

สมบัติทางเคมี สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ
น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด 4 สายพันธุ์

Chemical Property, Antioxidant Activity and Sensory Evaluation of
Fermented Vinegar from 4 Pineapple Cultivars

วิลาวัลย์ บุญยสุภา^{1*} กรรณิการ์ ทองดอนเปรี๊ยะ¹ ธนพร ปลุกขาลี¹ ปันตดา ภูผาดวง²
ณัฐกานต์ โคตรทิพย์² และ นันทกานต์ แสนโสม²

¹สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

²สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

โทร: 0867142160 E-mail: wilawanboonsupa@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์สับปะรดที่ผลิตจากสับปะรด 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หอมสุวรรณ พันธุ์ห้วยมุ่น พันธุ์ปัตตาเวีย และพันธุ์ตราดสีทอง เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ เริ่มจากการนำไวน์สับปะรดซึ่งหมักได้ไปปรับปริมาณของแอลกอฮอล์ เท่ากับร้อยละ 10 แล้วเติมเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* ที่มีปริมาตรร้อยละ 10 หมักที่สภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างในวันที่ 0, 5, 10 และ 15 ในระหว่างการหมักพบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการหมัก ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หลังสิ้นสุดการหมัก พบว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทองมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 3.09 ± 0.04 และรองลงไปคือน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ห้วยมุ่น (ร้อยละ 2.82 ± 0.26) จากการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระพบว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 89.82 ± 0.83 และรองลงมาคือน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ห้วยมุ่น (ร้อยละ 84.62 ± 1.74) จากการทดสอบประสาทสัมผัสตัวอย่างน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากน้ำส้มสายชูที่หมักไว้พบว่าผลิตภัณฑ์จากสับปะรดสายพันธุ์ห้วยมุ่น ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมสูงสุด เป็น 6.20 ± 1.69 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย ตามหลักเกณฑ์ 9-point hedonic scale

คำสำคัญ : ไวน์สับปะรด น้ำส้มสายชูหมัก สับปะรด น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This study was carried out to examine the chemical properties and antioxidant activities of vinegars produced from four cultivars of pineapple, namely Homsuwan, Huamui, Pattavia and Tradsrithong. Sensory evaluation of the vinegars was also included in this study using the 9-point hedonic scale to measure the vinegar preferences of consumers based on flavor, sweetness, sour color and overall acceptability. Vinegar fermentation was performed by inoculating 10% (v/v) of *Acetobacter pasteurianus* into each of four pineapple wines with the initial alcohol content adjusted to 10% (v/v). The fermentation was conducted for 15 days at ambient temperature and sampling was performed at 5-day intervals. It was observed for all samples that the levels of alcohol decreased continuously over the fermentation period, which was consistent to the increased levels of total acidity content. It was obvious that the highest level ($3.09 \pm 0.04\%$) of total acidity content was observed for the vinegar produced from Tradsrithong cultivar, followed by Huamui cultivar ($2.82 \pm 0.26\%$). The vinegar produced from Pattavia cultivar was shown to exhibit the highest antioxidant activity ($89.82 \pm 0.83\%$), followed by Huamui cultivar ($84.62 \pm 1.74\%$). As with the consumer hedonic scale, it was found that the drinking vinegar produced from Huamui cultivar had the highest overall acceptability with an average score of 6.20 ± 1.69 , which however was equivalent to the hedonic scale of 9 that indicated low levels of the drinking vinegar preferences of the consumers.

Keywords : pineapple wine, fermented vinegar, pineapple drinking vinegar, antioxidant activity

1. บทนำ

สับปะรด เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี เนื้อสับปะรดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา สามารถแก้ไอ ระงับอาการอักเสบ ขับปัสสาวะ ช่วยย่อยอาหาร สับปะรดเมื่อแก่จะมีรสหวานอมเปรี้ยว ผลสับปะรดประกอบด้วยน้ำ ร้อยละ 80-85 สารอาหารหลักที่พบในสับปะรด คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส นอกจากนี้ผลสับปะรดยังมีโปรตีน ร้อยละ 0.4 และไขมัน ร้อยละ 0.1 ในสับปะรดมีกรดอินทรีย์ที่สำคัญ 2 ชนิด คือ กรดซิตริกและกรดมาลิก เนื้อ

สับปะรดมีกรดโฟลิก ไนอาซิน ไรโบฟลาวิน วิตามินบี 6 และวิตามินซี [1] สารแอนติออกซิแดนซ์ คือสารสังเคราะห์หรือสารที่ได้จากธรรมชาติที่เติมลงไปในการผลิตภัณฑ์ มีความสามารถในการชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย ตัวอย่างของสารแอนติออกซิแดนซ์ ได้แก่ สารโพลีฟีนอลิก วิตามินเอ และวิตามินซี

น้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้ เป็น น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักผลไม้ต่างๆ การผลิตน้ำส้มสายชูหมักมีการหมัก 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลให้เกิด

แอลกอฮอล์ โดยใช้ยีสต์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ตามด้วยการหมักแอลกอฮอล์ให้เกิดกรดแอซิติก ด้วยแบคทีเรียในกลุ่ม *Acetobacter* และ *Gluconobacter* ในภาวะที่มีออกซิเจน น้ำส้มสายชูที่หมักได้มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของกลิ่นวัตถุดิบ ปัจจุบันนิยมนำน้ำส้มสายชูหมักไปใช้เป็นเครื่องดื่มผสมน้ำผึ้งและน้ำอุ่นเพื่อสุขภาพ ทำให้ระบบย่อยอาหารดีขึ้น การนำสับปะรดไปผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแปรรูปสับปะรดให้เป็นเครื่องดื่มสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของสับปะรด ในการทดลองนี้ได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพกัมมันตภาพรังสีของน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด 4 สายพันธุ์ (พันธุ์หอมสุวรรณ พันธุ์ห้วยมุ่น พันธุ์ปัตตาเวีย และพันธุ์ตราดสีทอง) ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมา [2,3] ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักจากแคนตาลูป ผลการทดลองพบว่า น้ำส้มสายชูหมักที่ทำจากแคนตาลูปสายพันธุ์เอมีมีปริมาณกรดอะซิติกสูงสุด คือ ร้อยละ 7.31 ± 0.07 แต่อย่างไรก็ตามแคนตาลูปมีราคาสูงมาก หากนำสับปะรดซึ่งมีราคาถูกต่ำในขณะนั้นมาแปรรูป จะสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มมูลค่าของสับปะรดให้สูงขึ้นได้

2. วิธีการทดลอง

2.1. วิธีการผลิตไวน์สับปะรด

นำสับปะรด มาล้างให้สะอาดแล้วผานเปลือกเอาเฉพาะเนื้อนำไปคั้นและผสมน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:1 ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 20 องศาบริกซ์ โดยใช้น้ำตาลทราย นำน้ำสับปะรด มาทำการฆ่าเชื้อโดยใช้อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตั้งน้ำสับปะรด ทิ้งไว้ให้

อุณหภูมิตกลงประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส จากนั้นถ่ายลงขวดที่สะอาด ใส่เชื้อยีสต์ผงที่ใช้สำหรับทำไวน์ *Saccharomyces cerevisiae* Premier Blanc จาก ร้าน V uncle Pi ยีสต์และอุปกรณ์ โดยการละลายยีสต์ผงในน้ำอุ่นปริมาณ 60 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันทิ้งทิ้งไว้ 5 นาที ตูดเชื้อยีสต์ลงในไวน์โดยใช้อัตราส่วนสารละลายยีสต์ต่อปริมาตรน้ำสับปะรดเท่ากับ 5 มิลลิลิตร/1.5 ลิตร ปิดฝาขวดพลาสติกด้วยผ้าขาวบางที่รัดแน่นยาง เพื่อให้คาร์บอนไดออกไซด์สามารถระเหยออกได้ หมักไวน์เป็นเวลา 5 วัน เมื่อหมักไวน์ครบ 5 วันทำการดูดส่วนใสลงในขวดใหม่ จากนั้น พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที และบ่มไวน์ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน

2.2. วิธีการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์สับปะรด

จากไวน์สับปะรดของแต่ละสายพันธุ์ที่เตรียมได้ นำไปปรับปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 10 โดยใช้แอลกอฮอล์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ถ่ายเชื้อ *Acetobacter pasteurianus* ร้อยละ 10 ที่เตรียมจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose yeast broth เขย่าบนเครื่องเขย่า เป็นเวลา 1 วัน ลงในไวน์สับปะรดแต่ละสายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 2 ฟลากล ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่า บนเครื่องเขย่า shaker เป็นเวลา 15 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 5, 10, 15 เมื่อหมักน้ำส้มสายชู ครบ 15 วัน ทำการหยุดกระบวนการหมัก โดยการพาสเจอร์ไรส์น้ำส้มสายชูที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ในระหว่างการหมักไวน์และน้ำส้มสายชู ตรวจคุณภาพทางเคมี ดังนี้

1.1 วัดแอลกอฮอล์โดยการเก็บตัวอย่างไวน์ใส่ microtube ปิดด้วยพาราฟิล์มเก็บไว้ในอุณหภูมิ

4 องศาเซลเซียส วัดปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยเครื่อง gas chromatography - Flamelonization Detector (GC-FID) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-2014 มีรายละเอียด คือ ใช้ Capillary column ชนิด Rtx-wax (ความยาวของคอลัมน์ 30 มิลลิเมตร, เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร., ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร.) ระบบการฉีดสาร ประกอบด้วยอุณหภูมิของส่วนฉีดสาร 150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นจาก 40 องศาเซลเซียส (คงไว้ 1 นาที) และเพิ่มขึ้นในอัตรา 10 องศาเซลเซียส/นาที จนเป็น 100 องศาเซลเซียส (คงไว้ 1 นาที) ก๊าซพาเป็นก๊าซฮีเลียม อัตราการไหล 99.7 มิลลิลิตร/นาที ปริมาตรที่ฉีด 1 ไมโครลิตร ใช้ split mode ในอัตราส่วน 45.0 [10]

1.2 ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ โดยใช้เครื่อง (Refractometer)

1.3 ตรวจวัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter)

1.4. ตรวจวัดปริมาณกรดทั้งหมดโดยการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็น indicator

1.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด [11]

ปิเปตตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 9.5 มิลลิลิตร (สำหรับ blank ใช้เอทานอลร้อยละ 95 แทนสารตัวอย่าง) เติมสารละลาย Folin-ciocalteu ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น ร้อยละ 10 จำนวน 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (มิลลิกรัม/ลิตร)

1.6 การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH [7] เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM โดยละลายด้วย ethanol 95% ปิเปตตัวอย่างมา 1.5 mL และ ปิเปต DPPH 1.5 mL ให้ทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลองนำไปเขย่าให้เข้ากัน รอให้สารละลายทำปฏิกิริยากัน 20 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 517 nm ใช้เอทานอลเป็น blank

เมื่อกำหนดให้

$$\text{inhibition(\%)} = ((ADPPH - ASample)/ADPPH) \times 100 \quad (1)$$

ADPPH คือค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH Control

Asample คือค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างหลังทำปฏิกิริยากับ DPPH

1.7 การทดสอบประสาทสัมผัส การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากไวน์สับปะรด โดยมีส่วนผสมดังนี้ น้ำส้มสายชูจากไวน์สับปะรด 200 กรัม น้ำผึ้ง 150 กรัม น้ำเปล่า 150 กรัม ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำน้ำส้มสายชูจากไวน์สับปะรดไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale ช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) -9 (ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิม โดยเป็นผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30

คน ให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น น้ำสัมผัสสายชูรสเปรี้ยว รสหวาน และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ด้วยวิธี one way anova และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม SPSS

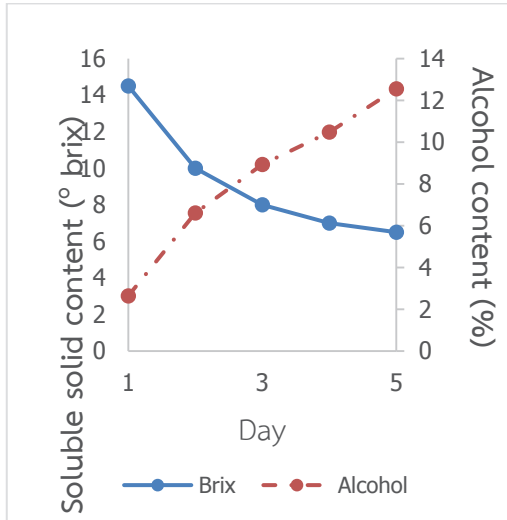
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 คุณภาพทางเคมีของไวน์ในระหว่างการหมัก

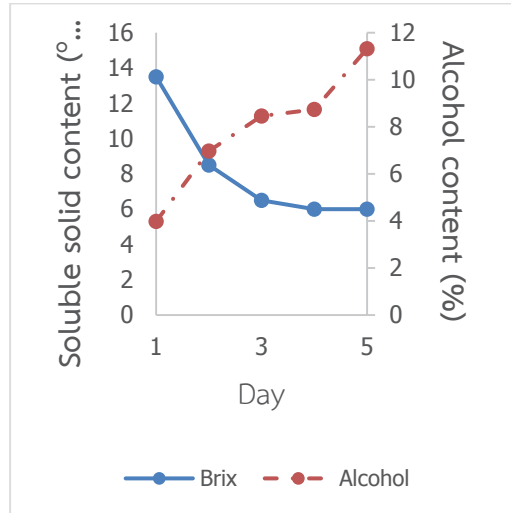
ผลวิเคราะห์ทางเคมี ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดทั้งหมด จากการหมักไวน์สับปะรดเป็นเวลา 5 วัน โดยพบว่าในวันที่ 5 ไวน์ที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์หอมสุวรรณมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดเป็น $12.55 \pm 0.61\%$ (ภาพที่ 1) ปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์เกิดจากการย่อยน้ำตาลของยีสต์เปลี่ยนให้เป็นเอทานอล จากการทดลองพบว่าไวน์สับปะรดมีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่าไวน์สับปะรดผสมแครอทที่หมักเป็นเวลา 8 วัน (4.70 %) [5] การหมักไวน์เป็นเวลา 5 วัน พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าอยู่ระหว่าง 5-6.50 องศาบริกซ์ (ภาพที่ 1) เนื่องจากกระบวนการหมักไวน์เป็นกระบวนการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ โดยการเปลี่ยนไพรูเวตให้เป็นเอทานอลในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน โดยยีสต์

จะใช้น้ำตาลส่วนหนึ่งในการเจริญเพื่อเพิ่มปริมาณเซลล์ และบางส่วนจะถูกนำไปใช้สังเคราะห์สารเมแทบอไลต์อื่นๆ ได้แก่ เอทานอล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอะซิติก กรดแล็กติก กรดซัคซินิก เป็นต้น [4]

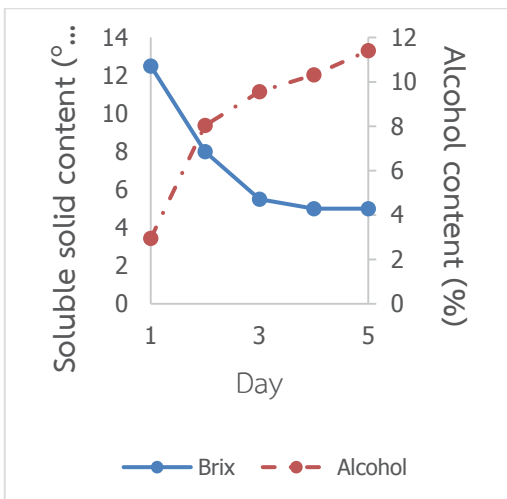
จากการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์ที่ทำจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ด้วยวิธี DPPH ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระนี้จะช่วยในการป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคไขข้ออักเสบ เป็นต้นในเส้นเลือด โรคต่อกระเจก และสารอนุมูลอิสระนี้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารบำรุงสุขภาพอีกด้วย ถ้าร่างกายของเรามีสารต้านอนุมูลอิสระที่เพียงพอจะช่วยลดโอกาสที่จะเป็นโรคเรื้อรังที่เป็นอันตรายเหล่านี้ได้ ผลการตรวจสอบพบว่า ไวน์ที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียมีร้อยละกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ 93.33 ± 0.37 (ตารางที่ 2) สำหรับการตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในไวน์สับปะรด พบว่า ไวน์ที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์หอมสุวรรณ มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 258.22 ± 2.10 มิลลิกรัม/ลิตร จากการวิจัยเห็นได้ว่า สายพันธุ์ของสับปะรดที่นำมาทำไวน์ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในไวน์ เช่นเดียวกับงานวิจัย [12] ศึกษาเรื่องสายพันธุ์ของเชอร์รี่ 9 สายพันธุ์ที่มีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์ พบว่า ไวน์เชอร์รี่ที่ทำจากสายพันธุ์ Shandong มีค่า EC_{50} น้อยที่สุด มีค่า 0.17 ± 0.01 มิลลิลิตรของไวน์



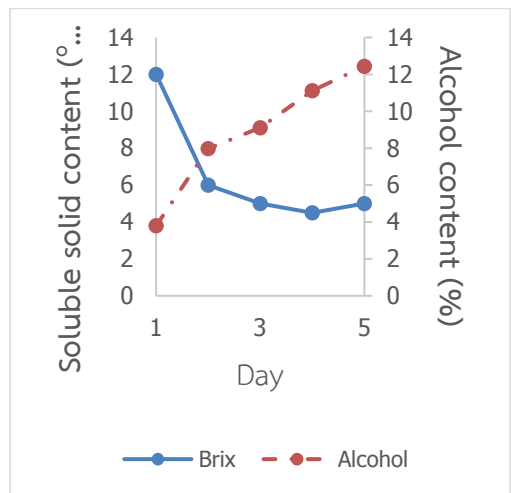
(A)



(B)



(C)



(D)

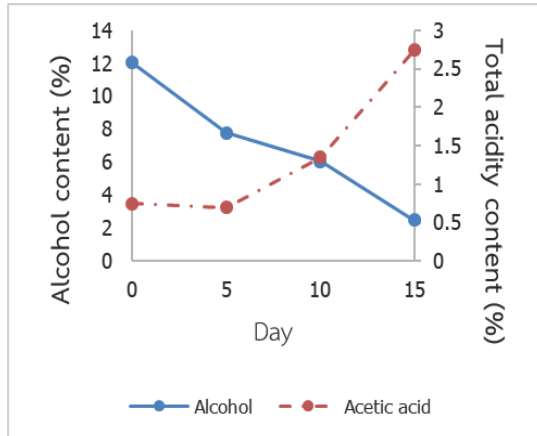
ภาพที่ 1 ร้อยละของปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของไวน์สับปะรดที่ผลิตจาก สับปะรดสายพันธุ์ หอมสุวรรณ (A) ห้วยมุ่น (B) ปัตตาเวีย (C) และตราดสีทอง (D)

3.2. คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูในระหว่างการหมัก

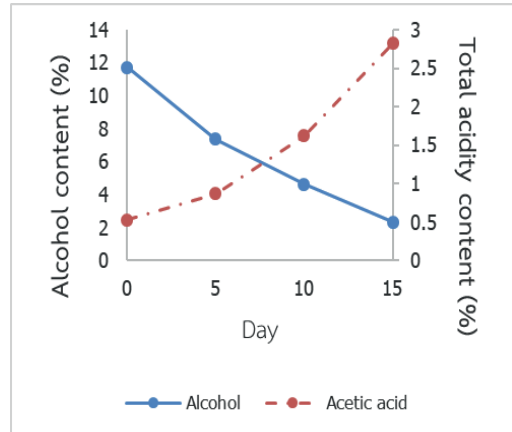
3.2.1 ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดทั้งหมด

ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดทั้งหมด จากการผลิตน้ำส้มสายชูจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมสุวรรณ ห้วยมุ่น ปัตตาเวีย และตราดสีทอง โดยทำการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter pasteurianus* เป็นเวลา 15 วัน พบว่าในวันที่ 15 ของการหมักน้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูที่หมักจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงตลอดระยะเวลาในการหมัก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-2.48% ดังแสดงในภาพที่ 2 ในส่วนของปริมาณของกรดทั้งหมดพบว่าในวันที่ 15 ของการหมักน้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูจากสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทอง มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ $3.09 \pm 0.04\%$ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งน้ำส้มสายชูจากสับปะรดสายพันธุ์ตราดสีทอง มีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่าน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากเชอร์รี่เปรี้ยว ($5.50 \pm 0.07\%$) จากงานวิจัยของ

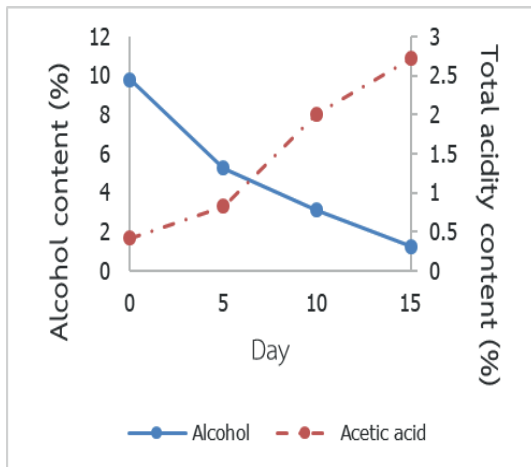
Ozturk, I, et al (2015) ซึ่งทำการศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านจุลชีพ แร่ธาตุ คุณภาพของสารหอมระเหย และลักษณะของจุลินทรีย์ในน้ำส้มสายชูที่ผลิตแบบพื้นบ้านในประเทศตุรกี และน้ำส้มสายชูจากข้าว *Makgeoli* ($5.61 \pm 0.03\%$) [8] จากการหมักส้มสายชู พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณของกรดทั้งหมดจากการหมักน้ำส้มสายชูจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ ในช่วงเวลาวันที่ 0-15 พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง และมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก โดยปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 2.74-3.09 เนื่องจากแบคทีเรียเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซิติก โดยเริ่มต้นในน้ำหมักมีสารอาหารต่างๆ อย่างพอเพียงมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หลังจากนั้นเมื่อเกิดการหมักสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง คือ มีค่าความเป็นกรด-เบสลดลงสารอาหารต่างๆ ลดลง และปริมาณของแอลกอฮอล์ที่เป็นสารอาหารในการหมักลดลง ทำให้ปริมาณการเกิดขึ้นของกรดทั้งหมดช้าลงและคงที่ในที่สุด



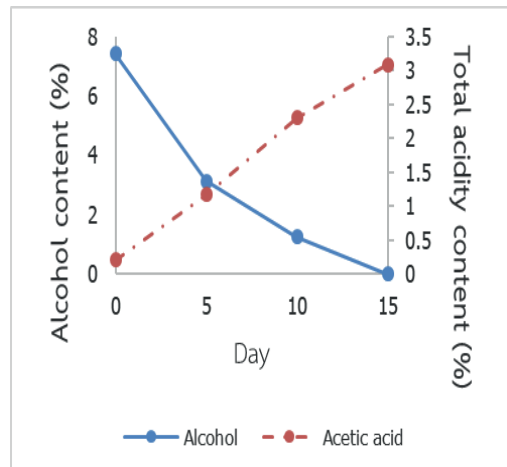
(A)



(B)



(C)



(D)

ภาพที่ 2 ร้อยละของปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสับปะรดที่ผลิตจากสับปะรดสายพันธุ์ หอมสุวรรณ (A) หัวมุ่น (B) ปัตตาเวีย (C) และตราดสีทอง (D)

3.2.2 ค่าความเป็นกรด-เบส

ค่าความเป็นกรด-เบส จากน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าจากการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส พบว่าน้ำส้มสายชูจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียมีค่าความเป็นกรด-เบส

ต่ำสุดเท่ากับ 2.98 ± 0.01 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-เบสสูงกว่าน้ำส้มสายชูจากมะขามสายพันธุ์ยักษ์ฝักดาบ ($2.73 \pm 0.02\%$) (วิลาวัลย์ บุญยศุภา และคณะ, 2559) ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งสับปะรดแต่ละสายพันธุ์มีองค์ประกอบที่เป็นกรดอินทรีย์ ในปริมาณที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ความเป็นกรด-เบสของการหมักน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดพันธุ์ต่างๆ

น้ำส้มสายชูที่ทำจาก สับปะรด 4 สาย พันธุ์	ค่าความเป็นกรด - เบส			
	หมักวันที่ 0	หมักวันที่ 5	หมักวันที่ 10	หมักวันที่ 15
หอมสุวรรณ	3.45±0.07 ^b	3.41±0.01	3.36±0.04 ^a	3.16±0.02 ^a
ห้วยมุ่น	3.51±0.00 ^b	3.37±0.02	3.24±0.01 ^b	3.08±0.00 ^b
ปัตตาเวีย	3.49±0.01 ^b	3.24±0.05	3.09±0.02 ^c	2.98±0.01 ^c
ตราดสีทอง	3.87±0.00 ^a	3.23±0.10	3.08±0.04 ^c	2.99±0.01 ^c

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05)

3.3. การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของ น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด 4 สายพันธุ์

จากการที่ได้ทำการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์ด้วย DPPH พบว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวีย มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 89.82±0.83 (ตารางที่ 2) นอกจากนี้สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ยังอุดมไปด้วย โปแตสเซียม แคลเซียม เหล็ก และแมงกานีส เนื้อสับปะรดมีกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดมาลิก (Tartaric) และกรดซิตริก (Citric) ส่งผลให้น้ำส้มสายชูที่ได้จาก

สับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูง [13] จากการทดลอง พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียมีปริมาณสูงกว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากแคนตาลูป (53.78±0.75%) [2] สำหรับการตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำส้มสายชูจากสับปะรด พบว่าน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์หอมสุวรรณ (ตารางที่ 3) มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 332.34±4.87 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าน้ำส้มสายชูจากมันฝรั่งสีม่วงผสมข้าว Makgeoli (24.73±0.04 mg/L) [8]

ตารางที่ 2 ร้อยละกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์และน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรด 4 สายพันธุ์

สับปะรดสายพันธุ์ต่างๆ	DPPH (% inhibition)	
	ไวน์	น้ำส้มสายชู
หอมสุวรรณ	63.98±0.24 ^c	67.54±0.74 ^d
ห้วยมุ่น	71.56±2.88 ^b	84.62±1.74 ^b
ปัตตาเวีย	93.33±0.37 ^a	89.82±0.83 ^a
ตราดสีทอง	72.08±0.67 ^b	78.60±0.33 ^c

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3.4. ตรวจวัดปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-ciocalteu

การทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด
ของน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์
พบว่า น้ำส้มสายชูที่ผลิตจากสับปะรดสายพันธุ์หอม

สุวรรณ มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ
333.34±4.87 mg/l ซึ่งมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด
สูงกว่าน้ำส้มสายชูแอปเปิล (40.44 mg/l) [9] ดัง
แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ของไวน์และน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดทั้ง 4 สายพันธุ์

สับปะรดสายพันธุ์ต่างๆ	ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	ไวน์	น้ำส้มสายชู
หอมสุวรรณ	258.22±2.10 ^a	332.34±4.87 ^a
ห้วยมุ่น	152.61±0.10 ^b	172.34±0.29 ^b
ปัตตาเวีย	137.41±0.57 ^d	140.24±0.00 ^c
ตราดสีทอง	141.05±0.19 ^c	128.96±0.10 ^d

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3.5. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มที่เตรียมจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด 4 สายพันธุ์

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากสับปะรด 4 สายพันธุ์ (หอมสุวรรณ, ห้วยมุ่น, ปัตตาเวีย, และตราดสีทอง) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic 9 scale Test โดย สเกลคะแนน คือ

- 9 - ชอบมากที่สุด
- 8 - ชอบมาก
- 7 - ชอบปานกลาง
- 6 - ชอบเล็กน้อย
- 5 - บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
- 4 - ไม่ชอบเล็กน้อย
- 3 - ไม่ชอบปานกลาง
- 2 - ไม่ชอบมาก
- 1 - ไม่ชอบมากที่สุด

โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 30 คน จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มที่ทำจากสับปะรดต่างสายพันธุ์มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น สี รสหวานและรสเปรี้ยวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และการยอมรับในภาพรวมพบว่า น้ำส้มสายชูที่ผลิตจากไวน์สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นมีระดับความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 6.20 ± 1.69 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4

4. สรุปผลการดำเนินการ

ผลการทดลองหมักน้ำส้มสายชูจากสับปะรดสายพันธุ์ต่างๆ พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูที่ทำจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (ร้อยละ 89.82) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำส้มสายชูที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอดในเชิงคุณค่าและการเพิ่มมูลค่ามากที่สุด คือ น้ำส้มสายชูที่ผลิตจากสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เนื่องจากมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด จากงานวิจัย [6] ได้ศึกษาความสามารถในการต้านออกซิเดชันของเปลือก แก่น และเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ต พบว่าเนื้อสับปะรดสายพันธุ์ภูเก็ต (13.09 มิลลิกรัมของกรดแอสคอร์บิก/100 กรัมของน้ำหนักสด) มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย (8.45 มิลลิกรัมของกรดแอสคอร์บิก/100 กรัมของน้ำหนักสด) แต่อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ยกขึ้นมาเป็น กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในน้ำสับปะรดเท่านั้น ไม่ได้มาจากน้ำส้มสายชู ซึ่งในกระบวนการหมักน้ำส้มสายชูมีปฏิกิริยาระหว่างน้ำหมักกับตัวเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งส่งผลต่อปริมาณของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชู ในอนาคตควรมีการศึกษาองค์ประกอบของน้ำส้มสายชูจากสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียให้มากขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาศักยภาพในการผลิตต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากสับปะรด 4 สายพันธุ์

น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม ที่ทำจากสับปะรด 4 สายพันธุ์	สี	กลิ่น	รสเปรี้ยว	รสหวาน	ความชอบรวม
หอมสุวรรณ	6.07±1.76	5.77±2.03	5.77±1.91	5.63±2.19	5.70±1.84
ห้วยมุ่น	5.97±1.79	4.80±2.20	5.67±2.29	5.67±1.92	6.20±1.69
ปัตตาเวีย	6.30±1.78	5.27±2.12	5.67±2.01	4.80±1.92	5.93±1.46
ตราดสีทอง	6.00±1.53	5.13±1.94	5.27±2.21	5.17±2.04	6.00±1.72

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาชีววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิภัตรา เวศกาวิ. การผลิตน้ำสับปะรดและน้ำกระเจี๊ยบเสริมชีวนะ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2553.
- [2] วิลาวัลย์ บุญย์ศุภา เกษดาวรรณ พลจันทร์ จูรีมาศ แก้วเกษร ธิตารัตน์ จันดอนแดง กมลลักษณ์ นันทฤทธิ์ และกนกพงษ์ บัวพัฒน์. คุณภาพทางเคมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากแคนตาลูป 4 สายพันธุ์ วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 19 ฉบับที่ 2: 187-196; 2560.
- [3] วิลาวัลย์ บุญย์ศุภา จิตราภรณ์ ญาติโสม ชลิตา คำโคตรสุนย์ ปรียาภรณ์ ประเพส และปานฤดี

สัตถาวะโท. คุณภาพทางเคมี กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากมะขาม 4 สายพันธุ์ วารสาร มทร.อีสาน ปีที่ 9 ฉบับที่ 1: 224-233; 2559

- [4] วันเพ็ญ จิตรเจริญ. คู่มือไวน์เมกเกอร์. สำนักพิมพ์บริษัทเชียงใหม่พรีนซ์ตั้ง จำกัด. เชียงใหม่; 2556.
- [5] อำพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และสุนันทิศา สิงห์พล. การผลิตไวน์สับปะรดผสมแครอท. ว.วิทย. กษ.47(2)พิเศษ : 165-169; 2559.
- [6] สударัตน์ ตัญเจริญสุขจิต และ ศศิธร จันทนวางกุล. ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของเปลือก แก่น และเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ต. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2550 หน้า 656-663; 2550

- [7] Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology* 28:25- 30; 1995
- [8] Chun, J.E., Baik, M.Y. and Kim B.Y. Manufacture and quality evaluation of purple sweet potato Makgeolli vinegar using a 2-stage fermentation. *Food sci. Biotechnol.* 23(4): 1145-1149; 2014.
- [9] Ozturk,I., Caliskan, O., Tornuk, F., Ozcan, N., Yalcin, H., Baslar, M. and Sagdic, O. Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional home - made Turkish vinegars. *LWT - Food Science and Technology* 63: 144-151; 2015.
- [10] Rangkhawong, P., Issaranuwat, P. and Gaensakoo. R. Mycelial fermentation in submerged culture of *Schizophyllum commune* and its properties. *Science and technology journal. Mahasarakham University.* Vol 33.(5): 420-427; 2013
- [11] Singleton, V.L. and Rossi, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144-158; 1965.
- [12] Xiao, Z., Fang, L, Niu, Y and Yu,H. "Effect of Cultivar and Variety on Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Cherry Wine". *Food Chemistry* 186: 69–73; 2015.
- [13] Xin-Hua Lu, De-Quan Sun, Qing-Song Wu, Sheng-Hui Liu and Guang-Ming Sun. Physico-Chemical Properties, Antioxidant Activity and Mineral Contents of Pineapple Genotypes Grown in China. *Molecules*(19): 8518-8532; 2014.