



รายงานการวิจัย

การพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมัก
จากน้ำหวานจาก

Development of Healthy Drink from Nipa Sap Vinegar

ไกรรัช เทศมี

นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากงบประมาณแผ่นดิน
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ที่ได้รับการเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2559

การพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก
ไกรรัช เทพมี และนวลระหง เทพวิวัฒน์จิต
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
2559

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก และ 2) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ระหว่างการเก็บรักษา ผลการวิจัยนี้ได้สูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 4 สูตร ได้แก่ สูตรผสมน้ำหวานจาก สูตรผสมน้ำอัญชัน สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน และสูตรผสมน้ำฟักข้าว โดยใช้ น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานในทุกสูตร ยกเว้นสูตรผสมน้ำหวานจาก ขั้นตอนการพัฒนาเริ่มจากการ กำหนดอัตราส่วนของส่วนผสมต่างๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณกรดอะซิติกและปริมาณของแข็งที่ ละลายน้ำได้ทั้งหมดใกล้เคียงกับค่าดังกล่าวในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาด จากนั้น ใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี (just-about-right scale, JAR) แบบ 5 สเกล เพื่อหาแนวทางในการปรับสูตร โดยประเมินคุณลักษณะด้านความเข้มข้นของสี รสหวาน และรส เปรี้ยว สำหรับตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักทุกสูตร และเพิ่มการประเมินคุณลักษณะด้านความ ข้นของเครื่องดื่มสำหรับสูตรผสมน้ำฟักข้าว พบว่า สูตรผสมน้ำหวานจากและสูตรผสมน้ำฟักข้าวมี ความพอดีแล้ว สูตรผสมน้ำอัญชันต้องลดปริมาณความเข้มข้นของสี และสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน ต้องเพิ่มความหวาน จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point Hedonic Scale) พบว่า สูตรผสมน้ำหวานจาก ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจาก น้ำหวานจาก 7.69% และน้ำหวานจาก 92.31% ได้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง (7.45 ± 0.72) สูตรผสมน้ำอัญชัน ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 11.54% และน้ำอัญชัน 80.77% สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจาก น้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 15.38% และน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 76.92% และสูตรผสมน้ำฟักข้าว ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 11.54% และน้ำฟักข้าว 80.77% ทั้ง 3 สูตรนี้ได้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.71 ± 0.67 , 7.82 ± 0.67 และ 7.83 ± 0.79 ตามลำดับ) ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักทั้ง 4 สูตร สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดอะซิติกไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และ ผลิตภัณฑ์ทุกสูตรยังมีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

คำสำคัญ: เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ น้ำส้มสายชูหมัก น้ำหวานจาก

Development of Healthy Drink from Nipa Sap Vinegar

Krairuch Thetmee and Nualrahong Thewiwatjit

Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

2016

The objectives of this research were to 1) develop formula for Nipa palm vinegar drink and 2) study the quality change during storage of the Nipa palm vinegar drink. The result yielded 4 formulas of vinegar drink which were nipa sap formula, butterfly pea formula, roselle- jujube formula and gac fruit formula. Honey was used as a sweetener in all formulas except nipa sap formula. The development process started with determining the ratio of each composition in the formula so that the product would have amount of acetic acid and total soluble solid closed to those of vinegar products in the market. The just-about-right scale (JAR) was used to evaluate the prototypes regarding the level of color, sourness and sweetness for all formulas and the thickness for gac fruit formula. The results from 50 panelists by purposive sampling revealed that nipa sap and gac fruit formula were rated at just right while butterfly pea formula needed lower color intensity and roselle- jujube formula needed more sweetness. The results from 9-point hedonic scale from 100 panelists by purposive sampling indicated that the overall acceptance scores of the developed products were 7.45, 7.71, 7.82, and 7.83, respectively (like moderately to like very much). The optimal nipa sap formula consisted of 7.69% vinegar and 92.31% nipa sap while butterfly pea and gac fruit formula consisted of 7.69% vinegar, 11.54% honey and 80.77% butterfly pea extract or gac fruit juice. The optimal roselle- jujube formula consisted of 7.69% vinegar, 15.38% honey and 76.92% roselle- jujube juice. All products could be kept at room temperature and cold storage (4°C) for 2 months without any change in pH, total soluble solid and acetic content. The microbiological qualities in all products were at safe level.

Keywords: Healthy drink, vinegar, nipa sap

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากเป็นโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่ได้รับการเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2558 งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการอำนวยความสะดวกทางด้านสถานที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี และความช่วยเหลืออย่างมากจากนางสาวสุชาวดี ท้วมจันทร์ และนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีหลายท่านที่ได้ช่วยงานการดำเนินการวิจัยในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ขอขอบคุณดร.พรศิริ กองนวล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงกำลังใจตลอดจนผลักดันให้งานวิจัยดำเนินการจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่ให้งบประมาณสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโครงการวิจัยที่ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย และแก้ไขรูปเล่มรายงานการวิจัยเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามคำศัพท์	3
ประโยชน์ที่ได้รับ	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	
เครื่องมือเพื่อสุขภาพ	5
อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ	6
น้ำส้มสายชูหมัก	10
น้ำหวานจาก	17
อัญชัน	20
กระเจียบแดง	22
พุทราจีน	24
ฟักข้าว	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
วัสดุและอุปกรณ์	30
วิธีดำเนินการวิจัย	31
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
ผลการวิจัย	35
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	48
อภิปรายผล	49
ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่องวัดปริมาณ แอลกอฮอล์แบบอีบูลิโอมิเตอร์ (Ebulliometer)	60
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก	62
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี	64
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน ความชอบ 9 ระดับ	65
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	66

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลส่วนประกอบโดยประมาณจากฉลากของตัวอย่างเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักในท้องตลาด	39
2	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักในท้องตลาด	40
3	อัตราส่วนส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักสูตรต้นแบบ	41
4	คุณลักษณะของเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักสูตรต้นแบบ	41
5	ร้อยละของผู้ตอบแบบทดสอบสเกลความพอดี (Just About Right Scale)	43
6	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักรสชาติต่างๆ	44
7	ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักสูตรต่างๆ ที่อุณหภูมิและอายุการเก็บต่างกัน	45

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก
2	ถังหมักน้ำส้มสายชูแบบ Orleans process
3	ถังหมักน้ำส้มสายชูแบบ generator fermentation
4	ถังหมักน้ำส้มสายชูแบบ submerged method
5	ส่วนต่างๆ ของต้นจาก
6	อัญชัน
7	กระเจี๊ยบแดง
8	พุทราจีน
9	ผลฟิกข้าว
10	น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก
11	บรรยากาศการสนทนากลุ่ม
12	เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำผลไม้ ตรา เค ยู ฟู้ด
13	เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำผลไม้ตราอื่นๆ ในท้องตลาด
14	เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี
15	เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักสูตรผสมน้ำอัญชันที่เตรียมจากปริมาณดอกอัญชันแห้ง 3 ระดับ (5, 10 และ 15 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร)
16	เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักสูตรผสมน้ำหวานจาก สูตรผสมน้ำอัญชัน 1 และ 2 สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 1 และ 2 และสูตรผสมน้ำฟิกข้าว

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแหล่งบ่มเพาะทางปัญญาก่อให้เกิดการเรียนรู้การอยู่ร่วมกับธรรมชาติด้วยการพึ่งพาอย่างถ้อยทีถ้อยอาศัยสะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิตและภูมิปัญญาในการใช้ชีวิตที่สอดคล้องกับธรรมชาติก่อให้เกิดองค์ความรู้ต่าง ๆ มากมาย ต้นจากเป็นพืชตระกูลปาล์มชนิดเดียวที่อยู่ในกลุ่มพืชป่าชายเลน มักขึ้นเป็นดงขนาดใหญ่ในดินโคลนบริเวณน้ำจืด และน้ำกร่อยที่มีน้ำเค็มขึ้นถึง ป่าจากมีความสำคัญและผูกพันกับชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนและเศรษฐกิจของชุมชนชายฝั่งเป็นอย่างมาก โดยสามารถให้ประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งเป็นแหล่งอาหารและเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำพวกกุ้ง หอย ปู ปลา ในอดีตประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลหลายพื้นที่ได้อาศัยต้นจากเป็นแหล่งของอาหาร เช่น น้ำตาล น้ำส้มสายชู ผลจาก และใบจาก เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ปัจจุบัน ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าจากในหลายพื้นที่ได้ลดลงตามลำดับ อันมีสาเหตุหลักมาจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจสังคม เช่นการพัฒนาทางอุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง การบุกรุกของชุมชนเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย ทำให้พื้นที่ชายฝั่งรวมทั้งป่าชายเลนที่เคยมีอย่างอุดมสมบูรณ์ในอดีตถูกทำลายอย่างมาก ภูมิปัญญาชาวบ้านเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของต้นจากซึ่งถ่ายทอดกันมาหลายชั่วอายุคนกำลังจะสูญหาย จึงควรมีการฟื้นฟู และวิจัยหาความรู้ดังกล่าวไว้ให้ได้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

จากการสำรวจพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ในหลายชุมชนมีต้นจากเจริญเติบโตอยู่ได้เองตามธรรมชาติทั่วไป ทั้งที่เป็นกลุ่มกระจัดกระจาย และหนาแน่นในพื้นที่หลายแห่ง โดยประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวได้มีการใช้ประโยชน์จากใบจากและผลจาก โดยเย็บใบจากใช้มุงหลังคา ใช้ผลจากทำเป็นอาหาร และแปรรูปผลจากเป็นผลิตภัณฑ์ขนมเปียะใส่ลูกจากเพื่อนำไปขายเป็นรายได้เสริม แต่ยังไม่เคยมีการใช้ประโยชน์จากน้ำหวานจากอย่างจริงจัง คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นในการนำน้ำหวานจากมาเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า และเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก

แนวความคิดนี้สืบเนื่องมาจากกระแสความนิยมในการบริโภคเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูเพื่อสุขภาพ ซึ่งกำลังเป็นที่สนใจอย่างมากในปัจจุบัน ทั้งนี้มีรายงานกล่าวถึงประโยชน์ของการนำน้ำส้มสายชูหมักมาชงเป็นเครื่องดื่มสำหรับบริโภคโดยผสมน้ำผึ้งและน้ำอุ่นว่า ช่วยให้กระปี้กระเปร่า

สดชื่น และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ คือช่วยให้ระบบต่างๆในร่างกายดีขึ้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2556) ในรายงานการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด โดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการดื่มน้ำส้มสายชูหมักว่า ช่วยชะลอความแก่ ช่วยปรับสมดุลและกำจัดสารพิษในร่างกาย ช่วยในการนำไปใช้ของแคลเซียม ช่วยปรับสมดุลของน้ำหนัก ช่วยปรับระดับกรด-ด่างในร่างกายให้อยู่ในระดับสมดุล ช่วยในเรื่องของการขับถ่ายให้ปกติ ช่วยบรรเทาอาการปวดข้อและโรคเกาต์ ช่วยกำจัดนิ่วในไต และถั่งน้ำดี (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2555)

จากคณินยัดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าการพัฒนาเครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากในครั้งนี้น่าจะมีความเป็นไปได้ในแง่ของการตลาด นอกจากนี้ ในกระบวนการผลิตจะต้องทำการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากก่อน เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องต้มต่อไป ซึ่งสมาชิกของกลุ่มผู้ผลิตสามารถนำน้ำส้มสายชูหมักที่ได้ไปใช้ปรุงอาหารได้ แทนการซื้อหาน้ำส้มสายชูเป็นขวดสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายประจำวัน สอดคล้องกับระบบเศรษฐกิจพอเพียง ทั้งยังเป็นหนทางในการสงวนรักษาความสำคัญของป่าจากให้อยู่เป็นแหล่งพึ่งพิงของชุมชน เป็นการบูรณะและรักษาระบบนิเวศชายฝั่งทะเลของประเทศไทยสืบไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากระหว่างการเก็บรักษา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา
 - 1.1 การศึกษาครั้งนี้ เป็นการพัฒนาสูตรเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก โดยทำการหมักน้ำส้มสายชูด้วยเทคนิค rapid-tray-culture method โดยใช้ น้ำหวานจากเป็นวัตถุดิบ แล้วนำน้ำส้มสายชูที่ได้ไปเป็นส่วนผสมในการพัฒนาสูตรเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 4 รสชาติ คือ สูตรผสมน้ำหวานจาก น้ำอัญชัน น้ำกระเจียวพุทราจีน และน้ำฟักข้าว โดยใช้ น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวาน
 - 1.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มทั้ง 4 รสชาติ ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุขณะร้อน (hot fill) ในขวด

แก้วที่ลวกฆ่าเชื้อแล้ว ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน

2. ขอบเขตด้านประชากร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นผู้ทดสอบในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก เป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 50 คน สำหรับการทดสอบด้วยวิธีสเกลความพอดี (Just About Right Scale) แบบ 5 สเกล และจำนวน 100 คน สำหรับการทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale)

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

สถานที่ทำการทดลอง คือ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการทำการวิจัย 1 ปี

นิยามศัพท์

1. น้ำหวานจาก (Nipa sap) หมายถึง น้ำหวานที่ได้จากการปาดก้านทะลายของต้นจาก ให้ น้ำหวานหยดลงมาใส่ภาชนะที่รองรับไว้ คล้ายกับการเก็บน้ำตาลโตนด และน้ำตาลมะพร้าว น้ำหวานของต้นจากมีรสชาติคล้ายกับน้ำตาลทั้งสองชนิดนี้
2. น้ำส้มสายชูหมัก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบประเภทแป้งหรือน้ำตาล เช่น ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือ กากน้ำตาล มาหมักตามกรรมวิธีธรรมชาติ ซึ่งเป็นการหมัก 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกเป็นการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยใช้ยีสต์ แล้วนำแอลกอฮอล์มาหมักต่อให้เป็นกรดอะซิติก โดยใช้เชื้อแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มสายชู
3. การหมักน้ำส้มสายชูด้วยเทคนิค rapid-tray-culture method (มาลัย เมืองน้อย และ พิศมัย ศรีชาเยช, 2557) เป็นการหมักน้ำส้มสายชูโดยใช้ถาดสแตนเลสเป็นอุปกรณ์ในการหมัก วิธีนี้สามารถผลิตน้ำส้มสายชูที่มีปริมาณกรดอะซิติกที่สูงและใช้เวลาการหมักสั้น
4. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ หมายถึง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ได้จากน้ำส้มสายชูหมักจาก น้ำหวานจาก ที่มีคุณประโยชน์จากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมัก คุณประโยชน์จาก น้ำผึ้ง และสารพฤษเคมีต่างๆ จากน้ำสมุนไพรและน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่ม

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเติมน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำหวานจากให้มีความทันสมัย และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ชุมชนในพื้นที่ศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างอาชีพ และรายได้เสริมให้แก่ชุมชน
2. ประชาชนในพื้นที่โดยเฉพาะคนในชุมชนได้ใช้ประโยชน์จากต้นจากเกิดความรักและหวงแหนป่าต้นจากซึ่งจะนำไปสู่การมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นจากให้อยู่คู่กับชุมชน
3. สร้างความร่วมมือกันระหว่างมหาวิทยาลัยกับส่วนราชการท้องถิ่น และชุมชน และสร้างทีมวิจัยในชุมชนเพื่อการพัฒนาศักยภาพของประชาชนในพื้นที่ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน
4. ผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการพัฒนาอาชีพของคนในชุมชนในอนาคต หรือเพื่อการวางแผนและปรับปรุงนโยบายของทางภาครัฐต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยประเภทการพัฒนาทดลอง (experimental development) เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากและศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากระหว่างการเก็บรักษา คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารายละเอียด ข้อมูล ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา และข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ดังหัวข้อต่อไปนี้

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ | 5. อัญชัน |
| 2. อนุูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ | 6. กระเจี๊ยบแดง |
| 3. น้ำส้มสายชูหมัก | 7. พุทราจีน |
| 4. น้ำหวานจาก | 8. ฟักข้าว |
| | 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง |

1. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

ปัจจุบัน กระแสรักสุขภาพ การดูแลสุขภาพ การป้องกันตนเองจากการเจ็บไข้ได้ป่วย กำลังเป็นที่นิยมของประชาชนอย่างมาก ซึ่งนอกจากการออกกำลังกายแล้ว การเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพกลายเป็นกระแสความนิยมที่แพร่หลาย ส่งผลให้ตลาดของอาหารเพื่อสุขภาพเติบโตอย่างต่อเนื่อง อาหารเพื่อสุขภาพส่วนใหญ่เน้นไปในเรื่องคุณค่าสารอาหารที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย รวมถึงคุณประโยชน์ด้านการเสริมความงาม โดยอาหารที่ผู้บริโภคจะเลือก ได้แก่ อาหารเสริมหรือวิตามินต่างๆ เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง บำรุงสุขภาพ ลดน้ำหนัก และเพิ่มความสวยงาม เป็นต้น ทั้งนี้ พบว่าเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์อาหารที่ผู้บริโภคให้ความสนใจในการบริโภค

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (healthy drink หรือ functional drink) หมายถึงเครื่องดื่มที่มีคุณประโยชน์ที่จับต้องได้ หรือเป็นเครื่องดื่มที่มีการบ่งบอกชัดเจนถึงคุณประโยชน์เฉพาะเจาะจง เช่น น้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีส่วนผสมของแอล-คาร์นิทีน ชาเขียวผสมคอลลาเจน นมพร้อมดื่มผสมคอลลาเจน เครื่องดื่มธัญพืชที่ช่วยให้สุขภาพผิวดีขึ้น เครื่องดื่มที่ช่วยลดความอ้วนที่สกัดจากชาหรือสารอาหารจากธรรมชาติ เป็นต้น (นิตยสารมาร์เก็ตเทียร์, 2548 อ้างถึงใน กาญจนา บุญนาทิ, 2551)

ประเภทของ functional drink สามารถแบ่งตามชนิดของวัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์ได้ออกเป็น 4 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Functional Drinks แรงเพราะ “Marketing” หรือ “Demand”, 2552; ชาญวิทย์ รัตนราศรี, 2553) ได้แก่

- (1) enriched beverage หรือ เครื่องดื่มเสริมวิตามิน ได้แก่ น้ำผลไม้ และน้ำที่มีวิตามินผสม
- (2) sport drink หรือ electrolyte drink หรือ isotonic drink หมายถึง เครื่องดื่มเกลือแร่ เป็นเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแร่ธาตุที่มีความจำเป็นสำหรับร่างกาย เป็นสาร electrolyte ที่สำคัญในกระบวนการทำงานของร่างกาย ได้แก่ การควบคุมเมตาบอลิซึม ควบคุมการผลิตฮอร์โมน และควบคุมการผลิตเอนไซม์ เป็นต้น
- (3) energy drink หรือ เครื่องดื่มชูกำลัง เป็นเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของสารคาเฟอีนในปริมาณไม่เกิน 50 มิลลิกรัม ต่อ 1 ขวด (100-150 มิลลิลิตร) เครื่องดื่มชนิดนี้ส่วนใหญ่เน้นไปทางด้านพลังงาน จึงเป็นที่นิยมดื่มในหมู่ผู้ใช้แรงงาน และคนที่ทำงานหนัก เนื่องจากเมื่อทำงานเสร็จร่างกายจะอ่อนเพลีย จึงต้องการพลังงานชดเชยกลับมา
- (4) nutraceutical เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมเพื่อให้ประโยชน์ทางร่างกายหรือทางการแพทย์โดยเฉพาะ เช่น ช่วยเรื่องการย่อยอาหาร ช่วยดีท็อกซ์ ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด และทำให้คออ่อนวัยขึ้น

สารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ มีหลายชนิด ได้แก่ โปรตีน bioactive โปรไบโอติกส์ (probiotics) สารต้านอนุมูลอิสระ และใยอาหาร เป็นต้น โดยในบทนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะรายละเอียดเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของสารพิษเคมีที่พบในน้ำหวานจาก อัญชัน กระเจี๊ยบ พุทราจีน และผักข้าว ที่เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

2. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

2.1 อนุมูลอิสระ (free radical)

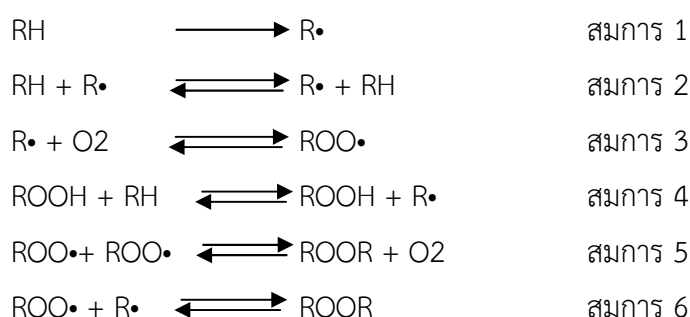
อนุมูลอิสระ (free radical) เป็นโมเลกุลหรืออะตอมที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวอย่างน้อย 1 ตัว โคจรรอบวงนอกสุด (outer orbital) อิเล็กตรอนเดี่ยวนี้ทำให้อนุมูลอิสระไม่เสถียร และมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสูง จึงมักไปแย่งชิงอิเล็กตรอน (electron-stealing reaction) หรือให้อิเล็กตรอน (oxidation reaction) กับโมเลกุลข้างเคียง เพื่อให้ตัวเองเสถียร โมเลกุลข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนไว้ จะกลายเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ที่ไม่เสถียร และเข้าทำปฏิกิริยาโมเลกุลอื่นต่อไป เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) ปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดอนุมูลอิสระของสารต่างๆ ได้มากมาย และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารอื่นๆ เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไป (นงนภัส ดวงดี, 2551)

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ มีกลไกในการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน คือ

(1) initiation step ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระในเซลล์ มักเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการสลายพันธะด้วยน้ำ (hydrolysis) แสง (photolysis) รังสี (radiolysis) หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox reaction) สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดขึ้นตอนเริ่มต้นของปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ 1

(2) propagation step อนุมูลอิสระจะดำเนินปฏิกิริยาต่อโดยเกิดปฏิกิริยาขึ้น 2 ทาง คือ โดยการดึงเอาอะตอมไฮโดรเจนจากโมเลกุลข้างเคียง หรือโดยการทำปฏิกิริยากับโมเลกุลออกซิเจนที่อยู่ในสถานะ ground state ทำให้ได้อนุมูลอิสระตัวใหม่ ดังสมการที่ 2 – 4

(3) termination step ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระ 2 อนุมูลมารวมกันได้เป็นสารที่มีความเสถียรจึงเป็นการหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ 5 และ 6



การได้รับสารต่างๆ ที่มีฤทธิ์ทำให้เกิดกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) ในร่างกาย เช่น คิวบิทรี่ และคิวบิซจากสิ่งแวดล้อม สามารถทำให้เกิดอนุมูลอิสระได้ อนุมูลอิสระนี้จะไปทำลายเซลล์และทำให้การทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญเปลี่ยนแปลงไป โดยอาจไปทำลายไซโตพลาสซึม (cytoplasm) และองค์ประกอบอื่นๆ ในเซลล์ รวมถึงขัดขวางการซึมผ่านของสารอาหารต่างๆ เข้าสู่เซลล์ และเมื่อปล่อยทิ้งไว้จะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์มากขึ้น ทำให้เซลล์ตายได้ เซลล์ที่ถูกทำลายอย่างถาวรจะก่อให้เกิดเกิดความแก่ชรา และเกิดเป็นโรคเรื้อรังต่างๆ ขึ้น เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคมะเร็ง โรคต่อกระดูก และข้ออักเสบจากโรครูมาตอยด์ เป็นต้น (ประสงค์ เทียนบุญ, 2553)

2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารแอนติออกซิแดนต์ (antioxidant) เป็นสารที่ได้รับความสนใจมากขึ้น เป็นหนึ่งในตัวเลือกลำดับต้นๆ สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากเชื่อว่าเป็นสารที่มีความสามารถในการชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์อันเนื่องมาจากกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) ในร่างกาย ในทางเคมี สารต้านอนุมูลอิสระหมายถึงสารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชันได้ (ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบูรณ์, 2548)

สารต้านออกซิเดชันสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ (เอื้องพลอย ใจลังกา, 2553)

(1) primary antioxidant ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเลคตรอนแก่สารออกซิแดนท์ ทำให้ปฏิกิริยาแย่งชิงอิเล็กตรอน (electron-stealing reaction) ลั่นสุดลง สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) tocopherols ที่ได้จากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ ได้แก่ BHA (tert-butyl-4-hydroxyanisole) BHT (tert-butyl-4-hydroxytoluene) TBHQ (tert-butylhydroquinone) และอื่นๆ

(2) oxygen scavenger สารในกลุ่มนี้จะเข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงเป็นการช่วยกำจัดออกซิเจนในระบบปิดได้ สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามินซี เป็นต้น

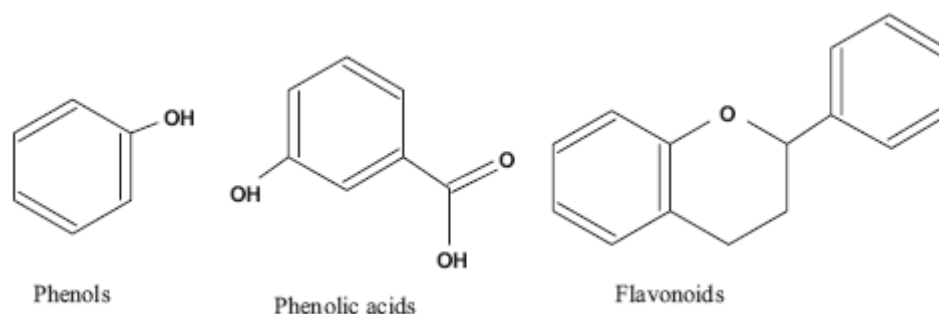
(3) secondary antioxidant ทำหน้าที่สลายโมเลกุลของ lipid hydroperoxide ให้เป็นสารที่มีความเสถียร สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ dialcyl thiopropionate และ thiopropionic acid

(4) enzymatic antioxidant สารในกลุ่มนี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจน หรืออนุพันธ์ของออกซิเจนโดยเฉพาะไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ เอนไซม์ต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น primary antioxidant enzyme และ ancillary antioxidant enzyme

(5) chelating agent หรือ sequestrant เป็นสารที่ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก และทองแดง ซึ่งเป็นไอออนที่ส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียร สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ กรดซิตริก กรดอะมิโน ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) เป็นต้น

2.3 สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบมากในธรรมชาติ เช่น พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ไวน์แดง เป็นต้น ปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกเป็นจำนวนมากถึง 8,000 ชนิด โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิก ประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นวงอะโรมาติก และมีหมู่แทนที่เป็นไฮดรอกซีอย่างน้อยหนึ่งหมู่ (ภาพที่ 1) ได้แก่ flavonoids, flavones, gallic acid, ellagic acid และ anthocyanins เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) จัดอยู่ในกลุ่ม primary antioxidant นอกจากนี้ สารประกอบฟีนอลิกยังมีคุณสมบัติในการขยายหลอดเลือด ลดการอักเสบ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ต้านมะเร็ง ต้านโรคมะเร็ง และทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย (สิริรัตน์ ใจสาม, 2552)



ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก

ที่มา: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compound>

สารประกอบฟีนอลิก สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ monocyclic phenol ประกอบด้วยวงแหวนฟีนอล 1 วง กลุ่มที่สองคือ dicyclic phenol ซึ่งมีวงแหวนฟีนอล 2 วง และสุดท้ายคือ polycyclic phenol หรือ polyphenolic ซึ่งถือเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญมากในการต้านอนุมูลอิสระ โดยตัวอย่างสารแอนติออกซิแดนซ์ที่อยู่ในกลุ่ม polyphenolic ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) กรดฟีนอลิก (phenolic acid) และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) (โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2550)

(1) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)

สารฟลาโวนอยด์พบได้ทั่วไปในทุกส่วนของพืช จัดเป็นสารสำคัญในกลุ่ม polyphenolic มีสูตรโครงสร้างหลักเป็นฟลาแวน (flavan) สารฟลาโวนอยด์แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้หลากหลายกลุ่ม ได้แก่ flavan isoflavan neoflavan (โอภา โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2550)

สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์มีกลไกในการออกฤทธิ์เป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ ดังนี้

1. เป็นสารคีเลตโดยทำหน้าที่จับ หรือฟอร์มพันธะกับโลหะหนัก เช่น ทองแดง เหล็ก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสร้างรวมทั้งปฏิกิริยาถูกโซ่ของอนุมูลอิสระ
2. เป็นสารแอนติออกซิแดนซ์โดยหยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเลคตรอนให้ออนแก่อนุมูลอิสระ
3. ทำหน้าที่ regenerate วิตามินอี (alpha-tocopherol) โดยจะรีดิวซ์อนุมูล alpha-tocopheroxyl กลับเป็น alpha-tocopherol ตามเดิม (Armstrong, 2001; Packer *et al.*, 1999)

(2) กรดฟีนอลิก (phenolic acid)

กรดฟีนอลิกเป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่ม polyphenolic เช่นเดียวกับฟลาโวนอยด์ โดยมีสารกลุ่มหลัก 3 กลุ่มคือ benzoic acid, phenylacetic acid และ cinnamic acid ส่วนใหญ่พบในองุ่น หรือผลไม้พวกเบอร์รี่ (โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2550) ในการวิเคราะห์หากรดฟีนอลิกในผักผลไม้ ส่วนใหญ่นิยมหาออกมาในรูปของกรดแกลลิก (gallic acid)

(3) แอนโทไซยานิน (anthocyanin)

แอนโทไซยานินเป็นสารกลุ่มหนึ่งของฟลาโวนอยด์ ที่เป็นสารให้สีที่พบในเซลล์พืชให้สีแดง น้ำเงิน และม่วง สามารถละลายในน้ำได้แต่ไม่ละลายใน non-hydroxy solvent ปัจจุบัน พบว่ามี แอนโทไซยานินอยู่ประมาณ 120 ชนิด ซึ่งสารประกอบที่พบมากได้แก่ ไซยานิดิน(cyanidin) พีโอนิดิน (peonidin) เดลฟินิดิน (delphinidin) และพีลาร์โกนิน (pelargonidin)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และสีของแอนโทไซยานินนั้นขึ้นอยู่กับค่า pH โดยเมื่อ pH มีค่าต่ำกว่า 4.5 แอนโทไซยานินจะมีสีแดง และจะเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำเงินม่วง เมื่อ pH มีค่าสูงขึ้น (นิธิยา รัตนพานนท์, 2543)

3. น้ำส้มสายชูหมัก

น้ำส้มสายชู (vinegar) เป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยแรกเริ่มถือว่าเป็นการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ประเภทไวน์ เนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ในไวน์ให้เป็นกรดอะซิติก (acetic acid) ในสภาพที่มีออกซิเจน ทำให้ไวน์มีรสเปรี้ยว ดังนั้นจึงเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า vinaigre ซึ่งเป็นภาษาฝรั่งเศสที่หมายถึงไวน์เปรี้ยว (sour wine) โดยคำว่า vin แปลว่าไวน์ และ aigre แปลว่าเปรี้ยว (ดุชนิ ธนะบริพัฒน์, 2546)

น้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นจากกระบวนการหมักวัตถุดิบที่มีน้ำตาล มีลักษณะเป็นสารละลายใส มีสีหรือไม่มีสีขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้ ดังนั้นในการผลิตจำเป็นต้องเลือกใช้วัตถุดิบที่ดี เช่น ถ้าใช้ผลไม้เป็นวัตถุดิบ ผลไม้จะต้องสุกและแก่จัด แต่ถ้าใช้ไวน์หรือแอลกอฮอล์เป็นวัตถุดิบ ไวน์หรือแอลกอฮอล์นั้นจะต้องมีความสะอาด ใส และปราศจากสิ่งปนเปื้อน เสาวนีย์ ธรรมสฤติ (2547) อธิบายประเภทของน้ำส้มสายชูตามชนิดของการผลิต และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

(1) น้ำส้มสายชูที่หมักจากน้ำผลไม้ จัดเป็นน้ำส้มสายชูคุณภาพเยี่ยม มีกลิ่นหอม รสกลมกล่อม และราคาแพง เพราะวัตถุดิบที่ใช้มีราคาแพง มีขั้นตอนในการเตรียมมาก ผลไม้ที่ใช้ในการหมัก เช่น องุ่น แอปเปิ้ล สับปะรด และอื่นๆ

(2) น้ำส้มสายชูที่หมักจากพืชประเภทแป้ง เช่น มันฝรั่ง มันเทศ มันสำปะหลัง ทั้งนี้ วัตถุดิบจะต้องถูกนำไปแปรรูปเพื่อเปลี่ยนแป้งในวัตถุดิบให้เป็นน้ำตาลก่อนนำไปหมักต่อไป

(3) น้ำส้มสายชูที่หมักจากกากน้ำตาล น้ำตาล น้ำเชื่อม หรืออื่นๆ จัดว่าเป็นน้ำส้มสายชูที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

(4) น้ำส้มสายชูที่หมักจากเหล้าหรือแอลกอฮอล์โดยตรง เช่น แอลกอฮอล์เจือจาง แอลกอฮอล์ที่สูญเสียสภาพธรรมชาติแล้ว (denatured ethyl alcohol) รวมถึงน้ำทิ้งจากโรงงาน เครื่องดื่มแอลกอฮอล์

การผลิตน้ำส้มสายชูในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามกรรมวิธีในการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ (1) การผลิตแบบใหม่ เป็นการหมักจากแอลกอฮอล์ที่สั่งซื้อจากโรงงานของกรมสรรพสามิต และ (2) การผลิตน้ำส้มสายชูแบบเก่าที่ใช้วัตถุดิบในการหมัก ได้แก่ ข้าวเจ้า กากน้ำตาล และข้าวเหนียว (ดุชนี ธนะบริพัณ, 2546)

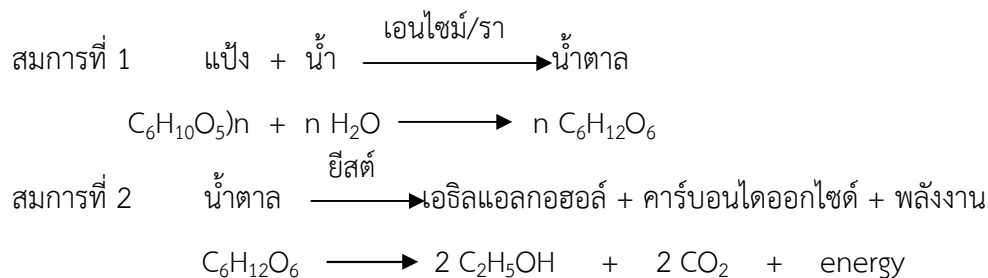
น้ำส้มสายชูหมัก ตามคำนิยามของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.326/2547) หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบที่เหมาะสม เช่น ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือ กากน้ำตาล มาหมักกับสาหร่าย แล้วนำมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ ประกอบด้วยกรดอะซิติกไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 เอทานอลไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และ เมทานอลต้องไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร ต้องไม่พบกรดกำมะถันหรือกรดเรอัสและสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น หนอนน้ำส้ม เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราาย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ และตรวจพบสารปนเปื้อนต่างๆ ได้แก่ สารหนู ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และเหล็กได้ไม่เกินปริมาณกำหนดตามมาตรฐาน หากมีการแต่งสี ให้ใช้น้ำตาลเคี้ยวหมักเท่านั้น ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด และหากมีการใช้ซิลิโคนไดออกไซด์ ให้ใช้ได้ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.1 กระบวนการหมักน้ำส้มสายชู

กระบวนการหมักน้ำส้มสายชูเป็นการหมัก 2 ขั้นตอน โดยในขั้นแรกน้ำตาล ($C_6H_{12}O_6$) จะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (C_2H_5OH) โดยยีสต์ในสกุล *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งเป็นกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน จากนั้น แอลกอฮอล์จะถูกหมักต่อให้เป็นกรดน้ำส้ม (acetic acid: CH_3COOH) โดยแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มสายชู (acetic acid bacteria) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องการออกซิเจนมาก (วรารุณี ครูสง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2532) ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ขั้นตอนการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก อาจเป็นสารประกอบประเภทน้ำตาล ได้แก่ น้ำอ้อย กากน้ำตาล น้ำตาลโตนด ซึ่งยีสต์สามารถใช้วัตถุดิบประเภทนี้ได้โดยตรง หรือเป็นสารประกอบประเภทแป้ง (คาร์โบไฮเดรต) ที่มีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล ได้แก่ ธัญพืช ข้าวโพด มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง เป็นต้น ซึ่งสำหรับวัตถุดิบประเภทแป้ง แป้งในวัตถุดิบจะต้องถูกย่อย (starch hydrolysis) ให้เป็นน้ำตาลกลูโคสก่อน ดังสมการที่ 1 ยีสต์จึงจะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้ ดังสมการที่ 2



สถานะที่มีผลต่อกระบวนการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ได้แก่ อุณหภูมิในการหมัก ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหมัก และแหล่งไนโตรเจน (ปิเยรัชซ์ กุลเมธี, ม.ป.ป.) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- อุณหภูมิในการหมักมีผลต่อการเจริญของยีสต์ อัตราการหมักแอลกอฮอล์ และผลผลิตที่ได้จากการหมัก โดยยีสต์สายพันธุ์ที่ต่างกันตอบสนองต่ออุณหภูมิในการหมักแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักแอลกอฮอล์ คือ 18-20 องศาเซลเซียส

ในระหว่างการหมักจะมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการหมัก ซึ่งอุณหภูมิที่สูงมากเกินไปจะชะลอการเจริญของยีสต์ และอัตราการผลิตแอลกอฮอล์ต่ำกว่าที่อุณหภูมิการหมักปกติ แต่การหมักที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้การผลิตแอลกอฮอล์ลดลง และมีการผลิตสารเอสเทอร์ ได้แก่ isoamyl acetate isobutyl acetate และ ethyl acetate ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นรสมากขึ้น ซึ่งอาจเหมาะกับการผลิตไวน์บางชนิด แต่ไม่เหมาะต่อการหมักแอลกอฮอล์เพื่อนำไปหมักน้ำส้มสายชูต่อไป

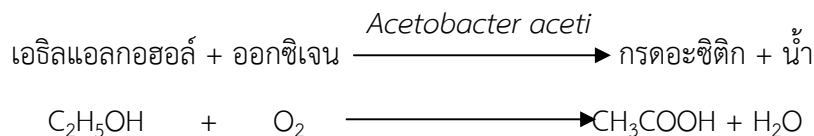
- ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) มีความสำคัญมากต่อการเจริญของยีสต์ ตลอดจนควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ทั้งนี้ อัตราการเจริญของ *Saccharomyces cerevisiae* จะลดลงเมื่อ pH น้อยกว่า 3.5 โดยค่า pH ที่เหมาะสม คือ 3.5-4.0

- ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหมัก น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงานให้กับยีสต์ ความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม คือ 20-24% ถ้าสูงกว่าระดับนี้ อาจทำให้ยีสต์ตายได้ เพราะน้ำตาลเข้มข้นสูงมีผลทำให้เซลล์เหี่ยวเสียสภาพ

- แหล่งไนโตรเจน ผลไม้รสเปรี้ยวส่วนใหญ่ไม่มีแหล่งไนโตรเจน ที่ส่งเสริมการเจริญของยีสต์ เมื่อนำมาหมักไวน์มักมีปัญหาการหมักหยุดชะงักก่อนถึงระยะเวลาที่เหมาะสม ดังนั้น จึงควรเติมสารที่เป็นแหล่งไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต หรือ แอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05-0.1% (0.5-1.0 กรัม ต่อ น้ำหมัก 1 ลิตร) หรืออาจเติมเนื้อองุ่นหรือเนื้อสับประดาสับซึ่งเป็นผลไม้ที่มีแหล่งอาหารของยีสต์สูงลงไปด้วย

(2) ขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก

เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ต้องการอากาศ และอาศัยแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก คือ *Acetobacter aceti* ดังสมการ



การหมักแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ๆ (ดูชนี ธนะบริพัฒน์, 2546) คือ (1) การหมักแบบช้า (slow method) ซึ่งเป็นกระบวนการหมักแบบธรรมชาติ ทำให้ได้น้ำส้มสายชูที่มีคุณภาพสูง นิยมใช้วัตถุดิบพวกน้ำผลไม้ หรือเหล้ามอลต์ในการผลิต ได้แก่ วิธีการหมักแบบ ancient method หรือ let alone process และวิธีการหมักแบบออร์ลีนส์ (Orleans) หรือแบบเฟรนช์ (French) และ (2) การหมักแบบเร็ว (quick method) ซึ่งจะมีการเขี่ยน้ำหมักในระหว่างการผลิต และส่วนใหญ่จะใช้แอลกอฮอล์เป็นวัตถุดิบ

(1) ancient method หรือ let alone process เป็นวิธีแรกที่ใช้ผลิตน้ำส้มสายชูมาหลายร้อยปี โดยการปล่อยให้ไวน์อยู่ในภาชนะปิด และแบคทีเรียที่อยู่ในอากาศ หรือที่ปะปนมากับผลไม้จะเปลี่ยนไวน์ให้เป็นน้ำส้มสายชู ในการหมักครั้งต่อไป อาจมีการเติมน้ำส้มสายชูเก่าลงไปไวน์ใหม่ซึ่งจะช่วยทำให้ผลิตน้ำส้มสายชูได้เร็วขึ้น เนื่องจากกรดอะซิติกจะช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอื่นที่ปนเปื้อน

(2) Orleans process หรือ French method เป็นวิธีที่ใช้ผลิตน้ำส้มสายชูที่เก่าแก่ที่สุด โดยใช้ถึงหมักแบบง่าย ๆ เช่น ถังไม้ แล้วเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสองนิ้วที่สองข้างถัง โดยรูทั้งสองจะสูงกว่าอาหารที่ใช้หมัก มีตะแกรงปิดรู เพื่อป้องกันแมลงเข้าไปในถัง การใส่อาหารที่ใช้หมักหรือแอลกอฮอล์ก็จะส่งผ่านเข้ารูนี้ โดยไม่ให้กระทบกระเทือนต่อแบคทีเรียที่ลอยอยู่บนพื้นผิวอาหารหมัก ในการหมักใหม่แต่ละครั้งจะเติมน้ำส้มสายชูจากถังเก่าลงไปประมาณร้อยละ 20 เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อ และเป็นการเพิ่มความเป็นกรด ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ส่วนอากาศก็จะผ่านเข้าไปทางรูที่เจาะไว้ แบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติกจะเจริญ และเกาะเป็นแผ่นฟิล์มลอยอยู่บนพื้นผิวของเหลว ซึ่งมักจะถูกรบกวนได้ง่ายเวลาที่มีการดูดน้ำส้มสายชูออก ซึ่งการแก้ไขโดยใส่สายยางดูดน้ำส้มสายชูลงไปที่ลึกๆ เพื่อไม่ให้กระทบกระเทือนต่อแผ่นฟิล์มแบคทีเรีย กระบวนการนี้จะผลิตกรดอะซิติกออกมาอย่างช้า ๆ จึงเรียกกระบวนการนี้ว่า slow process

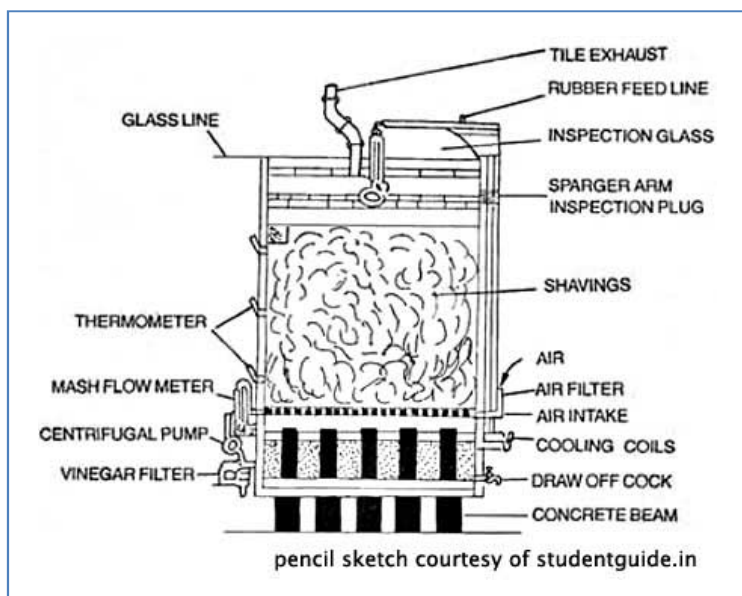


ภาพที่ 2 ถังหมักน้ำส้มสายชูแบบ Orleans process

ที่มา: <http://www.demedici.com/products/Wine+Vinegars/Martin+Pouret+Wine+Vinegars/>

(3) German process หรือ quick process หรือ tricking quick vinegar process เป็นกรรมวิธีผลิตน้ำส้มสายชูที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักเคมีชาวเยอรมันในปี 1832 และใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน หลักการคือให้แอลกอฮอล์ค่อยๆ หยดผ่าน ตัวกลางที่สร้างจากการเอากากองุ่น กิ่งก้าน และต้นองุ่นมาอัดเข้าด้วยกัน หรือใช้วัสดุอื่นที่มีลักษณะพรุน โดยมีจุดประสงค์ให้เนื้อที่ที่แบคทีเรียผลิตน้ำส้มสายชูได้รับออกซิเจนได้มากที่สุด แบคทีเรียได้สัมผัสกับน้ำหมักและอากาศอย่างเต็มที่จึงทำให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้เร็วกว่าแบบเก่า วิธีนี้ใช้เป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการสร้างเครื่อง generator ในโรงงานอุตสาหกรรมใหม่ๆ ในปัจจุบัน

(4) submerged fermentation process เป็นวิธีการผลิตน้ำส้มสายชูที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน โดยใช้ถังหมักทรงสูงที่ออกแบบโดยเฉพาะ เรียกว่า acvigator ที่ก้นถังจะมีระบบการกวนและระบบการให้อากาศ โดยทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กกระจายทั่วไปในของเหลว ออกซิเจนจะละลายในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ซึ่งแบคทีเรียจะกระจายอยู่ในถังหมักโดยทั่วไป ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำส้มสายชู และมีความเข้มข้นสูงขึ้นได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ในการหมักวิธีนี้การให้อากาศหรือออกซิเจนเป็นระบบที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการหมักจะหยุดชะงักลงถ้าระดับของออกซิเจนน้อยเกินไป ถังหมักชนิดนี้มีการนำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูเพื่อการค้าอย่างกว้างขวาง สามารถให้ผลผลิตของกรดอะซิติกสูงถึงร้อยละ 13 ในถังหมักขนาด 50 ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 3 ถังหมักน้ำส้มสายชูแบบ generator fermentation
ที่มา: <http://foodrecap.net/manufacture/guide/vinegar-methods/>



ภาพที่ 4 ถังหมักน้ำส้มสายชูแบบ submerged method
ที่มา: <http://mb01vinegar.angelfire.com/processdescript.html>

ปัจจุบัน มีการวิจัยพัฒนาวิธีการต่างๆ เพื่อให้สามารถผลิตน้ำส้มสายชูที่มีคุณภาพตามต้องการ โดยใช้หลักการต่างๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อลดการนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์การหมักจากต่างประเทศที่มีราคาแพง ตัวอย่างเช่น การหมักน้ำส้มสายชูด้วยเทคนิค rapid-tray-culture method เป็นวิธีการหมักน้ำส้มสายชูแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นโดยทีมนักวิจัยสถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้กรดสแตนเลสเป็นอุปกรณ์ในการหมักแทนถังหมักและระบบให้อากาศในการผลิตน้ำส้มสายชูระดับอุตสาหกรรม วิธีนี้สามารถผลิตน้ำส้มสายชูที่มีปริมาณกรดอะซิติกสูงและใช้เวลาในการหมักเร็วกว่าการหมักน้ำส้มสายชูแบบพื้นบ้าน ซึ่งมักใช้เวลาหมักนาน 3-4 เดือน และคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้ไม่สม่ำเสมอ และอาจมีปริมาณกรดอะซิติกน้อยกว่ามาตรฐาน (สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2552; วริศชนม์ นิพนธ์ และกุลพร พุทธิ, 2553; จิรภัทร ชันคล้าย, 2556)

3.2 ประโยชน์ของน้ำส้มสายชูเชิงสุขภาพ

น้ำส้มสายชูนอกจากใช้ปรุงรสเปรี้ยวให้อาหารแล้ว ยังนิยมใช้ในการหมักดองเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เช่น ใช้ดองผัก ผลไม้ พรักดองน้ำส้ม ทำน้ำสลัด น้ำซอส หรือมัสตาร์ด เป็นต้น ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำน้ำส้มสายชูมาใช้ในการผลิตอาหาร น้ำสลัด ซอสมะเขือเทศ ซอสพริก และอาหารกระป๋อง เป็นต้น (ธนาวรรณ สุขเกษม, 2557) นอกจากนี้ น้ำส้มสายชูยังมีประโยชน์เชิงสุขภาพด้วย โดยกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูมีส่วนช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความดันโลหิต ส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียม (Xu และคณะ, 2007) ช่วยลดระดับการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลกลูโคส และอินซูลินหลังการรับประทานอาหาร ทำให้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานลดลง (Johnston *et al.*, 2004) ช่วยระบบการย่อยอาหารได้ดีขึ้น เนื่องจากน้ำส้มสายชูเป็นกรด ดังนั้นเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะช่วยให้กระเพาะและลำไส้เป็นกรดอ่อนๆ ทำให้การย่อยอาหารมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ ทำให้ผู้บริโภคมิีผิวพรรณผ่องใส ไม่เป็นสิ่วฝ้า โมะเลกุลของกรดอะซิติกมีขนาดเล็กกว่าน้ำตาล ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมได้ดี และทำให้ไม่รู้สึกหิว เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดอาหารเพื่อลดความอ้วน (วิฑูรย์, 2527 อ้างถึงใน ปราณี นิมิบุตร, 2552) และยังมีรายงานว่า น้ำส้มสายชูมีผลต่อการลดน้ำหนัก เนื่องจากช่วยลดความอยากอาหาร และช่วยลดระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดของหนูทดลอง (Ostman *et al.*, 2005 and Fushimi *et al.*, 2006) เป็นต้น สำหรับน้ำส้มสายชูหมักนั้น นอกจากกรดอะซิติกแล้วยังอุดมไปด้วยสารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเชิงสุขภาพ ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ กรดอะมิโน รวมทั้งสารพิษทุกชนิดอื่น ๆ ที่ได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น สารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ถูกสกัดออกมาจากวัตถุดิบในระหว่างการหมัก Pinsirodom และคณะ (2008) รายงานว่าน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ขาว ไวน์แดง

มอลต์ ข้าวแอปเปิ้ล เซอร์รี และองุ่น มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านออกซิเดชันสูงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่นมาก โดยตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีสีเข้มจะมีแนวโน้มของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านออกซิเดชันสูงกว่าน้ำส้มสายชูที่มีสีอ่อนกว่า

ปัจจุบันมีกระแสความนิยมในการนำน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (apple cider vinegar) มาใช้เป็นเครื่องดื่มสำหรับบริโภคโดยผสมน้ำผึ้งและน้ำอุ่น ซึ่งมีรายงานว่าช่วยให้กระปรี้กระเปร่า สดชื่น และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ คือช่วยให้ระบบต่างๆ ในร่างกายดีขึ้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2556) ในรายงานการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด โดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการดื่มน้ำส้มสายชูหมักว่า ช่วยชะลอความแก่ ช่วยปรับสมดุลและกำจัดสารพิษในร่างกาย ช่วยในการนำไปใช้ของแคลเซียม ช่วยปรับสมดุลของน้ำหนัก ช่วยปรับระดับกรด-ด่างในร่างกายให้อยู่ในระดับสมดุล ช่วยในเรื่องของการขับถ่ายให้ปกติ ช่วยบรรเทาอาการปวดข้อและโรคเกาต์ ช่วยกำจัดนิ่วในไต และถั่งหาคี (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2555)

แบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มสายชู ยังเป็นส่วนสำคัญในการทำเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูและรักษาสุขภาพ เช่น น้ำหมักเห็ดราสี (tea fungus or Kombucha) ซึ่งเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่แพร่หลายในจีน ญี่ปุ่น และอินเดียมากกว่า 1,000 ปี ก่อนคริสตกาล (Kerstens, *et al.*, 2003 อ้างถึงใน วันเจริญโพธาเจริญ และคณะ, 2550) ภายหลังมีการศึกษาองค์ประกอบของน้ำหมักชนิดนี้ พบว่ามีกรดและวิตามินหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและร่างกาย เช่น กรดอะซิติก กรดแลคติก กรดมาลิก กรดออกซาลิก กรดกลูโคนิก กรดอะมิโน และวิตามิน B และ C (พรหมณี และคณะ, 2545; <http://kombuchatea.co.uk>) น้ำหมักชนิดนี้จึงได้รับความนิยมทั่วไปทั้งในยุโรป อเมริกาและเอเชีย (ref แบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มสายชู.pdf)

4. น้ำหวานจาก

ต้นจากมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nipa fruticans* Wurmb และมีชื่อสามัญว่า nipa palm นับเป็นพืชเก่าแก่มาช้านานชนิดหนึ่งที่มีซากดึกดำบรรพ์อายุถึง 70 ล้านปี พบได้ทั่วไปในเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต้นจากเป็นพืชตระกูลปาล์มเพียงชนิดเดียวที่เป็นพืชในป่าชายเลน ชอบพื้นที่ค่อนข้างแฉะหรืออยู่ริมน้ำ ในบริเวณน้ำจืด และน้ำกร่อย ที่มีน้ำเค็มขึ้นถึง มักจะขึ้นเป็นกอขนาดใหญ่หนาแน่นมาก จึงมักเรียกบริเวณที่มีต้นจากอยู่หนาแน่นว่า ป่าจาก หรือดงจาก (ปองใจ จันมุณี, 2557) บางคนจัดต้นจากเป็นพืชร่วมป่าชายเลน (mangrove associate) ไม่ใช่ไม้ชายเลนจริง (true mangrove) เพราะอาจพบจากได้ในบริเวณอื่นนอกพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลงของป่าชายเลน ในประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย เรียกต้นจากว่า “อาปง (apong)” ในประเทศเวียดนามเรียกว่า “ดาวนัค

(dua nuac)” ในประเทศฟิลิปปินส์เรียกว่า “นิพีรา (nipeira)” ซึ่งมาจากภาษาโปรตุเกส และเรียกชื่อน้ำเมาที่ทำจากน้ำตาลจากว่า “นิปา (nipa)” การทำน้ำเมา หรือเหล้าจากต้นจากนี้มีบันทึกไว้ตั้งแต่ พ.ศ. 2154 โดยเรียกเหล้าชนิดนี้ว่า “นิป (nip)” ทำให้ชื่อทางวิทยาศาสตร์อาจมาจากชื่อของเหล้านิป (nip) (นพรัตน์ บำรุงรักษ์ และช่อทิพย์ ปุรินทรวรกุล, 2549)

จากมีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน (rhizome) มีใบแทงขึ้นมาเป็นกอโผล่พ้นดิน ใบเป็นใบประกอบขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 3-9 เมตร มีใบย่อยประมาณ 30-40 ใบเรียงกันคล้ายขนนกเรียกว่า “หางจาก” (ภาพที่ 5 ก) ที่โคนใบมีลักษณะอวบพอง มีกะเปาะอากาศ ช่วยพยุงให้ใบชูขึ้นเหมือนชูชีพ เรียกว่า “พองจาก” โดยมีช่อดอก หรือ “นกจาก” แทงเป็นวงออกมาจากลำต้นใต้ผิวดินบริเวณโคนใบ ดอกมีลักษณะเป็นช่อ สีเหลืองแสด กลม มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียในต้นเดียวกัน (monocoius plant) ดอกตัวเมียเมื่อแก่เป็นก้อนที่ปลายก้าน ดอกตัวผู้เป็นช่อแตกแขนงออกมาจากก้านตรงโคนช่อดอก (ภาพที่ 5 ข) ผลจากมีลักษณะแข็งคล้ายเนื้อไม้ ลักษณะเป็นเหลี่ยมหรือพู สีน้ำตาลเข้มอยู่รวมกันเป็นกระจุกแน่นไม่ต่ำกว่า 60 ผลที่ส่วนปลายของวงจาก เรียกว่า “โหม่งจาก” หรือ “ทะเลาย” (ภาพที่ 5 ค) ภายในผลจากมีเนื้อเมล็ด (endosperm) สีขาวใส และกลวง รับประทานได้รสชาติคล้ายลูกตาลสด (ภาพที่ 5 ง) เมื่อสุกเต็มที่ผลจะแยกจากกลุ่ม ลอยน้ำ สามารถแพร่พันธุ์ไปได้ไกล ๆ บางครั้งก็แตกหน่อขณะยังลอยน้ำ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2553)

น้ำหวานจาก (nipa sap) หมายถึง น้ำหวานที่ได้จากการปาดก้านทะเลายของต้นจาก ให้ น้ำหวานหยดลงมาใส่ภาชนะที่รองรับไว้ คล้ายกับการเก็บน้ำตาลโตนด และน้ำตาลมะพร้าว แต่มีข้อดีกว่าคือต้นจากให้น้ำตาลที่ไม่ต้องป็นปายเพื่อปาดน้ำตาลเหมือนต้นมะพร้าวหรือต้นตาลโตนด และไม่ต้องปลูกใหม่ทุกปีเหมือนอ้อย โดยต้นจากจะออกลูกเมื่ออายุประมาณ 4-5 ปี เมื่ออายุประมาณ 6-7 ปี สามารถปาดวงจากให้น้ำหวานได้ดี โดยที่ 1 ก้านทะเลายผลสามารถปาดให้น้ำหวานวันละ 0.7 ลิตร (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2540) น้ำหวานของต้นจากมีรสชาติเหมือนกับน้ำตาลโตนด และปริมาณน้ำตาลต่อไร่ไม่แพ้อ้อย อย่างไรก็ตาม การที่จะปาดเอาน้ำหวานออกมานั้น ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ เรื่องการเตรียมก้านดอกหรือก้านผลที่จะปาดเอาน้ำหวาน มีรายงานว่าชาวบ้านที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มักทำการนวดหรือทุบก้านทะเลายจากที่แก่พอแล้ว โดยโยกก้านไปมาแล้ว ค่อยตีหรือเคาะบริเวณโคนทะเลายที่จะปาดเอาน้ำหวาน โดยชาวบ้านแต่ละท้องถิ่นที่มีวิธีการที่แตกต่างกันไป สำหรับเหตุผลในการตีนั้น เชื่อว่าอาจทำให้ทะเลายนิ่ม ปาดได้ง่าย และน้ำหวานไหลได้ดี เพราะท่อน้ำหวานไม่อุดตัน (นพรัตน์ บำรุงรักษ์ และช่อทิพย์ ปุรินทรวรกุล, 2545)



(ก) ต้นจาก



(ข) ดอกจาก



(ค) โหม่งจาก



(ง) ผลจาก

ภาพที่ 5 ส่วนต่างๆ ของต้นจาก

ที่มา: (ก) และ (ค) http://www.narathiwat.doae.go.th/province/songserm_news/2558/ss002_2558.pdf

(ข) <http://frynn.com/จาก/>

(ง) <http://www.dek-d.com/board/view/1894238/>

สันติ อิศรพันธุ์ (2550) รายงานขั้นตอนในการทำน้ำตาลจากของชาวบ้านแถบลุ่มน้ำปากพนัง ดังนี้ คำว่า “น้ำหวาน” ที่ชาวบ้านเรียกกัน หมายถึง น้ำตาลสดจากต้นจากที่ยังไม่ได้เคี้ยว แต่ถ้าเคี้ยวแล้วจะเรียกว่า “น้ำผึ้ง” ซึ่งวิธีการการเคี้ยวให้ชิ้นแห้งจะเหมือนกับน้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลปึกที่ชาวบ้านเรียกกันว่า “น้ำผึ้งโชม” โดยขั้นตอนในการทำน้ำตาลจากเริ่มจากการสำรวจลูกจากหรือทะลายจาก โดยเลือกทะลายที่ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป สังเกตจากสีของผลที่เริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง ต้นจากที่สมบูรณ์จะเริ่มให้น้ำหวานได้ตั้งแต่อายุประมาณ 7 ปี และมีอายุทะลายที่ใช้ทำน้ำหวานได้ประมาณ 5-7 เดือน เมื่อคัดเลือกทะลายได้แล้วจึงนำหรือโยกทะลายเล็กน้อยและตีตาลต่อไป โดยจะตีด้วยหางจากขนาดพอเหมาะมือตรงบริเวณโคนทะลาย ใช้เวลาในการตี 9 วัน ตีครั้งแรก 3 วัน เว้น 3 วัน ตีครั้งที่สอง 3 วัน เว้นไปอีก 3 วัน และตีครั้งสุดท้ายอีก 3 วัน โดยจะตีวันละ 40-50 ครั้ง ในบางรายอาจจะตีเพียง 2 ครั้ง คือตีครั้งแรก 3 วัน และเว้นไปอีก 10-15 วัน จึงจะตีอีกครั้งสุดท้ายอีก 3 วัน

โดยตีวินละ 90 ครั้ง ทั้งนี้ระยะเวลาในการทิ้งช่วงของการตีตอลอาจแตกต่างกันบ้างสำหรับบางคนและบางพื้นที่ หลังจากตีครบตามจำนวนวันแล้ว จึงทำการปาดข้อผลลูกจากออก เหลือแต่ก้านทะลายหรือรวงจาก โดยปาดก้านทะลายเป็นแวนบางๆ หน้าประมาณ 1-2 มิลลิเมตร 2-3 ครั้งต่อวง แล้วเอากระบอกตอลมารองรับน้ำหวาน ซึ่งใส่เปลือกไม้เคี้ยวไว้ในกระบอกตอลเพื่อป้องกันการบูดเสียของน้ำหวาน ในการปาดครั้งแรกนิยมทำในช่วงเย็นและทิ้งไว้ 1 คืน ในตอนเช้าจึงปาดซ้ำอีกครั้งหนึ่งเรียกว่า “ล้างหน้าตอล” โดยเอากระบอกเดิมรองรับน้ำหวาน ทำให้ได้ปริมาณน้ำหวานมากขึ้น แล้วทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จึงมาเก็บตอลแล้วนำไปเคี้ยวต่อไป

ในประเทศฟิลิปปินส์ มีการใช้จากเป็นยาพื้นบ้าน (folk medicine) และมีการกล่าวว่าน้ำหวานจากมีคุณสมบัติในการรักษาโรค แต่ยังไม่พบรายงานอย่างเป็นทางการ มีผู้อ้างว่าน้ำหวานจากมีสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) ซึ่งเป็นสารพิษเคมี (phytochemical) ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในปริมาณ 29.7 mg/ 100 ml (GAE) (<http://nipasyrup.blogspot.com/>) มีรายงานการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำหวานจาก และในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก โดยอาศัยหลักการของปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับรีเอเจนต์ Folin-Ciocalteu และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เกิดสารเชิงซ้อนสีฟ้า ที่สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำหวานจากและน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากเท่ากับ 24.88–31.10 mg/ 100 ml (GAE) และ 26.86 mg/ 100 ml (GAE) ตามลำดับ (นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต, 2559)

5. อัญชัน

อัญชันมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Clitoria ternatea* Linn. และมีชื่อสามัญว่า Butterfly Pea เป็นพืชไม้เลื้อยเนื้ออ่อน อายุสั้น ใ้ยอดเลื้อยพัน ลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้ามยาว 6-12 เซนติเมตร มีใบย่อยรูปไข่ 5-7 ใบ กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 3-5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ผิวใบด้านล่างมีขนปกคลุม ดอกสีขาว สีฟ้า หรือสีม่วง แบบดอกเดี่ยว มีรูปทรงคล้ายฝายหอยเชลล์ออกเป็นคู่ตามซอกใบ กลีบคลุมรูปกลมปลายเว้าเป็นแฉ่ง ตรงกลางมีสีเหลือง ส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็ก (ภาพที่ 6 ข) แบบดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากัน ช่อนเวียนเป็นเกลียว (ภาพที่ 6 ค) ออกดอกได้เกือบตลอดทั้งปี ผลเป็นฝักแบนกว้าง 1.0-1.5 เซนติเมตร ยาว 5-8 เซนติเมตร เมล็ดคล้ายรูปไต มีสีดำ มี 5-10 เมล็ด (ภาพที่ 6 ง) สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการเพาะเมล็ด



(ก) ต้นอัญชัน



(ข) ดอกอัญชันแบบดอกเดี่ยว



(ค) ดอกอัญชันแบบดอกซ้อน



(ง) ดอกอัญชันสีขาว



(จ) ดอกอัญชันแห้ง



(ฉ) ฝักและเมล็ดอัญชัน

ภาพที่ 6 อัญชัน

ที่มา: (ก) <http://f.ptcdn.info/100/011/000/1382116634-UnChanFlow-o.jpg>

(ข) <http://frynn.com/wp-content/uploads/2013/07/Butterfly-pea-1.jpg>

(ค) http://cdn.gotoknow.org/assets/media/files/000/334/790/original_DSC7.JPG?1352689795

(ง) <http://puechkaset.com/wp-content/uploads/2015/06/anchan2.jpg>

(จ) <http://static1-velaeasy.readyplanet.com/www.butterflypea.com/images/content/original-1394340258827.png>

(ฉ) http://www.sorbdee.net/picture_from_upload/20150130111145.jpg

ชื่อของดอกอัญชันจะเรียกแตกต่างกันออกไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น เอื้องชัน (ภาคเหนือ) แดงชัน (เชียงใหม่) พบได้ทั่วไปตามที่รกร้าง และนิยมปลูกตามบ้านเรือนเพื่อใช้เป็นไม้ประดับ สรรพคุณทางยา พบว่า รากของต้นอัญชันสามารถใช้เป็นยาขับปัสสาวะ บำรุงดวงตา แก้อาการอักเสบ ตา ฟาง ตาและ มีผู้กล่าวว่าถ้านำรากมาต้มน้ำจะทำให้ฟันคงทนแข็งแรง และแก้อาการปวดฟันได้ดี เมล็ด ใช้เป็นยาระบาย ดอกอัญชันสดนำมาทาศีรษะเพื่อใช้เป็นยาปลูกผม รักษาอาการผมร่วง ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแชมพูสระผมและครีมนวดผม เมื่อนำดอกอัญชันมาคั้นด้วยน้ำเปล่า น้ำคั้นดอกอัญชันสามารถนำมาใช้แต่งสีอาหารได้ เช่น ขนมเรไร ขนม น้ำดอกไม้ ขนมขี้หนู ใช้หุงข้าว หรือนำมาทำเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้ โดยสารที่พบในดอกอัญชัน คือ สารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นรงควัตถุ (pigment) ที่ให้สีแดง สีม่วง และสีน้ำเงิน มีคุณสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ (indicator) คือเปลี่ยนสีได้ที่ค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนไป สามารถละลายน้ำได้ดี แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยเป็นอันมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มีบทบาทในการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular) โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน เป็นต้น

6. กระเจี๊ยบแดง

กระเจี๊ยบแดงเป็นพืชล้มลุกอยู่ในตระกูล *Malvaceae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus sabdariffa* Linn. มีชื่อสามัญว่า Roselle, Jamaica Sorrel หรือ Roselle of Rama มีชื่อเรียกในประเทศไทยหลายชื่อ ภาคกลางเรียกว่า กระเจี๊ยบแดง ภาคเหนือเรียกผักกึ่งเค็ง ภาคอีสานเรียกว่า ส้มพอดิ หรือส้มพอเหมาะ กระเจี๊ยบแดงเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 1-2 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านมีสีแดง อมม่วง ใบเป็นใบเดี่ยว กว้างยาวพอๆ กัน ประมาณ 8-15 เซนติเมตร ก้านใบยาว ขอบใบหยักลึก คล้ายนิ้วมือ 3 หรือ 5 แฉก ดอกเป็นดอกเดี่ยวออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีชมพูหรือสีเหลือง โคนกลีบด้านในมีสีม่วงแดง เกสรตัวผู้เชื่อมกันเป็นหลอด ดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วกลีบดอกจะร่วง กลีบเลี้ยงจะขยายใหญ่ หนาและแข็ง สีแดงเข้ม ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาต้มทำเครื่องดื่มช่วยดับกระหายคลายร้อน (ณรงค์ เหล่าโชติ และเนาวรัตน์ เสริมศรี, 2530)

กระเจี๊ยบแดงชอบอากาศร้อน สามารถปลูกได้ทั่วไป ขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่ไม่ชอบดินที่มีน้ำขัง ค่อนข้างทนแล้ง ต้องการน้ำช่วงต้นยังเล็กอยู่ เมื่อโตขึ้นมีความต้องการน้ำน้อยลง พันธุ์กระเจี๊ยบแดงที่ปลูกกันในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ชูดาน เป็นพันธุ์ที่มีกลีบเลี้ยงสีแดงถึงแดงเข้ม ส่วนพันธุ์บราซิล เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากเยอรมันตะวันตก มีลักษณะกลีบเลี้ยงโตและหนา สีแดงเข้ม ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง และพันธุ์เอส-2760 ซึ่งแม้ว่าจะเป็นพันธุ์ที่ให้กลีบเลี้ยงค่อนข้างตกร และสีแดง แต่มีข้อเสียที่กลีบเลี้ยงค่อนข้างบาง กระเจี๊ยบแดงเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 110 วัน ถึง

120 วันหรือประมาณปลายเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปเบื้องต้นโดยการกระทุ้งเอาเมล็ดออก กระเจี๊ยบแดงสดจำนวน 8.0 ถึง 10.0 กิโลกรัมจะได้กระเจี๊ยบแดงแห้งประมาณ 1.0 กิโลกรัม (แฉล้ม มาศวรรณ และคณะ, 2545) กระเจี๊ยบแดงเป็นแหล่งของแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินเอ



(ก) ดอกกระเจี๊ยบแดง



(ข) ดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง

ภาพที่ 7 กระเจี๊ยบแดง

ที่มา: (ก) http://cc.lnwfile.com/_/cc/_raw/lr/bz/uu.jpg

(ข) http://2.bp.blogspot.com/-8fyLuKQikEg/Vn_TQPXdKOI/AAAAAAAAHd8/SbHv_nwslCU/s1600/09.jpg

สารสำคัญที่พบในกระเจี๊ยบแดงคือแอนโทไซยานิน กระเจี๊ยบแดงเป็นแหล่งที่มีความสำคัญของการผลิตแอนโทไซยานินในธรรมชาติแหล่งหนึ่ง มีรายงานว่ากระเจี๊ยบแดงประกอบด้วยแอนโทไซยานินหลายชนิด ได้แก่ delphinidin 3-sambubioside, delphinidin 3-xylosylglucoside หรือ hibiscin, cyanidin 3-sambubioside และ cyanidin 3-xylosylglucoside หรือ gossypicyanin ซึ่งเป็นแอนโทไซยานินหลักที่พบ ส่วนแอนโทไซยานินที่พบรองลงมา คือ delphinidin 3-glucoside และ cyanidin 3-glucoside ซึ่งปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด รายงานในรูปของ delphinidin 3-glucoside เท่ากับ 1.50/100กรัม ของกระเจี๊ยบแดงแห้ง (Forsyth และ Simmonds, 1954 อ้างถึงใน Mazza และ Miniati, 1993)

นัยวิท เฉลิมนนท์ (2538) ศึกษาการสกัดกระเจี๊ยบแดงแห้งด้วยน้ำ แล้วนำสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ในรูปของ cyanidin 3-galactoside พบว่า อัตราส่วนกระเจี๊ยบแดงแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) อุณหภูมิในการสกัด 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 80 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดกระเจี๊ยบแดงด้วยน้ำ เนื่องจากสามารถสกัดปริมาณแอนโทไซยานินได้ปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 277.67 มิลลิกรัม/100 กรัมของกระเจี๊ยบแดงแห้ง

Aina และ Shodipe (2006) ศึกษาภาวะในการสกัดกระเจี๊ยบแดงด้วยน้ำโดยใช้กระเจี๊ยบแดงแห้ง 20 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร โดยศึกษาอุณหภูมิในการสกัด 3 ระดับ คือ 20 60 และ 100 องศาเซลเซียส และเวลาในการสกัด 5 ระดับ คือ 5 10 15 20 และ 25 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินตามวิธีของ Wrolstad (1976) พบว่า การสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ให้ปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดเท่ากับ 53.0 มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัมของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงแห้ง

7. พุทราจีน

พุทราจีน (Jujube) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนตอนเหนือ มีการบริโภคในประเทศจีนมาหลายพันปี เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ในวงศ์ Rhamnaceae เป็นไม้ยืนต้นมีหนาม มักมีเป็นคู่ โดยตรงทั้งสองอันหรือตรงอันหนึ่ง โค้งอันหนึ่ง ผลมีเมล็ดเดี่ยว ผิวเรียบ ส่วนใหญ่ผลสุกจะเป็นสีเหลือง ยกเว้นบางพันธุ์ที่เป็นสีแดงเข้ม มีทั้งพันธุ์ผลเล็กและผลใหญ่ พันธุ์ที่มีเปลือกสีน้ำตาลเข้มเรียก red date หรือ Chinese date มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ziziphus mauritiana* ภาษาจีนเรียก “เป็กเลียบ”

ผลมีรสหวานมันและฝาด มีสรรพคุณช่วยบำรุงร่างกายบำรุงกำลัง อุดมไปด้วยวิตามินซี ซึ่งช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ และช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย ช่วยบำรุงผิวพรรณบำรุงประสาทและสมองช่วยแก้โรคนอนไม่หลับบำรุงโลหิต ช่วยบำรุงกล้ามเนื้อและตับ ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด ป้องกันหลอดเลือดหัวใจอุดตัน และเส้นเลือดในสมองตีบ ช่วยป้องกันเส้นเลือดแข็งตัว เส้นเลือดหัวใจตีบตัน และเส้นเลือดในสมองแตกได้ อุดมไปด้วยวิตามินเอ ซึ่งช่วยในการบำรุงสายตา ตาไม่ฟาง ป้องกันอาการตาบอดตอนกลางคืน



(ก) ผลสด



(ข) ผลแห้ง

ภาพที่ 8 พุทราจีน

ที่มา: <http://www.phoenixfood.co.th/images/product/Chinese-jujube-dry-2.jpg>

แพรวัทร ยอดแก้ว (2553) กล่าวว่า คนจีนมีความเชื่อว่าไม่ควรดื่มน้ำกระเจี๊ยบกินเดี่ยวๆ เป็นเวลานานๆ เพราะจะทำให้ไตเสื่อม จึงต้องมีพุทราจีนตากแห้งผสมลงไปเพื่อป้องกันฤทธิ์ของ กระเจี๊ยบไปกัดไตและปอด และช่วยบำรุงไตไปพร้อมกัน โดยมีสูตรในการดื่มน้ำกระเจี๊ยบใส่พุทราจีน คือใช้กระเจี๊ยบและพุทราจีนอย่างละ 1 กำมือ ต้มกับน้ำ 2 ลิตร ให้เดือดแล้วกรองเอาแต่น้ำมาดื่ม อาจผสมน้ำตาล ใบหญ้าหวาน หรือลำไยตากแห้ง เพื่อให้รสหวาน ซึ่งการดื่มน้ำกระเจี๊ยบใส่พุทราจีน มีส่วนช่วยลดไขมันในเส้นเลือดและช่วยลดน้ำหนัก โดยกระเจี๊ยบช่วยลดความดันโลหิต ช่วยย่อยอาหาร เป็นยาระบาย ละลายเสมหะ และแก้กระหายน้ำ ส่วนพุทราจีนเป็นยาบำรุงเลือด ช่วยบำรุงสายตาและผิวให้สุขภาพดี ไม่เป็นโรคเกี่ยวกับผิวพรรณและ สายตา ตาไม่ฟาง และไม่บอดกลางคืน ช่วยบำรุงประสาท เลือด กระเพาะอาหารและม้าม การดื่มน้ำกระเจี๊ยบใส่พุทราจีนช่วยลดไขมันในเลือดที่มีมากเกินไป ทำให้ผนังหลอดเลือดยืดหยุ่นขึ้น เส้นเลือดแข็งแรง ไม่เปราะ ปีบตัวและขยายตัวตามจังหวะการเต้นของหัวใจเพื่อสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ง่าย ทำให้การไหลเวียนของเลือดสะดวกขึ้น

ในงานวิจัยนี้จึงใช้น้ำกระเจี๊ยบพุทราจีนผสมกับน้ำส้มสายชูหมักแทนการใช้น้ำกระเจี๊ยบอย่างเดียว

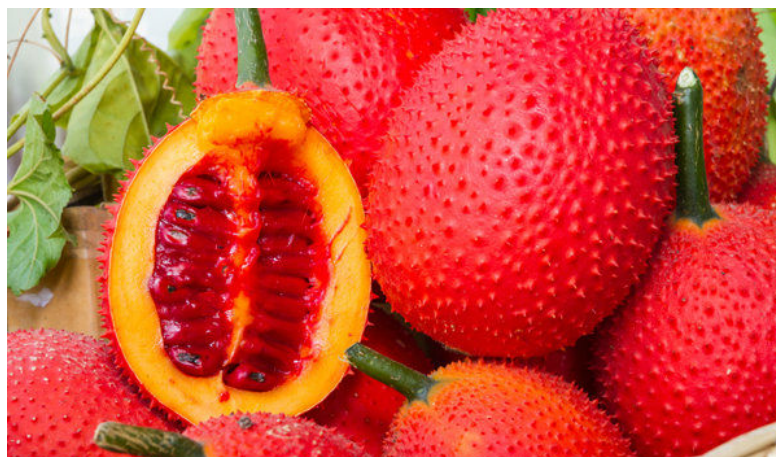
8. ฟักข้าว

ฟักข้าว *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. อยู่ในวงศ์แตงกวาและมะระคือวงศ์ *Cucurbitaceae* ชื่อเรียกอื่นคือ ขี้กาเครือ (ปัตตานี) ผักข้าว (ตาก ภาคเหนือ) มะข้าว (แพร่) แก๊ก (ภาคใต้) Baby Jackfruit, Spiny Bitter Gourd, Sweet Gourd, และ Cochin-chin Gourd

ฟักข้าวมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน พม่า ไทย ลาว บังกลาเทศ มาเลเซียและฟิลิปปินส์ เป็นพืชที่ชาวเวียดนามใช้ประกอบอาหารมาก ในชนบทมีปลูกกันเกือบทุกบ้านเรือน ฟักข้าว เป็นไม้เถาเลื้อยพัน มีมือเกาะ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงแบบสลับ ใบรูปหัวใจหรือรูปไข่ กว้างยาวเท่ากันประมาณ 6-15 เซนติเมตร ขอบใบหยักเว้าลึกเป็นแฉก 3-5 แฉก ดอกเป็นดอกเดี่ยวพบที่ซอกใบ ต้นแยกเพศอยู่คนละต้น กลีบดอกสีขาวแกมเหลือง ตรงกลางมีสีน้ำตาลแกมม่วง ใบประดับมีขน ผลอ่อนมีสีเขียวอมเหลือง เจริญได้เองโดยไม่ต้อง ถูกผสม เมื่อผลสุกจะมีสีแดง ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดหรือแยกรากปลูก

ผลของฟักข้าวมี 2 ชนิด ผลยาวมีขนาดยาว 6-10 เซนติเมตร ส่วนผลกลมยาว 4-6 เซนติเมตร เปลือกผลอ่อนสีเขียวมีหนามถี่ เปลี่ยนเป็นสีส้มแก่หรือแดงเมื่อผลสุก แต่ละผลหนักตั้งแต่ 0.5-2 กิโลกรัม ผลฟักข้าวมีเปลือกหนา ผลสุกเนื้อในหนามสีส้ม ภายในมีเยื่อสีแดงให้เมล็ดเกาะ เนื้อผลสุกกินได้ ฟักข้าว 1 ผลจะได้เยื่อสีแดงราว 200 กรัม เยื่อเมล็ดของฟักข้าวมีปริมาณบีตาแคโร

พืชมาก กว่าแครอท 10 เท่า มีไลโคพีนมากกว่ามะเขือเทศ 12 เท่า และมีกรดไขมันขนาดยาวประมาณร้อยละ 10 ของมวล การกินบีตาแคโรทีนจากฟักข้าวพบว่าดูดซึมในร่างกายได้ดีเพราะละลายได้ในกรดไขมันดังกล่าว ปัจจุบัน มีผู้นำเยื่อเมล็ดนี้ผลิตเป็นเครื่องสำอางเสริมจำหน่ายทั่วไป



ภาพที่ 9 ผลฟักข้าว

ที่มา: <https://www.doctor.or.th/sites/default/files/dffw.jpg>

ฟักข้าวมีสารพฤกษเคมีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ โดยเฉพาะสารในกลุ่มไลโคปีนและสารเบต้าแคโรทีน (Aoki et al., 2002; Tran, 2007) ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหารและโรคหลอดเลือดหัวใจ รวมทั้งยังมีกรดไขมันจำเป็น ได้แก่ Omega 6 และ Omega 3 ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่ช่วยทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้ตามปกติ ช่วยพัฒนาสมองและการมองเห็นในเด็ก และเป็นตัวช่วยทำให้เกิดการดูดซึมของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนเข้าสู่ร่างกายได้ดียิ่งขึ้น (Ishida et al., 2004; Vuog et al., 2006) ปริมาณสารไลโคปีนพบได้ทั้งในเนื้อผลและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว แต่พบมากกว่าในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว โดยมีสูงถึง 380 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งมากกว่าพืชที่พบไลโคปีนชนิดอื่น ประมาณ 10 - 12 เท่า และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวประมาณ 101 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งมีปริมาณมากกว่าในแครอท 10 เท่า (Aoki et al., 2002)

แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบในผักและผลไม้ ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงเพื่อส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และจับรังสีอัลตราไวโอเล็ต จึงปกป้องพืชจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอันเนื่องมาจากแสง และยังป้องกันการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ (วีระศักดิ์ สามิ, 2005) แคโรทีนอยด์สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกคือ Hydrogenated carotenoid derivatives หรือกลุ่มแคโรทีน เป็นกลุ่มที่มีโมเลกุลที่ประกอบด้วยสายไฮโดรคาร์บอนทำให้เป็นสาร

ไม่มีขั้วและละลายได้ในไขมัน ตัวอย่างในกลุ่มนี้ ได้แก่ เบตาแคโรทีน และไลโคปีน เป็นต้น ส่วนในกลุ่มที่ 2 คือ oxygenated carotenoid derivatives หรือกลุ่มแซนโทฟิล เป็นกลุ่มที่มีอะตอมของออกซิเจนอยู่ในโมเลกุล จึงมีขั้วมากกว่าและละลายในไขมันได้น้อยกว่าแคโรทีนอยด์กลุ่มแรก ตัวอย่างกลุ่มนี้ ได้แก่ ลูทีน ซีแซนทีน และแอสตาแซนทีน (วีระศักดิ์ สามิ, 2005)

ไลโคปีนเป็นแคโรทีนอยด์ชนิดไม่อิ่มตัว เป็นสารสีแดงในมะเขือเทศ แดงโม ฝรั่ง (แดง) พิงค์เกรปฟรุต พริกขี้หนูและผลไม้สีแดง (ยกเว้นสตอเบอรี่ และเชอร์รี่) แต่ไม่พบในสัตว์ (รัตนพงษ์ จันทะวงษ์, 2554; Burri, 2002) ไลโคปีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความแรงมากเมื่อเทียบกับสารประกอบในกลุ่มแคโรทีนอยด์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีโครงสร้างที่ต่อกันเป็นสายยาวกว่า โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลในการต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง พบว่าไลโคปีนมีฤทธิ์ดีกว่าเบต้าแคโรทีนและแอลฟาโทโคฟีรอลถึง 2 และ 10 เท่าตามลำดับ มีส่วนสำคัญในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง กลไกการออกฤทธิ์ที่สำคัญคือเข้าไปจับกับอนุมูลอิสระในร่างกายซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการทำลายสายดีเอ็นเอ อันก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ไลโคปีนจะช่วยลดการก่อกลายพันธุ์ ทำให้สามารถยับยั้งวงจรชีวิตของเซลล์มะเร็งในช่วงต้น และลดการเกิดเนื้องอกได้ (Burri, 2002)

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มาลัย บุญรัตนกรกิจ (2549) พัฒนาการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก และน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากมะพร้าว น้ำหอม พบว่า น้ำมะพร้าว น้ำหอมที่ได้จากผลของมะพร้าวที่มีความแก่ของเนื้อมะพร้าว 2 ขึ้น มีความเหมาะสมในการนำมาทำน้ำส้มสายชูหมัก โดยน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้ มีกรดน้ำส้มอยู่ระหว่าง 6.0-6.5% สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากน้ำมะพร้าว น้ำหอมได้หลายสูตร จากการศึกษพบว่าสูตรที่เหมาะสมมี 2 ชนิด คือ ชนิดพร้อมดื่มผสมน้ำมะพร้าวและน้ำผึ้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 เดือน และชนิดพร้อมดื่มผสมเนื้อมะพร้าว ต้องเก็บแช่เย็นและอายุการเก็บประมาณ 1 เดือน

สมหมาย ปัตตาลี (2551) นำผลมะพลอดซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทยมาแปรรูปเป็นน้ำหมักชีวภาพเพื่อเสริมสุขภาพ โดยทำการศึกษาค้นคว้าส่วนผสมของน้ำหมัก 4 สูตร เปรียบเทียบการลวกและไม่ลวกผลมะพลอด และชนิดของน้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลอ้อย และน้ำตาลทรายแดง ระหว่างการหมักที่ระยะเวลา 0 30 60 และ 90 วัน วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ กรด แอลกอฮอล์ และจุลินทรีย์รวม พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 238.65–4087.37 $\mu\text{g/g}$ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 32.97–79.91 ปริมาณกรด 0.41–12.67 g/L ปริมาณแอลกอฮอล์ในรูปเอทานอลมีค่า 2.86–6.18 g/L ปริมาณจุลินทรีย์รวม 0.1–10 CFU/ml เมื่อทำการพาสเจอไรส์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ

4°C นาน 90 วัน พบว่าการเก็บรักษาที่ 4°C จะสามารถรักษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง น้ำหมักชีวภาพมีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นแอลกอฮอล์ มีรสเปรี้ยว ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพจากผลมะหลอดกับน้ำลูกยอด้วยอาสาสมัคร พบว่า มีลักษณะที่เป็นที่ยอมรับใกล้เคียงกับน้ำลูกยอ

ปราณี นิมิบุตร (2552) พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมัก โดยทำการหมักน้ำส้มสายชูจากน้ำสับปะรด ใช้เวลาหมักประมาณ 30 วัน ได้น้ำส้มสายชูที่มีปริมาณกรดอะซิติกประมาณร้อยละ 3.3 จากนั้นนำไปผสมกับน้ำสมุนไพร 6 ชนิด ได้แก่ น้ำมะตูม น้ำชาเขียว น้ำตะไคร้ น้ำหล่อฮังก้วย น้ำอัญชัน และน้ำขิง ในอัตราส่วนร้อยละ 5 8 และ 10 บรรจุขวดแก้ว ปิดผนึกฝาจับ พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scaling Test พบว่าการผสมน้ำส้มสายชูหมักในอัตราส่วนร้อยละ 5 ได้รับความยอมรับสูงสุด เนื่องจากการผสมในอัตราส่วนที่สูงกว่านี้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวจนเกินไป และพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 14 วันที่อุณหภูมิห้อง

เอื้องพลอย ใจลังกา (2553) พัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน โดยใช้น้ำคั้นของผลหม่อนที่มีระยะสุกจัดเป็นวัตถุดิบในการหมักแอลกอฮอล์ และใช้ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เริ่มต้นที่ร้อยละ 9 ในการหมักน้ำส้มสายชู จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคจำนวน 400 คน พบว่าต้องการให้เพิ่มน้ำผลหม่อนลงในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน จากการทดลองหาสูตรที่เหมาะสม ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากผลหม่อน น้ำผึ้ง และน้ำผลหม่อน ร้อยละ 50 15 และ 35 ตามลำดับ จากการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 80 85 และ 90°C แล้วบรรจุขวดร้อน พบว่า อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อมีผลต่อปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ และความสามารถในการต้านออกซิเดชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80°C สามารถรักษาสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีกว่าวิธีอื่น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.92 ± 0.02 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ทั้งหมดในรูปแบบกรดอะซิติก ร้อยละ 0.73 ± 0.01 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด $15.73 \pm 0.11^\circ\text{Brix}$ ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษและก่อให้เกิดโรค และจากการทดสอบผู้บริโภค 200 คน ในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นน้ำส้มสายชู ความเปรี้ยว ความหวาน ความรู้สึกหลังชิม ผลิตภัณฑ์นี้ได้คะแนนการยอมรับในระดับความชอบเล็กน้อย เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ $11.27 \pm 0.44 \text{ mgQE/100ml}$ และความสามารถในการต้านออกซิเดชันเท่ากับ $14.18 \pm 0.41 \text{ mL/100ml}$ ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในท้องตลาด

นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต (2559) ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากพว่องค์ประกอบและคุณภาพทางเคมีของน้ำหวานจากที่ผ่านการต้มเดือด 1 ครั้ง เพื่อป้องกันการบูดเน่าของน้ำหวานสดระหว่างการขนส่งมายังสถานที่ทำการทดลอง ประกอบด้วยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 23.5°Brix น้ำตาลซูโครส $17.34\text{ g}/100\text{ g}$ สารประกอบฟีนอลิก $36.55\text{ mg}/100\text{ ml}$ และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.10 เมื่อนำไปหมักเป็นน้ำส้มสายชูซึ่งเป็นการหมัก 2 ขั้นตอนพบว่า ใช้เวลาการหมักน้ำหวานจากให้เป็นแอลกอฮอล์ 9 วัน ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ประมาณ 12.1% ในขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชูด้วยเทคนิคการหมักในถังสแตนเลส ใช้เวลา 7 วัน ได้ปริมาณกรดอะซิติกประมาณ 5.7% และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก $26.86\text{ mg}/100\text{ ml}$

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยประเภทการพัฒนาทดลอง (experimental development) เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ดังต่อไปนี้

วัสดุ

1. น้ำหวานจาก
2. อาหารเสริมยีสต์ (diammonium phosphate, DAP: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$)
3. กรดซิตริก (citric acid)
4. สารฆ่าเชื้อ (potassium metabisulfite, KMS: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
5. ยีสต์ผงสำหรับหมักไวน์ (การค้า)
6. เอธิลแอลกอฮอล์ 95%
7. หัวเชื้อน้ำส้มสายชู (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
8. ดอกอัญชันแห้ง
9. ดอกกระเจี๊ยบแห้ง
10. พุทราจีนแห้ง
11. ผลฟักข้าวสุก
12. น้ำผึ้งจากดอกลำไย ตรา Ambrosia

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เครื่องครัว ได้แก่ ช้อนตวง หม้อ ทัพพี เหยือกตวงน้ำ กรวยสแตนเลส ตะแกรงผ้าขาวบาง ถาดสแตนเลส ถังพลาสติก เต้าแก๊ส และขวดแก้วบรรจุเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก
2. อุปกรณ์สำหรับการหมักน้ำส้มสายชู ได้แก่ ขวดรูปخمพู่ (flask) สำลีและแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ ภาชนะสำหรับหมักไวน์ เครื่องเขย่าขวด (shaker) สายยางพลาสติก ถาดสแตนเลส (ตราหัวม้าลาย เบอร์ 40) และชุดกรองสุญญากาศ
3. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปิเปต บิวเรต หลอดหยด (dropper) ปีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดปรับปริมาตร เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด (analytical balance) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (hand refractometer)

เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) และเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์แบบอีบูลิโอมิเตอร์ (Ebulliometer)

4. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปิเปต หลอดทดลอง จานเพาะเชื้อ (petri dish) เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) เครื่อง vortex mixer ตู้บ่มเชื้อ (incubator) และหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การหมักน้ำส้มสายชูจากน้ำหวานจาก

การหมักน้ำส้มสายชูเป็นการหมัก 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกเป็นการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้ยีสต์ แล้วนำแอลกอฮอล์มาหมักต่อให้เป็นกรดอะซิติก โดยใช้เชื้อแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มสายชู (acetic bacteria)

การหมักแอลกอฮอล์โดยใช้น้ำหวานจากเป็นวัตถุดิบ ทำตามขั้นตอนจากวิธีของงานวิจัยเรื่องการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก (นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต, 2559) ดังนี้

- (1) เตรียมน้ำหมักโดยต้มน้ำหวานจากเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาล โดยให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 22 – 25 องศาบริกซ์
- (2) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยกรดซิตริกให้อยู่ในช่วง 3.5 - 4.0
- (3) เติมหาสารเสริมยีสต์ (DAP) 1 กรัม ต่อปริมาตรน้ำหวานที่ใช้หมัก 1 ลิตร
- (5) แบ่งน้ำหมักมาประมาณร้อยละ 5 ของปริมาตรน้ำหมัก เพื่อใช้ทำหัวเชื้อ (starter) โดยใส่ในขวด flask อุดจุกสำลี นำไปฆ่าเชื้อด้วยการต้มให้เดือดประมาณ 5 นาที รอให้เย็น เติมยีสต์ผงสำหรับหมักไวน์ 0.1 กรัม ต่อปริมาตรน้ำหวานที่ใช้หมัก 1 ลิตร เขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- (6) ใส่ น้ำหมักที่เหลือลงในภาชนะสำหรับหมัก เติมหาสารฆ่าเชื้อ (KMS) 0.15 กรัม ต่อปริมาตรน้ำหวานที่ใช้หมัก 1 ลิตร (150 ppm) ปิดฝา รอเติมหัวเชื้อในวันถัดไป
- (7) เติมหักเชื้อลงในขวดน้ำหมักที่เตรียมไว้ หมักที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1-2 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์แบบอีบูลิโอมิเตอร์ (Ebulliometer) (ภาคผนวก ก) จนได้ปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแอลกอฮอล์ที่นำมาหมักน้ำส้มสายชูในขั้นตอนต่อไป ควรมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 (มัลลีย์ เมืองน้อย และพิศมัย ศรีชาเยช, 2557)

การหมักน้ำส้มสายชูโดยใช้แอลกอฮอล์น้ำหวานจากที่ได้จากข้างต้นเป็นวัตถุดิบ ตามขั้นตอนที่ดัดแปลงจากวิธีของมัลลีย์ เมืองน้อย และพิศมัย ศรีชาเยช (2557) ดังนี้

- (1) ผสมน้ำหวานจากกับน้ำสะอาด นำไปฆ่าเชื้อด้วยการต้มให้เดือดประมาณ 5 นาที ให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3 - 4 องศาบริกซ์
- (2) เทน้ำหวานจากลงในถาดสเตนเลสที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ถาดละ 600 มิลลิลิตร รอจนเย็น
- (3) เติมห้วเชื้อน้ำส้มสายชู 100 มิลลิลิตร และน้ำหมักแอลกอฮอล์น้ำหวานจาก 300 มิลลิลิตร
- (4) สวมถุงพลาสติกหุ้มถาด และเจาะรูขนาดรูเข็มให้กระจายทั่วผิวหน้าถาด หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 วัน โดยสังเกตการเจริญของเชื้อจากไอน้ำเกาะที่ถุงพลาสติก และเมื่อเปิดดูจะมีฝ้าบางๆ สีขาวลอยทั่วบนผิวหน้าของเหลว
- (5) เติมน้ำหมักแอลกอฮอล์น้ำหวานจาก 1 ลิตร ใช้มีดสะอาดกรีดถุงพลาสติกให้กว้างขึ้น หมักต่อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน
- (6) เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก (acetic acid) (ภาคผนวก ข)
- (7) กรอง และต้มฆ่าเชื้อ ที่ 70 องศาเซลเซียส 2 นาที รอให้เย็น วัดปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก เติมน้ำสะอาดเพื่อให้ได้ปริมาณกรดอะซิติกเท่ากับ 5.5% บรรจุขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว เก็บไว้ผสมเครื่องดื่มในขั้นตอนต่อไป

2. การพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก

ทำการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ดังนี้

- (1) สํารวจแนวความคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก โดยเก็บข้อมูลจากตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ผลิตเป้าหมาย จำนวน 10 คน โดยวิธีการสนทนากลุ่ม (focus group discussion) โดยมีประเด็นคำถามตามวัตถุประสงค์และโจทย์การวิจัย 3 ข้อ ได้แก่ รสชาติ ชนิดของสารให้ความหวาน และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการประมวลและจำแนกข้อมูลตามประเด็นคำถาม
- (2) สํารวจและวิเคราะห์คุณภาพด้านปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาด เพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณส่วนผสมเพื่อสร้างเป็นสูตรต้นแบบ
- (2) พัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก 4 รสชาติ ได้แก่
 - สูตรผสมน้ำหวานจาก โดยผสมน้ำส้มสายชูหมักกับน้ำหวานจาก
 - สูตรผสมน้ำอัญชัน โดยผสมน้ำส้มสายชูหมักกับน้ำอัญชัน และน้ำผึ้ง

- สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน โดยผสมน้ำส้มสายชูหมักกับน้ำกระเจี๊ยบต้มรวมกับพุทราจีน และน้ำผึ้ง

- สูตรผสมน้ำฟักข้าว โดยผสมน้ำส้มสายชูหมักกับน้ำฟักข้าว และน้ำผึ้ง

(3) ขั้นตอนการเตรียมน้ำผลไม้และน้ำสมุนไพร เพื่อผสมกับน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากดังนี้

- น้ำอัญชัน น้ำดอกอัญชันแห้ง 15 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด แช่ในน้ำเดือด 1 ลิตร ประมาณ 10 นาที จนดอกซีด กรองดอกอัญชันขึ้น

- น้ำกระเจี๊ยบผสมน้ำพุทราจีน น้ำดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง 35 กรัม เนื้อพุทราจีนแห้ง ไม่มีเมล็ด 35 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด ต้มรวมกับน้ำ 1 ลิตร เคี่ยวไฟอ่อนๆ ประมาณ 10 นาที กรองดอกกระเจี๊ยบและเนื้อพุทราจีนขึ้น

- น้ำฟักข้าว นำผลฟักข้าวสุกมาล้างน้ำให้สะอาด ผ่าผลเอาเนื้อและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว มาปั่นผสมกันให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65°C นาน 5 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง ใส่ถุงพลาสติก แช่เยือกแข็งเก็บไว้ เมื่อจะนำมาใช้ให้ผสมน้ำต้มสุกในอัตราส่วน 1:5

(4) นำผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตรไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปที่มีความสนใจเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี (just-about-right scale, JAR) แบบ 5 สเกล (ภาคผนวก ค) เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก แล้วระบุแนวโน้มที่ต้องการให้ปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักรสชาติต่างๆ วิเคราะห์ผลเป็นค่าร้อยละ โดยตั้งเกณฑ์ความพอดีอยู่ที่ร้อยละ 70 (cut-off point) และค่า net effect ที่ร้อยละ 20 (โสมศิริ สมถวิล และสุจินดา ศรีวัฒนะ, 2555)

(5) ทำการปรับปรุงตามผลการสำรวจในข้อ (4) แล้วนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสอีกครั้ง กับผู้บริโภคทั่วไปที่มีความสนใจเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ จำนวน 100 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) (ภาคผนวก ง) วิเคราะห์ผล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำหวานจาก ระหว่างการเก็บรักษา

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำหวาน
จากระหว่างการเก็บรักษา ดังนี้

(1) ผสมส่วนผสมเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักตามสูตร นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศา
เซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุขณะร้อน (hot fill) ในขวดแก้วที่ลวกฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝา และหล่อน้ำเย็น

(2) เก็บที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน สุ่มตัวอย่างมา
ตรวจสอบทุก 1 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- ค่าความเป็นกรดต่าง ด้วยเครื่อง pH meter
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง hand refractometer
- ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก (acetic acid) (ภาคผนวก ข)
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โดยใช้เพลทอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สำเร็จรูป ตรา

Compact Dry ตรวจวิเคราะห์ที่ระดับ dilution 10^0 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาสูตรเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. การหมักน้ำส้มสายชูจากน้ำหวานจาก

กระบวนการหมักน้ำส้มสายชูแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลในน้ำหวานจากให้เป็นแอลกอฮอล์ด้วยยีสต์หมักไวน์ และการหมักแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกด้วยเชื้อน้ำส้มสายชู โดยน้ำหวานจากที่ใช้เป็นน้ำหวานจากที่ผ่านการต้มให้เดือดแล้ว 1 ครั้ง เพื่อป้องกันการบูดเน่าของน้ำหวานระหว่างการขนส่งจากแหล่งผลิตน้ำหวานมายังสถานที่ทำการทดลอง แล้วนำมาเก็บไว้โดยแช่แข็งที่อุณหภูมิประมาณ -18 องศาเซลเซียส

ในขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์ เตรียมน้ำหมักปริมาณ 4 ลิตร จำนวน 2 ชุด โดยนำน้ำหวานจากที่เก็บแช่แข็งไว้มาทำละลาย วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 23.5 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.8 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการหมัก จึงได้เติมกรดซิตริกเล็กน้อยเพื่อปรับลดค่าความเป็นกรดต่าง วัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำหมักได้เท่ากับ 4.01 จากนั้นเติมอาหารเสริมยีสต์ (DAP) ชุดละ 4 กรัม แบ่งไปทำหัวเชื้อโดยใช้ยีสต์ผงสำหรับหมักไวน์ทางการค้า

ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1- 2 สัปดาห์ เริ่มเก็บตัวอย่างเมื่อหมักครบ 7 วัน และเก็บตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณแอลกอฮอล์ พบว่า ใช้เวลาในการหมักประมาณ 12 วัน ได้น้ำหมักแอลกอฮอล์น้ำหวานจากที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 4.05 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 11.5 องศาบริกซ์ และปริมาณแอลกอฮอล์ 11.8 เปอร์เซ็นต์

ในขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชู ใช้เทคนิคการหมักในถาดสแตลเลส (rapid-tray-culture method) เริ่มจากนำน้ำหวานจากที่แช่แข็งเก็บไว้มาทำละลาย และเจือจางน้ำสะอาด ต้มฆ่าเชื้อ และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ได้เท่ากับ 3 องศาบริกซ์ เทลงในถาดสแตนเลส ถาดละ 600 มิลลิลิตร เติมแอลกอฮอล์น้ำหวานจาก 300 มิลลิลิตร และหัวเชื้อน้ำส้มสายชู 100 มิลลิลิตร โดยหัวเชื้อที่ใช้ในการหมักครั้งนี้ได้จากการต่อเชื้อจากหัวเชื้อสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งใช้น้ำหวานจากเป็นวัตถุดิบ

ผลการหมักน้ำส้มสายชู พบว่า ใช้เวลาการหมัก 7 วัน ได้น้ำส้มสายชูหมักที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.07 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 9 องศาบริกซ์ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกเท่ากับ 5.75% จากนั้น ทำการกรอง ต้มฆ่าเชื้อ และเจือจางด้วยน้ำสะอาดเพื่อปรับมาตรฐานกรดให้ปริมาณกรดอะซิติกเท่ากับ 5.5% บรรจุขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในขั้นตอนต่อไป ภาพที่ 10 แสดงลักษณะน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากที่มีสีน้ำตาลอ่อน ใส และมีตะกอนเล็กน้อยที่ก้นขวดเมื่อตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ แม้จะผ่านการกรองแล้วก็ตาม โดยน้ำส้มสายชูนี้มีกลิ่นฉุนของกรดอะซิติกและมีกลิ่นหวานของน้ำตาลจากเล็กน้อย



ภาพที่ 10 น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก

2. การพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก

ขั้นตอนการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก เริ่มจากการสำรวจแนวความคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก โดยดำเนินการสนทนากลุ่มกับตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 คน โดยมีประเด็นคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ รสชาติ ชนิดของสารให้ความหวาน และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ พบว่า รสชาติเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่อยากให้มีการพัฒนา ได้แก่ รสดั้งเดิม โดยให้เจือจางน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากให้มีรสเปรี้ยวที่สามารถดื่มได้ และใช้น้ำหวานจากเป็นสารให้ความหวาน และรสชาติน้ำสมุนไพร โดยผู้ให้ข้อมูลเห็นว่าน้ำสมุนไพรเตรียมได้ง่ายกว่าน้ำผัก-ผลไม้ และมีวัตถุดิบตลอดทั้งปี ทั้งนี้ ความคิดเห็นส่วนใหญ่เลือกรสชาติน้ำอัญชัน และน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน อย่างไรก็ตาม มีผู้

เสนอให้ผสมน้ำฟักข้าว เนื่องจากเป็นผลไม้ที่กำลังเป็นที่นิยม และสามารถเตรียมแบบเข้มข้นและเก็บรักษาด้วยการแช่เยือกแข็งได้ สำหรับประเด็นคำถามเกี่ยวกับสารให้หวาน ผู้ให้ข้อมูลทุกท่านเห็นตรงกันว่าให้ใช้น้ำผึ้งเท่านั้น เพื่อเน้นความมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และในประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ ความคิดเห็นส่วนใหญ่ต้องการให้บรรจุในขวดแก้ว แต่ไม่สามารถสรุปรูปแบบและขนาดบรรจุได้ เพราะยังไม่เห็นผลิตภัณฑ์ของจริง ทั้งนี้ ยังมีปัจจัยด้านราคาของบรรจุภัณฑ์และแหล่งซื้อ ซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและการกำหนดราคาขาย ผู้ให้ข้อมูลเห็นว่าควรพิจารณาเลือกรูปแบบบรรจุภัณฑ์ในภายหลัง



ภาพที่ 11 บรรยายการสนทนากลุ่ม

จากนั้นทำการสำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมัก หรือผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มในท้องตลาด จำนวน 16 ชนิด (ภาพที่ 12 และ 13) พบว่า ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีส่วนประกอบโดยประมาณแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่า มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกอยู่ในช่วง 0.27 - 0.97% และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 8 - 17.2 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2) โดยค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานสำหรับปริมาณกรด เท่ากับ 0.47% และ 0.44% และค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานสำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 11.86 และ 11.05 องศาบริกซ์ ซึ่งค่านี้จะนำไปคำนวณส่วนผสมเพื่อสร้างเป็นสูตรต้นแบบในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 12 เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำผลไม้ ตรา เค ยู ฟู้ด



ภาพที่ 13 เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำผลไม้ตราอื่นๆ ในท้องตลาด

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนประกอบโดยประมาณจากฉลากของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องถิ่น

เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก	น้ำส้มสายชูหมัก (%)	น้ำผลไม้ (%)	น้ำผึ้ง (%)	ฟรุคโตสไซรัป (%)
ตรา เค ยู ฟู้ด				
ผสมน้ำสตรอเบอร์รี่	8	27	2	8
ผสมน้ำแบลคเคอแรนท์	4	22	2	9
ผสมน้ำอู่นาง	3	50	2	-
ผสมน้ำโรสบลูเบอร์รี่	2	7	2	15
ผสมน้ำมิ้นท์เบอร์รี่	6	20	2	10
ผสมน้ำราสเบอร์รี่	6	27	2	11
ผสมน้ำแอปเปิ้ล	4	69	2	2
ผสมน้ำแอปเปิ้ลและน้ำแบลคเคอแรนท์	3	39	2	4
ผสมน้ำแครอทและน้ำเสาวรส	3	21	2	13
ตรา Saika				
ผสมน้ำอู่นาง	22	22	11	-
ผสมน้ำแอปเปิ้ล	22	22	11	-
ตรา Healthy Mate				
ผสมน้ำผึ้งและมะนาว (ผึ้งฟาร์ม)	8	6	8	
ผสมน้ำผึ้งและมะนาว (ผึ้งป่า)	8	6	8	
ตรา Lanicha				(น้ำตาล)
ผสมน้ำทับทิม	6	2	-	9
ผสมน้ำทับทิม สูตรลดน้ำตาล	6	2	-	4
ผสมน้ำผึ้งมะนาว สูตรลดน้ำตาล	8	-	10	2

หมายเหตุ ตรา เค ยู ฟู้ด เป็นน้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้

ตรา Saika เป็นน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว

ตรา Healthy Mate เป็นน้ำแอปเปิ้ลไซเดอร์เกษตรอินทรีย์

ตรา Lanicha เป็นน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาด

เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก	ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดอะซิติก (%)	ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)
ตรา KU food		
ผสมน้ำสตอร์เบอร์รี่	0.44	11.1
ผสมน้ำแบลคเคอแรนท์	0.44	11.0
ผสมน้ำอู่นแดง	0.43	12.3
ผสมน้ำโรสบลูเบอร์รี่	0.46	10.0
ผสมน้ำมิคซ์เบอร์รี่	0.45	13.0
ผสมน้ำราสเบอร์รี่	0.45	11.0
ผสมน้ำแอปเปิ้ล	0.46	13.0
ผสมน้ำแอปเปิ้ลและน้ำแบลคเคอแรนท์	0.41	10.4
ผสมน้ำแครอทและน้ำเสาวรส	0.37	12.4
ตรา Saika		
ผสมน้ำอู่นแดง	0.97	17.2
ผสมน้ำแอปเปิ้ล	0.96	17.0
ตรา Healthy Mate		
ผสมน้ำผึ้งและมะนาว (ผึ้งฟาร์ม)	0.27	11.0
ผสมน้ำผึ้งและมะนาว (ผึ้งป่า)	0.33	13.3
ตรา Lanicha		
ผสมน้ำทับทิม	0.33	11.0
ผสมน้ำทับทิม สูตรลดน้ำตาล	0.34	8.0
ผสมน้ำผึ้งมะนาว สูตรลดน้ำตาล	0.39	8.0

จากผลการสำรวจแนวความคิดผลิตภัณฑ์ และผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาดดังกล่าวแล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำการผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบ จำนวน 4 สูตร ดังตารางที่ 3 โดยผสมน้ำส้มสายชูหมักกับน้ำหวานจาก น้ำอัญชัน น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีน และน้ำฟักข้าว ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานแทนการใช้น้ำตาลทรายหรือฟรุคโตสไซรัป

ในการสร้างสูตรต้นแบบ ใช้การกำหนดอัตราส่วนในการผสมน้ำส้มสายชูหมักกับส่วนผสมอื่นเพื่อความสะดวกในการตวงส่วนผสมและการปรับสูตรในขั้นตอนต่อไป จากการคำนวณพบว่าการผสมน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณกรดอะซิติก 5.5% กับส่วนผสมประกอบอื่นๆ ที่อัตราส่วน 1 : 12 จะทำ

ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณกรดอะซิติกประมาณ 0.42% ใกล้เคียงกับปริมาณกรดอะซิติกของตัวอย่าง เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาดส่วนใหญ่ และพบว่าการผสมปริมาณน้ำผึ้งที่อัตราส่วน 1.5 จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 12 องศาบริกซ์ สอดคล้องผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาด สำหรับสูตรผสมน้ำหวานจากใช้น้ำหวานจากที่เก็บแช่แข็งไว้ มาทำละลาย และผสมน้ำสะอาดเพื่อปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดให้เท่ากับ 12 องศา บริกซ์ ก่อนนำมาผสมกับน้ำส้มสายชูหมัก ซึ่งจากการคำนวณอัตราส่วนผสม ควรจะได้ปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 11 องศาบริกซ์

ตารางที่ 3 อัตราส่วนส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบ

เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก จากน้ำหวานจาก	อัตราส่วน		
	น้ำส้มสายชูหมัก	น้ำสมุนไพร/น้ำผลไม้	น้ำผึ้ง
สูตรผสมน้ำหวานจาก	1	12	-
สูตรผสมน้ำอัญชัน	1	10.5	1.5
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน	1	10.5	1.5
สูตรผสมน้ำฟักข้าว	1	10.5	1.5

ในการเตรียมเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบ ทำการผสมส่วนผสมเครื่องดื่ม น้ำส้มสายชูหมักตามสัดส่วนดังตารางที่ 3 แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุขณะร้อน (hot fill) ในขวดแก้วที่ลวกฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝา และหล่อน้ำเย็น นำตัวอย่างมา วิเคราะห์คุณลักษณะของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบด้าน ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณ กรดอะซิติก (acetic acid, %) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด TSS, °Brix) แสดงดัง ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณลักษณะของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากสูตรต้นแบบ

เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก จากน้ำหวานจาก	คุณลักษณะ		
	pH	acetic acid (%)	TSS (°Brix)
สูตรผสมน้ำหวานจาก	3.94	0.46	12
สูตรผสมน้ำอัญชัน	3.55	0.47	14
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน	3.13	0.62	15
สูตรผสมน้ำฟักข้าว	3.84	0.46	14

จากนั้นนำเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร ไปทดสอบคุณภาพทางประสาท สัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี (just-about-right scale, JAR) แบบ 5 สเกล เพื่อหาแนวทางในการ ปรับสูตร โดยประเมินคุณลักษณะด้านความเข้มข้นของสี รสหวาน และรสเปรี้ยว สำหรับตัวอย่าง

เครื่องเติมน้ำส้มสายชูหมักทุกสูตร และเพิ่มการประเมินคุณลักษณะด้านความข้นของเครื่องดื่มสำหรับสูตรผสมน้ำฟักข้าว



ภาพที่ 14 เครื่องเติมน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบทั้ง 4 สูตร สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีสเกลความพอดี

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 5 พบว่า สูตรผสมน้ำหวานจาก และสูตรผสมน้ำฟักข้าว มีร้อยละของความพอดีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (cut-off point = ร้อยละ 70) ในทุกลักษณะที่ทำการประเมิน จึงไม่ต้องทำการปรับปรุงสูตร ส่วนสูตรผสมน้ำอัญชัน พบว่าคุณลักษณะด้านรสหวานและรสเปรี้ยวมีความพอดีร้อยละ 80 และ 100 จึงไม่ต้องปรับปรุง แต่คุณลักษณะด้านสีมีค่าความพอดีน้อยกว่าเกณฑ์ และมีค่า net effect มากกว่าร้อยละ 20 จึงควรทำการปรับสูตรโดยลดความเข้มข้นของสีลงเล็กน้อย สำหรับสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน คุณลักษณะด้านความเข้มข้นของสี และรสเปรี้ยว มีความพอดีร้อยละ 78 และ 88 จึงไม่ต้องปรับปรุง แต่ควรปรับปรุงคุณลักษณะด้านรสหวานให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ในการปรับปรุงสูตรเพื่อลดความเข้มข้นของสีเครื่องเติมน้ำส้มสายชูหมักสูตรผสมน้ำอัญชัน ทำโดยลดปริมาณดอกอัญชันแห้งที่ใช้เตรียมน้ำอัญชันลง 2 ระดับ คือจากดอกอัญชันแห้ง 15 กรัม แขน้ำเดือด 1 ลิตร ลดปริมาณลงเป็น 5 และ 10 กรัม พบว่า สีของผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นลดลงตามลำดับ (ภาพที่ 15) และในการเพิ่มรสหวานของสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีนทำโดยเพิ่มปริมาณน้ำผึ้ง 2 ระดับ คือจาก 1.5 ส่วน เพิ่มขึ้นเป็น 2 และ 2.5 ส่วน โดยลดปริมาณน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีนลงเหลือ 10 และ 9.5 ส่วนตามลำดับ เพื่อรักษาสัดส่วนน้ำส้มสายชูในสูตรให้คงที่

จากนั้นนำเครื่องเติมน้ำส้มสายชูหมักทุกสูตร (ภาพที่ 16) ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสอีกครั้ง กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) จากตารางที่ 6 พบว่า สูตรผสมน้ำหวานจาก ได้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 7.45 ± 0.72) สูตรผสมน้ำอัญชัน สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน และสูตรผสมน้ำฟักข้าว ได้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (คะแนนเฉลี่ย 7.71 ± 0.67 , 7.82 ± 0.67 และ 7.83 ± 0.79 ตามลำดับ)

ตารางที่ 5 ร้อยละของผู้ตอบแบบทดสอบสเกลความพอดี

คุณลักษณะ	ควรปรับลดลง		เหมาะสมแล้ว	ควรปรับเพิ่มขึ้น		Net effect
	มาก	เล็กน้อย		เล็กน้อย	มาก	
สูตรผสมน้ำหวานจาก ความเข้มข้นของสี	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-
รสหวาน	0.0	4.0	74.0	16.0	6.0	-
รสเปรี้ยว	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-
สูตรผสมน้ำอัญชัน ความเข้มข้นของสี	0.0	68.0	32.0	0.0	0.0	68.0
รสหวาน	0.0	18.0	80.0	2.0	0.0	-
รสเปรี้ยว	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบ พุทราจีน ความเข้มข้นของสี	0.0	0.0	78.0	22.0	0.0	-
รสหวาน	0.0	0.0	56.0	24.0	20.0	44.0
รสเปรี้ยว	0.0	12.0	88.0	0.0	0.0	-
สูตรผสมน้ำฟักข้าว ความเข้มข้นของสี	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-
รสหวาน	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-
รสเปรี้ยว	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-
ความข้น	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	-



ภาพที่ 15 เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรผสมน้ำอัญชันที่เตรียมจากปริมาณดอกอัญชันแห้ง 3 ระดับ (5, 10 และ 15 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร)



ภาพที่ 16 เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรผสมน้ำหวานจาก สูตรผสมน้ำอัญชัน 1 และ 2
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 1 และ 2 และสูตรผสมน้ำฟักข้าว

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักรสชาติต่างๆ

สูตร	คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะที่ทดสอบ		
	สี	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
สูตรผสมน้ำหวานจาก	7.34 ± 0.65	7.28 ± 0.88	7.45 ± 0.72
สูตรผสมน้ำอัญชัน 1 (อัญชันแห้ง 5 กรัม)	7.05 ± 0.72 ^b	7.58 ± 0.75 ^{ns}	7.50 ± 0.70 ^b
สูตรผสมน้ำอัญชัน 2 (อัญชันแห้ง 10 กรัม)	7.35 ± 0.66 ^a	7.60 ± 0.80 ^{ns}	7.71 ± 0.67 ^a
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 1 (น้ำผึ้ง 2 ส่วน)	7.45 ± 0.66 ^{ns}	7.69 ± 0.84 ^{ns}	7.82 ± 0.67 ^{ns}
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 2 (น้ำผึ้ง 2.5 ส่วน)	7.49 ± 0.59 ^{ns}	7.76 ± 0.79 ^{ns}	7.88 ± 0.69 ^{ns}
สูตรผสมน้ำฟักข้าว	7.45 ± 0.59	7.61 ± 0.85	7.83 ± 0.79

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนชิมระหว่าง 2 สูตรที่มีรสชาติเดียวกันเท่านั้น กล่าวคือ เปรียบเทียบสูตรผสมน้ำอัญชัน 1 กับ สูตรผสมน้ำอัญชัน 2 และเปรียบเทียบสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 1 กับ สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 2

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง (a, b) หมายถึงคะแนนการชิมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ns หมายถึงคะแนนการชิมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี้ สูตรผสมน้ำอัญชันสูตรที่ได้จากการเตรียมจากดอกอัญชันแห้ง 10 กรัม แช่น้ำเดือด 1 ลิตร ได้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงกว่าสูตรที่ใช้ดอกอัญชัน 5 กรัม และสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีนทั้ง 2 สูตร ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จึงเลือกสูตรที่ประกอบด้วยน้ำส้มสายชู น้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน และน้ำผึ้ง ในอัตราส่วน 1 : 2 : 10 เนื่องจากมีต้นทุนต่ำกว่า ไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาในการทดลองต่อไป

3. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวาน จากระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ 7 พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากทั้ง 4 สูตรสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดอะซิติกไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ สูตรผสมน้ำหวานจากมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดอะซิติกตลอดระยะเวลาที่ศึกษา เท่ากับ 3.95 0.46% และ 12°Brix ตามลำดับ สูตรผสมน้ำอัญชันมีค่าเฉลี่ยดังกล่าว เท่ากับ 3.53 0.46% และ 14°Brix สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีนมีค่าเฉลี่ยดังกล่าว เท่ากับ 3.10 0.59% และ 16.7°Brix และสูตรผสมน้ำฟักข้าวมีค่าเฉลี่ยดังกล่าว เท่ากับ 3.84 0.45% และ 14°Brix

ผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากทุกสูตรเมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน ทั้งที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ยังตรวจไม่พบจุลินทรีย์ดังกล่าว

ตารางที่ 7 ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักรสชาติต่างๆ ที่อุณหภูมิและการเก็บต่างกัน

สูตร	อุณหภูมิที่เก็บรักษา	สัปดาห์ที่เก็บรักษา	pH	Acetic acid (%)	TSS (°Brix)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/ml)
สูตรผสมน้ำหวานจาก	อุณหภูมิห้อง	1	3.94	0.47	12.1	0	0
		2	3.95	0.47	12.2	0	0
		3	3.96	0.46	12.0	0	0
		4	3.95	0.45	12.2	0	0
		5	3.94	0.45	12.2	0	0
		6	3.95	0.46	12.1	0	0
		7	3.95	0.47	12.0	0	0
		8	3.94	0.46	12.0	0	0
	4 องศาเซลเซียส	1	3.94	0.46	12.0	0	0
		2	3.94	0.47	12.0	0	0
		3	3.96	0.46	12.1	0	0
		4	3.95	0.46	12.2	0	0
		5	3.94	0.45	12.0	0	0
		6	3.95	0.46	12.0	0	0
		7	3.94	0.47	12.0	0	0
		8	3.95	0.46	12.1	0	0

ตารางที่ 7 ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักรสชาติต่างๆ ที่อุณหภูมิและอายุการเก็บต่างกัน (ต่อ)

สูตร	อุณหภูมิที่เก็บรักษา	สัปดาห์ที่เก็บรักษา	pH	Acetic acid (%)	TSS (°Brix)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/ml)
สูตรผสมน้ำอัญชัน	อุณหภูมิห้อง	1	3.50	0.46	14.0	0	0
		2	3.53	0.46	14.1	0	0
		3	3.52	0.45	14.0	0	0
		4	3.51	0.46	14.0	0	0
		5	3.52	0.45	14.1	0	0
		6	3.52	0.45	14.0	0	0
		7	3.55	0.45	14.1	0	0
		8	3.55	0.46	14.0	0	0
	4 องศาเซลเซียส	1	3.49	0.45	14.0	0	0
		2	3.53	0.46	14.0	0	0
		3	3.55	0.46	14.0	0	0
		4	3.50	0.46	14.1	0	0
		5	3.52	0.45	14.0	0	0
		6	3.55	0.46	14.0	0	0
		7	3.55	0.45	14.1	0	0
		8	3.54	0.46	14.0	0	0
สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน	อุณหภูมิห้อง	1	3.09	0.59	16.7	0	0
		2	3.09	0.60	16.6	0	0
		3	3.10	0.59	16.7	0	0
		4	3.10	0.58	16.7	0	0
		5	3.11	0.59	16.8	0	0
		6	3.11	0.59	16.8	0	0
		7	3.09	0.58	16.7	0	0
		8	3.09	0.61	16.7	0	0
	4 องศาเซลเซียส	1	3.10	0.60	16.8	0	0
		2	3.09	0.58	16.7	0	0
		3	3.09	0.59	16.7	0	0
		4	3.10	0.59	16.6	0	0
		5	3.10	0.61	16.8	0	0
		6	3.11	0.59	16.7	0	0
		7	3.08	0.58	16.6	0	0
		8	3.09	0.60	16.7	0	0

ตารางที่ 7 ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักรสชาติต่างๆ ที่อุณหภูมิและอายุการเก็บต่างกัน (ต่อ)

สูตร	อุณหภูมิที่เก็บรักษา	สัปดาห์ที่เก็บรักษา	pH	Acetic acid (%)	TSS (°Brix)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/ml)
สูตรผสมน้ำฟักข้าว	อุณหภูมิห้อง	1	3.84	0.46	14.1	0	0
		2	3.84	0.46	14.0	0	0
		3	3.85	0.45	14.0	0	0
		4	3.85	0.46	14.1	0	0
		5	3.84	0.44	14.0	0	0
		6	3.84	0.44	14.1	0	0
		7	3.84	0.46	14.0	0	0
		8	3.85	0.45	14.1	0	0
	4 องศาเซลเซียส	1	3.84	0.45	14.0	0	0
		2	3.83	0.46	14.0	0	0
		3	3.85	0.44	14.1	0	0
		4	3.84	0.46	14.1	0	0
		5	3.85	0.46	14.0	0	0
		6	3.84	0.45	14.0	0	0
		7	3.85	0.46	14.0	0	0
		8	3.83	0.46	14.0	0	0

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชูจากน้ำหวานจากมี 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์ใช้เวลาในการหมักประมาณ 12 วัน ได้น้ำหมักแอลกอฮอล์น้ำหวานจากที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 4.05 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 11.5°Brix และปริมาณแอลกอฮอล์ 11.8% ในขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชูด้วยเทคนิคการหมักในถาดสเตลเลส (rapid-tray-culture method) ใช้เวลาการหมัก 7 วัน ได้น้ำส้มสายชูหมักที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.07 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 9°Brix และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก 5.75%
2. ในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ได้มีการสำรวจแนวความคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก โดยวิธีการสนทนากลุ่มกับตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 คน ได้แนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 4 สูตร ได้แก่ สูตรผสมน้ำหวานจาก สูตรผสมน้ำอัญชัน สูตรผสมน้ำกระเจียวพุทราจีน และสูตรผสมน้ำฟักข้าว โดยกำหนดให้ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ เพื่อเน้นความมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และต้องการให้บรรจุในขวดแก้ว แต่ยังไม่สามารถสรุปรูปแบบและขนาดบรรจุได้
3. ขั้นตอนพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซิติกและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาด นำข้อมูลมาคำนวณอัตราส่วนผสมเพื่อสร้างสูตรต้นแบบ แล้วนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี (just-about-right scale, JAR) แบบ 5 สเกล เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงสูตร และวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดสามารถสรุปได้ว่า
 - 3.1 สูตรผสมน้ำหวานจาก ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% และน้ำหวานจากที่ 12 องศาบริกซ์ 92.31% ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง (7.45 ± 0.72)

3.2 สูตรผสมน้ำอัญชัน ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 11.54% และน้ำอัญชัน 80.77% ที่เตรียมจากดอกอัญชันแห้ง 10 กรัม แช่น้ำเดือด 1 ลิตร ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.71 ± 0.67)

3.3 สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 15.38% และน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 76.92% ที่เตรียมจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง 35 กรัม ต้มรวมกับเนื้อพุทราจีนแห้งไม่มีเมล็ด 35 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.82 ± 0.67)

3.4 สูตรผสมน้ำฟักข้าว ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 11.54% และน้ำฟักข้าว 80.77% ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.83 ± 0.79)

4. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากทั้ง 4 สูตร สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดอะซิติกไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และผลิตภัณฑ์ทุกสูตรยังมีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

อภิปรายผล

1. ผลการหมักน้ำส้มสายชูโดยใช้น้ำหวานจากเป็นวัตถุดิบสอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก (นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต, 2559) โดยพบว่าในขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์ เพื่อให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ตามกำหนดคือ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ใช้เวลาในการหมักใกล้เคียงกัน แต่ งานวิจัยนี้ใช้เวลานานกว่าประมาณ 2 วัน แต่ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาวะในการหมักที่แตกต่างกัน เช่น ค่าความเป็นกรดต่างเริ่มต้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้ทั้งหมดในน้ำหมัก ตลอดจนอุณหภูมิในการหมัก ส่งผลต่อความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ของ หัวเชื้อยีสต์ (ปิยะรัชต์ กุลเมธี, ม.ป.ป.) อย่างไรก็ตาม การหมักน้ำส้มสายชูในภาตสแตนเลสในงานวิจัยนี้ ใช้เวลา 7 วันและให้ผลผลิตน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณกรดอะซิติกใกล้เคียงกับงานวิจัยอ้างอิง

2. สเกลวัดความพอดี (just-about-right scale, JAR) เป็นสเกลที่ใช้วัดระดับความพอดีของความเข้มข้นของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ทราบว่าที่ระดับความเข้มข้นของคุณลักษณะนั้นๆ มีความพอดีแล้ว หรือควรมีการปรับปรุงในทิศทางใด เช่น ปรับให้เพิ่มขึ้น หรือ ปรับให้ลดลง (Lawless and Heymann, 2010) ซึ่งในการแปลผล JAR จะพิจารณาจากเกณฑ์ cut-off point ที่ตั้งไว้ ถ้ามีร้อยละของผู้ตอบว่า “พอดี” หรือ “เหมาะสมแล้ว” มากกว่า หรือเท่ากับค่านี้ จะไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้นๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ตั้งค่า cut-off point ไว้ที่ร้อยละ 70 อ้างอิงจากงานวิจัยของโสเมศิริ สมถวิล และสุจินดา ศรีวัฒนะ (2555) ดังนั้น ในขั้นตอนการ

ทดสอบ JAR กับเครื่องเติมน้ำส้มสายชูหมักสูตรต้นแบบ (ตารางที่ 5) แม้ผลการทดสอบพบว่า มีผู้ทดสอบต้องการให้ปรับรสหวานของสูตรผสมน้ำหวานจากเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ร้อยละ 16 ต้องการให้ปรับลดลงเล็กน้อย ร้อยละ 4 แต่มีผู้ตอบว่ารสหวานในสูตรต้นแบบมีความเหมาะสมแล้ว ร้อยละ 74 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ cut-off point จึงไม่ปรับปรุงคุณลักษณะด้านรสหวานของสูตรนี้ในขั้นตอนต่อมา ในทำนองเดียวกัน ความคิดเห็นต่อความเข้มข้นของสีเครื่องดื่มสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน แม้ว่าจะมีผู้ทดสอบร้อยละ 22 เห็นว่าควรปรับความเข้มข้นสีแดงให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ร้อยละของผู้ที่ตอบว่าเหมาะสมแล้วยังคงสูงกว่าเกณฑ์ cut-off point จึงไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์นี้ อย่างไรก็ตาม จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (ตารางที่ 6) พบว่า คะแนนความชอบด้านสีของเครื่องดื่มทั้ง 4 สูตรยังอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหากมีการปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค อาจได้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้นกว่านี้ได้

3. ในตารางที่ 5 ค่า net effect ถูกคำนวณจากผลต่างของร้อยละของคำตอบที่ให้ปรับเพิ่มหรือปรับลด ตัวอย่างเช่น รสหวานของสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน มีผู้เห็นว่าควรปรับเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมากกว่าร้อยละ 44 แต่ไม่มีผู้ตอบให้ปรับลดเลย ค่าความต่างจึงเท่ากับ $44 - 0 = 44$ เป็นค่า net effect ของคุณลักษณะนี้ โดยค่า net effect เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาแนวทางการปรับปรุงสูตร ซึ่งหากค่าร้อยละของผู้ตอบว่าเหมาะสมแล้วต่ำกว่าเกณฑ์ cut-off point ที่ตั้งไว้ ให้พิจารณาค่า net effect ซึ่งหากน้อยกว่าร้อยละที่กำหนด อาจยังไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุงคุณลักษณะนั้นๆ ได้ แต่ถ้าค่า net effect มากกว่าร้อยละที่กำหนดไว้ ให้ปรับคุณลักษณะตามทิศทางที่มีค่ามากกว่า (Rothman and Parker, 2009)

4. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี (ตารางที่ 5) พบว่า ที่อัตราส่วนปริมาณน้ำผึ้งที่เท่ากัน มีเพียงสูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน ที่ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ต้องการให้ปรับเพิ่มรสหวาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรสเปรี้ยวจากน้ำกระเจี๊ยบไปช่วยเสริมความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้ทดสอบรู้สึกต้องการรสหวานเพิ่มขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการปรับเพิ่มปริมาณน้ำผึ้งในสูตรแทนการลดปริมาณดอกกระเจี๊ยบแห้งในการต้ม เนื่องจากการลดปริมาณดอกกระเจี๊ยบอาจส่งต่อระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากผล JAR พบว่า มีผู้ทดสอบร้อยละ 22 เห็นว่าควรปรับความเข้มข้นสีแดงให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จึงเป็นความเสี่ยงที่จะลดความเปรี้ยวโดยลดปริมาณดอกกระเจี๊ยบ เพราะอาจส่งผลให้การยอมรับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์สูตรนี้ลดลงได้

5. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (ตารางที่ 6) พบว่า สูตรผสมน้ำหวานจากได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติน้อยกว่าสูตรอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีรสเค็มเล็กน้อย เนื่องจากต้นจากเป็นพืชที่ขึ้นตามป่าชายเลน ซึ่งเป็นน้ำกร่อย ดินเค็ม น้ำหวานจากในบางฤดูกาลอาจมีรสเค็มติดมา สอดคล้องกับงานวิจัยของ มยุรี พลวัฒน์ (2544) ที่รายงานไว้ว่า เนื่องจากต้นจากเป็นพืชที่ขึ้นตามดินเค็ม น้ำหวานจากจึงเจือรสเค็มเล็กน้อย นอกจากนี้ มี

ผู้ทดสอบ 2 คน ให้ข้อคิดเห็นว่าสูตรน้ำหวานจากมีลักษณะคล้ายน้ำหวานใกล้เคียง แต่กลับให้คะแนนความชอบที่ 6 และ 7 คะแนน ในขณะที่ผู้ทดสอบคนอื่นให้คะแนนความชอบที่ระดับ 7 - 9 ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง (7.45 ± 0.72)

6. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยไม่เน่าเสีย ทั้งนี้เนื่องจากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งหากมีเวลาศึกษาต่อมากกว่านี้ อาจพบว่าสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานกว่านี้ ดังผลการวิจัยของมาลัย บุญรัตนกรกิจ (2549) ที่รายงานว่าผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากน้ำมะพร้าว น้ำหอม สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 เดือน นอกจากนี้ เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาดทั้งตรา Saika และตรา Lanicha ต่างกำหนดอายุผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 1 ปี

7. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตได้ คือ ที่เวลา 2 เดือน สีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักสูตรผสมน้ำหวานจากที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีความเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4°C เล็กน้อย แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้จากการถ่ายภาพ นอกจากนี้ ยังพบการตกตะกอนของสูตรผสมน้ำฟักข้าวที่เก็บไว้เพียง 1 วัน ซึ่งอาจไม่เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค แต่สามารถแก้ไขได้โดยการติดฉลากว่าเป็นตะกอนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และให้เขย่าขวดก่อนเปิดรับประทาน

8. การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากในงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพประเภทหนึ่ง โดยการผสมผสานคุณประโยชน์ของการดื่มเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก ร่วมกับคุณสมบัติทางพฤกษเคมีของวัตถุดิบที่นำมาผสม ได้แก่ ดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบแดง พุทราจีน และน้ำฟักข้าว ทั้งนี้ มีผู้รายงานประโยชน์ของน้ำส้มสายชูเชิงสุขภาพ กล่าวคือ กรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูมีส่วนช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความดันโลหิต ส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียม (Xu และคณะ, 2007) ช่วยระบบการย่อยอาหารได้ดีขึ้น ช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ ช่วยปรับระดับกรด-ด่างในร่างกายให้อยู่ในระดับสมดุล ช่วยบรรเทาอาการปวดข้อและโรคเกาต์ ช่วยกำจัดนิ่วในไต และถั่งน้ำดี (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2555) นอกจากนี้ มีงานวิจัยศึกษาพบว่า น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 26.86 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มีบทบาทในการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular) โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน เป็นต้น (สิริรัตน์ ใจสาม, 2552) เช่นเดียวกับสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารที่ให้สีน้ำเงิน และสีแดงในดอกอัญชัน และดอกกระเจี๊ยบ สารนี้จัดเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วย (โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2550) นอกจากคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระแล้ว น้ำกระเจี๊ยบพุทราจีนยังมีสรรพคุณบำรุงร่างกายด้านอื่นๆ อีกด้วย แพรรักษ์ ยอดแก้ว (2553) กล่าวว่า การดื่มน้ำกระเจี๊ยบใส่พุทราจีน มีส่วนช่วยลดไขมันในเส้นเลือดและช่วยลดน้ำหนัก โดยกระเจี๊ยบช่วย

ลดความดันโลหิต ช่วยย่อยอาหาร เป็นยาระบาย ละลายเสมหะ และแก้กระหายน้ำ ส่วนพุทราจีน เป็นยาบำรุงเลือด ช่วยบำรุงสายตาและผิวให้สุขภาพดี ไม่เป็นโรคเกี่ยวกับผิวพรรณและ สายตา ตาไม่ฟาง และไม่บอดกลางคืน ช่วยบำรุงประสาท เลือด กระเพาะอาหารและม้าม สำหรับน้ำฟักข้าว เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่ามีสารไลโคปีน (lycopene) ในปริมาณสูง สารนี้เป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยเช่นกัน (สุชาติพิ ภมรประวัติ, 2550)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

1.1 ผลผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นตนเองให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 ผู้สนใจสามารถนำผลการศึกษานี้ไปผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูเพื่อบริโภคในครัวเรือน เป็นการเสริมสุขภาพของสมาชิกในครอบครัว ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักที่นำเข้าจากต่างประเทศ ตลอดจนสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

1.3 ผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูโดยใช้วัตถุดิบอื่น รวมถึงการผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูโดยผสมน้ำผลไม้ น้ำสมุนไพร หรือน้ำผัก ชนิดอื่นๆ ต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 เพื่อสนับสนุนการกล่าวอ้างว่าเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ควรมีการศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่มีคุณประโยชน์เชิงสุขภาพในผลิตภัณฑ์นี้ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ โยอาหาร และสารพฤกษเคมีต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลของกระบวนการแปรรูปในขั้นตอนต่างๆ ต่อคุณประโยชน์เชิงสุขภาพ เช่น ผลของความร้อน และระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อปริมาณสารที่ให้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก

2.3 เนื่องจากชุมชนกลุ่มเป้าหมาย เห็นว่าการเก็บน้ำหวานจากเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก และใช้เวลาหลายวัน มีผู้เสนอให้ศึกษาการใช้ลูกจากเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชู โดยเฉพาะลูกจากแก่ที่ไม่สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารได้ รวมถึงศึกษาคุณประโยชน์เชิงสุขภาพในน้ำส้มสายชูที่หมักจากลูกจากเปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชูที่หมักจากน้ำหวานจาก

2.2 เนื่องจากมีผู้แสดงความคิดเห็นว่า วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูค่อนข้างหายาก และต้องลงทุนใหม่เป็นจำนวนมาก จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการตลาดและการคำนวณจุดคุ้มทุนในการผลิตเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชนต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2553). การจัดการป่าจากในลุ่มน้ำปากพนัง. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- กาญจนา บุญนาทิ. (2551) พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพประเภท Functional Drink ของสตรีวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร. การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- จิรภัทร ชันคล้าย. (2556). การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำเวย์เต้าหู้. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์-มหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- แอลัม มาศวรรณ. (2545). กระเจี๊ยบแดงพืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ชาญวิทย์ รัตนราศรี. 2553. INNOVATION TREND. เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2559 จาก <http://www.nia.or.th/innolinks/page.php?issue=201012§ion=6>
- ณรงค์ เหล่าโชติ และเนาวรัตน์ เสริมศรี. (2530). การปลูกกระเจี๊ยบแดง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- ดุชนิ ธนะบริพัฒน์. (2546). จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ธนาวรรณ สุขเกษม. (2557). การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มจากเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งที่หมักโดยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* TISTR 102 และ *Gluconobacter oxydans* TISTR 402. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- นงนภัส ดวงดี. (2551). สารต้านอนุมูลอิสระ. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2553 จาก http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/cp_2_2551_Antioxidant.pdf
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. (2540). การศึกษาด้านนิเวศวิทยา ประโยชน์ใช้สอย และการขยายพันธุ์ต้นจากในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. รายงานการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. (2544). การปลูกป่าชายเลน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นพรัตน์ บำรุงรักษ์ และช่อทิพย์ ปุรินทรวงกุล. (2545). วิธีการปลูก การเจริญเติบโตและการเร่ง
น้ำหวานเพื่อการผลิตน้ำตาลของต้นจากในพื้นที่นาทุ่งหิ้งร้างของกลุ่มน้ำปากพอง.
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต. (2559). การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

นิธิยา รัตนานนท์. (2543). เคมีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นัยวิท เฉลิมนนท์. (2538). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตและการใช้สีแดงธรรมชาติจากกลีบ
ดอกกระเจี๊ยบแดง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสงค์ เทียนบุญ. (2553). บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. วารสารคลินิกอาหารและ
โภชนาการ. 4 (2): 69-76.

ปราณี นิมิบุตร. (2552). รายงานการวิจัยเรื่อง การผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมัก.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

ปองใจ จันมณี. (2557). ต้นจาก สารพัดประโยชน์.... เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2558 จาก
http://www.narathiwat.doae.go.th/province/songserm_news/2558/ss002_2558.pdf

ปิยะรัชต์ กุลเมธี. (ม.ป.ป.). บทปฏิบัติการที่ 5 การผลิตไวน์. เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2558
จาก <http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/521302/5.php>

พรณี รัตนชัยสิทธิ์, พิมพ์อร บัวจรัส และรัตยาภรณ์ จิตรแห่ง. (2545). การวิเคราะห์ปริมาณองค์
ประกอบบางชนิดใน kombucha. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทย ครั้งที่ 28, 24-26 ตุลาคม 2545 ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพฯ.

แพรวภัทร ยอดแก้ว. (2553). น้ำกระเจี๊ยบแดงกับพุทราจีน. เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2558
จาก <https://www.gotoknow.org/posts/371535>

มยุรี พลวัฒน์. 2544. ศึกษาผลผลิตจากต้นจากของชาวบ้านตำบลย่านซื่อ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำส้มสายชูหมัก (มผช. 326/2547). เข้าถึงเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2557 จาก: http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps326_47.pdf

มาลัย บุญรัตน์กรกิจ. (2549). การพัฒนาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากมะพร้าว น้ำหอมเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาลัย เมืองน้อย และพิศมัย ศรีชาเยช. (2557). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การผลิตน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30-31 กรกฎาคม 2557.

รัตนพงษ์ จันทะวงษ์. (2554). “ฟักข้าว” ผักพื้นบ้านอันทรงคุณค่า. *เกษตรก้าวหน้า* 24(3): 15-32

วราวุฒิ ครุสง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (2532). เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

วิเศษชนม์ นิลนนท์ และกุลพร พุทธิมี. (2553). การหาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักน้ำส้มสายชูจากเงาะแบบกรด. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ สามิ. (2005). แคโรทีนอยด์: โครงสร้างทางเคมีและกลไกที่มีผลต่อการทำหน้าที่ของร่างกาย. *Srinakariwirot Journal of Pharmaceutical Sciences* 10(1): 58-66.

วันเชิญ โพธาเจริญ, ภัทรพร (ยุคนพ) รัตนวารี, ทวีศักดิ์ มะลิมาศ และ ยูโซะ ยามาตะ. (2550). **แบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มสายชู (Acetic Acid Bacteria)**. รายงานการวิจัยในโครงการ (BRT 2550) ชุมโครงการทองผาภูมิตะวันตก.

ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบูรณ์. (2548). สารต้านอนุมูลอิสระจำเป็นต่อร่างกายอย่างไร. *หมอชาวบ้าน*. 316: 18-19.

สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. (2552). **ทึมนักวิจัย มก. วิจัยผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์ผลไม้ด้วยเทคนิคใหม่ Rapid-Tray-Culture Method**. เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2556 จาก <http://www.ku.ac.th/e-magazine/aug52/agri/agri2.htm>.

สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. (2556). **Fruit Vinegar Drink เครื่องดื่มจากน้ำส้มสายชูผสมน้ำผลไม้**. เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2556 จาก <http://ifrpd.ku.ac.th/th/products/ifrpd-fruit.php>

สมหมาย ปัตตาลี. (2551). **การศึกษาคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผลมะหลอด**. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิริรัตน์ ใจสาม. (2552). **การพัฒนาเครื่องดื่มเสริมสารสกัดเจียวกู่หลาน**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์-มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สันติ อิศรพันธุ์. (2550). **วัฒนธรรมป่าจาก ชุมชนลุ่มน้ำปากพอง: กรณีศึกษาบ้านบางพระ ตำบลปากแพรก อำเภอปากพอง จังหวัดนครศรีธรรมราช** วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานันทศึกษาและการพัฒนา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. (2550). **ผักข้าว อาหารต้านมะเร็ง**. นิตยสารหมอชาวบ้าน. 340: 22-22.

เสาวนีย์ ธรรมสถิต. (2547). **แบคทีเรียทางเทคโนโลยีชีวภาพ เซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์**. นครปฐม: โรงพิมพ์สถาบันพัฒนาสาธารณสุขอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล

โสมศิริ สมถวิล และสุจินดา ศรีวัฒนะ. (2555). **การใช้สเกลความพอดีในการปรับสูตรไส้อั่ว**. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2555). **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด**. เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2556 จาก <http://www2.oie.go.th/vcpineapple/index.php/value/vl05>

เอื้องพลอย ใจลังกา. (2553). **การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลไม้หม่อน**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โอภา วัชรคุปต์ ปรีชา บุญจุง จันทนา บุญยะรัตน์ และมาลีรักษ์ อัดต์สินทอง. (2550). **สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agent**. กรุงเทพฯ: พี. เอส. พรินท์.

Functional Drinks แรงเพราะ “Marketing” หรือ “Demand”. (2552). เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2559 จาก <http://positioningmag.com/11474>

Aina, J.O. and Shodipe, A.A. (2006). Colour stability and vitamin C retention of roselle juice (*Hibiscus sabdariffa* L) in different packaging materials. **Nutrition & Food Science**, 36 (2): 90 – 95.

Aoki, H., Kieu, N.T., Kuze, N., Tomisaka, K. and Van Chuyen, N. (2002). Carotenoid pigments in gac fruit (*Momordica cochinchinesis* Spreng). **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry** 66(11): 2479-2482.

Burri, B.J. (2002). Lycopene and human health. In **Phytochemicals in nutrition and health**, Meskin, M.S, Bidlack, W.R, Davies, A. and Omaye (Eds.), CRC Press, Boca Raton, 157-172.

Ishida, B.K., Turner, C., Chapman, M.H. and McKeon, T. 2004. Fatty acid and carotenoid composition of gac (*Momordica cochinchinesis* Spreng) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 52(2): 274-279.

Johnston C., Kim C. and Buller A. (2004). Vinegar improves insulin sensitivity to a high carbohydrate meal in subjects with insulin resistance or type 2 diabetes mellitus. **Diabetes Care**. 27: 281-282.

Fushimi T., Suruga K., Oshima Y., Fukiharuru M., Tsukamoto Y. and Goda T. (2006). Dietary acetic acid reduces serum cholesterol and triacylglycerols in rats fed a cholesterol-rich diet. **British Journal of Nutrition**. 95: 916-924.

Lawless, H.T. and Heymann, H. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principle and Practices**. 2nd ed. Springer. New York.

- Ostman E., Granfeldt Y., Persson L. and Bjorck I. (2005). Vinegar supplementation lowers glucose and insulin responses and increases satiety after a bread meal in healthy subjects. **European Journal of Clinical Nutrition**. 59(9): 983-988.
- Pinsirodom, P., Rungcharoen, J. and Liumminful, A. (2008). Quality of commercial wine vinegars evaluated on the basis of total polyphenol content and antioxidant properties. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**. 1 (4): 236-245.
- Rothman, L. and Parker, M. J. 2009. **Just-About-Right Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks**. ASTM Manual MNL63. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Tran, T.H. 2007. **Production of carotenoid-rich powder from Gac fruit**. Master Dissertation, University of Western Sydney, Sydney, Australia: 85-91.
- Vuong, L.T., Franke, A.A., Custer, L.J. and Murphy, S.P. 2006. *Momordica cochinchinesis* Spreng (gac) fruit carotenoids reevaluated. **Journal of Food Composition and Analysis** 19(6-7): 664-668.
- Xu, Q., Tao, W. and Ao, Z. (2007). Antioxidant activity of vinegar melanoidins. **Food Chemistry**. 102 (3): 841-849.

ภาคผนวก

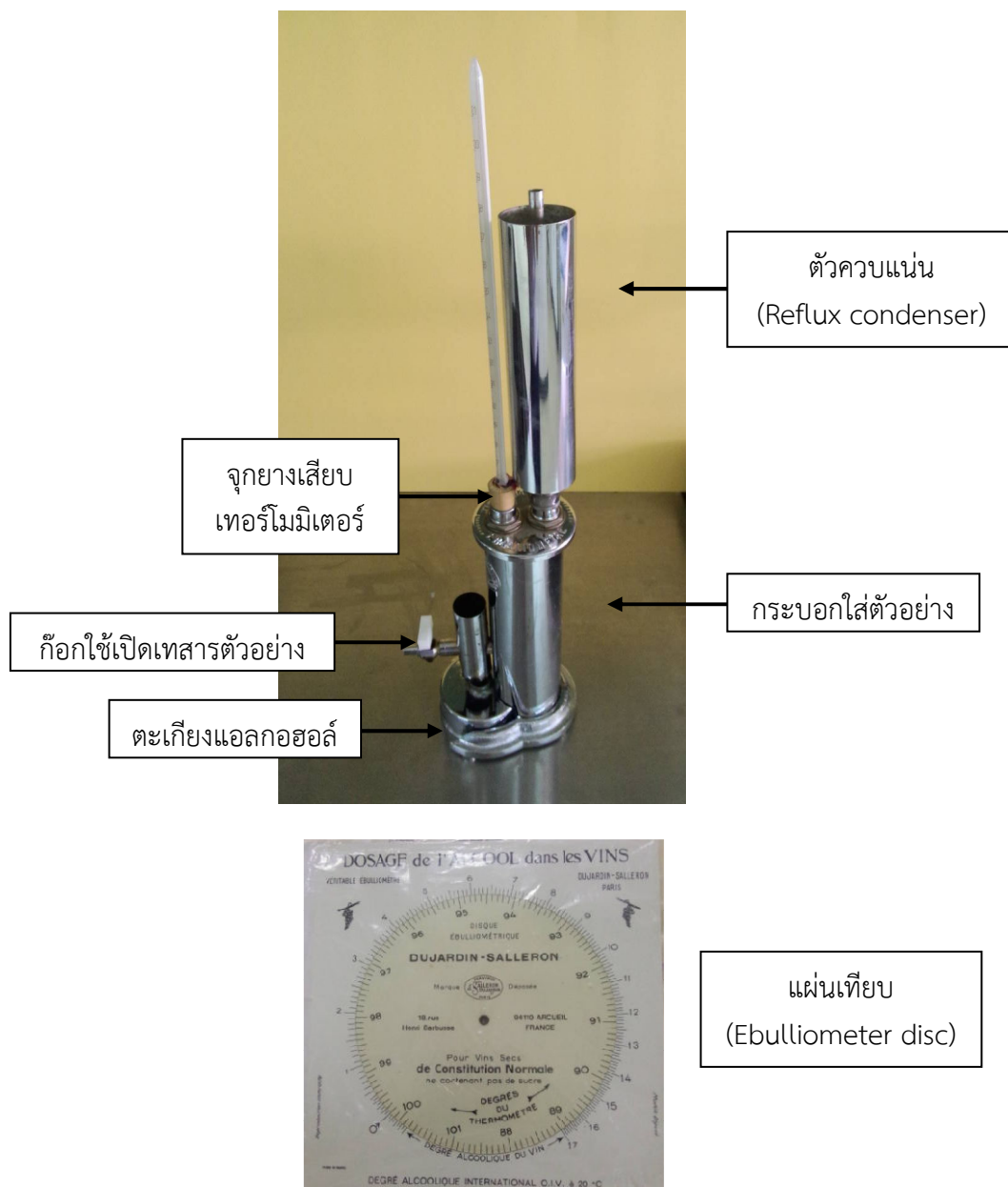
ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์
โดยใช้เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์แบบอีบูลิโอมิเตอร์ (Ebulliometer)

.....

เครื่องอีบูลิโอมิเตอร์ (Ebulliometer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หาปริมาณแอลกอฮอล์โดยอาศัยหลักความแตกต่างระหว่างจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์กับจุดเดือดของตัวอย่างที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ แล้วเทียบหาปริมาณแอลกอฮอล์จากตาราง หรือแผ่นเทียบ (Ebulliometer disc)

วิธีการหาปริมาณแอลกอฮอล์

1. ล้างกระบอกใส่ตัวอย่างของเครื่องให้สะอาด
2. เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร เสียบเทอร์โมมิเตอร์และปรับจุกยางให้แน่น
3. เติมน้ำเย็นลงในตัวควบแน่น (Reflux condenser)
4. จุดตะเกียง ต้มน้ำในกระบอกให้เดือด บันทึกอุณหภูมิน้ำเดือด
5. เทน้ำออกจากกระบอก ต้ม ล้างกระบอกด้วยตัวอย่างที่ต้องการวัดปริมาณแอลกอฮอล์เล็กน้อย
6. เติมตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ลงในกระบอก ต้มให้เดือด บันทึกอุณหภูมิ
7. อ่านค่าเปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์โดยหมุนแผ่นเทียบ ให้อุณหภูมิน้ำเดือดตรงกับเลขศูนย์ของแผ่นวงกลมวงนอก อ่านค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่อยู่ตรงข้ามบนแผ่นคำนวณวงใน
8. ควรเจือจางตัวอย่างให้ปริมาณแอลกอฮอล์ประมาณ 5 %
9. ถ้าตัวอย่างมีน้ำตาลอยู่ จะทำให้จุดเดือดของตัวอย่างไม่ถูกต้อง ควรปรับแก้ไขโดยวัดปริมาณน้ำตาล คูณเปอร์เซ็นต์น้ำตาลด้วย 0.05 แล้วหักออกจากความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่อ่านได้



ส่วนประกอบเครื่อง Ebulliometer

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก

.....

การวิเคราะห์หาปริมาณของกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชู (AOAC, 2000)

สารเคมี

1. สารละลายฟีนอล์ฟธาเลิน (phenolphthalein) ที่มีความเข้มข้น 1%
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล
3. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท (KHP: $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)

วิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

1. อบ KHP บนกระจกนาฬิกา ที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนัก 0.5000 – 0.5200 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในขวด flask เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร และเติมสารละลายฟีนอล์ฟธาเลิน 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
3. ไตเตรตกับสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูจางๆ อย่างถาวร ทำการทดลอง 3 ครั้ง
4. คำนวณค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH โดยใช้สูตร

$$\text{Normality of NaOH} = \frac{W_{\text{KHP}}}{204.22 \times V_{\text{NaOH}}} \times 1000$$

โดย W_{KHP} = น้ำหนักของ KHP (กรัม)

V_{NaOH} = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

204.23 = มวลโมเลกุลของ KHP

วิธีการหาปริมาณของกรดอะซิติก

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชู 5 มิลลิลิตร ลงในขวด flask เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายฟีนอล์ฟธาไลน์ 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
3. ไทเตรตกับสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ ทำการทดลอง 3 ครั้ง
4. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก โดยใช้สูตร

$$\% \text{ acetic acid} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N \times 0.06 \times 100}{V_{\text{sample}}}$$

โดย V_{NaOH} = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไทเตรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH (นอร์มอล)

0.06 = มิลลิอิกวาเลนต์ของกรดอะซิติก (milli-equivalent of acetic acid)

V_{sample} = ปริมาตรของตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี

แบบทดสอบสเกลความพอดี (just-about-right scale)

คำชี้แจง กรุณาชิมเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านต้องการให้ปรับปรุง
 คุณลักษณะด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

ตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำหวานจาก

คุณลักษณะ	เหมาะสม แล้ว	ควรปรับลดลง		ควรปรับเพิ่มขึ้น	
		เล็กน้อย	มาก	เล็กน้อย	มาก
ความเข้มข้นของสี					
รสหวาน					
รสเปรี้ยว					

ตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำอัญชัน

คุณลักษณะ	เหมาะสม แล้ว	ควรปรับลดลง		ควรปรับเพิ่มขึ้น	
		เล็กน้อย	มาก	เล็กน้อย	มาก
ความเข้มข้นของสี					
รสหวาน					
รสเปรี้ยว					

ตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน

คุณลักษณะ	เหมาะสม แล้ว	ควรปรับลดลง		ควรปรับเพิ่มขึ้น	
		เล็กน้อย	มาก	เล็กน้อย	มาก
ความเข้มข้นของสี					
รสหวาน					
รสเปรี้ยว					

ตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำฟักข้าว

คุณลักษณะ	เหมาะสม แล้ว	ควรปรับลดลง		ควรปรับเพิ่มขึ้น	
		เล็กน้อย	มาก	เล็กน้อย	มาก
ความเข้มข้นของสี					
รสหวาน					
รสเปรี้ยว					
ความขื่น					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ

.....

แบบทดสอบวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale)

คำชี้แจง กรุณาชิมเครื่องดื่มที่นำส่งสายชูต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยใช้สเกลดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ					
	สูตรผสม น้ำหวานจาก	สูตรผสมน้ำ อัญชัน 1	สูตรผสมน้ำ อัญชัน 2	สูตรผสมน้ำ กระเจี๊ยบ พุทราจีน 1	สูตรผสมน้ำ กระเจี๊ยบ พุทราจีน 2	สูตรผสมน้ำฟัก ข้าว
สี						
รสชาติ						
ความชอบ โดยรวม						

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ - นามสกุล

ดร.ไกรรัช เทศมี

การทำงาน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ประวัติการศึกษา

ศศ.ด. (อาชีวศึกษา)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศศ.ม. (คหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

วท.บ. (คหกรรมศาสตร์ทั่วไป)

สถาบันราชภัฏสวนดุสิต

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ - นามสกุล

ดร.นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต

การทำงาน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ประวัติการศึกษา

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

M.A. (Applied Linguistics for English Language Teaching)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

M.S. (Packaging)

Michigan State University

วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัย

การใช้ประโยชน์กากฝรั่งอบแห้งเป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์คุกกี้
(2551, อุไรวรรณ โชติวิท และนวลระหง เทพวิวัฒน์จิต)

การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์โดนัทด้วยกากถั่วเหลืองที่เหลือ
จากการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง (2551, อุทุมพร แยมสุข และนวลระหง
เทพวิวัฒน์จิต)

การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก (2559)