การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นคั้นสดและแบบพาสเจอร์ไรซ์

พชร บุญเกียรติ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COLD-PRESSED AND NORMAL PATEURIZTION POMEGRANATE JUICE

PACHARA BOONKEAT

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Anti-aging and Regenerative Medicine

College of Integrative Medicine, Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นคั้นสดและแบบพาสเจอร์ไรซ์

เสนอโดย พชร บุญเกียรติ

สาขาวิชา วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

กลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันโท ดร.นายแพทย์ พิชา สุวรรณหิตาทร)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วันที่ 22 เดือน มกราคม พ.ศ. 2564

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นคั้นสดและแบบพาสเจอร์ไรซ์
ชื่อผู้เขียน	พชร บุญเกียรติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์
สาขาวิชา	วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

สารต้านอนุมูลอิสระในอาหารถือเป็นตัวเลือกหนึ่งในการยืดอายุ ป้องกันโรคที่เกิดจากอายุ และเป็นการช่วยให้มีสุขภาพที่ดีด้วยการควบคู่ไปกับการออกกำลังกาย ซึ่งน้ำทับทิมถือเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในอาหาร การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิม โดยวัดจากปริมาณสารฟีนอกลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยการหาค่าการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (Oxygen radical absorbance capacity: ORAC) ในน้ำทับทิมที่สามารถซื้อได้ริมบาทวิถี น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น และน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ จากผลการวิจัยพบว่าน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดโดยวัดปริมาณสารฟีนอลิกรวมได้ 79,794±35,948.20 Gallic acid-mg/ml/ ml และค่าการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจนได้ 1,061.29±667.62 mM Trolox/ml รองลงมา คือ น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นโดยมีปริมาณฟีนอลิกและ ORAC อยู่ที่ 34,129±24,021.09 Gallic acid-mg/ml/ ml และ 605.17±693.35 mM Trolox/ml ตามลำดับ และต่ำที่สุด คือ น้ำทับทิมริมบาทวิถีมีปริมาณฟีนอลิกและ ORAC อยู่ที่ 30,679±26,119.50 Gallic acid-mg/ml/ ml และ 262.40±143.31 mM Trolox/ml ตามลำดับ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าน้ำทับทิมมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่สูง ซึ่งถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระแก่ร่างกาย

คำสำคัญ : น้ำทับทิม / สารประกอบฟีนอลิก / สารต้านอนุมูลอิสระ

Dissertation Title	ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COLD-PRESSED AND NORMAL PATEURIZTION POMEGRANATE JUICE
Author	Pachara Boonkeat
Thematic Paper Advisor	Asst.Prof. Dr.Akkarach Bumrungpert
Department	Anti-aging and Regenerative Medicine
Academic Year	2020

ABSTRACT

The prevention of age-related diseases and aging with dietary antioxidants combined with exercise is another way to prolong and increase a healthy lifespan. Pomegranate juice is considered an important source of antioxidants in food. This research focuses on the antioxidant efficacy of pomegranate juice by using the Folin-Ciocalteu method to analyse the total phenolic compounds and Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay to determine the antioxidant activity in fresh, cold-pressed and pasteurized pomegranate juice products. The research results show that the highest of total phenolic compounds and ORAC is pasteurized pomegranate juice are 79,794±35,948.20 Gallic acid-mg/ml/ ml and 1,061.29±667.62 mM Trolox/ml respectively. The second is cold-pressed pomegranate juice have total phenolic compounds and ORAC are 34,129±24,021.09 Gallic acid-mg/ml/ ml and 605.17±693.35 mM Trolox/ml respectively. The lowest is fresh pomegranate juice have total phenolic compounds and ORAC are 30,679±26,119.50 Gallic acid-mg/ml/ ml and 262.40±143.31 mM Trolox/ml respectively. The pomegranate juice is considered to have the highest antioxidant efficacy compared to pomegranate pulp, pomegranate leaves and pomegranate seeds. So, pomegranate juice is more effective in antioxidants than other foods. It can be concluded that pomegranate juice has a high antioxidant efficiency which is an alternative to adding antioxidants to the body.

KEYWORDS: POMEGRANATE JUICE / PHENOLIC COMPOUNDS / ANTIOXIDANT / RADICAL ABSORBANCE CAPACITY (ORAC)

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีโดยได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายบุคคล โดยเฉพาะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์ ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ โดยให้คำปรึกษาแนะนำช่วยหาวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ และเสนอแนวทางในการศึกษาค้นคว้าด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง ตั้งแต่เริ่มทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ได้แก่ พ.ท.ผศ.ดร.นพ.พิชา สุวรรณหิตาทร ประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.พันธศักดิ์ ศุกระฤกษ์ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจ ให้คำปรึกษา และแก้ไขสารนิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่มอบความรัก ความเอาใจใส่ โอกาส และความเสียสละให้แก่ผู้วิจัย และกัลยาณมิตรที่ดีของผู้วิจัยทุกท่านที่เป็นกำลังใจ และแรงสนับสนุนที่มอบให้แก่สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับทุกท่านที่ให้การสนับสนุนผู้วิจัยในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม

สุดท้ายนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ศึกษาไม่มากก็น้อย

พชร บุญเกียรติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามการวิจัย.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีอนุมูลอิสระของความชรา.....	4
2.2 การเกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่นของโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุ.....	5
2.3 สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร.....	6
2.4 บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระในโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุ.....	7
2.5 สารต่อต้านอนุมูลอิสระในน้ำทับทิม.....	9
2.6 สารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในน้ำผลไม้สกัดเย็น	10
2.7 การตรวจวัดปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu.....	11
2.8 การตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC).....	12
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	14
3.1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี.....	14
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	14
3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย.....	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.4 วิธีการทดสอบวิจัย……..	15
	3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล…….	16
4.	ผลการวิจัย…….	17
	4.1 ผลการวัดปริมาณสารฟีนอกลิกรวมในตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม…..	17
	4.2 ผลการทดสอบความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม……	22
	4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระ (ORAC)……	27
5.	อภิปราย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ……..	31
	5.1 อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย……..	31
	5.2 ข้อจำกัด……..	32
	5.3 ข้อเสนอแนะ……..	32
บรรณานุกรม……..		33
ประวัติผู้วิจัย……..		36

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานคร..... 17

4.2 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น..... 18

4.3 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์..... 18

4.4 อันดับสูงสุดและต่ำสุดของปริมาณสารฟีนอลิกในตัวอย่างน้ำทับทิม 5 อันดับ..... 21

4.5 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมที่ขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานคร..... 23

4.6 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น..... 23

4.7 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์..... 24

4.8 อันดับสูงสุดและต่ำสุดของผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างน้ำทับทิม 5 อันดับ..... 26

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การจัดลำดับการต้านอนุมูลอิสระในประเภทเครื่องดื่ม……...	10
2.2	หลักการวิเคราะห์ด้วยวิธี Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)...	12
3.1	กรอบแนวคิดการวิจัย……..	14
4.1	แสดงผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกของตัวอย่างน้ำทับทิม…….	20
4.2	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารฟีนอลิกของตัวอย่างน้ำทับทิม……..	22
4.3	แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิม……...	25
4.4	แสดงค่าเฉลี่ยการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิม……..	27
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสรของตัวอย่างน้ำทับทิมริมบาทวิถี…….	28
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น……..	29
4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์……	30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ทฤษฎีอนุมูลอิสระของความชรา (The Free Radical Theory of Aging: FRTA) ตั้งสมมติฐานว่าสารอนุมูลอิสระที่ได้รับจากออกซิเจนมีส่วนเกี่ยวข้องที่เป็นอันตรายสำคัญกับอายุของสิ่งมีชีวิตในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อ (Domenico et al., 2007) โดยการที่สารอนุมูลอิสระมีจำนวนมากกว่าหรือมีภาวะที่ไม่สมดุลกับสารต้านอนุมูลอิสระสามารถนำไปสู่สภาวะที่เรียกว่าภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อดีเอ็นเอ (DNA) โมเลกุล และ ระบบอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นผลมาจากการออกซิเดชั่นของโปรตีน (Protein Oxidation) (Anika Höhn et al., 2017 และ Ilaria L et al., 2018)

จากผลการศึกษาของ Ilaria L et al. (2018) และ Isabel et al. (2019) แสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันและระบบป้องกันสารต้านอนุมูลอิสระบกพร่องซึ่งถือเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาทส่งผลให้เกิดภาวะสมองเสื่อมและภาวะซึมเศร้า รวมทั้งมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการเริ่มมีอาการและการลุกลามของโรคความเสื่อมเรื้อรัง อาทิเช่น โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือด และโรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น โดยสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) แบบป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (Preventive antioxidant) และการทำให้ลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง หรือ การช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชั่น (Chain breaking antioxidant) มีหน้าที่ในการจำกัดภาวะเครียดออกซิเดชันที่มาพร้อมกับอายุและโรค

การป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุและช่วงวัยด้วยสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารถือเป็นอีกวิธีหนึ่งในการยืดอายุและช่วงวัยในการที่มีสุขภาพที่ดีให้เพิ่มขึ้น รวมถึงการออกกำลังกายและการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ควบคู่ไปด้วย ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ สารอาหารที่ได้จากอาหารเสริม และอาหารที่มีประโยชน์หลากหลายชนิดได้รับการระบุว่าเป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระหรือสารกำจัดออกซิเจน (Oxygen scavenger) กล่าวคือ อาหารที่มีประโยชน์และมีคุณค่าทางโภชนาการที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีส่วนสำคัญในการชะลอวัย เช่นเดียวกับทับทิมที่ได้รับการรองรับจากวารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์ว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ ซึ่งประโยชน์ของน้ำทับทิมได้เพิ่มความสนใจของผู้บริโภคในผลไม้ชนิดนี้เป็นอย่างมาก อีกทั้งน้ำทับทิมเป็นอาหารต้านอนุมูล

อิสระที่มีสารที่เป็นองค์ประกอบ คือ สารกลุ่มพอลิฟีนอล (Phenolic) และสารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) หลายชนิด อาทิเช่น ฟลาโวนอล (Flavonol) เป็นต้น (นิธิดา พลโคตร และคณะ, 2556) ซึ่งมีส่วนช่วยในการต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ ดังนั้น การดื่มน้ำทับทิมมีประโยชน์ในการป้องกันโรคเรื้อรังที่เกิดจากความเครียดซึ่งเป็นผลจากภาวะเครียดออกซิเดชันและความชรา

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการศึกษามุ่งเน้นไปที่การแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ต่อสุขภาพจากน้ำทับทิม แต่ในเรื่องของการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมประเภทต่าง ๆ มีจำกัด อีกทั้งในอดีตผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคเครื่องดื่มในรูปแบบที่อาศัยการผ่านความร้อนและการพาสเจอร์ไรซ์แบบแรงดันสูง รวมทั้งน้ำผลไม้ที่มีจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของเครื่องดื่มพาสเจอร์ไรส์เหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำผลไม้สด อาทิเช่น น้ำผลไม้สกัดเย็น (Cold-pressed) ยังมีผลการศึกษาอยู่จำกัด อีกทั้งบางผลการศึกษาอ้างว่าน้ำผลไม้สกัดเย็นมีสารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในระดับที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ที่ปั่นแยกกากตามปกติ แต่ไม่มีการศึกษาเฉพาะด้านเกี่ยวกับน้ำทับทิมซึ่งเป็นหนึ่งในอาหารที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (Gholamreza et al., 2019 และ Young-Hee P et al., 2014) ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาเปรียบเทียบสารฟีนอลิกรวมและการต้านอนุมูลอิสระในน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นและแบบพาสเจอร์ไรซ์

1.2 คำถามการวิจัย

น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นและน้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระว่ามีปริมาณต่างกันอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวัดปริมาณสารฟีนอกลิกรวมและความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นและแบบพาสเจอร์ไรซ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ประชาชนมีความรู้เรื่องปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำทับทิมจากผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันในท้องตลาด และสามารถเลือกบริโภคได้อย่างถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งได้รับประโยชน์จากการบริโภคน้ำทับทิมอย่างเต็มที่

2. ช่วยส่งเสริมการบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอาระเพื่อช่วยป้องกันภาวะต่าง ๆ ที่เกิดจากภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) รวมไปถึงโรคเรื้อรังต่าง ๆ ที่เป็นผลตามมาจากความชราภาพ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร บทความ และงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีอนุมูลอิสระของความชรา

2.2 การเกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่นของโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุ

2.3 สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร

2.4 บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระในโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุ

2.5 สารต่อต้านอนุมูลอิสระในน้ำทับทิม

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในน้ำผลไม้สกัดเย็น

2.7 การตรวจวัดปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

2.8 การตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC)

2.1 ทฤษฎีอนุมูลอิสระของความชรา

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่อย่างน้อยหนึ่งตัวเกิดขึ้นเมื่อพันธะระหว่างอะตอมแยกออกจากกัน ซึ่งอนุมูลอิสระนั้นไม่เสถียรและอ่อนแอต่อโมเลกุลข้างเคียงเพื่อทำให้ตัวเองมีเสถียรภาพมากขึ้นเป็นผลทำให้โมเลกุลข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนกลายเป็นอนุมูลอิสระใหม่ที่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ๆ ต่อไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในร่างกายตามปกติ โดยร่างกายมีการกำจัดอนุมูลอิสระเหล่านี้ออกทางเอนไซม์ และสารต้านอนุมูลอิสระต่าง ๆ (อธิป สกุลเผือก, 2559)

Denham Harman (1956) ได้เสนอถึงทฤษฎีอนุมูลอิสระของความชรา (The free radical theory of aging) ไว้ว่า สิ่งมีชีวิตมีอายุมากขึ้นเนื่องจากการสะสมความเสียหายจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ไม่สมบูรณ์ในกระบวนการเผาผลาญสารจำพวกโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และอื่น ๆ ความเสียหายนี้เกิดมาจาก Reactive Oxygen Species (ROS) ที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร สารต่าง ๆ กระบวนการสร้างพลังงาน การหายใจระดับเซลล์ รวมไปถึงเกิดขึ้นในกลไกการป้องกันตัวเองของ

ร่างกายจากเชื้อจุลชีพต่าง ๆ เป็นต้น หากร่างกายมีกระบวนการดังกล่าวที่มากเกินไป หรือการที่ร่างกายขาดสารต้านอนุมูลอิสระมากเกินไปจะส่งผลให้มีการสะสมของ ROS มากขึ้น ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวถือเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในปัจจุบัน

ทฤษฎีอนุมูลอิสระของความชรายืนยันว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลายอย่างของร่างกายเป็นผลมาจากที่ร่างกายของเรามีอายุที่มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดสารอนุมูลอิสระที่มีความเสียหายต่อ DNA การเชื่อมโยงระหว่างโปรตีน และการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ เมื่อเวลาผ่านไปความเสียหายนี้จะสะสมและทำให้เกิดสภาวะแก่ก่อนวัย

2.2 การเกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่นของโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุ

ภาวะเครียดออกซิเดชั่น (Oxidative stress) เป็นสภาวะที่เกิดจากความไม่สมดุลระหว่างอนุมูลอิสระกับระบบต้านออกซิเดชั่นในร่างกาย กล่าวคือ การที่มีอนุมูลอิสระ (Free radical) ในร่างกายมากเกินเป็นระยะเวลานานเกินไป จนสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายมีปริมาณไม่เพียงพอส่งผลให้เกิดการทำลายออกซิเดชั่นที่นำไปสู่การเกิดโรค หรือ เพิ่มความรุนแรงให้แก่โรค ซึ่งส่งผลโดยตรงแก่ ดีเอ็นเอ (DNA) โปรตีน ไขมัน และโมเลกุลขนาดต่าง ๆ ที่จะเกิดการถูกทำลาย และนำไปสู่การที่ร่างกายได้รับการติดเชื้อ (Infection) การบาดเจ็บ (Trauma) และ การได้รับสารพิษ (Toxins) ได้ง่ายทำให้สารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยป้องกันร่างกายลดลงซึ่งส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน (กนกวรรณ จารุกำจร และคณะ, 2557)

การออกซิเดชั่นของโปรตีน (Protein Oxidation) ถือเป็นอีกหนึ่งสาเหตุของการเกิดกระบวนการเสื่อมของโรค และกลุ่มอาการต่าง ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบอวัยวะภายในร่างกายเกือบทั้งหมด อาทิเช่น โรคสมองเสื่อม (Dementia) โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension) โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus: DM) โรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease: CVD) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD) และ โรคไตเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease) เป็นต้น รวมทั้งโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท โรคมะเร็ง และโรคซาโคพีเนียหรือภาวะผอมหนังหุ้มกระดูก (Cachexia) ซึ่งพบมากในกลุ่มผู้สูงอายุซึ่งมีความเครียดจากการออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นและระบบป้องกันสารต้านอนุมูลอิสระบกพร่อง (Anika H et al., 2017)

โดยความเปลี่ยนแปลงของร่างกาย หรือการที่สิ่งมีชีวิตมีอายุมากขึ้น อันเนื่องมาจากการสะสมของความเสียหายจากอนุมูลอิสระ (Free Radical) ในเซลล์ โดยทั่วไปจะมีส่วนในการสะสมของความเสียหายจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นต่อองค์ประกอบของเซลล์ ซึ่งจะเริ่มปรากฏให้เห็นหลังจากสุขภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงพร้อม และรูปร่าง หน้าตาอยู่ในจุดสูงสุด หลังจากวัยแรกรุ่นการทำงานทางด้านสรีรวิทยาทั้งหมดจะค่อย ๆ ลดลง อาทิเช่น ความสามารถในการทำงานของ

ปอด หัวใจ และ ไตลดลง การหลั่งฮอร์โมนทางเพศลดลง การเปลี่ยนแปลงของข้อต่อ การอักเสบของผิวหนังและการเหี่ยวย่น เป็นต้น ซึ่งความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดขึ้น ซึ่งดำเนินไปสู่การเสื่อมสภาพของการทำงานของระบบร่างกายทีละน้อย (Ilaria L et al., 2018)

2.3 บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระในโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุ

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) เป็นสารที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดการออกซิเดชันของ ROS ที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ในชีวิตได้ ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อกำจัดและลดความรุนแรงของ ROS ที่เกิดขึ้น อาทิเช่น โคเอนไซม์คิวเทน (coenzyme Q10) และ กรดอัลฟาไลโปอิก เป็นต้น โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของเซลล์จะมีสารต้านอนุมูลอิสระที่เข้ามาจัดการที่แตกต่างกันตามสภาวะที่อยู่ อาทิเช่น อนุมูลอิสระที่เกิดที่ชั้นไขมันแบบสองชั้น (lipid bilayer) ของเยื่อหุ้มเซลล์ จะมีวิตามินอีเข้ามามีบทบาทในการรับอนุมูลอิสระเหล่านั้น แต่ถ้าเกิดขึ้นในไซโทรพลาซึม (cytoplasm) จะมีวิตามินซีซึ่งสามารถละลายในน้ำได้ดีเข้ามามีบทบาทแทน เป็นต้น (Anika H et al., 2017 และ Dagfinn A et al., 2018)

โดยทั่วไปร่างกายจะผลิตสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเพียงพอสำหรับการก่อตัวของอนุมูลอิสระภายในร่างกาย แต่หากเกิดสภาวะผิดปกติในร่างกาย อาทิเช่น ความเครียด การนอนดึกติดต่อกันเป็นเวลานาน การรับประทานยาที่มีส่วนช่วนลดเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ หรือโรคอื่น ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มการสร้างอนุมูลอิสระจนเสียสมดุลของสารต้านอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระได้ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระในอุดมคติควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. สามารถป้องกันการเกิดของ Reactive Oxygen Species (ROS) ได้
2. สามารถจับกับ Reactive Oxygen Species (ROS) ที่เกิดขึ้นก่อนที่ ROS นั้นจะทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ
3. สามารถควบคุมความแรงของอนุมูลอิสระ และไม่เพิ่ม ROS ที่มีความแรงต่ำไปเป็น ROS ที่มีความแรงสูง อาทิเช่น ไม่เปลี่ยนจาก Super oxide ไปเป็น Hydroxyl radical เป็นต้น
4. สามารถทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่น ๆ ได้
5. สามารถเพิ่มการแสดงออกของยีนที่ใช้สร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และช่วยในการฟื้นฟูความเสียหายของเซลล์หรือเนื้อเยื่อจากการถูกทำลายด้วยอนุมูลอิสระได้

โดยกลไกควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระแบ่งออกได้เป็นสองระบบ ได้แก่ (1) ระบบเอนไซม์ และ (2) ระบบที่ไม่ใช่เอนไซม์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การต้านอนุมูลอิสระแบบระบบเอนไซม์ ประกอบด้วย เอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเตส (Superoxide dismutase: SOD) เอนไซม์คาตาเลส (Catalase: CAT) และ เอนไซม์กลูตาไทโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase: GPX)

2. การต้านอนุมูลอิสระแบบไม่ใช่ระบบเอนไซม์ สามารถแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ กลูตาไทโอน (Glutathione: GSH) ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือกลูตาไทโอนในรูปรีดิวซ์ (GSH) และกลูตาไทโอนในรูปออกซิไดส์ (GSSH) และ วิตามิน (Vitamin) ประกอบด้วย วิตามินเอ วิตามินอี และวิตามินซี

2.4 สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร

การป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ในอาหารเป็นอีกหนึ่งวิธีการในการยืดอายุของสุขภาพ กล่าวคือ การมีวิถีชีวิตที่มีสุขภาพดี คือ การออกกำลังกายและการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ การบริโภคอาหารที่มีค่าความเข้มข้นของวิตามินซี แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ เบตา-แคโรทีน และวิตามินอี หรือ dl-alpha (α) tocopherol ที่สูงสามารถลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง และการเสียชีวิตจากหลายสาเหตุได้ โดยอาหารที่สามารถเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจะมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตในกรณีที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมความเครียดจากการออกซิเดชั่นในระดับสูงได้ ซึ่งการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจากอาหารถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมความเครียดจากการออกซิเดชั่นที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ

สารประกอบที่พืชสร้างขึ้นในธรรมชาติ เป็นสารประกอบที่มีลักษณะพิเศษ และมีความแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด สารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (Biosynthesis) ในพืช ซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และสามารถออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้หลากหลาย อาทิเช่น ความสามารถในการยับยั้ง และฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ความสามารถในการต้านการอักเสบ เป็นต้น โดยประกอบด้วย สารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenol compounds) กรดฟีนอลิก (phenolic acids) และสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid compounds) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สารประกอบโพลีฟีนอล (Polyphenol compounds) เป็นสารที่ผลิตขึ้นเพื่อตอบสนองหรือป้องกันต่อสภาวะต่าง ๆ อาทิเช่น สภาวะการติดเชื้อ การเกิดบาดแผล หรือเพื่อป้องกันรังสียูวี เป็นต้น

2. กรดฟีนอลิก (Phenolic acids) มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบในกลุ่มของกรดฟีนอลิกและเอสเทอร์ของกรดฟีนอลิก

3. สารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoid compounds) ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ อาทิเช่น โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด ฤทธิ์การต้านมะเร็ง การต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ ต้านไวรัส เป็นต้น

สารอาหารในกลุ่มไฟโตนิวเทรียนท์ (Phytonutrients) หมายถึง สารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบเฉพาะในพืช สารกลุ่มนี้ทำให้พืชผักมีกลิ่น สี หรือ รส ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่อาจต่อต้านหรือสามารถป้องกันโรคบางชนิดได้ สามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ (1) คลอโรฟิลด์ (Chlorophyll) (2) ไลโคปีน (Lycopene) (3) เบตา-แคโรทีน (Beta-carotene) (4) แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) และ (5) แซนโทน (Xanthone) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คลอโรฟิลด์ (Chlorophyll) เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ ช่วยในการต่อต้านโรคมะเร็ง ทำให้ผิวพรรณสดใส ช่วยยับยั้ง การเกิดริ้วรอย และลดอาการท้องผูก พบมากใน คะน้า สาหร่ายบางชนิด ตำลึง ผักใบเขียว แอปเปิ้ลเขียว ฝรั่ง และผักกาด เป็นต้น

2. ไลโคปีน (Lycopene) เป็นสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งที่ต่อมลูกหมาก มะเร็งปอด และมะเร็งที่กระเพาะอาหาร ลดการเกิดสิว ทำให้รอยแผลเป็นจางลงพบมากในมะเขือเทศ สตรอเบอร์รี่ บีทรูท เชอรี่ แตงโม เกรพฟรุตสีชมพู ฝรั่งสีชมพู และกระเจี๊ยบแดง เป็นต้น

3. เบตา-แคโรทีน (Beta-carotene) เป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ สามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ช่วยให้ผิวพรรณสดใสและชุ่มชื่น ลดความเสื่อมของเซลล์ ช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน พบมากในมันฝรั่งหวานเนื้อสีส้ม มะเขือเทศ ส้ม แครอท มะละกอ มะนาว สับปะรด ฟักทอง มันเทศ ขนุน เสาวรส และข้าวโพด เป็นต้น

4. แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) เป็นสารประกอบฟีนอล ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งที่ลำไส้ใหญ่ เต้านม ปอด และกระเพาะอาหาร ช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ต่าง ๆ ชะลอความเสื่อมถอย ลดอัตราการเกิดโรคหัวใจ ช่วยยับยั้ง Escherichia coli ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ช่วยบำรุงเส้นผมให้เงางาม พบมากใน มะเขือสีม่วง ลูกแบล็คเบอรี่ บลูเบอรี่ ดอกอัญชัน กะหล่ำปลีที่มีสีม่วง มันเทศสีม่วง หอมแดง และองุ่น เป็นต้น

5. แซนโทน (Xanthone) เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งสามารถช่วยลดอาการอักเสบการรักษาโรคภูมิแพ้หืดหอบ สามารถช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือด และต้านมะเร็ง พบมากในเปลือกมังคุด นอกจากนั้นยังประกอบด้วยกรดไซแนปติก (Synaptic acid) และอัลลิซิน (Allicin) ช่วยในเรื่องการลดไขมันในเลือด ความดันโลหิต และโรคหลอดเลือดหัวใจได้ พบมากในขิง ข่า

กระเทียม กุยช่าย ขึ้นฉ่าย เซเลอรี่ เห็ด ลูกเดือย หัวไชเท้า ถั่วเหลือง ดอกกะหล่ำ ถั่วงอก และ งาขาว ส่วนผลไม้ ได้แก่ กล้วย สาลี่ พุทรา ลางสาด ลองกอง ลิ้นจี่ ละมุด และแห้ว เป็นต้น

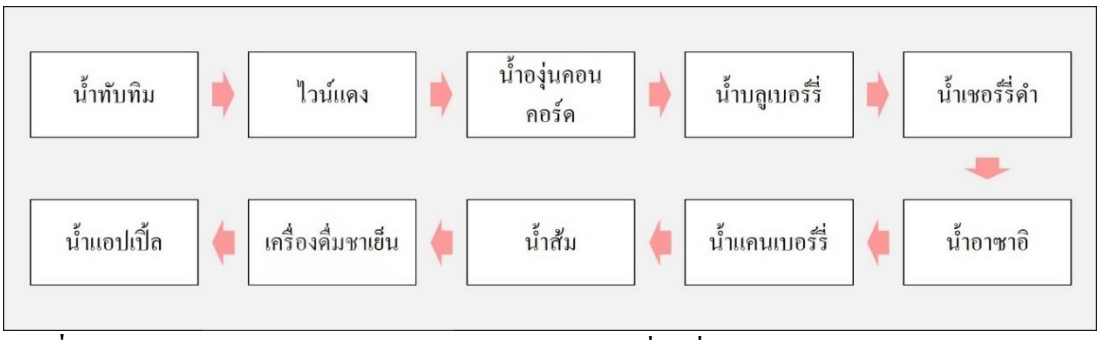
จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารสามารถช่วยและยับยั้งในเชิงการป้องกันความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidative stress) ที่มาพร้อมกับโรคได้ ซึ่งการบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารในระดับที่เหมาะสมต่อร่างกายสามารถสร้างประโยชน์ให้แก่การป้องกันโรคเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับความเครียดจากอนุมูลอิสระและความชราได้

2.5 สารต่อต้านอนุมูลอิสระในน้ำทับทิม

ทับทิมเป็นผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสกัดจากเปลือกทับทิมด้วยเอทานอลที่มีประสิทธิภาพในการต่อต้านอนุมูลอิสระ สามารถลดอนุมูลเหล็ก และยับยั้งการสลายไขมันได้มาก ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และ สารเฟลโวนอยส์

สารต้านอนุมูลอิสระของน้ำเปลือกผลไม้ และน้ำมันเมล็ดผลไม้ ได้รับการยืนยันจากวิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการต้านอนุมูลอิสระในการลดเฟอร์ริก (Ferric reducing antioxidant power (FRAP)) และความสามารถในการดูดซับอนุมูลออกซิเจน (Oxygen radical absorbance capacity (ORAC assay)) ซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกนำไปใช้เพื่อทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยค่าสูงสุดที่ถูกบันทึกไว้มีค่าเทียบเท่าโทรล็อกซ์ 25.63 mmol / 100 g FRAP และ 22.08 mmol TE / 100 g ORAC assay

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มที่อุดมด้วยโพลีฟีนอล (Polyphenol) สามารถจัดเรียงลำดับตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การจัดลำดับการต้านอนุมูลอิสระในประเภทเครื่องดื่ม

ที่มา: Navindra PS et al. (2008)

จากภาพที่ 2.1 พบว่าน้ำทับทิมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในน้ำผลไม้ชนิดอื่น ๆ และมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านจุลชีพนอกเหนือจากผลการเผาผลาญไขมัน และน้ำตาล ทับทิมถือว่าเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยโพลีฟีนอล ซึ่งจากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าทับทิมมีประโยชน์ต่อสุขภาพในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระและมีคุณสมบัติต้านการอักเสบ ผลวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำทับทิมพบว่า น้ำทับทิมมีความสามารถในการรักษาโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก โรคเบาหวานและหลอดเลือด รวมถึงการรักษาโรคอื่น ๆ อาทิเช่น โรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง (Inflammatory bowel disease: IBD) และเป็นสารต้านการอักเสบในการรักษา CID เป็นต้น

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในน้ำผลไม้สกัดเย็น

การเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตและการสร้างความตระหนักรู้ในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพทำให้อุตสาหกรรมเครื่องดื่มมีการพัฒนาเน้นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ที่ส่งเสริมสุขภาพมากขึ้น (István Siró et al., 2008) นอกจากนี้ความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของน้ำผักและน้ำผลไม้คั้นสดที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคสำหรับเครื่องดื่มที่ไม่มีการแปรรูป (Rosa Raybaudi-Massilia et al., 2009) โดยรูปแบบการแปรรูปที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อมีหลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น น้ำผลไม้คั้นสด น้ำผลไม้ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ และน้ำผลไม้สกัดเย็น เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ให้ความสำคัญแก่น้ำผลไม้สกัดเย็น

น้ำผลไม้สกัดเย็น (Cold-pressed juices) เป็นกระบวนการสกัดน้ำออกจากผลไม้โดยอาศัยความเย็น โดยการทำผลไม้ให้มีขนาดเล็กและนำเข้าเครื่องสกัดเย็นและใช้ระบบไฮดรอลิกในการสกัดน้ำผลไม้ด้วยความเร็วที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งไม่ต้องผ่านวิธีการพาสเจอร์ไรส์ ไม่มีความร้อน

หรือออกซิเจนเพิ่มกระบวนการสกัด ทำให้เกิดการออกซิเดชั่นต่ำทำให้สามารถรักษาคุณภาพทางโภชนาการส่วนใหญ่ไว้ได้ นอกจากนั้นยังมีส่วนช่วยในการขับสารพิษออกจากร่างกาย และช่วยปรับสมดุลของตับ รวมทั้งทำให้ผิวสุขภาพดี

น้ำผลไม้สกัดเย็นเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยโพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก สังกะสี และทองแดงเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่ช่วยในการพัฒนาอีลาสติน (Elastin) ซึ่งเป็นเส้นใยที่รองรับโครงสร้างผิว การแปรรูปผลไม้ในรูปแบบดังกล่าวยังคงระดับเพคติน (Pectin) ไว้ในระดับสูง เพคตินเป็นไฟเบอร์ที่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งสามารถช่วยควบคุม ตับ ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่ให้ทำหน้าที่ดีท็อกซ์ได้เป็นอย่างดี เพคตินสามารถช่วยปรับสภาพผิวและสร้างความยืดหยุ่นให้แก่ผิวได้ นอกเหนือจากสารที่กล่าวมาข้างต้นน้ำผลไม้สกัดเย็นสามารถรักษาเอนไซม์ในผลไม้ ซึ่งช่วยชำระล้างสารพิษที่ส่งผลให้ผิวหมองคล้ำ ช่วยขจัดสารพิษที่ก่อให้เกิด สิว และริ้วรอยก่อนวัย เอนไซม์จากน้ำผลไม้สกัดยังส่ง อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate: ATP) ซึ่งให้พลังงานแก่เซลล์ทุกเซลล์ มีส่วนช่วยในการซ่อมแซมเซลล์ในร่างกาย อีกทั้งน้ำปลไม้สกัดเย็นสามารถช่วยปรับสมดุลค่า pH ของร่างกายให้เป็นปกติเหมาะสมแก่ร่างกายได้

น้ำผลไม้สกัดเย็นมีสารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในระดับสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ปั่นแยกตามปกติ ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวบ่งชี้ว่าเทคนิคการสกัดเย็นน้ำผลไม้มีผลอย่างมากต่อระดับสารพฤกษเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผลไม้ เนื่องจากมีค่าความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) หรือวิตามินซี และ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) สูงกว่าในน้ำผลไม้ที่ผ่านกระบวนการคั้นน้ำ รวมทั้งการแปรรูปอาหารด้วยความดันสูง (High pressure processing of food: HPP) เพื่อการเก็บรักษาน้ำผลไม้ซึ่งช่วยให้ได้รับประโยชน์ทางโภชนาการอย่างเต็มที่ด้วยการเพิ่มส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่าการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อน (Pasteurization)

2.7 การตรวจวัดปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

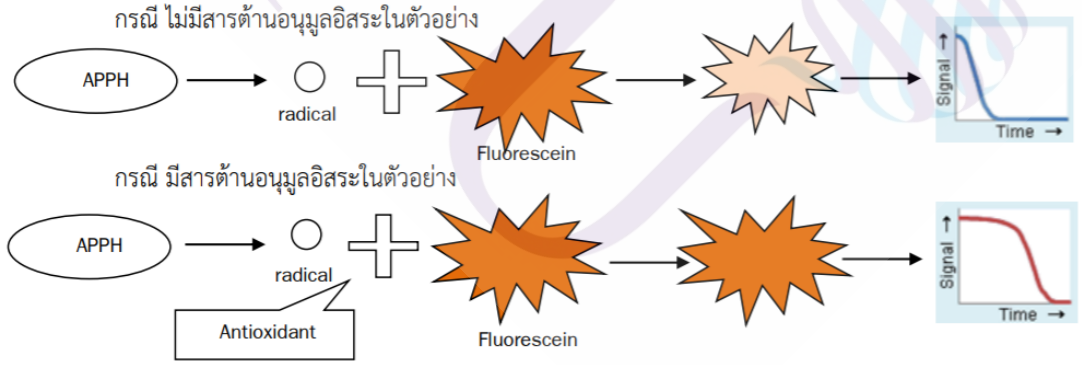
สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบที่สามารถพบได้ในพืช ถือว่าเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งปริมาณของสารฟีนอลิกในอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืช ผัก และผลไม้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป และวิธีการเก็บรักษา ซึ่งการใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้สารประกอบฟีนอลิกลดลง (เนตรนภา เมยกลาง และ เฉลิม เรืองวิริยะชัย, 2557)

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (Total phenolic compounds) ทั้งหมดใช้วิธี Folin-Ciocalteu reagent โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ของรีเอเจนท์โมลิบโดทังสเตตไอออน

(Molybdotungstate ion) ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมทังสเตต (Sodium tungstate) โซเดียมโมลิบเดต (Sodium bolybdate) กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) และโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) โดยเมื่อได้รับอิเล็กตรอนจากสารต้านอนุมูลอิสระไอออน Mo (VI) ซึ่งมีสีเหลืองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปMo (V) ซึ่งมีสีน้ำเงินวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร เทียบกับสารละลายมาตรฐาน gallic acid และรายงานค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมในรูปของมิลลิกรัมของกรดแกลลิค (Gallic acid equivalent, mg/g GAE) (Tsai et al., 2005)

2.8 การตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC)

การตรวจวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระในอาหารสามารถใช้วิธี Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) ซึ่งวิธีดังกล่าวเหมาะแก่การวัดค่าสารต้านอนุมูลอิสระเปอร์ออกซิลที่ละลายได้เฉพาะในน้ำเท่านั้น โดยค่า ORAC Score สูง แปลว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระมาก ยิ่งค่า ORAC Score มีค่าสูงมากเท่าใด สามารถกล่าวได้ว่าอาหารชนิดมีการต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งดีต่อการป้องกันโรคหัวใจ โรคมะเร็ง และโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งอาหารที่มีค่า ORAC Score สูงสามารถปกป้องเซลล์จากการถูกทำลายได้ ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นการปิดกลไกการเกิดความเสื่อมของเซลล์ได้ดี อาทิเช่น ช่วยชะลอความเสื่อมของร่างกาย ต่อต้านริ้วรอย เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยการนอนหลับสนิท เป็นต้น ซึ่งมีหลักการดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 หลักการวิเคราะห์ด้วยวิธี Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)

ที่มา: วรรณชนก บุญชู (2554)

จากภาพที่ 2.2 คือ การนำสาร AAPH เป็นสารตั้งต้นของอนุมูลอิสระ (Free radical) ผสมกับสารเรืองแสง fluorescein ซึ่งจะทำให้สารเรืองแสงสลายจนการเรืองแสงค่อย ๆ จางลง ใน

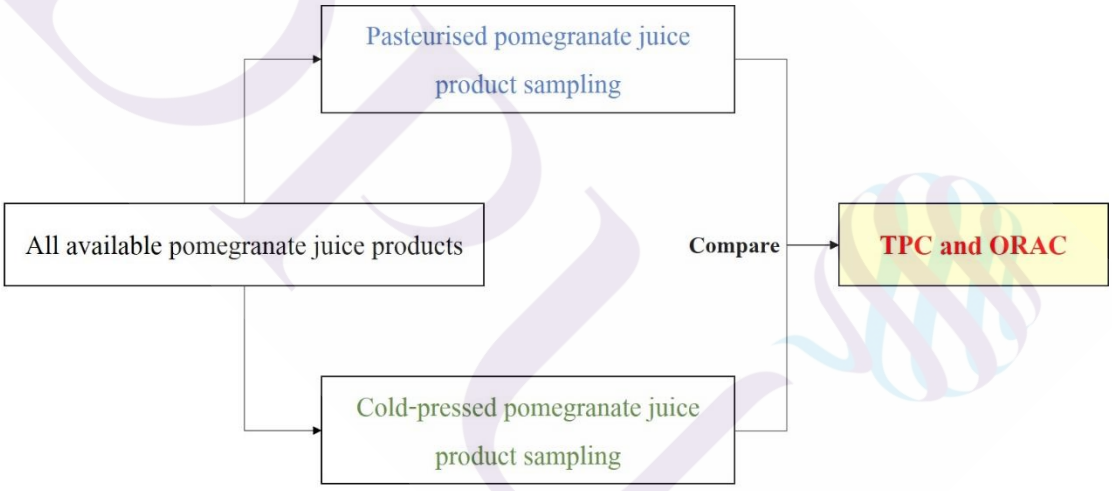
กรณีที่ไม่มีสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ในกรณีที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระจะไปจับกับ สารตั้งต้นของอนุมูลอิสระ (Free radical) ทำให้สารเรืองแสงสว่างต่อไปได้นาน จากหลักการนี้จึงนำเรื่อง microplate fluorescence reader มาวัดระดับการเรืองแสงและพล็อตเป็นกราฟ

ผลจากห้องทดลองด้านการเกษตรของสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Agriculture: USDA) สามารถวัดได้ค่า ORAC Score ของผลทับทิมได้สูงถึง 4,479 μmol TE/100 mg ซึ่งถือเป็นพืช ผัก และผลไม้ในลำดับที่ 12 จาก 20 ลำดับ ที่ได้มีการวัดค่า ORAC Score (ปานเทพ พัวพงษ์พันธ์, 2555) ซึ่งร่างกายของคนทั่วไปต้องการสารต่อต้านอนุมูลอิสระต่อวัน ในปริมาณวันละ 3,000 - 5,000 ORAC Score (สฤษฎ์ ถอสุวรรณ์, 2562)

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี

การศึกษาในครั้งนี้ต้องการประเมินความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมทั้งสองแบบ โดยแบ่งออกเป็นแบบพาสเจอร์ไรซ์ และแบบสกัดเย็น โดยเปรียบเทียบค่าการตรวจสารประกอบฟีนอลิก (TPC) และ ผลการทดสอบฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระ (ORAC) ตามภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดวิจัย



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมที่มีวางขายตามท้องตลาด โดยเลือกน้ำทับทิมที่สามารถซื้อได้ตามร้านรถเข็นริมบาทวิถี ทั้งหมด 5 ร้านค้า น้ำทับทิบแบบพาสเจอร์ไรซ์ที่สามารถซื้อได้ตามร้านสะดวกซื้อและห้างสรรพสินค้า ทั้งหมด 6 ยี่ห้อ และ น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นที่สามารถหาซื้อได้ตามร้านค้าออนไลน์ (Facebook และ Instagram) ทั้งหมด 6 ยี่ห้อ รวมเป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง

3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.3.1 เตรียมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามที่กำหนดไว้

3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ครั้งการทดสอบ

3.3.3 การวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ORAC ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ครั้งการทดสอบ

3.3.4 นำผลการตรวจที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.5 อภิปรายผลการทดสอบ

3.4 วิธีการทดสอบวิจัย

3.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetry ตามวิธีของ Waterhouse (2002) โดยผสมสารละลายตัวอย่าง 100 µL น้ำกลั่น 7 mL และสารละลาย Folin-Ciocalteu 500 µL ลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 10 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว 1.5 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 mL เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย ที่ความยาวคลื่น 765 nm เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่ได้กับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

3.4.2 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยการหาค่าการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (Oxygen radical absorbance capacity: ORAC)

ใส่ตัวอย่างน้ำทับทิมทั้งแบบสกัดเย็นและแบบพาสเจอร์ไรซ์ และสารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ระดับความเข้มข้น 62.5, 125, 250, 500 และ 1,000 µM ปริมาณ 25 ไมโครลิตรลงในไมโครเพลท (ขนาด 96 หลุม) เติมสารละลาย Fluorescein ปริมาณหลุมละ 150 ไมโครลิตรลงในไมโครเพลททุกหลุม ใส่สารละลาย AAPH (substrate) 25 ไมโครลิตร ทำการวัดการเรืองแสงของฟลูออเรสเซนทันทีที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตรสำหรับ excitation และ 530 นาโนเมตรสำหรับ emission ด้วยเครื่อง microplate fluorescence reader

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบผลการตรวจสารประกอบฟีนอลิก (TPC) และ ผลการทดสอบฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระ (ORAC) โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ข้อมูล

DPU

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นคั้นสดและแบบพาสเจอร์ไรซ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารฟีนอกลิกรวมและความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นและแบบพาสเจอร์ไรซ์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำทับทิมที่สามารถซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป และในห้างสรรพสินค้าชั้นนำ มาทดสอบหาค่าจากห้องแลป ซึ่งผลการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวัดปริมาณสารฟีนอกลิกรวมในตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม

ผลการวัดปริมาณสารฟีนอกลิกรวมในตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมได้มาจากวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานคร

น้ำทับทิมที่ขายริมบาทวิถี	**ปริมาณสารฟีนอลิก (Gallic acid-mg/ml)/ ml**
น้ำทับทิมริมบาท A	13,670
น้ำทับทิมริมบาท B	76,179
น้ำทับทิมริมบาท C	15,908
น้ำทับทิมริมบาท D	18,478
น้ำทับทิมริมบาท E	29,159

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานครพบว่า น้ำทับทิมที่มีขายริมบาทวิถีที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงที่สุด คือ

น้ำทับทิมริมบาท B อยู่ที่ 76,179 อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมริมบาท E มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 29,159 อันดับที่ 3 คือ น้ำทับทิมริมบาท D มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 18,478 อันดับที่ 4 คือ น้ำทับทิมริมบาท C มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 15,908 และน้ำทับทิมริมบาท A มีปริมาณสารฟีนอลิกต่ำที่สุดจากตัวอย่างทับทิมที่มีขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานครทั้ง 5 ชนิด มีค่าเท่ากับ 13,670

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น

น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น	**ปริมาณสารฟีนอลิก (Gallic acid-mg/ml)/ ml**
น้ำทับทิมสกัดเย็น A	19,077
น้ำทับทิมสกัดเย็น B	22,711
น้ำทับทิมสกัดเย็น C	25,832
น้ำทับทิมสกัดเย็น D	78,483
น้ำทับทิมสกัดเย็น E	14,401
น้ำทับทิมสกัดเย็น F	44,269

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น พบว่า น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงที่สุด คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น D อยู่ที่ 78,483 อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น F มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 44,269 อันดับที่ 3 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น C มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 25,832 อันดับที่ 4 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น B มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 22,711 อันดับที่ 5 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น A มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 19,077 และน้ำทับทิมสกัดเย็น E มีปริมาณสารฟีนอลิกต่ำที่สุดจากตัวอย่างน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นทั้ง 6 ชนิด มีค่าเท่ากับ 14,401

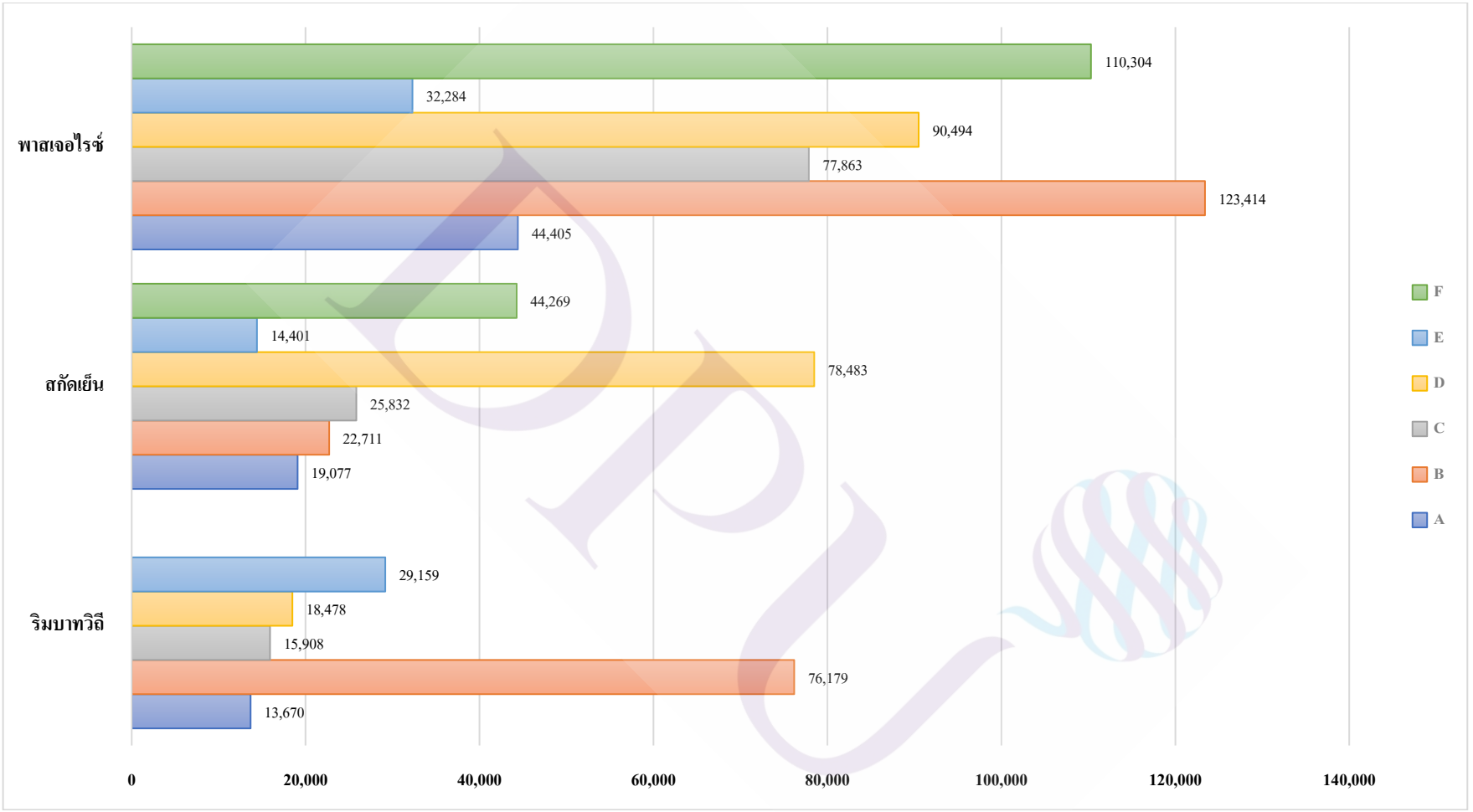
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์

น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์	**ปริมาณสารฟีนอลิก (Gallic acid-mg/ml)/ ml**
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ A	44,405
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ B	123,414

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์	**ปริมาณสารฟีนอลิก (Gallic acid-mg/ml)/ ml**
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ C	77,863
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ D	90,494
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ E	32,284
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ F	110,304

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์ที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงที่สุด คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ B มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 123,414 อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ G มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 110,304 อันดับที่ 3 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ E มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 90,494 อันดับที่ 4 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ C มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 77,863 อันดับที่ 5 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ A มีปริมาณสารฟีนอลิก อยู่ที่ 44,405 และน้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ F มีปริมาณสารฟีนอลิกต่ำที่สุดจากตัวอย่างน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ทั้ง 6 ชนิด มีค่าเท่ากับ 32,284



ภาพที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกของตัวอย่างน้ำทับทิม

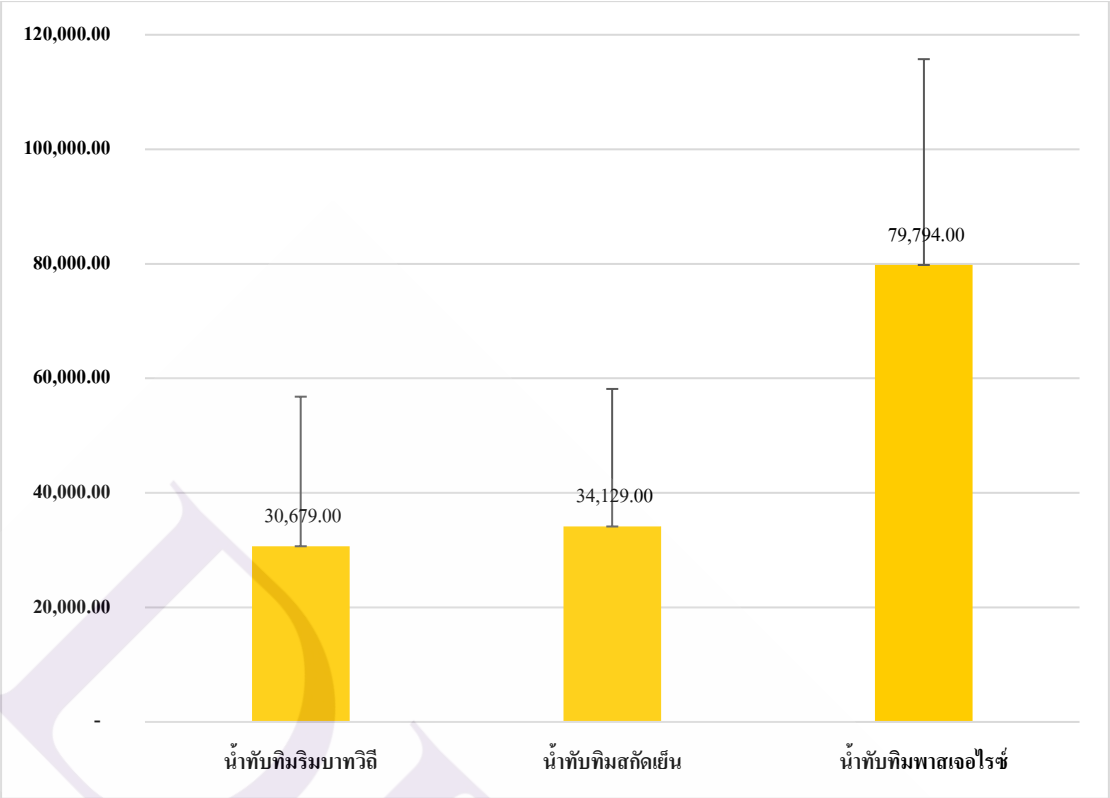
จากภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม 3 แบบ ประกอบด้วย น้ำทับทิมริมบาทวิถี น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น และน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ ทั้ง 17 ตัวอย่าง พบว่าน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ B มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงที่สุดอยู่ที่ 123,414 Gallic acid-mg/ml/ ml และน้ำทับทิมที่ทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกได้ค่าน้อยที่สุด คือ น้ำทับทิมริมบาทวิถี A มีค่าอยู่ที่ 13,670 Gallic acid-mg/ml/ ml

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทับทิมทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างมีปริมาณสารฟีนอลิกใกล้เคียงกัน มีแค่บางตัวอย่างเท่านั้นที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ได้แก่ น้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ B และ น้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ F เป็นต้น โดยเฉพาะน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ B ที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงกว่าตัวอย่างน้ำทับทิมอื่น ๆ

ตารางที่ 4.4 อันดับสูงสุดและต่ำสุดของปริมาณสารฟีนอลิกในตัวอย่างน้ำทับทิม 5 อันดับ

อันดับ	**ตัวอย่างน้ำทับทิม (สูงสุด 5 อันดับ)**	**ปริมาณสารฟีนอลิก (Gallic acid-mg/ml/ ml)**	**ตัวอย่างน้ำทับทิม (ต่ำสุด 5 อันดับ)**	**ปริมาณสารฟีนอลิก (Gallic acid-mg/ml/ ml)**
1	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ B	123,414	น้ำทับทิมริมบาท A	13,670
2	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ F	110,304	น้ำทับทิมสกัดเย็น E	14,401
3	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ D	90,494	น้ำทับทิมริมบาท C	15,908
4	น้ำทับทิมสกัดเย็น D	78,483	น้ำทับทิมริมบาท D	18,478
5	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ C	77,863	น้ำทับทิมสกัดเย็น A	19,077

จากตารางที่ 4.4 อันดับสูงสุดและต่ำสุดของปริมาณสารฟีนอลิกในตัวอย่างน้ำทับทิม 5 อันดับ พบว่าน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ B มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 123,414 Gallic acid-mg/ml/ ml และ น้ำทับทิมริมบาท A มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 13,670 Gallic acid-mg/ml/ ml



ภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารฟีนอลิกของตัวอย่างน้ำทับทิม

จากภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารฟีนอลิกของตัวอย่างน้ำทับทิม พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 79,794±35,948.20 Gallic acid-mg/ml/ ml อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 34,129± 24,021.09 Gallic acid-mg/ml/ ml และที่ต่ำที่สุดคือ น้ำทับทิมริมบาทวิถี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30,679± 26,119.50 Gallic acid-mg/ml/ ml โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of variation: CV) ของน้ำทับทิบริมบาทวิถี น้ำทับทิมสกัดเย็น และน้ำทับทิมพาสเจอไรซ์อยู่ที่ ร้อยละ 85.14, 70.38 และ 45.05 ตามลำดับ ซึ่งค่า variation ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีค่าสูง

4.2 ผลการทดสอบความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม

ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยการหาค่าการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (Oxygen radical absorbance capacity: ORAC) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมที่ขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานคร

น้ำทับทิมที่ขายริมบาทวิถี	ORAC (mM Trolox/ml)
น้ำทับทิมริมบาท A	170
น้ำทับทิมริมบาท B	403
น้ำทับทิมริมบาท C	104
น้ำทับทิมริมบาท D	211
น้ำทับทิมริมบาท E	424

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมที่มีขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานคร พบว่า น้ำทับทิมที่มีขายริมบาทวิถีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ น้ำทับทิมริมบาท E อยู่ที่ 424 อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมริมบาท B มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 403 อันดับที่ 3 คือ น้ำทับทิมริมบาท D มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 211 อันดับที่ 4 คือ น้ำทับทิมริมบาท A มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 170 และน้ำทับทิมริมบาท C มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดจากตัวอย่างทับทิมที่มีขายริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานครทั้ง 5 ชนิด มีค่าเท่ากับ 104

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น

น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น	ORAC (mM Trolox/ml)
น้ำทับทิมสกัดเย็น A	38
น้ำทับทิมสกัดเย็น B	330
น้ำทับทิมสกัดเย็น C	396
น้ำทับทิมสกัดเย็น D	1,886
น้ำทับทิมสกัดเย็น E	106
น้ำทับทิมสกัดเย็น F	875

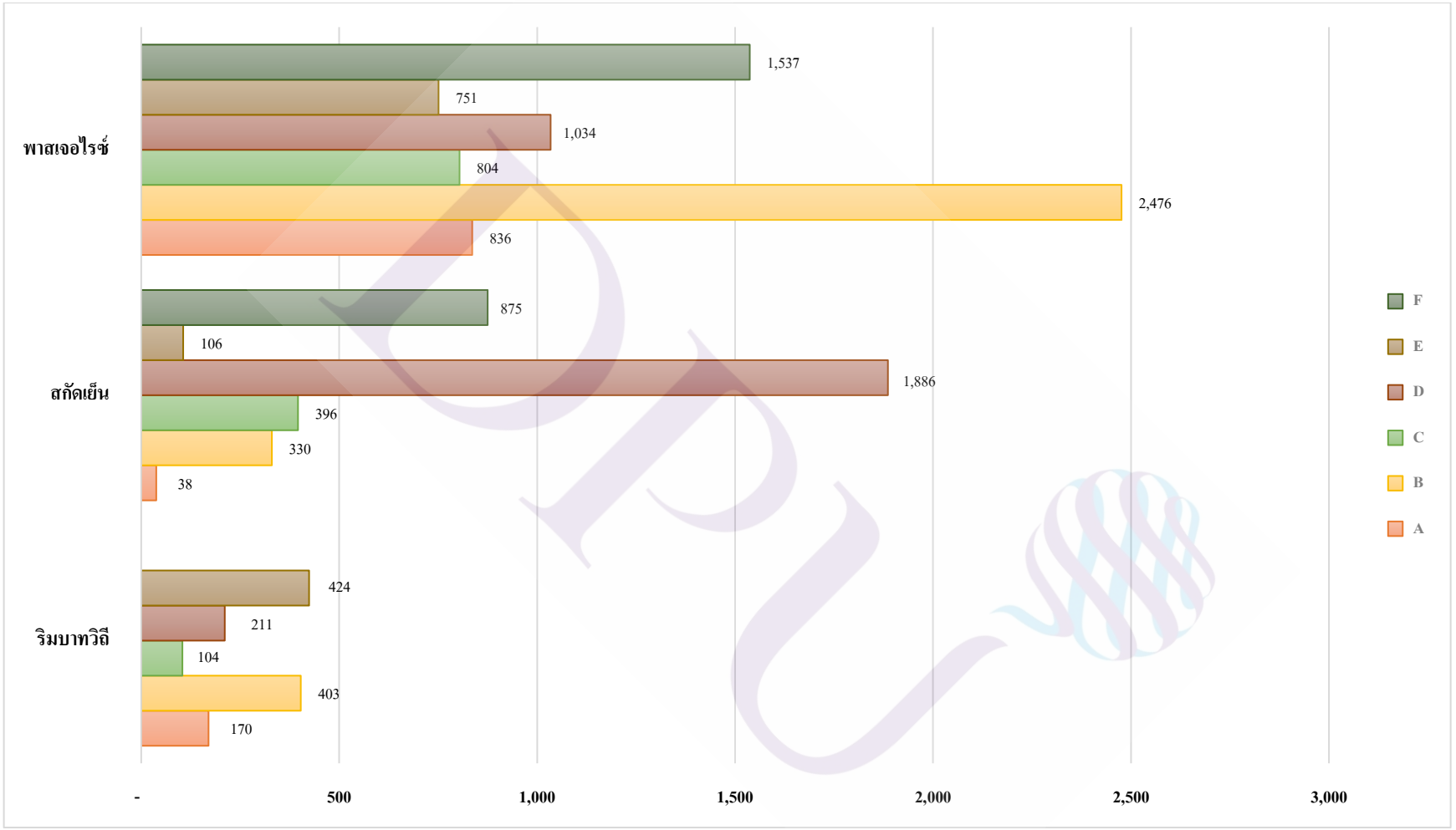
จากตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น พบว่า น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น D อยู่ที่ 1,886 อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น F มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 875 อันดับที่ 3 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น C มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 396 อันดับที่ 4 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น B มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

อยู่ที่ 330 อันดับที่ 5 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น E มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 106 และน้ำทับทิมสกัดเย็น A มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดจากตัวอย่างน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นทั้ง 6 ชนิด มีค่าเท่ากับ 38

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์

น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์	**ORAC (mM Trolox/ml)**
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ A	836
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ B	2,467
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ C	804
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ D	1,034
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ E	751
น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ F	1,537

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า น้ำทับทิมแบบพาสเจอร์ไรซ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ B มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 2,467 อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ G มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 1,537 อันดับที่ 3 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ E มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 1,034 อันดับที่ 4 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ A มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 836 อันดับที่ 5 คือ น้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ C มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 804 และน้ำทับทิมพาสเจอร์ไรซ์ F มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดจากตัวอย่างน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ทั้ง 6 ชนิด มีค่าเท่ากับ 751



ภาพที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิม

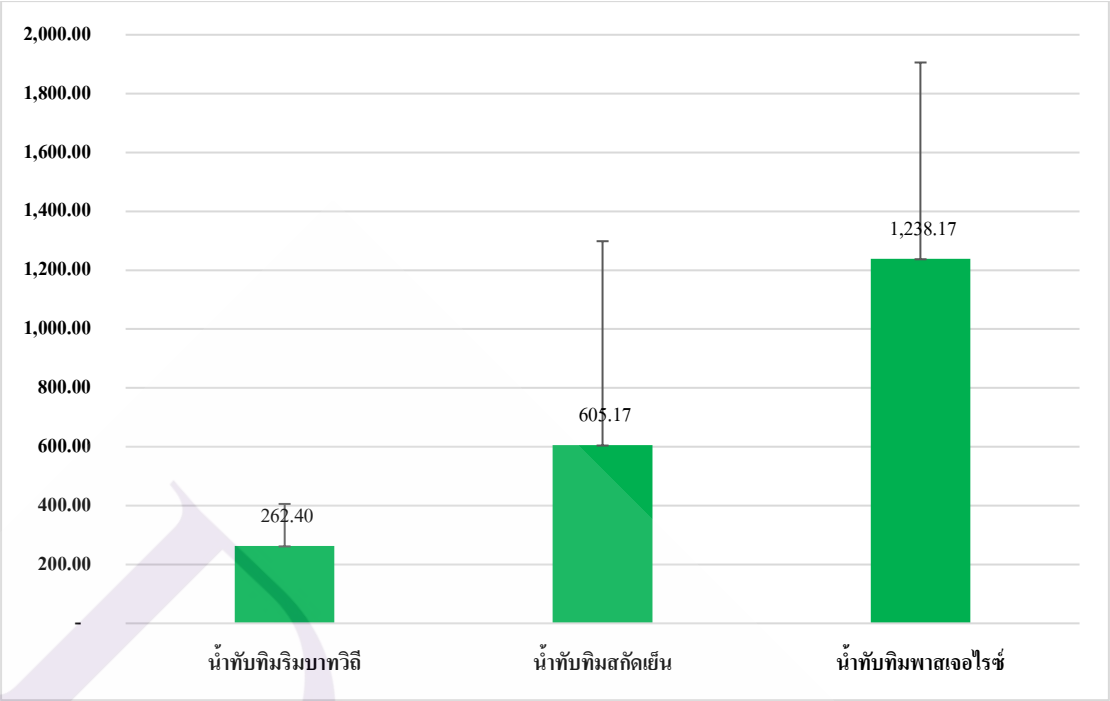
จากภาพที่ 4.3 ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) ในผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม 3 กลุ่ม ประกอบด้วย น้ำทับทิมริมบาทวิถี น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น และน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ ทั้ง 17 ตัวอย่าง พบว่าน้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ B มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ 2,476 mM Trolox/ml และน้ำทับทิมที่ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ค่าน้อยที่สุด คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น A มีค่าอยู่ที่ 38 mM Trolox/ml

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทับทิมทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างน้ำทับทิมที่มีขายตามริมบาทวิถีในกรุงเทพมหานครมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกันทั้ง 5 ตัวอย่าง ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างน้ำทับทิมสกัดเย็นที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างแตกต่างกันเป็นอย่างมาก รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ที่ประกอบด้วย 6 ตัวอย่าง ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ได้แตกต่างกันมาก ยกเว้นน้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ B ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงแตกต่างจากน้ำทับทิมในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 4.8 อันดับสูงสุดและต่ำสุดของผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างน้ำทับทิม 5 อันดับ

อันดับ	**ตัวอย่างน้ำทับทิม (สูงสุด 5 อันดับ)**	**ORAC (mM Trolox/ml)**	**ตัวอย่างน้ำทับทิม (ต่ำสุด 5 อันดับ)**	**ORAC (mM Trolox/ml)**
1	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ B	2,476	น้ำทับทิมสกัดเย็น A	38
2	น้ำทับทิมสกัดเย็น D	1,886	น้ำทับทิมริมบาท C	104
3	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ F	1,537	น้ำทับทิมสกัดเย็น E	106
4	น้ำทับทิมพาสเจอไรซ์ D	1,034	น้ำทับทิมริมบาท A	170
5	น้ำทับทิมสกัดเย็น F	875	น้ำทับทิมริมบาท D	211

จากตารางที่ 4.8 อันดับสูงสุดและต่ำสุดของผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างน้ำทับทิม 5 อันดับ พบว่าน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ B มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมีค่า ORAC อยู่ที่ 2,476 mM Trolox/ml และ น้ำทับทิมสกัดเย็น A มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมี ORAC อยู่ที่ 38 mM Trolox/ml

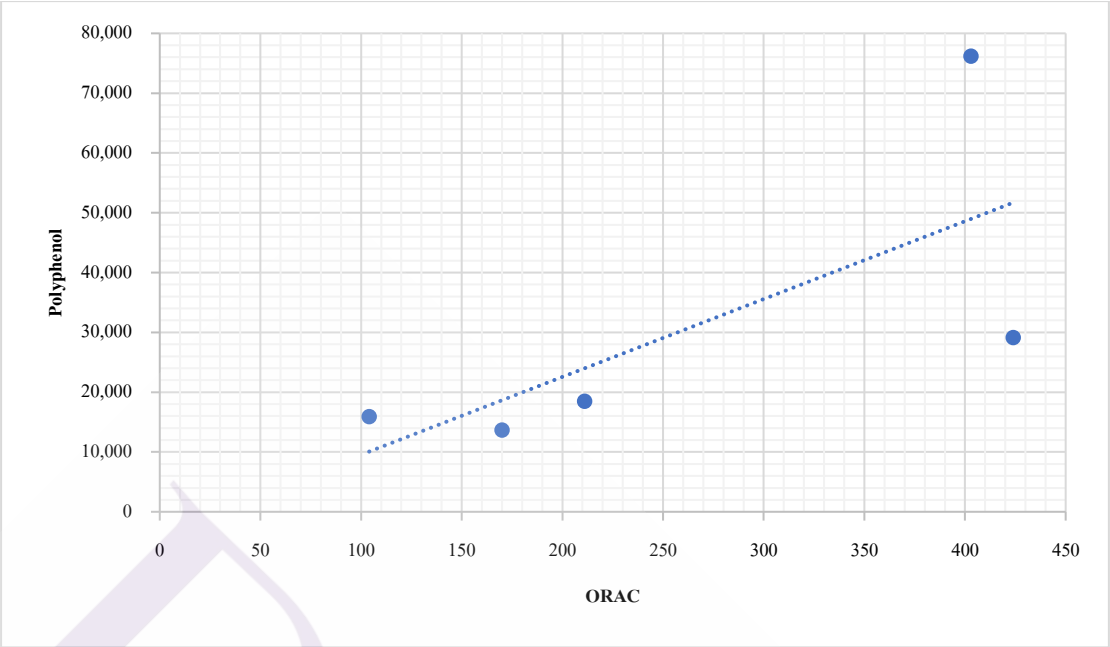


ภาพที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิม

จากภาพที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิม พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณ ORAC อยู่ที่ 1,061.29±667.62 mM Trolox/ml อันดับที่ 2 คือ น้ำทับทิมสกัดเย็น มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 605.17±693.35 mM Trolox/ml และที่ต่ำที่สุดคือ น้ำทับทิมริมบาทวิถี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 262.40±143.31 mM Trolox/ml โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of variation: CV) ของน้ำทับทิบริมบาทวิถี น้ำทับทิมสกัดเย็น และน้ำทับทิมพาสเจอไรซ์อยู่ที่ ร้อยละ 54.62, 114.57 และ 53.92 ตามลำดับ ซึ่งค่า variation ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีค่าสูง

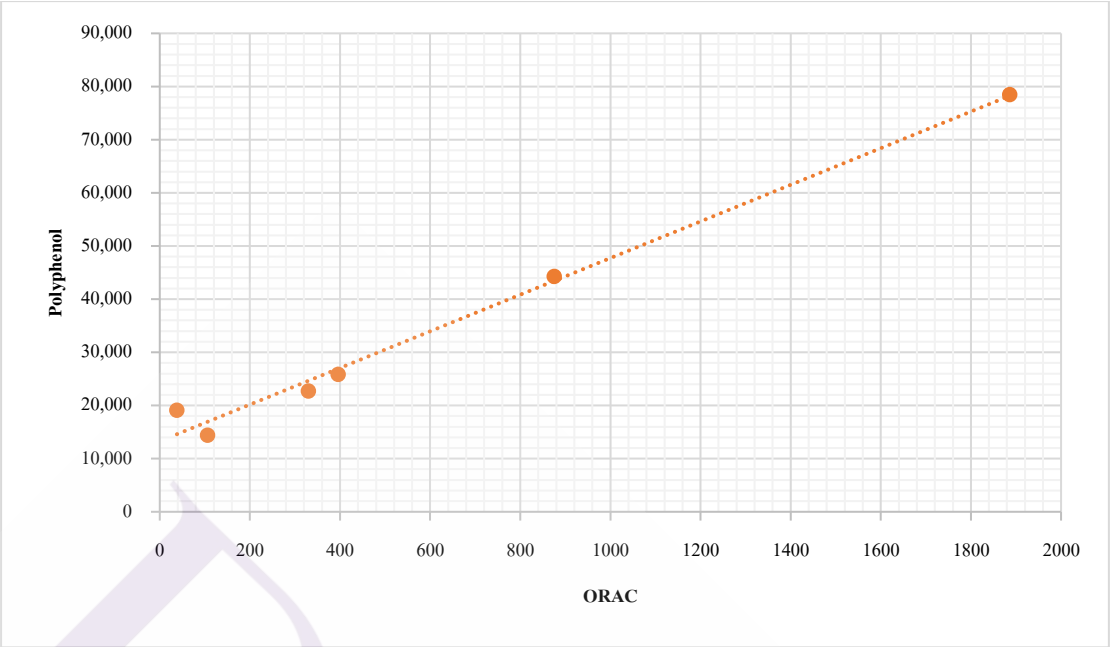
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระ (ORAC)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระ ได้จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) คือ การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปว่ามีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



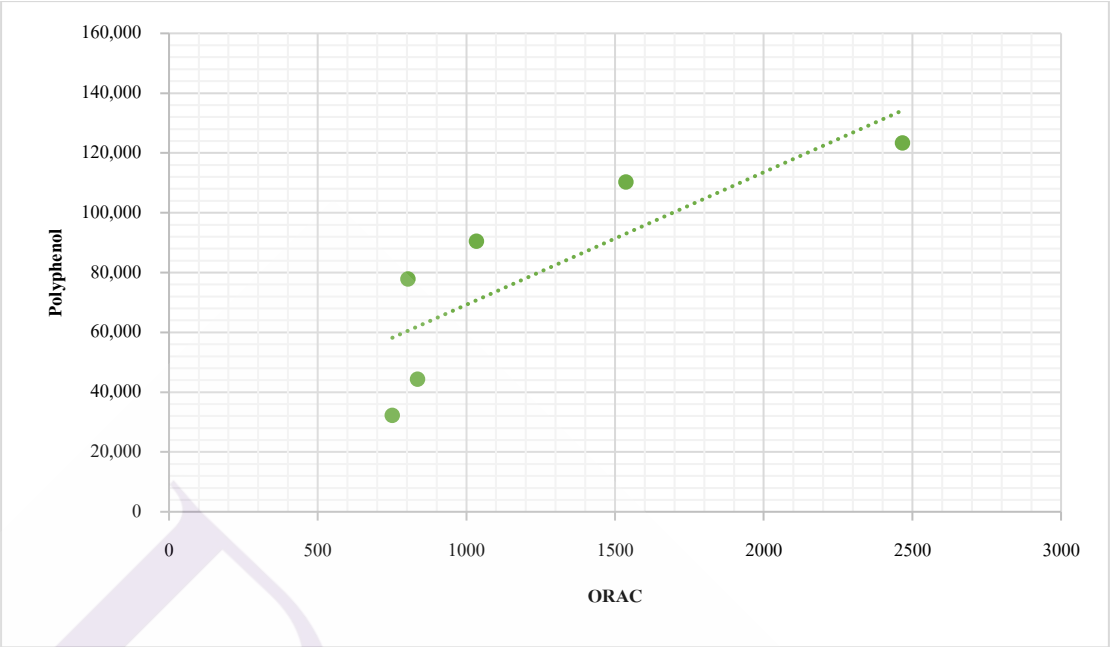
ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมริมบาทวิถี

จากภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมริมบาทวิถี วัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ได้ 0.7140 ถือว่าเป็น Positive correlation เนื่องจากทั้ง 2 ตัวแปร เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปริมาณสารฟีนอลิกของน้ำทับทิมริมบาทวิถีมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระน้ำทับทิมริมบาทวิถีในทิศทางเดียวกันประมาณ ร้อยละ 71.40 และมีการเปลี่ยนแปลงของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากปริมาณสารฟีนอลิกประมาณ ร้อยละ 50.98



ภาพที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น

จากภาพที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น วัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ได้ 0.9944 ถือว่าเป็น Positive correlation เนื่องจากทั้ง 2 ตัวแปร เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปริมาณสารฟีนอลิกของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นในทิศทางเดียวกันประมาณ ร้อยละ 99.44 และมีการเปลี่ยนแปลงของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากปริมาณสารฟีนอลิกประมาณ ร้อยละ 98.88



ภาพที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์

จากภาพที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ วัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ได้ 0.8229 ถือว่าเป็น Positive correlation เนื่องจากทั้ง 2 ตัวแปร เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปริมาณสารฟีนอลิกของน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระน้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์ในทิศทางเดียวกันประมาณ ร้อยละ 82.29 และมีการเปลี่ยนแปลงของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากปริมาณสารฟีนอลิกประมาณ ร้อยละ 67.72

บทที่ 5
อภิปราย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำทับทิมแบบสกัดเย็นคั้นสดและแบบพาสเจอร์ไรซ์ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดปริมาณสารฟีนอกลิกรวมและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นและแบบพาสเจอร์ไรซ์

5.1 อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำทับทิมมาวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และ วิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) ซึ่งประกอบด้วยน้ำทับทิมทั้งหมด 3 กลุ่ม ประกอบด้วย (1) น้ำทับทิมที่สามารถซื้อได้ตามร้านรถเข็นริมบาทวิถี (2) น้ำทับทิบแบบพาสเจอร์ไรซ์ และ (3) น้ำทับทิมแบบสกัดเย็นที่สามารถหาซื้อได้ตามร้านค้าออนไลน์ (Facebook และ Instagram) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิจัยวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวมของผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม 3 แบบ พบว่า น้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำทับทิมกลุ่มอื่น โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ที่ 79,794±35,948.20 Gallic acid-mg/ml/ ml ส่วนน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น และ น้ำทับทิมริมบาทวิถี มีปริมาณสารฟีนอลิกเฉลี่ยอยู่ที่ 34,129±24,021.09 Gallic acid-mg/ml/ ml และ 30,679±26,119.50 Gallic acid-mg/ml/ ml ตามลำดับ

2. จากการวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) ของผลิตภัณฑ์น้ำทับทิม 3 แบบ พบว่า น้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีค่า ORAC สูงที่สุดอยู่ที่ 1,061.29±667.62 mM Trolox/ml น้ำทับทิมแบบสกัดเย็น และ น้ำทับทิมริมบาทวิถี มีค่า ORAC เฉลี่ยอยู่ที่ 605.17±693.35 mM Trolox/ml และ 262.40±143.31 mM Trolox/ml ตามลำดับ

จากผลวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า น้ำทับทิมแบบพาสเจอไรซ์มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าน้ำทับทิมแบบสกัดเย็น และน้ำทับทิมริมบาทวิถี เนื่องจากมีปริมาณฟีนอลิกเฉลี่ย และ ค่า ORAC เฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา ระบุว่า

นอกจากน้ำทับทิมที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงแล้ว ส่วนต่าง ๆ ของทับทิม อาทิเช่น เปลือกของทับทิมก็เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญจำนวนมากซึ่งวัดค่าปริมาณฟีนอลิกได้ 2,746.8 μg GAE/g fw และพบว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าสารสกัดจากใบและเมล็ดทับทิมที่ตรวจวัดค่าปริมาณฟีนอลิกได้ 135.2 μg GAE/g fw (วัลวิภา และคณะ, 2559; Gözlekçi S et al., 2011) รวมทั้งเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ชนิดอื่น ๆ ที่ได้มีการทดสอบค่าปริมาณฟีนอลิก ได้แก่ น้ำสมอไทย (2,765.00±0.00 μg GAE/ml) น้ำมะตูมและน้ำใบเตย (1,749.76±0.02 μg GAE/ml) และน้ำองุ่นแดง (1,501.80±0.02 μg GAE/ml) (เนตรนภา เมยกลาง และคณะ, 2557) พบว่าเครื่องดื่มดังกล่าวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าน้ำทิบทิม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำผลไม้หลายชนิดในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าน้ำทับทิมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของการศึกษานี้

นอกจากนั้น ร่างกายของคนปกติทั่วไปที่ไม่มีภาวะเสี่ยงจะมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระประมาณ 3,000 - 5,000 หน่วยต่อวัน โดยผู้หญิงควรได้รับสารต้านอนุมูลอิสระประมาณ 5,400 หน่วยต่อวัน และ ผู้ชายควรได้รับสารต้านอนุมูลอิสระประมาณ 4,200 หน่วยต่อวัน โดยปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่กล่าวมาข้างต้นเพียงพอต่อร่างกายแล้วในกรณีที่บริโภคอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระที่มากเกินจำเป็นอาจส่งผลต่อไตที่เกิดการทำงานที่หนักขึ้นในการขับสารต้านอนุมูลอิสระส่วนเกินออกจากร่างกาย (สฤษฎ์ ถอสุวรรณ์, 2562)

5.2 ข้อจำกัด

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบปริมาณฟีนอลิกรวมและวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีจำนวนน้อยไป ส่งผลให้ผลการวิจัยไม่สามารถจัดลำดับและสรุปได้ว่าน้ำทับทิมยี่ห้อใดให้ผลการทดสอบที่ดีกว่ากัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการใช้วิธีการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการวิจัยในครั้งนี้ในการวัดปริมาณฟีนอลิก รวมและวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบมากยิ่งขึ้น

2. ควรทำการศึกษาประโยชน์ของน้ำทับทิมในแง่มุมอื่น ๆ นอกเหนือจากการต้านอนุมูลอิสระ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กนกวรรณ จารุกำจร, วิลัดดา สินทร, และ ชรินญา พิมพ์สอน. (2557). ความสัมพันธ์ของภาวะเครียดออกซิเดชั่นและภาวะไขมันในเลือดสูง. *วารสารพิษวิทยาไทย*. 29(1-2), 57-69.

กรกนก เอกโยธินวงศ์. (2561). การต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดกะเม็ง.

กรกช อินทราพิเชฐ, กนกอร อินทราพิเชฐ, และ ศจีรา คุปพิทยานันท. (2555). ทับทิม (Punica granatum) ไทยเพื่อสุขภาพ.

ณัฐนนท์ อยู่สถิตย์, และ ชญาดา กลิ่นจันทร. (2559). การวิเคราะห์สารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบสะระแหน่ ใบทับทิม และใบว่านแร้งคอดำเพื่อแปรรูปเป็นชาสมุนไพร. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3*. 2, 322-338.

เนตรนภา เมยกลาง, และ ดร.เฉลิม เรืองวิริยะชัย. (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 14(4), 69-79.

วรรณชนก บุญชู. (2554). ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในผัก. กรมอนามัย.

ศรมน สุทิน. (2559). วิตามินกับอนุมูลอิสระ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ*. 2(1), 80-92.

อธิป สกุลเผือก. (2559). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ.

ภาษาอังกฤษ

Anika, Höhn., et al. (2017). Happily (n)ever after: Aging in the context of oxidative stress, proteostasis loss and cellular senescence. *Redox Biology*. 11, 482–501.

Borut, P., and Rok, F. (2014). The protective role of antioxidants in the defence against ROS/RNS-mediated environmental pollution. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.

Cheng, P., et al. (2014). Aging and longevity between genetic background and lifestyle intervention. *BioMed Research International*. 10, 1155.

Dagfinn, A., et al. (2018). Dietary intake and blood concentrations of antioxidants and the risk of cardiovascular disease, total cancer, and all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 108(5), 1069–1091.

Domenico, F., et al. (2007). Effects of antioxidant supplementation on the aging process. *Clinical Interventions in Aging*. 2(3), 377–387.

Fabiana, V., et al. (2018). Long-Term Effect on Bioactive Components and Antioxidant Activity of Thermal and High-Pressure Pasteurization of Orange Juice. *Molecule*. 23(10), 2706.

Francesca, D., and Lynnette, R.F. (2017). Could pomegranate juice help in the control of inflammatory diseases?. *Nutrients*. 9(9), 958.

Gholamreza, K., et al. (2019). Effect of cold-pressed and normal centrifugal juicing on quality attributes of fresh juices: do cold-pressed juices harbor a superior nutritional quality and antioxidant capacity?. *Heliyon*. 5(6):e01917.

Gladyshev, V.N. (2014). The Free Radical Theory of Aging Is Dead. Long Live the Damage Theory!. *Antioxid & Redox Signal*. 20(4), 727–731.

Gözlekçi, S. et al. (2011). Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. *Pharmacognosy Magazine*. 7(26), 161-164.

Harman, D. (1956). Free radical theory of aging. *Mutation Research/DNAging*. 275(3-6), 257-266.

Heba, F., et al. (2020). Pomegranate juice as a functional food: a comprehensive review of its polyphenols, therapeutic merits, and recent patents. *Food & Function*. 11(7), 5768-5781.

Hidekazu, I., et al. (2011). In vivo anti-inflammatory and antioxidant properties of ellagitannin metabolite urolithin A. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 21(19), 5901-4.

Ilaria, L., et al. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical Interventions in Aging*. 13, 757–772.

Isabel, G., and Ana H. (2019). Intake of nutrient and non-nutrient dietary antioxidants; Contribution of macromolecular antioxidant polyphenols in an elderly Mediterranean population. *Nutrients*. 11(9), 2165.

Khaksar, G., Assatarakul, K., and Sirikantaramas, S. (2019). Effect of cold-pressed and normal centrifugal juicing on quality attributes of fresh juices: do cold-pressed juices harbor a superior nutritional quality and antioxidant capacity?. *Heliyon*. 5(6):e01917

Mateo, C., et al. (2004). Antioxidants and physical performance in elderly persons: the Invecchiare in Chianti (InCHIANTI) study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 79(2), 289–294.

Navindra, P.S., et al. (2008). Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(4), 1415-22.

Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., and Martın-Belloso, O. (2009). Antimicrobial activity of malic acid against Listeria monocytogenes, Salmonella enteritidis and Escherichia coli O157:H7 in apple, pear and melon juices. *Food Control*. 20(2), 105–112.

Reeg, S., and Grune, T. (2015). Protein Oxidation in Aging: Does It Play a Role in Aging Progression?. *Antioxid & Redox Signal*. 23(3), 239–255.

Siró, I., Kapolna, E., Kapolna, B., and Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—a review. *Appetite*. 51(3), 456-467.

Valachova, K., et al. (2011). Aurothiomalate as Preventive and Chain-Breaking Antioxidant in Radical Degradation of High-Molar-Mass Hyaluronan. *Chemistry & Biodiversity*. 8(7), 1274-83.

Vesna, V., et al. (2019). Composition and potential health benefits of pomegranate: A review. *Current Pharmaceutical Design*. 25(16), 1817-1827.

Walid, elfalleh., et al. (2011). Antioxidant capacities of phenolic compounds and tocopherols from Tunisian pomegranate (Punica granatum) fruits. *Journal of Food Science*. 76(5): C707-13.

Young-Hee, P., et al. (2014). Comparison of the effects of blending and juicing on the phytochemicals contents and antioxidant capacity of typical korean kernel fruit juices. *Preventive Nutrition and Food Science*. 19(2), 108-14.

Zahra, D., et al. (2018). Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. *Food and Chemical Toxicology*. 114, 108-111.

Zeynep, K.F., and Bedia, E. (2017). Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. *Food Chemistry*. 221, 496-507.

Zhang, W., Xiao, S., and Ahn, D.U. (2013). Protein oxidation: basic principles and implications for meat quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 53(11), 1191-201.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	พชร บุญเกียรติ
วัน เดือน ปี เกิด	19 เมษายน พ.ศ. 2536
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	2/92 คอนโดไอดีโอลาดพร้าว 17 แขวงจอมพล เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900
ประวัติการศึกษา	ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจภาษาญี่ปุ่น มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ พ.ศ. 2562 - ปัจจุบัน
ประวัติการทำงาน	Japanese Guest Relations Officer โรงแรมแมริออท สุขุมวิท พ.ศ. 2559 - 2560 Medical Representative บริษัท BTL Medical Technology จำกัด พ.ศ. 2563 - ปัจจุบัน