

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-----

- 1. แผนงานวิจัย** : แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
- 2. โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ  
**กิจกรรม** : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสำหรับอาหารและเวชสำอาง  
**กิจกรรมย่อย (ถ้ามี)** : ระบุชื่อกิจกรรมย่อยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การผลิตแคปไซซินผงและแคโรทีนอยด์ผงจากพริกใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม  
**ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)** : Production of Capsaicin and Carotenoid Powder from Chilis for Functional Food
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**  
**หัวหน้าการทดลอง:** นางสาวกนิษฐ พิศาลวัชรินทร์  
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร  
**ผู้ร่วมงาน:** นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร  
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร  
นายโกเมศ สัตยาวุธ  
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

## 5. บทคัดย่อ

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงจากพริกเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ดำเนินงานวิจัยระหว่างปี 2560-2562 ที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร จากการศึกษาพบว่าการสกัดสารแคปไซซินจากพริกชี้หนูพันธุ์หัวเรือที่ใช้อัตราส่วนพริกแห้งต่อเอทานอลเท่ากับ 1:5 (w/v) ให้สารสกัดพริกที่มีปริมาณสารแคปไซซินสูงที่สุด โดยมีปริมาณสารแคปไซซินและสารไดไฮโดรแคปไซซินเท่ากับ 2,374.35  $\mu\text{g/g}$  และ 1,772.05  $\mu\text{g/g}$  ตามลำดับ การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริกพบว่าการสกัดพริกชี้ฟ้าด้วยน้ำมันรำข้าวให้สารสกัดพริกที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์

ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 229.42  $\mu\text{g/ml}$  และ 97.62  $\mu\text{moles Trolox/ml}$  ตามลำดับ จากนั้นทำการกักเก็บสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์โดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยพบว่า การเตรียมอิมัลชันของสารสกัด แคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์โดยใช้สารแคปไซซิน สารแคโรทีนอยด์ และมอลโทเด็กซ์ทริน อัตราส่วน 0.5 : 10 : 40 (v/v) ให้สารสกัดผงที่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงที่สุด และการบรรจุสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงในถุง อลูมิเนียมฟอยล์และแคปซูลบรรจุในขวดแก้วใส ปริมาณสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 180 วัน

**คำสำคัญ:** แคปไซซิน, แคโรทีนอยด์, พริก, อาหารเสริม

### Abstract

The aim of this study was to produce capsaicin and carotenoid powder from Chilis for functional food. It was performed at Postharvest and processing research and development division during 2560-2562. The results showed that, capsaicin extract obtained from extraction condition using ethanol : huarua Chilis ratio of was 1:5 (w/v) showed the highest capsaicin contents (2,374.35  $\mu\text{g/g}$ ) and dihydrocapsaicin contents (1,772.05  $\mu\text{g/g}$ ). And carotenoid extract of prik chee fah using rice bran oil showed the highest total carotenoid contents (229.42  $\mu\text{g/ml}$ ) and antioxidant activity (97.62  $\mu\text{moles Trolox/ml}$ ). After that, The capsaicin and carotenoid extracts were encapsulated by spray drying with capsaicin extract : carotenoid extract: maltodextrin ratio of 0.5 : 10 : 40 (v/v). It was shown that the highest production yield of extract powder. In addition, the amount of capsaicin and carotenoid of capsaicin and carotenoid powders in aluminium foil pouch were similar to capsaicin and carotenoid powder contained in capsules in clear glass bottle for 180 days.

**Keyword:** capsaicin, carotenoid, Chilis, Functional Food

## 6. คำนำ

พริกเป็นเครื่องเทศที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคย เพราะพริกช่วยเพิ่มรสชาติเผ็ดร้อนให้อาหาร พริกมีหลายชนิด เช่น พริกชี้หนู พริกชี้ฟ้า พริกกะเหรียง พริกหยวก พริกหวาน เป็นต้น สารสำคัญในพริกที่ให้รสเผ็ดร้อน คือ สาร capsaicinoid

แคปไซซินเป็นสารหลักของสารในกลุ่มแคปไซซินอยด์ (capsicinoids) ซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญของพริก ที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน แคปไซซินอยด์ประกอบด้วยแคปไซซิน (capsaicin) ปริมาณ 61 เปอร์เซ็นต์ ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) 22 เปอร์เซ็นต์ นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) 1 เปอร์เซ็นต์ ไฮโม

แคปไซซิน (homocapsicin) 1 เปอร์เซ็นต์ และโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) 1 เปอร์เซ็นต์ (Cisneros-Pineda *et al.*, 2007) โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซิน คือ 8-methyl-n-vanillyl-6-noneamide มีสูตรโมเลกุลดังนี้  $C_{18}H_{27}NO_3$  สารแคปไซซินพบมากในบริเวณเยื่อแกนกลางสีขาวหรือที่เรียกว่า “รกพริก” (Placenta) ในส่วนของเนื้อ เปลือก และเมล็ดพริกจะมีสารแคปไซซินอยู่น้อยมาก (Reyes-Escogido *et al.*, 2011) ปริมาณสารแคปไซซินจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดและสายพันธุ์ของพริก ดังนี้ พริกชี้หูนมีแคปไซซิน 18.2 ส่วนในล้านส่วน (ppm) พริกเหลืองมีแคปไซซิน 16.7 ppm พริกชี้ฟ้ามีแคปไซซิน 4.5 ppm พริกหยวกมีแคปไซซิน 3.8 ppm และพริกหวาน (พริกยักษ์) มีแคปไซซิน 1.6 ppm (สัมพันธ์, 2546)

คุณสมบัติของแคปไซซินบริสุทธิ์ คือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายในน้ำได้เล็กน้อย แต่ละลายได้ดีในไขมัน น้ำมัน และแอลกอฮอล์ มีจุดหลอมเหลว 65 องศาเซลเซียส ทนความร้อนและความเย็นได้ดี (มโนวิช และ จันทรรัตน์, 2547) ประโยชน์ทางด้านยาและการแพทย์ของพริกมีมากมาย โดยพบว่า capsaicin มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย อาทิเช่น ช่วยคลายกล้ามเนื้อ ลดการเกิดการอุดตันของเส้นเลือด (ชวนพิศ, 2547) บรรเทาปวด ลดการอักเสบ โดยมีรายงานการวิจัยว่ามีการใช้ capsaicin ในการรักษาอาการปวดต่าง ๆ เช่น อาการปวดหรือคันที่ผิวหนังจากการผ่าตัด บาดเจ็บ ความผิดปกติของระบบประสาทจากเนื้องอก ข้อเสื่อม (osteoarthritis) ข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) ปลายประสาทอักเสบจากเบาหวาน (diabetic neuropathy) บรรเทาอาการคัดจมูกน้ำมูกไหลเรื้อรัง (สนทยา, 2540)

รงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์เป็นสารให้สีในพริก โดยในผลพริกจะมีสารให้สีที่สำคัญ คือ แคปแซนทิน (capsaithin) (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2547) ซึ่งเป็นสารคีโตแคโรทีนอยด์ (ketocarotenoid) และยังพบสารอื่นที่มีสูตรใกล้เคียงกัน ได้แก่ แคปโซรูบิน (capsorubin) ซีแซนทิน (zeaxanthin) ลูเทอิน (lutein) นีโอแซนทิน (neoxanthin) ไวโอลาแซนทิน (violaxanthin) และปีตาแคโรทีน สารประกอบแคปแซนทินบริสุทธิ์จะเป็นผลึกรูปเข็ม สีแดงเข้ม ละลายได้ในแอลกอฮอล์ มีจุดหลอมเหลว 175-176 องศาเซลเซียส สารละลายแคปแซนทินในปิโตรเลียมอีเทอร์ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 - 500 nm ในพริกที่ยังไม่สุกจะไม่พบรงควัตถุพวกคีโตแคโรทีนอยด์ แต่จะพบรงควัตถุที่ให้สีเขียวและเหลืองส้ม ได้แก่ ลูเทอิน ปีตาแคโรทีน ไวโอลาแซนทิน แคปโซรูบิน และคริปโตแซนทิน การกระจายตัวของรงควัตถุในผลพริกจะแตกต่างกันไปตามส่วนต่างๆ โดยพบในส่วนเนื้อสูงกว่าเมล็ด เช่น ในส่วนเนื้อของพริก *Capsicum annum var. acuminatum* มีปีตาแคโรทีนอยู่ร้อยละ 94.6 ของปริมาณทั้งหมดในพริก ขณะที่ในเมล็ดมีอยู่เพียงร้อยละ 4.9 (สนทยา, 2540) สารรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ในพริกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกาย รวมทั้งช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้

การวิจัยเกี่ยวกับสารแคปไซซิน และแคโรทีนอยด์จากพริกจะเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าจะสำคัญจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ และพัฒนาเป็นแหล่งของอาหารที่มีความสำคัญต่อสุขภาพ แต่เนื่องจาก capsaicin และแคโรทีนอยด์สามารถสลายตัวได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะแคโรทีนอยด์สามารถสลายตัวได้ง่ายด้วยแสง ความร้อน กรด และปฏิกิริยาออกซิเดชัน จึงได้นำเทคโนโลยีการเก็บกัก (encapsulation) มาเป็นตัวช่วยเพื่อคงประสิทธิภาพและรักษาคุณภาพของสารสำคัญดังกล่าวไว้ให้คงอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถนำผลิตภัณฑ์สารสำคัญจากพริกที่อยู่ในรูปแบบผงมาประยุกต์ใช้สำหรับเป็นอาหารเสริมต่อไปได้

## 7. วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. พริกชี้หนูพันธุ์จินดา ซุปเปอร์ฮอต หัวเรือ เพชรดำ จินดา ศก.84 และยอดสน
2. พริกชี้ฟ้า พริกหวานสีแดง และพริกหวานสีส้ม
3. เครื่องระเหยสุญญากาศ (Steroglass รุ่น strike 202)
4. เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Lab Plant Spray Dryer รุ่น SD-06basic)
5. เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (Hitachi รุ่น himac CR22N)
6. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer รุ่น DV-III +)
7. เครื่องวัดสี (Chroma meter รุ่น CR-400)
8. เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (Perkin Elmer รุ่น Flexar HPLC )
9. เครื่อง spectrophotometer (Hitachi รุ่น U-5100)

### วิธีการ

1. การสกัดสารแคปไซซินจากพริก (ดัดแปลงจาก Gudeva *et. al.* 2013)

1.1 เตรียมตัวอย่างพริกชี้หนูพันธุ์จินดา ซุปเปอร์ฮอต หัวเรือ เพชรดำ จินดา ศก.84 และยอดสน โดยเด็ดขั้วพริกออก ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ต่อบบพริกในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดพริกแห้งให้ละเอียดด้วยเครื่องบดแห้ง

1.2 การสกัดสารแคปไซซินจากพริกด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% โดยการสกัดพริกแต่ละพันธุ์วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอล 1:5 (w/v)

กรรมวิธีที่ 2 อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอล 1:7.5 (w/v)

กรรมวิธีที่ 3 อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอล 1:10 (w/v)

วิธีการสกัดทำได้โดยนำพริกแห้งบดสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส กวนผสมสารสกัดด้วยเครื่อง overhead stirrer ความเร็วรอบ 600 rpm เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาดังไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นแยกกากพริกออกจากสารสกัดโดยกรองสารสกัดผ่านชุดกรอง เก็บสารสกัดส่วนใสที่ได้ทำให้เข้มข้นโดยใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศจะได้สารสกัดแคปไซซินในรูปโอเลโอเรซิน

นำสารสกัดจากพริกที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1.2.1 ปริมาณสารที่ได้จากการสกัด (%yield)

1.2.2 ปริมาณสารแคปไซซินโดยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography สภาวะการวิเคราะห์ดังนี้

สารละลายเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) น้ำและเมทานอล อัตราส่วน 20:80  
Column : Luna®, (5µm C-18(2), 100 A, size 150x4.6nm)  
Flow rate : 1.0 ml/min Injection volume : 10 µl  
Detector : PDA 222 nm Temperature : 25 °c

## 2. การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริก (ดัดแปลงจาก Guadarrama-Lezama *et al.*, 2012)

2.1 เตรียมตัวอย่างพริกชี้ฟ้า พริกหวานพันธุ์สีแดง และพริกหวานพันธุ์เหลือง โดยเด็ดขั้วพริกออก ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ต่อบบพริกในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดพริกแห้งให้ละเอียดด้วยเครื่องบดแห้ง

2.2 การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริกด้วยน้ำมันบริโภคได้ ได้แก่ น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันข้าวโพด โดยการสกัดพริกแต่ละพันธุ์วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบ 6 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 สกัดด้วยน้ำมันมะพร้าว (refined coconut oil) อัตราส่วนพริกต่อน้ำมัน 1:2 (w/v)

กรรมวิธีที่ 2 สกัดด้วยน้ำมันมะพร้าว (refined coconut oil) อัตราส่วนพริกต่อน้ำมัน 1:2.5 (w/v)

กรรมวิธีที่ 3 สกัดด้วยน้ำมันข้าวโพด อัตราส่วนพริกต่อน้ำมัน 1:2 (w/v)

กรรมวิธีที่ 4 สกัดด้วยน้ำมันข้าวโพด อัตราส่วนพริกต่อน้ำมัน 1:2.5 (w/v)

กรรมวิธีที่ 5 สกัดด้วยน้ำมันรำข้าว อัตราส่วนพริกต่อน้ำมัน 1:2 (w/v)

กรรมวิธีที่ 6 สกัดด้วยน้ำมันรำข้าว อัตราส่วนพริกต่อน้ำมัน 1:2.5 (w/v)

วิธีการสกัดทำได้โดยนำพริกแห้งบดสกัดด้วยน้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันรำข้าว ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กวนผสมสารสกัดด้วยเครื่อง overhead stirrer ความเร็วรอบ 600 rpm เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นแยกกากพริกออกจากสารสกัดโดยนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,700 rpm อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที เก็บสารสกัดส่วนใสไว้

นำสารสกัดจากพริกที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

2.2.1 ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ตามวิธีการ ของ Dauqan (2011) ดังนี้ ปิเปตตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ละลายด้วยเฮกเซน 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร คำนวณปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดจากสูตร

$$[V \times 383 \times (A \text{ sample} - A \text{ blank})] / (100 \times W)$$

เมื่อ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

A blank คือ ค่าการดูดกลืนแสงของแบลนค์

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่วัด

V คือ ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ละลายตัวอย่าง

และ 383 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแคโรทีนอยด์

## 2.2.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี ABTS radical scavenging activity

### 3. การทำ encapsulation สารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์

3.1 เตรียมอิมัลชันของสารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์ โดยใช้สารเคลือบ 2 ชนิด คือ กัมอะราบิก (gum arabic) และมอลโตเด็คซ์ทริน (maltodextrin) วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบ 6 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 สารสกัดแคปไซซิน : สารสกัดแคโรทีนอยด์ : กัมอะราบิก อัตราส่วน 0.5:10:30 (v/v)

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดแคปไซซิน : สารสกัดแคโรทีนอยด์ : กัมอะราบิก อัตราส่วน 0.5:10:35 (v/v)

กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดแคปไซซิน : สารสกัดแคโรทีนอยด์ : กัมอะราบิก อัตราส่วน 0.5:10:40 (v/v)

กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดแคปไซซิน : สารสกัดแคโรทีนอยด์ : มอลโตเด็คซ์ทริน อัตราส่วน 0.5:10:30 (v/v)

กรรมวิธีที่ 5 สารสกัดแคปไซซิน : สารสกัดแคโรทีนอยด์ : มอลโตเด็คซ์ทริน อัตราส่วน 0.5:10:35 (v/v)

กรรมวิธีที่ 6 สารสกัดแคปไซซิน : สารสกัดแคโรทีนอยด์ : มอลโตเด็คซ์ทริน อัตราส่วน 0.5:10:40 (v/v)

3.2 encapsulation สารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์โดยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย ที่สภาวะ อุณหภูมิขาเข้า 170 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 80 องศาเซลเซียส เก็บรักษาผงของสารสกัดที่ได้ในถุงออลูมิเนียม พอยล์ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

นำสารสกัดผงที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ปริมาณผลผลิตที่ได้ (%yield)

4. การบรรจุสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงในถุงออลูมิเนียมพอยล์และแคปซูล 3 ชนิดซึ่งบรรจุในขวดแก้วใส แบบปิดสนิท วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบ 4 กรรมวิธี จำนวน 6 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 บรรจุในถุงออลูมิเนียมพอยล์

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุในแคปซูลผลิตจากเจลาตินแบบใส

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุในแคปซูลผลิตจากเจลาตินแบบขุ่น

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุในแคปซูลผลิตจากเซลลูโลส

นำสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงที่บรรจุในถุงออลูมิเนียมพอยล์และในแคปซูล 3 ชนิดมาวิเคราะห์ โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุก 45 วัน เป็นระยะเวลา 180 วัน ดังนี้

4.1.1 ปริมาณสารแคปไซซินตามวิธีข้อ 1.2.2

4.1.2 ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ตามวิธีข้อ 2.2.1

4.1.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี ABTS radical scavenging activity

4.1.4 คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น, ค่ากิจกรรมของน้ำ (aw) และ ความสามารถในการละลาย (Solubility)

4.1.5 สมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, จำนวนยีสต์และรา

5. วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้

ระยะเวลาทำการทดลอง ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2560 ถึง กันยายน 2562 รวม 3 ปี

สถานที่ทำการทดลอง กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การสกัดสารแคปไซซินจากพริก

การอบพริกสดที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 24 ชม. พบว่าน้ำหนักพริกหลังจากอบจนแห้งแล้วมีน้ำหนักหายไปประมาณ 70-75% ความชื้นของพริกแห้งประมาณ 3.0-3.5 % (Figure 1)

การสกัดสารแคปไซซินจากพริกขี้หนูพันธุ์จินดา ชูบเปอร์ฮอต หัวเรือ เพชรดำ จินดา ศก.84 และยอดสนโดยเอทานอลเข้มข้น 95% อัตราส่วนพริกแห้งต่อเอทานอลเท่ากับ 1:5, 1:7.5 และ 1:10 (w/v) สารสกัดจากพริก (crude extract) ที่สกัดได้มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นหนืดสีน้ำตาลแดง (Figure 2) โดยพบว่าการสกัดพริกที่อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอลเท่ากับ 1:10 (w/v) ให้ปริมาณสารสกัดพริกที่สูงที่สุด รองลงมาคือการสกัดโดยใช้อัตราส่วนพริกแห้งต่อเอทานอลเท่ากับ 1:7.5 และ 1:5 (w/v) ตามลำดับ โดยพริกพันธุ์เพชรดำให้ปริมาณสารสกัดจากพริกที่สูงที่สุด รองลงมาคือพริกพันธุ์ยอดสน หัวเรือ จินดา จินดา ศก.84 และชูบเปอร์ฮอต ตามลำดับ (Table 1)

การตรวจสอบสารแคปไซซินในสารสกัดจากพริกที่สกัดได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่าสารสกัดที่ได้มีสารแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซิน ซึ่งเป็นสารในกลุ่มแคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ที่พบในพริก (Figure 3) ดังนั้นสารแคปไซซินสามารถสกัดได้ด้วยเอทานอลเข้มข้น 95%

การวิเคราะห์ปริมาณสารแคปไซซินในสารสกัดพริกทั้ง 5 พันธุ์ ที่ใช้อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอล 95% เท่ากับ 1:5, 1:7.5 และ 1:10 (w/v) พบว่าการสกัดสารแคปไซซินจากพริกโดยใช้อัตราส่วนพริกแห้งต่อเอทานอล 95% เท่ากับ 1:5 (w/v) ได้ปริมาณสารแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินที่สูงที่สุด รองลงมาคืออัตราส่วน 1:7.5 และ 1:10 (w/v) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารแคปไซซินในสารสกัดพริกทั้ง 5 พันธุ์ ที่สกัดโดยใช้อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอลเท่ากัน พบว่าพริกพันธุ์หัวเรือมีปริมาณสารแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินที่สูงที่สุด รองลงมาคือพริกพันธุ์ยอดสน ชูบเปอร์ฮอต จินดา เพชรดำ และ จินดา ศก.84 ตามลำดับ (Table 2)

### 2. การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริก

การอบพริกสดที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 24 ชม. พบว่าน้ำหนักพริกหลังจากอบจนแห้งแล้วมีน้ำหนักหายไปประมาณ 75-80% ความชื้นของพริกแห้งประมาณ 6.0-9.0 % (Figure 4)

การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริกพบว่าสารสกัดที่ได้จากพริกขี้พามีลักษณะปรากฏเป็นของเหลวใสสีส้มอมแดง สารสกัดที่ได้จากพริกหวานพันธุ์สีแดงมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอมส้ม และสารสกัดที่ได้จากพริกหวานพันธุ์สีเหลืองมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลือง (Figure 5)

การวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพริกทั้ง 3 ชนิด ที่สกัดโดยน้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันรำข้าว อัตราส่วนพริกต่อน้ำมันเท่ากับ 1:2 และ 1:2.5 (w/v) (Table 3) พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันรำข้าวที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยการสกัดพริกด้วยน้ำมันรำข้าว ได้สารสกัดที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือสารสกัดพริกที่ได้จากน้ำมันข้าวโพด และน้ำมันมะพร้าวตามลำดับ เทียบกับปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในน้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันรำข้าวกับสารสกัดพริกในน้ำมันทั้ง 3 ชนิดพบว่าสารสกัดพริกในน้ำมันทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าน้ำมันพืชทั้ง 3 ชนิด แสดงว่าน้ำมันพืชสามารถสกัดสารแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่ในพริกออกมาได้ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองกับ Guadarrama-Lezama *et al.* (2012) ที่รายงานว่าการใช้น้ำมันพืชที่มีสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าช่วยสกัดแคโรทีนอยด์ออกจากพริกได้มากกว่าน้ำมันพืชที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่า โดยน้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว และน้ำมันข้าวโพดที่ใช้สกัดแคโรทีนอยด์ในงานวิจัยนี้มีสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวเท่ากับ 65, 15 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองในงานวิจัยนี้สารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันรำข้าว และน้ำมันข้าวโพดมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดจากน้ำมันมะพร้าวอาจเนื่องจากปริมาณแคโรทีนอยด์โดยธรรมชาติที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันข้าวโพดที่ใช้สกัดมีปริมาณ 60.21 และ 48.51 mg/L มีปริมาณสูงกว่าในน้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณ 40.25 mg/L ทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ในสารสกัดจากน้ำมันรำข้าว และน้ำมันข้าวโพดสูงกว่าสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันมะพร้าว

ซึ่งสารสกัดจากพริกชี้ฟ้ามีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือสารสกัดจากพริกหวานพันธุ์สีแดง และพริกหวานพันธุ์สีเหลืองตามลำดับ

นอกจากนี้สารแคโรทีนอยด์ที่พบในสารสกัดพริกชี้ฟ้าที่สกัดจากน้ำมันรำข้าว ประกอบด้วย capsanthin (29.15 µg/ml), zeaxanthin (4.10 µg/ml), beta-cryptoxanthin (3.55 µg/ml) และ beta-carotene (17.20 µg/ml)

### 3. การทำ encapsulation สารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์

จากผลการสกัดสารแคปไซซินพบว่าพริกพันธุ์หัวเรือที่สกัดโดยใช้อัตราส่วนพริกแห้งต่อเอทานอล 95% เท่ากับ 1:5 (w/v) มีปริมาณสารแคปไซซินสูงที่สุด และผลการสกัดแคโรทีนอยด์พบว่าพริกชี้ฟ้าที่สกัดโดยน้ำมันรำข้าว ที่อัตราส่วนพริกต่อน้ำมันเท่ากับ 1:2.5 (w/v) มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุดจึงเลือกสารสกัดแคปไซซินจากพริกพันธุ์หัวเรือและสารสกัดแคโรทีนอยด์จากพริกชี้ฟ้าที่สกัดโดยสภาวะดังกล่าว มาทำการ encapsulation โดยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย

การเตรียมอิมัลชันของสารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์เพื่อนำไป encapsulation โดยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย โดยใช้สารเคลือบ 2 ชนิด คือ สารละลายมอลโทเด็กซ์ทริน ความเข้มข้น 35 % และสารละลายกัมอะราบิก ความเข้มข้น 35 % อิมัลชันของสารสกัดที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวชั้นหนืดสีส้ม (Figure 6) เมื่อนำอิมัลชันของสารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์ มาทำ encapsulation โดยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอยที่



สภาวะอุณหภูมิเข้า 170 °C อุณหภูมิขาออก 90 °C จะได้สารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์มีลักษณะเป็นผงสีส้ม (Figure 7) โดยสารสกัดผงที่เตรียมจากอิมัลชันของสารสกัดแคปไซซิน สารแคโรทีนอยด์ และสารเคลือบมอลโทเด็กซ์ทริน อัตราส่วน 0.5 : 10 : 40 (v/v) มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงที่สุด (Table 4)

#### 4. การบรรจุสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์และแคปซูล

นำสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์และแคปซูล 3 ชนิด ได้แก่ แคปซูลชนิดทำจากเจลาตินผลิตจากไขกระดูกวัวแบบใส แบบขุ่น และแคปซูลชนิดทำจากพีซีผลิตจากเซลลูโลส ขนาดแคปซูลเบอร์ 0 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.62 มิลลิเมตร ความยาว 20.00 มิลลิเมตร ความหนาของผนังแคปซูล 0.213 มิลลิเมตร ขนาดบรรจุสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผง 500 มิลลิกรัมต่อ 1 แคปซูล (Figure 8)

การศึกษาปริมาณสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ในผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์แบบผงแบบบรรจุในแคปซูล 3 ชนิด พบว่าปริมาณสารแคปไซซินและสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมดต่อ 1 เม็ดแคปซูลเจลาตินแบบใสขนาดบรรจุ 500 มิลลิกรัม มีปริมาณสารแคปไซซินทั้งหมด 525.0 µg/g สารแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 34.12 µg/g สารแคปไซซินและสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมดต่อ 1 เม็ดแคปซูลเจลาตินแบบขุ่นขนาดบรรจุ 500 มิลลิกรัม มีปริมาณสารแคปไซซินทั้งหมด 528.3 µg/g สารแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 34.56 µg/g ปริมาณสารแคปไซซินและสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมดต่อ 1 เม็ดแคปซูลเซลลูโลสขนาดบรรจุ 500 มิลลิกรัม มีปริมาณสารแคปไซซินทั้งหมด 526.8 µg/g สารแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 33.73 µg/g

การวิเคราะห์ปริมาณสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์แบบผงบรรจุในอลูมิเนียมฟอยล์และแบบบรรจุในแคปซูล 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ทั้งหมดเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น และปริมาณสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์แบบผงบรรจุในอลูมิเนียมฟอยล์และแบบบรรจุในแคปซูล 3 ชนิด ที่ระยะเวลาเก็บรักษาเท่ากันไม่มีความแตกต่างกัน (Table 5)

การวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์แบบผงบรรจุในอลูมิเนียมฟอยล์และแบบบรรจุในแคปซูล 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้น ค่ากิจกรรมของน้ำ (aw) และความสามารถในการละลายเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น และคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์แบบผงบรรจุในอลูมิเนียมฟอยล์และแบบบรรจุในแคปซูล 3 ชนิด ที่ระยะเวลาเก็บรักษาเท่ากันไม่มีความแตกต่างกัน (Table 6)

#### 5. ต้นทุนการผลิต

สารสกัดแคปไซซินและสารแคโรทีนอยด์ มีต้นทุนการผลิต 1.78 บาท/ 1 กรัมผงสารสกัด

สารสกัดแคปไซซินและสารแคโรทีนอยด์บรรจุในแคปซูลขนาดบรรจุ 500 มิลลิกรัม มีต้นทุนการผลิต 1.15 บาท/แคปซูล

สารสกัดแคปไซซินบรรจุในแคปซูลขนาดบรรจุ 450-500 มิลลิกรัม ที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคาประมาณ 4-12 บาท/แคปซูล

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การสกัดสารแคปไซซินจากพริกสามารถสกัดได้ด้วยเอทานอล โดยการสกัดที่อัตราส่วนพริกแห้งต่อเอทานอล 95% เท่ากับ 1:5 (w/v) ได้ปริมาณสารแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินสูงที่สุด
2. สารสกัดแคปไซซินจากพริกพันธุ์หัวเรือมีปริมาณสารแคปไซซินและไดไฮโดรแคปไซซินสูงที่สุด
3. การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริกสามารถสกัดได้ด้วยน้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันมะพร้าว โดยสารสกัดที่ได้จากน้ำมันรำข้าวมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และการสกัดที่อัตราส่วนพริกแห้งต่อน้ำมันเท่ากับ 1:2.5 (w/v) ได้สารสกัดที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด
4. สารสกัดสารแคโรทีนอยด์ที่ได้จากพริกชี้ฟ้าโดยน้ำมันรำข้าวมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด
5. การ encapsulation สารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์โดยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย สารสกัดผงที่เตรียมจากอิมัลชันของสารสกัดแคปไซซิน สารแคโรทีนอยด์ และสารเคลือบมอลโทเด็กซ์ทริน อัตราส่วน 0.5 : 10 : 40 (v/v) มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงที่สุด
6. การบรรจุผงสารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์ในถุงออลูมิเนียมฟอยล์และแบบบรรจุในแคปซูลเจลาตินแบบใส เจลาตินแบบขุ่น และแคปซูลเซลลูโลส ที่เก็บรักษาในขวดแก้วใสเป็นระยะเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิห้องสามารถรักษาความคงตัวของสารแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์ได้ โดยผลิตภัณฑ์มีความชื้น ค่ากิจกรรมของน้ำและความสามารถในการละลายเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น
7. ปริมาณสารแคปไซซิน สารแคโรทีนอยด์ และคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์แบบผงบรรจุในออลูมิเนียมฟอยล์และแบบบรรจุในแคปซูล 3 ชนิด ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 180 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน
8. สารสกัดแคปไซซินและสารแคโรทีนอยด์บรรจุในแคปซูลขนาดบรรจุ 500 มิลลิกรัมที่ได้จากการทดลองนี้ มีต้นทุนการผลิต 1.15 บาท/แคปซูล ซึ่งมีต้นทุนการผลิตถูกกว่าสารสกัดแคปไซซินในท้องตลาดซึ่งมีราคาประมาณ 4-12 บาท/แคปซูล

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สารสกัดแคปไซซินที่ได้จากการทดลองนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและเวชสำอาง ได้แก่ เจลแคปไซซิน โลชั่นแคปไซซิน และยาหม่องแคปไซซิน โดยได้ทำการแสดงผลิตภัณฑ์และสาธิตการผลิตผลิตภัณฑ์จากสารสกัดแคปไซซิน ดังนี้

1. สาธิตผลิตภัณฑ์ยาหม่องแคปไซซินในงานนิทรรศการงานมหกรรมสมุนไพรแห่งชาติ วันที่ 8 มีนาคม 2562

2. นำผลิตภัณฑ์เจลขนาดสารสกัดแคปไซซิน และผลิตภัณฑ์ยาหม่องแคปไซซินแสดงผลงานทางวิชาการในนามกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กาแฟและพริก ในงานนิทรรศการ “งานวันลองกอง” งานของดีเมืองนรา ประจำปี 2562 ระหว่างวันที่ 17-26 กันยายน 2562

#### 11. คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างพริกที่ใช้ในการสกัดแคปไซซินในการทดลองนี้

#### 12. เอกสารอ้างอิง

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล .2547. พริก : พืชนำพิศวง. จ.นครปฐม งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช ฝายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ม.เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มโนวิช และ จันทรัตน์. 2547. พริกใครว่าดีแต่เผ็ด. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 52 ฉบับที่ 164 มกราคม. วราภรณ์ จรรยาประเสริฐ. 2550. จุลสารข้อมูลสมุนไพร. 25(1): 2550.

สนทยา โสสนุย. 2540. พริก capsicums และประโยชน์ของสาร capsaicin, โพรแกรมวิชา ซีวีวิทยาประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. 2546. พริกเรื่องเผ็ดร้อนที่น่ารู้. ฉบับที่ 191, หน้า 45-54.

Dauqan, E., H. A. Sani, A. Abdullah, H. Muhamad, and A. Gapor. 2011. Vitamin E and beta-carotene composition in four different vegetable oils. Am. J. Appl. Sci. 8: 407-412.

Guadarrama-Lezama A. Y, Alvarez. L. D, Jaramillo-Flores M. E., Alonso C. P., Niranjana K., Gutierrez-Lopez a G. F., Alamilla-Beltran L. 2012. Preparation and characterization of non-aqueous extracts from Chilis (*Capsicum annuum* L.) and their microencapsulates obtained by spray-drying. Journal of Food Engineering 112 (2012) 29–37.

Gudeva L. K., Mitrev S., Maksimova V., Spasov D. 2013. Content of capsaicin extracted from hot pepper (*Capsicum annuum* ssp. *microcarpum* L.) and its use as an ecopesticide. Hem. ind. 67 (4): 671–675

#### 13. ภาคผนวก

**Table 1** Yield of capsaicin extracts from Chilis

Chiliss	The amount of capsaicin extracts (crude extract) (g)
	Chilis : ethanol

	1:5	1:7.5	1:10
Jinda	13.10	16.20	19.05
Superhot	12.53	15.87	17.40
Huarua	13.54	17.44	20.32
Petdum	14.92	19.87	23.60
Jinda sor kor 84	12.97	15.21	19.00
Yodson	14.16	18.90	21.06

**Table 2** Capsaicin and dihydrocapsaicin contents in Chilis

Treatment	Capsaicin content (mg/g)	Dihydrocapsaicin content (mg/g)
Jinda Chilis : ethanol ratio of 1:5	2147.177a	1252.13a
Jinda Chilis : ethanol ratio of 1:7.5	1216.75b	922.96b
Jinda Chilis : ethanol ratio of 1:10	1022.17c	703.56c
CV (%)	8.62	7.64
Superhot Chilis : ethanol ratio of 1:5	2213.54a	1355.563a
Superhot Chilis : ethanol ratio of 1:7.5	1439.69b	1020.539b
Superhot Chilis : ethanol ratio of 1:10	1059.50c	744.14c
CV (%)	8.55	9.53
Huarua Chilis : ethanol ratio of 1:5	2374.35a	1772.05a
Huarua Chilis : ethanol ratio of 1:7.5	1923.25b	1549.23b
Huarua Chilis : ethanol ratio of 1:10	1769.40c	1174.80c
CV (%)	9.12	7.87
Petdum Chilis : ethanol ratio of 1:5	1490.00a	1224.21a
Petdum Chilis : ethanol ratio of 1:7.5	1200.96b	861.17b
Petdum Chilis : ethanol ratio of 1:10	943.96c	685.12c
CV (%)	10.51	8.84
Jinda sor kor 84 Chilis : ethanol ratio of 1:5	1431.86a	1191.03a

Treatment	Capsaicin content (mg/g)	Dihydrocapsaicin content (mg/g)
Jinda sor kor 84: ethanol ratio of 1:7.5	987.61b	803.11b
Jinda sor kor 84: ethanol ratio of 1:10	714.13c	604.11c
CV (%)	11.78	9.57
Yodson Chilis : ethanol ratio of 1:5	2244.49a	1607.64a
Yodson Chilis : ethanol ratio of 1:7.5	1500.62b	1250.49b
Yodson Chilis : ethanol ratio of 1:10	1373.9c	867.70c
CV (%)	8.07	9.40

Values with the same letter in column are not significantly different ( $p < 0.05$ )

**Table 3** Total carotenoid content and antioxidant activity of carotenoid extracts

Treatment	Total carotenoid content (mg/L)	Antioxidant activity ( $\mu$ mol Trolox/ml)
Prik chee fah : coconut oil ratio of 1:2 (w/v)	152.82e	60.15f
Prik chee fah : coconut oil ratio of 1:2.5 (w/v)	185.37c	71.52e
Prik chee fah : corn oil ratio of 1:2 (w/v)	179.63d	76.54d
Prik chee fah : corn oil ratio of 1:2.5 (w/v)	191.12b	84.73c
Prik chee fah : rice bran oil ratio of 1:2 (w/v)	189.20b	89.47b
Prik chee fah : rice bran oil ratio of 1:2.5 (w/v)	229.42a	97.62a
CV (%)	20.56	18.65
Red sweet pepper : coconut oil ratio of 1:2 (w/v)	133.67d	52.80d
Red sweet pepper : coconut oil ratio of 1:2.5 (w/v)	154.73c	61.43c
Red sweet pepper : corn oil ratio of 1:2 (w/v)	150.90c	61.40c
Red sweet pepper : corn oil ratio of 1:2.5 (w/v)	174.27b	72.45b

Treatment	Total carotenoid content (mg/L)	Antioxidant activity ( $\mu\text{mol}$ Trolox/ml)
Red sweet pepper : rice bran oil ratio of 1:2 (w/v)	171.97b	70.22b
Red sweet pepper : rice bran oil ratio of 1:2.5 (w/v)	198.78a	87.83a
CV (%)	23.76	26.81
Yellow sweet pepper : coconut oil ratio of 1:2 (w/v)	122.18e	48.74d
Yellow sweet pepper : coconut oil ratio of 1:2.5 (w/v)	137.50c	55.93c
Yellow sweet pepper : corn oil ratio of 1:2 (w/v)	126.01d	51.59d
Yellow sweet pepper : corn oil ratio of 1:2.5 (w/v)	147.07b	59.29b
Yellow sweet pepper : rice bran oil ratio of 1:2 (w/v)	139.41c	57.65b
Yellow sweet pepper : rice bran oil ratio of 1:2.5 (w/v)	162.39a	69.53a
CV (%)	20.43	22.79
coconut oil	40.25	20.18
corn oil	48.51	24.34
rice bran oil	60.21	35.53

Values with the same letter in column are not significantly different ( $p < 0.05$ )

**Table 4** Yield of capsaicin and carotenoid powder

Biopolymer	Ratio of capsaicin: carotenoid: biopolymer	Yield (%)
Maltodextrin	0.5 : 10 : 30	27.32c
	0.5 : 10 : 35	29.15b
	0.5 : 10 : 40	31.46a
Gum Arabic	0.5 : 10 : 30	25.64c
	0.5 : 10 : 35	27.86b
	0.5 : 10 : 40	28.39a

Values with the same letter in column are not significantly different ( $p < 0.05$ )

**Table 5** Capsaicin and total carotenoid content of capsaicin and carotenoid powder in aluminium foil pouch and contained in capsules in clear glass bottle for 180 days

Treatment	capsaicin ( $\mu\text{g/g}$ )					Dihydrocapsaicin ( $\mu\text{g/g}$ )					Total carotenoid (mg/L)				
	0 day	45 day	90 day	135 day	180 day	0 day	45 day	90 day	135 day	180 day	0 day	45 day	90 day	135 day	180 day
Aluminium foil pouch	650.24	648.34	647.33	645.92	644.40	387.45	386.36	385.81	385.21	383.58	65.75	59.53	53.16	49.76	46.81
Clear gelatin capsules	653.14	652.97	652.28	649.86	648.74	388.97	387.76	386.55	386.23	386.12	68.23	62.78	57.73	53.53	50.14
Turbid gelatin capsules	655.63	653.96	653.32	651.20	650.2	392.40	392.11	391.59	389.95	389.25	69.12	63.45	59.82	58.24	55.32
Cellulose capsules	654.21	653.47	652.84	651.90	649.8	389.21	388.74	388.17	386.93	385.78	67.45	62.81	58.64	54.62	52.93

**Table 6** Chemical and physical properties of capsaicin and carotenoid powder in aluminium foil pouch and contained in capsules in clear glass bottle for 180 days

Treatment	Moisture content (%)					Water activity ( $a_w$ )					Solubility (%)				
	0 day	45 day	90 day	135 day	180 day	0 day	45 day	90 day	135 day	180 day	0 day	45 day	90 day	135 day	180 day
Aluminium foil pouch	6.49	6.52	6.54	6.58	6.64	0.468	0.471	0.473	0.485	0.498	98.72	97.44	97.12	96.33	95.78
Clear gelatin capsules	6.48	6.50	6.51	6.56	6.61	0.466	0.467	0.469	0.482	0.493	98.73	98.05	97.34	97.12	96.89
Turbid gelatin capsules	6.47	6.50	6.51	6.55	6.59	0.464	0.468	0.470	0.480	0.487	98.75	98.20	98.16	97.93	97.82

Cellulose capsules 6.48 6.51 6.52 6.58 6.63 0.465 0.469 0.471 0.483 0.495 98.75 98.32 98.25 97.02 96.34

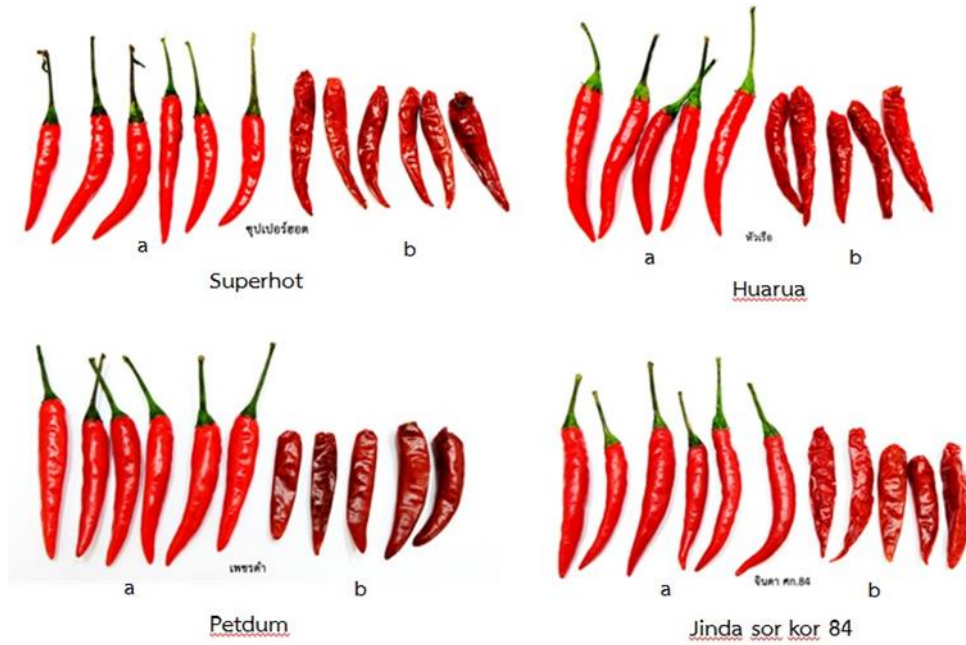


Figure 1 Chilis for extraction of capsaicin



Figure 2 Capsaicin extracts (crude extract) from Chilis



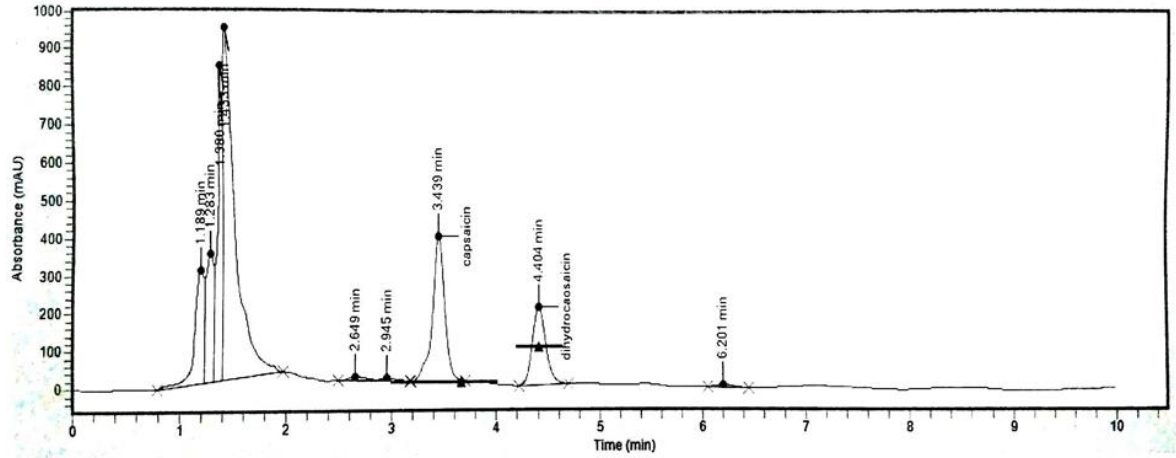


Figure 3 HPLC Chromatogram of capsaicin extracts from Chilis

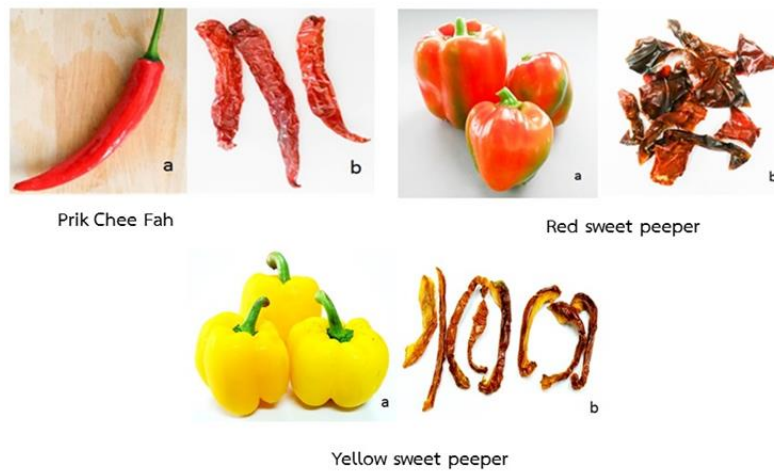


Figure 4 Chilis for extraction of carotenoid

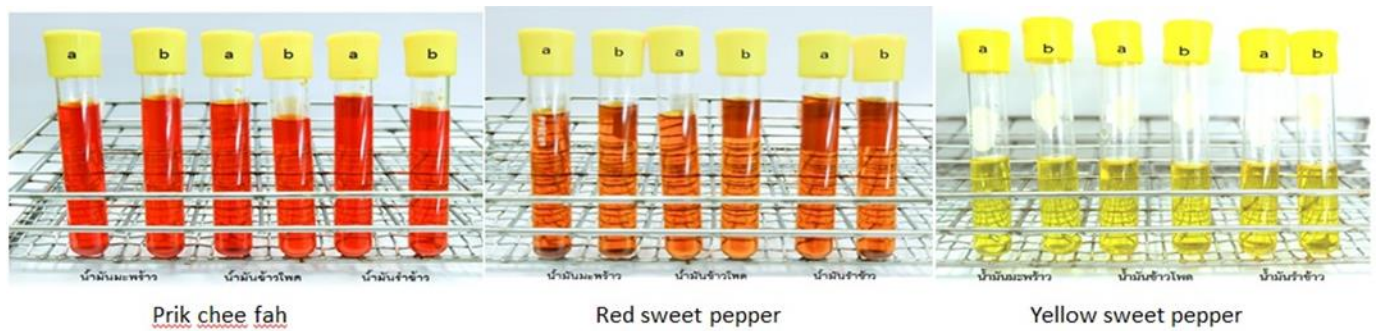


Figure 5 Carotenoid extracts (crude extract) from Chilis



**Figure 6** Emulsion of capsaicin extracts and carotenoid extracts



**Figure 7** capsaicin and carotenoid powder



**Figure 8** Capsaicin and carotenoid powder contain in clear gelatin capsules (A) Turbid gelatin capsules (B) and Cellulose capsules (C)