การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของไวน์กระเจี๊ยบ และไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

The Study of Chemical Properties and Sensory Test of Roselle Wine and Roselle Mix with Mulberry Wine

ประภาพันธ์ ศิริขันธ์แสง* ณัฐมล แสนโคตร และ ละอองทิพย์ ชุ่มเสนา

Prapaparn Sirikhansaeng*, Natthamon Saenkhot and La-orngthip Chumsena

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

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

**E-mail: prapaparn.sk@bru.ac.th 099-6496995*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและประสาทสัมผัสของไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomymes cerevisiae* TISTR 5918 ความเข้มข้น $1.5x10^8$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เตรียมน้ำหมักให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ แล้วทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 25 วัน จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20 และ 25 เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 2.80-3.20 และ 3.40-3.60 ในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจากไวน์ทั้ง 2 ชนิดมีแนวโน้มลดลง และปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก โดยเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าเท่ากับ 5.00 และ 7.70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรในไวน์กระเจี๊ยบ และไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในวันที่ 25 ของการหมักพบว่าในไวน์กระเจี๊ยบ และไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนมีค่าเท่ากับ 175.23±1.14 และ 190.22±1.55 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าไวน์กระเจี๊ยบมีค่าคะแนนสูงกว่าไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน โดยมีค่าคะแนนด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.80±0.46, 1.55±0.68, 2.40±1.10, 8.55±3.95 และ 14.30±5.16 คะแนน (จากระบบ 20 คะแนน) ตามลำดับ และจากการนำผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

คำสำคัญ : ไวน์ กระเจี๊ยบ ลูกหม่อน *S. cerevisiae* TISTR 5918

Abstract

This research investigated the chemical properties and sensory evaluation of roselle wine and roselle mix with mulberry wine using *S. cerevisiae* TISTR 5918 at $1.5x10^8$ cells/ml. Fermentation process was conducted at room temperature for a period of 25 days. The samples were monitored for the fermentation process on the day of 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20 and 25 of the fermentation. During wine fermentation process, pH, total soluble solid, alcohol content and reducing sugar were examined. The results showed that pH of roselle wine and roselle mix with mulberry wine were ranging from 2.80-3.20 and 3.40-3.60, respectively. It was detected for all samples that the amount of total soluble solid content decreased continually and alcohol contents were increased. At the end of the fermentation process, the contents of alcohol from roselle wine and roselle mix with

mulberry were 5.00 and 7.70 %(v/v), respectively. The results of reducing sugar at day 25th in all samples were 175.23±1.14 mg/l in roselle wine and 190.22±1.55 mg/l in roselle mix with mulberry. Scores of sensory evaluation of roselle wine higher than those of roselle mix with mulberry wine. Average scores of sensory evaluation including clarity, color, odor, taste and overall acceptance were 1.80±0.46, 1.55±0.68, 2.40±1.10, 8.55±3.95 and 14.30±5.16 (20-point-wine), respectively. The overall acceptances of wine and wine mix with mulberry samples were significantly different at the 95% confidence level (p<0.05).

Keywords : wine, roselle, mulberry, *S. cerevisiae* TISTR 5918

1. บทนำ

ผักและผลไม้ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลไม้กระป๋อง แยม ลูกกวาด น้ำผลไม้เข้มข้น และยังสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไวน์ ซึ่งน้ำผลไม้บางชนิดจะต้องมีการเติมน้ำตาลลงไปเพื่อให้ยีสต์สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ (Ifie *et al*., 2012) ไวน์เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และมีความเชื่อกันมานานว่า การดื่มไวน์เป็นประจำก่อนรับประทานอาหารจะช่วยป้องกันโรคและชะลอความชราได้เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดการเกิดอัลไซเมอร์ และโรคพาร์กินสัน ไวน์ขาวช่วยย่อยอาหารและขจัดสารพิษจากอาหาร นอกจากนี้ยังช่วยให้เส้นเลือดขยายตัวในคนไข้ที่เป็นโรคความดันโลหิตต่ำ ช่วยในการยับยั้งการเกิดมะเร็ง และช่วยให้หลอดเลือดหัวใจไม่ตีบตัน ผลไม้ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตไวน์ควรมีรสหวานอมเปรี้ยว มีสี กลิ่น และรสชาติดี หรือมีรสฝาดเล็กน้อย ซึ่งในกระบวนการผลิตจะต้องมีการปรับสภาวะให้เหมาะสมต่อกระบวนการหมักทั้งความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาล และสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ผลไม้ที่นิยมนำมาทำไวน์และได้ผลดี ได้แก่ กระเจี๊ยบแดง กระท้อน ชมพู่ มะม่วง มะยม มะขามเปียก หม่อน มะขามป้อม และสับปะรด เป็นต้น (Boonsupa *et al*., 2016; Saelim *et al*., 2018; Chaikulsareewath and Singhapol, 2016)

กระเจี๊ยบแดง (Roselle, Rosella, Red sorrel หรือ Jamaica sorrel) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus sabdariffa* Linn. อยู่ในวงศ์ชบา (Malvaceae) เป็นพืชที่นิยมนำกลีบเลี้ยงของดอกมาทำเป็นเครื่องดื่ม และอาหาร เช่น ชา ไซรับ แยมและเยลลี่ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาทำเป็นยาสมุนไพรเพื่อรักษาโรคเนื่องจากกระเจี๊ยบมีสรรพคุณช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ลดความดันโลหิต ต้านเชื้อแบคทีเรีย ขับปัสสาวะ แก้ไอ ขับเสมหะ และป้องกันการเกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการรักษาโรคเบาหวานได้อีกด้วย ซึ่งในกลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบจะมีสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และมีกรดอินทรีย์ เช่น เควอซิทิน ลูทอีโอลิน กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาลิก ซึ่งกรดเหล่านี้จะทำให้มีรสเปรี้ยว นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญอย่างอื่น เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และวิตามิน เป็นต้น ซึ่งสารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และวิตามินซี จะมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Chanudom *et al*., 2017; Ifie *et al*., 2016; Narkprasom *et al*., 2016) และจากการศึกษาของ Ifie *et al*. (2016) ที่ทำการศึกษาสารพฤกษเคมีที่ได้จากสารสกัดของกระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบพบว่ามีสารสำคัญหลายชนิด ได้แก่ hibiscus acid glucoside, hibiscus acid, protocatechuic acid, 3-O-caffeoylquinic acid, cinamic acid, myricetin 3-arabinogalactoside, delphinidin 3-O-sambubioside เป็นต้น นอกจากนี้สารสกัดจากกระเจี๊ยบยังสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus* sp. และ *Salmonella* sp. ได้อีกด้วย (Chanudom *et al*., 2017)

หม่อน หรือมัลเบอร์รี่ (Mullbery) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* อยู่ในวงศ์ขนุน (Moraceae) จัดเป็นพืชสมุนไพรที่สามารถปลูกได้ในทุกสภาพอากาศ ในทางการแพทย์แผนไทยถูกนำมาใช้เป็นยาขับเหงื่อ บำรุงไตและตับ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของสารประกอบทางเคมีในธรรมชาติหลายชนิด เช่น อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และสติลบีนอยด์ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับไขมันและระดับน้ำตาลในเลือด

นอกจากนี้ยังมีรายงานฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการต้านไวรัส ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส และต้านการอักเสบ ปัจจุบันประเทศไทยนิยมปลูกหม่อนกันมาก จึงได้มีการนำหม่อนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำลูกหม่อน แยมลูกหม่อน ไวน์ลูกหม่อน และลูกหม่อนอบแห้ง เป็นต้น (Saelim *et al*., 2018; Sriset *et al*., 2016) นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Tao *et al*. (2017) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและประสาทสัมผัสของไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักของเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* จำนวน 3 สายพันธุ์พบว่า ไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* ySR 127 จะมีสาร cyanidin-3-O-glucoside และ cyanidin-3-O-rutinoside มากถึง 9.12±0.69 และ 88.34±4.99 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสาร cyanidin-3-O-glucoside และ cyanidin-3-O-rutinoside จัดเป็นสารแอนโทไซยานินชนิดหนึ่ง และในไวน์หม่อนยังสามารถพบสารสำคัญบางชนิด ได้แก่ protocatechuic acid, ρ-hydroxybenzoic acid, caffeic acid, ρ-hydroxycinnamic acid, veratric acid, rutin, myricetin, quercetin, kaempferol และ taxifolin เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่ากระเจี๊ยบและหม่อนมีสารสำคัญหลายชนิดที่มีสรรพคุณในด้านการแพทย์และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา อีกทั้งยังมีการนำกระเจี๊ยบและหม่อนมาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและประสาทสัมผัสของไวน์กระเจี๊ยบ และไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรได้ในอนาคต

2. วิธีการทดลอง

2.1 วิธีการเตรียมเชื้อเริ่มต้น

การเตรียมเชื้อเริ่มต้น (Starter) เตรียมเชื้อเริ่มต้นโดยทำการเลี้ยงเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 ในอาหารแข็งสูตร YM agar โดยทำการเลี้ยงเชื้อยีสต์เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง จากนั้นย้ายเชื้อยีสต์มาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร YM broth โดยเลี้ยงเชื้อยีสต์เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะเติมลงไปในน้ำหมักใช้เชื้อเริ่มต้นประมาณ $1.5x10^8$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยเปรียบเทียบกับ McFarland standard เบอร์ 0.5

2.2 วิธีการเตรียมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบ

นำกระเจี๊ยบแห้งมาล้างให้สะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมาต้มโดยใช้กระเจี๊ยบแห้งและน้ำในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) โดยต้มให้เดือดเป็นเวลา 20-25 นาที (ภาพที่ 1 ก) แล้วจึงกรองเนื้อกระเจี๊ยบออกด้วยผ้าขาวบาง เตรียมน้ำเชื่อมโดยใช้อัตราส่วนน้ำตาลทรายขาวต่อน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) และเตรียมน้ำหมักโดยนำน้ำกระเจี๊ยบและน้ำเชื่อมในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) มาผสมกัน แล้วจึงปรับน้ำหมักให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดกับ 21 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 3.2 เมื่อเตรียมน้ำหมักเรียบร้อยแล้ว ให้นำไปต้มอีกครั้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงเติมเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 ทำการหมักเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2.3 วิธีการเตรียมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

นำกระเจี๊ยบมาต้มโดยใช้กระเจี๊ยบแห้งมาต้มในน้ำในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) ต้มให้เดือดเป็นเวลา 20-25 นาที แล้วจึงกรองเนื้อกระเจี๊ยบออกด้วยผ้าขาวบางจะได้น้ำกระเจี๊ยบ การเตรียมน้ำลูกหม่อนจะนำผลลูกหม่อนมาล้างทำความสะอาดแล้วนำมาผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นจึงนำมาปั่นรวมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) แล้วกรองกากออกด้วยผ้าขาวบาง นำมาต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 20 นาที (ภาพที่ 1 ข) เตรียมน้ำเชื่อมเช่นเดียวกันกับวิธีการเตรียมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบ จากนั้นจึงเตรียมน้ำหมักโดยนำน้ำกระเจี๊ยบ น้ำลูกหม่อน และน้ำเชื่อมในอัตราส่วน 1:1:1 (โดยปริมาตร) มาผสมกัน แล้วทำการปรับน้ำหมักให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดกับ 21 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.3 เมื่อเตรียมน้ำหมักเรียบร้อยแล้วให้นำไปต้มอีกครั้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงเติมเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 และทำการหมักเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2.4 ขั้นตอนการเตรียมน้ำหมักไวน์กระเจี๊ยบ

การเตรียมน้ำหมักจะทำการเตรียมเช่นเดียวกันกับการเตรียมน้ำหมักในขั้นตอนการเตรียมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบ โดยปรับน้ำหมักให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 2.7 แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอีกครั้งประมาณ 10-20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเทน้ำหมักลงในถังพลาสติก (PET) ขนาด 20 ลิตร แล้วจึงเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 0.02 เปอร์เซ็นต์ลงไป ทิ้งไว้ข้ามคืน ทำการเติมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบจากข้อ 2.2 ลงไปในถัง ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20 และ 25 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักในวันที่ 25 ให้ทำการกรอง (Racking) แล้วนำไปบรรจุขวดเพื่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

ภาพที่ 1 แสดงการเตรียมน้ำกระเจี๊ยบ (ก) และน้ำลูกหม่อน (ข)

2.5 ขั้นตอนการเตรียมไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

การเตรียมน้ำหมักจะทำการเตรียมเช่นเดียวกันกับการเตรียมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนโดยปรับน้ำหมักให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.5 แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอีกครั้งประมาณ 10-20 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเทน้ำหมักลงในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร แล้วจึงเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.02 เปอร์เซ็นต์ลงไป ทิ้งไว้ข้ามคืน ทำการเติมเชื้อเริ่มต้นของไวน์กระเจี๊ยบจากข้อ 2.3 ลงไปในถังทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20 และ 25 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักในวันที่ 25 ให้ทำการกรอง แล้วนำไปบรรจุขวดเพื่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

2.6 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีระหว่างการหมักไวน์

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีระหว่างการหมักไวน์โดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้พีเอชมิเตอร์ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) โดยใช้ Hand refractometer (Nzabuheraheza and Nyiramugwera, 2014) วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่อง Ebulliometer (Chomsri *et al*., 2012) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Somogyi-Nelson โดยเตรียมสารละลาย Somogyi I สารละลาย Somogyi II และสารละลาย Nelson เจือจางสารตัวอย่างให้มีความเข้มข้นที่สามารถวัดค่าได้โดยใช้น้ำกลั่น ดูดสารตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายผสม Somogyi (Somogyi I : Somogyi II ในอัตราส่วนเท่ากับ 4 ต่อ 1 ก่อนใช้แต่ละครั้ง) 2 มิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ ปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้วเพื่อลดการระเหยของน้ำ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที โดยทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการต้มไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง เติมสารละลาย Nelson ลงไป 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที เติมน้ำกลั่น 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร โดยเทียบกับแบลงค์ อ่านค่าความเข้มข้นของกลูโคสจากกราฟมาตรฐาน (Glucose anhydrous) ซึ่งได้จากวิธีการเดียวกันโดยใช้สารละลายกลูโคสความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 150 และ 200 ไมโครกรัมต่อลิตร แทนสารตัวอย่างในน้ำผลไม้ (Danvirutai and Laopaiboon, 2006)

2.7 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของไวน์ทั้ง 2 สูตร โดยใช้ระบบ 20 คะแนน (20-Point-Wine) (Danvirutai and Laopaiboon, 2006) ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 40 คน ที่สามารถรับประทานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ และให้คะแนนตามความชอบของผู้ทดสอบชิม แล้วนำผลการทดสอบไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ t-test

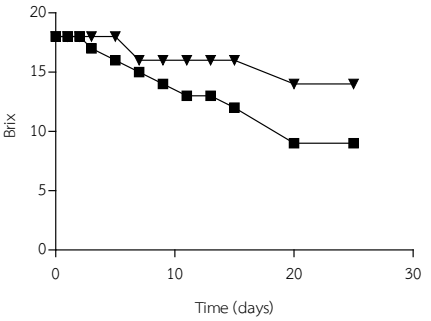
3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการหมักไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 ความเข้มข้น $1.5x10^8$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เตรียมน้ำหมักให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ แล้วทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 25 วัน เก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของไวน์ด้วยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ และวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในไวน์กระเจี๊ยบที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 จะมีค่าลดลงในช่วงแรกของการหมัก และในไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 3.6 (ตารางที่ 1) ซึ่งในกระบวนการผลิตไวน์ค่าความเป็นกรด-ด่างจะต้องลดลงตลอดระยะเวลาที่ทำการหมัก (Alobo and Offonry, 2009; Ifie *et al*., 2012; Nzabuheraheza and Nyiramugwera, 2014; Okeke *et al*., 2015; Chanudom *et al*., 2017) เนื่องจากยีสต์มีการสลายน้ำตาลให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ จากนั้นจึงจะมีการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (Podkumnerd and Prasongchan, 2013) การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไวน์กระเจี๊ยบทั้ง 2 สูตร พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะมีค่าลดลงจาก 18.00 องศาบริกซ์ เหลือ 14.00 และ 9.00 องศาบริกซ์ ในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saelim *et al*., 2018; Alobo and Offonry, 2009; Ifie *et al*., 2012; Nzabuheraheza and Nyiramugwera, 2014 และ Chanudom *et al*., 2017 ที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไวน์จะลดลงตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง ในส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ไวน์ทั้ง 2 สูตรมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก คือ จากวันที่ 0 ที่ยังไม่สามารถวัดปริมาณแอลกอฮอล์ได้เนื่องจากเชื้อยีสต์ยังไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์ และจะสามารถวัดปริมาณแอลกอฮอล์ได้ในช่วงวันที่ 3 ของการหมัก ซึ่งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 5.00 และ 7.70 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ภาพที่ 3) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอลกอฮอล์จะสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด นอกจากนี้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่มากขึ้นยังสอดคล้องกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักอีกด้วย กล่าวคือยิ่งใช้เวลาในการหมักนานก็จะได้ปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นตามไปด้วย (Okoro, 2007; Alobo and Offonry, 2009; Ifie *et al*., 2012; Nzabuheraheza and Nyiramugwera, 2014; Okeke *et al*., 2015; Chanudom *et al*., 2017; Tao *et al*., 2017) และจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการทำการทดลอง กล่าวคือเมื่อเริ่มต้นการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเท่ากับ 879.10±2.54 และ 698.75±0.69 มิลลิกรัมต่อลิตรในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผลสมลูกหม่อนตามลำดับ แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเท่ากับ 175.23±1.14 และ 190.22±1.55 มิลลิกรัมต่อลิตรในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งผลของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลงนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Okeke *et al*. (2015) ที่ทำการผลิตไวน์ที่ได้จากผลไม้ผสมระหว่างสับปะรดและแตงโม ผลการศึกษาพบว่าเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงเช่นกัน ซึ่งการที่น้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณลดลงนี้เกิดจากกิจกรรมของยีสต์ที่มีการเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ และจากผลการทดลองของ Gaharwar *et al*. (2018) ยิ่งแสดงให้เห็นว่า หากในน้ำหมักมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มาก ยีสต์ *S. cerevisiae* ก็จะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ได้ในปริมาณที่มากเช่นเดียวกัน

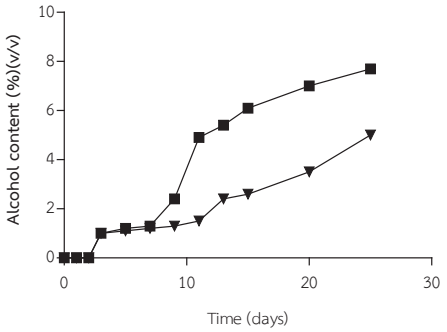
จากการศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อไวน์กระเจี๊ยบทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 4) โดยใช้แบบประเมินของผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ซึ่งทำการทดสอบความใส สี กลิ่น และรสชาติ พบว่าไวน์กระเจี๊ยบได้รับความนิยมสูงกว่าไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน โดยมีค่าคะแนนด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเฉลี่ยรวมกันเท่ากับ 1.80±0.46, 1.55±0.68, 2.40±1.10, 8.55±3.95 และ 14.30±5.16 (จากระบบ 20 คะแนน) ตามลำดับ ส่วนในไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนมีค่าคะแนนด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเฉลี่ยรวมกันเท่ากับ 0.83±0.59, 1.25±0.63, 2.18±0.96, 7.33±2.90 และ 11.55±3.45 (จากระบบ 20 คะแนน) ตามลำดับ และเมื่อนำผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ t-test พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chomsri *et al*. (2012) ที่ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์ลูกหม่อนที่ได้จากการหมักโดยใช้เชื้อยีสต์ที่แตกต่างกัน 4 ชนิด พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
	ไวน์กระเจี๊ยบ	ไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน
0	2.8	3.5
1	2.9	3.5
2	2.9	3.6
3	2.9	3.6
5	3.2	3.4
7	3.3	3.4
9	2.8	3.4
11	2.8	3.4
13	2.8	3.4
15	2.9	3.4
20	2.9	3.5
25	2.9	3.5



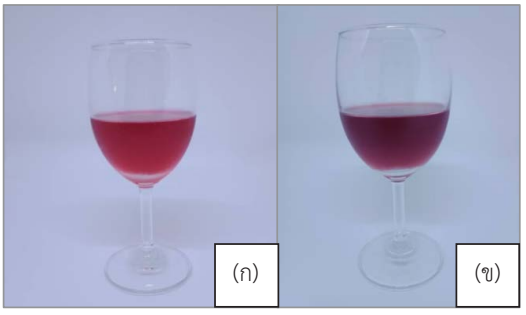
ภาพที่ 2 แสดงผลปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตลอดระยะเวลาในการหมัก 25 วัน ของไวน์ทั้ง 2 สูตร โดยที่ (▼) ไวน์กระเจี๊ยบ, (■) ไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน



ภาพที่ 3 แสดงผลปริมาณแอลกอฮอล์ตลอดระยะเวลาในการหมัก 25 วัน ของไวน์ทั้ง 2 สูตร โดยที่ (▼) ไวน์กระเจี๊ยบ, (■) ไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ไวน์กระเจี๊ยบ (ค่าเฉลี่ย±S.D.)	ไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน (ค่าเฉลี่ย± S.D.)
0	879.10±2.54	698.75±0.69
1	345.78±2.96	265.75±3.63
2	328.03±0.94	299.68±4.53
3	432.45±1.42	254.68±2.36
5	724.98±4.34	396.88±5.71
7	679.13±6.99	311.90±4.33
9	897.45±1.50	768.00±1.55
11	485.03±9.60	475.20±1.02
13	889.10±6.89	239.95±3.15
15	857.45±2.64	183.53±5.21
20	943.00±2.29	178.58±1.31
25	175.23±1.14	190.22±1.55



ภาพที่ 4 แสดงภาพไวน์ทั้ง 2 สูตร โดยที่ (ก) ไวน์กระเจี๊ยบ (ข) ไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน

4. สรุปผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและประสาทสัมผัสของไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนโดยใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5918 ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น $1.5x10^8$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 25 วันพบว่า เมื่อสิ้นสุดการหมัก ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 2.80-3.20 และ 3.40-3.60 ในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 14.00 และ 9.00 องศาบริกซ์

ในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าเท่ากับ 5.00 และ 7.70 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนตามลำดับ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์พบว่าในไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนมีค่าเท่ากับ 175.23±1.14 และ 190.22±1.55 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าไวน์กระเจี๊ยบมีค่าคะแนนด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.80±0.46, 1.55±0.68, 2.40±1.10, 8.55±3.95 และ 14.30±5.16 คะแนน (จากระบบ 20 คะแนน) ตามลำดับ ส่วนในไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อนมีค่าคะแนนด้านความใส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเฉลี่ยรวมกันเท่ากับ 0.83±0.59, 1.25±0.63, 2.18±0.96, 7.33±2.90 และ 11.55±3.45 (จากระบบ 20 คะแนน) ตามลำดับ และเมื่อนำผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยภายในระดับคณะ คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2562 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สัญญาทุนเลขที่ 1/2562 และคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ที่เอื้อเฟื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

Alobo, A.P. and S.U. Offonry. 2009. **Characteristics of coloured wine produced from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) calyx extract**. Journal of the institute of brewing. 115(2): 91-94.

Boonsupa, W., K. Buayairaksa, J. Sriprasert, N. Pasajun, P. Khunpakdee, S. Sukuna, S. Putom and A. Pilaon. 2016. **The study of chemical properties, sensory test and antioxidant activity of mango wine from mango 4 cultivars (Nam Dok Mai, Chok Anan, Okrong and Rad)**. Journal of Food Technology, Siam University. 11(1): 38-46. (in Thai)

Chaikulsareewath, A. and S. Singhapol. 2016. **Wine production from Pineapple mixed with Carrot**. Agricultural Science Journal. 47(2)(Suppl.): 165-169. (in Thai)

Chanudom, L., N. Ongsara, C. Jindawong and M. Jantajam. 2017. **Scavenging capacity and antibacterial activity of Roselle aqueous extract and wine production**. Suan Sunandha Science and Technology Journal. 4(2): 17-22.

Chomsri, N., T. Chanrittisen and N. Thepkaew. 2012. **Some sensory and chemical properties of mulberry wine fermented with mixed yeast cultures**. Asian Journal of Food and Agro-Industry. 5(04): 251-256.

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

Gaharwar, A.M., J.D. Ughade, M. Madake, C. Lokhande and R. Nagarkar. 2018. **Study on preparation of roselle and fruits blended roselle wine using yeast *Saccharomyces cerevisiae***. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(6): 1338-1341.

Ifie, I., T.O. Olurin and J.O. Aina. 2012. **Production and quality attributes of vegetable wine from *Hibiscus sabdariffa* Linn**. African Journal of Food Science. 6(7): 212-215.

Ifie, I., L.J. Marshall, P. Ho and G. Williamson. 2016. ***Hibiscus sabdariffa* (Roselle) extracts and wine: phytochemical profile, physicochemical properties, and carbohydrase inhibition**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 64: 4921-4931.

Narkprasom, K., N. Boonmee, W. Kaewwongsa, N. Narkprasom and Y. Tanongkankit. 2016. **The optimal condition for anthocyanin extraction from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)**. in The 3rd Conference on Research and Creative Innovations: CRCI - 2016. September 15-16, 2016. Chiang Mai : Rajamangala University of Technology Lanna (Payap Campus). (in Thai)

Nzabuheraheza, F.D. and A.N. Nyiramugwera. 2014. **Golden wine produced from mixed juices of passion fruit (*Passiflora edulis*), mango (*Mangifera indica*) and pineapple (*Ananas comosus*)**. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 14(4): 9104-9116.

Okeke, B.C., K.C. Agu, P.O. Uba, N.S. Awah, C.G. Anaukwu, E.J. Archibong, L.I. Uwanta, J.N. Ezeneche, C.U. Ezenwa and M.U. Orji. 2015. **Wine production from mixed fruits (pineapple and watermelon) using high alcohol tolerant yeast isolated from palm wine**. Universal Journal of Microbiology Research. 3(4): 41-45.

Okoro, C.E. 2007. **Production of red wine from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) and pawpaw (*Carica papaya*) using palm-wine yeast (*Saccharomyces cerevisiae*)**. Nigerian Food Journal. 25(2): 158-164.

Podkumnerd, N. and S. Prasongchan. 2013. **Wine production from Nypa palm fruits using commercial yeast fermentation**. Journal of Community Development and Life Quality. 1(2): 81-88. (in Thai)

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

Sriset, Y., K. Jarukamjorn and W. Chatuphonprasert. 2016. **Pharmacological activities of *Morus alba* Linn**. Isan Journal of Pharmaceutical Sciences. 12(4): 14-27. (in Thai)

Tao, Y., Y. Wang, J. Yang, Q. Wang, N. Jiang, D.T. Chu, Y. Han and J. Zhou. 2017. **Chemical composition and sensory profiles of mulberry wines as fermented with different *Saccharomyces cerevisiae* strains**. International Journal of Food Properties. 20(S2): S2006-S2021.

(Received: 28/Nov/2019, Revised: 26/May/2020, Accepted: 2/Jun/2020)