DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวสด เปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

ภัทร์ธินันท์ แสงเจริญวัฒนะ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2566

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

STUDY ON ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FRESH COCONUT WATER COMPARISON WITH PASTEURIZED COCONUT WATER

PATTHINUN SANGJAROENWATTANA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Anti-aging and Regenerative Medicine
College of Integrative Medicine,
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันน้ำมะพร้าวสดเปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์
เสนอโดย	ภัทร์ธินันท์ แสงเจริญวัฒนะ
สาขาวิชา	วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
กลุ่มวิชา	วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.เอกราช บำรุงพืชน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ดร.พยงค์ วณิเกียรติ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤกษ์)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วันที่ 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวสดเปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์
ชื่อผู้เขียน ภัทร์ธินันท์ แสงเจริญวัฒนะ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์
หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ)
ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวสดเปรียบเทียบน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์ จากการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวทั้งหมด 6 ตัวอย่าง มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ซึ่งการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH พบว่า น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด อัมพวา (C-HF) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด ร้อยละ 58.21±1.51 และมีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน ด้วยวิธี Ferric thiocyanate ได้ดีที่สุด (ร้อยละ 34.17±0.89) นอกจากนี้ พบว่า น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Coco max (C-CM) มีฤทธิ์ในการคีเลชันของโลหะสูงที่สุด (ร้อยละ 63.35±4.09) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมะพร้าวมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันทั้ง 3 กลไก มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดี ซึ่งมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพ เพื่อสุขภาพ ในการเลือกบริโภคได้

คำสำคัญ : น้ำมะพร้าวสด, น้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์, ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน, ฤทธิ์ต้านการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน, ฤทธิ์การเกิดคีเลชันของโลหะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thematic Paper Title STUDY ON ANTIOXIDANT ACTVITY OF FRESH COCONUT WATER COMPARISON WITH PASTEURIZED COCONUT WATER

Author Pathinun Sangjaroenwattana

Thematic Paper Advisor Assistant Professor Akkarach Bumrungpert, Ph.D.

Department Anti-aging and Regenerative Medicine

Academic Year 2023

ABSTRACT

Study on antioxidant actvity of fresh coconut water Comparison with Pasteurized coconut water. From the study of the anti-oxidation effect of coconut water, all 6 samples had anti-oxidation effect. The study of antioxidant activity using the DPPH method found that, Coconut water Namhom Sod variety, Amphawa (C-HF) It has best antioxidant activity of 58.21±1.51 % and lipid peroxidation activity with Ferric-Thiocyanate assay (34.17±0.89 %). In addition, found that the brand coconut water Coco max (C-CM) metal chelating activity by Ferric metal chelating assay the highest (63.35±4.09 %). This study has been suggested that the 3 mechanisms of the anti-oxidation activities, which has the potential to be developed into a health care product for health in choosing to consume.

Keywords : Fresh coconut water, Pasteurized coconut water, Antioxidant activity, lipid peroxidation activity, metal chelating activity

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและสนับสนุนอย่างสูงยิ่งจากบุคคลหลายท่าน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.ดร.เอกราช บำรุงพืชน์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลักที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ รวมถึงความเป็นห่วงเป็นใยและความใส่ใจที่ท่านอาจารย์มอบให้ ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างมากจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.นพ.มาศ ไม้ประเสริฐ และดร.นพ.ภาวิต หน่อไชย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทางด้านสถิติ ข้อแนะนำ สอบทานตรวจสอบรายงานสารนิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งสารนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันทรงคุณค่าด้วยความเมตตา ผู้เขียนตั้งปณิธานไว้ว่าจะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเอง ครอบครัว และผู้อื่นต่อไป รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในทุกเรื่องตลอดการเรียน

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา สำหรับการอบรมสั่งสอนและคำแนะนำการสนับสนุนและกำลังใจ ทำให้การทำสารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไป หากมี สิ่งผิดพลาดหรือข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับและขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ภัทร์ธินันท์ แสงเจริญวัฒนะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 2
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย..... 2
1.2 คำถามการวิจัย..... 2
1.3 กรอบแนวความคิด..... 2
1.4 สมมติฐานการวิจัยและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย..... 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากกการวิจัย..... 3
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย..... 3
2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 มะพร้าวน้ำหอม..... 4
2.2 น้ามะพร้าวน้าหอมพลาสเจอร์ไรซ์..... 6
2.3 การพลาสเจอไรซ์..... 8
2.4 อนุมูลอิสระ..... 11
2.5 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ..... 18
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 23

3.1 แผนการดำเนินงาน..... 23

3.2 เครื่องมือในการวิจัย..... 24

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 25

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 27

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมุลและอภิปรายผล..... 28

4.1 การเตรียมน้ำมะพร้าว..... 29

4.2 ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมันมะพร้าว..... 29

5 สรุปผลการวิจัย..... 34

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 34

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 35

รายการอ้างอิง..... 36

ภาคผนวก..... 39

ก การตรวจสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน..... 40

ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 46

ประวัติผู้เขียน..... 50

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 รหัสของตัวอย่างน้ำมะพร้าวแต่ละยี่ห้อ.....

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะทางกายภาพของมะพร้าวน้ำหอม..... 4
2.2 ระบบพาสเจอไรซ์ในภาชนะปิดผนึกสนิท..... 9
2.3 การพาสเจอไรซ์แบบเป็นกะ (batch pasteurization)..... 10
2.4 ระบบการพาสเจอไรซ์แบบต่อเนื่อง (in-line pasteurization)..... 11
2.5 สาเหตุ ที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นในร่างกาย..... 13
2.6 วิตามินซี..... 15
2.7 แอลฟา – โทโคฟีรอล 15
2.8 บิวทิลเลท ไฮดรอกซิลลานิโซล 16
2.9 บิวทิลเลท ไฮดรอกซิลทูลูอีน..... 16
2.10 โครงสร้างทางเคมีของ กรดแกลลิค..... 17
2.11 โครงสร้างทางเคมีของ EDTA..... 17
2.12 โครงสร้างทางเคมีของ EDTA จับกับไอออนของโลหะ..... 18
2.13 กลไกการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH..... 19
2.14 การโอนถ่ายอิเล็กตรอนของ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radicals (DPPH)..... 19
แก่อนุมูลอิสระ
2.15 กลไกการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน Lipid-peroxidation ด้วยวิธี Ferric-thiocyanate..... 20
2.16 กลไกการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี Ferrous Metal chelating..... 20
4.1 ลักษณะทางกายของน้ำมันมะพร้าว..... 29
4.2 ฤทธิต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันมะพร้าวสด และนำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์..... 30
4.3 ฤทธิยับยั้งเปอร์ออกซิเดชันของน้ำมันมะพร้าวสด และนำมะพร้าวพาสเจอร์ไรส์..... 31
4.4 ฤทธิ์คีเลชันของโลหะของน้ำมะพร้าวสด และน้ำมะพร้าวพาสเจอรไรซ์..... 32

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มะพร้าว ชื่อสามัญ Coconut มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Cocos nucifera* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae ชื่อท้องถิ่นได้แก่ ดุง โพล คอส่า หมากอุ๋น และหมากอูน ซึ่งจะพบในเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน มะพร้าวเป็นพืชยืนต้น และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มะพร้าวเป็นพืชที่คนทั่วโลกยกย่องให้เป็นต้นไม้แห่งชีวิต (Tree of life) เพราะทุกส่วนของต้นมะพร้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ทำเป็นของเล่น ของใช้ในครัวเรือน

นอกจากนี้ มะพร้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความเกี่ยวข้องกับคนไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ นำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลากหลายชนิด ทั้งอาหารคาว อาหารหวาน และยังมีประโยชน์อีกมากมาย มะพร้าวเป็นพืชที่มีเพียงสปีชีส์เดียว (PALMAE) แต่มีความหลากหลายของสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์จะมีรูปร่างหน้าตาที่แตกต่างกัน มีทั้งสีเหลือง สีเขียว และสีน้ำตาล รวมถึงขนาดรูปทรงของลูกมะพร้าวก็แตกต่างกัน

ในประเทศไทยมีสายพันธุ์มะพร้าวมากกว่า 80 สายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์มะพร้าวอ่อน เป็นสายพันธุ์ที่มีลูกค่อนข้างเล็ก เนื้อบาง น้ำมะพร้าวมีรสหวาน และมีกลิ่นหอมในบางสายพันธุ์ มะพร้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภท มะพร้าวต้นเตี้ย และมะพร้าวต้นสูง ต้นเตี้ยมีลำต้นเล็ก โตเต็มที่สูงประมาณ 12 เมตร ลักษณะเด่นคือ มีผลขนาดเล็ก มักให้ผลดก ไม่ค่อยกลายพันธุ์ นิยมนำมาปลูกเพื่อรับประทานผลอ่อน เพราะมีเนื้ออ่อนนุ่ม และน้ำมีรสหวาน บางสายพันธุ์น้ำมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีกลิ่นหอม[1]

น้ำมะพร้าว (liquid endosperm) อยู่ในช่องกลวงของเมล็ด ของต้นมะพร้าว (*Cocos nucifera* Linn) ที่มีเปลือกหนาหุ้มอยู่ ขณะที่ผลอ่อนจะมีน้ำมะพร้าวอยู่เต็ม แต่พอผลแก่น้ำมะพร้าวจะแห้งไปบางส่วน[2] “น้ำมะพร้าวเป็นอาหารธรรมชาติที่บริสุทธิ์ น้ำมะพร้าวคือส่วนของไซโตพลาสซึม ซึ่งเป็นของเหลวที่ไม่มีชีวิตภายในเซลล์ สารอาหารในน้ำมะพร้าวผ่านทาง อะโปพลาสของเมล็ด (seed apoplasm) และถูกส่งผ่านทางซิมพลาส (symplast) ไปยังเอนโดสเปิร์ม (endosperm)”[3] น้ำมะพร้าวเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่น เพราะมีสารอาหาร แร่ธาตุ และโปรตีน ซึ่งในน้ำมะพร้าว จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ประมาณร้อยละ 94 รองลงมาเป็นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน นอกจากนี้ ยังพบว่าน้ำมะพร้าวมีวิตามินซีสูง และพบในน้ำมะพร้าวที่อ่อน[4] ซึ่งเป็นส่วนที่นิยมนำมารับประทานเป็นเครื่องดื่ม ในปัจจุบัน ได้มีการบริโภคน้ำมะพร้าวน้ำหอมกันอย่างมาก จึงทำให้เกิดการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวน้ำหอมในรูปแบบพลาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งในท้องตลาดได้มีการวางจำหน่ายหลากหลายแบรน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ ฉัตราภรณ์ และคณะ [5] พบว่า น้ำมะพร้าวน้ำหอมมีประโยชน์มากมาย น้ำมะพร้าวมีสารพฤกษเคมีหลายชนิดและมีสรรพคุณช่วยป้องกันและรักษาโรคได้ และในท้องตลาดมีการจัดจำหน่ายน้ำมะพร้าวน้ำหอมในรูปแบบพลาสเจอร์ไรซ์หลายแบรน แต่ยังไม่มีรายงานการวิจัยที่นำน้ำมะพร้าวน้ำหอม มาทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเป็นผลการวิจัยของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งสารแอนตีออกซิแดนต์ เป็นกลไกในธรรมชาติที่ต่อต้านอนุมูลอิสระ ที่เกิดเพราะอิเล็คตรอนในวงแห

วนรอบนอกของโมเลกุลของเซลล์สูญหายไป จึงไปดึงอิเล็คตรอนจากโมเลกุลข้างเคียง ซึ่งก็ไปดึงอิเล็คตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงต่อๆไป จนเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้ไขมันที่เยื่อบุเซลล์เสียสภาพ ฉีกขาด สารพิษและเชื้อโรคจึงเข้าไปในเซลล์ได้ และไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหรือขับออก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของสารประกอบต่างๆ ภายในเซลล์และเกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์ ทำให้เกิดผลเสียสุขภาพ

ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวสด เปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์ โดยการนำน้ำมะพร้าวสด 2 สายพันธุ์ และน้ำมะพร้าวพลาสเจอร์ไรซ์ จำนวน 3 แบรนด์ ที่ได้รับความนิยม มาทำการศึกษาโดยจะ ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 กลไก คือ ฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH ฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน และฤทธิ์ยับยั้งการคีเลชันของโลหะ เพื่อที่จะสามารถนำน้ำมะพร้าวไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้ และเพื่อเป็นแนวทางในการบริโภคน้ำมะพร้าวน้ำหอมได้ โครงการวิจัยนี้ยังสามารถช่วยส่งเสริมการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเพื่อเป็นรายได้เสริม หลังจากเสร็จสิ้นโครงการวิจัยนี้สามารถนำผลงานวิจัยที่ได้ไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ นอกจากนี้ยังถือว่าโครงการนี้เป็นการอนุรักษ์พืชธรรมชาติมิให้สูญหายอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวสด เปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

1.3 คำถามการวิจัย

น้ำมะพร้าวสด และน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 กลไกหรือไม่ และน้ำมะพร้าวชนิดไหนมีฤทธิ์ต้านอนุมูอิสระได้มากกว่า

1.4 กรอบแนวความคิด

น้ำมะพร้าวสด

น้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูล DPPH
ฤทธิ์ยับยั้งลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน
ฤทธิ์ยับยั้งการคีเลชันของโลหะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.5 สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

น้ำมะพร้าวทั้งแบบสด และแบบพาสเจอร์ไรซ์ มีฤทธิ์ต้านอนมูลอิสระทั้ง 3 กลไก ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH ฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน และฤทธิ์ยับยั้งการคีเลชันของโลหะ ซึ่งน้ำมะพร้าวทั้ง 2 แบบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับหลังจากโครงการวิจัยนี้เสร็จสิ้น ได้น้ำมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 2 แบบ มีฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH ฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน และฤทธิ์ยับยั้งการคีเลชันของโลหะที่ดีที่สุด และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังสามารถนำผลงานวิจัยที่ได้จากโครงการนี้ไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของน้ำมะพร้าวน้ำหอมได้ เป็นการอนุรักษ์สายพันธุ์ธรรมชาติและภูมิปัญญาไทยที่บรรพบุรุษได้สืบทอดกันมาให้คงอยู่ต่อไป รวมทั้งทำให้เกิดการสร้างงานเพื่อเป็นพื้นฐานการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติของประเทศให้สู่ระบบอันเป็นสากลได้

1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, น้ำมะพร้าวน้ำหอม, น้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

Antioxidant, Sweet Young Coconut water, Pasteurized coconut water

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าวน้ำหอม

ภาพที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพของมะพร้าวน้ำหอม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Cocos nucifera L.

อยู่ในวงศ์ : Arecaceae

ชื่อสามัญ : Sweet Young Coconut

มะพร้าวน้ำหอม (Ma-Pow-Nam-Hom) มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้น ลำต้นเดี่ยวตั้งตรง ทรงต้นเป็นเรือนยอด ลำต้นมีลักษณะกลมๆ แข็ง และเหนียว มีสีเทา ใบประกอบแบบขนนก มีสีเขียวแก่ ดอกเป็นช่อมีสีเหลืองนวล ผลมีลักษณะทรงกลม หรือทรงรี เปลือกจะมีสีเขียว ข้างในจะมีกะลาแข็ง มีเนื้อนุ่มสีขาว รสชาติหวานมัน ข้างในมีน้ำใสๆ รสชาติหวานหอม มีกลิ่นหอม

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น เป็นไม้ยืนต้น มีลำต้นเดี่ยว ตั้งตรง และทรงต้นเป็นเรือนยอด ลำต้นมีลักษณะกลมๆ เปลือกแข็งและเหนียว มีปุ่มนูนขรุขระ มีรอยของกิ่งก้านที่หลุดออกไป เปลือกมีสีเทา

ราก เป็นระบบรากแก้ว แทงลึกลงในดิน มีลักษณะกลมๆ จะมีรากแขนงรากฝอยเล็กๆ ออกรอบๆ และมีสีน้ำตาล

ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก โคนก้านใบใหญ่ และจะแผ่กาบหุ้มลำต้นไว้ ใบเรียงเวียน มีลักษณะเล็กๆ รูปพัดจีบ โคนใบ และปลายใบปลายแหลม ขอบใบเรียบ แผ่นใบเรียบมัน และมีสีเขียวแก่

ดอก เป็นช่อ ออกตามซอกใบ มีทั้งสองเพศ ช่วงโคนช่อดอกเป็นเพศเมีย และช่วงปลายช่อดอกเป็นเพศผู้ มีลักษณะทรงกลมเล็กๆ มีสีเหลืองนวล และมีน้ำหวานอยู่มาก

ผล มีลักษณะทรงกลม หรือทรงรี มีผิวเรียบ ผลอ่อนเปลือกจะมีสีเขียว มีเส้นใยนุ่มอยู่ ข้างในมีกะลาแข็งแล้วมีเนื้อสีขาวนุ่ม รสชาติหวานมัน ข้างในมีน้ำใสๆ รสชาติหวานหอม มีกลิ่นหอม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.1.2 ประโยชน์และสรรพคุณมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมมีวิตามิน และแร่ธาตุ ประกอบด้วย ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินบี 5 มีวิตามินบี 6 แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม คาร์โบไฮเดรต สังกะสี ไขมัน โปรตีน โพแทสเซียม กรดอะมิโน สังกะสี เส้นใย และให้พลังงาน นอกจากนี้ ช่วยขับปัสสาวะ ช่วยบำรุงกำลัง ขับพยาธิ แก้กระหายน้ำ แก้พิษ แก้อาเจียน แก้บวมน้ำ แก้โรคเบาหวาน แก้โรคกระเพาะ รักษาโรคผิวหนัง แก้กลากเกลื้อน บำรุงหัวใจ บำรุงผิวไม่แห้ง บำรุงผิวพรรณ บำรุงผม แก้ไอ แก้หิด แก้ปวดฟัน แก้ท้องร่วง แก้ท้องเสีย แก้ท้องอืด แก้ท้องเฟ้อ แก้ปวดเอ็น แก้ปวดกระดูก แก้ร้อนใน บำรุงเลือด แก้เจ็บคอ แก้เจ็บปาก แก้ปากเปื่อย และช่วยรักษาแผล

2.1.3 สายพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม

พันธุ์ มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามสายพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้ อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ อาจแบ่งมะพร้าวออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทพันธุ์ต้นเตี้ย และประเภทพันธุ์ต้นสูง

(1) ประเภทพันธุ์ต้นเตี้ย มะพร้าวประเภทนี้ จะมีการผสมตัวเองค่อนข้างสูง จึงมักให้ผลดกและไม่ค่อยกลายพันธุ์ ส่วนใหญ่นิยมปลูกไว้เพื่อรับประทานผลอ่อน เพราะในขณะที่ผลยังไม่แก่ อายุประมาณ 4 เดือน เนื้อจะมีลักษณะอ่อนนุ่ม และน้ำมีรสหวาน บางสายพันธุ์น้ำจะมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีกลิ่นหอม

ลักษณะทั่วไปของประเภทพันธุ์ต้นเตี้ย มีลำต้นเล็ก โคนต้นไม่มีสะโพก ต้นเตี้ย โตเต็มที่สูงประมาณ 12 เมตร ทางใบสั้น ถ้ามีการดูแลปานกลางจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุ 3-4 ปี ให้ผลผลิตประมาณ 35-40 ปี มะพร้าวประเภทต้นเตี้ยมีหลายสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์จะมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เปลือกสีเขียวเหลือง นวล (สีงาช้าง) น้ำตาลแดง หรือมีสีส้ม น้ำจะมีรสหวาน กลิ่นหอม มะพร้าวต้นเตี้ยทุกสายพันธุ์จะมีผลขนาดเล็ก เมื่อผลแก่มีเนื้อบาง และน้อย ซึ่งได้แก่พันธุ์ นกคุ่ม หมูสีเขียว หมู่สีเหลือง หรือนาฬิกา มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย น้ำหอม และมะพร้าวไฟ ปัจจุบันมะพร้าวน้ำหอมกำลังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง ที่นิยมใช้ในการบริโภคสด และส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม

(2) ประเภทพันธุ์ต้นสูง ปกติมะพร้าวพันธุ์ต้นสูงจะผสมข้ามสายพันธุ์ คือ ในแต่ละช่อดอก (จั่น) หนึ่ง ๆ ดอกตัวผู้จะค่อย ๆ ทยอยบาน และร่วงหล่นไปหมดก่อนที่ดอกตัวเมียในจั่นนั้นจะเริ่มบาน จึงไม่มีโอกาสผสมตัวเอง มะพร้าวประเภทนี้เป็นมะพร้าวเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่ปลูกเป็นสวน เพื่อใช้เนื้อจากผลแก่ไปประกอบอาหาร หรือเพื่อทำมะพร้าวแห้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช

ลักษณะทั่วไปของประเภทพันธุ์ต้นสูง ลำต้นใหญ่ โคนต้นมีสะโพกใหญ่ ต้นสูง โตเต็มที่สูงประมาณ 18 เมตร ทางใบใหญ่ และยาว ถ้ามีการดูแลปานกลางจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุ 5-6 ปี อายุยืนให้ผลผลิตนานประมาณ 80 ปี มะพร้าวต้นสูงจะมีผลโตเนื้อหนาปริมาณเนื้อมาก มีลักษณะภายนอกหลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ผลขนาดกลาง ขนาดใหญ่ รูปผลกลม ผลรี บางสายพันธุ์เปลือกมีลักษณะพิเศษ คือ ในขณะที่ผลยังไม่แก่ เปลือกตอนส่วนหัวจะมีรสหวานใช้รับประทานได้ จึงมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน ได้แก่ สายพันธุ์กะโหลก มะพร้าวใหญ่ มะพร้าวกลาง ปากจก ทะลายร้อย เปลือกหวาน และมะแพร้ว มะพร้าวสายพันธุ์ลูกผสม แม้ว่ามะพร้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกกันมาแต่ดั้งเดิม จะมีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีขนาด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ผลค่อนข้างโต ทนทานต่อสภาพอากาศแล้งได้ดี แต่ในอุตสาหกรรมมะพร้าวในปัจจุบันได้พัฒนาทางด้านคุณภาพมะพร้าวมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

มะพร้าวน้ำหอม : เป็นสายพันธุ์ที่น้ำมีกลิ่นหอมชัดเจน แต่ความหวานอาจจะน้อยกว่ามะพร้าวน้ำหวาน มีผลขนาดเล็ก ยาวรี หัวแหลมท้ายแหลม รูปทรงและขนาดอยู่ระหว่างสายพันธุ์ก้นกลมมนกับพันธุ์ผลยาว ที่ก้นผลมีร่องคล้ายจีบ 3-4 ร่อง ช่วงต้นอายุยังน้อยจะให้ผลดกเหมือนพันธุ์ผลก้นกลมมน แต่เมื่ออายุต้นมากขึ้นความดกของผลจะลดลง

2.2 น้ำมะพร้าวน้ำหอมพลาสเจอร์ไรซ์[6]

"น้ำมะพร้าว" เป็นอีกหนึ่งในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่คนนิยมดื่มกันในปัจจุบัน การดื่มน้ำมะพร้าวแบบเย็น ๆ จะช่วยคลายความร้อนและเพิ่มความสดชื่น แต่สำหรับบางคนก็ดื่มโดยมุ่งเน้นไปที่การดูแลสุขภาพเป็นหลัก เพราะในน้ำมะพร้าวมีคุณประโยชน์จากวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย และไม่ทำให้น้ำหนักเพิ่ม หรืออาจนำน้ำมะพร้าวมาประยุกต์ทำเป็นเมนูขนมหวาน เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีรสชาติ และกลิ่นหอมอ่อน ๆ อันเป็นเอกลักษณ์

น้ำมะพร้าวนั้นอุดมไปด้วยคุณประโยชน์ที่มากมาย เพราะในมะพร้าว 1 ลูก อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินหลายชนิด ทั้งโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม วิตามินซี น้ำตาลกลูโคส และฟรักโทส เป็นต้น ซึ่งแร่ธาตุและวิตามินเหล่านี้ ต่างก็มีส่วนช่วยบำรุงร่างกายในแต่ละส่วน ไม่ว่าจะเป็นการบำรุงด้านผิวพรรณให้เปล่งปลั่งอ่อนเยาว์ ช่วยปรับฮอร์โมนของผู้หญิงให้มีความสมดุล บำรุงกระดูกให้แข็งแรง และยังช่วยทดแทนการสูญเสียน้ำของผู้ที่ออกกำลังกายให้รู้สึกสดชื่น และไม่เหนื่อยล้าอีกด้วย อย่างไรก็ตาม น้ำมะพร้าวตามท้องตลาดกลับมีให้ได้เลือกบริโภคมากมายหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นน้ำมะพร้าวแท้ น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าว น้ำมะพร้าวเผาไปจนถึงน้ำมะพร้าวน้ำหอม ระดับความเข้มข้นของน้ำมะพร้าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ น้ำมะพร้าวแท้ 100% และน้ำมะพร้าวแบบผสม โดยมีรายละเอียดต่างกัน ดังต่อไปนี้

2.2.1 น้ำมะพร้าวแท้ 100% คือ น้ำมะพร้าวที่สกัดมาจากลูกมะพร้าวแท้ ๆ ให้ความหวานจากธรรมชาติแบบที่ไม่ต้องเติมน้ำตาลเข้าไปเพิ่ม อีกทั้งยังไม่มีการแต่งกลิ่น รสชาติ สีสังเคราะห์ และไม่มีสารวัตถุกันเสีย ช่วยให้คุณได้ดื่มด่ำกับความเป็นธรรมชาติอย่างแท้จริง ที่สำคัญ ยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าแบบผสม

2.2.2 น้ำมะพร้าวแบบผสม เป็นเครื่องดื่มที่มีการผสมน้ำมะพร้าวแท้ลงไปบางส่วน ซึ่งแต่ละแบรนด์อาจจะมีการผสมน้ำมะพร้าวแท้เข้าไปในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น 40% หรือ 60% เป็นต้น และน้ำมะพร้าวประเภทนี้ยังมักจะแต่งกลิ่นเลียนแบบธรรมชาติ พร้อมกับเติมน้ำตาลเข้าไป เพื่อเพิ่มกลิ่นที่หอม และรสชาติหวานให้ใกล้เคียงกับน้ำมะพร้าวแท้ ซึ่งบางคนอาจจะชอบความหวานแบบนี้มากกว่า นอกจากนี้ ยังมีราคาที่ย่อมเยากว่าผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวแท้ 100% อีกด้วย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

น้ำมะพร้าวที่มีขายตามท้องตลาดมีหลากหลายรูปแบบมากมาย ซึ่งแต่ละบรรจุภัณฑ์ต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น

(1) ขวดพลาสติก มีน้ำหนักเบา สามารถพกติดตัวไปดื่มได้ทุกที่ มีฝาปิดขวดเพื่อป้องกันการหกเลอะเทอะได้ ที่สำคัญ ยังเป็นประเภทที่เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้ว สามารถช่วยรักษารสชาติและแร่ธาตุเอาไว้ได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ อีกด้วย

(2) กระป๋อง เป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทที่ต้องใช้ความร้อนสูง จึงทำให้รสชาติและกลิ่นของน้ำมะพร้าวแปรเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย แต่ก็ยังมีข้อดีคือ สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าบรรจุภัณฑ์แบบอื่น ๆ

(3) กล่อง UHT เป็นประเภทที่ผู้คนนิยมเลือกดื่มกันมากที่สุด เพราะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตที่สะอาด ปลอดภัยจากเชื้อโรค แถมยังช่วยรักษาคุณค่าทางสารอาหารได้ดีเทียบเท่ากับแบบขวดและเก็บรักษาไว้ได้นานอีกด้วย

จากประโยชน์และวิธีการเลือกน้ำมะพร้าวที่นิยมเลือกนำมาบริโภคนั้น การเลือกซื้อน้ำมะพร้าวในรูปแบบพาสเจอร์ไรซ์ ที่มีตามท้องตลาด ซึ่งมีหลากหลายยี่ห้อ และมี 10 ยี่ห้อ ที่ได้รับความนิยมในการเลือกซื้อมาบริโภค[7] โดยจะทำการคัดเลือก 3 อันดับแรกมาทำการทำการวิจัย มีดังนี้

(1) น้ำมะพร้าว ยี่ห้อ Cocomax

Cocomax เป็นน้ำมะพร้าวแบรนด์น้องใหม่ที่ได้รับรีวิวในแง่บวกจากผู้บริโภคเยอะ ถึงรสชาติอร่อย ดื่มง่าย และที่สำคัญ ภายใน 1 ขวดจะให้ปริมาณน้ำมะพร้าวเทียบเท่า 1 ลูกครึ่ง ทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงรสชาติหอมอร่อยของน้ำมะพร้าวแท้ 100% อีกทั้งยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อย่างเช่น โพแทสเซียม และแมงกานีสผสมอยู่ในปริมาณที่สูงอีกด้วย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Malee Coco

Malee เป็นน้ำมะพร้าวที่เน้นการคัดสรรมะพร้าวคุณภาพดีจากธรรมชาติ มาผ่านกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน โดยไม่มีการแต่งกลิ่น แต่งสี อีกทั้งยังปราศจากสารวัตถุกันเสีย และไม่เติมน้ำตาลเข้าไปเพิ่ม ทำให้เข้าถึงรสชาติดั้งเดิมแท้ ๆ นอกจากนี้ ยังได้รับแร่ธาตุจากธรรมชาติไปแบบเต็ม ๆ ที่สำคัญคือ ไม่มีคอเลสเตอรอลอีกด้วย ทำให้สามารถดื่มได้อย่างสบายใจไม่อ้วน

(3) น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Tipco

Tipco เป็นน้ำมะพร้าวแท้ 100% ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่มีคุณภาพ และได้มาตรฐาน มั่นใจในความสะอาดและปลอดภัย ยิ่งไปกว่านั้น ยังปราศจากสารเติมแต่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำตาล สารกันเสีย หรือสารแต่งกลิ่น ผลิตภัณฑ์จะมาในรูปแบบกล่อง 200 มิลลิลิตร จัดเก็บได้อย่างสะดวก สามารถพกพาสะดวก เพื่อเติมความสดชื่นระหว่างวันได้

2.3 การพลาสเจอไรซ์[7]

การพาสเจอไรซ์ (pasteurization) เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) โดยการใช้ความร้อน (thermal processing) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) รวมทั้งจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (food spoilage) การทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภค

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์ต้องเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทนต่อความร้อนให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้เพื่อการพาสเจอไรซ์น้ำนมระบบ (low temperature long time, LTLT) คือ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ Mycobacterium tuberculosis ซึ่งทำให้เกิดวัณโรค และ Coxiella burnetti ซึ่งทำให้เกิดโรค Q fever

นอกจากนี้ความร้อนยังเพียงพอที่จะทำลาย ยีสต์ (yeast) รา (mold) แบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด แต่มีจุลินทรีย์ 2 กลุ่มที่อาจจะมีชีวิตรอดจากการทำลายด้วยการพาสเจอไรซ์คือ จุลินทรียที่ทนต่อความร้อน (thermoduric microorganism) และจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง (thermophilic microorganism) จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) หรือหากต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เช่น การลดวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity, a_w) การใช้น้ำตาล เกลือ ความเข้มข้นสูง การปรับให้เป็นกรด (acidification) การใช้สารกันเสีย (preservative) เป็นต้น

2.3.1 กรรมวิธีการพาสเจอไรซ์

การพาสเจอไรซ์อาหารที่ใช้โดยทั่วไปจะใช้ความร้อน จึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อน (thermal processing) วิธีหนึ่ง ซึ่งปกติจะใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่อาจจะใช้กระบวนการอื่นเพื่อการพาสเจอไรซ์ได้ เช่น การฉายรังสี (irradiation) การใช้ความดันสูง (high pressure) การให้ความร้อนวิธีโอมห์มิก (Ohmic heating) เป็นต้น

ประเภทของการพาสเจอไรซ์

2.3.2 การพาสเจอไรซ์อาหารสามารถแบ่งตามวิธีการผลิตได้[8] ดังนี้

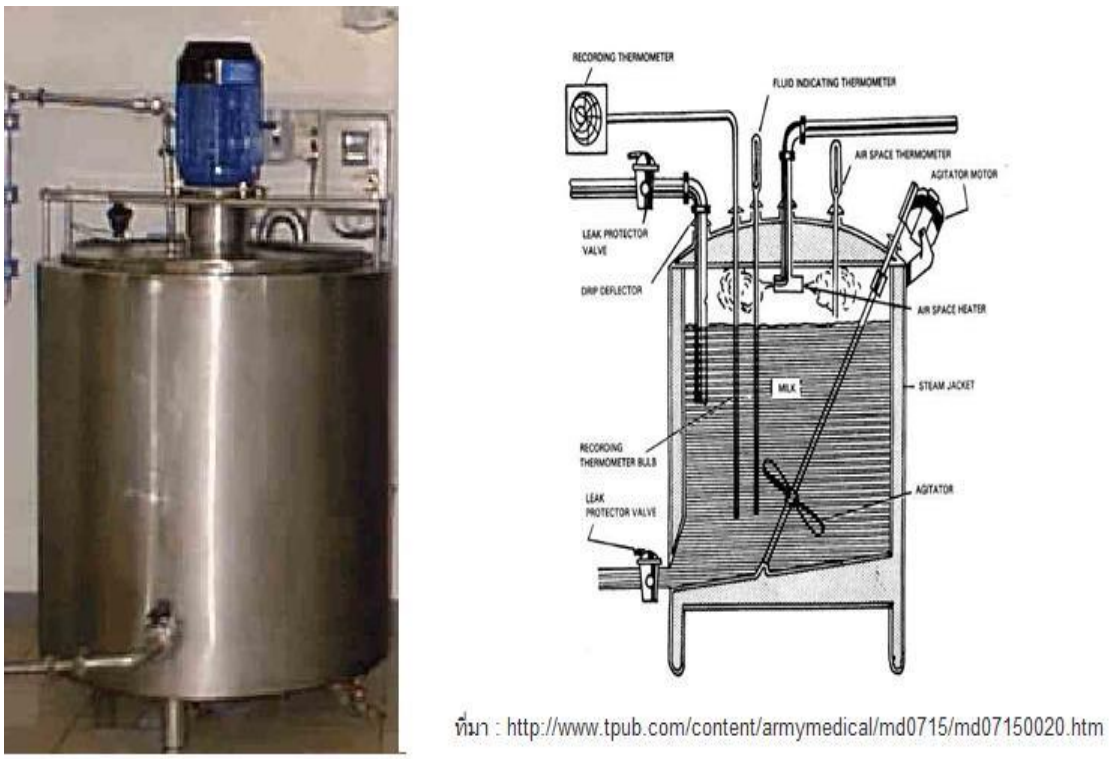
(1) การพาสเจอไรซ์อาหารในภาชนะปิดผนึกสนิท (In-container pasteurization)

ภาพที่ 2.2 ระบบพาสเจอไรซ์ในภาชนะปิดผนึกสนิท (in-container pasteurization)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) การพาสเจอไรซ์ก่อนการบรรจุ ใช้ในการพาสเจอไรซ์ ผลิตภัณฑ์อาหารเหลว ได้แก่ เช่น น้ำนม (milk) เบียร์ (beer) ไอศกรีมมิกซ์ (ice cream mixed) น้ำผลไม้

(2.1) การพาสเจอไรซ์แบบเป็นกะ (batch pasteurization)[9] การต้มในหม้อต้ม (batch pasteurizer) อาจเรียกว่า vat pasteurization ซึ่งให้ความร้อนแก่อาหารจนได้อุณภูมิและเวลาตามที่ต้องการ ซึ่งการพาสเจอไรซ์วิธีนี้ ความร้อนจะถ่ายเทอย่างช้า เป็น low temperature long time (LTLT) proecess เมื่อครบกำหนดเวลาจึงถ่ายอาหารเหลวขณะร้อนออกมาบรรจุใส่ในบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 2.3 การพาสเจอไรซ์แบบเป็นกะ (batch pasteurization)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2.2) การพาสเจอไรซ์แบบต่อเนื่องในท่อ[10] (in-line pasteurization หรือ continuous pasteurization

ภาพที่ 2.4 ระบบการพาสเจอไรซ์แบบต่อเนื่อง (in-line pasteurization)

2.4 อนุมูลอิสระ

2.4.1 สารอนุมูลอิสระ[11]

อนุมูล หรือ อนุมูลอิสระ คือ อะตอม โมเลกุล หรือสารประกอบที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวอยู่ในออร์บิทัลวงนอกสุดที่มีระดับพลังงานสูง อนุมูลอิสระมีทั้งที่อยู่ในสภาวะที่เป็นกลางทางไฟฟ้า และอนุมูลในสภาวะที่มีประจุไฟฟ้า โดยมีทั้งประจุบวกและประจุลบ สัญลักษณ์ทางเคมีของอนุมูล หรืออนุมูลอิสระ คืออิเล็กตรอนเดี่ยวของอนุมูลซึ่งจะแสดงด้วยจุดในตำแหน่งข้างบนของสัญลักษณ์ทางเคมี เช่น อนุมูล $A^{\bullet}$ อนุมูล $A^{-\bullet}$ และ อนุมูล $A^{+\bullet}$ โดยเฉพาะอนุมูลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากกว่าอนุมูลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เนื่องจากอิเล็กตรอนเดี่ยวจะไม่เสถียรและพยายามจับคู่อิเล็กตรอนเดี่ยวกัน

ดังนั้นอนุมูลอิสระจึงมีคุณสมบัติเฉพาะ คือ มีความไวสูงต่อการเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ๆ อย่างไรก็ตามยังคงมีอนุมูลอิสระบางชนิดที่มีความเสถียร ไม่ไวในการเกิดปฏิกิริยาและสามารถคงอยู่ในสภาพอนุมูลได้นาน อนุมูลอิสระที่มีความเสถียรมีจำนวนน้อยชนิดมาก ตัวอย่างของอนุมูลอิสระที่มีความสำคัญทางชีวภาพ ได้แก่ อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนอิออน ($O^{-\bullet}$) อนุมูลไฮดรอกซี ($^{\bullet}OH$) อนุมูลอัลคอกซี ($RO^{\bullet}$) และอนุมูลเปอร์ไฮดรอกซี ($HO_2^{\bullet}$) อนุมูลอิสระเหล่านี้จัดเป็นอนุมูลที่ไวในการเกิดปฏิกิริยาสูงมาก และขณะที่ไนตริกออกไซด์ (NO) หรืออนุมูลไนตริกออกไซด์ ($^{\bullet}NO$) อนุมูลวิตามินอี และอนุมูลวิตามินซี เป็นอนุมูลอิสระที่มีความไวสูงรองลงมา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การเกิดอนุมูลอิสระมีได้หลายกลไกที่แตกต่างกัน ดังนี้

ก. การแตกตัวของพันธะโควาเลนท์แบบโฮโมไลซิส

$$A : B \longrightarrow A^{\bullet} + B^{\bullet}$$

ข. การเพิ่มอิเล็กตรอน 1 ตัวให้แก่อะตอมที่เป็นกลาง ทางไฟฟ้า

$$A + e^- \longrightarrow A^{-\bullet}$$

ค. การสูญเสียอิเล็กตรอน 1 ตัวจากอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้า

$$A \longrightarrow A^{+\bullet} + e^-$$

2.4.2 กระบวนการสร้างอนุมูลอิสระภายในร่างกาย[11]

อนุมูลอิสระเป็นกระบวนการปกติที่เกิดขึ้นในร่างกาย รวมถึงการได้รับสารจากภายนอกโดยจะเข้ามากระตุ้นภายในร่างกายให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระ โดยจะกล่าวถึงภาวะที่เกิดขึ้นภายในร่างกายเท่านั้น

(1) อนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการหายใจและกระบวนการสร้างพลังงานภายในร่างกาย

ไมโตรคอนเดรียเป็นแหล่งที่สร้างพลังงานและเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ ซึ่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นคืออนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนอิออน อนุมูลไฮดรอกซี และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เมื่อสร้างพลังงานให้กับร่างกายโดยออกซิเดทีฟฟอสโฟรีเลชัน (oxidative phosphorylation) พบว่าออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้สร้างพลังงานจะมีการรีดิวซ์ไม่สมบูรณ์ประมาณ 2-10% ได้เป็นอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนอิออน ซึ่งจะนำไปสู่อนุมูลอิสระตัวอื่น คือ อนุมูลไฮดรอกซี และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยที่อนุมูลไฮดรอกซีที่เกิดจากอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนอิออน ในสภาวะที่มี Fe^{2+} เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ยังทำให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซีจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยปฏิกิริยาเฟนตัน (Fenton) ($Fe^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow Fe^{3+} + HO^{\bullet} + OH^-$) นอกจากปฏิกิริยาเฟนตันแล้วยังทำให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซี โดยปฏิกิริยาฮาเบอร์ไวส์ (Haberweiss) จากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($Fe^{2+} + O_2^{-\bullet} + H_2O_2 \longrightarrow Fe^{3+} + O_2 + HO^{\bullet} + OH^-$) อนุมูลอิสระที่หลุดออกมาจากโมเลกุลอื่นเพื่อทำให้ตัวเองเสถียรขึ้น ซึ่งทำให้มีอนุมูลอิสระตัวใหม่เกิดขึ้น เป็นจุดเริ่มต้นของปฏิกิริยาลูกโซ่เพื่อสร้างอนุมูลอิสระ หากไม่มีการยับยั้งให้มีการสร้างลดลงของอนุมูลตัวใหม่ จะทำให้เกิดปฏิกิริยา เช่น ลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ซึ่งเป็นการสร้างอนุมูลอิสระภายในเยื่อหุ้มเซลล์

(2) อนุมูลอิสระที่สร้างขึ้นในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

เมื่อเซลล์ในร่างกายของเราพบว่ามีแบคทีเรียเข้าสู่ร่างกายจะมีการสร้างอนุมูลอิสระมาทำลายแบคทีเรียนั้นๆ ซึ่งระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายจะควบคุมการสร้างอนุมูลอิสระ แต่ถ้าเมื่อใดที่ระบบภูมิคุ้มกันไม่สามารถควบคุมการสร้างได้ จะทำให้เกิดโทษต่อร่างกายโดยอนุมูลอิสระที่มีการสร้างขึ้นมากมายจะไปทำลายเซลล์ร่างกาย เช่น การเป็นโรคออโต้อิมมูน (autoimmune diseases)

(3) อนุมูลอิสระเป็นผลผลิตที่มาจากการทำงานของเอนไซม์หรือปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย

อนุมูลอิสระจะถูกสร้างจากกระบวนการย่อยสลายของอะดีนาลีน(adrenaline) กระบวนการเมแทบอ ริซึมของไขมัน (lipid metabolism) และ เหล็ก (iron metabolism)

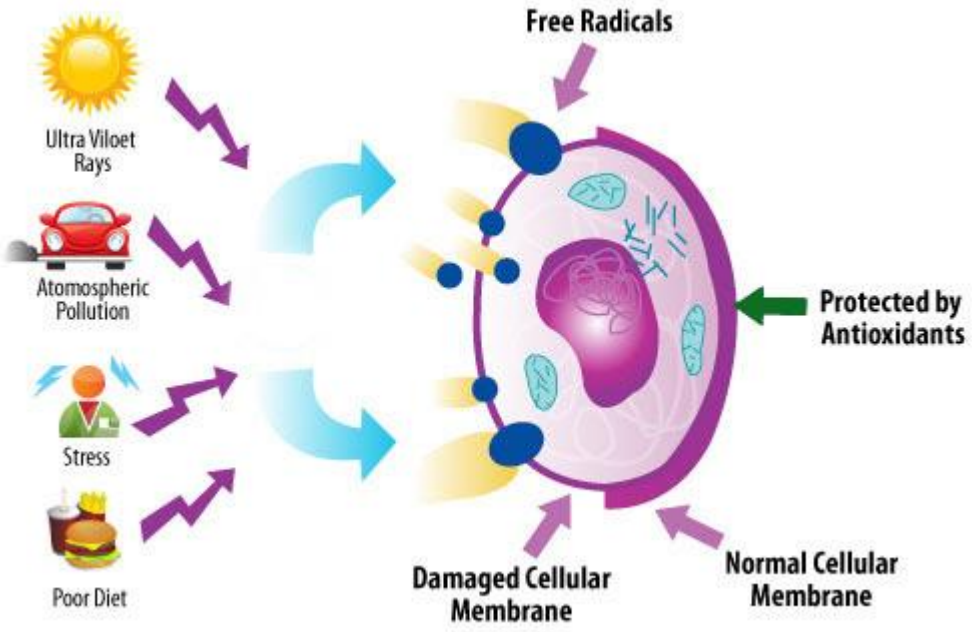
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.4.3 ความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ[11]

อนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเกิดโรค ทั้งเป็นต้นเหตุของการเกิดโรค และเป็นปัจจัยทำให้โรคมีพัฒนาการอย่างรวดเร็วและมีความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับความเสื่อมและความบกพร่องของเซลล์ประสาท และระบบสื่อประสาทในสมอง และสภาวะขาดเลือดของอวัยวะที่สำคัญต่อ การดำรงชีวิต คือ หัวใจ และสมอง นอกจากนี้อนุมูลอิสระยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบ อนุมูลอิสระมีความไวสูงไม่คงตัวเนื่องจากมีอิเล็กตรอนเดี่ยวไร้คู่ ดังนั้นจึงพยายามหาอิเล็กตรอนมาจับคู่ทำให้มีความคงตัวขึ้น เป้าหมายแรกที่อนุมูลอิสระทำให้เกิดความเสียหายและเป็นสาเหตุของการเกิดโรค คือ ชีวโมเลกุลที่สำคัญในร่างกายที่ไวต่อการถูกออกซิไดส์ ได้แก่ ลิพิดที่เป็นองค์ประกอบของเยื้อหุ้มเซลล์ โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ รีเซพเตอร์ และสารสื่อประสาท และ ดีเอ็นเอ

สาเหตุ ที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นในร่างกาย ในกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร ร่างกายจำเป็นต้องอาศัยออกซิเจนช่วย ในกระบวนการนี้ทำให้ได้ออกซิเจนที่มีประจุลบ ซึ่งก็คือ อนุมูลอิสระ สารตัวนี้นอกจากจะรวมตัวกับไขมันไม่ดีแล้ว ยังสามารถรวมตัวกับสารบางชนิดในร่างกาย แล้วก่อให้เกิดเป็นสารพิษที่ทำลายเนื้อเยื่อ หรืออาจไปเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ปกติแปรสภาพเป็นเซลล์มะเร็งในที่สุด ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ร่างกายขาดวิตามิน และเกลือแร่บางชนิด รังสียูวี จะเป็นตัวทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดริ้วรอยก่อนวัยอันควร มลพิษต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ควันรถ ควันบุหรี่ สารเคมีปนเปื้อน ยาฆ่าแมลง[12]

การรับประทานอาหารที่ผ่านการทอดด้วยอุณหภูมิสูง อาหารปิ้ง ย่าง และสารปรุงแต่งอาหาร การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารเคมีต่างๆ และความเครียด พักผ่อนไม่เพียงพอ ไม่ออกกำลังกาย เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 สาเหตุ ที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นในร่างกาย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.4.4 การป้องกันอันตรายและความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ[11]

โดยธรรมชาติแล้วจะมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นในเซลล์และร่างกายหลายชนิด มีทั้งที่เป็นประโยชน์และให้โทษประกอบด้วย เซลล์และร่างกายจะเป็นอันตรายและเสียหายหากมีอนุมูลอิสระจำนวนมากเกินสมดุล ดังนั้นเซลล์ร่างกายจึงมีกลไกเพื่อควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระไม่ให้สูงจนเกินอันตราย กลไกสำคัญที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระมีกลไกอิสระอยู่สามกลไก โดยทำหน้าที่ลดผลกระทบที่เป็นอันตรายของอนุมูลต่อเซลล์ ในภาวะปกติกลไกเหล่านี้ถือว่าเพียงพอต่อการรักษาปริมาณอนุมูลอิสระให้อยู่ในสมดุลได้กลไกที่สำคัญที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระให้อยู่ในสมดุลได้แก่

(1) เอนไซม์ต้านออกซิเดชัน (antioxidant enzymer)

1. เอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (Superoxide dismutase, SOD) เอนไซม์

SOD จะทำหน้าที่ขจัดอนุมูลอิสระเริ่มต้นที่เกิดขึ้นในร่างกาย คืออนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์แอนอิออน โดนแรงปฏิกิริยาดิสมิวเตสในการเปลี่ยนอนุมูล ซุปเปอร์ออกไซด์ ($O_2^{-\bullet}$) ให้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

$$2O_2^{-\bullet} + 2H^+ \xrightarrow{SOD} H_2O_2 + O_2$$

(2) เอนไซม์คาตาเลส (Catalase, CAT) เอนไซม์คาตาเลสเป็นเอนไซม์ซึ่งอยู่ในเปอร์

ออกซิโซม มีฮีม คือ ferriprotoporphyrin เป็นองค์ประกอบ โครงสร้างเอนไซม์คาตาเลสประกอบด้วยหน่วยย่อยของโปรตีนอีก 4 หน่วยย่อยที่เหมือนกัน เอนไซม์คาตาเลสทำหน้าที่เปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปเป็นโมเลกุลของน้ำและออกซิเจน

$$2H_2O_2 + 2H^+ \xrightarrow{CAT} 2H_2O + O_2$$

(3) เอนไซม์กลูตาไทโอนเปอร์ออกไซด์ (Glutathione peroxidase ,GP**x)** เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจะมีธาตุซีเลเนียมเป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ในโครงสร้างของเอนไซม์ เอนไซม์ GPx ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ได้แก่ ลิพิดเปอร์ออกไซด์ (ROOH) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยมีการออกซิไดส์กลูตาไทโอน (GSH) ร่วมในปฏิกิริยาด้วย เป็นการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเฟนตันซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ เอนไซม์นี้ปกป้องเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่ให้ถูกทำลายหรือเสียหายจากภาวะที่ร่างกายถูกออกซิไดซ์หรือมีอนุมูลอิสระมากเกินไป

$$H_2O_2 + 2GSH \xrightarrow{GPx} GSSG + H_2O$$

$$ROOH + 2GSH \xrightarrow{GPx} ROH + GSSG + H_2O$$

(4) สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

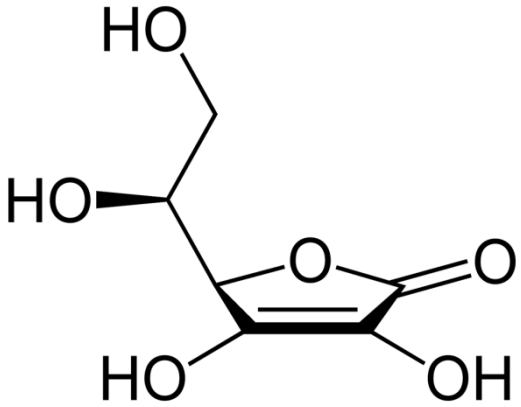
สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลให้หมดไป หรือหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ไม่ให้ดำเนินต่อ[11]

สารอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น

(4.1) วิตามินซี[13] มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี จึงมีหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระในเซลล์และอวัยวะที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก วิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก ($AscH_2$) มีหมู่ไฮดรอกซี 2 หมู่ที่แตกตัวให้ไฮโดรเจนได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปฏิกิริยาโดยรวมคือ การให้อิเล็กตรอน 1 ตัว ร่วมกับอะตอมไฮโดรเจน แก่อนุมูลอิสระ เป็นการกำจัดหรือขยายอนุมูลอิสระคือ $R^{\bullet}$ ให้เป็น RH จากการกำจัดนี้จะได้อนุมูลอิสระตัวใหม่ที่มีความไวต่ำคือ $ACS^{\bullet-}$



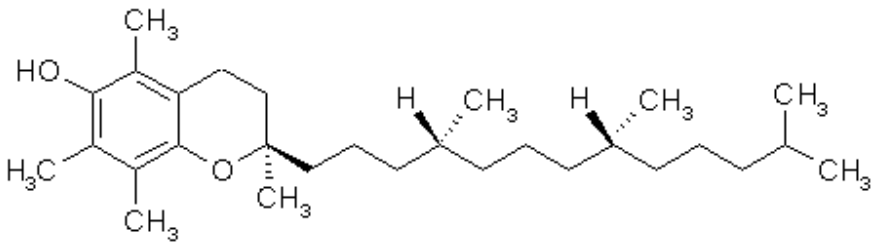
ภาพที่ 2.6 วิตามินซี

(4.2) วิตามินอี หรือ tocopherol เป็นวิตามินที่ละลายได้ในไขมันเป็นสารต้านออกซิเดชันที่สำคัญ โดยวิตามินอีทำงานร่วมกับสารต้านออกซิเดชัน ตัวอื่นๆ เช่น วิตามินซีและซิลิเนียมเป็นต้น วิตามินอีช่วยปรับให้ร่างกายสามารถนำเอาวิตามินเอมาใช้ ซึ่งจะช่วยในการป้องกันสารที่เป็นพิษที่มีผลมาจากโลหะ เช่น ตะกั่ว ในธรรมชาติมีวิตามินอีอยู่หลายชนิด ปัจจุบันแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ โทโคฟีรอล และ โทโคไทอินอล แต่ละกลุ่มยังแยกเป็นวิตามินย่อยๆ อีก 4 ชนิด ได้แก่ อัลฟ่า (α-) เบต้า (β-) แกมม่า (γ-) และเดลต้า (δ-) วิตามินอีทำหน้าที่เป็นตัวให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูล peroxyl[14-15] ดังสมการ

α- tocopherol + LOO• ⟶ α- tocopherol•+ LOOH

อนุมูล α- tocopherol• ที่เกิดขึ้น สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูล peroxyl ตัวอื่นทำให้ได้สารที่มีความเสถียร (LOO-α- tocopherol) ดังสมการ เป็นผลให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันหยุดลง

α- tocopherol• + LOO• ⟶ LOO- α- tocopherol

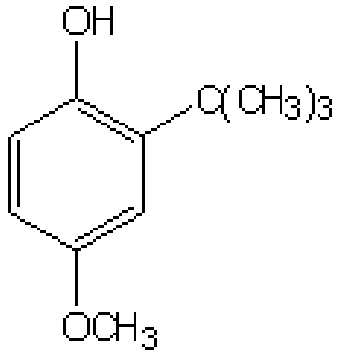


ภาพที่ 2.7 แอลฟา – โทโคฟีรอล

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

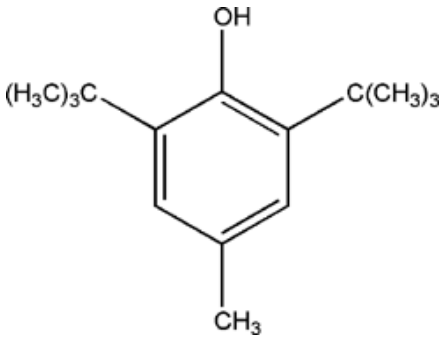
(5) สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidants)

(5.1) บีเอชเอ (butylated hydroxylanisole,BHA) เป็นวัตถุกันหืนที่นิยมใช้กันมากชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบที่มีผลึกสีขาวหรือมีสีเหลือง มีกลิ่นฉุน ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารผสม 2- และ 3- tert –butyl -4 - hydroxyanisole หรืออาจใช้ร่วมกับแกลเลตหรือบีเอชที เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น[16] ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 บิวทิลเลท ไฮดรอกซิลลานิโซล

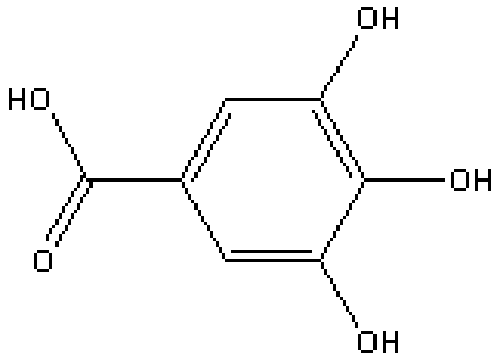
(5.2) บีเอชที (butylated hydroxytoluene,BHT) เป็นวัตถุกันหืนชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันเช่นเดียวกับบีเอชเอ แต่มีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย บีเอชทีเป็นสารประกอบที่เป็นผลึกสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ไม่ละลายน้ำ และ propane-1,2-diol แต่ละลายในแอลกอฮอล์ และให้กลิ่นฟีนอล (phenol) เช่นเดียวกัน มักนิยมให้ผสมกับวัตถุกันหืนชนิดอื่น เพื่อเสริมให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น นิยมใช้ในอาหารประเภท ไขมันสัตว์ น้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผลิตภัณฑ์ปลา และน้ำมันหอมระเหย[17] ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 บิวทิลเลท ไฮดรอกซิลทูลูอีน

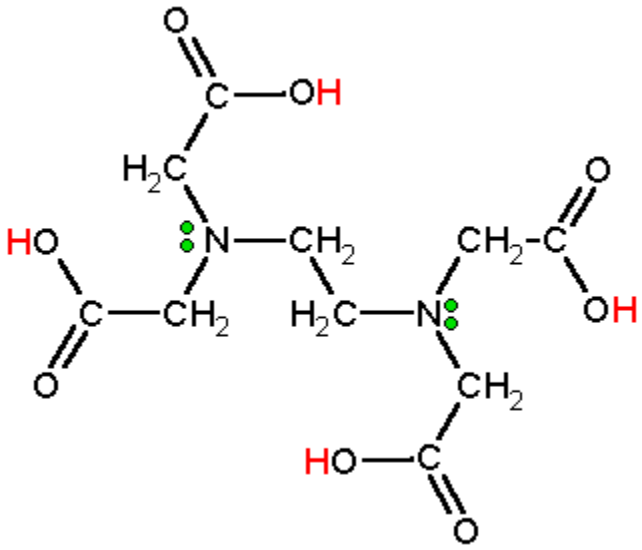
(5.3) กรดแกลลิค หรือ 3, 4, 5-hydroxybenzoic acid เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลทางเคมีคือ $C_7H_6O_5$ Gallic acid เป็นส่วนประกอบของแทนนิน พบมากในองุ่น ใบชา เปลือกไม้โอ๊ค และพืชอื่นๆ โดยทั่วไปจะใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมทางยา คุณสมบัติของ กรดแกลลิค คือ สามารถยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัส และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดี[18] ดังภาพที่ 2.10

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



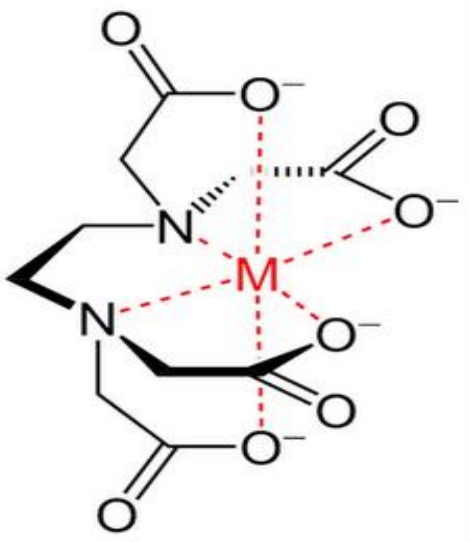
ภาพที่ 2.10 โครงสร้างทางเคมีของ กรดแกลลิค

(5.4) อีดีทีเอ หรือ (Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) มีสูตรโมเลกุลทางเคมีคือ $C_{10}H_{16}N_2O_8$ มีคุณสมบัติเป็นสารคีเลท โดยการจับกับธาตุโลหะที่มีประจุ เช่น ตะกั่ว เหล็ก สังกะสี แคดเมียม แมงกานีส และทองแดง ซึ่งประโยชน์ทางการแพทย์สามารถนำมาใช้กำจัดไอออนของโลหะต่างๆได้[19] ดังภาพที่ 2.11, 2.12



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างทางเคมีของ EDTA

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างทางเคมีของ EDTA จับกับไอออนของโลหะ

2.5 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ

2.5.1 ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Anti-oxidation activity)

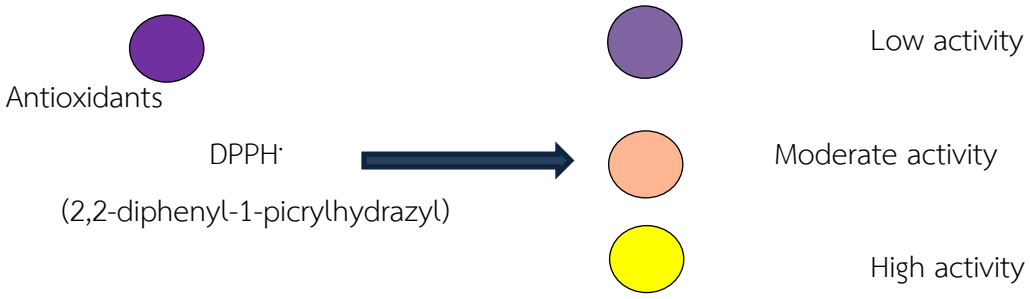
ในสิ่งมีชีวิตต้องการใช้พลังงานเพื่อประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจะต้องใช้ออกซิเจนเพื่อการสร้างพลังงาน โดยใช้โมเลกุลของออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในขั้นสุดท้าย และจะถูกรีดิวซ์เป็นน้ำซึ่งเป็นสารที่ไม่ก่อปฏิกิริยา ส่วนปฏิกิริยาของออกซิเจนนั้นสามารถก่อสารอนุมูลอิสระ และอนุมูลว่องไวปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ reactive oxygen species หรือ ROS ซึ่งการเพิ่มสารเหล่านี้จะทำให้มีผลทำลายสารชีว-โมเลกุล ได้แก่ โปรตีน กรดนิวคลีอิก หรือลิปิด ซึ่งจะทำให้การทำงานบกพร่องไปและไม่สามารถกลับมาทำงานได้อีก ภาวะนี้เรียกว่า ภาวะเครียดออกซิเดชั่น (oxidative stress) นอกจากนี้ยังสามารถก่อให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของสารออกซิเดชัน เช่น การเกิดเปอร์ออกซิเดชันของลิปิด (lipid peroxidation) ทำให้เกิดการทำลายเซลล์เมมเบรนอย่างต่อเนื่อง สารภายในเซลล์รั่วไหล และทำให้เซลล์ตายในที่สุด นอกจากนี้โลหะบางประเภท เช่น เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) ที่มีอยู่ในร่างกายสามารถที่จะก่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เช่นกัน[20]

สารต้านออกซิเดชัน(antioxidant) คือ สารที่ทำหน้าที่ยับยั้งหรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสารที่สามารถขจัดอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย ร่างกายมีระบบต้านออกซิเดชัน แบ่งได้เป็น2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรก กำจัดสารอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์superoxide dismutase,glutathione peroxidase, catalase, peroxidase, cytochrome C peroxidase ทองแดง สังกะสี ซีเลเนียม โปรตีนซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล (ceruloplasmin) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านออกซิเดชัน ในกลุ่มที่ทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่นี้ได้แก่ วิตามินอี เบต้า-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone, uric acid, bilirubin,albumin, sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งมีอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากวิธีนี้ยังมีสารประกอบฟีโนลิก(phenolic compounds) และสารกลุ่มflavanoids ที่มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันอีกด้วย[20]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

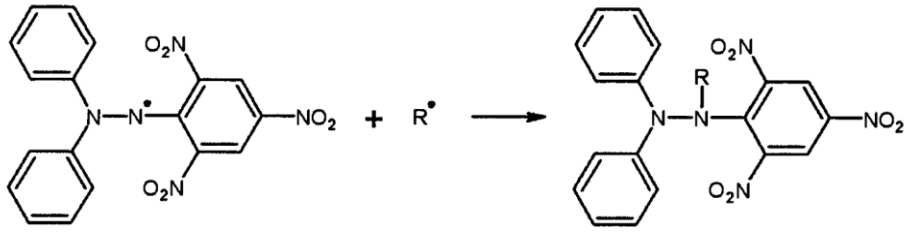
การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระหรือฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการให้สารตัวอย่างทำปฏิกิริยากับ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรมีสีม่วง เมื่อ DPPH ได้รับอิเล็กตรอนหรืออนุมูลอิสระไฮโดรเจน จะเปลี่ยนเป็น DPPH:H ติดตามผลโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH[21]



ภาพที่ 2.13 กลไกการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ข้อดีของวิธีนี้คือ ทำได้ง่ายโดยไม่ต้องทำปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดอนุมูลเหมือนกับกรณีอนุมูล $ABTS^{+\circ}$ นิยมใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติอย่างไรก็ตามอนุมูล $DPPH^{\circ}$ มีความคงตัวไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลที่เกิดในเซลล์หรือร่างกาย ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลที่มีความไวสูงได้

สารต้านอนุมูลอิสระใช้ในการทดสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ (Scavenging activity) เช่น วิตามินซี



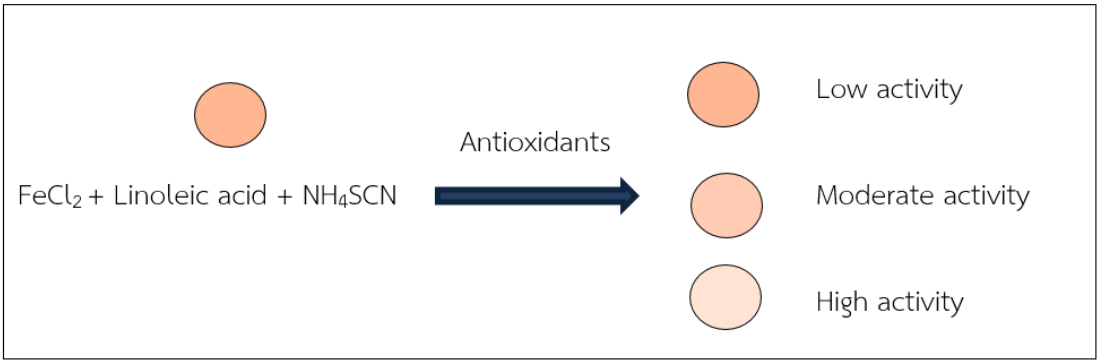
สีม่วงอมน้ำเงิน สีเหลือง

ภาพที่ 2.14 การโอนถ่ายอิเล็กตรอนของ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radicals (DPPH) แก่อนุมูลอิสระ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน Lipid-peroxidation ด้วยวิธี Ferric-thiocyanate

การทดสอบกลไกการเกิดออกซิเดชันของไขมัน เป็นการทดสอบการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว คือ linoleic acid โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับอนุมูล ROS ซึ่ง ROS นี้จะเข้าไปดึงไฮโดรเจนอะตอมของหมู่ Methylene ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เกิดเป็นอนุมูลอิสระ Peroxyl Radical[22] ดังแสดงในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 กลไกการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน Lipid-peroxidation ด้วยวิธี Ferric-thiocyanate

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี Ferrous Metal chelating

การทดสอบการวัดความสามารถในการแย่งจับโลหะเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการหาความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารที่ต้องการทดสอบ เพราะโลหะไอออนเป็นตัวการสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระต่างๆมากมายโดยเฉพาะธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปเฟอร์รัส หรือ Fe^{2+} จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารอนุมูล Superoxide anion radical ซึ่งเป็นอนุมูลตัวเริ่มต้นที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระตัวอื่นๆ ดังนั้นวิธีการวัดความสามารถในการจับโลหะ Fe^{2+} ของสารที่ต้องการทดสอบนั้นอาศัยจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 562 nm ที่มีค่าลดลง โดยเมื่อเติมสาร Ferrozine ลงไป สารนี้จะไปจับกับ Fe^{2+} แล้วอยู่ในรูป Ferrozine – Fe^{2+} complex ซึ่งจะให้สีแดง และถ้าสารที่ต้องการทดสอบมีความสามารถในการแย่งจับกัน Fe^{2+} จะอยู่ในรูป Antioxidant – Fe^{2+} complex แล้วจะทำให้สีแดงของ Ferrozine – Fe^{2+} complex จางลงได้[23] ดังแสดงในภาพที่ 2.16

ภาพที่ 2.16 กลไกการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี Ferrous Metal chelating

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รมณี เชยสุนทร และคณะ [24] งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์ จากผลการทดลอง พบว่า ระยะการเจริญเติบโตของมะพร้าวมีผลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์ โดยน้ำมะพร้าว พาสเจอร์ไรซ์จากมะพร้าวที่มีระยะการเจริญเติบโต 25 สัปดาห์ (หลังการผสมเกสร) มีการเปลี่ยนเป็นสีชมพูเร็วที่สุด ตามด้วยน้ำมะพร้าวที่ระยะการเจริญเติบโต 28 30 และ 33 สัปดาห์ ตามลำดับ การเกิดสีชมพูในน้ำมะพร้าว ไม่ได้ เป็นผลของการทำงานของเอนไซม์ พอลีฟีนอลออกซิเดส และเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส และไม่ได้เป็นผลของปฏิกิริยา เมลลาร์ด นอกจากนี้พบว่าน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์ที่เปลี่ยนเป็น สีชมพูไม่มีองค์ประกอบของสารแอนโธไซยานิน คุณสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีโนลิกของน้ำมะพร้าว มีปริมาณ ลดลงเมื่อ น้ำมะพร้าวเปลี่ยนเป็นสีชมพู ซึ่งการเปลี่ยนเป็นสีชมพูมีความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุแมงกานีสและสารประกอบฟีโนลิกบางชนิด ที่มีค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ 286.5 นาโนเมตร โดยน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์ที่มีระยะการ เจริญเติบโตน้อยที่สุด (เปลี่ยนเป็นสีชมพูเร็วที่สุด) มีปริมาณของธาตุแมงกานีสและสารประกอบฟี นอลิกชนิด ดังกล่าวมากที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถชะลอให้ช้าลงได้ด้วยการเติมสารรีดิวส์ซิงเอเจน จึงมีความเป็นไปได้ ที่การเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์มีสาเหตุเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกโดย มีธาตุแมงกานีสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

อาภากร ทรงสุมนัส[1] ทำการทดสอบองค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมะพร้าว เช่น น้ำมะพร้าวอ่อนใช้เป็นเครื่องดื่มให้ความสดชื่น น้ำมันมะพร้าวใช้ประกอบอาหาร กะลามะพร้าวประดิษฐ์เป็นของใช้ในครัวเรือนและลำต้นมะพร้าวใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ในตำรายาสมัยโบราณมีความเชื่อว่าบางส่วนของมะพร้าวสามารถรักษาโรคได้ เช่น น้ำมะพร้าวใช้รักษาโรคไต ถ่านจากกะลามะพร้าวใช้รักษาโรคท้องร่วง และชาจากใยมะพร้าวแก้โรคกระเพาะอาหาร ในปัจจุบันมีข้อมูลวิจัยสนับสนุนสรรพคุณของมะพร้าวในการป้องกันและรักษาโรคมากมาย เช่น น้ำมะพร้าวสามารถลดความดันโลหิต ลดระดับน้ำตาลในเลือด และลดไขมันในเลือด นอกจากนี้ น้ำมะพร้าวยังมีคุณสมบัติในการป้องกันตับอักเสบ ป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ป้องกันโรคกระดูพรุน และต้านการอักเสบได้ น้ำมันมะพร้าวมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัสและต้านอนุมูลอิสระ และใยมะพร้าวมีฤทธิ์ระงับปวด ต้านการอักเสบ และยับยั้งแบคทีเรียและไวรัส เป็นต้น ดังนั้นมะพร้าวจึงจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพที่ควรนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ

วัฒนา อัจฉริยะโพธา[23] ศึกษาถึงผลของน้ำมะพร้าวเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของผักชีด้วยวิธีการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้วัสดุปลูก เพอร์ไรท์ เวอร์มิคูไลท์ และฟองน้ำ โดยผลการศึกษาในระยะเวลา 45 วัน ได้ผลว่าในการเจริญเติบโตช่วง 13-17 วัน ต้นผักชีที่ได้รับน้ำมะพร้าวมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าชุดที่ไม่ได้เติมน้ำมะพร้าวแต่เมื่อเวลาผ่านไปต้นผักชีที่ได้รับน้ำมะพร้าวไม่มีการเติบโตเพิ่มขึ้น ค่า EC อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ค่า pH มีค่าเป็นกลางจนถึงด่างเล็กน้อยซึ่งอาจเป็นปัจจัยของการเจริญเติบโตของต้นผักชี ดังนั้นน้ำมะพร้าวมีส่วนช่วยในการเร่งการเจริญเติบโตของต้นผักชีในระยะแรกเมื่อเทียบกับผักชีที่ปลูกโดยไม่ใช้น้ำมะพร้าวแต่ในระยะหลังจากวันที่ 17 ผักชีที่ปลูกโดยใช้น้ำมะพร้าวเป็นสารเสริมการเจริญเติบโตจะไม่มีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนกิ่งและผักชีเริ่มตายในระยะต่อมา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

นฤมล วชิรปัทมา และคณะ [24] น้ำมะพร้าวเป็นเครื่องดื่มที่คนทั่วไปนิยมโดยเฉพาะนักกีฬา เนื่องจากมีความเข้มข้นของแร่ธาตุ เช่นโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูงและมีกลิ่นหอม การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำมะพร้าวให้ได้ผลเร็วสามารถใช้เทคนิค capillary electrophoresis ที่มี capillary column ยาว 45 ซม. ทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 206 nm และ Background electrolyte ประกอบด้วย imidazole, alanine และ 18 crown 6 ที่ pH 6 โดยใช้ความต่างศักย์ +25 kV และ เวลาที่ใช้ในการฉีดสาร 7 วินาที ที่ความดัน 50 mbar สำหรับคลอไรด์ใช้ capillary column ยาว 50 ซม. เคลือบด้วย poly-(diallyldimethylammoniumchloride) และ background electrolyte ที่ประกอบด้วย 4 mM ของ chromate ใน Tris buffer ที่ pH 3 ใช้ความต่างศักย์ -30 kV เวลาที่ใช้ในการฉีดสาร 10 วินาที ที่ความดัน 50 mbar ผลการทดลองตรวจพบว่าปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ที่มีต่างกันในน้ำมะพร้าวขึ้นอยู่กับอายุการเก็บเกี่ยวผลมะพร้าว

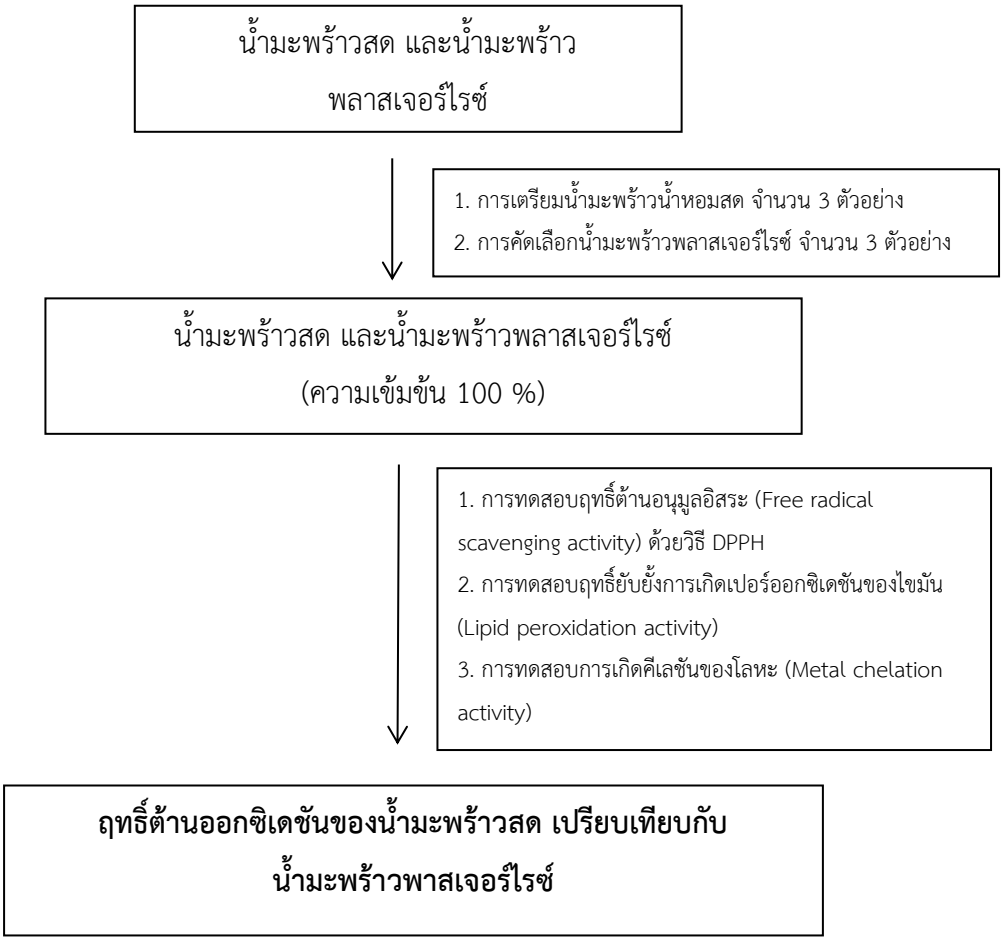
ถาวร จันทโชติ [25] ศึกษาผลของกระบวนการทำแห้งแบบสุญญากาศต่อคุณสมบัติทางกายภาพ-เคมี และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งแบบสุญญากาศที่ อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 60 kPa ระยะเวลานาน 6 ชั่วโมง พบว่าเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น จะส่งผลให้น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าว (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ผงมีปริมาณความชื้น ค่าความหนาแน่นจำเพาะ ค่าสีแดง (a*) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ขณะที่ค่าการเกิด สีน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเหลือง (b*) สูงขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH\dpi{150} \cdot ค่า Ferric ion reducing activity และ ค่า Superoxide anion radical scavenging activity สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ อาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาการเกิด สีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์เข้าเกี่ยวข้องที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการอบแห้ง

จากงานวิจัยของ ช่อลัดดา เที่ยงพุก[4] น้ำมะพร้าว เป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่น เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมะพร้าวมีวิตามิน และเกลือแร่ มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ประมาณร้อยละ 94 รองลงมาเป็นคาร์โบไฮเดตร เถ้าโปรตีน ไขมัน และไม่พบใยอาหาร มีคาร์โบไฮเดตร ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำตาลเป็นหลัก โดยน้ำมะพร้าวมีน้ำตาลฟลุกโตส และกลูโคสมาก มีแร่ธาตุประกอบด้วย โปแตสเซียม มีประมาณ 203 – 312 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมีค่ามากพอกับกล้วยหอม น้ำมะพร้าว ประกอบไปด้วยวิตามินซีมากที่สุด และกรดไขมันที่พบคือ ปาล์มิติก (16:0) มากที่สุด ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัว รองลงมาคือ กรดไขมันโอเลอิก (18:1) ซึ่งเป็นไขมันไม่อิ่มตัว และกรดอินทรีย์ในน้ำมะพร้าวประกอบด้วย กรดมาลิกมากที่สุด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการดำเนินงาน



DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2 เครื่องมือในการวิจัย

3.2.1 วัสดุ – อุปกรณ์

(1) Beaker ขนาด 50, 100, 200, 500 ml (Pyrex, ประเทศ Germany)

(2) Centrifuge tube (Isolab, ประเทศ Germany)

(3) Cylinder (Pyrex, ประเทศ Germany)

(4) Dropper (Pyrex, ประเทศ Germany)

(5) Erlenmeyer flask ขนาด 100, 250, 500, 1000 ml (Pyrex, ประเทศ Germany)

(6) Forceps (Isolab, ประเทศ Germany)

(7) Funnel (Pyrex, ประเทศ Germany)

(8) Micropipette (Pyrex, ประเทศ Germany)

(9) Micropipette tipe (Pyrex, ประเทศ Germany)

(10) Multichannel micropipette (Biopette, ประเทศ USA)

(11) Test tube (Pyrex, ประเทศ Germany)

(12) 96 well microtiter plate (Thermo Scientific, ประเทศ UK)

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

(1) Ascorbic acid (Sigma-Aldrich, USA)

(2) Dimethyl sulfoxide (DMSO, Fisher Scientific, Inc, UK)

(3) Ethanol 95%(C_2H_5OH) (Prolabo chemicals, USA)

(4) Ethylene diaminetetraacetic acid (EDTA, LObalChemie, India)

(5) Ferrozene (TCI, USA)

(6) Ferrous chloride (Prolabo chemicals, Belgium)

(7) Hydrochloric acid (HCl) (Hannong Chemicals Inc, KOREA)

(8) Linoleic acid(Sigma-Aldrich, USA)

(9) Methanol (Merck, Germany)

(10) Potassium hydroxide(KOH) (Prolabo chemicals, Belgium)

(11) Potassium Dihydrogen Phosphate (Prolabo chemicals, Belgium)

(12) Sodium chloride (Prolabo chemicals, Belgium)

(13) Tocopherol (Fluka, Switzerland)

(14) 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) (Fluka, Sigma-Aldrich, USA)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

(1) Filter paper (Whatman, UK)

(2) Hot air oven (Modell 100-800, Memmert, Germany)

(3) Hot plate (HTS-1003, LMS, Japan)

(4) Microplate reader (Promega,USA)

(5) pH meter (ExStik, China)

(6) Vacum pump (LR37697, China)

(7) Water bath (Memmert, Germany)

3.2.4. สถานที่ทดสอบ

ห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขทะเบียน 2-0350-0035-1

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การเตรียมน้ำมะพร้าว

นำมะพร้าวน้ำหอมมาทำความสะอาด จากนั้นทำการเจาะเอาน้ำมะพร้าวออกมา แล้วนำไปกรองหยาบ ด้วยผ้าขาวบาง เพื่อกรองเอาเศษผงออกจากน้ำมะพร้าว และน้ำมะพร้าวพลาสเจอร์ไรซ์ แล้วเก็บใส่พาชนะที่สะอาด เพื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันต่อไป

3.3.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

(1) การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging assay) ด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

เตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1, 1, 10, 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 100 µl ลงใน 96-well plate เติมสารละลาย 0.1 mg/ml DPPH ปริมาตร 100 µl เขย่าเพื่อให้สารละลายเข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดนาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร และทำการทดสอบ 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสมการ

$$\% \text{ Radical scavenging activity} = \frac{\left[(A-B) - (C-D)\right]}{(A-B)} X\ 100$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ control

C = ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่าง

D =ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างที่เติม DPPH

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากนั้น คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งสารอนุมูลอิสระ 50%(SC_{50}) จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระและความเข้มข้นของสารสกัด[26]

(2) การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Inhibition of lipid peroxidation)

เตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1, 1, 10, 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 50 µl ลงใน 96-well plate จากนั้นเติมสารละลาย Linoleic acid emulsion 1 mg/ml ใน 50% DMSO ปริมาตร 50 µl จากนั้นเติมสารละลาย NH_4SCN 1 mg/ml ใน1% HCl ปริมาตร50 µl จากนั้นเติม $FeCl_2$ 1 mg/ml ใน1% HCl ปริมาตร 50 µlเขย่าเพื่อให้สารละลายเข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดนาน 60 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 490 nm และทำการทดสอบ 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาฤทธิ์ต้านการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน จากสมการ

$$\% \text{ Lipid peroxidation inhibition activity} = \frac{\left[(A-B) - (C-D)\right]}{(A-B)} \times 100$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสงของ $FeCl_2$

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ control

C = ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่าง

D =ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างที่มี $FeCl_2$

จากนั้น คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสาราตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน 50% (LC_{50}) จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมันและความเข้มข้นของสารสกัด[26]

(3) การทดสอบฤทธิ์การเกิดคีเลชันของโลหะ (Chelation activity) ด้วยวิธี Ferrousmetal chelating

เตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1, 1, 10, 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 50 µl ลงใน 96-well plate จากนั้นเติมสารละลาย Ferrozene 1 mg/ml ใน 1% HClปริมาตร 50 µl จากนั้นเติม $FeCl_2$ 1 mg/ml ใน1% HCl ปริมาตร 50 µl เขย่าเพื่อให้สารละลายเข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดนาน 60 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 570 nm และทำการทดสอบ 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาฤทธิ์การเกิดคีเลชันของโลหะ จากสมการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

$$\% \text{ Metal chelating activity } = \frac{\left[(A-B) - (C-D)\right]}{(A-B)} X\ 100$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสงของ $FeCl_2$

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ control

C = ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่าง

D =ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างที่มี $FeCl_2$

จากนั้น คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดคีเลชันของโลหะ 50% (MC_{50}) จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การยับยั้งการเกิดคีเลชันของโลหะและความเข้มข้นของสารสกัด[26]

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

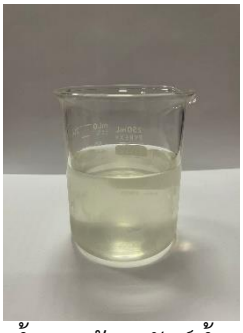
ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการทดสอบน้ำมะพร้าวตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (n=3) และทำการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)โดยใช้ *ANOVA* โดยค่า p-value ที่น้อยกว่า 0.5 ซึ่งถูกจัดว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ พร้อมทั้งนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.05 ($p<0.05$)

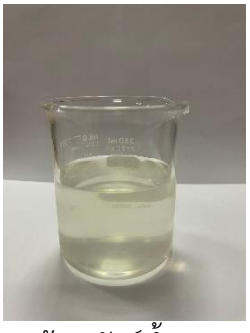
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

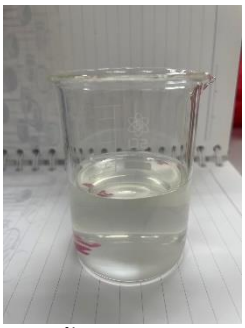
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 การเตรียมน้ำมะพร้าว

จากการนำน้ำมะพร้าวสด พันธุ์น้ำหอม และพันธุ์น้ำหวาน มาจากอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม และมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมจากบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร จากประโยชน์และวิธีการเลือกน้ำมะพร้าวที่นิยมเลือกนำมาบริโภคนั้น การเลือกซื้อน้ำมะพร้าวในรูปแบบพาสเจอร์ไรซ์ ที่มีตามท้องตลาด ซึ่งมีหลากหลายยี่ห้อ และมี 10 ยี่ห้อ ที่ได้รับความนิยมในการเลือกซื้อมาบริโภค[6] โดยจะทำการคัดเลือก 3 อันดับแรก ได้แก่ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Cocomax ยี่ห้อ Malee Coco และยี่ห้อ Tipco แต่เนื่องจาก น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Tipco มีวางจำหน่ายเฉพาะที่ จึงทำให้หาซื้อได้ยาก จึงได้คัดเลือกน้ำมะพร้าวที่นิยมเป็นอันดับที่ 4 มาแทน ได้แก่ ยี่ห้อ UFC Refresh จากนั้นนำน้ำมะพร้าวทั้ง 5 ตัวอย่างมาทำการทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพ พบว่า น้ำมะพร้าวทั้ง 6 ตัวอย่าง มีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.6 – 5.6 และมีสีของน้ำมะพร้าวที่ใส และ ขาวขุ่น มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ดังภาพที่ 4.1


น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอม


น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวาน


มะพร้าว พันธุ์น้ำหอมบ้านแพ้ว

ยี่ห้อ Cocomax

ยี่ห้อ Malee Coco

ยี่ห้อ UFC Refresh

ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางกายของน้ำมะพร้าว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.2 ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าว

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละตัวอย่างมีแทนรหัส ดังตารางที่ 4.1 ในส่วนของการเตรียมน้ำมะพร้าว โดยได้นำมาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันทั้ง 3 กลไก ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน และฤทธิ์คีเลชันของโลหะ

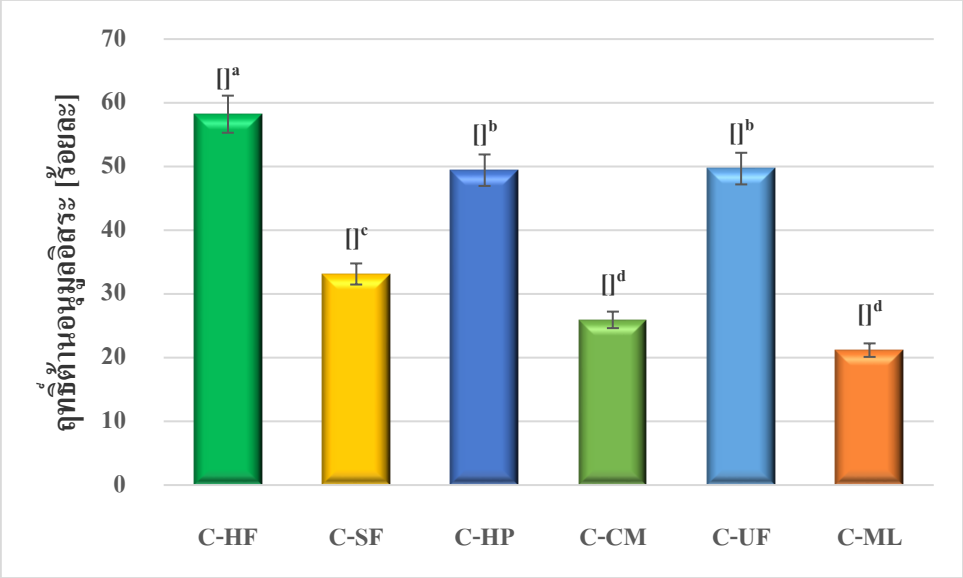
ตารางที่ 4.1 รหัสของตัวอย่างน้ำมะพร้าวแต่ละยี่ห้อ

ตัวอย่าง/ยี่ห้อ	รหัสตัวอย่าง
น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด-อัมพวา	C-HF
น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวานสด	C-SF
น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด-บ้านแพ้ว	C-HP
น้ำมะพร้าว ยี่ห้อ มาลี	C-CM
น้ำมะพร้าว ยี่ห้อ โคโคแม๊ก	C-UF
น้ำมะพร้าว ยี่ห้อ ยูเอฟซี รีเฟส	C-UF

4.1.1 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging activity)

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging activity) ด้วยวิธี DPPH ซึ่ง DPPH เป็นอนุมูลอิสระไนโตรเจนที่เสถียร และมีสีม่วง แต่เมื่อสารทดสอบหรือสารสกัดที่มีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนหรืออนุมูลอิสระไฮโดรเจน กับ DPPH จะทำให้ DPPH เปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Ho et al., 2012) จากผลการทดลอง พบว่า น้ำมะพร้าวทั้งหมดที่มีความเข้มข้น 100% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี โดยน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด อัมพวา (C-HF) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดร้อยละ 58.21±1.51 รองลงมาคือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh (C-UF) ร้อยละ 49.67±1.03 และน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว (C-HP) ร้อยละ 49.42±1.22 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ ดังภาพที่ 4.1 จากงานวิจัยของ ช่อลัดดา (2558) พบว่า น้ำมะพร้าว ประกอบไปด้วยวิตามินซีมากที่สุด และกรดไขมันที่พบคือ ปาล์มิติก (16:0) มากที่สุด ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัว รองลงมาคือ กรดไขมันโอเลอิก (18:1) ซึ่งเป็นไขมันไม่อิ่มตัว และกรดอินทรีย์ในน้ำมะพร้าวประกอบด้วย กรดมาลิกมากที่สุด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



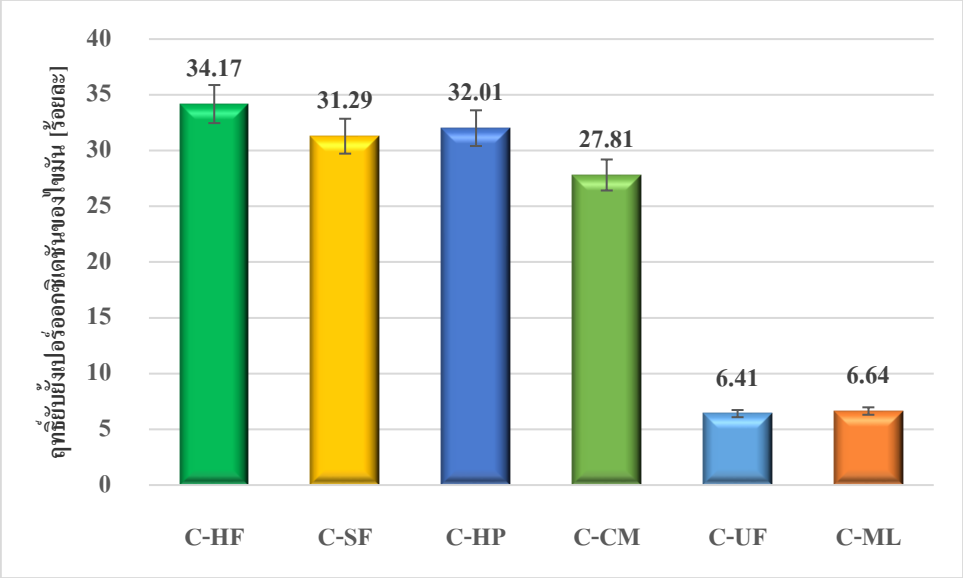
ภาพที่ 4.2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวสด และน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

หมายเหตุ : [a-d] คือ ความแตกต่างในคอลัมน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p<0.05*, C-HF คือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด, C-SF คือน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวานสด, C-HP คือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว, C-CM คือน้ำ มะพร้าวยี่ห้อ Coco max, C-UF คือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh, C-ML คือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Coco melee

4.1.2 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Inhibition of Lipid peroxidation activity)

การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Inhibition of Lipid peroxidation activity) ด้วยวิธี Ferric thiocyanate เป็นการศึกษาสารสกัดที่สามารถยับยั้งการสลายตัวของไขมัน จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ linoleic acid กับโลหะไอออน (Fe2+) (Khan et al., 2012) จากการทดลอง พบว่าน้ำมะพร้าวทั้งหมดที่ความเข้มข้น 100% มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน โดยพบว่า น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสดอัมพวา (C-HF) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมันได้มากที่สุด (ร้อยละ 34.17±0.89) รองลงคือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว (C-HP) ร้อยละ32.01±1.02 และน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวานสด (C-SF) ร้อยละ 31.29±1.27 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 ดังภาพที่ 4.2 พบว่า สารกลุ่มแทนนิน มีผลในการลดการสะสมของไขมัน และลดการแตกตัวของกรดไขมันจากปฏิกิริยาเปอร์รอกซิเดชัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

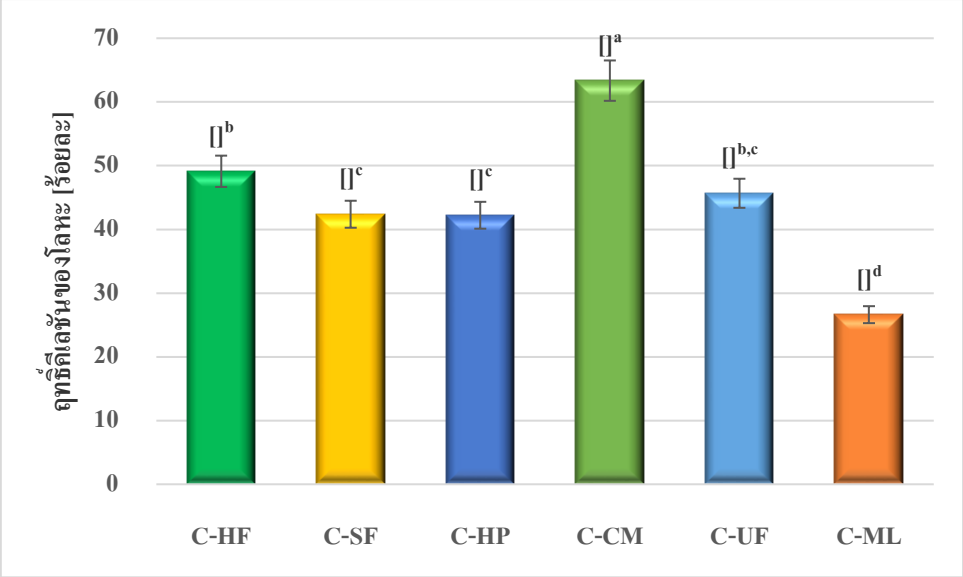


ภาพที่ 4.3 ฤทธิ์ยับยั้งเปอร์ออกซิเดชันของไขมันของน้ำมะพร้าวสด และน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

หมายเหตุ : [a-d] คือ ความแตกต่างในคอลัมน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p<0.05*, C-HF คือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด, C-SF คือน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวานสด, C-HP คือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว, C-CM คือน้ำ มะพร้าวยี่ห้อ Coco max, C-UF คือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh, C-ML คือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Coco melee

4.1.3 การศึกษาฤทธิ์คีเลชันของโลหะ (Metal chelating activity)

การศึกษาฤทธิ์คีเลชันของโลหะ (Metal chelating activity) ด้วยวิธี Ferrous Metal chelating เป็นตรวจสอบหาสารสกัดที่สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาของสารเฟอร์โรซีน (ferrozine) กับไอออนของโลหะ (Ho et al., 2012) ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า น้ำมะพร้าวทั้งหมดที่ความเข้มข้น 100% มีฤทธิ์คีเลชันของโลหะ โดยพบว่า น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Coco max (C-CM) มีฤทธิ์ในการคีเลชันของโลหะดีที่สุด (ร้อยละ 63.35±4.09) รองลงมาคือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสดอัมพวา (C-HF) ร้อยละ 49.12±2.09 และน้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh (C-UF) ร้อยละ 45.67±3.29 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 ดัง**รูปที่ 4.3** จากงานวิจัยของ Ebrahimzadeh และ คณะ (2008) พบว่า สารประเภทฟลาโวนอยด์และแทนนินมีฤทธิ์ในการจับโลหะได้ดี อีกทั้งงานวิจัยของ Mohan และ คณะ (2012) พบว่าที่มีสารกลุ่มแทนนินและฟีนอลิกมีฤทธิ์ในการจับโลหะได้เช่นกัน



ภาพที่ 4.4 ฤทธิ์คีเลชันของโลหะของน้ำมะพร้าวสด และน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์

หมายเหตุ : [a-d] คือ ความแตกต่างในคอลัมน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p<0.05*, C-HF คือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด, C-SF คือน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวานสด, C-HP คือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว, C-CM คือน้ำ มะพร้าวยี่ห้อ Coco max, C-UF คือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh, C-ML คือน้ำมะพร้าวยี่ห้อ Coco melee

จากงานวิจัยของ ช่อลัดดา เที่ยงพุก (2558) น้ำมะพร้าว เป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่น เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมะพร้าวมีวิตามิน และเกลือแร่ มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ประมาณร้อยละ 94 รองลงมาเป็นคาร์โบไฮเดตร เถ้าโปรตีน ไขมัน และไม่พบใยอาหาร มีคาร์โบไฮเดตร ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำตาลเป็นหลัก โดยน้ำมะพร้าวมีน้ำตาลฟลุกโตส และกลูโคสมาก มีแร่ธาตุประกอบด้วย โปแตสเซียม มีประมาณ 203 – 312 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมีค่ามากพอกับกล้วยหอม น้ำมะพร้าว ประกอบไปด้วยวิตามินซีมากที่สุด และกรดไขมันที่พบคือ ปาล์มิติก (16:0) มากที่สุด ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัว รองลงมาคือ กรดไขมันโอเลอิก (18:1) ซึ่งเป็นไขมันไม่อิ่มตัว และกรดอินทรีย์ในน้ำมะพร้าวประกอบด้วย กรดมาลิกมากที่สุด

งานวิจัยของ รมณี เชยสุนทร และคณะ (2555) งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์ จากผลการทดลอง พบว่า ระยะการเจริญเติบโตของมะพร้าวมีผลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์ โดยน้ำมะพร้าว พาสเจอร์ไรซ์จากมะพร้าวที่มีระยะการเจริญเติบโต 25 สัปดาห์(หลังการผสมเกสร) มีการเปลี่ยนเป็นสีชมพูเร็วที่สุด ตามด้วยน้ำมะพร้าวที่ระยะการเจริญเติบโต 28 30 และ 33 สัปดาห์ ตามลำดับ การเกิดสีชมพูในน้ำมะพร้าว ไม่ได้ เป็นผลของการทำงานของเอนไซม์ พอลีฟีนอลออกซิเดส และเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส และไม่ได้เป็นผลของปฏิกิริยา เมลลาร์ด นอกจากนี้พบว่าน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์ที่เปลี่ยนเป็น สีชมพูไม่มีองค์ประกอบของสารแอนโธไซยานิน คุณสมบัติการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีโนลิกของน้ำมะพร้าว มีปริมาณ ลดลงเมื่อ น้ำมะพร้าวเปลี่ยนเป็นสีชมพู ซึ่งการเปลี่ยนเป็นสีชมพูมีความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุแมงกานีสและสารประกอบฟีโนลิกบางชนิด ที่มีค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ 286.5 นาโนเมตร โดยน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์ที่มีระยะการเจริญเติบโตน้อยที่สุด (เปลี่ยนเป็นสีชมพูเร็วที่สุด) มีปริมาณของธาตุแมงกานีสและสารประกอบฟี นอลิกชนิดดังกล่าวมากที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถชะลอให้ช้าลงได้ด้วยการเติมสารรีดิวส์ซิงเอเจน จึงมีความเป็นไปได้ ที่การเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรซ์มีสาเหตุเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกโดย มีธาตุแมงกานีสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการนำน้ำมะพร้าวสด พันธุ์น้ำหอม และพันธุ์น้ำหวาน มาจากอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม และมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมจากบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร “จากประโยชน์ของน้ำมะพร้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ ที่ประกอบไปด้วย กรดอะมิโน น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอย่างกลูโคส สารต้านอนุมูลอิสระ เอนไซม์ และมีวิตามิน แร่ธาติเป็นองค์ประกอบหลายชนิด เช่น โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม วิตามินซี บี 2, 3, 5 และ 6 เป็นต้น” (DebMandal &Mandal, 2011) และจากวิธีการเลือกน้ำมะพร้าวที่นิยมเลือกนำมาบริโภคนั้น การเลือกซื้อน้ำมะพร้าวในรูปแบบพาสเจอร์ไรซ์ ที่มีตามท้องตลาด ซึ่งมีหลากหลายยี่ห้อ และมี 10 ยี่ห้อ ที่ได้รับความนิยมในการเลือกซื้อมาบริโภค โดยจะทำการคัดเลือก 3 อันดับแรก ได้แก่ น้ำมะพร้าว ยี่ห้อ Cocomax ยี่ห้อ Malee Coco และยี่ห้อ Tipco แต่เนื่องจาก น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Tipco มีวางจำหน่ายเฉพาะที่ ทำให้หาซื้อได้ยาก จึงได้คัดเลือกน้ำมะพร้าวที่นิยมเป็นอันดับที่ 4 มาแทน ได้แก่ ยี่ห้อ UFC Refresh จากนั้นนำน้ำมะพร้าวทั้ง 6 ตัวอย่างมาทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพ พบว่า น้ำมะพร้าวทั้ง 6 ตัวอย่าง มีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.6 – 5.6 และมีสีของน้ำมะพร้าวที่ใส และ ขาวขุ่น มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของน้ำมะพร้าวทั้งหมด 6 ตัวอย่าง โดยได้นำมาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันทั้ง 3 กลไก ได้แก่ การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging activity) ด้วยวิธี DPPH จากผลการทดลอง พบว่า น้ำมะพร้าวทั้งหมดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี โดยน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด อัมพวา (C-HF) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดร้อยละ 58.21±1.51 รองลงมาคือ น้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh (C-UF) ร้อยละ 49.67±1.03 และน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว (C-HP) ร้อยละ 49.42±1.22 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Inhibition of Lipid peroxidation activity) ด้วยวิธี Ferric thiocyanate พบว่า น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสดอัมพวา (C-HF) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมันได้มากที่สุด (ร้อยละ 34.17±0.89) รองลงคือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสด บ้านแพ้ว (C-HP) ร้อยละ32.01±1.02 และน้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหวานสด (C-SF) ร้อยละ 31.29±1.27 ตามลำดับ และ การศึกษาฤทธิ์คีเลชันของโลหะ (Metal chelating activity) ด้วยวิธี Ferrous Metal chelating พบว่า น้ำมะพร้าวยี่ห้อ Coco max (C-CM) มีฤทธิ์ในการคีเลชันของโลหะดีที่สุด (ร้อยละ 63.35±4.09) รองลงมาคือ น้ำมะพร้าว พันธุ์น้ำหอมสดอัมพวา (C-HF) ร้อยละ 49.12±2.09 และน้ำมะพร้าวยี่ห้อ UFC-Refresh (C-UF) ร้อยละ 45.67±3.29 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ดังนั้น จากผลการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันทั้ง 3 กลไก ของน้ำมะพร้าวสด และน้ำมะพร้าวพลาสเจอร์ไรซ์ แต่ละยี่ห้อทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าน้ำมะพร้าวทั้ง 6 ตัวอย่าง มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดี ซึ่งมีศักยภาพ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพ เพื่อสุขภาพ ในการเลือกบริโภค และเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ไทยได้ สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ใช้ออกสู่ชุมชนเพื่อที่จะสามารถเกิดการพึ่งพาตนเองในสังคม และส่งเสริมการเพาะปลูก เพื่ออุปโภค และบริโภคในครัวเรือน และจำหน่าย เป็นรายได้เสริม เป็นต้น สามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ นอกจากนี้ยังถือว่าโครงการนี้เป็นการอนุรักษ์พืชธรรมชาติมิให้สูญหายอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรนำน้ำมะพร้าว ไปทำศึกษาทดลองเพิ่มเติมเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตภัณฑ์สุขภาพ ซึ่งเป็นการทดสอบในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อประเมินถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพของน้ำมะพร้าว

5.2.2 ทำการทดสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง ฤทธิ์ต้านเบาหวานหรือฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ลดไขมัน เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของน้ำมะพร้าว ในการจะนำไปพัฒนา เป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพต่อไป

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง

1. อาภากร ทรงสุมนัส. องค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมะพร้าว. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561;2(2):13-28.
2. ศูนย์สารสนเทศชุมชน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. มะพร้าว. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://202.28.48.140/isaninfo/?p=185
3. Patrick, J.W. and Offier, C.E. 2001. Compartmentation of transport and transfer events in developing seeds. J. Exp. Bot 2001 Apr;52(356):551-564.
4. ช่อลัดดา เที่ยงพุก. น้ำมะพร้าว : อาหารธรรมชาติที่ยอดเยี่ยม. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558; 45(2): 37 – 42.
5. ฉัตราภรณ์ และคณะ. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551;21(3): 282-284.
6. บทความอาหาร และเครื่องดื่ม, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: www.mybest.com
7. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหาร, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0428/pasteurization
8. ระบบพาสเจอไรซ์ในภาชนะปิดผนึกสนิท (in-container pasteurization) [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://www.huff-tech.com/food_equipment.php
9. การพาสเจอไรซ์แบบเป็นกะ (batch pasteurization) [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://www.tpup.com/content/armymedical/md0715/md07150020.htm
10. ระบบการพาสเจอไรซ์แบบต่อเนื่อง (in-line pasteurization) [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com /site/company /11/ product/39
11. โอภา วัชระคุปต์. สารต้านอนุมูลอิสระ.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:นิวไทยมิตรการพิมพ์. 2550.
12. สาเหตุ ที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นในร่างกาย [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: https://www.scimath.org/article-biology/item/6903-2017-05-14-06-44-33
13. วิตามินซี, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Ascorbic-acid-2D-skeletal.png&imgrefurl
14. แอลฟา-โทโคฟีรอล, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/RRR_alpha-tocopherol.png&imgrefurl
15. บิวทิลเลท ไฮดรอกซิลลานิโซล, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://www.promma.ac.th/chemistry/boonrawd_site/ radicy_files/image002.gif

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

16. บิวทิลเลท ไฮดรอกซิลทูลูอีน, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://www.medicinescomplete.Com/excipients/2009/images/ExcButylatedHydroxytolueneC001
17. โครงสร้างทางเคมีของ กรดแกลลิค, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้จาก: http://www.phytochemicals.info/pictures/phytochemicals/gallic-acid
18. โครงสร้างทางเคมีของ EDTA จับกับไอออนของโลหะ, [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2565] เข้าถึงได้: http://curxcom2.blogspot.com/2009_08_01_archive.html
19. Yamasaki, K., Hashimoto, A., Kokusenya, Y., Miyamoto, T. & Sato, T., (1994). Electrochemical method for estimating the antioxidative effect of methanol extracts of crude drugs. Chemical and pharmaceutical bulletin, 42, 1663–1665.
20. Moon, J.K. & Shibamoto, T. (2009). Antioxidant Assays for Plant and Food Components. Journal of agricultural and food chemistry, 57, 1655-1666.
21. DebMandal M, Mandal S. Coconut (Cocos nucifera L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. Asian Pac J Trop Med. 2011 Mar;4(3):241-247. doi: 10.1016/S1995-7645(11)60078-3.
22. รมณี เชยสุนทร และศศิธร ตรงจิตภักดี. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. 2555. น. 68-75
23. วัฒนา อัจฉริยะโพธา ผลของน้ำมะพร้าวต่อการเจริญเติบโตของผักชีในระบบการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์. วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2565; 3 (3)
24. นฤมล วชิรปัทมา, ฑิตฐิตา ศรีภุมมา, สุทธินี ไมตรีสรสันต์ และ ภัทริน จำเริญเจือ. การหาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และคลอไรด์ในน้ำมะพร้าวด้วยเทคนิค Capillary Electrophoresis. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2554;19(4).
25. ถาวร จันทโชติ. (2556). ผลของกระบวนการอบแห้งแบบสุญญากาศต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมีและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 2556; 16 (3 ฉบับพิเศษ): 147-152 .

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

26. Boonpisuttinant, K., Sodamook U., Ruksiriwanich W., and Winitchai, S., 2014. In vitro anti-melanogenesis and collagen biosynthesis stimulating activities of Star Grass (*Hypoxis aurea* Lour.) extracts. Asian Journal of Applied Sciences 2(4): 405-413.
27. Kim YH., Kim KH., Han CS., Park SH., Yang HC., Lee BY., Eom SY., Kim YS., Kim JH. and Lee NH., 2008. Anti-inflammatory activity of Crinum asiaticum Linne var. japonicum extract and its application as a cosmeceutical ingredient, Journal of cosmetic science, 59(5): 419-430.
28. Reddy, M.K., Gupta, S.K., Jacob, M.R., Khan, S.I. & Ferreira, D. (2007). Antioxidant, antimalarial and antimicrobial activities of tannin-rich fractions, ellagitannins and phenolic acids from Punica granatum L. Planta. Journal Medical, 73, 461–467.
29. Shabbir, M., Khan, M.R. & Saeed, N. (2013). Assessment of phytochemicals, antioxidant, anti-lipid peroxidation and anti-hemolytic activity of extract and various fractions of Maytenus royleanus leaves. BMC Complementary and Alternative Medicine, 13(143), 1-13
30. Sharma, O.P. and Bhat, T.K., 2009, DPPH antioxidant assay revisited, Food Chem. 113: 1202-1205.Tsai., T.H., Tsai, P.J. and Ho, S.C. 2005. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Several Commonly Species. Journal of Food Science. 70(1): 93 – 97.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก

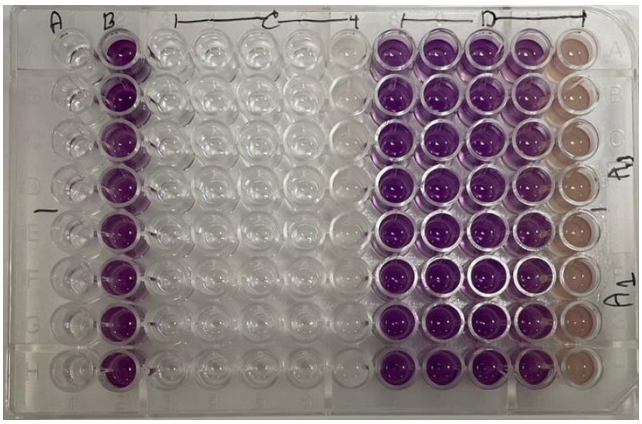
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก ก

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ก.1 การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radicals (DPPH)



ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสมการ

$$\text{\% Radical scavenging activity} = \frac{\left[(A\text{-}B) - (C\text{-}D)\right]}{(A\text{-}B)} \times 100$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH
B = ค่าการดูดกลืนแสงของ control
C = ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่าง
D =ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างที่เติม DPPH

ยกตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสมการของน้ำมะพร้าว

แทนค่า B=0.40 A=0.13
D=0.20 C=0.14

$$\text{\% radical scavenging activity} = \frac{[(0.13\text{-}0.40) - (0.14\text{-}0.20)] \times 100}{(0.13\text{-}0.40)}$$

$$= 77.77 \text{ ---------- } (X_1)$$

แทนค่า B=0.41 A=0.12
D=0.19 C=0.14

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

$$\% \text{ radical scavenging activity} = \frac{[(0.12-0.41) - (0.14-0.19)] \times 100}{(0.12-0.41)}$$

$$= 79.87 \quad \text{----------} \quad (X_2)$$

แทนค่า B=0.41 A=0.13

D=0.20 C=0.14

$$\% \text{ radical scavenging activity} = \frac{[(0.13-0.40) - (0.14-0.20)] \times 100}{(0.13-0.40)}$$

$$= 79.21 \quad \text{----------} \quad (X_3)$$

แทนค่า B=0.41 A=0.12

D=0.21 C=0.14

$$\% \text{ radical scavenging activity} = \frac{[(0.13-0.40) - (0.14-0.20)] \times 100}{(0.13-0.40)}$$

$$= 72.77 \quad \text{----------} \quad (X_4)$$

หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ยของ % Free radical scavenging activity น้ำมะพร้าว

$X_1+X_2+X_3+X_4$ = 77.77+79.87+79.21+72.77

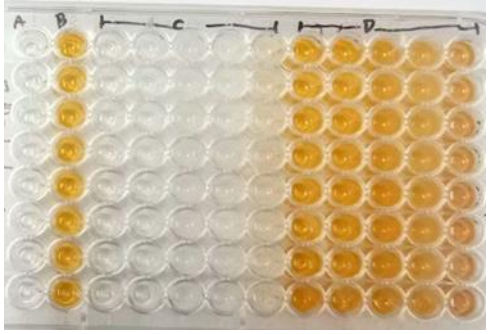
$x_{รวม}$ = 309.61

$x_{เฉลี่ย}$ = 78.95

SD = 1.08

ดังนั้น % Free radical scavenging activity น้ำมะพร้าว เท่ากับ 78.95 ± 1.08 mg/ml

ก.2 การตรวจสอบฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Inhibition of lipid peroxidation)ด้วยวิธี Ferric-thiocyanate



DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์ยับยั้งเปอร์ออกซิเดชันของไขมันจากสมการ

$$\% \text{ Lipid peroxidation inhibition activity } = \frac{\left[(A-B) - (C-D)\right]}{(A-B)} X\ 100$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสงของ $FeCl_2$

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ control

C = ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่าง

D =ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างที่มี $FeCl_2$

ยกตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสมการ น้ำมะพร้าว

แทนค่า B=0.24 A=0.38

D=0.26 C=0.35

$$\% \text{ Lipid peroxidation inhibition activiity } = \frac{[(0.38-0.24) - (0.35-0.26)] \times 100}{(0.38-0.24)}$$

$$= 37.24 \text{ ---------- } (X_1)$$

แทนค่า B=0.24 A=0.38

D=0.26 C=0.36

$$\% \text{ Lipid peroxidation inhibition activiity } = \frac{[(0.38-0.24) - (0.36-0.26)] \times 100}{(0.38-0.24)}$$

$$= 33.41 \text{ ---------- } (X_2)$$

แทนค่า B=0.24 A=0.40

D=0.26 C=0.36

$$\% \text{ Lipid peroxidation inhibition activiity } = \frac{[(0.40-0.24) - (0.36-0.26)] \times 100}{(0.40-0.24)}$$

$$= 38.22 \text{ ---------- } (X_3)$$

แทนค่า B=0.24 A=0.39

D=0.26 C=0.36

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

$$\% \text{ Lipid peroxidation inhibition activiity} = \frac{[(0.39-0.24) - (0.36-0.26)] \times 100}{(0.39-0.24)}$$

$$= 35.36 \quad \text{----------} \quad (X_4$$

หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ยของ % Lipid peroxidation inhibition activiity น้ำมะพร้าว

$X_1+X_2+X_3+X_4$ = 37.24+33.41+38.22+35.36

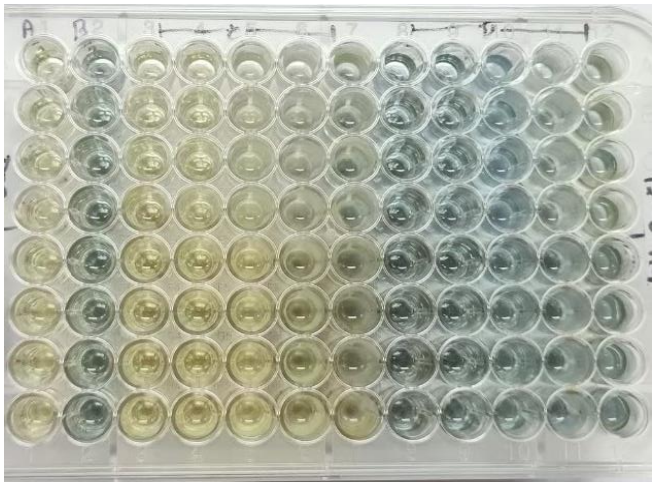
$x_{รวม}$ = 144.23

$x_{เฉลี่ย}$ = 36.06

SD = 2.13

ดังนั้น % Lipid peroxidation inhibition activiity น้ำมะพร้าว เท่ากับ 36.06 ± 2.13 mg/ml

ก.3 การตรวจสอบฤทธิ์ยับยั้งการเกิดคีเลชันของโลหะ (Metal chelation activity) ด้วยวิธี Ferrous metal chelating



ตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์คีเลชันของโลหะจากสมการ

$$\% \text{ Metal chelating activity} = \frac{\left[(A-B) - (C-D)\right]}{(A-B)} X\ 100$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสงของ $FeCl_2$

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ control

C = ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่าง

D =ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างที่มี $FeCl_2$

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ยกตัวอย่างการคำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสมการชามะรุม

แทนค่า B=0.09 A=0.18

D=0.20 C=0.21

$$\% \text{ Metal chelating activity} = \frac{[(0.18-0.09) - (0.21-0.20)] \times 100}{(0.18-0.10)}$$

$$= 88.70 \quad \text{----------} \quad (X_1)$$

แทนค่า B=0.08 A=0.19

D=0.20 C=0.21

$$\% \text{ Metal chelating activity} = \frac{[(0.19-0.08) - (0.21-0.20)] \times 100}{(0.19-0.08)}$$

$$= 92.71 \quad \text{----------} \quad (X_2)$$

แทนค่า B=0.08 A=0.19

D=0.19 C=0.21

$$\% \text{ Metal chelating activity} = \frac{[(0.19-0.08) - (0.21-0.19)] \times 100}{(0.19-0.08)}$$

$$= 86.90 \quad \text{----------} \quad (X_3)$$

แทนค่า B=0.08 A=0.19

D=0.20 C=0.21

$$\% \text{ Metal chelating activity} = \frac{[(0.19-0.08) - (0.21-0.20)] \times 100}{(0.19-0.08)}$$

$$= 96.65 \quad \text{----------} \quad (X_4)$$

หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ยของ % Metal chelating activity น้ำมะพร้าว

$X_1+X_2+X_3+X_4$ = 88.70+92.71+86.90+96.65

$x_{รวม}$ = 364.96

$x_{เฉลี่ย}$ = 91.24

SD = 2.98

ดังนั้น % Metal chelating activity น้ำมะพร้าว เท่ากับ 91.24 ± 2.98 mg/ml

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

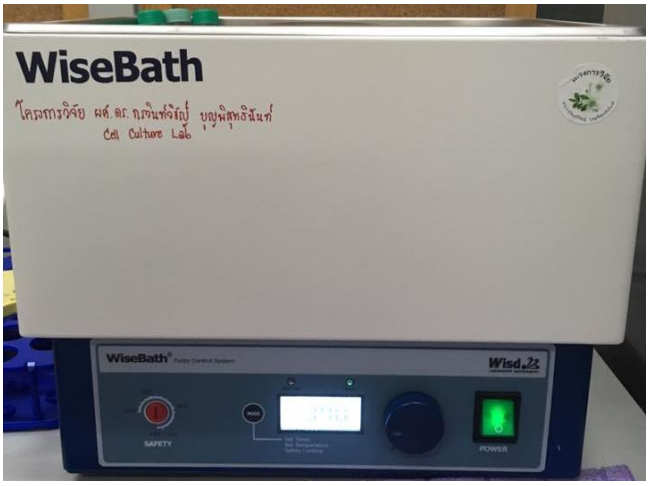
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รูปที่ ข-1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (XT 120A, Precisa instruments Ltd, Switzerland)

รูปที่ ข-2 Hot plate (HTS-1003, LMS, Japan)

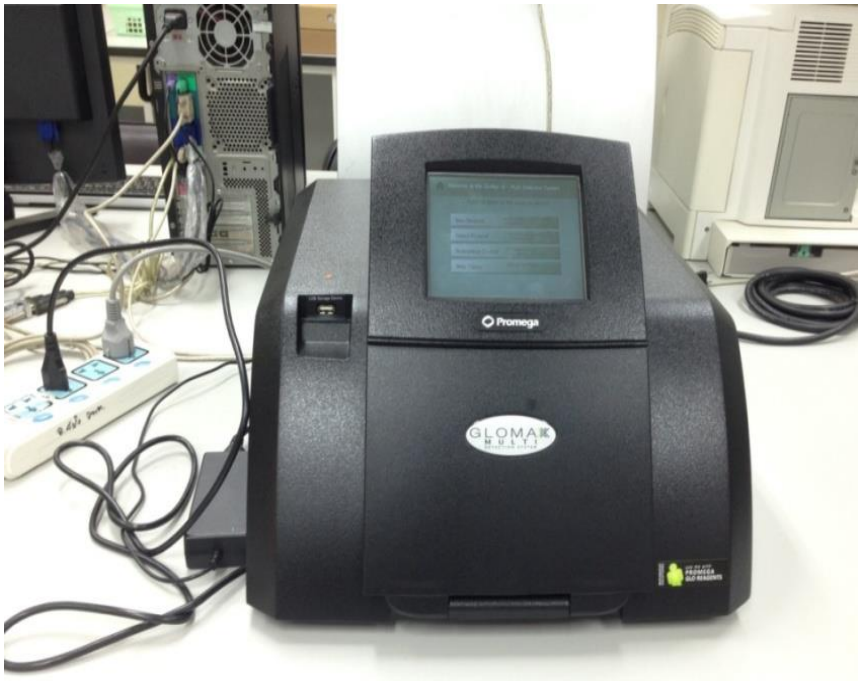
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รูปที่ ข-3 Rotary evaporator (R-205, Buchi, England)



รูปที่ ข-4 water bath (WiseBath, USA)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



รูปที่ ข-5 Microplate reader (Promega, USA)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ -นามสกุล ภัทร์ธินันท์ แสงเจริญวัฒนะ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542 พยาบาลศาสตร์บัณฑิต
ปริญญาตรีวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีกรุงเทพ

พ.ศ.2560 พยาบาลเฉพาะทางเวชปฏิบัติ มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ 2542 วิทยาลัยแพทย์ศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล

พ.ศ 2562 ไอแอมเมดิคอลคลินิกเวชกรรม ด้านเวชศาสตร์ชลอวัย