รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาส้มแขก

Production development of garcinia tea

โดย

สุธีรา ศรีสุข

ปิยศิริ สุนทรนนท์

ภายใต้โครงการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ส้มแขกเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร

บ้านท่าสาป

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษาประจำปี 2561

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาส้มแขก
ชื่อผู้วิจัย	สุธีรา ศรีสุข และปิยศิริ สุนทรนนท์
คณะ/หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย	ราชภัฏยะลา
ปีงบประมาณ	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชาส้มแขกและ ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (55 60 และ 65˚C) ต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH) โดยนำผลส้มแขกมาหั่นเป็นชิ้น ก่อนนำไปทำแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 (น้ำหนักเปียก) ซึ่งใช้เวลาในการทำแห้ง 8 7 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าชาส้มแขกที่ผ่านการอบด้วยตู้อบลมร้อนทั้ง 3 อุณหภูมิ มีปริมาณฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 127.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 4.90 4.69 และ 4.39 mg gallic acid /ml ตามลำดับ ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ประเมินจำนวน 30 คน พบว่า ชาส้มแขกที่อบด้วยอุณหภูมิ 65˚C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมเท่ากับ 7.93 7.57 7.57 7.30 และ 7.70 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ส้มแขก ชา สารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟินอลิค

Research Title	Production development of garcinia tea
Researchers	Suteera srisuk and Piyasiri Soontornnon
Faculty/Section	Faculty of Science Technology and Agriculture
University	Yala Rajabhat
Year	2018

Abstract

This research was aimsed to develop tea from gacinia by studying the effects of drying temperatures (55 60 and 65˚C) on the antioxidant capacity (total phenolic content and DPPH radical inhibition). Garcinia (*Garcinia atroviridis*) fruits were sliced and dried in a hot air tray dryer at different temperatures of 55, 60, and 65 ºC, until the moisture content of the samples did not exceed 10 % (wb) which took 8, 7 and 5 h, respectively. The results showned that the gacinia tea from drying by hot air oven at 55 60 and 65 ˚C had the DPPH radical scavenging activity of 127.5 milligram/milliliters. The total phenolic content was 4.90 4.69 และ 4.39 mg gallic acid /ml , respectively. Sensory evaluation was carried out by 30 panelists using 9-point Hedonic scale method. The gacinia tea from drying at 65˚C, 5h obtained the highest scores for sensory properties in terms of appearance, color, odor, taste and overall liking with scores of 7.93 7.57 7.57 7.30 and7.70 , respectively.

Keywords: garcinia, tea, antioxidant, total phenolic

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาส้มแขก ภายใต้แผนงานวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ส้มแขกเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านท่าสา**ป** ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

โดยรายงานการวิจัยนี้ลุล่วงไปด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ได้แก่ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการเกษตร ซึ่งมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย คณะนักวิจัยจึงขอขอบคุณ มา ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ส้มแขก (Garcinia)	3
ประโยชน์และสรรพคุณของส้มแขก	3
อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ	5
สารต้านอนุมูลอิสระ	5
การทำแห้ง	9
วิธีการทำแห้ง	11
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง	11
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชา	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
วิธีการวิจัย	16
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	17

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
ผลการศึกษาคุณภาพการเตรียมวัตถุดิบ	18
ผลศึกษากระบวนการอบแห้งและคุณภาพของส้มแขกแห้งสำหรับดื่ม	18
ผลของปริมาณสารฟีนอลิก และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ	23
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	40
สรุปผลการวิจัย	40
อภิปรายผลการวิจัย	42
ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	26
ภาคผนวก	30
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	30
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	30
ภาคผนวก ค แบบประเมินทางประสาทสัมผัส	34
ประวัตินักวิจัย	37

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลของความชื้นต่อสภาวะทำส้มแขกอบแห้ง	20
4.2	คุณภาพค่าสีของส้มแขกอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ	20
4.3	คุณสมบัติทางเคมีของส้มแขกอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ	21
4.4	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสชาส้มแขกแห้ง	22

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ส้มแขกสด	18
4.2	กระบวนการผลิตส้มแขกแห้งสำหรับดื่ม	19
4.3	ชาส้มแขกอบแห้งที่สภาวะต่างๆ	21
4.4	ชาส้มแขกบรรจุซองเยื่อกระดาษ	22
4.5	ลักษณะของชาส้มแขกทั้ง 3 อุณหภูมิ กำหนดให้ : (A) ชาส้มแขกอุณหภูมิอบ 55˚C (B) ชาส้มแขกอุณหภูมิอบ 60 ˚C (C) ชาส้มแขกอุณหภูมิอบ 65 ˚C	23
4.6	ปริมาณฟินอลิกของชาส้มแขกอบแห้งที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ	24

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ปัจจุบันคนไทยให้ความสนใจกับสุขภาพมากขึ้น เครื่องดื่มชาสมุนไพรนับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค โดยตลาดเครื่องดื่มสุขภาพที่ไม่รวมผลิตภัณฑ์นมมีมูลค่าสูงมาก โดยในปี 2547 มีมูลค่า 4000 ล้านบาท ซึ่งประเทศไทยเริ่มเป็นที่นิยมการบริโภคเครื่องดื่มสุขภาพ และคาดว่าจะมีแนวโน้มทางการตลาดสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้เครื่องดื่มประเภท ชา กลับมาได้รับความนิยมมากขึ้น

โดยประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรเกิดขึ้นมาหลายชนิด ทั้งที่เป็นผลไม้เศรษฐกิจเพื่อส่งออก หรือผลไม้ท้องถิ่น โดยส่วนใหญ่ในผลไม้มักมีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่สูง ซึ่งปัจจุบันมีการนำผลไม้ท้องถิ่นมาทำชาหลายชนิด เช่น ชาจากดอกดาหลา ชาจากดอกบัวหลวง ชาจากมะขามป้อม เป็นต้น ซึ่งการนำผลไม้ท้องถิ่นที่มีประโยชน์มาแปรรูปให้เป็นสินค้าที่มีมูลค่าที่สูงขึ้น อีกทั้งอุดมไปด้วยคุณประโยชน์จึงเป็นทางเลือกที่ดี โดยส้มแขก (garcinia) เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ *Cluiaceae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia atroviridis* และมีชื่อพื้นเมืองอีกหลายชื่อ เช่น ชะม่วงช้าง มะขามแขก ส้มมะวน ส้มมะอ้น ส้มควาย (ตรัง) ส้มพะงุน (ปัตตานี) อาแซกะลูโก (มะลายู-ยะลา) ลักษณะของลำต้นเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 5-7 เมตร ส้มแขกเป็นพืชตระกูลเดียวกับ มังคุด *(G.mangostana)* ชะมวง *(G.cowa)* ชะมวงหรือน้ำหรือมะพูดป่า *(G.mervasa)* มะพูด *(G.vilersiana)* และมะดัน *(G.schomburgkiana)* โดยชาส้มแขกเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจเนื่องด้วยคุณสมบัติสารแอนติออกซิแดนท์ที่อยู่ภายในส้มแขก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสารแอนติออกซิแดนท์ที่อยู่ในชาส้มแขกที่อุณหภูมิการอบแต่ละระดับ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตส้มแขกแห้งในผลิตภัณฑ์ชาส้มแขก
2. เพื่อศึกษาปริมาณแอนติออกซิแดนท์ในผลิตภัณฑ์ชาส้มแขกที่ระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษากรรมวิธีการผลิตชาส้มแขก โดยวิธีการอบแห้ง (Drying) ในอุณหภูมิที่เหมาะสม จากนั้นเปรียบเทียบปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ที่มีอยู่ในชาส้มแขก

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบกระบวนการผลิตส้มแขกแห้งในผลิตภัณฑ์ชาส้มแขก

2. ทราบปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ในผลิตภัณฑ์ชาส้มแขก ที่อุณหภูมิต่างๆ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ส้มแขกแห้งสำหรับดื่ม หมายถึง ส้มแขกที่ผ่านกระบวนการอบแห้งและนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำมาบรรจุถุงชาแบบเยื่อกระดาษ มีวิธีการชงเหมือนชา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส้มแขก (Garcinia)

ส้มแขก (Garcinia) เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ *Cluiaceae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garciniaatroviridis* และมีชื่อพื้นเมืองอีกหลายชื่อ เช่น ชะม่วงช้าง มะขามแขก ส้มมะวน ส้มมะอ้น ส้มควาย (ตรัง) ส้มพะงุน (ปัตตานี) อาแซกะลูโก (มะลายู-ยะลา) ลักษณะของลำต้นเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางสูงประมาณ 5 - 7 เมตร ส้มแขกเป็นพืชตระกูลเดียวกับมังคุด (*G.mangostana*) ชะมวง (*G.cowa*) ชะมวงช้างหรือมะพูดป่า (*G.mervasa*) มะพูด (*G.vilersiana*) และมะดัน (*G.schomburgkiana*) (สำนักงานจังหวัดยะลา, 2553) ส้มแขก ถือว่าเป็นเครื่องปรุงอาหารที่มีรสเปรี้ยวช่วยเพิ่มรสชาติให้กับอาหารเป็นที่นิยมนำมาปรุง เพื่อใช้ในการทำอาหารพื้นเมืองทางภาคใต้ เช่น แกงส้มปลาต้มเค็มต้มยำ ฯลฯ ส้มแขกเป็นพืชพื้นบ้านดั้งเดิมของไทย ลักษณะของผลส้มแขกคล้ายฟักทองขนาดเล็ก นำมาปรุงเป็น อาหารโดยใช้เพิ่มรสเปรี้ยวให้อาหาร วิธีการก็คือฝานเป็นชิ้นบางๆนำไปตากแห้งเวลาปรุงอาหารใช้เพียงเล็กน้อยก็จะได้รสเปรี้ยว (สำนักงานจังหวัดยะลา, 2553)

ส้มแขก มีสารสำคัญที่มีชื่อว่า กรดไฮดรอกซีซิตริคแอซิด (Hydroxycitric Acid) หรือเรียกสั้นๆ ว่า“HCA” ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยยับยั้งเอนไซม์ในกระบวนการสร้างไขมันจากการบริโภคอาหาร ประเภทคาร์โบไฮเดรตสูง นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์อื่นๆอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นกรดซิตริก (Citric Acid) กรดโดคีคาโนอิค (Dodecanoic Acid) กรดออคตาดีคาโนอิค (Octadecanoic Acid) และกรดเพนตาดี คาโนอิค (Pentadecanoic Acid) (พิเชษฐ์ วิริยะจิตรา และคณะ, มปป)

ประโยชน์และสรรพคุณของส้มแขก

1. ใบแก่นำมาทำเป็นชาได้ แต่จะมีกลิ่นเหม็นเขียว (ใบแก่)

2. .ใบอ่อนส้มแขกใช้รองนึ่งปลา (ใบอ่อน)

3. ประโยชน์ส้มแขกผลสดใช้ทำแกงส้ม

4. ประโยชน์ของส้มแขก ผลใช้ปรุงรสอาหารด้วยการนำมาผ่าเป็นชิ้นเล็ก ๆ เอาเยื่อ และเมล็ดออก นำมาตากแห้งแล้ว นำมาใช้ปรุงรสอาหารให้มีรสเปรี้ยว เช่น แกงส้ม แกงเลียง ต้มปลา ต้ม เนื้อแกงส้ม หรือใช้ทำน้ำแกงขนมจีน เป็นต้น หรือจะใช้ใบแทนผลก็ให้รสเปรี้ยวได้ เช่นกัน (ผล,ใบ)

5. มีการใช้ใบแก่ของส้มแขกมาผสมกับยางพาราเพื่อใช้ทำปฏิกิริยาให้น้ำยางพารา แข็งตัวเร็วขึ้น ด้วยการใช้ใบแก่ประมาณ 2 กิโลกรัมผสมกับน้ำ 10 ลิตรแล้วทิ้งไว้ประมาณ 1 อาทิตย์ แล้วค่อยนำมาผสมกับยางพารา (ใบแก่)

6. ลำต้นส้มแขกแก่ ๆ (อายุเกิน 30 ปีขึ้นไป) สามารถนำมาใช้ทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ หรือทำเป็นไม้แปรรูปใช้ในการสร้างได้ (ลำต้น)

7. มีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหลากหลาย เช่น ชาส้มแขก น้ำส้มแขก ส้มแขกกวน แคปซูลส้มแขก ฯลฯ

8. ช่วยแก้อาการไอ (ดอก)

9. สรรพคุณส้มแขกใช้เป็นยาขับเสมหะ (ดอก)

10. ผลแก่นำมาใช้ทำเป็นชาลดความดันได้ หรือจะใช้ดอกก็ได้ (ผลแก่,ดอก)

11. ช่วยรักษาโรคเบาหวาน ด้วยการใช้ดอกตัวผู้แห้งต้มกับน้ำ

12. ใช้เป็นยาสมุนไพรช่วยฟอกโลหิต

13. ใช้ทำเป็นยาแก้กระหาย ด้วยการนำมาตากแห้งแล้วต้มกับน้ำผสมกับรากมังคุด

14. ตำรายาพื้นบ้านใช้ส้มแขกทำเป็นยาบรรเทาอาการปวดท้องในสตรีมีครรภ์

15. ส้มแขกสรรพคุณใช้เป็นยาระบายอ่อน

16. ใบสดนำมารับประทานช่วยแก้อาการท้องผูก (ใบ)

17. มีฤทธิ์เป็นยาขับปัสสาวะ

18. รากใช้ทำเป็นยารักษานิ่ว ด้วยการนำมาตากแห้งแล้วต้มกับน้ำผสมกับรากมังคุด

19. ผลส้มแขกสรรพคุณช่วยลดความอยากอาหาร ความรู้สึกหิวอาหาร

20. ช่วยเร่งระบบการเผาผลาญอาหาร

21. ช่วยดักจับแป้งและไขมันจากอาหารที่รับประทานเข้าไป

22. สารสกัดจากส้มแขกช่วยทำให้ลำไส้เกิดการเคลื่อนไหวตัวได้เร็วขึ้นและขับไขมันออกม

23. ส้มแขกลดน้ำหนัก เนื่องจากผลส้มแขกมีกรดมีกรดไฮดรอกซีซิตริก (HCA) มีสรรพคุณ ในการช่วยลดน้ำหนักและช่วยลดไขมันส่วนเกินของร่างกายได้

24. มีคุณสมบัติช่วยสกัดกั้นการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต (อาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล) ไม่ให้เปลี่ยนเป็นไขมันสะสมตามร่างกายได้ แต่จะนำไปเป็นพลังงานให้ร่างกาย ทำให้ร่างกายไม่ อ่อนเพลีย

25. ส้มแขกลดความอ้วน ช่วยกระตุ้นให้มีการดึงเอาไขมันที่สะสมในร่างกายออกมาใช้เป็นพลังงาน ทำให้ไขมันที่สะสมตามส่วนต่าง ๆของร่างกายลดน้อยลง ซึ่งจะทำให้ร่างกายมีน้ำหนักลดลงอย่างช้า ๆ ประมาณ 1 กิโลกรัมภายใน 3-4 อาทิตย์ (กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2551)

อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่ อยู่วงนอกสุดของออร์บิทัล อะตอม โมเลกุลเหล่านี้ไม่เสถียร คือ มีอายุสั้นมาก และไวต่อการทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย อนุมูล อิสระสามารถทำลายเซลล์หรือเนื้อเยื่อ ส่งผลให้เกิดอาการผิดปกติหรือก่อโรคในคน การเกิดอนุมูลอิสระ มีสาเหตุมาจากภายนอกและภายในร่างกาย สาเหตุภายนอก ได้แก่ มลพิษในอากาศ ควันบุหรี่ แสงแดด รังสีแกมมา คลื่นความร้อน เป็นต้น ส่วนแหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกาย คือ การเกิดเมตาบอลิซึมของออกซิเจนภายในเซลล์ หรือการย่อยทำลายแบคทีเรียในเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกัน ตัวอย่าง อนุมูลอิสระ ได้แก่ รีแอคทีฟ ออกซิเจน สปีชีส์ (Reactive Oxygen Species; ROS) เช่น ซุปเปอร์ออกไซด์ (Superoxide; O2˚) ไฮโดรซิลเรดิเคิล (Hydroxyl Free Radical; HO˚) ออกไซด์ (Oxide) ของไนโตรเจน (NO,NO2˚) และ ลิพิดแคดิเคิล (Lipid Radical; RO˚,ROO˚,R˚) อนุมูลอิสระ เหล่านี้ส่วนใหญ่อาจเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมปกติของร่างกาย ซึ่งร่างกายจะมีกลไกลป้องกัน เซลล์ และซ่อมแซมส่วนที่ถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ (Simic and Taylor, 1988) กลไกลเหล่านี้ ประกอบด้วยเอนไซม์ต่างๆ เช่น คาตาเลส (Catalase) เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase) ซุปเปอร์ออกไซด์ ดิวมิวเทส (Superoxide Dismutase) และ ไซโตโครมออกซิเดส (Cytochrome Oxidase) นอกจากนี้ ยังมีสารที่สามารถ กำจัดอนุมูลอิสระในธรรมชาติ เช่น สารในกลุ่มของเบต้าแคโรทีน วิตามินอี วิตามินซี และสารประกอบหลักในพืชที่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ ฟลาโวนอยล์ กรดฟินอลิก และแอนโธไซยานิน ซึ่งพบทั่วไปใน ใบ ลำต้น และเปลือกของพืช มีความสามารถในการทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ จึงเรียกว่า สารต้านอนุมูลอิสระ หรือ antioxidant กลไกลการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของการกำจัดอนุมูลอิสระ การให้ ไฮโดรเจนอะตอม และการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน รวมทั้งการรวมตัวกับโลหะ (พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุลและ นาถธิด, 2547)

สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “สารต้านออกซิเดชัน” (Antioxidant) เป็นสารสำคัญ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีหน้าที่สำคัญช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ซึ่งหมายถึงปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลภายในร่างกายกับ ออกซิเจนแน่นอนว่าเจ้าสารตัวนี้เป็นพิษต่อร่างกาย เกิดขึ้นได้จากกระบวนการทำงานของเซลล์ต่างๆไป จนถึงการรับเอามาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เมื่อมีในปริมาณมากย่อมทำให้ร่างกายเสื่อมสภาพลงอย่าง รวดเร็วเกิดเป็นริ้วรอยมากขึ้น ภูมิคุ้มกันต่ำ เจ็บป่วยได้ง่าย อาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจึงเป็นอาหาร สำคัญ ซึ่งมักพบได้ในผักผลไม้ที่มีสีสันสดใส ซึ่งมีส่วนประกอบของเบต้าแคโรทีนที่ทำหน้าที่เป็นสารต้าน อนุมูลอิสระ ประโยชน์ของ สารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจาก สารต้านอนุมูลอิสระ มีส่วนช่วยป้องกันและชะลอการเกิดกระบวนการ ออกซิเดชัน เมื่อร่างกายมีสาร

ออกซิเดชันลดลง จึงช่วยให้มีความต้านทานต่อการเกิดโรคสูงช่วยปรับ สมดุลองค์รวมให้กับร่างกาย บรรเทาอาหารหอบหืด ป้องกันการเกิดโรคหวัด กระตุ้นระบบหมุนเวียน เลือด ลดความเสื่อมของเซลล์สมอง ช่วยลดการเกิดโรคอัลไซเมอร์ให้น้อยลงได้ อีกทั้งยังช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดอันเป็นตัวการของการเกิดโรคหัวใจ ความดัน เส้นเลือดตีบในสมอง และทำให้ ร่างกายได้รับการล้างพิษไปในตัวอีกด้วย

แหล่งอาหารจากธรรมชาติที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงพบได้มากในผักและผลไม้

1. ข้าวโพด ถือว่าเป็นพืชที่คนส่วนใหญ่ชอบทาน ด้วยสีสันสดใสของมันจึงส่งผล ให้มีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในปริมาณสูงมากๆ พบในรูปของลูทีน (Lutein) มีส่วนช่วยบำรุงสายตา

2. ถั่วลันเตา พืชสีเขียวที่มีประโยชน์ต่อการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง สามารถนำมาปรุงอาหารได้หลากหลาย

3. ผักคะน้า ผักใบสีเขียวเข้มที่อุดมไปด้วยวิตามินซีในปริมาณสูง แม้ว่า มันจะไม่ใช่ผักที่มี รสเปรี้ยวก็ตาม ซึ่งวิตามินซีที่พบคือหนึ่งในสารต้านอนุมูลอิสระชั้นเลิศช่วยบำรุงร่างกายได้หลายทาง เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยทำให้อาการอักเสบต่างๆ หายไวขึ้น

4. ผักโขม เป็นผักที่ขึ้นชื่อว่าเป็นสุดยอดของแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระ มีแคโรทีนอยด์ที่ ช่วยบำรุงสายตา ป้องกันจอประสาทตาเสื่อมไม่เพียงแค่สารชนิดนี้เท่านั้น แต่เรายังสามารถพบวิตามินและเกลือแร่อีกมากมายรวมไปถึงไฟเบอร์ ช่วยลดปัญหาสุขภาพ ด้วยการเข้าไปชะลอความเสื่อมสภาพของร่างกายให้ช้าลง

5. องุ่น สารที่พบได้ในเมล็ดองุ่นเป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่ม “ซุปเปอร์ แอนตีออกซิแดนซ์” ด้วยคุณสมบัติ ที่ช่วยจัดการสารอนุมูลอิสระได้สูงมากถึง 20 เท่าเมื่อเทียบกับวิตามินซี และมากกว่าวิตามินอีถึง 50 เท่า เมื่อสารชนิดนี้เข้าสู่กระแสเลือดจะสามารถคงสภาพอยู่ได้นานกว่า 60 ชั่วโมงเมื่อมี สารอนุมูลอิสระเกิดขึ้น สารชนิดนี้ก็จะตรงเข้าทำลายและขัดขวางไม่ให้เกิดขึ้นอีกด้วย

6. ส้ม จัดได้ว่าเป็นพืชผลไม้ตระกูล Citrus มีรสชาติเปรี้ยวปนหวานมากน้อยแตกต่างกัน ไปจึงทำให้มันมีวิตามินซีสูง ซึ่งเป็นจุดเด่นที่ทำให้ผลไม้ชนิดนี้ กลายเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชั้นเลิศไม่แพ้กันมีวิตามินอีและแคโรทีนอยด์ในปริมาณสูง ช่วยป้องกันการเกิดโรคได้หลายชนิด จะช่วยชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัย บำรุงหัวใจ แก้ท้องผูก และลดคลอเลสเตอรอลในเลือดได้เป็นอย่างดี

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Srisook *et al*., 2010) เตรียมสารละลาย DPPH Radical ในเอทานอลความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ และ เตรียมสารตัวอย่างที่เข้มข้น 10,000 ppm ในเอทานอล จากนั้นเจือจางสารละลายตัวอย่างให้มีความ เข้มข้นในช่วง 10-100 ppm และเติม DPPH ลงไปในสารละลายแต่ละความเข้มข้นที่ได้เตรียมไว้ เขย่า ให้เข้ากันและตั้งไว้ในที่มืดประมาณ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโน เมตร (n=3) โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) และ แอลฟา-โทโคฟิรอล

(a-Tocopherol Acid) จากนั้นทำการคำนวณ % Radical Scavenging และคำนวณหา IC_{50} จากผลการทดลองที่ได้โดยคำนวณ % Radical Scavenging จากสมการ % Radical Scavenging= [1-(Asample/Acontrol)] x 100 เมื่อ Asample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง และ Acontro lคือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

สารประกอบฟินอลิก (Phenolic Compounds)

สารประกอบฟินอลิก คือสารที่มีสูตรโครงสร้างมี OH Rroup บน Rromatic ตั้งแต่ 1 กลุ่มขึ้นไป พบได้ในพืช ผักผลไม้ทั่วไป สารประกอบฟินอลิกจากผัก และผลไม้มีประโยชน์ต่อร่างกายและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) กรดฟีนอลิก (Phenolic Acid) และ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นกลุ่มสำคัญของสารฟินอลิกที่พบในอาหารของมนุษย์ (Sahelian, 2011)

ผลไม้นอกจากจะมีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ยังช่วยลดความเสี่ยงในการเป็น โรคของคนหลายชนิด นอกจากนี้ผลไม้ยังเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เบต้าแคโรทีนไลโคพีน วิตามินซี วิตามินเอ หรือสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก เช่น แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ โดยสารต้านอนุมูลอิสระนี้มีบทบาทไปยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลไปทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อได้ (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2545) ในประเทศไทยมีการแปรรูปผลไม้ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เปลือกและเมล็ด ซึ่งมีรายงานว่าเปลือกผลไม้เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ (Bioactive Compounds) สามารถใช้ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น การทำชาจากเปลือกมังคุด โดยในเปลือกมังคุดมีสารแซนโทนอยู่มาก และหลายชนิด จากงานวิจัยต่างๆ (นันท์ชนก นันทะไชย และคณะ, 2556) แสดงให้เห็นว่าสารแซนโทนมีสมบัติสำคัญคือ สามารถต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ลดการ อับเสบบวม (anti inflammtoty) และสามารถต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (antimicrobial) วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่น เช่น เปลือกลองกอง เปลือกมะม่วง เปลือกส้มโอ มีรายงานว่าเปลือกผลไม้ดังกล่าวมีสารประกอบฟินนอลิกอยู่มาก ศิวาพร ศิวเวช และณัฏฐินี ใจสะอาด (2546) ทดลองสกัดสารประกอบฟินอลิกจากเปลือกมันฝรั่งด้วย เมทานอล เอทานอล ร้อยละ 95 และ อะซิโตน สารสกัดที่ได้นำไปทำแห้งแบบระเหิด พบว่าสารสกัด ด้วยเมทานอลและเอทานอล ร้อยละ 95 มีค่าฟินอลิกทั้งหมดสูงที่สุด ผลการวิเคราะห์สารสกัดแห้งด้วย HPLC พบว่าสารประกอบฟินอลิก ที่พบมากคือ กรดแกลลิก (Gallic acid) รองมาคือ กรดแคฟเฟอิก (Caffeic Acid) กรดคลอโรจินิก (Chlorogenic) กรดโพรโตแคทีคูอิก (Protocatechuic acid) และวานิลลิน (Vanilin) ตามลำดับ สารสกัดด้วยเมทานอล และเอทานอล ร้อยละ 95 มีประสิทธิภาพในการเป็น วัตถุกันหืนในน้ำมันถั่วเหลืองได้ไม่แตกต่างกันและดีกว่าการใช้ BHA และ BHT สารสกัดด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 ที่เก็บในที่มีแสงที่อุณหภูมิห้อง มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟินอลิกไปจากสารสกัดเริ่มต้น โดยกรดแกลลิก และวานิลลิน มีปริมาณลดลง ส่วนกรดแคฟเฟอิก มีปริมาณเพิ่มขึ้น ดังนั้น แสงและอุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดแห้งจากเปลือกมันฝรั่ง แหล่งที่พบของสารประกอบฟีนอลิก พบอยู่ในส่วนของช่องว่างภายใน

เซลล์ (Cell vacuole) ในส่วนต่างๆ ของพืช เป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด

- เมล็ดแห้ง ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง
- เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว และ งา
- ผลไม้ ได้แก่ องุ่น ส้ม กระท้อน
- เครื่องเทศ เช่น พริกไทย พริก ขิง กระเทียม หอมแดง หอมหัวใหญ่
- พืชเครื่องดื่ม ได้แก่ ชา โกโก้
- พืชหัว ได้แก่ มันเทศ

สรรพคุณของสารประกอบฟีนอลิก

1. ประโยชน์ต่อสุขภาพ สารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (Antimutagrns) มีสรรพคุณ ที่ดีต่อสุขภาพ สามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลิก จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (Free Radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (Free Radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

2. ใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (Lipid Oxidation)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Srisook *et al*., 2010) โดยหาปริมาณสารประกอบฟินอลิกรวม เปรียบเทียบกับกรดแกลลิก (Gallic acid) โดย เตรียมสารละลายกรดแกลลิกในเมทานอล (Methanol) แล้วนำมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้นดังนี้ 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร เริ่มจากการเติมสารละลายกรดแกลลิก หรือส่วนสกัดในเมทานอลที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 125 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ปริมาตร 125 ไมโครลิตร ผสมให้เข้า กันในไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้นร้อยละ 7 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นปิเปตสารผสมปริมาตร 200 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมไมโครเพลท นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบไมโครเพลท คำนวณปริมาณสารประกอบฟินอลิกรวมจากสมการของกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก แสดงปริมาณสารประกอบ

ฟีนอลิกในรูปมิลกรัมกรดแกลลิกสมมูล (Gallic acid eguivalent) ต่อกรัม ของส่วนสกัด ผลการทดลองที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง ที่เป็นอิสระต่อกัน

การทำแห้ง (Dehydration)

การทำแห้ง (Dehydration) หรือการดึงน้ำออก อาจเรียกว่า การอบแห้ง (Drying) เป็นกระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้น เพื่อกำจัดความชื้นออกจากอาหารด้วยการระเหยน้ำ โดยอาศัยความร้อนแฝงของการระเหยการทำแห้ง เป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมมานาน โดยวิธีการดั้งเดิม คือ การนำอาหารไปตากแดดจนอาหารนั้นแห้ง สามารถเก็บไว้ได้นาน การทำแห้งโดยการกระทำโดยการลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำออกจากผิวของอาหาร ปัจจุบันการทำแห้งถือเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญในระดับอุตสาหกรรม มีผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่มาจากการทำแห้ง (สมชาติ โสภณรฤทธิ์, 2540) ในการอบแห้งโดยทั่วไป หมายถึง อาหารมีความชื้นต่ำ (Low Moisture Food) ซึ่งโดยทั่วไปมี ความชื้นไม่เกินร้อยละ 25 และมีค่า Aw ต่ำกว่า 0.6 และผลิตภัณฑ์อาหารนั้นสามารถนำมาบริโภคได้ เลย เช่น ผลไม้แห้ง เนื้อแห้ง ปลาแห้ง หรือผลิตภัณฑ์อาหารแห้งบางชนิด อาจมีการนำมาทำให้คืนสภาพ (Rehdration) ในน้ำเพื่อให้ดูดน้ำกลับเข้าไปในอาหารก่อนบริโภค เช่น นมผง ชาผง น้ำผลไม้ผง เป็นต้น การอบแห้งเพื่อลดค่า Aw ของอาหาร โดยการดึงหรือลดปริมาณน้ำในอาหารนั้น ส่วนใหญ่จะอาศัย ความร้อนในการระเหย (Vaporization) น้ำออกจากอาหาร แต่อย่างไรก็ตามการอบแห้งหลายวิธี ซึ่งมี การเลือกหลายวิธีและเครื่องอบแห้งให้เหมาะสม (สุโขทัยธรรมาธิราช. มหาวิทยาลัย, 2544)

หลักการอบแห้ง

การอบแห้งอาหารเป็นการถนอมอาหารชนิดหนึ่ง การทำแห้งอาศัยหลักการที่ว่า ปริมาณน้ำหรือปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในอาหารสูงๆ จะทำให้อาหารเน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากจุลินทรีย์ และจากปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นการทำอาหารแห้ง โดยการดึงน้ำออกจากอาหารให้มีความชื้นลดลงพอเหมาะ แก่อาหารแต่ละชนิดจะทำ ให้อาหารนั้นสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้นและมีคุณภาพคงที่ตลอดเวลาที่เก็บรักษา (กรรณิการ์ รอดเข็ม,2540)

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก (2529) กล่าวว่าขณะอบแห้งอาหารจะมีกระบวนการพื้นฐาน เกิดขึ้นพร้อมกัน 2 กระบวนการ ได้แก่ 1. การถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นที่จุดที่มีความแตกต่างของ อุณหภูมิ นั่นคือ อาหารกับตัวนำความร้อน การอบแห้งทางการค้าอาจใช้การถ่ายเทความร้อน การพา ความร้อน การแผ่รังสีความร้อน หรือใช้วิธีร่วมกัน 2. การเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหาร เมื่ออาหารได้รับความร้อนระหว่างการอบแห้ง น้ำที่อยู่ในอาหารก็เคลื่อนตัวออกจากอาหาร ซึ่ง

ลักษณะในการเคลื่อนที่ของน้ำในอาหารอาจเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ของเหลวหรือไอ โดยน้ำหรือไอภายในอาหาร จะเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าของวัตถุและกลายเป็นไอ ระเหยออกไปสู่รอบบรรยากาศของตู้อบ พบว่า กลไกภายในของการไหลของเหลวและผลของสภาพ ภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วของลม มีส่วนเกี่ยงข้องกับการเคลื่อนตัวของน้ำในระหว่างการอบแห้ง เมื่อทำการอบแห้งวัสดุใดๆ ด้วยก๊าซร้อนที่มีอุณหภูมิและความชื้นคงที่ จะ เกิดปรากฏการณ์ ที่พบมากที่สุดคือ เมื่อเกิดการสัมผัสครั้งแรกอุณหภูมิของวัสดุอบแห้ง จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิหนึ่งและคงที่ ที่อุณหภูมินี้นานเป็นระยะเวลาหนึ่ง เรียกว่าช่วงการให้ความร้อน เบื้องต้นแก่วัสดุ หลังจากนั้นอุณหภูมิวัสดุอบแห้ง เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในบางกรณีอาจจะขึ้นไปใกล้เคียงกับ อุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง ทฤษฎีการอบแห้ง สิ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหาร คือ น้ำ หลักในการทำให้ อาหารแห้งคือ กำจัดน้ำออกจากอาหารให้หมดหรือออกไปจากอาหารมากที่สุด คงเหลือแต่เพียงเนื้อของ อาหารไว้ โดยจะต้องให้เนื้อของอาหารที่เหลืออยู่มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 70 ของปริมาณอาหาร ทั้งหมด กระบวนการทำให้อาหารแห้งมี 2 ขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นแรกน้ำที่อยู่ในอาหารเคลื่อนที่มายังผิวหน้า ทำให้ผิวหน้าอาหารชื้น ขั้นสองน้ำที่อยู่บริเวณผิวหน้าของอาหารระเหยกลายเป็นไอ ปกติในการทำอาหารให้แห่งนี้ ระยะแรกๆ อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในจะสูงกว่าการระเหย ผิวหน้าของ อาหารยังชื้นอยู่ ต่อมาอัตราการระเหยจะสูงกว่าการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นเหตุให้ผิวหน้าอาหารเริ่มแห้ง ในระยะนี้อัตราการสูญเสียน้ำของอาหารจะลดลง และน้ำจะต้องกลายเป็นไอ ตั้งแต่ยังอยู่ภายในอาหาร แล้วจึงเคลื่อนที่ผ่านส่วนที่แห้งออกมาภายนอก จนในที่สุดเมื่ออาหารมีน้ำเหลืออยู่เท่ากับปริมาณไอน้ำ ในอากาศโดยรอบ จนในที่สุดเมื่ออาหารมีน้ำเหลืออยู่เท่ากับปริมาณไอน้ำในอากาศโดยรอบ น้ำก็จะไม่ระเหยออกจากอาหารอีก อย่างไรก็ดี ถ้าอุณหภูมิในระยะแรกสูงเกินไปจะทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้ง เร็วเป็นเหตุให้น้ำที่อยู่ในอาหารระเหยออกมาได้ยากอาหารจึงมีน้ำเหลืออยู่ภายในระดับความยากง่ายของการกำจัดน้ำออกไปจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่ว่าน้ำนั้นอยู่ในกลุ่มใด ซึ่งชนิดของน้ำระดับความยากในการกำจัดความชื้นออกไปลดลงตามลำดับ และโอกาสที่น้ำจะถูกกำจัดออกไปเป็นปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามลำดับ หมายความว่า น้ำอิสระจะระเหยและกำจัดออกไปในตอน แรก จากนั้นจะเป็นโมเลกุลที่ยึดด้วยพันธะไฮโดรเจนและสุดท้าย จะเป็นน้ำที่ยึดด้วยพันธะไอออนิก จากข้อมูลนี้พอสรุปได้ว่าพลังงานที่ต้องใช้ในการกำจัดความชื้นจากน้ำแต่ละชนิดอาจใช้พลังงานที่แตกต่าง กันในการกำจัดออกไปเนื่องจากความต้องการพลังงานในการกำจัดความชื้นแตกต่างกันขึ้นกับผลิตภัณฑ์ และชนิดของน้ำ การทำอาหารให้แห้งนั้น อาหารจะแห้งเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิและความชื้นของอากาศหรือลมร้อนรอบๆอาหาร
2. อัตราในการเคลื่อนที่ของอากาศหรือลมร้อนรอบๆอาหาร
3. ปริมาณพื้นผิวอาหารที่สัมผัสกับอากาศหรือลมร้อน

4. ระยะเวลาที่ใช้

5. องค์ประกอบของอาหาร อาหารที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงจะต้องใช้ เวลาทำให้แห้งนานกว่าอาหารที่มีน้ำตาลอยู่น้อย (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2529)

วิธีการทำแห้ง

1. การทำแห้งด้วยแสงแดด (Sun Drying) เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันมาแต่โบราณ โดยนำ เนื้อสัตว์มาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ล้างด้วยน้ำทะเล หรือล้างด้วยน้ำธรรมดาแล้วคลุกเคล้าเกลือ แล้วจึงนำไป ตากให้แห้งโดยใช้แสงแดด วิธีการนี้ประหยัดพลังงานความร้อน แต่เนื้อตากแห้งที่ได้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูง หากตากไม่แห้งพอ เมื่อเก็บไว้นานวันอาจเสียได้ง่าย

2. การทำแห้งด้วยความร้อน (Hot Air Drying) วิธีการนี้เป็นการนำวิธีการแรกมา ปรับปรุงโดยใช้อุปกรณ์เข้าช่วยเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากแห้งตามที่ต้องการ และมีความชื้น สม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้สะอาด ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการตากแดด การทำแห้งในผลิตภัณฑ์เนื้อที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือผลิตภัณฑ์เนื้อที่สุกแล้วมักใช้วิธีการทำให้แห้งด้วยความ ร้อนโดยใช้ตู้อบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนเป่าผ่านทำให้น้ำระเหยไปกับลมร้อนโดยทางช่องระบายลมภายใน ตู้อบใช้อุณหภูมิประมาณ 50 – 70 องศาเซลเซียส

3. การทำแห้งด้วยความเย็น (Freeze Drying) หรือการแช่แข็งแล้วทำให้แห้งใน สุญญากาศ เป็นวิธีการทำให้เนื้อสัตว์แห้งโดยการระเหิด (Sublimation) น้ำออกจากชิ้นเนื้อในสภาวะที่ เป็นน้ำแข็งในสภาพสุญญากาศ โดยการที่ชิ้นเนื้อจะถูกทำให้เย็นลงจนถึงจุดเยือกแข็งโดยเร็ว จนน้ำ ภายในชิ้นเนื้อกลายเป็นน้ำแข็ง น้ำแข็งเหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นและควบคุมความดันของ สุญญากาศให้เหมาะสมหรือควบคุมความดันให้เท่ากับหรือต่ำกว่าความดัน ณ จุดเปลี่ยนสภาวะของน้ำ (Triple Point Of Water) น้ำแข็งจะสามารถระเหิดกลายเป็นไอน้ำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนสถานะเป็น ของเหลวก่อน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง

1. ลักษณะธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีลักษณะเป็นรูพรุน มีความพรุน (Porosity) มากจะมีอัตราการอบแห้งเร็วเนื่องจากน้ำในอาหารสามารถเคลื่อนจากภายในออกมาภายนอกได้ง่าย นอกจากนี้อาหารที่มีพื้นที่ผิวมากอัตราการอบแห้งสามารถเกิดได้เร็วเช่นกัน ทั้งนี้ก็เนื่องจากพื้นที่การระเหยของน้ำในวัสดุเพิ่มขึ้นมากนั่นเอง

2. ขนาด รูปร่าง ปริมาตร และพื้นที่ผิวของอาหาร เป็นสมบัติทางกายภาพของอาหาร ที่มีผลต่อการทำแห้ง อาหารที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก จะมีพื้นที่ระเหยน้ำมาก จะมีอัตราการทำแห้งเร็วขึ้น ดังนั้นหากอาหารที่มีความหนามากอัตราการอบแห้งจะช้ากว่าอาหารที่มีความหนาน้อยกว่าเนื่องจากอัตราการทำแห้งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของอาหาร

3. ปริมาณของอาหารที่นำมาอบแห้ง อาหารที่นำมาอบแห้งในปริมาณมากๆ จะมีอัตรา การอบแห้งที่ช้า เนื่องจากอากาศร้อนไม่สามารถสัมผัสกับอาหารที่นำมาอบแห้งได้อย่างทั่วถึง จึงไม่สามารถถ่ายเทความร้อนให้กับอาหารได้ จึงทำให้อัตราการอบแห้งช้าลง

4. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความชื้นจำเพาะ (specific humidity) ของอากาศเป็นสิ่งสำคัญมาก การระเหยน้ำออกจะทำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ ความชื้นของอากาศและความเร็วลม

5. ความดัน เกี่ยวเนื่องกับการระเหยของน้ำ เนื่องจากในที่ความดันต่ำๆ ลงมา น้ำจะเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันจะทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชา

คุณลักษณะที่ต้องการ

- ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นชิ้นหรือเป็นผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน
- สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของชาชนิดนั้นๆ
- กลิ่น ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของชาชนิดนั้นๆ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- รส ต้องมีรสที่ดีตามธรรมชาติของชาชนิดนั้นๆ ปราศจากรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- การสกัดด้วยน้ำเดือด ของเหลวที่ได้ต้องมีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของชาชนิดนั้นๆเมื่อตรวจสอบโดย วิธีให้คะแนนตามข้อ 9.1 ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- การเจือสี ต้องไม่พบการเจือสีใดๆ
- ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
- กาเฟอีน ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก

การพิจารณาอาหารประเภท ชาสมุนไพร ในปัจจุบัน มีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านชนิดต่างๆ มาใช้เป็นอาหารในลักษณะการชงดื่ม เป็นเครื่องดื่มกันอย่างแพร่หลาย โดยการนำพืชสมุนไพรเหล่านั้นมาผ่ากระบวนการทำให้แห้งแล้วลดขนาด ให้เล็กลงโดยการตัด สับหรือบด แล้วบรรจุซองสำหรับการแช่เพื่อชงดื่มหรือบรรจุภาชนะอื่นเพื่อการตัก ชงดื่มในปริมาณตามความต้องการ การชงดื่มทำโดยการแช่ซองหรือตักพืชสมุนไพรนั้นลงในน้ำร้อน ซึ่งแต่เดิมการควบคุมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในทางกฎหมายจัดผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิด สนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 นอกจากนั้น ประกาศกระทรวง สาธารณสุข (ฉบับที่196) พ.ศ.2543 เรื่อง ชา กำหนดเฉพาะชาในสกุล Camellia เท่านั้น จึงไม่ ครอบคลุมชาชงดื่มจากพืชสมุนไพรชนิดอื่น ดังนั้น เพื่อเป็นการเอื้อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตสมุนไพรที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูป อย่างง่ายที่นำมาชงดื่ม

เช่นเดียวกับชาและสามารถใช้คำว่า “ชา” เป็นส่วนของชื่ออาหาร อีกทั้งเพื่อเป็นการควบคุมดูแลพืชสมุนไพรที่สามารถใช้ชงดื่มได้ให้เป็นไปในระดับเดียวกับชาในสกุล Camellia ซึ่งจะลดขั้นตอนกฎระเบียบในการขออนุญาตให้รวดเร็วขึ้น แต่ด้วยพืชสมุนไพรบางชนิดอาจมีอันตรายต่อ ผู้บริโภค กระทรวงสาธารณสุขโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จึงได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร กำหนดให้พืชสมุนไพรบางชนิดเป็นชาสมุนไพร โดยประกาศฯ ฉบับดังกล่าวมีสาระสำคัญ ดังนี้ สถานภาพผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย ชาสมุนไพรจัดเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพ หรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวง สาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร มีผลบังคับใช้วันที่ 27 กรกฎาคม 2547 โดยลง ราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 82 ง. ลงวันที่ 26 กรกฎาคม 2547 ผู้ใดประสงค์จะทำการผลิต/นำเข้าชาสมุนไพร จะต้องได้รับอนุญาตทั้งสถานที่ผลิต/ นำเข้า และผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจะต้องจดรายละเอียดอาหารก่อน จึงจะผลิต/นำเข้าเพื่อจำหน่ายได้

เกณฑ์การพิจารณาผลิตภัณฑ์เป็น ชาสมุนไพร “ชาสมุนไพร” ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 ต้องเป็นไป ตามคุณลักษณะดังนี้

1. ต้องทำจากส่วนต่างๆ ของพืชที่ระบุไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 หรือตามรายชื่อที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศเพิ่มเติมโดย ความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร (ตารางที่ 1) มาทำให้แห้งและลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับ หรือ บด เท่านั้นซึ่งยังอยู่ในสภาพที่สามารถตรวจสอบได้ว่ามาจากพืชสมุนไพรชนิดใด

2. มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำเท่านั้น

3. ต้องทำจากพืชสมุนไพรชนิดเดียวหรือผสมกับพืชสมุนไพรชนิดอื่นที่กำหนด เป็นชาสมุนไพร ตามหรือผสมกับใบ ยอด และก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia ตามประกาศ ฯ เรื่อง ชาเท่านั้น (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา-ชาสมุนไพร, 2549)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อีลีหย๊ะ สนิโซ และมะรูดิง กาซา (2551) โดยการศึกษาการอบแห้งแบบชั้นบางของชิ้นส้มแขกหั่นบาง มีความหนา 0.50 เซนติเมตร ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 82.0 มาตรฐานเปียก ที่ช่วงอุณหภูมิอากาศเท่ากับ 4.50-120.0 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.3-12 เมตรต่อวินาที จากการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งที่อาศัยพลังงานความร้อนร่วมทีค่าสูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนอย่างเดียว และการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนร่วมด้วยมีศักยภาพในการลดพลังงานกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนอย่างเดียวร้อยละ 28.1 ในขณะที่สัมประสิทธ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลของการอบแห้งด้วยพลังงานความ ร้อนร่วมและลมร้อนอย่างเดียวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที มีค่า เท่ากับ 8.51×10^{-4} และ 5.67×10^{-4} ตารางเซนติเมตรต่อวินาที

สุธีรา เสาวภาคย์ และคณะ (2557) การศึกษาผลของการเตรียมขั้นต้นและอุณหภูมิอบแห้งต่อสมบัติของส้มแขกแห้ง โดยหั่นผลส้มแขกสดเป็นชิ้นแล้วนำไปเตรียมขั้นต้นๆ วิธีต่างๆ ได้แก่ การลวก แช่น้ำ แช่สารละลายต่างๆ คือ เกลือเข้มข้นร้อยละ 3 และ 6 (กรัมต่อมิลลิลิตร.) กรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 0.4 และ 0.6 (กรัมต่อมิลลิลิตร.) โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) เข้มข้นร้อยละ 0.3 และ 0.6 (กรัม ต่อมิลลิลิตร) นาน 60 นาที โดยมีชุดควบคุมคือชิ้นส้มแขกที่ไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้น ต่อจากนั้นนำชิ้นส้มแขก ไปทำแห้งตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที จน ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 ตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนส้มแขกแห้ง (มผช. 476/2547) พบว่า ตัวอย่างส้มแขกแห้งที่มีการเตรียมขั้นต้นก่อนทำแห้ง มีค่าสีขาว (L*) มากกว่าชุด ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) สำหรับค่าสีแดง –เขียว (a*) และค่าสีเหลือง-น้ าเงิน (b*) ไม่แตกต่าง กันทางสถิติระหว่างชุดทดลอง การทำแห้งใช้เวลา 10-11.5 ชั่วโมง กราฟอัตราการทำแห้งแสดงการ ถ่ายเทมวลส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอัตราการทำแห้งลดลง สังเกตไม่พบช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ ส้มแขกที่ ผ่านการแช่สารละลายเกลือเข้มข้นร้อยละ 3 (กรัมต่อมิลลิลิตร.) เมื่อนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบ ถาด จนผลิตภัณฑ์มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 (น้ำหนักเปียก)พบว่า การทำแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 12 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ ตัวอย่างส้มแขกแห้งทุกชุดทดลองมีค่าสี (L* a* b*) และอัตราส่วนการดูดคืนน้ำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติอัตราส่วนการดูดคืน น้ำของส้มแขกแห้งที่อุณหภูมิห้องและที่ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10 ชั่วโมง และ 20 นาที ตามลำดับ ส้มแขกดูดคืนน้ำได้น้ำหนักมากที่สุด การแปรรูปส้มแขกตามกระบวนการในงานวิจัยนี้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ส้มแขกแห้ง มีสีขาวกว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่าตัวอย่างส้มแขกแห้งจากตลาด ส้มแขกแห้งสามารถใช้ผลิตภัณฑ์คืนรูปเพื่อเป็นส่วนประกอบอาหาร หรือวัตถุดิบเพื่อแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร

สุธีรา เสาวภาคย์และคณะ (2557) ศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อคุณภาพของส้มแขกแห้ง เพื่อ ศึกษาผลของอุณหภูมิในการทำแห้งต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพและทางจุลินทรีย์ของส้มแขกแห้ง โดย นำผลส้มแขกมาหั่นเป็นชิ้นแล้วแช่ในสารละลายเกลือเข้มข้นร้อยละ 3 (กรัมต่อมิลลิลิตร)นาน 60 นาที ก่อนนำไปทำแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 45 55 และ 65 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 (น้ำหนักเปียก) ซึ่งใช้เวลาในการทำแห้ง 20 12 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิการทำแห้งสูงทำให้เวลาการทาแห้งลดลง แต่ตัวอย่างส้มแขกแห้งมีค่า Aw สี (L*, a*, b*) และอัตราส่วนการดูดคืนน้ำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส้มแขกแห้งทุก 14 ตัวอย่าง มีคุณภาพทางเคมีกายภาพและทางจุลินทรีย์ดี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนส้มแขก แห้ง (มผช. 476/2547) สามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์คืนรูปเพื่อเป็นส่วนประกอบอาหาร หรือเป็นวัตถุดิบ เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร และอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ

สุภาวิณี แสนทวีสุข (2545) โดยการศึกษาน้ำมะขามป้อมผงกึ่งสำเร็จรูปโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท โดยทำการศึกษาสารก่อให้เกิดโฟม จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ Methocel65 HG, Egg albumin, Glycerylmonostearate (GMS), Carboxy methyl cellulose (CMC), Methocel65 HG ผสมกับ Egg albumin, Methocel65 HG ผสมกับ GMS, Methocel65 HG ผสมกับ CMC, Egg albumin ผสม กับ GMS, Egg albuminผสมกับ CMC และ GMS ผสมกับ CMC โดยอัตราส่วนที่ผสมสาร 2 ชนิดคือ 1:1 โดยน้ำหนัก ละลายในน้ำ ให้มีความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก พบว่ามีเพียงสารละลาย Egg albumin ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักเพียงชนิดเดียวที่ทำให้น้ำมะขามป้อมเกิดโฟมที่คงตัว และ จากการประเมินความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวของโฟม ค่า Overrun ความสามารถในการคืนรูป การละลาย และปริมาณวิตามินซี พบว่า ปริมาณสารละลายEgg albumin ความเข้มข้นร้อยละ 1โดย น้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดคือ ร้อยละ 37.25 และ 47.25 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งคือ 70 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่า น้ำมะขามป้อมผง สำเร็จรูปที่ผลิตด้วยการทำแห้งแบบโฟมแมท โดยใช้ สารละลาย Egg albumin ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ปริมาณร้อยละ 47.25 ได้รับคะแนน ความชอบโดยรวมสูงที่สุดคือ 6.93 คะแนน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณความชื้น สุดท้ายร้อยละ 1.78 โดยน้ำหนักแห้ง ค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.17 ความสามารถในการละลายร้อยละ 79.20 โดยน้ำ หนักแห้ง ใช้เวลาในการละลาย 36 วินาที ค่าสี L, a*, b* หลังทำแห้ง เท่ากับ 91.14 0.46 และ 9.58 ตามลำดับ ปริมาณวิตามินซี 413 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

WaigoonRittirat and ChairatSirpatana (2006) ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของ ผลส้มแขกสด ที่หั่นส้มแขกหนา 2 4 และ 6 มิลลิเมตร ใช้การอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.2 เมตร/วินาที พบว่า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งสำหรับส้มแขกหั่นขนาด 2 4 และ 6 มิลลิเมตร คือ 199 159 และ 99 นาที ตามลำดับ

Waigoon Rittirat and Chairat Sirpatana (2007) ศึกษาการแพร่กระจายของกรดผลไม้ โดย ศึกษาอิทธิพลในการสกัด คือ ความหนาและอุณหภูมิในการสกัด โดยนำส้มแขกมาหั่นขนาด 2.5 และ 4.0 มิลลิเมตร โดยใช้อุณหภูมิในการสกัด 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวสกัด พบว่า สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายอยู่ในช่วง $7.95 \times 10^{10} - 12.41 \times 10^{10}$ มิลลิเมตร/วินาที ซึ่งมีความ เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดผลไม้จากส้มแขก

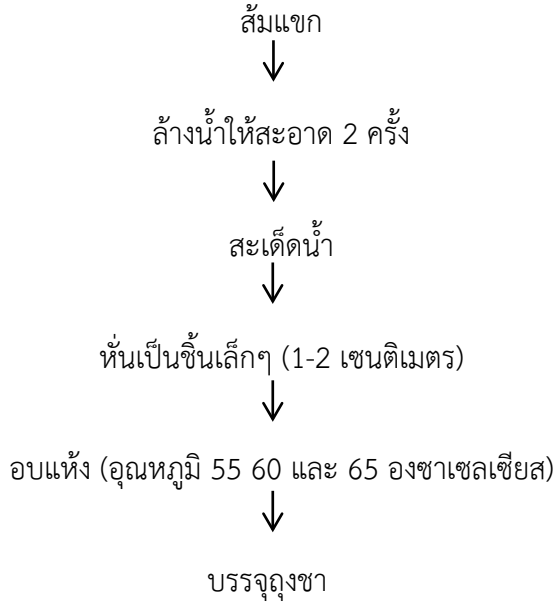
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพของส้มแขกสด

นำส้มแขกที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง ไม่สุกจนเกินไป มาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง พักให้แห้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter ตรา Schott รุ่น G0840 และค่าสี (L* a* b*) โดยใช้เครื่อง color flex รุ่น hunter lab:1471

2. ศึกษากระบวนการอบแห้งและคุณภาพของชาส้มแขกอบแห้ง

นำส้มแขกมาหั่นเป็นชิ้น ที่มีหนาขนาด 1-2 เซนติเมตร โดยทำการศึกษาเวลาการอบที่อุณหภูมิต่างๆ 3 ระดับ ดังนี้ 1) ทำการอบที่อุณหภูมิ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการอบจนกว่าจะมีความชื้นเท่ากับผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร คือไม่เกินร้อยละ10 ตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข เรื่องชาสมุนไพร (กระทรวงสาธารณสุข, 2544) จากนั้นนำไปบรรจุถุงชาแบบเยื่อกระดาษ ดังรูป ที่ 3.1



รูปที่ 4.2 กระบวนการผลิตส้มแขกแห้งสำหรับดื่ม

จากนั้นนำตัวอย่างส้มแขกแห้งบรรจุใส่ถุงปิดสนิท และนำส้มแขกอบแห้งทั้ง 3 ระดับ มาทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L* b* a*)

คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่า pH ค่าความเป็นกรดซิตริก และค่าความชื้น (A.O.A.C, 2000)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำส้มแขกอบแห้งทั้ง 3 ระดับ ทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 30 คน โดยทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple-Range Test)

3. ศึกษาสารประกอบฟีนอลิค และสารต้านอนุมูลอิสระ

3.1 การสกัดตัวอย่าง

นำส้มแขกที่ผ่านกระบวนอบทั้ง 3 ระดับ 1 มาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 80% (v/v) และนำไปปั่นเหวี่ยงในเครื่องหมุนเหวี่ยง ที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที จากนั้นดูดสารสกัด ตัวอย่างเก็บในขวดฝาเกลียวสีชาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของภานุมาศ และ คณะ (2555) เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

3.2 วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (Total Phenolic Content)

ทำการ วิเคราะห์ Total phenolic content โดยใช้ Folin-Ciocalteau Reagent ดัดแปลงจากวิธีของ Singleton and Rossi (1965) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสาร มาตรฐาน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm และ รายงานผลเป็นน้ำหนักเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรด แกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัมน้ำหนักสด (mg GAE/100 g fresh weight)

3.3 การวิเคราะห์ความสามารถต้านออกซิเดชั่น ด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay

การตรวจสอบความสามารถในการต้าน อนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay ดัดแปลงจาก จันทิมา นามโชติ และคณะ (2549) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหาร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% DPPH)

จากสูตร % DPPH = [(control – Sample)/ control] X100

โดย control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลุมควบคุม ที่มีเมทานอล และสารละลาย DPPH

Sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ประกอบด้วย ส่วนสกัดและสารละลาย DPPH

ผลการวิเคราะห์ผลเป็นค่า IC50เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) แบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อ มั่นร้อยละ 95

บทที่ 4
ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคุณภาพการเตรียมวัตถุดิบ

นำส้มแขกที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง ไม่แก่จนเกินไป มาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง พักให้แห้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าสี (L* a* b*) พบว่า ส้มแขกสด มีค่า pH เท่ากับ 1.69 ซึ่งจัดว่ามีความเป็นกรดสูง และเมื่อนำมาวัดค่าสี (L* a* b*) พบว่า ส้มแขกมีค่า L* (ความสว่าง) เท่ากับ 38.86 ค่า a* (สีแดง-เขียว) เท่ากับ 1.10 และค่าสี b* (เหลือง-น้ำเงิน) 17.09 โดยส้มแขกที่ได้มีสีเหลืองอมส้ม เนื้อฉ่ำน้ำ ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 4.1 ส้มแขกสด

2. ผลศึกษากระบวนการอบแห้งและคุณภาพของส้มแขกแห้ง

การผลิตชาส้มแขกอบแห้ง โดยนำส้มแขกสด นำมาล้างและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1 - 2 เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส จนกว่าจะมีความชื้นเท่ากับผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร คือไม่เกินร้อยละ 10 (ตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข เรื่องชาสมุนไพร, 2544)

พบว่าการอบชาส้มแขก ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 8 ชั่วโมง มีค่าความชื้นร้อยละ 8.37 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 7 ชั่วโมง มีค่าความชื้น ร้อยละ 8.45 และอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 5 ชั่วโมง มีค่าความชื้น ร้อยละ 8.31 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงใช้เวลาน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Waigoon and Chairat (2006) ที่ทำแห้งชิ้นส้มแขกที่อุณหภูมิ 55 65 และ 75 องศาเซลเซียส เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้การถ่ายเทมวลในชิ้นอาหารเร็วขึ้นเพราะทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิสูงเกินไป อาจทำให้อัตราการอบแห้งน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำกว่า โดยเฉพาะในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการเกิดผิวเปลือกแข็ง (Case Hardening) ของอาหารเมื่อใช้อุณหภูมิอบแห้งสูงเกินไป จากนั้นจึงนำส้มแขกอบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิไปตรวจสอบคุณลักษณะในขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.1 ผลของความชื้นต่อสภาวะทำส้มแขกอบแห้ง

คุณภาพทางเคมี	**สภาวะการอบแห้ง**		
	55˚C (8h)	60˚C (7h)	65˚C (5h)
ความชื้น (%)	8.37±0.11[a]	8.45±0.10[a]	8.31±0.10[a]

4.2.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

จากการศึกษาค่าสีของชาส้มแขกอบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ พบว่าการอบชาส้มแขกทั้ง 3 อุณหภูมิ มีค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการอบที่อุณหภูมิอุณหภูมิที่ 55 ℃ เวลา 8 ชั่งโมง จะมีค่า L* a* b* เท่ากับ 10.36 -0.31 และ 2.11 ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะสีคล้ำออกน้ำตาลแดง ขณะที่การอบที่อุณหภูมิ 60 ℃ เวลา 8 มีค่าสีเท่ากับ 11.23 -0.43 และ1.89 ตามลำดับ และการอบที่อุณหภูมิ 65 ℃ เวลา 5 ชั่วโมง มีค่าสี เท่ากับ 11.43 - 0.45 และ 1.92 ตามลำดับ มีค่าสีใกล้เคียงกัน ให้ลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบมากขึ้น สีที่ได้มีแนวโน้มอ่อนลง ดังรูปที่ 4.1 โดยที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จะมีความร้อนที่สูงกว่า แต่มีระยะเวลาที่สั้น จึงทำให้ส้มแขกอบแห้งที่ได้สีอ่อนลง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพค่าสีของส้มแขกอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ

สภาวะการอบแห้ง		**ค่าสี**		
อุณหภูมิ (℃)	เวลา (ชม.)	L*	a*	b*
55	8	10.36±0.31[b]	-0.31±0.04[b]	2.11±0.22[a]
60	7	11.23±0.20[a]	-0.43±0.06[a]	1.89±0.18[b]
65	5	11.43±0.20[a]	-0.45±0.01[a]	1.92±0.08[b]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p >0.05)

4.2.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดซิตริกของชาส้มแขกอบแห้ง พบว่า ค่า pH ของส้มแขกทั้ง 3 ระดับมีค่า pH อยู่ในช่วง 1.9 2.0 และ 2.0 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณ (กรดซิตริก) พบว่า ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง มีปริมาณ กรดซิตริกมีค่าร้อยละ 0.95 และที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 7 ชั่วโมง มีปริมาณ กรดซิตริกมีค่าร้อยละ 0.93 และที่อุณหภูมิ 65 เวลา 5 ชั่วโมง มีปริมาณ กรดซิตริก มีค่าร้อยละ0.80 (ตารางที่ 4.3) ซึ่งทั้งค่า pH และปริมาณกรดซิติกมีความสอดคล้องกัน โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความเป็นกรดมีแนวโน้มลดลง เนื่องด้วยกรดอินทรีย์เมื่อโดนความร้อนในระยะเวลานานจะเกิดการสลายตัวได้ง่าย โดยกรดอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งในผักและผลไม้ ปริมาณของกรดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่อุณหภูมิในการอบ ผลไม้ส่วนใหญ่มีกรดอินทรีย์มากกว่าผัก กรดอินทรีย์ในผักและผลไม้ ได้แก่ กรดซิตริกหรือกรดมะนาว พบมากในพืชตระกูลส้ม (ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิ, 2556)

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางเคมีของส้มแขกอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ

สภาวะการอบ		**คุณสมบัติทางเคมี**		
อุณหภูมิ (℃)	เวลา (h)	ความชื้น (%)	pH	กรดซิตริก (%)
55	8	8.37±0.11[a]	1.90±0.40[b]	0.95±0.04[a]
60	7	8.45±0.10[a]	2.00±0.38[a]	0.93±0.09[a]
65	5	8.31±0.10[a]	2.00±0.38[a]	0.80±0.09[b]

หมายหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

รูปที่ 4.2 ชาส้มแขกอบแห้งที่สภาวะต่างๆ

4.2.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

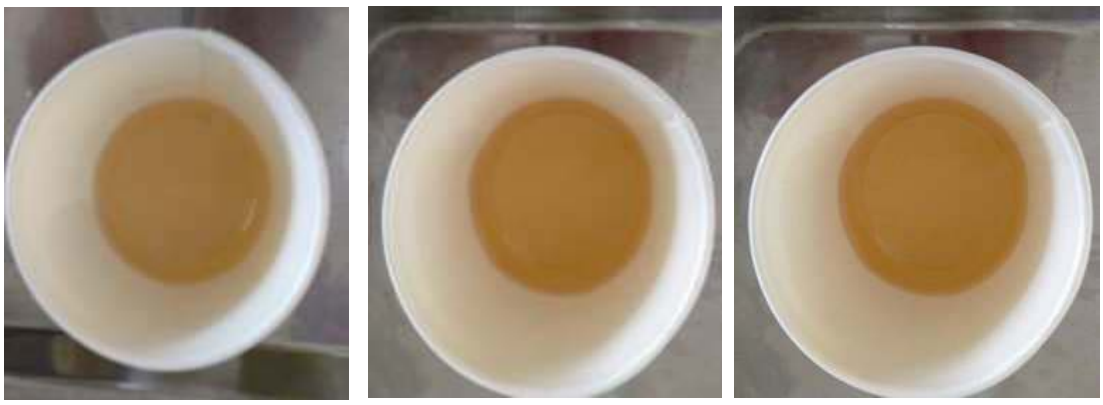
คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำส้มแขกอบแห้งทั้ง 3 ระดับ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 30 คน โดยทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale โดยบรรจุชาส้มแขก 1 กรัม ในซองเยื่อกระดาษ (ดังภาพที่ 4.4) นำไปแช่ในน้ำร้อนปริมาตร 200 มิลลิลิตร เสิร์ฟให้กินขณะร้อน พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อบ 5 ชั่วโมงมีความชอบรวมเฉลี่ยและคะแนนทางด้านคุณลักษณะอื่น ๆ สูงกว่าอุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส อบ 8 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ ที่ 60 องศาเซลเซียส อบ 7 ชั่วโมง เนื่องจากอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ทำให้รู้สึกถึงรสชาติของสารฟีนอลิกที่ทำให้เกิดรสฝาดมากขึ้น ช่วยลดความเปรี้ยวที่เกิดจากกรดของส้มแขก ดังตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5

ดังภาพที่ 4.4 ชาส้มแขกบรรจุซองเยื่อกระดาษ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากชาส้มแขกแห้ง

ลักษณะ	อุณหภูมิการอบแห้ง		
	55˚C	60˚C	65˚C
ลักษณะปรากฏ	6.73^{b} ±0.44	6.93^{b} ±0.25	7.93^{a} ±0.25
สี	6.07^{c} ±0.50	6.63^{b} ±0.48	7.57^{a} ±0.50
กลิ่นส้มแขก	5.97^{b} ±0.71	6.03^{b} ±0.66	7.57^{a} ±0.72
รสชาติชา	6.37^{b} ±0.60	6.43^{b} ±0.62	7.30^{a} ±0.59
ความชอบรวม	6.53^{b} ±0.50	6.60^{b} ±0.49	7.70^{a} ±0.46

หมายหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



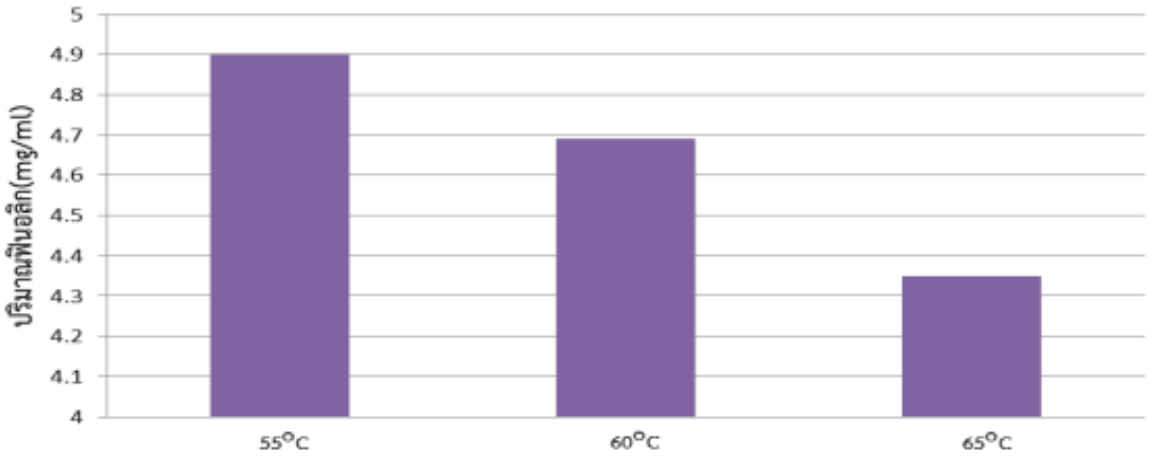
(A) (B) (C)

รูปที่ 4.5 ลักษณะของชาส้มแขกทั้ง 3 อุณหภูมิ กำหนดให้ : (A) ชาส้มแขกอุณหภูมิอบ 55˚C (B) ชาส้มแขกอุณหภูมิอบ 60 ˚C (C) ชาส้มแขกอุณหภูมิอบ 65 ˚C

3. ผลของปริมาณสารฟีนอลิก และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

ผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาส้มแขกโดยวิธีของ จันทิมา นามโชติ และคณะ (2549) เมื่อพิจารณาเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก พบว่า ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของชาส้มแขก ทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสุงสุด คือ 4.90 mg/ml รองลงมาได้แก่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่า 4.69 mg/ml และที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีค่า 4.35 mg/ml ดังรูป 4.6

รูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าส้มแขกทั้ง 3 อุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด โดยอุณหภูมิสูง ทำให้สารฟินอลิกเสื่อมสลายลดลงไป สอดคล้องกับพงศธร และคณะ (2551) รายงานว่าการใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคลดลง โดยทั่วไปในธรรมชาติพบสารประกอบได้หลายชนิด ที่มากที่สุดจะเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และโพลิฟีนอล เช่น ลิกนิน (Lignin) และแทนนิน (Tannin) ปริมาณสารประกอบฟินอลิคในอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันออกไป ตามชนิดของพืช โครงสร้างของพืช โดยเฉพาะจำนวนและองค์ประกอบของหมู่ไฮดรอกซิล และการแทนที่ของวงแหวนอะโรมาทิก (Aromatic Ring) โดยวิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป และการเก็บรักษา (ปรียนันท์ บัวสด, 2549)



รูปที่ 4.6 ปริมาณฟินอลิกของชาส้มแขกอบแห้งที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ

ผลในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Rodical Scavenging Capocity Assay โดยการนำตัวอย่างที่สกัดแล้ว (ส้มแขกอบแห้ง) ปริมาณ 1000 mg/ml ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นนามาเติมแอทานอล 1000 mg/ml ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมสาร DPPH 500 mg/ml วางไว้ 30 นาที แล้วนำไปสังเกตการเปลี่ยนแปลง พบว่า ส้มแขกอบแห้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (เปลี่ยนสีม่วงเป็นสีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 127.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดย นันท์ชนก นันทะไชย และคณะ (2556) ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอ พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ ป้องกันเนื้องอก และมีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพด้านอื่นๆ ได้แก่ ลดความเสี่ยงเกี่ยวกับการเสื่อมของตาเนื่องจากสูงอายุ และต้อกระจก ลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็งบางชนิด และโรคหัวใจและหลอดเลือด (Heinonen *et al.* 1989) อย่างไรก็ตามยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ทำการให้ความร้อนสามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมของการต้านสารอนุมูลอิสระอยู่ และยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ให้ความร้อนสามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระได้ เช่น เปเปอร์มิ้นต์ สเปียร์มินต์ และไทม์ ที่ผ่านการทำแห้งด้วยการตากแดดช่วยให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น เนื่องจากอาจเกิดจากการรวมตัวของสารประกอบชนิดอื่นๆ ทำให้ได้สารใหม่ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Hajimehdipoor *et al*., 2012) เช่นเดียวกับการทำแห้งขิงโดยการอบด้วยลมร้อนทำให้ขิงมีสมบัติการต้านออกซิเดชันมากกว่าตัวอย่างสดด้วยเช่นกัน เนื่องมาจากการได้รับความร้อนเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปริมาณสารดังกล่าวมากกว่าในตัวอย่างสด (Puengphian *et al*., 2006) อย่างไรก็ตาม จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนด้วยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการใช้อุณหภูมิ 60 และ 65 องศาเซลเซียส โดยความร้อนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระหลายตัวถูกทำลายไป ความร้อนที่แตกต่างกันก็มีผลต่อปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด เช่นเดียวกับที่พบในกระบวนการคั่วชาสมุนไพรและกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบ ล้วนส่งผลต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิคและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทั้งสิ้น (พงศธร และคณะ, 2551)

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษาการผลิตชาส้มแขกอบแห้ง ชิ้นส้มแขกสดที่มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 86 และความเป็นกรด-ด่าง (pH) 1.8 เมื่อไปอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับได้แก่ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นของตัวอย่างลดลงเป็นลำดับ ตามเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งสิ้นสุดการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 55 ใช้เวลา 8 ชั่วโมง อุณหภูมิ 60 ใช้เวลา 7 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 65 ใช้เวลา 5 ชั่วโมง ตามลำดับ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7-9 (น้ำหนักเปียก) ทั้งนี้การอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ใช้เวลาน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

2. การศึกษาคุณลักษณะทางด้านกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการศึกษาชาส้มแขกแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อบ 5 ชั่วโมง มีการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมโดยได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุดคือ 7.70 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และมีค่าสี (L* a* b*) มีค่า 11.43 -0.45 และ -0.121 ตามลำดับ กรดซิตริก มีค่าร้อยละ 0.80 มีค่า pH 2.00 และสารฟินอลิกมีค่า 4.35 mg/ml และเมื่อนำมาทดสอบหาสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ชาส้มแขกอบแห้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาอายุการเก็บของชาส้มแขกแห้งในซองที่บรรจุ

บรรณานุกรม

กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2551 . **ส้มแขก สรรพคุณและประโยชน์ของส้มแขก 25 ข้อ**[Online] Available : http://frynn.com. (14 เมษายน 2559).

กรรณิการ รอดเข็ม. 2540 . **ก้างปลาปรุงรส. ปัญหาพิเศษ.** สงขลา:ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คอลีเย๊าะ เจ๊ะแวสนุง. 2551. **ศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งส้มแขก โดยเทคนิคพลังงานความร้อนร่วม**. ยะลา : ปัญหาพิเศษ โปรแกรมฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จันทิมา นามโชติ, ศศมล ผาสุข และปัณณ์รภัส ถกลภักดี. 2549. **ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูล:** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี.

นันทยา จงใจเทศ. 2551. **ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในผลไม้**. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม, 31: 92-101.

นันท์ชนก นันทะไชย อินทิรา ลิจันทร์พร และปาลิดา ตั้งอนุรัตน์. 2556. **ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอ**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2556, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนส้มแขกแห้งชงดื่ม, มผช. 476/2556 .กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

รัชพร อโนราช และ นาถธิดา วีระปรียกูล. 2548. **วิธีทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง**. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 33: 13-18.

ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน. 2556. **เทคโนโลยีผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ปรียนันท์ บัวสด. 2549. **การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ของเครื่องดื่มชาโดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปฏิวิทย์ ลอยพิมา ทิพวรรณ พาสกุล และราตรี มงคลไทย. 2011. **เปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกรวมของเปลือกผลไม้.** กรุงเทพฯ: มหาวิทลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล. 2547. **ศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระและการตรวจประเมินกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารจากพืช.** วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 24: 18-35.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2529. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**: ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร.คณะทรัพยากรธรรมชาติ.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พงศธร ล้อสุวรรณและคณะ. (2551). **สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้.** น. 554-561.ใน: การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46.

ศิวาพร ศิวเวช และ ณัฏฐินี ใจสะอาด. 2546. **การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันฝรั่ง** งานวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2549. **ชาสมุนไพร.** กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สุโขทัยธรรมาธิราช. มหาวิทยาลัย. 2544. **การถนอมอาหารและการแปรรูปอาหาร**. พิมพครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร., มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุธีรา เสาวภาคย์ ธรรมรัตน์ สัมมะวัฒนา และ ศิริพร อาจณรงค์. 2557. **ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อคุณภาพของส้มแขกแห้ง.** ว. วิทย์ กษ. (พิเศษ) 45: 37-40.

สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2545. **โภชนาศาสตร์เบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 290 หน้า

สุภาวิณี แสนทวีสุข. 2545. **น้ำมะขามป้อมผงกึ่งสำเร็จรูปโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท**. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International.**17 thed. The United States of America.

Ajila, C. M., Leelavathi, k. and Prasada Rao, U. j. S. (2010). **Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations**. Lnnovat. Food Sci. and Emerging Tech. 11: 219-224.

Nakatani, K., Nakahata, N., Arakawa, T., Yasuda, H. and Ohizumi, Y. (2002). **Lnhibition of cyclooxygenase and prostaglandia E2 synthesis by y-mangostin, a xanthone derivative in mangosteen, in C6 rat glioma cells**. Biochemical Pharmacology. 63: 73-79.

Puengphian, C. and A., Sirichote. (2008). **[6]-gingerol content and bioactive Properties of Ginger (Zingiber officinale Roscoe) extracts from supercritical CO_2 extraction. As**. J. Food Ag-lnd. 1: 29-36

Simic, M. G. and Taylor, K. A. (1988). **Lntroduction to peroxidation and antioxidation mechanisms**. Basic Life Science. 49: 1-10.

Srisook, K., Salee, P., Charoensuk, Y.,&Srisook, E. (2010). **Ln vitro anti-oxidant and anti-tyrosinase activities of the rhizomal extracts from Amomumbiflorum Jack**. Thai Journal of Botany, 2 (Special lssue), 143-150.

Heinonen MI.et al**Carotenoid in Finnish Foods: Vegetables Fruit and Berries**. J Agri.FoodChem. 1989; 37, 665-659.

Rittirut, W., and Siripatana, C., (2006). **Drying Characteristics of Garcinia atrouirdis.** Walailak J Sci& Tech 3(1) : 13-32.

Rittirut, W., and Siripatana, C., (2007). **Diffusion Properties of Garcinia Fruit Acid (Garcinia Atrouiridis)**. Walailak J Sci& Tech 4(2) : 187-202.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

1. การวัดค่าสี

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าสี (colour) ตรา Aqualabรุ่น S 360090
2. บีกเกอร์

วิธีการ

1. เปิดเครื่อง และเลือกโปรแกรม STANDARDIZE โดยกดปุ่มสัญญาลักษณ์
2. ทำการ calibration
   - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำหรับว่างตัวอย่าง แล้วกดสัญญาลักษณ์
   - วางแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญญาลักษณ์
   - หน้าจอเครื่องจะปรากฏ L*, a* และ b*
3. วางตัวอย่างในที่สาหรับวางตัวอย่าง แล้วกดปุ่มสัญลักษณ์
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้องบันทึกผลการทดลอง

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ข1.การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (A.O.C.,1999)

วัสดุอุปกรณ์

1. ภาชนะอะลูมิเนียมสาหรับหาความชื้น (Moisture can)
2. ตู้อบไฟ (Electric oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา SARTORIUS รุ่น PB 210 S

วิธีกำรวิเคราะห์

1.อบภาชนะอลูมิเนียมสาหรับความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำมาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง เมื่อเย็นนาไปชั่งน้ำหนัก

2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้น้ำหนักที่แน่นอน หรือชั่งสองครั้งติดต่อกันผลต่างไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างหรือปิเปตปริมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

4. นำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง

5. นำออกจากตู้อบไฟฟ้าใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากหาน้ำหนัก

6. อบซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที และทำจนเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองติดต่อกันไม่เกิน 1-3 กรัม

คำนวณสูตร

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) = $\frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$

ข2 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดย pH meter

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์
2. วัดค่าความเป้นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter
3. อ่านค่าและบันทึกผล

ข3 การวิเคราะห์หากรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก โดยวิธีของ A.O.A.C (2000)

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. บิวเรต
2. ขวดรูปชมพู
3. ปีเปต
4. แท่งแก้วคน
5. ขวดวัดปริมาตร
6. กระบอกตวง
7. บีกเกอร์
8. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์
3. โพแทสเซียมแอซิตพาทาแลท

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1นอร์มอล

1. นำโพแทสเซียมแอซิดพาทาเลท ($KHC_8H_4O_4$) ใส่บีกเกอร์ไปอบที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นใน desiccators

2. ชั่งน้ำหนักให้ได้แน่นอน 4 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพูขนาด 250 มิลลิกรัม

3. เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิกรัม

4. ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีการ

1. นำน้าตะลิงปลิงมากรองด้วยกระดาษกรอง

2. ปิเปตส่วนที่กรองได้ 5 มิลลิกรัม ใส่ในขวดรูปชมพูขนาด 125 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่นลงไป 20 มิลลิกรัม และเติมฟีนอล์ฟทาลีน1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1นอร์มอล จนได้จุดยุติเป็นสีชมพู

การคำนวณ

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ) = $\frac{\text{ไตเตรท} \times N \times n \times 100}{\text{ปริมาณตัวอย่าง}}$

N = ความเข้มข้น NaOH (นอร์มอล)

n = มิลลิอิควิวาเลนท์ = 0.07 (กรดซิตริก)

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดชาส้มแขกอบแห้ง

3.1.1 นำสารสกัดส้มแขกอบแห้งมาตัวอย่างละ 0.05 กรัม มาละลายด้วยเอทานอล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

3.1.2 นำสารสกัดที่เตรียมได้จากข้อ 1 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

3.1.3 นำสารสกัดมาเติมน้ำ 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์ริน 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และเติม 7% Na_2CO_3 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

3.1.4 นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในมืด 90 นาที

3.1.5 นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดช่วงความยาวคลื่น 200-800 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-vis Spectrophotometer และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

3.1.6 หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ทำในวันเดียวกัน โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.2 การศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดชาส้มแขก โดยการวัดสมบัติในการยับยั้ง DPPH radical

3.2.1 ชั่ง BHT 0..01 กรัมใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Absolute ethanol จนได้สารละลาย BHT ที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

3.2.1. ปิเปตสารละลาย BHT ที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 1.25, 2.50,3.75,5.00,6.25 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Absolute ethanol จะได้สารละลาย BHT ที่มีความเข้มข้น 5, 10 , 15 ,20 ,และ 25 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

3.2.3 ชั่งสารสกัดส้มแขก 0.01 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร ด้วย Absolute ethanol จะได้สารละลายของสารสกัดที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายของสารจากสกัดส้มแขกที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Absolute ethanol จะได้สารละลายของสารสกัดจากส้มแขกที่มีความเข้มข้น 20, 40, 60 , 80, 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

3.2.4 ปิเปตสารละลาย BHT ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ความเข้มข้นละ 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองเติม 0.1 มิลลิโมลาร์ DPPH ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงไปในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.5 ปิเปตสารละลายของสารสกัดส้มแขกที่มีความเข้มข้นต่างๆ ความเข้มข้นละ 500 ไมโครลิตร ลงไปในหลอดทดลองเติม 0.1 มิลลิโมลาร์ DPPH ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงไปในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.6 ชั่ง BHA 0.01 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Absolute ethanol จนได้สารละลาย BHA ที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

3.2.7 ปิเปตสารละลาย BHA ที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 1.25, 2.50, 3.75, 5.00, 6.25 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Absolute ethanol จะได้สารละลาย BHT ที่มีความเข้มข้น 5, 10 , 15 ,20 ,และ 25 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

3.2.8 ปิเปตสารละลาย BHA ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ความเข้มข้นละ 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองเติม 0.1 มิลลิโมลาร์ DPPH ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงไปในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.9 คำนวณหา % inhibition

3.2.10 พล็อตกราฟหาค่า IC50

การคำนวณหา % inhibition

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\text{control} - \text{sample} \times 100}{\text{Control}}$$

ภาพผนวก ค. แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ค1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (9-Point-Hedonic Scale) ของผลิตภัณฑ์ชาส้มแขกอบแห้งสำหรับดื่มทั้ง 2 อุณหภูมิ

ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉยๆ 8 = ชอบมาก

3= ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่นส้มแขก			
รสชาติชา			
ความชอบรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ค2 แบบสัมภาษณ์การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาส้มแขกอบแห้งสำหรับดื่ม

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย / ในวงเล็บ ( ) หน้าคาตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับท่าน และความรู้สึกของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1.1 เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

1.2 อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ( ) 21-30 ปี

( ) 31-40ปี ( ) 41-50ปี

( ) 51-60 ปี ( ) มากกว่า 60 ปี

1.3 อาชีพ

( ) นักเรียน / นักศึกษา

( ) ข้าราชการ / พนักงาน / เจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัย

( ) อื่นๆ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

1.1 ท่านชอบรับประทานชาส้มแห้งอบแห้งสาหรับดื่มหรือไม่

( ) ชอบ ( ) ไม่ชอบ ( ) เฉยๆ

1.2 ท่านรับประทานส้มแขกแห้งสาหรับดื่มต่อสัปดาห์บ่อยแค่ไหน

( ) น้อยกว่า 2ครั้ง ( ) 2-4ครั้ง

( ) 5-6 ครั้ง ( ) มากกว่า 6 ครั้ง

1.3 ท่านซื้อส้มแขกแห้งสาหรับดื่มจากสถานที่ใดเป็นประจา

( ) ตลาดสด ( ) ร้านสะดวกซื้อ

( ) ร้านค้าแผงลอย ( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

1.4 ส้มแขกแห้งสาหรับดื่มที่ท่านรับประทานใครคือผู้ซื้อ

( ) ตัวเอง ( ) พ่อแม่

( ) พี่น้อง ( ) เพื่อน

( ) อื่นๆ โปรดระบุ).....

1.5 เหตุผลใดที่ท่านเลือกซื้อส้มแขกแห้งสาหรับดื่ม

( ) มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ( ) หาซื้อได้ง่าย

( ) ราคาถูก ( ) รสชาติอร่อย

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

1.6 ท่านรู้จักส้มแขกหรือไม่

( ) รู้จัก ( ) ไม่รู้จัก

1.7 ท่านรับประทานส้มแขกหรือไม่

( ) รับประทาน ( ) ไม่รับประทาน ( ) เฉยๆ

2.8 ท่านรับประทานส้มแขกรูปแบบใด

( ) ส้มแขกแช่อิ่ม ( ) ส้มแขกเชื่อม ( ) ส้มแขกแห้ง

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ส่วนที่3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ชาส้มแขกอบแห้ง

3.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ชาส้มแขกอบแห้ง

กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ชาส้มแขกอบแห้ง แล้วทำเครื่องหมายวงกลมตัวเลขให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

4 = ชอบปานกลาง 5 = ชอบมาก

คุณลักษณะ	ชาส้มแขกอบแห้ง				
ลักษณะปรากฏ	1	2	3	4	5
สี	1	2	3	4	5
กลิ่น	1	2	3	4	5
รสชาติ	1	2	3	4	5
ความชอบรวม	1	2	3	4	5

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) สุธีรา ศรีสุข

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Suteera Srisuk

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

หน่วยงานที่สังกัด หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ที่อยู่ 133 ถนนเทศบาล 3 ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

โทรศัพท์ (073) 299628 โทรสาร (073) 299628

อีเมล Suteera.s@yru.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี ผลิตกรรมชีวภาพ (วท.บ.) ม.สงขลานครินทร์

ปริญญาโท วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (วท.ม.) ม.สงขลานครินทร์

ปริญญาเอก -

ความเชี่ยวชาญ

จุลชีววิทยาการอาหาร/ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร/ อาหารหมัก

ผลงานวิจัย/ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1. การแยกเชื้อยีสต์ในกล้าเชื้อขนมถ้วยฟูพื้นบ้าน (2554). Proceeding การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัย ม.นเรศวร.

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย (2559) Proceeding การประชุมวิชาการระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 5 ม.ราชภัฏยะลา.ยะลา

3. การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มกดหยอดเหรียญอัตโนมัติในเขตเทศบาลนครยะลา (2559) วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะรสแยมกล้วยหินผสมส้มโชกุน (2559) การประชุมวิชาการการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 ม.นเรศวร. พิษณุโลก

5. ผลของการทดแทนกะทิด้วยน้ำมันปาล์มต่อคุณภาพของบูดูตูมิฮพร้อมบริโภค (2560) Proceeding การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) ปิยศิริ สุนทรนนท์
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Piyasiri Soontornnon
ตำแหน่ง อาจารย์
หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ที่อยู่ 133 ถนนเทศบาล 3 ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
โทรศัพท์ (073) 299628 โทรสาร (073) 299628
อีเมล piyasiri.s@yru.ac.th
ประวัติการศึกษา
ปริญญาตรี เคมี (วท.บ.) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา
ปริญญาโท ชีวเคมี (วท.ม.) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา
ปริญญาเอก -

ความเชี่ยวชาญ
ชีวเคมี

ผลงานวิจัย/ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1. สารต้านอนุมูลอิสระในพืชและผลไม้พื้นบ้าน ได้รับรางวัลการนำเสนองานวิจัยแบบโปสเตอร์ใน ระดับดีเด่น จากงานประชุมวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2550
2. การผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษผักผลไม้เวทีกลั่นกรองโครงการวิจัย (2556) Proceeding ณ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
3. สารต้านอนุมูลอิสระในพืชผักพื้นบ้าน (2558) ในงานประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ใน โรงเรียนครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
4. สารต้านอนุมูลอิสระในพืชผักพื้นบ้าน (2558) ในงานประชุมวิชาการ ราชภัฏวิจัยครั้งที่ 3 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
5. ผลของความร้อนต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟักข้าวช่วงอายุแตกต่างกัน (2559) ในงาน ประชุมวิชาการระดับชาติ“วลัยลักษณ์วิจัย” ครั้งที่ 8 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์