

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์เมล่อนและการหมักแบบกะซ้ำ

Development of Melon Wine Products and Repeated-Batch Fermentation

เบญจมาส เชียรศิลป์^{1*}, อภิสรา เอียดเจริญ¹ และรัตนพรรณ ภูมิไชยา¹Benjamas Cheirsilp^{1*}, Apisara Iadcharoen¹ and Rattanapan Phomchaiya¹

Received date: 4 เม.ย. 66 Revised date: 3 ก.ย. 66 Accepted date: 29 ก.ย. 66

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.03.24.004>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สนใจนำเมล่อนมาทำการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้เป็นผลิตภัณฑ์ไวน์โดยใช้เทคโนโลยีการหมัก โดยศึกษาผลของการใช้เมล่อนสองสายพันธุ์ คือ สายพันธุ์โมโม (เนื้อสีส้ม) และสายพันธุ์คิมจิ (เนื้อสีเขียว) ผลของสัดส่วนของน้ำเมล่อนสกัดต่อน้ำที่ 1:0, 1:1 และ 1:2 และผลของระยะเวลาในการหมักที่ 2, 3, 5 และ 7 วัน จากการทดลองพบว่าน้ำเมล่อนเนื้อสีเขียวสามารถหมักได้เร็วกว่าน้ำเมล่อนเนื้อสีส้ม และพบว่าการเจือจางน้ำเมล่อนสกัดต่อน้ำที่สัดส่วน 1:2 และหมักด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ทางการค้า เป็นเวลา 2 วัน ให้ผลผลิตไวน์ที่ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยที่ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งแสดงถึงการได้รับการยอมรับโดยผู้ทดสอบชิม และพบว่าสามารถหมักไวน์เมล่อนแบบกะซ้ำโดยใช้เชื้อยีสต์จากการหมักเดิมเป็นหัวเชื้อสำหรับการหมักในรอบถัดไปได้ถึง 4 รอบ โดยที่ยังให้ประสิทธิภาพในการหมักสูง ซึ่งวิธีนี้สามารถลดต้นทุนการเตรียมหัวเชื้อและยังสามารถลดระยะเวลาการหมักได้อีกด้วย และจากการศึกษาการปรับปรุงรสชาติโดยการผสมไวน์เมล่อนสีเขียวกับน้ำเมล่อนสกัดเข้มข้นในอัตราส่วน 2:1 ทำให้ไวน์มีรสชาติหวาน กลิ่นหอม และได้คะแนนการยอมรับเพิ่มขึ้นเป็น 7.3 คะแนน

คำสำคัญ: ไวน์เมล่อน การหมักไวน์ การหมักแบบกะซ้ำ การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Abstract

This study aimed to develop melon wine through fermentation technology in order to increase the value of melon. Two varieties of melon, Momo (orange pulp) and Kimoji (green pulp), were used for wine production. The effect of dilution of extracted melon juice by water at 1:0, 1:1 and 1:2 ratio and fermentation duration at 2, 3, 5 and 7 days were studied. It was found that green-pulp melon juice could be processed into wine product faster than orange-pulp melon juice. The optimal conditions were dilution ratio of extracted melon juice with water at 1:2 and fermented with commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae* for 2 days. The melon wine received an average liking score of 7 on a nine-point scale indicating acceptable sensory quality. This study also attempted to increase wine fermentation efficiency and reduce the cost of inoculum preparation by performing repeated-batch fermentation. The repeated-batch fermentation using the culture broth as the inoculum for the following batch could be performed up to 4 cycles with high fermentation efficiency. This method not only reduces the inoculum preparation cost but also shorten the fermentation time. To improve the taste, the green melon wine was formulated by adding concentrated melon juice at wine to juice ratio of 2:1. The formulated green melon wine showed better taste and received higher average liking score of 7.3.

Keywords: melon wine, wine fermentation, repeated-batch fermentation, product development

คำนำ

ประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้สามารถปลูกผลไม้ได้หลากหลายชนิด ซึ่งเมล่อนเป็นผลไม้ในตระกูล Cucurbitaceae ได้ชื่อว่าเป็น “ราชินีแห่งพืชตระกูลแตง” เพราะเป็นผลไม้ที่มีรสชาติหวาน กลิ่นหอม อร่อย โดยเมล่อนจะมีเนื้อสีที่แตกต่างกันทั้งสีเขียวและสีส้ม เปลือกจะมีลักษณะเป็นตาข่ายสานกันเป็นลายนูน และมีขนาดเล็กกว่าแคนตาลูป เมล่อนมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในปริมาณสูง มีวิตามินซี วิตามินเอ เบต้าแคโรทีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก ไม่มีไขมัน และคอเลสเตอรอล อีกทั้งยังแคลอรีต่ำ นอกจากนี้ยังมีความเชื่อว่าเอนไซม์ในน้ำเมล่อน Superoxide dismutase (SOD) มี

¹ ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศนวัตกรรมเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

¹ Center of Excellence in Innovative Biotechnology for Sustainable Utilization of Bioresources, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Songkhla 90110

* Corresponding author, Email: benjamas.che@psu.ac.th

สรรพคุณช่วยต้านอนุมูลอิสระ และลดกระบวนการทางเคมีที่ส่งผลให้สามารถลดระดับความเครียดได้ (Johnson and Giulivi, 2005) เมล่อนเดิมมีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบทวีปแอฟริกา แต่ในปัจจุบันเกษตรกรไทยส่วนใหญ่หันมาปลูกเมล่อนมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตมีราคาสูง ปลูกง่าย จนทำให้ผลผลิตเมล่อนเพิ่มสูงขึ้น โดยในปี 2559 มีรายงานพื้นที่ปลูกเมล่อนในประเทศไทยอยู่ที่ 6,040.25 ไร่ มีผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ 9.39 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่ 2,000 กิโลกรัม โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่จังหวัดอยุธยา นนทบุรี จันทบุรี และนครราชสีมา ราคาขายเฉลี่ยกิโลกรัมละ 30 บาท (Suphan buri provincial agriculture and cooperatives office, 2017) แต่บางครั้งทำให้เกิดภาวะเมล่อนล้นตลาด ราคาต่ำลง และเกิดผลผลิตที่สุกงอมเกินไป ซึ่งในทางอุตสาหกรรมยังไม่ค่อยมีการนำเมล่อนมาแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม หลายกลุ่มเกษตรกรเริ่มเห็นความสำคัญของการนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและยืดอายุการเก็บรักษา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเมล่อนมาทำการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าโดยใช้เทคโนโลยีการหมัก การหมักเป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำงานของยีสต์ในน้ำผลไม้หรือยีสต์ที่เพิ่มเข้าไปทำให้เกิดการผลิตแอลกอฮอล์และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไวน์ ไวน์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแอลกอฮอล์ไม่เกินร้อยละ 15 ปัจจุบันพบว่ามีความนิยมดื่มไวน์กันมากขึ้น เนื่องจากไวน์มีประโยชน์ต่อการทำงานของหัวใจ ในทางการแพทย์ ไวน์เป็นอาหารบำบัดความเจ็บปวดเล็กๆ น้อยๆ และสามารถใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน การที่จะหมักไวน์ให้มีรสชาติและคุณภาพดีนั้น ต้องมีการเลือกวัตถุดิบที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลและสารอาหารที่เหมาะสมกับการทำงานของยีสต์ มีการควบคุมสภาวะและระยะเวลาในการหมัก (Gómez et al., 2008; Suyotha and Bunrung, 2021) งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการหมักไวน์โดยใช้เมล่อนสองสายพันธุ์ คือ สายพันธุ์โมโมะ (เนื้อสีส้ม) และสายพันธุ์คิโมจิ (เนื้อสีเขียว) โดยศึกษาสัดส่วนของน้ำเมล่อนสกัดต่อน้ำที่เหมาะสม ระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสม รวมทั้งศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักไวน์และลดต้นทุนการเตรียมหัวเชื้อโดยการหมักแบบกะขี้ จากนั้นจึงศึกษาผลการเติมน้ำเมล่อนผสมกับไวน์เมล่อนเพื่อปรับสี กลิ่น และรสชาติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างน้ำเมล่อนสกัดเข้มข้น

นำเนื้อเมล่อนสีส้มและสีเขียวมาปั่นด้วยเครื่องสกัดเย็นจนเนื้อกลายเป็นน้ำเมล่อนสกัดและวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเมล่อน หลังจากนั้นเตรียมหัวเชื้อยีสต์ผง *Saccharomyces cerevisiae* ทางการค้า (Lalvin ICV K1-V1116, Lalvin, Canada) โดยแบ่งน้ำเมล่อนมา 10 มิลลิลิตร และเติมหัวเชื้อ 0.25 กรัม และเขย่าด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักไวน์ต่อไป

การศึกษามลของการเจือจางน้ำเมล่อนสกัดเข้มข้นต่อการหมักไวน์และผลของระยะเวลาการหมักไวน์เมล่อน

นำน้ำเมล่อนสกัดเข้มข้นมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่ 1:0, 1:1, 1:2 ปรับพีเอชด้วยกรดซิตริกร้อยละ 0.4 ให้พีเอชได้เท่ากับ 4.5 เติมน้ำตาลทราย ให้ได้ค่าน้ำตาลเริ่มต้น 22 องศาบริกซ์ จากนั้นนำน้ำเมล่อนเทลงในเหยือก 1.5 ลิตร ฆ่าเชื้อด้วยสารโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่เตรียมไว้ 0.18 กรัมต่อลิตร ตั้งทิ้งไว้ก่อนเติมเชื้อ 24 ชั่วโมง จากนั้นหมักไวน์เมล่อนในขวดแก้วใสปริมาตร 700 มิลลิลิตร ปริมาตรน้ำเมล่อน 500 มิลลิลิตร เติมหหัวเชื้อยีสต์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) เก็บตัวอย่างที่วันที่ 1, 2, 3, 5 และ 7 เพื่อนำน้ำหมักที่ได้มาวัดปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่อง Ebulliometer (Alla France, ประเทศฝรั่งเศส) วัดพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช (Mettler Toledo รุ่น F20 FiveEasy™ ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดด้วยเครื่อง Refractometer (ATAGO รุ่น Master-93H ประเทศญี่ปุ่น) มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}\text{Brix}$) วัดปริมาณแอลกอฮอล์ และวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter) ระบบ C.I.E. L^* , a^* , b^* , C^* และทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์เมล่อนที่หมักเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยใช้วิธีการให้คะแนน ความชอบ 9 คะแนน (9-Point Hedonic Scales) (9 คะแนน = ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน (ผู้ชาย 15 คน, ผู้หญิง 15 คน) การเสิร์ฟตัวอย่างพร้อมแบบสอบถามให้กับผู้ทดสอบ โดยเสิร์ฟตัวอย่างปริมาตรละ 5 มิลลิลิตร มีการควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างที่ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเสิร์ฟน้ำดื่มเพื่อให้ผู้ทดสอบทำความสะอาดช่องปากก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป จากนั้นให้ผู้ทดสอบชิมและประเมินความชอบในคุณลักษณะ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม จากนั้นคัดเลือกสูตรที่มีความเป็นไปได้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

การหมักไวน์เมล่อนแบบกะขี้

ทำการหมักไวน์เมล่อนแบบกะขี้โดยใช้น้ำเมล่อนที่เหมาะสมจากการทดลองข้างต้นและมีความเข้มข้นน้ำตาลเริ่มต้น 22 องศาบริกซ์ พีเอช 4.5 พร้อมทั้งเปรียบเทียบการหมักโดยใช้หัวเชื้อยีสต์จากการเตรียมหัวเชื้อแบบไม่เขย่าและเขย่าที่ความเร็วรอบที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการเติมหหัวเชื้อในน้ำเมล่อนเจือจางที่ฆ่าเชื้อแล้ว

หมักเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการเติมน้ำหมักออกร้อยละ 90 แล้วจึงเติมน้ำเมล็ดใหม่เข้าไปที่ความเข้มข้นน้ำตาลเท่าเดิม ทำการหมักแบบกะซ้ำทั้งหมด 4 รอบ

การศึกษาการเติมน้ำเมล็ดเพื่อปรับรสชาติไวน์เมล็ดองุ่น

นำไวน์เมล็ดองุ่นที่เหมาะสมจากการทดลองข้างต้น มาเติมน้ำเมล็ดองุ่นสกัดเข้มข้นในอัตราส่วนไวน์เมล็ดองุ่นต่อน้ำเมล็ดองุ่นสกัดที่ 1:0, 2:1, 1:1 และ 1:2 จากนั้นนำมาวัดปริมาณแอลกอฮอล์ พีเอช และปริมาณน้ำตาลในรูปของแข็งทั้งหมด และทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์เมล็ดองุ่น

การวิเคราะห์/ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้

นำไวน์เมล็ดองุ่นที่ได้จากการเติมน้ำเมล็ดองุ่นเพื่อปรับรสชาติไวน์เมล็ดองุ่น ทดสอบสารต้องห้ามตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้ ได้แก่ SO₂, Copper, Iron, Lead, Arsenic และ Ferrocyanide (Ministry of Industry, 2003) โดยส่งตรวจ ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ทางสถิติโดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของตัวอย่างไวน์เมล็ดองุ่นโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 16

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของการเจือจางน้ำเมล็ดองุ่นสกัดเข้มข้นต่อการหมักไวน์

จากการศึกษาผลของการเจือจางน้ำเมล็ดองุ่นสกัดที่สัดส่วนของน้ำเมล็ดองุ่นสกัดต่อน้ำที่ 1:0, 1:1 และ 1:2 แล้วปรับความเข้มข้นน้ำตาลให้เท่ากับน้ำตาลทราย (น้ำตาลซูโครส) ที่ร้อยละ 22 และทำการเติมกรดเพื่อปรับพีเอชให้เท่ากับ 4.5 (Figure 1) ทำการหมักเป็นเวลา 7 วัน ผลการทดลองการหมักน้ำเมล็ดองุ่นสีส้มและสีเขียวแสดงใน Figure 2 และ Figure 3 ตามลำดับ พบว่าทั้งสามสูตรให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงใกล้เคียงกันในช่วงร้อยละ 12 – 13 โดยปริมาตร ($p>0.05$) ซึ่งได้ตามมาตรฐาน มพข.2/2556 คือไม่เกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร และพบว่าทั้งสามสูตรมีปริมาณน้ำตาลเหลือในวันที่ 7 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการหมักพบว่าในช่วง 2 วันแรกของการหมัก ชุดที่ใช้ น้ำเมล็ดองุ่นสีเขียวทำให้ยีสต์มีการใช้น้ำตาลอย่างรวดเร็วและมีการผลิตแอลกอฮอล์ได้เร็วกว่าชุดที่ใช้ น้ำเมล็ดองุ่นสีส้ม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณสารอาหารและน้ำตาลเริ่มต้นในน้ำคั้นเมล็ดองุ่นแตกต่างกัน โดยชุดที่ใช้ น้ำเมล็ดองุ่นสีเขียวจะมีความหวานเริ่มต้นจากน้ำตาลกลูโคสในเมล็ดองุ่นสูงถึง 16-18 องศาบริกซ์ ซึ่งน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลที่ยีสต์สามารถใช้ในการเจริญและผลิตเอทานอลได้ดี (Erian and Sauer, 2022) ในขณะที่ชุดที่ใช้ น้ำเมล็ดองุ่นสีส้มจะมีการเติมน้ำตาลทรายซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส เพื่อปรับความเข้มข้นน้ำตาล ทำให้ยีสต์จะมีการใช้น้ำตาลและการผลิตเอทานอลช้ากว่า และพบว่าการเจือจางน้ำเมล็ดองุ่นสีส้มทำให้ยีสต์มีการใช้น้ำตาลและผลิตเอทานอลได้ช้ากว่า และค่าพีเอชมีการลดลงช้ากว่าด้วย ซึ่งอาจเนื่องจากการเจือจางทำให้สารอาหารที่จำเป็นสำหรับยีสต์เจือจางไปด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Suyotha and Bunrung (2021) ที่ศึกษาอัตราส่วนเนื้อสละและชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์ และพบว่าการใช้ปริมาณเนื้อสละที่อัตราส่วนต่ำ มีผลทำให้ระยะเวลาในการหมักไวน์เกิดขึ้นช้ากว่าการใช้เนื้อสละที่อัตราส่วนสูง

สำหรับการประเมินความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมของไวน์เมล็ดองุ่น แสดงผลดัง Table 1 พบว่าทั้งสามสูตรได้รับคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าไวน์เมล็ดองุ่นทั้งสองสายพันธุ์ได้รับคะแนนการยอมรับมากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้ จากงานวิจัยของ Gómez et al. (2008) ที่ศึกษาการใช้วัตถุดิบเมล็ดองุ่นที่ผ่านการวิธีการเตรียมแตกต่างกัน คือ น้ำเมล็ดองุ่นจากการคั้น เนื้อเมล็ดองุ่นบดที่ปอกเปลือกก่อน และเนื้อเมล็ดองุ่นบดที่ไม่ปอกเปลือก พบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดคือ น้ำเมล็ดองุ่นจากการคั้นและเนื้อเมล็ดองุ่นบดที่ปอกเปลือกก่อน และชุดที่ปรับพีเอชให้เป็น 3.8 ก่อนหมักจะให้แอลกอฮอล์ที่สูงและมีกลิ่นรสที่ดีกว่าการไม่ปรับพีเอช เนื่องจากการปรับพีเอชจะส่งผลให้สามารถคงสารระเหยไวน์ไวน์ได้ดีกว่า ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำน้ำเมล็ดองุ่นจากการคั้นและมีการปรับพีเอชก่อนการหมัก จึงทำให้ไวน์เมล็ดองุ่นที่ได้มีกลิ่นรสหอม ซึ่งผลจากการทดลองครั้งนี้ได้เลือกน้ำเมล็ดองุ่นเนื้อสีเขียว เนื่องจากมีอัตราการผลิตแอลกอฮอล์เร็วกว่าการใช้น้ำเมล็ดองุ่นเนื้อสีส้ม และเลือกใช้สัดส่วนน้ำเมล็ดองุ่นต่อน้ำ 1:2 เนื่องจากมีต้นทุนวัตถุดิบต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น

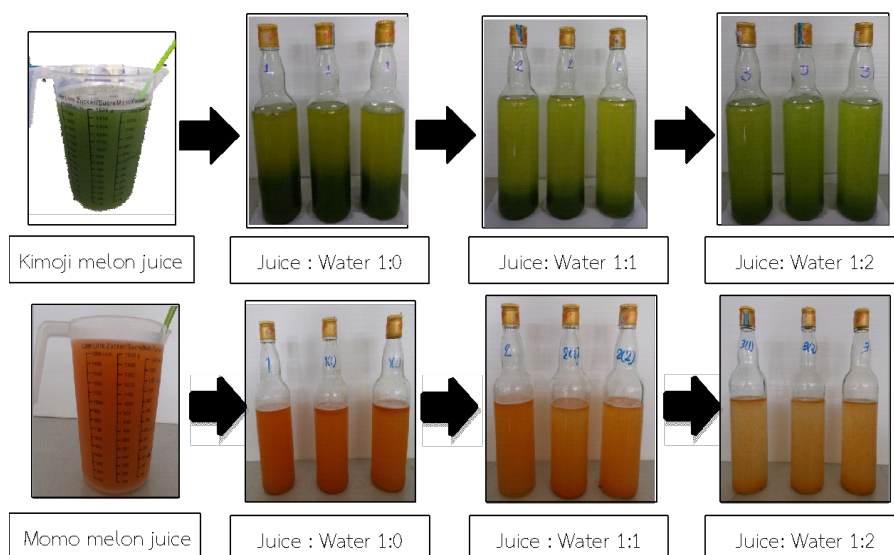


Figure 1 Preparation of melon juice for wine fermentation.

Table 1 Sensory evaluation results of melon wine with different ratio of melon juice to water

Ratio of melon juice to water	Sensory evaluation results				
	Appearance	Color	Odor	Flavor	Overall
Green melon					
1:0	7.17±1.41 ^a	6.90±1.42 ^a	6.47±1.64 ^a	5.43±1.28 ^a	5.37±1.62 ^a
1:1	7.00±1.31 ^a	7.83±1.30 ^a	6.26±1.63 ^a	5.93±1.80 ^a	6.47±1.06 ^a
1:2	7.43±0.84 ^a	7.30±1.27 ^a	6.43±1.20 ^a	6.70±1.13 ^a	6.93±1.06 ^a
Orange melon					
1:0	7.00±1.39 ^a	7.13±1.41 ^a	6.00±1.79 ^a	5.40±1.65 ^a	6.17±1.57 ^a
1:1	7.37±1.11 ^a	7.27±1.15 ^a	6.53±1.69 ^a	5.93±1.84 ^a	6.43±1.50 ^a
1:2	6.50±1.54 ^a	6.30±1.72 ^a	6.57±1.26 ^a	6.67±1.60 ^a	6.87±1.38 ^a

Different superscript letters in the same column indicate significant differences between 6 treatments ($p \leq 0.05$).

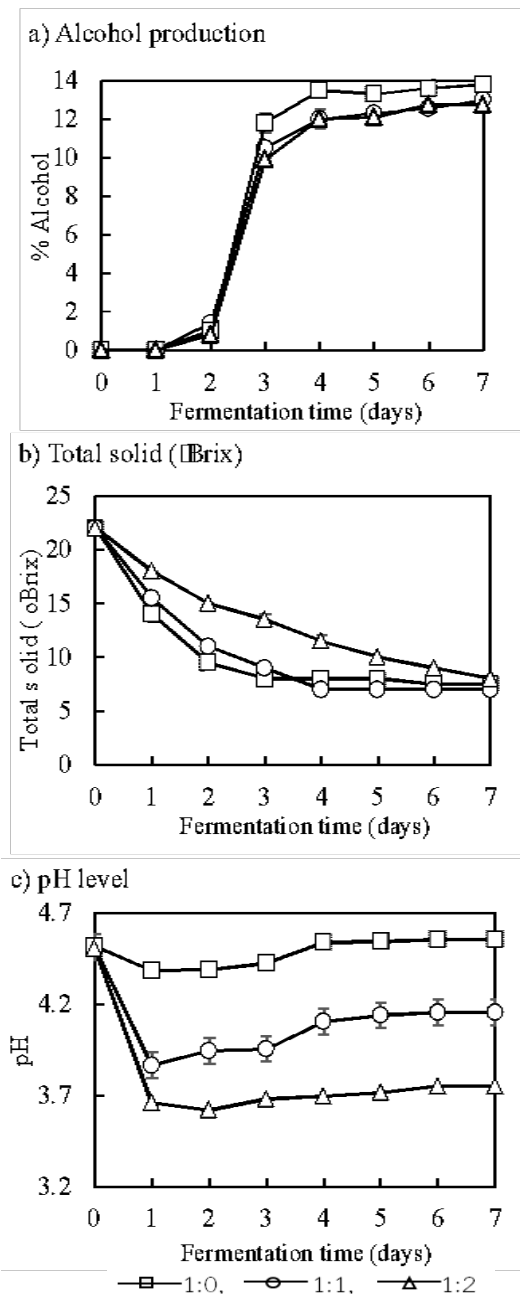


Figure 2 Effect of melon juice ratio on fermentation of orange melon wine at room temperature for 7 days. There was no significant difference between treatments for alcohol and total solid at day 7 ($p>0.05$).

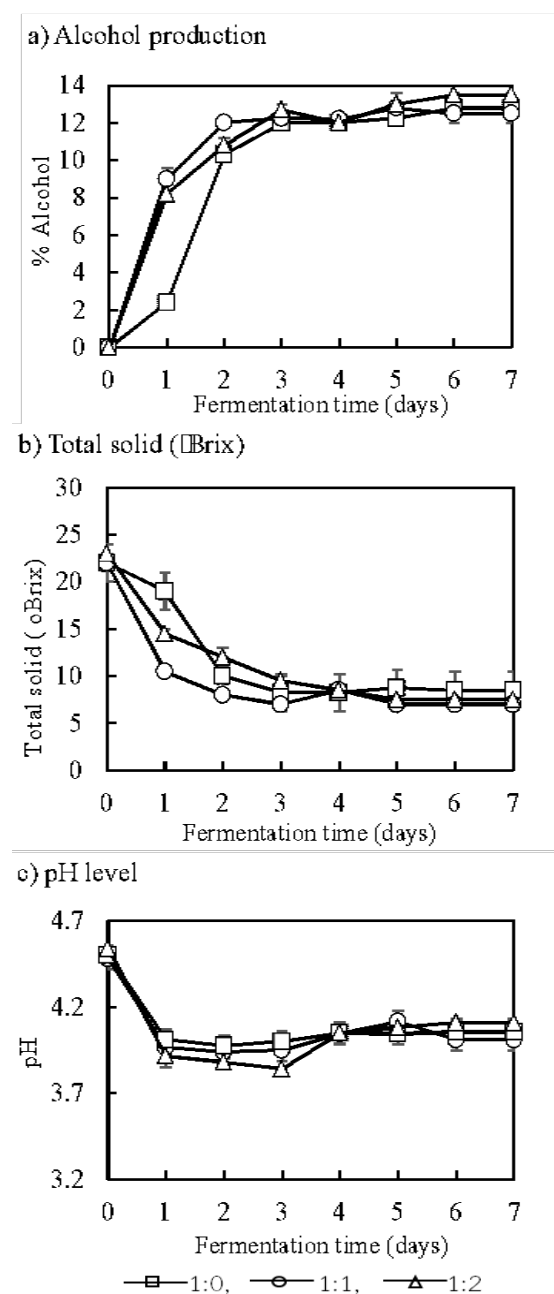


Figure 3 Effect of melon juice ratio on fermentation of green melon wine at room temperature for 7 days. There was no significant difference between treatments for alcohol and total solid at day 7 ($p>0.05$).

ผลของระยะเวลาในการหมักไวน์เมล่อนเนื้อสีเขียว

จากการทดลองก่อนหน้านี้พบว่าการใช้เมล่อนเนื้อสีเขียวให้ผลการผลิตไวน์เร็วกว่า และสูตรที่ใช้สัดส่วนน้ำเมล่อนต่อน้ำที่ 1:2 มีต้นทุนต่ำสุด จึงทำการวิเคราะห์ผลของระยะเวลาต่อการหมักไวน์ที่ใช้สัดส่วนน้ำเมล่อนต่อน้ำที่ 1:2 ใน Figure 2 และ Figure 3 พบว่ายีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ได้สูงตั้งแต่การหมักในวันที่ 2 ที่ร้อยละ 10.80 ± 0.40 โดยปริมาตร และมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็นร้อยละ 12.70 ± 0.30 ถึง 13.50 ± 0.10 โดยปริมาตร ในวันที่ 3 ถึง 7 สำหรับปริมาณน้ำตาลพบว่าในวันที่ 2 มีน้ำตาลเหลืออยู่ 12.00 ± 1.00 องศาบริกซ์ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักขึ้นเป็น 3 ถึง 7 วัน ทำให้ยีสต์มีการใช้น้ำตาลมากขึ้น และ

ทำให้มีน้ำตาลเหลือน้อยลงเป็น 7.50 ± 0.50 องศาบริกซ์ และพบว่าค่าพีเอชของน้ำเมลอนลดลงใกล้เคียงกันในช่วง 3.88 - 4.11 จากการเปรียบเทียบลักษณะปรากฏของไวน์เมลอนที่ได้ พบว่าค่าสีและความขุ่นที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลการประเมินความชอบในคุณลักษณะ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม แสดงดัง Table 2 พบว่าการหมักเป็นเวลา 2 วัน ทำให้ไวน์เมลอนได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งคะแนนอยู่ในช่วงการยอมรับที่ร้อยละ 60 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้ ทั้งนี้เนื่องจากหมักเป็นเวลา 2 วัน ยังมีน้ำตาลเหลือในน้ำหมักมากกว่า ทำให้มีรสชาติหวานมากกว่า

Table 2 Sensory evaluation results of green melon wine with ratio of melon juice to water at 1:2

Incubation time (days)	Sensory evaluation results				
	Appearance	Color	Odor	Flavor	Overall
2	6.96 ± 1.35^a	6.93 ± 1.31^a	6.56 ± 1.49^a	7.06 ± 1.33^a	7.10 ± 1.19^a
3	6.73 ± 1.36^a	7.03 ± 1.47^a	6.23 ± 1.94^a	5.96 ± 1.55^b	6.50 ± 1.40^b
5	6.76 ± 1.40^a	6.76 ± 1.30^a	6.33 ± 1.63^a	5.36 ± 1.60^b	5.60 ± 1.11^b
7	6.66 ± 1.44^a	6.86 ± 1.35^a	6.00 ± 1.50^a	5.60 ± 1.68^b	5.63 ± 1.53^b

Different superscript letters in the same column indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$).

ผลการหมักไวน์เมลอนแบบกะช้า

การหมักแบบกะช้าเป็นกระบวนการที่ดองน้ำหมักออกในช่วงเวลาที่น้ำหมักถูกเชื้อใช้น้ำตาลเกือบหมดและคงเชื้อส่วนหนึ่งไว้เป็นหัวเชื้อสำหรับการหมักในกะต่อไป โดยการหมักแบบกะช้าสามารถเพิ่มผลผลิตและมีข้อได้เปรียบหลายประการเมื่อเทียบกับการหมักแบบกะเดียว ได้แก่ ลดต้นทุนการเตรียมหัวเชื้อ เพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์ได้ สามารถลดระยะเวลาในการหมักได้เนื่องจากความเข้มข้นของเซลล์เริ่มต้นที่สูงส่งผลให้สามารถเพิ่มอัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ และยังสามารถลดการเกิดการยับยั้งโดยผลิตภัณฑ์ได้ (Dashti and Abdesahian, 2016) ในการทดลองนี้ได้ทำการหมักไวน์เมลอนแบบกะช้าทั้งหมด 4 รอบ ผลการทดลองดังแสดงใน Table 3 ผลการทดลองพบว่าการใช้หัวเชื้อที่เตรียมโดยการเขย่ามีผลทำให้เชื้อยีสต์ใช้น้ำตาลและผลิตแอลกอฮอล์ในการหมักกะที่ 1 สูงกว่าการใช้หัวเชื้อยีสต์ที่เตรียมโดยไม่ได้เขย่า ทั้งนี้เนื่องจากมาจากยีสต์มีการเจริญได้ดีกว่าในสภาวะที่มีออกซิเจน ทำให้ได้ปริมาณเซลล์เริ่มต้นสูงกว่า ซึ่งยีสต์มีการผลิตแอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 12.57 ± 0.05 โดยปริมาตร ในช่วงเวลาที่ 48 และสามารถหมักต่อได้ถึงรอบที่ 4 ซึ่งยังคงให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงใกล้เคียงกับการหมักในรอบที่ 1 ที่ร้อยละ 12.13 ± 0.19 โดยปริมาตร ซึ่งสูงกว่าการหมักไวน์ที่ใช้หัวเชื้อที่เตรียมโดยไม่ได้เขย่าเชื้อ โดยยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ในช่วงเวลาที่ 48 ได้ร้อยละ 11.33 ± 0.47 โดยปริมาตร แต่มีการผลิตเพิ่มขึ้นในกะที่ 2 ซึ่งผลิตแอลกอฮอล์ได้ร้อยละ 12.00 ± 0.00 โดยปริมาตร และผลิตแอลกอฮอล์ได้ลดลงในกะที่ 3 และ 4 อยู่ที่ร้อยละ 10.00 ± 0.00 , 10.22 ± 0.25 โดยปริมาตร ตามลำดับ ซึ่งการหมักแบบกะช้าในการศึกษานี้ให้ประสิทธิภาพในการหมักที่สูงทั้ง 4 รอบ ในขณะที่ Liu et al. (2021) ที่ศึกษาการหมักไวน์ greengage แบบกะช้า 3 รอบ พบว่าร้อยละแอลกอฮอล์ที่ยีสต์ผลิตได้ลดลง 2 และ 4 เท่าเมื่อทำการหมักซ้ำในรอบที่สองและสาม ตามลำดับ ซึ่งอาจเกิดจากสายพันธุ์ของยีสต์ที่ใช้และองค์ประกอบในน้ำผลไม้ที่ต่างกัน

Table 3 Repeated-batch fermentation on melon wine fermentation using shaken and non-shaken inoculum

Batch No.	Use of shaken inoculum for the 1 st batch				Use of static inoculum for the 1 st batch			
	Residual sugar (°Brix)		Ethanol (%)		Residual sugar (°Brix)		Ethanol (%)	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
1	13.67 ± 0.47^a	6.33 ± 0.47^b	7.67 ± 0.12^c	12.57 ± 0.05^a	16.33 ± 1.25^a	9.00 ± 0.00^a	4.97 ± 0.05^c	11.33 ± 0.47^b
2	12.00 ± 0.00^b	7.00 ± 0.00^a	9.00 ± 0.00^a	12.00 ± 0.00^b	13.00 ± 0.00^b	8.00 ± 0.00^b	9.80 ± 0.16^a	12.00 ± 0.00^a
3	12.00 ± 0.00^b	7.00 ± 0.00^a	8.00 ± 0.00^b	12.00 ± 0.19^b	13.00 ± 0.00^b	9.00 ± 0.00^a	8.00 ± 0.00^b	10.00 ± 0.00^c
4	10.00 ± 0.00^c	7.00 ± 0.00^a	8.00 ± 0.00^b	12.13 ± 0.19^b	10.00 ± 0.00^c	9.00 ± 0.00^a	10.00 ± 0.00^a	10.33 ± 0.25^c

Different superscript letters in the same column indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$).

ผลการเติมน้ำเมล่อนสกัดเข้มข้นเพื่อปรับรสชาติไวน์เมล่อน

เนื่องจากระหว่างการหมัก ยีสต์มีการใช้น้ำตาลเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ ทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง จึงทำการปรับปรุงกลิ่นรส โดยเติมน้ำเมล่อนสกัดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ในสัดส่วนไวน์ต่อน้ำเมล่อนสกัดที่ 1:0, 2:1, 1:1, 1:2 ผลการทดลองแสดงดัง Table 4 พบว่าเมื่อเติมน้ำเมล่อนสกัดผสมกับไวน์เมล่อนทำให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากปริมาณกรดถูกเจือจาง เช่นเดียวกับค่าความหวานที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากน้ำเมล่อนที่เดิมเป็นเมล่อนเข้มข้นที่มีน้ำตาลเริ่มต้นที่ 22 องศาบริกซ์ ในขณะที่ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าลดลงเนื่องจากไวน์ถูกเจือจางด้วยน้ำเมล่อนสกัด โดยที่สัดส่วนไวน์ต่อน้ำเมล่อนที่ 2:1 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดที่ร้อยละ 7.6±0.10 สำหรับที่สัดส่วนไวน์ต่อน้ำเมล่อนที่ 1:1 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 6.15±0.15 ซึ่งจัดเป็นเครื่องดื่มไซเดอร์ที่มีแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 1.2-8.5 (Liu et al., 2022) และมีความหวานมากกว่าไวน์ทั่วไป สำหรับการผสมในสัดส่วนไวน์ต่อน้ำเมล่อนที่ 1:2 นั้นมีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด และจากผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส พบว่าการผสมไวน์ต่อน้ำเมล่อนทุกอัตราส่วน 2:1 ได้รับคะแนนในแต่ละด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Table 5)

Table 4 Effect of melon juice blend with green melon wine

Ratio of wine melon to melon juice	pH	Total acid (%)	°Brix	Alcohol (%)
1:0	3.89±0.01 ^d	0.30±0.00 ^a	9±0.00 ^d	12.05±0.05 ^a
2:1	4.06±0.01 ^c	0.18±0.02 ^b	12±0.00 ^c	7.60±0.10 ^b
1:1	4.30±0.01 ^b	0.13±0.02 ^c	14±0.00 ^b	6.15±0.15 ^c
1:2	4.54±0.01 ^a	0.10±0.00 ^d	17±0.00 ^a	3.35±0.15 ^d

Different superscript letters in the same column indicate significant differences between treatments ($p \leq 0.05$).

Table 5 Sensory evaluation results of melon juice blend with green melon wine

Ratio of wine melon to melon juice	Appearance	Color	Odor	Flavor	Overall
1:0	6.77±1.43 ^a	6.57±1.52 ^a	6.73±1.24 ^a	6.17±1.65 ^a	6.43±1.36 ^a
2:1	6.57±1.52 ^a	6.63±1.56 ^a	7.13±1.31 ^a	7.10±1.22 ^a	7.30±1.19 ^a
1:1	6.80±1.37 ^a	6.87±1.45 ^a	6.77±1.27 ^a	6.43±2.01 ^a	6.76±1.17 ^a
1:2	6.60±1.52 ^a	6.63±1.54 ^a	6.73±1.28 ^a	5.93±1.93 ^a	6.33±1.47 ^a

Different superscript letters in the same column indicate significant differences between treatments ($p \leq 0.05$).

ผลการวิเคราะห์/ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้

จากการผลิตไวน์เมล่อนและไวน์เมล่อนผสมน้ำเมล่อนสกัดจะต้องได้รับการตรวจสอบสารต้องห้ามเพื่อเป็นการยืนยันต่อผู้บริโภค ซึ่งการทดสอบครั้งนี้ได้มีการนำไปทดสอบสารต้องห้ามได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว สารหนู และเพอร์โรไซยาไนด์ ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารที่อันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นการทวนสอบถึงวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเนื่องจากเป็นผลผลิตจากการเกษตร นั่นคือเมล่อนปลอดสารพิษโดยสามารถระบุได้ถึงการดูแล บำรุงรักษาของผลผลิตทางการเกษตรว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ พบว่าทั้งสองผลิตภัณฑ์ไวน์เมล่อนที่ไม่ผสมและผสมน้ำเมล่อนผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามมาตรฐาน มผช.2/2556 คือ ไม่เกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร ดังแสดงใน Table 6 ซึ่งแสดงถึงความปลอดภัยของกระบวนการปลูกเมล่อนซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของการผลิตตลอดจนถึงกระบวนการแปรรูปไวน์เมล่อน

Table 6 Comparison with the Thai community product standard (Ministry of Industry, 2003)

Chemicals	Criteria	Melon wine	Melon wine blend with melon juice
SO ₂	< 300 mg/L	ND	ND
Copper	< 5 mg/L	0.170 mg/L	0.140 mg/L
Iron	< 15 mg/L	1.550 mg/L	1.190 mg/L
Lead	< 0.2 mg/L	0.020 mg/L	0.030 mg/L
Arsenic	< 0.1 mg/L	0.020 mg/L	0.020 mg/L
Ferrocyanide	0 mg/L	ND	ND

ND means not detected.

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่าเมล่อนสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไวน์ได้ทั้งผลเมล่อนเนื้อสีเขียวและเนื้อสีส้ม โดยการใช้น้ำเมล่อนเนื้อสีเขียวมีอัตราการผลิตแอลกอฮอล์เร็วกว่าการใช้น้ำเมล่อนเนื้อสีส้ม ในขณะที่การใช้สัดส่วนน้ำเมล่อนต่อน้ำที่ 1:0, 1:1 และ 1:2 ให้ผลการทดสอบชิมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใช้สัดส่วนน้ำเมล่อนต่อน้ำ 1:2 จะมีต้นทุนวัตถุดิบต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น และพบว่าคะแนนทดสอบชิมสูงกว่าร้อยละ 60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้ และพบว่าการหมักเป็นเวลา 2 วัน ทำให้ไวน์เมล่อนได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงกว่าชุดการทดลองอื่น จากการศึกษาการหมักแบบกะช้าพบว่าสามารถหมักไวน์เมล่อนได้ถึง 4 รอบ ทำให้สามารถลดต้นทุนการเตรียมหัวเชื้อได้ และจากการปรับปรุงรสชาติพบว่าอัตราส่วนน้ำเมล่อนที่ใช้ผสมกับไวน์ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการผสมไวน์กับน้ำเมล่อนทำให้รสชาติไวน์หวานและมีแอลกอฮอล์น้อยลงสามารถจัดเป็นผลิตภัณฑ์ไฮเดอร์ได้

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยี/องค์ความรู้ และนวัตกรรมจากผลการวิจัยภายใต้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่มงานวิจัย กำหนดสมมุติฐานงานวิจัย ออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล แปรผล วิพากษ์วิจารณ์ผล และเขียน Manuscript: เบญจมาศ เชียรศิลป์. ส่วนร่วมในการออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล แปรผล วิพากษ์วิจารณ์ผล และเขียน Manuscript: อภิสรา เอียดเจริญ. ส่วนร่วมในการเขียน Manuscript: รัตนพรณ ภูมิไชยา.

เอกสารอ้างอิง

- Dashti, M. G., & Abdesahian, P. (2016). Batch culture and repeated-batch culture of *Cunninghamella bainieri* 2A1 for lipid production as a comparative study. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 13(2), 172-180.
- Erian, M. A., & Sauer, M. (2022). Utilizing yeasts for the conversion of renewable feedstocks to sugar alcohols - a review. *Bioresource Technology*, 346(4), 126296.
- Gómez, L. F. H., Úbeda, J., & Briones, A. (2008). Characterization of wines and distilled spirits from melon (*Cucumis melo* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 43(4), 644-650.
- Johnson, F., & Giulivi, C. (2005). Superoxide dismutases and their impact upon human health. *Molecular Aspects of Medicine*, 26(4-5), 340-352.
- Liu, J., Liu, M., Ye, P., He, C., Liu, Y., Zhang, S., Huang, J., Zhou, J., Zhou, R., & Cai, L. (2021). Characterization of the metabolite profile and microbial community of repeated batch and coculture-fermented greengage wine. *Process Biochemistry*, 109(1), 117-129.
- Liu, L., Zhao, P. T., Hu, C. Y., Tian, D., Deng, H., & Meng, Y. H. (2022). Screening low-methanol and high-aroma-produced yeasts for cider fermentation by transcriptive characterization. *Frontiers in Microbiology*, 13(1), 1042613.

- Ministry of Industry. (2003). Community product standard of fruit wine. **Document of CPS at 2/2003**. Agro Product Standard Office, Bangkok.
- Suphan Buri Provincial Agriculture and Cooperatives Office. (2017). **General information of melon**. Information for the Development of Agriculture and Cooperatives for Each Product of the Province. Retrieved from: <https://www.opsmoac.go.th/suphanburi-dwl-files-391691791817> (in Thai).
- Suyotha, W., & Bunrung, S. (2021). Study on Ratio of Salak Fruit and Strain of Yeast Suitable for Wine Production. **King Mongkut's Agricultural Journal**, 39(2), 156-164.