

คุณสมบัติทางเคมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของน้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอ 3 สายพันธุ์

วิลาวัลย์ บุญยสุภา^{1*} กนกพร ละมัย¹ ชูติมา อุทัยหงษ์¹
สุปรียา เทพาลุน¹ อรทัย วังหิน¹ พงพร ศรีแก่นทราย¹ รุ่งนภา สรวงศิริ¹ อนุวัฒน์ ฝ่ายเทศ¹

Received : November 29, 2019

Revised : December 16, 2019

Accepted : December 23, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ส้มโอที่ผลิตจากส้มโอ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ทองดี ท่าซ้อย และทับทิมสยาม เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตได้ และทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มด้วยวิธี 9-point hedonic rating scale ไวน์ส้มโอที่หมักได้หลังปรับค่าปริมาณแอลกอฮอล์ เป็นร้อยละ 4 แล้วเติมเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* ที่มีปริมาตรร้อยละ 10 ปริมาตร/ปริมาตร หมักที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างในวันที่ 0, 5, 10 และ 15 ของการหมัก พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์มีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังสิ้นสุดการหมัก พบว่า น้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด คือ ร้อยละ 5.46 น้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี ทับทิมสยาม และท่าซ้อย มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระวัดโดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 57.75 55.31 และ 33.65 ตามลำดับ จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูส้มโอหมักพร้อมดื่มพบว่าได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับความชอบปานกลาง

คำสำคัญ : น้ำส้มสายชูหมัก; ส้มโอสายพันธุ์ทองดี ส้มโอสายพันธุ์ท่าซ้อย ส้มโอสายพันธุ์ทับทิมสยาม ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

¹ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: wilawanboonsupa@gmail.com

CHEMICAL PROPERTIES, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY EVALUATION OF FERMENTED VINEGAR FROM 3 CULTIVARS OF PUMMELO.

Wilawan Boonsupa^{1*} Kanokporn Lamai¹ Chitima Uthihong¹ Supanee Teppalun¹
Orathai Wanghin¹ Pojaporn Srikaensai¹ Ruegnapa Suensiri¹ Aniwat Paitap¹

Abstract

This study was conducted to produce fermented vinegars from three cultivars of pummelo, namely Thong Dee, Takoy and Tubtim Siam cultivars. The aim of the present study was to determine the chemical properties of the vinegars and their antioxidant activities. Sensory evaluation of the vinegars based on the-9 point hedonic rating scale was included in this study. Vinegar fermentation was performed by inoculating 10% (v/v) of *Acetobacter pasteurianus* into each of three rice wines with their initial alcohol content were adjusted to 4 % (v/v). The fermentation was conducted for 15 days at ambient temperature (30 °C) and sampling was performed at 5-day intervals. It was observed for all samples that the level of alcohol decreased continuously over the fermentation period, which was consistent to the increased level of total acidity. At the end of the fermentation process the fermented vinegar produced from the Thong Dee exhibited the highest level of acetic acid of 5.46 %. Antioxidant activities observed for the vinegars produced from the Thong Dee, Tubtim Siam and Takoy cultivar were 57.75 55.31 and 33.65 %, respectively. The results of the consumer acceptance test of ready-to-drink fermented pummelo vinegar showed that the average score of overall acceptance was not significantly different. ($P \geq 0.05$). The score was like moderately.

Keywords : fermented vinegar; Thong Dee; Takoy; Tubtim Siam; antioxidant activity

¹ Department of Biology, Faculty of Science and technology, Rajabhat Maha Sarakham University

* Corresponding Author, e-mail : wilawanboonsupa@gmail.com

บทนำ

ส้มโอ หมายถึง ผลไม้ตระกูลส้มชนิดหนึ่ง ที่มีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบมากที่สุด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus maxima* Merr. ส้มโอสามารถจัดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะสีของเนื้อผล คือ กลุ่มสีเหลืองอ่อน เช่น พันธุ์ขาวพวง กลุ่มสีเหลืองอมเขียว เช่น พันธุ์ขาวแป้น กลุ่มสีชมพูอ่อน เช่น พันธุ์ทองดี พันธุ์ท่าข่อย และกลุ่มสีชมพูแก่ เช่น พันธุ์ทับทิมสยาม นอกจากนี้เนื้อส้มโอ 100 กรัมมีโปรตีน 0.5 กรัม และไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 17.8 กรัม แคลเซียม 21 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 18 มิลลิกรัม วิตามินเอ 10 หน่วยและวิตามินซี 58 มิลลิกรัม [1]

สารแอนติออกซิแดนท์ คือสารสังเคราะห์หรือสารที่ได้จากธรรมชาติที่เติมลงไปในการผลิตภัณฑ์ มีความสามารถในการชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย ตัวอย่างของสารแอนติออกซิแดนท์ ได้แก่ สารโพลีฟีนอลิก วิตามินเอ และวิตามินซี

น้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้ เป็น น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักผลไม้ต่างๆ การผลิตน้ำส้มสายชูหมักมีการหมัก 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลให้เกิดแอลกอฮอล์ โดยใช้ยีสต์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ตามด้วยการหมักแอลกอฮอล์ให้เกิดกรดแอซิติก ด้วยแบคทีเรียในกลุ่ม *Acetobacter* และ *Gluconobacter* ในภาวะที่มีออกซิเจน น้ำส้มสายชูที่หมักได้ มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของกลิ่นวัตถุดิบ ปัจจุบันนิยมนำน้ำส้มสายชูหมักไปใช้เป็นเครื่องดื่มผสมน้ำผึ้งและน้ำอุ่นเพื่อสุขภาพ ทำให้ระบบย่อยอาหารดีขึ้น การนำส้มโอไปผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแปรรูปส้มโอให้เป็นเครื่องดื่มสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของส้มโอ ในการทดลองนี้ได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอ 3 สายพันธุ์ (พันธุ์ทองดี พันธุ์ท่าข่อย และพันธุ์ทับทิมสยาม)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตได้ และทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มด้วยวิธี 9-point hedonic rating scale

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการผลิตไวน์ส้มโอ

น้ำส้มโอ มาล้างให้สะอาดแล้วผ่านเปลือกเอาเฉพาะเนื้อนำไปคั้นและผสมน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:1 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้ได้เท่ากับ 4 ด้วยน้ำปูนใสปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 21 องศา บริกซ์ โดยใช้น้ำตาลทราย นำน้ำส้มโอ มาทำการหมักเชื้อโดยใช้อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตั้งน้ำส้มโอ ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส จากนั้นถ่ายลงขวดที่สะอาด ใส่เชื้อยีสต์ผงที่ใช้สำหรับทำไวน์ *Saccharomyces cerevisiae* Premier Blanc จาก ร้าน V uncle Pi ยีสต์และอุปกรณ์ โดยการละลายยีสต์ผงในน้ำอุ่นปริมาณ 60 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ตูดเชื้อยีสต์ลงในไวน์โดยใช้อัตราส่วนสารละลายยีสต์ต่อปริมาตรน้ำส้มโอเท่ากับ 8 มิลลิลิตร/ 1 ลิตร ปิดฝาขวดพลาสติกด้วยผ้าขาวบางที่รัดหนึ่งยาง เพื่อให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถระบายออกได้ หมักไวน์เป็นเวลา 5 วัน เมื่อหมักไวน์ครบ 5 วันทำการดูดส่วนใสลงในขวดใหม่ จากนั้น พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และบ่มไวน์ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน

2. วิธีการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์ส้มโอ

จากไวน์ส้มโอของแต่ละสายพันธุ์ที่เตรียมได้ นำไปปรับปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 10 โดยใช้ น้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว ถ่ายเชื้อ *Acetobacter pasteurianus* ร้อยละ 10 ที่เตรียมจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose yeast broth เขย่าบนเครื่องเขย่า เป็นเวลา 1 วัน ลงในไวน์ส้มโอแต่ละสายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 2 ฟลาสก์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่า บนเครื่องเขย่า shaker เป็นเวลา 15 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 5, 10, 15 เมื่อหมักน้ำส้มสายชู ครบ 15 วัน ทำการหยุดกระบวนการหมัก โดยการพาสเจอร์ไรส์น้ำส้มสายชูที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ในระหว่างการหมักไวน์และน้ำส้มสายชู ตรวจคุณภาพทางเคมี ดังนี้

1. วัดแอลกอฮอล์ โดยการเก็บตัวอย่างไวน์ใส่ microtube ปิดด้วยพาราฟิล์มเก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วัดปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยเครื่อง gas chromatography- Flame Ionization Detector (GC-FID) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-2014 มีรายละเอียดคือ ใช้ Capillary column ชนิด Rtx-wax (ความยาวของคอลัมน์ 30 มิลลิเมตร, เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร, ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร.) ระบบการฉีดสาร ประกอบด้วยอุณหภูมิของส่วนฉีดสาร 150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นจาก 40 องศาเซลเซียส (คงไว้ 1 นาที) และเพิ่มขึ้นในอัตรา 10 องศาเซลเซียส/นาที จนเป็น 100 องศาเซลเซียส (คงไว้ 1 นาที) ก๊าซพาเป็นก๊าซฮีเลียม อัตราการไหล 99.7 มิลลิลิตร/นาที ปริมาตรที่ฉีด 1 ไมโครลิตร ใช้ split mode ในอัตราส่วน 45.0 [2]

2. ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ โดยใช้เครื่อง (Refractometer)

3. ตรวจวัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter)

4. ตรวจวัดปริมาณกรดทั้งหมดโดยการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาไลน์เป็น indicator

5. การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ด้วย DPPH [3]

เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM โดยละลายด้วย ethanol 95% ปิเปตตัวอย่างมา 1.5 ml. และ ปิเปต DPPH 1.5 ml. ให้ทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลองนำไปเขย่าให้เข้ากัน รอให้สารละลายทำปฏิกิริยากัน 20 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 517 nm ใช้เอทานอลเป็น blank

$$\text{inhibition (\%)} = ((A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Sample}})/A_{\text{DPPH}}) \times 100$$

เมื่อกำหนดให้ A_{DPPH} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH Control

A_{Sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างหลังทำปฏิกิริยากับ DPPH

6. การทดสอบประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากไวน์ส้มโอ โดยมีส่วนผสมดังนี้ น้ำส้มสายชูจากไวน์ส้มโอ 200 กรัม น้ำผึ้ง 150 กรัม น้ำเปล่า 150 กรัม ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำน้ำส้มสายชูจากไวน์ส้มโอไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale ช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) -9 (ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิม โดยเป็นผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้

คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่นน้ำส้มสายชู รสเปรี้ยว รสหวาน และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

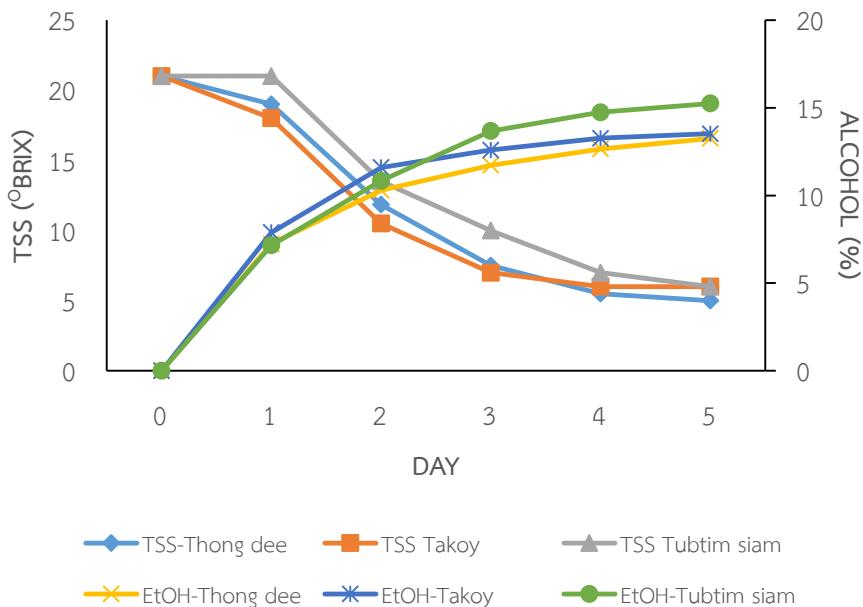
วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ด้วยวิธี one way anova และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม spss

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณภาพทางเคมีของไวน์ในระหว่างการหมัก

ผลวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมด จากการหมักไวน์ส้มโอเป็นเวลา 5 วัน โดยพบว่าในวันที่ 5 ไวน์ที่ทำจากส้มโอสายพันธุ์ทับทิมสยามมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดเป็น $15.24 \pm 0.50\%$ (ภาพที่ 1) ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์เกิดจากการย่อยน้ำตาลของยีสต์เปลี่ยนให้เป็นเอทานอล จากการทดลองพบว่าไวน์ส้มโอมีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่าไวน์ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (11.45%) [1] การหมักไวน์เป็นเวลา 5 วัน พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าอยู่ระหว่าง 5-6 องศาบริกซ์ (ภาพที่ 1) เนื่องจากกระบวนการหมักไวน์ เป็นกระบวนการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ โดยการเปลี่ยนไพรูเวตให้เป็นเอทานอลในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลส่วนหนึ่งในการเจริญเพื่อเพิ่มปริมาณเซลล์ และบางส่วนจะถูกนำไปใช้สังเคราะห์สารเมแทบอไลต์อื่นๆ ได้แก่ เอทานอล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอะซิติก กรดแล็กติก กรดซัคซินิก เป็นต้น [4]

จากการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์ที่ทำจากส้มโอทั้ง 4 สายพันธุ์ด้วยวิธี DPPH ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระนี้จะช่วยในการป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคต่อกระจุก และสารอนุมูลอิสระนี้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารบำรุงสุขภาพอีกด้วย ถ้าร่างกายของเรามีสารต้านอนุมูลอิสระที่เพียงพอจะช่วยลดโอกาสที่จะเป็นโรคเรื้อรังที่เป็นอันตรายเหล่านี้ได้ ผลการตรวจสอบพบว่า ไวน์ที่ทำจากส้มโอสายพันธุ์ทับทิมสยามมีร้อยละกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ 69.31 ± 0.41 (ตารางที่ 2) จากการวิจัยเห็นได้ว่า สายพันธุ์ของส้มโอที่นำมาทำไวน์ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในไวน์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [5] ศึกษาเรื่องสายพันธุ์ของเชอร์รี่ 9 สายพันธุ์ที่มีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์ พบว่า ไวน์เชอร์รี่ที่ทำจากสายพันธุ์ Shandong มีค่า EC_{50} น้อยที่สุด มีค่า 0.17 ± 0.01 มิลลิกรัมของไวน์

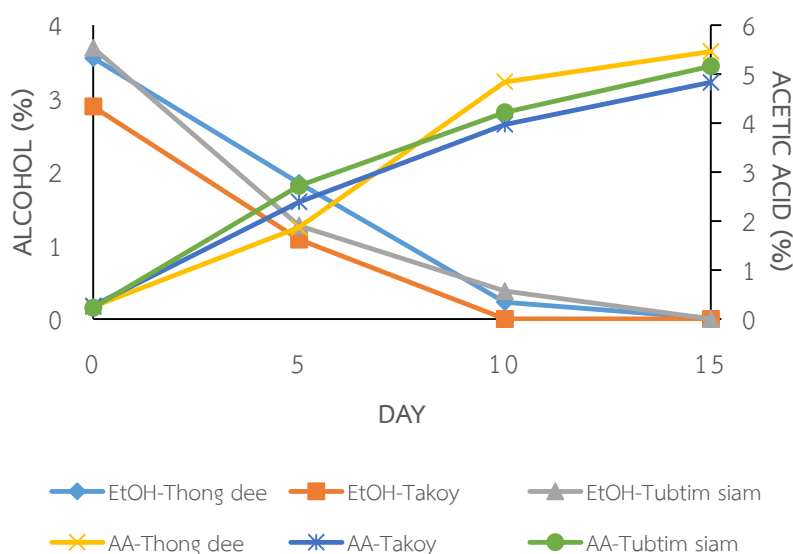


ภาพที่ 1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้(องศาบริกซ์) และปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ) ของไวน์ส้มโอ ที่ทำจากส้มโอ 3 สายพันธุ์

2 คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูในระหว่างการหมัก

2.1 ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดทั้งหมด

ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดทั้งหมด จากการผลิตน้ำส้มสายชูจากส้มโอทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ทองดี ท่าซ้อย และทับทิมสยาม โดยทำการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* เป็นเวลา 15 วัน พบว่าในวันที่ 15 ของการหมักน้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูที่หมักจากส้มโอทั้ง 3 สายพันธุ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงตลอดระยะเวลาในการหมัก และหมดลงในวันที่ 15 ของการหมัก ดังแสดงในรูปที่ 2 ในส่วนของปริมาณของกรดทั้งหมดพบว่าในวันที่ 15 ของการหมักน้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ $5.46 \pm 0.26\%$ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งน้ำส้มสายชูจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี มีปริมาณกรดทั้งหมดมากกว่าน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากแครนเบอร์รี่ ($5.01 \pm 0.01\%$) จากงานวิจัยของ [6] ซึ่งทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ จากการหมักน้ำส้มสายชู พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณของกรดทั้งหมดจากการหมักน้ำส้มสายชูจากส้มโอทั้ง 3 สายพันธุ์ ในช่วงเวลาวันที่ 0-15 พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง และมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก โดยปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 4.83-5.46 เนื่องจากแบคทีเรียเปลี่ยนแอลกอฮอล์ ให้เป็นกรด แอซิติก โดยเริ่มต้นในน้ำหมักมีสารอาหารต่างๆ อย่างพอเพียงมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หลังจากนั้นเมื่อเกิดการหมักสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง คือ มีค่าความเป็นกรด-เบสลดลงสารอาหารต่างๆลดลง และปริมาณของแอลกอฮอล์ที่เป็นสารอาหารในการหมักลดลง ทำให้ปริมาณการเกิดขึ้นของกรดทั้งหมดช้าลง และคงที่ในที่สุด



ภาพที่ 2 ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ) และปริมาณกรดอะซิติก(ร้อยละ) ของน้ำส้มสายชูส้มโอ ที่ทำจากส้มโอ 3 สายพันธุ์

3. การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอ 3 สายพันธุ์

จากการที่ได้ทำการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่ทำจากส้มโอทั้ง 3 สายพันธุ์ด้วย DPPH พบว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 57.75 ± 3.75 (ตารางที่ 2) ซึ่งส้มโอสายพันธุ์ทองดีมีลักษณะของเนื้อเป็นสีชมพูอ่อน และมีรสหวาน จากงานวิจัยของ [7] พบสาร naringin เป็นสารฟลาโวนอยด์ที่พบมากที่สุดที่ส้มโอไทย โดยส้มโอสายพันธุ์ทับทิมสยามและสายพันธุ์ทองดีมีปริมาณสาร naringin สูงที่สุดจากการเปรียบเทียบกับส้มโอ 5 สายพันธุ์ และส้มโอสายพันธุ์ทองดีเป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีสูง (60 มิลลิกรัม/100 กรัมของส่วนที่บริโภคได้) จากการทดลอง พบว่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่ทำจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี มีปริมาณสูงกว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากแคนตาลูป ($53.78 \pm 0.75\%$) [8]

ตารางที่ 2 ร้อยละกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์และน้ำส้มสายชูที่ทำจากส้มโอ 3 สายพันธุ์

ส้มโอ สายพันธุ์ต่างๆ	DPPH (% inhibition)	
	ไวน์	น้ำส้มสายชู
ทองดี	49.57 ± 0.74^c	57.75 ± 3.75^a
ท่าซ้อย	64.44 ± 0.54^b	33.65 ± 4.04^b
ทับทิมสยาม	69.31 ± 0.41^a	55.31 ± 0.01^a

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มที่เตรียมจากน้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอ 3 สายพันธุ์

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากส้มโอ 3 สายพันธุ์ (ทองดี, ท่าซ้อย และทับทิมสยาม) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic 9 scale Test โดย สเกลคะแนน คือ

- 9 - ชอบมากที่สุด
- 8 - ชอบมาก
- 7 - ชอบปานกลาง
- 6 - ชอบเล็กน้อย
- 5 - บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
- 4 - ไม่ชอบเล็กน้อย
- 3 - ไม่ชอบปานกลาง
- 2 - ไม่ชอบมาก
- 1 - ไม่ชอบมากที่สุด

โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 30 คน จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มที่ทำจากส้มโอต่างสายพันธุ์มีคะแนนการยอมรับด้านความใส กลิ่น สี รสชาติและความชอบรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และการยอมรับในภาพรวมพบว่า น้ำส้มสายชูที่ผลิตจากไวน์ส้มโอพันธุ์ท่าซ้อยมีระดับความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 6.63 ± 1.77 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ดังแสดงในรูปที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

สรุป

ผลการทดลองหมักน้ำส้มสายชูจากส้มโอสายพันธุ์ต่างๆ พบว่า น้ำส้มสายชูหมักจากส้มโอสายพันธุ์ทองดี มีปริมาณกรดทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ ร้อยละ 5.46 และ ร้อยละ 57.75 ตามลำดับ จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูส้มโอหมักพร้อมดื่มพบว่าได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากไวน์ส้มโอพันธุ์ท่าข่อยมีระดับความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 6.63 ± 1.77 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความชอบปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ประวีณา รังคะวงศ ปริญญาธรณ อิศรานูวัฒน์ และ จำไพ เกษทสาธ (2558). การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดแครงในอาหารเหลวและคุณสมบัติของเส้นใยที่ผลิตได้. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 33(5), 420-427.
- มณชัย เดชสังกรานนท์ อมรรัตน์ สีสุทอง และ สุวรรณ พิชัยวงศ์ (2549). *การผลิตไวน์จากส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งด้วยกระบวนการปลอดสารเคมี*. โครงการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- วิลาวัลย์ บุญยสุภา เกษดาวรรณ พลจันทร์ จุริมาศ แก้วเกษร จิตารัตน์ จันดอนแดง กมลลักษณ์ นันทฤทธิ์ และ กนกพงษ์ บัวพัฒน์. (2560). คุณภาพทางเคมี กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากแคนตาลูป 4 สายพันธุ์. *วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 19 ฉบับที่ 2*: 187-196.
- วันเพ็ญ จิตรเจริญ. (2556). *คู่มือไวน์เมกเกอร์*. เชียงใหม่; สำนักพิมพ์บริษัทเชียงใหม่พริ้นท์ติ้ง จำกัด.
- เสาวภา ไชยวงศ์ สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์ อีรพงษ์ เทพภรณ์ โรมรัน ชูศรี และ อุไรวรรณ ขุนจันทร์ (2553). *การประเมินสารออกฤทธิ์สำคัญในกลุ่ม Flavonoids และ Anthocyanins ของส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พันธุ์ขาวแตงกวา พันธุ์ขาวใหญ่ และพันธุ์ทับทิมสยาม ที่ปลูกในประเทศไทย*. รายงานการวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.
- Boonsupa, W. (2019). Chemical properties, antioxidant activities and sensory evaluation of berry vinegar. *Walailak Journal of Science and Technology*. Vol. 16 (6): 887-896.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology* 28:25- 30.
- Xiao, Z., Fang, L., Niu, Y., & Yu, H. (2015). Effect of Cultivar and Variety on Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Cherry Wine. *Food Chemistry* 186: 69–73.