±0.41 และ 86.22±0.65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวไทยของ Semsang & Juntachai (2016) พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวไรซ์เบอรี่มีค่ามากกว่าคือ 93.28 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ของ Sirikhansaeng *et al*. (2017) พบว่ามีค่าเท่ากับ 424.75±30.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาโททั้ง 3 ชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และหากมีการบริโภคสาโทหรือไวน์ข้าวเหล่านี้ในปริมาณที่พอเหมาะก็จะส่งผลดีต่อร่างกายและจะช่วยป้องกันโรคภัยรวมทั้งชะลอความชราลงได้ (Chaikulsareewath & Singhapol, 2016) เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระจำพวกฟีนอลิก

การทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิด โดยใช้ระบบ 20 คะแนน (20-Point-Wine) (Danvirutai & Laopaiboon, 2006) ซึ่งตัวอย่างสาโททั้ง 3 ชนิดจะทำการกรองผ่านผ้าขาวบางก่อนที่จะนำมาทำการทดสอบ ผลการทดลองพบว่า การทดสอบคุณภาพด้านความใสต่อสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึล มีค่าคะแนนเท่ากับ 1.43±0.73, 1.20±0.48 และ 0.80±0.76 คะแนนตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนความใสของสาโทข้าวผกาอำปึลมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งการที่ค่าคะแนนความใสของสาโทข้าวผกาอำปึลมีค่าน้อยที่สุดอาจจะเกิดจากการที่มีการกรองสาโทผ่านผ้าขาวบางเท่านั้น ไม่ได้ทำการกรองผ่านเครื่องกรอง จึงอาจทำให้ตัวอย่างสาโททั้ง 3 ชนิดไม่มีความใสเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาโทข้าวผกาอำปึลจะมีตะกอนผสมอยู่ในสาโทมากกว่าสาโทชนิดอื่น ซึ่งสังเกตได้จากในระหว่างการหมักสาโทข้าวผกาอำปึลจะมีตะกอนมากที่สุด และนอกจากนี้ยังสังเกตได้จากการที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเปลี่ยนแป้งให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ได้มากที่สุดอีกด้วย การทดสอบคุณภาพด้านสี กลิ่น และรสชาติพบว่าสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ สาโทข้าวผกาอำปึล และสาโทข้าวจิ๊บมีค่าคะแนนสูงที่สุดเท่ากับ 1.27±0.58, 2.27±1.14 และ 7.33±3.10 คะแนนตามลำดับ การที่สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ค่าคะแนนในด้านสีสูงที่สุดอาจจะเกิดจากการที่ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสีแดงของสารประกอบฟีนอลิกทำให้เมื่อนำมาผลิตสาโทจะมีสีสันที่สวยงามเป็นที่ชื่นชอบของผู้ทำการทดสอบ ส่วนค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิดพบว่าสาโทข้าวจิ๊บมีค่าคะแนนสูงที่สุด รองลงมาคือสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึล โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 11.90±4.16, 10.47±4.52 และ 9.70±5.27 คะแนนตามลำดับ การที่สาโทข้าวจิ๊บมีค่าคะแนนสูงที่สุดอาจจะเกิดจากการที่สาโทมีรสชาติหวานดังจะเห็นได้จากวันสุดท้ายของการหมักมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด และมีปริมาณแอลกอฮอล์ค่อนข้างน้อย ทำให้ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Sirikhansaeng *et al*. (2017) ที่พบว่าค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่ามากที่สุด คือ 14.97±0.22 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลจาก

การทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p$<0.05) และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ชนิดของข้าวมีผลต่อการผลิตสาโท เนื่องจากข้าวที่มีคุณภาพดีจะสามารถนำมาใช้ในการผลิตสาโทที่มีคุณภาพดีได้ (Chay *et al*., 2017)

## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการหมักสาโทจากข้าวเจ้าทั้ง 3 ชนิด คือ ข้าวจิ๊บ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวผกาอำปึล พบว่าข้าวผกาอำปึลสามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้มากที่สุด รองลงมาคือข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวจิ๊บ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.00, 4.50 และ 3.70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักสาโทข้าวจิ๊บ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึลมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 86.79±0.32, 83.53±0.41 และ 86.22±0.65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสาโทข้าวจิ๊บมีค่ามากที่สุด คือ 11.90±4.16 คะแนน รองลงมาคือสาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปึล ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 10.47±4.52 และ 9.70±5.27 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลจากการทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของสาโททั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p$<0.05)

## เอกสารอ้างอิง

Chaijamrus, S. & Mouthung, B. (2011). Selection of Thai starter components for ethanol production utilizing malted rice from waste paddy. *Journal of Science and Technology*, *33*(2), 163-170.

Chaikulsareewath, A. & Singhapol, S. (2016). Wine production from pineapple mixed with carrot. *Agricultural Science Journal*, *47*Suppl.(2), 165-169. (in Thai)

Chay, C., Elegado, F.B., Dizon, E. I., Hurtada, W. A., Norng, C. & Raymundo, L. C. (2017). Effects of rice variety and fermentation method on the physiochemical and sensory properties of rice wine. *International Food Research Journal*, *24*(3), 1117-1123.

Chepprasop, C., Salem, H. & Anomunee, R. (2017). Chemical Composition and Amylose Content in Local Rice Variety from Phatthalung Rice Research Center. *Science and Technology RMUTT Journal*, *7*(2), 84-97. (in Thai)

Chomchoei, A. & Pramokchon, P. (2005). Screening of microbial in Lookpang for pure-inoculum development in rice fermented products (Research report). Chiang Mai Rajabhat University: Chiang Mai. (in Thai)

Damrongkiat, C. (2012). Upland rice and food security, *In Proceeding 2nd National Rice Research Conference*. (pp. 1-23). Swissotel Le Concorde: Bangkok. (in Thai)

Danvirutai, P. & Laopaiboon, P. (2006). *Fruit wine and Sato : How to produce with confidence?,* 2nd Ed. Khonkaen: Klungnana Printing. (in Thai)

Department of International Trade Promotion. Retrieved April 29, 2020, from https://www.ditp.go.th/ditp_web61/article_sub_view.php?filename=contents_attach/564288/564288.pdf&title=564288&cate=455&d=0

Juntachote, T. (2013). Effect of vacuum drying on physico-chemical properties and antioxidant activity of coconut juice mixed with coconut flesh powder, *Thaksin University Journal*, *16*Suppl.(3), 147-152. (in Thai)

Keayarsa, S. (2011). Characterization of fructosyltransferase extracted from Jerusalem artichoke for fructooligosaccharides production (Master thesis). Silpakorn University. Bangkok. (in Thai)

Kudpeng, C., Soemphol, W. & Tanamool, V. (2016). Study on Production of Sato from Indigenous Rice Varieties in Nakhon Ratchasima, In *Proceeding The National and International Graduate Research Conference 2016*. (pp. BMP1-10). Khon Kaen University: Khon Kaen. (in Thai)

Limtong, S., Sintara, S., Suwanarit, P. & Lotong, N. (2002). Yeast Diversity in Thai traditional fermentation starter (Loog-pang). *Kasetsart Journal (Nat Sci)*, *36*, 149-158.

Limtong, S., Sintara, S., Suwanarit, P. & Lotong, N. (2005). Species diversity of molds in Thai traditional fermentation starters (Loog-Pang). *Kasetsart Journal (Nat Sci)*, *39*, 511-518.

Nuanpeng, S. (2018). Comparison rice vinegar production from Hom-nil rice and Riceberry rice. *Agricultural Science Journal*, *49*Suppl.(2), 605-608. (in Thai)

Saelim, K., Junmuen, S. & Lueanprasert, K. (2018). Chemical change during Mulberry wine fermentation and consumer's satisfaction. *Agricultural Science Journal*, *49*Suppl.(1), 612-616. (in Thai)

Semsang, N. & Juntachai, W. (2016). Flavonoid, total phenolic contents and antioxidant activities of Thai rice extracts (Research report). Chiang Mai Rajabhat University: Chiang Mai. (in Thai)

Sirikhansaeng, P., Phuakkaew, P. & Sirisanguan, N. (2017). Effects of Sato from Various Rice Color on The Inhibition of Growth in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Koch Cha Sarn Journal of Science*, *39*(21), 121-135. (in Thai)

Siritrakulsak, P., Chutichudet, P., Chutichudet, B., Plainsirichai, M. & Boontiang, K. (2013). Antioxidant activity of fifteen edible flowers in Maha Sarakham province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, *41*Suppl.(1), 607-611. (in Thai)

Techavasonyoo, A. (2007). Isolation, classification and characterization of yeasts and molds isolated from Loog Pang for Sato production (Master thesis). Chulalongkorn University. Bangkok. (in Thai)

Thongta, S. & Yongsawatdigul, J. (2011).Quality Changes during rice storage and age accelerating/delaying (Research report). Suranaree university of technology: Nakhon Ratchasima. (in Thai)