

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุ
กระป๋องและการทำแห้งด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง



1107903



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 107903
วัน,เดือน,ปี..... 8 ส.ย. 2553

b. 12213135
i.....

โครงการพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Determination of Capsaicin in Thai Red Curry Paste that Pass Canning
and Drying Process by High-Performance Liquid Chromatography**



**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirement for the Degree of Bachelor of Science**

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง การตรวจวัดปริมาณแคลเซียมในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการ
บรรจุกระป๋องและการทำแห้งด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบของเหลว
สมรรถนะสูง

นักศึกษา นายธงชัย สัจญา
นางสาวศิริประภา ค่วนภูษา

ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์

สาขาวิชา เคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.คณิดา ตังคณานุรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.นงนุช ศิวะภิญโญยศ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติโครงการพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ดร. วิชาญ ประดิษฐ์เวียงคำ
กรรมการ อาจารย์ปัทมา ลีพหาวงศ์
กรรมการ รศ.คณิดา ตังคณานุรักษ์

.....
.....

(ผศ.ดร.ชลอ จารุสุทธิรักษ์)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	การตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและการทำแห้งด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง
นักศึกษา	นายธงชัย สัญญา นางสาวศิริประภา ค่วนญา
ภาควิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.คณิตา ตั้งคณานุรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.นงนุช ศิวะภิญโญยศ

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการตรวจวัดหาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง การแยกด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีโดยคอลัมน์ C18 (150 mm×4.9 mm) ซึ่งจะใช้เมทานอล : น้ำ (40:60) เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที และใช้เครื่องตรวจวัดยูวีที่ความความคลื่น 254 นาโนเมตร การเตรียมตัวอย่าง แคปไซซินจะถูกสกัดโดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายจากตัวอย่างน้ำพริกแกงแดง แคปไซซินจะถูกแยกและตรวจวัดได้ที่เวลา 2 นาที วิธีวิเคราะห์ถูกทดสอบความใช้ได้ของวิธีด้วยค่าความเที่ยง , ความแม่นยำ,ความเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น ,ขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (LOD) และขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ (LOQ) ร้อยละของการเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ของพื้นที่ใต้พีคเท่ากับ 0.3172 % ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแคปไซซินเท่ากับ 0.9906ค่าร้อยละการคืนกลับของปริมาณแคปไซซินเท่ากับ 102.4840 ช่วงของค่าความเป็นเส้นตรงเท่ากับ 0.9906 ขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้เท่ากับ 3.9347 ppm และขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์เท่ากับ 13.1156 ppm ซึ่งค่าเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า วิธีวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจวัดแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Determination of Capsaicin in Thai Red Curry Paste that Pass Canning and Drying Process by High-Performance Liquid Chromatography

Name Mr.Tongchai Sunya
Miss.Siraprapa Tuanpusa

Department Chemistry

Program Industrial Chemistry – Analytical Instrumentation

Academic Year 2550

Special Project Advisor Assoc.Prof.Kanita Tangkananuruk

Special Project co-advisor Asst.Prof.Nongnuch Siwapinyoyot

ABSTRACT

This project was aimed to study the determination of capsaicin in Thai Red Curry Paste by High-Performance Liquid chromatography. Chromatographic separation were performed on C18 column (150 mm × 4.6 mm id) using methanol : water (40:60) as mobile phase , flow rate at 1 mL/min and UV detector at 254 nm was used. The sample preparation was extraction of capsaicin from Thai Red Curry Paste sample by using methanol as solvent. Capsaicin was separated and detected by HPLC at 2 min (retention time). The analytical method was validated in terms of precision , accuracy , linearity , limit of detection(LOD) and limit of quantitation (LOQ) . The relative standard deviation (%RSD) found was 0.3172 % , the correlation coefficients (R^2) found was 0.9906 , the spiked recoveries found was 102.4840 % , the linearity range was 0.9906 ,The limit of detection(LOD) and the limit of quantitation (LOQ) found was 3.9347 ppm, 13.1156 ppm respectively. This figures of merit indicated the validity of this method.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการพิเศษสามารถลุล่วงไปได้ด้วยดีในครั้งนี้ สืบเนื่องมาจากการได้รับการดูแล เอาใจใส่ ช่วยเหลือ การอำนวยความสะดวก และการแนะนำที่เป็นประโยชน์ของคณาจารย์ และผู้เกี่ยวข้องแก่ผู้จัดทำ ที่ตรวจสอบดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี และแก้ไขโครงการพิเศษฉบับนี้ สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.คณิตา ตังคณานุรักษ์ และ ผศ.นงนุช ศิวะภิญโญศ เป็นอย่างสูงที่ให้คำปรึกษา ช่วยแก้ไขปัญหา เอาใจใส่ดูแลตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการพิเศษนี้ มาตลอด

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ และ อาจารย์ปัทมา ลีพหาวงศ์ อาจารย์คณะกรรมาการตรวจสอบ โครงการพิเศษที่ให้ความกรุณาแก้ไขโครงการพิเศษให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้การทำโครงการพิเศษนี้ดำเนินไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณ นางสาวสุภาทิพย์ อินทร์ชื่น นักศึกษาปริญญาเอกคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง และเพื่อนวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงรุ่นพี่ รุ่นน้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือทุก ๆ ด้านจนโครงการพิเศษนี้สำเร็จในที่สุด นอกจากนี้ บุคคลที่มีส่วนช่วยที่มีได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายธงชัย สัจญา

นางสาวศิริประภา ต่วนญา

สารบัญ

บทคัดย่อโครงการนพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อโครงการนพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 น้ำพริกแกงแดง	4
2.1.1. พริก	5
2.1.2 กระเทียม (Garlic)	11
2.1.3 หอมแดง (Shallot)	13
2.1.4 ข่า (Galanga)	16
2.1.5 ตะไคร้ (Lemon Grass)	20
2.1.6 มะกรูด (Kaffir Lime)	22
2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants)	24
2.2.1 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds)	25
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	28
3.1 สารเคมี อุปกรณ์	28
3.1.1 สารเคมี	28
3.1.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	28
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

3.2.1 การเตรียมสารละลาย	29
3.2.1.1 สารละลายมาตรฐานแคปไซซิน	29
3.2.1.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน	29
3.2.1.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง	29
3.2.2 สภาวะเครื่องโครมาโทกราฟของเหลวสมรรถนะสูง	30
3.2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐานแคปไซซิน	30
3.2.4 การตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในสารละลายตัวอย่าง	30
3.2.5 การตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในสารละลาย Spiked sample	30
3.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์	31
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	33
4.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานแคปไซซิน	33
4.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์	34
4.2.1 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์	34
4.2.2 การศึกษาความแม่นยำ (Accuracy)ของวิธีวิเคราะห์	34
4.2.3 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (LOD) และขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้ (LOQ)	34
4.2.4 การศึกษาการตอบสนองความเป็นเส้นตรง (Linearity)	35
4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง	36
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	38
5.2 สรุป	38
5.3 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก	42
หลักการของโครโมโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง	42
ส่วนประกอบของเครื่อง HPLC	43
เครื่องวัดสัญญาณแบบอัตราไหลไอเลคและวิสิเบิล	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

ตารางแสดง ตัววัดสัญญาณที่ปรับความยาวคลื่นได้	45
ภาคผนวก ข แสดงผลการวิเคราะห์	46
ข.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของวิธีวิเคราะห์	46
ข.1.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน	46
ข.1.2 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีการวิเคราะห์	46
ข.1.3 การศึกษาความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์	47
ข.1.4 การศึกษาค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (LOD) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความเที่ยงที่ยอมรับได้ (LOQ)	48
ข.1.5 การศึกษาการตอบสนองความเป็นเส้นตรง (Linearity)	49
ข.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง	
ข.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง ที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง	50
ข.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง ที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง	52
ภาคผนวก ค กราฟโครมาโทแกรมสารละลายตัวอย่างพริกสด	54
ภาคผนวก ง กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน	55
ภาคผนวก จ กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่างน้ำพริกแกงแดง ที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง	59
ภาคผนวก ฉ กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่างน้ำพริกแกงแดง ที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1	ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและถุงแพวซ์	36
ตารางที่ 4.2	ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง	37
ตารางที่ ข.1	แสดงความเข้มข้น(ppm)และพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน	46
ตารางที่ ข.2	แสดงค่าความเที่ยงของการวิเคราะห์	46
ตารางที่ ข.3	แสดงผลการวัดหาปริมาณแคปไซซินในสารละลายตัวอย่าง กับ spike sample และค่า %Recovery	47
ตารางที่ ข.4	แสดงผลการวัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อหาค่า LOD และ LOQ	48
ตารางที่ ข.5	แสดงผลการวัดหาปริมาณแคปไซซิน และพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน	49
ตารางที่ ข.6	แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง	50
ตารางที่ ข.7	แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	โครงสร้างโมเลกุลของแคปไซซิน	7
รูปที่ 2.2	โครงสร้างโมเลกุลของอะลิซิน (Allicin)	11
รูปที่ 2.3	โครงสร้างโมเลกุลของเคออร์ซีทิน (Quercetin)	15
รูปที่ 2.4	โครงสร้างโมเลกุลของกรดซินนามิก (Cinnamic acid)	16
รูปที่ 2.5	โครงสร้างโมเลกุลของกรดพาราคูมาริก (p-Coumaric acid)	17
รูปที่ 2.6	โครงสร้างโมเลกุลของยูจีนอล (Eugenol)	17
รูปที่ 2.7	โครงสร้างโมเลกุลของฟลาโวนด์ (Flavone)	17
รูปที่ 2.8	โครงสร้างโมเลกุลของซิทรัล (Citral)	21
รูปที่ 2.9	โครงสร้างโมเลกุลของเจอร์รานอล (Geraniol)	21
รูปที่ 2.10	โครงสร้างโมเลกุลของเบต้าไมซีน (β -myrcene)	22
รูปที่ 2.11	โครงสร้างโมเลกุลของรูทีน (Rutin)	23
รูปที่ 2.12	โครงสร้างโมเลกุลของเฮสเปอร์ดิคิน (Hesperidin)	23
รูปที่ 4.1	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับพื้นที่พีค	33
รูปที่ 4.2	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซินกับค่าความเข้มข้นแคปไซซินที่ตรวจวัดได้ (detector response)	35
รูปที่ ก-1	เครื่องโครมาโทกราฟของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC)	42
รูปที่ ก-2	ส่วนประกอบของเครื่องโครมาโทกราฟของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC)	43
รูปที่ ค-1	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายตัวอย่างพริกสดเมื่อใช้สารละลายเมทานอล 100 ml	54
รูปที่ ค-2	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายตัวอย่างพริกสดเมื่อใช้สารละลายเมทานอล 200 ml	54
รูปที่ ง-1	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 10 ppm	55
รูปที่ ง-2	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 30 ppm	55
รูปที่ ง-3	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 50 ppm	56
รูปที่ ง-4	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 70 ppm	56
รูปที่ ง-5	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 90 ppm	57
รูปที่ ง-6	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 110 ppm	57
รูปที่ ง-7	กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 130 ppm	58
รูปที่ จ-1	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f0 f6/117	59
รูปที่ จ-2	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f0 8.05/114.9	59

รูปที่ จ-3	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 8.05/119.1	60
รูปที่ จ-4	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 13/114	60
รูปที่ จ-5	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 13/117	61
รูปที่ จ-6	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 13/120	61
รูปที่ จ-7	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 17.95/114.9	62
รูปที่ จ-8	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 17.95/119.1	62
รูปที่ จ-9	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f ₀ 20/117	63
รูปที่ ฉ-1	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_ho60	64
รูปที่ ฉ-2	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_ho70	64
รูปที่ ฉ-3	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_ho80	65
รูปที่ ฉ-4	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_mi180	65
รูปที่ ฉ-5	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_mi360	66
รูปที่ ฉ-6	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_mi540	66
รูปที่ ฉ-7	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R123/2.10	67
รูปที่ จ-8	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R127.5/2.2	67
รูปที่ ฉ-9	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R127.5/2.34	68
รูปที่ ฉ-10	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R132/2.3	68
รูปที่ ฉ-11	กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R133.8/2.2	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

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

น้ำพริกแกงแดงเป็นส่วนผสมหลักที่คนไทยนิยมใช้เป็นเครื่องปรุงในอาหารชนิดไทยๆ หลายชนิด โดยกลยุทธ์ส่งเสริมการตลาดที่สำคัญของผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงแดงและอาหารที่มีน้ำพริกแกงแดงเป็นส่วนประกอบ คือ การยกระดับให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพโดยต้องเน้นให้ผู้บริโภคตระหนักถึงสรรพคุณของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ในน้ำพริกแกงแดง โดยอนุมูลอิสระนี้เชื่อว่า มีผลต่อการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื่อในระยะสั้น ในระยะยาวอาจมีผลต่อความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ และอาจเป็นสารการก่อมะเร็ง และโรคหัวใจ ต้อกระจก จากการวิจัยพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิด โรคมะเร็งได้ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระนี้พบว่ามีมากในสมุนไพรและเครื่องเทศต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแดง นอกจากนี้ในสมุนไพรต่างๆยังมีสรรพคุณในการละลายลิ่มเลือด ลดความดัน ความสามารถในการชะลอความแก่ ความสามารถในการต้านทานจุลชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุข มูลฐาน กระทรวงสาธารณสุข, 2541)

ผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงแดงสำเร็จรูป นิยมบรรจุในกระป๋องหรือบรรจุในภาชนะอ่อนตัว (Retort Pouch) เป็นน้ำพริกแกงแบบเปียกมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก จัดเป็นอาหารในกลุ่มกรดต่ำ (Low Acid Food) เนื่องจากมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 5-6 และมีค่า Water Activity (A_w) มากกว่า 0.85 การเก็บรักษาใช้การแปรรูปด้วยความร้อนสูง ซึ่ง การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ (Commercial Sterilization) ให้สามารถเก็บรักษาได้นานและปลอดภัยต่อผู้บริโภคต้องใช้อุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งปกติสภาวะที่ผู้ประกอบการใช้ในการฆ่าเชื้ออยู่ในช่วง 116-120 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้อที่ใช้เวลาค่อนข้างนานเนื่องจากส่วนประกอบหลายชนิดของน้ำพริกแกงแดง เช่น กระเทียม หอมแดง ขิง ข่า มีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นค่อนข้างสูง โดยเฉพาะสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนความร้อนสูง

ผลของความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ นอกจากจะทำให้ลดปริมาณจุลินทรีย์ลงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้ว แต่ข้อเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ คือ คุณภาพของน้ำพริกแกงแดงจะลดลง เช่น สี กลิ่น รสชาติ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความร้อนทำให้สารต้านอนุมูลอิสระบางส่วนสลายตัวไปด้วย ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกสภาวะการผลิตเช่น ส่วนผสม วิธีการเตรียม อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ ชนิดและขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ ที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงเพื่อให้คงรักษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นจุดขายที่สำคัญของผลิตภัณฑ์

ในน้ำพริกแกงแดง ส่วนประกอบหลัก คือ พริกแห้งและกระเทียม ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระในพริกแห้งคือ แคปไซซิน ซึ่งเราจะศึกษาหาปริมาณแคปไซซินของกระบวนการเตรียมตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและการทำแห้ง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของการเตรียมตัวอย่าง เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาด้านการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตอุตสาหกรรม ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะทำการตรวจวัดปริมาณแคปไซซิน ซึ่งมีอยู่ในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและการทำแห้งโดยทั้งพริกแห้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญและมีอยู่ในปริมาณมากในน้ำพริกแกงแดง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการแข่งขันและผลักดันให้อาหารไทยซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแดงเป็นที่นิยมอย่างแพร่ไปทั่วโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อทราบปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและการทำแห้ง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ตรวจวัดหาปริมาณแคปไซซินของกระบวนการเตรียมตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและการทำแห้ง ดังนั้นในการเตรียมตัวอย่างแบบบรรจุกระป๋องจะใช้ระดับความร้อนที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 114, 117 และ 120 องศาเซลเซียส และการเตรียมตัวอย่างแบบการทำแห้งจะใช้ระดับอัตราการทำแห้ง 3 แบบคือตู้อบลมร้อนและตู้อบสูญญากาศที่ความดัน 0.7 bar ที่ 3 อุณหภูมิ คือ 60°C, 70°C และ 80°C และเตาอบไมโครเวฟ ที่ 3 กำลังวัตต์ คือ 180 , 360 และ 540 วัตต์ โดยนำตัวอย่างมาสกัดด้วย เมทานอล และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟของเหลวสมรรถนะสูง โดยมีเฟสเคลื่อนที่เป็น เมทานอล:น้ำ (40:60)

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1. สืบค้นแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหาวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม
3. เตรียมสารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือ
4. เตรียมสารละลายเคมี และสารละลายมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การสกัดตัวอย่าง
6. การเตรียมกราฟมาตรฐาน
7. ตรวจวัดปริมาณสารละลายมาตรฐานชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน และสร้างกราฟมาตรฐาน
8. ตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้จากน้ำพริกแกงแดงที่บรรจุกระป๋องและน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านการทำแห้ง
9. การประเมินผลโดยใช้หลักทางสถิติและสรุปผล
10. เขียนรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.สามารถทราบปริมาณแคปไซซินของน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านการทำแห้ง
- 2.สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในอาหารเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการผลิตน้ำพริกแกงแดงสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมต่อไป
3. สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการบ่งบอกคุณภาพของน้ำพริกแกงแดงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

การประกอบอาหารซึ่งมีส่วนผสมของสมุนไพรสดต่างๆชนิดกันนั้นเป็นเอกลักษณ์สำคัญอย่างหนึ่งของอาหารไทย โดยสมุนไพรอาจนำมาใช้สดๆ โดยการทุบหรือทุบเพียงเล็กน้อย แล้วตำกับผักหรือเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น การทำต้มยำ หรืออาจนำสมุนไพรสดมาชอยแล้วคลุกเคล้ากับเนื้อสัตว์ที่สุกและเครื่องปรุงอื่นๆ โดยไม่ผ่านความร้อนเพิ่มเติม เช่น การทำยำ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบที่นำสมุนไพรหลายชนิด เช่น พริก หอม กระเทียม มาบดหรือโขลกรวมกันพร้อมกับเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสอย่างอื่น เช่น ลูกผักชี กะปิ เป็นต้น รูปแบบสมุนไพรผสมกันดังกล่าวเรียกว่า น้ำพริกแกง

น้ำพริกสามารถแบ่งประเภทตามจุดประสงค์การใช้ได้ 2 ประเภทใหญ่ คือ น้ำพริกแกง ซึ่งจะต้องนำไปประกอบกับเครื่องปรุงอื่น และผ่านการหุงต้มเพื่อปรุงเป็นอาหารที่พร้อมรับประทาน น้ำพริกอีกประเภท คือ น้ำพริกที่เป็นเครื่องจิ้ม โดยที่น้ำพริกประเภทนี้สามารถใช้กินเป็นอาหารได้เลย โดยมักกินกับข้าวและมีผักสดหรือผักสุก (ลวก/ต้ม) เป็นเครื่องเคียง

จากข้อความข้างต้น จะเห็นว่า ไม่ว่าจะป็นน้ำพริกแกงหรือน้ำพริกเครื่องจิ้ม ต่างก็มีสมุนไพรที่เป็นส่วนประกอบหลักคล้ายกัน ได้แก่ กระเทียม หอมแดง ข่า ตะไคร้ มะกรูด และพริก สมุนไพรทั้งห้าชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันดีและใช้กันมานานในตำราการแพทย์แผนไทยว่า แต่ละชนิดมีสรรพคุณที่ใช้เป็นยาเพื่อบรรเทาความเจ็บป่วยเบื้องต้นได้ นอกเหนือจากการใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารของไทย

2.1 น้ำพริกแกงแดง

น้ำพริกแกง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบที่บดแล้วอาจผสมกะทิหรือน้ำมันบริโภคนิดอื่นก็ได้ แล้วนำไปให้ความร้อนจนแห้งก็ได้แล้วแต่ประเภทของพริกแกงโดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของน้ำพริกแกงนั้นๆ ไว้ 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 ยี่หระ และพริกไทย
- 2) เกลือบริโภคได้
- 3) เครื่องปรุงแต่ง กลิ่น รสต่างๆ ได้แก่ น้ำปลา น้ำตาล มะขามเปียก และอื่นๆ (ถ้ามี) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำพริกแกงแดงก็เป็นน้ำพริกแกงอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับคามนิยมนำไปเป็นส่วนประกอบหลักในอาหารไทยหลายชนิด โดยส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำพริกแกงแดงมีดังนี้ พริกแห้ง กระเทียม ตะไคร้ ข่า หอมแดง ผิวมะกรูด และกะปิ

2.1.1. พริก

คนไทยมีการปลูกและบริโภคพริกกันอย่างกว้างขวาง พริกถือเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความนิยมนบริโภคมีอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งเผ็ดมากและเผ็ดน้อยหรือเกือบไม่เผ็ดเลย ที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่ พริกขี้หนู พริกขี้ฟ้า พริกหนุ่ม พริกหวาน พริกหยวก เป็นต้น พริกมีรูปร่างของผลที่แตกต่างกันออกไป มีทั้งรูปยาวรี กลม หรือบวบขี้ และตามขนาดผล มีตั้งแต่ไม่ถึงนิ้วจนกระทั่งหลายนิ้ว หรือทรงกลมขนาดเท่าหัวแม่มือ ส่วนสีสันก็มีมากมายหลายสี เช่น สีเขียว แดง ม่วง เหลือง ส้ม ขาว ความนวลที่ผิวของผลพริกนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์หรืออายุ ส่วนความเผ็ดก็ไม่มี ความสัมพันธ์ใดๆ กับขนาดของผล เช่น พริกขี้หนูมีรูปร่างยาวรี ขนาดเล็กแต่เผ็ดร้อน แม้จะมีขนาดผลเล็กแต่ก็มีฤทธิ์ของความเผ็ดมาก ต่างกับพริกหยวกที่มีขนาดยาวและใหญ่กว่า กลับเผ็ดน้อยกว่า ผลพริกสามารถบริโภคได้ทั้งในรูปสดหรือแห้ง หรือในรูปปรุงแต่งอื่นๆ เช่น พริกคอง พริกเผา หรือพริกแกงต่างๆ อาหารไทยมีชื่อเสียงในด้านความเผ็ด และพริกขี้หนูมีส่วนในการทำให้อาหารไทยโด่งดังทั่วโลก ขึ้นชื่อเป็นอาหารยอดนิยม 1 ใน 10 ของโลก คือ "ต้มยำกุ้ง"

ถิ่นกำเนิด

พริกมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในทวีปอเมริกาใต้ และการใช้ประโยชน์มานานนับหลายพันปีก่อน การสำรวจพบทวีปอเมริกาของ คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส ด้วยรสชาติที่น่าพิศวง และได้ถูกนำเข้ามาเผยแพร่ในยุโรป ในชื่อของ พริกแดง (red pepper : *Capsicum* spp.) ตามลักษณะสีของผล เมื่อเปรียบเทียบกับพริกไทยดำ (black pepper, *Piper nigrum* L.) ที่นิยมปลูกกันอยู่แล้ว ก่อนแพร่กระจายมายังประเทศต่างๆ ในเอเชีย พริกกับพริกไทย แม้จะมีชื่อว่าพริกเหมือนกัน แต่พืชทั้งสองชนิดไม่มีความเกี่ยวพันกัน พริกเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์โซลานาซีอี (Solanaceae) เช่นเดียวกับมะเขือเทศ มะเขือ มันฝรั่ง ยาสูบ และพืทูเนีย พริกจัดอยู่ในสกุลแคปซิคัม (*Capsicum* มาจากภาษากรีก *kapto* แปลว่า "กัด") ซึ่งมีประมาณ 25 ชนิด (species) ที่นิยมปลูกกันมีเพียง 5 ชนิดเท่านั้น ได้แก่ *C. annum* L., *C. baccatum* L., *C. chinensis* Jacq., *C. frutescens* L., *C. pubescens* R. & P. และมีพันธุ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นอีกมากมาย พริกนั้นมียี่ห้อที่ใช้เรียกกันอยู่หลายคำ ได้แก่ pepper, chili, chilli, chile และ capsicum คนไทยอาจจะคุ้นเคยกับคำว่า chilli

พันธุ์พริก

Capsicum annuum L. คำว่า annuum แปลว่า รายปี หรือประจำปี เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกไปทั่วโลก สามารถผสมข้ามพันธุ์ได้ง่าย ทำให้มีหลากหลายสายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์นิวม็อกซิโก พันธุ์จาลาปีโน (Jalapeno) พันธุ์เบลล์ (Bell) พันธุ์แว็กซ์ (Wax) เป็นต้น ส่วนพันธุ์ที่คนไทยรู้จักกันดีคือ พริกชี้ฟ้า

Capsicum baccatum L. คำว่า baccatum หมายถึง ผลเป็นพวง (berry like) พริกชนิดนี้มีต้นกำเนิดในเปรูและโบลิเวีย ปัจจุบันแพร่กระจายอยู่ทั่วทวีปอเมริกาใต้ ตัวอย่างของพันธุ์พริกชนิดนี้ ได้แก่ พริกอาจิ (aji)

Capsicum chinensis Jacq. คำว่า chinensis หมายถึง มาจากประเทศจีน ทำให้อาจจะเข้าใจผิดว่าพริกนี้มีต้นกำเนิดจากประเทศจีน ความจริงแล้วพริกชนิดนี้มีต้นกำเนิดในแถบแม่น้ำอเมซอน จากนั้นแพร่เข้าสู่แถบแคริบเบียน แล้วแพร่กระจายไปยังอเมริกาตอนกลางและตอนใต้ พริกสำคัญที่จัดอยู่ในชนิดนี้ก็คือ พริกฮาบานโร ที่ได้ชื่อว่าเผ็ดที่สุด

Capsicum frutescens L. คำว่า frutescens หมายถึง เป็นพุ่มเตี้ย (shrubby or bushy) พริกเด่นในกลุ่มนี้ ได้แก่ พริกทาบาสโก ถือเป็นวัตถุดิบในการทำซอสพริกทาบาสโกอันเลื่องชื่อ และพริกชี้หนูของไทย ที่มีเอกลักษณ์ความเผ็ดที่โดดเด่นไม่แพ้ใคร

Capsicum pubescens R. & P. คำว่า pubescens หมายถึง มีขน (hairy) เป็นพริกที่มีต้นกำเนิดในโบลิเวีย แต่ปัจจุบันปลูกกันทั่วทวีปอเมริกาจนถึงอเมริกากลาง พริกพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ พริกโรโคโต (rocoto)

พริกแห้ง (Capsicum)

พริกแห้ง หมายถึง ผลลักษณะที่ได้จากผลของพืชสกุลพริก (*Capsicum* sp.) เช่น พริกชี้หนูสวน (*Capsicum minimum* Roxb) พริกชี้หนู (*Capsicum Frutescens* Linn.) และพริกอ่อน หรือ พริกชี้ฟ้า (*Capsicum annuum* Linn.) ที่สุกหรือแก่จัดนำมาทำแห้ง อาจมีก้านผลติดอยู่หรือไม่ก็ได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2526)

ความเผ็ดของผลพริก

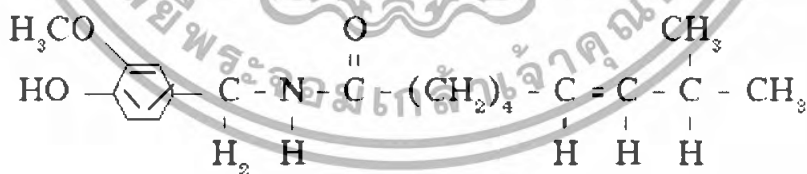
พริกเป็นพืชที่อยู่ในสกุลแคปไซซินัม (*Capsicum*) มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเขตร้อนและหมู่เกาะอินเดียนตะวันตก พริกประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อน ตั้งแต่ 0.1-1 SU. (Scovilk Heat Unit) สารที่ทำให้รสเผ็ดร้อน คือ แคปไซซิน (*Capsaicin*), ไดไฮโดรแคปไซซิน (*Dihydrocapsaicin*) นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (*Nordihydrocapsaicin*) โฮโมแคปไซซิน (*Homocapsaicin*) และ โฮโมไดไฮโดร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคปไซซิน (Homodihydrocapsaicin) สารสองชนิดหลังนี้เป็นสารที่มีปริมาณน้อย สารที่มีรสเผ็ดร้อนเหล่านี้อยู่ในบริเวณไส้ (Dissapiment) ของผล ไม้ไซที่อยู่ที่เม็ด สารประกอบทั้งหมดนี้รวมเรียกว่า แคปไซซินอยด์ (Capsaicinoids) นอกจากนี้ยังพบสารอื่นๆอีก เช่น แคปซานทิน (Capsanthin) แคปซารูบิน (Capsarubin) คาโรทีน (Carotene) เลโทโอลิน (Leteolin) ไขมัน วิตามิน เอ และซี มีน้ำมันหอมระเหย (Volatile Oil) ซึ่งพบในปริมาณน้อย (นิจศิริ, 2534)

พริกเมื่อถูกที่ผิวหนังทำให้รู้สึกร้อน ปวดแสบปวดร้อนมาก น้ำคั้นพริกมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียในหลอดทดลอง เช่น พวก *E. coli*, *Salmonella spp.* ปัจจุบันองค์การเกษตรกรรมได้มีการสกัดสารแคปไซซินจากพริก นำไปผสมเป็นส่วนประกอบของยาชนิดต่างๆ เช่น ยาชาตุนยาเจริญอาหาร ยาขับลม และยาแก้ปวดท้อง เพื่อกระตุ้นให้มีการหลั่งเอนไซม์ ตลอดจนการบีบตัวและการคลายตัวของกระเพาะอาหาร ผสมในจี๊ฟงทา ถู นวด แก้อาการปวดเมื่อย ทำให้บริเวณที่ทามีเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น ในด้านอาหาร โดยเฉพาะอาหารของชาวตะวันออก ใช้ทั้งพริกสดและแห้งเป็นเครื่องเทศ ใช้แต่งรสของเครื่องคั่วและเหล้า ผสมเป็นเครื่องแกง ในบางโอกาส

สารแคปไซซินมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{18}H_{26}O_{23}N$ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า 8-Methyl-N-Vanillyl-6-Nonenamide (กรองแก้ว เนาสราญ และวุดซิช นุดกุล, 2535) สารแคปไซซินเมื่อละลายน้ำ 1 ส่วนใน 11 ล้านส่วน ยังคงมีความเผ็ดอยู่ รสเผ็ดนี้จะไม่ถูกทำลายด้วยด่าง แต่จะถูกทำลายได้โดยสารออกซิไดซ์ (Oxidizing Agent) เช่น โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate, K_2CrO_7) หรือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium Permanganate, $KMnO_4$) และสามารถละลายในน้ำได้เล็กน้อย แต่จะละลายได้ดีในไขมัน น้ำมัน และแอลกอฮอล์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างโมเลกุลของแคปไซซิน

แคปไซซินเป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส ดังนั้นการที่พูดว่าพริกมี "รสเผ็ด" จึงไม่ถูกต้องตามสมบัติของตัวสารเคมีนี้ เนื่องจากคนเราก็กไม่มีต่อมรับรสเผ็ด คงมีแต่ต่อมรับรูรสเปรี้ยว เค็ม หวาน และขมเท่านั้น อาการเผ็ดจึงน่าจะเป็นอาการของความรู้สึกออกแสบออกร้อนมากกว่า อย่างไรก็ตาม "รสเผ็ด" ก็เป็นที่เข้าใจและยอมรับโดยทั่วไป สารแคปไซซินนั้น สามารถทนต่อความร้อนและความเย็น ดังนั้นการต้มให้สุกหรือแช่แข็ง จะไม่มีผลทำให้ความเผ็ดสูญหายไปแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงนับเป็นเรื่องดีที่กระบวนการทำอาหาร ทั้งการต้ม ยำ แกง หรือเผา ยังคงความเผ็ดของพริกไว้ได้เหมือนเดิม

เสน่ห์ของพริกโดยเฉพาะในแง่ของคุณค่าทางอาหาร กล่าวคือ สารสีเหลือง สีส้ม และสีแดงของผล จัดเป็นสารจำพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งมีอยู่มากมายถึง 20 ชนิด ที่สำคัญได้แก่ เบต้าแคโรทีน (beta-carotene) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอที่ช่วยบำรุงสายตา แคโรทีนอยด์เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในไขมันเช่นกัน ดังนั้นการใช้พริกในส่วนผสมของอาหารทั้งการต้มแกงนานๆ จึงไม่ทำให้สีของพริกจางลง แต่อาจจะละลายออกมาบ้างกับไขมันที่อยู่ในน้ำแกง นอกจากนี้ พริกยังเป็นแหล่งให้วิตามินซีในปริมาณที่สูงมาก กล่าวคือ ผลพริก 1 ออนซ์ (28 กรัม) จะมีวิตามินซีสูงถึง 100 มิลลิกรัม และวิตามินเอ 16,000 หน่วย ปริมาณดังกล่าวนี้จะสูงกว่าปริมาณวิตามินซีและวิตามินเอที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน แต่วิตามินซีจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ดังนั้นถ้าต้องการ ได้วิตามินซีสูงควรรับประทานในรูปของพริกสดร่วมกับผักสลัด สำหรับผลพริกหรือดอกพริกที่มีสีม่วงนั้น เกิดจากสารพวกแอนโทไซยานิน ซึ่งสารพวกนี้สามารถละลายน้ำได้

นอกจากนี้ผลพริกยังมีคุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารอื่นอีก เช่น ไขมันคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน แต่มีในปริมาณที่ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของร่างกาย พริกแดงสดจำนวนหนึ่งในสี่ถ้วยตวง (ประมาณ 25 กรัม) จะมีโปรตีน 1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4 กรัม เส้นใย 0.6 กรัม โซเดียม 3 มิลลิกรัม วิตามินซี 91 มิลลิกรัม เบต้าแคโรทีน 2.2 มิลลิกรัม ไขมัน 0.1 กรัม และพลังงาน 15 แคลอรี หรือในพริกชี้หูสด 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำ 86 กรัม โปรตีน 1.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 9.2 กรัม ไขมัน 1.9 กรัม ธาตุเหล็ก 1.2 มิลลิกรัม แคลเซียม 14.4 มิลลิกรัม วิตามินเอ 420-5700 IU วิตามินซี 163 มิลลิกรัม และพลังงาน 109 กิโลจูล

บริเวณที่พบสารแคปไซซินภายในผลพริกนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณเชื่อมกลางสีขาวหรือเรียกว่า "รก" (placenta) ส่วนของเนื้อผลพริก เปลือกผล และเมล็ดจะมีสารแคปไซซินอยู่น้อยมาก ซึ่งคนทั่วไปมักคิดว่าเมล็ดคือส่วนของพริกที่เผ็ดที่สุด ปริมาณของสารแคปไซซินจะมีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดและสายพันธุ์ของพริก กล่าวคือ ปริมาณของสารแคปไซซิน มากน้อยเรียงตามลำดับ ดังนี้คือ พริกชี้หู 18.2 ppm. (ส่วนในล้านส่วน), พริกเหลือง 16.7 ppm., พริกชี้ฟ้า 4.5 ppm., พริกหยวก 3.8 ppm., พริกหวาน (พริกยักษ์) 1.6 ppm. พริกที่เผ็ดมากจะมีปริมาณแคปไซซินสูงกว่าพริกที่เผ็ดน้อย อย่างไรก็ตามแม้ว่าพริกจะเผ็ดมาก แต่ปริมาณสารแคปไซซินก็ไม่ได้มีมากมายเพราะว่าพริกที่มีสารนี้เพียงเล็กน้อยก็ทำให้เผ็ดได้ ตัวอย่างเช่น พริกชี้ฟ้า 1 กิโลกรัม จะสามารถสกัดสารแคปไซซินออกมาได้ 2.13 กรัมเท่านั้น เนื่องจากสารแคปไซซินสามารถละลายในน้ำได้เพียงเล็กน้อย แต่ละลายได้ดีในไขมัน น้ำมัน และแอลกอฮอล์ ดังนั้นถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการบรรเทาความเผ็ดของอาหารในปาก ควรดื่มแอลกอฮอล์หรือกินอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบมากกว่าการดื่มน้ำ ซึ่งน้ำที่ดื่มนั้นมีผลเพียงช่วยบรรเทาอาการแสบร้อนได้เท่านั้น ความเผ็ดยังไม่ได้ลดลง เพราะว่าน้ำละลายสารดังกล่าวได้ไม่ดี

สารพัดประโยชน์จากพริก

จากข้อมูลของการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปประโยชน์ของพริก ได้ดังนี้

ช่วยบรรเทาอาการไข้หวัด ช่วยให้ระบบการหายใจสะดวกสบายยิ่งขึ้น สารแคปไซซินที่อยู่ในพริกมีคุณสมบัติช่วยลดน้ำมูกหรือลดปริมาณสารที่ขัดขวางระบบการหายใจ ในผู้ป่วยที่เป็นไข้หวัด ไซนัส หรือโรคภูมิแพ้ต่างๆ ช่วยบรรเทาอาการไอสารแคปไซซินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของตัวยาหลายๆ ชนิด นอกจากนั้นสารเบตาแคโรทีนในพริกช่วยป้องกันการติดเชื้อต่างๆ ในบริเวณเนื้อเยื่อผนังช่องปาก จมูก ลำคอ และปอด

ช่วยลดการอุดตันของเส้นเลือด หรือการเสียชีวิตอันเนื่องมาจากเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงสมองอุดตัน การบริโภคพริกเป็นประจำจะช่วยลดอัตราความเสี่ยงจากการอุดตันของเส้นเลือด นับเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหัวใจล้มเหลว เนื่องจากพริกช่วยให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้นและช่วยลดความดัน เพราะในพริกมีสารจำพวกเบตาแคโรทีนและวิตามิน ซี ซึ่งช่วยเสริมสร้างผนังหลอดเลือดให้แข็งแรง เพิ่มการยืดตัวของผนังหลอดเลือด ทำให้ปรับตัวเข้ากับแรงดันระดับต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ช่วยลดปริมาณสารคอเลสเตอรอล สารแคปไซซินช่วยป้องกันมิให้ตับสร้างคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (LDL-low density lipoprotein) ในขณะที่เดียวกันก็ส่งเสริมให้มีการสร้างคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL-high density lipoprotein) มากขึ้น ทำให้ปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดต่ำลง เป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค จากการศึกษาในคนพบว่า อาหารรสเผ็ดที่มีสารแคปไซซินอาจช่วยลดปริมาณอาหารที่รับประทานได้ประมาณ 200 กิโลแคลอรี และยังเพิ่มระดับของเอนไซม์ในตับซึ่งเกี่ยวข้องกับทำให้ไขมันแตกตัว การช่วยเร่งเมตาบอลิซึม และการสันดาบในร่างกาย รวมทั้งการช่วยใช้พลังงานที่ทำให้น้ำหนักตัวลดลง ซึ่งขณะนี้กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก

ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง เนื่องจากพริกเป็นพืชผักที่มีวิตามินซีสูง การบริโภคอาหารที่มีวิตามินซีมากๆ จะช่วยปกป้องการเกิดโรคมะเร็งได้ วิตามินซีช่วยยับยั้งการสร้างไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินอาหาร วิตามินซีช่วยเสริมสร้างคอลลาเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบของกระดูกอ่อน รวมถึงเป็นส่วนประกอบของผิวหนัง กล้ามเนื้อ และปอด คอลลาเจนเป็นโปรตีนที่สามารถหยุดการแพร่กระจายของเซลล์เนื้อร้ายได้ นอกจากนี้วิตามินซียัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) กล่าวคือสามารถขจัดหรือขัดขวางบทบาทของอนุมูลอิสระ (free radicals) ที่จะก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์ จนเป็นเซลล์มะเร็งในที่สุด สารเบต้าแคโรทีนในพริกช่วยลดอัตราการเสี่ยงของโรคมะเร็งในปอด และในช่องปาก คนที่รับประทานผักที่มีสารเบต้าแคโรทีนน้อย จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งมากกว่าคนที่รับประทานผักที่มีเบต้าแคโรทีนสูงถึง 7 เท่า คุณสมบัติของสารเบต้าแคโรทีนจะช่วยลดอัตราการกลายพันธุ์ของเซลล์และทำลายเซลล์มะเร็ง สำหรับพริกบางชนิดที่มีสีม่วงจะมีสารพวอกแอนโทไซยานิน ซึ่งสารนี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คือ สามารถทำลายอนุมูลอิสระได้เช่นกัน

ช่วยบรรเทาอาการเจ็บปวด เช่น ลดอาการปวดฟัน บรรเทาอาการเจ็บคอ และการอักเสบของผิวหนัง เป็นต้น ในปัจจุบันมีการใช้สารแคปไซซินเป็นส่วนประกอบของขี้ผึ้ง ใช้ทาบรรเทาอาการปวดอันเนื่องมาจากผดผื่นคันและอาการผื่นแดงบริเวณผิวหนัง รวมทั้งอาการปวดที่เกิดจากเส้นเอ็น โรคเกาต์ หรือโรคข้อต่ออักเสบ เป็นต้น นอกจากนี้ผลการทดลองใหม่ๆ ยังบ่งชี้ว่าสารแคปไซซิน ช่วยลดอาการปวดศีรษะและไมเกรนลงได้

ช่วยเสริมสร้างสุขภาพและอารมณ์ดี เนื่องจากสารแคปไซซินมีส่วนในการส่งสัญญาณให้สมองได้สมองสร้างสาร เอนดอร์ฟิน (endorphin มาจากคำว่า endogenous morphine) ขึ้น สารเอนดอร์ฟินเป็นเปปไทด์ขนาดเล็ก (โปรตีนสายสั้นๆ) มีคุณสมบัติคล้ายมอร์ฟิน คือ บรรเทาอาการเจ็บปวด ในขณะที่เดียวกันก็สร้างอารมณ์ให้ดีขึ้น ยิ่งรับประทานเข้าไปมากเท่าใด ร่างกายก็จะสร้างเอนดอร์ฟินขึ้นมามากขึ้นเท่านั้น ปกติร่างกายของคนเราจะสร้างสารเอนดอร์ฟินขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย ดังนั้นการออกกำลังกายแม้จะทำให้ร่างกายเมื่อยล้า แต่ผู้ออกกำลังกายจะรู้สึกสดชื่นแจ่มใส

พริกเป็นสารป้องกันตัว มีการผลิตสเปรย์ป้องกันตัว โดยมีพริกเป็นส่วนประกอบสำคัญในสารสเปรย์ดังกล่าวนี้ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิต แต่ถ้าฉีดเข้าตาโดยตรงจะทำให้ตามองไม่เห็นเป็นเวลา 2-3 นาที ซึ่งนานเพียงพอที่จะแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้ ผู้ผลิตอาหารสัตว์บางรายผสมพริกลงในอาหารนก เพื่อป้องกันไม่ให้กระรอกกระแตมาแย่งอาหารนกไปกิน

การใช้พริกในส่วนประกอบอาหารสัตว์เพื่อทดแทนสารปฏิชีวนะ ภายใต้โครงการวิจัย สมุนไพรแทนยาปฏิชีวนะเสริมสร้างสุขภาพป้องกันโรคระบาดในไก่ เป็นต้น

ฤทธิ์ต่อการดูดซึมไขมันและปริมาณไขมันในตับ การให้พริกและสารแคปไซซินผสมในอาหารให้หนูขาว กิน ทำให้ระดับ ไขมันลดต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ในตับ เพราะไปทำให้น้ำย่อยที่สังเคราะห์ ไขมันลดลง จึงลดการสังเคราะห์ไขมัน งานวิจัยของ โยชิโองาและคณะ ศึกษาผลต่อการเผาผลาญอาหารและการใช้พลังงาน โดยการเติมพริกแดงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่มีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตสูง พบว่าการเติมพริกแดงในอาหารทั้งสองประเภทนั้น จะช่วยเร่งกระบวนการเมตาบอลิซึม ทำให้ระบบการเผาผลาญพลังงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด (นพ.วรวิทย์, 2546)

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย สารแคปไซซินมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียหลายชนิด เช่น บาซิลลัส (Bacillus Cereus) และ B.subtilis แต่ไม่มีผลต่อสแตปโตคอคคัส (Staptococcus aureus) และ อีโคไล (Escherichia coli) (ศศ.นัญญา, 2543)

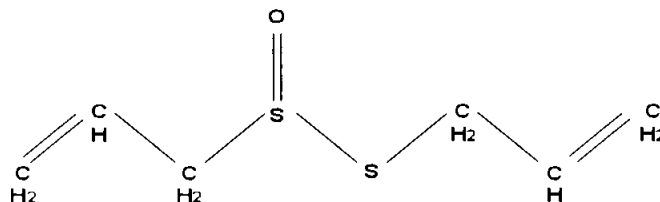
พริกยังถูกนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ตัวอย่างที่อยู่ระหว่างการศึกษาวิจัย เช่น ไล่แมลง ศัตรูพืช ใช้ป้องกันไม่ให้เพรียงมาเกาะท้องเรือ เป็นต้น

2.1.2 กระเทียม (Garlic)

กระเทียมมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Linn. วงศ์ Alliaceae ชื่ออังกฤษเรียกว่า การ์ลิก (Garlic) หรืออัลเลียม (Allium) มีถิ่นกำเนิดในทวีปยุโรป และตอนกลางของทวีปเอเชีย ส่วนที่นำมาใช้คือ หัวสด หรือหัวแห้ง ใบสด น้ำมันกระเทียม กระเทียมสดมีน้ำมันอยู่ประมาณร้อยละ 0.1-0.36 สารอินทรีย์หลายชนิดคือ อัลลีน (Allin, S-allyl-1-cysteine sulfoxide) และเมทิลซีสเตอีนซัลฟอกไซด์ (S-methyl-1-cysteine sulfoxide) น้ำย่อยหลายชนิด คือ อัลลีนเนส (Allinase) เพอร์ออกซิเดส (Peroxidase) ไมร์ออกซิเนส (Myroxinase) โปปรีดีน แร่ธาตุ วิตามินหลายชนิด เช่น วิตามิน บี1 วิตามิน บี 2 ไนอะซิน นอกจากนี้ยังมีไขมัน กรดอะมิโนและสารอื่นๆ อีก

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชล้มลุกที่มีหัวอยู่ใต้ดิน แต่ละหัวประกอบด้วยกลีบเรียงซ้อนกันประมาณ 4-15 กลีบ บางพันธุ์จะมีเพียงกลีบเดียว เรียกว่า “กระเทียมโทน” แต่ละกลีบมีกาบเป็นเยื่อบางๆ สีขาวอมชมพู หุ้มอยู่โดยรอบ กระเทียมมีรากไม่ยาวนาน ใบมีลักษณะยาวแบน ปลายใบแหลมแคบ โคนมีใบหุ้มซ้อนกัน ดอกออกเป็นช่อ มีสีขาวติดเป็นกระจุกที่ปลายก้านช่อ กระเทียมมีกลิ่นหอมฉุน รสชาติเผ็ดร้อน



รูปที่ 2.2 โครงสร้างโมเลกุลของอะลิซิน (Allicin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าด้านสุขภาพ

1. กระเทียมมีคุณสมบัติในการต้านการชะลอการแข็งตัวของเลือด (Anti-Thrombosis) การละลายลิ่มเลือดหรือการต้านการจับกันของเกล็ดเลือด (Anti-platelet Aggregation) การลดระดับไขมัน LDL และโคเลสเตอรอลในเลือด รวมทั้งลดความดันโลหิต โดยอาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แองจิโอเทนซินคอนเวอร์ติง (Angiotensin converting enzyme, ACE) (Orekhov and Grunwald, 1997; Rahnman and Lowe, 2006)

2. กระเทียมมีคุณสมบัติการต้านมะเร็ง (Anti-Cancer) จากการศึกษาทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคกระเทียมกับการลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งหลายชนิด เช่น การศึกษาผู้หญิงในวัยทองกว่า 40,000 คน พบว่าการบริโภคกระเทียมสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ได้ถึง 50% (Steinmetz et al., 1994) โดยคาดว่ากลไกที่เกี่ยวข้องกับการต้านมะเร็งของกระเทียม ได้แก่ การกำจัดสารอนุมูลอิสระ การกำจัดสารพิษในร่างกายโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ กลูตาไทโอนเอสทรานสเฟอไรส (Glutathione-S-transferase) คตะเลส (Catalase) หรือการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์กลุ่มไซโทโครม P450 (Cytochrome P450) รวมถึงการซ่อมแซมหรือป้องกันดีเอ็นเอ (Khanum et al., 2004)

หนูทดลองที่เป็นมะเร็งได้รับสารสกัดจากกระเทียมทางกระเพาะอาหาร โดยตรงพบว่าสามารถลดกระบวนการเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Peroxidation) ในเซลล์มะเร็งได้อย่างมีสัมพันธ์กันกับระดับกลูตาไทโอน (Glutathione) และเอนไซม์กลูตาไทโอนดีเพนเดนต์ (Glutathione-dependent enzymes) ที่เพิ่มขึ้น ทั้งยังพบว่าการให้สารสกัดกระเทียมร่วมกับมะเขือเทศบดละเอียด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้นได้ (Bhuvanewari et al., 2004)

การศึกษาโดยใช้สารไดอัลลิซัลไฟด์ (Diallyl Sulfide) และไดอัลลิซัลไฟด์ (Diallyl Disulfide) โดยตรงสู่กระเพาะของหนูทดลองที่ถูกทำให้เป็นมะเร็งลำไส้ด้วยสารเคมี พบว่าทำให้ระดับโปรตีน CYP2E1 ของตับลดลง ซึ่งมีผลต่อระดับการทำงานของเอนไซม์ไซโทโครม P450 (Davenport and Wargovich, 2005)

การทดสอบสาร Allicin กับเซลล์มะเร็งจากหนูและมนุษย์พบว่า Allicin สามารถกระตุ้นให้เซลล์มะเร็งเกิดการตายแบบ Apoptosis ได้ (Oommen et al., 2004) โดยมักพบว่ามีผลเกี่ยวข้องกับการบวนการทำงานของเอนไซม์ caspase

3. ใช้ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ และขับเสมหะ โดยใช้กระเทียมสดครึ่งกิโลกรัม ทูบพอแตก แช่ในน้ำหวานหรือน้ำผึ้ง 1 ถ้วย ประมาณ 1 สัปดาห์ รับประทานครั้งละครึ่งช้อนโต๊ะ วันละ 3 ครั้ง

4. ใช้ขับลมในกระเพาะอาหาร แก้อืดท้องเฟ้อ โดยใช้กระเทียมสด 5-7 กลีบ บดให้ละเอียด ผสมกับน้ำส้มสายชู 2 ช้อนโต๊ะ เติมน้ำตาลและเกลือเล็กน้อย กรองเอาแต่น้ำ ต้มวันละ 3 ครั้ง หลังรับประทานอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใช้รักษาแผลสด แผลเป็นหนอง โดยใช้กระเทียมสดปอกเปลือก นำมาทุบหรือผ่านตาในบริเวณที่เป็นแผล

6. ใช้รักษาโรคผิวหนังที่เกี่ยวกับเชื้อรา เช่น กลาก เกลื้อน น้ำกัดเท้า เชื้อราในช่องคลอด โดยใช้น้ำที่คั้นจากกระเทียมสดทาบริเวณที่เป็น

7. ลดอาการปวดฟันจากฟันผุ โดยใช้กระเทียมสดสับละเอียดทุก

8. ใช้รักษาอาการปวดหู หูอื้อ หูตึง โดยใช้น้ำกระเทียมหยอดหูประมาณ 1-2 หยด วัน

9. ใช้ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ และขับเสมหะ โดยใช้กระเทียมสดครึ่งกิโลกรัม ทุบพอแตก แช่ในน้ำหวานหรือน้ำผึ้ง 1 ถ้วย ประมาณ 1 สัปดาห์ รับประทานครั้งละครึ่งช้อนโต๊ะ วันละ 3 ครั้ง

ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง

1. ถ้าเก็บกระเทียมไว้นานเกินไป สารสำคัญในกระเทียมจะลดน้อยลง และหากจะใช้กระเทียมให้ได้ผลดีก็ไม่ควรกินหรือกลืนกระเทียมทั้งกลีบ ควรจะทุบหรือสับให้ละเอียดเสียก่อน เพื่อให้น้ำมันในกระเทียมมีฤทธิ์ในการรักษามากยิ่งขึ้น

2. หากจะเก็บกระเทียมไว้เพื่อรับประทานได้นานๆให้นำไปดองในน้ำส้มสายชูหรือน้ำซีอิ๊ว เพราะจะช่วยรักษาคุณค่าทางอาหารของกระเทียมได้เป็นอย่างดี

3. การปรุงกระเทียมโดยใช้ความร้อน เช่น การเจียว การต้ม จะทำให้คุณค่าในการเป็นยา รักษาโรคน้อยลง ดังนั้น ควรรับประทานกระเทียมในปริมาณที่มากขึ้นกว่า

4. คนที่เป็นโรคกระเพาะหรือท้องว่าง ไม่ควรรับประทานกระเทียม เพราะจะทำให้ระคายเคืองต่อกระเพาะอาหาร และเมื่อเกิดอาการปวดท้อง คลื่นไส้ ควรรับประทานกระเทียม

2.1.3 หอมแดง (Shallot)

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ : *Allium ascalonicum* Linn วงศ์ : LILIACEAE ลักษณะ : พืชที่มีลำต้นสั้นและฝังอยู่ใต้ดิน ขนาดสูงประมาณ 30 เซนติเมตร กาบใบพองออกเพื่อสะสมอาหาร ลักษณะเป็นช่อคล้ายร่ม ประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก กลีบดอกสีขาวอมม่วงมีกลีบดอก 6 กลีบ

หอมแดง เป็นพืชผักที่มีการปลูกมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ในประเทศไทยทุกครัวเรือนนำไปประกอบอาหาร และใช้ในการอุตสาหกรรมอาหารต่างๆมากมาย ส่วนตลาดต่างประเทศนั้นหอมแดงมีตลาดรับซื้อ ได้แก่ มาเลเซีย, อินโดนีเซีย, สิงคโปร์, ตะวันออกกลาง, เยอรมัน และอังกฤษ

มีสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ไกลโคไซด์ (Glycodides) เควอร์ซีทิน (Quercetin) แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะพิเศษ

หอมแดงเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินลักษณะของหัวคล้ายหัวหอม เรียกว่า หัวสะสมอาหารที่ใช้ประกอบอาหารในครัวเรือน ส่วนหัวจะมีสีแดงเข้มกว่า ส่วนที่เป็นลำต้น และใบอยู่พื้นดินขึ้นมา หอมแดงสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วน ที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 5.0 - 6.5 และความชื้นในดินควรสูงในขณะที่เจริญเติบโต แต่ถ้าหัวเริ่มแก่ดินและอากาศต้องแห้ง ช่วงที่ปลูกได้ผลดี คือ ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน - มีนาคม

ในสมัยโบราณใช้หอมแดงเป็นเครื่องยาสมุนไพรทั่วไป ปัจจุบันเป็นพืชที่ค่อนข้างจะหายาก เพราะคนสมัยใหม่ไม่รู้คุณค่าของพืชสมุนไพรชนิดนี้

สรรพคุณ

หัวหอม มีรสฉุน ช่วยขับลม แก้ท้องอืด ช่วยย่อยและเจริญอาหาร แก้บวม น้ำ แก้อาการอักเสบต่าง ๆ ขับพยาธิ ช่วยให้ร่างกายอบอุ่น เมล็ด แก้อาเจียนเป็นเลือด ร่างกายชุ่มชื้น

ข้อควรระวัง

ถ้ากินหัวหอมจำนวนมากมาเป็นประจำ อาจทำให้หลังลึมง่าย ผง งอก มีกลิ่นตัว ฟันเสีย ตาฝ้ามัว และประสาทเสียได้

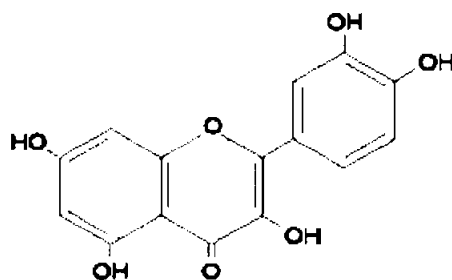
คุณค่าด้านสุขภาพ

1. เควอร์ซิทิน (Quercetin)

- กรูกลงนอนค่อนข้างยับยั้งความสามารถของเควอร์ซิทินในการปกป้องโคเลสเตอรอลไม่ให้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน

- นายแพทย์อเล็กซ์ มิดเดิลตัน จูเนียร์ แห่งมหาวิทยาลัยนิวยอร์ก เมืองบัฟฟาโล พบว่าเควอร์ซิทินช่วยยับยั้งการทำงานของ “โมเลกุลยึด” (Adhesion Molecules) ซึ่งทำให้เกิดอาการอักเสบ

- ในวารสารออนไลน์โกลิธีรีเสรีตซ์ (Oncology Research) รายงานว่าเควอร์ซิทินเป็นสารที่ใช้ได้ผลมากที่สุดในการต่อต้านเซลล์มะเร็งในรังไข่เมื่อใช้ร่วมกับสารไอโซฟลาโวนเจนิสทีน



รูปที่ 2.3 โครงสร้างโมเลกุลของเควอร์ซิทิน (Quercetin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)

- เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ป้องกันการเกิดต่อกระจก ป้องกันการแก่ก่อนวัย
- ลดอาการอักเสบ (Inflammatory) ของเซลล์เยื่อหุ้มสมอง ดังนั้น จึงลดอัตราการเกิดโรคพาร์กินสัน และโรคความจำเสื่อม เพราะสาเหตุหลักของทั้ง 2 โรคนี้เกิดจากการอักเสบของเซลล์เยื่อหุ้มสมอง กลไกที่ฟลาโวนอยด์ลดการอักเสบโดยการทำให้เนื้อเยื่อเซลล์หุ้มสมองที่แข็งแรงอ่อนตัวลง

- ป้องกันโรคหัวใจเพราะฟลาโวนอยด์จะไปลดกิจกรรมของเม็ดเลือดที่ทำให้เลือดแข็งตัว นอกจากนี้ ฟลาโวนอยด์จะทำหน้าที่เคลือบหลอดเลือดแดง อุปมาเหมือนสารเทปลอนที่เคลือบหม้อ เพื่อป้องกันการสะสมของไขมัน และยังช่วยเพิ่มระดับเอชดีแอล

(High density lipoprotein, HDL) หรือคอเลสเตอรอลที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอีกด้วย

- แก้ความดันโลหิตสูง
- ป้องกันโรคภูมิแพ้

3. ฟอสฟอรัส

มีความสำคัญสำหรับการเจริญเติบโต การซ่อมแซมเนื้อเยื่อ การเก็บและการให้พลังงานออกมา ช่วยในการส่งสัญญาณของตัวกระตุ้นประสาท และช่วยรักษาสุขภาพระบบประสาทให้ทำหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยควบคุมความสมดุลของกรด และด่างในเลือด ช่วยการดูดซึมของอาหารจากลำไส้เข้าสู่ร่างกายและส่งเสริมการขับฮอร์โมนออกจากต่อม กระตุ้นการคลายตัวของกล้ามเนื้อ รวมถึงกล้ามเนื้อของหัวใจ

4. แคลเซียม

- แคลเซียมช่วยให้กล้ามเนื้อบีบตัวได้ดีและทำให้หัวใจและหลอดเลือดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงส่งผลให้ความดันโลหิตลดลงได้

- แคลเซียม ช่วยป้องกัน มะเร็งลำไส้ใหญ่ มีการพบว่าหลังได้รับ แคลเซียม การแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติลดลง ดูเหมือนว่า แคลเซียม จะไปลดผลการรบกวนของน้ำดีและกรดไขมันในลำไส้ลงที่เป็นสาเหตุของการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติในลำไส้

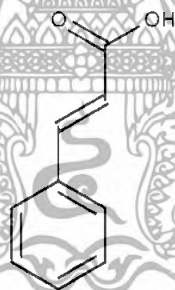
5. เหล็ก

ส่งเสริมการสร้างฮีโมโกลบินซึ่งเป็นสารสีที่ช่วยลำเลียงออกซิเจนและพบในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่แข็งแรง

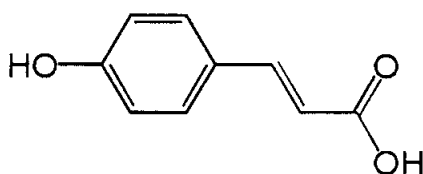
2.1.4 ข่า (Galanga)

ข่ามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Alpinia galangal* (L.) Swartz หรือ *Languas galangal* (L.) Stuntz. อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ตระกูลเดียวกับขิง เป็นพืชล้มลุกของเอเชียเขตร้อน มีลำต้นใต้ดินหรือรากลักษณะเป็นเหง้ามีข้อและป่องชัดเจน สีน้ำตาลอมแดง กลิ่นหอมฉุน รสขมอมหวาน และเผ็ดร้อน เหง้าอ่อน 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 20 กิโลแคลอรี มีเส้นใย 1.1 กรัม แคลเซียม 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 สารสำคัญที่พบในข่าเกือบทุกชนิดคือ ยูจีนอล (Eugenol) กรดซินนามิก (Cinnamic acid) และฟลาโวนอยด์บางชนิด

ข่านิยมนำมาปรุงแต่งกลิ่นอาหารเพื่อกำจัดกลิ่นคาวของเนื้อ ผสมในเครื่องแกง หรือผสมในลูกแป้งที่ใช้ทำข้าวหมากและเหล้า ในอุตสาหกรรมมีการผลิตน้ำมันหอมระเหยจากข่าเรียกว่า เอสเซนส์เดออะมาลี (Essence d' Amali) ซึ่งใช้ในน้ำหอม (Griggs, 1994) โดยสกัดได้ประมาณ 0.04-1.5% (นิจศิริ, 2534 ; Kätzer, 2001)



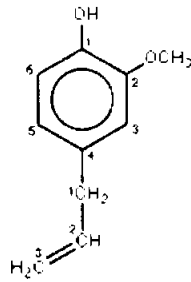
รูปที่ 2.4 โครงสร้างโมเลกุลของกรดซินนามิก (Cinnamic acid)



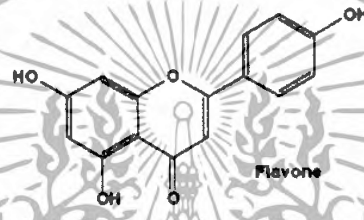
รูปที่ 2.5 โครงสร้างโมเลกุลของกรดพาราคูมาริก (p-Coumaric acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.6 โครงสร้างโมเลกุลของยูจีนอล (Eugenol)



รูปที่ 2.7 โครงสร้างโมเลกุลของฟลาโวนด์ (Flavone)

คุณค่าด้านสุขภาพ

1. มีสารจำพวกฟลาโวนอยด์จึงมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ
2. สารอะซิโตออกซีชาวิกอลอะซิเตต (1'-Acetoxychavicol Acetate) ที่พบในข่ามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียสแตปฟีโลคอคคัส (Staphylococcus aureus) (Oonmetta-aree, et al., 2005)
3. จากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดข่าด้วยแอลกอฮอล์ในเบื้องต้นเพื่อหาความสามารถในการต้านมะเร็ง โดยใช้เทคนิคทดสอบ Epstein-Barr Virus (EBV) Activation ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการก่อมะเร็งในขั้น Promotion ได้เป็นอย่างดี พบว่าหมู่อะซิโตซิล (Acetoxyl) บนโครงสร้างของสารชนิดนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สารชนิดนี้มีคุณสมบัติในการต้านมะเร็ง (Murakami *et al.*, 1994, 1995 & 2000) และสารดังกล่าว ยังสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการตายแบบ Apoptosis ได้ เมื่อทดสอบกับเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว (Myeloid Leukemia) ทั้งยังส่งผลให้อัตราการตายในหนูทดลองที่เป็นลูคีเมีย และมีอาการภูมิคุ้มกันบกพร่องขั้นรุนแรงอีกด้วย (Ito *et al.*, 2004)
4. มีสารหลายชนิดในข่าที่ต้านการอักเสบได้ (Anti-Inflammatory) โดยส่งผลยับยั้งการสร้าง ไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide) และไซโตไคน์ (Cytokines) ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบเช่น Interleukin และ Tumor necrosis factor- α (TNF- α) (Yadav, *et al.*, 2003)

5. มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 107905 อย่างอึ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่ามีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ โดยพบสารออกฤทธิ์ คือ cineole, camphor และ eugenol

6. มีฤทธิ์ขับน้ำดี

ข่ามี eugenol ซึ่งมีฤทธิ์ขับน้ำดี จึงช่วยย่อยอาหารได้

7. มีฤทธิ์ขับลม

ข่ามีน้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีฤทธิ์ขับลม

8. มีฤทธิ์ลดการอักเสบ

ข่ามีสารออกฤทธิ์ คือ 1'-acetoxychavicol acetate, 1'-acetoxyeugenol acetate และ eugenol ช่วยลดการอักเสบ และตำรับที่มีข่าเป็นส่วนประกอบมีฤทธิ์ลดอักเสบได้

9. มีฤทธิ์ยับยั้งแผลในกระเพาะอาหาร

ข่ามีสารออกฤทธิ์คือ 1'-acetoxychavicol acetate และ 1'-acetoxyeugenol acetate จึงช่วยยับยั้งแผลในกระเพาะอาหารได้

10. มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

สารสกัดข่าด้วยไตรเอทิลอีเธอร์ ปิโตรเลียมอีเธอร์ และน้ำกลั่นสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* ที่เป็นสาเหตุของอาการแน่นจุกเสียดท้องได้ โดยพบ eugenol เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

11. มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา

สารสกัดข่าด้วยน้ำกลั่น เมทานอล ไดคลอโรมีเทน เฮกเซน หรืออัลกอฮอล์ สามารถฆ่าเชื้อรา คือ *Microsporium gypseum*, *Trichophyton rubrum* และ *Trichophyton mentagrophyte* ที่เป็นสาเหตุของโรคกลากเกลื้อนได้ โดยพบ 1'-acetoxychavicol acetate และ 1'-acetoxyeugenol acetate เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา

12. การใช้ข่ารักษาอาการแน่นจุกเสียด

- ใช้เหง้าสด 5 กรัม หรือเหง้าแห้ง 2 กรัม ต้มกับน้ำจนเดือด รินน้ำดื่ม

- กวนหัวข่าแก่ตำละเอียดกับน้ำปูนใส 2 แก้ว นำมาดื่ม

13. การใช้ข่ารักษา กลาก เกลื้อน

- ใช้เหง้าสดกับเหล้าโรง หรือน้ำส้มสายชู หรือเหง้าสดตำแช่แอลกอฮอล์ทา

- เอาข่าปอกเปลือกนิดหน่อย ชุ่มเหล้าแล้วเอามาทาบริเวณที่เป็นเกลื้อน ทาแรงๆ

ทำเช่นนี้ 4-5 วัน ก็จะหาย

- เอาหัวข่าแก่ๆ ล้างให้สะอาดผานเป็นแว่นบางๆ หรือทุบพอแตก นำไปแช่เหล้าขาว

ทิ้งไว้สัก 1 คืน ทำความสะอาดขจัดอุบริเวณที่เป็นเกลื้อนจนพอแดง และแสบ แล้วเอาข่าที่แช่ไว้มาทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะที่ๆเป็นเกลื่อน จะรู้สึกแสบๆ เย็นๆ ทาเข้าและเย็นหลังอาบน้ำทุกวัน ประมาณ 2 สัปดาห์ เกลื่อนจะจางลงและหายไปที่สุดในที่สุด

- เอาหัวข่าล้างให้สะอาด ผานเป็นแผ่นบางๆ นำไปแช่เหล้า 35 ดีกรี ประมาณ 5 นาที แล้วทาที่มีผื่นคัน อาการจะหายไป และถ้าแช่ค้างคืนจะใช้รักษาเกลื่อนได้ดี

- ใช้ข่าสดคั่วท่อนละ 1 นิ้ว ทูบให้แตกพอช้ำอย่าถึงกับละเอียด ใส่ด้วยเหล้าประมาณ 1/4 ถ้วยชา ใช้ตำลึงชุปทาวนละครั้ง

- ใช้หัวข่าแก่ๆ นำมาคั่วพอเหลือง แล้วผสมเหล้าหรืออัลกอฮอล์ แช่ไว้ 1 คืน ใช้ทาแก้เกลื่อน หรือกลาก

14. หลักฐานความเป็นพิษและการทดสอบความเป็นพิษ

14.1 การทดสอบความเป็นพิษ

เมื่อนิโคตินิกแอซิดละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากเหง้าข่าเข้าช่องท้องหนูถีบจักร พบว่าขนาดที่ทำให้สัตว์ทดลองตายครั้งหนึ่ง (LD_{50}) เท่ากับ 1 กรัมต่อกิโลกรัม และ 188 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนิโคตินิกแอซิดละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากเหง้าข่าเข้าช่องท้องหนูตะเภา พบว่ามีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนิโคตินิกแอซิดละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากเหง้าข่าขนาด 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เข้าช่องท้องหนูถีบจักรติดต่อกัน 7 วัน หรือให้สารสกัดละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ทางปาก หรือฉีดเข้าใต้ผิวหนังหนูถีบจักร พบว่าไม่เป็นพิษ จากการทดสอบพิษเฉียบพลันโดยป้อนสารสกัดละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จากเหง้าข่าให้หนูถีบจักรในขนาด 0.5, 1 และ 3 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าไม่มีสัตว์ทดลองตาย แต่เมื่อให้สารสกัดเดียวกันนี้กับน้ำดื่มในขนาด 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ติดต่อกัน 3 เดือน ทำให้หนูถีบจักรตายร้อยละ 15

14.2 พิษต่อเซลล์

สารสกัดเมทานอลจากเหง้าข่าที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นพิษต่อเซลล์ Raji สาร galanolactone และ (E)-8b(17)-epoxylabd-12-ene-15,16-dial จากเหง้าข่าเป็นพิษอย่างอ่อนต่อเซลล์ 9KB ขณะที่สารสกัดละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ จากเหง้าข่าไม่เป็นพิษต่อเซลล์นี้

14.3 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์

สารสกัดเหง้าข่าด้วยน้ำและน้ำร้อน ขนาด 0.5 มิลลิลิตรต่อจานเพาะเชื้อ และเหง้าข่าสด ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* H-17 (Rec⁺) และ M-45 (Rec⁻) ทิงเจอร์ ขนาด 80 มิลลิลิตรต่อจานเพาะเชื้อ ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อเชื้อ *Salmonella typhimurium* TA 98, 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ตะไคร้ (Lemon Grass)

ตะไคร้ หรือ West Indian Lemon Grass มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon citratus* (DC.) Staf หรือชื่อพ้องว่า *Andropogon citratus* (DC.) จัดอยู่ในกลุ่มของพืชตระกูลหญ้า (Poaceae) วงศ์ Gramineae ชื่อท้องถิ่น จะไคร (ภาคเหนือ) ไคร (ภาคใต้) คาหอม (แม่ฮ่องสอน) เช็ดเกรย หรือเหลอะเกรย (เขมร-สุรินทร์) ห่อวอตะโป้ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

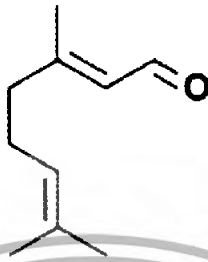
เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวล้มลุกของเมืองร้อน ขึ้นเป็นกอ นิยมนำมาปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว โดยใช้ประโยชน์จากลำต้นใต้ดินที่เรียกว่าเหง้าและก้านใบที่เป็นกาบ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้น (ประมาณ 10-15 เซนติเมตร) เพราะมีสารให้กลิ่นหลายชนิด มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย ศรีลังกา พม่า อินเดีย ไทย และในทวีปอเมริกาใต้

คุณค่าด้านสุขภาพ

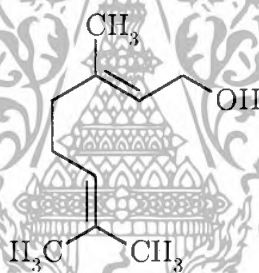
- ใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ช่วยขับเหงื่อ ลดความร้อนในร่างกาย
- จากการศึกษาของ คุณอุษณีย์และคณะ, 2539 พบว่าสารสกัดตะไคร้มีฤทธิ์ยับยั้งการกลายเป็นพิษของอัลฟาที่ออกซินบีวัน (Aflatoxin B1) โดยผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการลดลงของการทำงานของเอนไซม์ใน Phase I (ขั้นตอนที่เปลี่ยนให้อัลฟาที่ออกซิน กลายเป็นพิษต่อร่างกาย) เมื่อทดสอบในหลอดทดลอง ทั้งยังลดความสามารถในการทำงานของเอนไซม์อะมีโนไพรีนดีเมทิลเลส (Aminopyrine Demethylase)
- จากการศึกษาของ คุณสมสกุล ธรรมวิจิตและคณะ 2542 พบว่าสารสำคัญในตะไคร้ คือ ซิตรัล (Citral) เจอราโนอล (Geraniol) และเบต้าไมซีน (β -myrcene) มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ใน phase I และ phase II ในตับ ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ โดยพบว่าเมื่อให้สารสำคัญซิตรัลกับหนูขาว การทำงานของเอนไซม์ benzo(a)pyrene hydroxylase ใน phase I เพิ่มขึ้น และการให้ซิตรัล เจอราโนอลและเบต้าไมซีนแก่หนูทดลองทำให้เอนไซม์กลูตาไทโอนเอสทรานสเฟอเรส (Glutathione-S-Transferase) ยูดีพีกลูคูโรนิล (UDP-Glucuronyl Transferase) และควินินรีดักเตส (Quinine Reductase) ใน phase II เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การทดสอบสารสกัดตะไคร้ด้วยสารละลายแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ ในหนูทดลองเหนี่ยวนำให้เกิดแอบเบอแรนท์ คริปโฟไซ (Aberrant crypt foci) ซึ่งเป็นภาวะจำลองการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ พบว่าสารสกัดตะไคร้ช่วยลดการเกิดแอบเบอแรนท์ คริปโฟไซ ได้ทั้งในขั้นเริ่มต้น (Initiation Stage) และ Promotion stage โดยลดการเกิด DNA adduct ในเนื้อเยื่อเมือก (Mucosa) ของลำไส้ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เบต้ากลูโคโรนิเดส (β -Glucuronidase) ในการก่อให้เกิดสารพิษเนื่องจากการสลายกลูโคโรไนด์ (Glucoronide Conjugate) ทั้งยังพบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (Suaeyun et al., 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

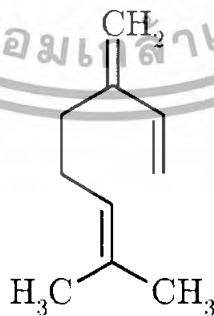
สารที่สำคัญในตะไคร้



รูปที่ 2.8 โครงสร้างโมเลกุลของซิทรัล (Citral)



รูปที่ 2.9 โครงสร้างโมเลกุลของเจอร์รานอล (Geraniol)



รูปที่ 2.10 โครงสร้างโมเลกุลของเบต้าไมซีน (β -myrcene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 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 ชื่อท้องถิ่นจะเรียกต่างกัน คือมะขุน มะขูด (ภาคเหนือ) มะขูด (หนองคาย) ส้มกรูด ส้มมั่วผี ส้มมั่วผี (ภาคใต้) โกรยเซียด (เขมร) มะขู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) จัดเป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียแถบอบอุ่นและร้อน ใช้ผล ผิวของผล และใบที่มีลักษณะเป็นใบคู่ มีต่อมน้ำมัน มาปรุงอาหารและดับกลิ่นคาว น้ำในผลใช้ในการย้อมจีวรพระและสระผมหรือ ทำความสะอาดส่วนอื่นๆของร่างกาย ในทางยาได้นำมะกรูดไปเป็นยาหรือส่วนผสมของยาต่างๆ หลายชนิด เช่น ในมาเลเซียใช้ส่วนผิวมะกรูดให้เคี้ยวรับประทานแก้ปวดหัวและทำลายพยาธิ ใช้เป็น ยาบำรุงกำลังและยากระตุ้นการหลังของเอนไซม์ นำมะกรูดจึงนำไปใช้คองยาที่เรียกว่า ยาคองเปรี้ยวเค็มเพื่อใช้ฟอกเลือดและบำรุงโลหิตสตรี ใบมะกรูดใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้คลื่นเหียน ผิวมะกรูดใช้ขับลมในลำไส้ ขับระดูและเป็นส่วนผสมของยาลม แก้จุกเสียด ผลมะกรูดที่คว้านไส้ออกนำมาหาล้างใส่แทน แล้วนำไปสุกไฟให้กรอบ บดให้ละเอียด ใช้เป็นยา ขับลมและแก้ปวดท้อง ในเด็ก รากมะกรูดใช้แก้เสมหะเป็นพิษ และแก้ลมจุกเสียด

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ต้นสูง 2 – 8 เมตร ประกอบด้วย

1. ใบ มีใบย่อยเพียงใบเดียว ใบค่อนข้างหนา มีสีเขียวแก่ มีกลิ่นหอม
2. ดอกมีสีขาว ออกเดี่ยวๆ อยู่เป็นกระจุก 3-5 ดอก กลีบดอกร่วงง่าย
3. ผล เป็นผลเดี่ยวค่อนข้างกลม บางพันธุ์มีผิวขรุขระ มีจุกที่หัวผล (เขษณา, 2525)

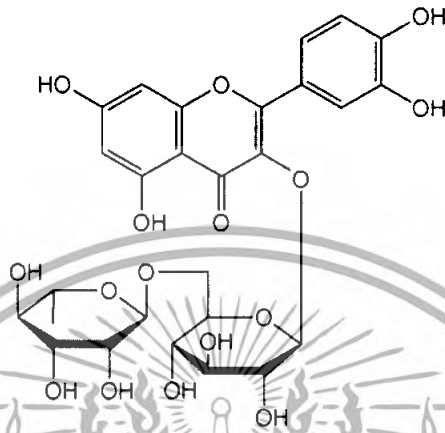
มะกรูดอุดมไปด้วยสารประกอบโพลีฟีนอลิกหลากหลายชนิด รวมทั้งสารกลุ่ม

ฟลาโวนอยด์ในใบมะกรูดมีสารฟลาโวนโกลโคไซด์ (Flavanone Glycoside) คือ เฮสเปอร์ดิน (Hesperidin) สารฟลาโวนโกลโคไซด์ (Flavone Glycoside) คือ ไดโอสมิน (Diosmin) และ สารฟลาโวนอลโกลโคไซด์ (Flavonol Glycoside) คือ รูทีน (Rutin) เป็นสารสำคัญหลัก

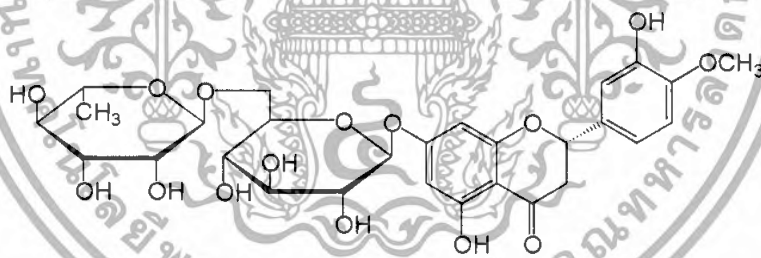
คุณค่าด้านสุขภาพ

-รูทีน แสดงการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน และ เฮสเปอร์ดิน แสดงคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ การปวดเมื่อย หรืออาการแพ้หรือคัน โดย คุณสมบัติดังกล่าวคาดว่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลต่ออาการเหล่านี้เช่น ไซโคลออกซิเจเนส (Cyclo-oxygenase, COX) และการหลั่งสารฮิสตามีน (Histamine) เป็นต้น (Peterson and Dwyer, 1998)

- เฮสเปอร์ดิน แสดงคุณสมบัติในการต้านความดันโลหิตเมื่อทดสอบกับหนูทดลองที่มีความดันโลหิตสูงเป็นเวลา 15 สัปดาห์ (Ohtsuki *et al.*, 2002)



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโมเลกุลของรูทีน (Rutin)



รูปที่ 2.12 โครงสร้างโมเลกุลของเฮสเปอร์ดิน (Hesperidin)

2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants)

อนุมูลอิสระ (Free Radicle) คือกลุ่มของสารที่มีอิเล็กตรอนวงนอกที่ยังไม่ได้จับคู่ มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งอิเล็กตรอน ดังนั้นจึงมีความว่องไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในเซลล์ร่างกาย อนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายในเซลล์ระหว่างการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังน้ำ ที่สำคัญได้แก่ อนุพันธ์ของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive Oxygen Species, ROS) ซึ่งสารกลุ่มนี้ได้แก่ อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (Hydroxyl Radical, OH^\bullet) ซุปเปอร์ออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮเปอร์ออกไซด์ (Superoxide Anion, O_2^-) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogenperoxide, H_2O_2) ไฮโปคลอรัส (Hypochlorus, HOCl) นอกจากนั้นยังมีกลุ่มของอนุพันธ์ไนโตรเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive Nitrogen Species, RNS) ที่สำคัญได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide, NO^*) และ เปอร์ออกซีไนไตรท์ (Peroxynitrite, $ONOO^*$) เป็นต้น ทั้งกลุ่มของ ROS และ RNS จัดเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระที่สำคัญของร่างกาย อนุมูลอิสระเกิดได้ทั้งจากภายในร่างกายและภายนอกในร่างกาย เช่น เกิดที่ไมโทคอนเดรีย โครโมโซม เพอร์รอกซิโซม โดยเกิดจากระบบการขนส่งอิเล็กตรอน การเกิดเมตาบอลิซึม ฟาโกไซโตซิส หรือเกิดจากสารเคมี รังสี ยาบางชนิด และความร้อน (Punchard and Kelly, 1996) ที่มาทั้งแหล่งภายในร่างกาย ได้แก่ มลพิษในอากาศ โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น คาร์บอนหรือ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (แก้ได้โดยใส่วิตามินอีลงไป) หรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน รังสีแกมมา ยาบางชนิด เช่น ไดออกซิโรบินซิน (Doxorubicin) เพนิซิลลามีน (Penicillamine) พาราเซตามอล (Paracetamol) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride, CCl_4) เป็นต้น

อนุมูลอิสระสร้างปัญหาต่อสุขภาพได้ 2 แบบ นั่นคือ แบบเฉียบพลันหรือสร้างปัญหาแบบทันทีทันใด ได้แก่ การเกิดการอักเสบ หรือการทำลายเนื้อเยื่อ เหมือนที่ร่างกายใช้อนุมูลอิสระที่สร้างขึ้นในการทำลายสิ่งแปลกปลอม อย่างเช่นแบคทีเรีย บางครั้งอาจหันกลับมาเล่นงานร่างกายได้

อีกแบบหนึ่งคือ แบบเรื้อรัง ซึ่งเป็นแบบที่พบได้บ่อย โดยอนุมูลอิสระจะค่อยๆสร้างปัญหาให้กับระบบของร่างกายหรือระบบเมตาบอลิซึมทีละเล็กละน้อย ครั้นเวลาผ่านไปนานเข้าก็จะเกิดเป็นปัญหาค่อยๆ ก่อโรคขึ้นมา อย่างเช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด ต้อกระจก กระบวนการแก่ และโรคอื่นๆ

ร่างกายก็มีกลไกที่จะกำจัด อนุมูลอิสระ เหล่านี้โดย 2 วิธี คือ ใช้เอนไซม์ต่างๆในร่างกาย เช่น ซูเปอร์ออกไซด์ดีสมัลเทส (Superoxide Dismutase, SOD) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีธาตุสังกะสี ทองแดง มังกานีส เป็นองค์ประกอบ เอนไซม์คะตะเลส และเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส ที่มีธาตุซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบ แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์พวกนี้จะช่วยทำให้แร่ธาตุเหล่านี้มีบทบาทในการป้องกันอนุมูลอิสระตามไปด้วย แต่ระบบเอนไซม์ไม่คอยจะมีปัญหา ส่วนใหญ่ปัญหาของร่างกายที่ต่อสู้ป้องกันอนุมูลอิสระที่พบบ่อยๆ จะมาจากระบบที่ไม่ใช่เอนไซม์

อีกวิธีก็คือ ไม่ใช่เอนไซม์ ได้แก่ วิตามินชนิดต่างๆ คือ วิตามินอี ซึ่งมีอยู่สองประเภท คือ โทโคเฟอร์รอล (Tocopherol) กับ โทโคไตรอินอล เบต้าคาโรทีน (Beta-Carotene) และวิตามินซี สารพฤกษเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มไบโอฟลาโวนอยด์ นอกจากนี้แล้วยังมีสารอื่นๆ ที่มนุษย์ผลิตขึ้นอย่างเช่น สารกันหืนที่ใช้กันมากในทางอุตสาหกรรม และยาต่างๆ เนื่องจากมีผู้สังเกตว่า เอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆที่ใช้กำจัดอนุมูลอิสระ เช่น SOD มีได้จำกัด แต่สารที่เราสามารถทานเสริมได้แก่ วิตามิน อี วิตามิน ซี เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

อีกสิ่งหนึ่งที่จะต้องระวังกันไว้ให้มากก็คือ วิตามินหลายตัวที่แสดงบทบาทสำคัญในปฏิกิริยาขจัดอนุมูลอิสระ เริ่มต้นจากการทำงานของวิตามินอีเป็นตัวหลัก จากนั้นจะมีวิตามินซี สารพฤกษเคมีเข้ามาช่วย รวมทั้งเบตาแคโรทีน วิตามินและสารอาหารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้เมื่อทำลายอนุมูลอิสระไปแล้ว ตัวมันจะกลายเป็นอนุมูลอิสระเสียเอง ต่างกันก็แค่เพียงมันไม่มีฤทธิ์เหมือนอนุมูลอิสระทั่วไปเท่านั้น

วิตามินหรือสารพฤกษเคมีที่กลายสภาพเป็นอนุมูลอิสระ มันจะรอคอยให้วิตามินตัวอื่น หรือสารพฤกษเคมีตัวอื่น เข้ามาช่วยเปลี่ยนสภาพของมันให้กลับไปเป็นปกติ หากว่าร่างกายของเรามีวิตามินที่จะเข้ามาเปลี่ยนสภาพของมัน ให้เป็นปกติไม่หลากหลายพอ หรือไม่สมดุลพอ หรือในปริมาณไม่มากพอ วิตามินที่เปลี่ยนสภาพเป็นอนุมูลอิสระเหล่านี้ จะสะสมปริมาณจนกระทั่งหันกลับมาสร้างปัญหาให้กับร่างกายได้

ในสภาวะ Oxidative Stress คือสภาวะที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมและป้องกันปริมาณของอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับปกติที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายได้ โดยอนุมูลอิสระที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆในร่างกาย เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกรดนิวคลีอิก การสร้างพันธะโควาเลนต์กับโปรตีน เป็นผลทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของโปรตีน เป็นต้น และพบว่าอนุมูลอิสระก่อให้เกิดสภาวะทางพยาธิในโรคสำคัญบางโรค ได้แก่ มะเร็ง โรคหัวใจ ไขมันอุดตันในเส้นเลือด ไขข้ออักเสบ และต่อกระดูกเป็นต้น

2.2.1 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารในกลุ่มเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ (Secondary Metabolite) ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด โดยทั่วไปมีหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl Group) มากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมู่เกาะกับวงแหวนอะโรมาติก (Aromatic Ring) สารประกอบฟีนอลิกที่มีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่า 1 หมู่ นิยมเรียกว่า สารประกอบโพลีฟีนอล (Polyphenol Compound) โดยส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่ละลายน้ำ มักรวมอยู่กับน้ำตาลในรูปไกลโคไซด์ โคนน้ำตาลดังกล่าวอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) ก็ได้แต่น้ำตาลที่พบมากที่สุด ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลคือ กลูโคส (Glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นที่พบได้แก่ กาแลกโตส (Galactose) แรมโนส (Ramonose) ไซโลส (Xylose) อะราบิโนส (Arabinose) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุพันธ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก (Glucuronic Acid) กรดกาแลคโตโรนิก (Galacturonic Acid) และอื่นๆ นอกจากนี้ยังอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น คาร์บอกซิลิก (Carboxylic Acids) กรดอินทรีย์ (Organic Acids) เอมีน (Amines) และไขมัน (Bravo, 1998) การสร้างสารประกอบฟีนอลิกของพืชจะมีทั้งปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการเพาะปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป หรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษา ก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งสิ้น

สารประกอบโพลีฟีนอลิกแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และ นอนฟลาโวนอยด์ (non-flavonoids) (Burns *et al.*, 2000)

1. ฟลาโวนอยด์ มี 12 กลุ่มย่อย ได้แก่ ฟลาโวน (Flavone) ไอโซฟลาโวน (Isoflavone) ฟลาโวนอล (Flavanol) ฟลาวาโนน (Flavanone) ฟลาวาโนนอล (Flavanonol) ฟลาวานอล (Flavanol) ลูโคแอนโทไซยานิน (Lucoanthocyanin) แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซาลิโคน (Chalcone) ไดไฮโดรซาลิโคน (Dihydrochalcone) ออโรน (Aurone) และแซนโทน (Xanthone)
2. นอนฟลาโวนอยด์ ที่สำคัญได้แก่ กรดฟีนอลิก (Phenolic Acid) ตัวอย่างกรดฟีนอลิกที่พบมากในผลไม้ทั่วไปคือ กรดแกลลิก (Gallic Acid) กรดโปรโตแคเทคิซวิก (Protocatechuic Acid) กรดวานิลลิก (Vanillic Acid) กรดพาราคูมาริก (P-Coumaric Acid) กรดเฟอรูลิก (Ferulic Acid) เป็นต้น นอกจากนี้ นอนฟลาโวนอยด์ ชนิดอื่นๆ ได้แก่ ไฮดรอกซีซินนามาต (Hydroxycinnamate) สติลบินเนส (Stibinase)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. น.ส.ขนิษฐา กำจัดภัย และน.ส.รัชวีวรรณ วงศ์วิศาลศรี เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน

เมื่อทำการศึกษาพบว่า ปริมาณแคปไซซินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม และเพิ่มอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดช่วงอุณหภูมิ 60 ถึง 105 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และที่อุณหภูมิสูงกว่า 105 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจจะมีผลมาจาก ปริมาณแคปไซซิน และ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดหลุดออกจากพริกแกงได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และลดลงเร็วขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 105 องศาเซลเซียส เนื่องจากอนุมูลอิสระ DPPH ที่เติมเท่ากันในทุกๆตัวอย่างคงเหลืออยู่มากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในตัวอย่งมีปริมาณลดลง ดังนั้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจึงลดน้อยลงด้วย

ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก(Fe^{3+}) เพิ่มขึ้นเมื่อ อุณหภูมิเพิ่ม และเพิ่มอย่างรวดเร็วในช่วงอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เนื่องจาก FRAP Reagent ซึ่งมีส่วนประกอบของ TPTZ และ เฟอร์ริก (Fe^{3+}) โดยที่ TPTZ จะไม่ทำปฏิกิริยากับ เฟอร์ริก(Fe^{3+}) แต่จะทำปฏิกิริยากับ เฟอร์รัส (Fe^{2+}) หาก เฟอร์ริก(Fe^{3+}) ถูกรีดิวซ์โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในตัวอย่างกลายเป็น เฟอร์รัส (Fe^{2+}) ก็จะสามารถทำปฏิกิริยากับ TPTZ ได้เป็นสารเชิงซ้อนสีน้ำเงิน พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเฟอร์ริก (Fe^{3+}) ถูกรีดิวซ์เป็นเฟอร์รัส (Fe^{2+}) ได้มากขึ้น เมื่อทำปฏิกิริยากับ TPTZ สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้มากขึ้น แสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

แสดงว่าความร้อนทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระหลุดออกจากพริกแกงได้มากขึ้น รวมทั้งสามารถรีดิวซ์เฟอร์ริกได้มากขึ้น แต่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลง

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมี อุปกรณ์

3.1.1 สารเคมี

1. สารมาตรฐานแคปไซซิน (Capsaicin, $C_{18}H_{27}NO_3$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Sigma
2. เมทานอล 99.8% (v/v) เกรด HPLC
3. น้ำกลั่นปราศจากไอออน (Deionization)
4. ตัวอย่างน้ำพริกแกงที่นำมาวิเคราะห์

4.1 ตัวอย่างน้ำพริกแกงที่ได้จากกระบวนการบรรจุกระป๋องและถุงแพวซ์ โดยศึกษาผล การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในรีทอร์ทที่ค่าการฆ่าเชื้อระหว่าง $F_0 6$ ถึง $F_0 20$ โดยมีอุณหภูมิแต่ละค่าการ ฆ่าเชื้อ (F_0) ที่อุณหภูมิ 114, 117 และ 120 องศาเซลเซียส

4.2 ตัวอย่างน้ำพริกแกงที่ได้รับการกระบวนการทำแห้ง โดยศึกษาอัตราการทำแห้งของ น้ำพริกแกงแดง 3 ระบบคือ การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 3 อุณหภูมิ คือ 60°C , 70°C และ 80°C และ การทำแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ 3 กำลังวัตต์ คือ 200, 500 และ 600 วัตต์

3.1.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

1. เครื่องโครมาโทกราฟแบบของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)
 - Pump : รุ่น 515 HPLC pump
 - Detector : รุ่น Water 486 Tunable Absorbance Detector
 - Program : รุ่น Millennium 32 Login
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก ดิจิตอล ยี่ห้อ Yamato รุ่น HB – 120 (ค่าความละเอียด = 0.0001 กรัม)
3. ชุดกรองแบบลดความดัน
4. บั้มกรอง รุ่น Water Division of MILLIPORE Milford, MA 01757 U.S.A
5. เครื่องไล่อากาศ รุ่น Cavitator Ultrasonic cleaner
6. กระบอกฉีดยา (Syringe)
7. กระดาษกรอง เบอร์ 2
8. กระดาษกรองมิลลิพอร์ (millipore paper) ขนาด 0.45 ไมครอน
9. เครื่องแก้ว
10. ซ้อนตักสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. กระจกน้ำแข็ง

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเตรียมสารละลาย

3.2.1.1 สารละลายมาตรฐานแคปไซซิน เข้มข้น 200 ppm

ชั่งสารมาตรฐานแคปไซซิน 0.05 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเมทานอล 99.8% (v/v) เกรด HPLC

3.2.1.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน เข้มข้น 10, 30, 50, 70, 90, 110 และ 130 ppm

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน 7 ความเข้มข้น โดยเปิดสารละลายมาตรฐาน แคปไซซิน เข้มข้น 200 mg/L มา 2.5, 7.5, 12.5, 17.5, 22.5, 27.5 และ 32.5 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แต่ละขวดปรับปริมาตรด้วยสารละลายเมทานอล 99.8% (v/v) เกรด HPLC สารละลายมาตรฐานแคปไซซิน เข้มข้น 10, 30, 50, 70, 90, 110 และ 130 ppm ตามลำดับ

3.2.1.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างมา 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายเอทานอล 99.8% (v/v) เกรด HPLC 20 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้เพื่อทำการสกัดตัวอย่าง 7 วัน โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
2. นำสารละลายที่ได้ไปกรองด้วยชุดเครื่องกรองแบบลดความดัน
3. นำกระบอกฉีดมาดูดสารละลาย แล้วนำไปกรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรอง มิลลิพอร์ (millipore paper) ขนาด 0.45 ไมครอน
4. นำสารละลายที่กรองได้ไปใส่ใน vial ปิดฝาให้สนิท เก็บสารละลายตัวอย่างไว้ใน กระจกน้ำแข็ง (เพื่อควบคุมอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส)

3.2.2 สภาวะเครื่องโครมาโทกราฟของเหลวสมรรถนะสูง

คอลัมน์	: C18 reverse phase Kingsorb 5 μ m C18 (150×4.6 mm)
เฟสเคลื่อนที่	: น้ำกลั่นปราศจากไอออน:เมทานอล เกรด HPLC อัตราส่วน 40:60
อัตราการไหล	: 1 mL/min
อุณหภูมิ	: 25 องศาเซลเซียส
ตัวตรวจวัด	: ยูวี ดีเทคเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

3.2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐานแคปไซซิน

นำสารละลายมาตรฐานแคปไซซินที่เตรียมจากข้อ 3.2.1.2 แต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 10 ไมโครลิตรฉีดเข้าเครื่องโครมาโทกราฟของเหลวสมรรถนะสูง โดยแต่ละความเข้มข้น ทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ครั้ง ผลอดกราฟมาตรฐานระหว่างพื้นที่ได้พีคเฉลี่ยของแคปไซซินกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน

3.2.4 การตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในสารละลายตัวอย่าง

1. ปิเปิดสารละลายที่สกัดได้จากข้อ 3.2.1.3 มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ถึงขีดวัดปริมาตรด้วยสารละลายเมทานอล 99.8% (v/v) เกรด HPLC
2. จากนั้นฉีดสารละลายปริมาตร 10 ไมโครลิตร เข้าเครื่องโครมาโทกราฟแบบของเหลวสมรรถนะสูง เพื่อทำการวิเคราะห์ โดยมีเฟสเคลื่อนที่ที่เป็น เมทานอลกับน้ำในอัตราส่วน 40:60 แต่ละตัวอย่างทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ครั้ง
3. นำพื้นที่ที่ได้พีคเฉลี่ยของแคปไซซินมาเทียบหาความเข้มข้นจากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานแคปไซซินที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.3

3.2.5 การตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในสารละลาย Spiked sample

1. ปิเปิดสารละลายที่สกัดได้จากข้อ 3.2.1.3 มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินเข้มข้น 90 ppm ลงไปในปริมาตรที่คาดว่าความเข้มข้น Spiked sample อยู่ในช่วงความเข้มข้นของแคปไซซินในตัวอย่างจากนั้นปรับปริมาตรให้ถึงขีดวัดปริมาตรด้วยสารละลายเมทานอล 99.8% (v/v) เกรด HPLC

2. นีตสารละลาย Spiked sample ของตัวอย่างปริมาตร 10 ไมโครลิตรเข้าเครื่องโครมาโทกราฟแบบของเหลวสมรรถนะสูง โดยทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ซ้ำ

3.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Validation of Analytical Method)

โดยใช้หลักทางสถิติในการประเมินผลข้อมูลดังนี้

3.3.1 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์

ศึกษาโดยการนำสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน ที่ความเข้มข้น 50 ppm มาทำการวัดซ้ำ 6 ซ้ำ คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean; \bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) และร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% Relative Standard Deviation; %RSD) จากสมการต่อไปนี้

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

3.3.2 การศึกษาความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีวิเคราะห์

ศึกษาโดยการนำข้อมูลที่ได้จากกรวิเคราะห์ในข้อ 3.2.4 และ 3.2.5 มาคำนวณหาค่าร้อยละของการคืนกลับได้กลับ (% Recovery) จากสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(\bar{C}_{\text{SpikedSample}} - \bar{C}_{\text{Sample}})}{C_{\text{Standard}}} \times 100$$

เมื่อ $\bar{C}_{\text{SpikedSample}}$ คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยของแคปไซซินในสารละลาย Spiked Sample

\bar{C}_{Sample} คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยของแคปไซซินในสารละลายตัวอย่างที่เครื่องตรวจวัดได้

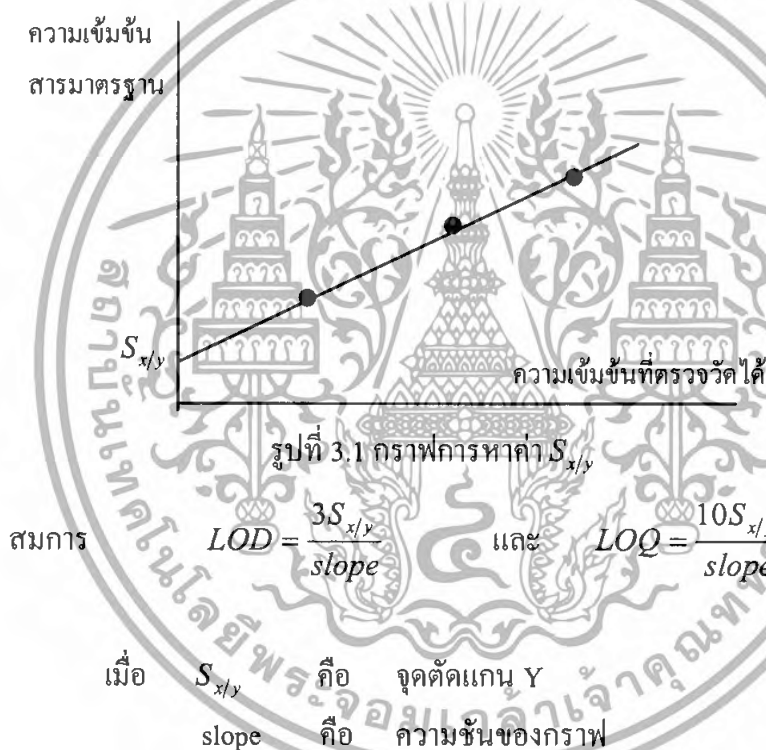
C_{Standard} คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ Spike

เกณฑ์การยอมรับของค่า % Recovery อยู่ในช่วง 90 – 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และ ขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitation; LOQ)

นำสารละลายมาตรฐานในข้อ 3.2.1.2 แต่ละความเข้มข้นมาฉีดเข้าเครื่อง HPLC โดยเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก แต่ละความเข้มข้นทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง พล็อตกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซินกับค่าความเข้มข้นแคปไซซินที่ตรวจวัดได้ (detection response) นำค่าจุดตัดแกน Y และความชัน มาคำนวณค่า LOD และ LOQ จากสมการต่อไปนี้



3.3.4 การศึกษาการตอบสนองความเป็นเส้นตรง (Linearity)

นำข้อมูลที่ได้จากการเตรียมกราฟมาตรฐานแคปไซซินในข้อ 3.2.3 มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, R^2) จากสมการต่อไปนี้

$$R^2 = \left\{ \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{[(N \sum x^2) - (\sum x)^2] - [(N \sum y^2) - (\sum y)^2]} \right\}^2 \quad ; \quad N = \text{จำนวนตัวอย่าง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

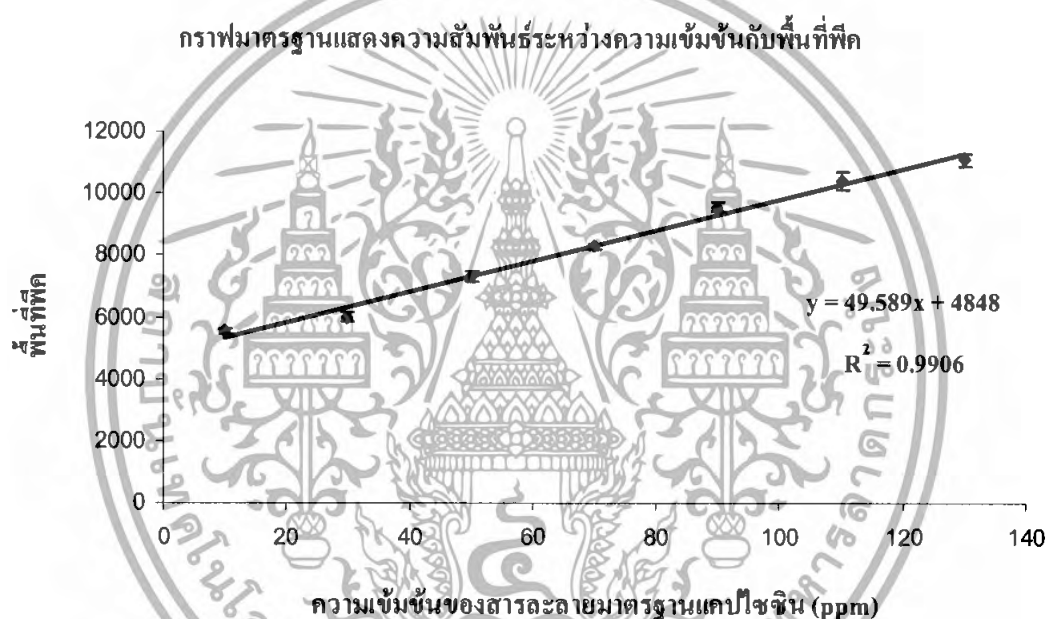
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากงานวิจัยนี้ได้รับผลการทดลองซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

4.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานแคปไซซิน

กราฟมาตรฐานแคปไซซินเตรียมได้จากนำสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน เข้มข้น 10, 30, 50, 70, 90, 110 และ 130 ppm ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ที่สภาวะดังข้อ 3.2.2 นำพื้นที่ใต้พีคที่ได้พลอตกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 :กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับพื้นที่พีค

จากรูปที่ 4.1 เมื่อใช้ วิธี linear least square ได้สมการเส้นตรงคือ $y = 49.589x + 4848$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9906 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากนั้นนำสมการเส้นตรงที่ได้นี้ไปใช้ในการหาปริมาณความเข้มข้นของแคปไซซินในขั้นตอนอื่นๆต่อไป

4.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Validation of Analytical Method)

4.2.1 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีการวิเคราะห์

ในการวิจัยนี้การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์สำหรับการตรวจวัดสารมาตรฐานและสารตัวอย่างทำโดยการนำสารละลายมาตรฐานแคปไซซินหนึ่งความเข้มข้น แล้วทำการตรวจวัดซ้ำ 6 ครั้ง นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean ; \bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; SD) และ ร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%Relative Standard Deviation ; %RSD)

สารละลายมาตรฐานแคปไซซินที่นำมาศึกษาความเที่ยง คือ สารละลายมาตรฐานแคปไซซินที่ความเข้มข้น 50 ppm ผลที่ได้จากการวัดซ้ำ 6 ครั้ง แสดงไว้ในภาคผนวก ก.1.2 ซึ่งค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแคปไซซิน เท่ากับ 76.9122 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.2440 และค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของสารละลายมาตรฐานเท่ากับ 0.3172

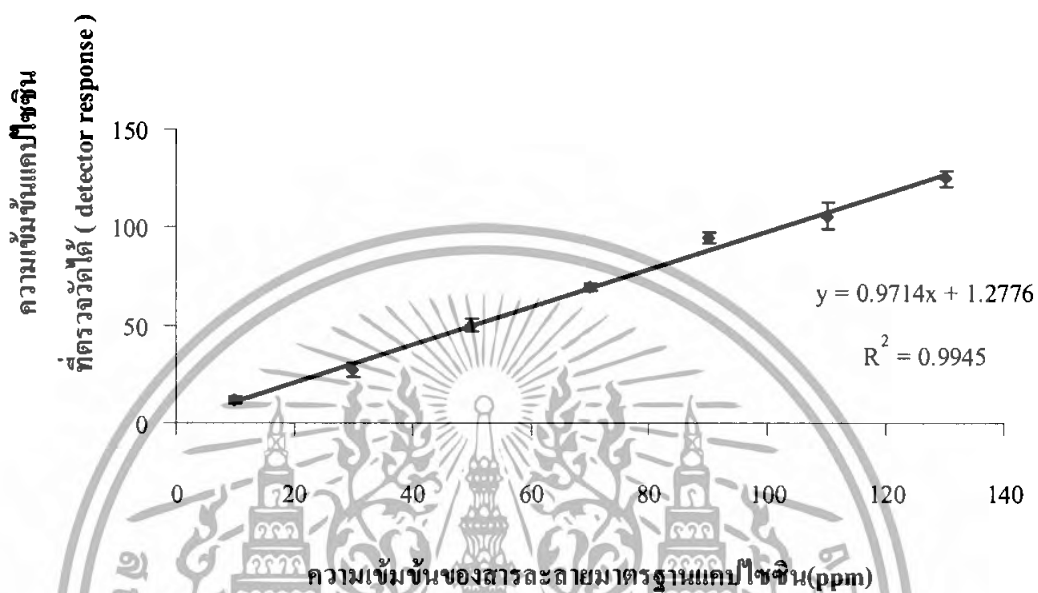
4.2.2 การศึกษาความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์

ความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์นี้ ศึกษาได้โดยการตรวจวัดปริมาณแคปไซซินใน spiked sample และตัวอย่างที่ไม่มีสารมาตรฐานลงไป โดยทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ครั้ง และตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ใช้ คือ can_f₀ 13/120 จำนวนค่าร้อยละการคืนกลับ (%recovery) ได้เท่ากับ 102.4840 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (95 – 105%)

4.2.3 การศึกษาค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitation; LOQ)

ค่า LOD และค่า LOQ ศึกษาได้โดยการตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในสารละลายมาตรฐานแคปไซซินเข้มข้นต่างๆในช่วง 10 – 130 ppm โดยแต่ละความเข้มข้นทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซินที่ตรวจวัดได้มาพลอตกราฟเทียบกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน ได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 4.2

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ
สารละลายมาตรฐานแคปไซซินกับค่าความเข้มข้นแคปไซซิน
ที่ตรวจวัดได้ (detector response)



รูปที่ 4.2: แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคปไซซินกับค่าความเข้มข้นแคปไซซินที่ตรวจวัดได้ (detector response)

สมการเส้นตรง คือ $y = 0.9714x + 1.2776$ นำค่าที่ได้จากกราฟ (ค่าจุดตัดบนแกน y และค่าความชัน) มาคำนวณ LOD และ LOQ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.1.4 ซึ่งได้ค่า LOD เท่ากับ 3.9347 และ LOQ เท่ากับ 13.1156 ppm

4.2.4 การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity)

ศึกษาได้โดยการนำสารละลายมาตรฐานแคปไซซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในช่วง 10 – 130 ppm มาทำการวัดหาปริมาณแคปไซซิน นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟระหว่างค่าความเข้มข้น ณ ที่ตรวจวัดได้กับพื้นที่พีด ได้กราฟดังแสดงในรูป 4.1 สมการเส้นตรง คือ $y = 49.589x + 4848$ และได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9906 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ (R^2 ไม่น้อยกว่า 0.990) แต่จะเห็นได้ว่าในช่วงความเข้มข้นต่ำ ๆ คือที่ 10 และ 50 ppm ค่าที่ตรวจวัดมีการเบี่ยงเบนไปจากเส้นตรง และที่ความเข้มข้นมากกว่า 130 ppm กราฟเริ่มเบี่ยงเบน หรือมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ซึ่งพอสรุปได้ว่า การตอบสนองความเป็นเส้นตรงของวิธีโครมาโทกราฟของเหลวแบบสมรรถนะสูงในการตรวจวัดปริมาณแคปไซซิน อยู่ในช่วงความเข้มข้นของแคปไซซิน 70 – 130 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมจากข้อ 3.2.4 ฉีดเข้าเครื่อง HPLC เพื่อทำการวิเคราะห์แล้ว นำข้อมูลที่ได้ไปเทียบมาตรฐานกับกราฟมาตรฐานแคปไซซินและคำนวณหาปริมาณแคปไซซินในตัวอย่าง

ได้ปริมาณแคปไซซินดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 :ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องและถุงพาวซ์ (canned and retort pouch)

ตัวอย่าง	ปริมาณแคปไซซิน (mg/g)±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	%RSD
can_f ₀ f6/117	33.3848 ± 0.2858	0.8560
can_f ₀ 8.05/114.9	35.4169 ± 0.5969	1.6853
can_f ₀ 8.05/119.1	35.9060 ± 0.0057	0.0158
can_f ₀ 13/114	37.0940 ± 0.2319	0.6251
can_f ₀ 13/117*1	36.6173 ± 0.2463	0.6726
can_f ₀ 13/117*2	37.1130 ± 0.0322	0.0868
can_f ₀ 13/117*3	37.0650 ± 0.0587	0.1585
can_f ₀ 13/117*4	36.9092 ± 0.0152	0.0412
can_f ₀ 13/117*5	36.9100 ± 0.0457	0.1239
can_f ₀ 13/120	42.9240 ± 0.2584	0.6019
can_f ₀ 17.95/114.9	45.4450 ± 0.3476	0.7648
can_f ₀ 17.95/119.1	46.2497 ± 0.1561	0.3375
can_f ₀ 20/117	49.1324 ± 0.3516	0.7155

หมายเหตุ : f_0 / C^0 คือ เวลาในการฆ่าเชื้อและอุณหภูมิที่ใช้

ตารางที่ 4.2 :ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง (drying method)

ตัวอย่าง	ปริมาณแคปไซซิน (mg/g)±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	%RSD
D_ho60	37.3436 ± 0.2611	0.6992
D_ho70	37.5411 ± 0.4477	1.1926
D_ho80	40.2503 ± 0.2628	0.6528
D_mi180	34.4765 ± 0.7702	2.2340
D_mi360	44.0262 ± 0.2118	0.4810
D_mi540	57.5878 ± 0.2618	0.4545
D_R123/2.10	38.2001 ± 0.3174	0.8309
D_R127.5/2.2	39.9669 ± 0.8664	2.1677
D_R127.5/2.34	43.0436 ± 1.2088	2.8082
D_R132/2.3	46.8262 ± 0.2227	0.4755
D_R133.8/2.2	61.1712 ± 0.4239	0.6929

หมายเหตุ : ho คือ การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน
 mi คือ การทำแห้งด้วยเตอบไมโครเวฟ
 R คือ การทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.2 สรุป

จากการศึกษาการตรวจวัดปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุ ครอบป้องกันและการทำงานแห้งด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง ซึ่งทางคณะผู้วิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง และต้องการตรวจสอบประสิทธิภาพ และความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง ว่าเป็นวิธีที่มีความเที่ยง และความแม่นยำในการให้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ และยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้วิเคราะห์แคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง คือ ใช้เฟสเคลื่อนที่เป็นสารละลายเมทานอล(Methanol) กับน้ำกลั่นปราศจากไอออน(Deionization)ที่มีอัตราส่วน 40:60 ด้วยอัตราการไหลของสารละลายเท่ากับ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาทีและใช้ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร อนุกรมที่ ๑

ตัวอย่างที่นำมาทำการวิเคราะห์ เป็นการนำตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุ ครอบป้องกันและการทำงานแห้ง การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ทำได้โดยแช่น้ำพริกแกงแดงใน สารละลายเมทานอลเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการกรอง และทำการเจือจางให้เหมาะสม หลังจากนั้น นำไปตรวจวัดด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง ได้ผลคือ

ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุ ครอบป้องกันด้วยการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ ระหว่าง 114-120°C และ ค่าFo ระหว่าง 6-20 พบว่า น้ำพริกแกงแดงหลังผ่านการฆ่า เชื้อแล้วมีปริมาณแคปไซซินเพิ่มขึ้น และจะ เพิ่มขึ้นสูงสุด เมื่อใช้อุณหภูมิ สูง(117°C) และค่า Fo สูง (>18)

ตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง โดยทำ 3 ระบบคือ การทำแห้งด้วยตู้อบ ลมร้อน การทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ และ การทำแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ พบว่า น้ำพริกแกง แดงที่ผ่านการทำแห้งที่แต่ละระบบ ปริมาณแคปไซซินก็จะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อาจ เนื่องมาจากสาเหตุที่ว่า แคปไซซินเป็นสารประเภทฟีนอลิกซึ่งอยู่เซลล์เมื่อเซลล์ได้รับความร้อนจะ ทำให้ผนังเซลล์แตกออกจึงทำให้สารแคปไซซินแตกตัวออกมาปริมาณมากๆ ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิ เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณแคปไซซินมากขึ้น

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์พบว่า

ความเที่ยงของวิธี ซึ่งบอกได้ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.2440 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ มีค่าเท่ากับ 0.3172%

ความแม่นยำของวิธี ซึ่งบ่งบอกได้ด้วยร้อยละการคืนกลับ เท่ากับ 102.4840%

ความสัมพัทธ์เชิงเส้น มีค่าเท่ากับ 0.9906

LOD มีค่าเท่ากับ 3.9347 และ LOQ มีค่าเท่ากับ 13.1156

สรุปได้ว่า วิธี HPLC เป็นวิธีที่มี ความแม่นยำ ความเที่ยง และความสัมพัทธ์เชิงเส้น อยู่ในเกณฑ์ที่ดีและยังสามารถตรวจวัดปริมาณแคปไซซินได้ในระดับต่ำถึงหนึ่งในล้านส่วน (ppm) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูงที่มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง ได้ผลเป็นอย่างดีและให้ผลที่น่าเชื่อถือได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนที่จะฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง HPLC ควรทำการล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ทุกครั้งเป็นเวลาครึ่งชั่วโมง ต่อจากนั้นล้างคอลัมน์ด้วยสารละลายเมทานอลเกรด HPLC เป็นเวลาครึ่งชั่วโมงและหลังจากนั้นล้างด้วยเฟสเคลื่อนที่เมทานอล:น้ำ จึงจะทำการฉีดตัวอย่างได้
2. ในขั้นตอนการกรองควรจะทำกรองด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากสารละลายน้ำพริกแกงแดงมีความละเอียดมากอาจจะตกลงไปในชุดกรองได้
3. เนื่องจากเครื่อง HPLC มีความไวสูงจึงต้องล้างอุปกรณ์เครื่องแก้วให้สะอาดทุกครั้งเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากสารปนเปื้อน
4. ไม่ควรเก็บสารตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นเวลานานเพราะสารเคมีอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

บรรณานุกรม

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2535. ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร 2. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
หน้า 93
- จารียา ทิพย์โอชา. 2535 ตำราเกี่ยวกับข้าวปรุงอาหารคาว-หวาน. อำนวยสาส์น การพิมพ์. กรุงเทพฯ
หน้า 5-7
- ชมพูนุท สีห์โสภณ. [ม.ป.ป.] เอกสารประกอบการเรียนวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชา
อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ทอง ภัทรีพันธ์. 2524. การใช้ความร้อนในขบวนการแปรรูป. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2536. สารระงับเกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ การกำหนด
กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน. อาหาร 23(1) : 46-52
- ไพบูรณ์ ชรรษรัตน์วาลิก. 2532 กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กรุงเทพฯ
- เขวภา หล่อเจริญผล. 2547. ผลของกระบวนการแปรรูปต่อสารให้กลืนจากต้มข่ากิ่งสำเร็จรูป.
สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นิจศิริ เรืองรังษี. 2534. เครื่องเทศ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- นรินุช หอมรัตน์. "ศึกษาผลของวิธีการผลิตที่มีต่อคุณภาพของพริกแกง" [Online]. Available :
[http://www-ang.kfunigraz.ac.at/~katzner/engl/generic frame.html](http://www-ang.kfunigraz.ac.at/~katzner/engl/generic%20frame.html), 2005.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศสมุนไพร. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ.
- วิไล รังสาดทอง. 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. ทีกซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น. กรุงเทพฯ.
- สมสกุล ชรรษวิจิตร, Keiko Kataoka, อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ และ Yoshinari Ohnishi. 2542.
ผลของสารเคมีที่พบในตะไคร้ต่อเอนไซม์ที่ใช้เมตาบอลิซึมสารพิษในตับ ลำไส้เล็กและลำไส้
ใหญ่ของหนูขาว. เชียงใหม่เวชสาร. 38(1-2) : 13-20.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2525. น้ำพริกแกง. มอก.429-2525.
- อังก์วรา. อาหารด้านโรค. 2542. โพลีนีสี่น้ำเงิน จัดทำโดย : ชมรมสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
สาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

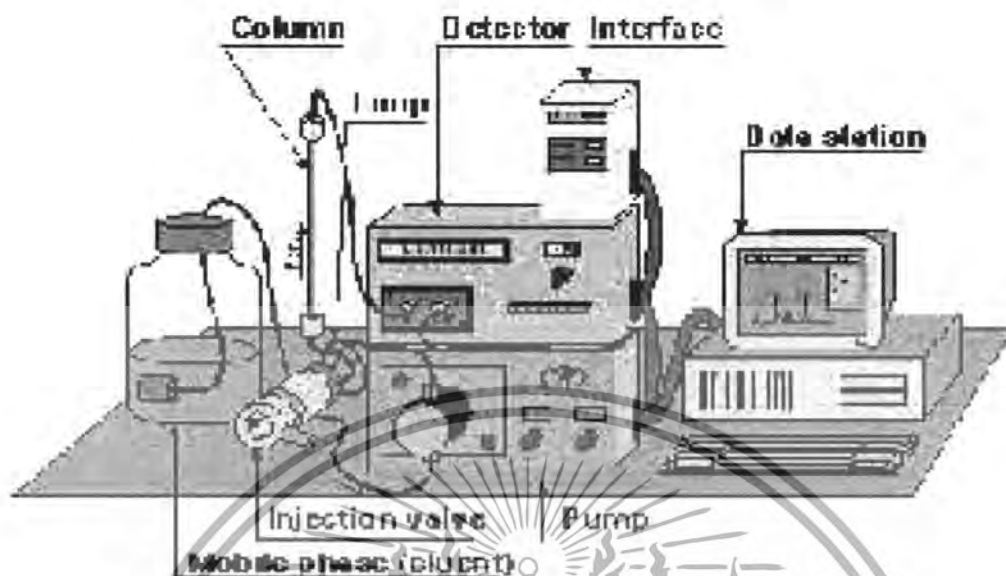
ภาคผนวก ก

หลักการของโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

เทคนิค HPLC มีเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่เป็นของเหลวจะถูกปั๊มผ่านคอลัมน์แยกสารที่เป็นท่อบรรจุอนุภาคของแข็งซึ่งทำหน้าที่เป็นเฟสอยู่กับที่ (stationary phase) เมื่อตัวอย่างซึ่งเป็นองค์ประกอบหลายชนิดละลายอยู่ในรูปของเหลว ถูกนำเข้าสู่ระบบปกติโดยการฉีดด้วยปริมาณจำกัดที่จุดฉีด (injector) ก่อนเข้าสู่คอลัมน์ และแพร่กระจายเข้าสู่ระบบการไหล หน้าที่ของเฟสเคลื่อนที่คือล้างตัวอย่างในขณะที่ไหลผ่านคอลัมน์ ทำให้เกิดการแยกองค์ประกอบแต่ละชนิดออกจากกัน อันเนื่องมาจากความแตกต่างของแรงที่เกิดเนื่องด้วยอันตรกิริยาขององค์ประกอบกับเฟสอยู่กับที่ และเฟสเคลื่อนที่แต่ละองค์ประกอบจะใช้เวลาในการเริ่มฉีด จนกระทั่งออกจากปลายคอลัมน์ ซึ่งเป็นเวลาส่วนใหญ่ของการเดินทาง เป็นช่วงเวลาที่บ่งชี้คุณสมบัติเฉพาะตัว (characteristic time) ของแต่ละสาร แต่อย่างไรก็ตามต้องระมัดระวังภายใต้ภาวะแวดล้อมของการแยกนั้น สารบางชนิดที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน อาจจะใช้เวลาแยกใกล้เคียงกันจนเกิดการทับซ้อนกันได้ กฎโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการแยกคือ องค์ประกอบใดที่สามารถเกิดอันตรกิริยาหรือสามารถกระจายตัวอยู่ในชั้นของเฟสอยู่กับที่ ได้ดีกว่าก็จะใช้เวลาอยู่ในคอลัมน์ได้มากกว่าและในทางตรงกันข้าม สารใดที่มีอันตรกิริยา หรือสามารถกระจายตัวอยู่ในชั้นของเฟสเคลื่อนที่ได้ดีกว่า ก็จะถูกชะ (elute) ออกจากคอลัมน์ได้เร็วกว่า หรือใช้เวลาในคอลัมน์น้อยนั่นเอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ ก-1 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-2 ส่วนประกอบของเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC)

ส่วนประกอบของเครื่อง HPLC ที่สำคัญมีดังนี้

1. ภาชนะที่บรรจุเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase reservoir) เป็นขวดสำหรับใส่ตัวทำละลายที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่
2. ระบบปั๊ม (pump system) ใน HPLC มีความต้านทานการไหลของเฟสเคลื่อนที่ที่จะไหลผ่านคอลัมน์ซึ่งมีอนุภาคขนาดเล็กบรรจุอยู่ ความต้านทานการไหลที่ข้อนี้นี้จะมากเมื่อใช้อนุภาคเล็กๆ และคอลัมน์มีขนาดเล็กอีกด้วย จึงจำเป็นต้องใช้ความดันที่สูงดับเฟสเคลื่อนที่ให้ไหลไป
3. คอลัมน์ (column) เป็นส่วนประกอบที่มีราคาแพงที่สุด แต่ถือว่าเป็นหัวใจของระบบคอลัมน์ HPLC โดยทั่วไปมีความยาว 25-30 ซม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4-5 มม. และบรรจุขนาดอนุภาคน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถผลิตสารบรรจุที่มีขนาดเล็กลงมา 5-3 ไมโครเมตร (และใช้เทคนิคการบรรจุสารที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการแยกค่อนหน่วยความยาวคอลัมน์ดีขึ้น)

4. เครื่องตรวจวัด (Detector) เครื่องตรวจวัดที่ได้นำมาใช้มากที่สุดใน HPLC ได้แก่

Ultraviolet Absorbance (UV) และ Refractive Index (RI) เครื่องตรวจวัด UV มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์สารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ เครื่องตรวจวัดชนิดนี้มีทั้งความยาวคลื่นเดียว (มักใช้ที่ 254 nm Mercury arc lamp) และแบบที่เปลี่ยนความยาวคลื่นได้ (variable wavelength) ในช่วง 600-190 nm การดูดกลืนแสงนี้เป็นคุณสมบัติของโมเลกุล ดังนั้นแต่ละสารประกอบจะมีการดูดกลืนแสงที่จำเพาะของตัวเอง เครื่องตรวจวัดชนิด UV จัดเป็นชนิดที่มีความไวสูง สามารถตรวจวัดสารมาก

เอกลักษณ์ในปริมาณต่ำถึงระดับนาโนกรัม เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนประกอบผลข้อมูล (Data System) ส่วนที่แปลงสัญญาณ analog เป็น digital
6. ส่วนที่ทิ้งของเสีย (Waste)

เครื่องวัดสัญญาณแบบอัลตราไวโอเล็ตและวิสิเบิล (UV and Visible Light Detector)

ตัววัดสัญญาณที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง มีความไวต่อการตอบสนองสูง มีช่วงเส้นตรงกว้าง (a wide linear range) ความแปรปรวนของอุณหภูมิ (temperature fluctuations) ไม่มีผลต่อการตอบสนองและเหมาะกับการทำเกรดขึ้นอีลูชัน การตอบสนองอาศัยหลักการดูดกลืนแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต หรือช่วงวิสิเบิล สารที่ดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตส่วนมากจะเป็นพวกที่มีอิเล็กตรอนพันธะไพ (π -bonding electrons) และพวกที่มีอิเล็กตรอนไม่ได้รับพันธะ (unshared electron) เช่น โอลิฟิน (olefin), สารประกอบอะโรมาติก และสารประกอบที่มี C=O, C=S, -N=O และ -N=N- อยู่ในโมเลกุล สำหรับเฟสเคลื่อนที่นั้น ไม่ควรจะใช้สารที่ดูดกลืนแสงหรือดูดกลืนแสงน้อยที่มีความยาวคลื่นที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง

การดูดกลืนแสงของสารที่มีความยาวคลื่นหนึ่งจะเป็นฟังก์ชันกับความเข้มข้น (c) ตามกฎของแลมเบิร์ตและเบียร์ (The Lambert-Beer Law) :

$$A = \epsilon bC$$

- A เป็นแอมบอร์เบแนนซ์
- B เป็นความหนาของเซลล์ที่บรรจุสาร
- C เป็นความเข้มข้นของสาร (mol/L)
- ϵ เป็น molar absorptivity ($\text{dm}^3/\text{mol}\cdot\text{cm}$)

ตามสามการของเบียร์-แลมเบิร์ต จะได้ว่า ความสูงของพีคจะเป็นฟังก์ชันกับ Molar absorptivity และความเข้มข้นของสารที่ผ่านเซลล์ที่บรรจุสาร หน่วยของ Absorption Unit (AU) โดยนิยามเป็น 1 a.u.f.s หรือ 1 Absorption full scale หมายความว่า การบันทึกค่าแอมบอร์เบแนนซ์ได้เท่ากับหนึ่งที่พอดีกับเครื่องบันทึกสัญญาณอ่านได้เต็มสเกล (an absorbance of 1 at full scale deflection) ตัววัดสัญญาณแบบ UV/visible ที่ใช้อยู่ในเครื่อง HPLC จะมี 2 แบบ คือแบบที่ดึงความยาวคลื่น (fixed wavelength) และแบบที่ปรับความยาวคลื่นได้ (variable wavelength)

1. แบบตรึงความยาวคลื่น (fixed wavelength) คือแบบตรึงความยาวคลื่นไว้ที่ 254 และ 280 nm ซึ่งเป็นความยาวคลื่นมากที่สุดที่ วงแหวนเบนซีน (benzene ring) ดูดกลืนแสงไว้ ดังนั้น สารประกอบอะโรมาติกจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm อย่างเห็นได้ชัด และที่ความยาวคลื่น 254 และ 280 nm นี้เป็นความยาวคลื่นแสงที่ไอปรอทคายออกมา จึงใช้หลอดไอของปรอท (mercury vapour lamps) เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแสงดังกล่าวข้อเสียของตัววัดสัญญาณชนิดนี้ ก็คือ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารตัวอย่างบางชนิดที่จะวิเคราะห์ไม่ดูดกลืนแสงที่ 254 และ 280 nm และเฟสเคลื่อนที่ที่จะใช้จะต้องไม่ดูดกลืนแสงที่ 254 และ 280 nm ด้วย

2. แบบที่ปรับความยาวคลื่น (Variable wavelength) จะใช้หลอดควิเทียม (deuterium lamps) หรือหลอดที่ใช้ไส้ทั้งสแตน (tungsten filament lamps) เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแสงที่สามารถปรับค่าความยาวคลื่นได้ตั้งแต่ 190-170 nm

ตารางแสดง ตัววัดสัญญาณที่ปรับความยาวคลื่นได้

	แหล่งกำเนิดคลื่นแสง	ช่วงความยาวคลื่น (nm)
Philips 4025	Deuterium lamp	190-380
Uvikon 735	Tungsten lamp	190-600
	Deuterium lamp	190-350

เมื่อใช้ตัววัดสัญญาณชนิดวัดหนึ่งแสงอัลตราไวโอเล็ต สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาคือสภาพไว (sensitivity) จะต้องให้มีความสูงที่สุด อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (signal-to-noise) หรือความสูงของพีคต่อ baseline มีความสูง นั่นก็คือจะเลือกเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมโดยไม่เลือกเฟสเคลื่อนที่ที่สามารถดูดกลืนแสงตรงความยาวคลื่นที่ใช้เลือกในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง โดยทั่วไปและช่วงการดูดกลืนแสงของเฟสเคลื่อนที่ที่ต่ำกว่าความยาวคลื่น 230 nm ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงของเฟสเคลื่อนที่คือ

- ความเข้มข้นขององค์ประกอบในเฟสเคลื่อนที่
- pH
- แก๊สที่อยู่ในเฟสเคลื่อนที่

สิ่งที่ต้องพิจารณาคือค่า UV cut-off point ของเฟสเคลื่อนที่ซึ่งเป็นค่าของความยาวคลื่นที่เฟสเคลื่อนที่ที่มีการดูดกลืนแสงเท่ากับ 1 หน่วยของค่าแอบซอร์เบอแนนซ์ ดังนั้น ควรเลือกเฟสเคลื่อนที่ที่มี UV cut-off point ต่ำกว่าความยาวคลื่นที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์สาร ตัวอย่าง ถ้าเฟสเคลื่อนที่ที่สามารถดูดกลืนแสงตรงกับช่วงความยาวคลื่นที่ใช้วิเคราะห์สารจะมีผลทำให้ baseline มีการรบกวน (baseline noise) มากจะเกิด background absorbance สูง

ภาคผนวก ข

แสดงผลการวิเคราะห์

ข.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของวิธีวิเคราะห์

ข.1.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน

ตารางที่ ข.1 แสดงความเข้มข้น(ppm)และพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน

ความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานแคปไซซิน(ppm)	พื้นที่พีค			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{x} \pm SD$
10	5539	5433	5345	5439.000±97.1390
30	5998	6323	6229	6183.333±167.2433
50	7324	7142	7522	7329.333±190.0561
70	8296	8211	8382	8296.333±85.50049
90	9552	9397	9700	9549.667±151.5135
110	10423	9791	10117	10110.33±316.0527
130	11103	10856	11255	11071.33±201.3761

ข.1.2 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีการวิเคราะห์

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความเที่ยงของการวิเคราะห์

ความเข้มข้นที่ ใช้ (ppm)	ความเข้มข้นที่วัด ได้ (ppm)	ค่าเฉลี่ย (ppm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	%RSD
50	76.6904	76.9122	0.2440	0.3172
	76.9929			
	77.2954			
	77.0534			
	76.6904			
	76.7509			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่าความเข้มข้นเฉลี่ย

จาก
$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{76.6904 + 76.9929 + 77.2954 + 77.0543 + 76.6904 + 76.7509}{6}$$

$$\bar{x} = 76.9122$$

คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จาก
$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(76.6904 - 76.9122)^2 + (76.9929 - 76.9122)^2 + (77.2954 - 76.9122)^2 + (77.0543 - 76.9122)^2 + (76.6904 - 76.9122)^2 + (76.7509 - 76.9122)^2}{6-1}}$$

$$SD = 0.2440$$

คำนวณร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

$$\%RSD = \frac{0.2440}{76.9122} \times 100$$

$$\%RSD = 0.3172$$

ข.1.3 การศึกษาความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์

ตารางที่ ข.3 แสดงผลการวัดหาปริมาณแคปไซซินในสารละลายตัวอย่าง กับ spike sample และค่า

%Recovery

ตัวอย่าง	C _{standard} (ppm)	C _{spike sample} (ppm)	C _{spike sample} เฉลี่ย (ppm)	C _{sample} (ppm)	C _{sample} เฉลี่ย (ppm)	%Recovery
can_f ₀ 13/120	94.8299	171.2073	171.8257	74.5932	74.6402	102.484
		171.7921		74.6537		
		172.4778		74.6738		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่าความเข้มข้นเฉลี่ย ทำเช่นเดียวกับข้อ ข.1.2

คำนวณหาค่าร้อยละของการกลับได้คืน (%Recovery) ตัวอย่างน้ำพริกแกงแบบบรรจุกระป๋อง

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad \% \text{ Recovery} &= \frac{C_{\text{SpikeSample}} - C_{\text{Sample}}}{C_{\text{Standard}}} \times 100 \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{171.8257 - 74.6402}{94.8299} \times 100 \\ \% \text{ Recovery} &= 102.4840 \end{aligned}$$

ข.1.4 การศึกษาค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitation; LOQ) ตารางที่ ข.4 แสดงผลการวัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อหาค่า LOD และ LOQ

ความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานแคปไซซิน(ppm)	ความเข้มข้นที่วัดได้(ppm)			ความเข้มข้น เฉลี่ย (ppm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
10	13.9370	11.7991	10.0242	11.9201
30	23.1948	29.7498	27.8539	24.9159
50	49.9394	46.2686	53.9330	50.0470
70	69.5441	67.8297	71.2787	69.55083
90	94.8769	91.7507	97.862	94.8298
110	112.4445	99.6974	106.2726	106.1382
130	126.1597	121.1778	129.2254	125.5210

คำนวณค่าความเข้มข้นเฉลี่ย ทำเช่นเดียวกับข้อ ข.1.2

คำนวณ LOD และ LOQ

นำค่าเฉลี่ยมาสร้างกราฟ ได้กราฟดังรูปที่ 4.2 ที่มีสมการเส้นตรงเท่ากับ $y = 0.9714x + 1.2776$
ดังนั้น slope คือ ความชัน เท่ากับ 0.9714 และ $S_{x/y}$ คือ จุดตัดแกน y เท่ากับ 1.2776

$$\text{จาก} \quad LOD = \frac{3S_{x/y}}{\text{slope}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$LOD = \frac{3 \times 1.2776}{0.9741}$$

$$LOD = 3.9347$$

$$LOQ = \frac{10S_{x/y}}{\text{slope}}$$

$$LOQ = \frac{10 \times 1.2776}{0.9741}$$

$$LOQ = 13.1156$$

ข.1.5 การศึกษาการตอบสนองความเป็นเส้นตรง (Linearity)

ตารางที่ ข.5 แสดงผลการวัดหาปริมาณแคปไซซิน และพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน

ความเข้มข้นของ สารละลาย มาตรฐาน แคปไซซิน (ppm)	ความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ (ppm)				พื้นที่พีค (ppm)			
	1	2	3	$\bar{x} \pm SD$	1	2	3	$\bar{x} \pm SD$
10	13.9370	11.7991	10.0242	11.9201 ± 1.9592	5539	5433	5345	5439 ± 97.1390
30	23.1948	29.7498	27.8539	24.9159 ± 3.3731	5998	6323	6229	6183.33 ± 167.2433
50	49.9394	46.2686	53.9330	50.0470 ± 3.8333	7324	7142	7522	7329.33 ± 190.0561
70	69.5441	67.8297	71.2787	69.5508 ± 1.7245	8296	8211	8382	8296.33 ± 85.5004
90	94.8769	91.7507	97.8620	94.8299 ± 3.0559	9552	9397	9700	9549.66 ± 151.5135
110	112.444	99.6974	106.2726	106.1382 ± 6.3746	10423	9791	10117	10110.3 ± 316.0527
130	126.159	121.1778	129.2254	125.5210 ± 4.0616	11103	10856	11255	11071.3 ± 201.3761

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดง

ข.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง
ตารางที่ ข.6 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการ
บรรจุกระป๋อง

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (g)	ความเข้มข้น (ppm)			ปริมาณแคปไซซิน (mg/g)			$\bar{x} \pm SD$
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
can_f ₀ f6/117	2.1079	70.5802	69.6929	70.8423	33.4836	33.0627	33.608	33.3848 ± 0.2858
can_f ₀ 8.05/114.9	2.068	74.5932	72.1733	72.9597	36.0702	34.9	35.2803	35.4169 ± 0.5969
can_f ₀ 8.05/119.1	2.0402	73.2622	73.2622	73.242	35.9093	35.9093	35.8994	35.9060 ± 0.0057
can_f ₀ 13/114	2.0102	75.057	74.5125	74.1293	37.3381	37.0672	36.8766	37.0940 ± 0.2319
can_f ₀ 13/117*1	2.0371	74.0487	74.694	75.0368	36.35	36.6668	36.8351	36.6173 ± 0.2463
can_f ₀ 13/117*2	2.0108	74.6537	74.6738	74.5528	37.1263	37.1364	37.0762	37.1130 ± 0.0322
can_f ₀ 13/117*3	2.0105	74.4318	74.4722	74.6537	37.0216	37.0416	37.1319	37.0650 ± 0.0587
can_f ₀ 13/117*4	2.0219	74.6537	74.5932	74.6335	36.9225	36.8926	36.9126	36.9092 ± 0.0152
can_f ₀ 13/117*5	2.0204	74.4923	74.6738	74.5528	36.8701	36.9599	36.9	36.9100 ± 0.0457
can_f ₀ 13/120	2.0297	87.6404	87.1363	86.5918	43.179	42.9306	42.6624	42.9240 ± 0.2584
can_f ₀ 17.95/114.9	2.0841	93.912	94.9001	95.3236	45.0612	45.5353	45.7385	45.4450 ± 0.3476
can_f ₀ 17.95/119.1	2.0599	95.0009	95.1824	95.626	46.1192	46.2073	46.4227	46.2497 ± 0.1561
can_f ₀ 20/117	2.0619	101.071	102.119	100.728	49.0183	49.5269	48.852	49.1324 ± 0.3516

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณแคปไซซินในผัก 1 กรัม (can_f6/117)

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเครื่อง HPLC โดยชั่งตัวอย่าง can_f6/117 มา 2.1079 กรัม วัดครั้งที่ 1 ได้ 70.5802 ppm แสดงว่า

การคำนวณหาปริมาณแคปไซซิน

ตัวอย่าง can_f6/117 2.1079 กรัม มีปริมาณแคปไซซิน 70.5802 มิลลิกรัม

ตัวอย่าง can_f6/117 1 กรัม มีปริมาณแคปไซซิน $\frac{1 \times 70.5802}{2.1079} = 33.4836$

มิลลิกรัม

ตัวอย่างอื่น ๆ คำนวณเช่นเดียวกัน

เมื่อคำนวณปริมาณแคปไซซินในตัวอย่างน้ำพริกแกง 1 กรัม ทำการคำนวณค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดทั้ง 3 ครั้ง ของการชั่งตัวอย่าง 1 ครั้ง ได้ผลตามตารางที่ ข.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง
ตารางที่ ข.7 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำ
แห้ง

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (g)	ความเข้มข้น (ppm)			ปริมาณแคปไซซิน (mg/g)			$\bar{x} \pm SD$
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
D_ho60	2.0054	75.4603	74.7746	74.4318	37.6285	37.2866	37.1157	37.3436 ± 0.2611
D_ho70	2.0047	75.2788	74.3512	76.1459	37.5512	37.0884	37.9837	37.5411 ± 0.4477
D_ho80	2.0032	80.0379	81.0462	80.8042	39.955	40.4584	40.3376	40.2503 ± 0.2628
D_mi180	2.0084	68.9266	70.923	67.878	34.3191	35.3132	33.797	34.4765 ± 0.7702
D_mi360	2.0024	87.7211	88.568	88.1849	43.808	44.2309	44.0396	44.0262 ± 0.2118
D_mi540	2.0072	116.094	115.63	115.046	57.8389	57.6079	57.3165	57.5878 ± 0.2618
D_R123/2.10	2.0032	76.4887	75.9039	77.1744	38.1833	37.8913	38.5255	38.2001 ± 0.3174
D_R127.5/2.2	2.0021	78.3037	81.7722	79.9774	39.1108	40.8432	39.9468	39.9669 ± 0.8664
D_R127.5/2.34	2.0086	88.9915	84.1517	86.2288	44.3052	41.8957	42.9298	43.0436 ± 1.2088
D_R132/2.3	2.0054	94.4161	93.7103	93.5893	47.0809	46.729	46.6686	46.8262 ± 0.2227
D_R133.8/2.2	2.0028	122.91	121.539	123.092	61.3692	60.6846	61.4599	61.1712 ± 0.4239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณแคปไซซินในผัก 1 กรัม(D_ho60)

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเครื่อง HPLC โดยชั่งตัวอย่าง_D_ho60 มา 2.0054 กรัม วัดครั้งที่ 1 ได้ 75.4603 ppm แสดงว่า

การคำนวณหาปริมาณแคปไซซิน

ตัวอย่าง can_f6/117 2.0054 กรัม มีปริมาณแคปไซซิน 75.4603 มิลลิกรัม

ตัวอย่าง can_f6/117 1 กรัม มีปริมาณแคปไซซิน $\frac{1 \times 75.4603}{2.0054} = 37.3436$

มิลลิกรัม

ตัวอย่างอื่น ๆ คำนวณเช่นเดียวกัน

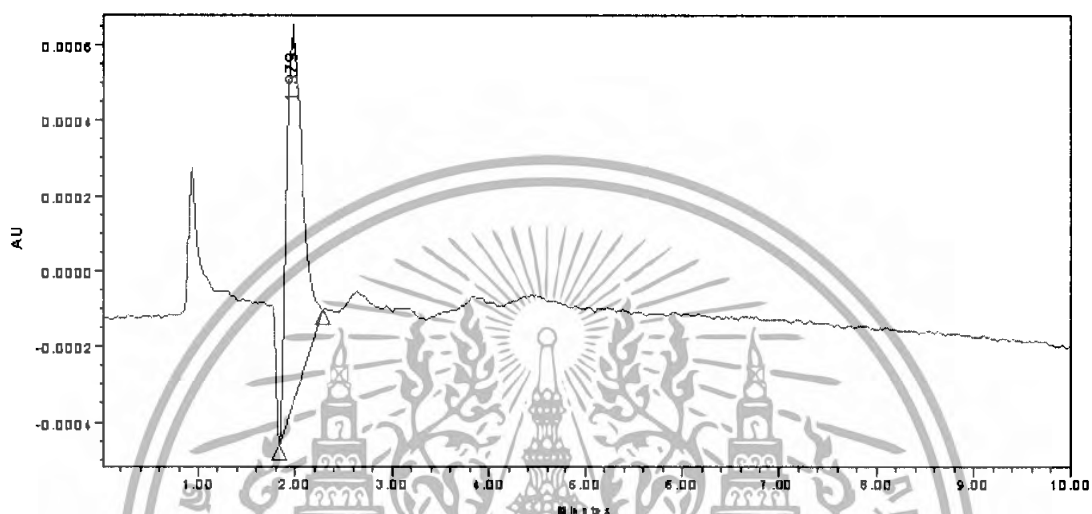
เมื่อกำหนดปริมาณแคปไซซินในตัวอย่างน้ำพริกแดง 1 กรัม ทำการคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดทั้ง 3 ครั้ง ของการชั่งตัวอย่าง 1 ครั้ง ได้ผลตามตารางที่ ข.7



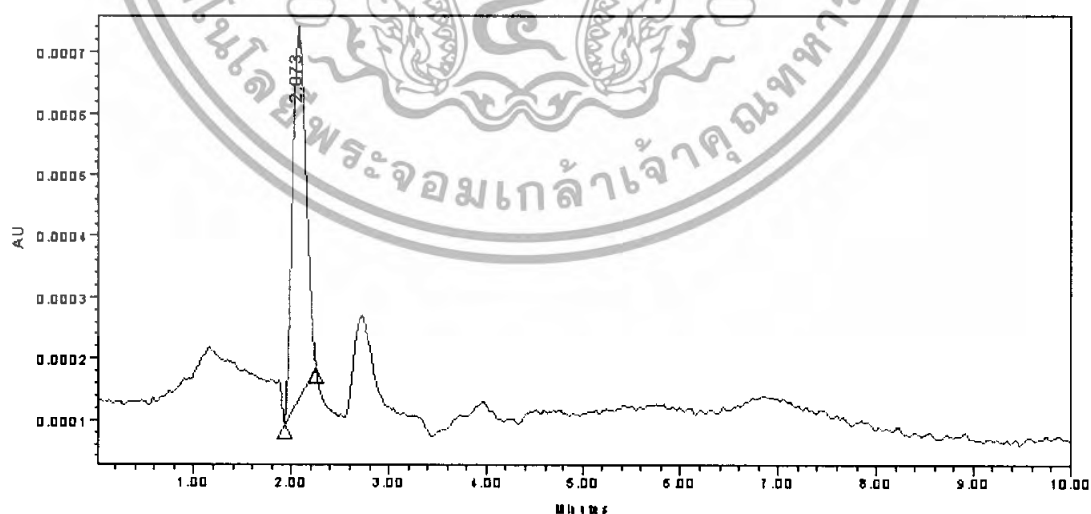
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

กราฟโครมาโทแกรมสารละลายตัวอย่างพริกสด



รูปที่ ค-1 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายตัวอย่างพริกสดเมื่อใช้สารละลายเมทานอล 100 ml

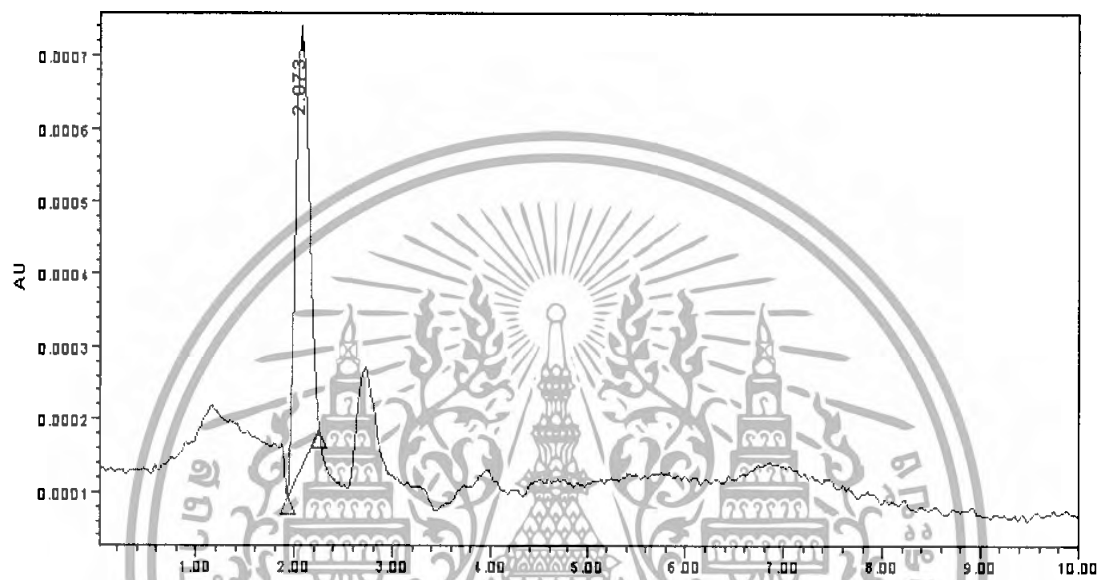


รูปที่ ค-2 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายตัวอย่างพริกสดเมื่อใช้สารละลายเมทานอล 200 ml

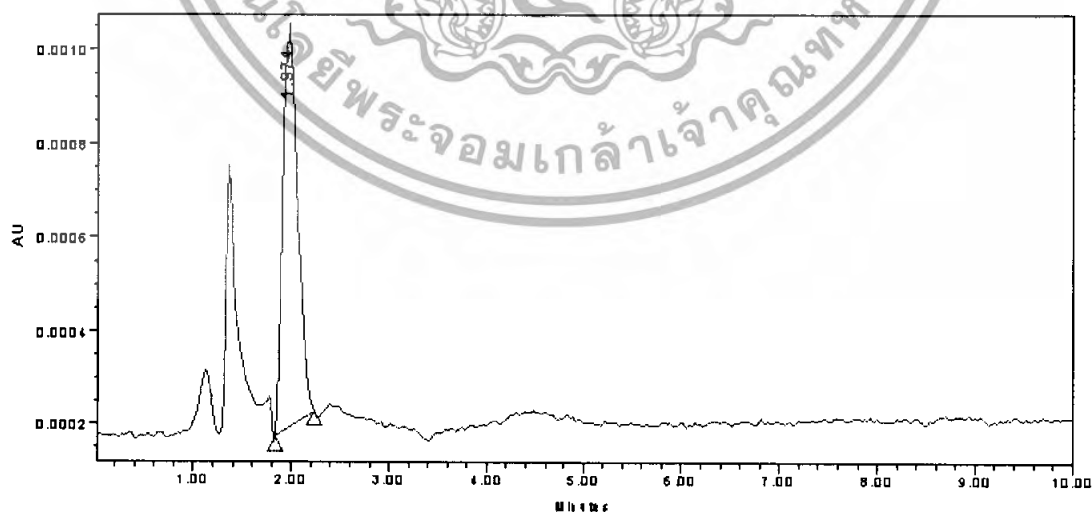
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซิน

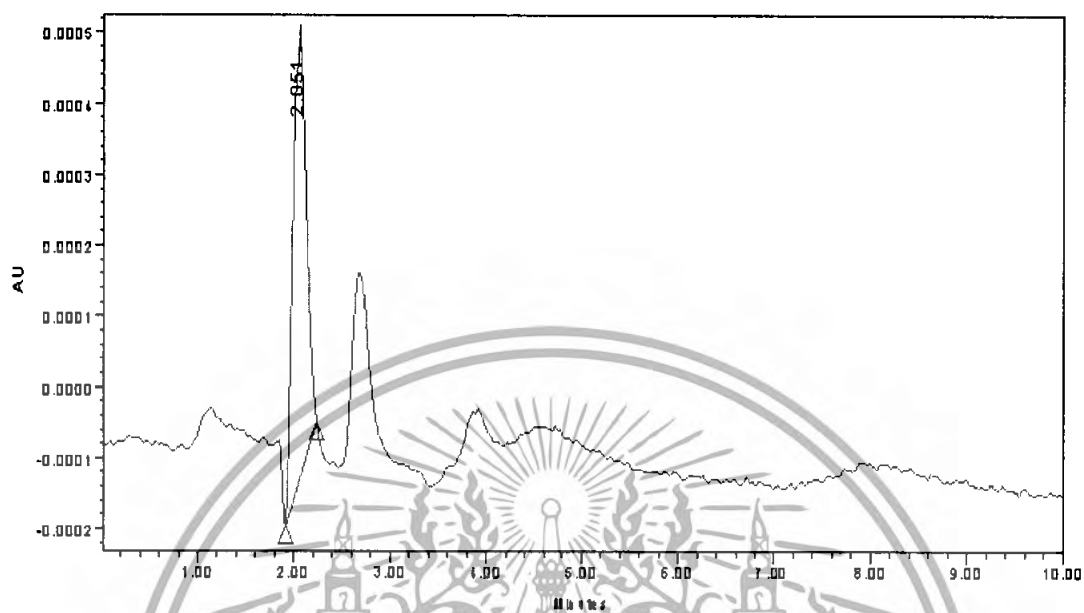


รูปที่ ง-1 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 10 ppm

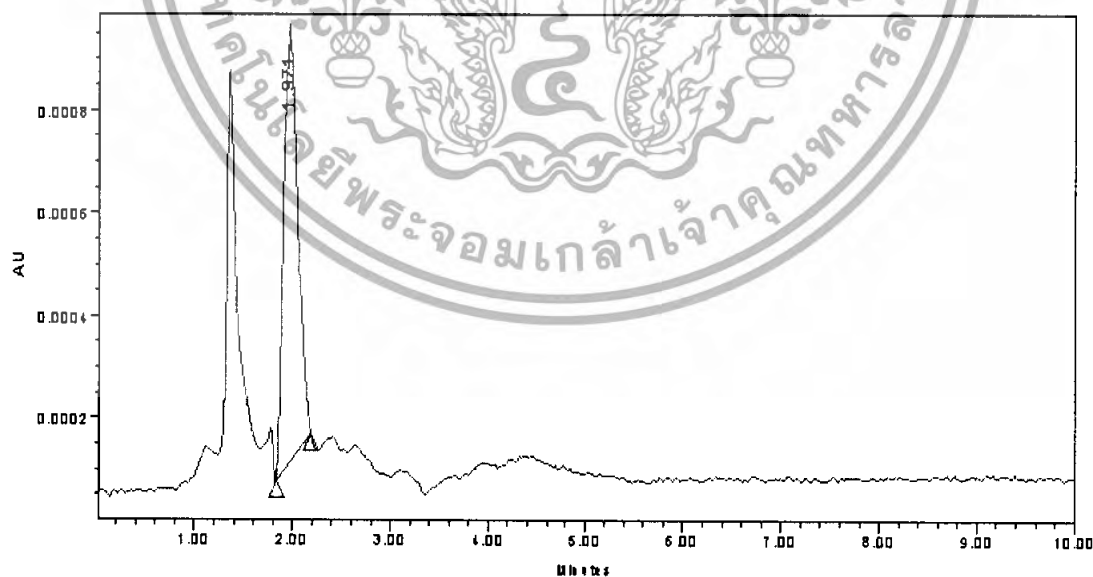


รูปที่ ง-2 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 30 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

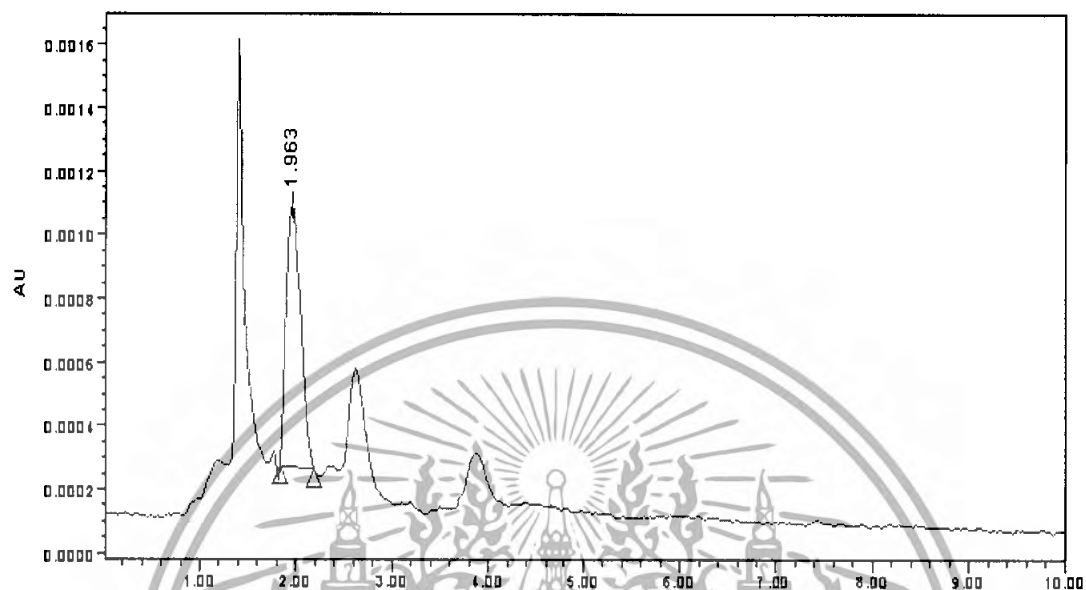


รูปที่ ง-3 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 50 ppm

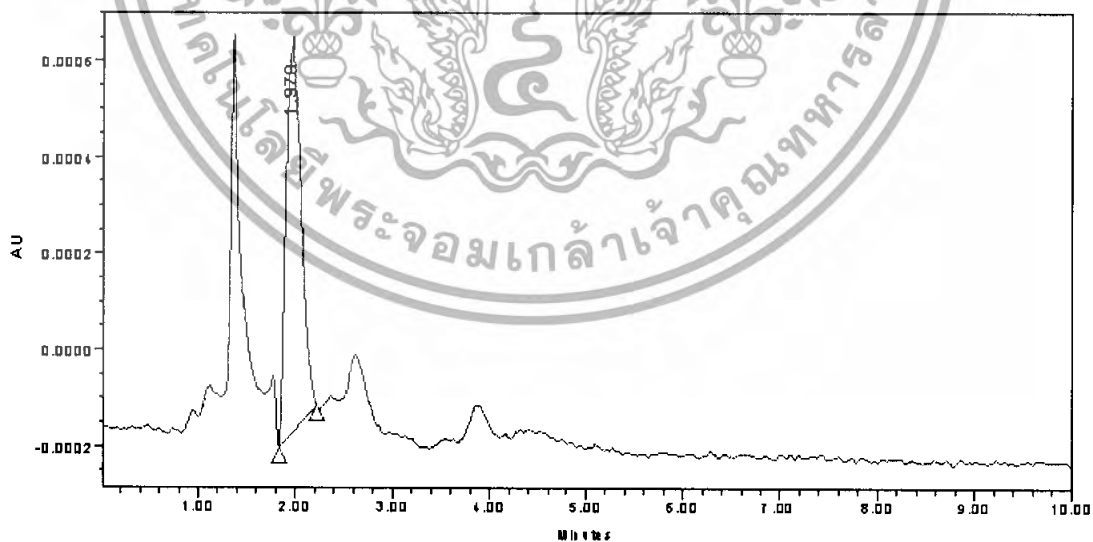


รูปที่ ง-4 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 70 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

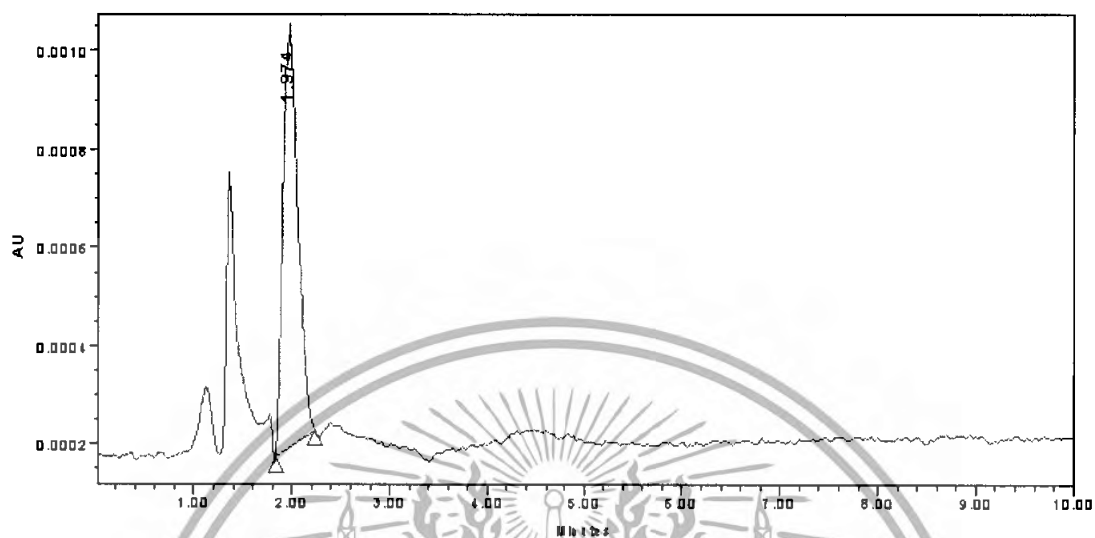


รูปที่ ง-5 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 90 ppm



รูปที่ ง-6 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 110 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



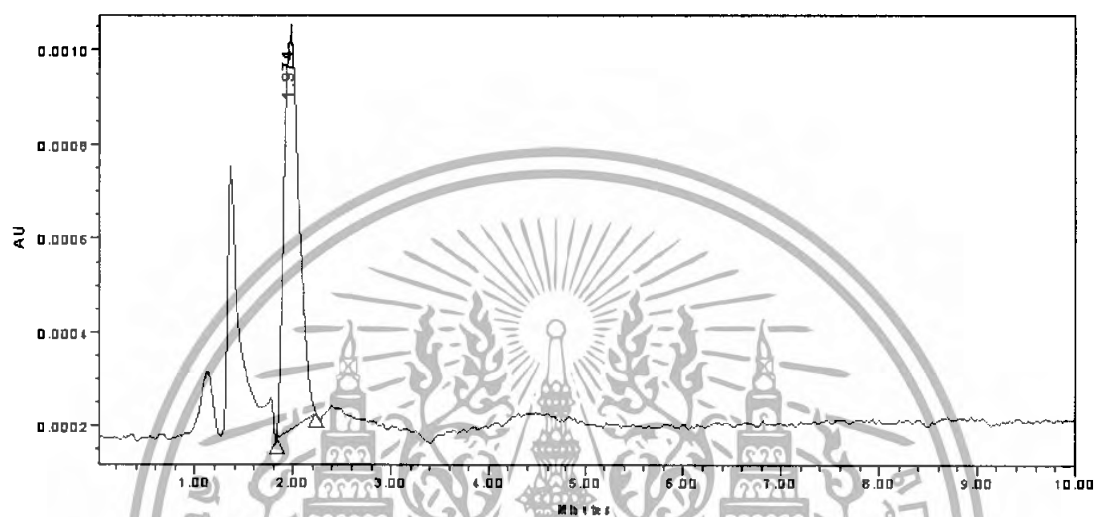
รูปที่ ง-7 กราฟโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานแคปไซซินความเข้มข้น 130 ppm



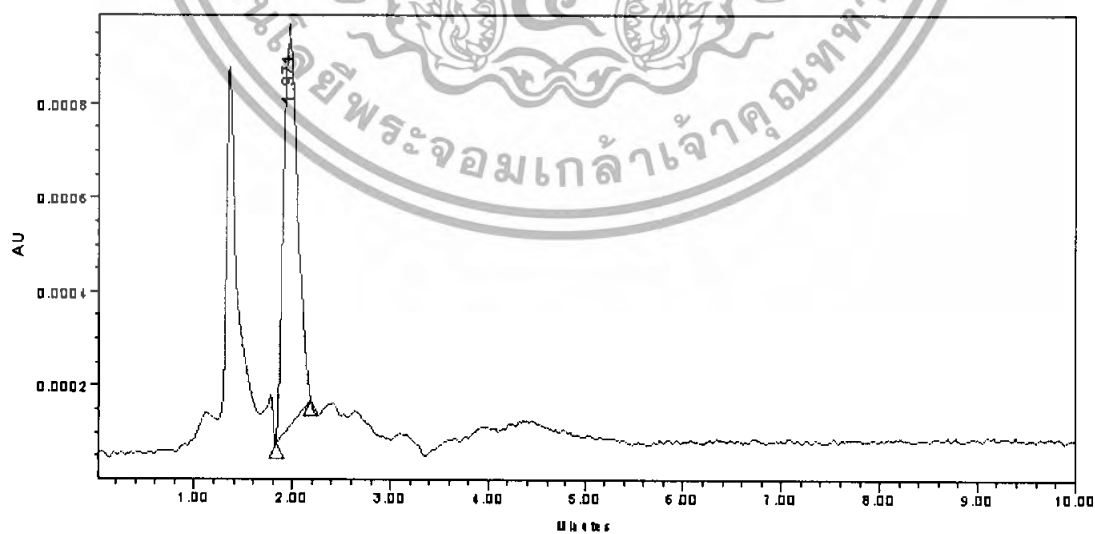
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง

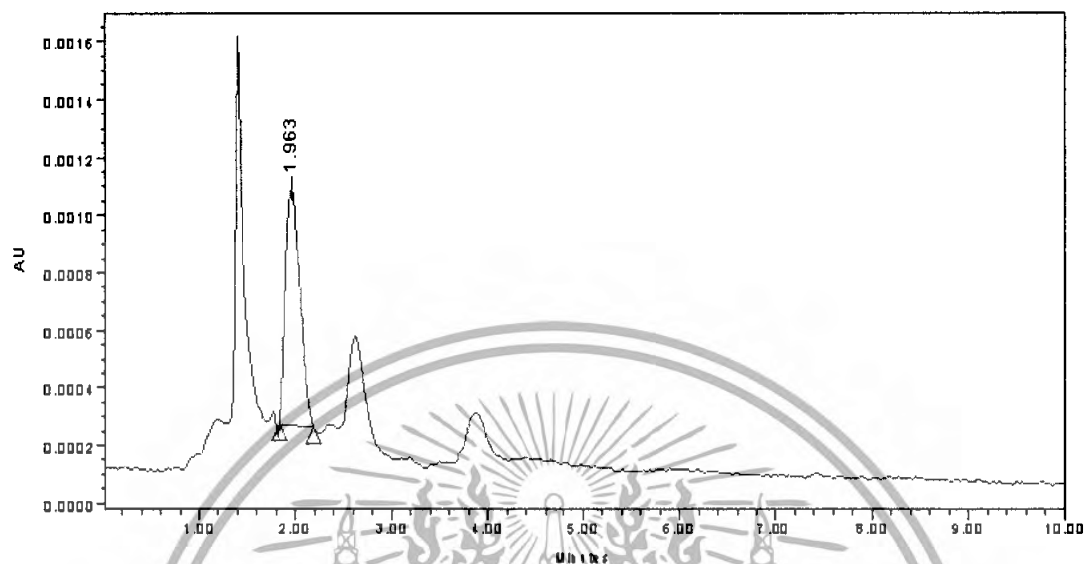


รูปที่ จ-1 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f0f6/117

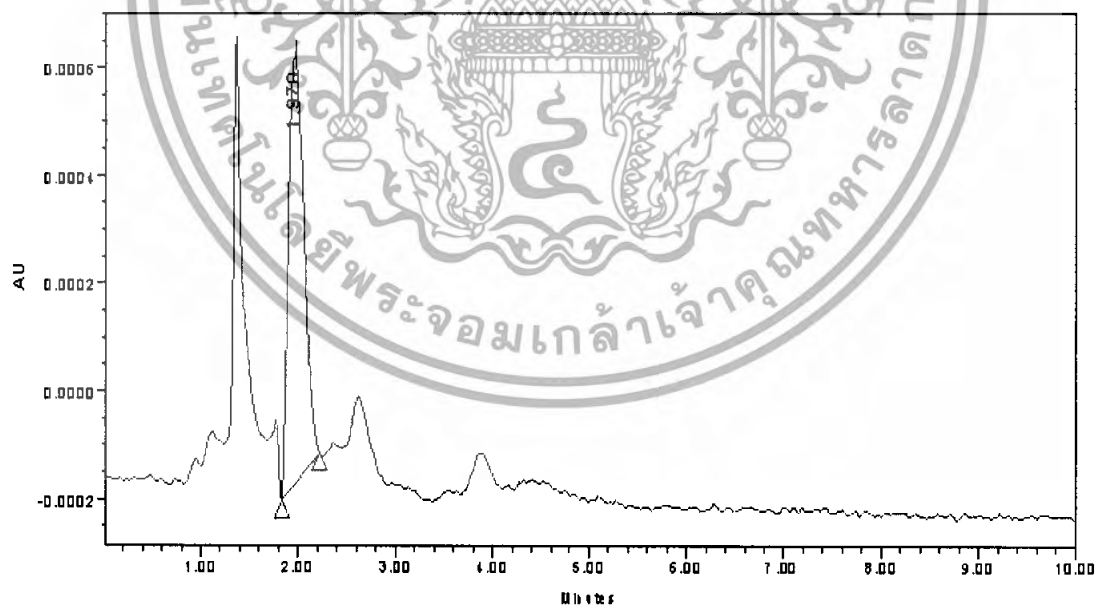


รูปที่ จ-2 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f08.05/114.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

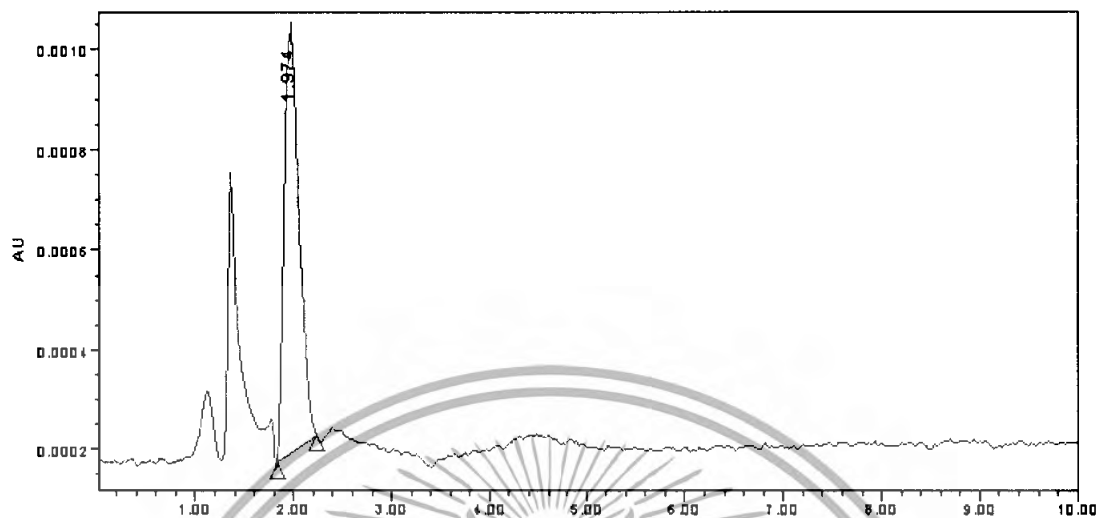


รูปที่จ-3 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f08.05/119.1

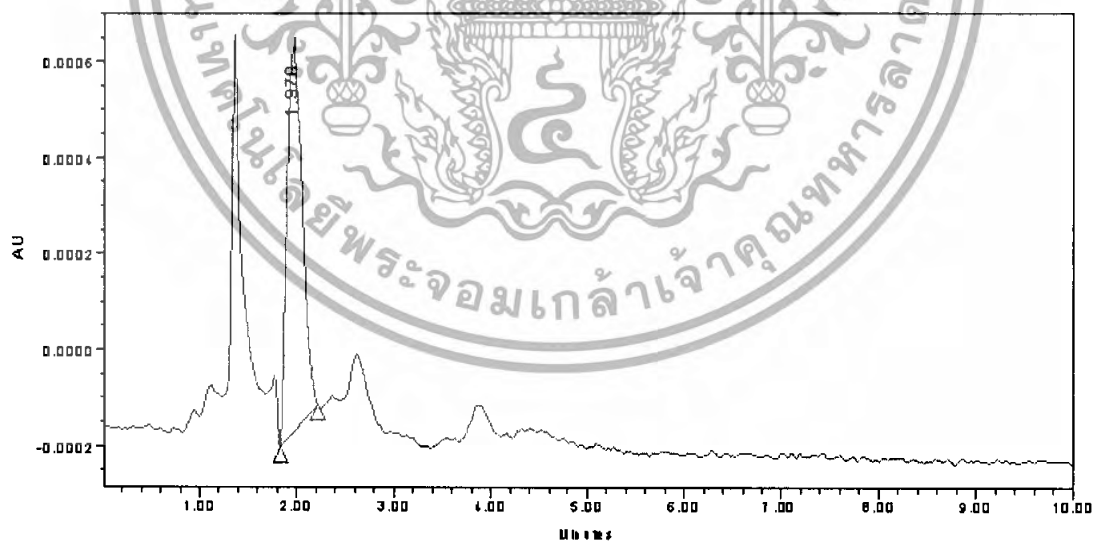


รูปที่จ-4 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f013/114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

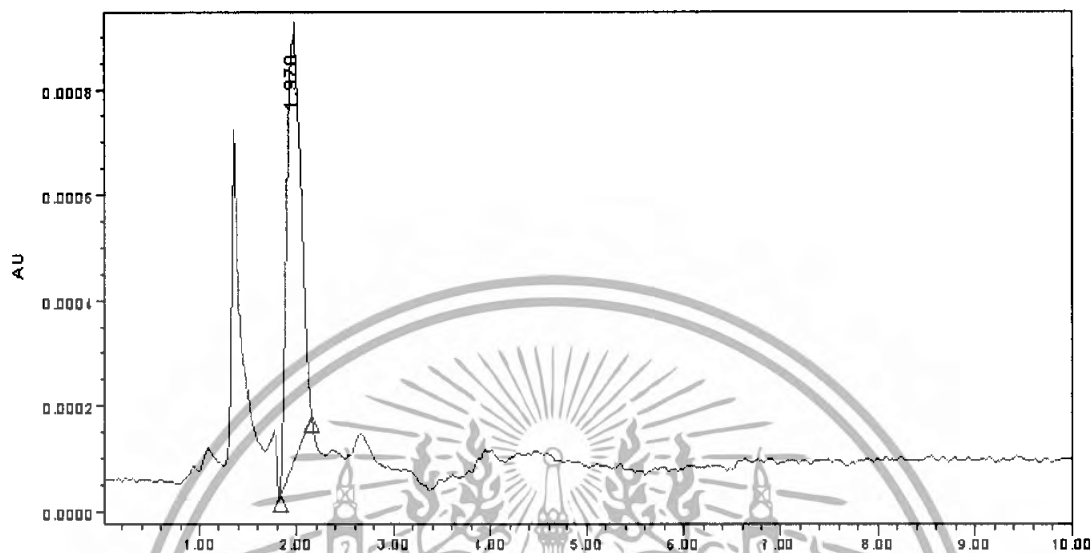


รูปที่ จ-5 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f₀ 13/117

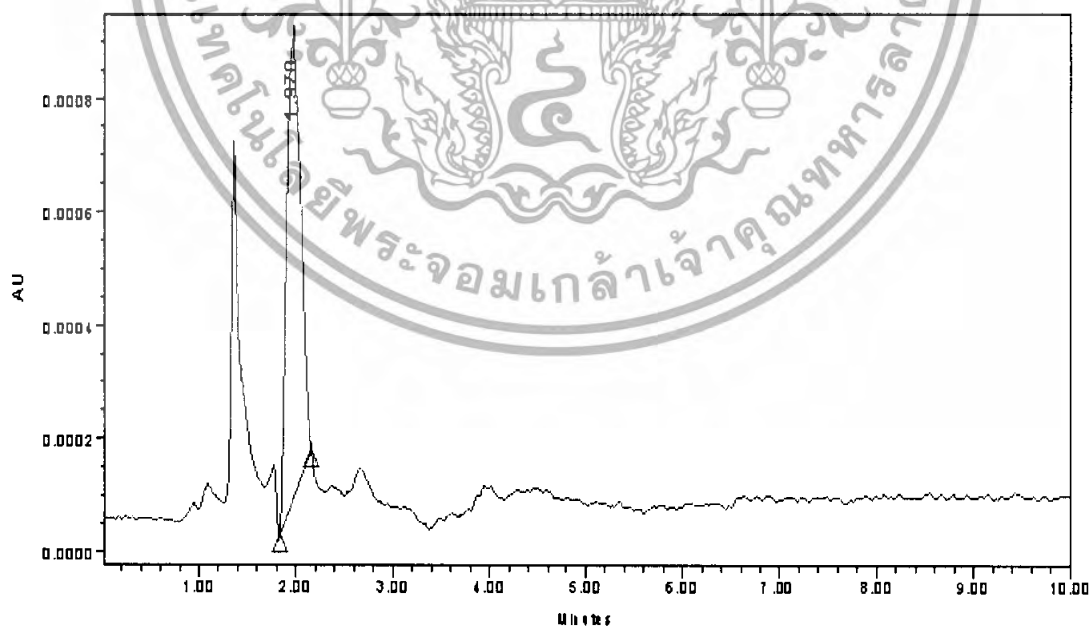


รูปที่ จ-6 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f₀ 13/120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

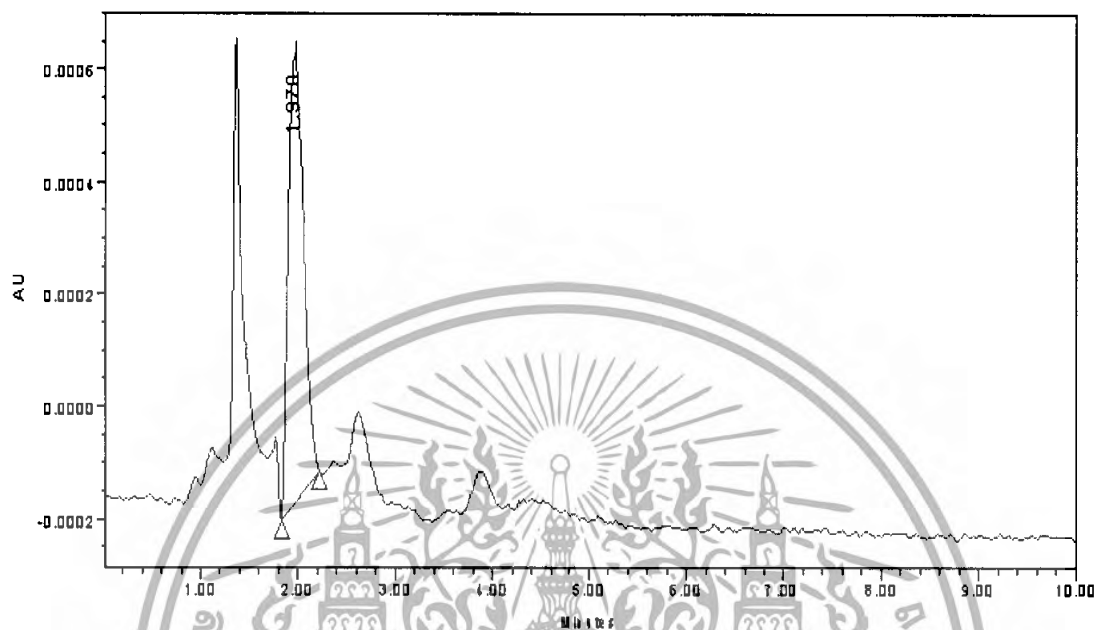


รูปที่ จ-7 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f₀ 17.95/114.9



รูปที่ จ-8 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f₀ 17.95/119.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

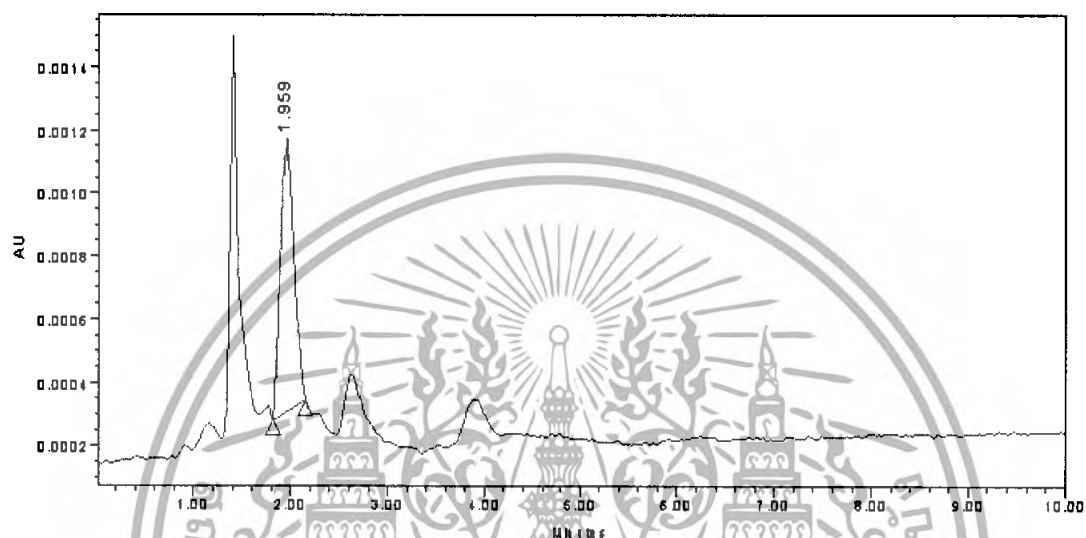


รูปที่ จ-9 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง can_f0_20/117

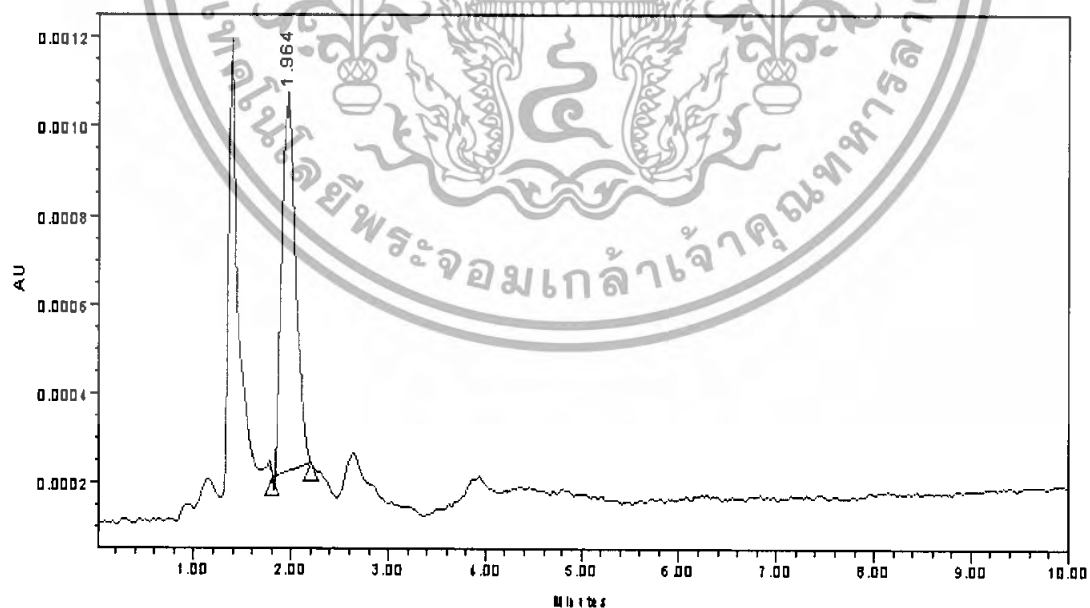
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่างน้ำพริกแกงแดงที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง

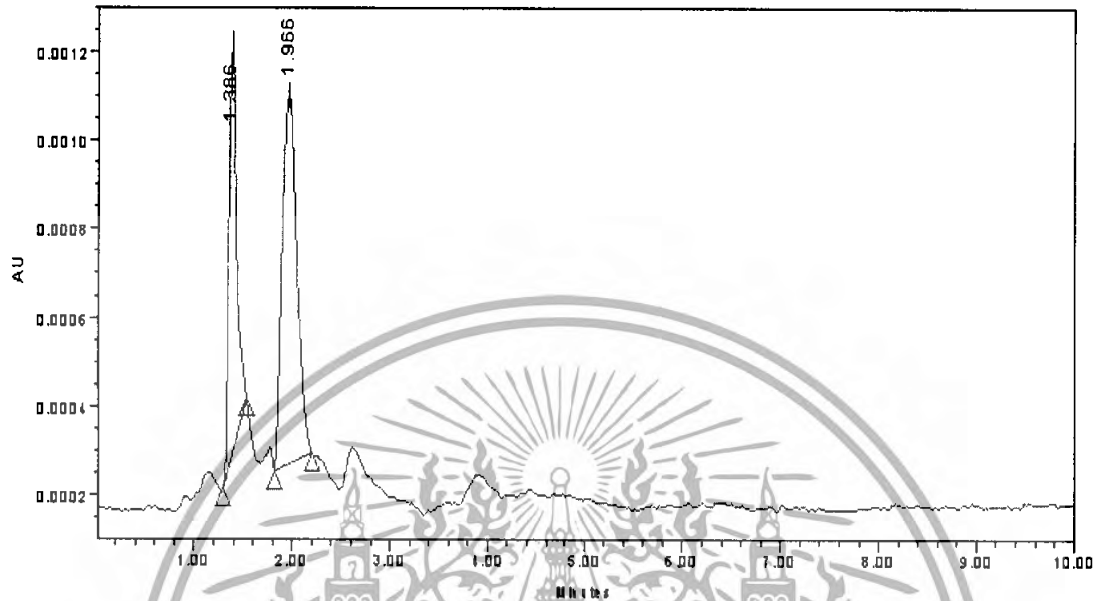


รูปที่ ฉ-1 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_ho60

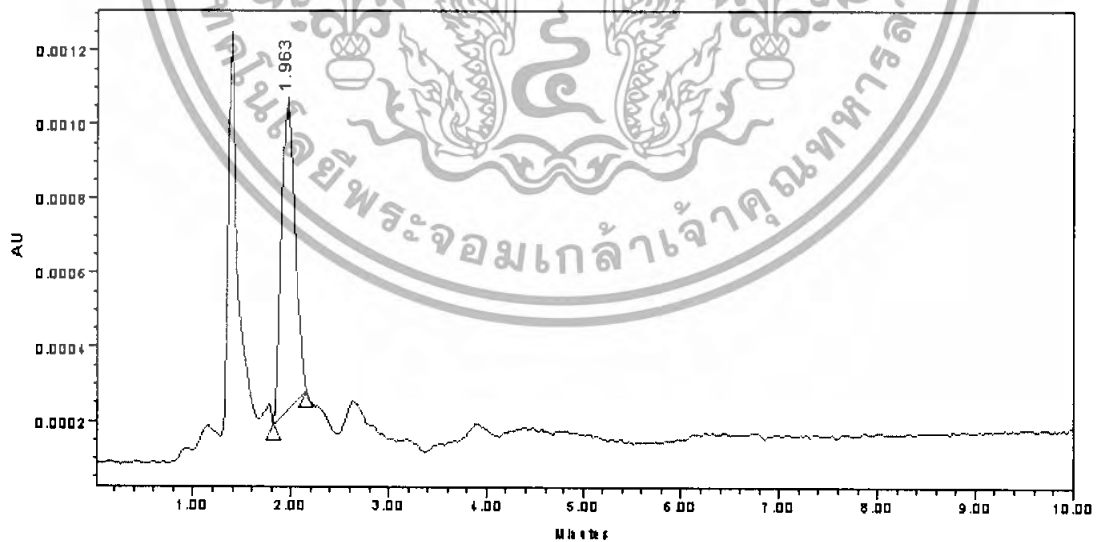


รูปที่ ฉ-2 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_ho70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

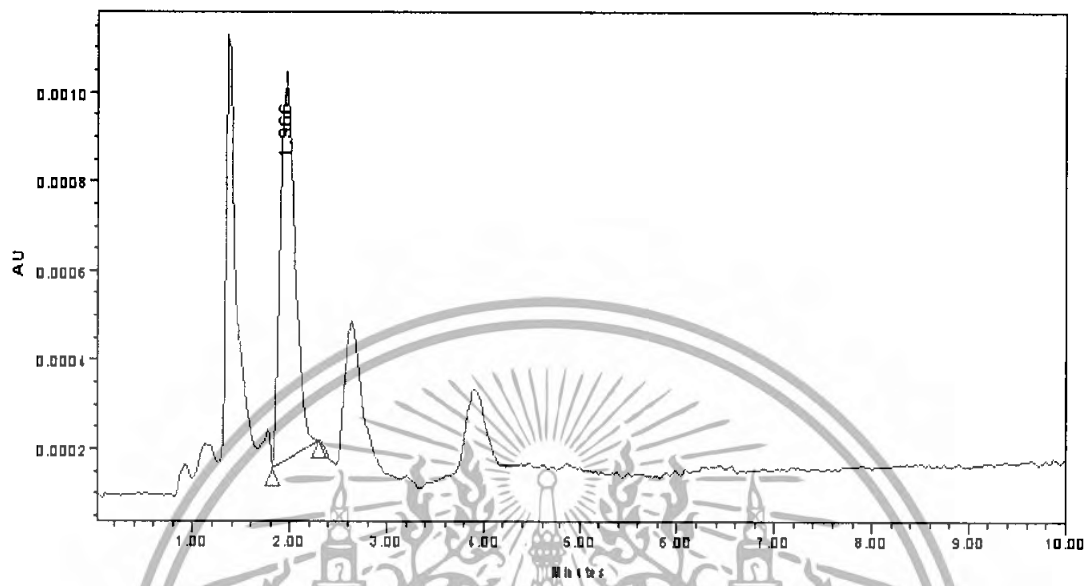


รูปที่ ๓-3 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_ho80

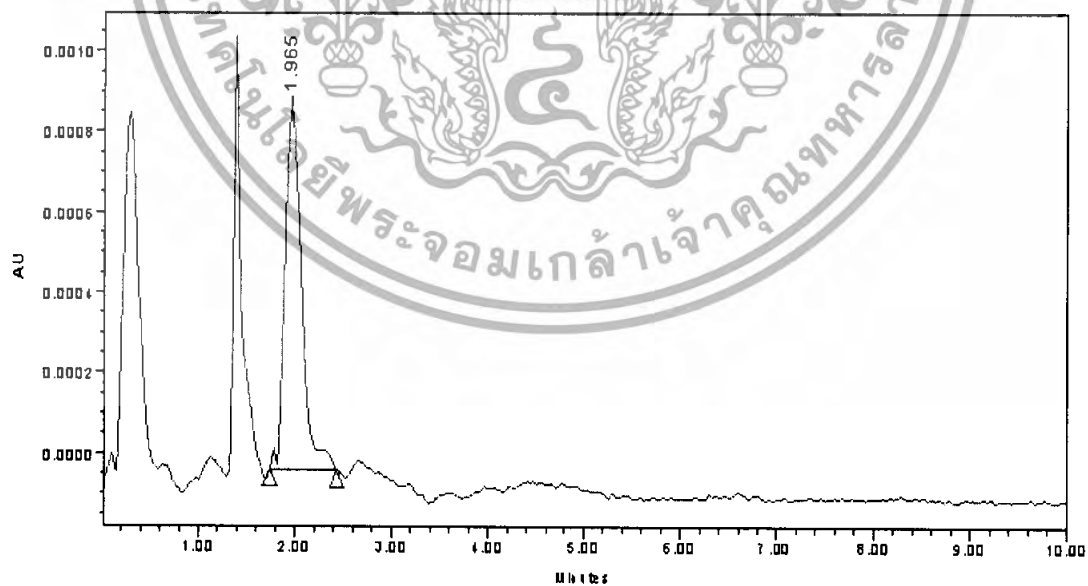


รูปที่ ๓-4 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_mi180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

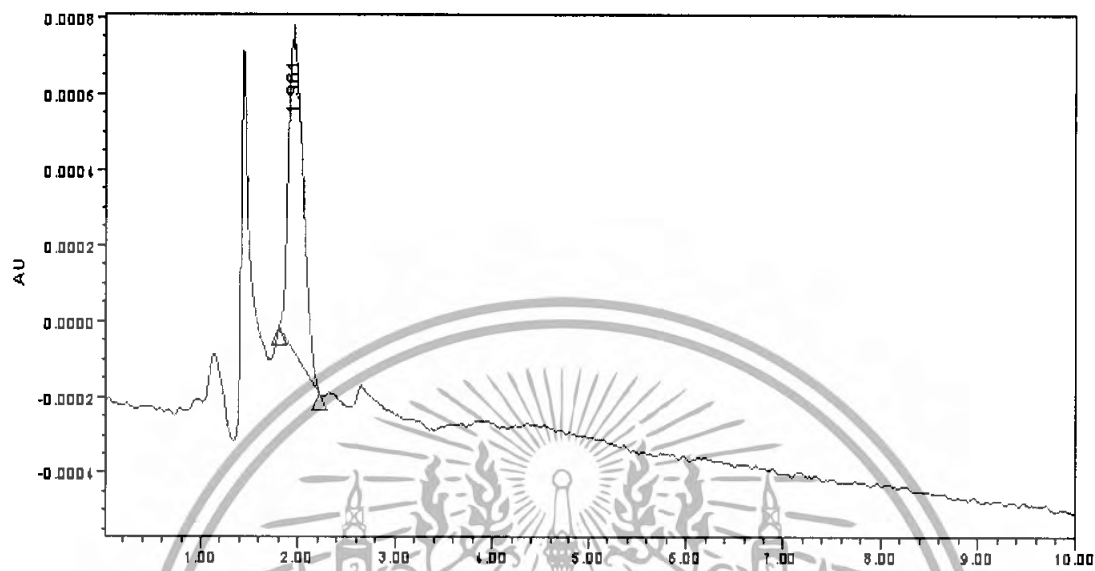


รูปที่ ฉ-5 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_mi360

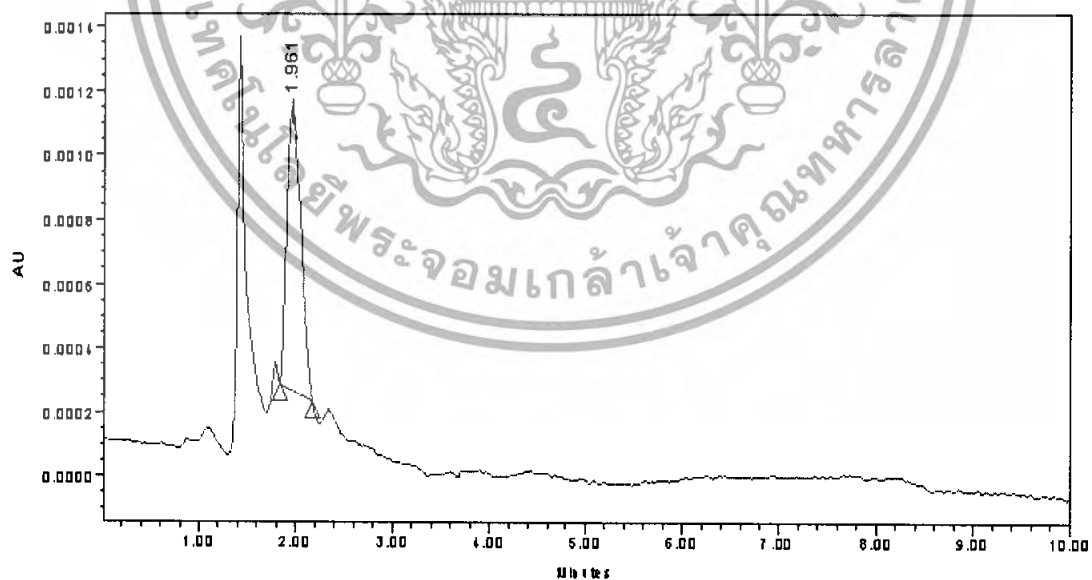


รูปที่ ฉ-6 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_mi540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

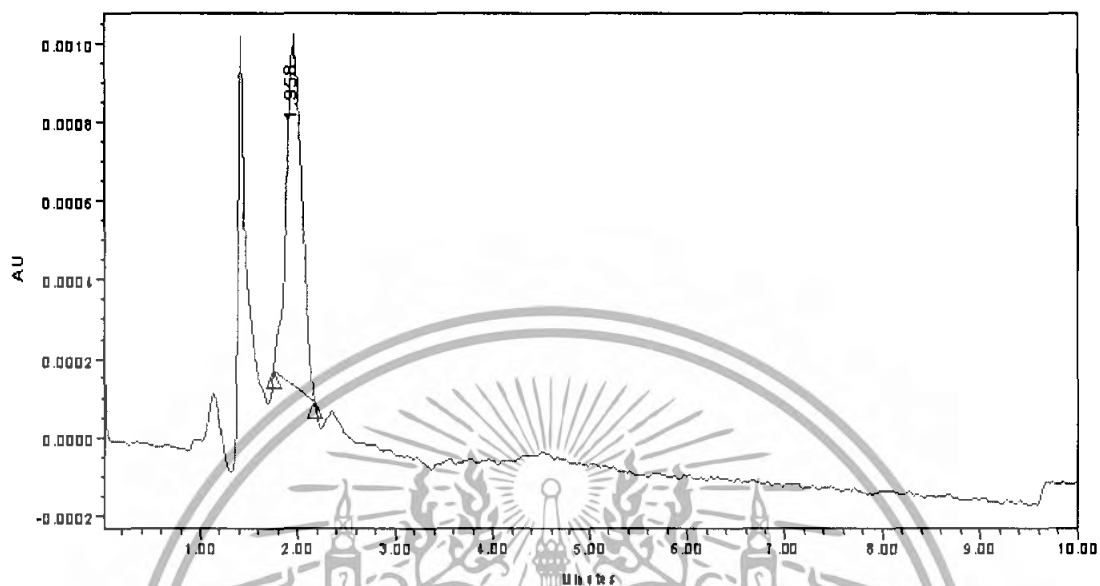


รูปที่ ๗-7 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R123/2.10

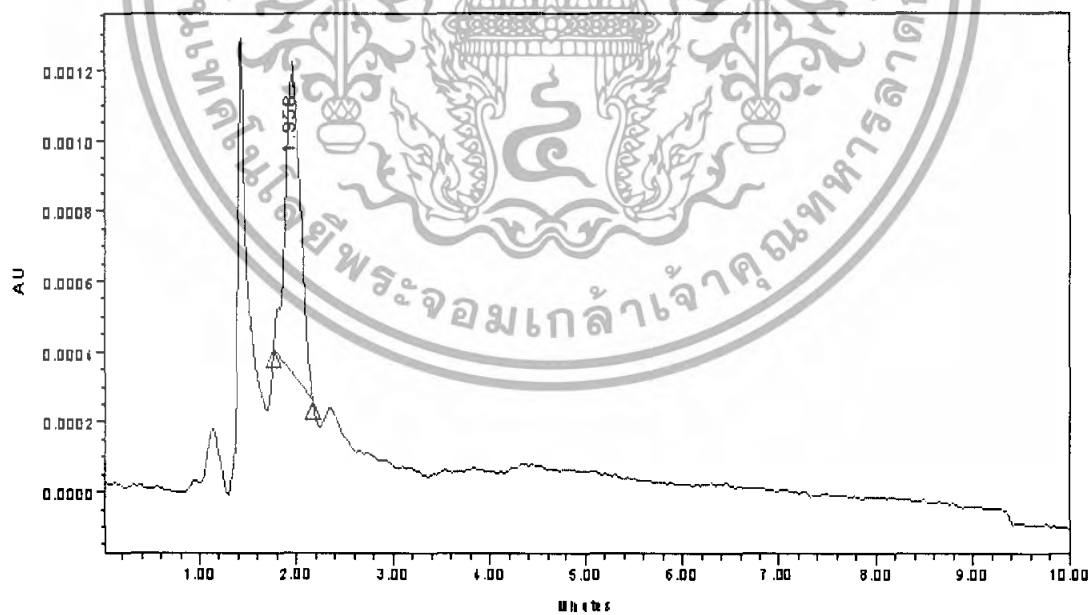


รูปที่ ๗-8 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R127.5/2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

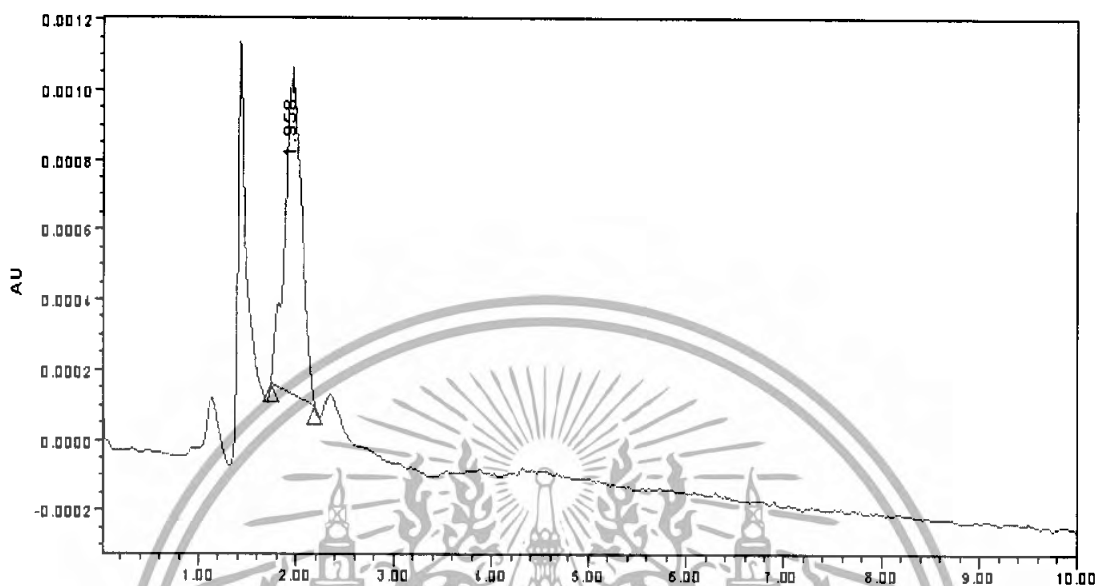


รูปที่ ๙-9 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R127.5/2.34



รูปที่ ๙-10 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D_R132/2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๑-11 กราฟโครมาโทแกรมตัวอย่าง D R133.8/2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้