สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้พืชสมุนไพรในการเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์และคุณค่าเชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูกลั่น

COMMERCIAL AND HEALTH VALUE ADDITION OF DISTILLED VINEGAR USING VARIOUS HERBS

T104510

ศิรินภา ทัดไธสง

SIRINAPA TADTHAISONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....104510
วัน,เดือน,ปี.....- 4 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AI-M-053-052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMMERCIAL AND HEALTH VALUE ADDITION OF DISTILLED VINEGAR USING VARIOUS HERBS

SIRINAPA TADTHAISONG

A THESIS SUMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE

FACULTY OF AGRO INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TEACHOLOGY LADKRABANG

2009

KMITL-2009-AI-M-053-052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRO INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TEACHOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้พืชสมุนไพรในการเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์และคุณค่าเชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูกลั่น

Commercial and health value addition of distilled vinegar using various herbs

ชื่อนักศึกษา นางสาวศิรินภา ทัดไธสง

รหัสประจำตัว 50068506

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์	
ดร.ยุพร พืชกมุทร	
รศ.อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 17 สิงหาคม 2552 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D 213 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รศ.ดร. [illegible])

[illegible]

วันที่ 20 [illegible] พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้พืชสมุนไพรในการเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์และคุณค่าเชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูกลั่น
นักศึกษา	นางสาวศิรินภา ทัดไธสง
รหัสประจำตัว	50068506
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

น้ำส้มสายชูหมักนอกจากมีองค์ประกอบหลักของกรดอะซิติกแล้วยังมีสารอาหารต่าง ๆ และสารพฤกษเคมีอื่น ๆ ทำให้น้ำส้มสายชูหมักมีคุณค่าต่อสุขภาพสูงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าเชิงสุขภาพและมูลค่าเชิงพาณิชย์ของน้ำส้มสายชูกลั่น โดยศึกษาชนิดของสมุนไพรและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร และผลของการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้ นอกจากนี้ได้นำน้ำส้มสายชูสมุนไพรไปทดลองใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้ในระหว่างการเก็บรักษา จากการนำพืชสมุนไพร 10 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย เก๋ากี้ ชาเขียว พริกไทยดำ ดอกคำฝอย มะตูม อบเชย เปลือกมังคุด และลูกหว้า มาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่น 5 % เป็นเวลา 6 วัน เก็บตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร มาวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH รวมทั้งทดสอบความชอบด้านกลิ่น และลักษณะปรากฏ เพื่อประกอบการคัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรที่เหมาะสม จากนั้นศึกษาอัตราส่วนของพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสม ผลการทดลองพบว่า พืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการใช้ผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพรคือ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย อบเชย และมะตูม โดยอัตราส่วนระหว่างพืชสมุนไพรและน้ำส้มสายชูกลั่นที่เหมาะสม คือ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และใช้เวลาในการแช่ที่อุณหภูมิห้อง(28 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน การพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดเล็กน้อย จากการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดงตามสูตรของบริษัท เอ็น อี เฮ็ล ฟู้ดส์ จำกัด โดยให้ผู้ทดสอบพิจารณาคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากกระเจี๊ยบแดงได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ ด้านสูงกว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง ยกเว้นความชอบด้านกลิ่นเท่านั้นที่ผู้ทดสอบให้คะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ การศึกษาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ดังกล่าว เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับสารประกอบโพลีฟีนอล และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลงอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Commercial and health value addition of distilled vinegar using various herbs

Student Miss Sirinapa Tadthaisong

Student ID. 50068506

Degree Master of Science

Program Food Science

Year 2009

Thesis advisor Associate Professor Praphan Pinsirodom

ABSTRACT

Unlike distilled vinegar, wine vinegar contains not only acetic acid but also other nutrients and phytochemicals; consequently, it provides more health benefits than distilled vinegar. This work were aimed to evaluate suitable herb varieties and conditions for herbal vinegar production, and to investigate the effect of pasteurization on the quality of herbal vinegar products. In addition, the selected herbal vinegar was used in salad dressing and quality changes of the produced herbal vinegar during storage were also studied. Ten herbal vinegars were prepared by steeping each dried herb in 5 % distilled vinegar. Samples were taken every 3 days for 15 days to analyze for physicochemical changes, including pH, total acidity, total soluble solid content, total polyphenol content and DPPH scavenging capacity. Sensory test was also used to screen the suitable type of herbs for herbal vinegar production. The suitable ratio of herb and distilled vinegar and steeping time were evaluated. According to physicochemical properties and sensory results, four varieties of herbs; Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn), Cinnamon (*Cinnamomum* spp.) , Bael fruit (*Aegle marmelos (L.)* Correa) , and Chrysanthemum (*Dendranthemum grandifflora*), were selected. The suitable ratio of herb and distilled vinegar for the preparation of herbal vinegars was 5 % w/v and steeping time at room temperature (28 ± 2 °C) was 6 days. Pasteurization treatment at 70 °C for 5 min had a little effect on the quality of the four selected herbal vinegars. Sensory results of Italian–style salad dressing prepared by replacing commercial red wine vinegar with roselle vinegar, according to the formula used by NE Health Food Co.,Ltd., showed significantly higher scores for color, taste and overall liking than those with commercial red wine vinegar. No significant difference was found in oder scores between both samples. The changes of pH, total acidity and total soluble solid of all herbal vinegar samples studied during a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

twelve – weeked period were not detected; while the total polyphenol content and DPPH scavenging capacity were significantly decreased.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและให้ความรู้ คำแนะนำ ความเข้าใจ ช่วยตรวจทานแก้ไขให้เนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนกรุณาเสียสละเวลาในการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ และ ดร.ยุพร พืชกมุทร อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาเสียสละเวลาในการตรวจทานแก้ไข ให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่ข้าพเจ้าในครั้งนี้ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่มอบความรู้และคำแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) ภายใต้โครงการสร้างกำลังคนเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้และขอขอบคุณบริษัทเอ็น อี เฮ็ลธ ฟู้ดส์ จำกัดที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างในการทดลองและให้การสนับสนุนงานวิจัยมาด้วยดีโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ น้อง เพื่อน เจ้าหน้าที่และนักวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือมาโดยตลอด ขอกราบขอพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านหากวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ศิรินภา ทัดไธสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 น้ำส้มสายชู	3
2.2 การผลิตน้ำส้มสายชู	4
2.3 ประโยชน์เชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูหมัก	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารพฤกษเคมีและสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำส้มสายชูหมัก	17
2.5 น้ำส้มสายชูสมุนไพร	18
2.6 พืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการเพิ่มคุณค่าเชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูกลั่น	19
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง	24
3.1 วัตถุดิบ	24
3.2 เครื่องมือ	25
3.3 สารเคมี	26
3.4 สถานที่ทำการทดลอง	26
3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	31
4.1 การคัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูสมุนไพรเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกพืชสมุนไพรที่เหมาะสม..... 37

4.3 ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร..... 39

4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าและน้ำส้มสายชูสมุนไพร..... 49

4.5 ผลของการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพร..... 53

4.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรหลังการพาสเจอร์ไรซ์..... 56

4.7 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง..... 57

4.8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา..... 59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อแนะนำ..... 61

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 61

5.2 ข้อแนะนำ..... 62

บรรณานุกรม..... 63

ภาคผนวก..... 67

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด..... 68

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด..... 71

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH..... 75

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด..... 79

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด..... 82

ภาคผนวก ช แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 85

ประวัติผู้เขียน..... 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สารฟลาโวนอยด์ที่พบบ่อยและแหล่งอาหารที่พบมาก.....	12
4.1	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ.....	38
4.2	การตรวจสมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า 3 ชนิด ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสลัดของบริษัท เอ็น อี เฮ็ล ฟู้ดส์ จำกัด.....	51
4.3	คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิด หลังการพาสเจอไรซ์.....	56
4.4	การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง.....	57
ข.1	การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิค.....	72
ค.1	การสารละลายกรดแอสคอร์บิค.....	76
จ.1	การเตรียมสารละลายมาตรฐานรูทีน.....	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของฟลาเวน (flavan).....	11
2.2	ตัวอย่างโครงสร้างหลักของฟลาโวนอยด์.....	11
2.3	โครงสร้างทางเคมีของกรดแกลลิค.....	13
4.1	เปรียบเทียบค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยค่าพีเอชในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 2.40.....	31
4.2	ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากในการแช่ 6 วัน โดยปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากัน 5.02 เปอร์เซ็นต์.....	32
4.3	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 3.00 องศาบริกซ์.....	33
4.4	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 0.29 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร.....	34
4.5	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรหลังจากการแช่ 6 วัน โดยความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 2.70 ไมโครกรัมของสมมูลย์กรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร.....	36
4.6	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่ออัตราส่วนน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.....	40
4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่ออัตราส่วนน้ำส้มสายชูกลั่น 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.....	42
4.8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่ออัตราส่วนน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่ออัตราส่วนน้ำส้มสายชูกลั่น 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.....	46
4.10	การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่ออัตราส่วนน้ำส้มสายชูกลั่น 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.....	48
4.11	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (a) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH (b) ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่เตรียมได้เมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและใช้เวลาในการแช่ 6 วัน เปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชูหมักเชิงการค้า 3 ชนิด.....	52
4.12	ค่าพีเอช (a) ปริมาณกรดทั้งหมด (b) ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด (c) ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (d) และ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH (e) ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ก่อนและหลังพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที.....	54
4.13	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิดในระหว่างการเก็บรักษาเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (a) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (b) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (c) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (d) การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (e).....	60
ข.1	กราฟมาตรฐานกรดแกลลิค.....	71
ค.1	กราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค.....	75
จ.1	กราฟมาตรฐานรูทีน.....	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจสุขภาพของตนเองและสมาชิกในครอบครัวมากขึ้น และเชื่อว่าอาหารมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้มีสุขภาพดี โดยการหันมาบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ น้ำส้มสายชูเป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่นิยมใช้โดยทั่วไป เป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวได้จากการหมักไวน์หรือเอธานอลเป็นกรดอะซิติก น้ำส้มสายชูแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำส้มสายชูหมัก น้ำส้มสายชูกลั่น และ น้ำส้มสายชูเทียม (มาลัย, 2548) น้ำส้มสายชูทั้ง 3 ประเภท จะมีองค์ประกอบหลักที่ให้รสเปรี้ยวคือ กรดอะซิติก ซึ่งมีรายงานว่ากรดอะซิติกมีประโยชน์เชิงสุขภาพ คือ ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความดันโลหิต ส่งเสริมการดูดซึมของแคลเซียม (Xu และคณะ, 2007a) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสะสมไกลโคเจน (glycogen repletion) ในตับและกล้ามเนื้อลาย (Fushimiและคณะ, 2001) นอกจากนี้น้ำส้มสายชูหมักยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเชิงสุขภาพ เช่น วิตามิน เกลือแร่ กรดอะมิโน รวมทั้งสารพฤกษเคมีอื่น ๆ เช่น สารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ถูกสกัดออกมาจากวัตถุดิบในระหว่างการหมัก จึงทำให้น้ำส้มสายชูหมักมีคุณค่าทางอาหารและคุณค่าเชิงสุขภาพสูงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่นและน้ำส้มสายชูเทียมซึ่งมีแต่องค์ประกอบหลักคือกรดอะซิติกเท่านั้น โดยทั่วไปน้ำส้มสายชูหมักมีราคาแพงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่นมากและส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดนำพืชสมุนไพรมาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่นเพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูสมุนไพรที่มีคุณค่าเชิงสุขภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าน้ำส้มสายชูหมัก แต่ราคาถูกกว่า และมีคุณภาพอื่น ๆ ที่สามารถทดแทนน้ำส้มสายชูหมักที่นำเข้าจากต่างประเทศได้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจและเพิ่มคุณค่าเชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูกลั่นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีประโยชน์ และเพิ่มทางเลือกในการลดต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่ต้องใช้น้ำส้มสายชูหมักเป็นส่วนผสม

งานวิจัยนี้จึงศึกษาเพื่อคัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพรและศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลของการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูน้ำส้มสายชูสมุนไพร และทดลองใช้น้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด รวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) คัดเลือกพืชสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร
2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร
3) ศึกษาผลของการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพร
4) ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดที่ใช้น้ำส้มสายชูสมุนไพรทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง
5) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชู (Vinegar) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกระบวนการหมัก ในสภาพอาหารเหลว น้ำส้มสายชูเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยโบราณเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ประเภทไวน์ โดยน้ำส้มสายชูเกิดจากการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ไวน์ ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในสกุล Acetobacter ซึ่งก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในไวน์ให้เป็นกรดอะซิติกในสภาพที่มีออกซิเจน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีรสเปรี้ยวและเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า น้ำส้มสายชู หรือ Vinegar ซึ่งมาจากภาษาฝรั่งเศสว่า "Vinaigre" มีความหมายว่าไวน์เปรี้ยว (sour wine) (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532) องค์ประกอบหลักของน้ำส้มสายชู คือ กรดอะซิติก และสามารถแบ่งชนิดน้ำส้มสายชูได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (มาลัย, 2548)

2.1.1 น้ำส้มสายชูหมัก (wine or brew vinegar) หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำเอาวัตถุดิบที่เหมาะสมซึ่งได้แก่ ธัญพืช ผลไม้ หรือน้ำตาล มาหมักกับยีสต์แล้วหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ

2.1.2 น้ำส้มสายชูกลั่น (distilled vinegar) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแอลกอฮอล์กลั่นเจือจาง (dilute distilled alcohol) มาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู หรือได้จากการนำน้ำส้มสายชูหมักมากลั่น

2.1.3 น้ำส้มสายชูเทียม (artificial vinegar) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอากรดน้ำส้มหรือกรดอะซิติกมาเจือจาง

น้ำส้มสายชูที่นำมาบริโภคในชีวิตประจำวันในการปรุงรสอาหารส่วนใหญ่เป็นน้ำส้มสายชูกลั่นบางส่วนเป็นน้ำส้มสายชูเทียม และน้ำส้มสายชูหมักเป็นส่วนน้อย อย่างไรก็ตามน้ำส้มสายชูหมักมีกลิ่นรสเฉพาะตัวและยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โพลีแซคคาไรด์ โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ เป็นต้น และที่ไม่ใช่สารอาหารซึ่งได้แก่สารพฤกษเคมี (phytochemicals) เช่น แคโรทีนอยด์(cartenoids) แอนโธไซยานิน(anthocyanins) และสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เป็นต้น ซึ่งสารพฤกษเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidants) ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การผลิตน้ำส้มสายชู

2.2.1 กรรมวิธีการผลิตน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักซึ่งสามารถแบ่งกรรมวิธีการผลิตได้ 3 วิธีคือ (มาลัย, 2548)

2.2.1.1 วิธีการหมักน้ำส้มสายชูอย่างช้า เป็นวิธีการหมักตามธรรมชาติโดยที่น้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลอยู่พอสมควรจะถูกปล่อยให้หมักโดยเชื้อยีสต์ที่ปะปนมากับผลไม้ตามธรรมชาติหรือเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ จากนั้นเชื้อน้ำส้มสายชูที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแอลกอฮอล์เป็นกรดน้ำส้มต่อไป วิธีนี้จะต้องใช้เวลานานประมาณ 2 - 3 เดือน ประสิทธิภาพของเชื้อและคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับเชื้อธรรมชาติที่ได้ วิธีนี้สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการเติมหัวเชื้อน้ำส้มที่ได้จากการหมักรุ่นก่อน ๆ ลงไปประมาณ 33% ของปริมาตรทั้งหมดที่จะหมัก

2.2.1.2 วิธีการหมักน้ำส้มสายชูอย่างเร็ว วิธีนี้ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาค่อนข้างแพงโดยออกแบบให้ควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียในการที่จะออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดน้ำส้ม เครื่องมือที่ใช้อาจออกแบบแตกต่างกันได้หลายแบบ เช่น อาจมีการกวนพร้อมกับการให้อากาศหรือปล่อยให้ส่วนผสมของสารละลายแอลกอฮอล์กับเชื้อน้ำส้มไหลผ่าน supporting medium เช่น พวกเศษไม้ชิ้นเล็ก ๆ ขี้กบ หรือ ซังข้าวโพด ไหลผ่านช้า ๆ หมุนเวียนหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งได้น้ำส้มสายชูที่มีเปอร์เซ็นต์กรดเข้มข้นตามต้องการ ในการนี้ต้องการมีให้อากาศผ่านไปทางถังด้วยและจำเป็นต้องรักษาอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 15 - 34 องศาเซลเซียส ข้อดีของวิธีนี้ คือ ความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5 - 0.7 % ต่อชั่วโมง

2.2.1.3 การหมักโดยใช้เครื่องที่เรียกว่า Acetator การหมักน้ำส้มสายชูโดยวิธีนี้เป็นการจัดระบบการหมักในถังทรงสูง มีลักษณะเป็นถังปิด วิธีนี้จะมีการให้อากาศอย่างเพียงพอเข้าสู่น้ำหมักในสภาพที่เป็นฟองละเอียด ทำให้แบคทีเรียกระจายอยู่ในน้ำหมักอย่างทั่วถึงและออกซิเจนจะละลายอยู่ในน้ำหมักสำหรับการเจริญของแบคทีเรียและผลิตกรดอะซิติกที่เพิ่มขึ้น 3- 4 % ใน 24 ชั่วโมง

2.2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูสามารถผลิตโดยใช้วัตถุดิบจากผัก ผลไม้ และธัญพืชต่างๆ ได้หลายชนิด น้ำตาลที่มีอยู่ในผลไม้จะเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์หรือไวน์ผลไม้ และถูกหมักต่อเปลี่ยนไปเป็นน้ำส้มสายชู วัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ผลไม้ เช่น องุ่น แอปเปิ้ล ส้ม แพร์ กล้วย สับปะรด มะพร้าว เป็นต้น

2) พืชหัวที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น มันเทศ มันฝรั่ง มันสำปะหลัง ทั้งนี้แป้งที่มีอยู่ในพืชหัวดังกล่าวจะต้องถูกนำไปผ่านการแปรสภาพ (pretreatment) เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเสียก่อน

3) ธัญพืชต่าง ๆ เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ ข้าวมอลท์ ข้าวสาลี ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า และข้าวโพด เป็นต้น

4) วัตถุดิบพวกน้ำตาล เช่น กากน้ำตาล น้ำผึ้ง น้ำอ้อย น้ำเชื่อม

5) แอลกอฮอล์เพื่อใช้ในการหมักโดยตรง เช่น แอลกอฮอล์เจือจาง แอลกอฮอล์ที่สูญเสียสภาพธรรมชาติแล้ว (denatured ethyl alcohol) รวมถึงน้ำทิ้งจากโรงงานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น โรงงานเบียร์ ซึ่งมีปริมาณแอลกอฮอล์เหลืออยู่

วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติก หรือน้ำส้มสายชูนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้ ดังนั้นในการผลิตจึงจำเป็นต้องเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพเช่น ถ้าเป็นผลไม้จะต้องสุกหรือแก่จัด แต่ถ้าใช้ไวน์หรือแอลกอฮอล์เป็นวัตถุดิบ ไวน์หรือแอลกอฮอล์นั้นต้องมีความใสและปราศจากสิ่งปนเปื้อน เป็นต้น

2.2.3 เชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชู

ในการผลิตน้ำส้มสายชูวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ ที่นำมาใช้ต้องนำมาหมักให้ได้แอลกอฮอล์ก่อนด้วยเชื้อยีสต์ จากนั้นจึงจะนำเอาแอลกอฮอล์ที่ได้มาใช้ในกระบวนการหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติกอีกต่อหนึ่ง โดยอาศัยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตกรดอะซิติก ดังนั้นจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องจึงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

2.2.3.1 ยีสต์

ยีสต์ที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูเป็นชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เพราะเราต้องการจะได้แอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักด้วยแบคทีเรียในขั้นต่อไป ในปัจจุบันได้มีการคัดเลือกยีสต์สำหรับผลิตแอลกอฮอล์เพื่อจะนำไปผลิตกรดอะซิติก เช่น ในกรณีของการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์ (wine vinegar) ยีสต์ที่ใช้คือ *Saccharomyces ellipsoideus* ซึ่งเป็นเชื้อที่คัดเลือกขึ้นมาให้หมักไวน์และได้น้ำส้มสายชูที่มีกลิ่นและรสดี เมื่อนำไวน์นั้นมาหมักที่อุณหภูมิห้อง 25 - 30 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้แล้วยังมียีสต์ที่สามารถใช้หมักแอลกอฮอล์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชูอีกหลายสายพันธุ์ โดยอยู่ในสกุล Saccharomyces เช่นเดียวกัน ได้แก่ *S. cerevisiae* , *S . diastaticus* และ *S . carlsbergensis* เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 แบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตกรดอะซิติก

แบคทีเรียที่มีบทบาทในการผลิตกรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูอยู่ในสกุล Acetobacter โดยแต่เดิมค้นพบเชื้อชนิดนี้จากไวน์ที่เกิดรสเปรี้ยว เชื้อ Acetobacter มีลักษณะเป็นเซลล์มีรูปร่างเป็นรูปไข่ (ellipsoidal shaped) หรือรูปแท่ง (rod shaped) มีขนาด 0.6 - 0.8 × 1.0 - 3.0 ไมโครเมตร เซลล์อาจจะอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวหรืออยู่เป็นคู่หรือเป็นเส้นสาย เชื้อ Acetobacter ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชูจำเป็นจะต้องได้รับการคัดเลือกมาเพื่อให้ได้สมบัติที่ดี ดังนี้

1) สามารถทนต่อความเข้มข้นของกรดอะซิติกในระดับสูงได้

2) สามารถทนต่อความเข้มข้นทั้งหมดของกรดอะซิติกและแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในน้ำหมัก (total concentration) ได้สูง

3) ต้องการสารอาหารเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อย

4) ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยา overoxidation ซึ่งจะเปลี่ยนกรดอะซิติกให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

ในช่วงการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก (ปฏิกิริยาออกซิเดชัน) นี้ไม่ขึ้นกับการเพิ่มจำนวนเซลล์ (cell multiplication) ของเชื้อ Acetobacter กล่าวคือหลังจากเซลล์หยุดการเจริญเติบโตแล้วเซลล์จะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ ให้เป็นกรดอะซิติกในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จนกระทั่งความเข้มข้นของกรดอะซิติกสูงสุดแล้ว เซลล์จะตายอย่างรวดเร็วและจะส่งผลให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันหยุดลงทันที

2.2.4 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชู

ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาลมี 2 ขั้นตอนคือ (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

2.2.4.1 การหมักน้ำตาลให้เป็นเอธานอล ซึ่งเป็นกระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศและอาศัยเชื้อยีสต์ในสกุล *Saccharomyces cerevisiae* var. elliposodeus ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$\underset{\text{กลูโคส}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow 2\,CO_2 + 2\,\underset{\text{เอธานอล}}{C_2H_5OH}$$

การหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์จากน้ำตาลนี้ต้องอาศัยปฏิกิริยาหลายขั้นตอนประกอบกันอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งจะเกิดผลพลอยได้หลายชนิด เช่น กลีเซอรอล รวมทั้งกรดอะซิติกอีกด้วยแต่มีในปริมาณน้อย

2.2.4.2 การเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก โดยอาศัยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตกรดอะซิติก (acetic acid bacteria) ทำการหมักในสภาพมีอากาศ สำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนแรก เป็นการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นอะเซทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) โดยอาศัยเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังนี้

$$C_2H_5OH + O \longrightarrow CH_3CHO + H_2O$$

เอธานอล — อะเซทัลดีไฮด์

ขั้นตอนที่สองเป็นการเปลี่ยนอะเซทัลดีไฮด์ให้เป็นไฮเดรตอะเซทัลดีไฮด์ (hydrate acetaldehyde) โดยอาศัยเอนไซม์ อะเซทัลดีไฮด์ดีไฮโดรจีเนส (acetaldehyde dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังนี้

$$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH(OH)_2-CH_3$$

อะเซทัลดีไฮด์ — ไฮเดรตอะเซทัลดีไฮด์

ขั้นตอนที่สาม เป็นขั้นตอนการสร้างกรดอะซิติกโดยที่เกิดปฏิกิริยาการส่งโปรตอน 2 ตัวของไฮเดรตอะเซทัลดีไฮด์ ไปยังอะตอมของออกซิเจนได้กรดอะซิติก ทั้งนี้จะอาศัยเอนไซม์อะเซทัลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส (acetaldehyde dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังนี้

$$CH_3-CH(OH)_2 + O \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

ไฮเดรตอะเซทัลดีไฮด์ — กรดอะซิติก

สามารถสรุปปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกได้ดังนี้

$$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

เอธานอล — กรดอะซิติก

นอกจากนี้แล้วการสังเคราะห์กรดอะซิติกอาจเกิดขึ้นได้โดยอาศัยปฏิกิริยารวมของอะเซทัลดีไฮด์ 2 โมเลกุล ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Cannizzaro reaction ดังสมการต่อไปนี้

$$CH_3CHO + CH_3CHO \longrightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$$

อะเซทัลดีไฮด์ อะเซทัลดีไฮด์ — กรดอะซีติก เอธานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ประโยชน์เชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูหมัก

2.3.1 ประโยชน์เนื่องจากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมัก

กรดอะซิติกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำส้มสายชูทุกชนิดซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน เช่น ช่วยระบบย่อยอาหาร ลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ลดความดันโลหิต ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสะสมไกลโคเจน (glycogen repletion) ในตับและกล้ามเนื้อลาย (Fushimi และคณะ, 2001) เป็นต้น ดังรายละเอียดในรายงานการวิจัยต่อไปนี้

Hu และคณะ (1999) ศึกษาผลของน้ำส้มสายชูต่อการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ โดยให้ผู้ป่วยในสถาบัน Nurses' Health Study เป็นอาสาสมัครในการทดสอบ ซึ่งจะแบ่งอาสาสมัครเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มแรกให้อาสาสมัครรับประทานน้ำสลัดที่มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชู 5 - 6 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มที่สองอาสาสมัครรับประทานน้ำสลัดที่มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชูน้อยกว่า 5 - 6 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มแรกมีความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอาสาสมัครกลุ่มที่สอง

Kondo และคณะ (2001) ศึกษาผลของกรดอะซิติกและน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวต่อภาวะความดันโลหิตสูงในหนูทดลอง โดยให้อาหารที่มีกรดอะซิติก อาหารที่ไม่มีกรดอะซิติก และอาหารที่มีน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว เป็นส่วนผสมในอาหารที่ใช้เลี้ยงหนู ปริมาณกรดอะซิติกที่ใช้ในตัวอย่างอาหาร 46.2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่วนน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวใช้ 46.48 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ภาวะความดันโลหิตจะสามารถบอกได้จากตรวจค่าต่าง ๆ ที่ใช้เป็นดัชนี คือ Plasma rennin activity, Plasma angiotensin II และ Plasma aldosterone ซึ่งดัชนีทั้ง 3 ชนิดนี้ถ้ามีค่าสูงจะสัมพันธ์กับภาวะความดันโลหิตสูง จากการทดลองพบว่า กลุ่มหนูที่ได้รับกรดอะซิติกและกลุ่มหนูที่ได้รับน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวมีค่าดัชนี ทั้ง 3 ชนิดลดลง แสดงว่ากรดอะซิติกช่วยในการลดภาวะความดันโลหิตสูงได้

Fushimi และคณะ (2005) ได้ศึกษาผลของกรดอะซิติกต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ ไกลโคเจนในตับ และกล้ามเนื้อลาย ทำการทดสอบกับหนูทดลองโดยหนูทดลองกลุ่มแรกให้อาหารที่มีกรดอะซิติกปริมาณ 0.7 กรัม ต่อ อาหาร 100 กรัม ส่วนกลุ่มที่สองให้อาหารที่ไม่มีกรดอะซิติก ให้อาหารวันละ 1 มื้อ ในช่วง เวลา 9.00 ถึง 13.00 น. เป็นระยะเวลา 10 วัน วันที่ 11 เริ่มทำการฆ่าหลังจากที่ได้รับอาหาร 4 , 8 และ 24 ชั่วโมง และตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลายส่วนของ Gastrocnemius muscle , Soleus muscle และตับ พบว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของกรดอะซิติก จะมีปริมาณของไกลโคเจนเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าหนูทดลองกลุ่มที่ให้อาหารที่ไม่มีกรดอะซิติก โดยเฉพาะบริเวณ Gastrocnemius muscle และ Soleus muscle ปริมาณไกลโคเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 4 และค่อย ๆ ลดลงจนเท่ากันที่ 8 ชั่วโมง ในหนูทดลองทั้ง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม และลดลงจนถึง 24 ชั่วโมง แสดงว่ากรดอะซิติกมีผลต่อการเพิ่มระดับไกลโคเจนสะสมในอวัยวะต่าง ๆ ของหนู

Fushimi และคณะ (2006) รายงานผลของกรดอะซิติกในการช่วยลดคอเลสเตอรอล และไตรเอซิลกลีเซอรอลในเลือด ทำการทดสอบในหนูทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกหนูทดลองได้รับอาหารที่ไม่มีคอเลสเตอรอลซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่สองหนูทดลองได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของ 1 เปอร์เซ็นต์คอเลสเตอรอล และกลุ่มที่สามหนูทดลองได้รับอาหารที่มีส่วนผสม 1 เปอร์เซ็นต์คอเลสเตอรอล พร้อมกับให้ 0.3 เปอร์เซ็นต์ของกรดอะซิติกโดยน้ำหนัก จากนั้นนำหนูทดลองมาตรวจสอบปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรเอซิลกลีเซอรอลในเลือดพบว่ามีปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมด โดยเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 573 , 1,050 และ 854 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไตรเอซิลกลีเซอรอลโดยเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 592 , 1,125 และ 376 มิลลิกรัมต่อลิตร หนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีคอเลสเตอรอลและกรดอะซิติก จะมีปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมด และปริมาณไตรเอซิลกลีเซอรอลน้อยกว่าหนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีคอเลสเตอรอลเพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่ากรดอะซิติกมีผลในการช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรเอซิลกลีเซอรอลในเลือดได้

จากรายงานการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากรดอะซิติกซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำส้มสายชูหมักมีผลดีต่อสุขภาพ ดังนั้นการบริโภคน้ำส้มสายชูหมักจึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ได้

2.3.2 ประโยชน์จากองค์ประกอบ ในวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำส้มสายชูหมัก

น้ำส้มสายชูหมักอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น โพลีแซคคาไรด์ โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และสารพฤกษเคมี ที่ไม่ใช่สารอาหาร เช่น แอนโธไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีที่อยู่ในพืช โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.2.1 สารประกอบฟีนอลิก (วิวัฒน์, 2545)

สารประกอบฟีนอลิก ประกอบด้วยสารที่มีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกันไปเป็นจำนวนมาก จัดเป็นสารประกอบทุติยภูมิ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด พบในผัก ผลไม้และธัญพืชเป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไป โครงสร้างจะประกอบด้วยวงแหวนอะโรมาติก อาจมีหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่หรือมากกว่า โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของไกลโคไซด์ คือสารประกอบฟีนอลิกจะจับอยู่กับโมเลกุลของน้ำตาล ซึ่งอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) ก็ได้ แต่น้ำตาลที่พบมากที่สุดได้แก่ กลูโคส (glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นๆ ที่พบได้แก่ กาแลกโตส (galactose) แรมโนส (rhamnose) ไซโรส (xylose) อะราบิโนส (arabinose) และอนุพันธ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(glucoronic acid) กรดกาแลกทูโรนิก (galacturonic acid) และอื่นๆ นอกจากนี้ ยังอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเองหรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acids) กรดอินทรีย์ (organic acid) เอมีน (amines) และไขมันอีกด้วย สารประกอบฟีนอลิกสามารถพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มจากพืช เช่น ผักผลไม้ ธัญชาติต่าง ๆ น้ำผลไม้ เบียร์ ไวน์ ชา และ กาแฟ เป็นต้น (Bravo, 1998) แต่จะพบในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากการสร้างสารประกอบฟีนอลิกของพืชจะมีทั้งปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูปหรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษาก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งสิ้น

สารประกอบฟีนอลิกแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และนอนฟลาโวนอยด์ (non-flavonoids) (Burns และคณะ, 2000)

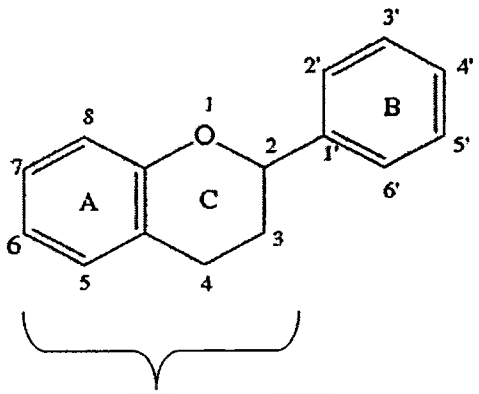
1) ฟลาโวนอยด์ มี 12 กลุ่มย่อย ได้แก่ ฟลาโวน (flavone) ไอโซฟลาโวน (isoflavone) ฟลาโวนอล (flavonol) ฟลาวาโนน(flavanone) ฟลาวาโนนอล(flavanonol) ฟลาวานอล (flavanol) ลูโคแอนโธไซยานิน(lucoanthocyanin) แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ชาโคน (chalcone) ไดไฮโดรชาลโคน (dihydrochalcone) ออโรน (aurone) และ แซนโธน (xanthone)

2) นอนฟลาโวนอยด์ ที่สำคัญได้แก่ กรดฟีนอลิก (phenolic acid) ตัวอย่างของกรดฟีนอลิกที่พบมากในผลไม้ทั่วไปคือ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดโปรโตเคทิชิวอิก (protocatachuic acid) กรดวานิลิก (vanillic acid) กรดพาราคูมาริก (p-coumaric acid) กรดเฟอรูลิก (ferulic acid) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมี นอนฟลาโวนอยด์ ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ไฮดรอกซีซินนาเมต (hydroxycinnamate) และ สติลบิเนส (stibinase) เป็นต้น

2.3.2.2 ฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์พบอยู่ทั่วไปในพืชที่มีสีเขียว และพบในทุกส่วนของพืชไม่ว่าจะเป็นใบ ราก เนื้อไม้ เปลือกต้น ดอก ผล หรือเมล็ด ในสัตว์สามารถพบได้บ้าง โดยเชื่อว่ามาจากพืชที่บริโภคเข้าไปมากกว่าการเกิดชีวสังเคราะห์ในร่างกายของสัตว์เอง ฟลาโวนอยด์จัดเป็นสารสำคัญในกลุ่มโพลีฟีนอล มีสูตรโครงสร้างเป็นฟลาแวน (flavan) หรือ 2-ฟีนิลเบนโซไพเรน (2-phenylbenzopyran) ประกอบด้วยคาร์บอน 15 อะตอม เรียงกันเป็นระบบ $C_6C_3C_6$ โดยมีวงเบนซีน 2 วง จับกันด้วยคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งอาจจัดเรียงเกิดเป็นวงที่ 3 ทำให้โครงสร้างหลักที่ได้เหมือนโครงสร้างหลักของวิตามินอี ที่เป็นโครงสร้างแบบโครแมน (chroman) หรือ เบนโซไพแรน (benzopyran) แสดงดังภาพที่ 2.1 (โอภา และคณะ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

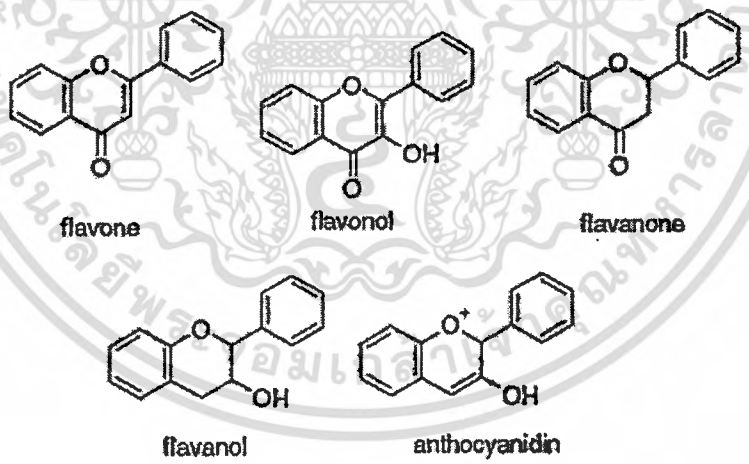


Chroman structure

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของฟลาแวน (flavan)

ที่มา : Xu และคณะ, 2007(b)

สารกลุ่มฟลาโวนอยด์แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่ม ตามความแตกต่างของสูตรโครงสร้างโดยเฉพาะที่วงแหวนซี ซึ่งเป็นวงแหวนที่มีอะตอมออกซิเจนอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น อีเทอร์ คีโตน รวมทั้งการมีหมู่ไฮดรอกซีแทนที่บนวงแหวนอะโรมาติก ในโมเลกุล



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างโครงสร้างหลักของฟลาโวนอยด์

ที่มา : Balasundram และคณะ, 2006

จากตัวอย่างสูตรโครงสร้างหลักของสารประกอบฟลาโวนอยด์แสดงดังภาพ 2.2 จะมีหมู่แทนที่ที่คาร์บอนตำแหน่งต่าง ๆ โดยเฉพาะที่วง A และ B ส่วนใหญ่จะเป็นหมู่ไฮดรอก-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีเมททอกซี น้ำตาลต่าง ๆ (ในกรณีที่เป็นกลัยโคไซด์) การแทนที่ของหมู่ต่าง ๆ เหล่านี้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นสารฟลาโวนอยด์ในธรรมชาติที่แตกต่างกันออกไปเป็นจำนวนมากและสารฟลาโวนอยด์ที่พบได้บ่อยในแหล่งอาหารต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สารฟลาโวนอยด์ที่พบบ่อยและแหล่งอาหารที่พบมาก

โครงสร้างหลัก	ชื่อสาร	แหล่งที่พบ
ฟลาวานอล (flavanol)	epicatechin	ชา
	catechin	ชาเขียว
	epigallocatechin gallate	ชา
ฟลาวาโนน (flavanones)	naringin	ผลของพืชตระกูลส้มมะนาว
	taxfolin	เปลือกผลไม้ตระกูลส้มมะนาว
	eriodicctyol	มะนาว
	hesperidin	ส้ม
ฟลาโวนอล (flavonol)	kaempferol	ผักกลีด บรอคโคลี ส้มเกรฟฟุต ชาดำ แอปเปิล เบอร์รี่
	quercetin	หอมหัวใหญ่ บรอคโคลี มะเขือเทศ ชา ไวน์แดง เบอร์รี่ น้ำมันมะกอก เปลือกแอปเปิล
ฟลาโวน (flavone)	chrysin	เปลือกผลไม้
	apigenin	คื่นฉ่าย (celery) ผักชีฝรั่ง
	rutin	ไวน์แดง พืชตระกลูส้มมะนาว เปลือกมะเขือเทศ
	luteolin	พริกไทยแดง
ไอโซฟลาโวน (isoflavone)	genistin	ถั่วเหลือง
	genistein	ถั่วเหลือง
	daidzin	ถั่วเหลือง
	daidzein	ถั่วเหลือง
แอนโธไซยานิน (anthocyanidin)	apigenidin	ผลไม้ที่มีสี
	cyanidin	เชอร์รี่ ราสเบอร์รี่ สตอร์เบอร์รี่

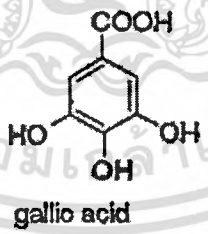
ที่มา : Heim และคณะ, 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์นอกจากจะเป็นสารให้ดอกหรือผลมีสีสวย เช่น สีเหลือง ชมพู แดง ฟ้า หรือม่วง ซึ่งมีประโยชน์ในการล่อแมลง นก หรือผึ้งเข้ามาผสมเกสร เพื่อแพร่กระจายพันธ์แล้วมีแล้วมีการศึกษามากมายยืนยันถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารฟลาโวนอยด์ที่ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคเกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือด ฤทธิ์ต้านมะเร็ง การต้านแบคทีเรีย ต้านการอับเสบ ต้านอาการแพ้ ต้านไวรัส เป็นต้น (โอภา และคณะ, 2550) ซึ่งพบว่าคุณสมบัติเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของฟลาโวนอยด์

2.3.2.3 กรดฟีนอลิก (phenolic acids)

กรดฟีนอลิกจัดเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลิกกลุ่มใหญ่ที่พบมากในพืชที่ใช้เป็นอาหาร กรดฟีนอลิกที่พบโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กรดฟีนอลิกที่เป็นอนุพันธุ์ของกรดซินนามิก (cinnamic acid) ตัวอย่างได้แก่ กรดเฟอรูลิก (ferulic acid) กรดคาแฟอิก (caffeic acid) กรดพาราคูมาลิก (p-coumaric acid) เป็นต้น กรดฟีนอลิกที่เป็นอนุพันธุ์ของกรดเบนโซอิก (benzoic acid) ได้แก่ กรดแกลลิค (gallic acid) (โครงสร้างทางเคมีแสดงดังภาพที่ 2.3) กรดวานิลลิก (vanillic acid) เป็นต้น ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มกรดฟีนอลิก และเอสเทอร์ของกรดฟีนอลิก จะขึ้นอยู่กับจำนวนหมู่แทนที่ไฮดรอกซิลในโมเลกุล คุณสมบัติในการดึงหมู่อิเล็กตรอนของหมู่คาร์บอกซิลิกในกรดเบนโซอิก จะส่งผลให้ความสามารถในการให้ไฮโดรเจนของไฮดรอกซีเบนโซเอทน้อยลง ดังนั้นจะพบว่าสารกลุ่มไฮดรอกซีซินนามิกจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า (โอภา และคณะ, 2550)อย่างไรก็ตามสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระนี้จะแตกต่างจากสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ โดยพบว่า สารในกลุ่มนี้ไม่มีความสามารถในการยับยั้งกระบวนการลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน



gallic acid

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของกรดแกลลิค

ที่มา : Balasundram และคณะ, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4 แคโรทีนอยด์ (Carotenoids)

แคโรทีนอยด์เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่พบในพืช ให้สีเหลือง ส้ม และสีส้มแดง มีสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และละลายได้ดีในน้ำมัน แคโรทีนอยด์ชนิดที่ถูกสังเคราะห์มากที่สุดคือ ฟิวโคแซนทิน (fucoxanthin) โดยสาหร่ายชนิดต่างๆ และอีก 3 ชนิด คือ ลูเตอิน (lutein) ไวโอลาแซนทิน (violaxanthin) แคโรทีนอยด์ที่ถูกสังเคราะห์โดยพืชใบเขียวรองลงมาเป็นพวกแคโรทีน และซีแซนทีน (zexanthin) สำหรับแคโรทีนอยด์ชนิดอื่นๆ เช่นไลโคพีน (lycopene) พบมากในมะเขือเทศ แตงโมสีแดง แคพแซนทิน (capxanthun) พบมากในพริกแดง และไบซิน (bixin) พบมากในแนตโต ซึ่งสารกลุ่มหลังจะพบมากเฉพาะพืชบางชนิดเท่านั้น นอกจากนี้แคโรทีนอยด์ยังทำหน้าที่ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ในคนที่บริโภคผักหรือผลไม้น้อยอาจจะบริโภคแคโรทีนอยด์ในรูปผลิตภัณฑ์อาหารเสริม แต่ถ้าบริโภคมากเกินไปอาจทำให้ผิวและฝ่ามือเหลือง ต้องหยุดบริโภคเพื่อให้อาการดังกล่าวค่อย ๆ หายไป (มลศิริ, 2545)

2.3.2.5 แอนโธไซยานิน(Anthocyanins)

แอนโธไซยานินเป็นรงควัตถุสีม่วงแดงจนไปถึงสีน้ำเงินอยู่ใน cell sap ของพืช เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ อยู่ในรูปของไกลโคไซด์ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำตาลและส่วนที่เป็น อกลัยโคน (aglycone) เรียกว่า แอนโธไซยานิดิน (anthocyanidin) ซึ่งแยกออกจากกันได้โดยอาศัยการไฮโดรไลซิสด้วยกรด ในเนื้อเยื่อพืชจะไม่พบอกลัยโคนที่อยู่ในรูปอิสระจะพบเฉพาะที่อยู่ในรูปไกลโคไซด์ คือ รวมกับน้ำตาลเป็นเอสเทอร์เท่านั้น แอนโธไซยานินละลายน้ำได้ดีแต่ไม่ละลายในตัวทำละลายชนิดที่ไม่มีขั้ว (ไม่มีหมู่ไฮดรอกซิล หรือ –OH) เช่น อีเทอร์ อะซีโตน คลอโรฟอร์ม และเบนซีน เป็นต้น

ประโยชน์ของแอนโธไซยานิน มีดังนี้ (มูลนิธิสุขภาพไทย, 2543)

-ใช้ทำสีผสมอาหารในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติ

-ช่วยลดอาการอักเสบในทางเดินปัสสาวะ โดยไปขัดขวางไม่ให้แบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการอักเสบในทางเดินปัสสาวะเกาะผนังลำไส้ปัสสาวะได้

-เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็ง ซึ่งเซลล์ร่างกายจะทำลายด้วยสารอนุมูลอิสระที่สามารถเปลี่ยนแปลง DNA ในร่างกายให้เป็นเซลล์มะเร็งได้ตลอดเวลา โดยแอนโธไซยานินจะช่วยยับยั้งการสร้างเส้นเลือดฝอยไม่ให้ไปเลี้ยงเซลล์มะเร็งได้

-ช่วยเปลี่ยน LDL-Cholesterol ที่เป็นโทษต่อร่างกายและเพิ่ม HDL-Cholesterol ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

-ช่วยลดการร่วมตัวเป็นก้อนแข็งของเกล็ดเลือด (pletlet aggregation) ซึ่งทำให้เลือดมีความข้นน้อยลงได้ ป้องกันโรคหัวใจวายและอัมพฤกษ์ได้

-เป็นสารต้านโรคภูมิแพ้ชนิดต่าง ๆ

-ช่วยให้เส้นโลหิตฝอยแข็งแรงขึ้น และรักษาเส้นโลหิตฝอยที่ถูกทำลายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.6 แร่ธาตุ (mineral)

แร่ธาตุเป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารในปริมาณน้อย และเนื่องจากร่างกายต้องการแร่ธาตุต่างๆ ในปริมาณน้อยจึงจัดเป็น micronutrients แร่ธาตุแต่ละชนิดทำหน้าที่เฉพาะอย่างในร่างกาย ตัวอย่างเช่น แร่ธาตุบางชนิดเป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน บางชนิดเป็นโคเฟคเตอร์ ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ บางชนิดทำหน้าที่ควบคุมสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย เป็นต้น ซึ่งในน้ำส้มสายชูแอปเปิ้ลไซเดอร์มีโบรอน แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ช่วยให้กระดูกแข็งแรง

2.3.2.7 ใยอาหาร (dietary fiber)

ใยอาหาร คือ สารประกอบน้ำตาลเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลใหญ่ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืชผักและผลไม้ที่รับประทานได้ แต่น้ำย่อยในร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้ซึ่งเมื่อผ่านลำไส้ใหญ่ บางส่วนจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจน น้ำและกรดไขมันสายสั้นๆซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าร่างกาย ด้วยเหตุนี้เองใยอาหารจึงมีผลต่อการทำงานของลำไส้และการดูดซึมสารอาหารต่างๆ ในทางเดินอาหาร ใยอาหารแบ่งได้ 2 ชนิด คือ (ฝ่ายโภชนาการ โรงพยาบาลพระรามเก้า, 2541)

1) ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ เมื่อละลายน้ำจะเห็นเป็นลักษณะเมือก หรือเจล สามารถจับน้ำตาล ดูดซับน้ำมันได้ พบมากในผลไม้ ถั่ว ข้าวโอ๊ต เป็นต้น เช่น เพกติน แทนนิน น้ำส้มสายชูหมัก เป็นต้น

2) ใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ จะพบมากใน ข้าวซ้อมมือ รำข้าว ผักต่าง ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เป็นต้น

ใยอาหารไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในทางเดินอาหารและไม่ถูกดูดซึมในทางเดินอาหารแต่มีประโยชน์ต่อรางกาย ดังนี้ (มลศิริ , 2545)

1) การถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ (microbial fermentation) เมื่อใยอาหารถูกลำเลียงมาถึงลำไส้ใหญ่จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณลำไส้ใหญ่ (colonic microflora) โดยเฉพาะใยอาหารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ดี เช่น เบต้ากลูแคน เพกทิน กัมส์ มิวซิเลท และพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่าย ในขณะที่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลสจะถูกย่อยได้เพียงบางส่วน การย่อยด้วยจุลินทรีย์จะทำให้เกิดกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acid, SCFA) เช่น อะซิเตต โพรพิโอเนต และบิวไทเรต และเกิดแก๊ส เช่น มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น มีการศึกษาพบว่าเซลล์ที่อยู่บนผิวของลำไส้ใหญ่สามารถดูดซึมกรดไขมันสายสั้น ไปใช้เป็นพลังงานได้ นอกจากนั้นการย่อยสลายใยอาหารยังทำให้เกิดสภาวะเป็นกรดในบริเวณลำไส้ใหญ่ ยับยั้งเอนไซม์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่จะเปลี่ยนน้ำดีให้เกิดเป็นสารก่อมะเร็งในลำไส้ใหญ่อีกด้วย การที่จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยสลายใยอาหารได้ จึงมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนซึ่งเป็นช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มปริมาตรของอุจจาระ (stool bulking) กระตุ้นลำไส้ใหญ่ให้เกิดการขับถ่ายอุจจาระ ทำให้อุจจาระไม่ค้างอยู่นานในลำไส้ใหญ่ (less transit time) ซึ่งจะทำให้สารพิษหรือสารก่อมะเร็งที่อาจมีอยู่ในอุจจาระมีโอกาสก่อมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้

2) ความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้าง (water-holding capacity) ใยอาหารส่วนใหญ่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ โดยเฉพาะเพกทิน กัมส์ มิวซิเลจ และพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่าย ซึ่งมีขั้วอิสระ (free polar groups) สามารถจับน้ำไว้ไม่ให้ไหลได้อิสระ ทำให้อาหารที่มีสารเหล่านี้มีความหนืดหรือเกิดเป็นเจล ซึ่งจะทำให้การย่อยและการดูดซึมอาหารช้าลงในทางเดินอาหาร(slow gastric emptying) อาหารที่มีใยอาหารมากจึงช่วยลดการดูดซึมกลูโคสซึ่งมีผลดีต่อผู้ป่วยเบาหวานเพราะอาหารจะมีค่าดัชนีไกลซีมิก (glycemic index) ต่ำการที่น้ำตาลในเลือดไม่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังการรับประทานอาหารนั้น ทำให้การตอบสนองต่ออินซูลินมีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนั้นคุณสมบัติการดูดน้ำยังช่วยทำให้ปริมาตรของอุจจาระเพิ่มขึ้น กระตุ้นการขับถ่าย และป้องกันท้องผูก

3) ความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ (absorption of organic molecules) ใยอาหารจำพวกลิกนิน และจมูกข้าวโอ๊ต สามารถจับกรดน้ำดี ซึ่งทำให้อาหารที่มีใยอาหารมากจะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ เพราะคอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นของการสร้างน้ำดีที่ตับและเก็บไว้ในถุงน้ำดี จะหลั่งออกมาเพื่อช่วยในการย่อยและดูดซึมไขมัน เมื่อใยอาหารจับกรดน้ำดีไว้ทำให้ไม่สามารถดูดซึมกลับไปใช้ใหม่ได้ (altering enterohepatic circulation) ทำให้น้ำดีถูกขับทิ้งไปกับอุจจาระ ตับจึงต้องสร้างน้ำดีใหม่ ทำให้มีการใช้คลอเลสเตอรอลในร่างกายเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำดี ระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดจึงลดลง นอกจากนั้นคุณสมบัติในการดักจับสารอินทรีย์ยังช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ โดยใยอาหารจับกับสารก่อมะเร็งและขับออกจากร่างกายโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ที่ผิวลำไส้ใหญ่

4) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนสารที่มีประจุบวก (cation exchange - capacity) อาหารที่มีใยอาหารมากอาจมีข้อเสียในการลดการดูดซึมเกลือบางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง เป็นต้น คุณสมบัติในการจับประจุบวก (cation) ของใยอาหารมาจากการที่มี กลุ่มคาร์บอนิล (carbonyl group) หรือ กรดยูโรนิก (uronic acid) ในโครงสร้างของใยอาหาร การบริโภคใยอาหารจึงควรให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการขาดเกลือแร่เนื่องจากการขัดขวางการดูดซึม

5) ลดความอ้วน เมื่อเรารับประทาน ใยอาหารซึ่งเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานเข้าไปในร่างกายใยอาหารจะเข้าไปเพิ่มพื้นที่ในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลให้เรารู้สึกอิ่มได้เร็วและอิ่มได้นาน ช่วยลดความอยากอาหารลงไป จึงสามารถลดพลังงานที่จะได้รับจากอาหารได้จึงส่งผลให้น้ำหนักลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารพฤกษเคมีและสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำส้มสายชูหมัก

น้ำส้มสายชูหมักเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบของสารพฤกษเคมีซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระหรือต้านออกซิเดชัน ดังรายละเอียดของงานวิจัยที่มีรายงานดังนี้

Dávalos และคณะ(2005)ได้ศึกษาตัวอย่าง 3 ชนิดคือ น้ำองุ่นแดง น้ำองุ่นขาว และ น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง โดยการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่าน้ำองุ่นแดง และ น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่นแดง มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง และ น้ำองุ่นขาวตามลำดับ เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำองุ่นขาว ต่างจากน้ำองุ่นแดง และน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง คือองุ่นแดงมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด มากกว่าองุ่นขาวจึงส่งผลให้ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าองุ่นขาว

Su และ Silva (2006) ศึกษาปริมาณแอนโธไซยานินของตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากบลูเบอร์รี่ คือ น้ำบลูเบอร์รี่ ไวน์บลูเบอร์รี่ และ น้ำส้มสายชูหมักจากบลูเบอร์รี่ พบว่า มีค่าเท่ากับ 11.9 , 10.9 และ 2.3 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณแอนโธไซยานินในน้ำบลูเบอร์รี่สูงกว่า ไวน์บลูเบอร์รี่ และ น้ำส้มสายชูหมักจากบลูเบอร์รี่ ตามลำดับ ซึ่งไวน์บลูเบอร์รี่ และ น้ำส้มสายชู-หมักจากบลูเบอร์รี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมัก ทั้งนี้เนื่องจากในหว่างกระบวนการหมักเป็นปฏิกิริยาที่ต้องการใช้ออกซิเจนซึ่ง เป็นปัจจัยหลักในการลดลงของแอนโธไซยานิน และแอนโธไซยานินจัดเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียแอนโธไซยานินไปในระหว่างกระบวนการหมักไวน์บลูเบอร์รี่ และน้ำส้มสายชูหมักจากบลูเบอร์รี่

Verzelloni และคณะ (2007) ศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ของตัวอย่างไวน์แดงและน้ำส้มสายชูตัวอย่าง ไวน์แดง ประกอบด้วย Nero d'Avola Lambrusco และ Dolcetto d' Alba สำหรับน้ำส้มสายชูหมัก ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูบัลซามิกสูตรดั้งเดิม (tradition balsamic vinegar) น้ำส้มสายชูบัลซามิก (balsamic vinegar) และ น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่นแดง (red wines vinegar) โดยเปรียบเทียบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสมบัติการรีดิวซ์เฟอร์ริก ปริมาณสารประกอบฟีนอลิค และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่า ไวน์แดง Nero d'Avola มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด มากที่สุดจากตัวอย่างทั้งหมดที่ศึกษา และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของไวน์แดงและน้ำส้มสายชูหมักมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104510

ทั้งหมด กล่าวคือตัวอย่างที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูง จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงด้วยเช่นกัน

Masino และคณะ (2008) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูล ABTS ของน้ำส้มสายชูหมักบัลซามิก มีค่าเท่ากับสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.783 พบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือเมื่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดมีค่าสูงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าสูงด้วยเช่นกัน

2.5 น้ำส้มสายชูสมุนไพร

น้ำส้มสายชูสมุนไพร(herbal vinegar) เป็นน้ำส้มสายชูที่มีกลิ่นรสของสมุนไพรซึ่งได้รับความนิยมในกลุ่มประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน สมุนไพรที่นิยมนำมาทำน้ำส้มสายชูสมุนไพรคือ ใบโหระพา (basil) ใบทาร์รากอน (tarragon) มาร์เจอแรม (marjoram) ซึ่งเป็นพืชจำพวกมิ้นต์ ไทม์ (thyme) ออริกาโน (oregano) และ โรสเมรี่ (rosemary) เป็นต้น โดยทั่วไปน้ำส้มสายชูชนิดนี้จะมีสีอ่อนและรสชาตินุ่มนวลมีการปรุงแต่งรสด้วยเครื่องเทศ น้ำผึ้ง และผลไม้เพื่อให้ได้รสชาติและกลิ่นอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวในแต่ละท้องถิ่น น้ำส้มสายชูสมุนไพรสามารถเตรียมได้เองในครัวเรือนโดยนำเอาพืชสมุนไพรที่ต้องการมาทำความสะอาดและทำให้แห้งใส่ในขวดแก้ว จากนั้นเทน้ำส้มสายชูให้ท่วมพืชสมุนไพรแช่ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสมุนไพรและความเข้มข้นของกลิ่นรสที่ต้องการ โดยทั่วไปจะแช่ในระยะเวลาประมาณ 2 - 8 สัปดาห์ เมื่อได้กลิ่น รส และ สี ตามต้องการ นำมากรองเอาสมุนไพรออกเพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ใส จากนั้นบรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว การทำน้ำส้มสายชูสมุนไพรบางครัวเรือนนำเอาสมุนไพรสดมาแทนสมุนไพรแห้ง เนื่องจากสมุนไพรสดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าสมุนไพรแห้ง (Herbel vinegar, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการเพิ่มคุณค่าเชิงสุขภาพของน้ำส้มสายชูกล่ัน

สมุนไพร (medicinal plants) ตามความหมายของพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถานได้ให้คำจำกัดความของคำว่าสมุนไพร หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยา ซึ่งหาได้ตามพื้นเมืองมิใช่เครื่องเทศ ส่วนพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2522 และความหมายในตำราไทยให้ความหมายของยาสมุนไพรต่างออกไปเล็กน้อย โดยยาสมุนไพรจะหมายถึงยาที่ได้จากพฤกษชาติ สัตว์ หรือแร่ ซึ่งมิได้ผสมปรุงหรือแปรสภาพ

เครื่องเทศ (spices) หมายถึง ของหอมฉุน และรสเผ็ดร้อนที่ได้จากต้นไม้ สำหรับใช้ทำยาและเครื่องปรุงอาหาร ส่วนใหญ่เครื่องเทศจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืช ซึ่งไปใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการแต่งกลิ่น แต่งรสอาหาร ส่วนของพืชที่นำไปใช้เป็นเครื่องเทศมีหลายส่วน เช่น เปลือกอบเชย ผลพริกไทย ดอกกานพลู เป็นต้น ถ้าหากนำเครื่องเทศชนิดใดไปใช้เป็นยารักษาโรคจะเรียกเครื่องเทศว่าสมุนไพร (วันทนี , 2542)

พืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทดลองมี 10 ชนิด ดังนี้

2.6.1 กระเจี๊ยบแดง (Roselle)

กระเจี๊ยบแดงมีชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Hibiscus sabdariffa* Linn.อยู่ในวงศ์ Malvaceae มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นหลายชื่อ เช่น ทางภาคกลางเรียกว่า กระเจี๊ยบ กระเจี๊ยบเปรี้ยว ทางภาคเหนือเรียกว่า ผักเก็งเค็ง ส้มเก็งเค็ง ทางแม่ฮ่องสอนเรียกว่า ส้มปู ทางตากเรียกว่า ส้มตะเลงเครง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ กระเจี๊ยบแดงเป็นพืชล้มลุกปีเดียว ลำต้นสูง 1-2 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านมีสีม่วงแดง ใบออกสลับกัน ก้านใบยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ตัวใบรีแหลมอาจมีรอยเว้าลึกแบ่งตัวใบออกเป็น 3 แฉก ดอกมีสีชมพูอมแดง หลังจากดอกแก่เต็มที่แล้วกลีบเลี้ยงจะติดกันสีแดงอมม่วง เนื้อหนากรอบหักง่าย ห่อหุ้มเมล็ดสีดำ เมล็ดมีจำนวนมาก กระเจี๊ยบแดงเป็นพืชเศรษฐกิจที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ส่งเสริมให้ประชาชนปลูกมีตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ เช่น ประเทศเยอรมัน สหรัฐอเมริกา เป็นต้น กลีบเลี้ยงและริ้วประดับมีสารชื่อ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) จึงทำให้มีสีม่วงแดง ซึ่งแอนโธไซยานินมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ(antioxidants) โดยสามารถทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ (antiradical activity) ความสามารถในการจับโลหะ และใช้ในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจและโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังประกอบด้วยกรดอินทรีย์หลายชนิด

สรรพคุณ แก้อาการขัดเบา ขับเสมหะ

ด้านพิษวิทยา มีเกลือโพแทสเซียมมาก จึงต้องระวังในการใช้กับคนไข้โรคหัวใจ (สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 พริกไทยดำ (Black peper)

พริกไทยชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Piper nigrum* Linn. อยู่ในวงศ์ Piperaceae ชื่อเรียกท้องถิ่นทางภาคเหนือเรียกว่า พริกน้อย ลักษณะทางพฤกษศาสตร์พริกไทยเป็นไม้เนื้อแข็ง มีรากฝอยออกบริเวณข้อเพื่อใช้ในการยึดเกาะข้อโป้งนูน ใบเดี่ยวรูปไข่เรียงสลับ ดอกสมบูรณ์เพศ สีขาว แกมเขียวผลกลมจัดเรียงกันตัวแน่นอยู่บนแกน ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีแดง พริกไทยแบ่งตามวิธีการเก็บ และเตรียมได้เป็น 2 ชนิด คือ พริกไทยดำ (black pepper) และพริกไทยล่อน (white pepper) พริกไทยดำ เตรียมได้จากการนำผลพริกไทยที่โตเต็มที่ แต่ยังไม่สุก มาตากแห้ง ส่วนพริกไทยล่อนได้จากการนำผลพริกไทยที่สุกแล้ว มาแช่ในน้ำ เพื่อลอกเปลือกชั้นนอกออกไป จากนั้นนำไปตากแห้ง พริกไทยดำมีน้ำมันหอมระเหย 2 -4 เปอร์เซ็นต์ มีสารแอลคาลอยด์เป็นสำคัญ สารสำคัญที่พบในพริกไทยเมื่อนำมากลั่นด้วยไอน้ำจะได้น้ำมันหอมระเหย หรือน้ำมันพริกไทย (pepper oil) ซึ่งทำให้พริกไทยมีกลิ่นหอม มีชันน้ำมัน (oleoresin) สารที่ทำให้พริกไทยมีรสเผ็ด และมีอัลคาลอยด์ชนิดที่สำคัญ คือ พิเพอรีน (piperine) ทำให้พริกไทยมีกลิ่นฉุนและเผ็ดร้อน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยโปรตีน และ คาร์โบไฮเดรต

สรรพคุณ เป็นยาขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ บำรุงธาตุ เจริญอาหาร ช่วยแต่งกลิ่นรสและถนอมอาหาร(สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541)

2.6.3 เปลือกมังคุด (Mangosteen)

มังคุดชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Garcinia mango-stana* Linn. อยู่ในวงศ์ Clusiaceae ชื่อเรียกท้องถิ่น แมงคุด ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มังคุดเป็นไม้ยืนต้น ขนาดกลางถึงใหญ่ใบใหญ่หนาและเป็นมัน ดอกออกเป็นช่อแยกได้เป็นดอกตัวผู้ตัวเมียดอกตัวผู้สีเหลืองอมแดงหรือสีม่วงแดงเข้ม ในผลหนึ่ง ๆ มีเมล็ด 5 ถึง 8 เมล็ด เมล็ดมีรก (arill) สีขาวหุ้มอยู่ เป็นส่วนที่ใช้รับประทานมีรสหวานอมเปรี้ยว เปลือกผลมีสารแทนนิน (tannin) 8.75 % - 10.5% มีฤทธิ์แก้อาการท้องเดิน นอกจากนี้เปลือกผลยังมีสารเคมีอีกหลายชนิด จากการทดลองพบว่า สารในเปลือกมังคุดมีฤทธิ์สมานแผล และยังฆ่าเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุของหนองด้วยและมีฤทธิ์ลดการอักเสบ (สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541)

สรรพคุณ แก้ท้องเสีย แก้บิดมีตัว ใช้เปลือกผลครึ่งผล (4 กรัม) ต้มน้ำดื่ม ในชนบทมักใช้น้ำต้มเปลือกมังคุดล้างแผลช่วยให้แผลแห้งเร็ว

กองวิจัยการแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ทดสอบสารสกัดเปลือกมังคุดด้วยน้ำและน้ำปูนใส ในหนูทดลอง ไม่พบอาการความเป็นพิษเฉียบพลัน แต่ควรระวังเรื่องการใช้เพราะสารสำคัญในเปลือกมังคุดมีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลางและเพิ่มความดันโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 มะตูม (Beal fruit)

มะตูมชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Aegle marmelos (L.) Correa ex Roxb.* อยู่ในวงศ์ Rutaceae ชื่อเรียกท้องถิ่นทางภาคเหนือเรียก มะปิน ทางปัตตานีเรียก กะทันตานาง ตุ่มตัง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้ต้นสูง 8 - 14 เมตร ใบประกอบแบบนิ้วมือ เรียงสลับ ใบย่อยรูปไข่แกมใบหอก ขอบใบหยักมน ดอก ช่อออกที่ซอกใบและปลายกิ่งกลีบด้านนอกสีเขียวอ่อน ด้านในสีเหลืองอ่อน ดอกมีกลิ่นหอม ผล เปลือกผลดิบสีเขียว เมื่อสุกผิวผลเหลืองอมเทา เนื้อในสุกสีหลือง นิ่มมีกลิ่นหอม เมล็ดมีเยื่อสีขาวหุ้มและฝังอยู่ในน้ำเมือกข้น สารสำคัญที่พบในผลมะตูมประกอบไปด้วยสารที่มีลักษณะเป็นเมือก ๆ คือ มูซิเลท (mucilage) เพคติน (pectin) แทนนิน (tannin) เป็นสารที่ให้รสฝาด น้ำมันหอมระเหย (volatile oil) และสารที่มีรสขม (bitter principle) ปัจจุบันพบว่า เพคติน มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคในลำไส้ได้โดย เพคตินจะรวมกับท็อกซิน (toxin) ในตัวเชื้อโรคที่อยู่ในลำไส้

สรรพคุณ แก้ท้องเสีย ขับลม บำรุงธาตุ เจริญอาหาร แก้ร้อนใน (พเยาว์, 2545)

2.6.5 ดอกคำฝอย (Safflower)

ดอกคำฝอยชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Carthamus tinctorius* Linn. อยู่ในวงศ์ Compositae ชื่อเรียกท้องถิ่นทางภาคเหนือเรียก ดอกคำ คำยอง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นไม้ล้มลุกสูง 40 - 130 เซนติเมตร ลำต้นเป็นสันผิวเกลี้ยง ใบไม่มีก้านใบหรือก้านใบสั้น รูปขอบขนาน กว้าง 1 - 5 เซนติเมตร ยาว 3 - 5 เซนติเมตร ปลายเรียวแหลมมน ขอบใบจักเป็นซี่ฟัน เมื่อแรกมีขนยุ่งคล้ายใยแมงมุม บนผิวทั้งสองด้านโดยเฉพาะด้านล่าง ต่อไปจะเกลี้ยง ดอกช่อเป็นกระจุกออกตามง่ามใบมีดอกย่อยขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ริ้วใบมีดอกย่อยขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ริ้วประดับรูปไข่กลับแกมขอบขนานยาว 1-1.5 เซนติเมตร มีต่อมหนาแน่น ปลายจะจักเป็นซี่ฟันแหลม มีขนเป็นใยแมงมุมกระจายหรือไม่มี ฐานดอกนูนมาก ดอกวงนอกมีจำนวนมากกลีบดอกสีขาว ดอกวงนอกมีจำนวนมาก กลีบดอกสีเหลืองหรือแต้มสีม่วง ซึ่งต่อไปจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้มผลแห้งรูปไข่กลับเบี้ยว ๆ ยาว 6 - 8 มิลลิเมตร มีขนแข็งสีขาว (ถนอมศรี, 2538) สารสำคัญที่พบในกลีบดอกคำฝอย คือ แซฟฟลาวเวอร์ เยลโลว์ (safflower yellow) ซึ่งเป็นสารสีเหลือง ส่วนสารสีแดงคือ คาร์ทามิน (carthamin) ในเมล็ดดอกคำฝอยมีน้ำมันซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันที่สำคัญ คือ กรดไลโนเลนิค (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว และมีในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีกรดปาล์มมิคติก (palmitic) กรดเมอริสติก (myristic acid) (สุพจน์, 2543)

สรรพคุณ ใช้ดอกแห้งเป็นยาบำรุงหัวใจ บำรุงประสาท ขับระดู ในทางการค้าจะใช้ดอกคำฝอยเป็นสีย้อมในเนยแข็ง เครื่องดื่ม ลูกอม และเครื่องสำอาง (ถนอมศรี, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 ลูกหว้า (Jumbolan)

ลูกหว้าชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Euginea cumini* Durce. อยู่ในวงศ์ Myriaceae ทางภาคเหนือของไทยเรียก มะห้า ห้า ห้าขี้แพะ ชื่อพื้นบ้านอื่น ๆ เช่น หว้าป่า เป็นต้น ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ หว้าเป็นไม้ผลที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ซึ่งมีอากาศอบอุ่น ชื้น ผลหว้าจะมีลักษณะที่เป็นรูปกลมค่อนข้างยาวเรียว มีเปลือกของผลที่อ่อนนุ่มสีออกม่วงหรือสีดำและมีรสหวานอมฝาด เนื่องจากเปลือกผลมีสีม่วงสารสำคัญที่พบคือ แอนโธไซยานิน ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

สรรพคุณ ส่วนต่าง ๆ ของต้นหว้านั้นสามารถที่จะนำมาเอาเป็นยาได้ทั้งแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นผล เมล็ด หรือเปลือกหุ้มลำต้น โดยจากการศึกษาวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีในใบและเปลือกของต้นหว้านั้นมีสรรพคุณในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้เป็นอย่างดี และส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดลำต้นนั้นจะมีสรรพคุณในการแก้อาการท้องร่วง และบรรเทาโรคบิดได้เป็นอย่างดี (กระยาทิพย์, 2537)

2.6.7 ชาเขียว (Green tea)

ชาเป็นไม้พุ่ม มีชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Camelia sinensis* ชาเป็นพวกเดียวกับไม้ดอกคามีเลีย ชามีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียโดยเฉพาะบนเขตที่ราบสูงของจีนและอินเดียโดยถือว่าชาเขียวที่มาจากแหล่งดังกล่าวเป็นชาที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลกการปลูกชานิยมตัดต้นชาให้มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย ๆ เพื่อให้เก็บยอดอ่อนได้สะดวกเพราะการเก็บเกี่ยวใบชานั้นจะใช้เฉพาะส่วนที่เป็นตุ่มยอดและใบอ่อนได้อีกเพียง 2 - 3 ใบ เท่านั้น จึงจะถึงว่าเป็นชาที่มีคุณภาพดี (ดวงจันทร์, 2545)

สรรพคุณ ชาเขียวช่วยลดและป้องกันอัตราเสี่ยงจากการเกิดมะเร็งชนิดต่าง ๆ เช่น มะเร็งตับ มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเล็งลำไส้ มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งผิวหนังเป็นต้น โดยสารคาเทชินจะไปยับยั้ง Cytochrom P 450 ทำให้สารก่อมะเร็งไม่สามารถรวมตัวกับ DNA ได้ ช่วยป้องกันโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดและโรคหัวใจ โดยที่คาเทชินซึ่งเป็นสารแอนติออกและวิตามินมากมายหลายชนิดในชาเขียวมีสรรพคุณช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลและไปยับยั้งการจับตัวของลิ่มเลือดรวมถึงช่วยต้านกับอนุมูลอิสระที่กระตุ้นให้เกิดตะกอนบริเวณผนังหลอดเลือด ลดระดับความดันโลหิตจึงช่วยลดอัตราการเสี่ยงจากโรคหัวใจได้ดี (ดวงจันทร์, 2545)

2.6.8 เปลือกอบเชย (Cinnamom)

อบเชยมีชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ *Cinnamomun spp.* อยู่ในวงศ์ Lauraceae ชื่อท้องถิ่นภาคกลางเรียก อบเชยต้น มหาปราบ กระดังงา สุรามิด ฝักคาบ ภาคเหนือเรียก บอกคอก ภาคใต้เรียก เจียดกระทังหัน ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ อบเชยเป็นไม้พุ่มมีใบปกคลุมหนาแน่นและเขียวตลอดปี ต้นสูงได้ถึง 8 เมตร ใบรูปไข่ปลายทั้งสองของใบเรียวมีขนาดยาวได้ถึง 20 เซนติเมตร เส้นกลางใบโค้งเห็นชัดเจน เมื่อขยี้ใบจะไม่แตกหัก และได้กลิ่นฉุนของกานพลู ดอกสีเหลืองอ่อนมีขนาด 0.5 เซนติเมตร เป็นช่อแบบ panicle มีขนนุ่มปกคลุม (ถนอมศรี, 2538) สารสำคัญที่พบ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่นเปลือกอบเชยด้วยไอน้ำจะได้น้ำมันอบเชย (cinnamon bark oil) ประกอบด้วยสารซินนามิค แอลดีไฮด์ (cinnamic aldehyde) มีฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งน้ำย่อย ลดอาการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อลำไส้เล็ก

สรรพคุณ ใช้ร่วมกับสมุนไพรอื่น เป็นยาขับลม (carminative)และเจริญอาหาร (stomachic) นอกจากนี้ใช้แต่งกลิ่น แต่งรส ในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และเป็นเครื่องเทศ (ถนอมศรี, 2538)

2.6.9 เก๊กฮวย (Chrysanthemum)

เก๊กฮวยหรือดอกเบญจมาศมีชื่อทางพฤกษาศาสตร์คือ *Dendranthemum grandifflora* หรือ *Chrysanthemum morifolium Ramat.*วงศ์ Asteraceae ถิ่นกำเนิด ในประเทศญี่ปุ่นและจีนเป็นดอกประเภท Head เกิดจากการรวมดอกย่อย 2 ชนิด คือ กลีบดอกชั้นนอก (Ray floret) ซึ่งเป็นดอกตัวเมีย ไม่มีเกสรตัวผู้ และกลีบดอกชั้นใน (Disk floret) ซึ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ปลูกมากทางภาคเหนือ เป็นไม้ล้มลุก ลำต้นตรง ลักษณะใบเป็นรูปไข่ ปลายใบแหลม ขอบเว้า ออกดอกเป็นกระจุก ดอกสีเหลืองขนาดเล็ก นำมาตากแห้งเก็บไว้ได้นานสาร สำคัญที่พบ น้ำมันหอมระเหย กรดอะมิโน และ โคลีน

สรรพคุณ เก๊กฮวยพันธุ์เบญจมาศหนู มีน้ำมันหอมระเหย มีรสขม ดอกเป็นยาระงับอาการปวดศีรษะ ไข้หวัด ขับลมในลำไส้ บำรุงประสาท ดอกและใบ ต้มละลายนิ่ว ใบและต้นใช้รักษาโรคผิวหนังได้ เก๊กฮวยพันธุ์เบญจมาศสวน มีน้ำมันหอมระเหย มีสารฝาดดอก ช่วยย่อยและเจริญอาหาร เป็นยาระบาย แก้กระหายน้ำ แก้อาการร้อนใน ใบ แก้ปวดศีรษะ ต้นผสมกับพริกไทยดำรักษาโรคโกโนเรีย ถ้าสกัดเอาน้ำจากต้นสดช่วยลดอาการอักเสบ (บริหารและจัดการโดยทีมงานชาวมัธยมศึกษาและประถมศึกษา, 2551)

2.6.10 เก๋ากี้ (Gogi berry)

เก๋ากี้ ชื่อทางว่าพฤกศาสตร์ *Lycium chinese* หรือ *Lycium babarum* เป็นพืชในวงศ์ Solanaceae ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับพริกไทย มะเขือ มะเขือเทศและมันฝรั่ง ผลเมื่อสุกแล้วจะมีสีแดงคล้ายเลือด ดังนั้นเก๋ากี้จึงมีอีกชื่อหนึ่งว่า ฮ่วยกี้ ส่วนที่ใช้ เมล็ด ราก ก้านใบ และใบอ่อน แต่ที่ใช้กันมากคือเมล็ดในเก๋ากี้มีสารเบต้าแคโรทีน วิตามินบีต่าง ๆ วิตามินซี วิตามินเอ กรดอะมิโน 18 ชนิด โพลีแซคคาไรด์ 22 ชนิด รวมถึงแร่ธาตุชนิดต่างๆ เช่น สังกะสี เหล็ก ทองแดง แคลเซียม และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระอีกมากมาย ซึ่งสารเหล่านี้จะช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง ลดการเสี่ยงจากมะเร็ง บำรุงไต บำรุงปอด บำรุงสายตา รักษาโรคตาบอดกลางคืน

สรรพคุณ แก้ไอ วิงเวียนศรีษะ บำรุงไต เลือด ตับ และสายตา ใน Compendium of Materia Medice ของจีนบันทึกไว้ว่าเก๋ากี้ บำรุงไต บำรุงปอด บำรุงสายตา (อาหารเครื่องดื่ม, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 น้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ตราภูเขาทอง ปริมาตรสุทธิ 5 ลิตร วันหมดอายุวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2510 ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัทมหาชนจำกัด ไทยเพรสผลิตภัณฑ์อาหาร 208 หมู่ 6 ถนน ท้ายบ้าน ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280 โทร 0-2703-4444 โทรสาร 0-2387-1163

3.1.2 กระเจี๊ยบแดงแห้ง (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) ตราแพะภูเขา น้ำหนักสุทธิ 40 กรัม วันที่ผลิต 28 เมษายน พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 28 เมษายน พ.ศ. 2553 ผลิตและแบ่งบรรจุโดย บริษัท อาหารสากลกรุงศรีอยุธา จำกัด 247 ถนนสุขุมวิท แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทร 0-2393-0399 , 0-2744-8230 โทรสาร 0-2398-7471 , 0-2393-1352

3.1.3 พริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.) ตราเทสโก้ น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม วันที่ผลิต 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ผลิตโดยบริษัท อาจจิตต์อินเตอเนชั่นแนลเพ็พเพอร์แอนด์สไปซ์ จำกัด 83/4 หมู่ 5 ซอยสุขสวัสดิ์ 2 ถนนสุขสวัสดิ์ แขวงจอมทอง เขตจอมทอง กรุงเทพฯ 10150

3.1.4 มังคุด (*Garcinia mango-stana* Linn.) ซื้อจากตลาดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

3.1.5 มะตูมแห้ง (*Aegle marmelos* (L.) Correa ex Roxb) ตราเทสโก้ น้ำหนักสุทธิ 180 กรัม วันที่ผลิต 30 มีนาคม พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 25 กันยายน พ.ศ. 2551 ผลิตโดย บริษัท ตะวันพืชผล จำกัด 444 หมู่ 3 ถนนประชาอุทิศ ตำบลบ้านคลองสาน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

3.1.6 ดอกคำฝอยแห้ง (*Carthamus tinctorius* Linn) ตราค็อกเตอร์กรีนผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ น้ำหนักสุทธิ 80 กรัม วันที่ผลิต 22 พฤษาคม พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 ผลิตและแบ่งบรรจุโดย ค็อกเตอร์กรีน 45/ 13 ซอยสวนบุญช่วย ถนนสรงประภา แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210 จัดจำหน่ายโดย บริษัท ดาริชกรีน จำกัด 111/487-488 ถนนนาวงประชาพัฒนา แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210 โทร 0-2929-6761 โทรสาร 0-2929-1597

3.1.7 ลูกหว้า (*Euginea cumini* Durce.) ซื้อจากตลาดนัดนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

3.1.8 ชาเขียวจีน (*Camelia sinensis*) ตราฟูเจี้ยน น้ำหนักสุทธิ 100 กรัม วันที่ผลิต 4 มีนาคม พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 1 มีนาคม พ.ศ. 2553 ผลิตโดย ซีเจียง ที อิมปอร์-เอ็กซ์ปอร์ต สาธารณรัฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชาชนจีน จัดจำหน่ายโดย บริษัท ไชน่า อิมเม็กซ์ จำกัด 126/7 ถนนจรัญสนิทวงศ์ อรุณอมรินทร์ บางกอกน้อย กรุงเทพ ฯ โทร 0-2882-5833 โทรสาร 0-2882-5834

3.1.9 เก๊กฮวยแห้ง (*Dendranthemum grandifflora*) ตราเก๊กฮวยพิเศษ น้ำหนักสุทธิ 45 กรัม วันที่ผลิต 30 เมษายน พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 30 เมษายน พ.ศ. 2553 ผลิตและแบ่งบรรจุโดย บริษัท อาหารสากลกรุงศรีอยุธา จำกัด 247 ถนนสุขุมวิท แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทร 0-2393-0399 , 0-2744-8230 โทรสาร 0-2398-7471 , 0-2393-1352

3.1.10 เปลือกอบเชยแห้ง(*Cinnamomun spp.*) ตรามือที่ 1 น้ำหนักสุทธิ 100 กรัม วันที่ผลิต 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 วันวันหมดอายุ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ผลิตและแบ่งบรรจุโดย บริษัทง่วนสูน 83/4 หมู่ 5 ซอยสุขสวัสดิ์ 2 ถนนสุขสวัสดิ์ แขวงจอมทอง เขตจอมทอง กรุงเทพ ฯ 10150

3.1.11 เก๋ากี้ (*Lycium Chinese*) ตราเทสโก้ น้ำหนักสุทธิ 250 กรัม วันที่ผลิต 11 เมษายน พ.ศ. 2551 วันหมดอายุ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2551 ผลิตโดย บริษัท ตะวันพืชผล จำกัด 444 หมู่ 3 ถนนประชาอุทิศ ตำบลบ้านคลองสาน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

3.2 เครื่องมือ

3.2.1 เครื่องวัดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (hand refractometer N 1)

3.2.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (SUNTEX , SP-701 , Germany)

3.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius , BT 3100s , Germany)

3.2.4 ปั๊มสุญญากาศ (BUCHI B-169 , Switzerland)

3.2.5 เครื่องไมโครเพลท รีดเดอร์(microplate reader) (DT 880 , Austria)

3.2.6 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer B.W.S.-3 , Japan)

3.2.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) (Memmert , Germany)

3.2.8 อุปกรณ์ดูดจ่ายสารละลายแบบหลายหัว (GS F21042 , France)
(multichannel autopipette)

3.2.9 ไมโครเพลท 96 หลุม (micro plate 96 well)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

3.3.1 โพแทสเซียม พาทาเลท ($KHC_3H_4O_4$) (Sigma , Germany)

3.3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (Carlo, Italy)

3.3.3 กรดแกลลิก (Gallic acid) Sigma , Germany)

3.3.4 Folin-Ciocalteau reagent (Sigma , Germany)

3.3.5 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) (Merck , Germany)

3.3.6 เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (Ethanol) (องค์การสุราไทย,Thailand)

3.3.7 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH) (Sigma , Germany)

3.3.8 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Torlox) (Sigma , Germany)

3.3.9 กรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) (Merck , Germany)

3.3.10 โพแทสเซียมไฮโดรเจนพลาทาเลท ($KHC_8H_4O_4$) (Merck , Germany)

3.3.11 ฟีนอล์ฟทาลีน (Merck , Germany)

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.5.1 การเตรียมตัวอย่างพืชสมุนไพร

การเตรียมพืชสมุนไพรจะแบ่งสมุนไพรออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

3.5.1.1 กลุ่มพืชสมุนไพรที่แห้งแล้ว ได้แก่ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย อบเชย ชาเขียว เก๋ากี้ ดอกดำฝอย มะตูม และพริกไทยดำ สามารถนำมาใช้ได้เลยเนื่องจากผ่านการอบแห้งมาแล้ว โดยจะนำมะตูมซึ่งมีลักษณะเป็นแว่นกลมมาหั่นเป็น 4 ส่วนให้มีขนาดเท่า ๆ กัน สำหรับอบเชยตัดให้เป็นชิ้นความยาว 3 เซนติเมตร

3.5.1.2 กลุ่มพืชสมุนไพรสด ได้แก่ เปลือกมังคุด และ ลูกหว้า โดยนำเปลือกมังคุดสดนำมาฝานเอาเฉพาะเปลือกนิ่มด้านในและหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2 ×2 เซนติเมตร นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับลูกหว้าสด นำมาล้างทำความสะอาดแล้วนำมาอบแห้งในสภาวะเดียวกันกับเปลือกมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การคัดเลือกชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร

ชั่งตัวอย่างพืชสมุนไพรแห้งชนิดละ 50 กรัมใส่ในขวดแก้วปากกว้างที่มีฝาเกลียวพลาสติกขนาด 800 มิลลิลิตร เทน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตรใส่ลงไปในขวดแก้ว ปิดฝาให้สนิท แกว่งขวดตัวอย่างให้ผสมกันดีเป็นเวลา 5 นาที วันละ 1 ครั้ง จนครบ 6 วัน จากการทดลองวิเคราะห์ค่าทางเคมีเบื้องต้นพบว่า น้ำส้มสายชูสมุนไพรโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มของค่าทางเคมีคงที่ในวันที่ 6 ดังนั้นจึงเก็บตัวอย่างในวันที่ 6 ไปวิเคราะห์ตามข้อ 3.5.3

3.5.3 การตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

3.5.3.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) โดยใช้ hand refractometer

3.5.3.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่องวัด pH

3.5.3.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (total titratable acidity) โดยใช้วิธีไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC , 2000)

3.5.3.4 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenol content)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะใช้วิธีที่ดัดแปลงจากรายงานของ Singleton และคณะ(1999)โดยการปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรซึ่งเจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมปริมาตร 240 ไมโครลิตร หยดลงในหลุมไมโครเพลท เติม Folin-Ciocalteau reagent ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (microplate reader) นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

3.5.3.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical) ดัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์ของ Brand-Williams และคณะ (1995) ทำโดยเตรียมสารละลาย DPPH 0.8 มิลลิโมลาร์ จากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 โดย working solution ที่ได้จะมีค่าการดูดกลืนแสงในช่วง 0.8 -1.00 การวิเคราะห์ตัวอย่าง ทำโดยปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรซึ่งเจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมปริมาตร 70 ไมโครลิตร หยดลงในหลุมไมโครเพลท เติม working solution 210 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท สำหรับปฏิกิริยาควบคุมจะใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างสารสกัด คำนวณเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ตามสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH} = \left(1-\left(\frac{A_{sample}}{A_{control}}\right)\right)\times 100$$

โดยที่ A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาของตัวอย่างสารสกัด (น้ำส้มสายชูสมุนไพร และน้ำส้มสายชูกลั่น 5 %)

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม (น้ำกลั่น)

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH จะรายงานในหน่วยของไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิดต่อกรัมมิลลิลิตรตัวอย่าง โดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิค

3.5.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสม

นำตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ที่ได้จากการทดลองข้อ 3.5.2 รินส่วนของเหลวผ่านกระดาษกรอง What man เบอร์ 4 จากนั้นบรรจุในขวดใสฝาเกลียวปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำมาทดสอบความชอบของผู้ทดสอบด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับ ให้ผู้ทดสอบพิจารณา สี กลิ่น และความชอบโดยรวม ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกตัวอย่าง ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบการสุ่มในบลอกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Desing , RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปและเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.5.5 ศึกษาอัตราส่วนของพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสม

คัดเลือกสมุนไพรที่เหมาะสม 4 ชนิด โดยพิจารณาผลของการวิเคราะห์ทางเคมีข้อ 3.5.3 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสข้อ 3.5.4 รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัย และความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จากนั้นทดลองเตรียมน้ำส้มสายชูสมุนไพรตามวิธีในข้อ 3.5.2 โดยใช้ปริมาณของพืชสมุนไพรเท่ากับ 3, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรน้ำส้มสายชูกลั่น เก็บตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมันไพร ในวันที่ 0 , 1 , 3 , 6 , 9 , 12 และ 15 ของการแช่มาตรวจวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 3.5.3 ทุกประการ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.5.6 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่เตรียมได้กับน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสลัด

นำน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสลัดของ บริษัท เอ็น อี เฮลซ์ ฟู้ดส์ จำกัด 3 ชนิด คือ น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว (rice vinegar) น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(apple cider)และน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง(red wine vinegars)มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่เตรียมได้จากสภาวะที่เหมาะสมจากผลการทดลอง ข้อ 3.5.5 ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที โดยวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 3.5.3 ทุกประการ

3.5.7 ศึกษาผลของการพาสเจอไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำสายชูสมุนไพร

นำน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่เตรียมได้ตามที่เหมาะสมในข้อ 3.5.5 มากรองด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 4 จากนั้นบรรจุขวดแก้วปริมาตร 250 มิลลิลิตร ขนาด 300 มิลลิลิตร นำไปพาสเจอ-ไรซ์โดยให้ความร้อนจนกระทั่งมีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที นำไปทำให้เย็นทันที โดยแช่น้ำเย็น นำตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้ มาตรวจวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 3.5.3 เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการพาสเจอไรซ์

3.5.8 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ผลิตได้

นำตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ผลิตได้ทั้ง 4 ชนิด หลังจากการพาสเจอไรซ์ มาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 3.5.3 ทุกประการ และวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Zhishen และคณะ, 1999) และปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (Giusti และ Wrolstad, 2001) รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ดูได้จากภาคผนวกที่ ง และจ

3.5.9 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง

ทดลองเตรียมน้ำสลัดอิตาเลียนตามสูตรของบริษัท เอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด โดยใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง ซึ่งบริษัท เอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด เป็นผู้เตรียมตัวอย่างน้ำสลัด ดังกล่าว นำตัวอย่างน้ำสลัดอิตาเลียน 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง มาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale 7 ระดับ โดยนำตัวอย่างน้ำสลัดอิตาเลียนทั้ง 2 ชนิด จัดใส่ถ้วยพลาสติกสีขาวแบ่งออกเป็น 2 ถ้วย ถ้วยที่ 1 ตักน้ำสลัดอิตาเลียนปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะ เพื่อให้ผู้ทดสอบ สังเกตสี และดมกลิ่น ถ้วยที่ 2 ใส่ผักกาดแก้ว และแครอทหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 10 กรัม แล้วนำน้ำสลัดอิตาเลียน ½ ช้อนชา มาราดลงบนผักเสิร์ฟให้ผู้ทดสอบชิม ให้ผู้ทดสอบพิจารณา สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของน้ำสลัดอิตาเลียนทั้ง 2 ตัวอย่าง ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดย วางแผนการทดลองแบบการสุ่มในบลอกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Desing , RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.5.10 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

ทดลองเตรียมน้ำส้มสายชูสมุนไพรตามวิธีที่เหมาะสม โดยบรรจุตัวอย่างน้ำสายชูสมุนไพรปริมาตร 250 มิลลิลิตร ในขวดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28±2 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีแสงตามปกติ เก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ มาวิเคราะห์ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีในข้อ 3.5.3 ทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

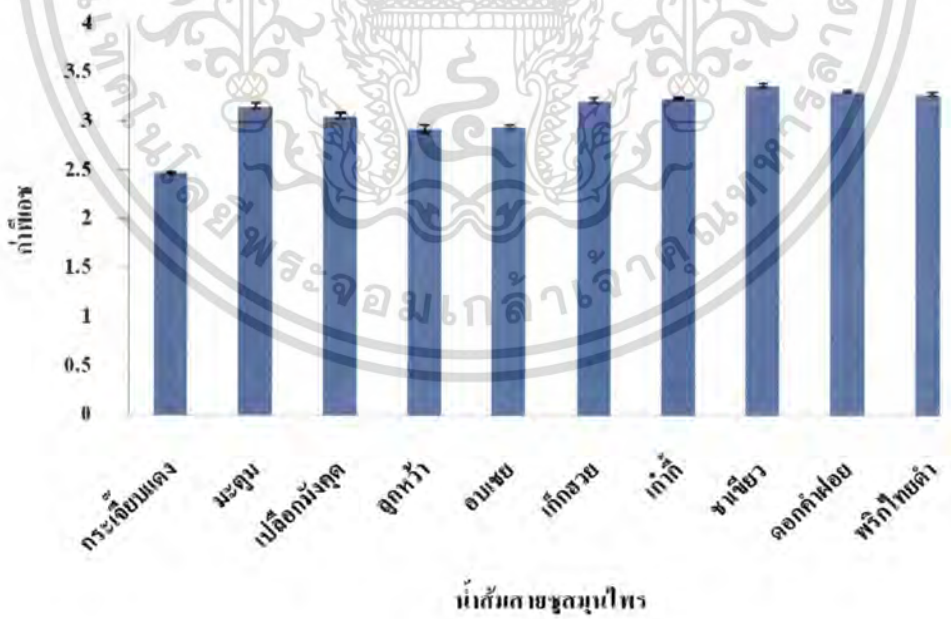
บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การคัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร

จากการทดลองนำพืชสมุนไพร 10 ชนิด มาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่น (สมุนไพร 50 กรัม ต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 500 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 6 วัน จากนั้นนำตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ผลการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

ข้อมูลในภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีค่าพีเอชใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.48 (กระเจี๊ยบแดง) - 3.37 (ชาเขียว) ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวัตถุดิบ กล่าวคือ กระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบของกรดในปริมาณสูงกว่าชาเขียว ค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงจึงมีค่าน้อยกว่าน้ำส้มสายชูชาเขียว อย่างไรก็ตามน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด จะมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นซึ่งมาค่าพีเอชเท่ากับ 2.40



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 2.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

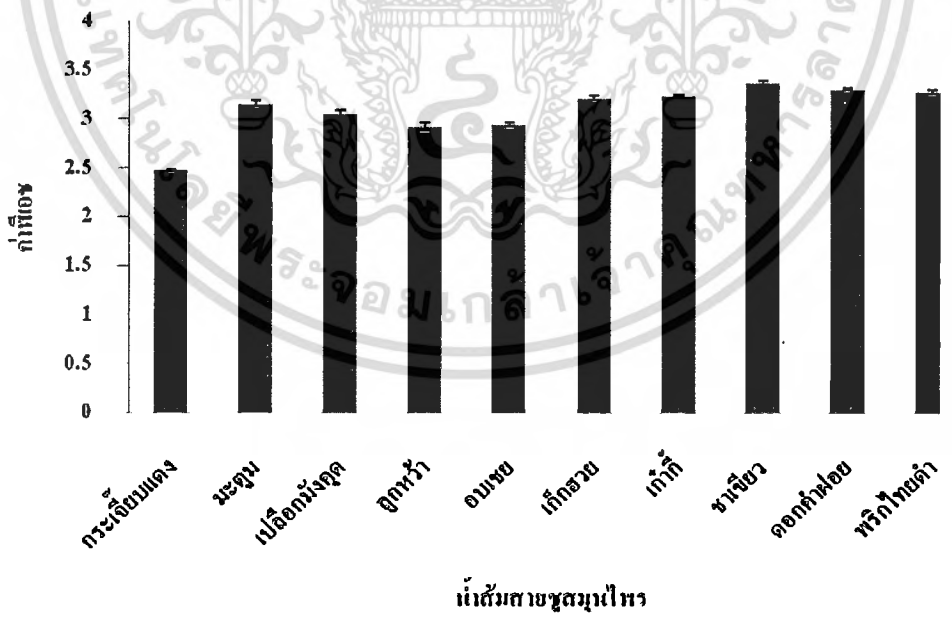
บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การคัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร

จากการทดลองนำพืชสมุนไพร 10 ชนิด มาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่น (สมุนไพร 50 กรัม ต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 500 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 6 วัน จากนั้นนำตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ผลการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

ข้อมูลในภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีค่าพีเอชใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.48 (กระเจี๊ยบแดง) - 3.37 (ชาเขียว) ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวัตถุดิบ กล่าวคือ กระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบของกรดในปริมาณสูงกว่าชาเขียว ค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงจึงมีค่าน้อยกว่าน้ำส้มสายชูชาเขียว อย่างไรก็ตาม น้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด จะมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้น ซึ่งมาค่าพีเอชเท่ากับ 2.40

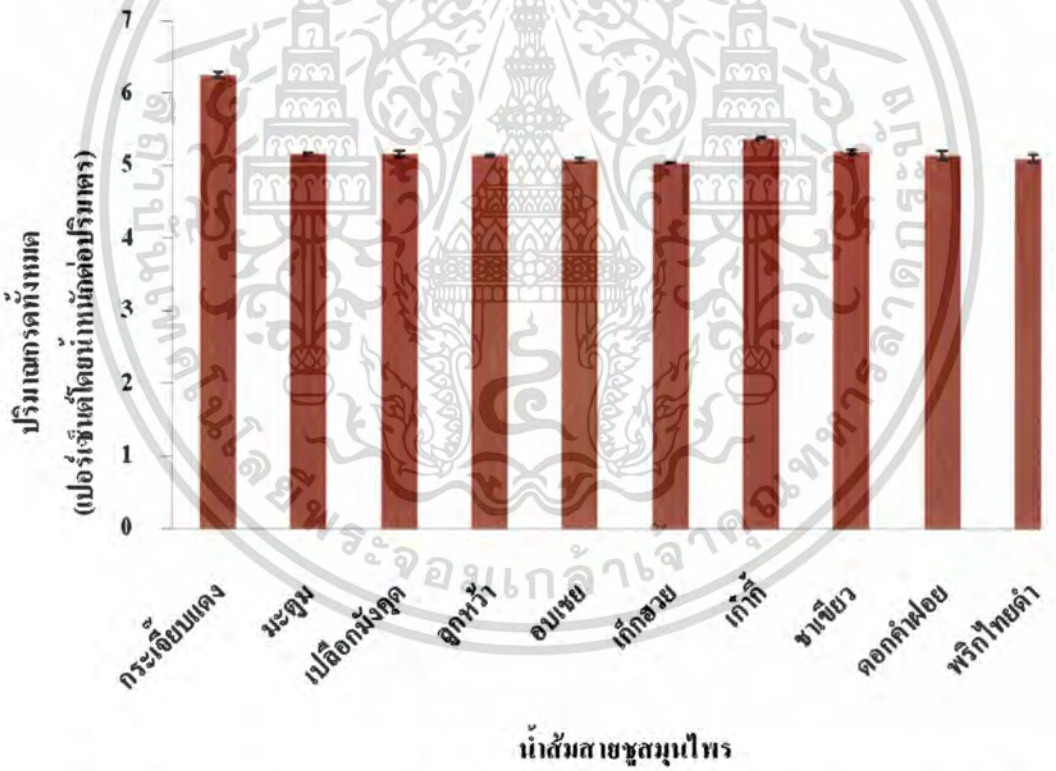


ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 2.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด แสดงในภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดค่อนข้างน้อยจากปริมาณกรดทั้งหมดเริ่มต้นที่มีอยู่ในน้ำส้มสายชูกลั่นซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.02±0.01 เปอร์เซ็นต์ น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดมากกว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดอื่น ๆ โดยมีค่ามากกว่า 6.00 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ตามธรรมชาติ เช่น แอสคอร์บิค(ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นต้น ซึ่งกรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2552) มากกว่าสมุนไพรชนิดอื่น ๆ เมื่อนำมาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่นกรดที่มีอยู่ในกระเจี๊ยบแดงถูกสกัดออกมาในระหว่างการแช่ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดจะมีปริมาณกรดทั้งหมดใกล้เคียงกันยกเว้นน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าพีเอชที่ต่ำที่สุดด้วย

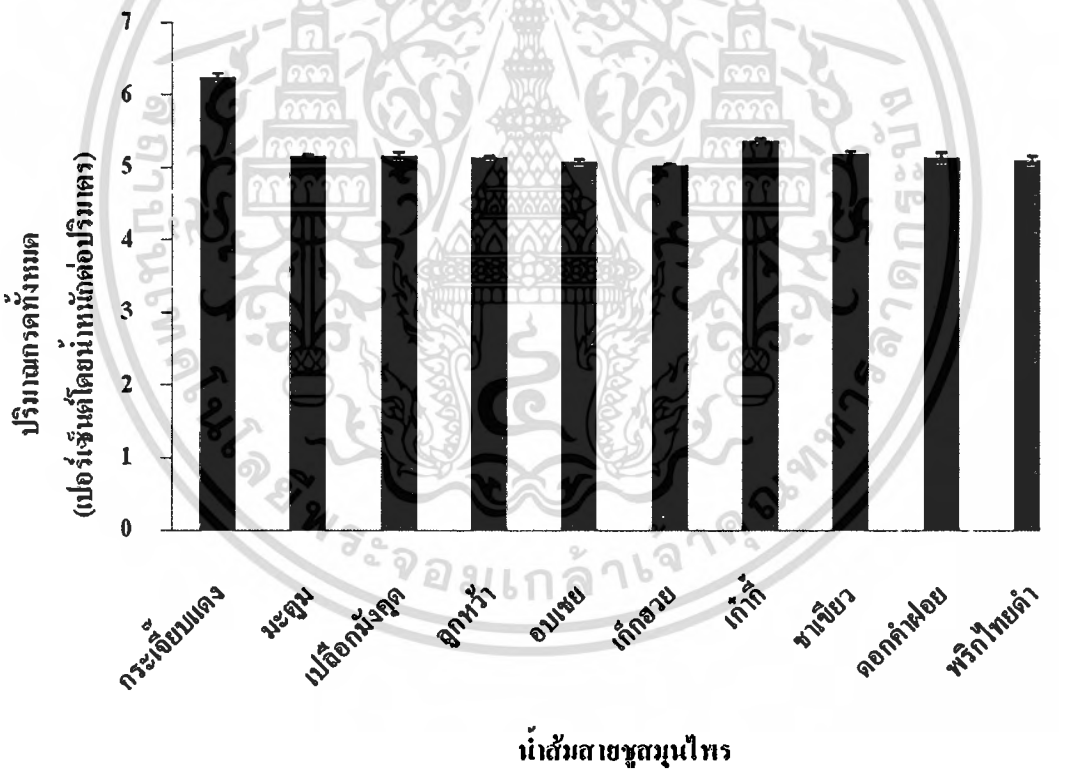


ภาพที่ 4.2 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 5.02 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด แสดงในภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดค่อนข้างน้อยจากปริมาณกรดทั้งหมดเริ่มต้นที่มีอยู่ในน้ำส้มสายชูกลั่นซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.02±0.01 เปอร์เซ็นต์ น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดมากกว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดอื่น ๆ โดยมีค่ามากกว่า 6.00 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ตามธรรมชาติ เช่น แอสคอร์บิค(ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นต้น ซึ่งกรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2552) มากกว่าสมุนไพรชนิดอื่น ๆ เมื่อนำมาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่นกรดที่มีอยู่ในกระเจี๊ยบแดงถูกสกัดออกมาในระหว่างการแช่ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดจะมีปริมาณกรดทั้งหมดใกล้เคียงกันยกเว้นน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าพีเอชที่ต่ำที่สุดด้วย

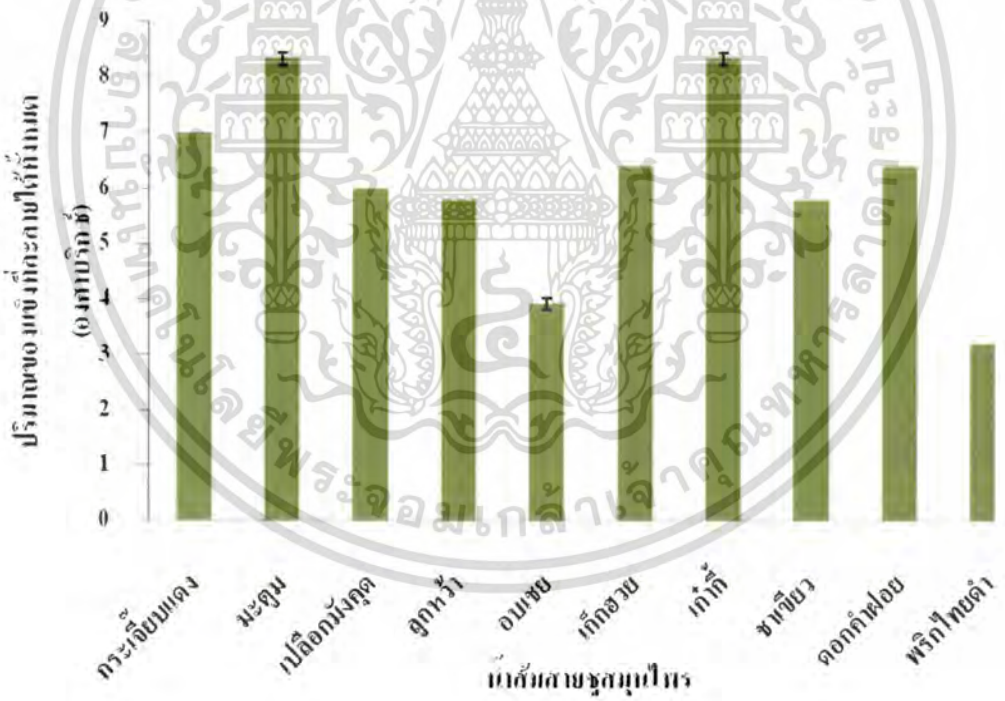


ภาพที่ 4.2 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 5.02 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่างๆ

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากจากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 3.00 องศาบริกซ์ โดยพบว่าน้ำส้มสายชูมะตูมและเก๋ากี้ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันคือ คือ 8.33 องศาบริกซ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูงกว่าสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร ส่วนน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ พริกไทยดำและอบเชย มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.20 - 3.93 องศาบริกซ์ สำหรับตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรอื่น ๆ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.80 - 8.33 องศาบริกซ์

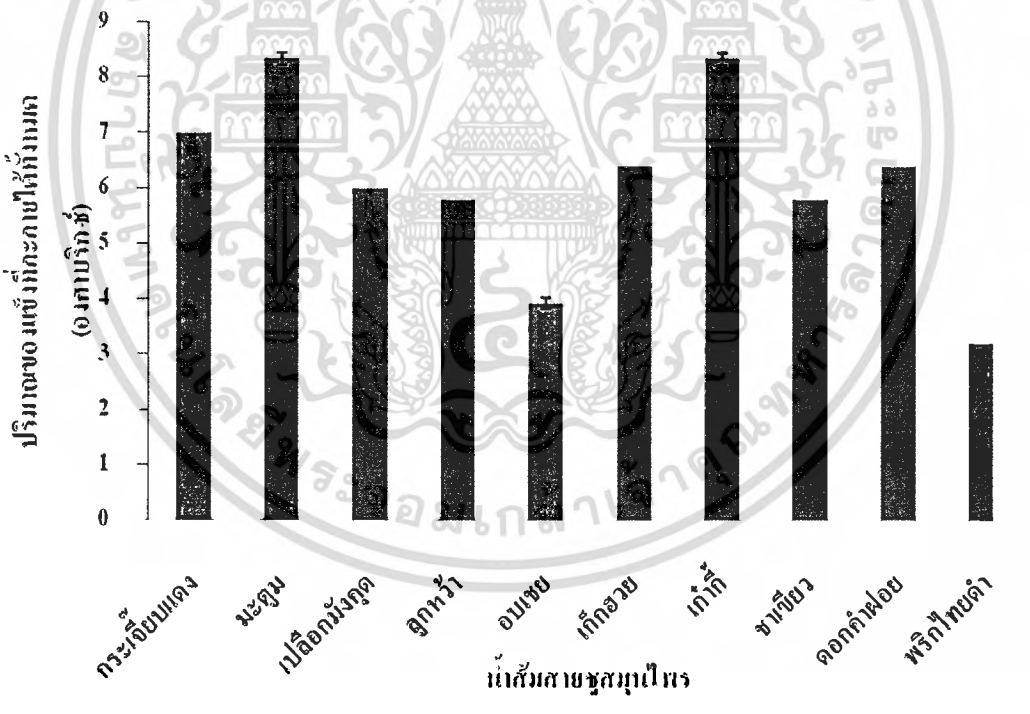


ภาพที่ 4.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 3.00 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่างๆ

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากจากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 3.00 องศาบริกซ์ โดยพบว่าน้ำส้มสายชูมะตูมและเก๋ากี้ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันคือ คือ 8.33 องศาบริกซ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูงกว่าสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร ส่วนน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ พริกไทยดำและอบเชย มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.20 - 3.93 องศาบริกซ์ สำหรับตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรอื่น ๆ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.80 - 8.33 องศาบริกซ์

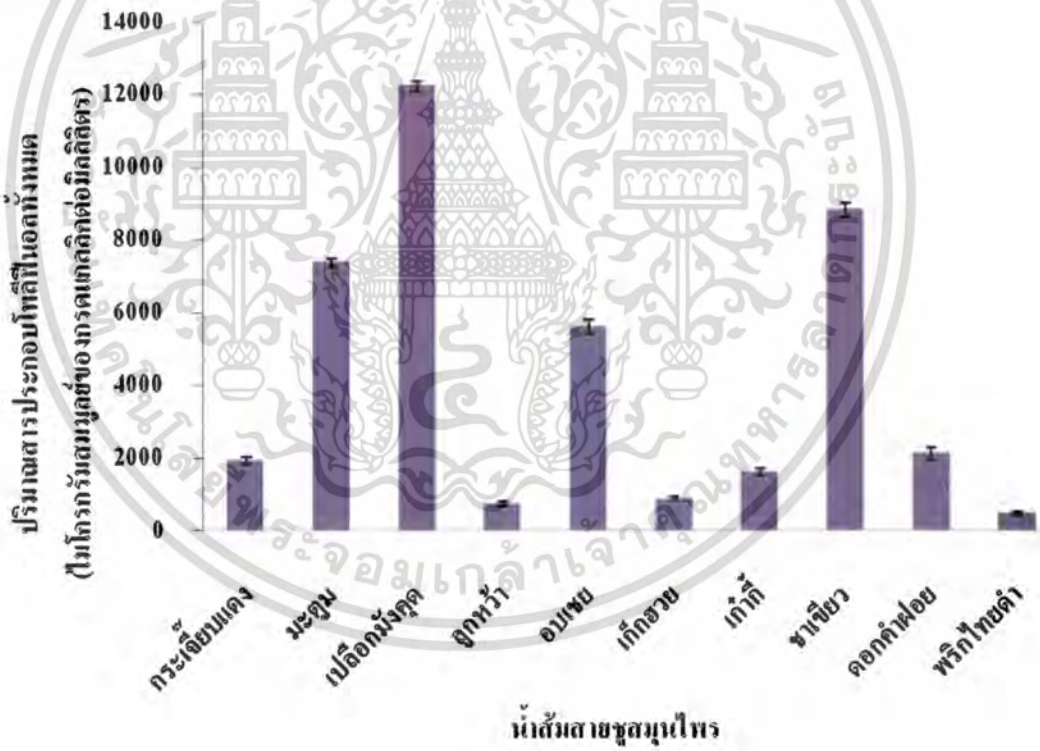


ภาพที่ 4.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 3.00 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่างๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆโดยใช้กรดแกลลิคเป็นมาตรฐาน ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ชัดเจนว่า ตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเพิ่มขึ้นจากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยมาก (0.29 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร) โดยสามารถแบ่งกลุ่มของน้ำส้มสายชูสมุนไพรเป็น 3 กลุ่ม ตามปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด กล่าวคือ กลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูง (มากกว่า 8,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ เปลือกมังคุดและชาเขียว กลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลปานกลาง (มากกว่า 4,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ มะตูม และอบเชย และกลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ กระเจี๊ยบแดง ลูกหว้า เก็กฮวย เก๋ากี้ ดอกคำฝอย และพริกไทยดำ

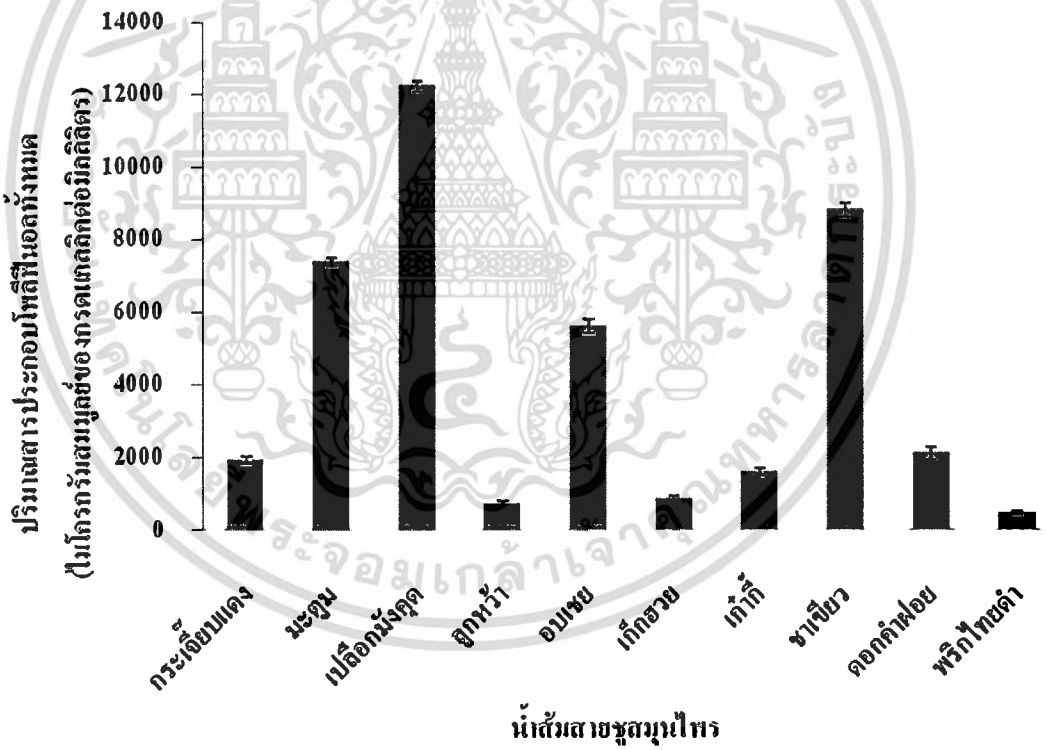


ภาพที่ 4.4 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 0.29 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่างๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆโดยใช้กรดแกลลิคเป็นมาตรฐาน ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ชัดเจนว่า ตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเพิ่มขึ้นจากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยมาก (0.29 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร) โดยสามารถแบ่งกลุ่มของน้ำส้มสายชูสมุนไพรเป็น 3 กลุ่ม ตามปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด กล่าวคือ กลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูง (มากกว่า 8,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ เปลือกมังคุดและชาเขียว กลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลปานกลาง (มากกว่า 4,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ มะตูม และอบเชย และกลุ่มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร) ได้แก่ กระเจี๊ยบแดง ลูกหว้า เก็กฮวย เก๋ากี้ ดอกคำฝอย และพริกไทยดำ



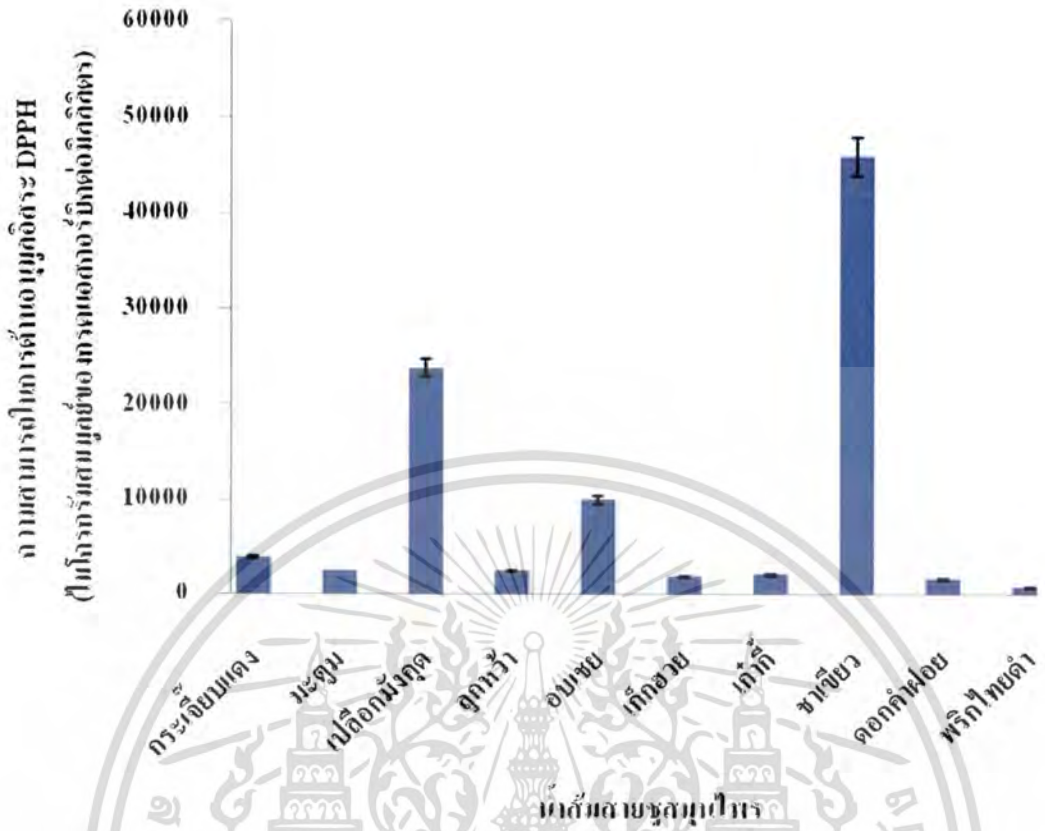
ภาพที่ 4.4 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ หลังจากการแช่ 6 วัน โดยปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 0.29 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด โดยเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค รายงานผลในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.5 น้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้น มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำมาก โดย มีค่าเท่ากับ 2.70 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร สำหรับตัวอย่างที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดคือ ชาเขียว โดยมีค่าเท่ากับ 45,904.00ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร สำหรับเปลือกมังคุด และ อบเชย มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH รองลงมา (23,866.00 และ 9,968.00 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ ตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่เหลือจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH ในช่วง 750.50 - 3,905.00 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าตัวอย่างน้ำส้มสายชูกลั่น 280 - 17,000 เท่า โดยสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ตรวจพบในน้ำส้มสายชูสมุนไพรซึ่งมีค่ามากกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ชัดเจนว่าน้ำส้มสายชูเปลือกมังคุดและชาเขียวมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงมาก (มากกว่า 5,000 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร) ในขณะที่น้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดอื่น ๆ จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันไป น้ำส้มสายชูสมุนไพรที่จัดว่ามีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ค่อนข้างสูงในกลุ่มนี้ ได้แก่ อบเชย และกระเจี๊ยบแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรหลังจากการแช่ 6 วัน โดยความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นเท่ากับ 2.70 ไมโครกรัมของสมมูลย์กรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูสมุนไพรเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกพืชสมุนไพรที่เหมาะสม

การทดสอบความชอบของผู้ทดสอบด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับ ให้ผู้ทดสอบพิจารณา สี กลิ่น และความชอบโดยรวม ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำส้มสายชูเก๊กฮวย ได้คะแนนความชอบทุกด้านสูงสุดอาจทั้งนี้เนื่องมาจาก น้ำส้มสายชูเก๊กฮวยมีสีเหลืองใสเป็นธรรมชาติ มีกลิ่นหอมของเก๊กฮวยที่เด่นชัด ตัวอย่างที่ได้คะแนนความชอบต่ำสุดทุกด้านคือ น้ำส้มสายชูดอกคำฝอย เนื่องจากน้ำส้มสายชูดอกคำฝอย มีกลิ่นฉุน มีสีดำเข้มและมีน้ำมันสีเหลืองลอยอยู่บนผิวหน้า เพราะว่าดอกคำฝอยมีองค์ประกอบของน้ำมันในปริมาณสูง (สุพจน์, 2543) จึงถูกสกัดออกมาในระหว่างการแช่น้ำส้มสายชูกลั่น ทำให้ผู้ทดสอบโดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลของสีน้ำส้มสายชูดอกคำฝอยที่สังเกตเห็นรู้สึกไม่ปลอดภัย ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นน้ำส้มสายชูสำหรับปรุงอาหาร ตัวอย่างอื่นๆ ที่ได้คะแนนความชอบเรื่องสีค่อนข้างน้อย คือต่ำกว่า 4.0 ได้แก่ น้ำส้มสายชูชาเขียว และพริกไทยดำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างน้ำส้มสายชูดังกล่าว มีสีคล้ำไม่สวยงาม ตัวอย่างที่ได้คะแนนความชอบเรื่องกลิ่นค่อนข้างน้อย คือ ต่ำกว่า 4.0 ได้แก่ น้ำส้มสายชูเปลือกมังคุด หว้า เก๋ากี้ ดอกคำฝอย และพริกไทยดำ เนื่องจากมีกลิ่นเฉพาะของสมุนไพรเข้มมาก โดยบางชนิดมีกลิ่นหมักของพืช ตัวอย่างที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่า 4.0 ได้แก่ น้ำส้มสายชูดอกคำฝอย และน้ำส้มสายชูพริกไทยดำ เนื่องจากลักษณะปรากฏของสีที่คล้ำเข้มและมีกลิ่นพืชฉุน ส่งผลให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้ำส้มสายชูทั้ง 2 ชนิดนี้ต่ำ จากเหตุผลการยอมรับของผู้ทดสอบข้างต้นทำให้สามารถคัดเลือกน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่มีคะแนนความชอบที่สูงทุกด้านได้ 4 ชนิด คือ น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง อบเชย มะตูม และเก๊กฮวย เนื่องจากมีสีที่เป็นเอกลักษณ์ตามชนิดของพืชสมุนไพร มีกลิ่นของสมุนไพรเด่นชัด ลดกลิ่นฉุนและแสบจมูกของน้ำส้มสายชูกลั่นลงได้ และผู้ทดสอบโดยส่วนใหญ่สามารถคาดเดาได้ว่ามาจากพืชสมุนไพรชนิดใด ซึ่งเป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นในความปลอดภัยเมื่อนำน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหาร จากการนำข้อมูลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมาพิจารณาร่วมกับความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพรเชิงพาณิชย์ ควบคู่กับข้อมูลของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH รวมถึงข้อมูลความปลอดภัย ทำให้สามารถคัดเลือกพืชสมุนไพรที่เหมาะสมได้ 4 ชนิดได้แก่ กระเจี๊ยบแดง อบเชย มะตูม และเก๊กฮวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	คะแนนความชอบ		
น้ำส้มสายชูสมุนไพร	สี	กลิ่น	โดยรวม
กระเจี๊ยบแดง	4.6 ± 1.9^{b}	4.3 ± 1.9^{bc}	4.4 ± 1.8^{bc}
มะตูม	4.5 ± 1.4^{b}	4.7 ± 1.8^{b}	4.8 ± 1.6^{b}
เปลือกมังคุด	4.9 ± 1.7^{b}	3.6 ± 1.7^{ed}	4.2 ± 1.5^{c}
หว้า	4.6 ± 1.5^{b}	3.9 ± 1.6^{cd}	4.3 ± 1.5^{bc}
อบเชย	4.5 ± 1.7^{b}	4.0 ± 2.0^{cd}	4.1 ± 1.8^{c}
เก๊กฮวย	5.8 ± 1.3^{a}	5.8 ± 1.4^{a}	5.9 ± 1.2^{a}
เก๋ากี้	5.4 ± 1.5^{a}	3.4 ± 1.8^{ef}	4.1 ± 1.6^{c}
ชาเขียว	3.4 ± 1.5^{c}	4.0 ± 1.6^{cd}	4.0 ± 1.5^{c}
ดอกคำฝอย	2.2 ± 1.3^{e}	3.0 ± 1.6^{f}	2.8 ± 1.4^{d}
พริกไทยดำ	2.8 ± 1.5^{d}	3.2 ± 1.9^{ef}	3.2 ± 1.6^{d}

a , b , c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

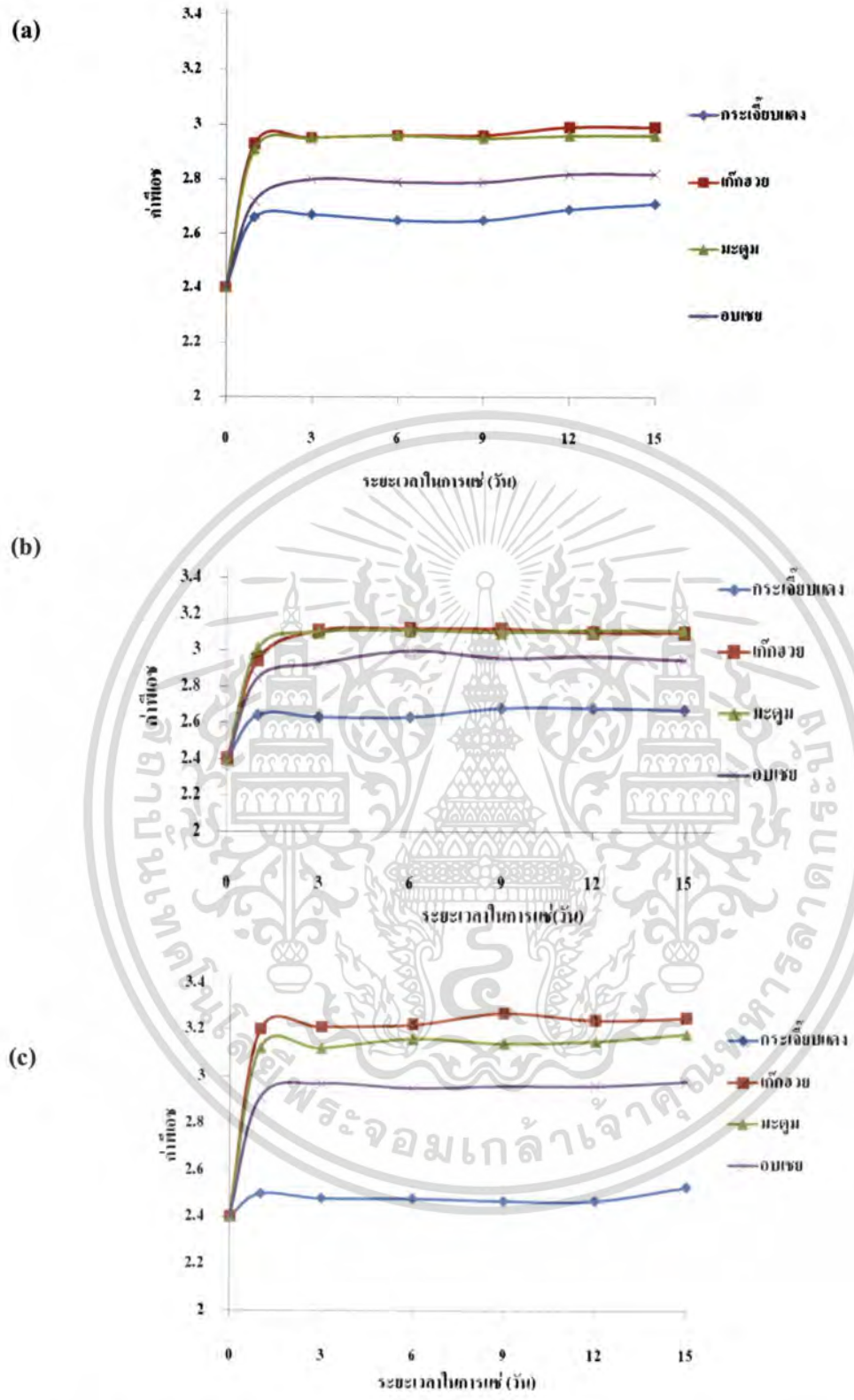
4.3 ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร

จากการทดลองนำพืชสมุนไพร 4 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง อบเชย มะตูม และเก๊กฮวย มาแช่ในน้ำส้มสายชูสายกลั่นโดยใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 3 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เก็บตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุก 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีต่างๆ ผลการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่สมุนไพร 4 ชนิด ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด มีค่าพีเอชเรียงลำดับจากต่ำไปหาสูงคือ กระเจี๊ยบแดง อบเชย มะตูม และเก๊กฮวย สำหรับน้ำส้มสายชูเก๊กฮวย และมะตูมนั้นจะมีค่าพีเอชใกล้เคียงกันโดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรที่ระดับ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่ระดับอัตราส่วนของปริมาณพืชสมุนไพรที่สูงขึ้น พบว่าน้ำส้มสายชูเก๊กฮวย มะตูม และอบเชย จะมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจากน้ำส้มสายชูกลั่นเริ่มต้นมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น น้ำส้มสายชูเก๊กฮวยที่ระยะเวลาการแช่ 15 วัน มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 2.40 เป็น 2.99 เมื่อใช้อัตราส่วนปริมาตรเก๊กฮวย 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และเพิ่มขึ้นเป็น 3.25 เพื่อใช้อัตราส่วนปริมาณเก๊กฮวย 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในขณะที่จะน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีค่าพีเอชลดลงจากเริ่มต้น 2.40 เป็น 2.71 และ 2.67 ที่อัตราส่วนปริมาณกระเจี๊ยบแดง 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับด้วยซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงที่ว่ากระเจี๊ยบแดง มีองค์ประกอบของกรดสูงกว่าสมุนไพรอื่น ๆ เมื่อใช้ในปริมาณมากขึ้นกรดที่ถูกสกัดออกมาในระหว่างการแช่ก็จะมีมากขึ้น ค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงที่ได้จึงมีค่าเพิ่มจากน้ำส้มสายชูกลั่นเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูสมุนไพรเมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่างกัน พบว่า มีค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันคือ ค่าพีเอชจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 1 ของการแช่ จากนั้นจะมีค่าพีเอชค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาในการแช่ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



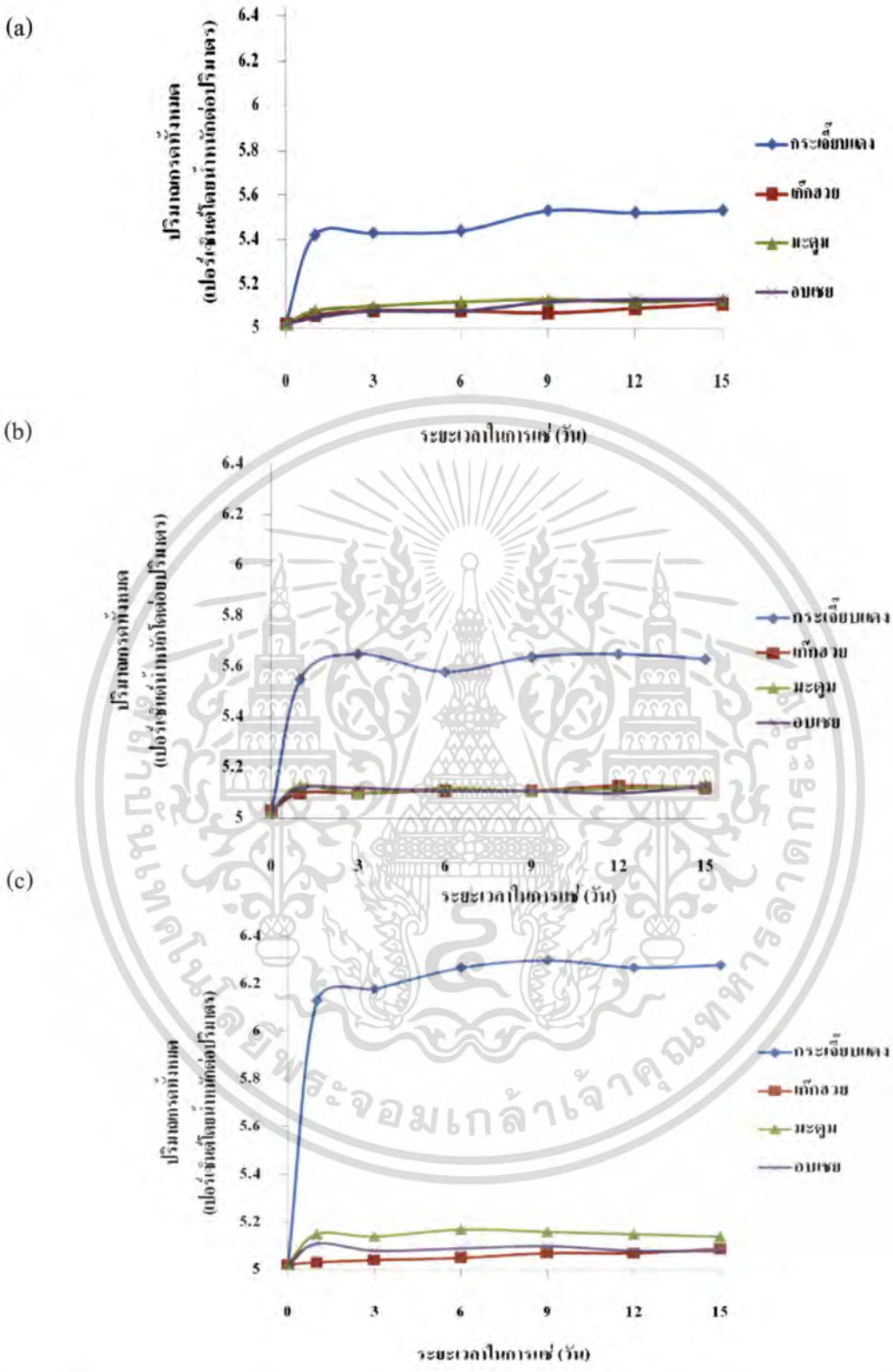
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และ อบเชย เมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 3 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.7 จะเห็นว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิด มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำส้มสายชูกลั่นซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยปริมาณกรดทั้งหมดจะแปรผันตามปริมาณพืชสมุนไพร กล่าวคือเมื่อใช้อัตราส่วนสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นมากขึ้นปริมาณกรดในน้ำส้มสายชูสมุนไพรก็จะเพิ่มขึ้น ตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดมากกว่าตัวอย่างน้ำส้มสายชูอื่นๆ อย่างชัดเจน โดยมีค่าเท่ากับ 6.27 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เมื่อระยะเวลาในการแช่ 6 วัน ในขณะที่น้ำส้มสายชูเก๊กฮวย มะตูมและอบเชยมีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 3.22, 3.16 และ 2.95 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ตามธรรมชาติ เช่น กรดแอสคอร์บิค กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาลิก เป็นต้น ซึ่งกรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2552) มากกว่าสมุนไพรชนิดอื่น ๆ เมื่อนำมาแช่ในน้ำส้มสายชูกลั่น กรดที่มีอยู่ในกระเจี๊ยบแดงถูกสกัดออกมาในระหว่างการแช่ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดจะมีปริมาณกรดทั้งหมดใกล้เคียงกัน ยกเว้นน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุดและสอดคล้องกับค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบที่ต่ำกว่าน้ำส้มสายชูชนิดอื่น ปริมาณกรดทั้งหมดโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคลองกับการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช กล่าวคือ ปริมาณกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 1 ของการแช่จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการแช่ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



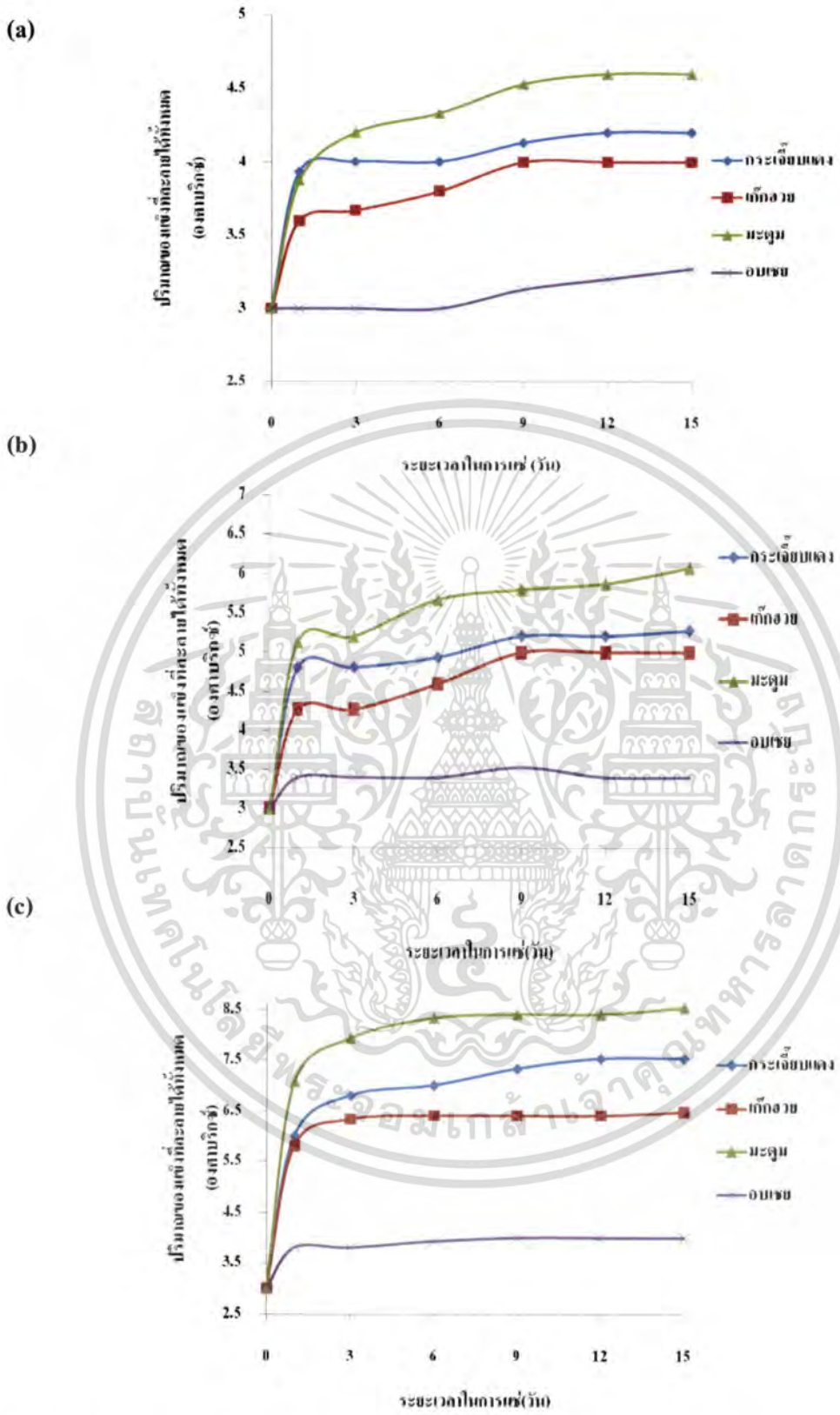
ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a), 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด คือกระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และ อบเชย เมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 3 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.8 จะเห็นว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 3.00 องศาบริกซ์ โดยพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อปริมาณน้ำส้มสายชูกลั่นเพิ่มขึ้น กล่าวคือที่ระยะเวลาในการแช่ 15 วัน เมื่อใช้พืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นอัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูมะตูมจะมีค่ามากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 8.50 องศาบริกซ์ รองลงมาคือ อัตราส่วน 5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีค่าเท่ากับ 6.50 และ 4.80 องศาบริกซ์ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำส้มสายชูมะตูมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือกระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย และอบเชย ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากมะตูมมีปริมาณน้ำตาลเป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติมากกว่าพืชสมุนไพรชนิดอื่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ตัวอย่าง เมื่อใช้อัตราส่วนของพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นทั้ง 3 ระดับ มีแนวโน้มเหมือนกันกล่าวคือ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 1 ของการแช่ หลังจากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายจะช้าลงและมีแนวโน้มคงที่โดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



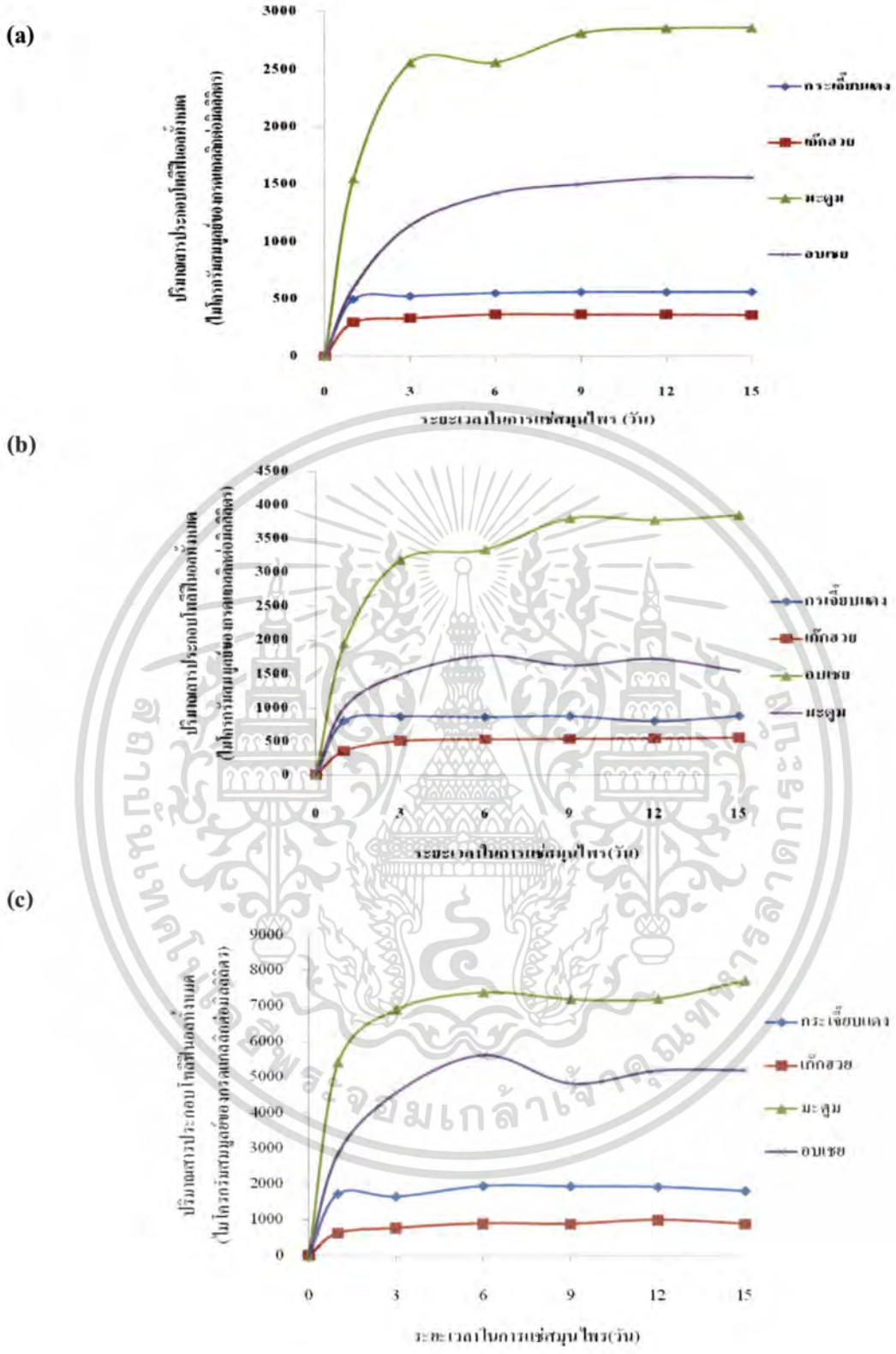
ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดเมื่อใช้ อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.9 จะเห็นว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกชนิดมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.29 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ยังเห็นได้ชัดเจนว่าที่ทุกระดับอัตราส่วนของพืชสมุนไพรที่ใช้น้ำส้มสายชูมะตูม จะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดตลอดช่วงระยะเวลาการแช่ 15 วัน รองลงมาคือ อบเชย กระเจี๊ยบแดง และเก๊กฮวย ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ในช่วงระยะเวลาในการแช่ 15 วัน จะเห็นว่าน้ำส้มสายชูมะตูม และอบเชย จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วัน แรกของการแช่หลังจากนั้น จะมีค่าเพิ่มขึ้นช้าลงและค่อนข้างคงที่ในขณะที่น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง และเก๊กฮวยนั้นปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะเพิ่มสูงมากขึ้นในวันที่ 1 ของการแช่ หลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือคงที่ตลอดระยะเวลาการแช่ 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร เมื่อใช้อัตราส่วนของพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นต่างกัน จะเห็นได้ว่าตัวอย่างทั้ง 4 ชนิดจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้น เมื่อใช้อัตราส่วนของปริมาณเพืชสมุนไพรมากขึ้น ตัวอย่างเช่น น้ำส้มสายชูมะตูมที่ระยะเวลาในการแช่ 6 วัน มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 2560.60, 3343.81 และ 7403.00 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร เมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรเท่ากับ 3, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



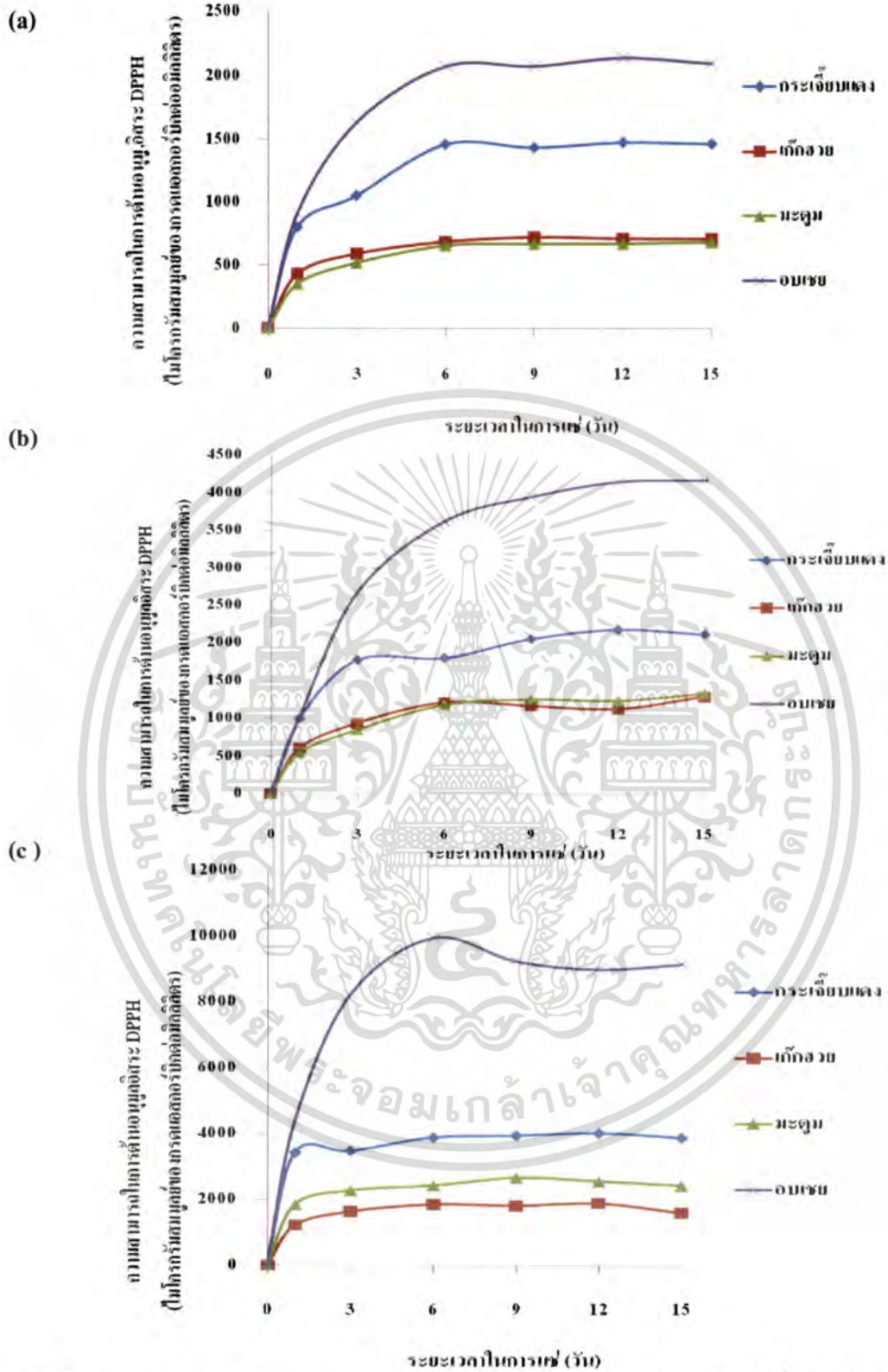
ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่ออัตราส่วนน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. 5 การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูสมุนไพร โดยเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค รายงานผลในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้อัตราส่วน 3, 5 และ10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักพืชสมุนไพรต่อปริมาตรน้ำส้มสายชูกลั่น ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าที่ทุกระดับอัตราส่วนที่ศึกษาน้ำส้มสายชูอบเชยจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดรองลงมาคือ กระเจี๊ยบแดง สำหรับน้ำส้มสายชูมะตูม และเก๊กฮวย นั้นจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ใกล้เคียงกัน ยกเว้นที่ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร น้ำส้มสายชูมะตูมจะมีค่าสูงกว่าเก๊กฮวยเล็กน้อย เมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ในระยะเวลาในการแช่ 15 วัน พบว่าส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากในช่วงระยะเวลา 6 วันแรก หลังจากนั้นจะค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้เมื่อใช้อัตราส่วนของพืชสมุนไพรเพิ่มขึ้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4ชนิด จะมีค่าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น น้ำส้มสายชูอบเชย ที่ระยะเวลาในการแช่ 6วัน จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นจาก 1,420.60 , 3,622.67 และ 5,629.00 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคเมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรเท่ากับ 3, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ เป็นต้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าน้ำส้มสายชูมะตูมมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลมากกว่าอบเชย แต่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำกว่าอบเชย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของสารโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวแตกต่างกันซึ่งโครงสร้างที่แตกต่างกันของสารประกอบโพลีฟีนอลจะมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH แตกต่างกันด้วย (Kim และ Lee, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูกลั่นในระหว่างการแช่พืชสมุนไพร 4 ชนิด เมื่อใช้ปริมาณพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 3 % (a) , 5 % (b) และ 10 % (c) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิด ในระหว่างการแช่ 15 วัน พบว่าที่อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จะมีส่วนของพืชสมุนไพรมากเกินไป ไม่สมดุลกับปริมาตรของน้ำส้มสายชูกลั่น ทำให้ส่วนของเหลวถูกดูดซับติดไปกับกากพืชสมุนไพรมาก หลังจากกรองแยกกากออก จึงเหลือน้ำส้มสายชูสมุนไพรน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อระยะเวลาในการแช่มากกว่า 1 สัปดาห์ ตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้จะมีกลิ่นหมักของพืช ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์โดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนของปริมาณพืชสมุนไพรสูง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมีต่าง ๆ คือ พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่พืชสมุนไพร คือ 6 วัน ซึ่งค่าทางเคมีต่าง ๆ ดังกล่าวเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงช้าลงและค่อนข้างคงที่ สำหรับอัตราส่วนปริมาณพืชสมุนไพรที่เหมาะสมจะเป็นที่ 3 หรือ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นั้นยังไม่สามารถสรุปได้ ในที่นี้ จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ที่ได้กับน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า 3 ชนิด ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าและน้ำส้มสายชูสมุนไพร

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักเชิงการค้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสลัดของ บริษัท เอ็น อี เฮลซ์ ฟู้ดส์ จำกัด 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว และน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด คือกระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และอบเชย โดยวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2 ค่าพีเอชของน้ำส้มสายชูหมักเชิงการค้าทั้ง 3 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 2.80 – 3.10 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 4.18 – 6.12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 3.00 – 4.00 องศาบริกซ์ จะเห็นได้ว่าค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ที่ได้จากการทดลองที่ทุกระดับอัตราส่วนปริมาณสมุนไพรที่ใช้ (ภาพที่ 4.6 - 4.7) สำหรับของแข็งที่ละลายได้นั้น พบว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรกระเจี๊ยบแดง มะตูม และเก๊กฮวย จะมีค่าสูงกว่าน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าทั้ง 3 ชนิด โดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นที่ระดับ 5 และ 10 % (ภาพที่ 4.8)

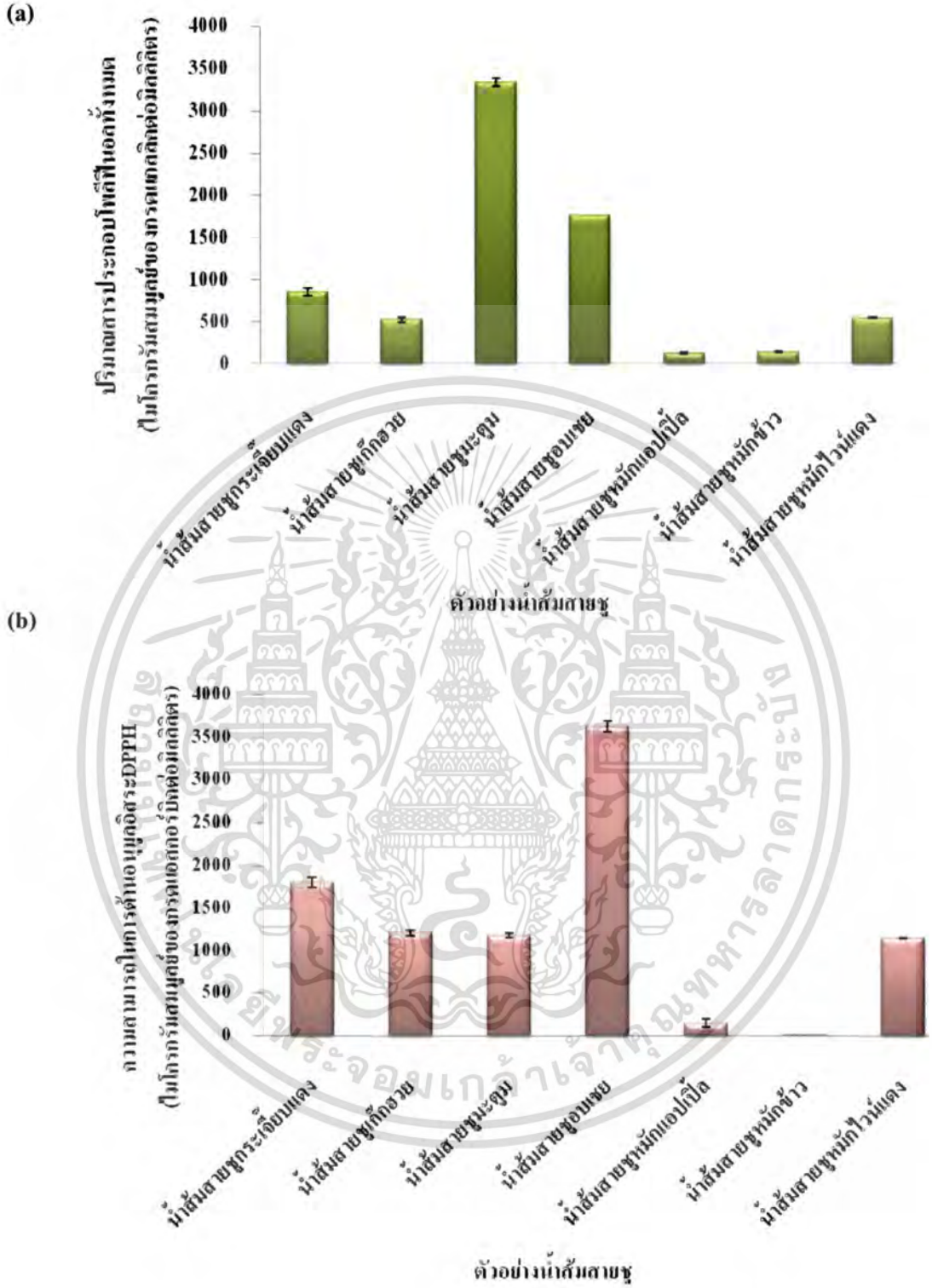
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าทั้ง 3 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 129.30 - 552.40 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วง 16.61-1151.30 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าวกับน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิด ที่ได้จากการทดลองพบว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้อัตราส่วนของสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ใกล้เคียงหรือมากกว่าน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า (ภาพที่ 4.11) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้อัตราส่วนของพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ดังกล่าวต่อน้ำส้มสายชูกลั่นที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นสภาวะที่เหมาะสม เนื่องจากเพียงพอที่จะทำให้ได้น้ำส้มสายชูสมุนไพรที่มีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงเทียบเท่าหรือมากกว่า น้ำส้มสายชูหมักทางการค้า ทั้งนี้วัตถุประสงค์ข้อหนึ่งของงานวิจัยนี้เพื่อนำน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ได้มาใช้ทดแทนน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดของบริษัท เอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด จากข้อมูลการทดลองทั้งหมดที่ได้ จึงเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำส้มสายชูสมุนไพรกระเจี๊ยบแดง เก็กฮวย มะตูม และอบเชย คือ ใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและใช้ระยะเวลาในการแช่ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การตรวจสมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า 3 ชนิด ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสลัดของบริษัทเอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด

การวิเคราะห์ทางเคมี	ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า		
	น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง	น้ำส้มสายชูจากหมักข้าว	น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล
ค่าพีเอช	2.80 ± 0.02	2.90 ± 0.01	3.10 ± 0.01
ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	6.12 ± 0.01	4.18 ± 0.02	5.05 ± 0.02
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(องศาบริกซ์)	4.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.80 ± 0.00
ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร)	552.40 ± 1.00	144.20 ± 1.80	129.30 ± 8.00
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร)	1151.30 ± 47.00	16.61 ± 0.63	150.2 ± 4.00



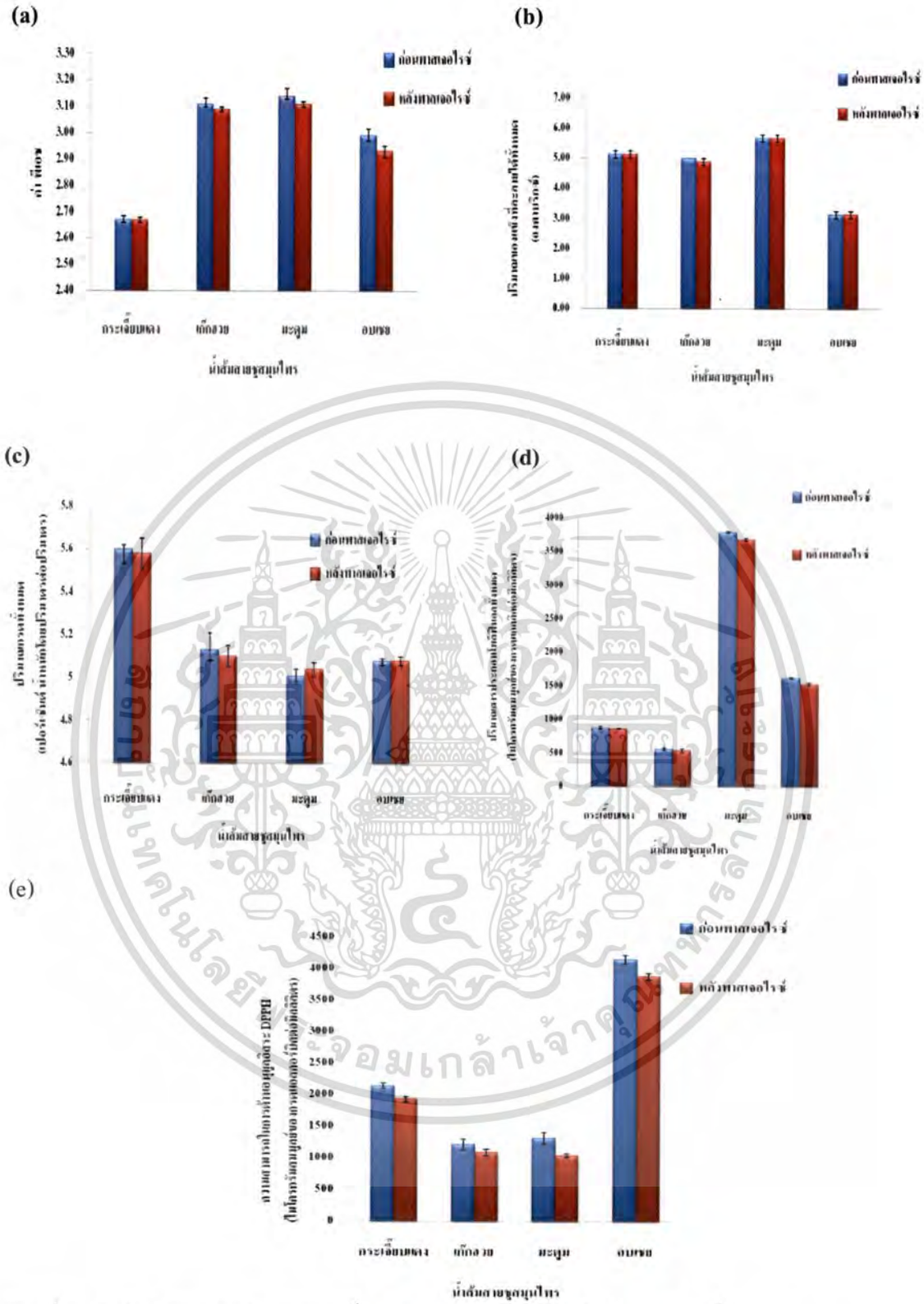
ภาพที่ 4.11 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (a) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (b) ของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่เตรียมได้เมื่อใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและใช้เวลาในการแช่ 6 วัน เปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชูหมักทางการค้า 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลของการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพร

จากการทดลองนำน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และอบเชย ที่เตรียมได้ตามสภาวะที่เหมาะสมซึ่งได้จากผลการทดลองข้อ 4.4 มาพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาตรวจวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.12 จะเห็นว่าการพาสเจอไรซ์ที่สภาวะดังกล่าว มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เล็กน้อย สำหรับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดนั้น พบว่า มีค่าลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 1.55, 2.69, 2.88 และ 5.68 เปอร์เซ็นต์ สำหรับน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และอบเชย ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ดังกล่าวจะสอดคล้องกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่มีค่าลดลงโดยมีค่าลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 9.74 , 10.20 , 20.65 และ 6.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 ค่าพีเอช (a) ปริมาณกรดทั้งหมด (b) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (c) ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (d) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (e) ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ก่อนและหลังพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ผลิตได้

จากการนำน้ำส้มสายชูสมุนไพรพาสเจอไรซ์ ทั้ง 4 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และอบเชย มาวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าค่าพีเอชอยู่ในช่วง 2.66 - 3.01 ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.16 - 5.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ซึ่งมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 204) พ.ศ. 2543 เรื่อง น้ำส้มสายชู กำหนดให้น้ำส้มสายชูกลั่นมีปริมาณกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกตัวอย่างมีปริมาณกรดทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐาน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุดคือ มะตูม รองลงมาคือ กระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย และ อบเชย ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด น้ำส้มสายชูมะตูม มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ อบเชย กระเจี๊ยบแดง และ เก๊กฮวย ตาม ลำดับ นอกจากนี้ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่าน้ำส้มสายชูอบเชย มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ มะตูม กระเจี๊ยบแดง และเก๊กฮวย ตามลำดับ ในการทดลองนี้จะวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงเพียงตัวอย่างเดียว เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบของแอนโธไซยานินจึงถูกสกัดออกมาระหว่างการแช่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 51.74 ± 2.16 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า น้ำส้มสายชูอบเชยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กระเจี๊ยบแดง มะตูม และ เก๊กฮวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิด หลังการพาสเจอไรซ์

คุณภาพทางเคมี	ตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร			
	กระเจี๊ยบแดง	เก็กฮวย	มะตูม	อบเชย
ค่าพีเอช	2.66 ± 0.06	2.87 ± 0.01	3.01 ± 0.02	2.83 ± 0.01
ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	5.79 ± 0.05	5.15 ± 0.09	5.01 ± 0.02	5.16 ± 0.04
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	5.00 ± 0.00	4.30 ± 0.14	5.30 ± 0.14	3.20 ± 0.00
ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร)	784.05 ± 9.21	512.43 ± 12.72	3573.05 ± 3.69	1601.46 ± 11.06
ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (ไมโครกรัมสมมูลย์ของรูทีนต่อมิลลิลิตร)	426.61 ± 30.00	339.79 ± 4.07	1195.15 ± 85.71	1279.24 ± 58.93
ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	51.74 ± 2.16	-	-	-
ความสามารถต้านอนุมูลอิสระDPPH (ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร)	1849.90 ± 46.48	1129.60 ± 34.96	1177.33 ± 5.86	3962.86 ± 93.96

4.7 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง

การทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดอิตาเลียน 2 ชนิด คือ น้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง และน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงซึ่งผลิตโดยบริษัท เอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด ด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับ ให้ผู้ทดสอบพิจารณา สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบ 100 คน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง

น้ำสลัดอิตาเลียน	คะแนนความชอบ			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง	4.0 ± 1.4^{b}	3.6 ± 1.5^{ns}	3.5 ± 1.6^{b}	3.5 ± 1.5^{b}
ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง	5.4 ± 1.3^{a}	3.6 ± 1.4^{ns}	4.2 ± 1.6^{a}	4.1 ± 1.4^{a}

a ,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns แสดงถึงค่าของข้อมูลตามแนวตั้งที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จะเห็นว่าคะแนนความชอบด้านสีของน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมากกว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าน้ำสลัดที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงให้สีแดงสดสวยชวนรับประทานมากกว่าน้ำสลัดที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง ซึ่งจะมีสีแดงอ่อนค่อนไปทางสีชมพู คะแนนความชอบด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะว่าเครื่องเทศซึ่งเป็นส่วนผสมของน้ำสลัดอิตาเลียนไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 ชนิด ผู้ทดสอบจึงไม่แสดงความชอบแตกต่างกัน แต่ผู้ทดสอบบางส่วนได้แสดงความเห็นว่า น้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดงมีกลิ่นหมักและฉุนแสบจมูกมากกว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง สำหรับคะแนนความชอบด้านรสชาติ พบว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีคะแนนสูงกว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดงทั้งนี้ผู้ทดสอบสามารถระบุเหตุผลด้วยว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง มีรสชาติเปรี้ยวและบาดคอมากกว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีคะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง จากตารางผลการทดลองจะสังเกตเห็นว่า น้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงถึงแม้ว่าจะมีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง แต่ระดับคะแนนความชอบยังอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำคือ อยู่ในระดับคะแนน 4 - 5 (เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบไม่คุ้นเคยกับลักษณะของน้ำสลัดอิตาเลียนที่มีรสชาติเปรี้ยวจัดจากน้ำส้มสายชูหมักและเครื่องเทศที่เป็นส่วนผสมเฉพาะตามสูตรของบริษัท เอ็น อี เอ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

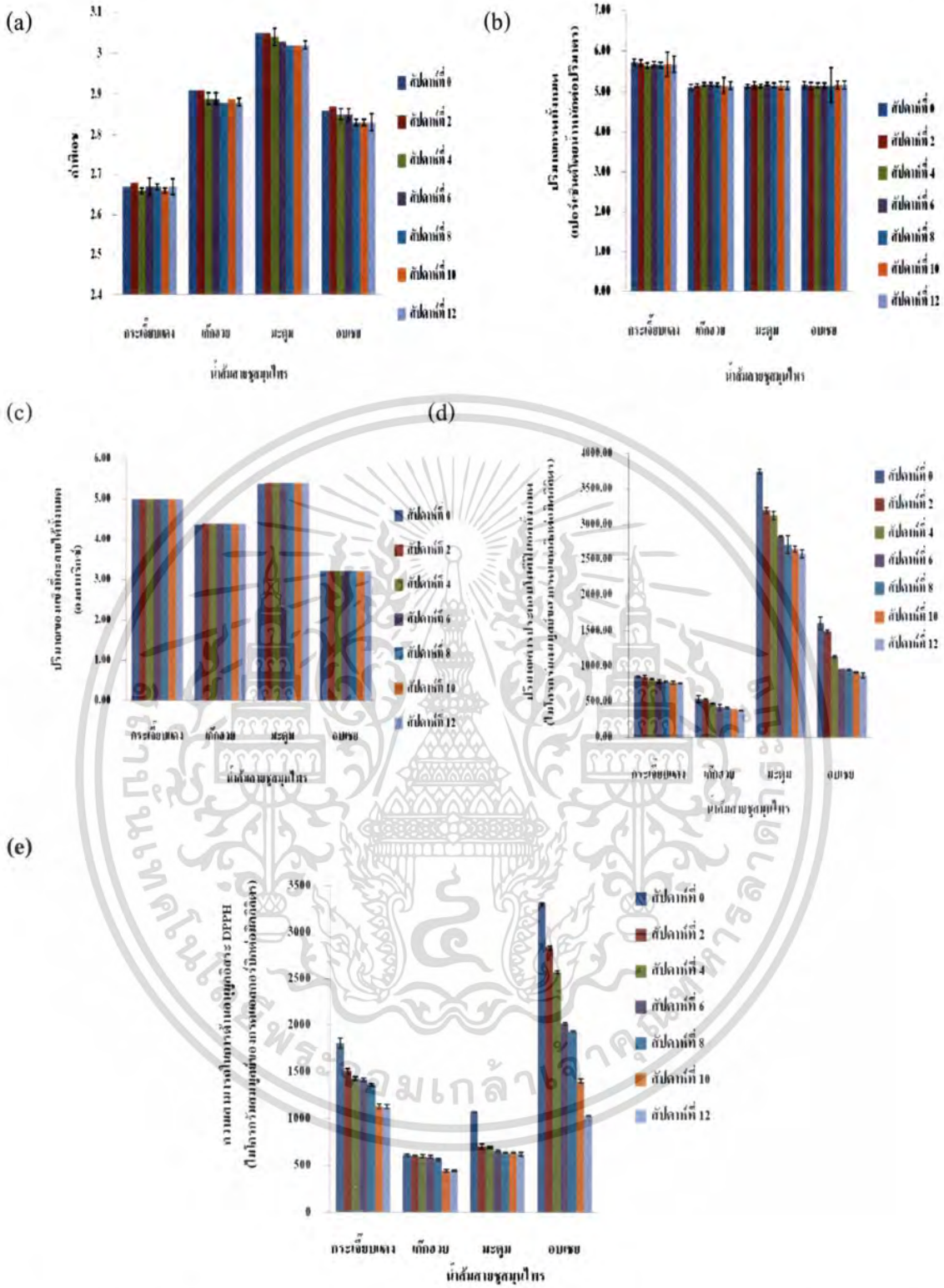
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุน 4 ชนิด คือ น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และ อบเชย ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(28 ± 2 องศาเซลเซียส)ในสภาวะที่มีแสง ตามปกติ โดยวิเคราะห์ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.13 จะเห็นได้ว่า ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือแทบจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าน้ำส้มสายชูสมุนไพรทุกตัวอย่างมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ตัวอย่างเช่น น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเริ่มต้น เท่ากับ 858.26 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านถึงสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 811.56 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 1,811.19 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไปถึง สัปดาห์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 1,428.05ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร เป็นต้นในช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง เก๊กฮวย มะตูม และ อบเชย มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 11.62, 29.94, 31.03 และ 54.21 เปอร์เซ็นต์ และเท่ากับ 37.39 , 51.83, 42.01 และ 68.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษา 12 สัปดาห์

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด มีค่าลดลงค่อนข้างมากในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะที่ใช้ในการทดลองซึ่งบรรจุตัวอย่างในขวดแก้วใสและรับแสงตามปกติ ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารประกอบโพลีฟีนอลถูกทำลายได้ การบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูสมุนไพรจึงควรใช้ภาชนะบรรจุที่กันแสงได้ เช่น ขวดสีชา เช่นเดียวกับน้ำส้มสายชูหมักทางการค้าโดยทั่วไปจะบรรจุขวดแก้วสีเข้ม นอกจากนี้ควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อช่วยให้อัตราการลดลงของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มสายชูสมุนไพร 4 ชนิดในระหว่างการเก็บรักษาเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (a) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (b) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (c) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (d) การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (e)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพร จากพืชสมุนไพร 10 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก็กฮวย เก๋ากี้ ชาเขียว พริกไทยดำ ดอกคำฝอย มะตูม อบเชย เปลือกมังคุด และลูกหว้า พบว่าพืชสมุนไพร 4 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก็กฮวย มะตูม และอบเชย มีความเหมาะสมเนื่องจากได้น้ำส้มสายชูสมุนไพรที่มี สี และกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบและมีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติในแง่ความปลอดภัยและการหาแหล่งวัตถุดิบสำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ดังกล่าว คือใช้อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่นเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 6 วัน

คุณภาพทางเคมีของน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่ผลิตได้ทั้ง 4 ชนิด คือ กระเจี๊ยบแดง เก็กฮวย มะตูม และอบเชย มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 2.66 -3.01 ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.16 -5.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุดคือ มะตูม รองลงมาคือ กระเจี๊ยบแดง เก็กฮวย และ อบเชย ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.20-5.30 องศาบริกซ์ สำหรับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด น้ำส้มสายชูมะตูม มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ อบเชย กระเจี๊ยบแดง และ เก็กฮวย ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 512.43-3573.05 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่าน้ำส้มสายชูอบเชย มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ มะตูม กระเจี๊ยบแดง และเก็กฮวย โดยมีค่าเท่ากับ 1279.24, 1195.15, 426.61 และ 339.79 ไมโครกรัมสมมูลย์ของรูทีนต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดของน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีค่าเท่ากับ 51.74 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า น้ำส้มสายชูอบเชย มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กระเจี๊ยบแดง มะตูม และเก็กฮวย โดยมีค่าเท่ากับ 3962.86, 1849.90, 1129.60 และ 1177.33 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

การทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดอิตาเลียน 2 ชนิด คือ น้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตัวอย่างควบคุม) และน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงที่ได้จากการทดลองโดยบริษัท เอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด เป็นผู้เตรียมตัวอย่างน้ำสลัดดังกล่าวให้ผู้ทดสอบพิจารณาคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากกระเจี๊ยบแดงได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ ด้านสูงกว่าน้ำสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง ยกเว้นความชอบด้านกลิ่นเท่านั้นที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรกระเจี๊ยบแดง เก็กฮวย มะตูม และอบเชย บรรจุขวดแก้วใส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส โดยได้รับแสงปกติ พบว่า ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 11.62, 29.94, 31.03 และ 54.21 เปอร์เซ็นต์ และเท่ากับ 37.39, 51.83, 42.01 และ 68.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำสลัดอิตาเลียน 2 ชนิดคือ คือ น้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตัวอย่างควบคุม) และน้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงที่ได้จากการทดลองโดยบริษัท เอ็น อี เฮ็ธ ฟู้ดส์ จำกัด เป็นผู้เตรียมตัวอย่างน้ำสลัด ซึ่งใช้ผู้ทดสอบความชอบเป็นบุคคลทั่วไปที่ไม่ใช้กลุ่มเป้าหมายที่รับประทานน้ำสลัดอิตาเลียนจึงทำให้ผลการทดลองมีค่าความแปรปรวนสูงและอาจจะเป็นข้อมูลอ้างอิงในความชอบผลิตภัณฑ์น้ำสลัดอิตาเลียนที่ใช้น้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดงได้ไม่ชัดเจน เพราะระดับคะแนนความชอบที่ได้ยังอยู่ในช่วงรู้สึกเฉย ๆ จนถึง ชอบเล็กน้อย ดังนั้นควรใช้กลุ่มผู้รับประทานน้ำสลัดอิตาเลียนเป็นผู้ทดสอบความชอบเพื่อจะได้ข้อมูลผู้บริโภคที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

นอกจากนี้น้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ยังมีความเสถียรค่อนข้างต่ำในสภาวะเก็บรักษาที่ใช้ในการทดลอง จึงควรมีการศึกษาวิธีการเพิ่มความเสถียรของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2537. **ผลไม้คุณค่านานาเพื่อสุขภาพ.** กรุงเทพ ฯ : ยูโรปาเพรส.

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2545. ชาเขียว: มหัศจรรย์แห่งใบไม้. **อาหาร.** 32 : 233-234.

ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิต. 2538. **เอกลักษณ์สมุนไพรไทย.** ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพ ฯ.

บริหารและจัดการโดยทีมงานชาวมัธยมศึกษาและประถมศึกษา. 2545. **ข้อมูลทั่วไปของดอกเบญจมาศ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaigoodview.com. เข้าถึงเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2552.

ฝ่ายโภชนาการ โรงพยาบาลพระรามเก้า. 2541. ใยอาหารเคล็ดลับเพื่อสุขภาพ. **เก้าทันโรค.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.school.net.th/library/snet4/anatomy/fiber.htm. เข้าถึงเมื่อ 15 มิถุนายน 2552.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2545. **ประโยชน์ของสมุนไพรในงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.** กรุงเทพ ฯ : แสงมงคล ออฟเซ็ท การพิมพ์.

มลศิริ วีโรทัย. 2545. **เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ.** กรุงเทพ ฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

มูลนิธิสุขภาพไทย. **สมุนไพรเพื่อสุขภาพ:อัญชัน กินก็ได้ ทาก็ได้.** มติชนสุดสัปดาห์. 20, 1017,15 กุมภาพันธ์ 2543.

มาลัย บุญรัตนกรกิจ. 2548. น้ำส้มสายชูหมักธรรมชาติ (Natural fermented vinegar). **เกษตรกรรมธรรมชาติ.** 11 : 21-22.

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.** กรุงเทพ ฯ : โอเดียนสโตร์.

วันทนี สว่างอารมณ์. 2542. **เอกสารประกอบคำสอนรายวิชาเครื่องเทศและสมุนไพร.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, กรุงเทพ ฯ.

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2545. บทบาทของสารประกอบโพลีฟีนอลต่อสุขภาพ. **อาหาร.** 32(4) : 245 -253.

สถาบันบันการแพทย์แผนไทย. 2552. **กระเจี๊ยบแดง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://ittm.dtam.moph.go.th/product_champion/herb2.htm. เข้าถึงเมื่อ 8 เมษายน 2552.

สุพจน์ คิลานเภสัช. 2543. **สมุนไพรเครื่องเทศและพืชปรุงแต่งกลิ่นรส.** กรุงเทพฯ: ประพันธ์สาส์น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541. **สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน**. กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพ ฯ:ดอกหญ้า.

อาหารเครื่องดื่ม. 2551. **เก๋ากี้ผลไม้สมุนไพรสารพัดประโยชน์ของชาวจีน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaigoodview.com. เข้าถึงเมื่อ 26 พฤษภาคม 2552.

โอภา วัชระคุปต์ ปรีชา บุญจง จันทนา บุญยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2550. **สารต้านอนุมูลอิสระ**. กรุงเทพฯ: นิวไทยมิตรการพิมพ์.

AOAC, 2000. **Official method of analysis of the association of official analytical chemists. 17th ed**. Gaithersburg. Maryland.

Balasundram, N., Sundram, K., and Samman, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agi-industrial by- products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chem**. 99-121-230.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**. 28:25-30.

Bravo, L. 1998. Polyphenols : chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutr. Rev.** 56: 317-333.

Burns, J., Gardner, P.T., O'Neil, J., Crawford, S., Morecroft, I., and McPhail, D.B. 2000. Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity and phenolic content of red wines. **J. Agric. Food Chem**. 48:220-230.

Dvalos, A., Bartolome, B., and Gomez-Cordoves , C. 2005. Antioxidant properties of commercial grape juices and vinegars. **Food Chem**. 93 : 325-330.

Fushimi, T., and Sato, Y. 2005. Effect of acetic acid feeding on the circadian changes in glycogen and metabolites of glucose and lipid in liver and skeletal muscle of rat. **Bri. J. Nutr.** 94(5):714-719.

Fushimi, T., Suruga, K., Oshima, Y., Fukiharu , M., Tsukamoto , Y., and Goda , T. 2006. Dietary acetic acid reduces serum cholesterol and triacylglycerols in rats feda cholesterol rich diet. **Bri. J. Nutr.** 95(5) : 916-924.

Fushimi, T. Tayma, K. Fukaya, M. Kitakoshi, K. Nakai, N. Tsukamoto, Y., and Sato, Y. 2001. Acetic acid feeding enhances glycogen reletion in liver and skeletal muscle of rats. **J. Nutr.** 131(7) : 1973-1977.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Giusti, M.M., and Wrolstad, R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by uv- visible spectroscopy. ***In*** **Current protocols in food analytical chemistry.** (Ronald, E.W., Terry, E.A., Haejung, A., Eric, A.D., Michael, H.P., Davis, S.R., Steven, J.S., Charles, F.S., Peter, S, (eds.). New York : John Wiley & Sons.

Heim, K.E., Tagliaferro, A.R., and Bolilya D., J. 2002. Flavonoid antioxidants : Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **J. Nutr. Biochem.** 13:572-584.

Herbal Vinegars. [online]. http://www.prodigalgardens.info/index.htm. Accessed date 23 June 2007.

Hu, F.B., Stampfer, M.J., and Manson, J.E. 1999. Dietary intake of alpha-linolenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women. **Am. J. Clin. Nutr**. 69 : 890-897.

Kim, D., and Lee, C. 2004. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. **J. Food Sci. Nutr.** 44 : 253-273.

Kondo, S., Tayama , K., Tsukamoto , Y., Ikeda , K., and Yamori , Y. 2001. Antihypertensive effects of acetic and vinegars on spontaneously hypertensive rats. **Biosci. Biotechnol. Biochem**. 65(12) : 2690-2694.

Masino, F., Chinnici, F., Bendini, A., Montevecchi, G., and Antonelli, A. 2008. A study on relationship among chemical, physical, and qualitative assessment in tradition balsamic vinegar. **Food Chem**. 106:90-95.

Singleton, V.L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. **Meth. Enz**. 299:152-177.

Su, M.S., and Silva , J.L. 2006. Antioxidant activity , anthocyanins, and phenolies of rabbtieye (Vaccinium ashei) by-products as affected by fermentation. **Food Chem**. 97 : 447-451.

Verzelloni, E., Tagliazucchi, D., and Conte, A. 2007. Relationship between the antioxidant properties and flavonoid content in traditional balsamic vinegar. **Food Chem**. 105 : 564-571.

Xu, Q., Tao W., and Ao, Z. 2007(a). Antioxidant activity of vinegar melanoidins. **Food Chem**. 102 : 841-849.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xu, Y.C., Leung, S.W.S., Yeung, D.K.Y., Hu, L.H., Chen, G.H., Che, C.M., and Man, R.Y.K. 2007(b). Structure-activity relationships of flavonoids forvascular relaxation in porcine coronart artery. **Phytochemistry**. 68 : 1179-1188.

Zhishen, J., Mengcheng, T., and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chem**. 64 : 555-559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร(AOAC, 2000)

1. สารเคมี

1.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

1.2 ฟีนอล์ฟทาลีน ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

1.3 เอธานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์

1.4 โพแทสเซียมทาเลต (potassium phthalate) ($KHC_8H_4O_4$)

2. การเตรียมสารเคมี

2.1 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล (โดยประมาณ) โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำไป standardize ด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมทาเลต

2.2 วิธี standardize สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำโดยละลายโพแทสเซียมทาเลตที่ผ่านการอบแห้งอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นปริมาณ 0.6000-0.7000 กรัม ในน้ำกลั่น 50-75 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่

2.3 หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (ในเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์) ในสารละลายโพแทสเซียมทาเลต จำนวน 2 หยด

2.4 นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่บรรจุอยู่ในบิวเรต จนกระทั่งสารละลายปฏิกิริยาเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนที่คงตัว โดยทำการไตเตรต 3 ซ้ำ บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต

$$\text{Normality ของ NaOH} = \frac{\text{จำนวนกรัมโพแทสเซียมทาเลต} \times 100}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204{,}229}$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่าง

3.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2-3 หยด

3.2 ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนได้สีชมพูจางๆ

3.3 บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในสารละลายตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรจากสูตร

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{(V)(N)(\text{eq. Wt.})(100)}{(1000)(v)}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต

N = normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 0.1

v = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต

eq. Wt. = น้ำหนักสมมูลย์ของกรดอะซิติก เท่ากับ 60 กรัม

4. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณกรดทั้งหมด

ซ้ำที่ 1 ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง ในวันที่ 1 ของการแช่กระเจี๊ยบแดง อัตราส่วนกระเจี๊ยบต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ในการไตเตรตเท่ากับ 9.5 มิลลิลิตร และ normality ของสารละลายมาตรฐาน NaOH เท่ากับ 0.1

แทนค่าจากสูตรปริมาตรกรดทั้งหมด (%) = (9.5×0.1×60×100) / (1000×1)

= 5.82 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ดังนั้นปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรกระเจี๊ยบแดง ซ้ำที่ 1 ในวันที่ 1 ของการแช่กระเจี๊ยบแดง เท่ากับ 5.82 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ดัดแปลงจาก Singleton และ Rossi, 1999)

1..สารเคมี

1.1 Folin-Ciocalteu

1.2 โซเดียมคาร์บอเนต (Na2CO3) ความเข้มข้น10 เปอร์เซ็นต์

1.3 สารละลายกรดแกลลิคความเข้มข้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคความเข้มข้นเริ่มต้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย

2.2 เจือจางสารละลายกรดแกลลิคความเข้มข้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรด้วยกลั่นใน อัตราส่วน 1/20 ให้มีปริมาตรเท่ากับ 5 มิลลิลิตร (สารละลายกรดแกลลิค 250 ไมโครลิตร: น้ำกลั่น 4,750 ไมโครลิตร)

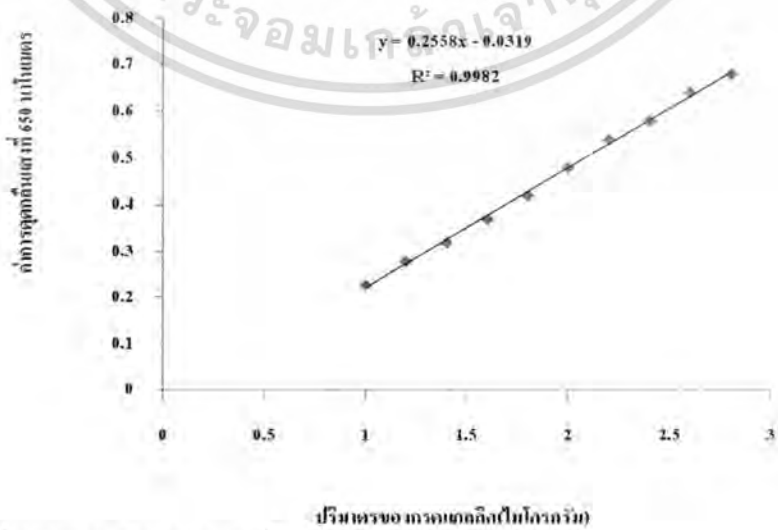
2.3 ปีเปตสารละลายมาตรฐานจากข้อ 2.2 ปริมาตร 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, และ 150 ไมโครลิตร ลงในช่องไมโครเพลท แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 ไมโครลิตร ดังตารางที่ ข 1

2.4 เติมสารละลาย Folin-Ciocalteau ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

2.5 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 40 ไมโครลิตรตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 10 นาที

2.6 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลท

2.7 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิคในหน่วย ไมโครกรัม



ภาพที่ ข 1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การเตรียมสารละลายกรดแกลลิค

ปริมาตรสารละลายกรดแกลลิค (ไมโครลิตร)	ปริมาตรน้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง (650 นาโนเมตร)	ความเข้มข้นของกรดแกลลิค (ไมโครกรัม)
50	200	0.23	1.00
60	190	0.28	1.20
70	180	0.32	1.40
80	170	0.36	1.60
90	160	0.42	1.80
100	150	0.48	2.00
110	140	0.54	2.20
120	130	0.58	2.40
130	120	0.64	2.60
140	110	0.68	2.80
150	100	0.70	3.00

หมายเหตุ การคำนวณความเข้มข้นของกรดแกลลิคในหน่วยไมโครลิตรเป็นหน่วยไมโครกรัมเพื่อใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค (standard curve)
เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคความเข้มข้นเริ่มต้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 20 จากนั้นปิเปตสารละลายกรดแกลลิคที่เจือจางปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในช่องไมโครเพลท ดังนั้นจึงมีปริมาตรสารละลายกรดแกลลิค 50 ไมโครลิตร จากสารละลายกรดแกลลิคที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 20 หรือเท่ากับมี สารละลายกรดแกลลิค 0.05/20 มิลลิลิตร

การคำนวณ

ในสารละลายกรดแกลลิค 1 มิลลิลิตร มีปริมาตรกรดแกลลิค 400 ไมโครกรัม

ถ้าสารละลายกรดแกลลิค 0.05/20 มิลลิลิตร มีปริมาตรกรดแกลลิค $400 \times (0.05/20)$

$= 1$ ไมโครกรัม

ดังนั้น สารละลายกรดแกลลิคมีความเข้มข้น = 1 ไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

3.1 ปิเปตตัวอย่างสารละลายสารสกัดเจือจางที่มีความเข้มข้นเหมาะสม ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ลงในช่องไมโครเพลท

3.2 เติมสารละลาย Folin-Ciocalteau ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

-3.3 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 10 นาที

3.4 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตรอ่านปฏิกิริยาบนเครื่องไมโครเพลท (microplate reader) โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank

4. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรกระเจี๊ยบแดงเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า ปริมาตร 250 ไมโครลิตรวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร เท่ากับ 0.47 ซึ่งใช้ตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงในวันที่ 1 ของการแช่ อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จากสมการ $y = 0.2558x - 0.0319$

แทนค่า $y = 0.47$ และ x = ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

ดังนั้น $x = (0.47/0.2558) + 0.0319$

$= 1.99$

เนื่องจากตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงที่นำมาวิเคราะห์จะเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า และปิเปตตัวอย่างมา 0.25 มิลลิลิตร

ดังนั้น $x = (1.99 \times 100) / 0.25$

$= 796$ ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร

ดังนั้นน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีปริมาตรสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 796 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (ดัดแปลงจาก Brand-Williams และคณะ, 1995)

1. สารเคมี

1.1 สารละลาย DPPH

1.2 เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์

1.3 กรดแอสคอร์บิค

2. การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค

2.1 สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ โดยชั่ง DPPH 0.0158 กรัม ละลายในเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 1 ต่อ 4 โดย working solution ที่ได้จะมีค่าการดูดกลืนแสงในช่วง 0.8 -1.00

2.2 การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

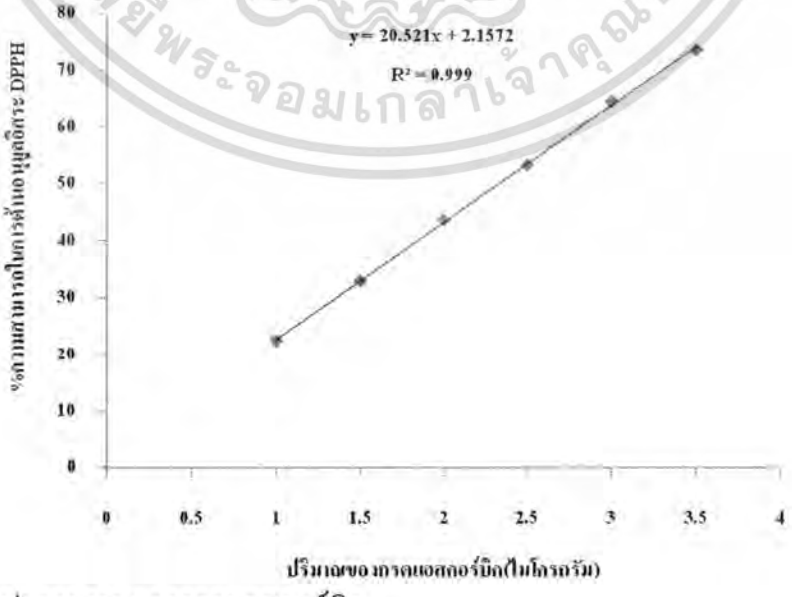
2.3 ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคที่เจือจางในหลอดทดลองอัตราส่วน 1 : 20

2.4 ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิคที่เจือจางอัตราส่วน 1:20 มาทำการเจือจางใน efpendrop ปริมาณ 0.1, 0.2 , 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 มิลลิลิตรทุกหลอด

2.5 ปิเปตกรดแอสคอร์บิคที่เจือจางลงช่องไมโครเพลท 70 ไมโครลิตรเติม working solution ปริมาตร 210 ไมโครลิตรทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที

2.6 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

2.7 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของปริมาณกรดแอสคอร์บิค



ภาพที่ ค 1. กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 การเตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิค

ปริมาตรสารละลายกรดแอสคอร์บิค (ไมโครลิตร)	น้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิค(ไมโครกรัม)	%ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH
200	800	1.00	22.46
300	700	1.50	32.9
400	600	2.00	43.55
500	500	2.50	53.23
600	400	3.00	64.4
700	300	3.50	73.45

3. การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

3.1 ปิเปตตัวอย่างสารละลายสารสกัดเจือจางที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมปริมาตร 70 ไมโครลิตร ลงในช่องไมโครเพลท

3.2 เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 210 ไมโครลิตรทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที

3.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นblank

4. การคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

คำนวณเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ตามสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระDPPH} = \left(1-\left(\frac{A_{sample}}{A_{control}}\right)\right)\times 100$$

โดยที่ Asample = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาของตัวอย่างสารสกัด (น้ำส้มสายชูสมุนไพร)

Acontrol = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม (น้ำกลั่น)

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH จะรายงานในหน่วยของไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อกรัมมิลลิลิตรตัวอย่าง โดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิค

ปริมาณสารสกัดจากตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า ปริมาตร 70 ไมโครลิตร ในวันที่ 1 ของการแช่ในอัตราส่วนกระเจี๊ยบแดงต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เท่ากับ 0.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ % สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระDPPH = $\left(1-\left(\frac{A_{sample}}{A_{control}}\right)\right)\times 100$

แทนค่า % สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระDPPH =(1-(0.64/0.7130))× 100

= 10.23 %

จากสมการ y = 20.521x + 2.1572

แทนค่า y = % สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

และx = ค่าสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง

จะได้ x = (10.23-2.1572)/20.521

= 0.39

เนื่องจากตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรที่นำมาวิเคราะห์จะเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า และปิเปตตัวอย่าง70 ไมโครลิตร (0.07 มิลลิลิตร)

ดังนั้น x = (0.39 ×100)/0.07

= 557.14 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร

ดังนั้นสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 557.14 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด(Giusti และ Wrolstad ,2001)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบแอนโธไซยานินทั้งหมด ในรูปของ cyanidin-3-glucoside จะใช้วิธี pH-different ที่รายงานโดย Giusti และ Wrolstad (2001) โดยแอนโธไซยานินมีการเปลี่ยนฟอร์มของโครงสร้างเมื่อพีเอชเปลี่ยนแปลงมีผลทำให้สเปกตรัมการดูดกลืนแสง (absorbance spectra) เปลี่ยนไป ซึ่งฟอร์มของออกโซเนียม (oxonium) จะให้สีที่พีเอช 1.0 และจะไม่มีสีเมื่ออยู่ในฟอร์มของเฮมิเคทอล (hemiketal) ที่พีเอช 4.5

1. สารเคมี

1.1 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

1.2 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

1.3 โซเดียมอะซิเตต (CH3CO2Na.3H2O)

2 เตรียมสารเคมี

1.1 เตรียม 0.025 โมลาร์ โพแทสเซียมคลอไรด์ บัฟเฟอร์ (KCl), pH 1.0 ละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.86 กรัม ในน้ำกลั่น 980 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชจนอ่านได้ 1.0 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 37 เปอร์เซ็นต์ และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

1.2 เตรียม 0.4 โมลาร์ โซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ พีเอช 4.5 ละลายโซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ 54.43 กรัม ในน้ำกลั่น 960 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชจนอ่านได้ 4.5 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 37 เปอร์เซ็นต์ และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3 วิธีวิเคราะห์แอนโธไซยานินในตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง

2.1 สแกนหาความยาวคลื่นสูงสุด (λ vis-max) ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงโดยการเจือจางสารสกัดด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์บัพเฟอร์พีเอช 1.0 ที่เจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมในระดับปริมาณของสารสกัดไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรรวมของสารละลายเจือจางและสามารถคำนวณค่า dilution factor (DF) ได้ เพื่อรักษาสภาวะของ buffer capacity และมีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.1-0.9A

2.2 เตรียมสารละลายตัวอย่าง 2 ชุด และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาทีดังนี้

ชุดที่ 1 เจือจางน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ พีเอช 1.0

ชุดที่ 2 เจือจางน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงโดยใช้โซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ พีเอช 4.5

2.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละชุดตัวอย่างสารสกัดที่ความยาวคลื่นสูงสุดและที่ 700 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับ blank ซึ่งใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัวอย่างการคำนวณปริมาตรแอนโธไซยานินของน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง

3.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง 1 เปอร์เซ็นต์มา 1 มิลลิลิตร เจือจาง ให้ได้ปริมาตร 11 มิลลิลิตร (DF = 11) ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ พีเอช 1.0 จะ ได้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.612 ที่ความยาวคลื่นสูงสุด เท่ากับ 520 นาโนเมตร

3.2 คำนวณค่าการดูดกลืนแสง (absorbance, A) ของสารละลายตัวอย่าง ดังนี้

$$A = (A\lambda_{vis\text{-}max} - A700)pH\ 1.0 - (A\lambda_{vis\text{-}max} - A700)pH\ 4.5$$

$$= (A520 - A700)pH\ 1.0 - (A520 - A700)pH\ 4.5$$

$$= (0.642 - 0.018) - (0.366 - 0.031) = 0.29$$

1.3.3 นำค่าการดูดกลืนแสง (A) เท่ากับ 0.29 ไปคำนวณความเข้มข้นของแอนโธไซยานินในตัวอย่าง โดยมีตัวอย่างการคำนวณดังนี้(การทดลองซ้ำที่ 1)

ปริมาณแอนโธไซยานิน(มิลลิกรัม/ลิตร) $= (A \times MW \times DF \times 1000)/(\varepsilon \times l)$

$= (0.29 \times 449.2 \times 11 \times 1000)/(26900 \times 1)$

$= 53.27$ มิลลิกรัม/ลิตร

โดยที่ MW = น้ำหนักโมเลกุล 449.2 (ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์)

DF = dilution factor (สำหรับตัวอย่าง เช่นตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร เจือจางได้ปริมาตรรวมเท่ากับ 11 มิลลิลิตร, DF = 11)

ε = molar absorptivity ของ ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (26,900)

l = ความกว้างของคิวเวต เท่ากับ 1 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สารประกอบฟลาวโวนอยด์ทั้งหมด (Zhishen และคณะ, 1999)

1. สารเคมี

1.1 โซเดียมไนเตรต ($NaNO_2$)

1.2 อลูมิเนียมคลอไรด์ ($AlCl_3$)

1.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaoH)

1.4 รูทีน(rutin)

2. วิธีการเตียมกราฟมาตรฐานรูทีน

2.1 เตรียมสารมาตรฐานรูทีนเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ละลายในเมทานอล

2.2 ปีเปตสารละลายมาตรฐานดังกล่าวใส่หลอดทดลองปริมาตร 100, 150, 200, 250, 300, 350 และ 400 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร(ดังตารางที่ จ.1)

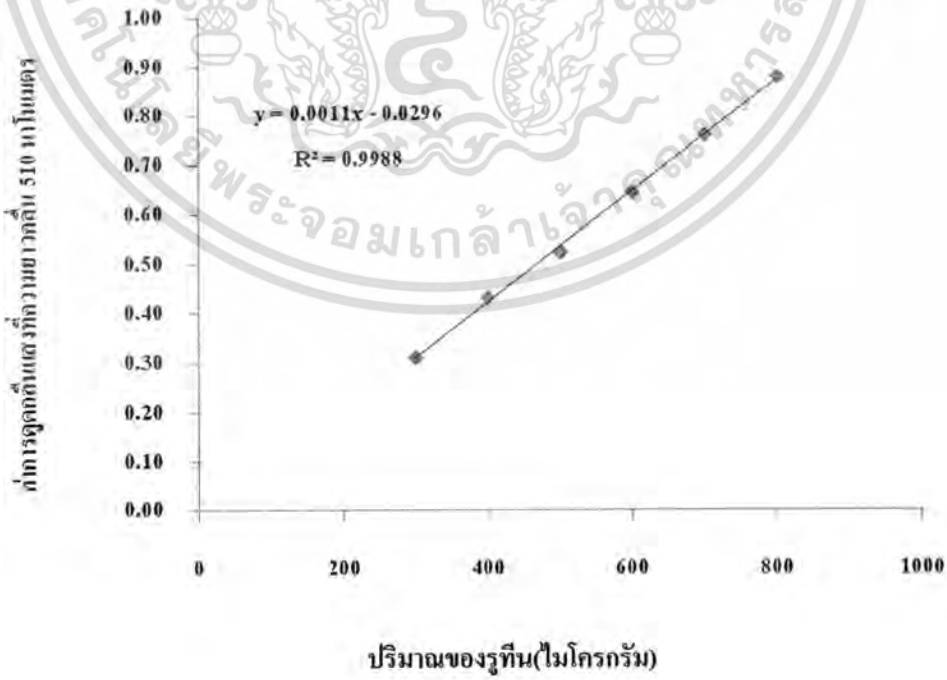
2.3 นาทีที่ 0 เติมโซเดียมไนเตรต 5 เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักต่อปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร

2.4 หลังจากนั้น 5 นาทีเติม อลูมิเนียมคลอไรด์ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร

2.5 นาทีที่ 6 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ 2 มิลลิลิตร

2.6 เติมน้ำกลั่น 2.4 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

2.7 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของปริมาณรูทีนดังภาพที่ จ.1



ภาพที่ จ.1 กราฟมาตรฐานรูทีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานรูทีน

ปริมาณสารละลายมาตรฐานรูทีน (ไมโครลิตร)	น้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานรูทีน(ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร
400	4600	800	0.879
350	4650	700	0.760
300	4700	600	0.644
250	4750	500	0.523
200	4800	400	0.431
150	4850	300	0.310

3. การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

3.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดง 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร

3.2 นาทีที่ 0 เติมโซเดียมไนเตรต 5 เปอร์เซ็นโดยน้ำหนักต่อปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร

3.3 หลังจากนั้น 5 นาทีเติม อลูมิเนียมคลอไรด์ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร

3.4 นาทีที่ 6 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ 2 มิลลิลิตร

3.5 เติมน้ำกลั่น 2.4 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

4. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพร

ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรกระเจี๊ยบแดง ปริมาตร1 มิลลิลิตรวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร เท่ากับ 0.42 ซึ่งใช้ตัวอย่างน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงในวันที่ 1 ของการแช่ อัตราส่วนพืชสมุนไพรต่อน้ำส้มสายชูกลั่น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

จากสมการ $y = 0.0011X-0.0296$ แทนค่า $y = 0.42$ และ x = ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ดังนั้น $x = (0.42+0.0296)/0.0011$

$= 405.40$ ไมโครกรัมสมมูลย์ของรูทีนต่อมิลลิลิตร

ดังนั้นน้ำส้มสายชูกระเจี๊ยบแดงมีปริมาตรฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 405.40 ไมโครกรัมสมมูลย์ของรูทีนต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำส้มสายชูสมุนไพร

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาดมกลิ่น สังเกตสี และ ลักษณะปรากฏของตัวอย่างน้ำส้มสายชูสมุนไพรทั้ง 10 ตัวอย่าง ตามลำดับที่จัดเสิร์ฟ (จะจัดเสิร์ฟครั้งละ 1 ตัวอย่าง จนครบ 5 ตัวอย่างแรก แล้วพัก 5 นาที หลังจากนั้นจึงจะจัดเสิร์ฟอีก 5 ตัวอย่าง) จากนั้นให้ท่านระบุคะแนนตามความชอบของท่านตามตัวเลขที่กำหนดให้ด้านล่างและระบุเหตุผลที่ท่านชอบหรือไม่ทุกตัวอย่างและทุกการทดสอบ

1. ไม่ชอบมาก
2. ไม่ชอบปานกลาง
3. ไม่ชอบเล็กน้อย
4. เฉย ๆ
5. ชอบเล็กน้อย
6. ชอบปานกลาง
7. ชอบมาก

1.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

2.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

3.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

4.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

6.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

7.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

8.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

9.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

10.รหัสตัวอย่าง.....

ความชอบด้านสี.....เหตุผล.....

ความชอบด้านกลิ่น.....เหตุผล.....

ความชอบโดยรวม.....เหตุผล.....

คำแนะนำ.....

.....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำสลัดอิตาเลียน

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างน้ำสลัดอิตาเลียนทั้ง 2 ตัวอย่างจากนั้นให้ท่านระบุคะแนนตามความชอบของท่านตามตัวเลขที่กำหนดให้ด้านล่างในระหว่างการชิมให้ดื่มน้ำตามเพื่อทำการชิมตัวอย่างต่อไป

1. ไม่ชอบมาก
2. ไม่ชอบปานกลาง
3. ไม่ชอบเล็กน้อย
4. เฉย ๆ
5. ชอบเล็กน้อย
6. ชอบปานกลาง
7. ชอบมาก

การทดสอบ	รหัส	รหัส.....
สี color (สังเกตจากถ้วยตัวอย่าง)		
กลิ่น odour (ดมจากถ้วยตัวอย่าง)		
รสชาติ flavor (เมื่อชิมพร้อมผัก)		
ความชอบโดยรวม overall liking		

คำแนะนำ.....
.....
.....
.....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว ศิรินภา ทัดไธสง
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2528
ที่อยู่	144 ม. 14 ต.ประทาย อ.ประทาย จ.นครราชสีมา 30180
ประวัติการศึกษา	2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 2552 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้