ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และสีในน้ำพริกแกงแดงไทย

EFFECT OF HEAT ON CHANGING OF ANTIOXIDANT COMPOUNDS ANTIOXIDANT ACTIVITIES AND COLOR IN THAI RED CURRY PASTE

โดย

นางสาววรินกาญจน์ วชิรเดชเสถียร
นางสาวฉัตรแก้ว นิธิเศรษฐิยกุล
นายมรุต อังศุรัตนเวช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และสีในน้ำพริกแกงแดงไทย

EFFECT OF HEAT ON CHANGING OF ANTIOXIDANT COMPOUNDS, ANTIOXIDANT ACTIVITIES AND COLOR IN THAI RED CURRY PASTE

โดย

นางสาววรินกาญจน์ วชิรเดชเสถียร

นางสาวฉัตรแก้ว นิธิเศรษฐิยกุล

นายมรุต อังศุรัตนเวช

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72061
วัน,เดือน,ปี - 8 มิ.ย. 2550

b.11726126
i.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิมเพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

ผศ.ดร.คณิตา ตังคณานุรักษ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์เคมี คณะวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และสีในน้ำพริกแกงแดงไทย

EFFECT OF HEAT ON CHANGING OF ANTIOXIDANT COMPOUNDS, ANTIOXIDANT ACTIVITIES AND COLOR IN THAI RED CURRY PASTE

ผู้จัดทำ

นางสาววรินกาญจน์ วชิรเดชเสถียร รหัสประจำตัว 46010107

นางสาวฉัตรแก้ว นิธิเศรษฐิยกุล รหัสประจำตัว 46010134

นายมรุต อังศุรัตนเวช รหัสประจำตัว 46010603

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.คณิตา ตังคณานุรักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และสีในน้ำพริกแกงแดงไทย	
นักศึกษา	นางสาววรินกาญจน์	วชิรเดชเสถียร
	นางสาวฉัตรแก้ว	นิธิเศรษฐิยกุล
	นายมรุต	อังศุรัตนเวช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ	พรเฉลิมพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.คณิตา	ตังคณานุรักษ์
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

สารแคปไซซิน(Capsaicin) และสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด(Total phenolic compounds) เป็นสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(Antioxidant) พบมากในพริกและสมุนไพรหลายๆชนิดซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในน้ำพริกแกงแดง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณได้แก่ แคปไซซิน สารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(ด้วยวิธีDPPH(2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl)และFRAP (Ferric reducing antioxidant power)) และสี(Hunter L*,a*,b*) ของน้ำพริกแกงแดงในระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 75, 90, 105 และ 120 ºC เวลา 10, 20, 30 , 40, 50 และ60 นาที ตามลำดับ พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 ถึง 105 ºC ปริมาณสารและค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 ºC มีผลให้ปริมาณสารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณสารแคปไซซินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และการเพิ่มเวลาให้ความร้อนมีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น ส่วนค่าสี(Hunter L*,a*,b*) พบว่าค่าความสว่างและค่าสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่ค่าสีแดงจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความร้อนสูงขึ้นทำให้ค่าความแตกต่างรวมของสี (ΔE) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ผลที่ได้นำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ที่ยังคงรักษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระให้คงอยู่ มีความปลอดภัยและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	EFFECT OF HEAT ON CHANGING OF ANTIOXIDANT COMPOUNDS, ANTIOXIDANT ACTIVITIES AND COLOR IN THAI RED CURRY PASTE
Students	Miss Varinkan Wachiradetsatien
	Miss Chatkeaw Nithisatthiyakul
	Mr. Marut Angsuratanawech
Project Advisor	Asst.prof.Dr.Pimpen Pornchalrempong
	Asst.prof.Dr.Kanita Ungkananuruk
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Food Engineering
Academie Year	2006

ABSTARCT

Capsaicin and phenolic compounds which having antioxidant properties, generally found in spices and herbs that are the main component in Thai red curry paste. In this study the effect of heat on changing of antioxidant compounds (capsaicin and total phenolic compounds), antioxidant activities (by DPPH (2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and FRAP (Ferric reducing antioxidant power)) and color (Hunter L*,a*,b*) in Thai red curry paste were investigated. The paste was heat at different temperatures (60, 75, 90, 105 and 120 °C) and times (10, 20, 30, 40, 50, and 60 minutes). Heating the paste between 60 to 105 °C had a no significant effect on antioxidant compounds and antioxidant activities, while heating up to 120 °C, the paste had a significant higher on capsaicin and antioxidant activities by DPPH assay. The color (Hunter L*,a*,b*) of curry paste had no effect on L* and b* value but had significant effect on increasing of a* and ΔE values. The result of this studied lead to optimize the heat processing conditions for maintaining antioxidant activity, producing safety and high quality product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานซึ่งเป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุดในการให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำตลอดจนติดตามผลงานด้วยความเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด โดยตลอดจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผศ.ดร.คณิตา ตังคณานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้ความรู้ ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่างๆ เสมอมาจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้ำพริกแม่ศรี ที่กรุณาอนุเคราะห์น้ำพริกแกงแดง เพื่อใช้ในการทดลองของคณะวิจัย

นาวสาว สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น นักศึกษาปริญญาเอกคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่ประโยชน์ต่องานวิจัย

อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์รวมทั้งให้ความช่วยเหลือต่างๆ อย่างดี

นางสาวขนิษฐา กำจัดภัย และนางสาวรัชรีวรรณ วงศ์วิศาลศรี นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมีเครื่องมือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วยตรวจวิเคราะห์สารตัวอย่างในงานวิจัย

บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่ดูแลช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดมา

เพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกคนที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่ผู้วิจัยโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
ขอบเขตของโครงงาน 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ 3
2.1 น้ำพริกแกงแดง 3
2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) 9
2.3 สารประกอบฟีโนลิก(phenolic compounds) 10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
บทที่ 3 วิธีการทดลอง 13
การเตรียมตัวอย่าง 13
การให้ความร้อน 14
การวิเคราะห์สารสกัดจากน้ำพริกแกง 16
การสกัดสารจากน้ำพริกแกง 16
การวิเคราะห์แคปไซซิน 16
การวิเคราะห์สารประกอบโพลีฟีนอล 16
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH 17
ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก 17
การคำนวณ 18
การวัดค่าสี 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล 19

4.1 ปริมาณสารแคปไซซิน (Capsaicin) 19

4.2 ปริมาณสารประกอบฟีโนลิก(Total phenolic compound) 20

4.3 ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 21

4.4 ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก 22

4.4 ค่าสี (Hunter L*,a*,*b) 24

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 28

เอกสารอ้างอิง 29

ภาคผนวก 33

ภาคผนวก ก 34

ภาคผนวก ข 42

ภาคผนวก ค 45

ภาคผนวก ง 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลปริมาณสารต่างๆในน้ำพริกแกงแดง
ที่ผ่านการให้ความร้อน..... 38
ตารางที่ ข.1 ข้อมูลคุณภาพสีในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการ
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ..... 42
ตารางที่ ค.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณcapsaicin
ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ
และเวลาต่างๆ ด้วยวิธี Turkey HSD..... 45
ตารางที่ ค.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณ
Total phenolic compound ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่าน
การให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 46
ตารางที่ ค.3 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณ ความสามารถ
ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำพริกแกงแดงโดย
ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 47
ตารางที่ ค.4 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณ ความสามารถ
ในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP ในน้ำพริกแกงแดงโดย
ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 49
ตารางที่ ค.5 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณ ความสามารถ
ในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้
ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ..... 50
ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าความสว่างของสีในน้ำพริกแกงแดง
โดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 51
ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าของสีแดงในน้ำพริกแกงแดง
โดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 52
ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าของสีเหลืองในน้ำพริกแกงแดง
โดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 53
ตารางที่ ง.4 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าความแตกต่างรวมของสี
ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ
และเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD..... 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างของสาร Norhydrocapsaicin, Capsaicin และ Dihydrocapsaicin..... 3

2.2 โครงสร้างของสาร Allicin..... 5

3.1 น้ำพริกแกง 15 กรัม บรรจุในภาชนะบรรจุอ่อนตัว..... 14

3.2 แผ่นอลูมิเนียมเจาะรู 14

3.3 น้ำพริกแกงแดงที่บรรจุในภาชนะอ่อนตัวประกบแผ่นอลูมิเนียมแนบสนิททั้ง 2 ด้าน..... 15

3.4 การให้ความร้อนน้ำพริกแกงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ..... 15

4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง..... 20

4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกในน้ำพริกแกงแดง..... 21

4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำพริกแกงแดง..... 22

4.4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานวิตามินซี ในน้ำพริกแกงแดง..... 23

4..4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานโทรอกซ์ ในน้ำพริกแกงแดง..... 23

4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างในน้ำพริกแกงแดง..... 24

4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของค่าของสีแดงในน้ำพริกแกงแดง..... 25

4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของค่าของสีเหลืองในน้ำพริกแกงแดง..... 26

4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C)กับเวลา(นาที)ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของค่าความแตกต่างรวมของสีในน้ำพริกแกงแดง..... 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ก.1 น้ำพริกแกงแดงสดในภาชนะบรรจุอ่อนตัวบรรจุ15กรัม ปิดผนึกสุญญากาศ..... 34
ก.2 เครื่องColor meter..... 34
ก.3 เครื่อง spectrophotometer (ยี่ห้อ CTL แบบ CTL 821)..... 35
ก.4 เครื่องเหวี่ยงแยก..... 35
ก.5 กราฟมาตรฐานของแคปไซซิน (Capsaicin)..... 36
ก.6 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid)..... 36
ก.7 กราฟมาตรฐานของวิตามินซีในการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์..... 37
ก.8 กราฟมาตรฐานของโทรอกซ์ในการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์..... 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำพริกแกง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเครื่องเทศและสมุนไพรต่างๆ เช่น พริกสด พริกแห้ง หัวหอม กระเทียม ข่า ตะไคร้ ผิวมะกรูด บดผสมให้เข้ากัน อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น กะปิ น้ำตาล น้ำปลา เกลือ และอาจนำไปให้ความร้อนหรือไม่ก็ได้ นำไปประกอบอาหารได้ทันที

น้ำพริกแกงแดงเป็นส่วนผสมหลักที่คนไทยนิยมใช้เป็นเครื่องปรุงในอาหารหลายชนิด ผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงแดงสำเร็จรูป นิยมบรรจุในกระป๋องหรือบรรจุในภาชนะอ่อนตัว (retort pouch)เป็นน้ำพริกแกงแบบเปียกมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก จัดเป็นอาหารในกลุ่มกรดต่ำ (Low acid food) เนื่องจากมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 5-6 และมีค่าwater activity (a_w) มากกว่า 0.85 การเก็บรักษาใช้การแปรรูปด้วยความร้อนสูง ซึ่ง การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อในระดับการค้า (Commercial Sterilization)ให้สามารถเก็บรักษาได้นานและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ต้องใช้อุณหภูมิมากกว่า 100°C ซึ่งปกติสภาวะที่ผู้ประกอบการใช้ในการฆ่าเชื้ออยู่ในช่วง 116-120°C ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้อที่ใช้เวลาค่อนข้างนานเนื่องจากส่วนประกอบหลายชนิดของน้ำพริกแกงแดง เช่น กระเทียม หอมแดง ขิง ข่า มีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นค่อนข้างสูง โดยเฉพาะสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนความร้อนสูง

ผลของความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ นอกจากจะทำให้ลดปริมาณจุลินทรีย์ลงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้ว แต่ข้อเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือน้ำพริกแกงแดงจะมีการลดลงของคุณภาพด้านต่างๆ เช่น สี กลิ่น รส โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้สารสำคัญที่มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเลือกสภาวะการผลิตเช่น ส่วนผสม วิธีการเตรียม อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ ชนิดและขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้

โดยกลยุทธ์ส่งเสริมการตลาดที่สำคัญของผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงแดงและอาหารที่มีน้ำพริกแกงแดงเป็นส่วนประกอบ คือ การยกระดับให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพโดยต้องเน้นให้ผู้บริโภคตระหนักถึงสรรพคุณของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำพริกแกงแดง โดยอนุมูลอิสระนี้เชื่อว่ามีผลต่อการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื่อในระยะสั้น ในระยะยาวอาจมีผลต่อ ความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ และอาจเป็นสารการก่อมะเร็ง และโรคหัวใจ ต้อกระจก จากการวิจัยพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระนี้พบว่ามีมากในสมุนไพรและเครื่องเทศต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแดง นอกจากนี้ในสมุนไพรต่างๆยังมีสรรพคุณในการละลายลิ่มเลือด ลดความดัน ความสามารถในการชะลอความแก่ ความสามารถในการต้านทานจุลชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน กระทรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาธารณสุข, 2541) โดยสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงเพื่อยังคงรักษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นจุดขายที่สำคัญของผลิตภัณฑ์

จากการค้นคว้าข้อมูลยังไม่พบการศึกษาวิจัยเชิงลึกถึงผลกระทบทางความร้อนที่มีต่อการสลายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและสีในกระบวนการให้ความร้อน รวมทั้งการศึกษาด้านการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของสารต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและสีในน้ำพริกแกงแดง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการแข่งขันและผลักดันให้อาหารไทยซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแดงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก

วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ(Antioxidant) ได้แก่ แคปไซซิน (Capsaicin) สารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด(Total phenolic compounds) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก และสี (Hunter L*,a*,b*) ของน้ำพริกแกงแดงหลังจากผ่านการให้ความร้อนที่สภาวะอุณหภูมิต่างๆ

ขอบเขตของโครงงาน

ต้องการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ (capsaicin and total phenolic compounds)และสี ของน้ำพริกแกงแดง โดยใช้ระดับความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 75, 90, 105 และ120°C เป็นเวลา 10, 20, 30, 40,50 และ60 นาที ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำพริกแกงในระดับอุตสาหกรรม โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถทราบการเปลี่ยนแปลงของสี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำพริกแกงแดงระหว่างการให้ความร้อน เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูประดับอุตสาหกรรม ที่ยังคงรักษาสารที่มีสรรพคุณดีต่อสุขภาพและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีความปลอดภัย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการแข่งขันและผลักดันให้อาหารไทยซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแดงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ตรวจเอกสาร

2.1 น้ำพริกแกงแดง

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปี พ.ศ.2525 ได้ให้ความหมายของน้ำพริกแกงว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบที่บดแล้วอาจผสมกะทิหรือน้ำมันบริโภคชนิดอื่นก็ได้ แล้วนำไปให้ความร้อนจนแห้งก็ได้แล้วแต่ประเภทของพริกแกงโดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของน้ำพริกแกงนั้นๆไว้ นำไปใช้ได้ทันที น้ำพริกแกงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทเปียก (curry paste) และประเภทแห้ง (dried curry paste) โดยส่วนประกอบสำคัญได้แก่ 1) เครื่องแกงและเครื่องเทศชนิดต่างๆ เช่น พริกสด พริกแห้ง ตะไคร้ ผิวมะกรูด หัวหอม กระเทียม ข่า รากผักชี ลูกผักชี ยี่หร่า และพริกไทย 2) เกลือบริโภคได้ 3) เครื่องปรุงแต่งกลุ่นรสต่างๆ ได้แก่ น้ำปลา น้ำตาล มะขามเปียก และอื่นๆ (ถ้ามี)

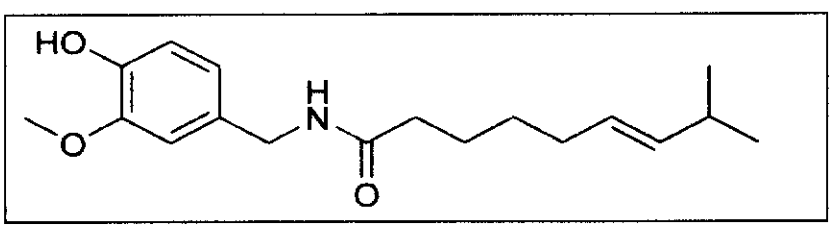
น้ำพริกแกงแดงเป็นน้ำพริกแกงชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำไปเป็นส่วนประกอบหลักในอาหารไทยหลายชนิด โดยส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำพริกแกงแดงมีดังนี้คือ พริกแห้ง กระเทียม ตะไคร้ ข่า หอมแดง ผิวมะกรูด และกะปิ

เครื่องเทศและสมุนไพรหลักที่ใช้ทำน้ำพริกแกงแดง

2.1.1 พริก (Capsicum)

พริกเป็นพืชที่อยู่ในสกุล Capsicum มีอยู่หลายพันธุ์ เช่น พริกขี้หนูสวน (Capsicum minimum Roxb) พริกขี้หนู (Capsicum frutiscens Linn.) และพริกอ่อน หรือ พริกชี้ฟ้า (Capsicum annuum Linn.) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2526)

พริกประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อน จากรายงานของ Jorge Pino et al. (2006) และ Fumiharu et al. (2006) พบว่าสารที่ให้ความเผ็ดร้อนที่พบมากในพืชตระกูลพริกคือแคปไซซิน (รูปที่2.1) ซึ่งปริมาณของแคปไซซิน จะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และระยะการเก็บเกี่ยว พริกบางสายพันธุ์ปริมาณของแคปไซซินจะลดลงเมื่อพริกแก่ แต่บางสายพันธุ์จะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในพริกยังอุดมไปด้วยสารฟลาโวนอยด์, วิตามินซี และปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก (Deepa et al., 2007)



รูปที่2.1 โครงสร้างของสารแคปไซซิน (Capsaicin) (http://th.wikipedia.org/wiki)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชตระกูลพริกเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารรงควัตถุต่างๆ โดยเฉพาะสารแคโรทีนอยด์ (carotenoid) จากการศึกษาของ Deepa et al. (2007) รายงานว่า ปริมาณรงควัตถุที่พบในพริกหวาน (Capsicum annum L.)ขึ้นอยู่กับพันธุ์และระยะการเก็บเกี่ยว โดยรงควัตถุที่พบในพริกในระยะสีเขียวจะเกิดจาก Chlorophyll แต่เมื่อพริกสุกจะไม่ปรากฏสีเขียวเลย แต่จะปรากฏสีส้มหรือสีแดงที่เกิดการสังเคราะห์รงควัตถุแคโรทีนอยด์

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

Chaiyata et al. (2003) ศึกษาผลของพริกขี้หนูต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด โดยให้อาสาสมัครหญิงดื่มเครื่องดื่มกลูโคสพร้อมกับพริกสด แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงของระดับกลูโคสในเลือดเทียบกับการดื่มเครื่องดื่มกลูโคสอย่างเดียว พบว่าระดับน้ำตาลกลูโคสของอาสาสมัครที่กินพริกพร้อมกลูโคสเพิ่มขึ้นช้ากว่าเมื่อไม่ได้กินพริก และยังเพิ่มอัตราการใช้พลังงานของร่างกาย (Metabolic Rate) อย่างมีนัยสำคัญ

Tolan et al. (2004) รายงานว่าสารแคปไซซิน ในพริกมีมีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด และยังสามารถเพิ่มระดับอินซูลินได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เมื่อทำการศึกษาในสัตว์ทดลอง

Sànchez et al. (2006) รายงานว่าสารแคปไซซิน มีคุณสมบัติในการต้านมะเร็ง โดยพบว่าสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดอาโปโทซิส (Apoptosis) ในเซลล์บางชนิด เช่นการศึกษาในต่อมลูกหมาก แสดงให้เห็นว่าแคปไซซินสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากได้ โดยการสร้างอนุมูลอิสระ (Reactive Oxygen Species) และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์แคปเพส (caspase) ทั้งยังแสดงให้เห็นว่า การให้สารแคปไซซินแก่หนูทดลองที่มีการฝังเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากไว้แล้ว สามารถชะลอการเจริญเติบโตของมะเร็งนั้นได้

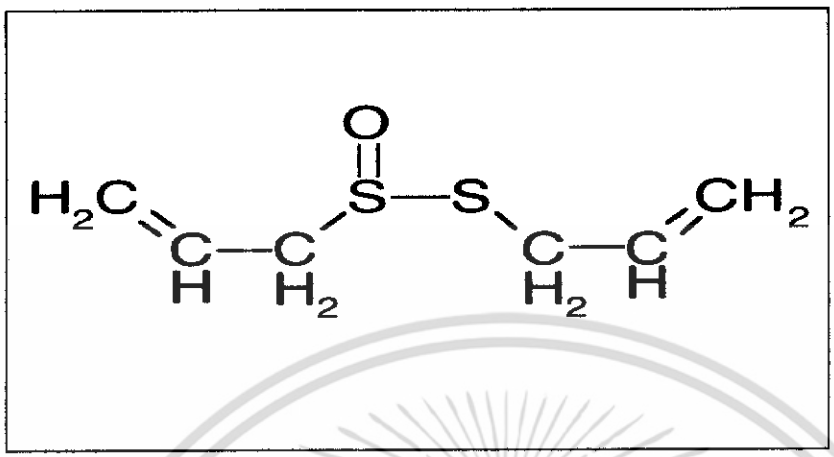
2.1.2 กระเทียม (Garlic)

กระเทียมมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Allium sativum Linn. วงศ์ Alliaceae ชื่ออังกฤษเรียกว่า common garlic หรือ Allium ส่วนที่นำมาใช้คือ หัวสด หรือหัวแห้ง ใบสด และน้ำมันกระเทียม สารอินทรีย์ที่พบมากในหัวกระเทียมได้แก่ alliin (S-allyl-1-cysteine sulfoxide) และ S-methyl-1-cysteine sulfoxide ซึ่ง alliin เป็นสารตั้งต้นของสารให้กลิ่นรสในกระเทียม เมื่อกระเทียมถูกหั่นหรือสับ alliin ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ allinase ทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นเผ็ดร้อนของกระเทียม สารดังกล่าวคือ allicin (diallythiosulfinate)โครงสร้างโมเลกุลของ allicin แสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นสารที่ไม่เสถียรสามารถเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบตัวอื่นได้ง่าย (Miron et al. (2004))

โดยทั่วไปกระเทียมเมื่อยังไม่ผ่านการแปรรูปจะมีสีขาวครีม Eun-Jin Lee et al. (2006) รายงานว่า ถ้ากระเทียมมีการหั่น สับ หรือบด สีขาวครีมของกระเทียมจะถูกเปลี่ยนเป็นสีเขียว ทั้งนี้เนื่องจาก สาร isoalliin ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนไลซีน ได้สารประกอบที่ไม่มีกลิ่น ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบนี้เมื่อทำ ปฏิกิยากับเอนไซม์ allinase จะได้สารที่มีสีเขียว ซึ่งสารนี้ไม่ใช่สารชนิดเดียวกันกับ chlorophyll สารดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่2.2 โครงสร้างของสาร Allicin (http://fi.wikipedia.org/wiki/Allisiini)

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

นิจศิริ (2534) รายงานว่า กระเทียมใช้ในยาพื้นบ้าน เพื่อใช้บำบัดอาการไอ ไข้หวัด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง ปวดฟัน ปวดหู ความดันโลหิตสูง เส้นเลือดเปราะ โรคประสาท เป็นต้น

Orekhov and Grunwald (1997) และ Rahnman and Lowe (2006) รายงานว่ากระเทียมมีคุณสมบัติในการต้านการชะลอการแข็งตัวของเลือด (Anti-thrombosis) การละลายลิ่มเลือดหรือการต้านการจับกันของเกล็ดเลือด (Anti-platelet aggregation) การลดระดับไขมัน LDL และโคเลสเตอรอลในเลือด รวมทั้งลดความดันโลหิต โดยอาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากการยับยั้งการทำงานของ Angiotensin converting enzyme (ACE)

Steinmetz et al. (1994) ระบุว่ากระเทียมมีคุณสมบัติการต้านมะเร็ง (Anti-cancer) ผลจากการศึกษาทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคกระเทียมกับการลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งหลายชนิด เช่น การศึกษาผู้หญิงในวัยทองกว่า 40,000 คน พบว่าการบริโภคกระเทียมสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ได้ถึง 50% โดยคาดว่ากลไกที่เกี่ยวข้องกับการต้านมะเร็งของกระเทียม ได้แก่ การกำจัดสารอนุมูลอิสระ การกำจัดสารพิษในร่างกายโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน Glutathione-S-transferase, Catalase หรือการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์กลุ่ม Cytochrome P 450 รวมถึงการซ่อมแซมหรือป้องกันดีเอ็นเอ (Khanum et al., 2004)

Bhuvaneswari et al. (2004) ได้ทำการทดลองกับหนูทดลองที่เป็นมะเร็งแล้วได้รับสารสกัดจากกระเทียมทางกระเพาะอาหาร โดยตรงพบว่าสามารถลดกระบวนการ lipid peroxidation ในเซลล์มะเร็งได้อย่างอย่างมีสัมพันธ์กันกับระดับ Glutathione และ Glutathione-dependent enzymes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เพิ่มขึ้น ทั้งยังพบว่าการให้สารสกัดกระเทียมร่วมกับมะเขือเทศบดละเอียด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้นได้

Oommen et al. (2004) ทำการทดสอบสาร allicin กับเซลล์มะเร็งจากหนูและมนุษย์พบว่า allicin สามารถกระตุ้นให้เซลล์มะเร็งเกิดการตายแบบ Apoptosis ได้ โดยมักพบว่ามีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของเอนไซม์ caspase

2.1.3 ข่า (Galanga)

ข่ามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Alpinia galangal (L.) Swartz หรือ Languas galangal (L.) Stuntz. อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ตระกูลเดียวกับขิง เป็นพืชล้มลุกของเอเชียเขตร้อน มีลำต้นใต้ดินหรือรากลักษณะเป็นเหง้ามีข้อและปล้องชัดเจน สีน้ำตาลอมแดง กลิ่นหอมฉุน รสขมอมหวาน และเผ็ดร้อน เหง้าอ่อน 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 20 กิโลแคลอรี่ มีเส้นใย 1.1 กรัม แคลเซี่ยม 5 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 27 มิลลิกรัม เหล็ก 0.1 มิลลิกรัม เบต้า- แคโรทีน 18 ไมโครกรัม วิตามินบีหนึ่ง 0.13 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.15 มิลลิกรัม ไนอาซิน 0.4 มิลลิกรัม วิตามินซี 23 มิลลิกรัม และไฟเบอร์ สาระสำคัญที่พบในข่าเกือบทุกชนิดคือ eugenol, cinnamic acid และ flavonoids บางชนิด (นิจศิริ, 2534)

ต่อมาในปี 1995 Mori et al. ซึ่งอ้างถึงโดย Gautschi et al. (1999) วิเคราะห์สารระเหยในข่าพบสาร monoterpene เพิ่มเติม โดยมี 1,8-cineole เป็นสารหลักในพวก monoterpene ที่มีออกซิเจนในโมเลกุล รองลงมาคือ 2-acetoxy-1,8-cineole อย่างไรก็ตามบางการทดลองพบ methyl cinnamate เป็นสารระเหยมากที่สุด (48%) ในน้ำมันหอมระเหยจากข่า (Burdock et al., 1995)

Yang and Eilerman (1999) พบว่า galangal acetate ทั้งในข่าแห้งจากประเทศอินโดนีเซีย (2.4%) ข่าแช่แข็งจากประเทศไทย (0.6%) และในโอลิโอเรซิล (oleoresin) ของข่า (3.7-4.7%) แต่ galangal acetate ไม่เสถียรในน้ำ เพราะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสที่ถูกกระตุ้นด้วยกรด และเกิด isomerization ที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยามากขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิได้เป็น 3-acetoxycinnamic alcohol, 1'-hydroxychaviol acetate และ p -coumaryl acetate ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาทั้งสองจะลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอลในสารละลายเพิ่มมากขึ้น

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

Oonmetta-aree et al. (2005) รายงานว่า สาร 1'-acetoxychavicol acetate ที่พบในข่ามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus

Murakami et al. (1994, 1995และ2000)ได้ทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดข่าด้วยแอลกอฮอล์ในเบื้องต้นเพื่อหาความสามารถในการต้านมะเร็ง โดยใช้เทคนิคทดสอบ Epstein-Barr virus (EBV) activation ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการก่อมะเร็งในขั้น Promotion ได้เป็นอย่างดี พบว่าหมู่ acetoxyl บนโครงสร้างของสารชนิดนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สารชนิดนี้มีคุณสมบัติในการต้านมะเร็ง และ Ito et al. (2004) พบว่าสารดังกล่าว ยังสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการตายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Apoptosis ได้ เมื่อทดสอบกับเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว myeloid leukemia ทั้งยังส่งผลให้อัตราการตายในหนูทดลองที่เป็น Leukemia และมีอาการภูมิคุ้มกันบกพร่องขั้นรุนแรงอีกด้วย

มีสารหลายชนิดในข่าที่ต้านการอักเสบได้ (Anti-Inflammatory) โดยส่งผลยับยั้งการสร้าง Nitric oxide และ cytokines ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบเช่น Interleukin และ Tumor necrosis factor-α(TNF-α) (Yadav et al., 2003)

2.1.4 ตะไคร้ (lemon grass)

ตะไคร้ หรือ West Indian lemon grass มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Cymbopogon citratus (DC.) Staf หรือชื่อพ้องว่า Andropogen citratus (DC.) จัดอยู่ในกลุ่มของพืชตระกูลหญ้า (Poaceae) วงศ์ Gramineae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวล้มลุกของเมืองร้อน ขึ้นเป็นกอ นิยมนำมาปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว โดยใช้ประโยชน์จากลำต้นใต้ดินที่เรียกว่าเหง้าและก้านใบที่เป็นกาบ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้น (ประมาณ 10-15 เซนติเมตร) เพราะมีสารให้กลิ่นหลายชนิด (นิจศิริ, 2534)

ในอุตสาหกรรมมีการนำตะไคร้ไปกลั่นด้วยไอน้ำเป็นน้ำมันตะไคร้ (Lemon grass oil) เพื่อใช้แต่งอาหาร เช่น อาหารกระป๋อง เครื่องดื่มที่มีและไม่มีแอลกอฮอล์ ขนมหวาน และเครื่องแกง (นิจศิริ, 2534) ตะไคร้มีน้ำมันหอมระเหย ระหว่าง 0.2-0.4% ประกอบด้วยซิตรัล (citral 80%) เมอร์ซีน (myrcene) เมนทอล(menthol) การบูร (camphor) เทนพีนิล เจรานิออล เนรัล ฟาร์นีซาล และซิโตรเนลลอล เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยคือ อายุของตะไคร้ ตำแหน่งของต้นที่ใช้สกัด โดยส่วนของใบจะมีน้ำมันมากที่สุดและใบอ่อนก็มีน้ำมันมากกว่าใบแก่ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับสภาพดินฟ้าอากาศ คือจะมีน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดในฤดูแล้ง

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

ตะไคร้ใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ช่วยขับเหงื่อ ลดความร้อนในร่างกาย (นิจศิริ , 2534)

จากการศึกษาของ อุษณีย์และคณะ (2539) พบว่าสารสกัดตะไคร้มีฤทธิ์ยับยั้งการกลายเป็นพิษของ Aflatoxin B1 โดยผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการลดลงของการทำงานของเอนไซม์ใน Phase I (ขั้นตอนที่เปลี่ยนให้ Aflatoxin กลายเป็นพิษต่อร่างกาย) และสารสกัดจากตระไคร้ยังส่งผลให้ปริมาณ Cytochrome P450 ใน Microsome ของตับมนุษย์ลดลง เมื่อทดสอบในหลอดทดลอง ทั้งยังลดความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ aminopyrine demethylase

จากการศึกษาของ สมสกุล ธรรมวิจิตและคณะ (2542) พบว่าสาระสำคัญในตะไคร้คือ citral, geraniol และ ß -myrcene มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ใน phase I และ phase II ในตับลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ โดยพบว่าเมื่อให้สารสำคัญ citral กับหนูขาว การทำงานของเอนไซม์ benzo(a)pyrene hydroxylase ใน phase I เพิ่มขึ้น และการให้สาร citral, geraniol และ ß -myrcene แก่หนูทดลองทำให้เอนไซม์ Glutathione-S-transferase, UDP-glucuronyl transferase และ quinine reductase ใน phase II เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นการทดสอบสารสกัดตะไคร้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลกอฮอล์ 80% ในหนูทดลองเหนี่ยวนำให้เกิดแอบเบอแรนท์ คริบโฟไซ (Aberrant crypt foci) ซึ่งเป็นภาวะจำลองการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ พบว่าสารสกัดตะไคร้ช่วยลดการเกิดแอบเบอแรนท์ คริบโฟไซ ได้ทั้งในขั้น Initiation stage และ Promotion stage โดยลดการเกิด DNA adduct ใน mucosa ของลำไส้ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ß-glucoronidase ในการก่อให้เกิดสารพิษเนื่องจากการสลาย glucoronide conjugate ทั้งยังพบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (Suaeyun et al., 1997)

2.1.5 มะกรูด (Kaffir Lime)

มะกรูด หรือ Citrus hystrix (DC.) อยู่ในวงศ์ Rutaceae คือตระกูลเดียวกับส้ม (citrus family) มีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น kaffir lime, porcupine orange, leech lime หรือ mauritrus papeda เป็นต้น จัดเป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียเถบอบอุ่นและร้อน ใช้ผล ผิวของผล และใบที่มีลักษณะเป็นใบคู่มีต่อมน้ำมัน มาปรุงอาหารและดับกลิ่นคาว

มะกรูดอุดมไปด้วยสารประกอบโฟลีฟีนอลหลากหลายชนิด รวมทั้งสารกลุ่ม Flavonoids ในใบมะกรูดมีสาร Flavanone glycoside คือ Hesperidin, สาร Flavone glycoside คือ Diosmin และสาร Flavonol glycoside คือ Rutin เป็นสารสำคัญหลัก

Pudil et al. (1998) ทดลองวิเคราะห์สารระเหยในน้ำมันใบมะกรูดจากอินโดนีเซียที่กลั่นด้วยไอน้ำ แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาวะเร่งในการเก็บรักษา พบว่าน้ำมันหอมระเหยเกิด autoxidation ทำให้ปริมาณ citronellal ลดลงอย่างรวดเร็ว แต่มี linalool oxide เกิดขึ้น และยังเกิด p-mentha-1, 4(8)-dicne กับ p-mentha-8-en-3-ol เป็นสารมัธยันต์ (intermediate) อย่างรวดเร็ว แต่ก็สลายไปขณะเกิดออกซิเดชัน

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

Peterson and Dwyer (1998) รายงานว่า สาร Rutin ที่พบในมะกรูดแสดงคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบการเกิด lipid peroxidation และHesperidin แสดงคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ การปวดเมื่อย หรืออาการแพ้หรือคัน โดยคุณสมบัติดังกล่าวคาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลต่ออาการเหล่านี้เช่น Cyclo-oxygenase (COX) และ การหลั่งสาร histamine เป็นต้น

Ohtsuki et al. (2002) รายงานว่า สาร Hesperidin ที่พบในมะกรูดแสดงคุณสมบัติในการต้านความดันโลหิตเมื่อทดสอบกับหนูทดลองที่มีความดันโลหิตสูงเป็นเวลา 15 สัปดาห์

2.1.6 หอมแดง (Shallot)

หอมแดงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Allium ascalonicum Linn จากรายงานของ Charng-Cherng Chyau and Jeng-Leun Mau. (2001) ส่วนประกอบส่วนใหญ่ที่พบในหอมจะเป็นสารประกอบที่มีซัลเฟอร์จับอยู่ (sulpher-containing compounds) เช่นเดียวกับที่พบในกระเทียม แต่สารที่ให้กลิ่นในหอมแดงจะแตกต่างกับกระเทียม โดยในหอมแดงจะประกอบด้วยหมู่ propenyl ในขณะที่กระเทียมจะประกอบด้วยหมู่ allyl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants)

อนุมูลอิสระ(Free Radicle) คือกลุ่มของสารที่มีอิเล็กตรอนวงนอกที่ยังไม่ได้จับคู่ หนึ่งอิเล็กตรอนหรือมากกว่า ดังนั้นจึงมีความว่องไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในเซลล์ร่างกาย อนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายในเซลล์ระหว่างการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังน้ำ ที่สำคัญได้แก่ อนุพันธ์ของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (reactive oxygen species, ROS) ซึ่งสารกลุ่มนี้ได้แก่ อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (hydroxyl radical, $OH^{\cdot}$) ซุปเปอร์ออกไซม์แอนไอออน (superoxide anion, $O_2^{\cdot}$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogenperoxide, H_2O_2) ไฮโปคลอรัส (hypochlorus, HOCl) นอกจากนั้นยังมีกลุ่มของอนุพันธ์ไนโตรเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (reactive nitrogen species, RNS) ที่สำคัญได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (nitric oxide, $NO^{\cdot}$) และเปอร์ออกซีไนไตรท์ (peroxynitrite, $ONOO^{\cdot}$) เป็นต้น ทั้งกลุ่มของ ROS และ RNS จัดเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระที่สำคัญของร่างกาย อนุมูลอิสระเกิดได้ทั้งจากภายในร่างกายและภายนอกร่างกาย เช่น เกิดที่ไมโตคอนเดรีย โครโมโซม เพอร์รอกโซม โดยเกิดจากระบบการขนส่งอิเล็กตรอน การเกิดเมตาบอลิซึม ฟาโกไซโตซิส หรือเกิดจากสารเคมี รังสี ยาบางชนิด และความร้อน (Punchard and Kelly, 1996) ที่มาทั้งแหล่งภายนอกร่างกาย ได้แก่ มลพิษในอากาศ โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น ควันบุหรี่ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว หรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน รังสีแกมม่า ยาบางชนิด เช่น Doxorubicin, Penicillamine, paracetamol และ CCl_4 เป็นต้น

ในสภาวะ oxidative stress คือสภาวะที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมและป้องกันปริมาณของอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับปกติที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายได้ โดยอนุมูลอิสระที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆในร่างกาย เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกรดนิวคลีอิก การสร้างพันธะโควาเลนต์กับโปรตีน เป็นผลทำให้เกิดการยับยั้งการทำงาน (inactivation) ของโปรตีน เป็นต้น และพบว่าอนุมูลอิสระก่อให้เกิดสภาวะทางพยาธิในโรคสำคัญบางโรค ได้แก่ มะเร็ง โรคหัวใจ ไขมันอุดตันในเส้นเลือด ไขข้ออักเสบ และต้อกระจกเป็นต้น

ร่างกายก็มีกลไกที่จะกำจัด อนุมูลอิสระ เหล่านี้โดย 2 วิธี คือ ใช้เอนไซม์ต่างๆในร่างกาย เช่น Superoxide dismultase (SOD) และการใช้สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสามารถยับยั้งและควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่พบในธรรมชาติมี 4 ประเภท (Frankel and Meyer, 2000) ได้แก่

1. สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มของเอนไซม์ที่สร้างได้ในเซลล์ร่างกาย ได้แก่ คาตาเลส (catalase) ซุปเปอร์ออกไซม์ดิวมิวเทส (superoxide dismutase) และกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มวิตามิน ได้แก่ วิตามินอี ในถั่ว ธัญพืช รำ ข้าวกล้อง งา และวิตามินซีในผลไม้ และผักสด เป็นต้น

3. สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มของแร่ธาตุ เช่น ซิลิเนียม และสังกะสี ทำหน้าที่เป็นโคแฟคเตอร์ (co-factors) ของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน

4. สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มของสารพฤษเคมี (phytochemicals) เป็นสารเคมีจากพืชที่ไม่ใช่วิตามินและสารอาหาร เช่น แคโรทีน แซนโธฟิล แทนนิน และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น

2.3 สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารในกลุ่ม secondary metabolite ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด โดยทั่วไปมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) มากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมู่เกาะกับวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) สารประกอบฟีนอลิกที่มีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่า 1 หมู่นิยมเรียกว่า สารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenol) โดยส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่ละลายน้ำ มักรวมอยู่กับน้ำตาลในรูปไกลโคไซม์ โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ก็ได้ แต่น้ำตาลที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ กลูโคส (glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นที่พบได้แก่ กาแลกโตส (galactose) แรมโนส (ramnose) ไซโลส (xylose) อะราบิโนส (arabinose) และอนุพันธ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก (glucoronic acid) กรดกาแลกตูโรนิก (galacturonic acid) และอื่นๆ นอกจากนี้ยังอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น คาร์บอกซิลิก (carboxylic acids) กรดอินทรีย์ (organic acids) อะมีน (amines) และไขมัน (Bravo, 1998) การสร้างสารประกอบฟีนอลิกของพืชจะมีทั้งปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการเพาะปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป หรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษาก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งสิ้น

สารประกอบโพลีฟีนอลแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และนอนฟลาโวนอยด์ (non-flavonoids) (Burns et al., 2000)

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

2. นอนฟลาโวนอยด์ ที่สำคัญได้แก่ กรดฟีนอลิก (phenolic acid) ตัวอย่างกรดฟีนอลิกที่พบมากในผลไม้ทั่วไปคือ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดโปรโตเคทิชิวอิก (protocatechuic acid) กรดวานิลิก (vanillic acid) กรดพาราคูมาริก (p-coumaric acid) กรดเฟอรูลิก(ferulic acid) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภาภรณ์ (2547) ศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์น้ำส้มเขียวหวานที่ 70 และ 95°C ที่ระยะเวลาควบคุมอุณหภูมิคงที่ 30 วินาที พบว่า การพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 95°C ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามิน ซี และสารประกอบฟีนอลิกลดลง มากกว่าที่ 70°C คือ ลดลงร้อยละ 3.71, 6.06 และ 10.74 ตามลำดับ

นิรนุช (2547) ศึกษาผลของวิธีการผลิตที่มีต่อคุณภาพของพริกแกง ในระหว่างการเก็บการผลิตจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด และการเกิดออกซิเดชันของกรดแอสคอร์บิก ในการทดลองใช้วิธีดั้งเดิมการระเหยในสุญญากาศและระเหยในถาด พบว่าวิธีดั้งเดิมจะทำให้ pH ต่ำกว่าสองวิธีแรก และปริมาณกรดที่วัดได้จะมากกว่า การเติมเกลือ 5% จะทำให้ pH ลดลง และทำให้ pH ไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงการเก็บรักษา แต่ไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่วัดได้ การเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนปริมาณเชื้อที่ใช้ออกซิเจน เชื้อราและยีสต์จะลดลงทีละน้อยระหว่างการเก็บรักษา (http://www.vlit.net/php/vlit3/supersearch.php?g1&s=&i=&pp=40&c1=1513&c2=1&ch=3&p=7203.155.220.217/office/cpd/me7.html)

Ahmed et al. (2002) ศึกษาจลนพลศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสีในซุปพริกเขียวเมื่อได้รับความร้อน (50-90°C) พบว่าค่าพลังงานกระตุ้นที่ทำให้เกิดการลดลงของสีเขียวและสีทั้งหมดอยู่ที่ 23.04 และ25.02 kJ/mol ตามลำดับ จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าสีทั้งหมดนั้นจะเป็นตัวที่บ่งบอกถึงคุณภาพของซุปพริกที่ได้รับความร้อน อีกทั้งความร้อนยังมีผลทำให้สารแคปไซซิน ลดลงจาก 559 เป็น 441 microgram g-1

Zanoni et al. (2003) ศึกษาถึงตัวอย่างผลกระทบในสภาวะของเวลาและอุณหภูมิต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการสเตอริไลซ์ซุบมะเขือเทศ โดยทำการทดลองที่ 3 อุณหภูมิ คือที่ 90, 95, และ 100 °C เพื่อที่จะหาค่า kinetic คงที่ของคุณภาพของความร้อนและอันตรายจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เมื่อปริมาณสาร furosine เพิ่มขึ้น กรดแอสคอร์บิก(ascorbic) และ ความสามารถในกาต้านอนุมูลอิสระลดลงและเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี (ΔE) แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ lycopene

Lee et al. (2004) ศึกษาผลของรังสี อินฟาเรด และ กระบวนการให้ความร้อน ที่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ในน้ำที่สกัดจากเปลือกถั่วลิสง โดยให้ใช้ความร้อนที่ 150 °C เป็นเวลา 5 10 15 20 40 และ 60 นาที พบว่าค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้เวลาในการให้ความร้อนเพิ่มมากขึ้น และที่ อุณหภูมิ 150 °C 60 นาที จะมีค่า total phenolic , radical scavenging activity และ reducing power เพิ่มขึ้นด้วย

Kim et al. (2005) ศึกษาการให้ความร้อนกับสารสกัดจากเมล็ดองุ่นทั้งหมด และสารสกัดจากเมล็ดองุ่นผง ที่อุณหภูมิ 50, 100, 150, 200 °C เป็นเวลา 0 ถึง 120 นาที พบว่า สารสกัดจากเมล็ดองุ่นทั้งหมดจะมีค่า สารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดและค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 40 นาที ขณะที่สารสกัดจากเมล็ดองุ่นผงจะมีค่าดังกล่าวมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 10 นาที จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC – MS พบว่าในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นทั้งหมด ที่อุณหภูมิ 150 °C 40 นาที มีสารประกอบฟีโนลิกที่มีมวลโมเลกุลต่ำ เช่น azelaic acid, 3,4-dihydroxy benzoic acid และ o-cinnamic acid จะเปลี่ยนรูปไปเป็นสารใหม่ ซึ่งแตกต่างจากสารประกอบฟีโนลิกที่พบในสารสกัดจากเมล็ดองุ่นที่ไม่ได้กับให้ความร้อน

Choi et al. (2006) ศึกษาการให้ความร้อนกับสารสกัดจากเห็ดที่อุณหภูมิ 100 และ 121 °C เป็นเวลา 15 และ 30 นาที แล้วตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารโพลีฟีโนลิก ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH (2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระABTS (2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) พบว่าที่อุณหภูมิ 121 °C ปริมาณสารโพลีฟีโนลิก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระABTS มีค่ามากขึ้นเมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 100 °C

Nicoli et al. (1997) ได้ให้ความร้อนซุปมะเขือเทศเข้มข้น 6 °Brix ที่ 95 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในธรรมชาติจะลดลงเนื่องจากความร้อน แต่ได้เปลี่ยนรูปแบบของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดใหม่เมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น

Tomaino et al. (2005) ศึกษาผลของความร้อนต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจาก โหระพา อบเชย กานพลู นัทเม็ก ออริกาโน และไทม์ วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าที่อุณหภูมิ25 80 100 120 และ180 °C เวลา 3 ชั่วโมงจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน แต่น้ำมันหอมระเหยจากนัทเม็กที่อุณหภูมิ 180°C จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้มากขึ้น เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบหลักเป็นสารที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้

Juntachote et al. (2005) วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อประเมินอิทธิพลของความเข้มข้น, การให้ความร้อนและค่า Ph ต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ของสารที่สกัดโดยเอทานอลจาก ใบโหระพา และข่า สารสกัดจากเอทานอลของโหระพาและข่าจะทนความร้อนได้ดีที่ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สารสกัดจาก ใบโหระพา ที่มีสภาพเป็นกลาง และเป็นกรด จะมีความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระสูง ในขณะที่ สารสกัดที่ได้จากข่าที่เป็นกลางจะมีค่าการคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่เป็นกรด การต้านอนุมูลอิสระของทั้ง 2 สารสกัดที่มี pH เป็นกลางจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่า สารสกัดที่มีช่วง pH เป็นกรด สารสกัดจาก ใบโหระพา และข่าซึ่งมีลักษณะเป็น Super oxide ที่เป็นประจุลบ จะทำการรวมตัวกับไอออนบวกของโลหะ ($Fe^{3+} + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}$) ทำให้ประจุของโลหะลดลง ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของทั้ง 2 สารสกัด จะมีความสัมพันธ์กับการลดลงของประจุโลหะ มากไปกว่านั้นสารสกัดจากใบโหระพา และข่า ที่สกัดจากเอทานอลจะทำตัวเป็น สารต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

ตัวอย่างน้ำพริกแกง

ในการทดลองใช้น้ำพริกแกงแดง(บรรจุใส่ถุงเพาช์น้ำหนักถุงละ 1 กิโลกรัมจำนวน 10 ถุง แช่น้ำแข็งในถังโฟม) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก น้ำพริกแม่ศรี 245 ม. 1 ถ. เพชรเกษม ต.ธรรมศาลา อ.เมือง จ.นครปฐมซึ่งมีการขนส่งจากแหล่งผลิตมายังภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังโดยรถยนต์ แล้วนำมาเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ – 80 ºC จนกว่าจะทดลอง

ส่วนประกอบของพริกแกงแดง(จากข้างซองบรรจุภัณฑ์)

พริกชี้ฟ้า	35 %
กระเทียม	23 %
หอมแดง	20 %
เกลือ	7 %
ตะไคร้	6 %
เครื่องเทศอื่นๆ	5 %
น้ำตาล	3 %
ข่า	1 %

วิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่าง

นำน้ำพริกแกงแดงสดแช่แข็งออกมาตั้งทิ้งไว้ให้ละลายจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ผสมน้ำพริกแกงให้เข้ากันแล้วบรรจุถุงเพาช์(PETsio×12/DL/Ny15/DL/cpp 70 μ ขนาด 150×190 mm = 200P) ปริมาณในการบรรจุ 15 กรัมต่อถุง (ค่าความละเอียด = 0.0001 กรัม) จำนวน 120 ถุง แล้วทำการปิดผนึกถุงด้วยเครื่องปิดผนึกสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

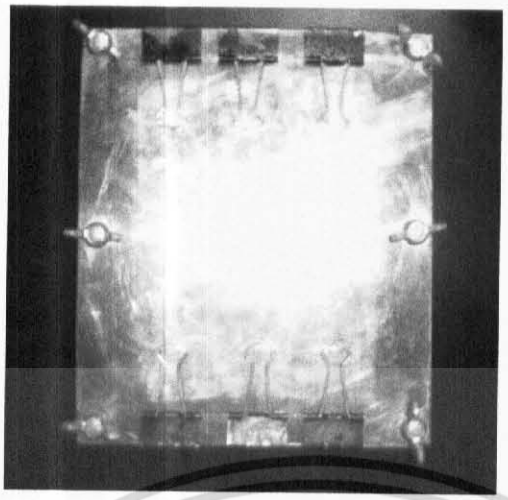
รูปที่ 3.1 น้ำพริกแกง 15 กรัม บรรจุในภาชนะบรรจุอ่อนตัว

การให้ความร้อน

นำน้ำพริกแกงแดงที่บรรจุในถุงเพาช์ประกบแผ่นสแตนเลส (ขนาด 16cm × 16 cm เจาะ 6 รูรอบแผ่นสแตนเลสขันด้วยน็อตให้หนีบด้วยตัวหนีบ ด้านบนและด้านล่าง)ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 75, 90 , 105 และ 120 ℃ ที่เวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ60นาที ตามลำดับ

รูปที่ 3.2 แผ่นอลูมิเนียมเจาะรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 น้ำพริกแกงแดงที่บรรจุในภาชนะอ่อนตัวประกบแผ่นอลูมิเนียมแนบสนิททั้ง 2 ด้าน

ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ(Memmert 854, Germany) โดยที่อุณหภูมิ 60, 75 และ 90 °Cใช้น้ำเป็นตัวกลาง และที่อุณหภูมิ 105 และ 120 °C ใช้น้ำมันเป็นตัวกลาง ในการให้ความร้อน ที่ควบคุมอุณหภูมิโดย เทอร์โมสแตต ตามเวลาที่กำหนดไว้

รูปที่ 3.4 การให้ความร้อนน้ำพริกแกงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

เมื่อให้ความร้อนได้ตามอุณหภูมิและช่วงเวลาที่กำหนดไว้แล้ว ลดอุณหภูมิของตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนทันที โดยแช่ลงในถังพลาสติกขนาดใหญ่บรรจุน้ำแข็ง จากนั้น เก็บตัวอย่างไว้ในตู้แช่แข็ง จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์เพื่อตรวจวัดคุณภาพโดยทดลองสภาวะละ 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดสารจากน้ำพริกแกง

วิธีการสกัดสารตัวอย่างใช้วิธีที่รายงานโดย Choi et al. (2005) โดยชั่งตัวอย่างพริกแกงที่ให้ความร้อนแล้ว ตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่หลอดโฮโมจิไนซ์ แล้วเติม เอธานอล 80% ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม(Vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 10 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก(centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วเทเอาเฉพาะส่วนใสใส่หลอดสีชา แล้วนำไปแช่เย็งที่อุณหภูมิ -4 °C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์แคปไซซิน (Capsaicin)

การวิเคราะห์แคปไซซินได้ใช้วิธีที่รายงานโดย Deepa et al. (2007) เริ่มจากนำสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ผสมกับ สารละลาย NaOH 0.4% ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและ สาระละลายกรดฟอสโฟโมลิบดิก 3% ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม(Vortex mixer)ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตรด้วยเครื่อง spectrophotometer จากนั้นเขียนกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณแคปไซซินในหน่วยไมโครกรัม

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารแคปไซซินใช้ตัวอย่างสารสกัดจากน้ำพริกแกงแดง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำตามขั้นตอนเหมือนการเตรียมกราฟมาตรฐานของแคปไซซิน แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตราฐานของแคปไซซิน

การวิเคราะห์สารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic compounds)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลได้ใช้วิธีที่รายงานโดย Choi et al. (2006) โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้นเริ่มต้น 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมาตรฐานดังกล่าวใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0 , 0.05 , 0.15 , 0.20 , 0.30 และ 0.35 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (Vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 10 % ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอีกครั้ง ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 10 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตรด้วยเครื่อง spectrophotometer จากนั้นเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกในหน่วยไมโครกรัม

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่างสารสกัดทำการทดลองเหมือนการเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตราฐานของกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH ได้ใช้วิธีที่รายงานโดย Murakami et al. (2004) ซึ่งมีหลักการคือ สารละลายของอนุมูลอิสระ DPPH จะมีสีม่วงแดง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร ในกรณีตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้ดี จะทำให้สีม่วงแดงของสารละลาย DPPH จางลงได้มากกว่าตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้น้อย การทดลองเริ่มจากปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ (ชั่ง DPPH 0.0158 กรัม ละลายในเอธานอล 95 % ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร) 0.12 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง แล้วปิเปตตัวอย่างสารสกัด และเอธานอลความเข้มข้น 40 % แล้วปรับให้ปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 1.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม(Vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตรด้วยเครื่อง โดยใช้เอธานอลความเข้มข้น 40 % เป็น Blank แล้วไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ = { 1-(ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง / ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม) } ×100

การวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (Ferric reducing antioxidant power, FRAP)

การวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริก ได้ใช้วิธีที่รายงานโดย Benzie and Strain (1999) มีหลักการคือ ตรวจวิเคราะห์ความสามารถของตัวอย่างสารสกัดในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (Fe^{3+}) ให้เป็นเฟอรัส (Fe^{2+}) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารละลาย TPTZ (Iron Reagent) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงิน และสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ 593 นาโนเมตร

การเตรียมกราฟมาตรฐานวิตามินซี ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินซีซึ่งได้จากนำอะซิเตต บัฟเฟอร์ (Acetate buffer) ที่มี pH 3.6 ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์(ชั่ง sodium acetate trihydrate 3.1 กรัม ผสมกับ glacial acetic acid 16 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร) สารละลายTPTZ (Iron Reagent) (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ใน HCl ความเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ (ชั่งTPTZ 0.156 กรัม ละลายใน HCl ความเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร) และสารละลาย $FeCl_3.6H_2O$ ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ (ชั่ง $FeCl_3.6H_2O$ 0.27 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร) ผสมทั้งหมดในอัตราส่วน 10 : 1 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับ ซึ่งจะต้องเตรียมใหม่ทุกวัน จากนั้นเทใส่หลอดทดลอง โดยให้แต่ละหลอดมีความเข้มข้น 3, 6, 9, 12, 15, 18 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 0.1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย FRAP reagent ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 8 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตรทำการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับปริมาณวิตามินซีในหน่วยไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72061

การเตรียมกราฟมาตรฐานโทรอกซ์ทำโดย ปิเปตสารละลายมาตรฐานโทรอกซ์ใส่หลอดทดลอง โดยให้แต่ละหลอดมีความเข้มข้น 6, 12, 18, 24, 30 และ 36 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แล้วทำการทดลองเหมือนการเตรียมกราฟมาตรฐานวิตามินซี และการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกในตัวอย่างสารสกัด โดยการปิเปตตัวอย่างสารสกัด ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรแล้วทำการทดลองเหมือนการเตรียมกราฟมาตรฐานวิตามินซี

การคำนวณ

คำนวณความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของตัวอย่างสารสกัด สมมูลกับวิตามินซี หรือโทรอกซ์ โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากการวิเคราะห์มาแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานวิตามินซีและกราฟมาตรฐานโทรอกซ์ ดังรูปภาคผนวก จ7 และ จ8

การวัดค่าสี (Hunter)

นำตัวอย่างน้ำพริกแกงที่ให้ความร้อนแล้ว 15 กรัม คนให้เข้ากัน ตักใส่ภาชนะทรงแบนปาดผิวหน้าให้สม่ำเสมอแล้วนำเครื่องColor meter (วัดด้วยระบบ Hunter L*, a*, b* โดย L*= ค่าความสว่าง, a*= ค่าสีแดง, b*= ค่าสีเหลือง, ΔE = ค่าความแตกต่างรวมของสี) มาวางลงบนตัวอย่างน้ำพริกแกง เป็นเวลา 15วินาที เพื่อให้เครื่องอ่านค่า แล้วคลุกให้เข้ากันอีกครั้ง โดยหนึ่งตัวอย่างทำการวัดค่าสี 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

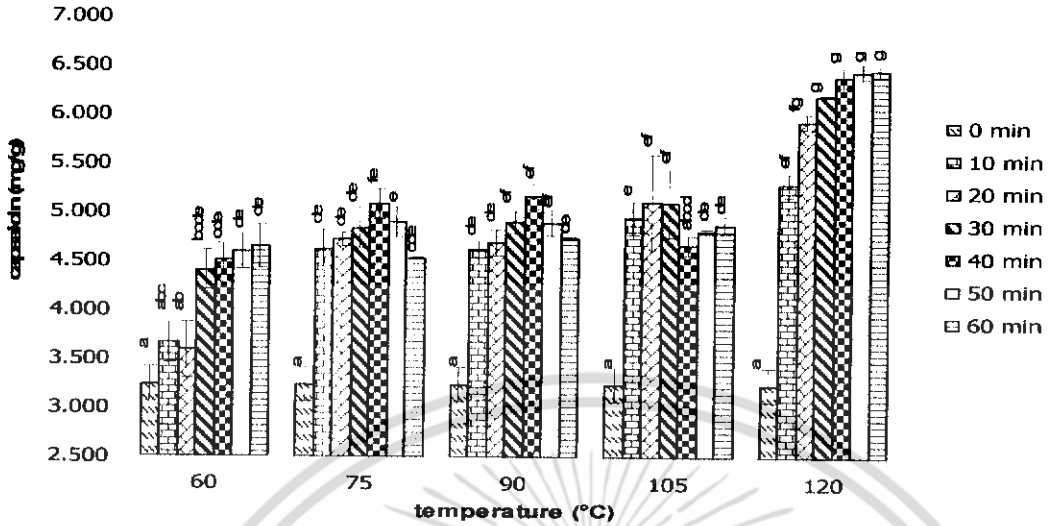
บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองเมื่อให้ความร้อนน้ำพริกแกงแดงที่อุณหภูมิ 60 , 75 , 90 , 105 และ120°C ที่เวลา 10 , 20 , 30 , 40 , 50 และ 60 นาที ตามลำดับ ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ปริมาณสารแคปไซซิน (Capsaicin)

เนื่องจากน้ำพริกแกงแดงมีพริกเป็นองค์ประกอบหลักถึง 35 % และในพริกยังพบว่ามีสารแคปไซซินอยู่มาก ซึ่งสารแคปไซซินจัดเป็นสารประกอบฟีโนลิกชนิดหนึ่งซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและมีสรรพคุณที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Sontaya, 2543) ปริมาณสารแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.1 เมื่อยังไม่ผ่านความร้อนมีปริมาณแคปไซซินเริ่มต้นเท่ากับ 3.24 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) และเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 และ 20 นาที พบว่าปริมาณสารแคปไซซินเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 30 ถึง 60 นาที ปริมาณสารแคปไซซินจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับน้ำพริกแกงแดงที่ไม่ให้ความร้อน เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75, 90 และ 105 °C พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารแคปไซซินมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือให้ความร้อนเป็นเวลา 10 นาที ปริมาณสารแคปไซซินจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 ถึง 60 นาที ปริมาณสารแคปไซซินจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 10 นาที ปริมาณสารแคปไซซินจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเพิ่มเวลาเป็น 20 ถึง 60 นาที ปริมาณสารแคปไซซินจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญมีค่าเท่ากับ 5.94, 6.12, 6.38, 6.45, 6.45 ตามลำดับ (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) ซึ่งมีปริมาณมากกว่าทุกกรณี เนื่องจากความร้อนส่งผลให้ผนังเซลล์ของพืชถูกทำลายส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระออกมาได้(Choi et al., 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

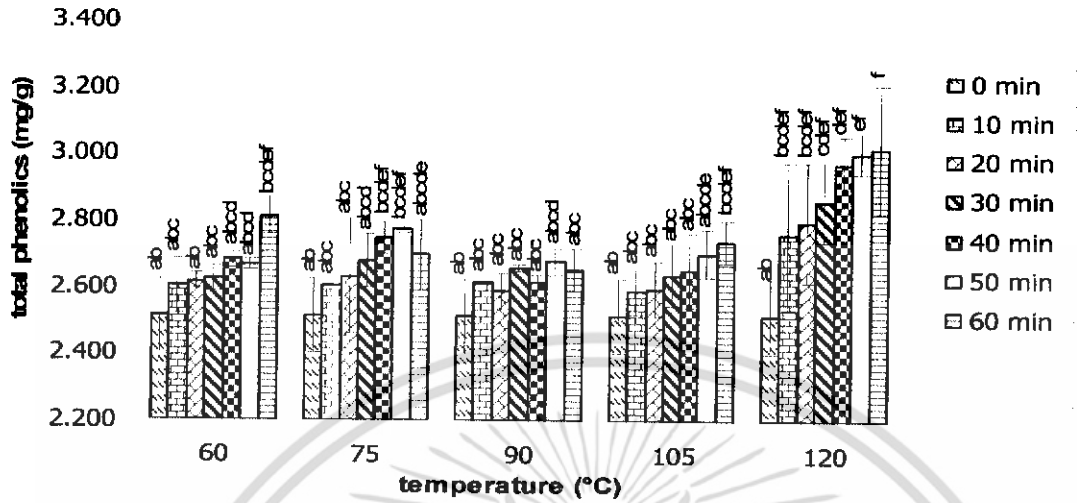


รูปที่4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง

4.2 ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds)

สารประกอบฟีโนลิกเป็นสารที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตและยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ส่วนผสมในน้ำพริกแกงแดงจะประกอบไปด้วยสมุนไพรหลายชนิด ดังนั้นในน้ำพริกแกงแดงจึงมีสารประกอบฟีโนลิกอยู่มาก ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.2 เมื่อยังไม่ผ่านความร้อนมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกเริ่มต้นเท่ากับ 2.41 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) และเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 75, 90 และ 105 °C การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ เมื่อเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 10 และ 20 นาที ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับน้ำพริกแกงที่ไม่ได้ให้ความร้อน และเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 30 ถึง 60 นาที พบว่าปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีมากกว่ากรณีอื่นๆ คือมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดที่เวลา 60 นาทีเท่ากับ 3.01 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) เนื่องจาก สารแคปไซซินเป็นสารประกอบฟีโนลิกชนิดหนึ่ง เมื่อมีปริมาณสารแคปไซซินเพิ่มขึ้นอาจเกิดจากผนังเซลล์ของพืชถูกทำลายด้วยความร้อนส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระออกมาได้(Choi et al., 2006) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจึงมีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

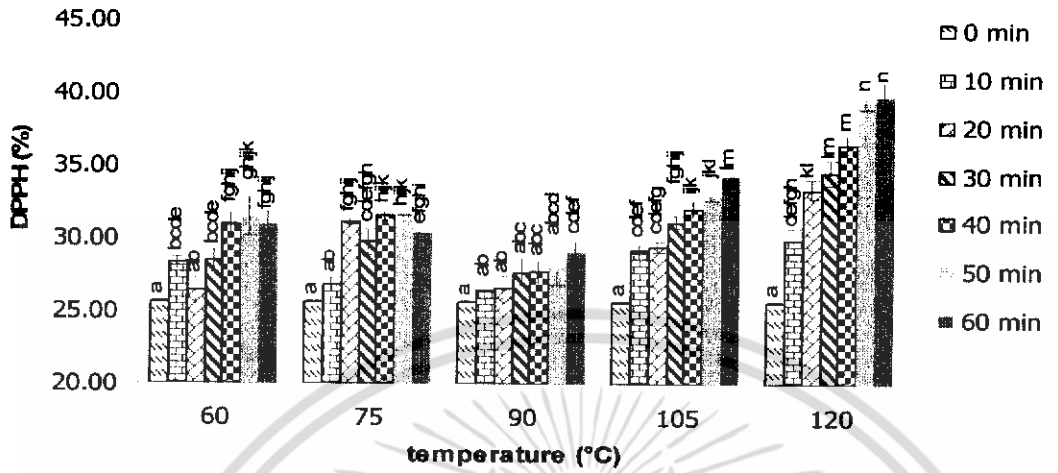


รูปที่4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดในน้ำพริกแกงแดง

4.3 ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

เป็นวิธีวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยการสร้างอนุมูลอิสระสังเคราะห์ขึ้นมาแล้วดูว่าสารสกัดจากน้ำพริกแกงสามารถทำลายอนุมูลอิสระได้มากน้อยเพียงใด ผลของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPHในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.3 ตัวอย่างสารสกัดที่ยังไม่ผ่านความร้อนจะมีค่าความสามารถในการต้านเท่ากับ 25.65% เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 75, 90 และ 105 °C พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ เมื่อเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนจาก 10 ถึง 60 นาที ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 60 นาที เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 30 ถึง 40 นาที พบว่าค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 50 ถึง 60 นาที โดยมีค่าเท่ากับ 39.46% และ 39.75% ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าทุกกรณี อาจเกิดขึ้นจากความร้อนมีผลทำให้เกิดสารใหม่ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tomaino et al. (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



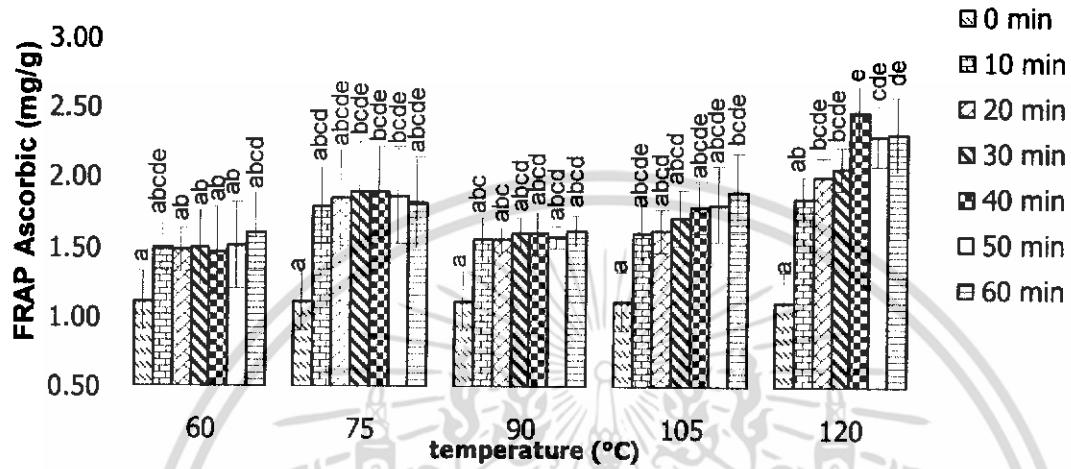
รูปที่4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำพริกแกงแดง

4.4 ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก

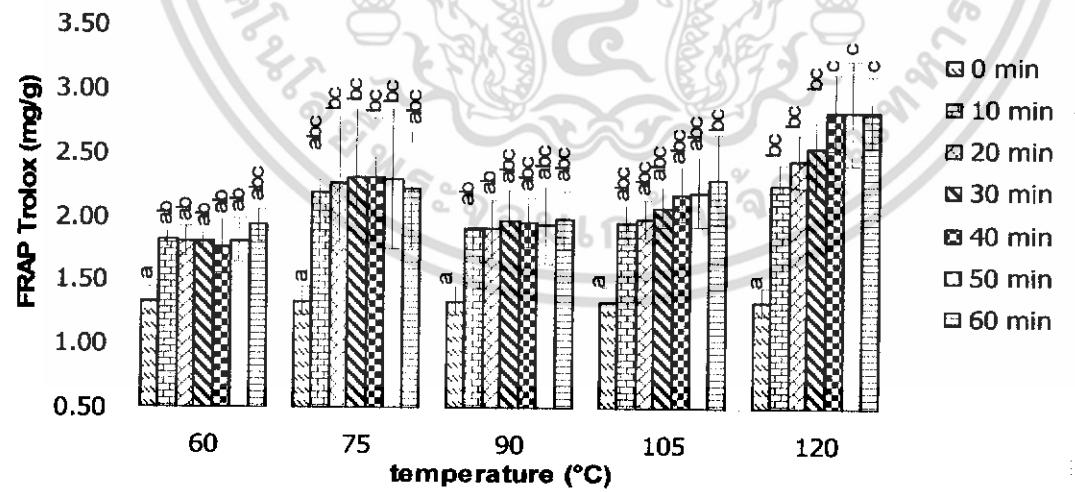
เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการลดประจุจากFe^{3+} เป็น Fe^{2+} หากสามารถลดประจุได้มากก็จะมีความสามารถในการต้านมาก ผลความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.4.1และ 4.4.2 สารสกัดที่ยังไม่ผ่านความร้อนจะมีค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเริ่มต้นเท่ากับ 1.11 (มิลลิกรัมกรดแอสคอบิก/ตัวอย่าง 1 กรัม) และ 1.33 (มิลลิกรัมโทรอกซ์/ตัวอย่าง 1 กรัม) ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานวิตามินซีและกราฟมาตรฐานโทรอกซ์มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 75, 90และ 105 °C เป็นเวลา 10 ถึง 60 นาที พบว่าค่าความสามรถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสารสกัดที่ไม่ผ่านความร้อนแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 10 ถึง 30 นาที ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกจะเพิ่มสูงขึ้นและเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 40 ถึง 60 นาที พบว่าค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเพิ่มสูงขึ้นอีกอย่างมีนัยสำคัญและมากกว่าทุกกรณีคือมีค่าเท่ากับ 2.46 (มิลลิกรัมกรดแอสคอบิก/ตัวอย่าง 1 กรัม) และ 2.82 (มิลลิกรัมโทรอกซ์/ตัวอย่าง 1 กรัม) อาจเนื่องมาจากความร้อนมีผลทำให้เกิดสารใหม่ซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ (Tomaino et al., 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากกราฟมาตรฐาน พบว่าค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานโทรอกซ์ให้ผลที่ชัดเจนกว่าทางสถิติเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานวิตามินซี



รูปที่4.4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานวิตามินซีในน้ำพริกแกงแดง



รูปที่4.4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกในน้ำพริกแกงแดงเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานโทรอกซ์ในน้ำพริกแกงแดง

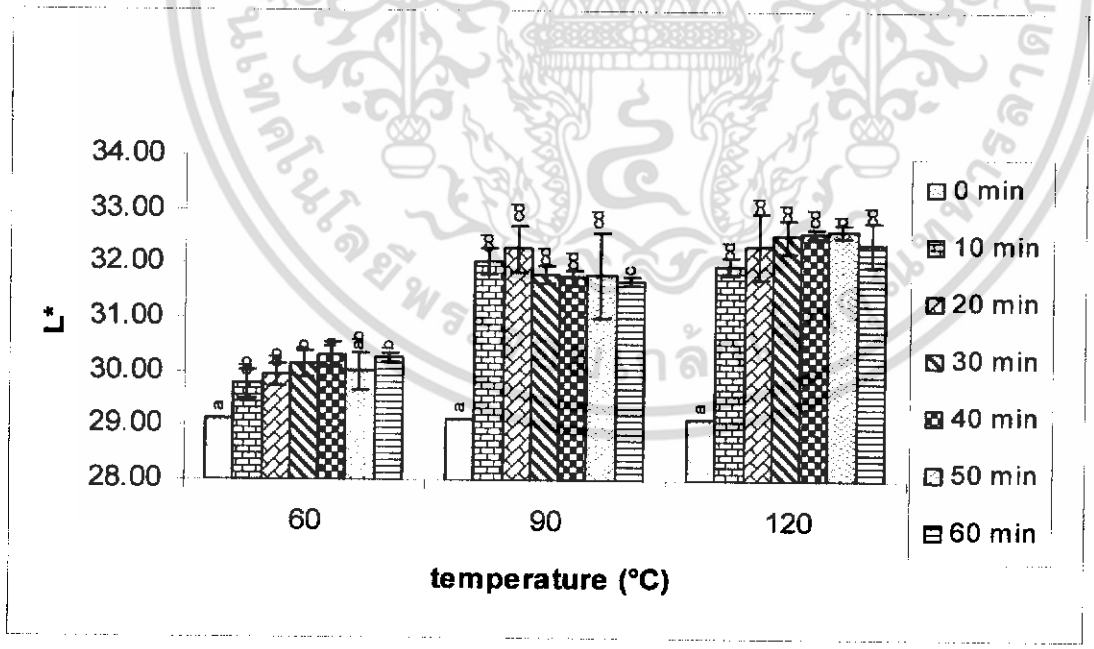
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ค่าสี (Hunter L,a,b)

4.5.1 ค่าความสว่าง (L*)

ค่า L*หรือ ค่าความสว่าง ถ้าค่า L* มีค่ามากแสดงว่ามีความสว่างมากหรือเป็นสีขาว และจะสว่างน้อยหรือเป็นสีดำเมื่อ L* มีค่าน้อย ค่าความสว่างในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.5 ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ไม่ผ่านความร้อนพบว่ามีค่าความสว่างเริ่มต้นเท่ากับ 29.14 เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่ามีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อน แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 ถึง 60 นาที พบว่าค่าความสว่างจะมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าค่าความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้นและมากกว่าที่อุณหภูมิ 60°C ณ เวลาเดียวกัน แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 ถึง 60 นาที พบว่าค่าความสว่างจะมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าค่าความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้น และมากกว่าที่อุณหภูมิ90°C แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 ถึง 60 นาที พบว่าค่าความสว่างจะมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่อุณหภูมิ 120 °C จะมีค่าความสว่างมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกช่วงอุณหภูมิ และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 90°C มีค่าเท่ากับ 32.37

ค่า L*เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 และ 120 °C มีค่ามากกว่าเมื่อยังไม่ผ่านความร้อน

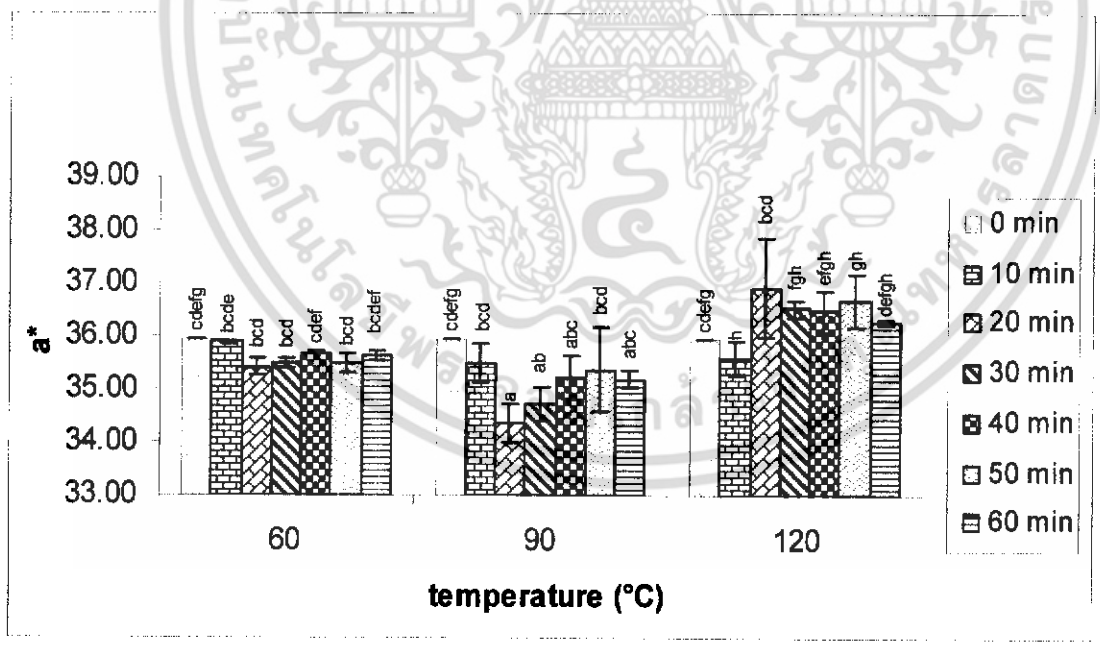


รูปที่4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างในน้ำพริกแกงแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ค่าของสีแดง (a*)

ค่า a* หรือค่าของสีแดงเมื่อค่า a* มีค่ามากแสดงว่ามีความเป็นสีแดงมาก ค่าของสีแดงในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.6 ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ไม่ผ่านความร้อนพบว่ามีค่าของสีแดงเริ่มต้นเท่ากับ 35.94 เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าค่าของสีแดงลดลงเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อน แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที พบว่าค่าของสีแดงจะลดลงอีก จนเวลาเพิ่มเป็น 30 ถึง 60 นาที พบว่าค่าของสีแดงจะมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 10 นาที ค่าของสีแดงจะลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อน แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที พบว่าค่าของสีแดงจะลดลง จนเวลาเพิ่มเป็น 30 ถึง 60 นาที ค่าของสีแดงจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 10 นาที ค่าของสีแดงจะลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อน แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที พบว่าค่าของสีแดงจะเพิ่มขึ้น จากนั้นเมื่อเวลาเพิ่มเป็น 30 นาที พบว่าค่าของสีแดงจะลดลง เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 40 ถึง 60 นาที พบว่าค่าของสีแดงจะมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าของสีแดงลดลงเมื่อเทียบกับเวลา 20 นาที จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 120°C มีค่าของสีแดงมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงอุณหภูมิอื่นๆ เพราะความร้อนมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาด ทำให้สีน้ำพริกแกงแดงเข้มขึ้น (Choi et al., 2006)

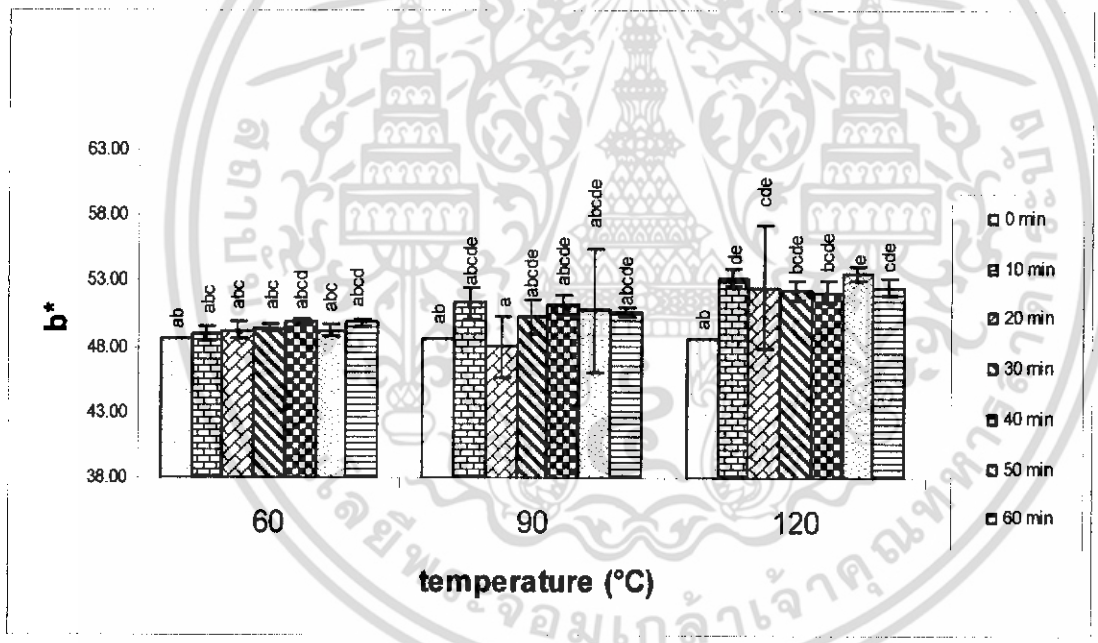


รูปที่4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าของสีแดงในน้ำพริกแกงแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ค่าของสีเหลือง (b*)

ค่า b* หรือค่าของสีเหลืองเมื่อค่า b* มีค่ามากแสดงว่ามีความเป็นสีเหลืองมาก ค่าของสีเหลืองในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.7 ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ไม่ผ่านความร้อนพบว่ามีค่าของสีเหลืองเริ่มต้นเท่ากับ 48.74 เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 10 ถึง 60 นาที พบว่าค่าของสีเหลืองมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าค่าของสีเหลืองเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 51.39 และเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที ค่าของสีเหลืองจะลดลง แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาที พบว่าค่าของสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น และเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 40 ถึง60 นาที จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากเวลา 30 นาที เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 10 ถึง 60 นาที พบว่าค่าของสีเหลืองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อน เนื่องจากในพริกส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสีแดง ซึ่งมีสีเหลืองอยู่น้อยมาก ดังนั้นจึงไม่เห็นความแตกต่างของสีเหลือง

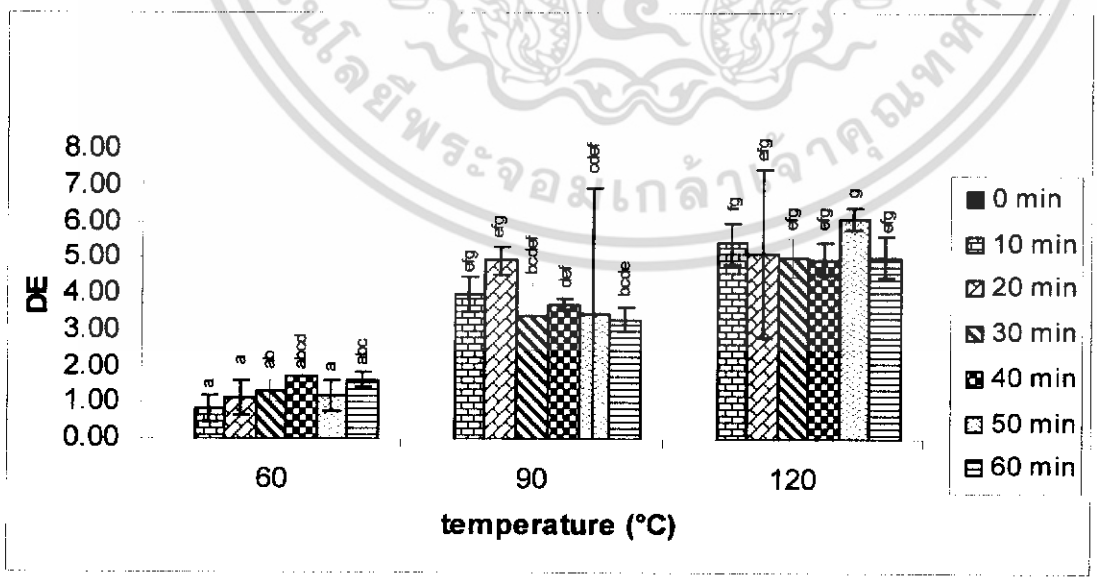


รูปที่4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าของสีเหลืองในน้ำพริกแกงแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 ค่าความแตกต่างรวมของสี (ΔE)

ΔE หรือค่าความแตกต่างรวมของสีเป็นค่าที่รวมเอาความแตกต่างของค่าความสว่าง ความแตกต่างของสีแดง และความแตกต่างของสีเหลือง ผลค่าความแตกต่างรวมของสีในน้ำพริกแกงแดงแสดงดังรูปที่ 4.8 ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ไม่ผ่านความร้อนมีค่าความแตกต่างรวมของสีเริ่มต้นเท่ากับ 0 เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ถึง 30 นาที พบว่าค่าความแตกต่างรวมของสีใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นเพิ่มเวลาเป็น 40 นาที พบว่าค่าความแตกต่างรวมของสีจะเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 50 นาที ค่าความแตกต่างรวมของสีจะลดลง และค่าความแตกต่างรวมของสีจะเพิ่มขึ้นอีกเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 60 นาที แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 10 ถึง 20 นาที พบว่าค่าความแตกต่างรวมของสีมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าเท่ากับ 4.94 และเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 30 ถึง 60 นาที ค่าความแตกต่างรวมของสีจะมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับที่ช่วงเวลา 20 นาที และมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิ 60 °C ทุกช่วงเวลา เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าค่าความแตกต่างรวมของสีเท่ากับ 5.45 แต่เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 20 ถึง 40 นาทีค่าความแตกต่างรวมของสีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับเวลา 10 นาที เมื่อให้ความร้อนเป็นเวลา 50 นาที ค่าความแตกต่างรวมของสีจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 6.07 และจะลดลงเมื่อเพิ่มเวลาเป็น 60 นาที ซึ่งที่อุณหภูมิ 120°C จะมีค่าความแตกต่างรวมของสีมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกช่วงอุณหภูมิ เพราะเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างและค่าของสีแดงจะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะเมื่อให้ความร้อนที่ 120°C เป็นเวลา 60 นาที และค่าความแตกต่างรวมของสีเกิดจากการรวมค่าความแตกต่างของทั้งสามค่าเมื่อเทียบกับน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านความร้อน ทำให้ค่าความแตกต่างรวมของสี(ΔE)เพิ่มขึ้น



รูปที่4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ (°C) กับเวลา (นาที) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความแตกต่างรวมของสีในน้ำพริกแกงแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การให้ความร้อนในน้ำพริกแกงแดงที่อุณหภูมิ 60, 75, 90, 105 และ 120°C โดยใช้เวลาในการให้ความร้อนคือ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ตามลำดับจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารแคปไซซิน (Capsaicin) ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกในสารสกัดจากน้ำพริกแกงแดง โดยน้ำพริกแกงแดงเริ่มต้นที่ยังไม่ผ่านความร้อนมีปริมาณสารแคปไซซินเริ่มต้นเท่ากับ 3.24 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดเท่ากับ 2.41 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH เท่ากับ 25.65 % และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเท่ากับ 1.11 (มิลลิกรัมกรดแอสคอบิก/ตัวอย่าง 1 กรัม) และเท่ากับ 1.33 (มิลลิกรัมโทรอกซ์/ตัวอย่าง 1 กรัม) จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 60 นาที มีปริมาณสารแคปไซซินเท่ากับ 6.45 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดเท่ากับ 3.01 (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 1 กรัม) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH เท่ากับ 39.76% และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเท่ากับ 2.32 (มิลลิกรัมกรดแอสคอบิก/ตัวอย่าง 1 กรัม)และเท่ากับ 2.82 (มิลลิกรัมโทรอกซ์/ตัวอย่าง 1 กรัม) แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 120°C ปริมาณสารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะมีค่ามากที่สุด และที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณสารแคปไซซิน ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดและความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก ยังคงใกล้เคียงกัน แต่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าช่วงแรกจะมีค่าที่เพิ่มขึ้น ต่อมาจะลดลง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นอีกซึ่งแนวโน้มที่ได้ยังมีความไม่ชัดเจน เนื่องจากเวลาในการให้ความร้อนน้อยเกินไป ดังนั้นจึงควรที่จะเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนให้มากขึ้น เช่น ให้ความร้อนเป็นเวลา 6 ถึง 12 ชั่วโมงก็จะสามารถเห็นความชัดเจนของแนวโน้มปริมาณสารมากยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำพริกแกงแดง เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง ที่อุณหภูมิ 90 และ120 °C มีค่าที่ใกล้เคียงกันแต่จะมีค่าความสว่างมากกว่าน้ำพริกแกงแดงที่ยังไม่ผ่านความร้อน ค่าของสีเหลืองมีค่าที่ใกล้เคียงกันในทุกช่วงอุณหภูมิ ค่าของสีแดงจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความร้อนมากขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 120 °C มีค่าของสีแดงมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงอุณหภูมิอื่นๆ จึงทำให้ค่าความแตกต่างรวมของสี (ΔE) เพิ่มขึ้นด้วยแต่การเพิ่มขึ้นนี้มีปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งช่วงอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ใช้ฆ่าเชื้อในระดับอุตสาหกรรม จะเห็นได้ว่าถึงแม้จะให้ความร้อนสูง แต่สีของน้ำพริกแกงแดงไม่เปลี่ยนแปลงอีกทั้งปริมาณสารและความสามารถในการจ้านอนุมูลอิสระยังเพิ่มสูงขึ้น นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่จะสามารถยกระดับมาตรฐานน้ำพริกแกงแดงไทยในระดับอุตสาหกรรมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นิจศิริ เรืองรังษี. 2534. เครื่องเทศ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

นิรนุช หอมรัตน์. "ศึกษาผลของวิธีการผลิตที่มีต่อคุณภาพของพริกแกง" [Online]. Available : http://www-ang.kfunigraz.ac.at./~katzer/engl/generic frame.html, 2005.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. **พืชเครื่องเทศสมุนไพร.** โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2545. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** ที.กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น. กรุเทพฯ.

สมสกุล ธรรมวิจิตร, Keiko Kataoka, อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ และ Yoshinari Ohnishi. 2542. ผลของสารเคมีที่พบในตะไคร้ต่อเอนไซม์ที่ใช้เมตาบอลิสม์สารพิษในตับ ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ของหนูขาว. **เชียงใหม่เวชสาร.** 38(1-2) : 13-20.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2525. **น้ำพริกแกง.** มอก.429-2525.

Bauer, K., D. Garbe & H. Surburg. (1997). Common Fragrance and Flavor Materials.Preparation Properties and Uses. 3rd ed. Wiley-VCH, Weinheim.

Bhuvaneswari V., Chadra Mohan, K.V.P. & Nagini, S., (2004). Combination chemoprevention by tomato and garlic in the hamster buccal pouch carcinogenesis model. **Nutrition Research**, 24(2), 133-146

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

Burdock, G.A., T.E. Furia, N. Bellanca & G. Fenaroli. (1995). **Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients** : Volume I. 3rd ed. CRC Press, Inc., Florida.

Burns, J., Gardner, P.T., Crawford, S., Morecroft, I., McPhail, D.B. 2000. Relationship among antioxidant activity, vaspdilation capacity and phenolic content of red wines. **J. Agric Food Chem,** 48, 220-230.

Chaiyata, P., Puttadechakum, S.j Komindr, S. (2004). Effect of chilli peper (Capsicum frutescens) ingestion on plasma glucose response and methabolic rate in Thai woman. **J. Med Assoc Thai.**, 86(9), 305-310.

Choi, Y., Lee, S.M., Chun, J., Lee H.B. & Lee J. (2006). Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (Lentinus edodes) mushroom. **Food Chemistry**, 99, 381-387.

Davenport D.M. & Wargovich, M.J. (2005). Modulation of Cytochrome P450 enzymes by organosulfur compounds from garlic. **Food and Chemical Toxicology**, 43(12), 1753-1762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Deepa, N., Charanjit Kaur, Binoy George, Balraj Singh & Kapoor H.C. (2007). Antioxidant constituents in some sweet pepper (Capsicum annuum L.) genotypes during maturity. **LWT**, 40, 121-129.

Frankel, E.N., Meyer, A.S. (2000). The problems of using one-dimension methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **J. Sci. Food. Agric,** 80, 1925-1941.

Grosch, W. (1993). Detection of potent odorants in foods by aroma extracts dilution analysis. **Trends in Food Science and Technology**, 4(3), 68-73.

Ito, K., Nakazato, T., Murakami, A., Yamato, K., Miyakawa, Y., Yamada, T., Hozumi, N., Ohigashi, H., Ikeda, Y., & Kizaki, M. 2004. Induction of Apoptosis in human myeloid leukemia cells by 1'-acetoxychavicol acetate through a mitochondrial- and FAS-mediated Dual Mechanism. **Clinical Cancer Research**, 10, 2120-2130.

Ahmed, Jasim., Shivhare U.S. & Ramaswamy, H.S. (2005). A Fraction Conversion Kinetic Model for Thermal Degradation of Color in Red Chilli Puree and Paste. Lebensm. – Wiss. **u. –Technol**, 35, 497-503.

Juntachote T. & Berghofer E. (2005). Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of holy basil and Galangal. **Food Chemistry**, 92, 193-202.

Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl S. & Bauer F. (2005). The effect of dried galangal powder and its ethanolic extracta on oxidative stability in cooked ground pork. **LWT**

Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl S. & Bauer F. (2006). The antioxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork. **Meat Science**, 72, 446-456.

Katzer, G. "Lemonn grass" [Online]. Available : http://www-ang.kfunigraz.ac.at./~katzer/engl/generic frame.html, December 8, 2001.

Kasali, A.A., A.O. Oyedeji &A.O. Ashilokun. (2001). Volatine leaf oil constituents of *Cymbigon citrates* (DC) Stapf. **Flavor Fragr. J**, 16(5), 377-378.

Khanum, F., Anilakumar, K.R., & Viswanathan, K.R. (2004). Anticarcinogenic properties of garlic : A review. **Food Science and Nutrition**, 44(6), 479-488.

Kim So – Young, Jeong Seok – Moon, Park Woo – Po, Nam, K.C., Ahn D.U. & Lee Seung – Cheol. (2006). Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. **Food Chemistry**, 97, 472-479.

Kubota, K., K. Nakamura (Murayama) & A. Kobayashi. (1998). Acetoxy-1,8-cineoles as aroma constituents of Alpinia galangal Willd. **J. Agric. Food Chem**, 46(12), 5244-5247.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lawrence, B.M., J.W. Hogg, S.J. Terhune & V. Podimuang. (1971). Constitutes of the leaf and peel oils of *Citrus hystrix*, D.C. **Phytochem**, 10(6), 1404-1405.

Lee Seung – Cheol, Jeong Seok – Moon, Kim So – Young, Park Har – Ryong, Nam, K.C. & Ahn, D.U. (2006). Effect of far – infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls. **Food Chemistry**, 94, 481-493.

Maria Cristina Nicoli, Monica Aneae, Maria Teresa Parpinel, Silvia Franceschi & Carlo R. Lerici. (1997). Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. **Cancer Letters**, 114, 71-74

Murakami A., Toyota K., Ohura S., Koshimizu K. & Ohigashi H. (2000). Structure-activity relationships of (1'S)-1'-acetate, a major constituent of a southeast Asian condiment plant *Languas galangal*, on the inhibition of tumor-promoter-induced Epstein-Barr virus activation. **J. Agric Food Chem**, 48(5), 1518-1523.

Murakami A., Jiwajinda, S., Koshimizu, K. & Ohigashi, H. (1995). Screening for in vitro anti-tumor promoting activities of edible plants from Thailand., **Cancer Letters**, 95, 139-146.

Murakami A., Ohigashi, H. & Koshimizu, K. (1994). Review: Possible anti-tumour promoting properties of traditional Thai food items and some of their active constituents. **Asia Pacific J. Cln Nutr**, 3, 185-191.

Ohtsuki, K., Abe, A., Mitsuzuwi, H., Kondo, M., Uemura, K., Iwasaki, Y. & Kondo, Y. (2002). Effects of long-term administration of hesperidin and glucosyl hesperidin to spontaneously hypertensive rats. **J. Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)**, 48(5), 420-422.

Oommen, S., John Anto, R., Srinivas, G. & Karunagaran, D. (2004). Allicin (from garlic) induces caspase-mediated apoptosis in cancer cells. **European J. of Pharmacology**, 485, 97-103 (abstract)

Orekhov, A.N. & Grunwald, J. (1997). Effect of garlic on atherosclerosis (Review). **Nutrition**, 13(7-8), 656-663.

Peterson, J. & Dwyer, J. (1998). Flavonoids : Dietary occurrence and biochemical activity. **Nutrition Research**, 18(12), 1995-2018.

Pooter De, H.L., M.N. Omar, B.A. Coolsaet & N.M. Schamp. (1985). The essential oil of greater galangal (Alpinia galangal) from Malaysia. **Phytochem**, 24(1), 93-96.

Pudil, F., H. Wijaya, V. Janda, J. Volfova, H. Valentava & J. Pokomy. (1998). Change in Citrus hystrix oil during autooxidation, pp. 707-718. In E.T. Contis, C.T. Ho, C.J. Mussinan. T.H.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rahman, K. & Lowe GM. (2006). Garlic and cardiovascular disease. **critical review J. Nutr**, 136, 736S-740S.

Sànchez, A.M., Sànchez, M.G., Malagarie-Cazenave, S., Olea, N. & Diaz-Laviada, I. (2006). Induction of apoptosis in prostate timor PC-3 cells and Inhibiton of xenograft prostate tumor growth by the vanilloid capsaicin. **Apoptosis**, 11, 89-99.

Shaikh, Y. (2002). **Specialty Aroma Chemicals in Flavors and Fragrances.** Allured Publishing Corporation, Illinois.

Smith, R.J., B. Mahiou & M.L. Deinzer. (1991). Hydrolysis products of humulene diepoxide A. **Tetrahedron,** 47(6), 933-940.

Someya, Y., A. Kobayashi & K. Kubota. (2001). Isolation and identification of trans-2- and trans-3-hydroxy-1,8-cineole glucosides from Alpinia galangal. **Biosci. Biotechnol. Biochem,** 65(4), 950-953.

Steinmertz, K.A., Kushi, H., Bostick, R.M., Folsom, AR & Potter, J.D. (1994). Vegetables, fruits and colon cancer in the Iowa Woman's Health Study. **AM. J. Epidemiol**, 139, 1-15.

Suetsuna, K. (1998). Isolation and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from *Allium sativum* L. (garlic). **J. of Nutritional Biochem. Physiol**, 112B(3), 543-547.

Tolan, I., Ragoobirsingh D. & Morrison EY. (2004). Isolation and purification of the hypoglycaemic principle present in *Capsicum frutescens*. **Phytother Res**, 18(1), 95-96 (abstract)

wikipedia. "Capsaicin" [Online]. Available : http://th.wikipedia.org/wiki, 2006.

wikipedia. "Allisiini" [Online]. Available : http://fi.wikipedia.org/wiki/Allisiini, 2006.

Yadav, P.N., Liu, Z. & Rafi, M.M. (2003). A diarlyheptanoid from lesser galangal (*Alpinia officinarum*) inhibits proinflammatory mediators via inhibition of mitogen-activated protein kinase, p44/42, and transcription factor nuclear factor-KB. **The J. of pharmacology and experimental therapeutics**, 305, 925-931.

Yang, X. & R.G. Eilerman. (1999). Pungent principle of *Alpinia galangal* (L.) Swartz and its applications. **J. Agri. Food Chem**, 47(4), 1657-1662.

Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. & Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. **Food Chemistry**,89, 549-554.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

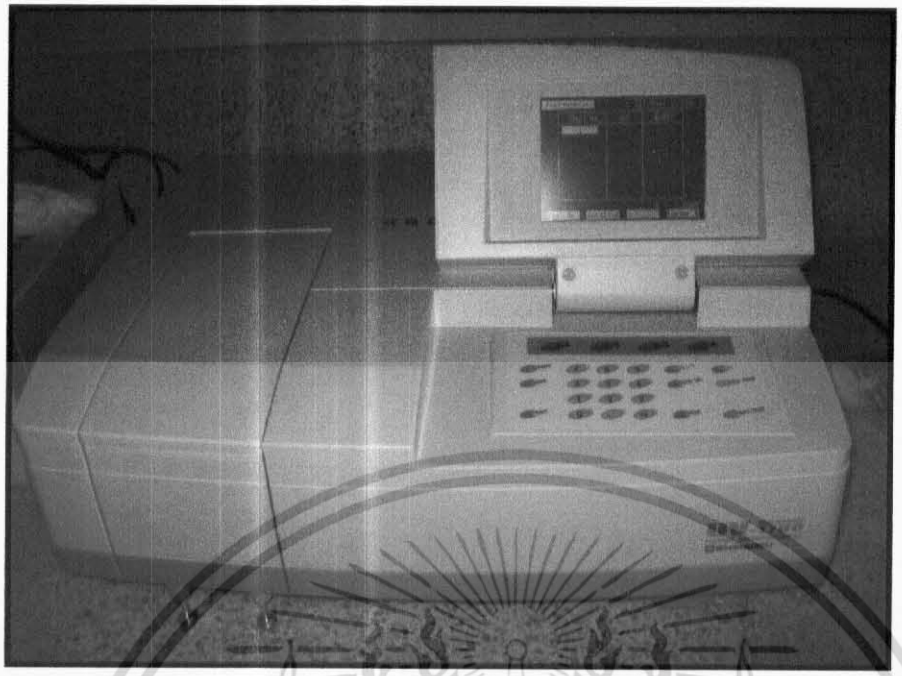
ภาคผนวก ก

อุปกรณ์และกราฟมาตรฐาน

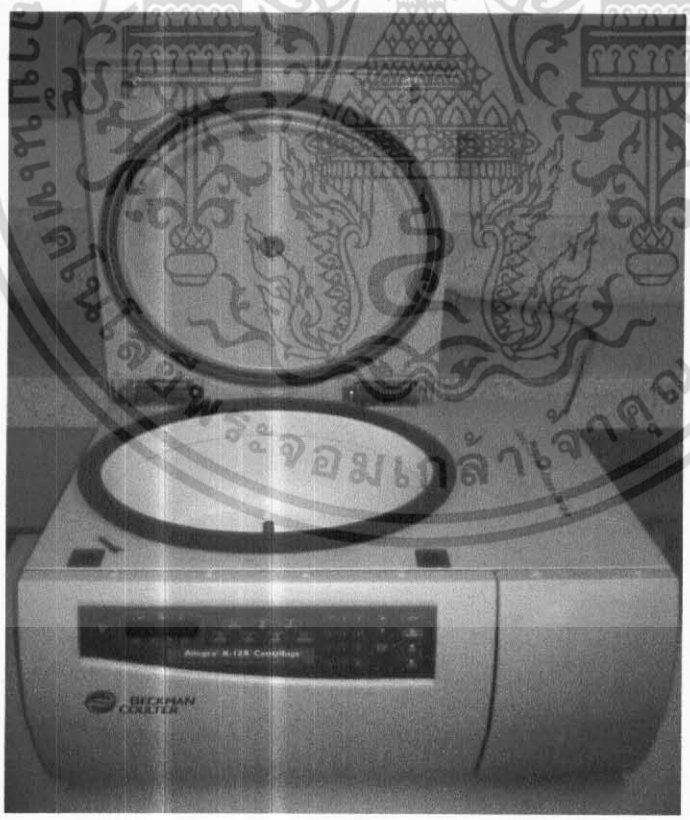
รูปที่ ก 1 เครื่อง pack สุญญากาศ (ยี่ห้อ Dako รุ่น SK – 210)

รูปที่ ก 2 เครื่อง Colormeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

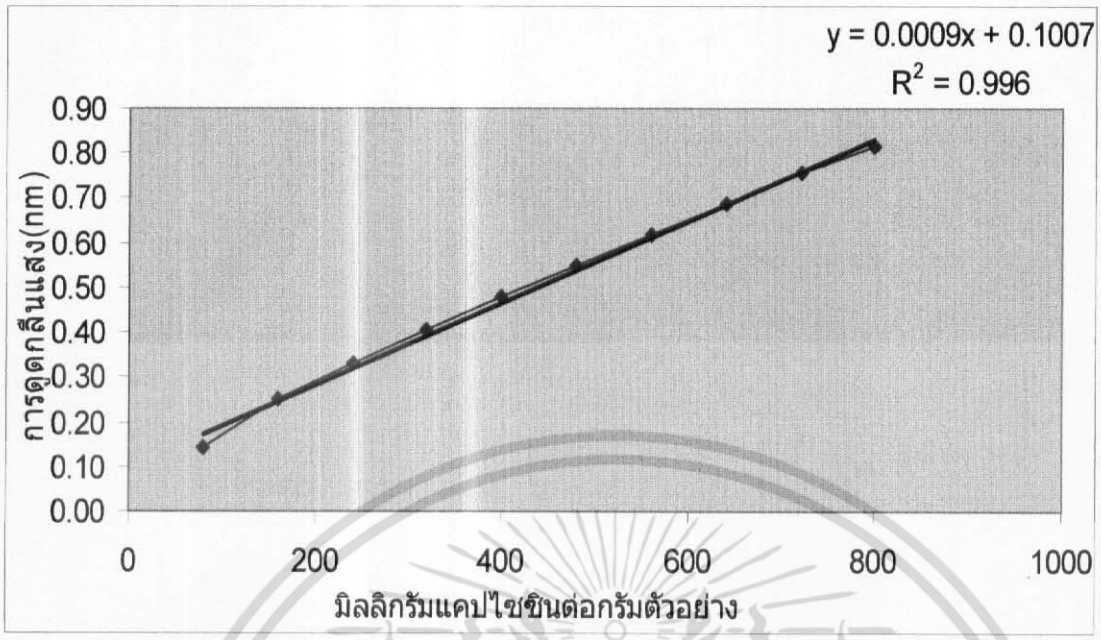


รูปที่ ก 3 เครื่อง spectrophotometer (ยี่ห้อ CTL แบบ CTL 821)

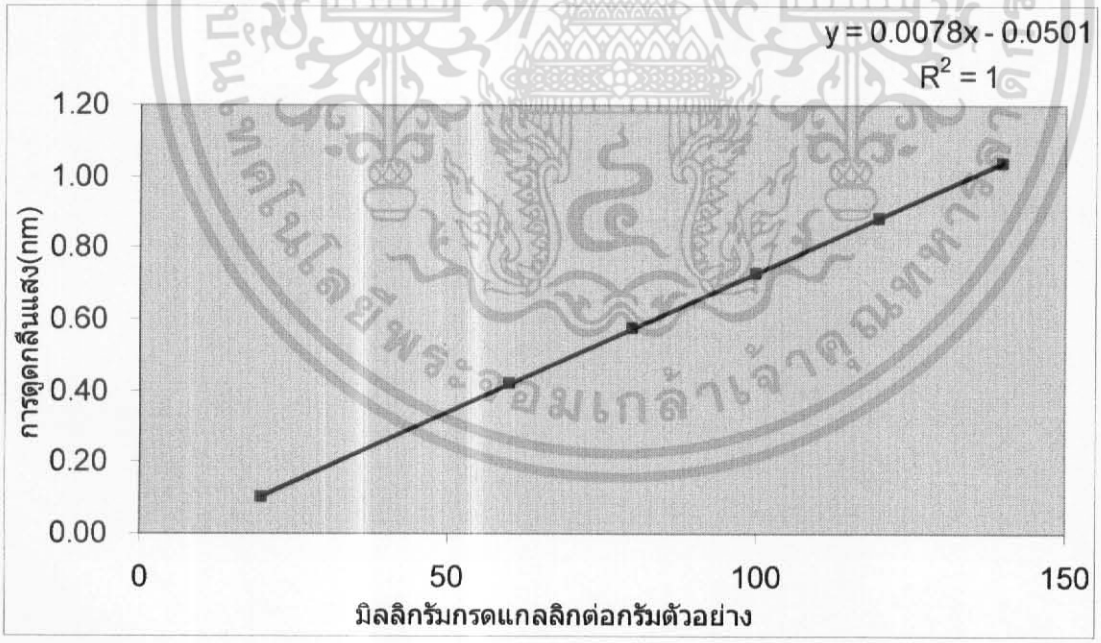


รูปที่ ก 4 เครื่องเหวี่ยงแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

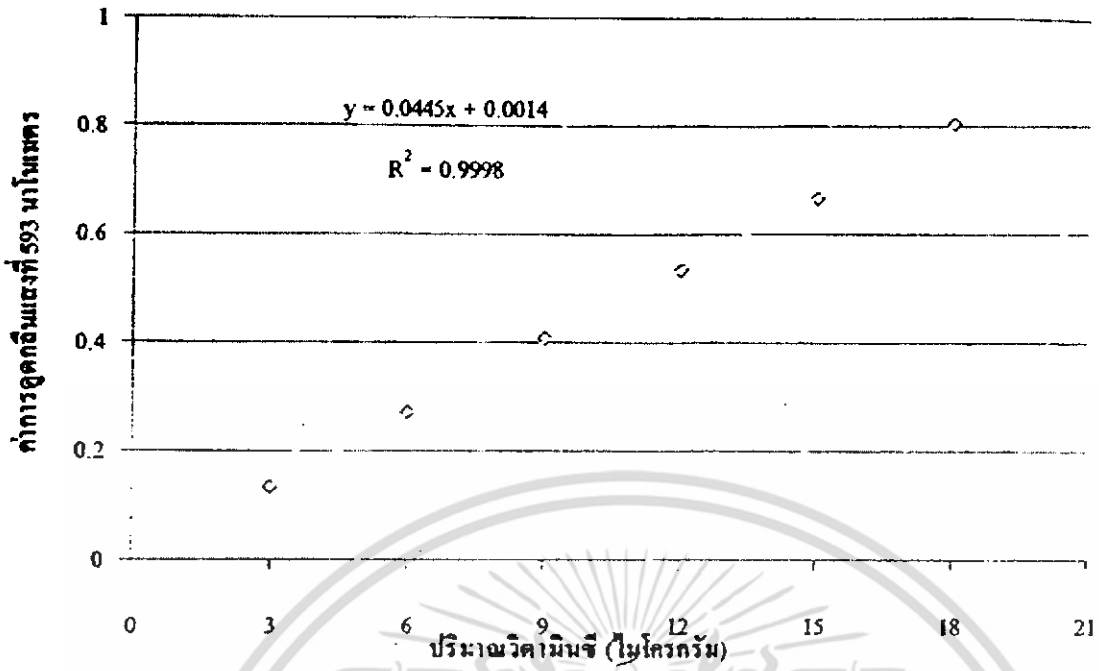


รูปที่ ก 5 กราฟมาตรฐานของแคปไซซิน (Capsaicin)

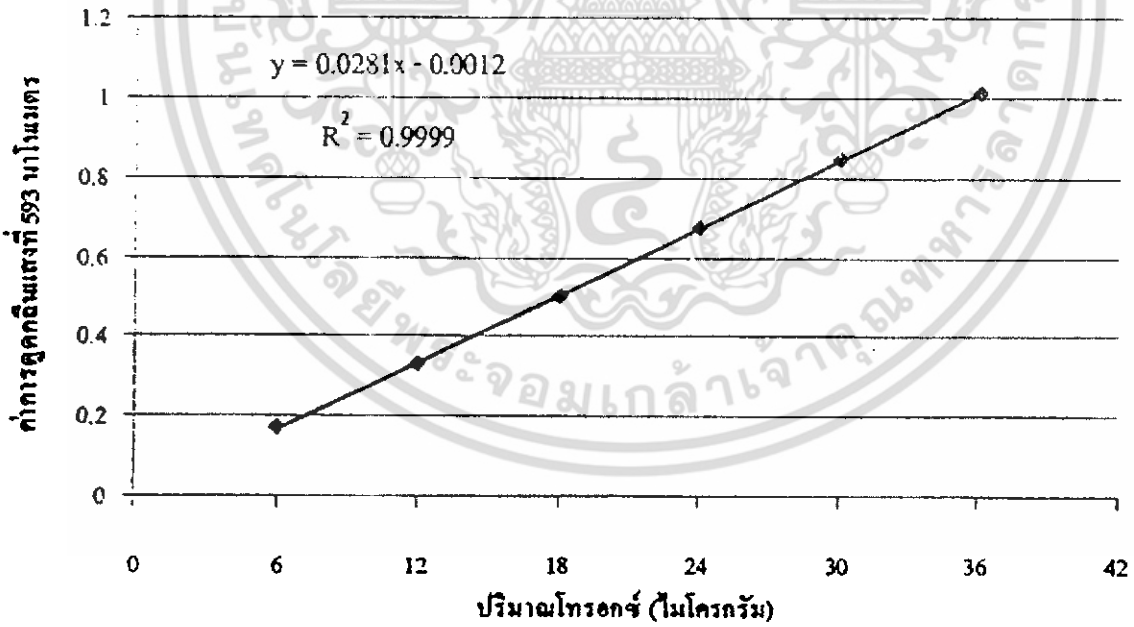


รูปที่ ก 6 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก 7 กราฟมาตรฐานของวิตามินซีในการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก



รูปที่ ก 8 กราฟมาตรฐานของโทรอกซ์ในการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลปริมาณสารในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านการให้ความร้อน

temp.(C)	time(min)	rep	capsaicin	total phenolic	DPPH	FRAP Ascorbic	FRAP Trolox
60	0	1	3.416	2.623	25.665	1.324	1.443
		2	3.063	2.399	25.643	0.897	1.225
		3	3.24	2.511	25.654	1.111	1.334
	10	1	3.867	2.684	28.714	1.67	1.873
		2	3.455	2.519	27.868	1.318	1.751
		3	3.661	2.602	28.291	1.494	1.812
	20	1	3.878	2.439	27.267	1.634	1.913
		2	3.303	2.393	25.505	1.322	1.681
		3	3.591	2.416	26.386	1.478	1.797
	30	1	4.613	2.66	29.219	1.763	1.866
		2	4.202	2.585	27.653	1.236	1.745
		3	4.408	2.623	28.436	1.5	1.805
	40	1	4.678	2.706	31.903	1.789	1.964
		2	4.345	2.658	30.052	1.146	1.554
		3	4.512	2.682	30.978	1.467	1.759
	50	1	4.782	2.681	32.698	1.816	1.977
		2	4.42	2.652	30.074	1.195	1.635
		3	4.601	2.666	31.386	1.505	1.806
	60	1	4.873	2.867	31.751	1.884	2.057
		2	4.43	2.756	30.069	1.321	1.804
		3	4.651	2.812	30.91	1.602	1.93
75	0	1	3.416	2.623	25.665	1.324	1.443
		2	3.063	2.399	25.643	0.897	1.225
		3	3.24	2.511	25.654	1.111	1.334
	10	1	4.717	2.624	27.309	2.07	2.481
		2	4.44	2.581	26.328	1.52	1.875
		3	4.629	2.603	26.818	1.795	2.178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temp.(C)	time(min)	rep	capsaicin	total phenolic	DPPH	FRAP Ascorbic	FRAP Trolox
75	20	1	4.79	2.806	31.355	2.195	2.78
		2	4.653	2.458	30.899	1.503	1.725
		3	4.721	2.632	31.127	1.849	2.252
	30	1	5.035	2.756	30.636	2.247	2.841
		2	4.637	2.597	28.799	1.543	1.775
		3	4.836	2.677	29.717	1.895	2.308
	40	1	5.241	2.797	31.835	2.227	2.767
		2	4.932	2.697	31.279	1.561	1.84
		3	5.086	2.747	31.557	1.894	2.303
	50	1	5.051	2.789	31.662	2.216	2.831
		2	4.747	2.762	31.584	1.527	1.736
		3	4.899	2.775	31.623	1.872	2.284
	60	1	4.543	2.801	30.38	2.152	2.661
		2	4.522	2.594	30.22	1.489	1.762
		3	4.533	2.697	30.3	1.821	2.212
90	0	1	3.416	2.623	25.665	1.324	1.443
		2	3.063	2.399	25.643	0.897	1.225
		3	3.24	2.511	25.654	1.111	1.334
	10	1	4.713	2.613	27.131	1.708	2.056
		2	4.545	2.612	25.83	1.408	1.74
		3	4.629	2.613	26.48	1.558	1.898
	20	1	4.823	2.643	27.358	1.636	2.131
		2	4.561	2.534	25.818	1.465	1.668
		3	4.692	2.588	26.588	1.55	1.899
	30	1	5.017	2.668	28.547	1.717	2.194
		2	4.797	2.648	26.764	1.494	1.735
		3	4.907	2.658	27.656	1.606	1.964

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temp.(C)	time(min)	rep	capsaicin	total phenolic	DPPH	FRAP Ascorbic	FRAP Trolox
90	40	1	5.298	2.635	28.499	1.745	2.137
		2	5.026	2.594	26.899	1.448	1.856
		3	5.162	2.614	27.699	1.597	1.947
	50	1	5.023	2.716	29.24	1.646	2.233
		2	4.761	2.636	26.837	1.489	1.623
		3	4.892	2.676	28.039	1.568	1.928
	60	1	4.743	2.716	29.806	1.724	2.199
		2	4.722	2.586	28.242	1.503	1.748
		3	4.733	2.651	29.024	1.613	1.974
105	0	1	3.416	2.623	25.665	1.324	1.443
		2	3.063	2.399	25.643	0.897	1.225
		3	3.24	2.511	25.654	1.111	1.334
	10	1	5.106	2.653	29.573	1.795	2.078
		2	4.781	2.517	28.663	1.423	1.831
		3	4.944	2.585	29.118	1.609	1.954
	20	1	5.601	2.679	29.704	1.782	2.119
		2	4.627	2.511	29.087	1.462	1.83
		3	5.114	2.595	29.396	1.622	1.975
	30	1	5.441	2.731	31.548	1.907	2.229
		2	4.75	2.543	30.685	1.506	1.917
		3	5.096	2.637	31.116	1.707	2.073
	40	1	4.76	2.765	32.643	1.97	2.386
		2	2.572	2.537	31.448	1.601	1.964
		3	4.666	2.651	32.046	1.786	2.175
	50	1	4.828	2.771	33.432	2.077	2.467
		2	4.786	2.631	32.583	1.536	1.914
		3	4.807	2.701	33.007	1.806	2.191
	60	1	4.965	2.803	34.318	2.183	2.64
		2	4.797	2.67	34.238	1.593	1.943
		3	4.881	2.736	34.278	1.888	2.292

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temp.(C)	time(min)	rep	capsaicin	total phenolic	DPPH	FRAP Ascorbic	FRAP Trolox
120	0	1	3.416	2.623	25.665	1.324	1.443
		2	3.063	2.399	25.643	0.897	1.225
		3	3.24	2.511	25.654	1.111	1.334
	10	1	5.403	2.977	30.705	2.001	2.409
		2	5.173	2.535	29.014	1.69	2.089
		3	5.288	2.756	29.859	1.845	2.249
	20	1	6.015	2.977	34.038	2.145	2.65
		2	5.86	2.617	32.747	1.854	2.233
		3	5.937	2.797	33.393	2	2.441
	30	1	6.21	2.976	35.356	2.228	2.918
		2	6.189	2.738	33.643	1.911	2.157
		3	6.199	2.857	34.499	2.069	2.537
	40	1	6.488	3.055	37.092	2.654	3.118
		2	6.289	2.886	35.715	2.276	2.522
		3	6.388	2.971	36.403	2.465	2.82
	50	1	6.524	3.064	40.047	2.518	3.218
		2	6.378	2.942	38.876	2.083	2.41
		3	6.451	3.003	39.461	2.3	2.814
	60	1	6.512	3.21	40.678	2.583	3.094
		2	6.397	2.824	38.836	2.053	2.546
		3	6.455	3.017	39.757	2.318	2.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ค่าสีในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

temp.(C)	time(min)	rep	L*	a*	b*	ΔE*
Standard	-	-	29.14	35.94	48.74	-
60	10	1	29.48	35.55	48.7	0.52
		2	29.89	35.6	48.66	0.83
		3	29.93	35.6	49.6	1.22
	20	1	29.75	35.53	48.68	0.74
		2	29.92	35.5	49.21	1.01
		3	30.15	35.25	49.89	1.68
	30	1	29.86	35.44	49.12	0.96
		2	30.34	35.62	49.55	1.48
		3	30.26	35.48	49.63	1.5
	40	1	30.06	35.68	50.21	1.75
		2	30.4	35.73	49.94	1.75
		3	30.51	35.69	49.78	1.74
	50	1	29.63	35.43	48.94	0.73
		2	30.18	35.72	49.86	1.54
		3	30.24	35.37	49.11	1.29
	60	1	30.17	35.75	49.68	1.41
		2	30.28	35.61	50.09	1.8
		3	30.35	35.56	49.82	1.67
75	10	1	30.53	35.11	49.35	1.73
		2	30.95	34.89	48.38	2.12
		3	30.94	35.6	50.74	2.71
	20	1	31.55	35.29	50.81	3.24
		2	31.75	35.18	50.86	3.45
		3	32.37	34.6	46.76	4.02
	30	1	32.15	34.49	47.61	3.53
		2	32.49	34.04	45.23	5.21
		3	32.37	34.62	47.26	3.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temp.(C)	time(min)	rep	L*	a*	b*	ΔE*
75	40	1	32.33	34.75	47.64	3.58
		2	32.58	35.05	49	3.56
		3	32.4	35.56	49	3.29
	50	1	31.68	34.64	49.29	2.91
		2	32.39	34.57	48.81	3.53
		3	33.27	33.23	41.02	9.17
	60	1	33.92	33.29	41.55	9.03
		2	33.76	33.62	42	8.49
		3	33.87	33.51	42.17	8.45
90	10	1	32.03	35.36	50.93	3.67
		2	32.25	35.87	52.2	4.65
		3	31.92	35.3	51.06	3.68
	20	1	32.95	33.3	42.7	7.61
		2	31.8	34.99	50.83	3.51
		3	32.09	34.78	50.63	3.69
	30	1	31.47	34.55	49.49	2.81
		2	32.03	34.8	50.94	3.81
		3	31.94	34.85	50.55	3.51
	40	1	31.66	35.35	51.2	3.57
		2	31.77	35.51	52.02	4.23
		3	31.84	34.78	50.39	3.37
	50	1	31.74	35.96	51.24	3.61
		2	31.73	35.07	50.2	3.1
		3	31.94	35.09	50.96	3.67
	60	1	31.24	35.15	50.28	2.72
		2	31.84	35.21	51.4	3.86
		3	31.97	35.25	50.36	3.33
105	10	1	32.03	35.6	51.7	4.15
		2	32.14	35.8	52.36	4.7
		3	32.33	35.71	51	3.92
	20	1	32.1	35.7	50.83	3.63
		2	32.18	35.93	52.11	4.54
		3	32.11	35.73	51.7	4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temp.(C)	time(min)	rep	L*	a*	b*	ΔE*
105	30	1	31.87	35.65	50.83	3.45
		2	32.21	35.66	50.55	3.57
		3	32.44	35.6	51.67	4.43
	40	1	31.81	35.77	50.92	3.45
		2	32.07	36.02	50.75	3.55
		3	32.24	35.71	51.65	4.26
	50	1	31.99	35.45	51.03	3.69
		2	32.34	35.88	52.08	4.63
		3	32.32	35.81	52.01	4.56
	60	1	32.27	35.73	51	3.87
		2	32.11	35.71	51.76	4.24
		3	32.22	35.76	51.87	4.39
120	10	1	31.25	35.85	53.79	5.47
		2	32.41	35.73	53.25	5.57
		3	32.22	36.12	52.98	5.24
	20	1	32.31	37.1	51.65	4.46
		2	32.56	36.98	53.39	5.87
		3	32.13	36.68	52.77	5.07
	30	1	32.27	36.75	52.17	4.71
		2	32.39	36.52	52.19	4.78
		3	32.94	36.35	52.79	5.57
	40	1	32.72	36.13	51.48	4.51
		2	32.37	36.71	52.32	4.88
		3	32.64	36.64	52.91	5.49
	50	1	32.24	36.81	53.58	5.81
		2	32.95	36.69	53.96	6.51
		3	32.7	36.53	53.42	5.91
	60	1	32.35	36.32	52.37	4.86
		2	32.22	36.3	52.58	4.94
		3	32.56	36.21	52.76	5.28

หมายเหตุ: L* หมายถึง ค่าความสว่าง

a* หมายถึง ค่าสีแดง

b* หมายถึง ค่าสีเหลือง

ΔE* หมยาถึง ค่าความแตกต่างรวมของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณcapsaicinในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ด้วยวิธี Turkey HSD.

Temp/time	N	Subset						
		a	b	c	d	e	f	g
105/00	3	3.2397						
12/00	3	3.2397						
60/00	3	3.2397						
75/00	3	3.2397						
90/00	3	3.2397						
60/20	3	3.5907	3.5907					
60/10	3	3.6610	3.6610	3.6610				
105/40	3	3.9993	3.9993	3.9993	3.9993			
60/30	3		4.4077	4.4077	4.4077	4.4077		
60/40	3			4.5117	4.5117	4.5117		
75/60	3			4.5327	4.5327	4.5327		
75/10	3				4.5953	4.5953		
60/50	3				4.6010	4.6010		
90/10	3				4.6290	4.6290		
60/60	3				4.6513	4.6513		
90/20	3				4.6920	4.6920		
75/20	3				4.7213	4.7213		
90/60	3				4.7327	4.7327		
105/50	3				4.8070	4.8070		
75/30	3				4.8360	4.8360		
105/60	3				4.8810	4.8810		
90/50	3					4.8920		
75/50	3					4.8990		
90/30	3					4.9070		
105/10	3					4.9437		
75/40	3					5.0863	5.0863	
105/30	3					5.0957	5.0957	
105/20	3					5.1140	5.1140	
90/40	3					5.1620	5.1620	
120/10	3					5.2880	5.2880	
120/20	3						5.9373	5.9373
120/30	3							6.1993
120/40	3							6.3883
120/50	3							6.4510
120/60	3							6.4547
Sig.		0.210	0.114	0.059	0.052	0.053	0.076	0.903

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .074.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b (Alpha = .05.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณ Total phenolic compound ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ด้วยวิธี Turkey HSD.

Temp/time	N	Subset					
		a	b	c	d	e	f
60/20	3	2.4160					
10/50	3	2.5110	2.5110				
12/00	3	2.5110	2.5110				
60/00	3	2.5110	2.5110				
75/00	3	2.5110	2.5110				
90/00	3	2.5110	2.5110				
105/10	3	2.5850	2.5850	2.5850			
90/20	3	2.5883	2.5883	2.5883			
105/20	3	2.5950	2.5950	2.5950			
60/10	3	2.6017	2.6017	2.6017			
75/10	3	2.6027	2.6027	2.6027			
90/10	3	2.6127	2.6127	2.6127			
90/40	3	2.6143	2.6143	2.6143			
60/30	3	2.6227	2.6227	2.6227			
75/20	3	2.6320	2.6320	2.6320			
105/30	3	2.6370	2.6370	2.6370			
105/40	3	2.6510	2.6510	2.6510			
90/60	3	2.6510	2.6510	2.6510			
90/30	3	2.6580	2.6580	2.6580			
60/50	3	2.6663	2.6663	2.6663	2.6663		
90/50	3	2.6760	2.6760	2.6760	2.6760		
75/30	3	2.6767	2.6767	2.6767	2.6767		
60/40	3	2.6820	2.6820	2.6820	2.6820		
75/60	3	2.6973	2.6973	2.6973	2.6973	2.6973	
105/50	3	2.7010	2.7010	2.7010	2.7010	2.7010	
105/60	3		2.7363	2.7363	2.7363	2.7363	2.7363
75/40	3		2.7470	2.7470	2.7470	2.7470	2.7470
120/10	3		2.7560	2.7560	2.7560	2.7560	2.7560
75/50	3		2.7753	2.7753	2.7753	2.7753	2.7753
120/20	3		2.7970	2.7970	2.7970	2.7970	2.7970
60/60	3		2.8117	2.8117	2.8117	2.8117	2.8117
120/30	3			2.8570	2.8570	2.8570	2.8570
120/40	3				2.9707	2.9707	2.9707
120/50	3					3.0030	3.0030
120/60	3						3.0170
Sig.		0.128	0.076	0.190	0.067	0.064	0.147

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .009.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b (Alpha = .05.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ด้วยวิธี Turkey HSD.

Temp/time	N	Subset													
		a	b	c	d	e	f	g	h	i9	j	k	l	m	n
ต.ท.-50	3	25.654													
12/00	3	25.654													
60/00	3	25.654													
75/00	3	25.654													
90/00	3	25.654													
60/20	3	26.386	26.386												
90/10	3	26.4803	26.4803												
90/20	3	26.588	26.588												
75/10	3	26.8183	26.8183												
90/30	3	27.6557	27.6557	27.6557											
90/40	3	27.699	27.699	27.699											
90/50	3		28.0387	28.0387	28.0387										
60/10	3		28.291	28.291	28.291	28.291									
60/30	3		28.436	28.436	28.436	28.436									
90/60	3			29.024	29.024	29.024	29.024								
105/10	3			29.118	29.118	29.118	29.118								
105/20	3			29.3957	29.3957	29.3957	29.3957	29.3957							
120/10	3				29.8593	29.8593	29.8593	29.8593	29.8593						

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

Temp/ time	N	Subset													
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
75/60	3					30.3	30.3	30.3	30.3	30.3					
60/60	3						30.91	30.91	30.91	30.91	30.91				
75/20	3						31.127	31.127	31.127	31.127	31.127				
60/50	3							31.386	31.386	31.386	31.386	31.386			
75/40	3								31.557	31.557	31.557	31.557			
75/50	3								31.623	31.623	31.623	31.623			
105/40	3									32.0457	32.0457	32.0457			
105/50	3										33.0073	33.0073	33.0073		
120/20	3											33.3927	33.3927		
105/60	3												34.278	34.278	
120/30	3												34.4993	34.4993	
120/40	3													36.4033	
120/50	3														39.4613
120/60	3														39.757
Sig.		0.083	0.081	0.077	0.23	0.1	0.062	0.109	0.161	0.306	0.064	0.101	0.639	0.055	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .433. a Uses

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD.

Ascorbic

Temp/time	N	Subset				
		a	b	c	d	e
105/00	3	1.1107				
120/00	3	1.1107				
60/00	3	1.1107				
75/00	3	1.1107				
90/00	3	1.1107				
60/40	3	1.4673	1.4673			
60/20	3	1.4780	1.4780			
60/10	3	1.4940	1.4940			
60/30	3	1.4997	1.4997			
60/50	3	1.5053	1.5053			
90/20	3	1.5503	1.5503	1.5503		
90/10	3	1.5580	1.5580	1.5580		
90/50	3	1.5677	1.5677	1.5677	1.5677	
90/40	3	1.5967	1.5967	1.5967	1.5967	
60/60	3	1.6023	1.6023	1.6023	1.6023	
90/30	3	1.6057	1.6057	1.6057	1.6057	
105/10	3	1.6090	1.6090	1.6090	1.6090	
90/60	3	1.6133	1.6133	1.6133	1.6133	
105/20	3	1.6220	1.6220	1.6220	1.6220	
105/30	3	1.7067	1.7067	1.7067	1.7067	
105/40	3	1.7857	1.7857	1.7857	1.7857	1.7857
75/10	3	1.7950	1.7950	1.7950	1.7950	1.7950
105/50	3	1.8063	1.8063	1.8063	1.8063	1.8063
75/60	3	1.8207	1.8207	1.8207	1.8207	1.8207
120/10	3	1.8453	1.8453	1.8453	1.8453	1.8453
75/20	3	1.8490	1.8490	1.8490	1.8490	1.8490
75/50	3		1.8717	1.8717	1.8717	1.8717
105/60	3		1.8880	1.8880	1.8880	1.8880
75/40	3		1.8940	1.8940	1.8940	1.8940
75/30	3		1.8950	1.8950	1.8950	1.8950
120/20	3		1.9997	1.9997	1.9997	1.9997
120/30	3		2.0693	2.0693	2.0693	2.0693
120/50	3			2.3003	2.3003	2.3003
120/60	3				2.3180	2.3180
120/40	3					2.4650
Sig.		0.067	0.355	0.056	0.056	0.149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .054.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b (Alpha = .05.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณ ความสามารในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

Trolox

Temp/time	N	Subset		
		a	b	c
10/50	3	1.3340		
12/00	3	1.3340		
60/00	3	1.3340		
75/00	3	1.3340		
90/00	3	1.3340		
60/40	3	1.7590	1.7590	
60/20	3	1.7970	1.7970	
60/30	3	1.8053	1.8053	
60/50	3	1.8060	1.8060	
60/10	3	1.8120	1.8120	
90/10	3	1.8980	1.8980	
90/20	3	1.8993	1.8993	
90/50	3	1.9280	1.9280	1.9280
60/60	3	1.9303	1.9303	1.9303
105/10	3	1.9543	1.9543	1.9543
90/30	3	1.9643	1.9643	1.9643
90/60	3	1.9737	1.9737	1.9737
105/20	3	1.9747	1.9747	1.9747
90/40	3	1.9800	1.9800	1.9800
105/30	3	2.0730	2.0730	2.0730
105/40	3	2.1750	2.1750	2.1750
75/10	3	2.1780	2.1780	2.1780
105/50	3	2.1907	2.1907	2.1907
75/60	3	2.2117	2.2117	2.2117
120/10	3		2.2490	2.2490
75/20	3		2.2523	2.2523
75/50	3		2.2837	2.2837
105/60	3		2.2917	2.2917
75/40	3		2.3033	2.3033
75/30	3		2.3080	2.3080
120/20	3		2.4413	2.4413
120/30	3		2.5373	2.5373
120/50	3			2.8140
120/40	3			2.8200
120/60	3			2.8200
Sig.		0.067	0.203	0.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .077.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b (Alpha = .05.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าความสว่าง (L*) ของสีในน้ำพริกแกงแดง โดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD.

(L*)

Tukey HSD

VAR00001	N	Subset			
		a	b	c	d
NO HEAT	3	29.1400			
60/10	3	29.7667	29.7667		
60/20	3	29.9400	29.9400		
60/50	3	30.0167	30.0167		
60/30	3		30.1533		
60/60	3		30.2667		
60/40	3		30.3233		
90/60	3			31.6833	
90/40	3			31.7567	31.7567
90/50	3			31.8033	31.8033
90/30	3			31.8133	31.8133
120/10	3			31.9600	31.9600
90/10	3			32.0667	32.0667
90/20	3			32.2800	32.2800
120/20	3			32.3333	32.3333
120/60	3			32.3767	32.3767
120/30	3			32.5333	32.5333
120/40	3			32.5767	32.5767
120/50	3				32.6300
Sig.		0.087	0.735	0.074	0.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .092.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าของสีแดง (a*)ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยวิธี Turkey HSD.

(a*)

		Subset							
00001	N	a	b	c	d	e	f	g	h
0/20	3	34.3567							
0/30	3	34.7333	34.7333						
0/60	3	35.2033	35.2033	35.2033					
0/40	3	35.2133	35.2133	35.2133					
0/50	3		35.3733	35.3733	35.3733				
0/20	3		35.4267	35.4267	35.4267				
0/50	3		35.5067	35.5067	35.5067				
0/10	3		35.5100	35.5100	35.5100				
0/30	3		35.5133	35.5133	35.5133				
0/10	3		35.5833	35.5833	35.5833	35.5833			
0/60	3		35.6400	35.6400	35.6400	35.6400	35.6400		
0/40	3			35.7000	35.7000	35.7000	35.7000		
0/10	3			35.9000	35.9000	35.9000	35.9000	35.9000	
heat	3			35.9400	35.9400	35.9400	35.9400	35.9400	
0/60	3				36.2767	36.2767	36.2767	36.2767	36.2767
0/40	3					36.4933	36.4933	36.4933	36.4933
0/30	3						36.5400	36.5400	36.5400
0/50	3							36.6767	36.6767
0/20	3								36.9200
ig.		0.095	0.059	0.262	0.061	0.057	0.063	0.192	0.483

Means for groups in
homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .100.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b (Alpha = .05.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติค่าของสีเหลือง (b*) ในน้ำพริกแกงแดงโดยผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่างๆ ด้วยวิธี Turkey HSD.

(b*)

VAR00001	N	Subset				
		a	b	c	d	e
90/20	3	48.0533				
No heat	3	48.7400	48.7400			
60/10	3	48.9867	48.9867	48.9867		
60/20	3	49.2600	49.2600	49.2600		
60/50	3	49.3033	49.3033	49.3033		
60/30	3	49.4333	49.4333	49.4333		
60/60	3	49.8633	49.8633	49.8633	49.8633	
60/40	3	49.9767	49.9767	49.9767	49.9767	
90/30	3	50.3267	50.3267	50.3267	50.3267	50.3267
90/60	3	50.6800	50.6800	50.6800	50.6800	50.6800
90/50	3	50.8000	50.8000	50.8000	50.8000	50.8000
90/40	3	51.2033	51.2033	51.2033	51.2033	51.2033
90/10	3	51.3967	51.3967	51.3967	51.3967	51.3967
120/40	3		52.2367	52.2367	52.2367	52.2367
120/30	3		52.3833	52.3833	52.3833	52.3833
120/60	3			52.5700	52.5700	52.5700
120/20	3			52.6033	52.6033	52.6033
120/10	3				53.3400	53.3400
120/50	3					53.6533
Sig.		0.105	0.050	0.054	0.076	0.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.985.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b (Alpha = .05.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้