



สมบัติทางเคมี สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับที่แช่ด้วยอบเชยและชะเอมเทศ

Chemical property, antioxidant activity and sensory evaluation of Persimmon
fermented vinegar macerate with Cinnamon and Licorice.

วิลาวัลย์ บุญยสุภา^{1*} กิตติศักดิ์ เกิดชาญ² กมลวรรณ มีภูคำ¹ จรรยาศิริ นครกลาง¹ ธนากร เนื้อจันทา¹
ปณิดา หม้อกา¹ สุนิสา หงส์ศาลา¹ ปาณิสรา ราชปัญญา¹ และ ศิริประภา มงคลมะไฟ¹

¹สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

²คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

*E-mail : wilawanboonsupa@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์ที่ผลิตจากพลับ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับที่แช่ด้วยสมุนไพร 2 ชนิด คือ อบเชยและชะเอมเทศเริ่มจากการทำไวน์พลับ โดยใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* Premier Blanc (ร้อยละ 0.75 ของปริมาตรน้ำพลับ) หมักให้เกิดแอลกอฮอล์ เป็นเวลา 5 วัน ในวันที่ 5 ของการหมักไวน์มีปริมาณแอลกอฮอล์ เท่ากับร้อยละ 10.18 นำไวน์พลับซึ่งหมักได้ไปปรับปริมาณของแอลกอฮอล์ เท่ากับร้อยละ 5 แล้วเติมเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* ที่มีปริมาตรร้อยละ 10 ปริมาตร/ปริมาตร หมักที่สภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างในวันที่ 0, 5, 10 และ 15 หลังสิ้นสุดการหมัก พบว่า น้ำส้มสายชูมีปริมาณกรดอะซิติกอยู่ที่ร้อยละ 4.10 ± 0.07 จากการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูพลับที่แช่อบเชยและชะเอมเทศ พบว่าน้ำส้มสายชูที่แช่อบเชยมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด อยู่ที่ 28.54 กรัมต่อมิลลิตร จากการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของสารหอมระเหยในน้ำส้มสายชูที่แช่ด้วยอบเชยด้วยวิธี Gas chromatography-mass spectrophotometry พบสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น Eucalyptol, β -

Received: August 22, 2019

Revised: November 29, 2019

Accepted: December 31, 2019

Linalool, α -Terpineol, endo-Borneol และ Fenchol จากการทดสอบประสาทสัมผัสตัวอย่างน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มพบว่าน้ำส้มสายชูพลับ ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 7.63 ± 1.16 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความชอบมากตามหลักเกณฑ์ 9-point hedonic scale

คำสำคัญ: น้ำส้มสายชูหมักพลับ น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ สารหอมระเหย

Abstract

This research studied vinegar production from persimmon wines. Chemical properties antioxidant activity and sensory tests of fermented vinegar from persimmon that was macerated with 2 types of herbs: cinnamon and licorice were studied, the first step made persimmon wine by used *Saccharomyces cerevisiae* (0.75% v/v of persimmon juice content) to produce alcohol. On the 5th day of alcoholic fermentation, the alcohol content was 10.18 %. Vinegar fermentation was produced by inoculated 10% (v/v) of *Acetobacter pasteurianus* into persimmon wines which was adjust alcohol content to 5 %, fermented at room temperature for 15 days. Analysis of samples on day 0, 5, 10 and 15 after the fermentation ends. It was found that vinegar had acetic acid at $4.10 \pm 0.07\%$. After that bring the herb (cinnamon and licorice) macerated in persimmon vinegar for 3 days. The antioxidant activity of persimmon vinegar macerated with cinnamon was found to be 28.54 gram per milliliter. The analysis of the composition of volatile compounds in vinegar macerated with cinnamon by gas chromatography-mass spectrophotometry, the result indicated antioxidant compounds such as Eucalyptol, β -Linalool, α -Terpineol, endo-Borneol and Fenchol. From sensory testing of ready-to-drink vinegar samples found that persimmon vinegar received the highest average liking score of 7.63 ± 1.16 which was rated as 9-point hedonic scale

Keywords: fermented vinegar; persimmon; drinking vinegar; antioxidant activity; volatile compound

1. บทนำ

พลับ (*Diospyros kaki* L.) แบ่งรสชาติได้ 2 ชนิด คือ พลับฝาด และพลับหวาน พลับอุดมไปด้วยแคลโรทีน 2710 หน่วยสากล ไฟเบอร์ร้อยละ 3.6 วิตามินเอ 2167 หน่วยสากล พลับมีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง ได้แก่ สารโพลีฟีนอล แทนนิน วิตามินซี และสารในกลุ่มแคลโรทีนอยด์ สารโพลีฟีนอลที่มีความสำคัญ คือ แทนนิน ซึ่งมีชื่อว่าไดออสไพริน (Diospyrin) สารต้านอนุมูลอิสระดังกล่าว จะ

ช่วยป้องกันภาวะผนังหลอดเลือดเสื่อม อันเป็นสาเหตุของโรคหัวใจ [1] อบเชย (*Cinamomum bejolghota*) เนื้อไม้มีกลิ่นหอมคล้ายการบูร เนื้อหยาบแข็ง ค่อนข้างเหนียว เปลือกมีรสหวานหอมใช้เป็นยาคัดถ่าย แก้วปวดศีรษะ ยาล้างลำไส้ แก้กูกแน่นท้องเสีย ใช้ปรุงเครื่องแกง เป็นเครื่องเทศ เป็นต้น [2] ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra* L.) สารประกอบหลัก ๆ ในรากของชะเอมเทศ คือ ไกลโคไซด์ ฟลาโวนอยด์ สารกลาบรีดิน สารประกอบแอสโตรเจน

ไกลเซอริน สารคูมาริน กรดอะมิโน สารอื่น ๆ เช่น กลูโคส ซูโครส วิตามินบี 1, 2 และวิตามินอี [3] สารต้านอนุมูลอิสระ คือสารสังเคราะห์หรือสารที่ได้จากธรรมชาติที่เติมลงไปในการผลิตภัณฑ์ มีความสามารถในการชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกายตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารโพลีฟีนอล วิตามินเอ และวิตามินซี น้ำมันหอมระเหย เป็นน้ำมันที่พืชผลิตขึ้นมาตามธรรมชาติเก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ เช่น กลีบ ดอก ใบ รากหรือเปลือกของลำต้น น้ำมันหอมระเหยจัดเป็นพวกสาร เมแทบอลิต์ทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้นมาจากกระบวนการเจริญเติบโต องค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นสารจำพวกเทอร์ปีน (terpenes) สารเทอร์ปีนที่พบมาก ได้แก่ โมโนเทอร์ปีนส์ เช่น สาร limonene ที่พบในน้ำมันมะนาว และ เลสควิเทอร์ปีนส์ พบในน้ำมันใบฝรั่ง [2]

น้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้ เป็น น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักผลไม้ต่าง ๆ การผลิตน้ำส้มสายชูหมัก มีการหมัก 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลให้เกิดแอลกอฮอล์ โดยใช้ยีสต์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ตามด้วยการหมักแอลกอฮอล์ให้เกิดกรดแอซิติกด้วยแบคทีเรียในกลุ่ม *Acetobacter* และ *Gluconobacter* ในภาวะที่มีออกซิเจน น้ำส้มสายชูที่หมักได้ มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของกลิ่นวัตถุดิบ ปัจจุบันนิยมนำน้ำส้มสายชูหมักไปใช้เป็นเครื่องปรุงรส ผสมน้ำผึ้งและน้ำอุ่นเพื่อสุขภาพ ทำให้ระบบย่อยอาหารดีขึ้น การนำกลับไปผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแปรรูปกลับไปเป็นเครื่องปรุงรสสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของพลับในการทดลองนี้ได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับที่แช่ด้วยอบเชยและชะเอมเทศ การแช่น้ำส้มสายชู

ด้วยสมุนไพรจะช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรให้กับน้ำส้มสายชู ทำให้ได้กลิ่น รสที่แปลกใหม่และเป็นการเพิ่มมูลค่าของน้ำส้มสายชูอีกด้วย

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วิธีการผลิตไวน์พลับ

นำพลับมาล้างให้สะอาดแล้วผ่านเปลือกเอาเฉพาะเนื้อนำไปคั้นและผสมน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:1 ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 21 องศาบริกซ์ โดยใช้น้ำตาลทราย นำน้ำพลับมาทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีตั้งน้ำพลับทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส จากนั้นถ่ายลงขวดที่ใช้หมัก ใส่เชื้อยีสต์ผงปริมาณ 5 กรัมที่ใช้สำหรับทำไวน์ *Saccharomyces cerevisiae* Premier Blanc โดยการละลายยีสต์ผงในน้ำอุ่นประมาณ 60 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 5 นาที คูลเชื้อยีสต์ลงในน้ำพลับโดยใช้อัตราส่วนสารละลายยีสต์ต่อปริมาณน้ำพลับเท่ากับเชื้อยีสต์ 1.5 มิลลิลิตร ต่อ น้ำพลับ 200 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดด้วยจุกสำลี เพื่อให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถระเหยออกได้ หมักไวน์เป็นเวลา 5 วัน เมื่อหมักไวน์ครบ 5 วันทำการรินเอาส่วนใสไว้ในขวดใหม่ จากนั้นพาสเจอร์ไรส์ไวน์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีและบ่มไวน์ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

2.2 วิธีการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์พลับ

จากไวน์พลับที่เตรียมได้ นำไปปรับปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 5 ปริมาตร/ปริมาตร โดยใช้ น้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว ถ่ายเชื้อ *Acetobacter pasteurianus* TISTR 521 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ร้อยละ 10 ที่เตรียมจากอาหารเลี้ยงเชื้อ

Glucose yeast broth เช้าบนเครื่องเขย่า เป็นเวลา 1 วัน ลงในไวน์ฟลัปปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 15 วันเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 5, 10 และ 15 เมื่อหมักน้ำส้มสายชู ครบ 15 วัน ทำการหยุดกระบวนการหมัก โดยการพาสเจอร์ไรส์น้ำส้มสายชูที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำอบเชยและชะเอมเทศไม่ได้ฆ่าเชื้อไปแช่ในน้ำส้มสายชูฟลัปที่ได้โดยใช้อัตราส่วนอบเชยและชะเอมเทศ 200 กรัมต่อน้ำส้มสายชู 1 ลิตร โดยแช่เป็นเวลา 3 วัน [4]

ในระหว่างการหมักไวน์และน้ำส้มสายชู ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ดังนี้

1. วัดแอลกอฮอล์กรดอะซิติก น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตส โดยการเก็บตัวอย่างไวน์ใส่ ไมโครทิวปิดด้วยพาราฟิล์มเก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วัดปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยเครื่อง High performance liquid chromatography (HPLC-RID) โดยใช้คอลัมน์ Aminex HPX-87H column (300x7.8 มิลลิเมตร.) อัตราการไหล 0.6 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์ 45 องศาเซลเซียส วัฏภาคเคลื่อนที่ใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.005 โมล/ลิตร ใช้ตัวตรวจวัดแบบ reflective index detector (RID-10A)/Degrasser DGU-20-As/ PumpLC-20AD/Auto sampler sil-20A/ Column oven CTO-20A เปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดอะซิติก และปริมาณของน้ำตาลกลูโคสกับกราฟเส้นตรงของสารละลายมาตรฐาน [5]

2. ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) โดยใช้เครื่อง (Refractometer)

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

4. การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH [6] เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลโดยละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ปีเปิดตัวอย่างมา 1.5 มิลลิลิตร และ ปีเปิด DPPH 1.5 มิลลิลิตร ให้ทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลองนำไปเขย่าให้เข้ากัน รอให้สารละลายทำปฏิกิริยากันนาน 20 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ปีเปิดตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 9.5 มิลลิลิตร (สำหรับ blank ใช้เอทานอลร้อยละ 95 แทนสารตัวอย่าง) เติมสารละลาย Folin-ciocalteu ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (มิลลิกรัม/ลิตร) [7]

6. การวิเคราะห์สารหอมระเหย โดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry

วิเคราะห์สารหอมระเหยใน น้ำส้มสายชู ทำการสกัดโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ไอระเหยของสารด้วยวิธี solid-phase micro extraction (SPME) ใช้ไฟเบอร์ Stable Flex™ 50/30 µm DVB/CAR/PDMS กวนและให้ความร้อนสารที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นสกัดสารระเหยที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และใช้เวลาในการดูดซับสาร 5 นาที

หลังจากนั้นฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง Gas Chromatograph ซึ่งใช้สภาวะในการวิเคราะห์ดังนี้ เครื่อง GC-MS ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7890A และ MS ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7000B มีรายละเอียดคือ ใช้ Capillary column ชนิด DB-WAX (ความยาวคอลัมน์ 60 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร) ระบบการฉีดสาร ประกอบด้วยอุณหภูมิของส่วนฉีดสาร 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นจาก 30 องศาเซลเซียสจนเป็น 250 องศาเซลเซียส (คงไว้ 5 นาที) ใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซพาให้อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตร/นาที ปริมาตรที่ฉีด 500 ไมโครลิตร ใช้ split mode ในอัตราส่วน 5:1 อุณหภูมิของส่วน ionization 230 องศาเซลเซียส ช่วงมวลในการวิเคราะห์ 30-500 เลขมวล ทำการเปรียบเทียบ Mass spectrum ขององค์ประกอบในน้ำส้มสายชูหมักกับสารมาตรฐานใน NIST Libraries ของเครื่อง GC-MS

7. การทดสอบประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากไวน์พลับ โดยมีส่วนผสมดังนี้ น้ำส้มสายชูจากไวน์พลับ 200 กรัม น้ำผึ้ง 150 กรัม น้ำเปล่า 150 กรัม ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำน้ำส้มสายชูจากไวน์พลับไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale โดย สเกลคะแนน คือ

9 – ชอบมากที่สุด

8 – ชอบมาก

7 – ชอบปานกลาง

6 – ชอบเล็กน้อย

5 – บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

4 – ไม่ชอบเล็กน้อย

3 - ไม่ชอบปานกลาง

2 - ไม่ชอบมาก

1 - ไม่ชอบมากที่สุด

โดยให้ผู้ทดสอบชิมน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น น้ำส้มสายชู รสเปรี้ยว รสหวาน และความชอบรวมวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ทดลองแต่ละ 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ด้วยวิธี one way ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16.0

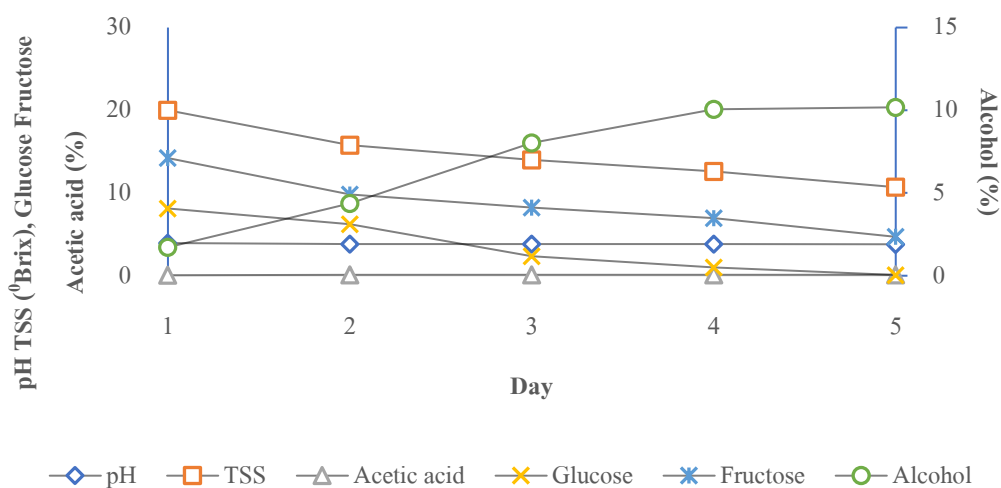
3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

3.1 คุณภาพทางเคมีของไวน์ในระหว่างการผลิต

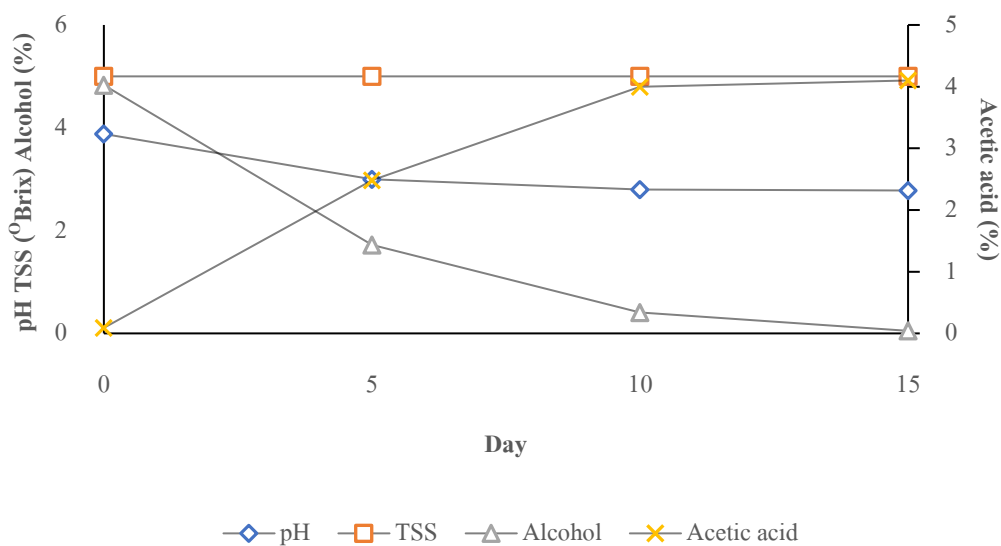
ผลวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสและปริมาณกรดอะซิติก จากการหมักไวน์พลับเป็นเวลา 5 วัน โดยพบว่าในวันที่ 5 ไวน์มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดเป็น 10.18% (ภาพที่ 1) ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์เกิดจากการย่อยน้ำตาลของยีสต์เปลี่ยนให้เป็นเอทานอล จากการทดลองพบว่าไวน์พลับมีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่าไวน์พลับผสมแครอทที่หมักเป็นเวลา 8 วัน (4.70 %) [8] การหมักไวน์เป็นเวลา 5 วัน พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าอยู่ระหว่าง 20-11 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาลกลูโคสเริ่มต้น 8% และหมดในวันที่ 5 ของการหมัก ปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสมีค่าอยู่ในช่วง 15-5% และปริมาณกรดอะซิติกมีค่าอยู่ในช่วง 0.06-0.10% (ภาพที่ 1) เนื่องจากกระบวนการหมักไวน์ เป็นกระบวนการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ โดยการเปลี่ยนโปรเวคให้

เป็นเอทานอลในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน โดย
ยีสต์จะใช้น้ำตาลส่วนหนึ่งในการเจริญ เพื่อเพิ่ม
ปริมาณเซลล์ และบางส่วนจะถูกนำไปใช้สังเคราะห์

สารเมแทบอไลต์อื่น ๆ ได้แก่ เอทานอล ก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอะซิติก กรดแล็กติก กรด
ซักซินิก เป็นต้น [9]



ภาพที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดอะซิติก ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ปริมาณ
น้ำตาลฟรุคโตส และปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์พลับ



ภาพที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดอะซิติก ของ
น้ำส้มสายชูพลับ

3.2. คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชู

3.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชู พลับ

จากการผลิตน้ำส้มสายชูจากพลับ โดยทำการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* เป็นเวลา 15 วัน พบว่าในวันที่ 15 ของการหมัก น้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูที่หมักจากพลับ มีปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงตลอดระยะเวลาในการหมัก จากในวันแรกเริ่มต้นที่ปริมาณ 5% และหมดลงในวันสุดท้ายของการหมักดังแสดงในภาพที่ 2 ในส่วนของปริมาณของกรดอะซิติกพบว่าในวันที่ 15 ของการหมักน้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูจากพลับมีปริมาณกรดอะซิติกเท่ากับ $4.10 \pm 0.07\%$ มีค่าความเป็นกรด-ด่างในวันสุดท้ายเท่ากับ 2.70 ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาในการหมัก มีปริมาณเท่ากับ 5 องศาบริกซ์ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งกลไกการผลิตกรดอะซิติกของเชื้อในสกุล *Acetobacter* จะมีความสามารถในการผลิตกรดอะซิติกได้ดีกว่าสกุลอื่น ๆ กระบวนการ นี้เป็นกระบวนการที่ต้องการออกซิเจนอย่างยิ่งยวด ในการผลิตน้ำส้มสายชูจะใช้สารตั้งต้นเป็นเอทานอล โดยแบคทีเรียอะซิติกจะออกซิไดซ์เอทานอลให้กลายเป็นกรดอะซิติกด้วยเอนไซม์ที่อยู่ผิวด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์สองชนิด ได้แก่ เอนไซม์ alcohol dehydrogenase ซึ่งมีโคแฟกเตอร์เป็น pyrroloquinoline quinone (PQQ) และ acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) กรดอะซิติกจะถูกขับออกมาสะสมอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อจนกระทั่งเอทานอลถูกออกซิไดซ์จนหมด [10]

3.2.2 การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูล อิสระของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับที่แช่อบเชยและ ชะเอมเทศ

จากการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับที่แช่อบเชยและชะเอมเทศด้วยวิธี DPPH ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระนี้จะช่วยในการป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด หากเรามีสารต้านอนุมูลอิสระที่เพียงพอ จะช่วยลดการเกิดโรคเรื้อรังที่เป็นอันตรายได้ [11] ผลการตรวจสอบพบว่า น้ำส้มสายชูที่ทำจากพลับแช่อบเชย มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 28.54 ± 2.53 กรัม/มิลลิลิตร (ตารางที่ 1) เนื่องจากในอบเชยมีสารประกอบฟีนอล เช่น Eugenol และ Cinnamaldehyde ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านมะเร็งได้ [13] จากการทดลอง พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่ทำจากพลับแช่อบเชย มีปริมาณสูงกว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากพลับ ($1,601 \mu\text{mol TE/kg}$) [12] สำหรับการตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำส้มสายชูจากพลับ พบว่า น้ำส้มสายชูที่ทำจากพลับแช่อบเชย (ตารางที่ 1) มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ $2,869 \pm 28.67$ มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าน้ำส้มสายชูจากพลับ ($324 \pm 55 \text{ mg/kg}$) [12] น้ำส้มสายชูที่แช่อบเชย มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hetal and Tagliazucchi [13] ได้ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของโยเกิร์ตผสมอบเชย พบว่า โยเกิร์ตผสมอบเชย (87.5 มิลลิกรัมของ Trolox/100 กรัมของโยเกิร์ต) มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าโยเกิร์ตธรรมชาติที่ยังไม่ปรุงแต่ง (62.5 มิลลิกรัมของ Trolox / 100 กรัมของโยเกิร์ต)

ตารางที่ 1 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำส้มสายชูที่หมักแบบธรรมชาติและหมักแบบเติมเชื้อ

น้ำส้มสายชู	DPPH (mg/mL)	ปริมาณสาร ฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)
พลับ	10.38±0.88 ^b	110.38±1.00 ^c
พลับหมักแบบเติมเชื้อ	28,542±2533 ^a	2,869±28.67 ^a
พลับหมักแบบธรรมชาติ	39.75±1.18 ^b	2,680±9.56 ^b

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

3.2.3 การวิเคราะห์สารหอมระเหยของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับ

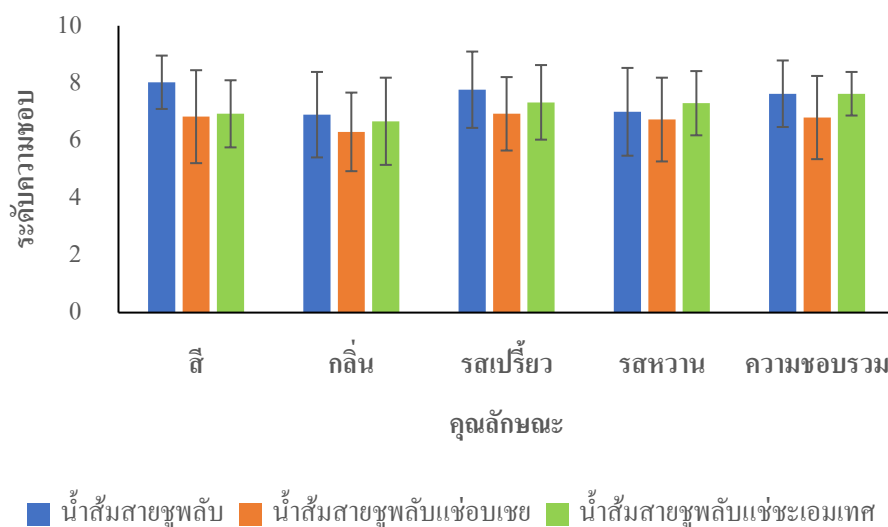
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารหอมระเหยในน้ำส้มสายชูหมักจากพลับและน้ำส้มสายชูพลับหมักแบบเติมเชื้อด้วยวิธี GC-MS ซึ่งองค์ประกอบของสารหอมระเหยที่เกิดขึ้นประกอบไปด้วยสารในกลุ่มต่าง ๆ หลายหลายประเภท ซึ่งส่งผลทำให้เกิดกลิ่นรสและสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ผลการทดสอบ

พบว่า น้ำส้มสายชูที่หมักแบบเติมเชื้อ มีสารหอมระเหยที่แตกต่างจากน้ำส้มสายชูพลับ (ตารางที่ 2) เช่น สารหอมระเหยในกลุ่มโมโนเทอร์ปีน ได้แก่ Eucalyptol, β -Linalool, Fenchol, (-)-4-Terpineol, Isoborneol, α -Terpineol และ endo-Borneol ซึ่งสารหอมระเหยเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านจุลชีพและสารต้านอนุมูลอิสระ [14]

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของสารหอมระเหยในน้ำส้มสายชูพลับและน้ำส้มสายชูพลับหมักแบบเติมเชื้อ

สารหอมระเหย	น้ำส้มสายชูพลับ	น้ำส้มสายชูพลับหมักแบบเติมเชื้อ
% Area		
Ester		
Ethyl acetate	2.31	0.62
3-Phenyl-1-propanol, acetate	-	0.56
Isopropyl myristate	-	0.36
Acid		
Acetic acid	20.16	13.57
Acetic acid, 2-phenylethyl ester	9.29	2.80
Acetic acid, cinnamyl ester	-	1.11
Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	-	3.00
Alcohol		

สารหอมระเหย	น้ำส้มสายชูพลับ	น้ำส้มสายชูพลับแช่ อบเชย
	% Area	
Ethanol	0.39	0.27
1-propanol, 2-methyl	0.52	0.25
1-Butanol, 3-methyl-, acetate	8.58	1.26
1-Butanol, 3-methyl-	12.65	5.24
2,3-Butanediol	0.49	0.28
p-Cymen-8-ol	-	0.30
Phenylethyl Alcohol	24.20	9.81
Cinnamyl alcohol	-	1.86
Ketone		
Camphor	-	0.25
Acetoin	0.73	0.52
Acetophenone	-	1.71
Aldehyde		
benzaldehyde	15.28	4.82
Benzaldehyde 2,5-dimethyl	1.51	0.29
Benzaldehyde 4-methyl	2.72	-
2-Phenyl-2-butenal	-	0.57
Cinnamaldehyde	0.20	11.90
3-Furaldehyde	0.45	-
Monoterpene		
Eucalyptol	-	9.56
β -Linalool	-	0.36
Fenchol	-	0.60
(-)-4-Terpineol	-	9.49
Isoborneol	-	0.57
α -Terpineol	-	10.78
endo-Borneol	-	7.31
Acetal		
1,3-Dioxolane, 2,4,5-trimethyl-	0.52	-



ภาพที่ 3 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

3.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากน้ำส้มสายชูพลับ น้ำส้มสายชูพลับแช่อบเชย และน้ำส้มสายชูพลับแช่ชะเอมเทศ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสแบบ 9 Point Hedonic scale Test โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 18-30 ปี จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มที่ทำจากน้ำส้มสายชูพลับ น้ำส้มสายชูพลับแช่อบเชย และน้ำส้มสายชูพลับแช่ชะเอมเทศ มีคะแนนการยอมรับด้านสี รสเปรี้ยวและความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และการยอมรับในภาพรวมพบว่า น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มที่ผลิตจากน้ำส้มสายชูพลับมีระดับความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 7.63 ± 1.16 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความชอบมาก ดังแสดงในภาพที่ 3

4. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองหมักน้ำส้มสายชูจากพลับและเอาอบเชยและชะเอมเทศมาแช่ในน้ำส้มสายชูพบว่าไวน์พลับมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดเป็น 10.18 % ส่วนน้ำส้มสายชูมีปริมาณกรดอะซิติกเท่ากับ 4.10 % กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่แช่อบเชยมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูง ($2,869 \pm 28.67$ มิลลิกรัม/ลิตร) และมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ $2,869 \pm 28.67$ มิลลิกรัม/ลิตร และการทดสอบการยอมรับของน้ำส้มสายชูจากพลับพบว่า น้ำส้มสายชูจากพลับมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด เท่ากับ 7.63 จากงานวิจัยพบว่าน้ำส้มสายชูพลับแช่อบเชยมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงมาก เนื่องจากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูเป็นตัวทำลายที่ดีในการสกัดสารสำคัญในอบเชยออกมา สอดคล้องกับการศึกษาองค์ประกอบของสารหอมระเหยในน้ำส้มสายชูแช่อบเชย พบสารหอมระเหยในกลุ่ม

โมโนเทอร์ปีนหลายตัว ซึ่งสารหอมระเหยเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มสายชูพลับแห้งอบเชยมีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ให้กับประชาชนหรือต่อยอดสู่การพาณิชย์ได้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] จารุวรรณ ภัทรสรเพชญ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นจากพิวเรพลับ (*Diospyros kaki* L.). ปรินญาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2549.
- [2] ลาวรรณ บัวสาย. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและกานพลูในการยืดอายุการเก็บรักษาของขนมโมจิ. รายงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2548.
- [3] โชติกา หาญนรเศรษฐ์. การศึกษาประสิทธิภาพของยาทาสารสกัดจากชะเอมเทศ 5% เปรียบเทียบกับยาทาสารไอโซเทรทีโนอิน 0.05% ในการลดการผลิตชีบ่มในผู้ที่มีภาวะหน้ามัน. ปรินญาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. 2558.
- [4] Cejudo-Bastante M.J., Durán E., Castro R., Rodríguez-Dodero M.C., Natera R. and García-Barroso C. Study of the volatile composition and sensory characteristics of new Sherry vinegar-derived products by maceration with fruits. *LWT – Food Science and Technology*. 2013. 50 : 469-479.
- [5] Aguiar A., Nascimento R.A.D.A., Ferretti L.P and Goncalves A.R. Determination of organic acids and ethanol in commercial vinegars. *Braz. J. Food Technol.* 2005. 51-56.
- [6] Brand-Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LebensmWiss Technology* 1995. 28 : 25- 30.
- [7] Singleton V.L., Orthofer R. and Lamuela-Raventós R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 1999. 299 : 152-178.
- [8] อำพรธณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และ สุนันทิดา สิง-หพล. การผลิตไวน์พลับผสมแครอท. *ว.วิทย์. กษ.* 47(2) พิเศษ: 2559; 165-169.
- [9] วันเพ็ญ จิตรเจริญ. คู่มือไวน์เมกเกอร์. สำนักพิมพ์บริษัทเชียงใหม่พรีนตติ้งจำกัด., เชียงใหม่. 2556.
- [10] ฉัญฐ์สรัล สายชนะ. แบคทีเรียอะซิติก : สรีรวิทยาและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม. *ว. วิทย์. เทคโนโลยี. หัวเลี้ยวเฉลิมพระเกียรติ*. 1(1) : 75-89.
- [11] โอภา วัชรคุปต์ จันทนา บุญรัตน์ ปรีชา บุญสูง และ มาลีรักษ์ อดิศักดิ์ทอง. สารต้านอนุมูลอิสระ. พี. เอส. พรินท์, กรุงเทพฯ. 2549.
- [12] Ubeda C., Hidalgo C., Torija M.J., Mas A., Troncoso A.M and Morales M.L. Evaluation of antioxidant activity and total phenols index in persimmon vinegars

- produced by different processes. *LWT - Food Science and Technology*, 2011, 44 :1591-1596.
- [13] Hetal A. and Tagliazucchi D. Impact of in-vitro gastro-pancreatic digestion on polyphenols and cinnamaldehyde bioaccessibility and antioxidant activity in stirred cinnamon-fortified yogurt. *LWT – Food Science and Technology*, 2018, 89 : 164 –170.
- [14] Zengin H. and Baysal A.H. Antibacterial and antioxidant activity of essential oil terpenes against pathogenic and spoilage-forming bacteria and cell structure-activity relationships evaluated by SEM microscopy. *Molecules*, 2014, 19 : 17773-17798