

การศึกษาอัตราส่วนเนื้อสละและชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์

Study on Ratio of Salak Fruit and Strain of Yeast Suitable for Wine Production

วาสนา สุโยธา¹ และสุรศักดิ์ บุญรุ่ง¹
Wasana Suyotha¹ and Surasak Bunrung¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการหมักไวน์สละจาก 6 สูตร โดยแต่ละสูตรมีความแตกต่างในส่วน of เนื้อสละ และสายพันธุ์ของยีสต์ที่ใช้ ซึ่งใช้เนื้อสละที่ปริมาณ 100 กรัม 250 กรัม และ 500 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร แล้วเติมยีสต์ทางการค้าสองสายพันธุ์คือ *Saccharomyces cerevisiae* K1-V1116 และ EC-1118 ผลการทดลอง พบว่า การใช้ปริมาณเนื้อสละในอัตราส่วนที่สูงนั้นส่งผลต่อการเร่งระยะเวลาในการหมักไวน์ โดยปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์จากเนื้อสละ 500 กรัม (สูตรที่ 5 และ 6) จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีปริมาณสูงประมาณร้อยละ 13 ภายใน 16 วันหลังการหมัก เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงระหว่างขบวนการหมัก พบว่า *S. cerevisiae* K1-V1116 จะมีกิจกรรมในการหมักแอลกอฮอล์ได้ดีกว่า *S. cerevisiae* EC-1118 หลังการหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน สูตรที่ 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณของแข็งละลายน้ำ และค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.0-8.0 และ 3.62-3.80 ตามลำดับ สำหรับสูตรที่ 1 และ 2 มีปริมาณของแข็งละลายน้ำ เท่ากับ 13.0 และค่าพีเอช เท่ากับ 3.30 ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ไวน์สูตรที่ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำและมีปริมาณของแข็งละลายน้ำในระดับสูงจะได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด (จากคะแนนเต็ม 9) โดยสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้ 7.13±1.20 คะแนน เมื่อศึกษาผลปริมาณยีสต์ที่แตกต่างกันในการหมักไวน์สูตรที่ 2 ในช่วง 0.1-1.0 กรัมต่อ 1 ลิตรของน้ำมัส พบว่าไวน์ที่ใช้ยีสต์ 0.5 กรัมต่อลิตร ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือ 7.21±1.03

คำสำคัญ: ไวน์ สละ หัวเชื้อ คุณภาพไวน์ การทดสอบทางประสาทสัมผัส

Abstract

This research aimed to determine the optimal formula for wine production from snake fruit (salak). Six wine formulas that differed in ratio of salak fruit to water and strain of commercial yeast were studied. 100 g, 250 g, or 500 g of salak fruits were used in 1 l fermentation setups. Commercial *Saccharomyces cerevisiae* K1-V1116 and *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 (1.0 g) were separately added to the fruit must. The results showed that high fruit content facilitated the fermentation time of wine. The alcohol content in wine from 500 g of fruit rapidly increased and reached the maximum value of 13.5% within 16 days. During the fermentation period, *S. cerevisiae* K1-V1116 produced a higher amount of alcohol than did *S. cerevisiae* EC-1118. After 30 days of fermentation, wine formulas 3, 4, 5, and 6 showed TSS values of 6.0-8.0 and pH of 3.62-3.80, whereas wine formulas 1 and 2 showed a TSS value of about 13.0 and pH of 3.30. The sensory evaluation results showed that wine with low alcohol content and high TSS value obtained low sensory scores (out of 9). The testers had the highest overall preference for wine formula 2 (7.13±1.20). Wine production using procedure of No. 2 was also produced with yeast concentration variation in the range of 0.1-1.0 g/l of fruit must. The result showed that wine using 0.5 g/l of yeast obtained the highest overall preference score of 7.21±1.03.

Keywords: wine, salak, inoculum size, wine quality, sensory evaluation

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

¹ Department of Industrial Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

*Corresponding author, Email: wasana.suy@psu.ac.th

คำนำ

ปัจจุบันภาคใต้ของประเทศไทยมีการปลูกสละกันมากขึ้น ในส่วนจังหวัดภาคใต้ปลูกกันมากในแถบจังหวัดพัทลุง และ สุราษฎร์ธานี การปลูกสละสามารถทำรายได้ชัดเจนราคาขายพาราที่ตกต่ำ (นัดดา รัชมีแพทย์ และสุพัตรา ศรีสุวรรณ, 2560) ปัจจุบันสละจึงถือเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่มีแนวโน้มความต้องการของลูกค้า และการส่งออกสู่ตลาดทั้งในและนอกประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรเริ่มหันมาปลูกสละกันมากขึ้น สละก็มีโอกาสเจอปัญหาโรคาคตกต่ำ การแปรรูปสละสดเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ จึงถือเป็นแนวทางการเตรียมการเพื่อรองรับการตลาดในอนาคต (ปฐมา โพธิ์จันต์ศักดิ์ และ ปุณณมี สัจจกมล, 2558) การแปรรูปสละให้เป็นไวน์ ถือเป็นทางเลือกหนึ่งของการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าให้กับสละในช่วงที่มีผลผลิตออกสู่ตลาดจำนวนมากและรองรับการเติบโตในอนาคต เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น

เนื่องจากสละเป็นผลไม้รสชาติดี มีเนื้อนุ่ม รสหวานออกเปรี้ยวเล็กน้อย และมีกลิ่นหอมเป็นเสน่ห์ ส่วนใหญ่จึงนิยมนำสละมาบริโภคสดหรือทำการแปรรูปเป็นสละลอยแก้ว อย่างไรก็ตามผลสละที่นำมาบริโภคสดหรือนำมาทำสละลอยแก้วนั้นส่วนมากเป็นผลสละชั้นคุณภาพพิเศษ ชั้นหนึ่ง และชั้นสอง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2557) แต่มีผลสละส่วนหนึ่งที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น สละที่มีรอยช้ำ สละที่เน่าเสียเล็กน้อย สละที่มีรอยปริหรือรอยฉีกที่เปลือกและผลสละที่มีรูปทรงผิดปกติ เป็นต้น สละที่ไม่ได้มาตรฐานเหล่านี้ส่วนใหญ่เกษตรกรต้องขายในราคาต่ำหรือต้องทิ้งผลสละเหล่านี้ไปอย่างเปล่าประโยชน์ อย่างไรก็ตาม สละเป็นผลไม้ที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง (Saleh et al., 2018) ดังนั้นจึงเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตเป็นไวน์ผลไม้ ปัจจุบันมีการรายงานการผลิตไวน์จากผลไม้ชนิดต่าง ๆ หากแต่มีรายงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไวน์จากสละเป็นจำนวนน้อย งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาในส่วนของการหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไวน์จากผลสละ เพื่อเป็นองค์ความรู้ให้เกษตรกรผู้ปลูกสละในภาคใต้ ได้นำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับเพิ่มมูลค่าให้กับสละ และการรองรับตลาดที่คาดว่าจะเจริญเติบโตต่อไป

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาอัตราส่วนโดยนำหนักของเนื้อสละต่อปริมาณน้ำที่ 3 อัตราส่วนและชนิดของยีสต์ที่ใช้ในการหมัก เริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบ โดยการนำสละมาปอกเปลือก และเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อ ซึ่งผลสละปริมาณ 100 กรัม 250 กรัม และ 500 กรัม แล้วปั่นเนื้อสละด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด นำส่วนเนื้อปั่นละเอียดและส่วนของเมล็ดมาต้มโดยใช้น้ำสะอาด 1 ลิตร เติมน้ำตาลทรายเพื่อปรับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้อยู่ในช่วง 22-24 องศาบริกซ์ ปรับความเป็นกรดเบสเริ่มต้นด้วยกรดซิตริกให้ได้ค่าพีเอชเท่ากับ 4.2 เติมน้ำมันเนยผงเพื่อเป็นอาหารให้กับยีสต์ร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำน้ำมาต้มให้เดือดนาน 30 นาที แล้วจึงนำไปทดลองหมักในถังหมักขนาด 2.5 ลิตร เติมหิวเชื้อยีสต์สำเร็จรูปลงไป โดยจะศึกษาผลของชนิดของยีสต์และปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสม โดยเลือกใช้เชื้อยีสต์สำเร็จรูปทางการค้า *Saccharomyces cerevisiae* รหัส K1-V1116 และ EC-1118 ใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 1 กรัมต่อลิตร ทำการบ่มเป็นระยะเวลา 1 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ทำการตรวจปริมาณแอลกอฮอล์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณพีเอชที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 2 วัน ทำให้ใสโดยการตกตะกอน ทำการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ (20 องศาเซลเซียส) เพื่อให้มีรสชาติที่ดีเป็นระยะเวลา 1 เดือน แล้วนำมาทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ สี และความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ไวน์จากผลสละ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ในการทดลองนี้จะศึกษาทั้งหมด 6 สูตร (Table 1) โดยผลิตภัณฑ์ไวน์จะถูกแช่ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาทดสอบ 1 คืน จากนั้นเตรียมตัวอย่างปริมาณ 30 มิลลิลิตรใส่ในแก้วพลาสติกให้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน ตัดสินคะแนนระดับความชอบด้านกลิ่น รสชาติ สี และความชอบโดยรวม โดยระดับคะแนน 1 คือ ชอบน้อยที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด และเสิร์ฟน้ำให้ผู้ทดสอบทำความสะอาดปากก่อนทดสอบชิมตัวอย่างถัดไป

Table 1 Formulas of wine production differed in ratio of salak fruit to water and strain of commercial yeast.

Formula	Ratio of salak fruit to water (g/l)	Yeast strain
1	100 g / 1 l	EC-1118
2	100 g / 1 l	K1-V1116
3	250 g / 1 l	EC-1118
4	250 g / 1 l	K1-V1116
5	500 g / 1 l	EC-1118
6	500 g / 1 l	K1-V1116

จากนั้นเลือกชุดการทดลองที่ให้ผลทางประสาทสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด มาศึกษาผลของปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสม โดยทำการหมักเติมหัวเชื้อในปริมาณ 0.1-1.0 กรัมต่อลิตร ทำการหมักเป็นระยะเวลา 1 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ตรวจปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และค่าพีเอช ทุก ๆ 2 วัน ทำให้ใสโดยการตกตะกอน ทำการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ (20 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 1 เดือน ก่อนนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale เพื่อประเมินระดับความชอบด้านกลิ่น รสชาติ สี และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อสละและชนิดของยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมสำหรับการหมักไวน์สละ จำนวน 6 สูตรตามที่แสดงไว้ใน Table 1 พบว่า ในแต่ละสูตรมีค่าแอลกอฮอล์แตกต่างกัน (Figure 1) สูตรที่ใช้อัตราส่วนเนื้อสละเยอะจะมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะแรกของการหมัก และปริมาณแอลกอฮอล์หลังการหมักจะสูงกว่าสูตรที่ใช้อัตราส่วนเนื้อสละน้อย อาจเนื่องมาจากปริมาณเนื้อสละที่ใช้มีผลต่อปริมาณสารอาหารด้วย จากการวิเคราะห์สารอาหารในเนื้อสละ พบว่าสละอุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญของยีสต์ (Saleh et al., 2018) หากใช้เนื้อสละปริมาณมาก ก็มีปริมาณสารอาหารมากที่ยีสต์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนน้ำตาลและกรดอินทรีย์อื่น ๆ ให้ไปเป็นแอลกอฮอล์ได้ดี ซึ่งการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการผลิตไวน์น้ำมะม่วง (อำพรพรณ ชัยกุลเสวีวัฒน์ และปิยมาศ วงษ์ประยูร, 2548) และไวน์สับปะรดผสมแครอท (อำพรพรณ ชัยกุลเสวีวัฒน์ และสุนันทิศา สิงห์พล, 2559) ที่แสดงให้เห็นว่าการหมักไวน์ที่ใช้อัตราส่วนที่เนื้อผลไม้เจือจางสูงจะได้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่น้อยกว่าการหมักที่ใช้อัตราส่วนที่เนื้อผลไม้เจือจางที่ต่ำกว่า (ปริมาณของผลไม้มากกว่า) แต่เมื่อเปรียบเทียบชนิดของยีสต์ในสูตรที่อัตราส่วนเนื้อสละเท่ากัน พบว่า ยีสต์การค้า EC-1118 จะผลิตแอลกอฮอล์ได้ดีกว่า K1-V1116 สำหรับปริมาณของแอลกอฮอล์ที่ตรวจพบหลังจากการหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำที่สุดที่ร้อยละ 9.5 และ 9.4 ตามลำดับ ในขณะที่สูตรการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงใกล้เคียงกันที่ร้อยละ 13.3, 13.5, 13.3 และ 13.5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาการหมักพบว่าสูตรที่ 5 และ 6 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงที่สุดที่ร้อยละ 13.3 และ 13.5 หลังใช้เวลาการหมักเพียง 16 วัน โดยเฉพาะสูตรที่ 5 ที่ปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลาการหมักช่วงเริ่มต้น ทั้งนี้เนื่องจากจากยีสต์ EC-1118 ต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อยในการเจริญ (Aceituno et al., 2012) จึงอาจส่งผลให้สายพันธุ์นี้มีอัตราการเจริญและอัตราการผลิตที่เร็วกว่าดีกว่า K1-V1116

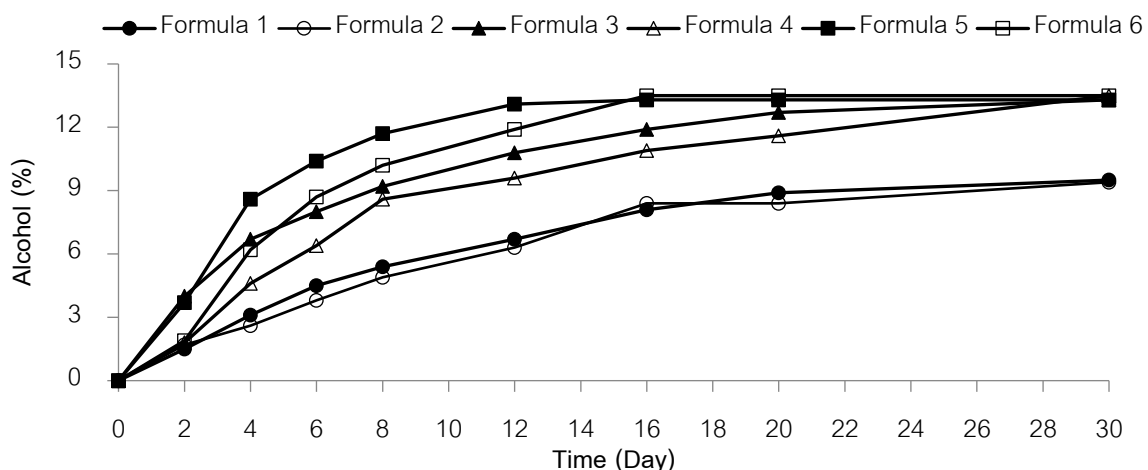


Figure 1 Variation of alcohol content observed during wine fermentation using formulas differed in ratio of salak fruit to water and strain of commercial yeast.

จากการศึกษาองค์ประกอบของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำระหว่างกระบวนการหมักไวน์ผลสะที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ที่ลดลง (Figure 2) จะสอดคล้องตามปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ (Figure 1) โดยสูตรที่ 1 และ 2 เหลือปริมาณของแข็งละลายได้มากที่สุดที่ 12.5 และ 13.0 องศาบริกซ์ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 5 และ 6 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เหลือน้อยที่สุดที่ 6.0 องศาบริกซ์เท่ากัน จากการทดลองทำให้ทราบว่ามิกเจอร์ของยีสต์ในการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ ถึงแม้ในการผลิตไวน์จะมีการปรับบริกซ์น้ำตาลเริ่มต้นให้อยู่ที่ระดับ 22-24 องศาบริกซ์ และแหล่งไนโตรเจน ($(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$) เพื่อเป็นอาหารให้กับยีสต์ร้อยละ 0.05 หากแต่ถ้าใช้อัตราส่วนของเนื้อสะที่น้อยเกินไป (สูตรที่ 1 และ 2) ปริมาณสารอาหารอื่นอาจจะไม่เพียงพอที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ที่จะส่งผลต่อกิจกรรมในการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์

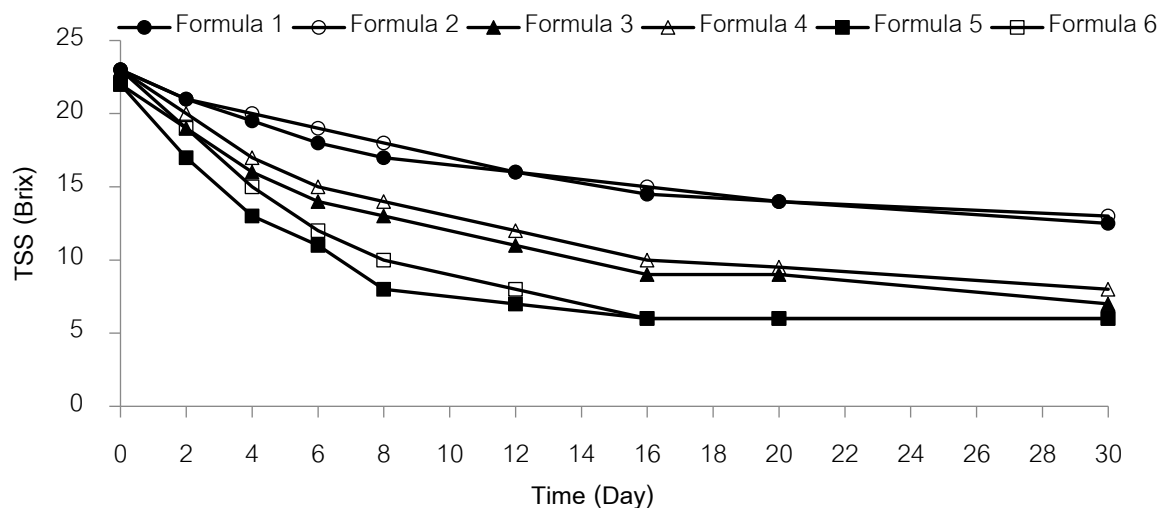


Figure 2 Variation of total soluble solid observed during wine fermentation using formulas differed in ratio of salak fruit to water and strain of commercial yeast.

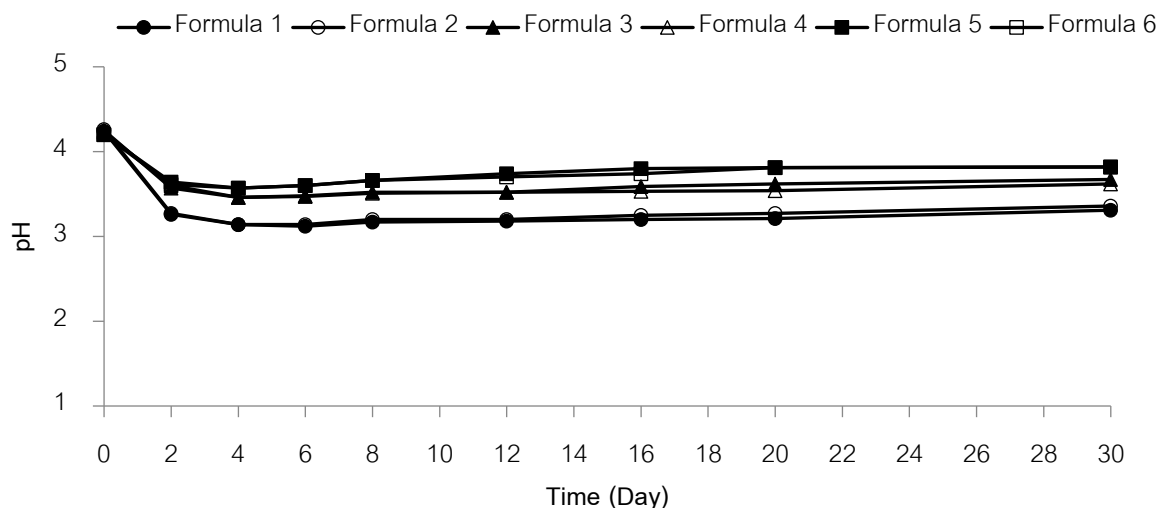


Figure 3 Variation of pH of wine production using formulas differed in ratio of salak fruit to water and strain of commercial yeast.

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของไวน์จากผลสละ ทั้ง 6 สูตร (Figure 3) พบว่า ค่าพีเอชจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงต้นของการหมักและมีแนวโน้มคงที่หลังการหมักวันที่ 2 โดยสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.31 และ 3.36 ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าพีเอชสุดท้ายหลังการหมักเท่ากับ 3.67 และ 3.62 ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองที่ 5 และ 6 มีค่าพีเอชหลังการหมักเท่ากับ 3.82 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพีเอชที่ตรวจวัดได้จากการผลิตไวน์ผลิตอื่น ๆ พบว่า ไวน์สูตรที่ 5 และ 6 มีค่าพีเอชใกล้เคียงกับไวน์ลิ้นจี่ (วันเพ็ญ จิตรเจริญ และคณะ, 2560) และไวน์ลูกจาก (นพดล โพธิ์กาเหน็ด และสมบุญ ประสงค์จันทร์, 2556) ที่แสดงค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.73-3.97 ไวน์สูตรที่ 1 และ 2 ค่าพีเอชใกล้เคียงกับไวน์ลูกหม่อน (ไกรยศ แซ่ลิ่ม และคณะ, 2561) ไวน์สับปะรดผสมแครรอต (อำพรพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และสุนันทิศา สิงห์พล, 2559) ที่มีพีเอชอยู่ในช่วง 3.0-3.5 สำหรับไวน์สูตรที่ 3 และ 4 พบว่ามีพีเอชใกล้เคียงกับไวน์น้ำสับปะรดผสมน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วน 50:50 และ 25:75 ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.68 และ 3.64 ตามลำดับ (ชนากานต์ แก้วชะฎา และคณะ, 2562)

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลใน Figure 1-3 พบว่าเมื่อใช้เวลาในการหมักมากขึ้น ปริมาณแอลกอฮอล์ค่อย ๆ สูงขึ้น พร้อม ๆ กับปริมาณของแข็งและค่าพีเอชลดลง การลดลงของพีเอชนั้นเป็นผลมาจากปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นระหว่างที่ยีสต์ย่อยสลายน้ำตาลซูโครส ซึ่งยีสต์จะทำการผลิตแอลกอฮอล์ไปพร้อม ๆ กับการสร้างกรดเพิ่มขึ้นในระหว่างการหมัก (Chanprasartsuk et al., 2012)

จากนั้นทำการทดสอบระดับความชอบของไวน์ในแต่ละสูตร ด้านกลิ่น (odor) รสชาติ (flavor) สี (color) และความชอบโดยรวม (overall liking) จากผลการทดสอบด้านกลิ่นของไวน์สละ (Table 2) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบใกล้เคียงกันทั้ง 6 สูตร โดยระดับความชอบอยู่ในช่วง 5.4-6.4 (ชอบเล็กน้อย) แต่สูตรที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มความชอบมากกว่าสูตรอื่น เนื่องจากได้ค่าระดับความชอบสูงสุด คือ 6.33 และ 6.40 ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบระดับความชอบด้านรสชาติ ผู้ทำการทดสอบให้คะแนนระดับความชอบไวน์จากผลสละมากที่สุดที่สูตรที่ 1 (6.8, ชอบเล็กน้อย) และสูตรที่ 2 (6.47, ชอบเล็กน้อย) ในขณะที่คะแนนระดับความชอบของสูตรที่ 3, 4, 5 และ 6 มีค่าค่อนข้างน้อยที่ 3.6 (ไม่ชอบปานกลาง), 4.23 (ไม่ชอบเล็กน้อย), 2.9 (ไม่ชอบมาก) และ 2.9 (ไม่ชอบมาก) ตามลำดับ ส่วนระดับความชอบด้านสี ผู้ทดสอบให้ระดับคะแนนความชอบสีของไวน์ผลสละสูตรที่ 1 และ 2 มากที่สุดที่ 6.83 (ชอบเล็กน้อย) และ 6.57 (ชอบเล็กน้อย) สำหรับผลการทดสอบระดับความชอบโดยรวมพบว่า ผู้ทดสอบชอบสูตรที่ 2 และ 1 มากที่สุดที่ 7.13 (ชอบปานกลาง) และ 6.63 (ชอบเล็กน้อย) ส่วนสูตรที่ 3 และ 4 ผู้ทดสอบให้คะแนนระดับความชอบที่ 4.23 และ 4.63 (ไม่ชอบเล็กน้อย) และความชอบต่อสูตรที่ 5 และ 6 อยู่ที่ 3.83 และ 3.87

Table 2 Sensory evaluation of wine produced by formulas differed in ratio of salak fruit to water and strain of commercial yeast.

Formula	Odor liking	Flavor liking	Color liking	Overall liking
1	6.33±1.42 ^b	6.80±1.97 ^a	6.83±1.12 ^a	6.63±1.77 ^a
2	6.40±1.52 ^a	6.47±1.55 ^a	6.57±1.01 ^a	7.13±1.20 ^a
3	5.43±1.72 ^e	3.60±1.71 ^{bc}	5.47±1.33 ^b	4.23±1.63 ^b
4	5.60±1.83 ^d	4.23±1.91 ^b	5.43±1.28 ^b	4.63±1.65 ^b
5	5.77±2.33 ^c	2.90±1.63 ^c	5.63±1.40 ^b	3.83±1.66 ^b
6	5.60±1.94 ^d	2.90±1.92 ^c	5.67±1.37 ^b	3.87±1.89 ^b

Means in the same column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) by Post Hoc Test.

จากผลการทดลองข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อสละในปริมาณมาก ยีสต์จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นกิจกรรมการเปลี่ยนน้ำตาลของยีสต์ไปเป็นแอลกอฮอล์ก็จะดีไปด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ระดับความชอบด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบส่วนมากจะชอบไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ที่ค่อนข้างต่ำและมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ค่อนข้างสูง (รสชาติค่อนข้างหวาน) ของสูตรที่ 1 และ 2 มากกว่า อีกทั้งปริมาณกรดที่ค่อนข้างสูงของทั้ง 2 สูตร ที่บ่งบอกด้วยค่าพีเอชที่ต่ำกว่า (Figure 3) อาจส่งผลต่อความกลมกล่อม รสชาติ และกลิ่นที่ดีของไวน์ของสูตรที่ 1 และ 2 โดยคณะวิจัยได้นำสูตรที่ 2 ที่มีคะแนนระดับความชอบโดยรวมสูงสุด (7.13) ไปศึกษาผลของหัวเชื้อเริ่มต้นต่อระยะเวลาในการหมักต่อไป

เมื่อทำการทดลองหมักไวน์สูตร 2 โดยใช้หัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.25, 0.5 และ 1.0 กรัมต่อลิตร ผลการทดลอง (Figure 4) บ่งชี้ให้เห็นว่า ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นมีผลต่ออัตราการหมักและปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิต พบว่า กิจกรรมการผลิตแอลกอฮอล์จะเกิดค่อนข้างรวดเร็วเมื่อใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 1.0 กรัมต่อลิตร ซึ่งให้ปริมาณแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 12 ในระยะเวลาการหมัก 20 วัน และปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ แม้จะเพิ่มระยะเวลาการหมักจนถึง 30 วัน ในขณะที่เมื่อทำการลดปริมาณหัวเชื้อ พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ โดยปริมาณของแอลกอฮอล์ที่ตรวจพบหลังจากการหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน เมื่อใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 0.1, 0.25, 0.5 และ 1.0 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.4, 9.0, 10.0 และ 12.2 ตามลำดับ ซึ่งจะมีค่าแปรผกผันกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำที่หลงเหลืออยู่ ซึ่งตรวจพบที่ระดับ 13.0, 12.0, 10.0 และ 7.0 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (Figure 5)

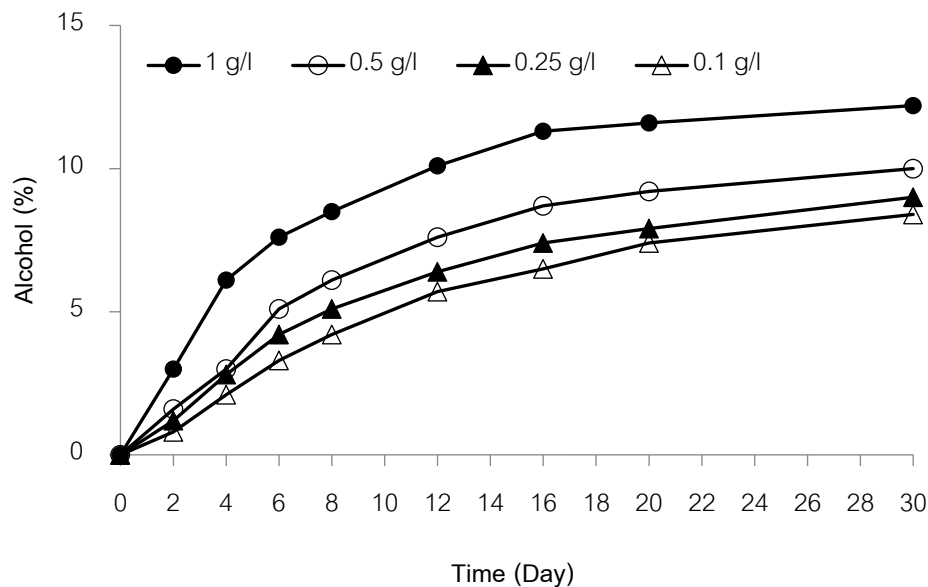


Figure 4 Effect of inoculum size on alcohol content of salak wine production using formula 2.

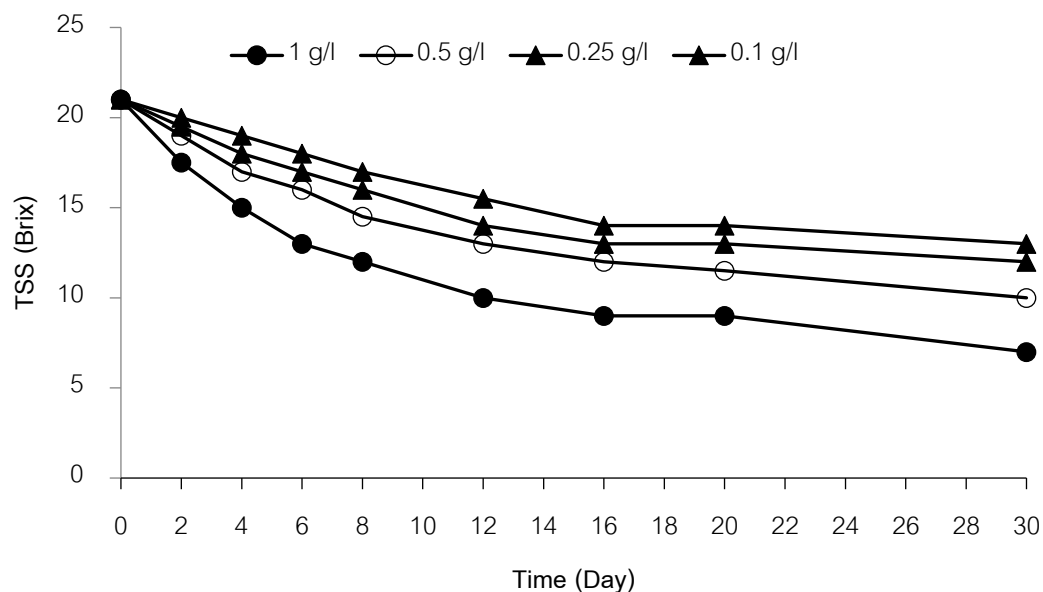


Figure 5 Effect of inoculum size on total soluble solid content of wine production using formula 2.

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช พบว่า พีเอชของน้ำหมักไวน์สละที่ใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 1.0 กรัมต่อลิตร จะลดลงอย่างรวดเร็ว จากพีเอช 4.2 เป็น พีเอช 3.48 ในช่วงวันที่ 2 ของการหมัก จากนั้นจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก สำหรับพีเอชของน้ำหมักไวน์สละที่ใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่า จะลดลงจาก 4.2 เป็น 3.59 หลังการหมัก 30 วัน พีเอชของน้ำหมักไวน์สละที่ใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 0.1 และ 0.25 กรัมต่อลิตร จะค่อย ๆ ลดลงและเริ่มคงที่หลังวันที่ 12 ของการหมัก และมีค่าเท่ากับ 3.60 และ 3.67 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 30 วัน (Figure 6) กล่าวโดยสรุปปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นในระดับที่ทำการทดลอง (0.1-1.0 กรัมต่อลิตร) จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพีเอชมากนัก

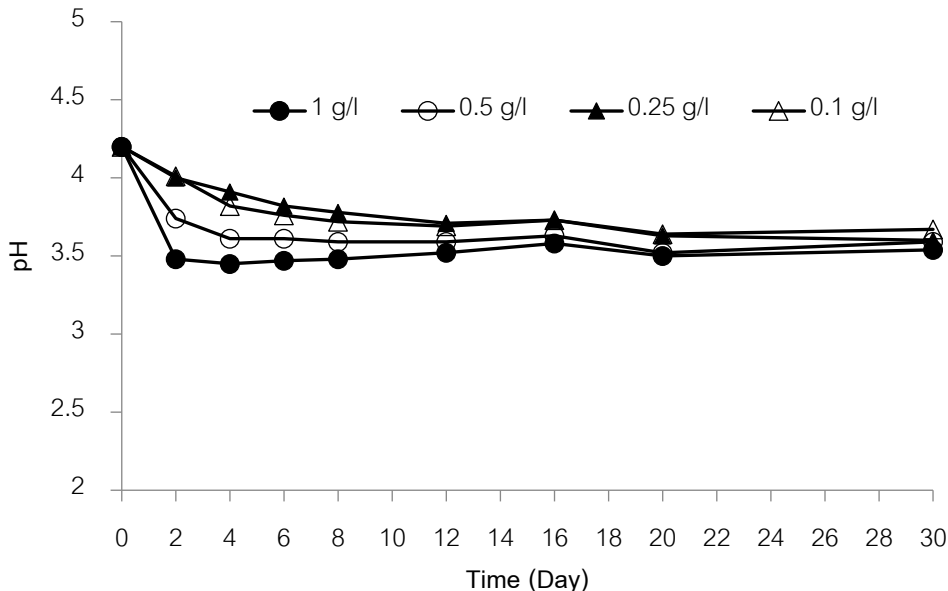


Figure 6 Effect of inoculum size on pH variation of wine production using formula 2.

จากผลการทดสอบความชอบ (Table 3) ไวน์สละที่หมักด้วยหัวเชื้อเริ่มต้น 1.0 และ 0.5 กรัมต่อลิตร จะมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นในระดับที่ใกล้เคียงกัน คือ 7.28 และมีค่ามากกว่าไวน์สละที่หมักด้วยหัวเชื้อเริ่มต้น 0.1 และ 0.25 กรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามไวน์สละที่หมักด้วยหัวเชื้อเริ่มต้น 0.1 กรัมต่อลิตร จะมีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุดคือ 7.24 ตามด้วยไวน์สละที่หมักด้วยหัวเชื้อเริ่มต้น 0.5 กรัมต่อลิตร ที่มีคะแนนความชอบ เท่ากับ 7.00 เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบสีและความชอบโดยรวม พบว่าไวน์สละที่หมักด้วยหัวเชื้อเริ่มต้น 0.5 กรัมต่อลิตร ได้คะแนนสูงที่สุดที่ 7.41 และ 7.21 จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ หัวเชื้อเริ่มต้น 0.5 กรัมต่อลิตรถือเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการหมักไวน์สละ

Table 3 Sensory evaluation of wine produced by different inoculum size.

Inoculum size (g/l)	Odor liking	Flavor liking	Color liking	Overall liking
0.1	6.59±1.78 ^{ab}	7.24±1.53 ^a	7.03±1.32	6.86±1.38
0.25	6.38±1.63 ^b	6.79±1.26 ^{ab}	7.17±1.28	6.83±1.14
0.5	7.28±1.28 ^a	7.00±1.22 ^{ab}	7.41±1.02	7.21±1.03
1.0	7.28±1.83 ^a	6.41±1.91 ^b	7.14±1.28	6.59±1.65

Means in the same column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) by Post Hoc Test.

งานวิจัยนี้ใช้ปริมาณหัวเชื้อ (ร้อยละ 0.05 ของน้ำหมัก) ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ อำพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และปิยมาศ วงษ์ประยูร (2548) ที่เลือกใช้หัวเชื้อร้อยละ 5 ของปริมาตรน้ำหมัก เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการหมักไวน์มะม่วง ซึ่งให้ปริมาณแอลกอฮอล์ 12.2 เปอร์เซ็นต์หลังหมัก 22 วัน อำพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และสุนันทิศา สิงห์พล (2559) ใช้เชื้อยีสต์ ร้อยละ 10 ของน้ำหมัก ในการผลิตไวน์น้ำสับประรดผสมแครอท ที่ได้แอลกอฮอล์ 13.70 เปอร์เซ็นต์ หลังหมัก 20 วัน บ่งชี้ได้ว่าการใช้หัวเชื้อในปริมาณมากจะเสริมส่งการผลิตแอลกอฮอล์ปริมาณมากภายในระยะเวลาหมักที่สั้นกว่า อย่างไรก็ตามปริมาณ

แอลกอฮอล์ที่มากเกินไปในบางกรณีอาจเกิดผลลบต่อรสชาติของไวน์ได้ เนื่องจากแอลกอฮอล์อาจทำให้ประสาทสัมผัสของผู้บริโภค รับรู้รสชาติและกลิ่นของสารอื่นได้น้อยลง ในทางตรงกันข้ามทำให้รับรู้รสชาติมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Escudero et al. (2007) และ Tilloy et al. (2014)

เมื่อเปรียบเทียบไวน์สละจากงานวิจัยนี้กับผลิตภัณฑ์น้ำสละหมักอื่นที่ใกล้เคียง เช่น น้ำสละอินโดหมักคอมบูชา Kombucha (Zubaidah et al., 2018) ที่ได้จากการหมักเนื้อสละในอัตราส่วน เนื้อสละต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 น้ำหนักต่อน้ำหนัก และเติมน้ำตาลอ้อยในอัตราส่วน น้ำตาลต่อน้ำสละ เท่ากับ 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร ใช้หัวเชื้ออัตราส่วน 1:10 น้ำหนักต่อน้ำหนัก หมักนาน 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ไวน์สละหมักคอมบูชา มีปริมาณของแข็งที่ละลายมีค่าที่ร้อยละ 11.3 และค่าพีเอช เท่ากับ 3.15 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจผลจากผลิตภัณฑ์ไวน์สละในงานวิจัยนี้

สรุปผลการศึกษา

การใช้ผลสละกับน้ำในอัตราส่วน 100 กรัมต่อลิตร และหมักด้วย *Saccharomyces cerevisiae* K1-V1116 ปริมาณ 0.5 กรัมต่อลิตร จะให้ผลิตภัณฑ์ไวน์ที่เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดลองชิมมากที่สุด และจากผลการประเมินคุณภาพของไวน์และความชอบด้านประสาทสัมผัสของทั้ง 2 การทดลอง พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณของแข็งที่ละลายมีผลอย่างมากต่อรสชาติและความชอบโดยรวม โดยผลิตภัณฑ์ไวน์ที่ได้จากการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ในช่วงร้อยละ 8.0-10.0 ปริมาณของเหลวที่ละลายได้ในช่วง 10-13 จะได้รับคะแนนระดับความชอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติที่ค่อนข้างสูง สำหรับในด้านของกลิ่น พบว่าไวน์ที่ยังมีค่าพีเอชต่ำหรือความเป็นกรดสูงจะได้รับระดับความชอบด้านกลิ่นสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมของกรดที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว เฝื่อนฝาด และกลิ่นหอม องค์ประกอบเหล่านี้ทำให้เกิดความประทับใจและแสดงถึงคุณภาพที่ดีของไวน์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นอย่างสูงที่เป็นผู้สนับสนุนให้ทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2561 ภายใต้โครงการ การสร้างนวัตกรรม วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านเทคโนโลยีการผลิต ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าอุตสาหกรรมเกษตร (สัญญาเลขที่ AGR610-545S)

เอกสารอ้างอิง

- ไกรยศ แซ่ลิ่ม, ศิริขวัญ จันทน์หมื่น และกัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2561. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการหมักไวน์ลูกหม่อนและ ความพึงพอใจของผู้บริโภค. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 49(1): 612-616.
- ชนากานต์ แก้วชะภา, ปิยนุช สุวิสิน, สุทธิษา รอดบุตร, พิธิญา กฤตวงศ์งาม และวรางคณา ทองนพคุณ. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์สับปะรดภูเก็ตผสมน้ำมะม่วงหิมพานต์. *วารสารฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป* 3(1): 69-75.
- นัตตา รัศมีแพทย์ และสุพิศรา ศรีสุวรรณ. 2560. การปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพาราของเกษตรกร อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 35(1): 117-124.
- นพดล โพธิ์กานต์ และสมบุญ ประสงค์จันทร์. 2556. การผลิตไวน์จากลูกจากโดยใช้การหมักด้วยยีสต์ทางการค้า. *วารสารการพัฒนาศาสตร์และคุณภาพชีวิต* 1(2): 81-88.
- ปฐมา ไพโรจน์ศักดิ์ และปณณมี สัจจกมล. 2558. การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์สละลอยแก้วในจังหวัดจันทบุรี. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53*. น. 711-718. อาคารวิทยาสรรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันเพ็ญ จิตเรเจริญ, นราทิพย์ คีตครอง และวิริญา กันทวงศ์. 2560. สารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อคุณภาพของไวน์ลิ้นจี่. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54*. น. 757-764. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2557. มาตรฐานสินค้าเกษตร สละ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. <https://www.acfs.go.th/standard/download/SALACCA.pdf> (21 พฤษภาคม 2563).
- อำพรพรน ชัยกุลเสวีวัฒน์ และปิยมาศ วงษ์ประยูร. 2548. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วง. *วารสารเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยสยาม* 2(1): 28-35.
- อำพรพรน ชัยกุลเสวีวัฒน์ และสุนันทิศา สิงห์พล. 2559. การผลิตไวน์สับปะรดผสมแครอท. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 47(2): 165-169.
- Aceituno, F. F., Orellana, M., Torres, J., Mendoza, S., Slater, A. W., Melo, F., and Agosin, E. 2012. Oxygen response of the wine yeast *Saccharomyces cerevisiae* EC1118 grown under carbon-sufficient, nitrogen-limited enological conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 78(23): 8340-8352.
- Chanprasartsuk, O., Pheanudomkitlert, K., and Toonwai, D. 2012. Pineapple wine fermentation with yeasts isolated from fruit as single and mixed starter cultures. *Asian Journal of Food and Agro-Industry* 5(2):104-111.

- Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., and Ferreira, V. 2007. Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(11): 4501-4510.
- Saleh, S. M. M., Siddiqui, M. J., Mediani, A., Ismail, N. H., Ahmed, Q. U., Mat Soad, S. Z., and Saidi-Besbes, S. 2018. *Salacca zalacca*: A short review of the palm botany, pharmacological. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 11(12): 645-652.
- Tilloy, V., Ortiz-Julien, A., and Dequin, S. 2014. Reduction of ethanol yield and improvement of glycerol formation by adaptive evolution of the wine yeast *Saccharomyces cerevisiae* under hyperosmotic conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 80(8): 2623-2632.
- Zubaidah, E., Dewantari, F. J., Novitasari, F. R., Srianata, S., and Blanc, J. P. 2018. Potential of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 13: 198-203.

วันรับบทความ (Received date) : 21 พ.ค. 63

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 9 ธ.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 28 เม.ย. 64