



รายงานการวิจัย

การสกัดและความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกที่ได้
จากการสกัดแบ่งจากเปลือกตาลโตนดสุก

Extraction and Stability of Beta-carotene and Phenolic Compound
from *Borassus Flabellifer* L.

ธัญวลัย รัตนนกิจจ์ Tanwalai Rattanankij
อดิศักดิ์ จิตภูษา Adisak Jiphusa

คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2561

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2561 เป็นงานวิจัยพื้นฐานเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในการประเมินความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ ตลอดจนผลการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้การช่วยเหลืออำนวยความสะดวกด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยที่อุทิศกำลังกายและกำลังใจช่วยในการ วิจัยครั้งนี้ลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนบิดามารดา บุตรสาว และกัลยาณมิตรที่ให้ความห่วงใยเป็นกำลังใจให้เสมอมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ธัญลัษณ์ รัชชนันกิจจ

อดิศักดิ์ จิตภูษา

มีนาคม 2563

จากเปลือกตาลโตนดสุก

ธัญวลัย รัตนนิกิจจ์ และอดิศักดิ์ จิตภูษา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาชนิดตัวทำละลายและอัตราส่วนที่เหมาะสม ที่ใช้ในการสกัดสารเบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ในเปลือกตาลโตนดสุก ในการสกัดใช้วิธีการหมัก (maceration) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และตัวทำละลายที่ใช้ในการศึกษา คือ เอทานอล อะซีโตน และเมทานอล พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้จะมีลักษณะกายภาพเป็นของเหลวหนืดสีส้ม-น้ำตาล และร้อยละของสารสกัดหยาบ (%yield) จากเอทานอล อะซีโตน และเมทานอล มีค่า 23.65% 40.93% และ 47.40% ตามลำดับ และเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากเปลือกตาลโตนด โดยอัตราส่วนระหว่าง เปลือกตาลโตนด : ตัวทำละลาย ที่เหมาะสมในการสกัดเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด คือ 1:20 และ 1:25 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังศึกษาค่าความคงตัวของสารทั้งสองในการเก็บรักษาในสภาวะที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 สภาวะ โดยเก็บสารสกัดหยาบที่ได้เป็นระยะเวลา 2 เดือน และจะทำการวัดปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดทุก 7 วัน พบว่า ที่อุณหภูมิต่ำสามารถคงสภาพสารสกัดได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง

คำสำคัญ: สารสกัด ความคงตัว เบต้าแคโรทีน สารประกอบฟีนอลิก ตาลโตนดสุก

Extraction and Stability of Beta-carotene and Phenolic Compound
from *Borassus Flabellifer* L.

Tanwalai Rattanankij and Adisak Jiphusa

Abstract

This research studied the suitable types and ratios of solvent used for β -carotene and total phenolic compounds in ripe palmyra palm starch. The extraction was performed using maceration method for 72 hours at room temperature. The studied solvents were ethanol, acetone and methanol. The physical characteristic of crude extract was orange - brown viscous liquid. The % yield from extraction using ethanol, acetone and methanol were 23.65%, 40.93% and 47.40%, respectively. Ethanol was the optimum solvent for β -carotene and total phenolic compounds extraction from palmyra palm starch. The optimum ratio of palmyra palm starch : solvent for β -carotene and total phenolic compounds were 1 : 20 and 1 : 25, respectively.

keywords: crude extract, suitable, Beta-carotene, Phenolic Compound and palmyra palm starch

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากผู้บริโภคตระหนักและตื่นตัวถึงการรักษาสุขภาพมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เช่น ผักมด้อยมจากสีธรรมชาติ อาหารแนวสุขภาพ ไม่ปรุงแต่ง หรือแม้กระทั่งเครื่องสำอาง ดังนั้นสารสกัดจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค ซึ่งพืชหรือสมุนไพรที่พบในประเทศไทยมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดการทำลายเซลล์ผิว หรือต้านมะเร็ง ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ออกมารองรับการใช้ประโยชน์ของสารสกัดจากพืชโดยใช้เป็นยา เวชสำอาง และอาหารเสริมต่างๆ เป็นต้น สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตาลโตนดมีทั้งรูปการศึกษาในส่วนของน้ำตาลโตนด เส้นใย แก่นไม้ เปลือก หรือแม้กระทั่งการนำแป้งจากตาลโตนดมาประยุกต์เป็นแป้งทำขนมชนิดต่างๆ

ตาลโตนด (Palmyra Palm) พบได้ทั่วไปในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศอินเดีย พม่า ศรีลังกา มาเลเซีย กัมพูชา และไทย (Awal, Haq, Quader and Ahmed, 1995) สำหรับประเทศไทยแล้วตาลโตนดมีความเกี่ยวข้องกับชุมชนมาช้านานทั้งทางด้านวิถีชีวิตและเศรษฐกิจ ซึ่งในจังหวัดสงขลาตาลโตนดพบได้ทั่วไปในคาบสมุทรสทิงพระ เนื่องจากเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด สามารถทนแล้งทนน้ำท่วมได้ดี มีรากค่อนข้างลึกนิยมปลูกบนคันนาหรือพื้นที่ว่างเปล่าตาลโตนดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เช่น ผลอ่อนนำมาปรุงเป็นอาหาร ผลแก่ใช้ทำขนม ลำต้นใช้ในการสร้างบ้านเรือน นอกจากนี้ในตำราแพทย์แผนไทยมีการนำเอาตาลโตนดมาสร้างเป็นตำรับยา (วุฒิ, 2540) เมื่อผลตาลที่สุกจัดจะมีกลิ่นหอมและส่วนที่เป็นเส้นใยจะมีสีเหลืองเข้มเกษตรกรจะทำการรีดเนื้อตาลเพื่อให้ได้แป้งจากตาลโตนดและนิยมเอามาทำเป็นขนมตาล โดยผู้วิจัยได้มีโอกาสร่วมในโครงการยกระดับคุณภาพชีวิตชุมชนแบบมีส่วนร่วมสู่แหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นต้นแบบ ซึ่งศึกษาในพื้นที่ชุมชนท่าหิน อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งชุมชนนี้ได้จัดตั้งกลุ่มที่ทำสบู่ตาลโตนดโดยใช้แป้งจากเปลือกตาลโตนดสุกมาเป็นส่วนผสม และเสี่ยงตอบรับจากผู้บริโภคจากตาลโตนดยืนยันว่าช่วยให้ผิวพรรณดีขึ้น แต่เนื่องจากการเก็บรักษาแป้งจากเนื้อตาลโตนดสุกเป็นไปค่อนข้างมีข้อจำกัด และการนำเอาแป้งที่เก็บรักษาไว้มาใช้เป็นส่วนประกอบของสบู่ค่อนข้างเป็นไปได้อย่างไม่สม่ำเสมอ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารมีอยู่ในแป้งจากตาลโตนดสุก ซึ่งผู้วิจัยสนใจสารสำคัญอยู่ 2 ชนิด คือ สารเบต้าแคโรทีน (β -carotene) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาชนิดและอัตราส่วนของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกในแบ่งจากเปลือกตาลโตนดสุก

1.2.2 ศึกษาความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัดในแบ่งเปลือกตาลโตนดสุกในระยะเวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ

1.3 คำถามวิจัย

สามารถสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกตาลโตนดเพื่อนำไปต่อยอดได้อย่างไร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ลงพื้นที่ในชุมชนสทิงพระเพื่อศึกษาประเด็นปัญหาที่มีในชุมชน

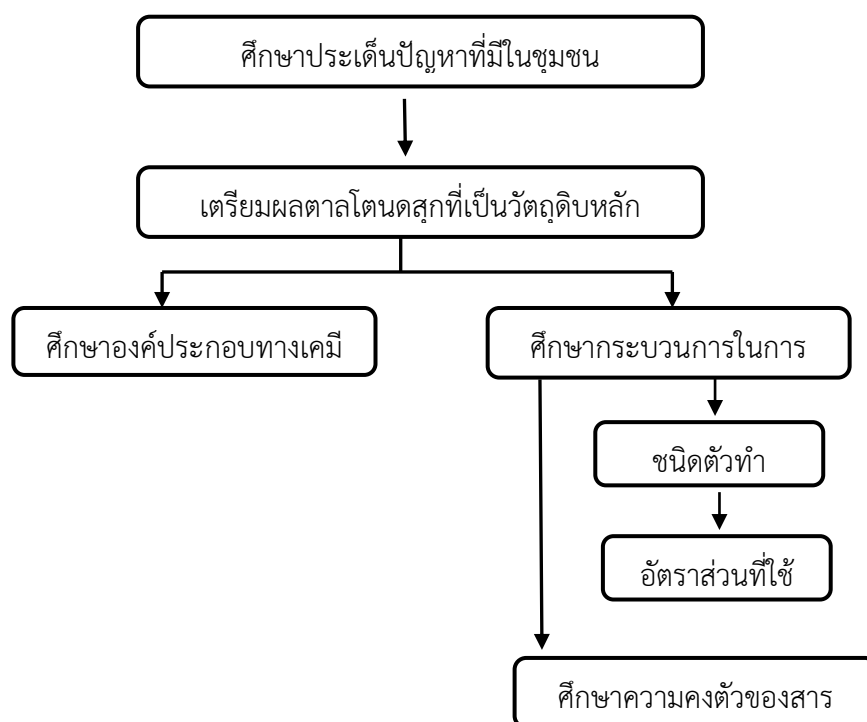
1.4.2 เตรียมวัตถุดิบหลัก คือ ผลตาลโตนดสุก เพื่อนำมาเตรียมเป็นแบ่งตาลโตนด

1.4.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของแบ่งตาลโตนดสุก

1.4.4 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายและอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสำคัญแต่ละชนิด

1.4.5 ศึกษาความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัดในแบ่งตาลโตนดสุกในระยะเวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



1.6 เป้าหมายของผลลัพธ์ (outcome) และผลกระทบ (Impact)

1.6.1 ระบุเป้าหมายผลลัพธ์ในการสร้างคุณค่าต่อชุมชนหรือสังคม

ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์จากผลตาลโตนดสุกได้เพิ่มขึ้นนอกจากจะใช้เป็นอาหารสัตว์ และเมื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปต่อยอดทำให้มีมูลค่าและเพิ่มรายได้ให้ชุมชน

1.6.2 ระบุเป้าหมายผลลัพธ์จากงานวิจัยในการสร้างบทความหรือนวัตกรรมด้านทรัพยากรชีวภาพ ปัญหาอนุสิทธิบัตร 1 ฉบับ

1.6.3 ระบุผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

- ลดปัญหาพื้นที่การเก็บรักษาผลตาลโตนดสุกเพื่อนำมาใช้ในช่วงที่ไม่มีผลตาล
- ชุมชนตระหนักถึงคุณค่าสิ่งที่มีมองว่าเหลือใช้

1.7 กระบวนการผลักดันผลงานออกสู่การใช้ประโยชน์

การต่อยอดองค์ความรู้ที่ได้และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ จากนั้นถ่ายทอดความรู้ที่ได้ให้ชุมชนและส่งเสริมให้ชุมชนดำเนินงานเพื่อเลี้ยงตัวเองต่อไป

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสารสกัดในแปงจากเปลือกตาลโตนดสุก ซึ่งเป็นสารสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระและดูแลผิวพรรณ เพื่อเป็นฐานข้อมูลให้นักวิจัยและผู้สนใจ สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้เป็นฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาต่อยอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.8.2 เพิ่มช่องทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องการตาลโตนดได้เพิ่มขึ้น

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review of Related Literature)

2.1 ตาลโตนด (*Borassus flabellifer* Linn.)

ตาลโตนดเป็นพันธุ์ไม้ที่อยู่ในตระกูลปาล์มชนิดหนึ่ง จากปาล์ม 20 จินัส 1,500 สปีชีส์ (สมยศ, 2547) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm หรือ Lontar หรือ Fan palm มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางใต้ของทวีปเอเชีย แต่สามารถพบได้ทั่วไปในเขตร้อน ลำต้นเป็นเสี้ยนสีดำมีความแข็งแรงมาก ความสูงโดยทั่วไป 18-20 เมตร โตเต็มที่อาจจะสูงประมาณ 25-27 เมตร เนื้อไม้ภายนอกจะแข็งและค่อย ๆ อ่อนเข้าไปในลำต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) รากมีลักษณะเป็นกลมยาว สีน้ำตาล คล้ายรากมะพร้าว แต่หยั่งลึกได้ลึกมากและไม่แผ่ไปตามผิวดิน ทำให้ไม่โค่นล้มง่าย มีอายุประมาณ 80-100 ปี เราสามารถนำตาลโตนดไปใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นลำต้น ราก ทางตาล และผล ผลของตาลโตนดจะเจริญมาจากช่อดอกเรียกว่า ทะลาย และจะเกิดจากต้นตาลที่เป็นตัวเมียเท่านั้น ผลตาลสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เปลือกชั้นนอก (exocarp) ผลอ่อนจะมีสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง เมื่อแก่จัดจะมีสีดำ เป็นเงามัน วาว และเหนียว ส่วนที่สองมีลักษณะเป็นเส้นใย เรียกว่า mesocarp เมื่อผลอ่อนจะมีสีขาว เมื่อผลสุกจัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และส่วนที่สามเป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ดเรียกว่า endocarp (ปรัชญา, 2537) เมื่อผลตาลสุกเต็มที่เปลือกชั้นนอกจะมีสีดำเข้ม ภายในจะมีสีเหลืองสดแทรกอยู่ตามเส้นใยชั้นกลางและมีกลิ่นหอม เมื่อนำมายีกับน้ำจำได้เนื้อตาลสามารถนำมาทำขนมตาล และใช้เป็นส่วนผสมอาหารในขนมต่าง ๆ เช่นบัวลอยลูกตาล ขนมขี้หนู และไอศกรีม เป็นต้น (สมยศ, 2527; ปิฐะ, 2535)



ภาพที่ 2.1 ต้นตาลโตนด

กรมส่งเสริมการเกษตร (2560) ได้สรุปเนื้อหาในการปลูกตาลโตนดในปี 2559 ทั้งประเทศ ทั้งสิ้น 10,417 ไร่ ในพื้นที่ 7 จังหวัด จำนวนผู้ปลูกทั้งประเทศ 7,607 ราย ได้ผลผลิตรวม 4,469 ตัน คิดเป็นผลผลิต 668 กิโลกรัมต่อไร่ และราคาขายเฉลี่ยทั้งประเทศคิดเป็น 37.73 บาทต่อกิโลกรัม สามารถจัดเรียงตามจังหวัดได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงเนื้อหาการปลูกตาลโตนดใน ปี 2559 โดยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย

ลำดับ	จังหวัด	เนื้อที่ปลูก (ไร่)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต (ไร่)
1	สงขลา	8,246	4,945	4,739
2	เพชรบุรี	1,214	1,210	1,210
3	นครสวรรค์	820	400	200
4	ฉะเชิงเทรา	50	50	50
5	สุโขทัย	50	50	50
6	ชัยนาท	21	21	-
7	อุบลราชธานี	16	16	-

ที่มา ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร online กรมส่งเสริมการเกษตร ตัดยอดข้อมูลตามระบบ ณ วันที่ 12 กรกฎาคม 2560

นักวิจัยได้ทำการสกัดสารสำคัญจากส่วนต่างๆ ของตาลโตนด เช่น Alamelumangai (2014) พบว่า เยื่อหุ้มเมล็ดตาลโตนด มีสาร saponins, tannins, flavonoid, glycosides และ terpenoid และได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของใบและรากของตาลโตนดพบสาร flavonoids, tannins, phenolic compounds และ saponins ซึ่งเป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Kommu, 2011)

2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่คุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือสารที่มีคุณสมบัติการยับยั้งปฏิกิริยาที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของออกซิเจนหรือเพอร์ออกไซด์ (peroxide) สามารถลดปริมาณอนุมูลอิสระในร่างกาย เกิดคิเลตกับไอออนโลหะในร่างกายและป้องกันการเกิดปฏิกิริยา

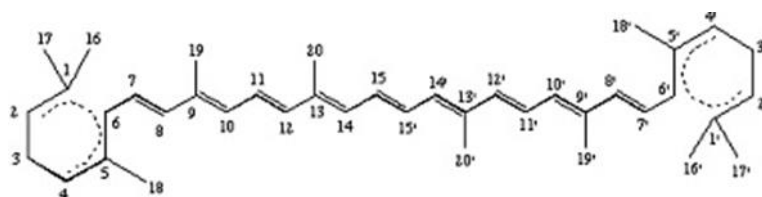
เปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Lipid peroxidation) การรับประทานอาหารที่มีสารต้านออกซิเดชันเป็นองค์ประกอบจะช่วยป้องกันและลดโอกาสการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular diseases) มะเร็ง (cancer) เบาหวาน (diabetes mellitus) ต้อกระจก (cataracts) ข้ออักเสบ (arthritis) ภาวะชราก่อนกำหนด (premature aging) และอื่น ๆ ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการเกิดอนุมูลอิสระภายในร่างกาย ดังนั้นการได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ จะทำให้ร่างกายมีความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระได้ดีขึ้น (Mourao et al., 2011) เพื่อช่วยลดโอกาสการเกิดโรค เหล่านี้ได้ ปกติสารต้านอนุมูลอิสระที่พบได้สารอาหารจำพวกผัก ผลไม้ และสมุนไพร ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี สารประกอบฟีนอลิก และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น

2.3 แคโรทีนอยด์ (carotenoid)

แคโรทีนอยด์จัดเป็นสารกลุ่มไฟโตเคมีคอล (phytochemical) ที่พบในธรรมชาติทั้งพืชและสัตว์ สารในกลุ่มแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่มีสีแดง เหลืองหรือส้ม จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และอนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งอาจจะอยู่ได้ในรูปของอะลิฟาติก (aliphatic) และอะโรมาติก (aromatic) โครงสร้างหลักจะประกอบด้วยไอโซพรีน 8 หน่วย ที่ต่อกันแบบพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว (Conjugated double bond) ระบบคอนจูเกชันนี้ทำให้แคโรทีนอยด์สามารถดูดกลืนพลังงานแสงได้เป็นสารที่มีสี และยังมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันอีกด้วย พบได้มากในผักที่มีสีส้ม เช่น แครอท มะเขือเทศ ฟักทอง และผักใบเขียว นอกจากนี้ยังพบในผักใบเขียวทุกชนิด ซึ่งแคโรทีนอยด์อยู่ในโคโลพลาสต์ (chloroplast) ร่วมกับคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) แต่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าจึงบดบังสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ แต่เมื่อผักเริ่มแก่ คลอโรฟิลล์จะสลายตัวและมีแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นจึงเห็นเป็นสีเหลือง (อุษาพร, 2558) ซึ่งแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงและช่วยในการเจริญเติบโตของพืช ช่วยป้องกันอันตรายจากแสง (photoprotective agents)

ในปัจจุบันมีการค้นพบแคโรทีนอยด์ถึง 600 ชนิด ซึ่งมีผลต่อกลไกสำคัญในร่างกายมนุษย์ แต่มีเพียง 50 ชนิด เท่านั้น ที่มีคุณสมบัติเป็นโปรวิตามินเอ (provitamin A) และโปรวิตามินเอที่รู้จักกันดี คือ เบต้าแคโรทีน (β -carotene) และแอลฟาแคโรทีน (α -carotene) (ศิริพร, 2551) แคโรทีนอยด์ที่ได้จากผักและผลไม้ที่รับประทาน มีความคงตัวค่อนข้างสูง มีสารที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ (Krinsky and Johnson, 2005) เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันและลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งหลายชนิด ทั้งโรคเบาหวาน และโรคหัวใจ (Bakan, Akbulut, and Inanc, 2014)

นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมอาหารใช้เป็นสีผสมอาหาร (food color) จากธรรมชาติในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางการใส่แคโรทีนอยด์ เพื่อช่วยให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง ช่วยป้องกันอันตรายจากแสงอัลตราไวโอเล็ต เป็นกลุ่มสารที่มีมีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายช่วยต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)



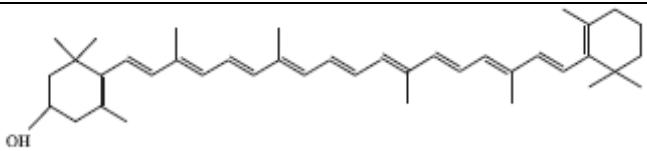
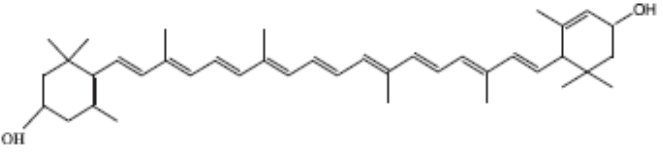
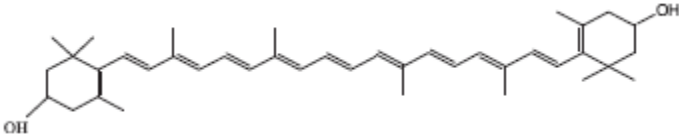
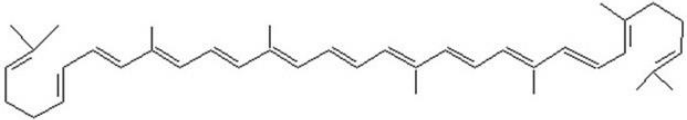
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของแคโรทีนอยด์ (carotenoid)

โมเลกุลของแคโรทีนอยด์อาจจะเป็นเส้นตรง ดังที่พบในไลโคปีน (lycopene) หรือเป็นวงแหวน (ring) ที่ปลายของโซ่โมเลกุล สามารถจำแนกแคโรทีนอยด์เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแคโรทีน (carotene) เป็นรงควัตถุที่มีสีส้ม หรือสีส้มแดง โมเลกุลจะประกอบด้วยสายยาวของไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) และกลุ่มแซโทฟิลล์ (xanthophyll) เป็นรงควัตถุที่มีสีเหลือง หรือสีส้มเหลือง มีอะตอมของออกซิเจนอยู่ในโมเลกุล ซึ่งแซโทฟิลล์ มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับระดับ oxidation ของโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุลของแคโรทีนอยด์ 6 ชนิด ที่พบได้มากในอาหาร แสดงตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ชนิดและโครงสร้างของแคโรทีนอยด์ที่พบในอาหาร

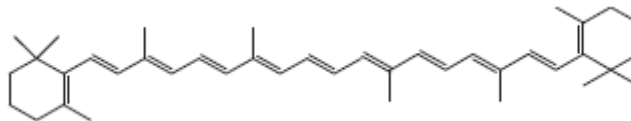
ชนิดของแคโรทีนอยด์	โครงสร้าง
แอลฟา-แคโรทีน (α -carotene)	
เบต้า-แคโรทีน (β -carotene)	

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชนิดของแคโรทีนอยด์	โครงสร้าง
เบต้า-คริปโตแซนทีน (β -cryptoxanthin)	
ลูทีน (lutein)	
ซีแซนทีน (zeaxanthin)	
ไลโคปีน (lycopene)	

2.4 เบต้าแคโรทีน (β -carotene)

เบต้าแคโรทีน (β -carotene) เป็นหนึ่งในอนุพันธ์ของแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งเป็นสารพฤษเคมีที่คุณค่าสูง มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดอัตราการกลายพันธุ์ของเซลล์และทำลายเซลล์มะเร็งที่ยอดเยียม (มโนวิช และจันทรรัตน์, 2547) เบต้าแคโรทีนพบมากในผักและผลไม้ที่มีรงควัตถุ (pigment) สีส้ม สีเหลือง สีแดง และสีเขียว ทำหน้าที่ปกป้องพืชจากรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ในแสงแดดและสารก่อมะเร็งในสิ่งแวดล้อม ช่วยป้องกันการก่อตัวของอนุมูลอิสระที่เป็นอันตราย และมีคุณสมบัติเป็น antioxidant ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความแก่ของเซลล์ผิวหนัง ลดริ้วรอย ช่วยทำให้ผิวหนังมีความชุ่มชื้น (สุวรรณี, 2544) ปัจจุบันนิยมใช้มากในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง ทำให้เบต้าแคโรทีนมีราคาค่อนข้างสูง (ประมวล, 2553) อีกทั้งปัจจุบันผู้บริโภคต่างให้ความสนใจในสารสกัดจากธรรมชาติค่อนข้างมาก ดังนั้นการหากระบวนการสกัดสารเบต้าแคโรทีนอยด์จากวัสดุธรรมชาติจึงมีความสำคัญ นอกจากนี้เบต้าแคโรทีนเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ โดยที่ 1 โมเลกุลของเบต้า-แคโรทีนจะสลายให้วิตามินเอ 2 โมเลกุล ทำให้มีการนำมาผลิตเป็นอาหารเสริม

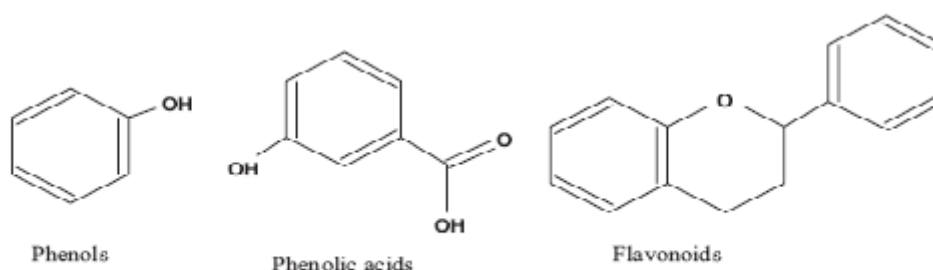


ภาพที่ 2.3 โครงสร้างโมเลกุลของเบต้าแคโรทีน

เบต้าแคโรทีน มีสูตรโมเลกุล $C_{40}H_{56}$ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลเป็นจำนวนมาก ซึ่งพันธะคู่ในโครงสร้างเบต้าแคโรทีนจะไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อแสง ออกซิเจนและความร้อน (Phan-Thi, Durand, and Prost, 2016) เบต้าแคโรทีนในธรรมชาติมี 2 ไอโซเมอร์คือ trans-isomer และ cis-isomer และพบว่าเฉพาะ 9-cis-beta-carotene เท่านั้นที่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเรตินอลหรือวิตามินเอได้ นอกจากนี้ยังใช้รักษาโรคบางชนิด เช่น โรคกระดูก ความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากความไวต่อแสง ซึ่งการที่ผิวหนังมีความไวต่อแสงจะกระตุ้นให้มีการสร้างพorphyrins ที่ผิวหนัง ซึ่งจะดูดกลืนพลังงานจากแสงและทำให้เกิดอนุมูลอิสระซึ่งจะไปทำลายเซลล์ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ และการรับสารเบต้าแคโรทีนจะทำให้อาการเจ็บปวดลดลง

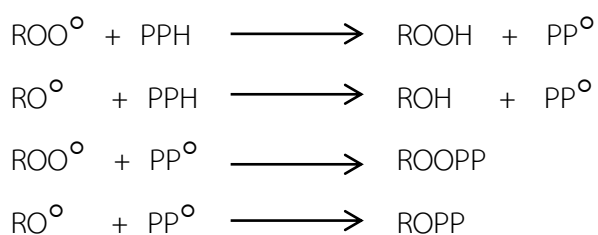
แม้ว่าปัจจุบันจะมีการผลิตเบต้า-แคโรทีนได้ 2 วิธี คือ วิธีการสังเคราะห์ซึ่งมีราคาถูกกว่า วิธีสกัดสารเบต้า-แคโรทีนจากสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ แต่ผู้บริโภคให้ความสนใจและยอมรับสารที่สกัดมาจากธรรมชาติมากกว่า เนื่องจากการใช้สารเคมีและปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์อาจก่อให้เกิดอันตรายและการตกค้างของสารเคมีขึ้นด้วย

2.5 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างโมเลกุลสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบได้ในพืช มีโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติกและหมู่ไฮดรอกซิล (OH) อย่างน้อย 1 หมู่ ละลายน้ำได้ มักพบอยู่ร่วมกับโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycosides) (ธารินี, 2559) ซึ่งรวมไปถึงอนุพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีการแทนที่ด้วยหมู่เคมีต่างๆ เช่น ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ลิกนิน (lignin) และแทนนิน (tannin) (รวินิภา และศิริจันทร์, 2557) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกจะช่วยลดโคเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอล (LDL) และไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งมีโทษกับร่างกาย ขณะเดียวกันจะช่วยเพิ่มโคเลสเตอรอลชนิดเอชดีแอล (HDL) ทำให้มีส่วนป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดสมอง ป้องกันมะเร็ง นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ โดยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว เมื่อนุมูลอิสระรับอะตอมไฮโดรเจนมาแล้ว จะทำให้อนุมูลอิสระนั้นค่อนข้างมีเสถียรภาพ ไม่ทำปฏิกิริยาอื่นต่อไปดังปฏิกิริยา



สารประกอบฟีนอลิกที่ถูกพบว่ามีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระนั้น สามารถพบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เมล็ด ใบ และผล เป็นต้น (รุ่งฤดี, 2555)

2.6 การทบทวนวรรณกรรม

กรรณิกา (2550) ทำการสกัดแคโรทีนอยด์จากดอกกรรณิการเพื่อใช้เป็นสีย้อมเส้นใยฝ้ายด้วยวิธี AOAC 941.15 และวิธี HarvestPlus Handbook ซึ่งจะได้สารละลายสีเหลืองและเมื่อนำไปผ่านคอลัมน์จะได้สารละลายสีเหลืองอ่อน เมื่อหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในสารสกัดพบว่า การสกัดด้วยวิธี AOAC 941.15 ได้ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ 0.047 มิลลิกรัมต่อกรัม มีปริมาณมากกว่าวิธี HarvestPlus Handbook ซึ่งได้ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ 0.018 มิลลิกรัมต่อกรัม และสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากดอกกรรณิการสามารถย้อมสีเส้นใยฝ้ายเป็นสีเหลืองได้ ซึ่งตามวิธีของ AOAC

International (2000) การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพืชสด โดยใช้อะซิโตนกับเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย เมื่อสกัดสารออกมาได้ก็จะนำไปผ่านคอลัมน์โครมาโทกราฟีเพื่อแยกสารแคโรทีนอยด์ออกมา หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

สมโภชน์ และคณะ (2555) การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระในผลพริกสด ได้แก่ โกลโคฟิน, เบตาแคโรทีน, วิตามินซี, ฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ แต่สารดังกล่าวไม่ใช่ทุกตัวจะแสดงบทบาทสำคัญในการต้านออกซิเดชัน ผลจากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลพริกเหลืองมีประสิทธิภาพยอดเยี่ยมในการต้านอนุมูลอิสระโดยผ่านทางกิจกรรมการกำจัดอนุมูลอิสระ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity) และการจับประจุของอออนเหล็ก (iron-chelating activity) ในกรณีนี้ เบตาแคโรทีน, ฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์เป็นสารที่มีบทบาทเด่นในการต้านอนุมูลอิสระ

มนสิชา (2556) ได้ทำการสกัดสารจากส่วนเถาของชะเอมไทยด้วยตัวทำละลาย พบว่า สารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 80 และเอธานอลร้อยละ 80 มีร้อยละการสกัดเป็น 3.23 และ 6.12 นอกจากนี้พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 10.54 ± 0.34 และ 10.18 ± 0.18 มิลลิกรัมแกลลิกแอซิดต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

สิรินภา, วีระพันธุ์ และพัชรินทร์ (2557) ทำการวิเคราะห์ค่าปริมาณเบต้าแคโรทีนในผลปาล์ม น้ำมันเปรียบเทียบระหว่างวิธีสเปกโตรสโกปีแบบ NIR เทียบกับวิธีสเปกโตรสโกปีแบบ UV-Vis ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง พบว่า สเปกโตรสโกปีแบบ NIR มีความเหมาะสมและนำไปใช้ได้จริงสำหรับวัดปริมาณบีตา-แคโรทีน ในผลปาล์มน้ำมันอย่างรวดเร็ว โดยช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้เมื่อเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้สเปกโตรสโกปีแบบ UV-Vis

สุริศา, อัมศยา และประสงค์ (2557) การสกัดผลองุ่นป่าด้วยตัวทำละลาย เอธานอล เมธานอล และน้ำวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิก (วิธี Folin-Ciocalteu) และฟลาโวนอยด์ (วิธี colorimetric aluminum chloride) พบว่าการใช้เมธานอลเป็นตัวทำละลายจะได้ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์สูงกว่าการใช้เอธานอลและน้ำอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นสารสกัดที่ได้ยังมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงสุดเช่นกัน

วัชรวิ, วาสนา และสายสมร (2558) ได้ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและคุณภาพของน้ำมะม่วงมหาชนกพร้อมดื่ม พบว่าอัตราส่วนของเนื้อมะม่วงมหาชนกต่อน้ำที่เหมาะสมคือ 1:2 และวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนโดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer และดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์จาก Biswas and et al., (2011) โดยนำน้ำมะม่วงมา 1 กรัม ผสมกับอะซิโตน 5 มิลลิลิตร เขย่านาน 15 นาที และปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1370 นาน 10 นาที ควบคุมอุณหภูมิที่ $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ นำส่วนใสกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 วัดความยาวคลื่นที่ 449 นาโนเมตร ซึ่งปริมาณเบต้าแคโรทีนในการทดลองแต่ละอัตราส่วน (1:2, 1:2.5 และ 1:3) มีค่า 5.26, 2.91 และ 2.45ตามลำดับ

หยาดฝน, กาญจนา และนักรบ (2559) ศึกษาขั้นตอนการเอาเมล็ดของผักข้าวออกทั้ง 3 วิธี คือ การใช้มือ การอบแห้งบางส่วน และการใช้เอนไซม์ และกระบวนการอบแห้งที่มีผลกระทบต่อปริมาณเบต้าแคโรทีน, โลโคปีน และสีในเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าว พบว่า ขั้นตอนการเอาเมล็ดออกโดยการอบแห้งบางส่วนทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนและโลโคปีน มีปริมาณเบต้าแคโรทีนน้อยที่สุด แต่ทั้ง 3 วิธี ไม่มีผลต่อสีของเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าว นอกจากนี้ยังพบว่าการอบแห้งของเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าว มีผลทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนและโลโคปีนลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเช่นเดิม

ณพัชร (2560) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบมะขามป้อม ซึ่งสกัดโดยวิธีการแช่ด้วยเอทานอล แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ และศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer พบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ มีค่า 89.32 มิลลิกรัมสมมูลของแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง, 421.56 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 12.456 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

อินทรา และพัชรพรรณ (2561) นอกจากนี้การตรวจสอบสารฟลักซ์เคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของลำต้น ใบ ดอก และเมล็ดจากเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) สารประกอบฟีนอล และฟลาโวนอยด์ตรวจสอบโดยวิธี spectrophotometry ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ใช้วิธีการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และ การวัดฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสใช้ L-DOPA เป็นสารตั้งต้น พบว่าทุกส่วนของเทียนบ้านมีสมบัติต้านอนุมูล อิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ใบและดอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 1.34 ± 0.15 และ 0.99 ± 0.77 มก./มล. ตามลำดับ ซึ่งในใบและดอกพบปริมาณสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์สูงกว่าเมล็ดและลำต้น พบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงในเมล็ดและดอก ซึ่งมีค่าการยับยั้งประมาณ 60%

Tang and Chen (2000) ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chen และ Tang (1998)

Cinar (2004) ศึกษาผลของการเก็บสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกส้ม มันทะ และแครอท ในที่มีอุณหภูมิต่างกันและในสถานะที่มีแสงและไม่มีแสง พบว่าการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำแคโรทีนอยด์จะมีอัตราการลดลงน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง และเมื่อเทียบการเก็บรักษาที่มืดและที่สว่างในอุณหภูมิต่ำ พบว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ลดลงอย่างไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Saldana, Temelli and Guigard (2010) ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวสกัดสารไลโคปีน และเบต้า-แคโรทีนในเปลือกและเยื่อมะเขือเทศ โดยมีน้ำมันและเอธานอลเป็นตัวทำละลายร่วมด้วย โดยใช้อุณหภูมิการสกัดที่ 40°C และความดัน 400 bar อัตราการไหลของตัวทำละลาย 0.5 และ 1.2 L/min เวลา 180 นาที พบว่าสารไลโคปีนจะละลายออกมาในชั้นที่ใช้น้ำมันมากกว่าการใช้เอธานอล เนื่องจากเงื่อนไขสภาพขั้ว

Biswas, Sahoo and Chatli (2011) ได้วิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนในแครอทดิบและมันเทศ โดยเทคนิค UV-Vis Spectrophotometry ใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย พบว่ามีปริมาณเบต้า-แคโรทีน เท่ากับ $74.06 \pm 3.8 \mu\text{g/g}$ และมันเทศ เท่ากับ $68.48 \pm 4.1 \mu\text{g/g}$ การวิเคราะห์นี้พบว่า %Recovery อยู่ในช่วง 67.8-98.8% และ %RSD อยู่ในช่วง 4.8-6.6% ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology)

3.1 การเตรียมแป้งจากเปลือกตาลโตนดสุก

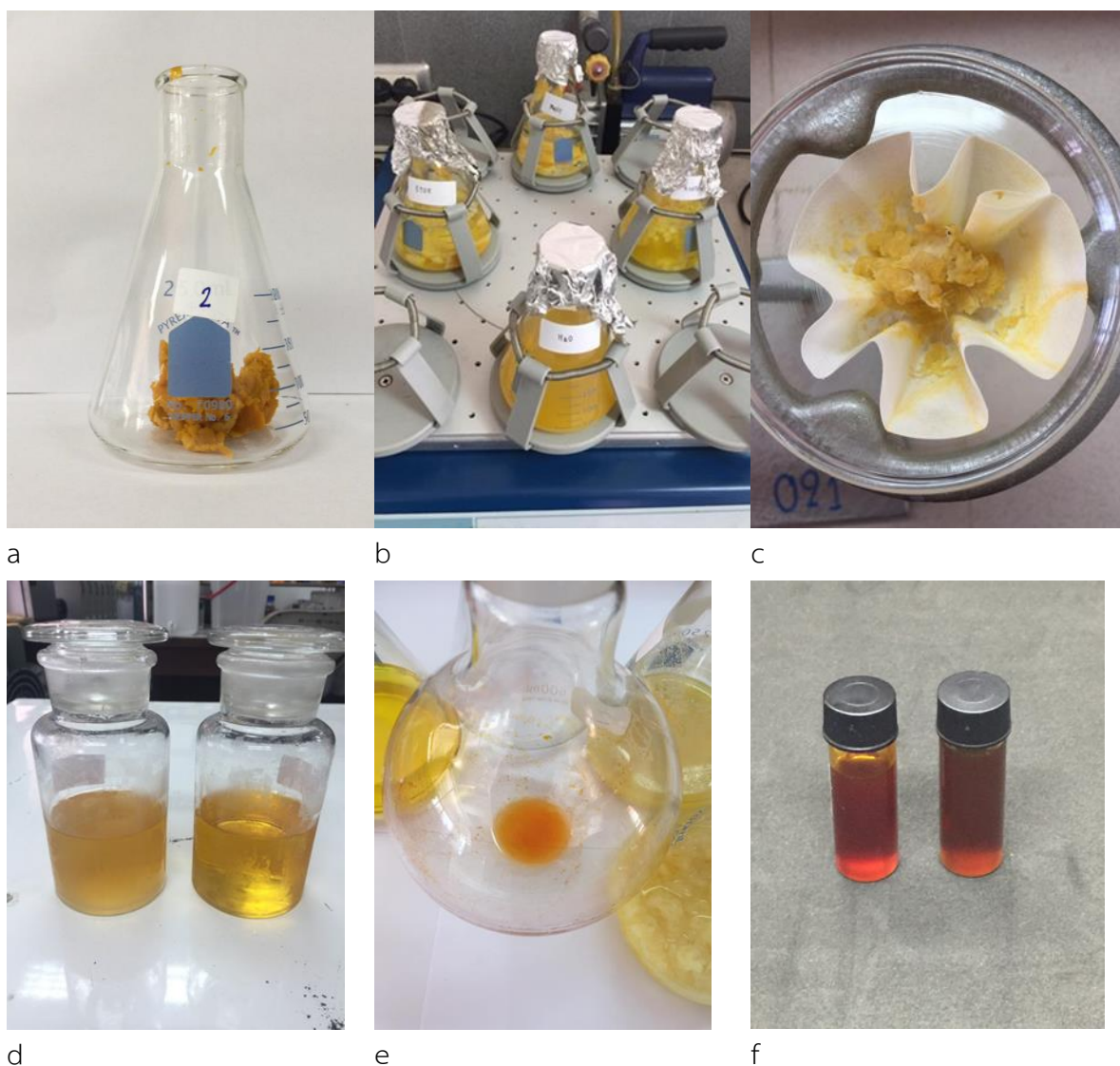
นำผลตาลโตนดสุกมาล้างทำความสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นตั้งขี้ดำนบนลูกตาลออกแล้วลอกเปลือกชั้นนอกที่มีสีดำออกจนหมด แยกผลตาลที่อยู่ข้างในออกเป็นพูๆ ใช้ช้อนชูดเอาแป้งที่เกาะบนเส้นใยออกใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ เลือกสิ่งแปลกปลอมออกเช่น เส้นใย และเปลือกตาลเป็นต้น นำแป้งตาลที่ได้ใส่ผ้าขาวบาง จับชายผ้าทั้ง 4 แล้วมัดด้วยเชือกฟาง ใช้สิ่งของที่มีน้ำหนักวางทับบนผ้าขาวบางนั้นทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อไล่น้ำจะได้แป้งจากตาลโตนดเพื่อนำไปใช้ในการสกัดต่อไป



ภาพที่ 3.1 การเตรียมแป้งจากเปลือกตาลโตนดสุก

3.2 การเตรียมสารสกัดหยาบ (crude extract)

วิธีเตรียมสารสกัดดัดแปลงมาจากจิราพร (2557) นำแป้งตาลโตนดสุกมาสกัดร่วมกับตัวทำละลาย 3 ชนิด ในอัตราส่วนต่างๆ ในขวดรูปชมพู่ที่ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ โดยใช้เครื่องเขย่าที่ 1500 rpm เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการหมัก (maceration) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบระยะเวลาทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อแยกกากและสารสกัดออกจากกัน นำสารสกัดที่ได้ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator จะได้สารสกัดหยาบออกมา เก็บสารสกัดที่ได้ให้พ้นแสงในขวดสีชา รักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาวิเคราะห์ต่อไป



ภาพที่ 3.2 การเตรียมสารสกัดหยาบ

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เส้นใย หยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงานตามวิธีที่ระบุใน AOAC (2000)

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrometer ซึ่งดัดแปลงวิธี Folin-Ciocalteu reagent โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ของโมลิบดีนัมทั้งสแตตไอออน (molybdenum ion) รีเอเจนต์ประกอบด้วยโซเดียมทั้งสแตต (sodium tungstate) โซเดียมโมลิบเดต (sodium molybdate) กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) และโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) สามารถการเปลี่ยนแปลงของไอออน (Mo(VI)) ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อได้รับอิเล็กตรอนจากสารต้านอนุมูลอิสระจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูป Mo(V) ซึ่งมีสีน้ำเงิน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร และรายงานค่าปริมาณ ฟีนอลิกทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมสารสกัด (Gallic acid equivalent, mgGAE/ mgCE) โดยขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นดังนี้ ปิเปตสารสกัดปริมาตร 0.1-1 ml ละลายกับน้ำกลั่นเพื่อให้ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1 ml เติม Folin-Ciocalteu's phenol reagent ปริมาตร 0.1 ml และ Na_2CO_3 เข้มข้น 7%w/v ปริมาตร 1 ml และน้ำกลั่น 0.4 ml วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

3.5 การวิเคราะห์สารเบต้าแคโรทีนทั้งหมดของสารสกัด

การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนทั้งหมดของสารสกัดด้วย UV-Visible Spectrophotometer โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ โดยนำสารสกัดที่สกัดได้ 1 กรัม สกัดซ้ำกับอะซิโตน 5 มิลลิลิตร จากนั้นผสมด้วยเครื่อง vortex-mixed เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปเหวี่ยงแยกชั้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 1,370 rpm เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายส่วนใสเก็บใส่ขวดสีชา และสกัดส่วนที่เหลือซ้ำอีก 2 ครั้ง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 2 วัดค่าดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer บันทึกผลและคำนวณหาปริมาณเบต้า-แคโรทีนจากกราฟเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

3.6 ทดสอบการคงตัวของสารสกัด

เมื่อได้สารสกัดที่สกัดได้จากตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าเบต้าแคโรทีนและค่าสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด จะนำสารสกัดที่ได้เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แล 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยจะนำมาทดสอบค่าเบต้าแคโรทีนและค่าสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธีที่กล่าวมาข้างต้นทุกสัปดาห์ เพื่อหาค่าความคงตัวในการเก็บรักษา

3.7 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองโดยการใช้ผลตาลโตนดสุกจากพื้นที่อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งแบ่งเป็นการทดลองดังต่อไปนี้

3.7.1 การทดลองที่ 1

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เส้นใย หยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงานตามวิธีที่ระบุใน AOAC (2000)

3.7.2 การทดลองที่ 2

1) ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากแป้งตาลโตนดสุก

2) อัตราส่วนระหว่างแป้งตาลโตนดกับตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

3.7.3 การทดลองที่ 3

ศึกษาความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัด โดยเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 สภาวะ โดยจะเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 2 เดือน และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดทุก 7 วัน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการเตรียมสารสกัดหยาบ (crude extracts) จากแป้งตาลโตนดด้วยวิธีการวิธีการแช่ (maceration) ในตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เอทานอล อะซิโตน และเมทานอล เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน (β -carotene) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound)

4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นในแป้งตาลโตนดสุก

นำแป้งตาลโตนดที่มีสีเหลืองอมส้มมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงานตามวิธีที่ระบุใน AOAC (2000) โดยมีผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบหลักของแป้งจากเปลือกตาลโตนดสุก

องค์ประกอบทางเคมี	วิธีทดสอบ	ผลทดสอบ (g/100g ตัวอย่าง)
Protein	AOAC (Kjeldahl method)	0.83 g/100 g
Crude fat	AOAC (Soxhlet extraction method)	0.06 g/100 g
Moisture	AOAC (Loss on drying at 95-100°C method)	77.47 g/100 g
Ash	AOAC (Burned at 550-600°C method)	1.00 g/100 g
Crude fiber	Fiber analyzer	5.62 g/100 g
Total carbohydrate	Calculation	20.64 g/100 g
Energy	Calculation	86.42 kcal/100 g

ผลวิเคราะห์จากตารางที่ 4.1 พบว่า แป้งจากเนื้อตาลโตนดมีค่าความชื้น เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานมนัสนันท์ (2544) ซึ่งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลเพื่อศึกษาการใช้เนื้อตาลสุกที่ผ่านกระบวนการสเตอริไลเซชันเพื่อผลิตแป้งสำเร็จรูป พบว่ามีความชื้น เส้นใยและคาร์โบไฮเดรตสูงเช่นกัน

4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกในแป้งตาลโตนด

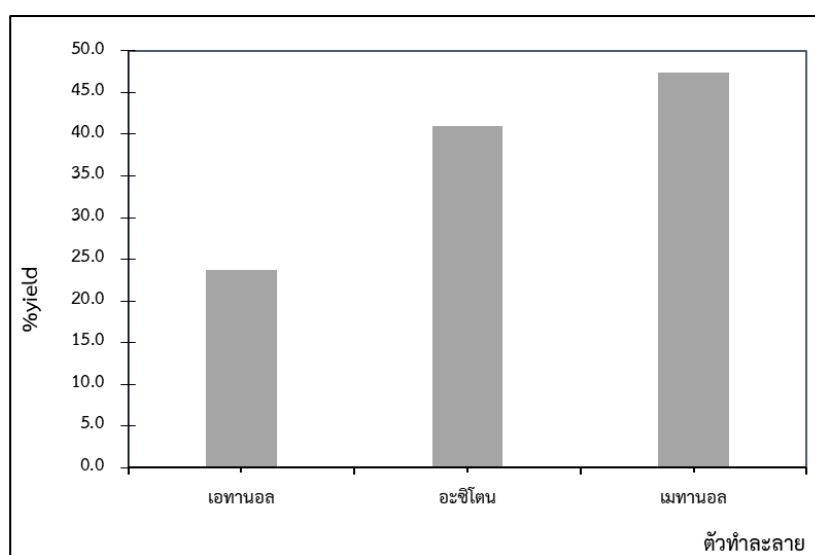
4.2.1 ผลของชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัด

ผลของสารสกัดหยาบจากแป้งตาลโตนดสุกโดยวิธีการแช่ (maceration) ในตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล อะซิโตน และเมทานอล โดยใช้อัตราส่วนระหว่างแป้งตาลโตนดสุกต่อตัวทำละลายเท่ากัน พบว่า ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบที่ได้จากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด เป็นของเหลวหนืด สีส้ม-น้ำตาล และเมื่อคำนวณร้อยละของน้ำหนักสารสกัดหยาบ (%yield) พบว่าสารสกัดหยาบจากอะซิโตนและเมทานอลให้ร้อยละของน้ำหนักที่สูงกว่าสารสกัดหยาบจากเอทานอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของร้อยละน้ำหนักสารสกัดหยาบของแป้งตาลโตนดสุกด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

ตัวทำละลาย	%yield	ลักษณะทางกายภาพ
เอทานอล	23.65 ^a	ของเหลวหนืด สีส้มแกมน้ำตาล
อะซิโตน	40.93 ^b	ของเหลวหนืด สีส้มแกมน้ำตาล
เมทานอล	47.40 ^b	ของเหลวหนืด สีส้มแกมน้ำตาล

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 4.1 แสดงร้อยละน้ำหนักสารสกัดหยาบของแป้งตาลโตนดสุกด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายที่ได้ทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธีวัดค่าสีด้วย spectrophotometer และ Folin-Ciocalteu colorimetric ตามลำดับ พบว่า ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่พบในสารสกัดหยาบจากอะซีโตนและเอทานอลมีค่าสูงที่สุด (67.51 ± 0.72 และ 66.31 ± 0.48 mg β -carotene/g CE ตามลำดับ) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่พบในสารสกัดหยาบจากเมทานอลมีค่าน้อยที่สุด คือ 57.58 ± 0.97 mg β -carotene/g CE ทำให้เอทานอลและอะซีโตนเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนดีที่สุด ขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบจากเมทานอลและเอทานอลมีค่า 85.36 ± 1.13 และ 84.23 ± 0.65 mg GAE/g CE ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนสารสกัดหยาบจากอะซีโตนมีปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด ดังนั้นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกได้ดี คือ เมทานอลและเอทานอล ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2

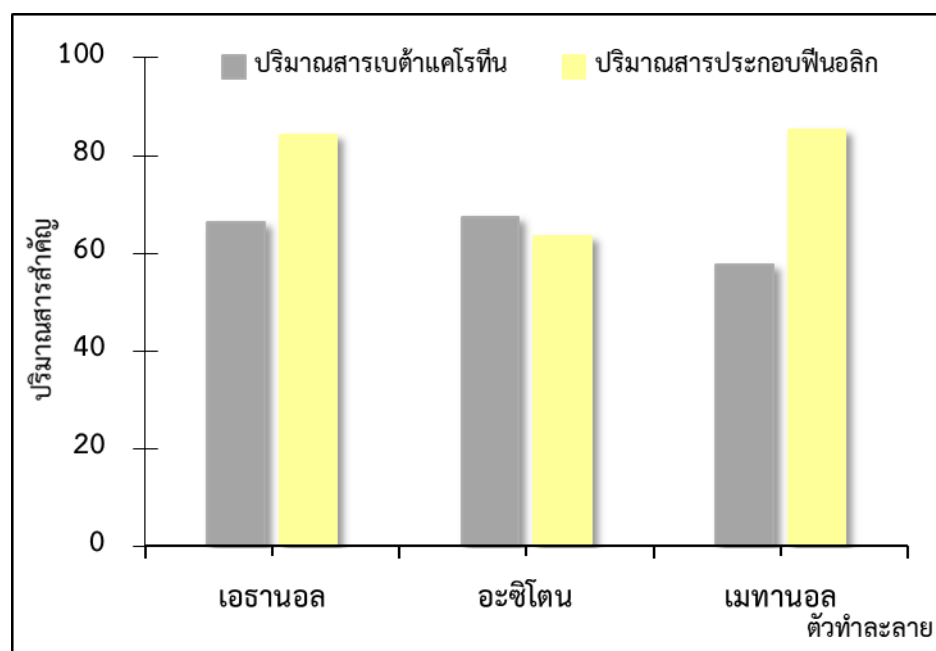
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากแป้งตาลโตนด

ตัวทำละลาย	ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน (mg β -carotene/ g CE)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/ g CE)
เอทานอล	66.31 ± 0.48^b	84.23 ± 0.65^c
อะซีโตน	67.51 ± 0.72^b	63.59 ± 1.13^d
เมทานอล	57.58 ± 0.97^a	85.36 ± 1.13^c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เนื่องจากตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพดีในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนจากแป้งตาลโตนด คือ เอทานอลและอะซีโตน ซึ่งตัวทำละลายทั้งสองชนิดนี้สกัดได้ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่ใกล้เคียงกัน และเช่นเดียวกันมีตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอลและเมทานอล ที่สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดได้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นในการทดลองถัดไป จึงเลือกใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัดทั้งสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสม

ระหว่างแบ่งจากตาลโตนดและตัวทำละลาย เนื่องจากในอนาคตจะมีการต่อยอดนำสารสกัดที่ได้ประยุกต์ใช้ในเวชสำอางต่างๆ ซึ่งเอธานอลเป็นตัวทำละลายที่ค่อนข้างปลอดภัยที่จะใช้ร่วมกับมนุษย์



ภาพที่ 4.2 แสดงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบจากเอธานอล อะซิโตน และเมทานอล

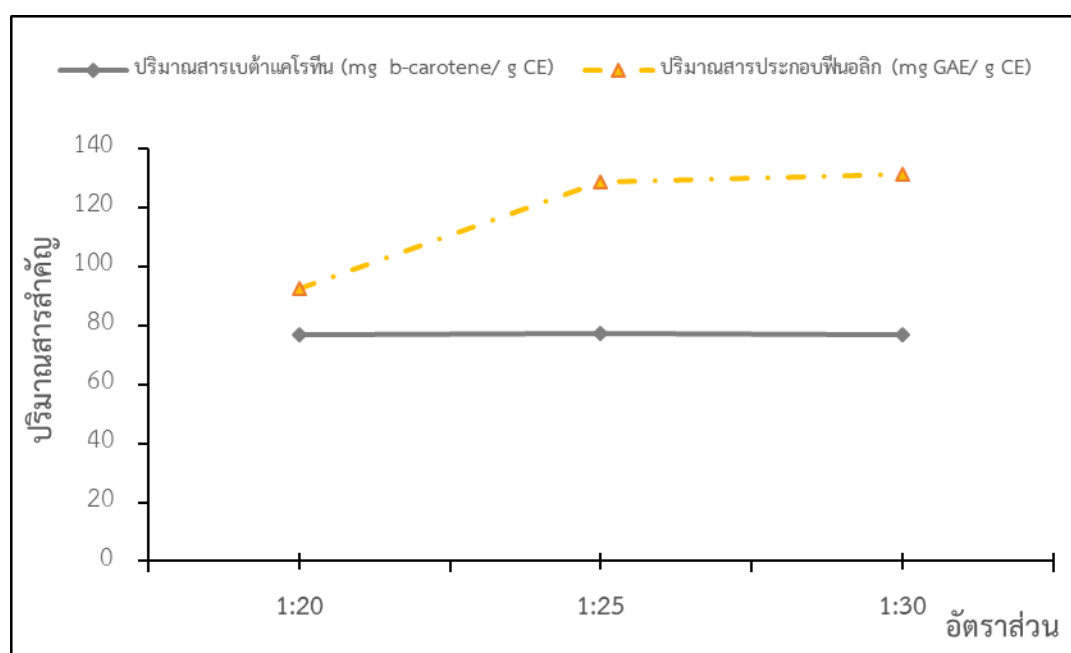
4.2.2 ผลของอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแบ่งตาลโตนดกับตัวทำละลาย

จากผลการวิจัยในข้อ 4.2.1 พบว่าเอธานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด ดังนั้นขั้นตอนต่อไปจะเป็นการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแบ่งตาลโตนดกับเอธานอล โดยทำการศึกษา 3 ระดับ ได้แก่ 1:20 1:25 และ 1:30 (w/v) พบว่า สารเบต้าแคโรทีนในสารสกัดหยาบที่ได้จากการใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลายทุกอัตราส่วนให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ดังนั้น ในการสกัดสารเบต้าแคโรทีนจะเลือกใช้อัตราส่วนที่ 1:20 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่น้อยที่สุด ขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบที่ได้จากการใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลาย มีค่าอยู่ระหว่าง 92.24-31.16 mg GAE/ g CE ซึ่งอัตราส่วน 1:20 สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกได้น้อยที่สุด และอัตราส่วน 1:25 และ 1:30 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ดังนั้น ในการสกัดสารประกอบฟีนอลิก จึงเลือกใช้อัตราส่วนที่ 1:25 ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 ผลของอัตราส่วนระหว่างแป้งตาลโดนดต่อตัวทำละลายที่มีผลต่อการสกัดสารเบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลิก

อัตราส่วนระหว่าง แป้งตาลโดนดต่อเอธานอล (น้ำหนักต่อปริมาตร)	ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน (mg β -carotene/g CE)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/ g CE)
1:20	76.95 $\pm$ 0.73 ^a	92.24 $\pm$ 1.13 ^b
1:25	77.35 $\pm$ 0.24 ^a	128.56 $\pm$ 1.72 ^c
1:30	76.71 $\pm$ 0.37 ^a	131.16 $\pm$ 1.30 ^c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

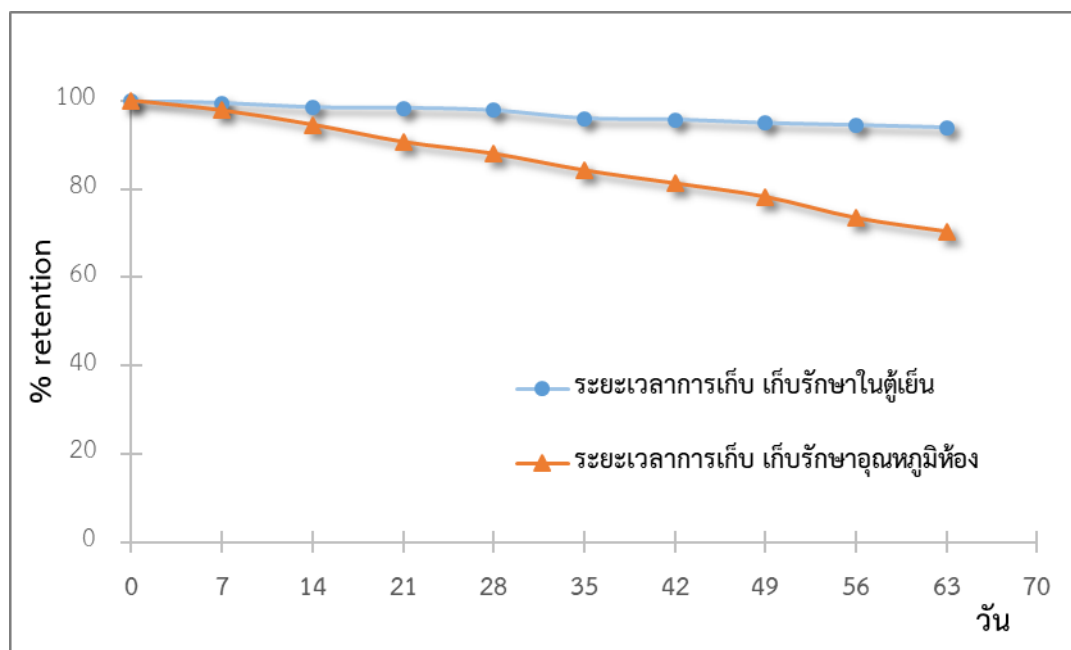


ภาพที่ 4.3 แสดงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างแป้งตาลโดนดและเอธานอลที่อัตราส่วน 1:20 1:25 และ 1:30

4.3 ผลการคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบ

จากการทดลองที่ผ่านมาทำให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมในการเตรียมสารสกัดหยาบ จากแป้งตาลโตนด ด้วยวิธีการวิธีการแช่ (maceration) เพื่อหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และศึกษาความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่มีในสารสกัดหยาบ โดยจะทำการเก็บรักษาสารสกัดที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ คือ เก็บที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น เป็นระยะเวลา 2 เดือน โดยสารสกัดที่ได้จะบรรจุในขวดแก้วหุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) เพื่อป้องกันจากแสง ทำการวัดปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดทุก 7 วัน

ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.4 แสดงผลของสารเบต้าแคโรทีน (ที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่อัตราส่วน 1:20) ในสารสกัดที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อจบการทดลองสารเบต้าแคโรทีนในสารสกัดลดลงเหลือ 93.83% ซึ่งสามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็น 4 ช่วงตามค่าที่ลดลงอย่างมีความแตกต่างตามนัยสำคัญ คือ ค่าเบต้าแคโรทีนจะเริ่มลดลงจากวันที่ 7 ซึ่งมีค่าอยู่ 99.44% ช่วงวันที่ 14-28 มีค่า 98.46%-97.76% ช่วงวันที่ 35-49 มีค่า 95.93%-94.85% และช่วงที่มีค่าเบต้าแคโรทีนน้อยที่สุดคือ วันที่ 56-63 มีค่าเบต้าแคโรทีน 94.39% -93.83% ขณะที่เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองค่าเบต้าแคโรทีนในสารสกัดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าลดลงเหลือเพียง 70.28% ซึ่งแต่ละช่วงเวลาที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.4 แสดงค่าร้อยละสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือในสารสกัดหยาบ ในสภาวะการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.5 ผลความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	β -carotene retention (%)	
	เก็บรักษาในตู้เย็น	เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง
0	100.00 $\pm$ 0.17 ^a	100.00 $\pm$ 0.17 ^a
7	99.44 $\pm$ 0.17 ^a	97.76 $\pm$ 0.17 ^b
14	98.46 $\pm$ 0.34 ^b	94.53 $\pm$ 0.34 ^{d,e}
21	98.32 $\pm$ 0.17 ^b	90.61 $\pm$ 0.34 ^f
28	97.76 $\pm$ 0.17 ^b	87.94 $\pm$ 0.51 ^g
35	95.93 $\pm$ 0.34 ^c	84.16 $\pm$ 0.34 ^h
42	95.65 $\pm$ 0.34 ^c	81.21 $\pm$ 0.51 ⁱ
49	94.85 $\pm$ 0.17 ^{c,d}	78.13 $\pm$ 0.85 ^j
56	94.39 $\pm$ 0.17 ^{d,e}	73.36 $\pm$ 0.51 ^k

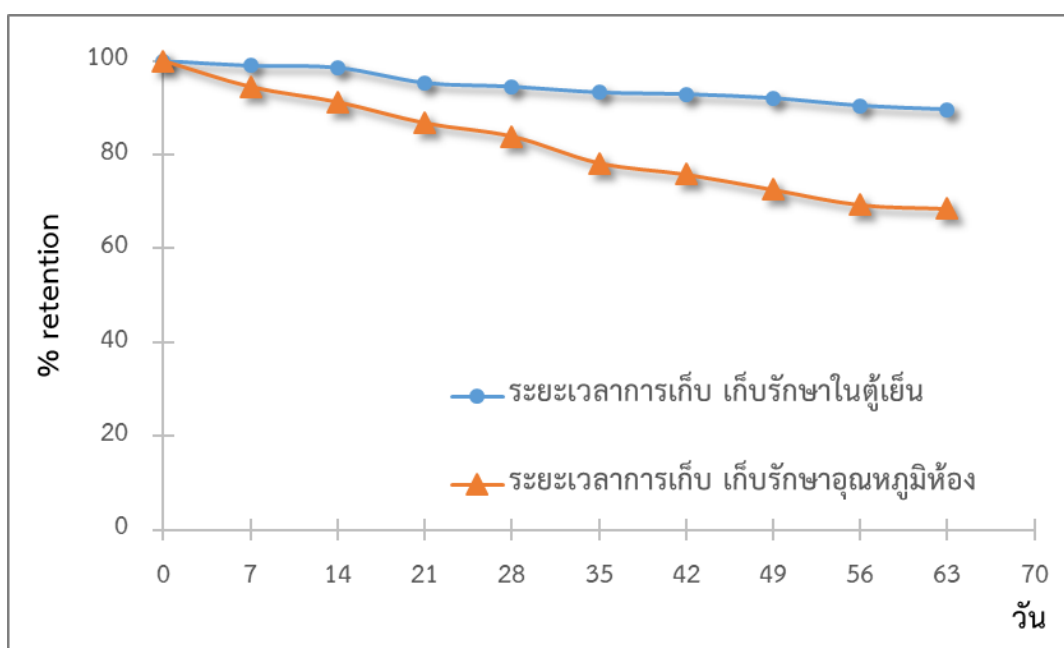
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.6 ผลความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิกในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	Total phenolic compound retention (%)	
	เก็บรักษาในตู้เย็น	เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง
0	100.00 $\pm$ 1.11 ^a	100.00 $\pm$ 1.11 ^a
7	98.94 $\pm$ 0.80 ^{bc}	94.48 $\pm$ 0.80 ^e
14	98.54 $\pm$ 0.80 ^c	91.23 $\pm$ 0.80 ^{gh}
21	95.29 $\pm$ 0.80 ^d	86.76 $\pm$ 1.59 ^j
28	94.48 $\pm$ 0.80 ^{d,e}	83.93 $\pm$ 0.80 ^k
35	93.26 $\pm$ 0.80 ^{e,f}	78.23 $\pm$ 0.80 ^l
42	92.86 $\pm$ 0.80 ^f	75.80 $\pm$ 0.80 ^m
49	92.04 $\pm$ 0.80 ^{f,g}	72.55 $\pm$ 0.80 ⁿ
56	90.42 $\pm$ 0.80 ^{h,ii}	69.30 $\pm$ 0.80 ^o

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่ต่างกัน พบว่า สารสกัดที่เก็บรักษาไว้ในตู้เย็น เมื่อจบการทดลองสารประกอบฟีนอลิกลดลงเหลือ 89.61% ซึ่งสามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็น 5 ช่วง ตามค่าที่ลดลงอย่างมีความแตกต่างตามนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีในช่วงวันที่ 7-14 มีค่าอยู่ในช่วง 98.91%-98.54% ช่วงวันที่ 21-28 มีค่า 95.29%-94.48% ช่วงวันที่ 35-49 มีค่า 93.26%-92.04% และ ช่วงวันที่ 56-63 มีค่า 90.42%-89.61% ตามลำดับ ขณะที่สารสกัดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก



ภาพที่ 4.5 แสดงค่าร้อยละสารประกอบฟีนอลิกคงเหลือในสารสกัดหยาบในสภาวะการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ต่างกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเตรียมสารสกัดหยาบจากแป้งตาลโตนดสุกโดยวิธีการแช่ (maceration) ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เอทานอล อะซิโตน และเมทานอล เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารเบต้า-แคโรทีน (β -carotene) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) พบว่า สารสกัดหยาบจากเอทานอลและอะซิโตน เมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนแล้วจะได้ค่าอยู่ที่ 66.31 ± 0.48 mg β -carotene/g CE และ 67.51 ± 0.72 mg β -carotene/g CE ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความใกล้เคียงกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย พบว่า เอทานอลและเมทานอลสามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกได้ดีที่สุด (84.23 ± 0.65 mg GAE/ g CE และ 85.36 ± 1.13 mg GAE/g CE ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

และเมื่อทำการศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งตาลโตนดและตัวทำละลาย พบว่า อัตราส่วนที่ใช้สกัดสารเบต้าแคโรทีนทั้ง 3 อัตราส่วน ให้ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่ใกล้เคียงกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังนั้น อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:20 เนื่องจากใช้ตัวทำละลายที่น้อยที่สุดในการสกัด ขณะที่อัตราส่วนที่ 1:25 ใช้สกัดสารประกอบฟีนอลิกได้ดีที่สุด

เมื่อเก็บรักษาสารสกัดเป็นระยะเวลา 2 เดือน ที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า ระยะเวลาและอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถคงสภาพสารได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง

บรรณานุกรม

- กรรณิกา ศิลปชัย. 2550. การสกัดแคโรทีนอยด์จากดอกกรรณิการเพื่อใช้เป็นสีย้อมเส้นใยฝ้าย. ปรินญาวิทยา
ศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. **ตาลโตนด: ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปและรูปแบบโรงผลิต.** กรมส่งเสริม
การเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. **ไม้ยืนต้น ตาลโตนด.** ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร online กรม
ส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา: [http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/perennial/
tantanode.pdf](http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/perennial/tantanode.pdf), 24 ตุลาคม 2561.
- จิราพร จิรินภาวิบูลย์. 2557. **การพัฒนาสารสกัดมาตรฐานตาลโตนด เพื่อประยุกต์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ
และสารยับยั้งไทโรซิเนส.** สำนักบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. แหล่งที่มา:
<http://postgrads.mfu.ac.th/images/Plan-B/File23.pdf>, 30 มีนาคม 2561.
- ณพัชร บัวฉวน. 2560. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบมะขามป้อม.
วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก (10)2: 8-17.
- ธารินี แดงน้อย. 2559. **การทดสอบพิษเคมี และฤทธิ์ทางชีววิทยาของบัวหลวง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ประมวล ศรีกาหลง. 2553. เทคนิคในการแยกแคโรทีนอยด์จากวัตถุดิบธรรมชาติ. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร
พระจอมเกล้า 2(2): 12-22.**
- ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2537. **ตาลโตนด.** สำนักพิมพ์เพชรกระรัต. กรุงเทพฯ.
- ปิฎก บุนนาค. 2535. **ตาล.** บรรณกิจเทรดดิ้ง. กรุงเทพฯ
- มนัสนันท์ บุญทราพงษ์. 2544. **การพัฒนาแป้งข้าวเจ้าผสมและส่วนผสมสำเร็จรูปในการผลิตขนมตาลเพื่อ
อุตสาหกรรมขนาดเล็ก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนสิชา ขวัญเอกพันธ์. 2556. **ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากส่วนเถาชะเอมไทย.** วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- มโนวิช เรืองดิษฐ์ และจันทรัตน์ จินดารัศมี. 2547. **พริกใครว่าดีแต่เผ็ด.** **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ
52(164): 1-3.**
- รวินิภา ศรีมูล และศิริจันทร์ ตาใจ. 2557. ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้แปรรูปใน
จังหวัดจันทบุรี. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 7(1): 24-30.**
- รุ่งฤดี ศรีสวัสดิ์. 2555. **ผลของสารสกัดพืชสมุนไพรบางชนิดในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มี
ผลต่อการทำงานของเอนไซม์ไลเปส เอนไซม์อะไมเลส และเอนไซม์กลูโคซิเดส.** สาขาวิชาสรีรวิทยา,
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- วัชรวิทย์ เทพโยธิน, วาสนา รุ่งตระกูลไทย และสายสมร บุตรพรม 2558. การยอมรับของผู้บริโภคและคุณภาพของน้ำมะม่วงมหาชนกพร้อมดื่ม. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ**: 131-140.
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริพร จันทศิริ. 2551. การวิเคราะห์สารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ในพืชบางชนิดและศึกษาผลการเตรียมสารตัวอย่างต่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์. รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- หยาดฝน ทนงการกิจ, กาญจนา นาคประสม และนักรบ นาคประสม. 2559. ผลของกระบวนการต่อสมบัติทางกายภาพและปริมาณแคโรทีนอยด์ในสับผสมอาหารธรรมชาติจากเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม** 11(1): 47-57.
- สิรินภา คงเจริญ, วีระพันธุ์ ศรีดอกจันทร์, พัชรินทร์ ตัญญา, พรศิริ เลี้ยงสกุล และรณฤทธิ ฤทธิธรณ. 2557. การวิเคราะห์ปริมาณบีตา-แคโรทีนในผลปาล์มน้ำมันแบบรวดเร็ว. **แก่นเกษตร** 42(1) ฉบับพิเศษ: 375-381.
- สมยศ พุ่มหว่า. 2527. ตาลโตนด. **พืชศาสตร์สาร** 6(4) : 32-38.
- สมโภชน์ น้อยจินดา, กิตติ โพธิ์ปัทมะ, วรรัตน์พงศ์ วงเสน, อิดารัตน์ คุ่มภัย, อุทร ชื่นนท และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2555. เบต้าแคโรทีนและฟีนอลิกแสดงบทบาทการต้านอนุมูลอิสระในผลพริกเหลือง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 43(2) (พิเศษ): 665-668.
- สุริสา ศรีสุวรรณ, อัญญา ท่อนโพธิ์ และประสงค์ สีหานาม. 2557. สารสกัดจากผลองุ่นป่า: พฤษเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม** ฉบับพิเศษ: 373-382.
- สุวรรณีย์ สายสิน. 2544. บทบาทอนุมูลอิสระกับการเกิดโรค. **วารสาร มจร. วิชาการ** 5(9): 77-87.
- อินทรา ขุดแก้ว และพัชรพรรณ สุคนธ์ขจร. 2561. สมบัติต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของลำต้น ใบ ดอก และเมล็ดจากเทียนบ้าน. **วารสารแก่นเกษตร ฉบับพิเศษ** 46(1): 1242-1247.
- อุษาพร ภูค์สมาส. 2558. แคโรทีนอยด์สารสีในอาหาร. **วารสารอาหาร** 45(2): 47-49.
- AOAC. 2000. **Official Methods of AOAC International**. (17th ed). The Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.
- Alamelumangai, M., Dhanalakshmi, J., Mathumitha, M., Renganayaki, R.S., Muthukumaran, P. and Saraswathy, N. 2014. In vitro studies on phytochemical evaluation and antimicrobial activity of *Borassus flabellifer* Linn. against some human pathogens. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine** 7(1): S182-S185.
- Awal, A., Haq, Q.N., Quader, M.A. and Ahmed, M. 1995. Structural Study of a Polysaccharide from the Seeds of *Borassus flabellifer* Linn., **Carbohydrate research** 27(1): 189-195.
- Bakan, E., Akbulut, Z.T. and Inanc, A.L. 2014. Carotenoids in foods and their effects on human health. **Academic Food Journal** 12(2): 61-68.

- Biswas, A.K., Sahoo, J and Chatli, K. 2011. A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of β -carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. **LWT-Food Science and Technology** 44: 1809-1813.
- Chen, B. H., & Tang, Y. C. 1998. Processing and stability of carotenoid powder from carrot pulp waste. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 46(6): 2312-2318.
- Chen, J.P., Tai, C.Y. and Chen, B.H. 2004. Improved liquid chromatographic method for determination of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Chromatography A** 1054(1-2): 261-268.
- Cinar, I. 2004. Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant samples under different storage conditions. **LWT-Food Science and Technology** 37(3): 363-367.
- Kommu, S., Vijayalaxmi, C., Gowri, S.N.L., Matsyagiri, L., Shankar, M. and Sandhya, S. 2011. Anti-oxidant activity of methanolic extracts of female *Borassu flabellifer* leaves and roots. **Pelagia Research Library** 2(3): 193-199.
- Krinsky, N.I. and Johnson, E. 2006. Carotenoid actions and their relation to health and disease. **Molecular Aspects of Medicine** 26(6): 459-516.
- Mourao, F., Umeo, S.H., Takemura, O.S., Linde, G.A. and Colauto, N.B. 2011. Antioxidant activity of *Agaricus brasiliensis* basidiocarps on different maturation phases. **Brazilian Journal of Microbiology** 42(1): 197–202.
- Phan-Thi, H., Durand, P., Prost, M., Prost, E. and Waché, Y. 2016. Effect of heat-processing on the antioxidant and prooxidant activities of β -carotene from natural and synthetic origins on red blood cells. **Food Chemistry** 190: 1137– 1144.
- Saldana, M.D.A., Temelli, F., Guigard, S.E., Tomberli, B. and Gray, C.G. 2010. Apparent solubility of lycopene and beta-carotene in supercritical CO₂, CO₂+ethanol and CO₂+canola oil using dynamic extraction of tomatoes. **Journal of Food Engineering** 99(1): 1-8.
- Tang, Y.C. and Chen, B.H. 2000. Pigment change of freeze-dried carotenoid powder during storage. **Food Chemistry** 69: 11-17.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การเตรียมสารละลายมาตรฐานของสารเบต้าแคโรทีน

ภาคผนวก ข การเตรียมสารละลายมาตรฐานของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ภาคผนวก ค อนุสิทธิบัตร

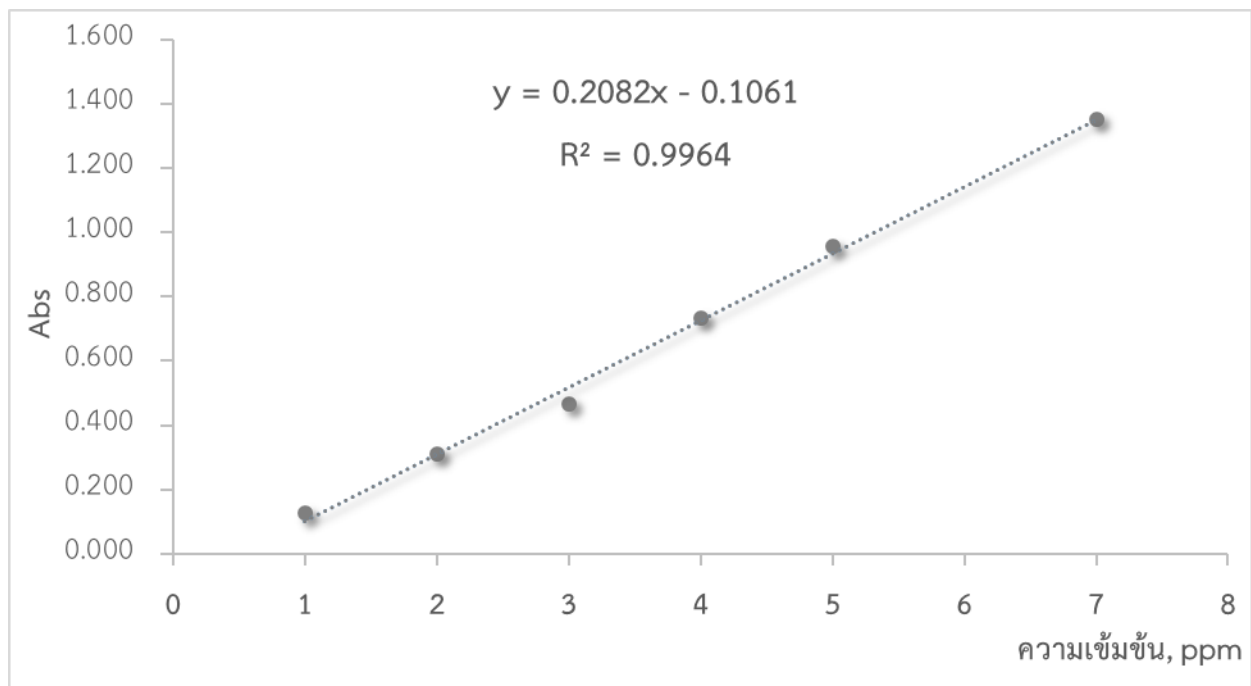
ภาคผนวก ง ประวัตินักวิจัย

ภาคผนวก ก

การทำกราฟมาตรฐานของสารเบต้าแคโรทีน

ตารางที่ ก แสดงค่าการเตรียมสารละลายมาตรฐานของสารเบต้าแคโรทีน

ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
1	0.126
2	0.309
3	0.468
4	0.733
5	0.957
7	1.350



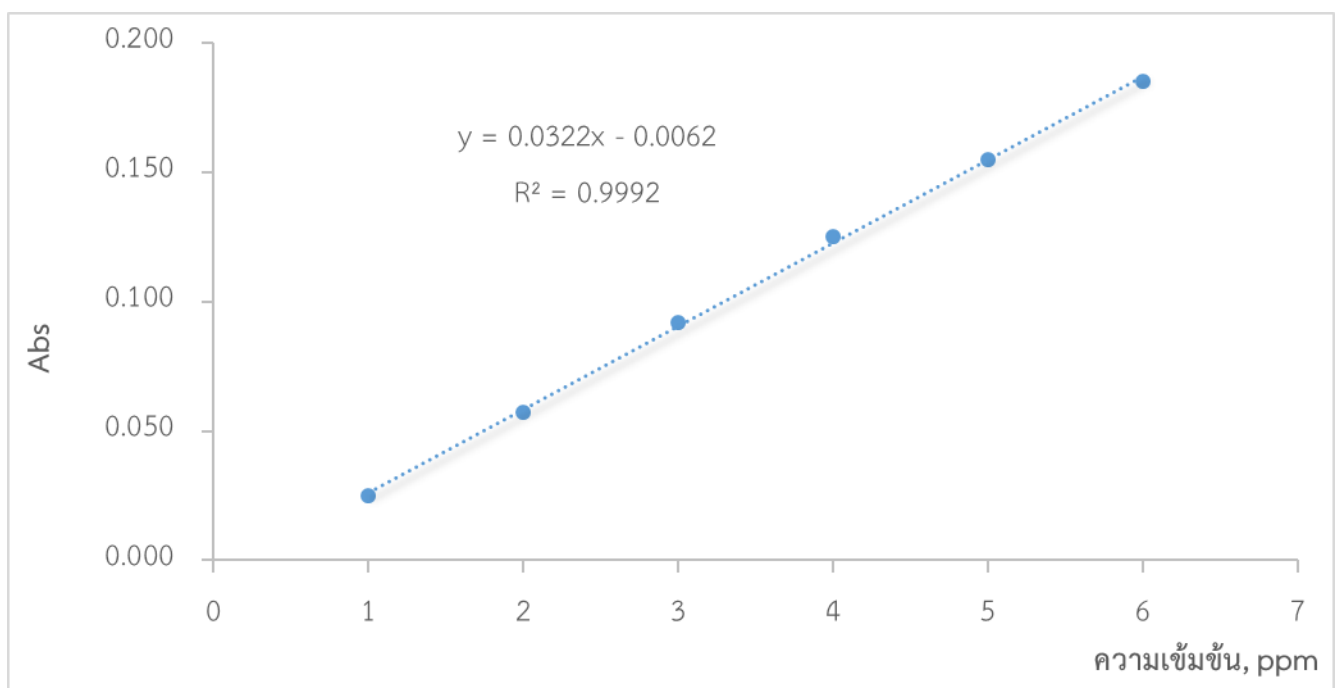
ภาพที่ ก แสดงกราฟมาตรฐานของสารเบต้าแคโรทีน

ภาคผนวก ข

การทำการกราฟมาตรฐานของสารประกอบฟีนอลิก

ตารางที่ ข แสดงค่าการเตรียมสารละลายมาตรฐานของสารประกอบฟีนอลิก

ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
10	0.025
30	0.057
50	0.092
70	0.125
90	0.155
100	0.185



ภาพที่ ข แสดงกราฟมาตรฐานของสารประกอบฟีนอลิก

ภาคผนวก ค

อนุสิทธิบัตร

เลขที่อนุสิทธิบัตร 14980		อสป./200 - ข	
			
อนุสิทธิบัตร			
อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522			
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542			
บังคับกรรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่			
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย			
สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ชื่อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)			
ตามกฎหมายในอนุสิทธิบัตรนี้			
เลขที่คำขอ	1703001259		
ขอรับอนุสิทธิบัตร	14 กรกฎาคม 2560		
ประดิษฐ์	นางฉัญวลัย รัตนนิกิจ และ นางพูนทรัพย์ ชูแก้ว		
แสดงถึงการประดิษฐ์	กรรมวิธีการสกัดเบต้าแคโรทีนจากผลตาลโตนดสุก		
ให้ผู้ทรงอนุ	สิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ		
ออกให้	ณ	วันที่	18 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562
หมดอายุ	ณ	วันที่	13 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2568
(ลงชื่อ).....			
(นายคเณก บุญแท้)			
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน			
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา			
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร			
พนักงานเจ้าหน้าที่			
หมายเหตุ	1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นสุดอายุ		
	2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวก็ได้		
	3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นสุดอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดย		
	ยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่		
	4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่		
	039682		

ภาคผนวก ง

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางธัญวลัย รัตนนกิจ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Tanwalai Rattanankij
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3900100396506
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยตำแหน่งอาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ต.บ่อทราย อ.เมือง จ.สงขลา 90000
โทรศัพท์ 099-6464263 e-mail: Tanwalai.R@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
2548 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2542 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ
การใช้เครื่องมือ เช่น GC-FID, GC-MS, Mercury Analyzer
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
-
8. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
ณัฐวรา จิรินทร์, มนุ จิตรสิงห์ และอดิศักดิ์ จิตรภูษา. 2554. ผลของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกมะพร้าวแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42(2) พิเศษ: 213-216.
ณิชา ประสงค์จันทร์, จำเริญศรี พวงแก้ว และณัฐวรา จิรินทร์. 2555. การตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในน้ำทะเลบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอก. ใน การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย/ สร้างสรรค์ระดับชาติและนานาชาติ “ศิลปการวิจัยและสร้างสรรค์ ครั้งที่ 5 : บูรณาการศาสตร์และศิลป์”. มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม.
ณิชา ประสงค์จันทร์ และณัฐวรา จิรินทร์. 2555. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการดุลสมการในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แบบฝึกทักษะสำหรับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์. ใน การประชุมมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ สงขลา.

สุจินต์ สุวรรณ และนางณัฐวรา จิรันดร. การศึกษากระบวนการผลิตผ้ามัดย้อมจากส่วนผสมของสีน้ำ
หมาก

ณัฐวรา จิรันดร และอดิศักดิ์ จิตภูษา. 2559. ผลของน้ำหมากที่มีต่อการย้อมสีผ้าแพรวฟูจี. ใน งาน
ประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย พืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 10. โรงแรมดิเอ็ม
เมอรัลด์ กรุงเทพฯ.

Adisak Jitphusa, and Tanwalai Rattanankij. 2016. Process of dyeing Chinese silk fabric
using color of water betel nuts. *Journal of Thai Interdisciplinary Research*
11(6): 20-26.

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายอดิศักดิ์ จิตภูษา
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MR. ADISAK JITPHUSA
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 9097 00056 267
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000
โทรศัพท์ 080-5411194 E-mail : adisak087@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ
ฟิสิกส์วัสดุ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
-
8. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
อดิศักดิ์ จิตภูษา. พีแชนท์ ที่มีรูพรุนสูงสำหรับการใช้งานไฮโดรโฟน Porous for Hydrophone Application. 2546. ใน การเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
อดิศักดิ์ จิตภูษา. Hydrostratic Responses of Porous PZT and BT Ceramics. 2547. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2 (MTEC). กรุงเทพฯ.
อดิศักดิ์ จิตภูษา. ผลของความถี่คลื่นไมโครเวฟและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการอบในการผลิตเครื่องปรุงต้มยำเพื่อการส่งออก. งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2552 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
อดิศักดิ์ จิตภูษา, ณิชา ประสงค์จันทร์ และมุกดา สุขสวัสดิ์. 2553. ผลของการอบด้วยไมโครเวฟต่อคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวและพริก. ใน การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 20. มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา.
อดิศักดิ์ จิตภูษา, ณิชา ประสงค์จันทร์ และมุกดา สุขสวัสดิ์. 2553. ผลของการอบด้วยไมโครเวฟต่อคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวและพริก. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 13(3): 123-132

Adisak Jitphusa and Tanwalai Rattanankij. 2016. Process of dyeing Chinese silk fabric using color of water betel nuts. *Journal of Thai Interdisciplinary Research* 11(6): 20-26.

อดิศักดิ์ จิตภูษา และณัฐวรา จิรันดร. 2559. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการย้อมผ้าฝ้ายด้วยน้ำหมาก. *วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ* 10(2): 144-153.

อดิศักดิ์ จิตภูษา. ศึกษาการย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยกาแฟสำเร็จรูป.งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2557 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

อดิศักดิ์ จิตภูษา. 2560. การหาสภาวะที่เหมาะสมของเวลาและอัตราส่วนของสารฟีนิกสี ในการย้อมสีผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ ด้วยกาแฟสำเร็จรูป. *วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ* 5(2): 136-145.

ณัฐวรา จิรันดร และอดิศักดิ์ จิตภูษา. 2559. ผลของน้ำหมากที่มีต่อการย้อมสีผ้าแพรฟูจี. ใน *งานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย พืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 10*. กรุงเทพฯ.

ณัฐวรา จิรันดร, มนุ จิตรสิงห์ และอดิศักดิ์ จิตภูษา. 2554. ผลของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกมะพร้าว น้ำหอม. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 42(2)พิเศษ: 213-216.