

ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสมบัติการต้านออกซิเดชันของไวน์ผลไม้เมืองหนาวที่ปลูกในประเทศไทย

รุ่งทิพา วงศ์ไพศาลฤทธิ์* และ วิชาญ พงษ์สานต์ศิริ

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

149 ถนนเจริญกรุง แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

รับบทความ 28 มกราคม 2565 แก้ไขบทความ 26 ธันวาคม 2565 ตอรับบทความ 9 กุมภาพันธ์ 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบ ฟลาโวนอยด์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) และวิธี 1, 10-Phenanthroline (Phen) ในไวน์ผลไม้เมืองหนาวทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ไวน์ ลูกบ๊วย ท้ออำพัน ท้อสีทอง เชอร์รี่และผลไม้รวม (พีช บ๊วย) พบว่า ตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาวทั้ง 5 ชนิดมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 0.70 ± 0.01 , 0.61 ± 0.03 , 0.63 ± 0.00 , 0.67 ± 0.01 , 0.63 ± 0.00 และ 0.64 ± 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ($p < 0.05$) ปริมาณแอนโทไซยานินซึ่งวัดโดยวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียล มีค่าเท่ากับ 3.81 ± 0.00 , 0.97 ± 0.06 , 1.22 ± 0.12 , 0.05 ± 0.01 , 0.02 ± 0.01 และ 0.57 ± 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ($p < 0.05$) ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ 0.33 ± 0.01 , 0.39 ± 0.00 , 0.04 ± 0.01 , 0.15 ± 0.01 , 0.21 ± 0.010 และ 0.15 ± 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ($p < 0.05$) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 16.19 ± 0.01 , 17.31 ± 0.05 , 11.37 ± 0.03 , 9.42 ± 0.04 , 9.47 ± 0.06 และ 15.31 ± 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ($p < 0.05$) และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับร้อยละ 47.65 ± 0.06 , 55.54 ± 0.01 , 9.75 ± 0.02 , 3.90 ± 0.03 , 0.58 ± 0.01 และ 23.86 ± 0.00 ตามลำดับ ($p < 0.05$) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ Phen เท่ากับ 151.43 ± 0.03 , 143.21 ± 0.03 , 5.01 ± 0.35 , 5.89 ± 0.01 , 7.15 ± 0.05 และ 41.92 ± 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ($p < 0.05$) ซึ่งจะเห็นว่าไวน์ผลไม้เมืองหนาวทั้ง 5 ชนิด มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน ซึ่งอาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างอัตลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ไวน์ผลไม้ในการประกอบธุรกิจหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) และสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยแทรกข้อมูลสารแอนติออกซิแดนท์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : ไวน์ผลไม้; ไวน์; บ๊วย; พีชอำพัน; พีชสีทอง

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 6759 9237, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: rungthiwa.w@mail.rmutk.ac.th

Content of Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Winter Fruit Wines Grown in Thailand

Rungthiwa Wongpaisanrit* and Wichan Pongsankeeree

Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep
149 Charoenkrung Road, Yannawa, Sathorn, Bangkok 10120

Received 28 January 2022; Revised 26 December 2022; Accepted 9 February 2023

Abstract

The objective of this research was to quantify carotenoids content, anthocyanin content, flavonoid compounds content, phenolic compound content and antioxidant activity by 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) and 1, 10-Phenanthroline (Phen) in 5 types of winter fruit wine, namely; plum (*Prunus domestica* L.), plum (*Prunus mume*), amber peach (*Prunus persica* var. *persica*), golden peach (*Prunus persic*), cherry (*Prunus cerasifera*) and mixed fruit (peach, plum). It was found that the total carotenoid contents of the winter fruit wine samples were equal to 0.70 ± 0.01 , 0.61 ± 0.03 , 0.63 ± 0.00 , 0.67 ± 0.01 , 0.63 ± 0.00 and 0.64 ± 0.03 mg/l, respectively ($p < 0.05$), the anthocyanin content measured by the pH-differential method were 3.81 ± 0.00 , 0.97 ± 0.06 , 1.22 ± 0.12 , 0.05 ± 0.01 , 0.02 ± 0.01 and 0.57 ± 0.03 mg/l, respectively ($p < 0.05$). The amount of flavonoid compounds were 0.33 ± 0.01 , 0.39 ± 0.00 , 0.04 ± 0.01 , 0.15 ± 0.01 , 0.21 ± 0.010 and 0.15 ± 0.01 mg/l, respectively ($p < 0.05$). The total phenolic compounds were 16.19 ± 0.01 , 17.31 ± 0.05 , 11.37 ± 0.03 , 9.42 ± 0.04 , 9.47 ± 0.06 and 15.31 ± 0.02 mg/l, respectively ($p < 0.05$). The DPPH antioxidant capacity were 47.65 ± 0.06 , 55.54 ± 0.01 , 9.75 ± 0.02 , 3.90 ± 0.03 , 0.58 ± 0.01 and 23.86 ± 0.00 , respectively ($p < 0.05$). The antioxidant activity of Phen were 151.43 ± 0.03 , 143.21 ± 0.03 , 5.01 ± 0.35 , 5.89 ± 0.01 , 7.15 ± 0.05 and 41.92 ± 0.02 mg/l, respectively ($p < 0.05$). It can be seen that all 5 types of winter fruit wines contain carotenoids, anthocyanin content, phenolic compounds content and antioxidants was different. This may be used as the basis for establishing the identity of the fruit wine product in the OTOP business and differentiating the product by inserting antioxidant information to add value to the product.

Keywords: Fruit Wines; Plum (*Prunus domestica* L.); Plum (*Prunus mume*); Amber Peach (*Prunus persica* var. *persica*); Golden Peach (*Prunus persic*)

* Corresponding Author. Tel.: +668 6759 9237, E-mail Address: rungthiwa.w@mail.rmuth.ac.th

1. บทนำ

ฟรุตไวน์ (Fruit wine) หรือไวน์ผลไม้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หมักที่ทำจากส่วนผสมที่หลากหลาย อาจมีรสชาติเพิ่มเติมที่มาจากผลไม้ดอกไม้อื่นๆ และสมุนไพร โดยไม่รวมถึงเบียร์ (beer), ไซเดอร์ (cider), มีด (mead) และ เพอร์รี่ (perry) ซึ่งไวน์ผลไม้เป็นที่ยอมรับมาช้านานในหมู่คนทำไวน์แถบเมดิเตอร์เรเนียนจะปลูกองุ่น ตัวอย่างเช่น ในอเมริกาเหนือหรือสแกนดิเนเวีย เช่น ลิทัวเนีย นอร์เวย์ เดนมาร์กหรือประเทศอื่นๆ ในแถบยุโรปตอนเหนือ เป็นต้น [1]

ไวน์ผลไม้ (Fruit Wine) เป็นธุรกิจที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีแหล่งวัตถุดิบผลไม้ท้องถิ่นรสชาติดีกระจายอยู่ทุกภูมิภาค [1] ตัวอย่างเช่น ไวน์สับปะรด ไวน์สตอเบอร์รี่ ไวน์กระเจี๊ยบ ไวน์ส้มเขียวหวาน ไวน์ลำไย เป็นต้น ซึ่งผลไม้ที่ผลิตไวน์มักนิยมผลไม้ที่สุก หรือแก่จัด ส่วนวัตถุดิบอื่นๆ ได้แก่ เชื้อยีสต์ เอนไซม์ น้ำตาล เครื่องเทศ และวัตถุดิบที่ใช้ในการบรรจุ เช่น กล่องกระดาษ ฉลาก ขวดไวน์ และจุกคอork ซึ่งโครงสร้างของต้นทุนการผลิต จะเป็นวัตถุดิบประมาณร้อยละ 85 ของต้นทุนการผลิต ค่าแรงงาน ร้อยละ 7 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร ร้อยละ 1 และค่าเสียหยาบการผลิต ร้อยละ 7 ตามลำดับ [2]

ไวน์ผลไม้ เป็นไวน์ที่ผลิตจากน้ำผลไม้สูงถึง 20% ไวน์เหล่านี้อาจจะบุนผลากด้วยคำต่าง ๆ เช่น Fruit Wine, Crisp and Fruity หรือ Rich & Red จุดเด่นของไวน์ชนิดนี้ คือ มีรสชาติไม่แพง และถูกเก็บภาชนะในอัตราที่ต่ำกว่าไวน์ทั่วไปที่ทำจากองุ่น ซึ่งในทางกฎหมายแล้วไวน์ผลไม้อยู่ในกลุ่มสุราประเภท "สุราแช่" เนื่องจากในไวน์แต่ละขวดมีส่วนผสมของแอลกอฮอล์อยู่ในปริมาณไม่เกิน 15% ดังนั้น กฎหมายและภาษีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไวน์ผลไม้จึงเป็นกฎหมายเดียวกับผลิตภัณฑ์สุราประเภทอื่นๆ คือ พระราชบัญญัติสุรา พ.ศ.2493 [3]

การผลิตไวน์ผลไม้โดยทั่วไปจะนำผลไม้ที่สุกหรือแก่จัด มาล้างทำความสะอาด และตัดส่วนที่ไม่ต้องการทิ้ง จากนั้นนำมาบดหรือหั่น และคั้นเอาเฉพาะน้ำ (ไวน์แดงต้องใส่เปลือกและเนื้อผลไม้ลงไปด้วยและอย่าให้เนื้อผลไม้ละเอียดจนเกินไป เพราะจะทำให้ไวน์มีสีขุ่น) จากนั้นปรับความเข้มข้น ความหวาน โดยการเติมน้ำ หรือน้ำตาลทรายขาว และระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำผลไม้ โดยเติมแอมโมเนียหอม น้ำมะนาวในระดับที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ ทั้งนี้ น้ำผลไม้ที่เหมาะสมจะต้องมีความหวานประมาณร้อยละ 20-25 ของน้ำหนักสุทธิของน้ำผลไม้และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.2-4.0 จากนั้นนำไปต้มฆ่าเชื้อนาน 20 นาที หรือเติมสารซัลเฟอร์-ไดออกไซด์ หรือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่ติดมากับน้ำผลไม้ (การเติมสารเคมีจะได้ไวน์คุณภาพดีกว่าการใช้ความร้อน) แล้วถ่ายลงใส่ถังหมักในขณะที่มีความร้อนประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส และปิดภาชนะให้สนิททั้งน้ำผลไม้ให้เย็นลงประมาณ 1 คืน หลังจากนั้นเติมเชื้อยีสต์ที่กำลังเติบโต ซึ่งต้องเตรียมไว้ 1-2 วัน เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ แล้วหมักต่อในที่เย็น (ที่อุณหภูมิ 18-22 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้) เพื่อให้กระบวนการทำงานของยีสต์เป็นไปอย่างช้าๆ ใช้ระยะเวลาราว 2-6 สัปดาห์ หรือจนกว่าไวน์เริ่มใส ไม่มีฟองอากาศผุดและเชื้อยีสต์ตกตะกอนนอนก้นแล้ว ก็จะได้ไวน์ที่มีระดับแอลกอฮอล์ 10-12 ดีกรี นำไวน์ที่ได้ มากรองเศษเนื้อผลไม้อีกครั้ง แล้วนำไปหมักอีกครั้งในภาชนะปิดสนิท (ที่อุณหภูมิ 18-22 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้) จนกว่าไวน์จะใส แล้วนำไวน์ที่ได้มาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยพาสเจอร์ไรซ์ หรือเติมสารเคมี เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อน้ำส้มสายชู และปรุงแต่งรสชาติบรรจุในขวดแห้งที่สะอาด ปิดจุกและฉลากเพื่อจำหน่ายต่อไป [2]

ไวน์ผลไม้แต่ละชนิดมีสารในกลุ่มมะโรมาติกมากมายหลายชนิด จึงส่งผลให้ไวน์ผลไม้มีกลิ่นรสที่หลากหลายตามผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ [4], [5] นอกจากนี้ในไวน์ผลไม้ยังมีสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกซึ่งมีสมบัติในการเป็นสารแอนติออกซิแดนซ์(antioxidant) [6], [7] ตัวอย่างเช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นรงควัตถุชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในไวน์ผลไม้ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ และเส้นเลือดอุดตันในสมองด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อนและชะลอความเสื่อมของดวงตา เป็นต้น

ประเทศไทยมีไม้ผลเขตร้อนที่เพาะปลูกเพื่อจำหน่ายผลผลิตเชิงการค้าได้ไม่กี่ชนิด เนื่องจากไม้ผลเขตร้อนเจริญเติบโตในสภาพอากาศเขตอบอุ่น (temperate zone) ในขณะที่ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น (tropical zone) แต่การผลิตไม้ผลเขตร้อนบนพื้นที่สูงซึ่งมีสภาพอากาศเย็นในฤดูหนาว สามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการอพยพ และการทำลายป่าของชาวไทยภูเขา ทำให้ชาวไทยภูเขา มีอาชีพและมีรายได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การปลูกไม้ผลเขตร้อนยังเป็นการช่วยอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำได้อย่างดีอีกด้วย [8]

บ๊วย อยู่ในสกุล Rosaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus mume* เป็นไม้ผลเมืองหนาว มีแหล่งกำเนิดในสาธารณรัฐประชาชนจีน นิยมปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย จัดอยู่ในสกุลเดียวกับท้อ พลัม หรือ ลูกพลัม ลักษณะผลกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ผลดิบมีสีเขียว ผลแก่เต็มที่จะมีสีเหลือง มีรสขมอมเปรี้ยว และมีกลิ่นหอม ในญี่ปุ่นและไต้หวันสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม ส่วนในประเทศไทยเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนเมษายน [9] พันธุ์ที่นิยมปลูกคือ บ๊วยพันธุ์เซียงราย หรือ บ๊วยพันธุ์แม่สาย บ๊วยชนิดนี้จัดเป็นพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิมของไทย ต้องปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 500 เมตรขึ้นไป และผลมีขนาดเล็กไม่ตรงกับความต้องการของโรงงานแปรรูป [10]

พลัมเป็นไม้ผลตระกูล Rosaceae สกุล *Prunus* เป็นไม้ผลกลุ่ม stone fruit มีแหล่งกระจายพันธุ์อยู่แถบเอเชียตะวันตกรวมไปถึงสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน สาธารณรัฐอิสลามอัฟกานิสถาน และสาธารณรัฐตุรกี เป็นต้น [11] พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้ามี 2 สายพันธุ์ คือ พลัมยุโรป (*Prunus domestica* L.) และพลัมญี่ปุ่น (*Prunus salicina*) และพลัมที่สามารถปลูกได้ดีในประเทศไทย คือ พลัมญี่ปุ่น ซึ่งพลัมญี่ปุ่นนี้มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในสาธารณรัฐประชาชนจีน และมีการพัฒนาสายพันธุ์ที่ประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา [12] มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ มีวิตามินเอที่ช่วยบำรุงสายตา มีวิตามินซีป้องกันโรคหวัด และโรคเลือดออกตามไรฟัน มีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน ทั้งยังแก้โรคหอบหืด หล่อลื่นลำไส้ แก้อาการปวดของโรคไต เลื่อน ลดอาการเหงื่อออกมาก และช่วยลดความดันโลหิตได้ด้วย [13]

โหนด จัดอยู่ในวงศ์ Rosaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus domestica* L. โหนดอยู่ในตระกูลพลัม เช่นเดียวกับ ลูกท้อ บ๊วย เชอร์รี่ อัลมอนต์ และนางพญาเสือโคร่ง และมีถิ่นกำเนิดจากบริเวณคอเคซัสในเอเชียตะวันตก [14]

เชอร์รี่ หรือโหนด (cherry plum) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus cerasifera* เป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยไฟเบอร์ วิตามินและแร่ธาตุ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินซี โพแทสเซียม แคลเซียม และสังกะสี นิยมทำเป็นแยม เยลลี่ พาย และน้ำผลไม้

พีช (peach) หรือลูกท้อ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus persic* อยู่ในสกุล *Prunus* อันเป็นสกุลเดียวกับกับ ชากระบะ, บ๊วย, เชอร์รี่ หรือนางพญาเสือโคร่งผลมีลักษณะกลม เมื่อสุกจะมีสีเหลืองทอง พีชสด พีชอุดมไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี และอนุมูลอิสระ ที่ช่วยชะลอวัยได้ ส่วนเบต้าแคโรทีนในพีช ช่วยป้องกันโรคมะเร็งบางชนิด และช่วยบำรุงผิว [8] พีชเป็นราชินีของไม้ผลเขตร้อน

หนารองจากแอปเปิ้ล เพราะได้รับความนิยมในการบริโภค จึงปลูกอย่างแพร่หลายในเขตอบอุ่น มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและปลูกได้แพร่หลายในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 นอกจากรสชาติที่พึงประสงค์แล้ว พืชยังได้รับความนิยมในตลาดผลิตผลสด เนื่องจากผู้บริโภคเข้าใจถึงประโยชน์ต่อสุขภาพ [15] พืชสามารถเจริญเติบโตและผลิดอกติดผลในสภาพพื้นที่ที่มีอากาศเย็นในระดับความสูงประมาณ 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ปัจจุบันโครงการหลวงได้นำพืชมามาปลูกเพื่อส่งเสริมให้ราษฎรปลูกเพื่อสร้างรายได้ [16] ตัวอย่างเช่น พืชสายพันธุ์อ่าพันอ่างช้างซึ่งมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว เนื้อสีเหลืองอ่าพัน ฉ่ำน้ำ เหมาะรับประทานสด ส่วนลูกพืชเปรี้ยวพันธุ์เจด (Jade) ผลค่อนข้างกลม เนื้อแน่น เมื่อสุกจะมีสีเหลืองทั้งผล รสชาติหวานอมเปรี้ยว สามารถรับประทานทานสดได้ และแปรรูปได้ดี [17]

เป็นเวลานานมาแล้วที่ประเทศไทยส่งเสริมเกษตรกรรมในพื้นที่ดอยสูงเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของชาวเขา ลดการเผาป่าทำไร่เลื่อนลอยและการปลูกฝิ่นด้วยการปลูกผลไม้เมืองหนาว และได้เริ่มทำการตลาดผ่านช่องทางการตลาดภายใต้ชื่อสินค้าดอยคำของมูลนิธิโครงการหลวง ซึ่งผู้บริโภคได้ให้การตอบรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นอย่างดี จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้เมืองหนาวทั้ง 5 ชนิดได้แก่ หนุ่ย บัวย พืชอ่าพัน พืชสีทอง เซอร์รี่ และผลไม้รวม (พืชและบัวย) โดยนำมาผลิตผลไม้และเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ เคมี ปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและการต้านอนุมูลอิสระของผลไม้เมืองหนาวทั้ง 5 ชนิด ซึ่งคาดว่าจะเป็นการสร้างคุณลักษณะและเพิ่มมูลค่าของผลไม้ ให้สูงขึ้นและเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประกอบอาชีพเพื่อสร้างรายได้ นำวัตถุดิบจากท้องถิ่นเพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้กับสินค้าที่มีความแตกต่างจากที่อื่นโดยแทรกข้อมูลสารแอนติออกซิแดนท์ที่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า นอกจากนี้อาจเป็น

ข้อมูลพื้นฐานเพื่อประกอบการตัดสินใจสำหรับการประกอบอาชีพเพื่อสร้างรายได้ เพื่อสร้างสภาพคล่องให้กับผู้ประกอบการธุรกิจในอนาคตได้

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว

ทำไวน์ผลไม้เมืองหนาว โดยใช้ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิด ได้แก่ หนุ่ย บัวย พืชอ่าพัน พืชสีทอง เซอร์รี่และผลไม้รวม (พืช บัวย) โดยนำผลไม้ทั้ง 5 ชนิด นำมาผานเอาเมล็ดออก แล้วชั่งน้ำหนัก 1,500 กรัม ผสมน้ำเปล่าที่สะอาดลงไปในอัตราส่วน 1 : 2 จากนั้นนำไปปั่นโดยใช้เครื่องปั่นผสม (ปั่นนาน 30 วินาที) วัดค่าความหวานและปรับความหวานเท่ากับ 20 ° Brix (โดยเติมน้ำตาลทราย) นำส่วนผสมของผลไม้เมืองหนาวทั้งหมดไปต้มโดยใช้ไฟปานกลาง พอเดือดให้เติมน้ำตาล คนจนน้ำตาลละลาย ยกกลงแล้วตั้งทิ้งไว้ให้อุ่น แล้วบรรจุใส่ขวดขนาด 5 ลิตร เติมหัลล่าเชื้อยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*, Lalvin K1-V1116, Canada, ยีสต์ 5 กรัม ต่อส่วนผสมน้ำผลไม้ 500 มิลลิลิตร) เขย่าให้หัลล่าเชื้อกระจายทั่วแล้วปิดปากขวดด้วยสำลีหรือหลอดดักก๊าซ หมักทิ้งไว้ 2-3 สัปดาห์หรือจนได้ปริมาณแอลกอฮอล์ในช่วง 12 -14% แล้วแยกกากออก จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บรรจุใส่ขวดขนาด 5 ลิตร นำไปแช่ในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส เพื่อให้ไวน์ผลไม้ตกตะกอน จากนั้นถ่ายไวน์ที่ใสขวดใหม่โดยใช้สายยางขนาดเล็ก นำไวน์บ่มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 เดือน สำหรับตัวอย่างไวน์ที่นำไปวิเคราะห์หากมีความขุ่นจะนำตัวอย่างไวน์ปั่นเหวี่ยงโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm นาน 5 นาที

2.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ- คำสี

โดยการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab นำตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พืช บัวย) แต่ละตัวอย่างมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี

(Minolta™ Hunter Lab) รุ่น UltrScan PRO ในระบบ L*, a* และ b* โดยค่า L* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า a* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า a* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b* เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน

2.3 ศึกษาคุณภาพทางเคมี

โดยนำตัวอย่างไวน์ผลไม้มาวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH Meter (pH700, EUTECH, Singapore) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำหรือค่าความหวาน (° Brix) โดยใช้ Hand Refractometer (ATAGO, Japan) และปริมาณ Alcohol (%) โดยใช้ Vinometer (ALLA, France)

2.4 ศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์

เตรียมตัวอย่างดังนี้ ปิเปิดไวน์ตัวอย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเตรียมไว้ ส่วนตัวอย่างที่เป็นผลไม้สด ให้ชั่งตัวอย่างละ 5 กรัม นำมาบดให้ละเอียด ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วสกัดตัวอย่างด้วยอะซิโตน 25 มิลลิลิตร เขย่าแล้วกรองตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายส่วนใสที่สกัดได้ใส่ในหลอดทดลอง นำสารที่สกัดได้ไปวัดที่ความยาวคลื่น 470 nm 645 nm และ 663 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (libra s22, bichrome, UK) แล้วบันทึกค่าที่วัดได้เป็นค่าดูดกลืนแสง ทดลอง 3 ซ้ำ และคำนวณดังนี้ [18]

$$\text{Chlorophyll } a = \frac{[12.7(A_{663}) - 2.69(A_{645})] \times V}{(1000 \times W)} \quad (1)$$

$$\text{Chlorophyll } b = \frac{[22.9(A_{645}) - 4.68(A_{663})] \times V}{(1000 \times W)} \quad (2)$$

$$\text{Carotenoid} = \frac{[1000(A_{470}) + 3.27\{(\text{chlorophyll } a) - (\text{chlorophyll } b)\}] \times V}{(W \times 229)} \quad (3)$$

เมื่อกำหนดให้ A = ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)

V = ปริมาตรของอะซิโตน (ml)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

2.5 ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินโดยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential)

โดยเตรียมสารละลาย KCl pH₁ โดยชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.86 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร (ใช้แท่งแม่เหล็กกวน) เติมน้ำกลั่น 950 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยกรดไฮโดรคลอริก จนกว่าจะได้ pH เท่ากับ 1 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลาย CH₃COONa.3H₂O pH_{4.5} โดยชั่งโซเดียมอะซิเตท 54.43 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร (ใช้แท่งแม่เหล็กกวน) เติมน้ำกลั่น 940 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยกรดไฮโดรคลอริก จนกว่าจะได้ pH เท่ากับ 4.5 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร เมื่อเตรียมสารละลายเรียบร้อยแล้ว จึงวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินโดยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential) โดยปิเปิดตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บัวย) ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร KCl pH₁ ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm และ 700 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (libra s22 bichrome, UK) โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นปิเปิดตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บัวย) อย่างละ 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร โซเดียมอะซิเตท pH_{4.5} ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm และ 700 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (libra s22 bichrome, UK) โดยทดลอง 3 ซ้ำ และนำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ [19]

$$\text{Anthocyanin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l} \quad (4)$$

เมื่อกำหนดให้

$$A = (A_{520} - A_{700}) \text{pH}_{1.0} - (A_{520} - A_{700}) \text{pH}_{4.5}$$

$$MW = 499.2 \text{ g mol}^{-1} \text{ (cyanidin-3-glucoside)}, 306.7 \text{ g mol}^{-1} \text{ (pelargonidin-3-glucoside)}$$

$$DF = \text{dilution factor}$$

$$\epsilon = \text{molar extinction coefficient}; 26,900 \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}, \text{cyanidin-3-glucoside}, 31,100 \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}, \text{pelargonidin-3-glucoside}$$

$$l = \text{ความกว้างของคิวเวต (cm)}$$

2.6 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ (Total Flavonoid content)

วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ใช้วิธี Aluminium Chloride Colorimetric ทำได้โดยผสมสารละลายสกัดความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร กับ แอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร แล้วเติม 10% Aluminium Chloride ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเติม 1 โมลาร์ Potassium Acetate ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 415 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ทำ 3 ซ้ำใช้เคอร์ชิตินเป็นสารมาตรฐาน นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ชิตินต่อกรัมสารสกัด [20], [21]

2.7 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

นำตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บัวย) (ถ้าไวน์ขุนนำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาวิเคราะห์) โดยบีบตัวอย่างไวน์มาตัวอย่างละ 0.30 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu เข้มข้น 10% (โดยปริมาตรต่อปริมาตร) จำนวน 1.50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 7.5%

(โดยน้ำหนักต่อปริมาตรในน้ำกลั่น) จำนวน 3 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกัน และตั้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที (ถ้าสารละลายขุนนำไปปั่นเหวี่ยงและนำเอาสารละลายใสมาวิเคราะห์) เมื่อเกิดปฏิกิริยาสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (libra s22, bichrome, UK) โดยทดลอง 3 ซ้ำ และนำไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกที่ระดับความเข้มข้นเท่ากับ 0, 40, 80, 120, 160, 200 และ 240 ไมโครกรัม โดยชั่งกรดแกลลิก 0.02 กรัมละลายและปรับปริมาตรด้วยแอลกอฮอล์ 95% ให้ครบ 50 มิลลิลิตร [21]

2.8 ศึกษาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)

วิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของตัวอย่างผลไม้สดและไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บัวย) ซึ่งจะอาศัยการติดตามความสามารถในการทำละลายอนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีม่วงและสามารถดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร โดยจะเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานคือวิตามินซี (ซึ่งละลายน้ำได้ดี) โพรพิลแกลเลต (Propylgallate; PG) และ และบีเอชเอหรือบิวทิลเลตไฮดรอกซีแอนิโซล (Butylated hydroxyanisole; BHA) (ซึ่งสารมาตรฐานทั้ง 2 ตัวละลายในน้ำมันจึงละลายแอลกอฮอล์ได้ดี) โดยใช้วิตามินซี โพรพิลแกลเลต และ BHA อย่างละ 0.1 กรัม

บีบตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิด และผลไม้รวม (พีช บัวย) จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด จากนั้นเติมสารละลายต่าง ๆ ลงไปดังนี้คือ

สารละลาย DPPH เข้มข้น 0.188 % (โดยน้ำหนักต่อปริมาตรในแอลกอฮอล์ 95%) จำนวน 0.72 มิลลิลิตร, สารละลายแอลกอฮอล์ 40 % จำนวน 5.18 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer พร้อมจับเวลาทันทีเมื่อครบ 30 นาที แล้วถ่ายสารละลายลงในคิวเวต นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (libra s22) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับปฏิกิริยาควบคุม(control) จะใช้น้ำกลั่น, แอลกอฮอล์ 40%, แอลกอฮอล์ 95% อย่างละ 0.1 แทน สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน และหลอดที่เป็น Blank จะเตรียมเหมือนปฏิกิริยาควบคุมแต่จะเติมแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 0.72 มิลลิลิตรแทน สารละลาย DPPH โดยแต่ละการทดลองจะทำ 3 ซ้ำ [21] และคำนวณหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ) = (ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ไม่มีตัวอย่าง - ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่มีตัวอย่าง) $\times$ 100/ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ไม่มีตัวอย่าง (5)

2.9 ศึกษาการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูล

อิสระด้วยวิธี 1,10-Phenanthroline (Phen)

นำตัวอย่างไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บัวย) (ถ้าไวน์ขุนนำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาวิเคราะห์) โดยปิเปตตัวอย่างไวน์มาตัวอย่างละ 0.60 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด ปิเปตสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เข้มข้น 0.2% (โดยมวลต่อปริมาตร) จำนวน 1.00 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1,10-Phenanthroline เข้มข้น 0.5% (โดยมวลต่อปริมาตร) จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าและเก็บไวน์ที่มีดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (libra s22) โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐานเฟอร์รัสซัลเฟต

[20], [21] โดยใช้เฟอร์รัสซัลเฟต 0.1 กรัมละลายในเมทานอล 95 % และปรับความเข้มข้น เป็น 10, 20, 30, 40 และ 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ออกแบบการทดลองโดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 22

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและ

คุณภาพทางเคมีของไวน์ผลไม้เมืองหนาว

ผลการทดลองทำไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิด และผลไม้รวม (พีช บัวย) ได้แก่ ไวน์เลือด บัวย พีช อำพัน พีชสีทองและเชอร์รี่และผลไม้รวม (พีช บัวย) จากนั้นนำมาวัดคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 ค่าสี ($L^* a^* b^*$) ของผลิตภัณฑ์ไวน์ผลไม้เมืองหนาว 6 ชนิด

ชนิดของไวน์ผลไม้	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
ไวน์	34.01 $\pm$ 0.01 ^c	9.26 $\pm$ 0.03 ^b	1.25 $\pm$ 0.04 ^b
เชอร์รี่	47.32 $\pm$ 0.02 ^a	3.09 $\pm$ 0.02 ^c	0.20 $\pm$ 0.05 ^c
พีชอำพัน	46.84 $\pm$ 0.05 ^a	1.90 $\pm$ 0.02 ^d	0.43 $\pm$ 0.03 ^c
พีชสีทอง	43.90 $\pm$ 0.06 ^b	1.69 $\pm$ 0.06 ^d	1.45 $\pm$ 0.06 ^a
บัวย	44.09 $\pm$ 0.06 ^b	5.99 $\pm$ 0.06 ^a	0.15 $\pm$ 0.06 ^b
รวม (พีช บัวย)	46.85 $\pm$ 0.06 ^a	1.63 $\pm$ 0.06 ^d	0.11 $\pm$ 0.06 ^d

หมายเหตุ : ^{a, b, c} หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสีได้แก่ ค่า $L^* a^* b^*$ พบว่าไวน์ผลไม้มีค่าสีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไวน์ไหนมีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำที่สุด แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูงเนื่องจากไหนมีสีแดงเข้มมากกว่าผลไม้อื่น ส่วนไวน์เชอร์รี่นั้นมีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด และมีค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มากที่สุด เนื่องจากพีชอำพันมีสีเหลืองมากกว่าผลไม้

ชนิดอื่น ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์ไวน์ผลไม้แต่ละชนิดมีความสอดคล้องตามลักษณะของวัตถุดิบ

นำตัวอย่างไวน์แต่ละตัวอย่างมาวัดค่าการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่า °Brix และปริมาณแอลกอฮอล์ ผลการทดลอง ดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ค่า pH Brix และ ปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์หลังจากหมัก 1 สัปดาห์

ชนิดของไวน์	หมัก 1 สัปดาห์		
	pH *	Brix *	Alc (%)*
โทน	2.95±0.01 ^c	7.00±0.01 ^b	9.00±0.01 ^b
เชอร์รี่	3.08±0.02 ^a	6.00±0.01 ^c	8.00±0.02 ^c
พีชอำพัน	2.83±0.01 ^c	7.20±0.01 ^{ab}	10.00±0.01 ^a
พีชสีทอง	3.06±0.01 ^a	8.00±0.01 ^a	10.00±0.01 ^a
บ๊วย	2.99±0.01 ^{ab}	6.00±0.01 ^c	9.00±0.01 ^b
รวม (พีช บ๊วย)	2.99±0.01 ^{ab}	7.00±0.01 ^b	9.00±0.00 ^b

หมายเหตุ : a, b, c หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

ตารางที่ 3 ค่า pH Brix และ ปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์หลังการฆ่าเชื้อ

ชนิดของไวน์	หลังการฆ่าเชื้อ		
	pH *	° Brix *	Alc (%)*
โทน	3.34±0.01 ^a	7.00±0.01 ^b	9.00±0.01 ^b
เชอร์รี่	3.21±0.02 ^b	6.00±0.01 ^c	9.00±0.01 ^b
พีชอำพัน	2.93±0.01 ^c	7.20±0.00 ^b	10.00±0.01 ^a
พีชสีทอง	3.09±0.01 ^b	8.00±0.01 ^a	10.00±0.01 ^a
บ๊วย	3.02±0.05 ^b	8.00±0.01 ^a	9.00±0.01 ^b
รวม (พีช บ๊วย)	3.02±0.01 ^b	8.00±0.01 ^a	10.00±0.01 ^a

หมายเหตุ : a, b, c หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

จากตารางที่ 2 และ 3 พบว่าคุณภาพทางเคมีของไวน์ ได้แก่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำ (° Brix) และปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์ไวน์ผลไม้ทั้ง 6 ชนิดมีความแตกต่างกันทั้งในระหว่างการหมักและหลังการฆ่าเชื้อ (p<0.05) และจะสังเกตได้ว่าในระหว่างการหมักไวน์และหลังการฆ่าเชื้อ

ไวน์แต่ละชนิดจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า Brix แตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนปริมาณ alcohol ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในระหว่างการหมัก ไวน์จะมีปริมาณน้ำตาลจะลดลงและมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากว่าเชื้อยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ในน้ำหมักเกิดเป็นสารต่างๆ เช่น กลิ่น เอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) กรดอินทรีย์ (organic acid) คาร์บอนไดออกไซด์ การหมักสามารถเกิดได้ทั้งในสภาวะที่มีอากาศ (aerobic fermentation) หรือไม่มีอากาศ (anaerobic fermentation) การหมักของยีสต์ในไวน์ ผลพลอยได้คือกรดอะซิติกและกรดคาร์บอซิลิก ซึ่งทำให้ไวน์มีค่า pH เป็นกรด ส่งผลให้ไวน์แต่ละชนิดมีรสชาติและกลิ่นหอมที่แตกต่างกันไป [4], [5] นอกจากนี้ยังได้สารกลุ่มฟีนอล เช่น แอนโทไซยานินและแทนนิน ซึ่งให้รสฝาดและเป็น antioxidant [6], [7] และองค์ประกอบต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ทั่วไปของผลิตภัณฑ์ไวน์คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี ในระหว่างการหมักไวน์หากไม่มีควบคุมปริมาณ alcohol จะทำให้มีปริมาณ alcohol เพิ่มขึ้น เพราะยีสต์ ยังคงทำงานอยู่ จึงต้องยับยั้งการทำงานของยีสต์โดยวิธีการฆ่าเชื้อ ซึ่งในส่วนของการฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนอาจทำให้น้ำระเหยออกไปจึงส่งผลให้ไวน์มีความหวานเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสของไวน์ผลไม้ด้วย

3.2 ผลการศึกษาการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน สารประกอบฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของไวน์ผลไม้เมืองหนาว

โดยวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, Phenanthroline และ Flavonoid ของไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้มixed (พีช บ๊วย) ผลการทดลองที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณแคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน สารประกอบฟลาโวนอยด์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บ๊วย)

ชนิดของไวน์	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณ Flavonoid (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน	
					อนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)	อนุมูลอิสระ Phen (มิลลิกรัม/ลิตร)
ไวน์	0.70±0.01 ^a	3.81±0.00 ^a	0.33±0.01 ^b	16.19±0.01 ^b	47.65±0.06 ^b	151.43±0.03 ^a
เชอร์รี่	0.61±0.03 ^b	0.97±0.06 ^c	0.39±0.00 ^a	17.31±0.05 ^a	55.54±0.01 ^a	143.21±0.03 ^b
พีชอำพัน	0.63±0.00 ^b	1.22±0.12 ^b	0.04±0.01 ^e	11.37±0.03 ^d	9.75±0.02 ^d	5.01±0.35 ^f
พีชสีทอง	0.67±0.01 ^{ab}	0.05±0.01 ^e	0.15±0.01 ^d	9.42±0.04 ^e	3.90±0.03 ^e	5.89±0.01 ^e
บ๊วย	0.63±0.00 ^b	0.02±0.01 ^e	0.21±0.01 ^c	9.47±0.06 ^e	0.58±0.01 ^f	7.18±0.05 ^d
รวม (พีช บ๊วย)	0.64±0.03 ^b	0.57±0.03 ^d	0.15±0.01 ^d	15.13±0.02 ^c	23.86±0.00 ^c	41.92±0.02 ^c

หมายเหตุ : a , b , c, d, e หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่าไวน์ไวน์และไวน์เชอร์รี่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูง และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงเมื่อเทียบกับไวน์ชนิดอื่นๆ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอนโทไซยานิน (anthocyanins) ซึ่งแอนโทไซยานิน จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) โดยแอนโทไซยานิน เป็นสารสีที่พบได้ทั่วไปในดอกไม้ ผลไม้บางชนิด ใบหรือลำต้นของพืชบางชนิดที่มีสีแดงตั้งแต่สีแดงถึงน้ำเงินเข้ม โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่างในสภาพที่เป็นกรดมีค่าพีเอช (pH) ต่ำกว่า 3 (เป็นกรดสูง) จะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง ในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกลาง หรือมีค่าพีเอชประมาณ 7-8 แอนโทไซยานินจะมีสีม่วง และเมื่อสภาพเป็นเบสหรือมีค่าพีเอชมากกว่า 11 (เป็นเบสสูง) แอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งเกิดจากการรีโชนแซนซ์ของประจุบวกของไอออนฟลาโวนิลเลียมทำให้พีเอชมีผลต่อคุณสมบัติของแอนโทไซยานินด้วย [22]

การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของเคอร์ซีติน คำนวณได้จาก

กราฟมาตรฐานของเคอร์ซีติน ($Y=0.0125x+0.0007$; $r^2=0.999$) จะให้เห็นว่าไวน์เชอร์รี่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับไวน์ชนิดอื่นๆ ซึ่งฟลาโวนอยด์เป็นสารเมแทบอไลต์ชั้นทุติยภูมิในพืชสร้างจากกรดอะมิโนที่มีวงแหวน (aromatic amino acids) ได้แก่ phenylalanine, tyrosine และ malonate โดยทำหน้าที่เป็นสารให้สีที่สำคัญในพืชช่วยในการกรองรังสีอัลตราไวโอเล็ตและการช่วยตรึงไนโตรเจน ฟลาโวนอยด์พบได้ในผัก ผลไม้ ธัญพืช พืชตระกูลถั่ว เครื่องเทศ สมุนไพร ลำต้น กิ่งก้าน ดอก และเมล็ด รวมถึงเครื่องดื่มบางชนิด เช่น ชา โกโก้ เบียร์ และไวน์ เป็นต้น [20], [21]

ในการวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระไวน์ไวน์และไวน์เชอร์รี่ มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงเมื่อเทียบกับไวน์ชนิดอื่น ๆ ($p < 0.05$) และจะเห็นได้ว่าไวน์ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงด้วยเช่นกัน ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกนั้นจะทำหน้าที่ทั้งเป็นสารให้อิเล็กตรอนหรือเป็นสารให้ไฮโดรเจนและกำจัด

ออกซิเจนที่อยู่ในรูปแอคทีฟ ทำให้สารประกอบฟีนอลิก มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [20], [21]

การวัดความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH เป็นวิธีที่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลอิสระที่มีความไวสูงได้ และนอกจากนี้โครงสร้างทางเคมีของ DPPH ทำให้สารอนุมูลที่มีฤทธิ์แรงแต่มีขนาดใหญ่บางสารไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาขจัดอนุมูลหรือเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าความเป็นจริง ทั้ง ๆ ที่สารต้านอนุมูลอิสระนั้นมีฤทธิ์ที่ดีในการขจัดอนุมูลเปอร์ออกไซด์ และสารรีดิวซ์สามารถทำให้สี DPPH จางลงได้อีกด้วย [20], [21]

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี Phenanthroline สามารถวัดได้ด้วยการอาศัยการเปรียบเทียบความสามารถในการรีดิวซ์โลหะได้โดยอาศัยการรีดิวซ์เฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) ให้ไปเป็นเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) แล้วทำปฏิกิริยากับ 1-10-phenanthroline เกิดเป็นสารเชิงซ้อนสีแดงซึ่งฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้นจะแปรผันตามค่าการดูดกลืนแสงที่สามารถแสดงถึงการเป็นตัวรีดิวซ์หรือการต้านอนุมูลอิสระที่ติดนั่นเอง [20], [21]

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธี DPPH และ Phen ในการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากทั้งสองวิธีเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้น และใช้สารปริมาณน้อยในการวิเคราะห์ซึ่งวิธี DPPH นั้น เป็นวิธีที่นิยมอย่างแพร่หลายโดยมี โดยความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจะแสดงค่าออกมาเป็นค่า IC_{50} ส่วนวิธี PHEN นั้น ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระนั้นจะแปรผันตามค่าการดูดกลืนแสงที่สามารถแสดงถึงการเป็นตัวรีดิวซ์หรือการต้านอนุมูลอิสระที่ติดนั่นเอง และในการทดลองนี้ยังพบว่า ไวน์ผลไม้เมื่อทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี Phen ให้ผลการทดลองในทิศทางเดียวกัน

4. สรุป

สภาวะการหมักไวน์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน สามารถหมักไวน์ได้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 10 โดยปริมาตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ทั่วไปของผลิตภัณฑ์ไวน์ คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี ไวน์ผลไม้เมืองหนาว 5 ชนิดและผลไม้รวม (พีช บ๊วย) มีปริมาณของแคโรทีนอยด์แอนโทไซยานิน สารประกอบ ฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกัน จึงทำให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี Phen แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยไวน์เชอรี่ และไวน์โหนดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง รองลงมาคือไวน์ผลไม้รวม และสุดท้ายที่มีความใกล้เคียงกัน คือ ไวน์พีชอำพัน ไวน์พีชสีทอง และไวน์บ๊วย นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่าในไวน์แต่ละชนิดเมื่อปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานินปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูง จะทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้นและมีสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชันมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าในไวน์ผลไม้เมืองหนาวมีสารต้านอนุมูลอิสระที่อาจส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้ดื่ม แม้ว่าการดื่มไวน์อาจมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายประการ แต่การดื่มในปริมาณที่มากเกินไปอาจส่งผลกระทบในทางลบได้ ดังนั้นควรดื่มในปริมาณที่เหมาะสม โดยมีปริมาณการที่แนะนำคือ ผู้ชายควรดื่มไม่เกินวันละ 2 แก้ว หรือประมาณ 250-300 มิลลิลิตร และผู้หญิงควรดื่มไม่เกินวันละ 1 แก้ว หรือประมาณ 125-150 มิลลิลิตร

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่อำนวยความสะดวกงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Phruephat Songtieng. (2020, February 23). Fruit wine. [Online]. Available: <https://www.drinksandco.co.th/knowledge/FruitWine>
- [2] Department of Industrial Promotion. (2000, January 15). Fruit wine industry. [Online]. Available: <https://www.ryt9.com/s/ryt9/231650>
- [3] Ministry of Finance. MOF Tax Clinic. (2016). Fruit wine tax clinic. [Online]. Available: <http://taxclinic.mof.go.th>
- [4] Tracey E. Sieberta,b, Sheridan R. Bartera, Miguel A. de Barros Lopesb, Markus J. Herdericha, I. Leigh Francisa, “Investigation of ‘stone fruit’ aroma in Chardonnay, Viognier and botrytis Semillon wines,” Food Chemistry, vol. 43, pp. 286-296, 2018.
- [5] Wei Jianping, Zhang Yuxiang, Yuan Yahong, Dai Lu, Yue Tianli, “Characteristic fruit wine production via reciprocal selection of juice and non-*Saccharomyces* species,” Food Microbiology, vol. 79, pp. 66-74, 2019.
- [6] Uroš Čakara, Aleksandar Petrovičb, Boris Pejinc, Mira Čakara, Marijana Živkovićd, Vlatka Vajsd, Brižita Đorđevića, “Fruit as a substrate for a wine: A case study of selected berry and drupe fruit wines,” Scientia Horticulturae, vol. 244, pp. 42-49, 2019.
- [7] Yang Hui , Su Wen, Wang Lihong, Wang Chuang, Wang Chaoyun, “Molecular structures of nonvolatile components in the Haihong fruit wine and their free radical scavenging effect,” Food Chemistry, vol. 353, pp. 1292-1298, 2021.
- [8] Royal Project Foundation. (2021, November 3) . winter fruit. [Online]. Available: <http://www.royalprojectmarket.com/productDetail.php?pid=215>
- [9] You Bangyan, Yang Shiying, Yu Jiawen, Xian Wenyan, Deng Yu, Huang Wei, Li Wu, Yang Ruili, “Effect of thermal and dry salt-curing processing on free and bound phenolics and antioxidant activity in *Prunus mume* fruits together with the phenolic bioaccessibility,” Food Science and Technology, vol 145, pp. 111355, 2021.
- [10] Jirawan Rojanapornitip. (2021, October 10). plum. [Online]. Available: https://www.sentangedtee.com/farming-trendy/article_98062. (2021).
- [11] Jiawen Yua, Wu Lic, Bangyan Youa, Shiying Yanga, Wenyan Xiana, Yu Denga, Wei Huangab, Ruili Yang, “Phenolic profiles, bioaccessibility and antioxidant activity of plum (*Prunus Salicina* Lindl),” Food Research International. vol.143, pp. 110300, 2021.
- [12] Chongting Guo, Jinfeng Bi, Xuan Li, Jian Lyu, Ye Xu, Jiaying Hu, “Investigation on the phenolic composition, related oxidation and antioxidant activity of thinned peach dried by different methods,” Food Science and Technology. vol. 147. pp.111573, 2021
- [13] Janja Kristl, Metka Slekovec, Stanislav Tojnko, Tatjana Unuk. “Extractable antioxidants and non-extractable phenolics in the total antioxidant activity of selected plum cultivars (*Prunus domestica* L.): Evolution during on-tree ripening,” Food Chemistry. vol.125, pp. 29-34, 2011

- [14] December town. (2021, October 20) plum. [Online]. Available: <http://decembertown.com/%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%AB%E0%B8%99/>
- [15] Xiaoxi Liao, Phillip Greenspan, Ronald B. Peg, "Characterizing the phenolic constituents and antioxidant capacity of Georgia peaches," Food Chemistry. vol. 271, pp. 345-353, 2019
- [16] Han Xueyuan, Peng Qi, Yang Huanyi, Hu Baowei, Shen Chi, Tian Rungang, "Influence of different carbohydrate sources on physicochemical properties and metabolites of fermented greengage (*Prunus mume*) wines," Food Science and Technology. vol.121(108929), pp.1-8, 2020.
- [17] Christophe Aubert, Guillaume Chalot, "Physicochemical characteristics, vitamin C, and polyphenolic composition of four European commercial blood-flesh peach cultivars (*Prunus persica* L. Batsch)," Food Composition and Analysis. Vol. 86, pp. 103337, 2020.
- [18] Hu, Q.P. and J.G. Xu. "Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation" J. Agri. Food Chem. vol. 59, pp. 2026-2033, 2011.
- [19] Ermes Lo Piccolo, Fabrizio Araniti, Marco Landi, Rossano Massai, Lucia Guidi, Maria Rosa Abenavoli, Damiano Remorini, "Girdling stimulates anthocyanin accumulation and promotes sugar, organic acid, amino acid level and antioxidant activity in red plum: An overview of skin and pulp metabolomics," Scientia Horticulturae, vol. 280, pp. 109907, 2021.
- [20] Suratchana Dathong and Suthira Maneechai, "Antioxidant Activities of *Crateva adansonii* DC. subsp. *trifoliata* and their degradation kinetics," Food Research International, 50(2). pp. 691-69, 2013.
- [21] Rungthiwa Wongpisanrit, Wichan Pongsankeeree, "Antioxidant Activity of 3 Varieties of Corn Milk," RMUTP Research Journal, Vol. 14, pp. 48-57, 2020.
- [22] Suphaphon Fakngoen and Sirapapa Meerod, "Extraction and Separation of Anthocyanins from *Carissa carandas* L." report due to meeting National Academic Year No. 4 . research institute Kamphaeng Phet Rajabhat University. pp. 1002- 1011, 2017.