

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทองด้วยแกลบ

## Development of golden rice wine by rice husk

วิบูลย์ เจริญสว่างวงศ์<sup>1\*</sup> และ ศรีเวียง ทิพกานนท์<sup>2</sup>

Wiboon Riansa-ngawong<sup>1\*</sup> and Sriwiang Tipkanon<sup>2</sup>

**บทคัดย่อ:** การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวให้เป็นสีเหลืองทองด้วยแกลบ และทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อไวน์ข้าวสีทอง โดยเริ่มจากการย่อยข้าวให้เป็นน้ำตาลด้วยการต้มเป็นเวลา 40 นาที ที่อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำร้อยละ 30 จากนั้นปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 22 องศาบริกซ์ ทำการหมักโดยใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อัตราส่วนของ แกลบ/น้ำหมัก 3 ระดับ คือ ร้อยละ 15, 20 และ 25 ตามลำดับ และมีชุดการทดลองที่ไม่เติมแกลบเป็นชุดควบคุม หลังจากหมักไวน์ข้าวสีทองเป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 9.83 - 11.40% ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 7.76 - 10.50 องศาบริกซ์ ค่า pH ของไวน์ข้าวสีทองอยู่ในช่วง 4.38 - 4.57 และค่าเปอร์เซ็นต์กรดอยู่ในช่วง 0.81 - 0.86 ผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีของไวน์ข้าวสีทองที่มีการเติมแกลบลงไปพบว่า ปริมาณของแกลบที่เติมร้อยละ 25 มีค่า  $b^*$  (ค่าสีเหลือง) มากที่สุดเท่ากับ 11.52 เมื่อทดสอบความชอบของไวน์ข้าวสีทองพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีของไวน์ข้าวสีทองที่เติมแกลบร้อยละ 15 มีระดับคะแนนการยอมรับสูงสุดเท่ากับ 6.40 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไวน์ข้าวสีทองที่มีการเติมแกลบร้อยละ 20 และ 25 ส่วนในด้านของความใส กลิ่นแกลบ รสชาติ และความชอบโดยรวม ของไวน์ข้าวสีทองทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำไวน์ข้าวสีทองที่เติมแกลบร้อยละ 15 ไปทดสอบความพอใจพบว่า คุณลักษณะด้านสี ความใส กลิ่นแกลบ และรสชาติของไวน์ข้าวสีทองไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแล้ว อย่างไรก็ตาม ในด้านของกลิ่นแกลบและรสชาติควรปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคต่อไป

**คำสำคัญ:** ไวน์ข้าวสีทอง, การพัฒนาผลิตภัณฑ์, แกลบ, การทดสอบทางประสาทสัมผัส

**ABSTRACT:** The aims of this research are to develop the golden rice wine by rice husk and to study the consumer's preference of the golden rice wine. Firstly, the ratio of rice to water at 30% (w/v) was digested by heating for 40 minutes. Total soluble solid (TSS) of rice hydrolysate was adjusted with sugar to 22°brix. *Saccharomyces cerevisiae* was used as starter in the fermentation process. The ratios of rice husk and rice hydrolysate were ranged of 0, 15, 20 and 25% (w/v). After 14 days of fermentation, the golden rice wine contained 9.83 - 11.40% alcohol, TSS of 7.76 - 10.50°brix, pH 4.38 - 4.57 and percent of acid was 0.81 - 0.86. The ratio of rice husk and rice hydrolysate at 25% (w/v) showed the highest  $b^*$  (yellow value) of 11.52, whereas the golden rice wine with 15% (w/v) rice husk showed the highest untrained panel's liking score of 6.40 which was significantly different with 20% and 25% of added rice husk ( $P \leq 0.05$ ). However, the liking scores of the clarity, odor (rice husk), flavor and overall liking of golden rice wine were not significantly different. Then, the sufficiency score of the golden rice wine added 15% (w/v) rice husk was studied using Just About Right (JAR) Scale. It was found that color clarity odor and flavor of golden rice did not need to be improved. However, the odor (rice husk) and flavor of golden rice wine should be developed in order to respond to the consumer's demand.

**Keywords:** golden rice wine, product development, rice husk, sensory evaluation

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ปทุมธานี 25230

Department of Agro-Industry Technology and Management, Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi Campus, Prachinburi 25230

<sup>2</sup> ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ปทุมธานี 25230

Department of Innovation and Product Development Technology, Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi Campus, Prachinburi 25230

\* Corresponding author: wiboon.007@gmail.com

## บทนำ

ไวน์ข้าว หรือ สาโท เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีการผลิตอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย (สร้อยสุตา, 2546; สุันทา และคณะ, 2551) เนื่องจากไวน์มีประโยชน์มากมาย เช่น นำมาใช้ปรุงอาหาร ดื่มน้ำก่อนการรับประทานอาหารเพื่อช่วยกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อย (สันติ, 2532) ใช้ในทางการแพทย์เพื่อรักษาโรค รวมถึงใช้เป็นยาระงับความตื่นตันทันที ช่วยให้อาการของโรคหายตัว ทำให้ระบบหมุนเวียนโลหิตทำงานเป็นปกติ และช่วยในการขับปัสสาวะ (กมลศักดิ์, 2540) เป็นต้น ไวน์สามารถผลิตได้จากข้าวเหนียว ข้าวเจ้าสายพันธุ์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับแต่ละท้องถิ่น นำมาคลุกกับลูกแป้งเหล้า หมักไว้นานเกิดน้ำซึมออกมา ซึ่งเกิดจากการเจริญของเชื้อราที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล หลังจากนั้น มีการเติมน้ำลงไปให้เกิดการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในอดีตไวน์ข้าว (สาโท) ผลิตในชุมชน นิยมดื่มในงานบุญ งานเลี้ยงต่างๆ มีคุณภาพไม่แน่นอน เช่น ความเข้มข้น แอลกอฮอล์ไม่คงที่ รสชาติไม่แน่นอน ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน เป็นต้น (สร้อยสุตา, 2546) นอกจากนี้ไวน์ข้าว (สาโท) ที่ผลิตตามท้องถิ่นมักไม่คำนึงถึงคุณภาพด้านสี โดยการหมักไวน์ในไหหรือโอ่ง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักมักจะบริโภคจากไหหรือโอ่งทันที (สุมัลลิกา, 2545) ปัจจุบันมีการปรับปรุงให้ไวน์ข้าวมีสีและรสชาติที่หลากหลาย อาทิ ไวน์ข้าวรสส้ม ไวน์ข้าวรสมะนาว ไวน์ข้าวรสองุ่น เป็นต้น (เยวพพา, 2552) ถึงแม้จะสามารถปรับปรุงสีของไวน์ข้าวได้ แต่ทำให้รสชาติของไวน์ข้าวเปลี่ยนไปเป็นรสชาติอื่นๆ สูญเสียรสชาติดั้งเดิมของไวน์ข้าว

กลายเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการสีข้าวเปลือกจึงได้มีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนกับหม้อต้มไอน้ำเพื่อนำไอน้ำไปใช้ในโรงงานสกัดน้ำมันรำข้าว ผลิตไฟฟ้า อาหารสัตว์ วัสดุปรับปรุงดิน วัสดุเพาะกล้าไม้ วัสดุหมักเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ “เหล้าอุ” เป็นต้น แกลบมีน้ำหนักประมาณ 20% ของน้ำหนักเมล็ดข้าวเมื่อนำ

มาวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า มีเส้นใย 31-35%, เถ้า 13-29%, โปรตีน 3%, ไขมันไม่เกิน 1% และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 24-39% ส่วนใหญ่จะเป็นพวกเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส (พรพิมล, 2548) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้จะมีผลทำให้คุณภาพด้านสีและรสชาติของไวน์ข้าวดีขึ้นได้

งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อ ปรับปรุงสีของไวน์ข้าวให้เป็นที่น่าดึงดูดใจของผู้บริโภคและรักษารสชาติของไวน์ข้าวดั้งเดิมไว้ จึงนำแกลบซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากโรงสีข้าวมาเติมลงไปในกระบวนการหมักไวน์ข้าว เพื่อให้เกิดสีเหลืองทองและเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค

## วิธีการศึกษา

การเตรียมวัตถุดิบ: ข้าวเจ้าสายพันธุ์หลายงามปราจีนบุรีและแกลบได้รับความอนุเคราะห์จากโรงสีข้าวมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยเริ่มต้นจากการย่อยข้าวให้เป็นน้ำตาลด้วยการต้มเป็นเวลา 40 นาที ที่อัตราส่วนของ ข้าว/น้ำร้อยละ 30 จากนั้นกรองเอาข้าวออกด้วยผ้าขาวบาง ปรับความเข้มข้นของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 22 องศาบริกซ์ ด้วยน้ำตาลทราย ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 5.5 ด้วยกรดซิตริก (ประวีณา และคณะ, 2554)

การเตรียมหัวเชื้อ (starter): หัวเชื้อยีสต์ผงสำเร็จรูป *Saccharomyces cerevisiae* ยี่ห้อ EC 1118 LALVIN ประเทศเดนมาร์ก เติมน้ำลงในน้ำข้าวที่อุณหภูมิห้องปริมาณร้อยละ 0.16 (เจนจิรา และคณะ, 2557)

การศึกษ้อัตราส่วนระหว่างแกลบและน้ำหมักข้าว: นำน้ำข้าวปริมาณ 9 ลิตร เทลงในถังหมักขนาด 10 ลิตร เติมน้ำไดอะมอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) 1.8 กรัม/น้ำหมัก 9 ลิตร เพื่อใช้เป็นแหล่งไนโตรเจน เหย้าให้เข้ากัน จากนั้นเติมแกลบในปริมาณร้อยละ 15, 20 และ 25 ของน้ำข้าว (น้ำหนัก/ปริมาตร) หลังจากนั้นเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ (KMS) ปริมาณ 150 ppm เพื่อทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อนทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง แล้วเติมหัวเชื้อยีสต์ผงสำเร็จรูปลงไปร้อยละ 0.16 (เจนจิรา

และคณะ, 2557) หมักเป็นเวลา 14 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ ค่า pH เปอร์เซ็นต์กรด และค่าสีของน้ำหมักข้าวทุกๆ 24 ชั่วโมง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของไวน์ข้าวสีทองระหว่างการบ่ม: หลังจากผ่านกระบวนการหมักไวน์ข้าวแล้ว นำไวน์ข้าวมากรองให้ใส จากนั้นใส่ชิ้นไม้โอ๊ค (oak chips) ในปริมาณร้อยละ 0.2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เขย่าให้เข้ากัน ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 8-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน สุ่มตัวอย่างไวน์ข้าวมาวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ ค่า pH เปอร์เซ็นต์กรด และค่าสีของน้ำหมักข้าวในวันเริ่มต้นการบ่มและวันที่ 30

การศึกษาความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทอง: นำผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทองไปทำการทดสอบความชอบ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-Point Hedonic Scales) (9 คะแนน = ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ที่อาศัยอยู่ อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรีดำเนินการเสิร์ฟตัวอย่างพร้อมแบบสอบถามให้กับผู้ทดสอบ โดยเสิร์ฟตัวอย่างปริมาตรละ 50 มิลลิลิตร มีการควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างที่ 10 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเสิร์ฟขนมปังและน้ำดื่มเพื่อให้ผู้ทดสอบทำความสะดวกของปากก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป จากนั้นให้ผู้ทดสอบชิมและประเมินความชอบในคุณลักษณะด้านสี ความใส กลิ่น กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม จากนั้นคัดเลือกสูตรที่มีความเป็นไปได้มาทดสอบความพอดีของไวน์ข้าวสีทอง โดยใช้ Just About Right (JAR) Scales แบบ 5 สเตจ เพื่อดูแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี: วัดค่า pH ของน้ำหมักโดยใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ WTW รุ่น Inolab pH level 1 (ศุภศิลา และคณะ, 2550) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้โดยใช้เครื่อง hand refractometer ยี่ห้อ MicroPro รุ่น MC-RHB (ศุภศิลา และคณะ,

2550) วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด (total acidity) ตามวิธีของ A.O.A.C (2000) และวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่อง Ebulliometer ยี่ห้อ Per Vinum J. Salleron Dujardin, Paris (เจนจิรา และคณะ, 2557)

การตรวจสอบทางกายภาพ: วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (chroma meter) ระบบ C.I.E.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  และ  $h$  (สุนันทา และคณะ, 2551)

การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส: ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-Point Hedonic Scales) (Meilgaard et al., 2006) และ JAR Scales (ASTM MNL63)

การวิเคราะห์ทางสถิติ: นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของตัวอย่างไวน์ข้าวสีทองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 16

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไวน์ข้าวสีทอง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำหมักในชุดการทดลองที่มีการเติมแอลกอฮอล์ลงจากความเข้มข้น 22 องศาบริกซ์ เป็นความเข้มข้น  $7.76 \pm 0.25 - 9.21 \pm 0.54$  องศาบริกซ์ และในชุดควบคุม (ไม่มีการเติมแอลกอฮอล์) เหลือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ  $10.50 \pm 0.50$  องศาบริกซ์ เมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน (Table 1) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลงในทิศทางเดียวกันทุกการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากยีสต์ใช้ของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นอาหารเพื่อการเจริญเติบโต และเปลี่ยนของแข็งที่ละลายน้ำได้ไปเป็นแอลกอฮอล์ (โชคชัย และคณะ, 2546) และแอลกอฮอล์ที่เติมลงไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ สังเกตได้จากปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในชุดการทดลองที่เติมแอลกอฮอล์มีปริมาณน้อยกว่าชุด

ควบคุม และปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้จากชุดการทดลองที่เดิมแกลบมีปริมาณมากกว่าชุดควบคุม จากปริมาณของแอลกอฮอล์ที่เพิ่มมากขึ้น พบว่า ชุดการทดลองที่เดิมแกลบร้อยละ 20 ยีสต์สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้มากที่สุดเท่ากับ  $11.40 \pm 0.36\%$  รองลงมาที่อัตราการเดิมแกลบร้อยละ 25 ( $11.05 \pm 0.50\%$ ), ร้อยละ 15 ( $10.50 \pm 0.50\%$ ) และชุดควบคุม ( $9.83 \pm 0.29\%$ ) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไวน์มอก. ไวน์ 2089-2544 ระบุว่าไวน์ผลไม้ ที่ทำมาจากวัตถุดิบกลุ่มผลไม้ผ่านกรรมวิธีการผลิตไวน์ผลไม้ มีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15% (เจนจิรา และคณะ, 2557) เมื่อผ่านกระบวนการ

บ่มไวน์ในที่มืด อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ในชุดการทดลองที่เดิมแกลบร้อยละ 20 และ 25 มีมากกว่าในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) การทดลองนี้ปรับระดับของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็น  $22^{\circ}$ บริกซ์ ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมเนื่องจากสามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ประมาณ 10% ในทางตรงข้ามหากใช้ระดับความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มากพอ จะมีผลทำให้ไวน์จืดและเชื้อยีสต์จะหยุดการเจริญเติบโต ส่งผลให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่น้อย (โชคชัย และคณะ, 2546)

**Table 1** Characterization of golden rice wine at different periods of 0, 14 and 44 days fermented by *S. cerevisiae*

| Parameters                                | Time (day) | Control              | Rice husk loading (%) |                    |                    |
|-------------------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|                                           |            |                      | Rice husk 15%         | Rice husk 20%      | Rice husk 25%      |
| 1. Total soluble solid ( $^{\circ}$ Brix) | 0          | 22                   | 22                    | 22                 | 22                 |
|                                           | 14         | $9.21 \pm 0.54$      | $8.02 \pm 0.34$       | $7.76 \pm 0.25$    | $8.43 \pm 0.60$    |
|                                           | 44         | $9.25 \pm 0.27a^*$   | $7.98 \pm 0.42b$      | $7.82 \pm 0.29b$   | $8.34 \pm 0.67ab$  |
| 2. Alcohol (%)                            | 0          | 0                    | 0                     | 0                  | 0                  |
|                                           | 14         | $9.83 \pm 0.29$      | $10.50 \pm 0.50$      | $11.40 \pm 0.36$   | $11.05 \pm 0.50$   |
|                                           | 44         | $9.87 \pm 0.35 b^*$  | $10.42 \pm 0.57$      | $11.29 \pm 0.45 a$ | $11.12 \pm 0.62 a$ |
| 3. pH                                     | 0          | $5.72 \pm 0.06$      | $5.92 \pm 0.05$       | $5.80 \pm 0.05$    | $6.04 \pm 0.07$    |
|                                           | 14         | $4.48 \pm 0.21$      | $4.57 \pm 0.18$       | $4.38 \pm 0.24$    | $4.46 \pm 0.15$    |
|                                           | 44         | $4.50 \pm 0.29^{ns}$ | $4.59 \pm 0.24$       | $4.32 \pm 0.36$    | $4.45 \pm 0.27$    |
| 4. Total acidity (%)                      | 0          | $0.40 \pm 0.02$      | $0.47 \pm 0.03$       | $0.48 \pm 0.03$    | $0.50 \pm 0.02$    |
|                                           | 14         | $0.81 \pm 0.03$      | $0.82 \pm 0.04$       | $0.85 \pm 0.02$    | $0.86 \pm 0.04$    |
|                                           | 44         | $0.79 \pm 0.04^{ns}$ | $0.80 \pm 0.04$       | $0.82 \pm 0.05$    | $0.85 \pm 0.04$    |

**Footnote:** \* means in the same row are significantly different ( $P \leq 0.05$ ) by DMRT.

<sup>ns</sup> means in the same row are not significantly different ( $P > 0.05$ ) by DMRT.

ในกระบวนการหมักจะทำให้เกิดการสะสมของกรดที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว เฝื่อนฝาดและกลิ่นหอม องค์ประกอบเหล่านี้ทำให้เกิดความประทับใจและแสดงถึงคุณภาพที่ดีของไวน์ (ศักดิ์สิทธิ์ และไพบุลย์, 2547) ผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทองมีค่า pH ลดลงจาก  $5.72 \pm 0.06$  -  $6.04 \pm 0.07$  เป็น  $4.38 \pm 0.24$  -  $4.57 \pm 0.18$

(Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการสะสมของเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า pH ลดลง เมื่อผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 14 วัน เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากวันแรก  $0.40 \pm 0.02$  -  $0.50 \pm 0.02$  เป็น  $0.81 \pm 0.03$  -  $0.86 \pm 0.04$  เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการบ่มไวน์พบว่า ค่า pH และเปอร์เซ็นต์กรด

ทั้งหมดของไวน์ข้าวสีทองมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่ม ( $P > 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม ค่า pH จากการทดลองนี้ยังมีค่าสูงกว่าไวน์ทั่วไป ซึ่งจะมีค่า pH ระหว่าง 2.9-4.2 (เจนจิรา และคณะ, 2557) เพอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดในไวน์มีผลต่อคุณภาพของไวน์กล่าวคือ ไวน์ที่มีความเป็นกรดต่ำจะส่งผลให้สีไวน์เข้มและสีไวน์มีความเสถียรมากกว่าไวน์ที่มีความเป็นกรดต่ำสูง (เจนจิรา และคณะ, 2557)

คุณลักษณะด้านสีของไวน์ข้าวหลังกระบวนการหมัก พบว่า ไวน์ข้าวที่มีการเติมแกลบลงไปจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นตามปริมาณของแกลบที่เติมลงไป และไวน์ข้าวที่ไม่มีการเติมแกลบจะมีสีเหลืองอ่อนที่สุด (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีเหลืองของไวน์ข้าวเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสี (chroma meter) พบว่าไวน์ข้าวที่มีการเติมแกลบร้อยละ 25 มีค่าสีเหลือง ( $b^* = 11.81 \pm 0.07$ ) มากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ รองลงมาคือไวน์ข้าวที่มีการเติมแกลบร้อยละ 20, 15 และชุดควบคุม ซึ่งมีค่าสีเหลืองเท่ากับ  $10.82 \pm 0.04$ ,  $10.66 \pm 0.04$  และ  $5.95 \pm 0.03$  ตามลำดับ (Figure 2 และ Table 2)

ในกระบวนการทำให้ไวน์ข้าวใสด้วยวิธีการกรองโดยใช้สาร celite หรือ ดินเบา เป็นสารช่วยกรอง พบว่าทุกชุดการทดลองค่าสีเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (Figure 2) จากการทดลองแสดงว่า การกรองด้วยสารช่วยกรอง celite สามารถกรองสารสีในตัวอย่างไวน์ข้าวได้บางส่วน อย่างไรก็ตาม เมื่อไวน์ข้าวสีทองผ่านกระบวนการกรองด้วยสาร celite จะยังคงมีสีเหลือง (ฐิติรัตน์, 2551)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเหลืองของไวน์ข้าวสีทองหลังกระบวนการบ่มเป็นเวลา 30 วัน พบว่าไวน์ข้าวสีทองทุกชุดการทดลองมีค่าสีเหลืองลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (Table 2 และ Figure 2) การลดลงของค่าสีเหลืองในช่วงระยะเวลาของการบ่มไวน์นั้น อาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากสัมผัสกับแสง จึงทำให้ค่าสีเหลืองลดลงได้ (ศุภศิลป์ และคณะ, 2550) นอกจากนี้ความไม่คงที่ของค่าสีอาจเนื่องมาจากระยะเวลาการบ่มไวน์ข้าวสีทองที่น้อยเกินไป ไวน์ที่ผ่านการบ่มนานกว่า 6 เดือน สีและรสชาติจะมีความคงที่ (เจนจิรา และคณะ, 2557) เมื่อนำไวน์ข้าวสีทองทั้ง 4 ชุดมาเปรียบเทียบค่า  $L^*$  และค่า  $a^*$  พบว่าไวน์ข้าวชุดควบคุมจะมีค่า  $L^*$  และค่า  $a^*$  ก่อนบ่ม ( $L^* : 68.80 \pm 0.03$ ,  $a^* : -0.87 \pm 0.02$ ) และหลังบ่มเป็นเวลา 30 วัน ( $L^* : 69.19 \pm 0.05$ ,  $a^* : -1.57 \pm 0.04$ ) มากกว่าไวน์ข้าวที่เติมแกลบทุกชุดการทดลอง (Table 2) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความเข้มของสีเหลืองที่เพิ่มขึ้นจะไปลดค่า  $L^*$  และค่า  $a^*$

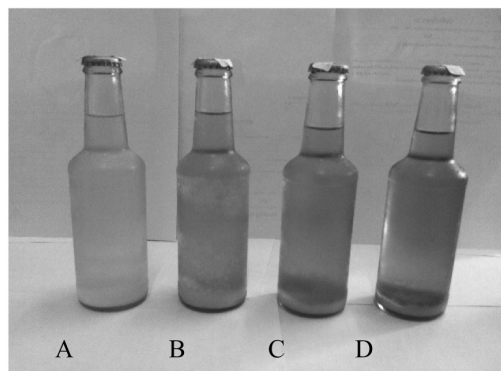


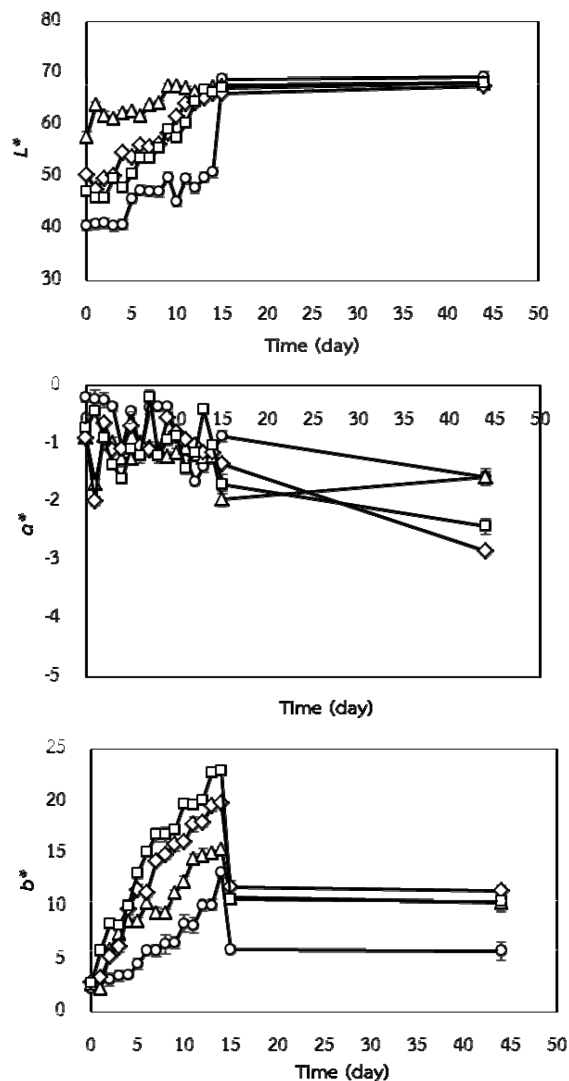
Figure 1 Color of golden rice wine obtained from aging process under 8-15°C for 30 days; A: Control, B: rice husk 15%, C: rice husk 20% and D: rice husk 25%.

**Table 2**  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of golden rice wine at 0 and 30 days of aging time

| Factor | Time (day) | Control                         | Rice husk loading (%) |                    |                    |
|--------|------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|        |            |                                 | Rice husk 15%         | Rice husk 20%      | Rice husk 25%      |
| $L^*$  | 0          | $68.80 \pm 0.03$ a <sup>*</sup> | $67.83 \pm 0.04$ b    | $66.15 \pm 0.03$ d | $67.15 \pm 0.05$ c |
|        | 30         | $69.19 \pm 0.05$ a <sup>*</sup> | $68.17 \pm 0.04$ b    | $67.51 \pm 0.03$ d | $68.03 \pm 0.04$ c |
| $a^*$  | 0          | $-0.87 \pm 0.02$ a <sup>*</sup> | $-1.94 \pm 0.03$ d    | $-1.34 \pm 0.06$ b | $-1.69 \pm 0.02$ c |
|        | 30         | $-1.57 \pm 0.04$ a <sup>*</sup> | $-1.57 \pm 0.04$ a    | $-2.84 \pm 0.07$ c | $-2.42 \pm 0.04$ b |
| $b^*$  | 0          | $5.95 \pm 0.03$ d <sup>*</sup>  | $10.66 \pm 0.04$ c    | $10.82 \pm 0.04$ b | $11.81 \pm 0.07$ a |
|        | 30         | $5.81 \pm 0.05$ c <sup>*</sup>  | $10.42 \pm 0.02$ b    | $10.48 \pm 0.03$ b | $11.52 \pm 0.02$ a |

Footnote:  $L^*$  refer brightness value;  $a^*$  refer green value and  $b^*$  refer yellow value.

<sup>\*</sup> means in the same row are significantly different ( $P \leq 0.05$ ) by DMRT.



**Figure 2**  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of golden rice wine in the fermentation and aging periods; O: control,  $\Delta$ : rice husk 15%,  $\diamond$ : rice husk 20% and  $\square$ : rice husk 25%.

**Table 3** Effect of rice husk loading on sensory evaluation of golden rice wine by using 9-point hedonic scales

| Treatment     | Color                    | Clarity <sup>ns</sup> | Odor <sup>ns</sup> | Flavor <sup>ns</sup> | Overall liking <sup>ns</sup> |
|---------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|
| Rice husk 15% | 6.40±0.89 a <sup>*</sup> | 6.20±1.28             | 5.60±1.38          | 5.20±1.73            | 6.13±1.22                    |
| Rice husk 20% | 6.00±1.36 ab             | 5.97±1.03             | 5.46±1.53          | 5.20±1.52            | 5.90±1.06                    |
| Rice husk 25% | 5.60±1.57 b              | 5.80±1.56             | 5.30±1.60          | 5.53±1.72            | 5.77±1.45                    |

**Footnote:** <sup>\*</sup> means in the same column are significantly different ( $P \leq 0.05$ ) by DMRT.

<sup>ns</sup> means in the same column are not significantly different ( $P > 0.05$ ) by DMRT.

การทดสอบด้านความชอบของผู้ทดสอบแต่ละคน จะชอบรสชาติที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละคน (โชคชัย และคณะ, 2546) ดังนั้น จึงส่งผลให้คุณภาพและความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อไวน์ข้าวแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน จากการทดสอบความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทอง โดยใช้ผู้ทดสอบในจังหวัดปราจีนบุรีจำนวน 30 คน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีของไวน์ข้าวที่มีการเติมแกลบลงไปร้อยละ 15 เท่ากับ  $6.40 \pm 0.89$  (ชอบเล็กน้อย) ซึ่งคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) กับชุดการทดลองที่เติมแกลบร้อยละ 20 คือ  $6.00 \pm 1.36$  (ชอบเล็กน้อย) (Table 3) ในขณะที่ชุดการทดลองที่เติมแกลบลงไปร้อยละ 25 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ  $5.60 \pm 1.57$  (ชอบเล็กน้อย) ผลการทดสอบแสดงว่าผู้ทดสอบชอบคุณลักษณะด้านสีของไวน์ที่เติมแกลบลงไปร้อยละ 15 มากที่สุด รองลงมาเป็นที่ร้อยละ 20 และร้อยละ 25 ตามลำดับ

ผลการทดสอบความชอบด้านความใสของไวน์ข้าวที่มีการเติมแกลบ พบว่าปริมาณแกลบที่เติมลงไปทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยการเติมแกลบร้อยละ 15 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความใสมากที่สุดเท่ากับ  $6.20 \pm 1.28$  (ชอบเล็กน้อย) รองลงมาเป็นชุดการเติมแกลบร้อยละ 20 และ 25 เท่ากับ  $5.97 \pm 1.03$  และ  $5.80 \pm 1.56$  (ชอบเล็กน้อย) ตามลำดับ (Table 3)

ผลการทดสอบลักษณะของกลิ่นแกลบ พบว่า ค่าคะแนนความชอบกลิ่นแกลบทั้ง 3 ระดับนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ปริมาณแกลบที่เติมลงไปไวน์ข้าวร้อยละ 15, 20 และ 25 มีระดับคะแนนความชอบเท่ากับ  $5.60 \pm 1.38$ ,  $5.46 \pm 1.53$  และ  $5.30 \pm 1.60$  (อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย) ตามลำดับ (Table 3)

จากการทดสอบความชอบด้านรสชาติของไวน์ข้าว พบว่า การเติมแกลบในอัตราส่วนที่ต่างกันทั้ง 3 ระดับนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยไวน์ที่มีการเติมแกลบลงไปร้อยละ 25 นั้นมีคะแนนความชอบด้านรสชาติเท่ากับ  $5.53 \pm 1.72$  (ชอบเล็กน้อย) ขณะที่การเติมแกลบร้อยละ 15 และ 20 มีคะแนนความชอบเท่ากับ  $5.20 \pm 1.73$  (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) และ  $5.20 \pm 1.52$  (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) ตามลำดับ (Table 3)

ด้านความชอบโดยรวมเป็นการวัดระดับความชอบในตัวผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวที่มีการเติมแกลบในด้านต่างๆ รวมกันทั้งหมด พบว่า การเติมแกลบลงไปทั้ง 3 ระดับนี้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) การเติมแกลบลงไปร้อยละ 15, 20 และ 25 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ  $6.13 \pm 1.22$  (ชอบเล็กน้อย),  $5.90 \pm 1.06$  (ชอบเล็กน้อย) และ  $5.77 \pm 1.45$  (ชอบเล็กน้อย) ตามลำดับ (Table 3)

ดังนั้นจากผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวที่มีการเติมแอลกอฮอล์โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-Point Hedonic Scales) ในด้านสี กลิ่น แอลกอฮอล์ รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทองด้านสีที่มีการเติมแอลกอฮอล์ 15 และ 20 (Table 3) ส่วนด้านความใส กลิ่น แอลกอฮอล์ และความชอบโดยรวม คะแนนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

ผลการทดสอบความพอใจเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงคุณลักษณะของไวน์ข้าวสีทองที่มีการเติมแอลกอฮอล์ 15 ในด้านต่างๆ (Table 4) พบว่า ด้านสี ความใส กลิ่น แอลกอฮอล์ และรสชาติของไวน์ข้าวสีทองยังไม่พอดีกับความต้องการของผู้ทดสอบ (คะแนนพอดีแล้ว (3) น้อยกว่าร้อยละ 70) เมื่อทำการทดสอบการ

กระจายตัว (Binomial test) ของระดับคะแนนในช่วงที่มากกว่าความพอดี (4+5) และน้อยกว่าความพอดี (1+2) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนทั้งสองช่วงไม่แตกต่างกัน จึงไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะด้านสี ความใส กลิ่น แอลกอฮอล์ และรสชาติของไวน์ข้าวสีทอง เนื่องจากผู้ทดสอบไม่สามารถบอกแนวทางการปรับปรุงได้อย่างชัดเจน

เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น อาจปรับปรุงกลิ่น แอลกอฮอล์ และรสชาติของไวน์ข้าวสีทองไปในทิศทางที่ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ต้องการให้ปรับปรุง ซึ่งผลิตภัณฑ์ได้อาจจะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้มากขึ้น นอกจากนี้ควรทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อยืนยันผลการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทองที่ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงในด้านต่างๆ แล้วต่อไป

**Table 4** Results and conclusions of golden rice wine's sensory attributes (color, clarity, odor and flavor) from the percent difference by using JAR scales.

| At-tributes | JAR (3)<br>n, (%) | Is JAR $\geq$ 70% | Less than JAR 1 and 2<br>n, (%) | More than JAR 4 and 5<br>n, (%) | Sum (n) | Max <sup>a</sup> | 0.05 Critical value | Are 1 and 2 different than 4 and 5 at $P = 0.05$ | Conclusion Products considered JAR |
|-------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|------------------|---------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| Color       | 20 (67%)          | No                | 7                               | 3                               | 10      | 7                | 9                   | No                                               | No action necessary                |
| Clarity     | 20 (67%)          | No                | 4                               | 6                               | 10      | 6                | 9                   | No                                               | No action necessary                |
| Odor        | 11 (37%)          | No                | 10                              | 9                               | 19      | 10               | 15                  | No                                               | No action necessary                |
| Flavor      | 14 (47%)          | No                | 5                               | 11                              | 15      | 11               | 13                  | No                                               | No action necessary                |

Note: <sup>a</sup> Larger of 1+2 or 4+5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของไวน์ข้าวสีทองมีองค์ประกอบต่างๆ

อยู่ในเกณฑ์ทั่วไปของผลิตภัณฑ์ไวน์ คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี ใสตามลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้ สีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบ กลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับ เป็นต้น ไวน์ข้าวสีทองที่มีการเติม

แอลกอฮอล์ 25 มีค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) มากที่สุด อย่างไรก็ตาม ไวน์ข้าวสีทองที่เติมแอลกอฮอล์ 15 ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะต่างๆ (สี กลิ่น กลิ่นรสชาติ และความชอบโดยรวม) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความพอดี ไวน์ข้าวสีทองที่เติมแอลกอฮอล์ 15 ไม่จำเป็นจะต้องปรับปรุงในคุณลักษณะต่างๆ และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้นอาจทำการปรับปรุงในบางคุณลักษณะ เช่น กลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ เพื่อเพิ่มความชอบในไวน์ข้าวสีทองให้มากขึ้นต่อไป

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่สำหรับดำเนินงานวิจัย ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบข้าวเจ้าสายพันธุ์พลาญงามปทุมธานีและโรงสีข้าวมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ให้ความอนุเคราะห์สีข้าวเจ้าสายพันธุ์พลาญงามปทุมธานีสำหรับดำเนินงานวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### เอกสารอ้างอิง

- กมลศักดิ์ ตั้งธรรมนิม. 2540. คู่มือไวน์. บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เจนจิรา ชุมภูคำ, วีระพงษ์ ทรัพย์นำ และทักษ์ไณย จารุวัฒน์. 2557. ผลของอัตราส่วนประกอบต่อคุณภาพของไวน์เปลือกกาแฟและความพึงพอใจของผู้บริโภค. เกษตร. 42(ฉบับพิเศษ 3): 415-420.
- ชัยณรงค์ ปัญญา และ อรณา ทักษัย. 2556. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์ข้าวสีทองด้วยแอลกอฮอล์. ปรินญาณพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาเขตปทุมธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- และการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- โชคชัย วณู, นันทกร บุญเกิด และลำไพ ดิษฐวิบูลย์. 2546. คนทำไวน์: winemaker 1. สมบูรณ์พรินต์, นครราชสีมา.
- ฐิติรัตน์ ชาวไชย. 2551. การแยกแกล้งสาโทโดยเชิงกล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ประวีณา ลาภา, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และวิชัย หฤทัยธนาสันต์. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเหนียวดำกลอง. เรื่องเดิมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ครั้งที่ 12.
- พรพิมล วรรณสุ. 2548. ผลของพันธุ์และระดับการขัดสีข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการหมักไวน์ข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวพา สุวัฒน์. 2552. เกร็ดความรู้เกี่ยวกับไวน์. วารสารเพื่อการวิจัยและพัฒนางานการเกษตร. 16(2): 1-3.
- ศุภศิลป์ มณีรัตน์, อรุณ หันพงศ์กิตติกุล และวาสนา มูสา. 2550. การเปรียบเทียบการทำไวน์ผลไม้ให้ใสโดยใช้เอนไซม์เพกตินเอสกับวิธีการอื่นๆ. รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- สุนันทา วงศ์ปิยชน, ละม้ายมาศ ยังสุข และพลศรี สว่างจิต. 2551. การผลิตไวน์ข้าวจากเชื้อบริสุทธิ์ *Aspergillus oryzae* และ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่าง ๆ. ผลงานวิจัยและพัฒนางานการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวระหว่างปี 2540-2550, กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี.
- สมลลิกา โมรากุล. 2545. การพัฒนากกรรมวิธีการผลิตไวน์ข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สันติ วงศ์สุวรรณ. 2532. การทำไวน์. โครงการเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ.
- สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา. 2546. การผลิตไวน์ข้าวจากข้าวนาปรัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อดิศร ทักษิณการ, อุบลวรรณ จตุระบุล และอรทัย เสริมชัยรัตน์. 2555. การศึกษาผลทางกายภาพของไวน์กระเจี๊ยบที่เกิดจากการเติมวิตามินบีรวม. ปรินญาณพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- A.O.A.C. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17<sup>th</sup> Edition. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia.
- ASTM MNL63. Just About-Right (JAR) Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks. ASTM International, W. Conshohocken, PA.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., and B.T. Carr. 2006. Sensory Evaluation Techniques, 4<sup>th</sup> Edition. CRC Press, Boca Raton, FL.