21746

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมัก ที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

(Total phenol contents and antiradical properties of wine vinegars)

T096821

โดย

นางสาวเจษฎาภรณ์ รุ่งเจริญ รหัสนักศึกษา 46040188
นายอภิวัฒน์ เลี่ยมมินฟุล รหัสนักศึกษา 46040272

ว/ท
จ 755 ร
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96821
วัน,เดือน,ปี 4 JUN 2009

.b 11729133
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่ทีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

(Toyal phenol contents and antiradical properties of wine vinegars)

จัดทำโดย

1. นางสาวเจษฎาภรณ์ รุ่งเจริญ รหัสนักศึกษา 46040188
2. นายอภิวัฒน์ เลี่ยมมินฟุล รหัสนักศึกษา 46040272

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....28../..มี.ค../..50..

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาว เจษฎาภรณ์ รุ่งเจริญ, นาย อภิวัฒน์ เลี่ยมมินฟุล. 2549 : ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์
(Total phenol contents and antiradical properties of wine vinegars)
ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ 9 ชนิดและน้ำส้มสายชูกลั่นอีก 1 ชนิด จากผลการทดลอง พบว่าน้ำส้มสายชูหมักทุกตัวอย่างมีปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ความ- สามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น โดยตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงที่สุดได้แก่ ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำส้มสายชูที่มีสีเข้มที่สุด นอกจากนี้พบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษามีแนวโน้มของความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.6542 และ 0.4283 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH กับความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก พบว่ามีลักษณะความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงอย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.8033

อภิวัฒน์ เลี่ยมมินฟุล .... 28 / มี.ค. / 50

....

ลายมือนักศึกษา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในเรื่อง ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ซึ่งให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจนให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ ทั้งยังช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้น ทั้งคุณพ่อ คุณแม่ และญาติๆ ที่คอยให้กำลังใจ กำลังทรัพย์และอื่นๆ ขอบคุณเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้า ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ดี

นางสาวเจษฎาภรณ์ รุ่งเจริญ

นายอภิวัฒน์ เลี่ยมมินฟุล

1 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำส้มสายชู	2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารประกอบฟีนอลิก	3
สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก	4
ความรู้เกี่ยวกับอนุมูลอิสระ (free radical)	6
ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของน้ำส้มสายชูต่อสุขภาพ	8
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของน้ำส้มสายชูหมัก	9
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก ก	31
ภาคผนวก ข	33
ภาคผนวก ค	39
ประวัติผู้เขียน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สารประกอบฟีนอลิกหลักที่พบในพืช	5
3.1 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก	14
3.2 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH	15
3.3 ความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักสำหรับการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก	16
3.4 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานในการวิเคราะห์ความสามารถในการทำลาย H_2O_2	17
4.1 สีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ใช้ในการทดลอง	19
4.2 สมบัติทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก	20
ก1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน	31
ข1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลายวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH	33
ข2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลายโทรลอกซ์ และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH	34
ข3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลาย BHT และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH	35
ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	39
ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโทรลอกซ์ และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	40
ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ BHT และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก	21
4.2	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก เมื่อเปรียบเทียบกับ วิตามินซี (ก.) โทรลอกซ์ (ข.) และBHT (ค.)	22
4.3	ความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่าง น้ำส้มสายชูหมักเมื่อเปรียบเทียบกับ วิตามินซี (ก.) โทรลอกซ์ (ข.) และ BHT (ค.)	24
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและ ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษา โดย (ก.)ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง และ (ข.) ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 1-9	26
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของน้ำส้มสายชูหมัก ที่ศึกษาโดย (ก.)ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง และ (ข.) ใช้ข้อมูลจาก ตัวอย่างที่ 1-9	27
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระDPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของน้ำส้มสายชูหมัก ที่ศึกษาโดย (ก.)ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง และ (ข.) ใช้ข้อมูลจากตัวอย่าง ที่ 1-9	28
ก1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิก และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ที่ 730 นาโนเมตร	31
ข1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH	34
ข2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโทรลอกซ์และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยโทรลอกซ์	35
ข3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ BHT และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วย BHT	36
ค1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์	40
ค2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโทรลอกซ์และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ BHT และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์สมการจากกราฟมาตรฐานการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วย BHT 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติส่วนใหญ่ได้มาจากอาหารที่รับประทานเข้าไป ดังนั้นการหันมาใส่ใจในการบริโภคโดยการเลือกบริโภคอาหารที่มีองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ด้วยนั้นจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการบริโภคในยุคปัจจุบัน เนื่องจากอนุมูลอิสระที่ร่างกายได้รับสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในร่างกายของมนุษย์เอง และได้รับจากสภาวะแวดล้อมภายนอกร่างกาย เมื่ออนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย จะทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์ และสมดุลของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง, โรคหัวใจ, ไขมันอุดตันในเส้นเลือด และไขข้ออักเสบ เป็นต้น (พรทิพย์ , 2546) ดังนั้นวิธีการเลือกป้องกันหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่จะเกิดขึ้นได้ง่ายที่สุด คือ วิธีการเลือกบริโภค

น้ำส้มสายชูเป็นสารปรุงแต่งอาหารที่ใช้กันมากในปัจจุบัน น้ำส้มสายชูยังมีให้เลือกบริโภคถึง 3 ชนิด คือ น้ำส้มสายชูหมัก น้ำส้มสายชูกลั่น และน้ำส้มสายชูเทียม แต่ถ้าต้องการประโยชน์อื่น ๆ นอกจากรสชาติในการปรุงแต่งอาหารแล้ว น้ำส้มสายชูหมักจัดเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งในการบริโภค เนื่องจากมีกลิ่นรสเฉพาะ และยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ซึ่งไม่มีในน้ำส้มสายชูกลั่น สารอาหารต่าง ๆ เหล่านี้ ได้แก่ กรดอะมิโน เอนไซม์ แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก(มาลัย , 2548) และสารประกอบที่พบในน้ำส้มสายชูหมักอีกประเภทหนึ่งคือ สารประกอบที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่สำคัญได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค (phenolic compounds) (Davalos และคณะ , 2005) ดังนั้นน้ำส้มสายชูหมักจึงเป็นผลิตภัณฑ์หมักที่มีองค์ประกอบของสารที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันอยู่ และเหมาะต่อการบริโภคเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงสนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักชนิดต่างๆที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักชนิดต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์
2. เพื่อศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักชนิดต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชู (vinegars) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสมีรสเปรี้ยวด้วยกรดอะซีติก (acetic acid) เป็นส่วนใหญ่ใช้เป็นสารปรุงแต่งอาหาร และช่วยในการถนอมอาหาร (มาลัย , 2548)

น้ำส้มสายชูสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด

1. น้ำส้มสายชูหมัก (fermented vinegar) หมายถึงน้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำวัตถุดิบที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือกากน้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้า แล้วนำมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีการผลิต
2. น้ำส้มสายชูกลั่น (distilled vinegar or spirit vinegar)

2.1 น้ำส้มสายชูที่เรียกว่า distilled vinegar หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำน้ำส้มสายชูหมักตามข้อที่ 1 มากลั่น

2.2 น้ำส้มสายชูที่เรียกว่า spirit vinegar หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำเอาเอทิลแอลกอฮอล์เจือจางมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีการผลิต แล้วนำมากลั่นหรือกรอง

3. น้ำส้มสายชูเทียม หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำกรดน้ำส้ม (acetic acid) มาทำให้เจือจาง

น้ำส้มสายชูที่เรารับประทานอยู่ในชีวิตประจำวันทุกวันนี้ ส่วนใหญ่เป็นน้ำส้มสายชูกลั่น บางส่วนเป็นน้ำส้มสายชูเทียม แต่ในน้ำส้มสายชูหมักจะมีความแตกต่างจากน้ำส้มสายชูกลั่นนอกจากความเปรี้ยว รสชาติ ที่ใช้ในการปรุงรสประกอบอาหารหรือใช้ในการถนอมอาหารแล้ว น้ำส้มสายชูหมักยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ซึ่งไม่มีในน้ำส้มสายชูกลั่น สารอาหารต่าง ๆ เหล่านี้ เช่น กรดอะมิโน เอนไซม์ แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมักรวมทั้งสารประกอบอีกชนิดที่มีรายงานว่ามีอยู่ในน้ำส้มสายชูหมัก ได้แก่ สาร-ต้านอนุมูลอิสระ หรือ สารแอนติออกซิแดนท์ (มาลัย , 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เป็นสารในกลุ่มเซคัลดารี เมตาบอไลท์ (secondary metabolite) ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นรูปแบบของสารประกอบฟีนอลิกในพืชแต่ละชนิดจึงมีความแตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 1 ในปัจจุบันพบว่ามีสารประกอบฟีนอลิกที่ทราบโครงสร้างแน่นอนแล้วมากกว่า 8,000 ชนิด ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นโพลีเมอร์ เช่น แทนนิน (tannin)

โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของไกลโคไซม์ คือ สารประกอบฟีนอลิกจะจับอยู่กับโมเลกุลของน้ำตาล โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจจะเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว(mono - saccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) ก็ได้ แต่น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิก คือ กลูโคส (glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นที่พบได้แก่ กาแลกโตส (galactose) แรมโนส (rhamnose) ไซโรส (xylose) อะราบิโนส (arabinose) และอนุพันธุ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก(glucoronic acid) กรดกาแลกตูโรนิก (galacturonic acid) และอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) กรดอินทรีย์(organic acid) อะมีน(amines) และไขมันอีกด้วย สารประกอบฟีนอลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถพบได้ทั่วไปและมีความสำคัญ(phenols,C6) กรดฟีนอลิก (phenolic acid , C6-C1) ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoid , C6-C3)และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ตัวอย่างของฟีนอล ได้แก่ ฟีนอล (phenol) ครีซอล (cresol) ไทมอล (thymol) รีซอคซินอล (resorcinol) ออซินอล (orcinol) และอื่น ๆ ซึ่งสามารถพบทั่วไปในพืชที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องเทศรวมทั้งไฮโดรควิโนน (hydroquinone) และอนุพันธุ์ สำหรับตัวอย่างของกรดฟีนอลิกได้แก่ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดแวนิลลิก (vanillic acid) กรดไซริงจิก (syringic- acid) กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (p-hydroxybenzoic acid) และอัลดีไฮด์ของกรดฟีนอลิก ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงและเฟริ์น ตัวอย่างของฟีนิลโพรพานอยด์ ได้แก่ กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxyl - cinnamic acid) เช่น กรดคูมาลิก (p-cuamric acid) กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดเฟอรูลิก (ferulic acid) กรดไซเนปิก (sinapic acid) และอนุพันธุ์ ซึ่งเป็นสารพวกไกลโคไซด์ (glycosides) , ซินนามิลแอลกอฮอล์ (cinnamyl alcohols) ซึ่งเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของลิกนิน (licnin) โดยมักจะเกิดพันธะเชื่อมกับน้ำตาลอะราบิโนสในส่วนของเฮมิเซลลูโลสของผนังเซลล์พืชเมตาบอลิซึมของสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกที่ละลายได้จะสามารถถูกเมตาบอไลท์ได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยสารประกอบฟีนอลิกอย่างง่ายที่อยู่ในรูปอิสระ เช่น กรดซินนามิก กรดคูมาลิก กรดคาฟเฟอิก และอื่น ๆ สามารถถูกดูดซึมได้โดยตรงที่ผนังลำไส้เล็กในขณะที่ไกลโคไซด์ จะถูกย่อยจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยออกเป็นอะไกลโคนและน้ำตาลก่อนจึงจะสามารถถูกดูดซึมได้ แต่เนื่องจากระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ไม่มีเอนไซม์เบต้าไกลโคซิเดส (giycosidases) ที่เหมาะสมจึงไม่มีการดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก จึงต้องผ่านมาที่บริเวณลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีจุลินทรีย์ต่าง ๆ ช่วยย่อยสลายให้อยู่ในรูปของอะไกลโคนก่อน จึงจะมีการดูดซึมที่บริเวณส่วนปลายของลำไส้ใหญ่ แต่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิกได้ทุกชนิด ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ (วิวัฒน์, 2545)

2.3 สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก(วิวัฒน์, 2545)

สมบัติที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอลิก คือ การเป็นสารต้านออกซิเดชัน(antioxidants) และสารต้านการกลายพันธ์(antimutagens) และการใช้สารประกอบฟีนอลิกในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลิกจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$ROO\cdot + PPH \longrightarrow RCOOH + PP\cdot$$

$$RO\cdot + PPH \longrightarrow ROH + PP\cdot$$

เมื่อสารประกอบฟีนอลิกให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดยังสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่น ทำให้สารประกอบฟีนอลิกเหล่านั้นสามารถลดจำนวนอนุมูลอิสระได้ถึง 2 เท่าดังปฏิกิริยา

$$ROO\cdot + PP\cdot \longrightarrow ROOPP$$

$$RO\cdot + PP\cdot \longrightarrow ROPP$$

แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกยังขึ้นกับระบบด้วย ดังนั้นการศึกษาหรือเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดของระบบให้ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสับเสตรทที่เป็นเป้าหมายของระบบ นอกจากนี้ยังพบว่า ในสภาวะที่มีสารประกอบฟีนอลิกความเข้มข้นสูง พีเอชสูง และมีเหล็กอยู่ด้วยนั้น สารประกอบฟีนอลิกอาจจะเป็นตัวเริ่มต้นของกระบวนการออกซิเดชันได้เช่นเดียวกัน

สารประกอบฟีนอลิกมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันนั้นสามารถพบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เมล็ด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย มัสตาร์ด ข้าว และงา ผลได้แก่ องุ่น ส้ม พริกไทยดำ และโอลีฟ ใบได้แก่ ชา และเครื่องเทศต่างๆ ส่วนอื่นๆได้แก่ มันเทศ และหัวหอม หนึ่งในสารประกอบฟีนอลิกที่มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดีชนิดหนึ่ง คือ กรดฟีนอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สารประกอบฟีนอลิกหลักที่พบในพืช

Number of carbon atoms	Basic skeleton	Class	Examples
6	C6	Simple phenols Benzoquinones	Catechol, hydroquinone 2,6-Dimethoxybenzoquinone
7	C6-C1	Phenolicacids	Gallic, salicylic
8	C6-C2	Acetophenones Tyrosine derivitives Phenylacetic acids	3-Acetyl-6- Methoxybenzaldehyde Tyrosol P-hydroxyphenylacetic
9	C6-C3	Hydroxycinnamic acids Phenylpropenes Coumarins Isocoumarins Chromones	Caffeic, ferulic Myristicin, eugenol Umbelliferone, aesculetin Bergeon Eugenin
10	C6-C4	Naphthooquinones	Jugione, plumbagin
13	C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferin
14	C6-C2-C6	Stilbenes Anthraquinones	Resveratrol Emodin
15	C6-C3-C6	Flavonoids Isoflavonoids	Quercetin, cyaniding Genistein
18	(C6-C3)2	Lignans Neolignans	Pinoresinol Eusiderin
30	(C6-C3-C6)2	Biflavonoids	Amentoflavone
n	(C6-C3)n (C6)n (C6-C3-C6)n	Lignins Catechol melanins Flavolans (Condensed Tannins)	

ที่มา : Urquiaga and Leighton , 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความรู้เกี่ยวกับอนุมูลอิสระ (free radical)

อนุมูลอิสระ (free radical) หมายถึง กลุ่มของสารที่มีอิเลคตรอนวงนอกที่ยังไม่ได้จับคู่มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งอิเลคตรอน ดังนั้นจึงมีความว่องไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกายโดยทั่วไปเซลล์อนุมูลอิสระส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดอิเลคตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอนุพันธุ์ของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (reactive oxygen spiceice,ROH) ซึ่งสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ซุปเปอร์ออกไซด์ (superoxide anion, $O^{\cdot}_2$) ไฮดรอกซิล(hydroxyl radical, $HO^{\cdot}$) อนุพันธุ์ของออกซิเจนบางตัว ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไฮโปรคลอรัส(HOCl) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของสารอนุพันธุ์ของไนโตรเจนที่ไวต่อปฏิกิริยารีแอคทีฟ (nitrogen spiceice ,RNH) ที่สำคัญ ได้แก่ เปอร์ออกซีไนไตรต($OONO^-$) ไนตริกออกไซด์ ($NO^{\cdot}$) ทั้งนี้ทั้งกลุ่มอนุพันธุ์ของออกซิเจนว่องไวและกลุ่มของอนุพันธุ์ไนโตรเจนว่องไวเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระที่สำคัญของร่างกาย (วัลยา และพัชรี, 2542)

โดยปกติร่างกายจะมีระบบควบคุมป้องกันอนุมูลอิสระที่เรียกว่าระบบแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant defense system) แบ่งออกได้เป็นกลุ่มของเอนไซม์ได้แก่ คาตาเลท (catalase) ,ซุเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตนท์ (superoxide dismutase) และกลูทาไทโอนเปอร์ออกซิเดท (glutathione peroxidate)เป็นต้น กลุ่มของสารและโปรตีนบางชนิดได้แก่ กลูธาไทโอน (glutathione) ยูเลท (urate) ไบลิรูบิน (biliruein) ยูไบควิโนน (ubiquinol) อัลบูมิน (albumin) แคลลูโลพลาสมิน (caeruloplasmin) และทรานสเฟอริน (transferrin) เป็นต้น และกลุ่มของสารอาหารบางชนิดที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินอี วิตามินซี และสารแคโรทีนอยด์เป็นต้น (วัลยาและพัชนี, 2542)

แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระสามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ (พรทิพย์ , 2546)

1. อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายเอง
2. อนุมูลอิสระจากภายนอกร่างกาย

2.1 การติดเชื้อ ทั้งจากแบคทีเรียและไวรัส

2.2 การอักเสบชนิดไม่ทราบสาเหตุ (autoimmunediseses) เช่น ข้ออักเสบ รูมาตอยด์ โรคเก๊าท์

2.3 รังสี เช่น รังสีแกมม่า

2.4 สิ่งแวดล้อมที่เป็นมลพิษ เช่น มลพิษในอากาศ โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ฝุ่นควันเสียและเขม่าจากเครื่องยนต์ควัน บุหรี่ ยาฆ่าแมลง อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน ยาบางชนิด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่หลายอย่าง ได้แก่ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent)เป็นตัวทำลายอนุมูลอิสระจับกับไอออนโลหะที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นตัวยับยั้งการเกิดออกซิเจนในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งพบในขั้นที่ 1 หรือ initiation step ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ไมตรี สุทธจิตต์ และอนัญชา ขันทอง , 2543)

จากหน้าที่ต่างๆ ดังที่กล่าวมานี้ อนุมูลอิสระจึงมีความสำคัญในการชะลอหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 ของปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่โดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูล peroxyl เพื่อให้เป็นสารที่มีความเสถียร หรือให้เป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไปหรือให้เป็นสารที่ไม่ใช่สารอนุมูลอิสระ (non-radical product)

โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ ดังนี้ (ไมตรี สุทธจิตต์ และอนัญชา ขันทอง, 2543)

1. primary antioxidant สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเลคตรอน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค สารโทโคฟีรอลที่ได้จากธรรมชาติ และสารสังเคราะห์ เช่น alkyl gallate BHA BHT และ TBHQ
2. oxygen scavenger สารกลุ่มนี้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงเป็นการช่วยกำจัดออกซิเจนในระบบปิดได้ ได้แก่ กรดแอสคอร์บิคหรือวิตามินซี ascorbyl palmitate erythorbic acid (isoascorbic acid) และ sodium erthobate เป็นต้น
3. secondary antioxidant สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลายโมเลกุลของ lipid hydroperoxide ให้เป็นสารที่มีความเสถียร ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น
4. enzymatic antioxidant เอนไซม์กลุ่มนี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนหรืออนุพันธ์ของออกซิเจน โดยเฉพาะไฮโรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)
5. chelating agent หรือ sequestrant สารกลุ่มนี้จะทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นไอออนที่ส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียร สารที่ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะนี้ ได้แก่ กรดซิตริค กรดอะมิโน ethylene diaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของน้ำส้มสายชูต่อสุขภาพ

Fushimiและคณะ(2001) ได้ศึกษาถึงผลของกรดอะซิติกที่ได้รับเข้าไปแล้วช่วยเพิ่มประ - สิทธิภาพของการสะสมไกลโคเจน ในตับ และกล้ามเนื้อลาย ซึ่งทำการทดลองในหนู ทดลองโดยให้หนูได้รับอาหารที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกแตกต่างกัน คือ 0.1, 0.2, และ 0.4 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม เป็นเวลาทั้งหมด 6 วันวันละ 2 เวลา หลังจากกินอาหารครั้งสุดท้ายเป็นเวลา 15 ชั่วโมงจะทำการฆ่าหนู หลังจากหนูตายเป็นเวลา 2 ชั่วโมงจึงเริ่มวิเคราะห์ปริมาณไกลโคเจนที่สะสมในตับและกล้ามเนื้อลายผลการทดลองที่ได้คือปริมาณไกลโคเจนในหนูทดลองที่ได้รับกรดอะซิติกทั้ง3 ระดับมีปริมาณไกลโคเจนสูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับกรดอะซิติกจากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่ากรดอะ-ซิติกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสะสมไกลโคเจน

Kondo และคณะ (2001) ศึกษาผลของกรดอะซิติกและน้ำส้มสายชูที่หมักจากข้าวต่อภาวะความดันโลหิตสูง ทดลองโดยให้หนูทดลองได้รับอาหารที่มี และไม่มีกรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูหมัก เป็นส่วนผสมในอาหารที่ใช้เลี้ยง ปริมาณกรดอะซิติกที่ใช้ในอาหารคือ 46.2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่วนน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวที่ใช้ในอาหารคือ 46.48 กรัม ต่ออาหาร1 กิโลกรัม จากนั้นตรวจหาน้ำหนักของหนู ความดันโลหิต และความเข้มข้นของโซเดียมในปัสสาวะของหนูทดลองในช่วงระยะเวลา 13 สัปดาห์ผลการทดลองที่ได้คือน้ำหนักของหนูจะเพิ่มมากขึ้นในแต่ละสัปดาห์ ความดันโลหิตจะสามารถบอกได้จากผลของ Plasma renin activity ; Plasma angiotensinII และ Plasma aldosterone ซึ่งเป็นสารที่สามารถตรวจพบได้ในพลาสมาซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดนี้ถ้ามีในปริมาณมากจะทำให้เกิดความดันโลหิตสูง จากผลการทดลองจะเห็นว่าหนูกลุ่มที่ได้รับกรดอะซิติกและกลุ่มที่ได้รับน้ำส้มสายชูหมักมีปริมาณของสารทั้ง 3 ชนิดลดลงอย่างเห็นได้ชัดแสดงว่ากรดอะ-ซิติก ช่วยในการลดภาวะความดันโลหิตสูงได้

Fushimi และคณะ (2006) ได้ศึกษาผลของกรดอะซิติกในการช่วยลดโคเรสเตอรอล และไตรเอซิลกลีเซอรอลในกระแสเลือด โดยทำการทดสอบในหนูทดลอง โดยให้หนูได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของ 1% โคเรสเตอรอล ในกลุ่มแรก และ 1% โคเรสเตอรอล พร้อมกับให้ 0.3% ของกรดอะซิติกโดยน้ำหนัก จากนั้นนำหนูทดลองมาตรวจสอบปริมาณโคเรสเตอรอลและไตรเอซิล-กลีเซอรอลในกระแสเลือด ผลการทดลองที่ได้คือหนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีโคเรสเตอรอลและกรดอะซิติก จะมีปริมาณโคเรสเตอรอลทั้งหมด (mg/l) และ ปริมาณไตรเอซิลกลีเซอรอล (mg/l) น้อยกว่า หนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีโคเรสเตอรอลเพียงอย่างเดียวแสดงให้เก็นว่ากรดอะซิติกมีผลในการลดระดับโคเรสเตอรอลและไตรเอซิลกลีเซอรอลในเลือดของหนูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำส้มสายชูหมัก

Davalos และคณะ (2005) ศึกษาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำส้มสายชูที่หมักจากวัตถุดิบเริ่มต้นต่างชนิดกัน โดยติดตามความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากวิธี ORAC-FL(Oxygen Radical Absorbance Fluorescein) และปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูหมักและวัตถุดิบเริ่มต้น ซึ่งพบว่าวัตถุดิบเริ่มต้นที่ใช้หมักน้ำส้มสายชูมีผลต่อความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำส้มสายชูหมักที่ได้

Alonso และคณะ (2004) ศึกษาผลของสภาวะในการหมักต่อสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำส้มสายชูหมักที่หมักจากไวน์เชอรี่ โดยหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากวิธี electrochemical พบว่าปัจจัยการหมักในถังไม้ในระหว่างกระบวนการหมักน้ำส้มสายชูหมัก ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

Su และ Silva (2006) ได้ศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปริมาณสารแอนโธไซยานิน และปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่หมักจากบลูเบอร์รี่ และผลกระทบต่อปริมาณสารต่าง ๆ ในระหว่างกระบวนการหมัก ซึ่งพบว่าปฏิกิริยาการเกิดกรดอะซิติกในกระบวนการหมักน้ำส้มสายชูเป็นปัจจัยหลักในการลดลงของปริมาณแอนโธไซยานิน สารประกอบโพลีฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

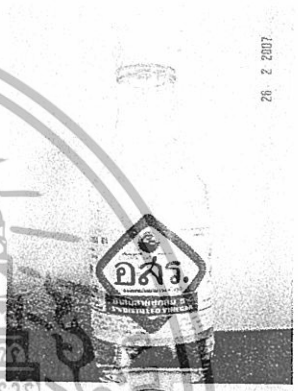
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักทั้งหมด 9 ตัวอย่าง และน้ำส้มสายชูกลั่นอีก 1 ตัวอย่าง ซื้อจากซูเปอร์มาร์เก็ต ในเขตกรุงเทพมหานครในช่วงเดือน มิถุนายน - กรกฎาคม 2549 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. น้ำส้มสายชูกลั่น 5% (ตรา อ.ส.ร.)
ปริมาณกรดน้ำส้ม 5% ปริมาตรสุทธิ 200 ml
ผลิตโดย : บริษัท ไทยดิวพี จำกัด 340 ถ.ทรงพล อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี



2. น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นขาว (ตรา ดีนิกริส)
ปริมาณกรดน้ำส้ม 6% ปริมาตรสุทธิ 500 ml
ส่วนประกอบ : น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นขาว 100 %
ผลิตโดย : ประเทศอิตาลี
นำเข้าโดย : บริษัท เซ็นทรัล ฟู้ด รีเทล จำกัด
1693 ถ.พหลโยธิน แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

3.น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เกส)
อ.ย.10-3-03823-1-008 ปริมาณกรดน้ำส้ม 7% ปริมาตรสุทธิ 250 ml
ส่วนประกอบ : น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ83% ใช้วัตถุกันเสีย
ผลิตโดย : เอซีส โบวีเกส พอนท์ เอส เอ เมืองทาร์กา ประเทศเสปน
นำเข้าโดย : หจก. อีสท์ เวสท์ เทรดดิ้ง & เอเย่นซีส์
35/2 ซอย อากาศเย็น3 ถนนเย็นอากาศ แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา
กทม. 10120 โทร.02-856213

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่นขาว (ตราคาโบลเนล)

ปริมาตรสุทธิ 250 ml

ผลิตโดย : กรุปโป เอส โอเอส ดูทารา เคเอ็ม 388-14610 อัลโคล์ (คอร์ดอบบา) ประเทศเสปน

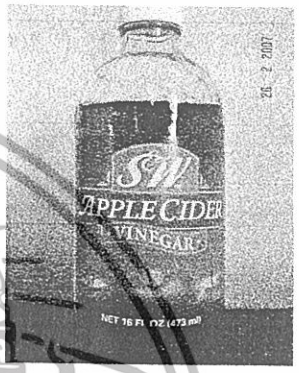
นำเข้าโดย : ห้างหุ้นส่วนจำกัด กิมจั๊ว พาณิชย์ 3059,3059/1-3 ถนนสุขุมวิท แขวงบางจาก เขตพระโขนง กทม. 10260 โทร. 02-3328040-7

5.น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล (ตราเอสแอนด์ดับบลิว)

ปริมาณกรดน้ำส้ม 5%

ผลิตโดย : บริษัท เคลมองเต้ฟูดส์ เมืองซานฟรานซิสโก รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

นำเข้าโดย : หจก. ศรีโชคชัย ซุเปอร์มาร์เกต 83/5 หมู่ที่5 ถนนร่มเกล้า แขวงคลอง3ประเวศ เขตลาดกระบัง กทม.



6.น้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ (ตราไฮนซ์)

อ.ย.11-3-06129-2-0023 ปริมาตรสุทธิ 355 ml มีกรดน้ำส้ม 5 %

ผลิตโดย : เอช เจ ไฮนซ์ คัมพานี เมืองพิทสเบอร์ก รัฐเพนซิวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

นำเข้าโดย : บริษัท ไฮนซ์ วินเชนซ์ จำกัด สมุทรปราการ

7. น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นแดง (ตรา ดีนิกริส)

ปริมาณกรดน้ำส้ม 6% ปริมาตรสุทธิ 500 ml

ส่วนประกอบ : น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นแดง100 %

ผลิตโดย : ประเทศอิตาลี

นำเข้าโดย : บริษัท เซ็นทรัล ฟู้ด รีเทล จำกัด

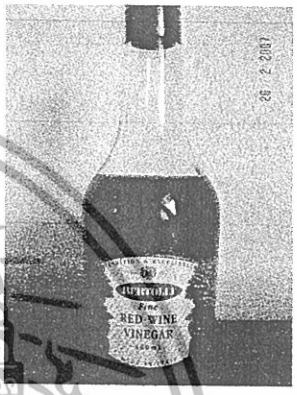
1693 ถ.พหลโยธิน แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์เชอร์รี่ (ตราโบร์เดส)

อ.ย. 10-3-03823-1-0029 ปริมาณกรดน้ำส้ม 7% ปริมาตรสุทธิ 250ml
ส่วนประกอบ : น้ำส้มสายชูหมักจากเชอร์รี่ 83% ใช้วัตถุกันเสีย
ผลิตโดย : เอซีส โบวีเกส พอนท์ เอส เอ เมืองทาร์กา ประเทศเสปน
นำเข้าโดย : หจก. อีสท์ เวสท์ เทรดดิ้ง & เอเย่นซีส์
35/2 ซอย อากาศเย็น3 ถนนเย็นอากาศ แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กทม. 10120 โทร.02-856213

9.น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตราเบอร์ทอลลี)



ส่วนประกอบสำคัญ : น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง 100% ปริมาณกรดน้ำส้ม 6 %
ผลิตโดย : ยูนิลีเวอร์ เบสท์ฟูดส์ อิตาเลีย เอสอาร์ แอล เมืองมิลาโน ประเทศอิตาลี
ผู้นำเข้า : บริษัท ซีโน แปซิฟิก เทรดดิ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด 122/2-3 ถนนนนทรี เขตยานนาวา กทม. 10120 โทร. 02-6815081

10.น้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตราคาโบลเนล)

ปริมาตรสุทธิ 250 ml
ผลิตโดย : กรุปโป เอส โอเอส คูทารา เคเอ็ม 388-14610 อัลโคล์ (คอร์ดอบบา) ประเทศเสปน
นำเข้าโดย : ห้างหุ้นส่วนจำกัด กิมจั๊ว พาณิชย์ 3059,3059/1-3 ถนนสุขุมวิท แขวงบางจาก เขตพระโขนง กทม. 10260 โทร. 02-3328040-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
3. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

3.3 สารเคมี

1. Folin-Ciocalteu
2. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)
3. สารละลายกรดแกลลิก (gallic acid)
4. สาระลาย DPPH
5. เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์
6. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30 %(Hydrogenperoxide 30%)
7. ฟอตเฟสบัฟเฟอร์ pH 7.4
8. วิตามินซี(ascorbic acid)
9. โทรอกซ์ (Trolox)
10. BHT(Butylated hydroxyl toluene)
11. น้ำกลั่น

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

3.4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมัก

3.4.1.1 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง โดยเครื่อง pH meter

3.4.1.2 วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total titratable acidity) (AOAC,1995.)

ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูมา 1 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 15 มิลลิลิตร หยดฟีนอฟทาลีน 2-3 หยดลงไป จากนั้นนำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนได้จุดยุติสีชมพู บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรท จากนั้นคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดจากสูตร

$$\text{ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด} = \frac{VNaOH \times NNaOH \times \text{Eq.weight of acetic acid} \times 100}{VNaOH \times 1000}$$

จากสมการ VNaOH = ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป(มิลลิลิตร)

NNaOH = ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป(นอร์มอล)

Eq.weight of acetic acid = มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก

3.4.1.3 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในตัวอย่างโดยใช้ hand refractrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารปะกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด จะใช้วิธีรายงานโดย Yilddirim และคณะ (2001) โดยที่สารประกอบโพลีฟีนอลทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu และติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน

3.4.2.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

ละลายกรดแกลลิก 0.0200 กรัม ด้วยเอธานอล 95% แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

ปีเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิกตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรรวมในแต่ละหลอดให้เป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลายกรดแกลลิก (ไมโครลิตร)	ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
1	0	0	10.00
2	50	20	9.95
3	100	40	9.90
4	150	60	9.85
5	200	80	9.80
6	250	100	9.75
7	300	120	9.70
8	350	140	9.65

เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกเป็นไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารปะกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด จะใช้วิธีรายงานโดย Yilddirim และคณะ (2001) โดยที่สารประกอบโพลีฟีนอลทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu และติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน

3.4.2.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

ละลายกรดแกลลิก 0.0200 กรัม ด้วยเอธานอล 95% แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิกตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรรวมในแต่ละหลอดให้เป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลายกรดแกลลิก (ไมโครลิตร)	ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
1	0	0	10.00
2	50	20	9.95
3	100	40	9.90
4	150	60	9.85
5	200	80	9.80
6	250	100	9.75
7	300	120	9.70
8	350	140	9.65

เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกเป็นไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การวิเคราะห์สารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที แล้วเติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร หลอดละ 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชู โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

3.4.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH จะใช้วิธีที่รายงานโดย Murakami และคณะ (2004) โดยมีหลักการคือ สารละลายของอนุมูลอิสระ DPPH จะมีสีม่วงแดง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร ในกรณีตัวอย่างที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้ดี จะทำให้สีม่วงแดงของสารละลาย DPPH จางลงได้มากกว่าตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้น้อยโดยจะเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน 3 ชนิด คือ วิตามินซี , โทรอกซ์ และbutylated hydroxytoluene (BHT)

3.4.3.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

เตรียมสารละลายมาตรฐานของวิตามินซี โทรลอกซ์ และ BHT โดยใช้น้ำกลั่น เอธานอล 40% และเอธานอล 95% เป็นตัวทำละลาย ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10, 10 และ 40 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นเตรียมหลอดทดลองดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การเตรียมหลอดทดลองสำหรับกราฟมาตรฐานของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

หลอดที่	ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน(มิลลิลิตร)		
	วิตามินซี	โทรลอกซ์	BHT
1	0	0	0
2	0.5	1.0	1.0
3	1.0	2.0	2.0
4	1.5	3.0	3.0
5	2.0	4.0	4.0
6	2.5	5.0	5.0
7	3.0	-	-
8	3.5	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปิเปตสารละลายมาตรฐานใส่ในหลอดทดลองตามตารางที่ 3.2 ปรับปริมาตรทุกหลอดเป็น 5.4 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายที่ใช้ละลายสารมาตรฐาน จากนั้นเติมสารละลาย DPPH (0.8 มิลลิโมลาร์) หลอดละ 0.6 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน (ดูตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกข) นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารมาตรฐานกับเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

3.4.3.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นดังตารางที่ 3.3 ในปริมาตร 5.4 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย DPPH (0.8 มิลลิโมลาร์) หลอดละ 0.6 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดย blank ที่ใช้ คือ ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นเดียวกับที่ใช้ทดสอบ ผสมกับเอธานอล 95% ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นตัวทำละลายของ DPPH และปฏิกิริยาควบคุม คือ สารละลาย DPPH (0.8 มิลลิโมลาร์) หลอดละ 0.6 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นซึ่งเป็นตัวทำละลายของน้ำส้มสายชูหมัก คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของวิตามินซี , โทรอกซ์ และ (BHT) (ดูตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกข)

ตารางที่ 3.3 ความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักสำหรับการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

ตัวอย่างที่	ความเข้มข้นของตัวอย่าง(%v/v)
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
6	5
7	10
8	10
9	10
10	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96821

3.4.4.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลาย H_2O_2 ในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ยกเว้นในตัวอย่างที่ 10 จะปิเปตตัวอย่างเพียง 0.1 มิลลิลิตร) ใส่ในหลอดทดลองปรับปริมาตรเป็น 4 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเติมสารละลาย H_2O_2 (4 มิลลิโมลาร์) หลอดละ 0.6 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตรโดย โดย blank ที่ใช้ คือ ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้นเดียวกับที่ใช้ทดสอบ ผสมกับบัฟเฟอร์ pH 7.4 ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตรซึ่งเป็นตัวทำละลายของ H_2O_2 และปฏิกิริยาควบคุม คือ สารละลาย H_2O_2 (4 มิลลิโมลาร์) หลอดละ 0.6 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นซึ่งเป็นตัวทำละลายของน้ำส้มสายชูหมัก คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง H_2O_2 ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก คำนวณความสามารถในการทำลาย H_2O_2 โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของวิตามินซี , โทรอกซ์ และbutylated hydroxytoluene (BHT) (ดูตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเรียงลำดับสีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ใช้ในการทดลอง

จากการเปรียบเทียบสีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก 9 ตัวอย่าง และน้ำส้มสายชูกลั่น 1 ตัวอย่าง ด้วยสายตา และเรียงลำดับความเข้มของสีจากน้อยไปหามาก ผลการเปรียบเทียบได้แสดงดัง ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชู	สีของตัวอย่าง	ตัวอย่างน้ำส้มสายชู	สีของตัวอย่าง
1.น้ำส้มสายชูกลั่น (ตราอ.ส.ร.)		6. น้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ (ตรา ไฮนซ์)	
2. น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นขาว (ตรา ดีนิกริส)		7. น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นแดง (ตรา ดีนิกริส)	
3. น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)		8. น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์เชอร์รี่ (ตราโบร์เคส)	
4. น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่นขาว (ตรา คาโบเนล)		9. น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตรา เบอร์ทอลลี)	
5. น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล (ตรา เอส แอนด์ ดับบลิว)		10. น้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตรา คาโบเนล)	

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักทั้ง 9 ตัวอย่าง ที่นำมาวิเคราะห์ จะมีความเข้มของสีที่แตกต่างกันไป โดยน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิกจะมีสีเข้มมากที่สุด รองลงมาจะเป็นกลุ่มของน้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้หรือไวน์ผลไม้ที่มีสีเข้มได้แก่ องุ่นแดง และเชอร์รี่ สำหรับกลุ่มตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจาก แอปเปิ้ล องุ่นขาว และแชมเปญ จะมีความเข้มของสีน้อย

สำหรับการอ้างอิงถึงตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักแต่ละตัวอย่างในผลการทดลองทั้งหมดที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะใช้หมายเลข 1 ถึง 10 แทนชื่อตัวอย่างตามรายละเอียดในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำส้มสายชูหมัก

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก 9 ตัวอย่าง และน้ำส้มสายชูกลั่น 1 ตัวอย่างที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH meter วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total titratable acidity) (AOAC,1995) และวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่างโดยใช้ hand refractrometer ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชู แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

ตัวอย่างที่	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%Brix)	ค่า pH	ปริมาณกรดทั้งหมด (%โดยน้ำหนัก/ปริมาตร)
1. น้ำส้มสายชูกลั่น(ตรา อ.ส.ร.)	0.0	2.69	5.40
2. น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นขาว(ตรา ดีนิกริส)	4.6	2.90	6.15
3. น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)	4.4	2.48	7.02
4. น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่นขาว (ตรา คาโบเนล)	4.0	2.35	6.27
5. น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล (ตรา เอส แอนด์ คับบลิว)	4.8	3.15	5.25
6. น้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ (ตรา ไฮนซ์)	5.0	2.79	5.01
7. น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นแดง (ตรา ดีนิกริส)	5.6	2.87	6.48
8. น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์เชอร์รี่ (ตราโบร์เคส)	4.8	2.68	7.14
9. น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตรา เบอร์ทอลลี)	4.2	2.80	6.12
10. น้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตรา คาโบเนล)	18.2	3.01	6.21

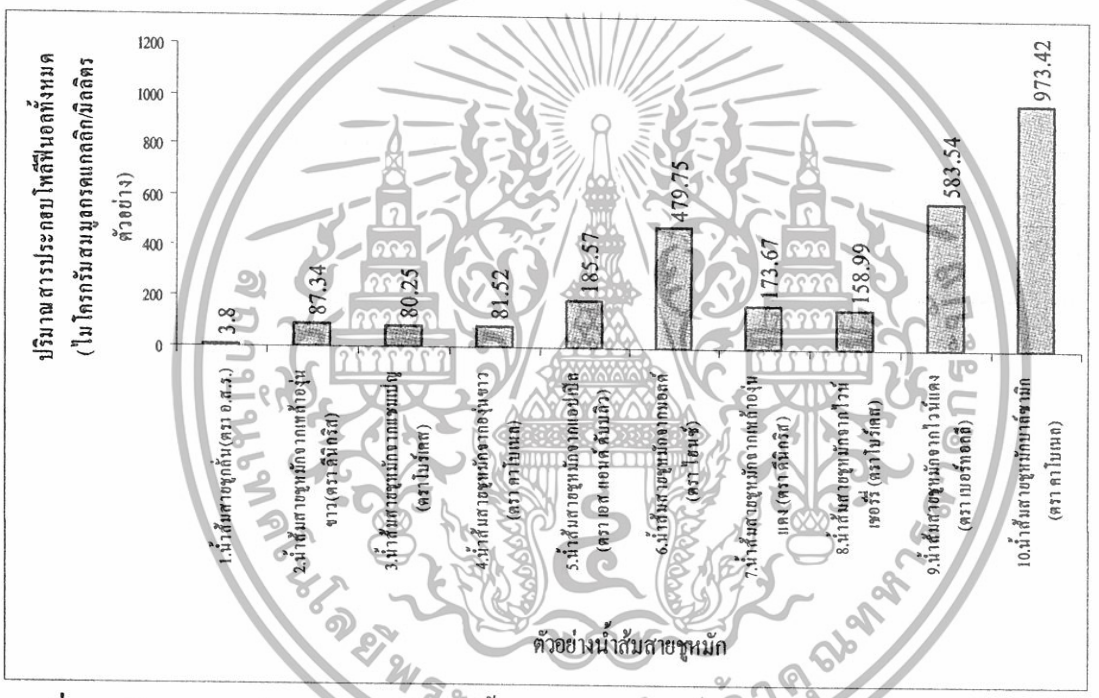
จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก ในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าในตัวอย่างที่ 1 คือน้ำส้มสายชูกลั่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 0 % Brix และในตัวอย่างที่ 10 คือน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิกมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 18.2 % Brix ส่วนตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่เหลือจะมีปริมาณน้ำตาลใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 5 - 7 % Brix สำหรับค่าความเป็นกรดด่าง หรือค่า พีเอชนั้นจะเห็นได้ว่าทุกจะอย่างจะมีค่าอยู่ในช่วง พีเอช 2 – 3 และปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างจะมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5 – 7 % โดยน้ำหนัก / ปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในน้ำส้มสายชูหมัก

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก 9 ตัวอย่าง และน้ำส้มสายชูกลั่น 1 ตัวอย่างที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน และรายงานผลการทดลองเป็นไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ผลการทดลอง แสดงในภาพที่ 4.1

จากการเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ซึ่งใช้เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูชนิดต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายอยู่ตามซูเปอร์มาเก็ตได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ 4.1 ในภาคผนวก ก ซึ่งมีสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.0079x + c$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9979$



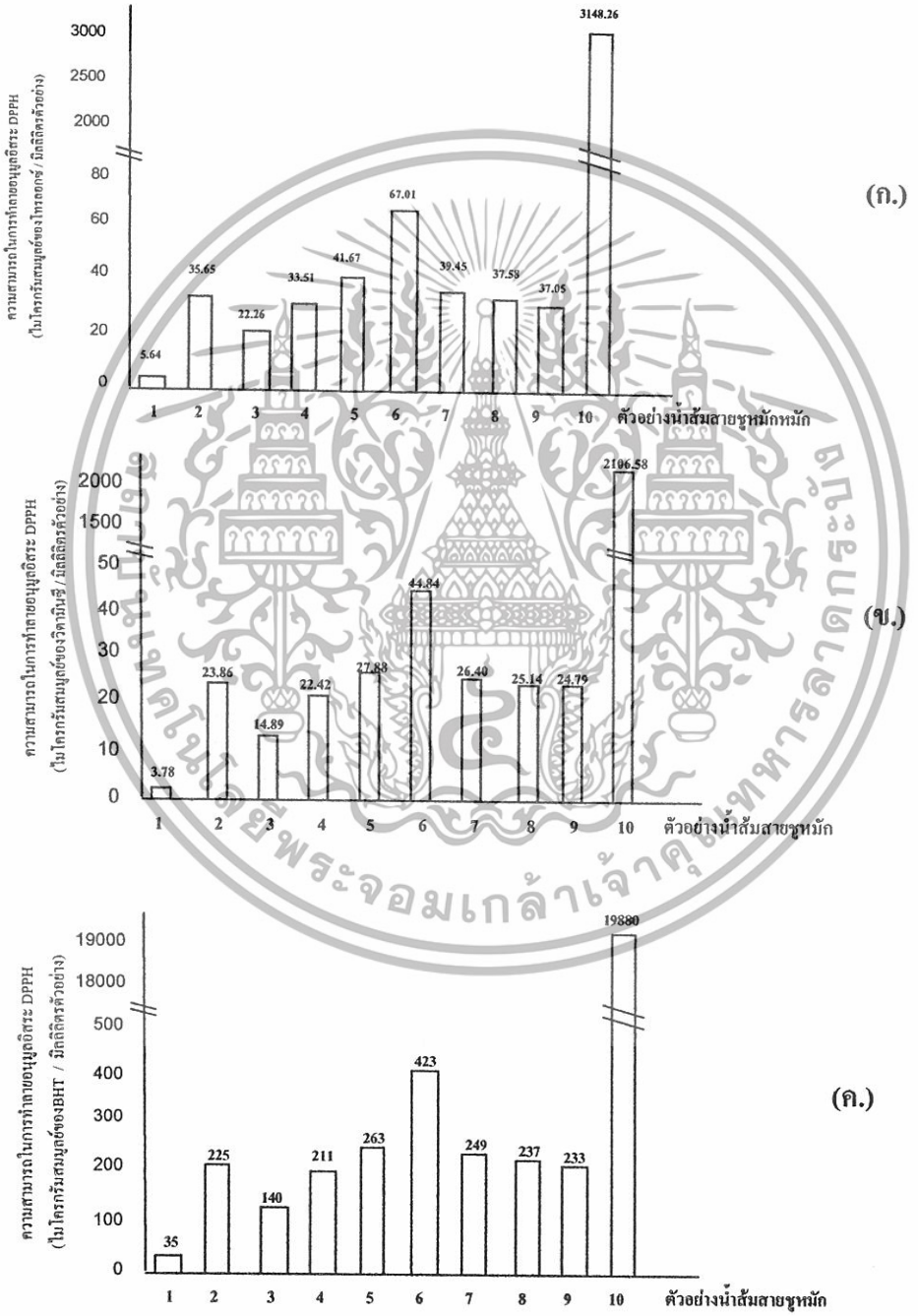
ภาพที่ 4.1 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 1 หรือน้ำส้มสายชูกลั่นมีปริมาณโพลีฟีนอลเพียง 3.8 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตรตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างที่ 10 หรือน้ำส้มสายชูหมักบาร์ซามิกมีปริมาณโพลีฟีนอลสูงที่สุด คือ 973 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตรตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างอื่นๆที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลค่อนข้างสูงได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 และ9 ซึ่งได้แก่ น้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ (ตรา ไฮนซ์) และน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตรา เบอร์ทอลลี่)ตามลำดับ มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลอยู่ในช่วง 400-500 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตรตัวอย่างและในตัวอย่างที่ 2, 3, 4, 5, 8 และ9 พบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลอยู่ในช่วง 80-190 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตรตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการศึกษาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูหมัก

จากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก โดยเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน 3 ชนิด คือ วิตามินซี โทรลอกซ์ และ butylated hydroxytoluene (BHT) และรายงานผลในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทร-ลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.2 (ดูตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ข.)



ภาพที่ 4.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก เมื่อเปรียบเทียบกับ วิตามินซี (ก.) โทรลอกซ์ (ข.) และBHT (ค.)

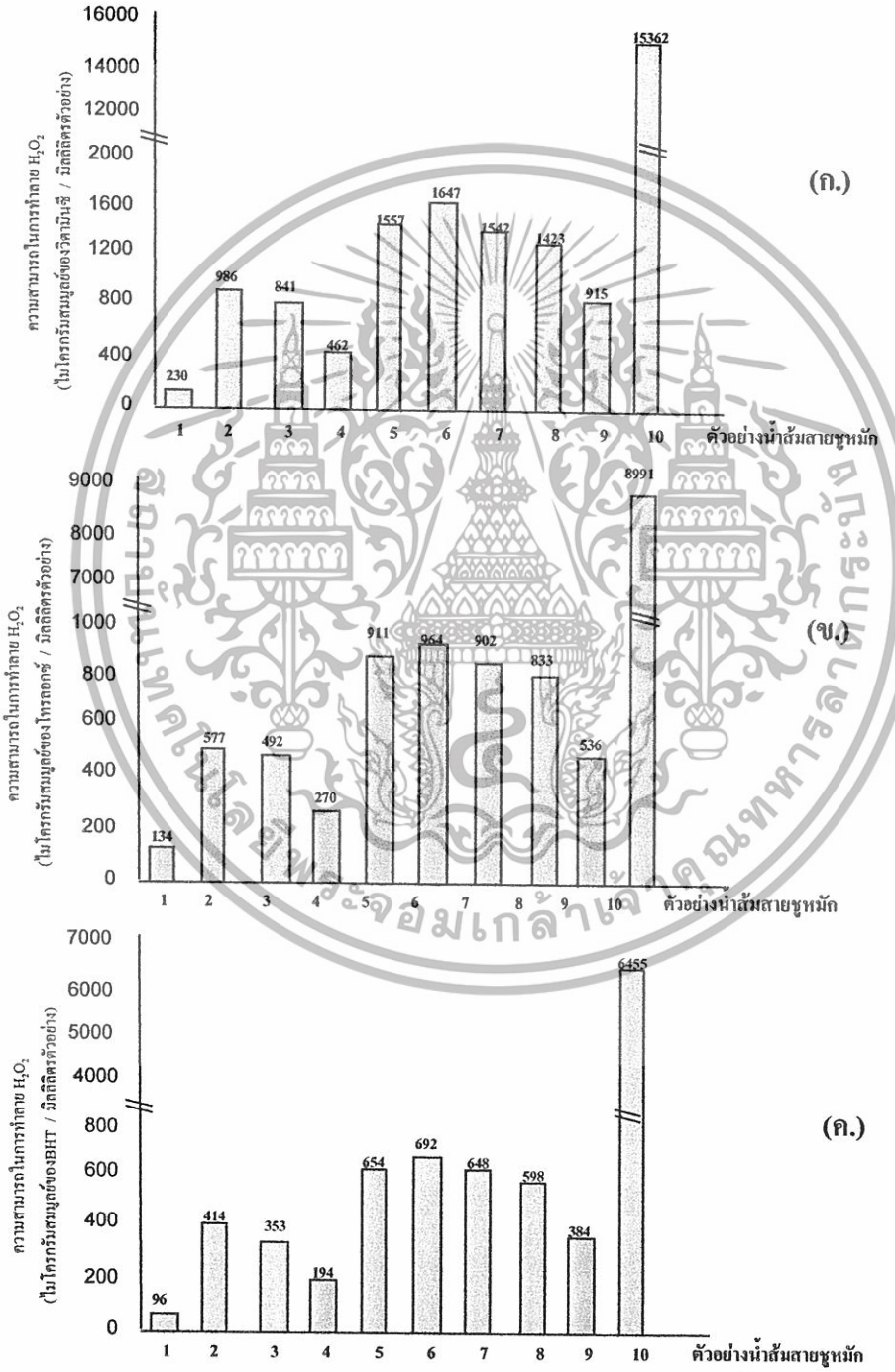
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างที่ 1 ซึ่งได้แก่ น้ำส้มสายชูกลั่น จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำมาก โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานทั้ง 3 ชนิด มีค่าเท่ากับ 3.7, 5.6 และ35 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างที่ 10 หรือน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก โดยมีค่าเท่ากับ 2106.58, 3148.26 และ19880 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ ตัวอย่างที่ 6 คือน้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงลองลงมาคือ มีค่าเท่ากับ 44.84, 67.01 และ423 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่เหลือ จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ในช่วง 14 – 28, 20 – 40 และ 140 – 270 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มสายชูหมักทั้ง 9 ตัวอย่าง มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าตัวอย่างน้ำส้มสายชูกลั่น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์พบในน้ำส้มสายชูหมักมากกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของน้ำส้มสายชูหมัก

จากการศึกษาความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก โดยเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน 3 ชนิด คือ วิตามินซี โทรลอกซ์ และbutylated hydroxytoluene (BHT) และรายงานผลในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทร-ลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3 (ดูตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ค.)



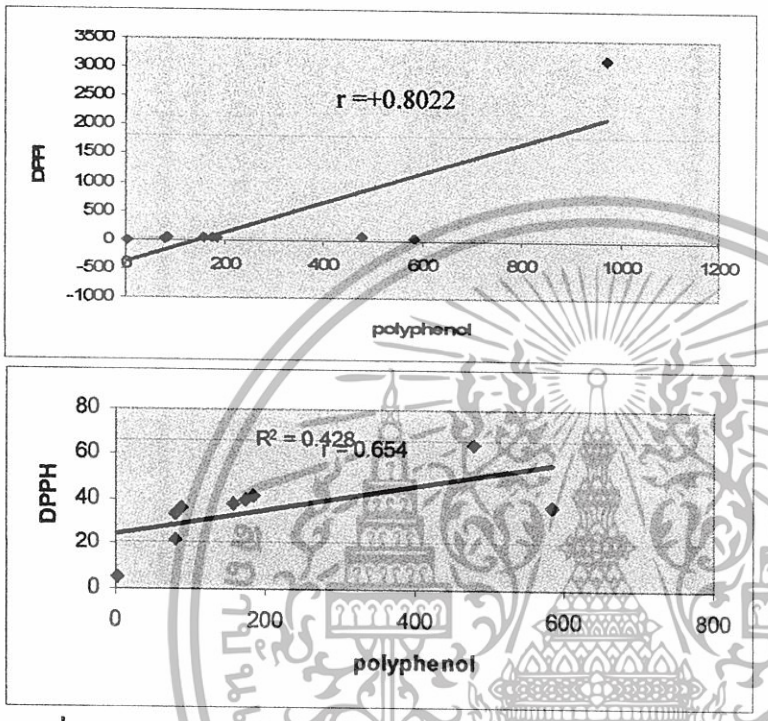
ภาพที่ 4.3 ความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก เมื่อเปรียบเทียบกับ วิตามินซี (ก.) โทรลอกซ์ (ข.) และBHT (ค.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างที่ 1 ซึ่งได้แก่ น้ำส้มสายชูกลั่น จะมีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำมาก โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานทั้ง 3 ชนิด มีค่าเท่ากับ 230, 134 และ96 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างที่มีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างที่ 10 หรือน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก โดยมีค่าเท่ากับ 15362, 8991 และ6455 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างที่มีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ค่อนข้างสูงได้แก่ ตัวอย่างที่ 5, 6, 7 และ8 ซึ่งได้แก่ น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล (ตรา เอส แอนด์ ดับบลิว) น้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ (ตรา ไฮนซ์) น้ำส้มสายชูหมักจากเหล้าองุ่นแดง (ตรา ดีนิกริส) และน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์เชอร์รี่ (ตราโบร์เคส) ตามลำดับ จะมีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่ในช่วง 1423 – 1557, 833 – 964 และ 598 – 692 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทร-ลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่เหลือ จะมีความสามารถในการความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่ในช่วง 462 – 986, 270 – 577 และ 194 – 414 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มสายชูหมักทั้ง 9 ตัวอย่าง มีความสามารถในการความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่าตัวอย่างน้ำส้มสายชูกลั่น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ตรวจวิเคราะห์พบในน้ำส้มสายชูหมักมากกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยเขียนกราฟระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักแต่ละตัวอย่างในแกน x กับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (เปรียบเทียบกับโทรลอกซ์) ในแกน y ผลแสดงดังภาพที่ 4.4



(ก.)

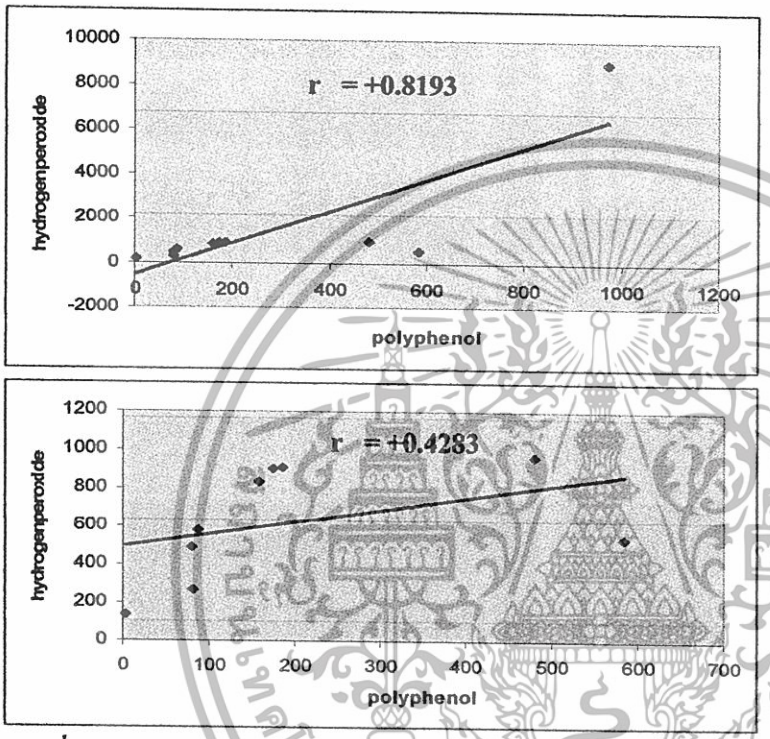
(ข.)

ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษา โดย (ก.)ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง และ (ข.) ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 1-9

จากภาพที่ 4.4 แสดงถึงกราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำส้มสายชูหมัก เนื่องจากตัวอย่างที่ 10 มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ที่สูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ มาก จึงตัดตัวอย่างที่ 10 ออกแล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ใหม่ จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก (ภาพที่ 4.4 ข.) จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีแนวโน้มของความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.6542 จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักสูงก็จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยเขียนกราฟระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักแต่ละตัวอย่างในแกน x กับค่าความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (เปรียบเทียบกับโทรลอกซ์) ในแกน y ผลแสดงดังภาพที่ 4.5

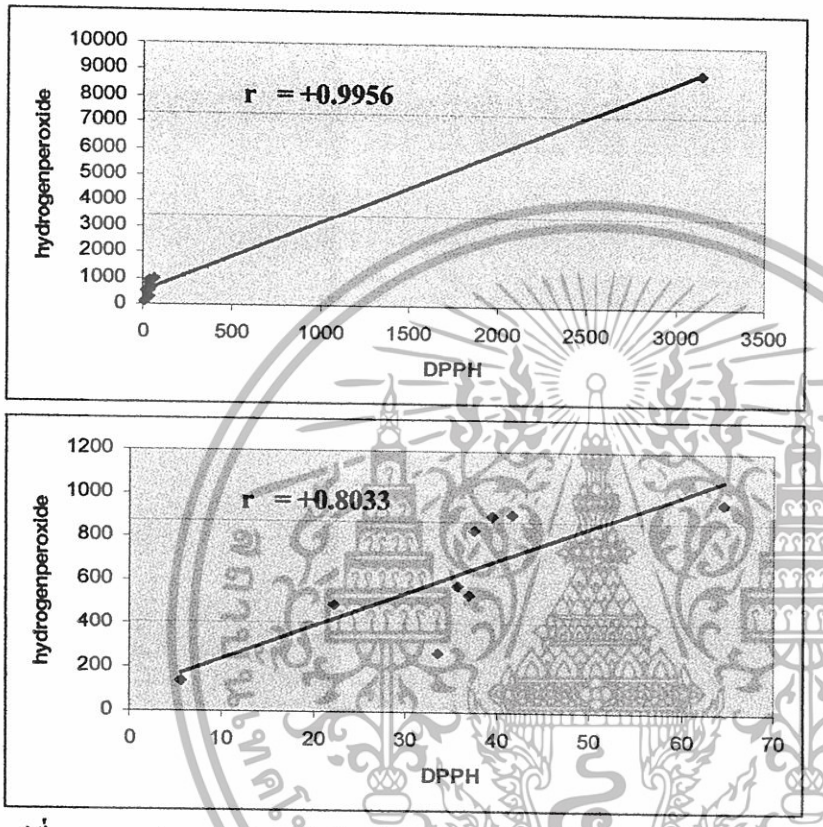


ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษา โดย (ก.)ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง และ (ข.) ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 1-9

จากภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับกับความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของน้ำส้มสายชูหมักเนื่องจากตัวอย่างที่ 10 มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ มากจึงได้ตัดตัวอย่างที่ 10 ออกแล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ใหม่ (ภาพที่ 4.5 ข.) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษา จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มของความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงที่ไม่ชัดเจนเท่ากรณีของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.4283

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำข้อมูลความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษา มาหาความสัมพันธ์ โดยเขียนกราฟระหว่างความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ในแกน x และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในแกน y ผลแสดงดังภาพที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษา โดย (ก.)ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง และ (ข.) ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 1-9

จากภาพที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH กับความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ของน้ำส้มสายชูหมักเนื่องจากตัวอย่างที่ 10 มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ที่สูงมากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ มาก จึงได้ตัดตัวอย่างที่ 10 ออกแล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ใหม่ (ภาพที่ 4.6 ข.) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มของความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.8033 จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีก็จะมีแนวโน้มของความ สามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ดีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำส้มสายชูหมักที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ 9 ตัวอย่างและน้ำส้มสายชูกลั่นอีก 1 ตัวอย่าง พบว่าน้ำส้มสายชูหมักทุกตัวอย่างมีปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น โดยตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงที่สุดได้แก่ ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำส้มสายชูที่มีสีเข้มที่สุด ซึ่งมีปริมาณโพลีฟีนอลเท่ากับ 973 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตรตัวอย่าง ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าเท่ากับ 2106.58, 3148.26 และ19880 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีค่าเท่ากับ 15362, 8991 และ6455 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี โทรลอกซ์ และBHT ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษามีแนวโน้มของความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.6542 และ 0.4283 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า หากพบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ศึกษาก็จะมีแนวโน้มที่พบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH กับความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก พบว่ามีลักษณะความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงอย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.8033 จึงสรุปได้ว่าตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงจะมีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

พรทิพย์ วิรัชวงศ์. 2546 อนุมูลอิสระ (free radicals) และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxdants). วิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์. http: www.gpo.or.th/rdi/html/antioxidants.html

มาลัย บุญรัตนกรกิจ. 2548. น้ำส้มสายชูหมักแบบธรรมชาติ(Netural fermented vinegar). เกษตรกรรมธรรมชาติ. 11 : 21-22.

ไมตรี สุทธจิตต์ และอนัญชา ขันทอง. 2543. ความสามารถของสาระสำคัญในการต่อต้านออกซิเดชันในสมุนไพรไทย .เชียงใหม่ :คณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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

วัลยา เนาวรัตน์วัฒนา และพัชนี บุญศิริ. 2542. โปรออกซิแดนท์อีกโฉมหน้าของโปรออกซิแดนท์. วารสารวิทยาศาสตร์. 53(3) : 196-198.

Alonso , A. , Castro , R. ,Rodriguez , C. , Guillen D. and Barroso ,C. 2004. Study of the antioxidant power of brandies and vinegars derived from Sherry wine and correlation with their content in polyphenols. Food Res. Int. 37 : 715-721.

Davalso , 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 rats. 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. Tsu.kamoto , Y. and Sato , Y. 2001. Acetic acid feeding enhances glycogen repletion in liver and skeletal muscle of rats. J. Nutr. 131(7) : 1973-1977.

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

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

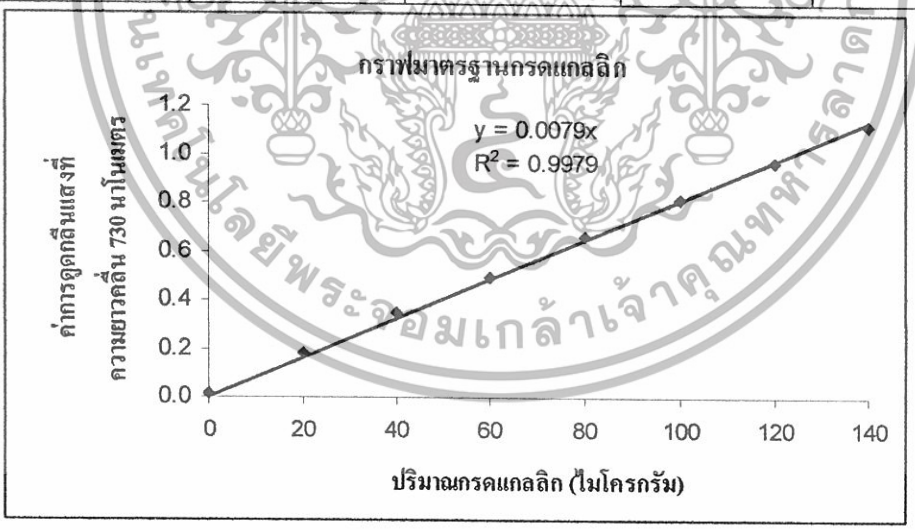
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

ตารางที่ ก1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน

ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย
0	0.017	0.015	0.016	0.016
20	0.164	0.188	0.196	0.183
40	0.348	0.339	0.350	0.346
60	0.490	0.506	0.490	0.495
80	0.659	0.650	0.670	0.660
100	0.812	0.814	0.824	0.817
120	0.979	0.944	0.975	0.966
140	1.102	0.110	0.144	0.119



ภาพที่ ก1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิก และค่าการดูกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 730 นาโนเมตร

สมการจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

$$Y = 0.0079x$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

X = ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตราคาโบเนล), น้ำส้มสายชูหมักจากมอลต์ (ตรา ไฮนซ์) และ น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์แดง (ตรา เบอร์ทอลลี)

น้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตราคาโบเนล)

ปริมาตรน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตราคาโบเนล) 0.1 มิลลิลิตร

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร เท่ากับ 0.769

แทนค่า $0.769 = 0.0079x$

$x = 97.34$ ไมโครกรัม / 0.1 มิลลิลิตรของน้ำส้มสายชูหมัก

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูมีปริมารสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 973 ไมโครกรัม / มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักบาล์ซามิก (ตราคาโบเนล)1 มิลลิลิตรมีปริมารสารประกอบโพลีฟี-นอลทั้งหมดคำนวณเทียบกับกรดแกลลิกเท่ากับ 973 ไมโครกรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำส้มสายชูหมักอีก 6 ตัวอย่างที่เหลือ และน้ำส้มสายชูกลั่น 1 ตัวอย่าง

น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)

ปริมาตรน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) 0.5 มิลลิลิตร

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร เท่ากับ 0.628

แทนค่า $0.628 = 0.0079x$

$x = 79.50$ ไมโครกรัม / 0.5 มิลลิลิตรของน้ำส้มสายชูหมัก

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูมีปริมารสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 158 ไมโครกรัม / มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) 1 มิลลิลิตรมีปริมารสารประกอบโพลีฟี-นอลทั้งหมดคำนวณเทียบกับกรดแกลลิกเท่ากับ 158 ไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

การวิคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก โดยการนำตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง ปรับปริมาตรรวมของสารละลายตัวอย่าง เท่ากับ 5.4 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลาย DPPH 0.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และคำนวณเปอร์ซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

การคำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

เปอร์ซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH = (1 - (Asample / Acontrol)) x 100

โดยที่ ; Asample = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

Acontrol = ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุมที่ไม่ใส่ตัวอย่าง

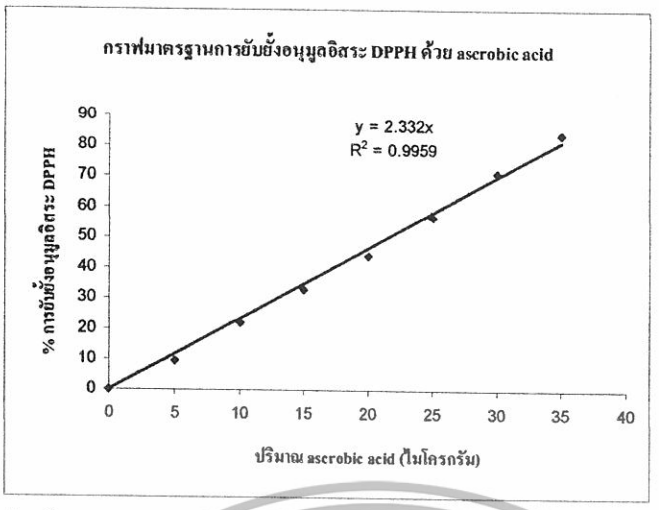
นำเอาเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระDPPH ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก มาคำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน 3 ชนิด คือ วิตามินซี , โทรอกซ์ และbutylated hydroxytoluene (BHT) จากกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ ข1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลายวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH
0	0.892	0.00
5	0.806	9.64
10	0.696	21.97
15	0.597	33.07
20	0.497	44.28
25	0.383	57.06
30	0.256	71.30
35	0.141	84.19

หมายเหตุ : ปฏิกิริยาควบคุมมีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.892

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิตามินซี

$$Y = 2.332x$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

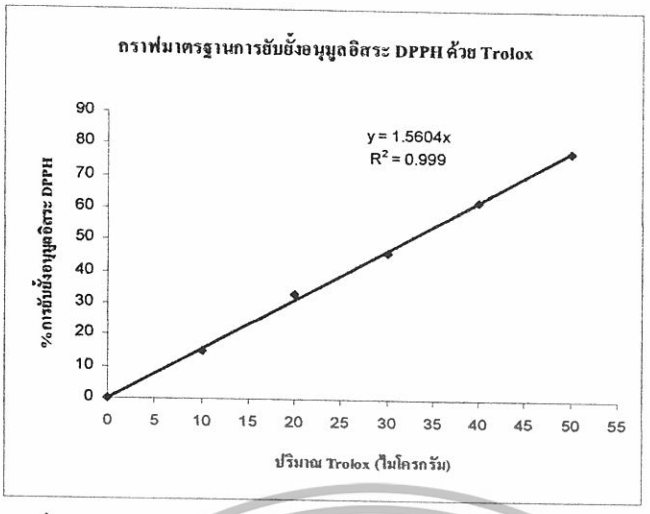
X = ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)

ตารางที่ ข2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลายโทรลอกซ์ และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ปริมาณโทรลอกซ์ (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH
0	0.962	0.00
10	0.819	14.86
20	0.644	33.06
30	0.518	46.15
40	0.362	62.37
50	0.213	77.85

หมายเหตุ : ปฏิกิริยาควบคุมมีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.962

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโทรลอกซ์และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยโทรลอกซ์

$$Y = 1.5604x$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

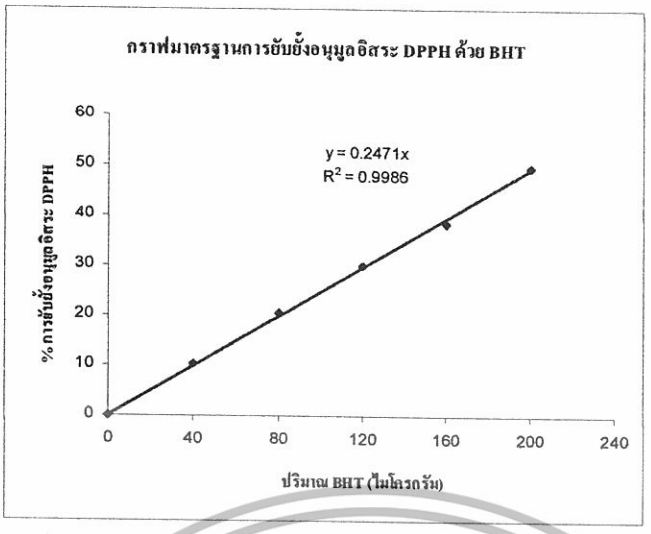
X = ปริมาณโทรลอกซ์ (ไมโครกรัม)

ตารางที่ ข3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลาย BHT และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ปริมาณ BHT (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH
0	0.931	0.00
40	0.835	10.31
80	0.741	20.41
120	0.652	29.97
160	0.574	38.35
200	0.467	49.84

หมายเหตุ : ปฏิกิริยาควบคุมมีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.931

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ BHT และเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วย BHT

$$Y = 0.2471x + c \; ; R^2 = 0.9986$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

X = ปริมาณ BHT (ไมโครกรัม)

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)

คำนวณเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ปริมาตรน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 0.54 มิลลิลิตร

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เท่ากับ 0.578

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของปฏิกิริยาควบคุม เท่ากับ 0.711

แทนค่าสูตร เปอร์ซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH = (1 - (0.578 / 0.711)) x 100

= 18.75 เปอร์เซ็นต์

คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

มาตรฐานมาตรฐาน คือ วิตามินซี

สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิตามินซี (รูปที่ ข1)

$$Y = 2.332x \; ; R^2 = 0.9956$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

X = ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)

ปริมาตรน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 0.54 มิลลิลิตร

เปอร์ซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 18.75 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าสูตร 18.75 = 2.332x

= 8.04ไมโครกรัมวิตามินซี / 0.54 มิลลิลิตรตัวอย่าง

= 14.89ไมโครกรัมวิตามินซี / มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 14.89 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี / มิลลิลิตรตัวอย่าง

คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน คือ โทรลอกซ์

สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยโทรลอกซ์

$Y = 1.5604x$; $R^2 = 0.9990$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

X = ปริมาณ โทรลอกซ์ (ไมโครกรัม)

ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 0.54 มิลลิลิตร

เปอร์ซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 18.75 เปอร์เซ็นต์

แทนค่าสูตร 18.75 = 1.5604x

x = 12.02 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ / 0.54 มิลลิลิตรตัวอย่าง

x = 22.25 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ / มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 22.25 ไมโครกรัมสมมูลย์ของโทรลอกซ์ / มิลลิลิตรตัวอย่าง

คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน คือ BHT

สมการจากกราฟมาตรฐานการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วย BHT

$Y = 0.2471x$; $R^2 = 0.9986$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

X = ปริมาณ BHT (ไมโครกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 0.54 มิลลิลิตร เปอร์ซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 18.75 เปอร์เซ็นต์

แทนค่าสูตร 18.75 = 0.2471x

x = 75.88 ไมโครกรัม BHT/ 0.54 มิลลิลิตรตัวอย่าง

x = 140.52 ไมโครกรัม BHT/ มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 140.52 ไมโครกรัมสมมูลย์ของ BHT / มิลลิลิตรตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การคำนวณความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก

การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก โดยการนำตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง ปรับปริมาตรรวมของสารละลายตัวอย่าง เท่ากับ 4 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ 0.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร และคำนวณหาความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

การคำนวณหาความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง H_2O_2 = (1 - (Asample / Acontrol)) x 100

โดยที่ ; Asample = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

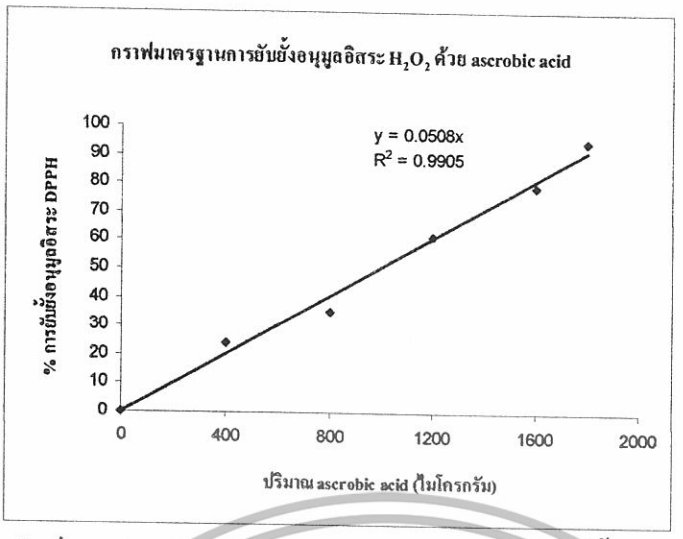
Acontrol = ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุมที่ไม่ใส่ตัวอย่าง

นำเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง H_2O_2 ของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมัก มาคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ H_2O_2 เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน 3 ชนิด คือ วิตามินซี , โทรอกซ์ และbutylated hydroxytoluene (BHT) จากกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์

ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร		เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง H_2O_2
	ปฏิกิริยาควบคุม	วิตามินซี	
0	0.845	0.845	0.0000
400	0.845	0.643	23.9053
800	0.845	0.549	35.0296
1200	0.845	0.325	61.5385
1600	0.905	0.189	79.1160
1800	0.905	0.047	94.8066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซี และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์

สมการจากกราฟมาตรฐานการยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยวิตามินซี

$$Y = 0.0508x \quad ; R^2 = 0.9905$$

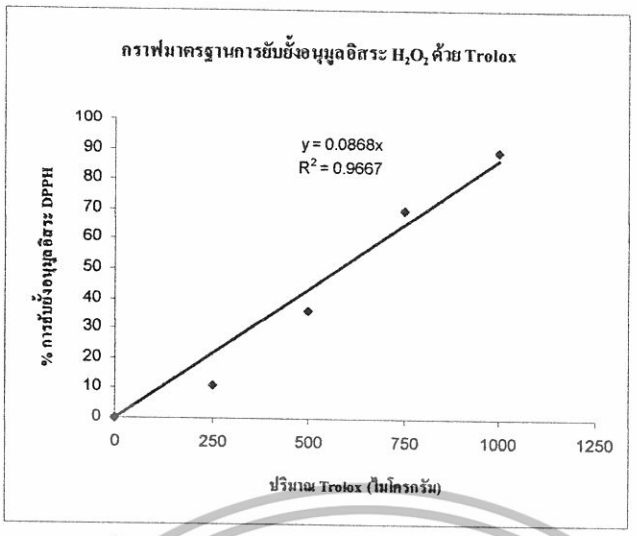
เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

X = ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)

ตารางที่ ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโทรลอกซ์ และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์

ปริมาณโทรลอกซ์ (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร		เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ H_2O_2
	ตัวควบคุม	สารละลายมาตรฐาน	
0	0.920	0.920	0.0000
250	0.885	0.786	11.1864
500	0.920	0.587	36.1957
750	0.885	0.267	69.8305
1000	0.920	0.096	89.5652
1250	0.885	0.038	95.7062

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโทรลอกซ์และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์

สมการจากกราฟมาตรฐานการยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยวิตามินซี

$$Y = 0.0868x \quad ; R^2 = 0.9667$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

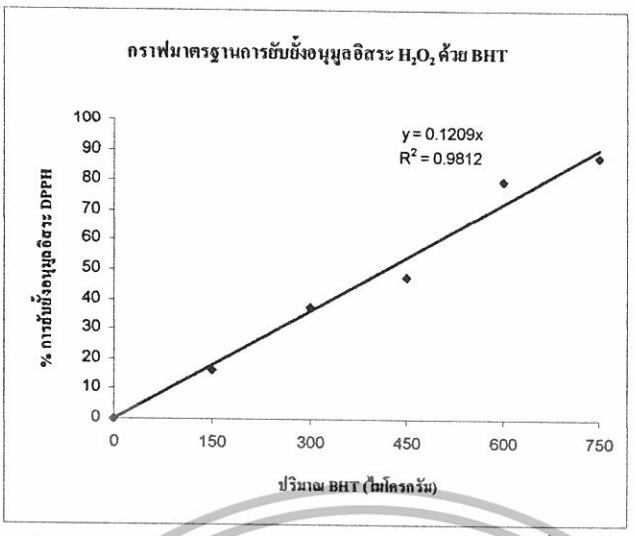
X = ปริมาณโทรลอกซ์ (ไมโครกรัม)

ตารางที่ ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ BHT และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ปริมาณ BHT (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ H_2O_2
0	0.852	0.0000
150	0.712	16.4319
300	0.531	37.6761
450	0.443	48.0047
600	0.168	80.2817
750	0.102	88.0282

หมายเหตุ : ปฏิกิริยาควบคุมมีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.852

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ BHT และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

สมการจากกราฟมาตรฐานการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วย BHT

$$Y = 0.1209\,x + c \;;\; R^2 = 0.9812$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

X = ปริมาณ BHT (ไมโครกรัม)

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)

คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 1 มิลลิลิตร

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร เท่ากับ 0.431

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร ของปฏิกิริยาควบคุม เท่ากับ 0.753

แทนค่าสูตร เปอร์ซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH = (1 - (0.431/ 0.753)) x 100

= 42.76 เปอร์เซ็นต์

คำนวณความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน คือ วิตามินซี

สมการจากกราฟมาตรฐานการยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยวิตามินซี

$$Y = 0.0508x \;;\; R^2 = 0.9905$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

X = ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 1 มิลลิลิตร
เปอร์ซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 42.76 เปอร์เซ็นต์

แทนค่าสูตร 42.76 = 0.0508x

= 841.73 ไมโครกรัมวิตามินซี / มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) มีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ เท่ากับ 841.73 ไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซี/ มิลลิลิตรตัวอย่าง

คำนวณความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน คือ โทรลอกซ์

สมการจากกราฟมาตรฐานการยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยวิตามินซี

$Y = 0.0868x \; ; R^2 = 0.9667$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

X = ปริมาณโทรลอกซ์ (ไมโครกรัม)

ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 1 มิลลิลิตร
เปอร์ซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 42.76 เปอร์เซ็นต์

แทนค่าสูตร 42.76 = 0.0868x

= 492.63 ไมโครกรัมวิตามินซี/ มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) มีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 492.63 ไมโครกรัมสมมูลย์ของโทรลอกซ์ / มิลลิลิตรตัวอย่าง

คำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานมาตรฐาน คือ BHT

สมการจากกราฟมาตรฐานการยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วย BHT

$Y = 0.1209 x \; ; R^2 = 0.9812$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร

X = ปริมาณ BHT (ไมโครกรัม)

ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 1 มิลลิลิตร
เปอร์ซ็นต์การยับยั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 42.76 เปอร์เซ็นต์

แทนค่าสูตร 42.76 = 0.1209 x

= 353.68 ไมโครกรัม/ มิลลิลิตรตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแชมเปญ (ตราโบร์เคส) มีความสามารถในการทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 353.68 ไมโครกรัมสมมูลย์ของ BHT / มิลลิลิตรตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายอภิวัฒน์ เลี่ยมมินฟุล เกิดเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดเชียงใหม่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนมงฟอร์ต วิทยาลัย ปี พ.ศ. 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2549 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่ 105/1 หมู่ 2 ต.ป่าบง อ.สารภี จ. เชียงใหม่ 50140 (086-5184445)

นางสาวเจษฎาภรณ์ รุ่งเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดเชียงรายสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมน้อมเกล้า ปี พ.ศ. 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2549 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่ 123 หมู่บ้านฉัตรแก้ว ซอย 6 แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
(084-0208500)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้