



แบบรายงานฉบับสมบูรณ์ของการวิจัย

ชื่อแผนงานวิจัย (ภาษาไทย) การศึกษาฤทธิ์ของสารสำคัญจากมังคุด เพื่อใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง
และการรักษาภาวะพังผืดในตับ และภาวะตับแข็งในสัตว์ทดลอง

(ภาษาอังกฤษ) Study activities of major constituents isolated from
mangosteen as chemotherapy for cancers and liver fibrosis
and liver cirrhosis (*in vivo*)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2556 จำนวนเงินงบประมาณที่ได้รับ 3,273,784 บาท

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 จำนวน 346,253 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี เริ่มทำการวิจัยเมื่อ วันที่ 1 เมษายน 2557 ถึง 1 เมษายน 2558

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยที่ 3 (จำนวน 346,253 บาท)

(ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสารสกัดเปลือกมังคุดเพื่อลดความเสี่ยงใน
การเกิดโรคมะเร็ง

(ภาษาอังกฤษ) Development of food products from mangosteen hull extract
for chemoprevention of cancer

หัวหน้าโครงการ

รศ. วิมล ศรีสุข

ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02-644-8677-8690 ต่อ 5718

โทรสาร 02-644-8693

E-mail address: vimol.sri@mahidol.ac.th

ผู้ร่วมโครงการ

1. รศ. ดร. ปริมเจนียน มุ่งการดี

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02-644-8677-8690 ต่อ 1133

โทรสาร 02-644-8692

E-mail address: primchanien.moo@mahidol.ac.th



2. **รศ. วัลลา ตั้งรักษาสัตย์**

ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02-644-8677-8690 ต่อ 5719

โทรสาร 02-644-8693

E-mail address: walla.tun@mahidol.ac.th

3. **อ. ดร. ปัทมพรรณ โลมะรัตน์**

ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02-644-8677-8690 ต่อ 5704

โทรสาร 02-644-8693

E-mail address: pattamapan.lom@mahidol.ac.th

(ลงชื่อ).....หัวหน้าโครงการวิจัย

(รองศาสตราจารย์ วิมล ศรีสุข)

12 กุมภาพันธ์ 2559

1. บทนำ

มะเร็งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตทั่วโลก ในปัจจุบันยังมีความจำเป็นอย่างต่อเนื่องในการพัฒนายาต้านมะเร็งตัวใหม่ ๆ การใช้ยาหลาย ๆ ชนิดร่วมกันและการใช้เคมีบำบัด โดยมีการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมา ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ในขณะที่ยังมีความจำเป็นอย่างต่อเนื่องในการค้นหายาต้านมะเร็งที่มีประสิทธิภาพ ความสัมพันธ์ของการรับประทานผัก ผลไม้กับความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งที่ลดลง (He and Liu, 2007) ทำให้พืชที่รับประทานได้กลายเป็นแหล่งสำคัญของยาต้านมะเร็ง ในช่วงเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของ chemotherapeutic agents ที่มีศักยภาพ ยาต้านมะเร็งที่มีการรับรองโดย USFDA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 มากกว่า 50% เป็นยาที่ได้มาจากธรรมชาติ โดยเฉพาะจากพืชที่เจริญเติบโตบนบก (Wang et al, 2006) การศึกษาทางระบาดวิทยาได้แสดงให้เห็นว่าการรับประทานอาหารที่มีผลไม้และผักเป็นส่วนประกอบหลัก มีผลทำให้ความเสี่ยงในการเกิดโรคร้ายต่าง ๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด เบาหวาน อัลไซเมอร์ ต้อกระจก และมะเร็งลดลง (He and Liu, 2007) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการรับประทานอาหาร โดยการรับประทานผัก ผลไม้มากขึ้นน่าจะเป็นวิธีสำคัญที่จะช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดโรคมะเร็งได้ ผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงให้เห็นว่าสารจากธรรมชาติและสารสกัดพืชมีฤทธิ์ antioxidant และต้านมะเร็งใน bioassay systems และ animal models ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคในคน และเนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่า reactive oxygen species (ROS) มีความเกี่ยวข้องในการเกิดโรคมะเร็ง สารที่มีฤทธิ์ดีในการลด ROS จึงมีแนวโน้มในการป้องกันการเกิดมะเร็ง มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ระบุว่าทั้ง antioxidants ที่ได้จากธรรมชาติและที่มาจากการสังเคราะห์มีบทบาทสำคัญในการลด ROS ซึ่งทำให้เกิดการป้องกันและการรักษาเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายโดย ROS สาร antioxidants ที่ได้จากธรรมชาติได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจากมีความปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับสาร antioxidants ที่ได้จากการสังเคราะห์ ผักและผลไม้เป็นแหล่งที่มาสำคัญของสาร antioxidants จากธรรมชาติและมีส่วนประกอบของสาร antioxidants หลายชนิด เช่น วิตามิน C วิตามิน E แคโรทีนอยด์ ลูทีนและไลโคปีน สารกลุ่ม polyphenol (ได้แก่ phenolic acids, flavonoids, tannins, coumarins, lignans, quinones, stilbenes, curcuminoids) เป็นสาร antioxidants จากธรรมชาติที่ออกฤทธิ์ผ่านหลายกลไก โดยทั่วไปออกฤทธิ์โดยจับกับอนุมูลอิสระและออกฤทธิ์โดยการ chelate กับ metal ions ปัจจุบันมีหลายการศึกษาที่รายงานว่าสารสกัดจากพืช

ที่มีสารกลุ่ม polyphenol อยู่ในปริมาณที่สูงมีฤทธิ์ในการต้านมะเร็ง เนื่องจากเกิดการ neutralization ของ ROS (Khonkarn et al, 2010)

การลดอุบัติการณ์การเกิดโรคมะเร็งที่ดีคือการป้องกันการเกิดของโรค อาหารจัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเกิดโรคหรือการป้องกันการเกิดโรค หรือลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง หากไม่ได้มีการดูแลและมัดระวังในส่วนของการบริโภคอาหารและดูแลพฤติกรรมการใช้ชีวิต หากเกิดโรคมะเร็งขึ้นแล้วจะมีผลทำให้ต้องมีความสูญเสียทั้งในส่วนของค่าใช้จ่ายในการดูแล และบำบัด และหากอาการของโรคลุกลามไปมาก ก็จะทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ในที่สุด

ในประเทศไทยมีผัก ผลไม้หลายชนิดซึ่งมีการศึกษาวิจัยถึงประโยชน์ในการต้านมะเร็ง ดังนั้นหากมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำผัก ผลไม้ดังกล่าวมาทำการสกัดในรูปของสารสกัดหยาบหรืออื่นๆ และพัฒนาให้อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารที่รับประทานได้ง่ายในชีวิตประจำวัน ก็น่าจะมีส่วนส่งเสริมสุขภาพของประชาชนชาวไทยได้มาก อาจจะเป็นการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้หากให้ผู้ป่วยมะเร็งรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีสารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ก็อาจจะเป็นการช่วยชะลอการลุกลามของโรค ทำให้ผู้ป่วยได้มีชีวิตที่ยาวนานขึ้น

มังคุดเป็นผลไม้ไทยชนิดหนึ่งที่มีการศึกษาวิจัยถึงฤทธิ์ต้านมะเร็ง นอกจากนี้ในระหว่างการผลิตสารสำคัญให้บริสุทธิ์และศึกษาถึงฤทธิ์ต่างๆ น่าจะมีการนำสารสกัดหยาบ หรืออื่นๆ มาศึกษาถึงการเตรียมให้อยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และศึกษาถึงฤทธิ์ต้านมะเร็งของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จะเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของสารสกัดจากมังคุดชนิดที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็งได้อีกทางหนึ่ง และเป็นประโยชน์ในการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งหรือช่วยให้ผู้ป่วยมะเร็งได้รับสารต้านมะเร็งจากธรรมชาติเพิ่มขึ้น อาจจะช่วยให้มีการชะลอการลุกลามของโรคมะเร็งได้

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสำรวจประเภทของอาหารที่คนปกติหรือผู้ป่วยมะเร็งชอบรับประทาน
- 2.2 เพื่อเตรียมสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง
- 2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสารสกัดจากเปลือกมังคุดสำหรับลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง
- 2.4 เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งของผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนาได้
- 2.5 เพื่อประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนาได้
- 2.6 เพื่อประเมินผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนาได้ ทางประสาทสัมผัส

3. ทบพทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

มังคุด (Mangosteen) (Jung et al, 2006) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* (Clusiaceae) เป็นไม้ยืนต้นที่เติบโตช้า มีใบหนา อาจสูงได้ถึง 6-25 เมตร และพบได้ทั่วไปในประเทศอินเดีย พม่า ศรีลังกา และไทย ผลมังคุด มีสีม่วงเข้มจนถึงม่วงแดง ส่วนที่รับประทานได้ คือ ส่วนเนื้อผล (aril) ซึ่งมีสีขาว นุ่ม ฉ่ำน้ำ โดยมีรสหวาน เปรี้ยวเล็กน้อย และกลิ่นสดชื่น (Martin, 1980) ส่วนเปลือกผล (pericarp) มีการใช้ในตำรายาพื้นบ้านของไทยสำหรับการรักษาการติดเชื้อที่ผิวหนัง แผล และท้องเสีย เป็นระยะเวลานานมาแล้ว (Martin, 1980; Mahabusarakam et al, 1987)

มังคุดประกอบด้วย secondary metabolites ต่างๆ เช่น prenylated xanthenes และ oxygenated xanthenes (Govindachari and Muthukumaraswamy, 1971; Sultanbawa, 1980; Peres et al, 2000) สารสำคัญหลักที่พบใน xanthone fraction ของมังคุด (Obolskiy et al, 2009) คือ alpha-mangostin และ gamma-mangostin (Jung et al, 2006; Harrison, 2002; Suksamrarn et al, 2002) สำหรับ xanthenes อื่นๆอีก มากกว่า 60 ชนิดที่แยกได้จากส่วนต่างๆของมังคุด ได้แก่ beta-mangostin, 1-isomangostin, 3-isomangostin, 9-hydroxycalabaxanthone, garcinone B, garcinone D, garcinone E, gartanin, mangostanol, mangostanin และ mangostinone (Ji et al, 2007; Walker, 2007) ผู้วิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการสกัดและหาสูตรโครงสร้างของ xanthenes จากส่วนของเปลือกผลมังคุด (hull หรือ pericarp) (Asai et al, 1995; Mahabusarakam and Wiriyaichitra, 1987; Puripattanavong et al, 2006; Suksamrarn et al, 2002) สำหรับส่วนเปลือกผลนี้ มีผู้รวบรวมข้อมูลสารสำคัญในกลุ่ม xanthenes ที่พบ (Pedraza-Chaverri et al, 2008) ตัวอย่างเช่น alpha-mangostin, beta-mangostin, gamma-mangostin, mangostanol, mangostenol, 1-isomangostin, 3-isomangostin, mangostanin, mangostenone, Gartanin, Garcinone A, B, C, D, E เป็นต้น สำหรับการเตรียมผลิตภัณฑ์จากมังคุด มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Dietary supplement) และวางจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเนื่องจากมีแนวโน้มเป็นสารต้านออกซิเดชันที่แรง (Garrity et al, 2005) ในส่วนของฤทธิ์ต้านมะเร็งของมังคุด มีรายงานการศึกษาถึงฤทธิ์ดังกล่าว (Obolskiy et al, 2009) ดังต่อไปนี้

ผลการศึกษา	สารออกฤทธิ์	เอกสารอ้างอิง
ยับยั้ง cell proliferation ของ human chondrosarcoma SW 1353 cells และเหนี่ยวนำให้เกิด apoptosis	• α -mangostin	Krajaeng et al (2011)
มีฤทธิ์ cytotoxic ใน <i>in vitro</i> ต่อ A549, LAC และ A375 cell lines	• garcimangosxanthone A • garcimangosxanthone B	Zhang et al (2010)
มีฤทธิ์ cytotoxic ต่อ HT-29 cell line	• 3-isomangostin, α -mangostin, β -mangostin, garcinone D, 9-hydroxycalabaxanthone	Han et al (2009)
มีฤทธิ์เป็น immunomodulator ที่ดีใน <i>in vitro</i> cell proliferation trials และ cytotoxic ต่อ normal embryonic lung fibroblast cells (HELFI)	• 1,3,6,7-tetrahydroxy-2,8-(3-methyl-2-butenyl)xanthone • epicatechin	Yu et al (2009)
Quinone reductase inductive activity โดยใช้ Hepa 1c1c 7 cells (murine hepatoma)	• 1,3,7-Trihydroxy-2,8-di-(3-methylbut-2-enyl)-xanthone • 1,2-Trihydroxy-1,8,10-trihydroxy-2-(2-hydroxypropan-2-yl)-9-(3-methylbut-2-enyl)furo[3,2-a]xanthen-11-one • 6-Deoxy-7-demethylmangostanin	Chin et al (2008)
มีฤทธิ์ยับยั้ง aromatase ใน SK-BR-3 breast cancer cells	• γ -mangostin	Balunas et al (2008)
ยับยั้งการเจริญของ human colon cancer DLD-1 cells	• α -mangostin • β -mangostin • γ -mangostin	Akao et al (2008)
มีฤทธิ์เป็น cancer chemopreventive ใน rat carcinogenesis bioassay	• α -mangostin	Akao et al (2008)
มีฤทธิ์ cytotoxic ต่อ breast cancer และ epidermoid carcinoma ของ mouth cell lines	• α -mangostin	Suksamrarn et al (2006)
มีฤทธิ์ต่อ CEM-SS cell lines	• สารสกัด hexane และ chloroform จากเปลือกกราก	Ee et al (2006)
มีฤทธิ์ cytotoxic ต่อ small cell lung cancer cell lines	• gartanin	Suksamrarn et al (2006)
เหนี่ยวนำให้เกิด cell-cycle arrest และ apoptosis ใน human colon cancer DLD-1 cells	• α -mangostin • γ -mangostin	Matsumoto et al (2005)

ผลการศึกษา	สารออกฤทธิ์	เอกสารอ้างอิง
มีฤทธิ์ antileukemic และ cytotoxic ต่อ K562 และ Raji cells	• สารสกัดน้ำของเปลือกผล	Chiang et al (2004)
Antiproliferation, antioxidation และเหนี่ยวนำให้เกิด apoptosis ของ SKBR3 human breast cancer cell line	• สารสกัด methanol ของ pericarp	Moongkarndi et al (2004a)
มีฤทธิ์ antiproliferative ต่อ SKBR3 human breast adenocarcinoma cell line โดยใช้ MTT assay	• สารสกัด ethanol ของ pericarp	Moongkarndi et al (2004b)
มีฤทธิ์เป็น chemopreventive ใน short-term colon carcinogenesis bioassay system	• α -mangostin	Nabandith et al (2004)
เหนี่ยวนำให้เกิด Ca^{2+} -ATPase-dependent apoptosis ผ่าน mitochondrial pathway ใน PC12 pheochromocytoma (cancer) cells	• α -mangostin	Sato et al (2004)
ยับยั้งการเจริญของ human leukaemia HL60 cell อย่างมีนัยสำคัญ	• α -mangostin, β -mangostin • γ -mangostin	Matsumoto et al (2003)
มีฤทธิ์ cytotoxic ต่อ hepatocellular carcinoma cell lines รวมทั้ง gastric และ lung cancer cell lines	• garcinone E	Ho et al (2002)

จากตาราง จะเห็นได้ว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุด และสารสำคัญแสดงฤทธิ์ด้านมะเร็งในการศึกษาต่างๆ ดังนั้นการคาดหวังฤทธิ์ด้านมะเร็งจากสารสกัดหยาบหรืออื่นๆของมังคุด เมื่อใช้เป็น ส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารน่าจะเป็นไปได้สูง หากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มี สารสกัดที่มีฤทธิ์ด้านมะเร็งให้เป็นที่ยอมรับของคนปกติและ/หรือผู้ป่วยโรคมะเร็ง ก็จะเป็นประโยชน์ใน การลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง หรือชะลอการลุกลามของโรคมะเร็งได้ ซึ่งอาจจะเป็นการช่วยทำ ให้คนปกติมีสุขภาพที่ดี และอาจมีผลทำให้ชีวิตของผู้ป่วยมะเร็งยาวนานขึ้น

4. ระเบียบวิธีวิจัย

4.1 การศึกษาประเภทของอาหารที่คนปกติชอบรับประทานโดยการทำแบบสอบถาม

4.1.1 สร้างแบบสอบถามโดยกำหนดกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามออกเป็น 9 ช่วงอายุ คือ 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, ≥ 60 ปีรายละเอียดของแบบสอบถามดังนี้



แบบสำรวจประเภทของอาหารที่คนปกติ ชอบ/อยากรับประทาน

(กรุณาตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง โดยคำตอบที่ได้จะนำไปใช้เป็นพัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบ
ของอาหารเพื่อสุขภาพค่ะ)

ข้อมูลส่วนบุคคล (กรุณา ✓ หน้าข้อ)

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ☐ 6 - 14 ปี ☐ 15 - 19 ปี ☐ 20 - 24 ปี ☐ 25 - 29 ปี
☐ 30 - 34 ปี ☐ 35 - 39 ปี ☐ 40 - 44 ปี ☐ 45 - 49 ปี
☐ 50 - 54 ปี ☐ 55 - 59 ปี ☐ 60 - 64 ปี ☐ 65 - 69 ปี
☐ 70 ปีขึ้นไป
3. รายได้/เดือน ☐ น้อยกว่า 10,000 บ. ☐ 10,000- 25,000 บ. ☐ 25,001- 40,000 บ.
☐ 40,001-55,000 บ. ☐ มากกว่า 55,000 บ.

ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคและความชอบ (กรุณา ✓ หน้าข้อ)

4. กรุณาเลือกลักษณะอาหารมื้อหลักที่ท่านรับประทานในแต่ละวัน (ทานอย่างน้อย 4 วันใน 1 สัปดาห์)
☐ อาหารมื้อหลัก ครบ 3 มื้อ
☐ อาหารมื้อหลัก 2 มื้อ
กรุณา ระบุ มื้อที่ท่าน ☐ เช้า ☐ กลางวัน ☐ เย็น (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ อาหารมื้อหลัก 1 มื้อ
กรุณา ระบุ มื้อที่ท่าน ☐ เช้า ☐ กลางวัน ☐ เย็น (เลือก 1 ข้อ)
5. ท่านรับประทานอาหารว่างในแต่ละวันหรือไม่ (ระบุวันที่ทาน / สัปดาห์)
☐ ทาน ทุกวัน ☐ ทาน 5-6 วัน ☐ ทาน 3-4 วัน ☐ ทาน 1-2 วัน ☐ ไม่ทาน
6. ท่านมีความสนใจรับประทาน"ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร"หรือไม่ (เช่น วิตามิน คอลลาเจน กระเทียมแคปซูล ฯลฯ)
☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ
7. ปัจจุบันท่านรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหรือไม่
☐ ไม่ทาน ☐ ทาน
กรุณา ระบุเหตุผลที่ท่าน ☐ ป่วย / แพทย์สั่ง ☐ เสริมสุขภาพ ☐ เสริมความงาม
☐ อื่นๆ
8. ท่านมีความสนใจรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ที่มีประโยชน์ใน"การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง"หรือไม่
☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ
9. กรุณาเลือกลักษณะของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ที่ท่านสนใจรับประทานมากที่สุด (เลือกเพียง 1 ข้อ)
☐ เม็ดกลืน ☐ เม็ดเคี้ยว ☐ เม็ดอม
☐ เครื่องดื่มสกัดเข้มข้น ☐ ผงขงดื่ม (อาหารทางการแพทย์) ☐ เครื่องดื่มผงแบบ 3 in 1
☐ แคปซูลนิม เช่น น้ำมันปลา ☐ แคปซูลแข็ง
10. กรุณา ✓ หน้าอาหารที่ท่านชอบรับประทาน 3 อันดับแรกในแต่ละหมวด

10.1 อาหารหลัก (เลือก 3 ข้อ)	10.2 เครื่องดื่ม (เลือก 3 ข้อ)	10.3 อาหารว่าง (เลือก 3 ข้อ)
☐ อาหารตามสั่ง เช่น กระเพรา ข้าวผัด ผัดพริกแกง ☐ อาหารกึ่งสำเร็จรูป เช่น มาม่า	☐ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีรสหวาน เช่น น้ำผลไม้ บิวตี้ดริงค์	☐ ขนมกรุบกรอบ เช่น มันฝรั่งทอด ปาร์ตี้ สหรัย ป๊อกกี้ ป๊อบคอร์น ขนมขบเคี้ยวรูปแท่ง
☐ อาหารด่วนทางตะวันตก เช่น แมคโดนัลด์ เคเอฟซี	☐ ผลิตภัณฑ์นม เช่น นมรสกล้วย นมกลิ่นสตอเบอรี่ นมเปรี้ยว	☐ เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง แขนวิช คูกี้ เค้ก เอแคล์ แยมโรล
☐ อาหารแช่แข็งพร้อมรับประทานเช่น ข้าวกล่องใน 7-11	☐ นมถั่วเหลือง หรือ เครื่องดื่มธัญพืช	☐ ลูกอม
☐ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น สเต็ก ไก่ย่าง ไส้กรอก แฮม แหนม	☐ ชา หรือ กาแฟ	☐ แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด
☐ เมนูต้ม เช่น แกงเผ็ด ต้มจืด พะโล้ ซุปข้น	☐ น้ำอัดลม	☐ คุกกี้สำเร็จรูป คุกกี้
☐ เมนูยำ / สลัด เช่น ยำแบบไทย สลัดผัก ส้มตำ	☐ ช็อคโกแลต และ ผลิตภัณฑ์ เช่น ช็อคโกแลตแท่ง โกโก้เย็น	☐ ขนมหวานแบบไทย เช่น ขนมชั้น ข้าวต้มมัด ขนมชั้นสังขยา
☐ อาหารนานาชาติ เช่น อาหารญี่ปุ่น อาหารอิตาลี	☐ ไอศกรีม / น้ำปั่น / สมูทตี้	☐ หมากฝรั่ง
☐ อื่นๆ.....	☐ อื่นๆ.....	☐ อื่นๆ.....

11. ท่านเลือกซื้ออาหารเพื่อสุขภาพ โดยดูจากอะไร (กรุณาเลือก 5 ข้อ)
- | | |
|--|--|
| ☐ สรรพคุณที่ระบุไว้ | ☐ รสชาติอร่อย |
| ☐ หน้าตาดูน่ารับประทาน | ☐ ราคาพอเหมาะ |
| ☐ บรรจุภัณฑ์ดึงดูดใจ | ☐ ช่องทางการจัดจำหน่ายสะดวก |
| ☐ โฆษณา หรือข่าวสารในโทรทัศน์ / นิตยสาร / หนังสือพิมพ์ / อินเทอร์เน็ต / เพื่อนแนะนำ | |
- ☐ มาตรฐานสินค้า เช่น
- 
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุ
12. ท่านมีความสนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” หรือไม่
- ☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ
13. กรุณา ✓ เลือกอาหารที่ท่านสนใจอยากให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

13.1 อาหารหลัก	13.2 เครื่องดื่ม	13.3 อาหารว่าง
☐ ไม่สนใจ (ข้ามไป 13.2) ☐ สนใจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	☐ ไม่สนใจ(ข้ามไป 13.3) ☐ สนใจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	☐ ไม่สนใจ (สิ้นสุดการทำ) ☐ สนใจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ อาหารจานเดียว เช่น กระเพรา ข้าวผัด ผัดพริกแกง ☐ อาหารกึ่งสำเร็จรูป เช่น มาม่า	☐ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีรสหวาน เช่น น้ำผลไม้ บิวตี้ คริงค์	☐ ขนมกรุบกรอบ เช่น มันฝรั่งทอดปาร์ตี้ สำหรับ ป๊อปปี้ ป๊อบคอร์น ขนมขบเคี้ยวรูปแท่ง (Snack bar)
☐ อาหารด่วนทางตะวันตก เช่น แมคโดนัลด์ เค เอฟ ซี	☐ ผลิตภัณฑ์นม เช่น นมรสกล้วย นมกลิ่นสตอเบอรี่ นมเปรี้ยว	☐ เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง คูกี้ เค้ก เอแคล์ แยมโรล
☐ อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที เช่น ข้าวกล่องใน 7-11	☐ นมถั่วเหลือง หรือเครื่องดื่มธัญพืช	☐ ลูกอม
☐ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น สเต็ก ไก่ย่าง ไส้กรอก แฮม แพนเค้ก	☐ ชา หรือ กาแฟ	☐ แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด
☐ เมนูต้ม เช่น แกงเผ็ด ต้มจืด พะโล้ ซุปข้น	☐ น้ำอัดลม	☐ วุ้นสำเร็จรูป วุ้นกะทิ
☐ เมนูยำ / สลัด เช่น ยำแบบไทย สลัดผัก ส้มตำ ☐ อาหารนานาชาติ เช่น อาหารญี่ปุ่น อาหารอิตาลี	☐ ช็อกโกแลต และผลิตภัณฑ์ เช่น ช็อกโกแลตแท่ง โกโก้เยน ☐ ไอศกรีม / น้ำปั่น / สมูทตี้	☐ ขนมหวานแบบไทย เช่น ขนมชั้น ข้าวต้มมัด ขนมชั้น สังขยา ☐ หนากฝรั่ง
☐ อื่นๆ.....	☐ อื่นๆ.....	☐ อื่นๆ.....

รูปที่ 1 แบบสำรวจประเภทของอาหารที่คนปกติชอบ/อยากรับประทาน

4.1.2 ส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามโดยอาศัยช่องทาง 2 ช่องทาง คือ ทาง online และโดยการใช้แบบสอบถามที่เป็นกระดาษ

4.1.3 รวบรวมแบบสอบถามและวิเคราะห์แบบสอบถามที่ได้เพื่อคัดเลือกหาผลิตภัณฑ์อาหารที่คนปกติส่วนใหญ่ชอบรับประทาน จัดลำดับเป็น 3 อันดับแรก

4.2 การสืบค้นข้อมูล/สัมภาษณ์ เกี่ยวกับรายละเอียด/ข้อควรระวัง/ข้อจำกัด เกี่ยวกับอาหารของผู้ป่วยมะเร็ง

4.2.1 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเภทต่างๆของโรคมะเร็งในประเทศไทย จำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งชนิดต่างๆ โดยทำการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต และจากเว็บไซต์ของหน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวกับผู้ป่วยมะเร็ง ได้แก่ กระทรวงสาธารณสุข สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

4.2.2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการรับรสและกลิ่นที่เปลี่ยนไปของผู้ป่วยมะเร็งชนิดต่างๆ โดยเฉพาะในช่วงที่มีการดำเนินการบำบัดโดยใช้การฉายแสง เคมีบำบัด หรืออื่นๆ โดยการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต

4.2.3 สัมภาษณ์นักโภชนาการ/นักกำหนดอาหาร/ผู้ดูแลอาหารของผู้ป่วยมะเร็งในโรงพยาบาล หรือสถานพยาบาลต่างๆ ได้แก่ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โรงพยาบาลรามาธิบดี สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

4.3 การศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิต่างๆ

4.3.1 การศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ที่อุณหภูมิต่างๆ

ซังสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) (ตัวอย่างที่เตรียมโดยภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท) ปริมาณ 2 มิลลิกรัม บรรจุลงในขวดแก้วสีชา ที่มีฝาเกลียว ขนาด 2 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวให้สนิท ให้ความร้อนใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 60, 90, 120, 150 และ 180 องศาเซลเซียส (duplicate) นาน 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเมื่อครบเวลาที่กำหนด นำตัวอย่างแต่ละหลอดมาละลายด้วยเมทานอล ปริมาณ 1000 ไมโครลิตร วิเคราะห์ปริมาณแอลฟาแมงโกสติน ด้วย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยการดัดแปลงจากวิธีของ Edward B. Walker (2007) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์แอลฟาแมงโกสตินมาตรฐาน และตัวอย่างสารสกัดแล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วนำมาคำนวณค่าเป็นไมโครกรัมของแอลฟาแมงโกสตินต่อมิลลิลิตร

--สภาวะการวิเคราะห์ด้วย HPLC (Shimazu SPD 10A), Column: Hypersil BDS C18 (i.d.150 ไมโครเมตร x 4.6 มิลลิเมตร, 5 ไมโครเมตร) กับ C18 Guard column, Mobile phases A = 0.1% Formic acid, Mobile phases B = Methanol ระบบ Mobile phases Gradient

ตารางที่ 1 Gradient program

Time	%A	%B
0.01	35	65
30	10	90
30.01	10	90
40	10	90
40.01	0	100
50	0	100
50.01	35	65
60	35	65

Flow rate 1.0 มิลลิลิตร/นาที, UV Detector, Wavelength 254 นาโนเมตร, Stop time 45 นาที, Injection volume 10 ไมโครลิตร

4.3.2 การศึกษาความคงตัวของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิต่างๆ

ซังสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (ตัวอย่างที่เตรียมโดยภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท) ปริมาณ 10 มิลลิกรัม บรรจุลงในขวดแก้วสีขามีฝาเกลียว ขนาด 2 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวให้สนิท ให้ความร้อนใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 60, 90, 105, 120, 150 และ 180 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเมื่อครบเวลาที่กำหนด นำตัวอย่างแต่ละหลอดมาละลายด้วยเมทานอล 1000 ไมโครลิตร แล้วนำสารละลายที่ได้มากรองผ่านตัวกรองชนิด regenerated cellulose ขนาดรูพรุน 0.4 ไมโครเมตร ฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง HPLC เพื่อทำการวิเคราะห์โครมาโทแกรม ใช้สภาวะการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์สารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

4.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านหรือป้องกันมะเร็ง

4.4.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองของสารสกัดจากเปลือกมังคุด

4.4.1.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดเอทานอลจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในเซลล์มะเร็งลำไส้ CACO-2 ด้วยวิธี MTT (MTT Assay) โดยนำตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ที่ไม่ผ่านความร้อน 1 ตัวอย่าง (Control) และตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 60, 90, 120 และ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที ที่ทุกอุณหภูมิ จำนวนตัวอย่าง 24 ตัวอย่าง ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป นำตัวอย่าง มาละลายใน DMSO ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วจึงเจือจางในอาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) โดยกำหนดให้มีความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) จำนวน 6 ความเข้มข้น (5, 10, 15, 20, 25 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) นำสารละลายแต่ละความเข้มข้นมาทดสอบกับ CACO-2 cell โดยกำหนดจำนวนเซลล์เริ่มต้น 2×10^4 เซลล์ต่อหลุม เลี้ยงใน 96-well microtiter plate เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้ควบคุมสภาวะ 37 องศาเซลเซียส คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 หลังจากนั้นนำสารตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 100 ไมโครลิตร มาทดสอบกับเซลล์ แล้วเลี้ยงต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปหาจำนวนเซลล์รอดชีวิตด้วยวิธี 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay เติมน้ำสารละลาย Isopropanol ปริมาตร 50

ไมโครลิตรในแต่ละหลุม เพื่อหยุดปฏิกิริยา เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า 5 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร ด้วย Spectrophotometer

4.4.1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ในเซลล์มะเร็งลำไส้ CACO-2 ด้วยวิธี MTT (MTT Assay) โดยนำตัวอย่างสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (โพลีฟีนอล) มาละลายใน PDS ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วจึงเจือจางในอาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) โดยกำหนดให้มีความเข้มข้นของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด จำนวน 9 ความเข้มข้น (3.91, 7.81, 15.63, 31.25, 62.5, 125, 250, 500 และ 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) นำสารละลายแต่ละความเข้มข้น มาทดสอบกับ CACO-2 cell โดยกำหนดจำนวนเซลล์เริ่มต้น 2×10^4 เซลล์ต่อหลุม เลี้ยงใน 96-well microtiter plate เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้ควบคุมสภาวะ 37 องศาเซลเซียส คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 หลังจากนั้นนำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 100 ไมโครลิตร มาทำการทดสอบกับเซลล์ แล้วเลี้ยงต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปหาจำนวนเซลล์รอดชีวิตด้วยวิธี 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay ใช้สารละลาย Isopropanol เพื่อหยุดปฏิกิริยา เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า 5 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร ด้วย Spectrophotometer

4.4.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี DPPH (DPPH Assay)

4.4.2.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ด้วยวิธี DPPH

นำตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) มาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Scavenging Capacity Assay (DPPH) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Cai *et al.* (2006) คือ ละลายสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ปริมาณ 1 มิลลิกรัม ด้วย Methanol 1000 ไมโครลิตร แล้วปิเปตตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่หลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH ที่มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์สารมาตรฐาน และตัวอย่างสารสกัด แล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

4.4.2.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี DPPH นำตัวอย่างสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด มาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Scavenging Capacity Assay (DPPH) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Cai *et al.* (2006) คือ ละลายสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ปริมาณ 10 มิลลิกรัม ด้วย Methanol 1000 ไมโครลิตร ผสมน้ำกลั่น 20 ไมโครลิตร แล้วปิเปตตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในเมทานอล 900 ไมโครลิตร ก่อนทำการเจือจางตัวอย่างลงครึ่งละ 2 เท่า (Two-Fold dilution) จำนวน 8 ความเข้มข้น (3.9, 7.8, 15.6, 31.25, 62.5, 125, 250 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เติมสารละลาย DPPH ที่มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วคำนวณค่า IC_{50}

4.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสารสกัดเปลือกมังคุด สำหรับลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง

4.5.1 ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

4.5.1.1 การเตรียมสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

การเตรียมสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) โดยดัดแปลงวิธีการเตรียมตัวทำละลายจากวิธีของอาคม (อาคม ปะหลามานิต, 2555) เนื่องจากแอลฟาแมงโกสตินเป็นสารที่ละลายน้ำได้น้อย (Aisha *et al.*, 2011)

--ชั่งสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ปริมาณ 14.51 มิลลิกรัม ละลายใน Ethyl alcohol (95%) ปริมาตร 0.5, 1, 2 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่น

--ชั่งสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ปริมาณ 14.51 มิลลิกรัม ละลายในน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาตร 0.5, 1, 2 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่น

--เลือกตัวทำละลายที่น้อยที่สุดที่ละลายสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ได้หมด มาผสม Tween 80 ในปริมาตร 1 และ 2 มิลลิลิตร เพื่อปรับปรุงการละลาย บันทึกคุณลักษณะของสารละลาย และคัดเลือกสารละลายที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเคลือบข้าวในขั้นตอนต่อไป

4.5.1.2 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) และข้าวสาร นำข้าวสารหอมมะลิ (ตราเรดแอนท์) 100 กรัม มาใส่บนภาชนะอูมูเนียม

ขนาด 19.5 เซนติเมตร X 28 เซนติเมตร โดยให้ข้าวสารแผ่กระจายหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ที่ได้คัดเลือกไว้จากข้อ 4.5.1.1 ในปริมาตรต่างๆ คือ 8, 10, 12, 14 และ 16 มิลลิลิตร บรรจุขวดสเปรย์ แล้วฉีดพ่นสารละลายลงบนข้าวสารที่แผ่กระจายไว้บนถาดให้ทั่ว บันทึกคุณลักษณะของข้าวสารที่คลุกด้วยสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) คัดเลือกปริมาตรที่เหมาะสมของสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ที่จะใช้ในการเคลือบข้าวสาร

4.5.1.3 การหาเวลาที่เหมาะสมในการอบข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบโดยดัดแปลงวิธีจากรายงาน 4 ฉบับ (ลลิตา ขาดิยานนท์, 2549; [อากม ปะหลามานิต](#), 2555; Shrestha et al., 2003; ดร.ณิ มุลโรจน์, 2544) โดยนำข้าวสารหอมมะลิหนัก 100 กรัม ใส่ในถาด แล้วเคลือบด้วยสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในปริมาณที่คัดเลือกจากข้อ 4.5.1.2 โดยใช้วิธีการฉีดพ่น แล้วนำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 , 15 และ 30 นาที บันทึกคุณลักษณะเบื้องต้นของข้าวเคลือบด้วยสารสกัด

4.5.1.4 การหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

หุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) (ที่ผ่านการอบที่ 80 องศาเซลเซียส ตามเวลาที่ได้คัดเลือกไว้) 25 กรัม ใส่ในขวด Duran 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 36 มิลลิลิตร ใส่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 95 ± 2 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) บันทึกคุณลักษณะของสารที่หุงสุกแล้ว

4.5.1.5 การปรับในขั้นสุดท้าย ในการเตรียมสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) การเตรียมข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด การหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด และการวิเคราะห์หาปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในข้าวสารก่อนและหลังการหุงโดยใช้ HPLC

4.5.1.5.1 การเตรียมสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) หังสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ปริมาณ 70 มิลลิกรัม (35 มิลลิกรัม ต่อ 1 หน่วยบริโภค) ละลายใน 95% ethanol ผสมกับ Tween 80 และใช้น้ำกลั่นปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเคลือบข้าวในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบของสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน)

ส่วนประกอบ	%w/v	หมายเหตุ
95% ethanol	8.40	
Tween 80	1.00	
สารสกัดจากเปลือกมังคุด	0.70	100 มก./3 หน่วยบริโภค/วัน+error 5%
น้ำ	89.90	
รวม (มิลลิลิตร)	100.00	สารละลาย 100 มิลลิลิตร/10 หน่วยบริโภค

หมายเหตุ Density = 0.978 กรัมต่อมิลลิลิตร

4.5.1.5.2 การเตรียมข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน)

นำข้าวสารหอมมะลิ(ตราเรตเอนท์) 100 กรัม มาเกลี่ยบนภาดอลูมิเนียมขนาด 19.5 เซนติเมตร X 28 เซนติเมตร ให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน) ที่เตรียมดังในตารางที่ 2 บรรจุขวดสเปรย์ (Foggy) ชั่งน้ำหนักขวดสเปรย์ที่มีสารละลายสารสกัดจากเปลือกมังคุดบรรจุอยู่ ฉีดพ่นลงบนข้าวสารให้ทั่ว จนได้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบนภาดบรรจุข้าวสารเท่ากับ 10 กรัม นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที บันทึกน้ำหนักของข้าวสารและถาดหลังการอบแห้ง บันทึกคุณลักษณะเบื้องต้นของข้าวสารเคลือบด้วยสารสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณแอลฟาแมงโกสทินในข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน) โดยใช้ HPLC

4.5.1.5.3 การหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด ดำเนินการหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน) 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 ชั่งข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน) (ที่ผ่านการอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที) 30 กรัม ใส่ในขวด Duran 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 36 มิลลิลิตร ใส่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 95 ± 2 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) บันทึกลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและนำตัวอย่างข้าวที่หุงสุกแล้วไปวิเคราะห์หาปริมาณแอลฟาแมงโกสทินโดยใช้ HPLC

วิธีที่ 2 ชั่งข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน) (ที่ผ่านการอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที) 100 กรัม เติมน้ำกลั่น 120 มิลลิลิตร หุงโดยใช้หม้อหุงข้าว จากนั้นทิ้งให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) บันทึกลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและนำตัวอย่างข้าวที่หุงสุกแล้วไปตรวจสอบคุณภาพวิเคราะห์หาปริมาณแอลฟาแมงโกสทินโดยใช้ HPLC

4.5.1.5.4 การวิเคราะห์หาปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในข้าวสารก่อนและหลังการหุงโดยใช้ HPLC ดำเนินการวิเคราะห์โดยการดัดแปลงจากวิธีของ Edward B. Walker (2007) วิธีการวิเคราะห์ ซึ่งตัวอย่างข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ที่อบแห้งแล้ว) 2 กรัม เติม Methanol 1 มิลลิลิตร หรือ ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ผ่านการหุงแล้ว 2 กรัม เติม Methanol 2 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไป Sonicate เป็นระยะเวลา 15 นาที ปิเปตสารละลายมากรองผ่านตัวกรองชนิด regenerated cellulose ขนาดรูพรุน 0.4 ไมโครเมตร ฉีดตัวอย่างปริมาตร 10 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง HPLC เพื่อทำการวิเคราะห์ และฉีดสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสตินเพื่อเปรียบเทียบโครมาโทแกรมของสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสตินและสารที่อยู่ในตัวอย่างข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด แล้วนำมาคำนวณค่าเป็นไมโครกรัมของแอลฟาแมงโกสตินต่อมิลลิลิตร ดังนี้

ตารางที่ 3 Gradient program 6

Time	%A	%B
0.01	35	65
30	10	90
30.01	10	90
40	10	90
40.01	0	100
50	0	100
50.01	35	65
60	35	65

Flow rate 1.0 มิลลิลิตร/นาที, UV Detector, Wavelength 254 นาโนเมตร, Stop time 45 นาที, Injection volume 10 ไมโครลิตร

สภาวะการวิเคราะห์ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง HPLC เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง HPLC (Shimadzu SPD 10A), Column Hypersil BDS C18 (i.d.150 ไมโครเมตร x 4.6 มิลลิเมตร, 5 ไมโครเมตร) กับ C18 Guard column, Mobile phases A = 0.1% Formic acid, Mobile phases B = Methanol ระบบ Mobile phases Gradient

คำนวณปริมาณโดยการอ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟของสารที่เวลาที่พบ (retention time) ตรงกับเวลาของสารมาตรฐาน โดยพื้นที่ใต้กราฟถูกคำนวณออกมาจากโปรแกรมสำเร็จรูปของเครื่อง HPLC (Shimadzu SPD 10A) ปริมาณสารต่างๆ ที่พบในตัวอย่างคำนวณได้โดยแทนที่พื้นที่ใต้กราฟลงในสมการจากกราฟมาตรฐาน

4.5.1.6 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ CACO-2 ด้วยวิธี MTT (MTT Assay)

ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวสารที่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ที่อบแห้งแล้ว) 1 กรัม หรือ ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ผ่านการหุงแล้ว 2 กรัม แล้วสกัดสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ใช้เคลือบข้าวสารอบแห้งหรือข้าวสารที่หุงสุกอยู่ โดยใช้ DMSO 1 และ 2 มิลลิลิตร ตามลำดับ นำสารละลายที่ใช้สกัดตัวอย่างไปเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆ โดยอ้างอิงปริมาณแอลฟาแมงโกสตินที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ HPLC ในข้อ 4.4.1 แล้วทำการเจือจางตัวอย่างลงครึ่งละ 2 เท่า (Two-Fold dilution) จำนวน 9 ความเข้มข้น (0.39, 0.78, 1.56, 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ในอาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) โดยนำตัวอย่างที่เจือจางแล้วที่แต่ละความเข้มข้นมาทดสอบกับ CACO-2 cell โดยกำหนดจำนวนเซลล์เริ่มต้น 2×10^4 เซลล์ต่อหลุม เลี้ยงในภาชนะหลุมเลี้ยงเซลล์ชนิด 96 หลุม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้ควบคุมสภาวะ 37 องศาเซลเซียส คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 หลังจากนั้นนำสารตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมาทดสอบ แล้วทำการบ่มสารสกัดใน CACO-2 cell ต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปหาจำนวนเซลล์รอดชีวิตด้วยวิธี 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazoliumbromide (MTT) assay เติมสารละลาย Isopropanol ปริมาตร 50 ไมโครลิตรในแต่ละหลุม เพื่อหยุดปฏิกิริยาเคมีให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า 5 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำไปสร้างกราฟ dose-response โดยพิจารณาที่ความเข้มข้นของสารตัวอย่างจำนวน 9 ระดับ ใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละความระดับเข้มข้น จาก 96-well microtiter plate จำนวน 3 ช่อง แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของตัวอย่างที่สามารถทำลายเซลล์ได้ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด (ED_{50})

4.5.2 ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ (Snack bars) ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

4.5.2.1 การเตรียมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (Water extract)

นำเปลือกมังคุดมาล้างให้สะอาด และหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร X 1 เซนติเมตร ตากในที่ร่มจนแห้ง นำมาปั่นโดยใช้ Blender จนได้ผงละเอียด จากนั้นชั่งผงเปลือกมังคุด 200 กรัม ลงใน flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แต่ละ flask เติมน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร (ผงเปลือกมังคุด : น้ำกลั่น = 1:4) แล้วคนให้ผงเปลือกมังคุดเข้ากับน้ำกลั่น จากนั้นนำ flask ไปหมักบนเครื่อง Shaking water bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง กำจัดส่วนที่เป็นตะกอนออกโดยการ centrifuge ที่ 6000 รอบต่อนาที

อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แยกสารสกัดส่วนใส นำมาผ่านกระบวนการ Lyophilization และเก็บสารสกัดจากเปลือกมังคุดในรูปแบบผงแห้ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.5.2.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

ทดลองเตรียมผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์จำนวนประมาณ 50 สูตรและคัดเลือกผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ 3 สูตรตามตารางที่ 4 ทั้งนี้โดยกำหนดให้มีปริมาณของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดในปริมาณต่อชิ้นเท่ากับ 220 มิลลิกรัม ซึ่งไม่เกินปริมาณที่กำลังดำเนินการศึกษาในมนุษย์ ที่คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล คือ 220 และ 280 มิลลิกรัม ต่อวัน โดยเตรียมผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ ดังนี้

1. ชั่งและผสมส่วนประกอบที่เป็นของเหลว (น้ำมันคาโนล่า, กลีเซอริน, glucose syrup) เข้าด้วยกัน
2. เปิด Hot plate ในระดับ 2 (จาก 3 ระดับ) ล้างหน้า 30 วินาที เพื่อให้อุณหภูมิของ Hot plate คงที่
3. นำภาชนะที่ใส่ส่วนประกอบที่เป็นของเหลวมาตั้งบน Hot plate จน มีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เติมน้ำตาลทรายแดง พร้อมคนจนเข้ากัน (ควรระวังไม่ให้อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส)
4. ชั่งสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด และเติมลงในภาชนะพร้อมคนให้เข้ากัน (ควรระวังไม่ให้ อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส)
5. ชั่งนมผงและเติมลงในภาชนะ คนนมผงละลายหมด (ควรระวังไม่ให้อุณหภูมิสูงกว่า องศาเซลเซียส)
6. นำภาชนะลงจาก Hot plate แล้วเติมส่วนประกอบอื่นๆ (ยกเว้น Freeze-dried strawberries (สูตรที่ 2) และ Chocolate chips (สูตรที่ 3) ทันที พร้อมคนให้ทั่ว
7. **สูตรที่ 1** ตักส่วนผสมที่ได้ ลงในถาดที่ห่อด้วย Aluminium foil พร้อมบีบหรืออัดด้วยไม้พาย จนได้ขนาดกว้าง x ยาว x สูง ตามที่กำหนด

สูตรที่ 2 นำ Freeze-dried strawberries มาใส่โดยกระจายให้ทั่วพร้อมคลุกจนเข้ากันตักส่วนผสมที่ได้ลงในถาดที่ห่อด้วย Aluminium foil พร้อมบีบหรืออัดด้วยไม้พายจนได้ขนาดกว้าง x ยาว x สูง ตามที่กำหนด

สูตรที่ 3 ตักส่วนผสมที่ได้ลงในถาดที่ห่อด้วย Aluminium foil กระจายส่วนผสมเพื่อให้ส่วนผสมเย็นตัวลง โดยแช่ช่องแข็ง (Freezer) ในตู้เย็นเป็นเวลา 2-3 นาที และห่อภาชนะด้วย plastic wrap เติมน้ำตาล chip โดยนำมากระจายให้ทั่ว พร้อมบีบหรืออัดด้วยไม้พาย จนได้ขนาดกว้าง x ยาว x สูง ตามที่กำหนด

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

ส่วนประกอบต่อ ผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น (16-20 กรัม)	สูตรที่ 1 Raisin	สูตรที่ 2 Freeze-dried strawberries	สูตรที่ 3 Chocolate chip
สารสกัดจากเปลือกมังคุด (Mangosteen pericarp extract)	220 mg	220 mg	220 mg
ข้าวโอ๊ตบด (Rolled Oats) (Lowan [®] whole foods)	4 g	4.5 g	4 g
ข้าวพอง (Popped rice)	5 g	5 g	4 g
เมล็ดฟักทอง (Pumpkin seed) (Heritage [®] Premium)	3 g	3 g	3 g
ลูกเกด (Raisin) (Heritage [®] Premium)	5 g	-	-
Chocolate chip (Hershey [®] semi-sweet)	-	-	3 g
คอร์นเฟลก (Corn flake) (Kellogg's)	-	-	3 g
สตรอว์เบอร์รี่แช่แข็งแห้ง (Freeze Dried Strawberry) (Wel-B [®])	-	4 g	-
ผงโกโก้ (Cocoa) (Tulip [®])	-	-	0.5 g
ผงนม (Milk powder) (จิตรลดา)	1.5 g	3 g	4 g
น้ำมันคาโนลา (Canola oil) (Crisco [®])	0.5 g	0.5 g	0.3 g
น้ำเชื่อมกลูโคส (Glucose syrup)	6 g	8 g	8 g
น้ำตาลทรายแดง (Brown sugar)	1 g	1 g	0.5 g
กลีเซอริน (Glycerin) (Univar analytical reagent)	1.5 g	2 g	2 g
ขนาดของ Snack bars	W 1.2 cm x L 5 cm x H 1.5 cm		

บันทึกคุณลักษณะของสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร

4.5.2.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสแน็คบาร์ โดยวิธี DPPH

4.5.2.3.1 การเตรียมสารละลาย DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (MW = 394. 3) ความเข้มข้น 0.4 มิลลิโมลาร์ (ดูภาคผนวก ก)

4.5.2.3.2 การเตรียม Ascorbic acid standard 1 mg/mL (1,000 µg/mL)

ชั่ง Ascorbic acid 1 มิลลิกรัม แล้วนำมาใส่เมทานอล 1 มิลลิลิตร ทำการละลายจนได้เป็นสารละลายใส และทำ Dilution ลงใน 96-well microtiter plate ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงสัดส่วนและวิธีการ Dilution ของสาร Ascorbic acid ตามสัดส่วนต่างๆ

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	1000	100	50	25	10	5	25	1
Ascorbic acid	-	100 μL	500 μL	500 μL	400 μL	500 μL	500 μL	400 μL
Methanol	-	900 μL	500 μL	500 μL	600 μL	500 μL	500 μL	600 μL

นำ Micro tube ที่ทำการ Dilution แล้ว pipet 200 ไมโครลิตร ใส่ลง 96-well microtiter plate จำนวน 3 แถว (ทดสอบ 3 ครั้ง) จากนั้น pipet สารละลาย DPPH 0.4 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ใส่ microtiter plate ในแต่ละหลุม นำไป Incubate ในที่มืด 30 นาที แล้วนำ microtiter plate ไปวัดด้วยเครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และคำนวณหาค่าความเข้มข้นของ Ascorbic acid ที่สามารถต้านอนุมูลอิสระที่ 50% (IC_{50})

4.5.2.3.3 การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์เพื่อใช้ทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

นำผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ชนิดที่มีสารสกัดมังคุด หรือสแน็คบาร์ที่ไม่มีสารสกัดมังคุด มาปั่นด้วย Blender จนได้ผงละเอียด ชั่งผงสแน็คบาร์หนัก 5 กรัม นำมาละลายใน Methanol 20 มิลลิลิตร เทสารละลายส่วนใส 2-3 มิลลิลิตร ลงใน micro tube นำไป centrifuge 14,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ดูดส่วนใสออกมาใส่ใน micro tube ใหม่ และทำ Dilution ลงใน 96-well microtiter plate ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงสัดส่วนและวิธีการทำ Dilution ของตัวอย่างสแน็คบาร์

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128
Sample	-	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL
Methanol	-	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL	500 μL

นำ Micro tube ที่ได้ทำ Dilution ทั้งหมดมา pipet 200 ไมโครลิตร ใส่ลง plate จำนวน 3 แถว (ทดสอบ 3 ครั้ง) จากนั้นนำสาร DPPH 0.4 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ใส่ microtiter plate ในแต่ละหลุม และ incubate ในที่มืด 30 นาที แล้วนำ microtiter plate ไปวัดด้วยเครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหาค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระที่ 50% (IC_{50})

4.5.2.4 การทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point Hedonic scale

การขออนุมัติทำการประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ดำเนินการยื่นเอกสารเพื่อขอรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ประจำคณะทันตแพทยศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยยื่นขออนุญาตทำการประเมินผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์จากสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด (ชื่อโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ Snack Bars จากมังคุด (Development of Snack Bars from Mangosteen)” รหัสโครงการ MU-DT/PY-IRB 2014/PY062

การประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส เริ่มดำเนินการหลังจากที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ประจำคณะทันตแพทยศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นำผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ที่พัฒนาได้ 3 สูตร มาประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale (คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด และ คะแนนความเค็ม 1 = อ่อนที่สุด และ 9 = เค็มมากที่สุด) โดยกำหนดรหัสเป็นตัวเลขสามหลักที่ได้จากการสุ่มแบบ random สำหรับสแน็คบาร์แต่ละสูตร ตัวอย่างสแน็คบาร์ที่ใช้ในการประเมิน “ขนาด” เป็นสแน็คบาร์ขนาดปกติ (16-20 กรัมต่อชิ้น) (รูปที่ 2) ส่วนสแน็คบาร์ที่ใช้ในการประเมินคุณลักษณะอื่นๆ มีขนาด 1 ใน 4 ของสแน็คบาร์ปกติ (4-5 กรัมต่อชิ้น) การจัดวางลำดับตัวอย่างทำแบบ random โดยผู้ประเมินเป็นนักศึกษา อาจารย์ และบุคลากรในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 60 คน ขั้นตอนการประเมินเริ่มจากให้ผู้ประเมินบ้วนปากก่อนการประเมิน จากนั้นเริ่มประเมินตัวอย่างจากด้านซ้ายไปขวา และดื่มน้ำ/บ้วนปากก่อนการประเมินตัวอย่างถัดไป รายละเอียดแบบประเมินดังในรูปที่ 3 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Two-way Analysis of Variance (ANOVA) (Sirichai Statistic 6)



หมายเลขผลิตภัณฑ์ 128 = สแน็คบาร์ผสมสารสกัดจากมังคุดสูตรลูกเกด

หมายเลขผลิตภัณฑ์ 325 = สแน็คบาร์ผสมสารสกัดจากมังคุดสูตรช็อกโกแลต

หมายเลขผลิตภัณฑ์ 478 = สแน็คบาร์ผสมสารสกัดจากมังคุดสูตรสตรอว์เบอร์รี่

รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ขนาดปกติ ที่ผู้ประเมินได้รับเพื่อเป็นตัวอย่างในการพิจารณาขนาด

แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ Snack bars จากมังคุด										ผลิตภัณฑ์หมายเลข
ชื่อผู้เข้าร่วมการวิจัย.....อายุ.....ปี เพศ.....										
แนวทางการปฏิบัติ 1. กลั้วปากด้วยน้ำที่ใส่จัดเตรียมไว้ จากนั้นรอประมาณ 2-3 นาที และรับผลิตภัณฑ์ Snack bars 2. พิจารณาารูปลักษณ์และทดสอบรสชาติของผลิตภัณฑ์ พร้อมกรอกแบบประเมินด้านล่าง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ตามหัวข้อต่างๆ ด้านล่าง										
ก่อนทดลองรับประทาน										
	ความชอบ					ระดับ/ความเข้มข้น				
ดี	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ชอบที่สุด				เข้มข้น
ขนาด	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ชอบที่สุด				ใหญ่
กลิ่น	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ชอบที่สุด				กลิ่นแรง
หลังทดลองรับประทาน										
	ความชอบ					ระดับ/ความเข้มข้น				
ความเหนียว	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ไม่เหนียว				เหนียวมาก
ความแข็ง	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					นุ่ม				แข็ง
ความกรอบ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ไม่กรอบ				กรอบมาก
รสชาติ										
หวาน	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ไม่หวาน				หวานมาก
เปรี้ยว	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ไม่เปรี้ยว				เปรี้ยวมาก
ขม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ไม่ขม				ขมมาก
ภาพรวมผลิตภัณฑ์										
ความชอบโดยรวม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	ไม่ชอบที่สุด					ชอบที่สุด				
ข้อเสนอแนะ										
Sensory Evaluation Sheet Version 2 (5/10/2014)										

รูปที่ 3 แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์

4.5.3 ไอศกรีม และ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

4.5.3.1 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด (Water extract) ใช้สารสกัดที่เตรียมในข้อ 4.5.2.1

4.5.3.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดมังคุด

เตรียมละลายสารสกัดจากเปลือกมังคุดใน methanol ให้มีความเข้มข้น 50,000, 25,000, 10,000, 5,000, 2,500, 1,000 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบใน 96-well microtiter plate โดยกำหนดตัวอย่างที่ทำการทดสอบ คือ Blank 200 ไมโครลิตร และ สารละลายสารสกัดจากเปลือกมังคุดใน methanol

100 ไมโครลิตร (ความเข้มข้น 50,000 , 25,000 , 10,000 , 5,000 , 2,500 , 1,000 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) แล้วเติมสารละลาย DPPH (0.2 มิลลิโมลาร์) 100 ไมโครลิตร เฉพาะในหลุมของแต่ละตัวอย่างที่นำมาทดสอบทำซ้ำ 3 ครั้ง นำ 96-well microtiter plate ไปเก็บในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นจึงวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้เครื่อง microplate reader อ่านค่า absorbance ที่ 517 นาโนเมตร คำนวณฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

4.5.3.3 การพัฒนาไอศกรีม และ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

เตรียมผลิตภัณฑ์ไอศกรีมชนิดแท่ง ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด 3 สูตร ตามตารางที่ 2 ทั้งนี้โดยกำหนดให้มีปริมาณไขมันของสูตรต่างๆเท่ากับร้อยละ 10 และมีปริมาณของสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดในปริมาณต่อแท่ง เท่ากับ 220 มิลลิกรัม ซึ่งไม่เกินปริมาณที่กำลังดำเนินการศึกษาในมนุษย์ ที่คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล คือ 220 และ 280 มิลลิกรัม ต่อวัน ดังนี้

สูตรที่ 1 สูตรช็อกโกแลต (Chocolate)

--ชั่งนม และ Whipping cream ใส่ในภาชนะเดียวกัน

--แยกไข่แดงออกจากไข่ ค่อยๆเติมน้ำตาลลงในไข่แดง พร้อมตีด้วย Mixer จนสีอ่อนลง

--ชั่งผงโกโก้ แล้วนำมาร่อนผ่านร่อน ลงในภาชนะที่ใส่นมและ Whipping cream ไว้แล้ว จากนั้นคนให้ผงโกโก้กระจายตัว แล้วนำภาชนะไปให้ความร้อนเล็กน้อย เติมโกโก้แผ่น คนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส แล้วยกลงจาก Heater

--ค่อยๆเทส่วนผสมลงในภาชนะที่มีไข่แดงและน้ำตาลที่เตรียมไว้ ค่อยๆคนให้เข้ากัน แล้วเทส่วนผสมทั้งหมดลงในภาชนะที่ใส่นมและ Whipping Cream เติม จากนั้นอุ่นด้วยความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 25 วินาที แล้วยกลงจาก Heater

--ชั่ง Gelatin ละลายในน้ำร้อน 10 ml แล้วเทใส่ภาชนะที่มีส่วนผสมไอศกรีม ผสมให้เข้ากัน

--หล่อส่วนผสมด้วยน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิลดลง

--ชั่งสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดใส่ใน Beaker แล้วนำไปละลายในน้ำ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเทลงในส่วนผสมไอศกรีม

--ใช้ Hand Homogenizer คนให้ส่วนผสมไอศกรีมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

--เทใส่พิมพ์ไอศกรีมแท่งขนาดที่ต้องการ จากนั้นนำไปแช่ตู้เย็นช่องแข็ง (Freezer) นาน 1 คืน

สูตรที่ 2 สูตรชาเขียว (Green tea)

--ชั่งนม และ Whipping cream ใส่ในภาชนะเดียวกัน

- แยกไข่แดงออกจากไข่ ค่อยๆเติมน้ำตาลลงในไข่แดง พร้อมตีด้วย Mixer จนสีอ่อนลง
- ซังผงชาเขียว แล้วนำมาร้อนผ่านแรง ลงในภาชนะที่ใส่นมและ Whipping cream ไว้แล้ว จากนั้นคนให้ผงชาเขียวกระจายตัว ให้ความร้อนเล็กน้อย คนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส แล้วยกลงจาก Heater
- ค่อยๆเทส่วนผสมลงในภาชนะที่มีไข่แดงและน้ำตาลที่เตรียมไว้ ค่อยๆคนให้เข้ากัน แล้วเทส่วนผสมทั้งหมดลงในภาชนะที่ใส่นมและ Whipping Cream เดิม จากนั้นอุ่นด้วยความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 25 วินาที แล้วยกลงจาก Heater
- ซัง Gelatin ละลายในน้ำร้อน 10 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ภาชนะที่มีส่วนผสมไอศกรีม ผสมให้เข้ากัน
- หล่อส่วนผสมด้วยน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิลดลง
- ซังสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดใส่ใน Beaker แล้วนำไปละลายในน้ำ 10 ml จากนั้นเทลงในส่วนผสมไอศกรีม
- ใช้ Hand Homogenizer คนให้ส่วนผสมไอศกรีมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน
- เทใส่พิมพ์ไอศกรีมแท่งขนาดที่ต้องการ จากนั้นนำไปแช่ตู้เย็นช่องแข็ง (Freezer) นาน 1 คืน

สูตรที่ 3 สูตรชาไทย (Thai tea)

- ซังนม และผงชาไทยใส่ในภาชนะ แล้วนำไปให้ความร้อนเล็กน้อย คนเรื่อยๆ จนผงชาละลายหมด ได้สารละลายสีส้ม ยกขึ้นจาก Heater นำสารละลายที่ได้มารองด้วยตะแกรงและผ้าขาวบาง ตามลำดับ เพื่อแยกเอากากชาออก
- แยกไข่แดงออกจากไข่ ค่อยๆเติมน้ำตาลลงในไข่แดง พร้อมตีด้วย Mixer จนสีอ่อนลง
- ซัง whipping cream ใส่ลงในภาชนะส่วนผสม นำไปอุ่นและผสมให้เข้ากัน อุ่นจนได้อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส แล้วยกลงจาก Heater
- ค่อยๆเทส่วนผสมลงในภาชนะไข่แดงและน้ำตาลที่เตรียมไว้ ค่อยๆคนให้เข้ากัน แล้วเทส่วนผสมทั้งหมดลงในภาชนะที่บรรจุนมและ Whipping Cream เดิม จากนั้นให้ความร้อนอ่อนๆจนได้อุณหภูมิ 81 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แล้วยกลงจาก Heater
- ซัง Gelatin ละลายในน้ำร้อน 10 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ภาชนะที่มีส่วนผสมไอศกรีม ผสมให้เข้ากัน
- หล่อส่วนผสมด้วยน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิลดลง
- ซังสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดใส่ใน Beaker แล้วนำไปละลายในน้ำ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเทลงในส่วนผสมไอศกรีม

--ใช้ Hand Homogenizer คนให้ส่วนผสมไอศกรีมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

--เทใส่พิมพ์ไอศกรีมแท่งขนาดที่ต้องการ จากนั้นนำไปแช่ตู้เย็นช่องแข็ง (Freezer) นาน 1 คืน

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่งผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 สูตรช็อกโกแลต (Chocolate)	สูตรที่ 2 สูตรชาเขียว (Green tea)	สูตรที่ 3 สูตรชาไทย (Thai tea)
Fresh Whipping Cream (Foremost)	24.5 g	24.5 g	24.5 g
นมสดพาสเจอร์ไรส์ (4% fat) (ตราเมจิ)	55 g	55 g	55 g
น้ำ	10 mL	10 mL	10 mL
Gelatin	0.3 g	0.3 g	0.3 g
น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)	13 g	15 g	12.5 g
ไข่แดง (ตรา CP เบอร์ 2)	1 ฟอง (8 g)	1 ฟอง (8 g)	1 ฟอง (8 g)
ผงโกโก้ (ตรานางพญาบาล)	5.25 g	-	-
โกโก้แผ่น	13.6 g	-	-
ผงชาเขียว (ตรา Sul toc CHA)	-	3.15 g	-
น้ำชาเขียว	-	30 mL	-
ผงชาไทย	-	-	3.5 g
เกลือ	-	1/16 ช้อนชา	-
สารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด	647 mg	647 mg	647 mg
น้ำให้ครบ	100 g	100 g	100 g

บันทึกคุณลักษณะของไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

4.5.3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของส่วนประกอบของไอศกรีม ไอศกรีมพื้นฐานและไอศกรีมมังคุด

ตัวอย่างที่นำมาทดสอบคือ ผงโกโก้ ผงชาเขียว ผงชาไทยไอศกรีมพื้นฐาน (สูตรช็อกโกแลต สูตรชาเขียว สูตรชาไทย) ไอศกรีมมังคุด (สูตรช็อกโกแลต สูตรชาเขียว สูตรชาไทย) เตรียมละลายตัวอย่างของส่วนประกอบในไอศกรีม ไอศกรีมพื้นฐานและไอศกรีมมังคุดใน methanol ให้มีความเข้มข้น 50,000, 25,000, 10,000, 5,000, 2,500, 1,000 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบใน

96-well microtiter plate โดยกำหนดตัวอย่างที่ทำการทดสอบ คือ Blank 200 ไมโครลิตร และ สารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร (ความเข้มข้น 50,000 , 25,000 , 10,000 , 5,000 , 2,500 , 1,000 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) แล้วเติมสารละลาย DPPH (0.2 มิลลิโมลาร์) 100 ไมโครลิตร เฉพาะในหลุมสารละลายตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ทำซ้ำ 3 ครั้ง นำ 96-well microtiter plate ไปเก็บในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นจึงวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้เครื่อง microplate reader อ่านค่า absorbance ที่ 517 นาโนเมตร คำนวณฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน

คำนวณฤทธิ์การต้านออกซิเดชันโดยหักลบค่า blank ออกจากค่า Absorbance นำค่าที่ได้ไป เปรียบเทียบ % control โดยให้ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร คิดเป็น 100% แล้ว นำค่า Absorbance ของความเข้มข้นต่างๆ มาคำนวณเทียบเป็น % ของ control หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ มาคิดเป็น % inhibition โดยนำค่าที่ได้ไปลบออกจาก 100 จะได้เป็นค่า % DPPH Scavenging activity ในการคำนวณค่าของไอศกรีมแต่ละสูตร จะทำทั้งหมด 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย นำค่าที่ได้ไป สร้างกราฟคู่กับความเข้มข้นของตัวอย่าง โดยให้แกน x เป็นความเข้มข้น แกน y เป็น % DPPH Scavenging activity หาค่า IC_{50} โดยลากเส้นตัดกราฟที่ % DPPH scavenging activity เท่ากับ 50%

4.5.3.3 การทดสอบฤทธิ์ด้านการเกิดออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH

นำส่วนประกอบที่ใช้ในการทำไอศกรีมทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบหาค่า DPPH radical scavenging activity และค่า IC_{50} เพื่อหาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเทียบกับวิตามิน ซี ของส่วนประกอบ ในสูตรและสารสกัดดังนี้ คือ ผงชาเขียว ผงโกโก้ วิตามิน สารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

ทดลองใช้วิธีสกัด 2 วิธี คือเปรียบเทียบการสกัดโดยใช้ Methanol และโดยใช้น้ำในการสกัด และบันทึกว่าการสกัดด้วยวิธีใดให้ค่า IC_{50} ได้ชัดเจนกว่า พบว่าการสกัดด้วย Methanol ให้ผลที่ดีกว่า การสกัดด้วยน้ำ จึงเลือกวิธีทำที่เป็นการสกัดด้วย Methanol หลังสกัดด้วย Methanol จึงทำ 2-fold-Dilution โดยทำ triplicate จากนั้นเติมสาร DPPH เสร็จ นำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จึงนำไป วัด DPPH เพื่อหาค่า IC_{50} เปรียบเทียบผลกับวิตามิน ซี โดยใช้ความยาวคลื่นที่ 517 nm.

การเตรียมตัวอย่างที่จะไปทดสอบ DPPH โดยการสกัดด้วย Methanol (MeOH) หลังจากทำ ไอศกรีมและแช่จนไอศกรีมแข็งขึ้นรูป จึงสามารถนำมาใช้ทดสอบได้ โดยการชั่งน้ำหนักไอศกรีม ให้มี ปริมาณสารสกัดจากเปลือกมังคุดปริมาณ 2 มิลลิกรัม โดยคำนวณจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด ปริมาณ 220 มิลลิกรัม มาจากไอศกรีม 34 กรัม (น้ำหนักไอศกรีม 1 แท่ง)

ต้องการสารสกัดจากเปลือกมังคุดปริมาณ 2 มิลลิกรัม มาจากไอศกรีม $\frac{34 \text{ g} \times 2 \text{ mg}}{220 \text{ mg}} = 0.309 \text{ กรัม}$

ชั่งตัวอย่างไอศกรีม 0.309 กรัม ใส่ใน Eppendorf ขนาดกลาง ใช้ Micropipette ดูดสารละลาย Methanol 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในตัวอย่างที่ชั่ง ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Vortex Mixer ประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำไป Centrifuge ด้วยความเร็ว 5000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ดูด Sample ส่วนใสมา 1 มิลลิลิตร (ความเข้มข้น = 2 กรัมต่อมิลลิลิตร = 2000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ทำ Dilution แบบ 2-Fold dilution ใน 96-well microtiter plate ใช้ Micropipette ดูดตัวอย่าง จำนวน 100 ไมโครลิตร และ DPPH ความเข้มข้น 0.4 มิลลิโมลาร์ จำนวน 100 ไมโครลิตร ตามความเข้มข้นที่หลังทำ Dilution ลงใน 96-well microtiter plate ตามตารางด้านล่าง โดยเว้นแถว A และแถว H โดยแต่ละความเข้มข้นทำแบบเดียวกัน 3 ช่อง

ตารางที่ 8 แสดงสัดส่วนและวิธีการทำ Dilution ของตัวอย่างไอศกรีม

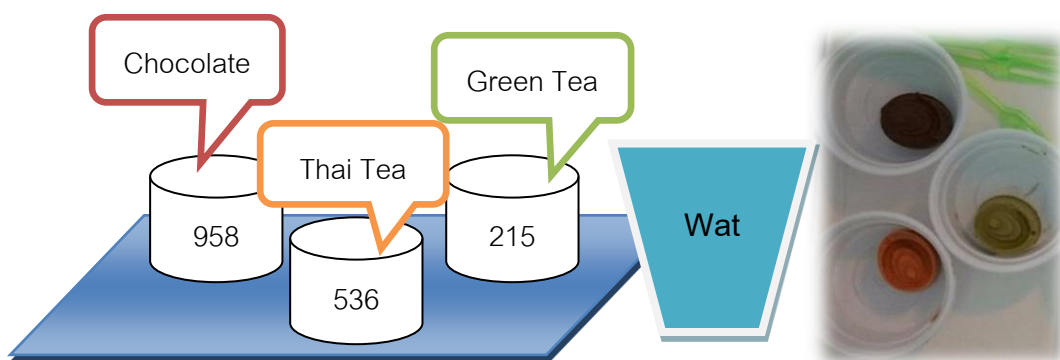
Conc. (µg/ml)	1000 ช่อง B3-D3	500	250	125	62.5	31.25	15.625	7.81	3.91	0
Sample (µl)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Methanol (µl)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Incubate ในที่มืด 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยสังเกตการเปลี่ยนสีคร่าวๆได้ด้วยตาเปล่า ถ้าสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงไปเป็นสีเหลือง แสดงว่ามีฤทธิ์ Antioxidant หรือนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader แล้วจึงนำมา Plot กราฟเพื่อหาค่า IC_{50} นำมาเปรียบเทียบกับวิตามินซี ต่อไป

4.5.3.4 การประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point Hedonic scale

การขออนุมัติทำการประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ดำเนินการยื่นเอกสารเพื่อขอรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ประจำคณะทันตแพทยศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยยื่นขออนุญาตทำการประเมินผลิตภัณฑ์ 2 ประเภท คือ ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์จากสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด (ชื่อโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ Snack Bars จากมังคุด (Development of Snack Bars from Mangosteen)” รหัสโครงการ MU-DT/PY-IRB 2014/PY062)) และผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่งจากสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด (ชื่อโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่งจากมังคุด (Development of Ice Cream Bar and/or Popsicles from Mangosteen)” รหัสโครงการ MU-DT/PY-IRB 2014/PY064))

การประเมินผลิตภัณฑ์ไอศกรีมทางประสาทสัมผัสหลังจากที่การประเมินทางประสาทสัมผัสนี้ได้รับการรับรองโดยสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยธรรมชาติในคนประจำคณะทันตแพทยศาสตร์และเภสัชศาสตร์ นำไอศกรีมมั่งคุดมาประเมินทางประสาทสัมผัสให้ผู้ประเมิน 60 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยใช้วิธี 9-Point Hedonic scale ที่ห้อง Sensory Evaluation Laboratory ภาควิชาอาหารเคมี ชั้น 7 อาคารราชรัตน์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยทำการประเมินไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต ไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทย และไอศกรีมมั่งคุดรสชาเขียว กำหนดรหัสของตัวอย่างเป็นตัวเลข 3 หลักแทนไอศกรีมมั่งคุด 3 สูตรดังในรูปที่ 4 และใช้แบบประเมินดังในรูปที่ 5



รูปที่ 4 การจัดตัวอย่างในการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมมั่งคุดช็อกโกแลต ไอศกรีมมั่งคุดชาไทย และไอศกรีมมั่งคุดชาเขียว

แบบประเมินผลิตภัณฑ์			
โครงการพิเศษ เรื่อง ไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบต ชนิดแท่งจากมั่งคุด			
รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย: _____		อายุ: _____ ปี	
เพศ : ☐ ชาย ☐ หญิง			
ตอนที่ 1 : ก่อนทำการประเมินผลิตภัณฑ์			
1. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์นมหรือไม่			
☐ ชอบ	☐ เฉยๆ	☐ ไม่ชอบ	
2. ท่านชอบรับประทานไอศกรีมหรือไม่			
☐ ชอบ	☐ เฉยๆ	☐ ไม่ชอบ	
3. ท่านเคยรับประทานมั่งคุดหรือไม่			
☐ ไม่เคย			
☐ เคย และมีความรู้สึก	☐ ชอบ	☐ เฉยๆ	☐ ไม่ชอบ

รูปที่ 5ก แบบประเมินคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์



แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบต ชนิดแท่งจากมังคุด

ชื่อ-นามสกุล _____ อายุ _____ ปี เพศ : ☐ ชาย ☐ หญิง

แนวทางการปฏิบัติ

1. กลั้วปากด้วยน้ำที่ได้จัดเตรียมไว้ จากนั้นรอประมาณ 2-3 นาที และรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบต
2. พิจารณารูปลักษณ์และทดสอบรสชาติของผลิตภัณฑ์ พร้อมกรอกแบบประเมินด้านล่าง

	ความชอบ								ระดับ/ความเข้ม							
สี	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				อ่อน						เข้ม	
รูปลักษณ์	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				ไม่ดี						ดี	
ขนาด	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				เล็ก						ใหญ่	
กลิ่น	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				ไม่มีกลิ่น						กลิ่นแรง	
กรุณาทำเครื่องหมาย✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ตามหัวข้อต่างๆ ด้านล่าง																
รสหวาน	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				หยาบ						ละเอียด	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
รสมัน	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				มันน้อย						มันมาก	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
รสขม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				ขมน้อย						ขมมาก	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
รสฝาด	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				ฝาดน้อย						ฝาดมาก	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
การละลาย	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด				เร็วมาก						ช้ามาก	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ภาพรวมผลิตภัณฑ์																
ความชอบโดยรวม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	ไม่ชอบที่สุด		เฉยๆ		ชอบที่สุด											

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

รูปที่ 5 ข แบบประเมินคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์

จากนั้นนำผลการประเมินผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมั่งคุดทางประสาทสัมผัส มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะต่างๆ, ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นในคุณลักษณะต่างๆ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยแปลงระดับความชอบเป็นคะแนน 9 ระดับ โดยที่ “ชอบมากที่สุด” เท่ากับ 9 คะแนน, “ไม่ชอบมากที่สุด” เท่ากับ 1 คะแนน และอื่นๆตามลำดับ และแปลงระดับความเข้มข้นเป็นคะแนน 9 ระดับ โดยที่ “เข้มข้นมากที่สุด” เท่ากับ 9 คะแนน, “อ่อนมากที่สุด” เท่ากับ 1 คะแนน และอื่นๆ ตามลำดับ

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบและคะแนนความเข้มข้นในแต่ละคุณลักษณะ รวมทั้งคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Two-way ANOVA (Analysis of Variance) เพื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมั่งคุดชนิดต่าง ในสูตรต่างๆ ในกลุ่มผู้ทำการทดลองกลุ่มเดียวกัน

4.6 การวิเคราะห์สารสกัดและผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลชีววิทยา

4.6.1 การวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Aerobic Plate Count ดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยทำการเจือจางตัวอย่างลง 10 เท่า (Ten-fold dilution) หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ (Thai Pharmacopoeia Volumes I and II Supplement 2010 และ Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 Aerobic Plate Count) โดยใช้เทคนิค Pour Plate ดังนี้ นำสารละลายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้ในแต่ละระดับความเจือจางจำนวน 1 มิลลิลิตร ของการเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-5} ลงใน sterile Petri dishes จำนวน 2 ซ้ำ เทอาหาร plate count agar ที่มีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แล้วทำการผสมให้เข้ากันด้วยหมุนจานอาหาร เป็นวงกลมซ้ำ ทิ้งให้อาหารแข็งตัว แล้วนำ plates ไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีเชื้อจุลินทรีย์บนอาหาร ในแต่ละความเจือจาง (30-300 โคโลนี) บันทึกผล คำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เป็น Colony forming unit / gram (CFU/กรัม) การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามตำราเภสัชตำรับสมุนไพรไทย (Department of medical Sciences, 2000) และตำรายาไทย (Department of medical Sciences, 2005) ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนทั้งหมดในผลิตภัณฑ์สมุนไพรจำพวกผง โดยมีค่าไม่เกิน 5×10^5 CFU/g และในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท และ ฉบับที่ 222 ไอศกรีม ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม และไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม ตามลำดับ

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2) \times (d)]}$$

where:

N = Number of colonies per ml or g of product

$\sum C$ = Sum of all colonies on all plates counted

n_1 = Number of plates in first dilution counted

n_2 = Number of plates in second dilution counted

d = Dilution from which the first counts were obtained

4.6.2 การวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์ (Yeast-Mold)

เตรียมตัวอย่างตามวิธีข้อ 4.6.1 หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อรา (Bacteriological Analytical Manual Chapter 18 Yeast Mold) ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้เทคนิค Pour Plate นำสารละลายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้ในแต่ละระดับความเจือจางจำนวน 1 มิลลิลิตร ของการเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-6} ลงใน sterile Petri dishes (duplicate) คำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เป็น Colony forming unit / gram (CFU/กรัม) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท กำหนดให้ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม

4.6.3 การวิเคราะห์จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E.coli* ในอาหาร โดยวิธี MPN

ปิเปตตัวอย่าง จำนวน 10 มล ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ LST ความเข้มข้น 2 เท่า ซึ่งบรรจุหลอดจำนวน 10 มล ทำซ้ำ 3 หลอด ปิเปตตัวอย่างจำนวน 1 มล. และ 0.1 มล. ลงในอาหาร LST ความเข้มข้นปกติ ซึ่งบรรจุหลอดจำนวน 10 มล อย่างละ 3 หลอด นำไปเพาะเชื้อที่ 35 °C ตรวจสอบการเกิดกรดและก๊าซภายใน 24 ชั่วโมง ถ้าไม่พบนำไปเพาะเชื้อต่อจนครบ 48 ชั่วโมง แล้วบันทึกจำนวนหลอดที่ให้ผล Positive แล้วนำไปเทียบค่าจำนวนจุลินทรีย์ปนเปื้อนโดยวิธี MPN (Most possible Number Technique for estimating Number of Microorganism) (BAM Chapter 4 Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท กำหนดมาตรฐานว่าต้องไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 ไขมันสัตว์ กำหนดให้ไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม กรณีตัวอย่างเครื่องดื่มหรือน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มน้อย

5. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

5.1 การศึกษาประเภทของอาหารที่คนปกติชอบรับประทานโดยการทำแบบสอบถาม

จากการศึกษาประเภทของอาหารที่คนปกติชอบรับประทานโดยการทำแบบสอบถาม ได้รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม online และจากแบบสอบถามที่เป็นกระดาษมา เพื่อทำการคัดออกสำหรับแบบสอบถามที่กรอกรายละเอียดไม่ครบถ้วน โดยแบบสอบถามที่นำมาวิเคราะห์ในขั้นต่อไปจะประกอบไปด้วยจำนวนคนเท่ากับ 30 คน ในแต่ละช่วงอายุ (ชาย 15 คน หญิง 15 คน) ทั้งนี้ได้จัดแบ่งช่วงอายุเป็น 9 ช่วงดังในตาราง คือ ช่วงอายุ 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, ≥ 60 ปี จำนวนแบบสอบถามทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ คือ 270 ฉบับ โดยได้มาจากช่องทาง online จำนวน 135 ฉบับ และจากแบบสอบถามที่เป็นกระดาษ จำนวน 135 ฉบับ รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามและสถานที่เก็บข้อมูลดังในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผู้ตอบแบบสอบถามและสถานที่เก็บข้อมูลแบบสอบถาม

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
อาสาสมัครสาธารณสุขหมู่บ้าน จ.นครปฐม	25	9.3	9.3	9.3
พนักงานเอกชน บริษัท ไทยนิชิน เทคโนโลยี จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ	11	4.1	4.1	13.3
พนักงานเอกชน คลินิกเสริมความงาม กรุงเทพฯ	3	1.1	1.1	14.4
ข้าราชการและพนักงาน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	17	6.3	6.3	20.7
ข้าราชการและพนักงาน โรงพยาบาลรามธิบดี	20	7.4	7.4	28.1
นักศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล	9	3.3	3.3	31.5
ข้าราชการและพนักงาน กระทรวงแรงงาน	16	5.9	5.9	37.4
ออนไลน์ (ทั่วประเทศ) By surveycan.com	135	50.0	50.0	87.4
พนักงานเอกชน บริษัท ทีบีไอ เอฟแอนด์บี จำกัด	5	1.9	1.9	89.3
พนักงานเอกชน บริษัท ทีบีไอ ฟู้ด จำกัด	12	4.4	4.4	93.7
อื่นๆ	17	6.3	6.3	100.0
รวม	270	100.0	100.0	

ในส่วนของรายได้ของผู้กรอกแบบสอบถาม พบว่า กลุ่มที่มีจำนวนมากที่สุด คือ กลุ่มที่มีรายได้อยู่ระหว่าง 10,000-25,000 บาท กลุ่มที่มีจำนวนคนน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่มีรายได้ 40,000-55,000 บาท รายละเอียดดังในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม

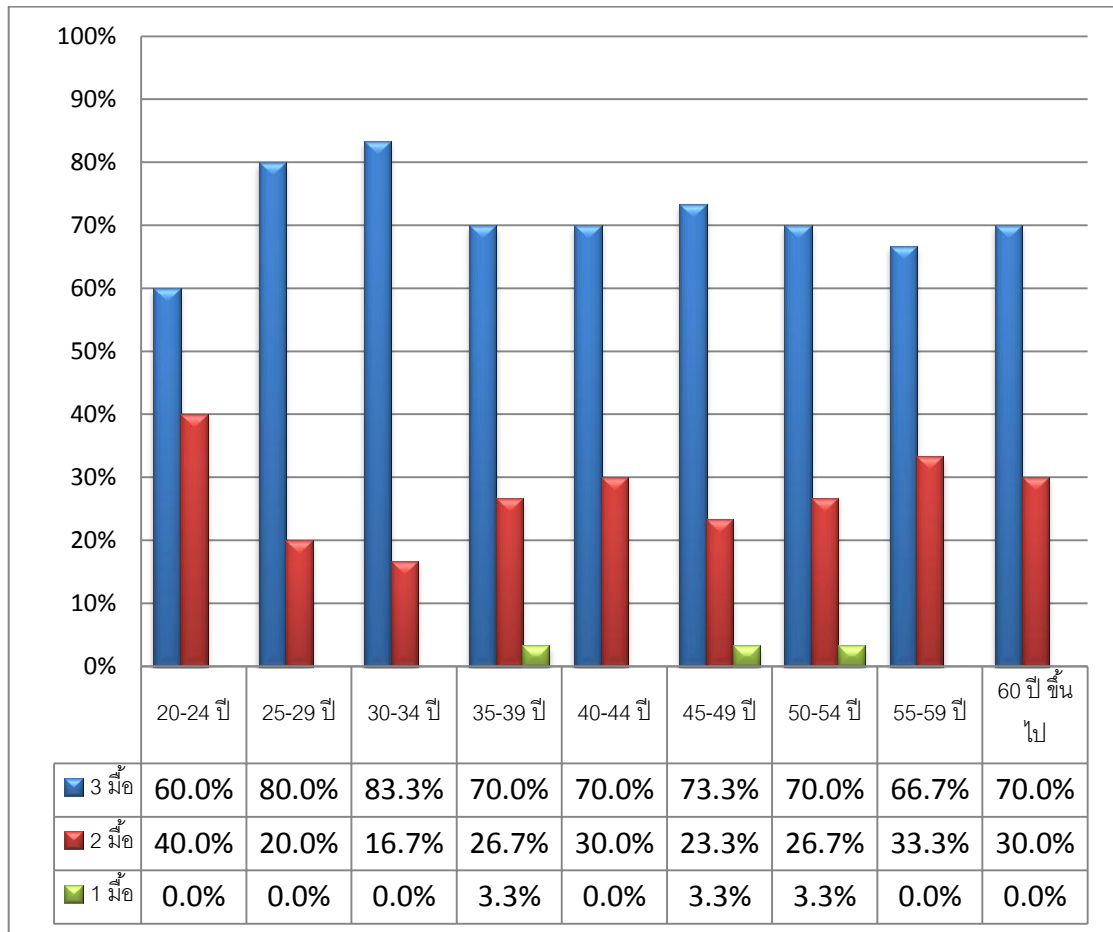
รายได้ของ ผู้ตอบแบบสอบถาม	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
น้อยกว่า 10000 บาท	28	10.4	10.4	10.4
10000-25000 บาท	108	40.0	40.0	50.4
25001-40000 บาท	72	26.7	26.7	77.0
40001-55000 บาท	22	8.1	8.1	85.2
มากกว่า 55000 บาท	40	14.8	14.8	100.0
รวม	270	100.0	100.0	100.0

การรับประทานอาหารมื้อหลัก

จากผลการสำรวจ พบว่าพฤติกรรมการรับประทานอาหารมื้อหลักของผู้ตอบแบบสอบถามมีสัดส่วนสูงสุด คือ รับประทานอาหารครบ 3 มื้อ ร้อยละ 71.5 รองลงมาคือ รับประทานอาหาร 2 มื้อ ร้อยละ 27.4 และต่ำที่สุด คือ รับประทานอาหาร 1 มื้อ ร้อยละ 1.1 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละช่วงวัย พบว่าพฤติกรรมการรับประทานอาหารมื้อหลักครบ 3 มื้อสูงสุดอยู่ในวัยทำงาน ช่วงอายุ 30-34 ปี มีร้อยละ 83.3 และต่ำสุดในกลุ่มวัยเยาวชน ช่วงอายุ 20-24 ปี ร้อยละ 60 ส่วนกลุ่มวัยสูงอายุ (60 ปีขึ้นไป) มีสัดส่วนร้อยละ 70 รายละเอียดดังในตารางที่ 11 และรูปที่ 6

ตารางที่ 11 ความถี่ในการรับประทานอาหารมื้อหลัก

การรับประทานอาหาร มื้อหลัก	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
ครบ 3 มื้อ	193	71.5	71.5	71.5
2 มื้อ	74	27.4	27.4	98.9
1 มื้อ	3	1.1	1.1	100.0
รวม	270	100.0	100.0	100.0



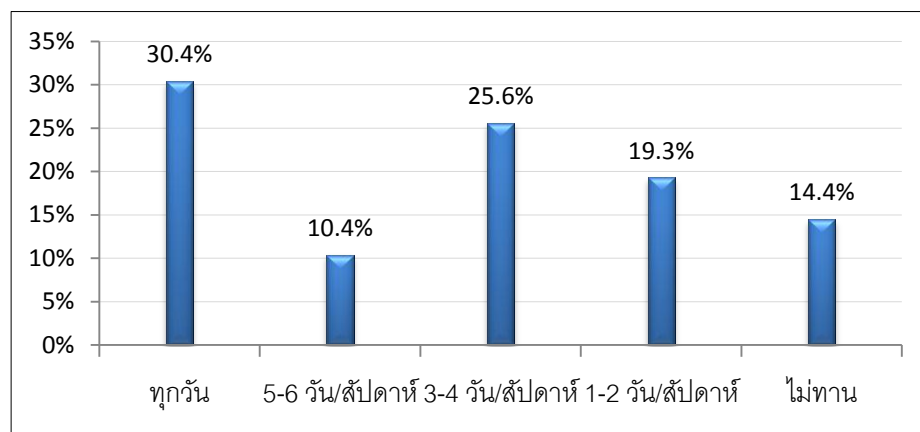
รูปที่ 6 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่บริโภคอาหารมื้อ 3 มื้อ, 2 มื้อ และ 1 มื้อ จำแนกตามกลุ่มอายุ

การรับประทานอาหารว่าง

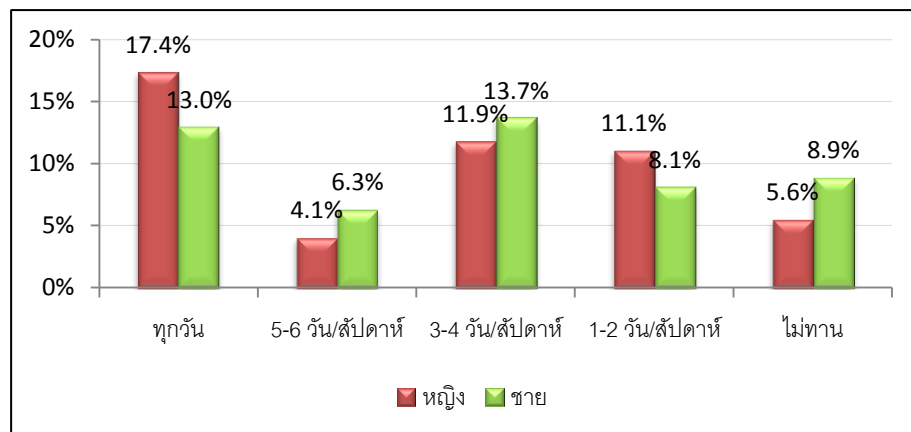
จากผลการสำรวจความถี่การรับประทานอาหารว่างของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า อัตราการรับประทานอาหารว่าง (วันต่อสัปดาห์) สัดส่วนสูงสุด คือ รับประทานทุกวัน ร้อยละ 30.4 รองลงมา คือ รับประทาน 3-4 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 25.6 รับประทาน 1-2 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 19.3 รับประทาน 5-6 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 10.4 และมีปริมาณร้อยละ ที่ไม่รับประทาน 14.4 โดยความถี่ในการรับประทานอาหารของผู้ตอบแบบสอบถาม ในแต่ละช่วงอายุและเพศไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) รายละเอียดดังในตารางที่ 12 และรูปที่ 7-9

ตารางที่ 12 อัตราการรับประทานอาหารว่าง (วันต่อสัปดาห์)

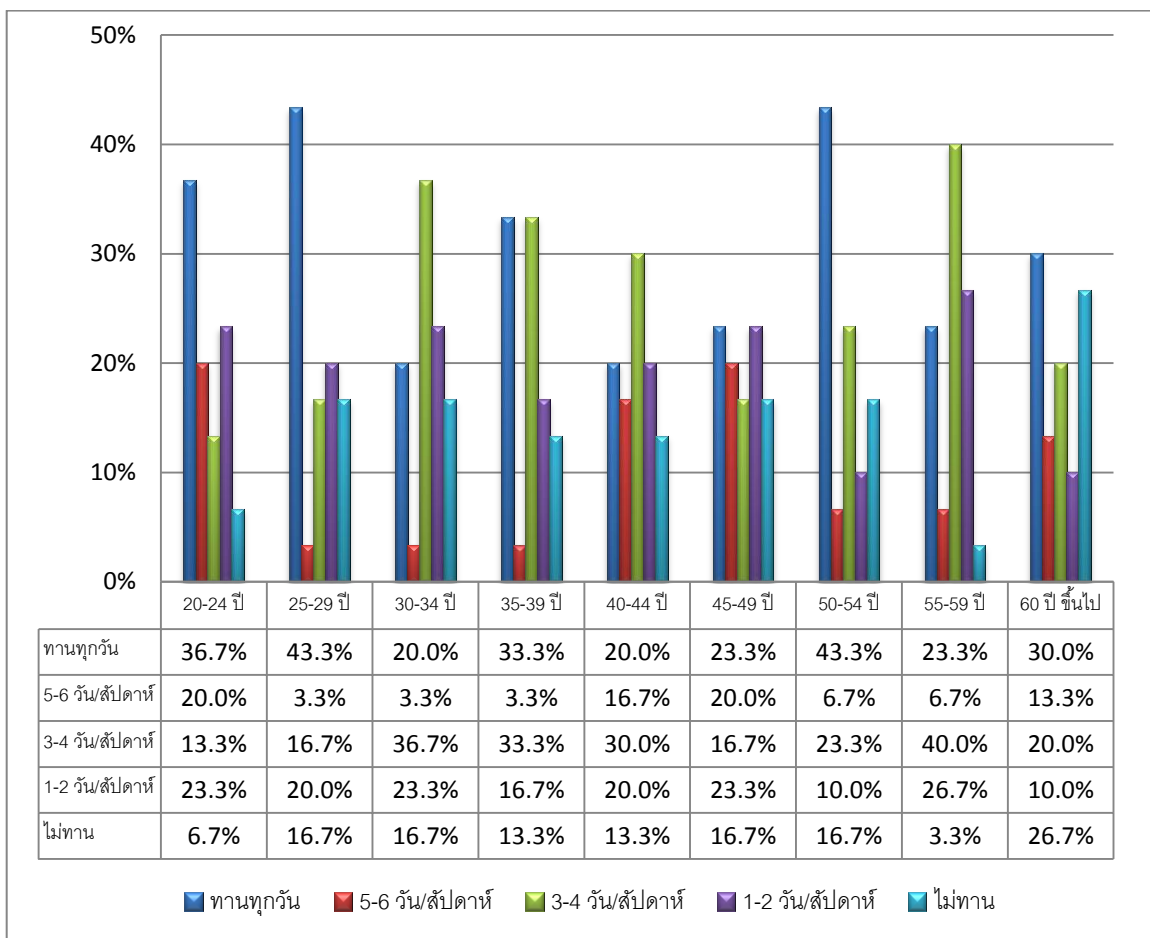
ความถี่ของอาหารว่าง ที่รับประทาน	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
ทุกวัน	82	30.4	30.4	30.4
5-6 วันต่อสัปดาห์	28	10.4	10.4	40.7
3-4 วันต่อสัปดาห์	69	25.6	25.6	66.3
1-2 วันต่อสัปดาห์	52	19.3	19.3	85.6
ไม่รับประทาน	39	14.4	14.4	100.0
รวม	270	100.0	100.0	



รูปที่ 7 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความถี่ในการรับประทานอาหารว่างต่อสัปดาห์



รูปที่ 8 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามความถี่ในการรับประทานอาหารว่างต่อสัปดาห์ จำแนกตามเพศ



รูปที่ 9 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รับประทานอาหารว่างต่อสัปดาห์ จำแนกตามกลุ่มอายุ

การบริโภคอาหารแต่ละกลุ่ม

จากการสำรวจพบว่า อาหารหลักที่ได้รับความนิยม 3 อันดับ อันดับแรก คือ อาหารตามสั่ง เช่น กระเพรา ข้าวผัด ผัดพริกแกง อันดับสองคือ เมนูต้ม เช่น แกงเผ็ด ต้มจืด พะโล้ ซุปข้น อันดับสาม คือ เมนูยำ / สลัด เช่น ยำแบบไทย สลัดผัก ส้มตำ (ร้อยละ 81.7 , 66.4 และ 61.6 ตามลำดับ)

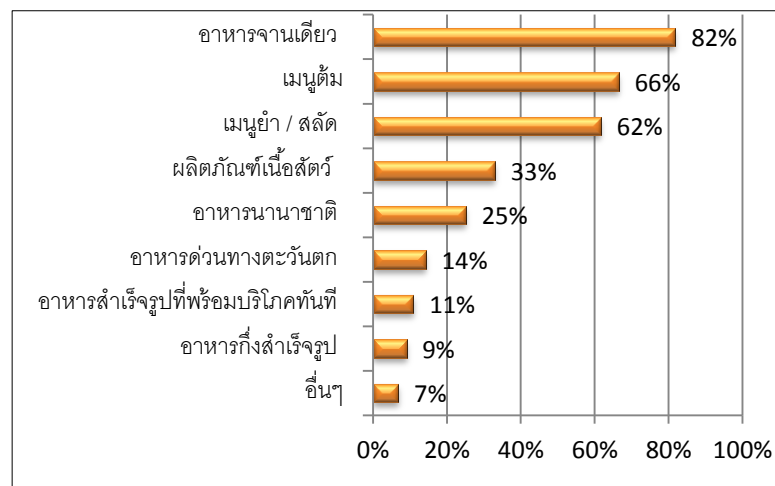
สำหรับเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยม 3 อันดับ อันดับแรก คือ ชา หรือ กาแฟ อันดับสองคือ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีรสหวาน เช่น น้ำผลไม้ บิวตี้ ดริงค์ อันดับสาม คือ ไอศกรีม / น้ำปั่น / สมูทตี้ (ร้อยละ 66.2 , 51.3 และ 46.1 ตามลำดับ)

ส่วนอาหารว่างที่ได้รับความนิยม 3 อันดับ อันดับแรก คือ เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง แขนวชิ คูกี้ เค้ก แอแคล์ แยมโรล อันดับสองคือ ขนมหวานแบบไทย เช่น ขนมชั้น ข้าวต้มมัด ขนมชั้นสังขยา อันดับสาม คือ ขนมกรุบกรอบ เช่น มันฝรั่งทอด ปาร์ตี้ สหรัย ป๊อกกี้ ป๊อบคอร์น ขนมขบเคี้ยวรูปแท่ง (ร้อยละ 79.0 , 69.1 และ 60.3 ตามลำดับ) รายละเอียดดังในตารางที่ 13-15 และรูปที่ 10-12

ตารางที่ 13 อาหารหลักที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทาน

	ความถี่ (case)	% of cases
อาหารจานเดียว	219	81.7%
อาหารสำเร็จรูป	24	9.0%
อาหารด่วนทางตะวันตก	38	14.2%
อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที	29	10.8%
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	88	32.8%
เมนูต้ม	178	66.4%
เมนูยำ / สลัด	165	61.6%
อาหารนานาชาติ	67	25.0%
อื่นๆ	18	6.7%

หมายเหตุ 2 missing cases; 268 valid cases

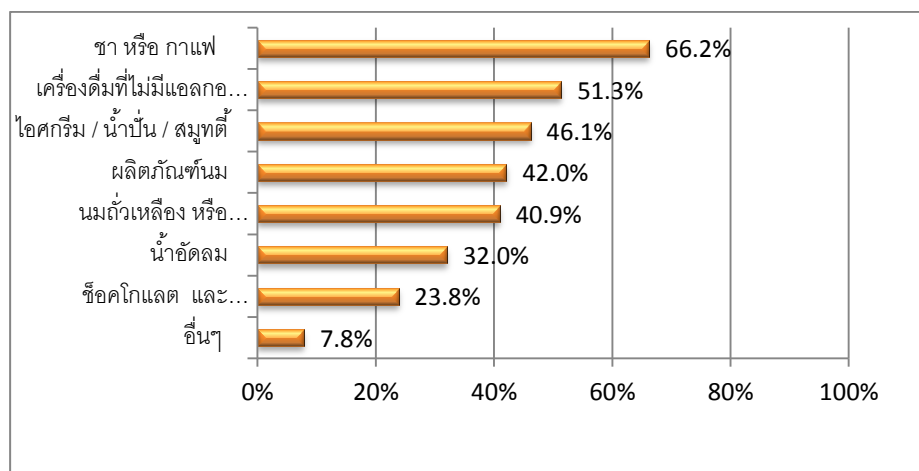


รูปที่ 10 อาหารหลักที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทาน

ตารางที่ 14 เครื่องดื่มที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทาน

	ความถี่ (case)	% of cases
เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์	138	51.3%
ผลิตภัณฑ์นม	113	42.0%
นมถั่วเหลือง หรือเครื่องดื่มธัญพืช	110	40.9%
ชา หรือ กาแฟ	178	66.2%
น้ำอัดลม	86	32.0%
ช็อคโกแลต และผลิตภัณฑ์	64	23.8%
ไอศกรีม / น้ำปั่น / สมูทตี้	124	46.1%
อื่นๆ	21	7.8%

หมายเหตุ 1 missing cases; 269 valid cases

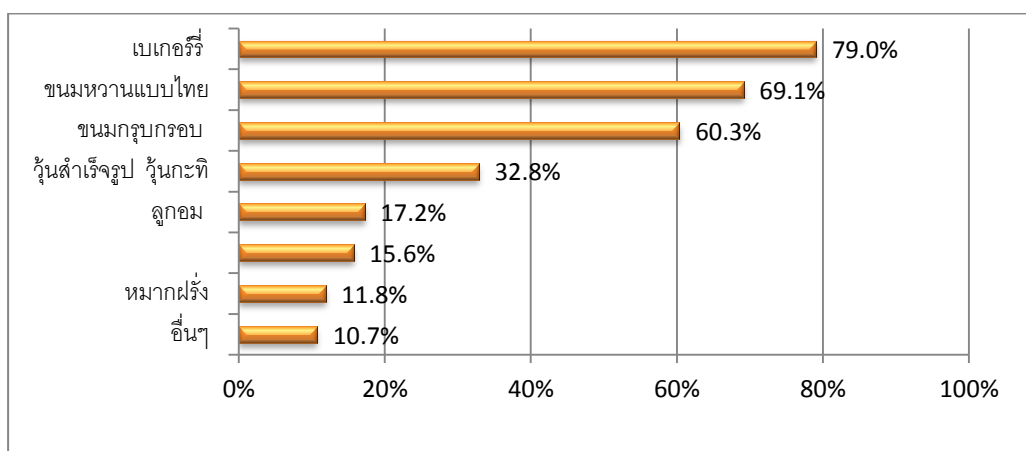


รูปที่ 11 เครื่องดื่มที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทาน

ตารางที่ 15 กลุ่มอาหารว่างที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทาน

	ความถี่ (case)	% of cases
ขนมกรุบกรอบ	158	60.3%
เบเกอรี่	207	79.0%
ลูกอม	45	17.2%
แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด	41	15.6%
วุ้นสำเร็จรูป วุ้นกะทิ	86	32.8%
ขนมหวานแบบไทย	181	69.1%
หมากฝรั่ง	31	11.8%
อื่นๆ	28	10.7%

หมายเหตุ 8 missing cases; 262 valid cases



รูปที่ 12 อาหารว่างที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทาน

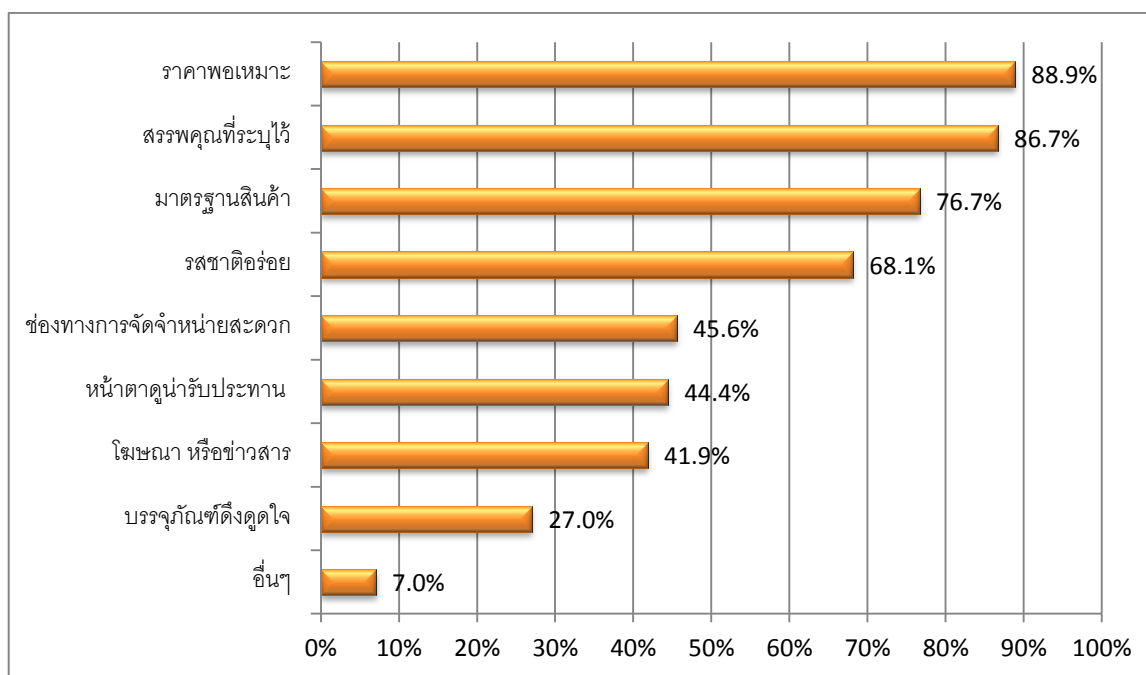
ปัจจัยในการเลือกซื้ออาหารเพื่อสุขภาพ

สำหรับปัจจัยที่ใช้ในการเลือกซื้ออาหารเพื่อสุขภาพ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามจะพิจารณาในส่วนของราคาที่เหมาะสมเป็นลำดับแรก รองลงไป คือ สรรพคุณที่ระบุไว้ มาตรฐานสินค้า รสชาติที่อร่อย ฯลฯ รายละเอียดดังในตารางที่ 16 และรูปที่ 13

ตารางที่ 16 ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกซื้ออาหารเพื่อสุขภาพ

	ความถี่ (case)	% of cases
สรรพคุณที่ระบุไว้	234	86.7%
รสชาติอร่อย	184	68.1%
หน้าตาดูน่ารับประทาน	120	44.4%
ราคาพอเหมาะ	240	88.9%
บรรจุภัณฑ์ดึงดูดใจ	73	27.0%
ช่องทางการจัดจำหน่ายสะดวก	123	45.6%
โฆษณา หรือข่าวสาร	113	41.9%
มาตรฐานสินค้า	207	76.7%
อื่นๆ	19	7.0%

หมายเหตุ 0 missing cases; 270 valid cases



รูปที่ 13 ร้อยละของปัจจัยที่ใช้ในการเลือกซื้ออาหารเพื่อสุขภาพ

การพัฒนาอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”

จากการสำรวจ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความสนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”ร้อยละ 75.6 (204 คน) ไม่สนใจ ร้อยละ 24.4 (66 คน) โดยไม่แตกต่างกันตามช่วงอายุและเพศ ($p > 0.05$) รายละเอียดอื่นๆดังในตารางที่ 17-22 และ รูปที่ 14

ตารางที่ 17 ร้อยละของผู้บริโภคกลุ่มที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
สนใจ	204	75.6	75.6	75.6
ไม่สนใจ	66	24.4	24.4	100.0
รวม	270	100.0	100.0	

ตารางที่ 18ความสัมพันธ์ระหว่าง อาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” ที่สนใจ กับช่วงอายุ

		ความสนใจอาหารที่มีประโยชน์ใน ”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”		รวม
		สนใจ	ไม่สนใจ	
ช่วงอายุ	20-24 ปี	20	10	30
	25-29 ปี	22	8	30
	30-34 ปี	22	8	30
	35-39 ปี	25	5	30
	40-44 ปี	23	7	30
	45-49 ปี	23	7	30
	50-54 ปี	27	3	30
	55-59 ปี	22	8	30
	60 ปี ขึ้นไป	20	10	30
รวม		204	66	270

จากตารางที่ 18 การวิเคราะห์ ค่าไคสแควร์ (ดู Pearson Chi-Square) พบว่า มีค่าเท่ากับ 7.219 $df = 8$ Sig = 0.513 แสดงว่า ตัวแปรอายุและความสนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน ”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p > 0.001$) หรือกล่าวได้ว่า ความสนใจที่สนใจไม่ขึ้นกับช่วงอายุ

ตารางที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจอาหารที่มีประโยชน์”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” กับเพศ

		ความสนใจอาหารที่มีประโยชน์ใน		รวม
		สนใจ	ไม่สนใจ	
เพศ	หญิง	97	38	135
	ชาย	107	28	135
รวม		204	66	270

จากตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ ค่าไคสแควร์ (ดู Pearson Chi-Square) พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.005 df = 1 Sig = .157 แสดงว่า ตัวแปรอายุและความสนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p > 0.001$) หรือกล่าวได้ว่า ความสนใจที่สนใจไม่ขึ้นกับเพศ

ตารางที่ 20 ผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำอาหารหลักไปพัฒนาเป็นอาหารที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

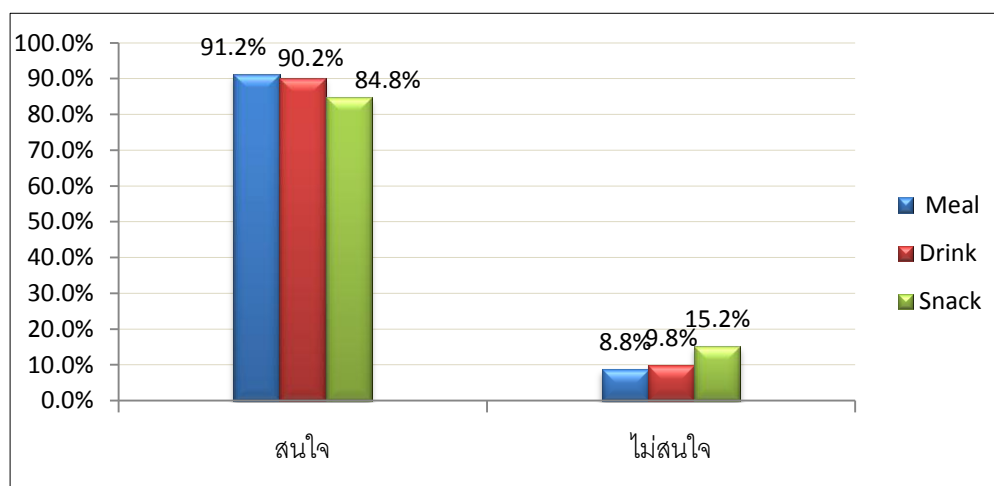
		การพัฒนาอาหารหลัก		รวม
		สนใจ	ไม่สนใจ	
อาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”	สนใจ	186	18	204
	ไม่สนใจ	37	29	66
รวม		223	47	270

ตารางที่ 21 ผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำเครื่องดื่มไปพัฒนาเป็นอาหารที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

		การพัฒนาเครื่องดื่ม		รวม
		สนใจ	ไม่สนใจ	
อาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”	สนใจ	184	20	204
	ไม่สนใจ	38	28	66
รวม		222	48	270

ตารางที่ 22 ผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำอาหารว่างไปพัฒนาเป็นอาหารที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

		การพัฒนาอาหารว่าง		รวม
		สนใจ	ไม่สนใจ	
อาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”	สนใจ	173	31	204
	ไม่สนใจ	28	38	66
รวม		201	69	270



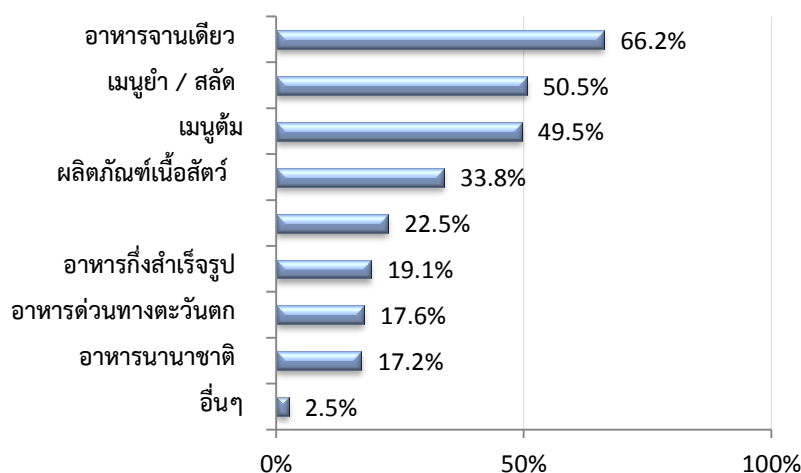
รูปที่ 14 ความสนใจกลุ่มอาหารของผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”

อาหารหลักจากการสำรวจผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความสนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” พบว่า อาหารหลักที่ได้รับความนิยม 3 อันดับ โดย อันดับแรกคือ อาหารตามสั่ง เช่น กระเพรา ข้าวผัด ผัดพริกแกง อันดับสองคือ เมนูต้ม เช่น แกงเผ็ด ต้มจืด พะโล้ ซุปข้น อันดับสาม คือ เมนูยำ / สลัด เช่น ยำแบบไทย สลัดผัก ส้มตำ (ร้อยละ 81.7 , 66.4 และ 61.6 ตามลำดับ)

ตารางที่ 23 ร้อยละของอาหารหลักที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

	ความถี่ (case)	% of cases
อาหารจานเดียว	135	66.2%
อาหารกึ่งสำเร็จรูป	39	19.1%
อาหารด่วนทางตะวันตก	36	17.6%
อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที	46	22.5%
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	69	33.8%
เมนูต้ม	101	49.5%
เมนูยำ / สลัด	103	50.5%
อาหารนานาชาติ	35	15.7%
อื่นๆ	5	2.2%

รวม 204 case

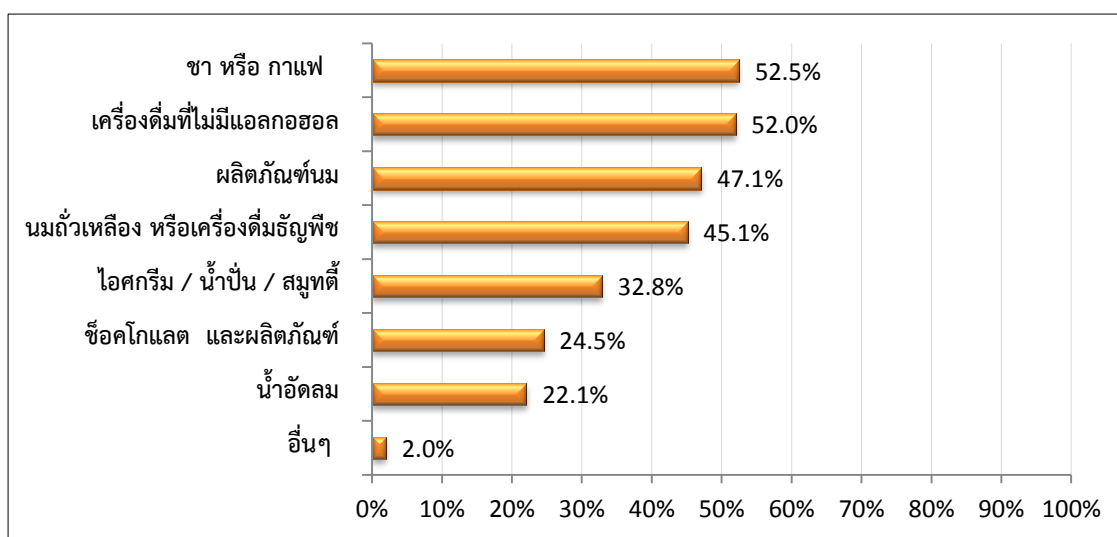


รูปที่ 15 ร้อยละของอาหารหลักที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

เครื่องดื่ม จากการสำรวจพบว่าเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยม 3 อันดับ โดย อันดับแรก คือ ชา หรือ กาแฟ อันดับสองคือ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีรสหวาน เช่น น้ำผลไม้ บิวตี้ ดริงค์ อันดับสาม คือ ผลิตภัณฑ์นม เช่น นมรสกล้วย นมกลิ่นสตอเบอรี่ นมเปรี้ยว (ร้อยละ 52.2 , 52.0 และ 47.1 ตามลำดับ)

ตารางที่ 24 ร้อยละของเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ในการลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นเครื่องดื่มที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง (รวม 204 case)

	ความถี่ (case)	% of cases
เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์	106	52.0%
ผลิตภัณฑ์นม	96	47.1%
นมถั่วเหลือง หรือเครื่องดื่มธัญพืช	92	45.1%
ชา หรือ กาแฟ	107	52.5%
น้ำอัดลม	45	22.1%
ซ็อกโกแลต และผลิตภัณฑ์	50	24.5%
ไอศกรีม / น้ำปั่น / สมูทตี้	67	32.8%
อื่นๆ	4	2.0%

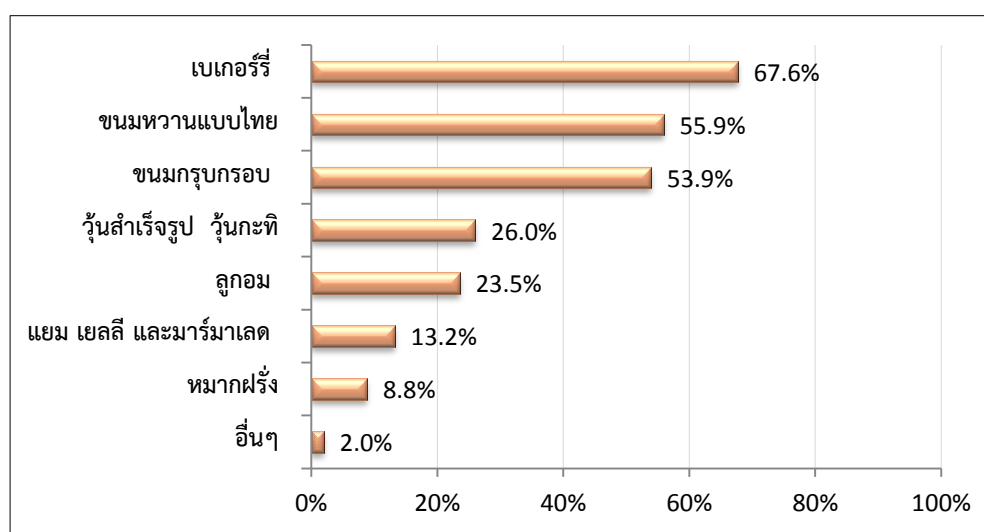


รูปที่ 16 ร้อยละของเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ในการลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง”และสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นเครื่องดื่มที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

อาหารว่าง จากการสำรวจพบว่า อาหารว่างที่ได้รับความนิยม 3 อันดับ โดย อันดับแรก คือ เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง แซนวิช คูกี้ เค้ก แอแคล์ แยมโรล อันดับสองคือ ขนมหวานแบบไทย เช่น ขนมชั้น ข้าวต้มมัด ขนมชั้น สังขยา อันดับสาม คือ ขนมกรุบกรอบ เช่น มันฝรั่งทอด ปาร์ตี้ส่าหรัย ป็อกกี้ ป๊อบคอร์น ขนมขบเคี้ยวรูปแท่ง (ร้อยละ 67.6 , 55.9 และ 53.9 ตามลำดับ)

ตารางที่ 25 ร้อยละของอาหารว่างที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารว่างที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง (8 missing cases; 262 valid cases)

	ความถี่ (case)	% of cases
ขนมกรุบกรอบ	110	53.9%
เบเกอรี่	138	67.6%
ลูกอม	48	23.5%
แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด	27	13.2%
วุ้นสำเร็จรูป วุ้นกะทิ	53	26.0%
ขนมหวานแบบไทย	114	55.9%
หมากฝรั่ง	18	8.8%
อื่นๆ	4	2.0%



รูปที่ 17 ร้อยละของอาหารว่างที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง” และสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารว่างที่ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง

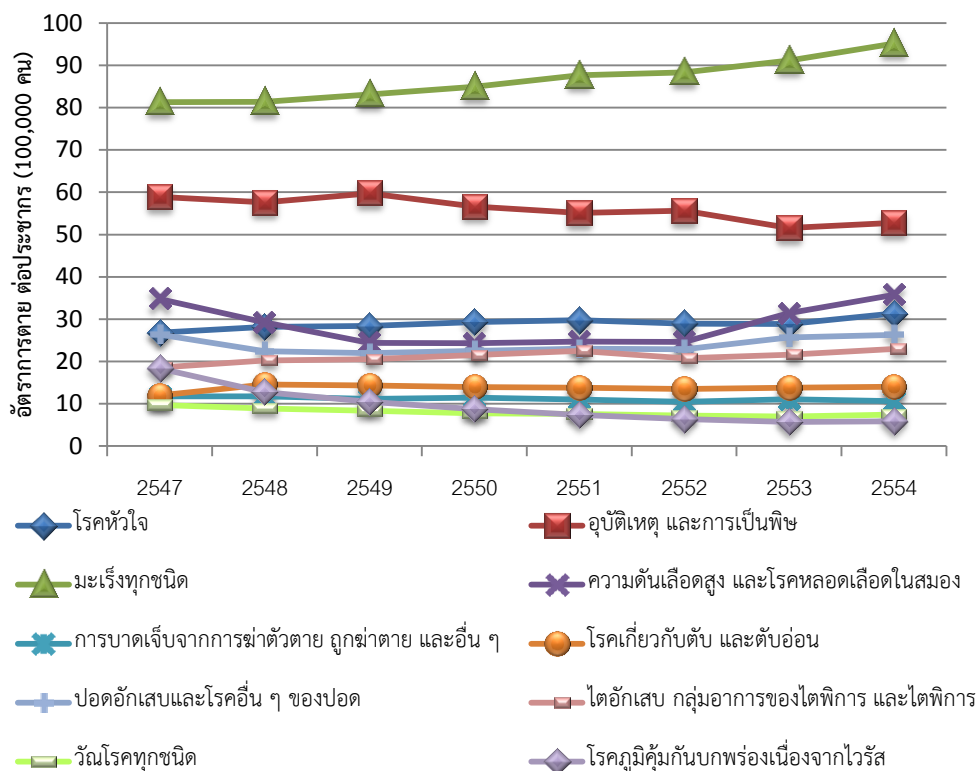
โดยสรุป คือ อาหารที่ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง คือ กลุ่มอาหารหลัก 3 อันดับแรก ได้แก่ อาหารจานเดียว เมนูต้ม เมนูยำ/สลัด กลุ่มเครื่องดื่ม 3 อันดับแรก ได้แก่ ชา/กาแฟ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีรสหวาน ผลิตภัณฑ์นม กลุ่มอาหารว่าง 3 อันดับแรก ได้แก่ เบเกอรี่ ขนมหวานแบบไทย ขนมกรุบกรอบ

5.2 สืบค้นข้อมูล/สัมภาษณ์เกี่ยวกับรายละเอียด/ข้อควรระวัง/ข้อจำกัดเกี่ยวกับอาหารของผู้ป่วยมะเร็ง

5.2.1 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเภทต่างๆของโรคมะเร็งในประเทศไทย จำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งชนิดต่างๆ โดยทำการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต และจากเว็บไซต์ของหน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวกับผู้ป่วยมะเร็ง จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคมะเร็งประเภทต่างๆและจำนวนผู้ป่วยมะเร็งชนิดต่างๆในประเทศไทย ได้ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุข และสถาบันมะเร็งแห่งชาติดังนี้

อัตราการตายจากโรคมะเร็ง

เมื่อพิจารณาอัตราการตายรายโรคทั่วราชอาณาจักร พ.ศ. 2547 – 2554 พบว่า โรคที่ทำให้เกิดการตายมากที่สุดใน 10 อันดับ อันดับแรก คือ โรคมะเร็ง โดยมีอัตราการตายเฉลี่ย 87 คนต่อประชากร (100,000 คน) ซึ่งสังเกตได้ว่าการตายด้วยโรคมะเร็งนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (รูปที่ 18) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2555)



รูปที่ 18 อัตราการตาย ต่อประชากร (100,000 คน) จำแนกตามสาเหตุการตายทั่วราชอาณาจักร พ.ศ. 2547 - 2554

ที่มา: สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติโรคมะเร็งในประเทศไทย (สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2555, 2557; กลุ่มงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์โรงพยาบาลสุราษฎร์, 2557)

โรคมะเร็งที่พบบ่อย 6 อันดับแรกของโลก ได้แก่ มะเร็งปอด มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งตับ และมะเร็งปากมดลูก ตามลำดับ ชนิดของโรคมะเร็งที่พบบ่อยในแต่ละประเทศไม่เหมือนกันเนื่องจากประชาชนมีการเกิดโรคติดเชื้อต่างกัน ได้รับรังสี สารเคมี มีพฤติกรรม การบริโภคอาหาร คุณสมบัติทางพันธุกรรม วิธีการดำเนินชีวิตและอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปี พ.ศ. 2554 ในประเทศไทยในมีอัตราการตาย ด้วยโรคมะเร็ง สูงถึง 95.1 คนต่อประชากร 100,000 คน จากเดิมในปี พ.ศ. 2547 ที่มีอัตราการตาย 81.27 คนต่อประชากร 100,000 คน และภูมิภาคที่พบผู้ป่วยมะเร็งมากที่สุดคือ ภาคกลาง ร้อยละ 51.9 (รูปที่ 19 และตารางที่ 26)



รูปที่ 19 แผนที่ประเทศไทยแสดงจำนวนที่พบว่าเป็นโรคมะเร็ง

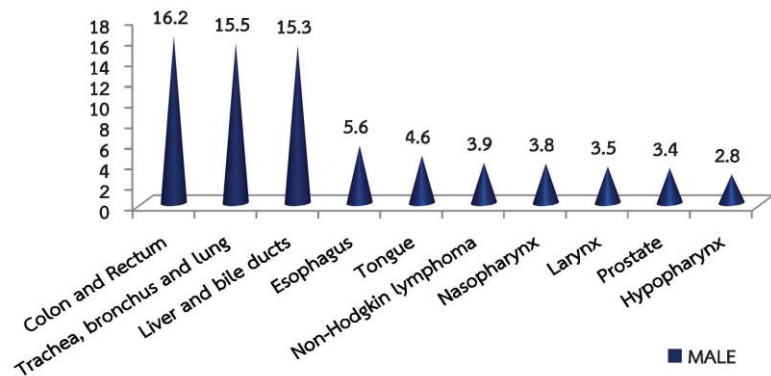
ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

ตารางที่ 26 จำนวนผู้ป่วยมะเร็งมากที่สุด 10 จังหวัดแรกในภาคกลาง พ.ศ.2554

ลำดับ	จังหวัด	ชาย		หญิง		รวม	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
1	กรุงเทพมหานคร	338	10.1	533	16.0	871	26.1
2	นนทบุรี	93	7.0	157	7.8	250	7.5
3	สมุทรปราการ	87	6.5	129	6.4	216	6.5
4	กาญจนบุรี	64	4.8	106	5.3	170	5.1
5	ราชบุรี	32	2.4	80	4.0	112	3.4
6	พระนครศรีอยุธยา	43	3.2	66	3.3	109	3.3
7	ปทุมธานี	41	3.1	66	3.3	107	3.2
8	เพชรบุรี	45	3.4	47	2.3	92	2.8
9	นครปฐม	38	2.9	48	2.4	86	2.6
10	สุพรรณบุรี	32	2.4	52	2.6	84	2.5

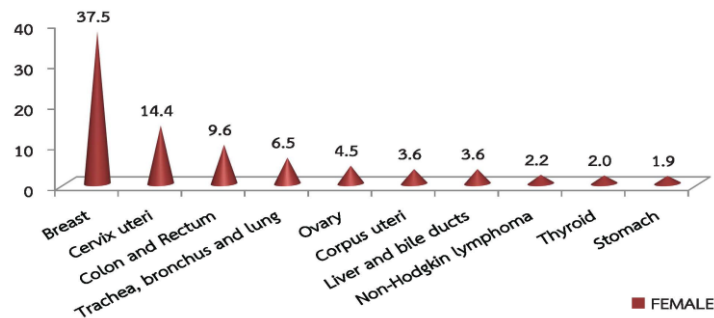
ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

ในประเทศไทย โรคมะเร็งที่พบมากที่สุดในเพศชาย คือ มะเร็งของลำไส้ใหญ่ ส่วนโรคมะเร็งที่พบมากที่สุดในเพศหญิง คือ มะเร็งเต้านม รายละเอียดของโรคมะเร็ง 10 อันดับแรก ดังในรูปที่ 15 และ 16



รูปที่ 20 โรคมะเร็งที่พบมากที่สุดเพศชาย 10 อันดับแรก พ.ศ.2554

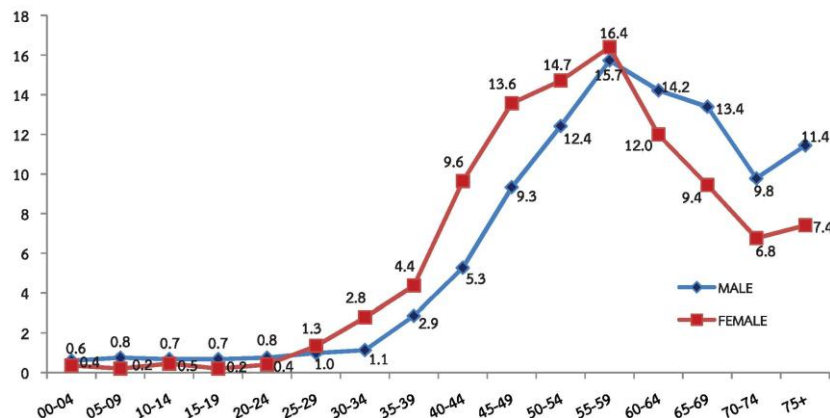
ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ



รูปที่ 21 โรคมะเร็งที่พบมากที่สุดเพศหญิง 10 อันดับแรก พ.ศ.2554

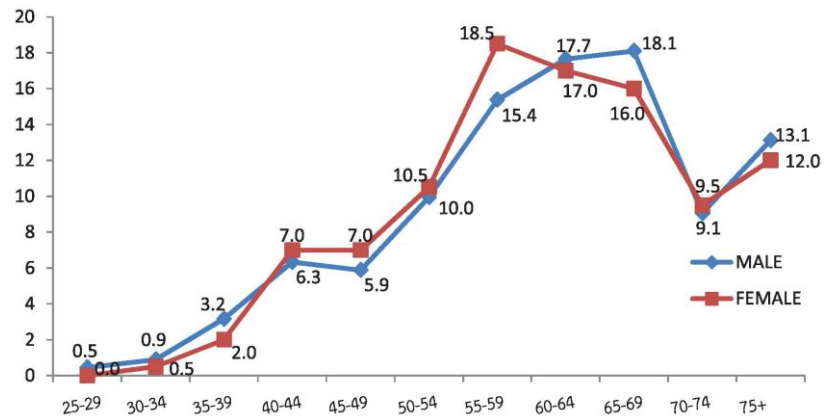
ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

จากข้อมูลผู้ป่วยมะเร็งแต่ละชนิด พบว่า จำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่ช่วงอายุ 20-24 ปี และมีจำนวนมากที่สุดในช่วงอายุ 55-59 ปีโดยแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยมะเร็งแต่ละชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 22-27



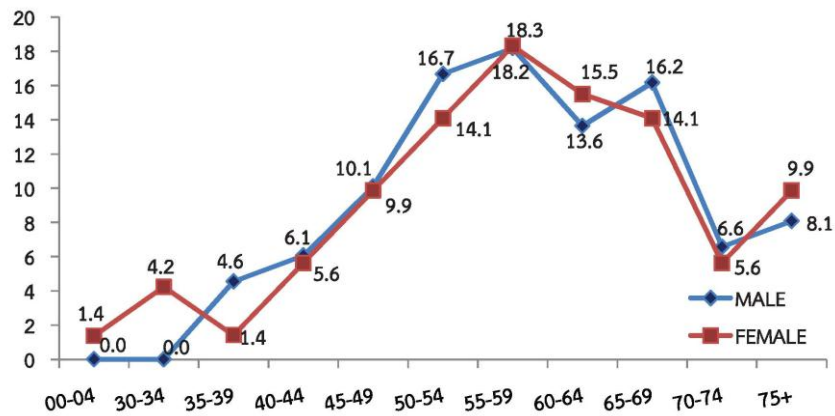
รูปที่ 22 จำนวนผู้ป่วยมะเร็งทั้งหมด จำแนกตามอายุและเพศ พ.ศ.2554

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ



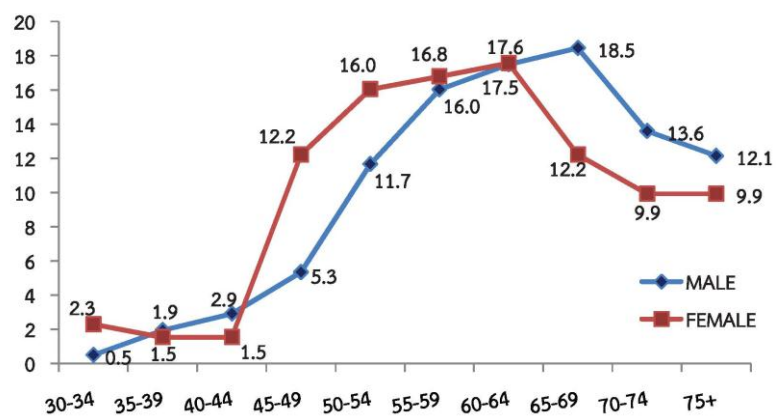
รูปที่ 23 แสดงจำนวนผู้ป่วยมะเร็งลำไส้แยกตามช่วงอายุ พ.ศ.2554*

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ



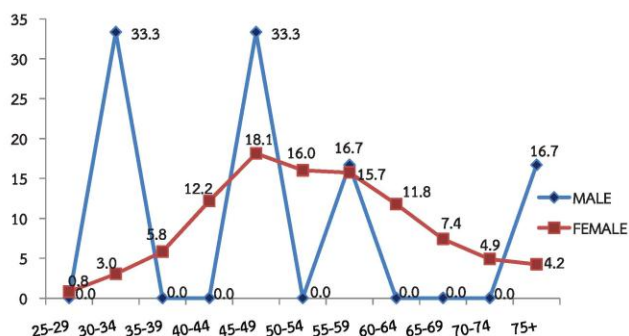
รูปที่ 24 แสดงจำนวนผู้ป่วยมะเร็งตับและท่อน้ำดีแยกตามช่วงอายุ พ.ศ.2554

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ



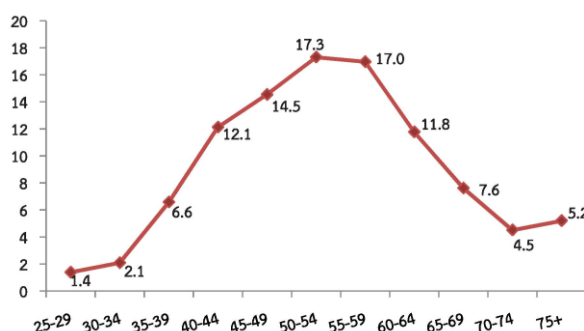
รูปที่ 25 แสดงจำนวนผู้ป่วยมะเร็งปอดแยกตามช่วงอายุ พ.ศ.2554

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ



รูปที่ 26 แสดงจำนวนผู้ป่วยมะเร็งเต้านมแยกตามช่วงอายุ พ.ศ.2554

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ



รูปที่ 27 แสดงจำนวนผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกแยกตามช่วงอายุ พ.ศ.2554

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

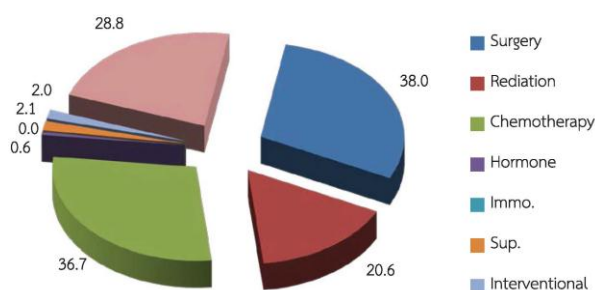
5.2.2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการรับรสและกลิ่นที่เปลี่ยนไปของผู้ป่วยมะเร็งชนิดต่างๆ โดยเฉพาะในช่วงที่มีการดำเนินการบำบัดโดยใช้การฉายแสง เคมีบำบัด หรืออื่นๆ โดยการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ตจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการรับรสและกลิ่นที่เปลี่ยนไปของผู้ป่วยมะเร็งชนิดต่างๆ ได้ข้อมูลดังนี้

การรักษาและผลข้างเคียงจากการรักษาโรคมะเร็ง (สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2555)

การรักษาโรคมะเร็ง ในปัจจุบันก้าวหน้าไปมาก มีทั้งยาและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น การผ่าตัด การให้ยาเคมีบำบัด หรือการฉายรังสี จากสถิติพบว่า จำนวนผู้ป่วยที่รักษาด้วยวิธีการผ่าตัดมีปริมาณสูงสุดคือ ร้อยละ 38.0 รองลงมา คือ เคมีบำบัด ร้อยละ 36.7 ซึ่งวิธีการรักษามะเร็งโดยการให้ยาเคมีบำบัด หรือการฉายรังสีจะฆ่าเซลล์ โดยกระบวนการฆ่าเซลล์มะเร็ง เซลล์ที่ดีจะถูกทำลายด้วย ซึ่งผลข้างเคียงของการรักษามะเร็งที่เกิดขึ้น จะมีผลต่อการรับประทานอาหาร และภาวะโภชนาการของผู้ป่วย ถ้าผู้ป่วยมีอาการรับประทานอาหารไม่ได้ การเบื่ออาหาร การเปลี่ยนแปลงของการรับรสและการกลิ่น จะทำให้ร่างกายของผู้ป่วยขาดอาหารอย่างรุนแรง น้ำหนักตัวลดอย่างรวดเร็ว ทำให้ร่างกายอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งจะเกิดโรคแทรกซ้อนได้

ปัญหาที่ทำให้ผู้ป่วยรับประทานอาหารได้น้อยลงมีดังนี้

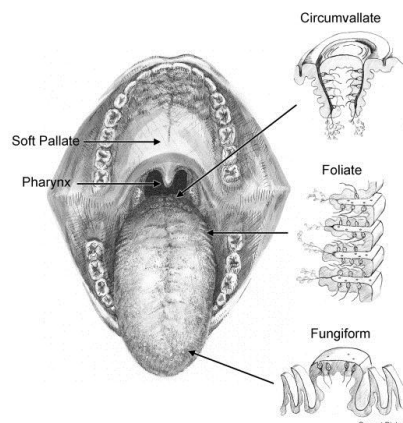
1. อาการเบื่ออาหาร มักพบได้เสมอในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยการฉายรังสีและเคมีบำบัด แต่อาการจะค่อย ๆ ดีขึ้นหลังจากได้รับการรักษาครบแล้ว
2. การรับรสเปลี่ยนไป อาจรู้สึกขมในปากตลอดจนการรับรสต่าง ๆ ผิดไปจากเดิม สาเหตุจากเยื่อในช่องปากและต่อมรับรสถูกรบกวนจากการรักษา
3. อาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ท้องผูก มักพบบ่อยในช่วงแรก ๆ ของการรักษาด้วยเคมีบำบัด และการฉายรังสี หลังจากได้รับการรักษาครบแล้ว อาการจะค่อย ๆ ดีขึ้นภายใน 6-8 สัปดาห์
4. ความเจ็บปวด ปวดท้อง แน่นท้อง มีทั้งเกิดจากโรคเอง และผลข้างเคียงของการรักษา ควรปรึกษาแพทย์เพื่อให้ยาระงับความเจ็บปวดและยาช่วยในการย่อยอาหาร
5. ความเชื่อในเรื่องอาหารแสลง หากมีความเชื่อว่าอาหารที่มีประโยชน์ และจำเป็นต่อร่างกายบางชนิด เป็นอาหารแสลงก็จะทำให้ยังขาดอาหารได้
6. อาการซึมเศร้า ท้อแท้ หดหู่ใจ ก็ทำให้เบื่ออาหาร อาหารไม่ย่อย รับประทานอาหารไม่ได้ ภาวะการขาดอาหารก็จะเป็นมากขึ้น สิ่งที่เราควรทำคือ ต้องพยายามทำจิตใจให้เข้มแข็ง จัดหาสิ่งที่จะทำให้มีความสุข ความสดชื่น เพื่อช่วยให้รับประทานได้มากขึ้น



รูปที่ 28 จำนวนผู้ป่วยแยกตามประเภทวิธีการรักษา

ที่มา : หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ การรับรู้รสนักผู้ป่วยโรคมะเร็ง (ไพโรจน์ วิริยจาร, 2557)

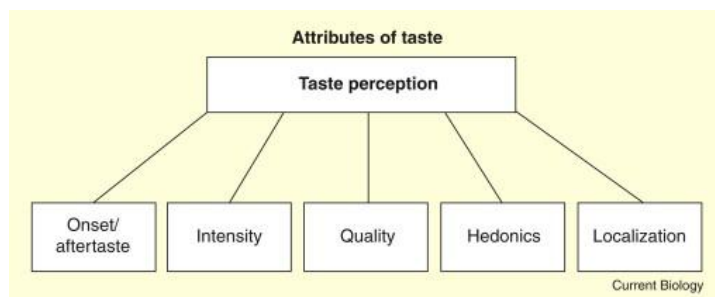
มนุษย์สามารถบอกความแตกต่างของรสชาติอาหารที่รับประทานได้เนื่องจากมีปุ่มรับรสเล็กๆ จำนวนมากมายบนลิ้นเรียกว่า ปาปิลลา (papilla) ปุ่มบนลิ้นเหล่านี้จะประกอบด้วยตุ่มรับรส (taste bud) ซึ่งมีอยู่ 4 ชนิดทำหน้าที่รับรสต่างๆ ได้แก่ รสหวาน รสขม รสเค็มและรสเปรี้ยวกระจายอยู่บนลิ้นในบริเวณต่างๆ ในแต่ละตุ่มรับรสจะมีเซลล์รับรสซึ่งต่อกับใยประสาท



รูปที่ 29 ต่อมรับรสในช่องปาก

รสชาติหลัก 4 ประเภท ได้แก่

1. ความเปรี้ยว (Sourness) เป็นรสชาติที่ง่ายที่สุด สิ่งกระตุ้นรสชาตินี้คือกรด โดยเฉพาะไฮโดรเจนไอออน โดยทั่วไปถ้ามีปริมาณไฮโดรเจนไอออนมาก ยิ่งทำให้สารละลายมีความเปรี้ยวมากขึ้น ด้วยอย่างไรก็ตามบัฟเฟอร์ในสารละลายที่มีความเปรี้ยว อาจจะไปเปลี่ยนความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนอย่างเหมาะสม และทำให้เกิดรสชาติเปรี้ยวของตัวอย่าง
2. ความหวาน (Sweetness) สิ่งกระตุ้นรสชาติหวานอย่างง่าย ๆ คือ น้ำตาล อย่างไรก็ตาม สารประกอบมากมายที่มีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันจะมีรสชาติหวาน ตัวอย่างเช่น Lead salt, Saccharine, Cyclamates และ D-asparagine เป็นต้น
3. ความเค็ม (Saltiness) โซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกง เป็นสารที่ให้รสชาติเค็มและค่อนข้างสม่ำเสมอ เนื่องจากสารอนินทรีย์ที่ละลายได้เกือบทั้งหมดจะมีรสชาติหลากหลายเช่น ขม ต่าง หวาน และเค็มในส่วนผสมที่แตกต่างกันความแรงของรสชาติของเกลือทางเคมีจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับส่วนของโครงสร้างโมเลกุล เช่นโดยทั่วไปลำดับที่ยอมรับของความแรงของไอออนบวกคือ NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Na^+ , Li^+ , และ Mg^{2+} ส่วนลำดับสำหรับไอออนลบของโซเดียมคือ SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- , HCO_3^- , และ NO_3^- ซึ่งไอออน Mg^{2+} และ NO_3^- เป็นไอออนที่อ่อนที่สุด
4. ความขม (Bitterness) สารประกอบที่แตกต่างกันทางเคมีหลายชนิดจะมีรสชาติขม บางชนิดมีความขมมาก เช่น Alkaloids จำพวก Caffeine, Nicotine, Quinine และ Brucine เป็นต้น



รูปที่ 30 คุณลักษณะของการรับรส

ความไวในการรับรู้รส

จากการรวบรวม คัดเลือก และสังเคราะห์ข้อมูล พบว่าเคมีบำบัดมีผลกระทบต่อรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาส่วนใหญ่ติดตามคุณภาพของการรับรส โดยมุ่งเน้นที่การรับรสหวานและรสเค็มมากกว่ารสขม รสเปรี้ยว หรือรสอูมามิ

รสหวาน การทดสอบความไวในการรับรสหวานในคนที่ได้รับเคมีบำบัดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีสัมพันธ์กันระหว่างเดือนที่ 1 ถึง 8 หลังจากเริ่มต้นการรักษาด้วยเคมีบำบัด จากการศึกษาของ Carson and Gormican (1977) และ Ovesen et al (1991) พบว่า ความไวต่อน้ำตาลซูโครสในคนที่ได้รับเคมีบำบัด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากระดับปกติอย่างมีนัยสำคัญ ในสามเดือนแรกที่ได้รับเคมีบำบัด และจากการศึกษา Steinbach et al (2009) พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความไวในการรับรสจากระดับปกติตั้งแต่แรกถึง 30 สัปดาห์หลังจากที่เริ่มการรักษาด้วยเคมีบำบัด ในการศึกษาของ และความไวในการรับรสเพิ่มขึ้นใน การศึกษาอื่น ระหว่าง 1 เดือนและ 8 เดือน หลังจากการเริ่มต้นของการรักษา ด้วยเคมีบำบัด (ค่าเกณฑ์ มาตรฐาน = 1.0 เดือนที่ 1; 1.89 เดือนที่ 3 และ 1.18 เดือน ที่ 8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01) ในการศึกษา โดย Bruera et al (1984) ในคนที่ได้รับเคมีบำบัดจำนวน 36 80 มีความไวต่อรสหวานของน้ำตาลกลูโคสน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มคนที่มีสุขภาพดีที่ไม่ได้รับเคมีบำบัดถึง 18 คน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

รสเค็ม ผลกระทบของยาเคมีบำบัดกับความไวในการรับรสเค็มไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน จากรายงานการศึกษาทั้ง 3 ฉบับของ Schiffman et al (2007) , Carson and Gormican (1977) และ Ovesen et al (1991) พบว่า ไม่มีความเปลี่ยนแปลงของความไวต่อโซเดียมคลอไรด์จากระดับปกติภายในสามเดือนแรกหลังจากได้รับเคมีบำบัด ในการศึกษาฉบับหนึ่ง พบว่า ความไวต่อ โซเดียมคลอไรด์ ลดลงในระหว่างการรักษาด้วยเคมีบำบัด และสามารถกลับมาเป็นปกติได้หลังการรักษาด้วยเคมีบำบัดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว (ค่าเกณฑ์ มาตรฐาน = 1.0 ก่อนที่จะรักษาด้วยเคมีบำบัด ; ค่า 0.4 ในเดือนที่ 3 ของการรักษา ด้วยเคมีบำบัด; ค่ากลับมาที่ 1.0 ในสามเดือนหลังจากหยุดการรักษาด้วยเคมีบำบัด)

รสเปรี้ยว ไม่พบความเปลี่ยนแปลงความไวต่อ รสเปรี้ยว 18 สัปดาห์หลังจากที่เริ่มต้นของการรักษาด้วยเคมีบำบัด ในการศึกษา 2 ฉบับ โดย [Steinbach](#) et al (2009) และ [Ovesen](#) et al (1991) โดยความไวในการรับรสที่เพิ่มขึ้นจะปรากฏให้เห็นในเดือนที่ 3 หลังหยุดการรักษาด้วยเคมีบำบัด (30 สัปดาห์หลังจากที่เริ่มต้นของการ รักษาด้วยเคมีบำบัด) (ค่าเกณฑ์ มาตรฐาน = 1.0 ก่อนที่จะรักษาด้วยเคมีบำบัด และในเดือนที่ 3 ของการรักษา ด้วยเคมีบำบัด และ หลังการรักษา ด้วยเคมีบำบัด ได้หยุด ; ค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 ในสามเดือนหลังจากหยุดการรักษาด้วยเคมีบำบัด)

รสขม ความไวในการรับรสขมมีแนวโน้มลดลงภายใน 18 สัปดาห์หลังจากที่เริ่มต้นของการรักษาด้วยเคมีบำบัดในการศึกษา 2 ฉบับ โดย [Steinbach](#) et al (2009) และ [Ovesen](#) et al (1991) และทำการตรวจสอบความไวต่อรสขมอย่างต่อเนื่อง ในการตรวจสอบความไวต่อรสขมหลังจากหยุดการรักษาด้วยเคมีบำบัดสามเดือน พบว่า หลังการรักษาความไวในการรับรส สามารถกลับไปเป็นปกติได้เหมือนก่อนรับเคมีบำบัด (18 สัปดาห์หลังจากที่ เริ่มต้นของการ รักษาด้วยเคมีบำบัด)

ถึงแม้การวิเคราะห์และรวบรวมผลการศึกษาถึงอิทธิพลของเคมีบำบัดกับการรับรสโดย [Boltong](#) and [Keast](#) (2012) จะพบว่างานวิจัยโดยรวมยังคงขาดของความสอดคล้องกัน เนื่องจากการออกแบบ การศึกษาของแต่ละงานวิจัยที่มีความแตกต่างกันทั้งตัวยาเคมีบำบัด ชนิดเนื้องอก และระยะที่ได้รับการตรวจรักษา แต่อย่างไรก็ตามผลของการศึกษาเหล่านี้ก็เพียงพอที่จะแสดงได้ว่าการให้ยาเคมีบำบัดมีผลกับการรับรสอย่างมีนัยสำคัญ

โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความชอบอาหารและ ความอยากอาหารได้รับผลกระทบจากยาเคมีบำบัด แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปความชอบ และความอยากอาหารที่ลดลงสามารถกลับมาเป็นปกติได้ โดยรวมแล้วการศึกษาระยะยาวที่ใช้เฉพาะยาเคมีบำบัดจะต้องกำหนดลักษณะ ขนาด และ ระยะเวลาของศึกษาเรื่องการรับรสที่แน่นอน เนื่องจากความชอบอาหารและ ความอยากอาหารจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อรับการรักษา อาหารกับผู้ป่วยมะเร็ง(หน่วยสารสนเทศมะเร็ง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์, 2557; กมล ไชยสิทธิ์, 2557)

ปัจจัยที่จะส่งเสริมการพัฒนาของมะเร็งนั้นก็คือ สิ่งแวดล้อมและอาหาร วิธีที่ลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งที่ดีที่สุด คือ การหลีกเลี่ยงสารก่อมะเร็ง (Cancer-causing Agents) สารนิโคตินในบุหรี่ สารทางชีววิทยา ไวรัส แบคทีเรีย และต้องเสริมสร้างพฤติกรรมการบริโภคอาหารต้านมะเร็ง ซึ่งมีข้อมูลที่จะช่วยสนับสนุนในเรื่องของการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสมว่า เป็นสาเหตุหนึ่งในสามของการเสียชีวิต จากมะเร็งทั้งหมด ดังนั้น การรับประทานอาหารตามคำแนะนำ (Recommendation

Diets) รวมทั้งการออกกำลังกาย และการรักษาดัชนีมวลกาย (BMI) ให้สมดุล จะช่วยลดระยะเวลาการเกิดมะเร็งลงได้ 30 - 40% (John D. Potter: Diet and Cancer Report)

จากผลการศึกษาไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดถึงความเสี่ยงที่นำสารอาหารมาใช้เป็นรูปแบบอาหารสำหรับโรคมะเร็ง โรคมะเร็งลำไส้ใหญ่เกิดเนื่องจากการบริโภค เนื้อสัตว์ปริมาณมากและบ่อยครั้ง ส่วนความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอล ในกระบวนการเมตาบอลิซึมและ การส่งสัญญาณ เช่น P450, MAP kinase, PI3 kinase, IGF-1, NF-kB และ ROS มีผลออกฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์ และการแพร่กระจายของเนื้องอก และ เหนี่ยวนำให้เกิด การตายของเซลล์ ในเซลล์มะเร็งประเภทต่างๆ ได้แก่ ลำไส้ใหญ่ ปอด ตับ ต่อมลูกหมาก หรือ มะเร็งเต้านม

จากการศึกษาของ Ruiz (2014) พบว่า การรับประทานอาหารที่ไม่ดีต่อสุขภาพและวิถีการดำเนินชีวิต มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มจำนวนของเซลล์เนื้องอก และความเสี่ยง โรคมะเร็ง ด้วยเหตุนี้ ภาวะโภชนาการที่ดีทานอาหารที่สมดุล จึงถือว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ช่วย ป้องกันการเกิดเนื้องอก แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาลทางระบาดวิทยารวมกัน พบว่า ยังมีความขัดแย้งถึงความชัดเจน และความสอดคล้องกัน เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอาหาร และความเสี่ยงโรคมะเร็ง ซึ่งควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องนี้ในอนาคต

สำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งอยู่แล้ว ความต้องการอาหารจะแตกต่างจากคนปกติ เพราะผู้ป่วยมะเร็งต้องได้รับการรักษาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การผ่าตัด การฉายรังสี การรับยาเคมีบำบัด ซึ่งต้องการสารอาหารเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ เพื่อซ่อมแซมเซลล์ปกติ และ ช่วยให้ร่างกายสามารถรับการรักษได้ครบถ้วนตามแผนที่แพทย์ได้วางไว้ นอกจากนี้ โรคมะเร็งหรือวิธีการรักษาอาจมีผลทำให้เกิดผลข้างเคียง เช่น อาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย เบื่ออาหาร แผลอักเสบเยื่อช่องปากหรือหลอดอาหาร ทำให้ผู้ป่วยมะเร็งมีแนวโน้มที่จะขาดสารอาหาร และมีน้ำหนักตัวลดลง ดังนั้น ควรพยายามรักษาน้ำหนักตัวให้คงที่ในระหว่างการรักษา ด้วยการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์และมีสารอาหารครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ สิ่งที่สำคัญมากคือ อาหารต้องสุกและสะอาด ในขณะที่มีภาวะเม็ดโลหิตขาวต่ำหรือมีภูมิคุ้มกันต่ำ ต้องหลีกเลี่ยงอาหารไม่สุก

5.2.3 สัมภาษณ์นักโภชนาการ/นักกำหนดอาหาร/ผู้ดูแลอาหารของผู้ป่วยมะเร็งในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลต่างๆ

จากการสัมภาษณ์นักโภชนาการ/นักกำหนดอาหาร/ผู้ดูแลอาหารของผู้ป่วยมะเร็ง ที่จากการสัมภาษณ์นักโภชนาการ/นักกำหนดอาหาร/ผู้ดูแลอาหารของผู้ป่วยมะเร็ง ที่โรงพยาบาล

จุฬาลงกรณ์และโรงพยาบาลรามาธิบดี ได้ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องและนำมาประกอบกับข้อมูลที่สืบค้นได้ ได้ข้อมูลดังนี้

ความหลากหลายของอาหาร คุณธัญวรินทร์ ตั้งเสริมวงค์ หัวหน้าฝ่ายโภชนาการ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ให้ความเห็นว่า “ผู้ป่วยมะเร็งควรได้รับอาหารที่มีความหลากหลายชนิด เพื่อให้ได้สารอาหารที่ครบถ้วนเช่นเดียวกับคนทั่วไป ยกเว้นแต่เพียงรูปแบบของอาหารที่จะปรับให้สอดคล้องกับอาการข้างเคียงเนื่องจากผลการรักษา เช่น อาหารอ่อน โจ๊ก อาหารเหลวใส หรืออาหารเหลวข้น เป็นต้น ไม่จำเป็นจะต้องงดเนื้อสัตว์ หรือทานมังสวิรัต” ส่วนคุณพรสวรรค์ พุทธิธินโปชัย นักโภชนาการ รพ.จุฬาลงกรณ์ กล่าวว่า “โภชนาการเป็นส่วนสำคัญสำหรับผู้ป่วยมะเร็ง การรับประทานอาหารที่ดีและครบถ้วนสารอาหารก่อนการรักษา ระหว่างการรักษา และหลังการรักษา จะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารจำพวกโปรตีนเนื่องจากโปรตีนจะช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อและซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่างๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถต่อสู้กับการติดเชื้อได้ ดังนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องงดโปรตีนจำพวกเนื้อสัตว์ได้แก่ อาหารประเภทเนื้อปลา, อาหารทะเล, เนื้อไก่, เนื้อหมู, ไข่, นม, เต้าหู้, อาหารประเภทถั่วต่างๆ, เห็ด เป็นต้น แต่สำหรับผู้ป่วยมะเร็งเต้านม ควรงดอาหารที่ทำมาจากถั่วเหลือง เช่น น้ำเต้าหู้ เต้าหู้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองจะมีสารที่คล้ายกับฮอร์โมนในเพศหญิง ซึ่งอาจจะกระตุ้นมะเร็งเต้านมได้ ส่วน อาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต จะช่วยให้พลังงานกับผู้ป่วย ทำให้มีกำลังวังชา ไม่อ่อนเพลีย และช่วยรักษาระดับน้ำตาลไม่ให้ลดลงมาก

ความเชื่อในการเลือกรับประทานอาหาร คุณพรสวรรค์ พุทธิธินโปชัย นักโภชนาการ รพ.จุฬาลงกรณ์ กล่าวว่า ผู้ป่วยโรคมะเร็งมักมีความเชื่อเนื่องจากการได้รับการบอกเล่า หรืออ่านข้อมูลที่ยังไม่มีการยืนยันทางวิชาการว่า ควรเลือกทานแต่อาหารจำพวกผัก ไม่ควรทานโปรตีนจากเนื้อสัตว์ แต่ให้ทานโปรตีนจากพืชทำให้ผู้ป่วยโรคมะเร็งหลายรายต้องประสบกับภาวะขาดสารอาหารจากการปฏิบัติตัวอย่างเคร่งครัดตามความเชื่อดังกล่าว ผลลัพธ์คือน้ำหนักตัวลดลง ทนการรักษาได้น้อยลง ทำให้รับการรักษาไม่ได้ตามแผน ซึ่งมีผลให้ผลการรักษาไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังเกิดความกังวล กับการที่จะรับประทานอาหารนอกหลักเกณฑ์หรือความเชื่อที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ คุณธัญวรินทร์ ตั้งเสริมวงค์ หัวหน้าฝ่ายโภชนาการ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ที่ได้กล่าวเช่นเดียวกันว่า “การแนะนำอาหารให้ผู้ป่วยมะเร็ง ยากที่ความเชื่อของผู้ป่วยและญาติ”

สำหรับผู้ป่วยมะเร็งที่มีปัญหาทางด้านโภชนาการนั้นงานโภชนาบำบัดจะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการรักษา โดย การดัดแปลงอาหารตามรายการอาหารประจำวันมาเป็นอาหารบำบัดโรคร่วมกับการ

รักษาทางยาให้ การสนับสนุนแผนการรักษาของแพทย์ เพื่อให้ผู้ป่วยมีสุขภาพกลับคืนสู่ภาวะปกติ โดยเร็วมีคุณภาพชีวิตที่ดี โดยมีหน้าที่ดังนี้

1. ประเมินภาวะโภชนาการผู้ป่วย ร่วมวางแผนการให้โภชนาบำบัด
2. กำหนดและคำนวณปริมาณสารอาหาร ให้แก่ผู้ป่วยเฉพาะโรค / เฉพาะราย พร้อมทั้งผลิตอาหารตามรายการที่กำหนด
3. มีการติดตามการบริโภคอาหารผู้ป่วย บันทึกปริมาณรายงานแพทย์ในกรณีศึกษา
4. ติดตามเยี่ยมผู้ป่วย ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ แก้ไขปัญหาที่เกิดจากการบริโภคอาหารไม่ถูกต้องของผู้ป่วย ให้คำแนะนำเกี่ยวกับโภชนาบำบัด การเลือกรับประทานอาหารให้ถูกต้อง ตามหลักโภชนาการ สาธิตและให้เทคนิคการทำอาหารเพื่อให้ผู้ป่วย ญาติผู้ป่วยสามารถตามความรู้ที่ได้รับ ลงมือไปปฏิบัติจริงได้เมื่อกลับไปพักฟื้นที่บ้าน เพื่อให้เกิดผลดีในการรักษายิ่งขึ้น
5. ปรับปรุงสูตรอาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ป่วยได้อาหาร สารอาหารครบถ้วน เพื่อประโยชน์ในการรักษาเฉพาะโรค/เฉพาะราย และอีกทั้งเป็นการสนับสนุน การรักษาตามคำสั่งแพทย์ให้สัมฤทธิ์ผล ยิ่งขึ้น
6. ปรับรายการอาหารให้ผู้ป่วยตามความต้องการอย่างสม่ำเสมอ และมีการดัดแปลงอาหารทางสายให้เป็นสูตรอาหารทาง สายเฉพาะโรค / เฉพาะราย มีการคิดตำรับอาหารเสริม เพิ่มเทคนิคการทำอาหาร การตกแต่งสีกลิ่น ให้ดูน่าสนใจ และเพิ่มความอยากอาหารมากขึ้น โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคมะเร็ง จะมีความรู้สึกเบื่ออาหาร

ตั้งแต่เริ่มต้นการรักษาผู้ป่วยจะไม่ทราบแน่นอนว่าจะเกิดผลข้างเคียงอะไรบ้าง หรือเกิดภาวะอะไรในช่วงระหว่างการรักษา ดังนั้น แนวทางการเตรียมอาหารจึงต้องปรับตามอาการอันเนื่องมาจากผลข้างเคียงของการรักษา โดยจำแนกอาหารสำหรับผู้ป่วยมะเร็ง ได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ อาหารที่แนะนำก่อนการรักษา ระหว่างรักษา และ หลังการรักษา สำหรับผู้ป่วยมะเร็งบางประเภทควรมีการเตรียมตัวในด้านโภชนาการก่อนเริ่มการรักษา เช่น ทานอาหารให้ครบเพื่อเพิ่มน้ำหนัก เพราะภายหลังการรักษาอาจทำให้เกิดแผลที่หลอดอาหาร หรือบริเวณลำคอทำให้กลืนอาหารได้ยาก เป็นต้น และอาจปัญหาภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการรักษาได้ (คุณพรสวรรค์ พฤทธิธโนปจัย นักโภชนาการ รพ.จุฬาลงกรณ์)

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าอาหารของผู้ป่วยในโรงพยาบาลจะมีไม่หลากหลาย และหมุนเวียนกัน เนื่องจากขีดจำกัดของการเตรียมอาหารที่ต้องเตรียมเป็นจำนวนมาก อันได้แก่ งบประมาณ การสั่งซื้อ

และการจัดการวัตถุดิบของแต่ละโรงพยาบาล พื้นที่การจัดเก็บอาหาร วิธีหรือขั้นตอนการเตรียมแต่ละเมนู รวมถึงวิธีการส่งอาหาร เป็นต้น โดยในโรงพยาบาลจะจัดให้มีการประเมินวัตถุดิบที่จะนำมาปรุงอาหาร ดังนั้นเมนูจะต้องมีการจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อความสะดวกในการจัดการ นอกจากนี้เมนูอาหารที่มีขั้นตอนในการเตรียมที่ยาก เช่น ไข่ลูกเขยที่ต้องมีกระบวนการ ตั้งแต่ต้มไข่ ปลอกไข่ และทอดไข่ หรือ เกี้ยวน้ำที่มีขั้นตอนการห่อจับจีบ ลวกเกี้ยว จะต้องมีการปรับให้เหมาะสม กล่าวคือเมนูที่มีขั้นตอนการทำซับซ้อนจะต้องไม่อยู่ด้วยกัน แม้กระทั่งการสั่งแพทย์ เช่น อาหารอ่อน โปรตีนสูง ลดไขมัน ก็เป็นขีดจำกัดของการเตรียมอาหารด้วย (คุณพรสวรรค์ พฤทธิธโนปจัย นักโภชนาการ รพ.จุฬาลงกรณ์) สำหรับการสั่งอาหารออนไลน์ นักโภชนาการจะไม่ทราบอาการของผู้ป่วย ถ้าไม่มีการแจ้งพิเศษ ดังนั้น อาหารที่จัดจึงเป็นอาหารทั่วไป ไม่ได้เป็นอาหารเฉพาะโรค (คุณธัญวรินทร์ ตั้งเสริมวงศ์ หัวหน้าฝ่ายโภชนาการ)

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าผู้ป่วยมะเร็งสามารถรับประทานอาหารได้เช่นเดียวกับคนปกติ ไม่จำเป็นต้องงดสารอาหารบางกลุ่มตามความเชื่อ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการรักษาและผลข้างเคียงจากการรักษายังส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย จึงต้องมีการปรับลักษณะของอาหารเพื่อรองรับผลดังกล่าวตามช่วงของการรักษาดังนี้

1. อาหารที่แนะนำในช่วงก่อนการรักษา
2. อาหารระหว่างการรักษา
3. อาหารที่แนะนำในช่วงหลังการรักษา

ตารางที่ 27 คำแนะนำสำหรับผู้ป่วยมะเร็งแต่ละช่วงการรักษา

คำแนะนำสำหรับผู้ป่วยมะเร็งแต่ละช่วงการรักษา	
อาหารที่แนะนำในช่วงก่อนการรักษา	
	การรับประทานผัก ผลไม้ เพื่อให้ร่างกายมีพลังงาน สะสม ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากธัญพืชทั้งเมล็ด เนื้อสัตว์หรือนมที่มีไขมันต่ำ และงดอาหารประเภทไขมันสูง น้ำตาล เหล้า อาหารเค็มจัด
อาหารผู้ป่วยสำหรับขณะรักษา	
● การรักษาโดยการผ่าตัด	หลังผ่าตัด ร่างกายจำเป็นต้องการพลังงานและโปรตีน เพื่อ การหายของแผล และการฟื้นตัว ดังนั้น อาหารสำหรับ ผู้ป่วยผ่าตัด ในช่วง
	● ระยะแรก อาหารเหลวใส เช่น ซุปใส น้ำผลไม้ หรืออาหารเหลวข้น เช่น ซุปเห็ด ซุปข้าวโพด นม ● ระยะที่สอง อาหารที่ย่อยง่ายได้แก่ อาหารอ่อน เช่น โจ๊ก ข้าวต้ม ก๋วยเตี๋ยวน้ำ ● ระยะที่สาม อาหารธรรมดา เช่น ขนมปัง ข้าวผัด ข้าวสวย+ ผักต้ม+ แกงจืด ผลไม้
● การรักษาโดยการฉายแสง	ข้อแนะนำก่อนการฉายแสง ● ควรรับประทานอาหารก่อนอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และไม่ให้ท้องว่าง ● รับประทานอาหารครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้ง ● รับประทานอาหารรสไม่จัด
อาหารผู้ป่วยหลังได้รับการรักษา	
	ผู้ป่วยสามารถรับประทานอาหารได้ทุกชนิดเท่าที่สามารถ รับประทานได้ แต่ควรหลีกเลี่ยงอาหารสุกๆ ดิบๆ อาหาร เค็มจัด เนื้อสัตว์ปิ้งย่าง เพื่อหลีกเลี่ยงสารก่อมะเร็ง

ที่มา: โรงพยาบาลศูนย์วิจัยศึกษาและบำบัดโรคมะเร็ง

ตารางที่ 28 อาหารแนะนำเมื่อเกิดผลข้างเคียงจากการรักษา

อาการข้างเคียง	อาหารแนะนำเมื่อเกิดผลข้างเคียงจากการรักษา
น้ำหนักลดลงมาก	- พยายามเพิ่มการรับประทานอาหารระหว่างมื้อ โดยจัดเวลาอาหารเป็นการรับประทานอาหารมื้อหลัก 3 มื้อแล้วเพิ่มอาหารระหว่างมื้อเข้าไป อาจจะเป็นอาหารช่วงบ่ายและช่วงก่อนนอนเป็นต้น - ตัวอย่างอาหารระหว่างมื้อ เช่น โจ๊ก, ขนมปังทานเนย หรือแยมคูกี้, ขนมปังกรอบต่างๆ, ไอศกรีม, น้ำเต้าหู้, กล้วย, กล้วยตาก, ข้าวโอ๊ต ฯลฯ รวมทั้งอาหารเพิ่มพลังงานอื่นๆ และควรหลีกเลี่ยงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ทุกชนิด
รู้สึกเบื่ออาหาร, คลื่นไส้, อาเจียน	- รับประทานอาหารครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยๆ รับประทานอาหารในช่วงเวลาที่รู้สึกเบื่ออาหารน้อยที่สุด เช่น มื้อเช้า หรือมื้อก่อนการให้ยาเคมีบำบัดเป็นต้น - รับประทานอาหารที่ชอบ และรับประทานช้า - รับประทานขนมปังกรอบหลังจากตื่นนอน หรือหลังจากนอนพักผ่อนแล้ว - หลีกเลี่ยงจากอาหารที่มีกลิ่นฉุนต่างๆ เช่น กลิ่นกระเทียม, หัวหอม, กลิ่นเครื่องเทศต่างๆ ให้ดื่มน้ำซิง, น้ำมะนาว, น้ำผลไม้เย็นๆ, ไอศกรีม หรือเครื่องดื่มที่เย็นๆ ซึ่งจะช่วยให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียนมาก ส่วนเครื่องดื่มที่ร้อนจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียนมากขึ้น
มีแผลบริเวณปากหรือมีอาการเจ็บคอ	- หลีกเลี่ยงอาหารที่แห้งและแข็ง, อาหารที่มีรสจัด เช่น เผ็ด เปรี้ยว เค็ม หรืออาหารที่ร้อน-เย็นเกินไป - รับประทานอาหารอ่อน เช่น โจ๊ก, ข้าวต้ม, ข้าวโอ๊ต หรืออาหารเหลวๆ เช่น นม, น้ำเต้าหู้, กล้วย - เติมแกงจืดในข้าวเพื่อรับประทานได้ง่ายขึ้น - บ้วนปากทุกครั้งหลังรับประทานอาหาร เพื่อป้องกันการติดเชื้อภายในปาก
มีอาการท้องเสีย	- หลีกเลี่ยงจากอาหารที่อาจทำให้ท้องเสีย ดังนี้ นม, ผลไม้, อาหารมัน, รสเผ็ด, อาหารหมักดอง เป็นต้น หากดื่มนมแล้วท้องเสีย สามารถเปลี่ยนมาดื่มน้ำเต้าหู้(นมถั่วเหลือง) แทนได้ - หากท้องเสียมาก โดยถ่ายเหลวมากกว่า 3 ครั้ง/วัน ให้ดื่มน้ำหรือสารละลายเกลือแร่ เพื่อทดแทนของเหลวที่สูญเสียไป - รับประทานอาหารอ่อนย่อยง่าย เช่น ข้าวต้ม, โจ๊ก เป็นต้น - หากอาการท้องเสียยังคงมีอยู่ ควรปรึกษาแพทย์ ไม่ควรรับประทานยาแก้ท้องเสียเอง - การปรุงอาหารปรุงให้สุก
ท้องผูก	รับประทานอาหารที่มีกากใยสูง เช่น ข้าวกล้อง, ขนมปังผสมธัญพืช, ผลไม้สด เช่น กล้วยน้ำว้า, แอปเปิ้ล, ส้ม, ผลไม้แห้ง เช่น ลูกพรุนแห้ง, สลัดผลไม้สด ดื่มน้ำมากๆ หรือน้ำผลไม้
เมื่อดื่มน้ำในเลือดต่ำ	อาหารแนะนำอาหารที่มีเบคทีเรียต่ำ โดยก่อนการเตรียม หรือปรุงอาหาร ต้องล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง และภาชนะที่ใช้ต้องสะอาด อาหารที่เตรียม เช่น ผักสด, แห้ง, น้ำและล้างผ่านน้ำอย่างน้อย 2-3 ครั้ง

ที่มา: หน่วยสารสนเทศมะเร็ง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

5.3 การศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิต่างๆ

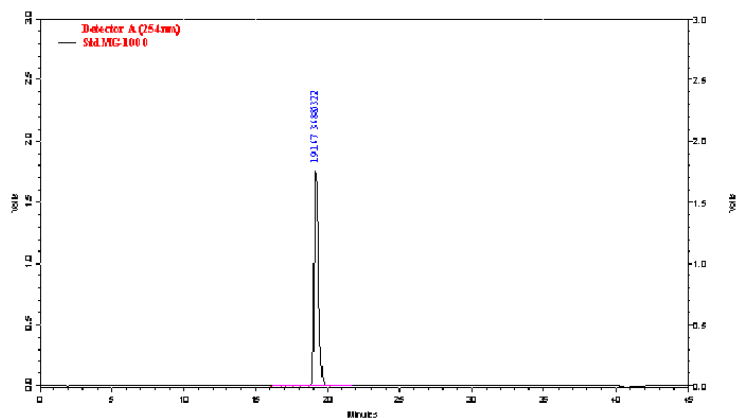
5.3.1 การศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ที่อุณหภูมิต่างๆ

จากการศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในสภาวะต่างๆ ได้ผลดังนี้คุณลักษณะของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) เริ่มต้น มีลักษณะเป็นผงแห้งสีเหลืองอ่อน (รูปที่ 31) ไม่มีกลิ่นและรส เนื้อสัมผัสเนียนคล้ายแป้ง ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ Ethyl alcohol, Methyl alcohol และ น้ำมัน จากการทดลองพบว่า สารสกัดสามารถละลายได้ง่าย (Freely soluble) ใน Ethyl alcohol และ Methyl alcohol โดยมีปริมาณตัวทำละลายที่จำเป็นน้อยกว่า 10 ส่วน สำหรับการละลายการสกัด 1 ส่วน

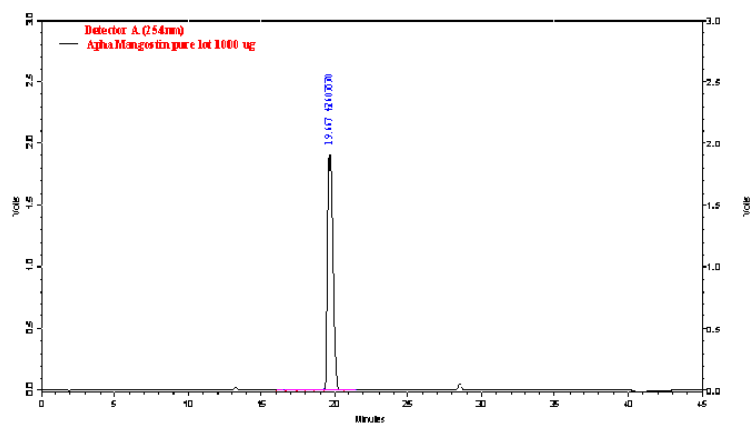


รูปที่ 31 ผงแห้งของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในผงแห้งของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสติน ได้โครมาโทแกรม ดังแสดงในรูปที่ 32 กราฟมาตรฐานของแอลฟาแมงโกสตินในรูปที่ 33 โดยสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสตินมี retention time เท่ากับ 19 นาที สารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) 1 มิลลิกรัม มี แอลฟาแมงโกสติน เท่ากับ 1.1196 มิลลิกรัม

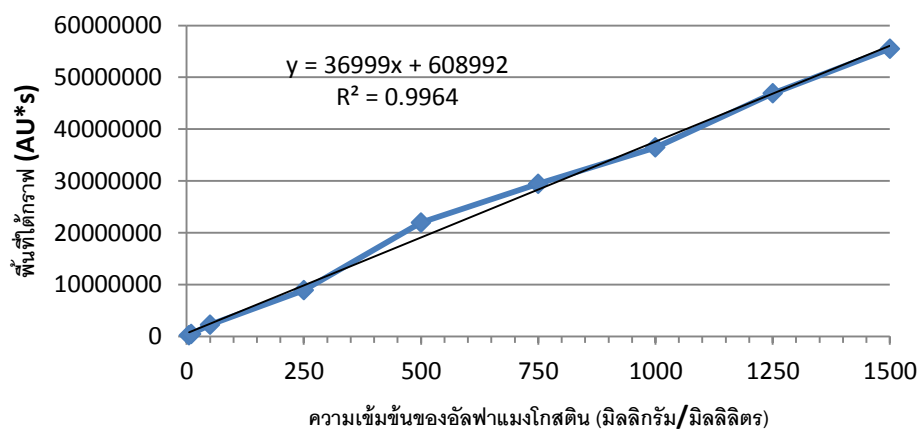


(a)



(b)

รูปที่ 32 โครมาโทแกรม HPLC ของ (a) สารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสทิน , (b) แอลฟาแมงโกสทิน
ในสารสกัดจากเปลือกมังคุด



รูปที่ 33 กราฟมาตรฐานของแอลฟาแมงโกสทิน

ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน

ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในสารสกัดจากเปลือกมังคุดในรูปแบบของสารสกัดที่เป็นผงแห้งที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 90, 120 และ 150 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 90 นาที ไม่แตกต่างจากสารมาตรฐาน ($p>0.05$) แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 90 นาที พบว่าปริมาณแอลฟาแมงโกสตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ($p<0.05$) ทั้งนี้โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan (Duncan's Multiple Range Test, DMRT) ดังแสดงผลในตารางที่ 29 ส่วนที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะเวลา 15 นาที ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จาก 1119.62 ± 13.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมของสารสกัด คงเหลือ 701.26 ± 95.24 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมของสารสกัด

ตารางที่ 29 ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

เวลา (นาที)	ปริมาณแอลฟาแมงโกสติน (ไมโครกรัมของแอลฟาแมงโกสติน/มิลลิกรัมสารสกัด)				
	60 °ซ	90 °ซ	120 °ซ	150 °ซ	180 °ซ
15	1184.39 ± 201.19	1035.61 ± 3.11	1067.54 ± 52.98	1045.77 ± 41.15	$769.42 \pm 100.45^*$
30	957.34 ± 88.19	1027.21 ± 205.69	1076.45 ± 116.02	1181.83 ± 101.48	$750.49 \pm 92.42^*$
45	1077.78 ± 3.31	862.26 ± 1.05	849.04 ± 256.14	1077.05 ± 45.98	704.65 ± 278.46
60	1029.86 ± 56.59	$911.33 \pm 93.08^*$	1170.56 ± 31.90	1074.96 ± 9.12	$530.52 \pm 71.63^*$
75	1021.32 ± 141.48	876.05 ± 107.78	1125.65 ± 60.42	1087.18 ± 47.11	$616.84 \pm 222.58^*$
90	1034.31 ± 87.61	850.78 ± 37.21	913.09 ± 181.91	116.10 ± 108.15	$408.82 \pm 17.09^*$

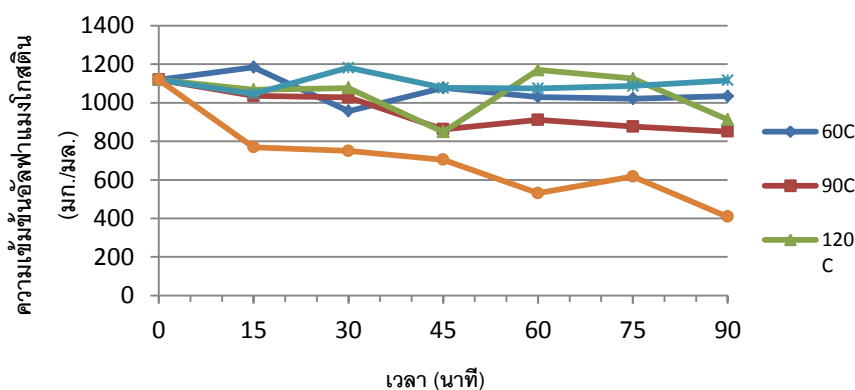
ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินเริ่มต้น (0 นาที) = 1119.62 ± 13.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมของสารสกัด,

(*) $p<0.05$

ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 34 เมื่อสารสกัดจากเปลือกมังคุดได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานานขึ้นปริมาณแอลฟาแมงโกสตินค่อนข้างคงที่ไม่แตกต่างจากสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสตินที่ไม่ได้รับความร้อน พิลาวา (2550) พบว่าเมื่อเก็บรักษาสารสกัดแห้งจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิ 30-90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานานขึ้นปริมาณแอลฟาแมงโกสตินมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจจะ

เนื่องจากแอลฟาแมงโกสทินเป็นสารที่มีความทนทานต่อความร้อน มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 175–177 องศาเซลเซียส (Madihah Ahmad et al, 2013) จึงทำให้เกิดการสลายตัวช้า

กรรมวิธีการผลิตที่มีการใช้อุณหภูมิสูงถึง 180 องศาเซลเซียส ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์ที่มีการทอด ขนมขบเคี้ยวที่มีการผลิตแบบ Extrusion ส่วนกรรมวิธีการฆ่าเชื้อมีการให้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส และความดัน ได้แก่ การฆ่าเชื้อใช้หม้อนึ่งไอน้ำ หรือการสเตอริไลซ์ นอกจากนั้นการฆ่าเชื้อแบบยูเอสที ที่มีการใช้ความร้อนแบบ HTST (High Temperature Short Time) ควรจะต้องพิจารณาด้วย



รูปที่ 34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟาแมงโกสทินในสารสกัดจากเปลือกมังคุด เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 90, 120, 150 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

5.3.2 การศึกษาความคงตัวของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิต่างๆ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดภายใต้สภาวะความร้อนแห่ง

คุณลักษณะของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ที่ทำแห้งแล้ว มีลักษณะเป็นผงแห้ง สีน้ำตาลอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย รสชาติจืด แต่มีรสฝาด ละลายน้ำได้ดี (รูปที่ 35) จากการทดลองพบว่า สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดสามารถละลายน้ำได้ (Soluble) ในอัตราส่วน 1:30 (ตารางที่ 30) หลังจากรับรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 15 นาที พบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสารสกัด (รูปที่ 36) ตั้งแต่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส สารสกัดมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นแต่ยังคงเป็นผงแห้ง เริ่มสังเกตเห็นการเดือด และการจับตัวกันเป็นก้อนแข็งของสารสกัด ที่ 120 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบการละลายน้ำ พบว่า ตั้งแต่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส การละลายลดลงเนื่องจากมีบางส่วนเกิดเป็นฝุ่นตะกอนที่ไม่ละลาย แต่เมื่อได้รับความร้อนตั้งแต่ 150 องศาเซลเซียส สารสกัดผงแห้งมีสีน้ำตาลดำ

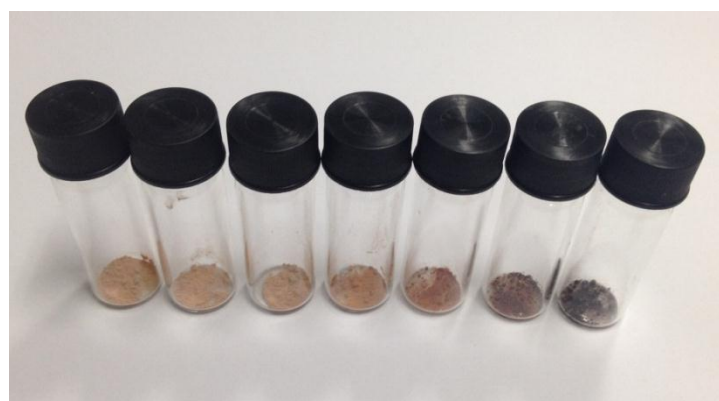
เข้มข้น สังเกตเห็นการหลอมเหลว และเกาะกันชัดเจน เมื่อนำไปละลายด้วยน้ำ พบตะกอนสีน้ำตาลอมแดงที่ไม่ละลาย สารสกัดมีความสามารถในการละลายลดลง และสารละลายที่ได้จากการสกัดมีสีน้ำตาลลดลง (รูปที่ 37)



รูปที่ 35 ผงแห้งของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

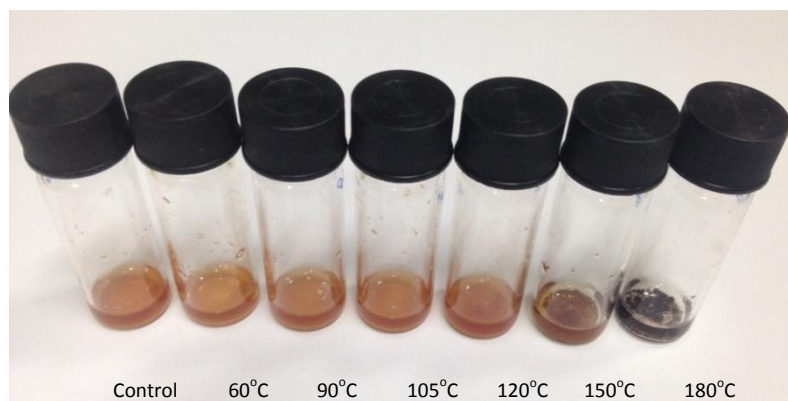
ตารางที่ 30 ค่าการละลายของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่อุณหภูมิต่างๆ

สาร	สภาวะที่ศึกษา	คำจำกัดความ	ค่าการละลาย
สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด	ควบคุม	Soluble	1 กรัม ต่อ 30 มล.
	60°C, 15 นาที	Soluble	1 กรัม ต่อ 30 มล.
	90°C, 15 นาที	Soluble	1 กรัม ต่อ 30 มล.
	105°C, 15 นาที	Soluble	1 กรัม ต่อ 30 มล.
	120°C, 15 นาที	Soluble	1 กรัม ต่อ 30 มล.
	150°C, 15 นาที	Partially soluble	ละลายบางส่วน ตะกอนสีน้ำตาลแดง
	180°C, 15 นาที	Partially soluble	ละลายบางส่วน ตะกอนสีน้ำตาลดำ



Control 60°C 90°C 105°C 120°C 150°C 180°C

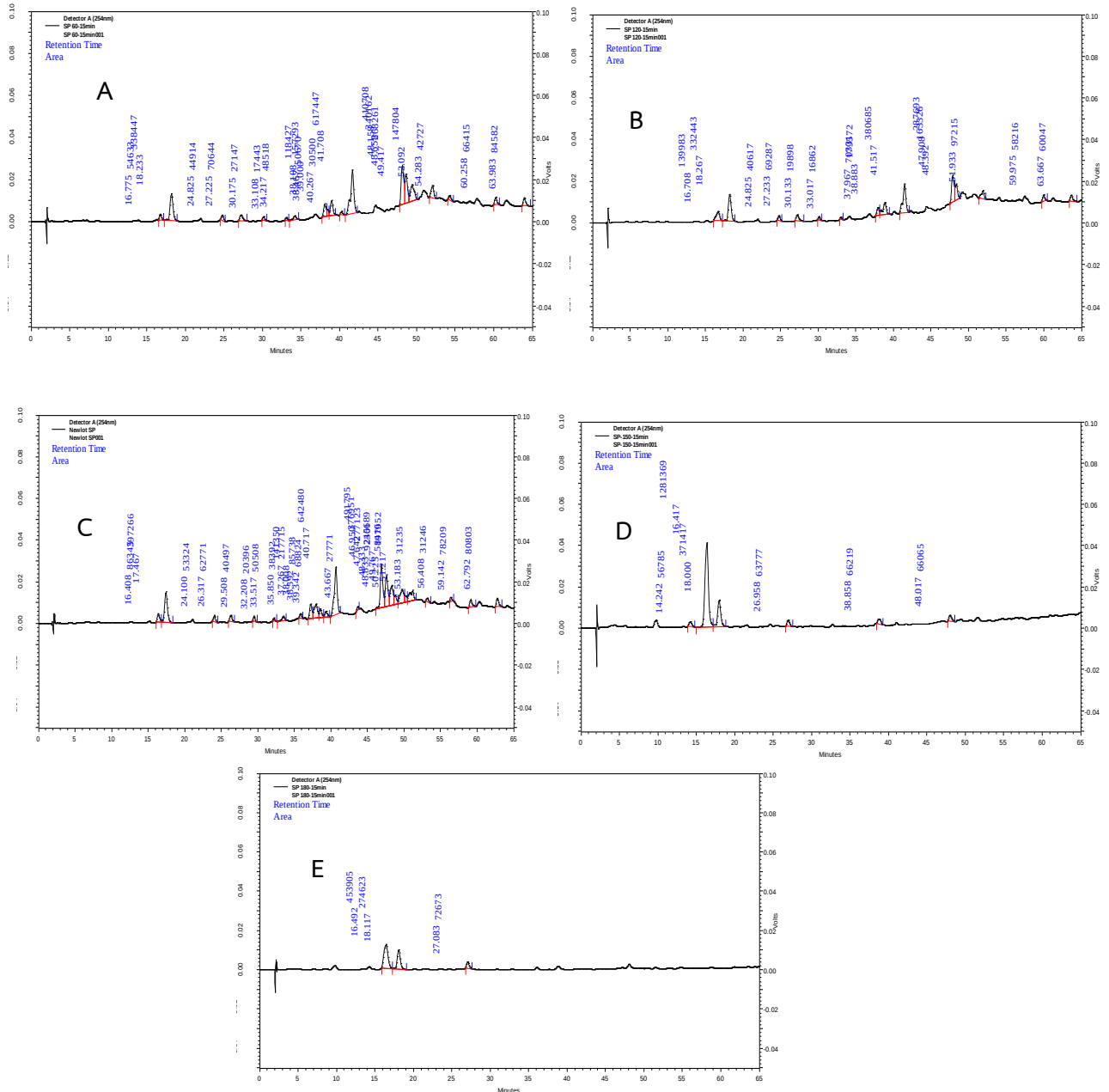
รูปที่ 36 ลักษณะของสารสกัดน้ำของเปลือกมังคุดหลังได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ



รูปที่ 37 การละลายของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดหลังได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ (อัตราส่วน 1:30)

ผลการวิเคราะห์โครมาโทแกรมของสารสำคัญในสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดด้วย HPLC

จากการวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ด้วย HPLC พบว่าสารละลายที่ได้จากการสกัดสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน (รูปที่ 38) โดยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีโครมาโทแกรมคล้ายกับสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (ควบคุม) และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อย พบว่าโครมาโทแกรมของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่ผ่านอุณหภูมิ 150 และ 180 องศาเซลเซียส มีองค์ประกอบที่ละลายได้ลดลงเมื่อเทียบกับสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (ควบคุม) พิจารณาจากจำนวนพีคที่ลดลงในโครมาโทแกรม นอกจากนี้ยังมีพีคที่มี retention time ต่ำ (15-20 นาที) ในปริมาณที่สูงขึ้น คาดว่าน่าจะเป็นสารประกอบที่เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบที่มี retention time สูง (45-50 นาที)



รูปที่ 38 โคโรนาโทแกรมของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่ผ่านความร้อนเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ (A) ไม่ผ่านความร้อน, (B) 60 °C, (C) 120 °C, (D) 150 °C, (E) 180 °C โดยมีปริมาณสารที่ใช้ฉีดตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร

5.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านหรือป้องกันมะเร็ง

5.4.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองของสารสกัดจากเปลือกมังคุด

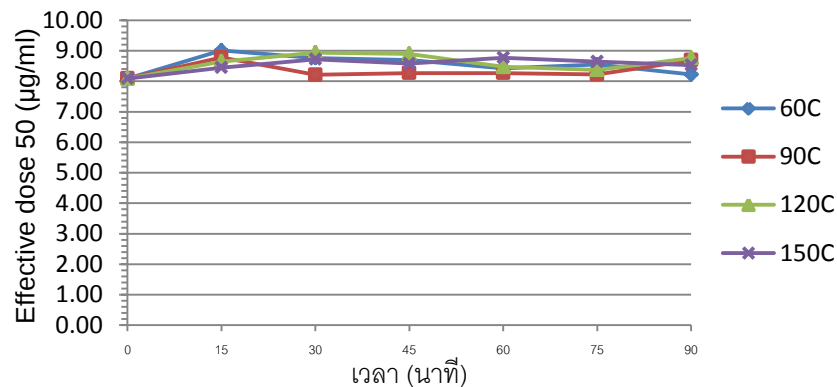
5.4.1.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

หลังผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 90, 120, 150 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดเอทานอลจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ใน

เซลล์มะเร็งลำไส้ CACO-2 ด้วยวิธี MTT (MTT Assay) พบว่าเปอร์เซ็นต์เซลล์รอดชีวิตของ Caco-2 cells จากการทดสอบ ที่ทดสอบด้วยสารสกัดจากมังคุดที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 60, 90, 120 และ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที จากผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากมังคุดทั้ง 25 ตัวอย่าง มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ Caco-2 cell ที่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ Caco-2 cells ได้ร้อยละ 50 ดังแสดงในรูปที่ 39 เมื่อสารสกัดจากเปลือกมังคุดได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานานขึ้น ความเป็นพิษต่อเซลล์ค่อนข้างคงที่ไม่แตกต่างจากสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ไม่ได้รับความร้อน

ตารางที่ 31 แสดงความสามารถของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ Caco-2 cells ได้ร้อยละ 50 (ED_{50})

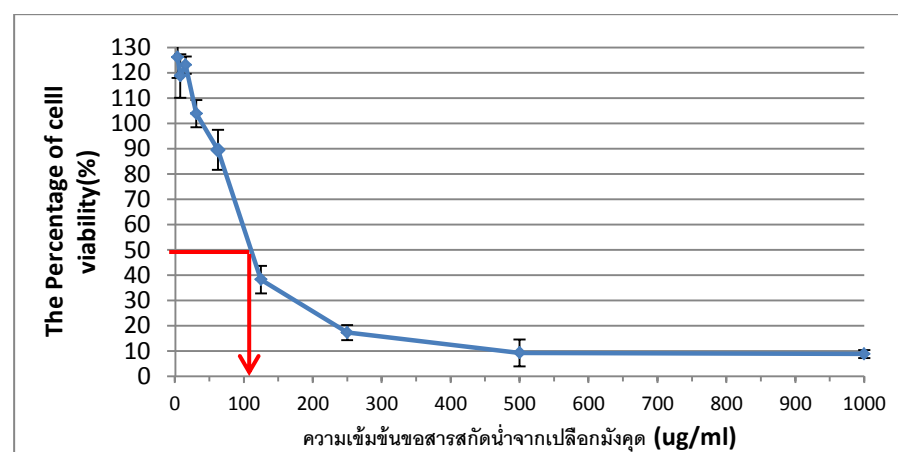
สภาวะการทดสอบ	เวลา (นาที)	$ED_{50}(ug/ml)$
Control		8.09 ± 0.18
60°C	15	9.01 ± 0.35
	30	8.76 ± 0.28
	45	8.70 ± 0.51
	60	8.43 ± 0.27
	75	8.55 ± 0.13
	90	8.22 ± 0.13
90°C	15	8.77 ± 0.37
	30	8.21 ± 0.10
	45	8.27 ± 0.12
	60	8.27 ± 0.25
	75	8.22 ± 0.12
	90	8.69 ± 0.26
120°C	15	8.65 ± 0.04
	30	8.94 ± 0.09
	45	8.90 ± 0.22
	60	8.47 ± 0.26
	75	8.38 ± 0.22
	90	8.76 ± 0.38
150°C	15	8.44 ± 0.40
	30	8.72 ± 0.13
	45	8.58 ± 0.09
	60	8.77 ± 0.11
	75	8.64 ± 0.25
	90	8.53 ± 0.13



รูปที่ 39 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ Caco-2 cell ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน)

5.4.1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสทิน) เมื่อทำการทดสอบฤทธิ์ต้านการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ CACO-2 ด้วยวิธี MTT assay โดยเปรียบเทียบฤทธิ์กับ paclitaxel พบว่า ค่า ED_{50} ของสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าเท่ากับ 110.51 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร ดังรูปที่ 40 จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า สารสกัดเปลือกมังคุดมีความเป็นพิษต่ำ ($IC_{50} > 100$ ไมโครกรัมต่อมิลลิตร) ดังนั้นสารสกัดจากเปลือกมังคุด จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหรือผลิตภัณฑ์ยา

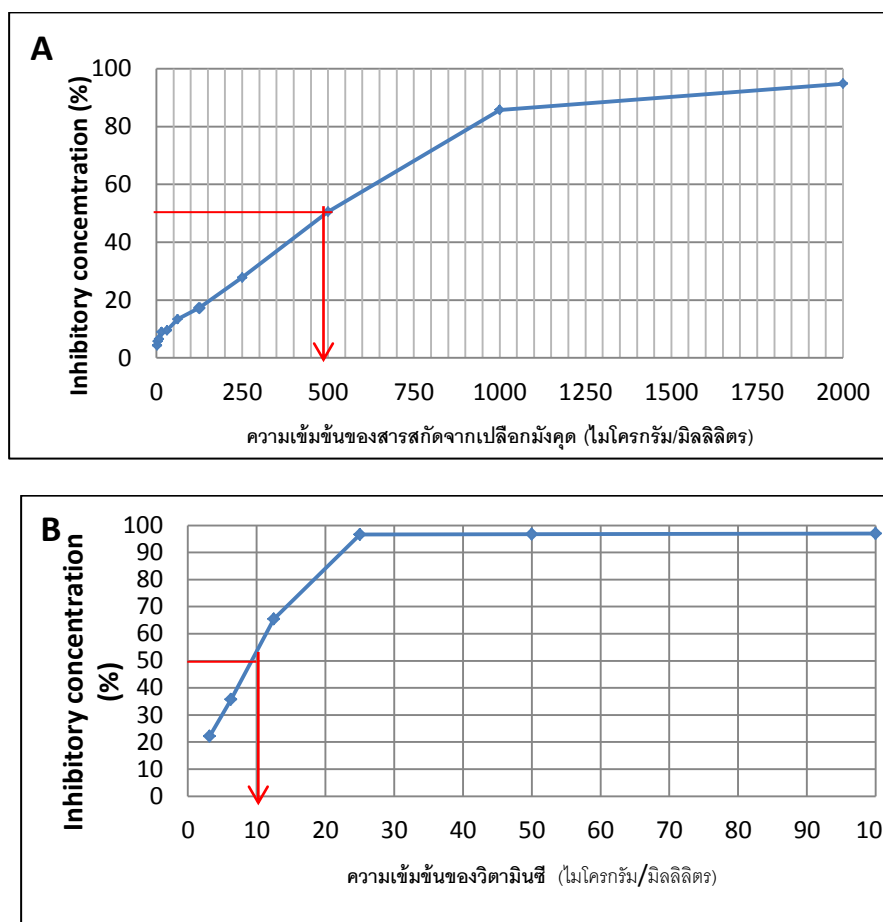


รูปที่ 40 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ Caco-2 cell ของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

5.4.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี DPPH (DPPH Assay)

5.4.2.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ด้วยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ด้วยวิธี DPPH แสดงผลในรูปของค่า IC_{50} (รูปที่ 41) พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 498.25 ± 33.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนวิตามินซี ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 9.26 ± 0.45 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำกว่าวิตามินซี



รูปที่ 41 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH (A) สารสกัดจากเปลือกมังคุด (B) วิตามินซี

5.4.2.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ด้วยวิธี DPPH แสดงผลในรูปของค่า IC_{50} (รูปที่ 42) พบว่าสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 14-18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 32) ส่วนวิตามินซี ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 9.67 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำกว่าวิตามินซีเล็กน้อย

ตารางที่ 32 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด โดยวิธี DPPH assay

ความเข้มข้นของ สารสกัดน้ำจาก เปลือกมังคุด ($\mu\text{g/ml}$)	% DPPH radical scavenging activity after treatment				
	Control	60 °C, 15min	80 °C, 15min	100 °C, 15min	120 °C, 15min
0	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
3.91	16.22 $\pm$ 2.56	15.82 $\pm$ 2.34	16.59 $\pm$ 0.27	17.27 $\pm$ 0.78	7.35 $\pm$ 5.00
7.81	28.92 $\pm$ 1.33	28.81 $\pm$ 3.73	31.57 $\pm$ 1.46	33.05 $\pm$ 1.27	25.57 $\pm$ 0.47
15.63	48.58 $\pm$ 0.68	48.19 $\pm$ 0.80	54.01 $\pm$ 2.80	54.41 $\pm$ 1.69	45.08 $\pm$ 0.93
31.25	79.49 $\pm$ 2.29	80.73 $\pm$ 2.69	89.44 $\pm$ 2.91	90.26 $\pm$ 1.86	79.83 $\pm$ 2.43
62.50	95.19 $\pm$ 0.42	95.31 $\pm$ 0.75	95.40 $\pm$ 0.34	95.81 $\pm$ 0.66	95.31 $\pm$ 0.12
125	95.09 $\pm$ 0.25	95.31 $\pm$ 0.68	95.34 $\pm$ 0.39	95.73 $\pm$ 0.80	95.18 $\pm$ 0.18
250	94.58 $\pm$ 0.33	95.36 $\pm$ 0.52	94.87 $\pm$ 0.28	95.27 $\pm$ 0.69	94.83 $\pm$ 0.11
500	93.47 $\pm$ 0.63	94.73 $\pm$ 0.70	94.40 $\pm$ 0.37	94.28 $\pm$ 0.41	94.02 $\pm$ 0.06
IC ₅₀	16.35	16.51	14.27	14.03	17.85
S.D.	0.33	0.49	0.32	0.67	0.02

5.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสารสกัดเปลือกมังคุดสำหรับลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง

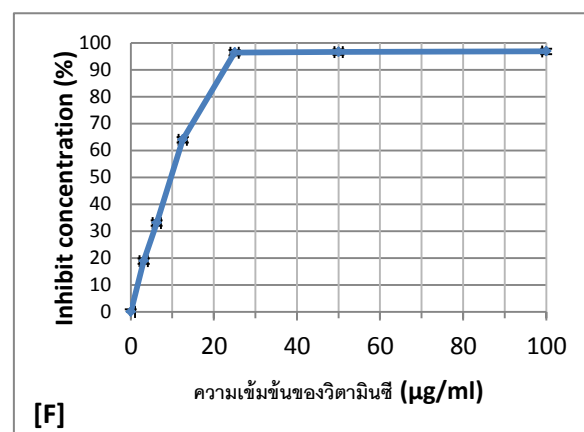
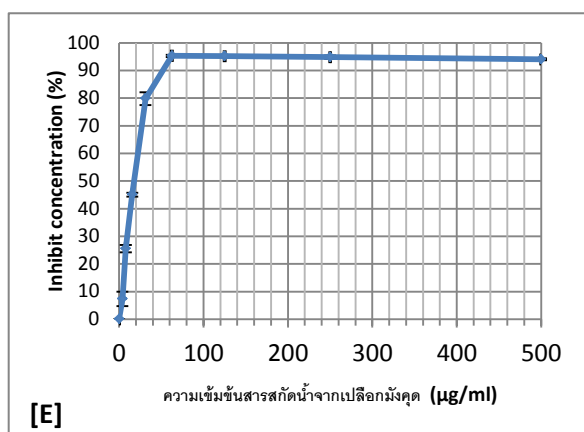
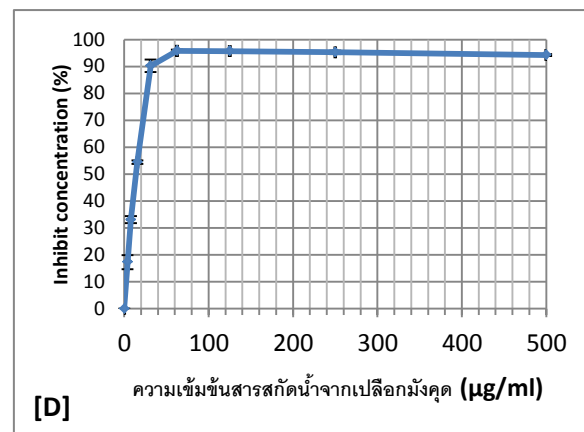
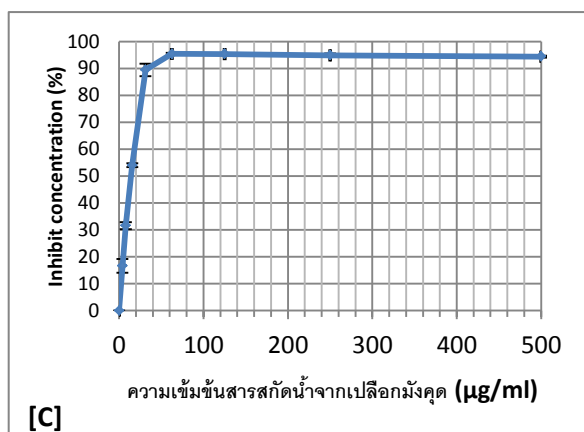
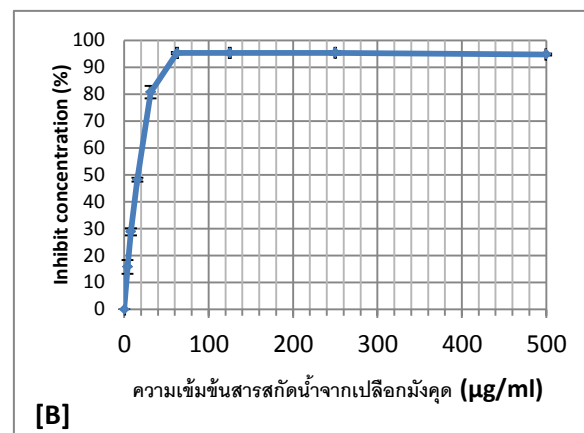
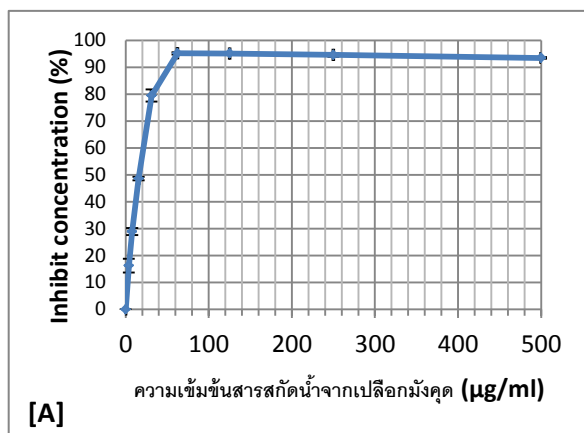
5.5.1 ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

5.5.1.1 การเตรียมสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

การเตรียมสารละลายจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่เป็นเนื้อเดียวกันและไม่เกิดการแยกชั้น คือ ชั่งสารสกัดผงแห้งของเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ปริมาณ 14.51 มิลลิกรัม (คิดเป็นปริมาณแอลฟาแมงโกสตินเท่ากับ 16.25 มิลลิกรัม) ละลายใน solvent ที่ประกอบด้วย Ethyl alcohol: Tween 80: น้ำ ในอัตราส่วน 1:1:98 (w/v)

5.5.1.2 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) และข้าวสาร

จากการนำสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ที่ได้คัดเลือกไว้จากข้อ 5.3.1.1 ในปริมาตรต่างๆ คือ 8, 10, 12, 14 และ 16 มิลลิลิตร ผสมกับ ข้าวสารหอมมะลิ 100 กรัม พบว่าปริมาณสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ที่เหมาะสมคือ 10 มิลลิลิตรต่อข้าวสาร 100 กรัม คุณสมบัติของข้าวสารที่เคลือบด้วยสารละลายของสารสกัดจาก



รูปที่ 42 ความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH (A) สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (ควบคุม), (B) สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (60°C, 15 นาที), (C) สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (80°C, 15 นาที), (D) สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (100°C, 15 นาที), (E) สารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด (120°C, 15 นาที), (F) วิตามินซี

เปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) มีลักษณะดังนี้ คือ สารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถเคลือบได้ทั่วเมล็ดข้าว เมล็ดข้าวใส ไม่แตกร้าวหรือมีจุดขุนขาว ส่วนปริมาตรอื่นๆที่ใช้ คือ 8 มิลลิลิตร ต่อข้าวสาร 100 กรัม พบว่าแม้ข้าวสารที่เคลือบด้วยสารละลายจะมีเมล็ดข้าวใส ไม่แตกร้าวหรือมีเมล็ดข้าวขุน แต่ปริมาตรของสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุดไม่เพียงพอที่จะใช้ในการเคลือบให้ทั่วถึง สำหรับที่ปริมาตร 12, 14, 16 มิลลิลิตร ต่อข้าวสาร 100 กรัม พบว่าสารละลายสามารถเคลือบได้ทั่ว แต่เนื่องจากปริมาตรของสารละลายมากเกินไปทำให้ข้าวสารเริ่มแฉะเกินไป เมล็ดข้าวเริ่มมีรอยร้าวที่ผิวและขุนเล็กน้อย จึงได้คัดเลือกปริมาตรของสารละลายที่ 10 มิลลิลิตรไว้เพื่อการดำเนินการในขั้นต่อไป

5.5.1.3 การหาเวลาที่เหมาะสมในการอบข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) จากการนำข้าวสารหอมมะลิหนัก 100 กรัม ใส่ในถาด แล้วทำการเคลือบด้วยสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในปริมาณ 10 มิลลิลิตร ต่อข้าวสาร 100 กรัม นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 , 15 และ 30 นาที พบว่าคุณลักษณะเบื้องต้นของข้าวเคลือบด้วยสารสกัดเป็นดังนี้ ที่เวลา 5 นาที เมล็ดข้าวยังคงชื้น ไม่แห้ง ส่วนที่เวลา 15 นาที เมล็ดข้าวแห้งพอเหมาะ และที่เวลา 30 นาที เมล็ดข้าวแห้งเกินไป สีเริ่มขุ่น จับแล้วเปราะแตกหักง่าย ทั้งนี้ได้คัดเลือกเวลาที่ 15 นาทีไว้เพื่อการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

5.5.1.4 การหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

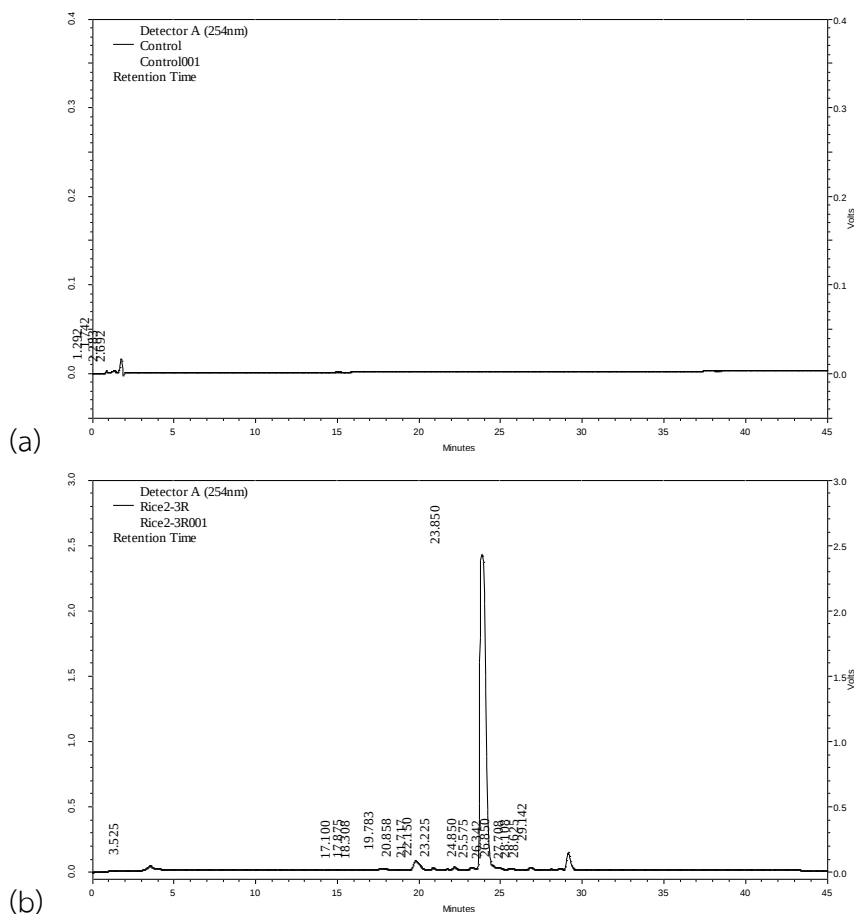
จากการหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) และทำการประเมินข้าวที่หุงสุกทางประสาทสัมผัสในเบื้องต้นเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ผ่านการเคลือบ จากการประเมินไม่พบความแตกต่างของ สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสระหว่างข้าวหอมมะลิปกติกับข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 33 คุณลักษณะของข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

ตัวแปร	ข้าวควบคุม	ข้าวเคลือบสารสกัด
ลักษณะของข้าวสาร	 เมล็ดข้าวยาวเรียวยาว ไม่แตกหัก ไม่มี รอยร้าว ขาวค่อนข้างใส	 เมล็ดข้าวยาวเรียวยาว ไม่แตกหัก ไม่มี รอยร้าว ขาว ขุ่นขึ้นเล็กน้อย
ลักษณะของข้าวหุงสุก	  เมล็ดข้าวอูมน้ำ พองตัวเต็มที่ ความยาวเมล็ด 9-12 มม. ความกว้าง 2-3 มม. สีขาวขุ่น	  เมล็ดข้าวอูมน้ำ พองตัวเต็มที่ ความยาวเมล็ด 9-12 มม. ความกว้าง 2-3 มม. พบเมล็ดแตกหักและมีรอยร้าวเล็กน้อย สีขาวอมเหลืองเล็กน้อย ขุ่น
กลิ่น	กลิ่นหอมข้าว	กลิ่นหอมข้าว
รสชาติ	รสชาติจืด ตามธรรมชาติของข้าวหอมมะลิ	รสชาติจืด ตามธรรมชาติของข้าวหอมมะลิ

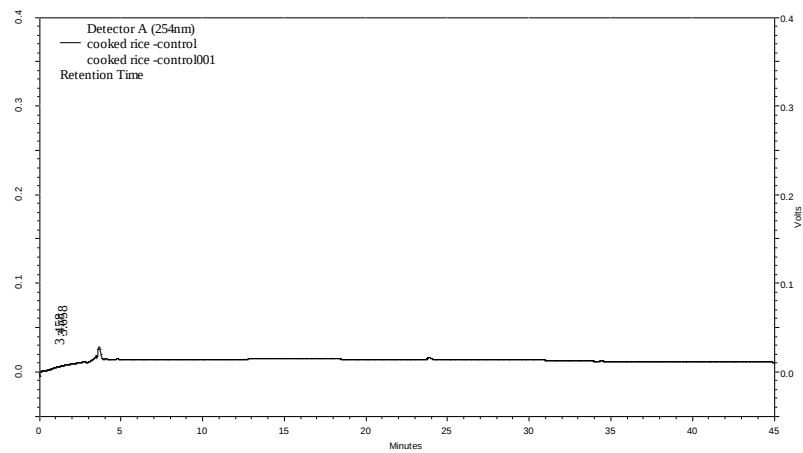
5.5.1.5 การปรับในขั้นสุดท้าย ในการเตรียมสารละลายจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) การเตรียมข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด การหุงข้าวสารที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด และการวิเคราะห์หาปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในข้าวสารก่อนและหลังการหุงโดยใช้ HPLC

จากการปรับในขั้นสุดท้าย ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในผลิตภัณฑ์ข้าวสารเคลือบของสารสกัดจากเปลือกมังคุด(แอลฟาแมงโกสติน) และผลิตภัณฑ์ข้าวหลังหุงสุกแล้ว ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสติน ได้โครมาโทแกรม ดังแสดงในรูปที่ 43 และ 44 กราฟมาตรฐานของแอลฟาแมงโกสตินในรูปที่ 45 โดยสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสตินมี retention time เท่ากับ 23.8 นาที สารสกัดจากเปลือกมังคุดนี้มีแอลฟาแมงโกสติน (Duplicate) มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในผลิตภัณฑ์ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดดังตารางที่ 34

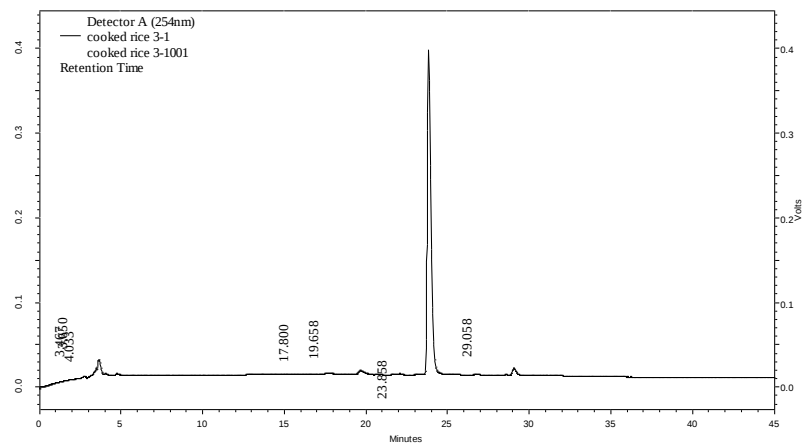


รูปที่ 43 โครมาโทแกรม HPLC ของ (a) ข้าวสารไม่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด,

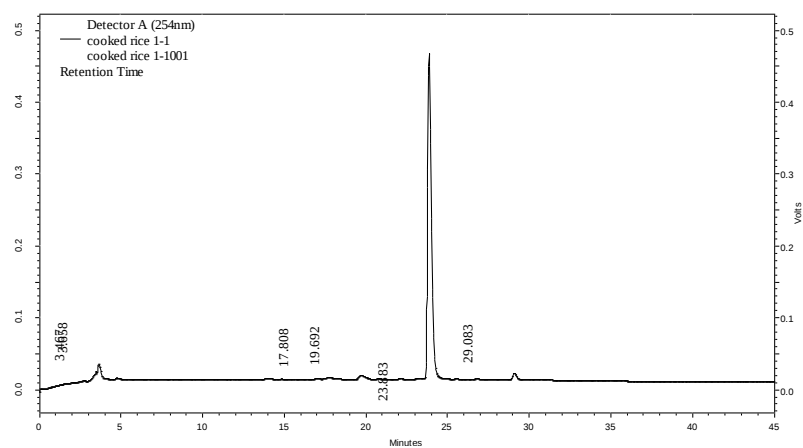
(b) ข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด



(a)

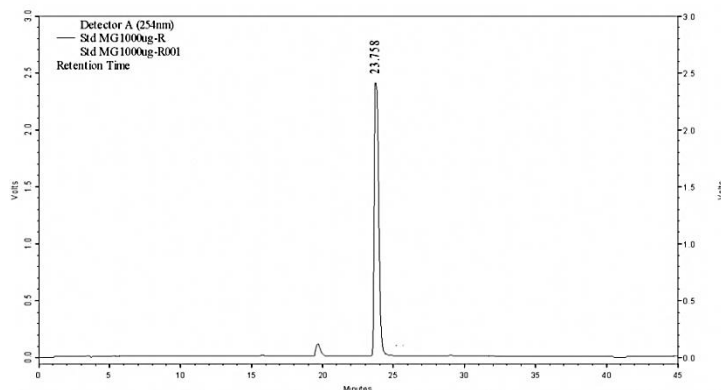


(b)



(c)

รูปที่ 44 โครมาโทแกรม HPLC ของ (a) ข้าวหุงสุกไม่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด, (b) ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด หุงสุก (ขวด Duran) , (c) ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด หุงสุก (หม้อหุงข้าว)



รูปที่ 45 โครมาโทแกรม HPLC ของสารมาตรฐานแอลฟาแมงโกสติน

ตารางที่ 34 ปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในตัวอย่างข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน)

กระบวนการ	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณข้าว (กรัม)	ปริมาณแอลฟาแมงโกสติน (มิลลิกรัม)	%Loss ^a	%Loss ^b
การเคลือบและอบ	ข้าวสารเคลือบแอลฟาแมงโกสติน	100	66.63 ± 0.04	16.85 ± 0.05	
การหุง	ข้าวหุงสุกเคลือบแอลฟาแมงโกสติน (หุงสุกแบบควบคุมอุณหภูมิ)	216.96 ± 0.03	18.80 ± 0.97	48.40 ± 2.67	37.94 ± 3.21
	ข้าวหุงสุกเคลือบแอลฟาแมงโกสติน (หุงสุกโดยใช้หม้อหุงข้าว)	206.34 ± 0.31	14.84 ± 0.14	54.37 ± 0.43	50.99 ± 0.46

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย (duplicate) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, (a) คำนวณ % Loss จากปริมาณแอลฟาแมงโกสตินที่เติมลงในสูตร 80.14 มก./100 กรัม, (b) คำนวณ % Loss จากปริมาณแอลฟาแมงโกสติน ที่วัดได้จากข้าวสารเคลือบแอลฟาแมงโกสติน 66.63 มก./100 กรัม และหุงโดยใช้อัตราส่วน (ข้าว:น้ำ) 1:1.2

จากผลการศึกษาการฉีดยาสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในสัตว์ทดลองที่ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถลดขนาดของเนื้องอกในสัตว์ทดลองได้ จากการคำนวณเทียบกลับมาเป็นปริมาณแอลฟาแมงโกสตินที่แนะนำให้รับประทานในคน 100 มิลลิกรัมต่อวัน จากประกาศกระทรวง

สาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่อง ฉลากโภชนาการ กำหนดกลุ่มธัญพืชและผลิตภัณฑ์ (Cereals and grain products) หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของข้าวเจ้า (ดิบ) มีปริมาณ 50 กรัม และข้าวเจ้า (สุก) มีปริมาณ 130 กรัม ตามหน่วยบริโภคดังกล่าว พบว่า หนึ่งหน่วยบริโภคของข้าวสารเคลือบแอลฟาแมงโกสตินมีปริมาณแอลฟาแมงโกสติน 33.32 มิลลิกรัม และข้าวหุงสุกจากข้าวสารเคลือบแอลฟาแมงโกสตินมีปริมาณแอลฟาแมงโกสติน 24.44 มิลลิกรัม หากต้องการปริมาณแอลฟาแมงโกสติน 100 มิลลิกรัมต่อวัน จะต้องบริโภคข้าวหุงสุก 532 กรัม หรือประมาณ 4 หน่วยบริโภค

ในการพัฒนาข้าวสารเคลือบแอลฟาแมงโกสติน พบว่า แอลฟาแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดมีความคงตัวในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 83.15 ± 0.05 (% Loss เท่ากับ 16.85 แต่เมื่อนำข้าวไปหุง พบว่า ข้าวหุงสุกที่ได้มีปริมาณแอลฟาแมงโกสตินลดลงร้อยละ 37.94 (หุงในขวด Duran แบบควบคุมอุณหภูมิ) การหุงด้วยขวด Duran ซึ่งมีการให้ความร้อนที่มีการควบคุม และระยะเวลาสั้นกว่า คือ 15 นาที มีการสูญเสียสารสำคัญน้อยกว่าการหุงด้วยหม้อหุงข้าว และ ข้าวหุงสุกโดยใช้หม้อหุงข้าวมีปริมาณแอลฟาแมงโกสตินลดลงร้อยละ 50.99 ในกรณีของข้าวสารเคลือบที่หุงสุกด้วยหม้อหุงข้าว การให้ความร้อนเป็นไปตามที่เป็นจริงในการหุงข้าว ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และใช้เวลานานประมาณ 30 นาทีซึ่งเป็นระยะเวลาที่นานกว่าการหุงในขวด Duran นอกจากนี้กระบวนการหุงข้าวมีความดันมากกว่าความดันบรรยากาศปกติ การหุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวส่งผลต่อสารประกอบฟีนอลิก โทโคฟีรอล และอะมิโน (Seung-Hyun Kim และคณะ 2015) จากการศึกษาของ Maria Zaupa และคณะ (2015) พบว่ากระบวนการหุงข้าวส่งผลต่อปริมาณรงควัตถุที่อยู่ในข้าวสอดคล้องกับ [Finocchiaro](#) และคณะ (2007) ที่พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวมีปริมาณลดลงหลังจากการหุง

โดยสรุป การนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดมาเคลือบข้าวสาร ในขั้นตอนการเคลือบและอบแห้งเป็นข้าวสารเคลือบ มีการสูญเสียสารสำคัญน้อย (สูญเสียแอลฟาแมงโกสตินร้อยละ 16.85) แต่ในขั้นตอนการหุงข้าว มีการสูญเสียสารสำคัญในปริมาณสูง (สูญเสียแอลฟาแมงโกสตินร้อยละ 37.94 และ 50.99 สำหรับการหุงในขวดและการหุงด้วยหม้อหุงข้าวตามลำดับ) เมื่อพิจารณาการสูญเสียในปริมาณที่สูงนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโดยการเคลือบบนข้าวสารอาจจะไม่เหมาะสมและไม่คุ้มค่า มีขั้นตอนการได้รับความร้อน 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือช่วงการเคลือบด้วยสารสกัด และช่วงการหุง ดังนั้นจึงน่าจะพิจารณาดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นซึ่งมีการสูญเสียต่ำกว่า

5.5.1.6 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ CACO-2 ด้วยวิธี MTT (MTT Assay)

ในการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) ในเซลล์มะเร็งลำไส้ CACO-2 ด้วยวิธี MTT (MTT Assay) จากการทดสอบโดยใช้สารละลายที่สกัดจากผลิตภัณฑ์ข้าวเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด พบว่าสารละลายที่สกัดจากข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ Caco-2 cell ดีกว่าสารละลายที่สกัดจากข้าวสารที่ไม่ได้เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด ดังแสดงในตารางที่ 35

ตารางที่ 35 การยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ (CACO-2) โดยสารสกัดจากผลิตภัณฑ์ข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด

ผลิตภัณฑ์	ED ₅₀ (ug/ml)
สารละลายจากข้าวสาร (ตัวแปรควบคุม)* (ข้าวสาร 1 กรัม + 0.1% DMSO 1000 ไมโครลิตร)	58.88 ± 11.60
สารละลายจากข้าวสารเคลือบสารสกัดเอทานอลจากมังคุด* (ข้าวสารเคลือบ 1 กรัม + 0.1% DMSO 1000 ไมโครลิตร)	26.60 ± 3.74
สารละลายจากข้าวหุงสุกจากข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (หุงในขวด Duran)** (ข้าวเคลือบหุงสุก 1 กรัม + 0.1% DMSO 1000 ไมโครลิตร)	48.30 ± 1.65
สารละลายจากข้าวหุงสุกจากข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด (หุงโดยใช้หม้อหุงข้าว)** (ข้าวเคลือบหุงสุก 1 กรัม + 0.1% DMSO 1000 ไมโครลิตร)	41.04 ± 8.63

5.5.2 ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ (Snack bars) ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

5.5.2.1 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด (Water extract)

สารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดที่ผ่านการสกัดและทำแห้งแล้ว มีลักษณะเป็นผงแห้ง สีน้ำตาลอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย รสชาติจืด แต่มีรสฝาด ดังแสดงในรูปที่ 46



รูปที่ 46 ผงแห้งของสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

5.5.2.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

จากสูตรผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ 50 สูตร ได้คัดเลือกสูตรสแน็คบาร์ 3 สูตรมาเพื่อทำการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด หลังการผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดพบว่าทั้ง 3 สูตร มีคุณลักษณะดังในตารางที่ 36

การคัดเลือกส่วนประกอบในสูตรสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร ได้คำนึงถึงความเข้ากันได้กับสารสกัดด้วยน้ำของเปลือกมังคุดซึ่งมีรสขมเผือกที่ไม่พึงประสงค์อยู่ อย่างไรก็ตามการกำหนดปริมาณของผงแห้งสารสกัดต่อชิ้นไว้ที่ 220 มิลลิกรัมต่อชิ้น ซึ่งเป็นขนาดต่ำสุดซึ่งกำลังมีการดำเนินการศึกษาทางคลินิก (Phase I) ที่คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ก็เป็นขนาดที่ไม่สูงนัก น่าจะสามารถที่จะทำการกลบรสได้โดยไม่ยุ่งยากสำหรับในสูตรสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร มีส่วนประกอบที่สามารถกลบรสขมเผือกของสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดได้ดี เช่น ลูกเกด สตรอเบอร์รี่ และช็อกโกแลต ในสูตรที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ทั้งนี้จากการเตรียมสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร ที่มีการผสมสารสกัดด้วยน้ำของเปลือกมังคุด ไม่พบว่ามีการผสมผสานที่โดดเด่นผิดปกติ อย่างไรก็ตาม คงต้องรอผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร เพื่อยืนยันในส่วนนี้

5.5.2.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน โดย DPPH radical scavenging activity

จากการเตรียมผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ 2 ชนิด คือ สแน็คบาร์ที่ไม่มีสารสกัดเปลือกมังคุดและสแน็คบาร์ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุดโดยแต่ละชนิดจะเตรียมทั้งหมด 3 สูตร คือ สแน็คบาร์สูตรลูกเกด สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต และสแน็คบาร์สูตร สตรอว์เบอร์รี่ จากนั้นนำสแน็คบาร์ทั้ง 2 ชนิดมาทดสอบฤทธิ์โดยปฏิกิริยาระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH ได้ผลการทดลองดังนี้

5.5.2.3.1 สแน็คบาร์สูตรลูกเกด

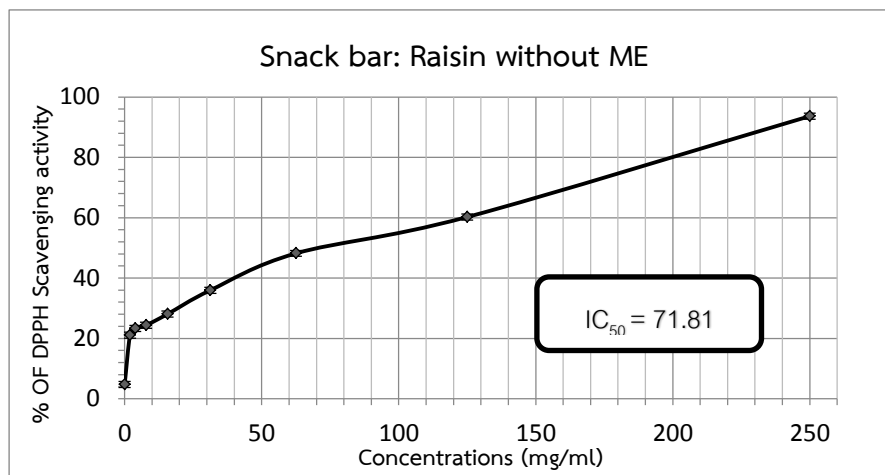
จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรลูกเกด ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด และที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด ได้ผลดังตารางที่ 37, 38 และรูปที่ 47, 48

ตารางที่ 36 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 สูตรลูกเกด (Raisin)	สูตรที่ 2 สูตรสตอร์วเบอร์รี่ (Freeze-dried strawberries)	สูตรที่ 3 สูตรช็อกโกแลต (Chocolate chip)
รูปภาพ			
ลักษณะ ภายนอก	มีลูกเกดสีดำที่กระจายอยู่ ทั่วชิ้น	มีสีแดงของสตอร์วเบอร์รี่ กระจายทั่วชิ้น	มีช็อกโกแลตชิพและคอร์น เฟลกที่กระจายอยู่ทั่วชิ้น
เนื้อสัมผัส	เนื้อสัมผัสของธัญพืช กรอบปานกลาง มีความ หยุ่นขณะเคี้ยว ไม่แข็ง	เนื้อสัมผัสของธัญพืช กรอบปานกลาง มีความ หยุ่นขณะเคี้ยว ไม่แข็ง	เนื้อสัมผัสของธัญพืช กรอบปานกลาง มีความหยุ่น ขณะเคี้ยว ไม่แข็ง
รสชาติ	รสธัญพืช มีรสเปรี้ยว จากลูกเกด	มีรสเปรี้ยว ไม่หวานมาก ให้ความรู้สึกเหมือน รับประทานสตอร์วเบอร์รี่ พร้อมธัญพืช	มีความหวานจากช็อกโกแลต ชิพที่ละลายออกมา เป็น รสชาติของช็อกโกแลต

ตารางที่ 37 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรลูกเกด ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

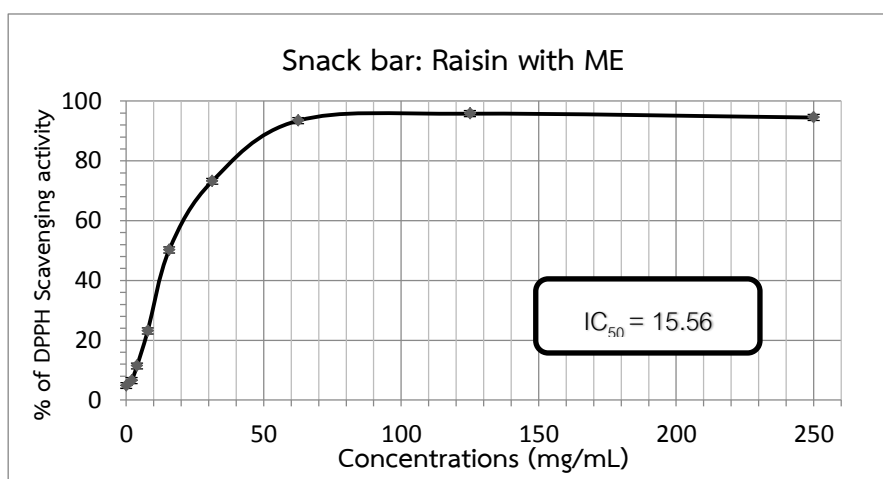
Conc. of extract (mg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125	250
%DPPH Scavenging activity	4.73	21.04	23.29	24.35	28.05	35.94	48.17	60.23	93.65



รูปที่ 47 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สุตรลูกเกด ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

ตารางที่ 38 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สุตรลูกเกด ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

Concentration of extract (mg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125	250
%DPPH Scavenging activity	4.85	6.52	11.40	23.11	50.23	73.17	93.44	95.78	94.50



รูปที่ 48 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สุตรลูกเกด ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

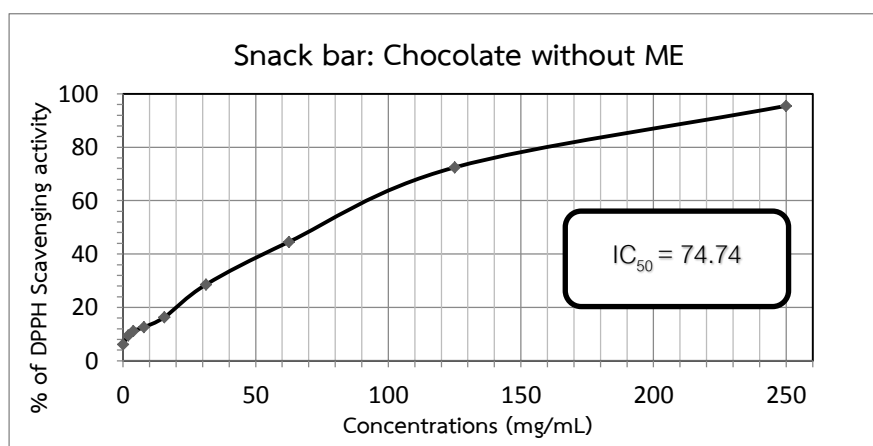
จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรลูกเกดที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด และสแน็คบาร์สูตรลูกเกดที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด พบว่าทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยสแน็คบาร์สูตรลูกเกดที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ค่า IC_{50} เท่ากับ 15.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสแน็คบาร์สูตรลูกเกดที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ค่า IC_{50} เท่ากับ 71.81 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) คาดว่าในสแน็คบาร์สูตรลูกเกดที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุดน่าจะมีส่วนประกอบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ส่วนหนึ่งแล้ว เช่น ลูกเกด ซึ่งได้มาจากองุ่นซึ่งเป็นผลไม้ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

5.5.2.3.2 สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด และที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด ได้ผลดังตารางที่ 39, 40 และรูปที่ 49, 50

ตารางที่ 39 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

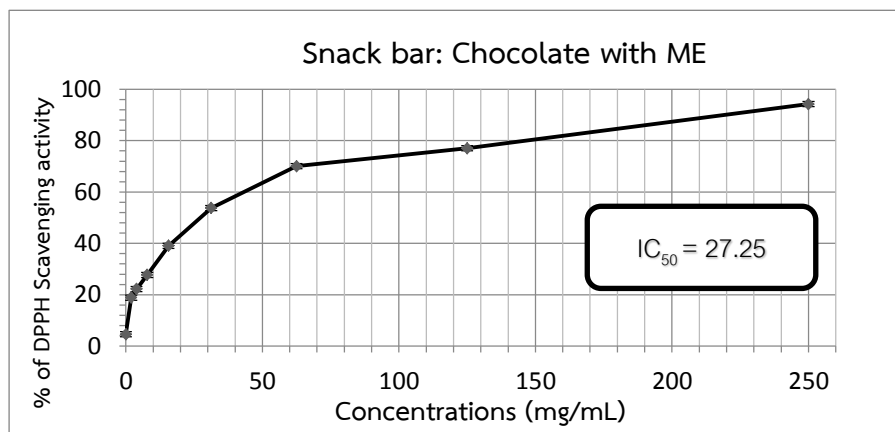
Concentration of extract (mg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125	250
%DPPH Scavenging activity	6.10	9.53	11.24	12.58	16.37	28.55	44.54	72.44	95.51



รูปที่ 49 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

ตารางที่ 40 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

Conc. of extract (mg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125	250
%DPPH Scavenging activity	4.61	18.89	22.25	27.75	39.06	53.77	70.02	77.04	94.21



รูปที่ 50 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

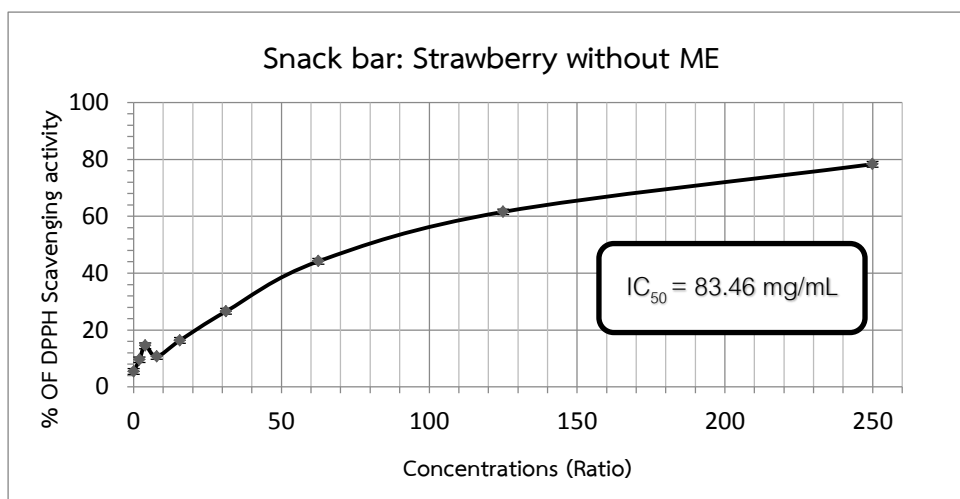
จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด และสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด ทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยพบว่า สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ค่า IC_{50} เท่ากับ 27.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ค่า IC_{50} เท่ากับ 74.74 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ทั้งนี้คาดว่าในสแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตน่าจะมีส่วนประกอบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น ช็อกโกแลตและผงโกโก้ ซึ่งจัดว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระ

5.5.2.3.3 สแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด และที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด ได้ผลดังตารางที่ 41, 42 และรูปที่ 51, 52

ตารางที่ 41 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

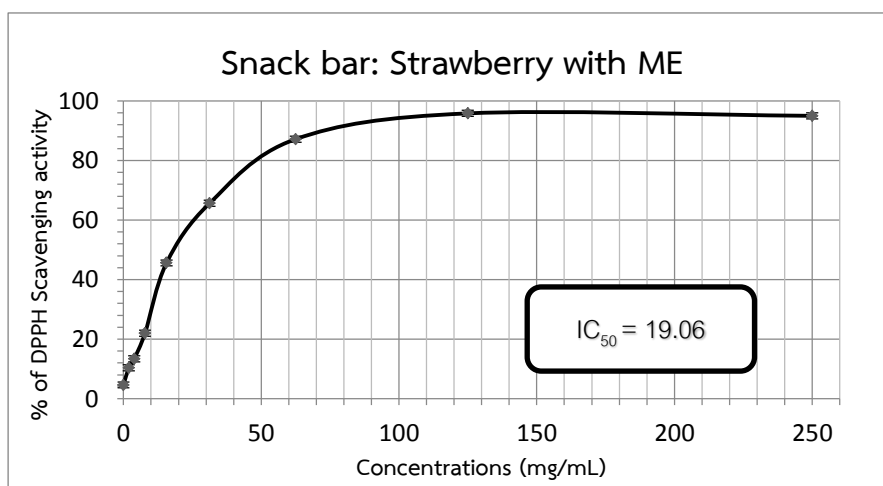
Concentration of extract (mg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125	250
%DPPH Scavenging activity	5.44	9.56	14.46	10.72	16.34	26.57	44.17	61.55	78.30



รูปที่ 51 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

ตารางที่ 42 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

Concentration of extract (mg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125	250
%DPPH Scavenging activity	4.63	10.88	13.40	22.00	45.60	65.61	87.17	95.82	95.00



รูปที่ 52 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

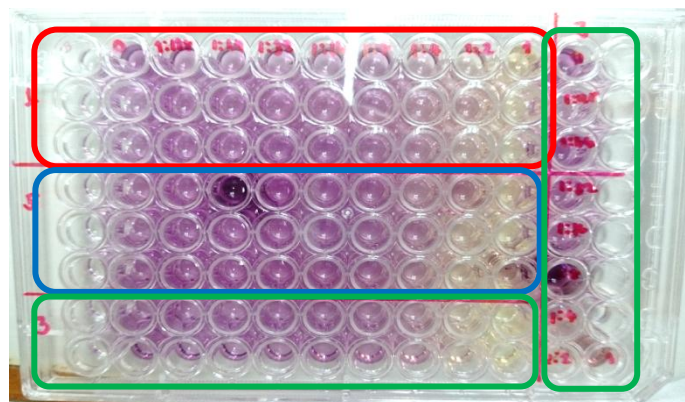
จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด และสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด พบว่าทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่า สแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ค่า IC_{50}

เท่ากับ 19.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ค่า IC_{50} เท่ากับ 83.46 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

สแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร จากผลการทดสอบพบว่า หากนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดมาผสมในผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น โดยสรุป จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร พบว่าสูตรสแน็คบาร์ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุดสูตรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแรงที่สุด (ค่า IC_{50} ต่ำที่สุด) คือ สูตรลูกเกด และสูตรสแน็คบาร์ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด (ค่า IC_{50} สูงที่สุด) คือ สูตรช็อกโกแลต รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 43 และรูปที่ 53, 54

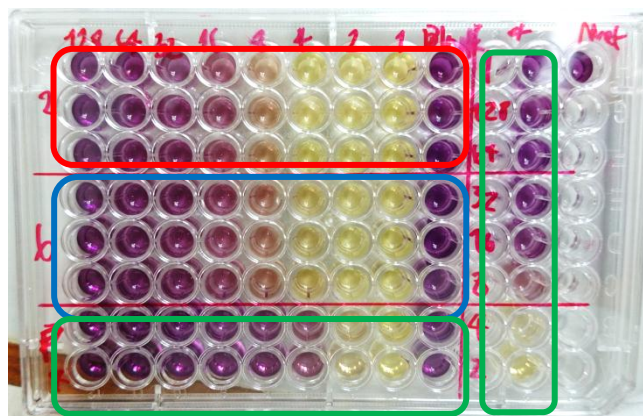
ตารางที่ 43 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ชนิดต่างๆ

	สูตรลูกเกด		สูตรช็อกโกแลต		สูตรสตรอว์เบอร์รี่	
สารสกัด	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี
IC_{50}	71.81	15.56	74.74	27.25	83.46	19.06



รูปที่ 53 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

- สแน็คบาร์สูตรลูกเกด ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด
- สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด
- สแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่ไม่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด



รูปที่ 54 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

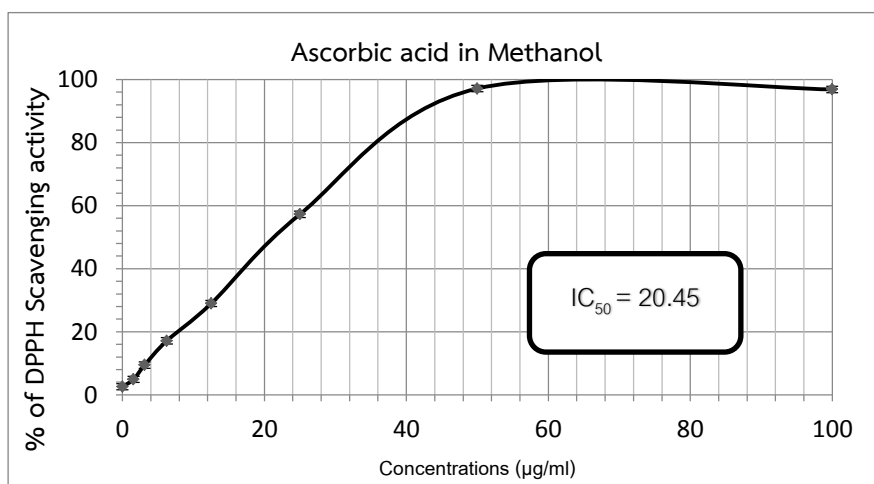
- สแน็คบาร์สูตรลูกเกด ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด
- สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด
- สแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

5.5.2.3.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

จากการทดสอบโดยนำสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด มาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Ascorbic acid เพื่อทำการเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าได้ผลดังนี้

ตารางที่ 44 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐาน Ascorbic acid ในสารละลายเมทานอล

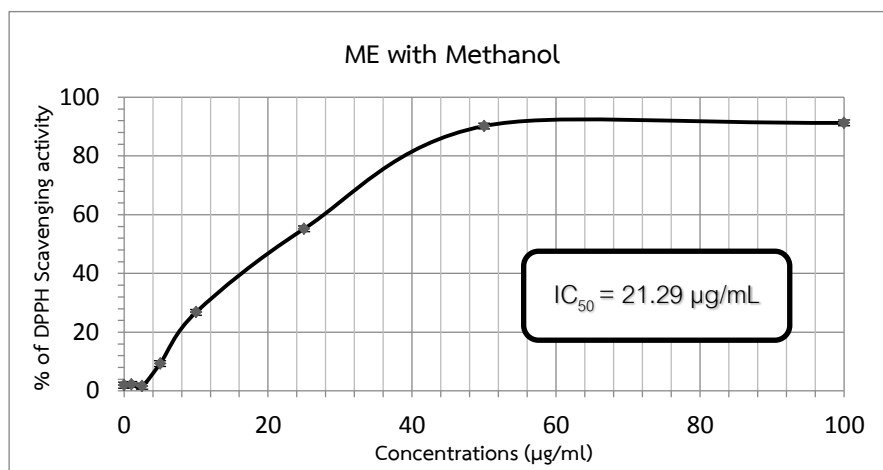
Conc. of Ascorbic acid (µg/mL)	0.00	1.5625	3.125	6.25	12.5	25	50	100
%DPPH Scavenging activity	2.56	4.91	9.43	17.13	28.96	57.26	97.16	96.89



รูปที่ 55 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐาน Ascorbic acid ที่ละลายใน เมทานอล

ตารางที่ 45 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ในสารละลายเมทานอล

Conc. of ME ($\mu\text{g/mL}$)	0.00	1.00	2.5	5	10	25	50	100	250	500
%DPPH Scavenging activity	1.96	2.21	1.63	9.29	26.78	55.19	90.18	91.25	91.37	92.29



รูปที่ 56 กราฟแสดงการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ที่ละลายในเมทานอล

จากผลการทดสอบพบว่า ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐาน Ascorbic acid มีค่า IC_{50} เท่ากับ 20.45 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกับสารสกัดจากเปลือกมังคุด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 21.29 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม

5.5.2.4 การทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point Hedonic Scale

จากการขออนุมัติทำการประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ได้ดำเนินการยื่นเอกสารเพื่อขอรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ประจำคณะทันตแพทยศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยยื่นขออนุญาตทำการประเมินผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์จากสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด ในชื่อโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ Snack Bars จากมังคุด (Development of Snack Bars from Mangosteen)” รหัสโครงการ MU-DT/PY-IRB 2014/PY062 คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนฯ ได้มีมติเห็นสมควรให้การรับรอง ตาม Certificate of Approval COA.No.MU-DT/PY-IRB 2014/053.2011, Date of Approval: November 20, 2014 และ Date of Expiration: November 19, 2015

จากการประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale ในผู้ประเมิน 60 คน คำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ โดยกำหนดให้ 9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 =

ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉยๆ, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และในส่วนของระดับความเข้ม กำหนดให้ 9 = ความเข้มสูงสุด และ 1 = ความเข้มต่ำสุด และวิเคราะห์ผลการประเมินโดย ANOVA (Analysis of Variance) พบว่าได้ผลการประเมินดังในตารางที่ 46 ในส่วนของการเปรียบเทียบคุณลักษณะของสูตรสแน็คบาร์ 3 สูตร และความสัมพันธ์กับระดับความเข้มของสแน็คบาร์ พบว่าได้ผลดังนี้

1. สี

จากการประเมินคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่าสูตรซ็อกโกแลต สูตรลูกเกต และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนน 6.88, 6.35 และ 6.30 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) ตามลำดับ ทั้งนี้โดยที่คะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของทั้งสามสูตร ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) จากการประเมินคะแนนระดับความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่า สูตรซ็อกโกแลต สูตรสตรอว์เบอร์รี่ และสูตรลูกเกต ได้คะแนนเท่ากับ 7.57, 6.05 และ 5.18 ตามลำดับ พบว่า ทั้ง 3 สูตรมีความเข้มของสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ทั้งนี้ สูตรซ็อกโกแลตได้รับคะแนนความเข้มสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยมากที่สุด ระดับความเข้มของสีรองลงมาคือสูตรสตรอว์เบอร์รี่และสูตรลูกเกต ตามลำดับ โดยสรุป แม้ว่าระดับความเข้มสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยทั้ง 3 สูตรแตกต่างกัน แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ เนื่องจากทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

2. ขนาด

จากการประเมินคะแนนความชอบขนาดของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่าสูตรซ็อกโกแลต สูตรลูกเกต และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.52, 6.50, และ 6.13 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) ตามลำดับ ทั้งนี้โดยที่สูตรลูกเกต และสูตรซ็อกโกแลต ได้รับคะแนนความชอบขนาดของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่คะแนนความชอบเฉลี่ยของทั้ง 2 สูตรสูงกว่า สูตรสตรอว์เบอร์รี่ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับขนาดของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่า สูตรสตรอว์เบอร์รี่ สูตรลูกเกต และสูตรซ็อกโกแลต ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.38, 6.23 และ 6.07 ตามลำดับ ทั้งนี้โดยที่คะแนนระดับขนาดของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย ทั้ง 3 สูตร นั้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

โดยสรุป แม้ว่าขนาดของสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกัน แต่สูตรลูกเกตและสูตรซ็อกโกแลต ก็ได้รับคะแนนความชอบในส่วนของขนาดสูงกว่าสูตรสตรอว์เบอร์รี่

ตารางที่ 46 ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic Scale

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย			คะแนนระดับ/ความเข้มเฉลี่ย		
	128	325	478	128	325	478
สี	6.35 (A)	6.88 (A)	6.30 (A)	5.18 (C)	7.57 (A)	6.05 (B)
ขนาด	6.50 (A)	6.52 (A)	6.13 (B)	6.07 (A)	6.23 (A)	6.38 (A)
กลิ่น	5.98 (B)	7.42 (A)	5.90 (B)	4.48 (B)	6.30 (A)	4.53 (B)
ความเหนียว	6.18 (A)	6.35 (A)	5.92 (A)	5.18 (B)	5.85 (A)	6.20 (A)
ความแข็ง	6.48 (A)	6.37 (A)	6.02 (A)	4.28 (B)	5.00 (A)	5.17 (A)
ความกรอบ	5.85 (B)	6.35 (A)	5.95 (AB)	4.57 (B)	5.07 (A)	4.72 (AB)
ความหวาน	6.52 (A)	6.95 (A)	6.57 (A)	5.00 (A)	5.42 (A)	5.10 (A)
ความเปรี้ยว	5.88 (A)	5.93 (A)	6.33 (A)	3.97 (B)	3.17 (C)	5.10 (A)
ความขม	5.92 (A)	6.20 (A)	5.88 (A)	2.18 (B)	3.30 (A)	2.08 (B)
ความชอบโดยรวม	6.60 (B)	7.23 (A)	6.35 (B)			

หมายเลขผลิตภัณฑ์ 128 = สแน็คบาร์ผสมสารสกัดจากมังคุดสูตรลูกเกด, 325 = สแน็คบาร์ผสมสารสกัดจากมังคุดสูตรซ็อกโกแลต, 478 = สแน็คบาร์ผสมสารสกัดจากมังคุดสูตรสตรอว์เบอร์รี่, ผู้ประเมิน 60 คน A, B, C ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันของคะแนนเฉลี่ยความชอบ หรือคะแนนเฉลี่ยระดับความเข้ม แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

3. กลิ่น

จากการประเมินคะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่าสูตรซ็อกโกแลต สูตรลูกเกด และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 7.42 (“ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”), 5.98 และ 5.90 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”) ตามลำดับ พบว่า คะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย

ของสูตรช็อกโกแลตสูงกว่าสูตรลูกเกด และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งนี้คะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยสูตรลูกเกดและสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่า สูตรช็อกโกแลต สูตรสตรอว์เบอร์รี่ และสูตรลูกเกด ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.30, 4.53 และ 4.48 ตามลำดับ พบว่า คะแนนความเข้มของกลิ่นโดยเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลต สูงกว่าสูตรลูกเกด และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งนี้คะแนนความเข้มของกลิ่นโดยเฉลี่ยของสูตรลูกเกด และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

โดยสรุป คะแนนความเข้มของกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยมีผลต่อคะแนนความชอบ เนื่องจากสูตรช็อกโกแลตซึ่งมีคะแนนความเข้มของกลิ่นสูงสุด ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด

4. ความเหนียว

จากการประเมินคะแนนความชอบความเหนียวของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่าสูตรช็อกโกแลต สูตรลูกเกด และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.35, 6.18 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) และ 5.92 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”) ตามลำดับ และคะแนนความชอบความเหนียวของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับความเหนียวของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่า สูตรสตรอว์เบอร์รี่ สูตรช็อกโกแลต และสูตรลูกเกด ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.20, 5.85 และ 5.18 ตามลำดับ คะแนนระดับความเหนียวของโดยเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลต และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีความเหนียวมากกว่าสูตรลูกเกดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

โดยสรุป แม้ว่าคะแนนระดับความเหนียวโดยเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลตและสูตรสตรอว์เบอร์รี่จะแตกต่างจากสูตรลูกเกด แต่ก็ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบความเหนียวโดยเฉลี่ยเนื่องจากทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน

5. ความแข็ง

จากการประเมินคะแนนความชอบความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่า สูตรลูกเกด ช็อกโกแลต และสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.48, 6.37, และ 6.02 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) ตามลำดับ โดยที่คะแนนความชอบความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่า สูตรสตรอร์เบอร์รี่ สูตรช็อกโกแลต และสูตรลูกเกด ได้รับคะแนนเท่ากับ 5.17, 5.00 และ 4.28 ตามลำดับ พบว่า สูตรช็อกโกแลต และสตรอร์เบอร์รี่ มีคะแนนระดับความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยสูงกว่าสูตรลูกเกดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และคะแนนระดับความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลต และสูตรสตรอร์เบอร์รี่ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

โดยสรุป แม้ว่าคะแนนระดับความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยสูตรช็อกโกแลต และ สูตรสตรอร์เบอร์รี่ จะสูงกว่าสูตรลูกเกด แต่ก็ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย เนื่องจากทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน

6. ความกรอบ

จากการประเมินคะแนนความชอบความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรช็อกโกแลต สูตรลูกเกด และสตรอร์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.35 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”), 5.95 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”) และ 5.85 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”) ตามลำดับ พบว่า คะแนนความชอบความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลตสูงกว่าสูตรลูกเกดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันกับสูตรสตรอร์เบอร์รี่ ($p > 0.05$) และคะแนนความชอบความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของสูตรสตรอร์เบอร์รี่ ไม่แตกต่างกันกับสูตรลูกเกด ($p > 0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรช็อกโกแลต สูตรสตรอร์เบอร์รี่และสูตรลูกเกด ได้รับคะแนนเท่ากับ 5.07, 4.72 และ 4.57 ตามลำดับ พบว่า คะแนนความระดับความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลตสูงกว่าสูตรลูกเกดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันกับสูตรสตรอร์เบอร์รี่ ($p > 0.05$) และคะแนนระดับความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของสูตรสตรอร์เบอร์รี่ ไม่แตกต่างกันกับสูตรลูกเกด ($p > 0.05$)

โดยสรุป ในส่วนของความกรอบนี้ คะแนนความชอบความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยขึ้นกับระดับความกรอบของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย พบว่าเมื่อมีความกรอบมากขึ้น มีผลทำให้ได้รับคะแนนความชอบมากขึ้น

7. ความหวาน

จากการประเมินคะแนนความชอบความหวานของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรช็อกโกแลต สูตรสตรอร์เบอร์รี่ และสูตรลูกเกด ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.95, 6.57 และ 6.52 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบ

ปานกลาง”) ตามลำดับ โดยคะแนนความชอบความหวานของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยของทั้ง 3 สูตร นั้นไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับความหวานของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรซ็อกโกแลต สูตรลูกเกด และสูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 5.42, 5.18 และ 5.10 ตามลำดับ พบว่า ระดับคะแนนความหวานเฉลี่ยของทั้ง 3 สูตร นั้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

โดยสรุป ไม่มีความแตกต่างกันในส่วนของความหวานของสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตร ทั้งในส่วนอง ระดับความหวานและความชอบ

8. ความเปรี้ยว

จากการประเมินคะแนนความชอบความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรสตรอว์เบอร์รี่ สูตรซ็อกโกแลต และสูตรลูกเกด ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.33 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”), 5.92 และ 5.88 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”) ตามลำดับ พบว่า คะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย ทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรสตรอว์เบอร์รี่ สูตรลูกเกด และสูตรซ็อกโกแลต ได้รับคะแนนเท่ากับ 5.00, 3.97 และ 2.17 ตามลำดับ พบว่า คะแนนระดับความเปรี้ยวโดยเฉลี่ยของสูตรสตรอว์เบอร์รี่สูงกว่าสูตรลูกเกดและสูตรซ็อกโกแลตอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และคะแนนระดับความเปรี้ยวโดยเฉลี่ยของสูตรลูกเกดสูงกว่าสูตรซ็อกโกแลตอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

โดยสรุป แม้ว่าคะแนนระดับความเปรี้ยวโดยเฉลี่ยของสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตรจะแตกต่างกันโดยสูตรสตรอว์เบอร์รี่มีความเปรี้ยวสูงที่สุด แต่ก็ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบความเปรี้ยวโดยเฉลี่ยของสแน็คบาร์

9. ความขม

จากการประเมินคะแนนความชอบความขมของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรสตรอว์เบอร์รี่ สูตรลูกเกด และสูตรซ็อกโกแลต ได้รับคะแนนเท่ากับ 6.20 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”), 5.92 และ 5.88 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”) ตามลำดับ พบว่า คะแนนความชอบความขมของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย ของทั้ง 3 สูตร นั้นไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

จากการประเมินคะแนนระดับความขมของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรซ็อกโกแลต สูตรลูกเกด และ สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนเท่ากับ 3.30, 2.18 และ 2.08 ตามลำดับ พบว่า คะแนนระดับ

ความคมของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย สูตรช็อกโกแลตมีระดับความคมสูงกว่าสูตรลูกเกด และสูตรอว์เบอร์รี่ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่คะแนนระดับความคมเฉลี่ยของสูตรลูกเกด นั้นไม่แตกต่างกันกับ สูตรสูตรอว์เบอร์รี่ ($p > 0.05$)

โดยสรุป สูตรช็อกโกแลตมีคะแนนระดับความคมสูงกว่าสูตรลูกเกดและสูตรสูตรอว์เบอร์รี่ แต่ทั้งนี้ไม่มีผลกับคะแนนความชอบที่ได้รับเนื่องจากทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบที่ไม่ต่างกัน

10. ความชอบโดยรวม

จากการประเมินคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย สูตรช็อกโกแลต สูตรลูกเกด และสูตรสูตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนน 7.23 (“ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) 6.60 และ 6.35 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) ตามลำดับ พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของสูตรช็อกโกแลตสูงกว่าสูตรลูกเกด และสูตรสูตรอว์เบอร์รี่ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของสูตรลูกเกดกับสูตรสูตรอว์เบอร์รี่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

5.5.3 ไอศกรีม และ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

5.5.3.1 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด (Water extract)

ใช้สารสกัดที่เตรียมในข้อ 4.3.2.1

เมื่อนำเปลือกมังคุดมาล้างให้สะอาดและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ตากในที่ร่มจนแห้งไปผ่านกระบวนการสกัดต่างๆ แล้วนำมา Centrifuge กำจัดส่วนที่เป็นตะกอนออก แยกสารสกัดใสของเปลือกมังคุด พบว่า สารสกัดมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอมชมพู ออกรสเปรี้ยว และมีกลิ่นของเปลือกมังคุด

หลังจากนั้นนำสารสกัดไปทำให้แห้งโดยผ่านกระบวนการ Spray dry พบว่า ได้ผงสารสกัดมีลักษณะเป็นผงแห้งและมีสีน้ำตาลอมชมพู เก็บสารสกัดเปลือกมังคุดในรูปแบบผงแห้งที่อุณหภูมิ 4 °C แล้วจึงทำผงแห้งนี้ไปทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และใช้ในการพัฒนาไอศกรีมชนิดแท่งจากสารสกัดมังคุดต่อไป ส่วนที่เหลือเก็บสารสกัดเปลือกมังคุดในรูปแบบผงแห้งที่อุณหภูมิ 4 °C

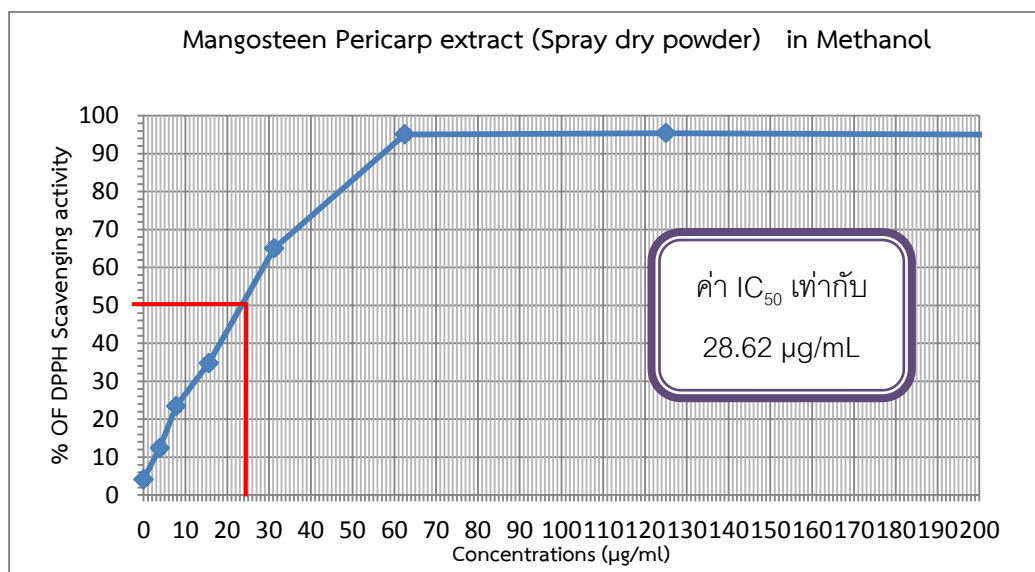
5.5.3.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

เมื่อนำผงสารสกัดเปลือกมังคุดที่ผ่านกระบวนการ spray dry ไปทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH พบว่าเมื่อทำการ plot กราฟ % DPPH Scavenging activity กับ Concentration ของผงสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ได้ผลดังตารางที่ 47 และรูปที่ 57 ตามลำดับ โดยมีค่า IC_{50} ของผงสารสกัดเปลือกมังคุด เท่ากับ 28.62 $\mu\text{g/mL}$ โดย

ทำการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานวิตามินซีในการแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐานวิตามินซีดังตารางที่ 48 และเมื่อทำการ plot กราฟ % DPPH Scavenging activity กับ Concentration ของวิตามินซี ได้ดังรูปที่ 58 โดยมีค่า IC_{50} ของวิตามินซี เท่ากับ 5.19 $\mu\text{g/mL}$

ตารางที่ 47 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

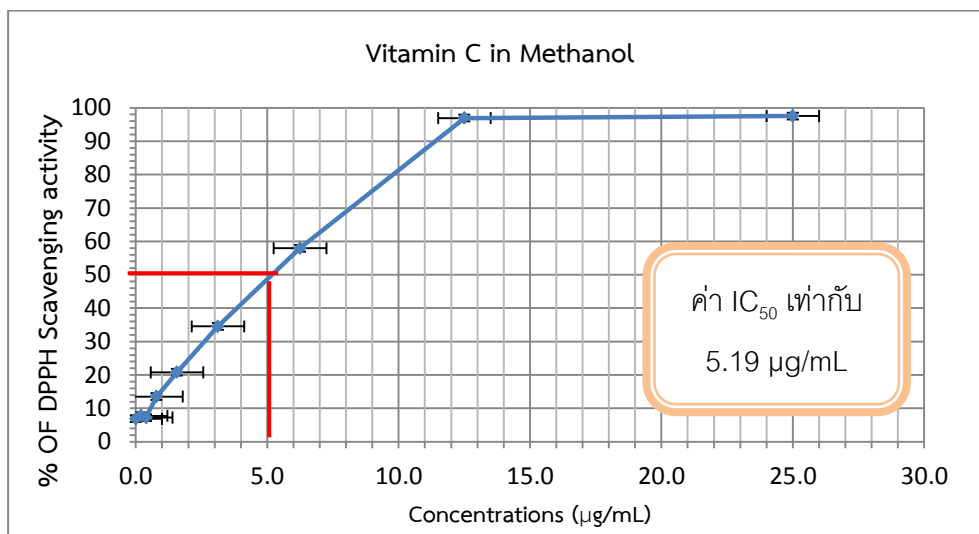
Conc.of extract ($\mu\text{g/mL}$)	0.00	3.90	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00	1000.00
%DPPH Scavenging activity	4.13	12.43	23.45	34.78	65.00	95.05	95.40	94.80	93.47	92.29



รูปที่ 57 กราฟแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

ตารางที่ 48 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของวิตามินซี

Conc. of extract ($\mu\text{g/mL}$)	0.0	0.2	0.4	0.8	1.6	3.1	6.3	12.5	25.0	50.0	100.0
%DPPH Scavenging activity	6.9	7.8	7.2	13.5	20.8	34.5	57.9	96.9	97.5	97.6	97.6



รูปที่ 58 กราฟแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของวิตามินซี

5.5.3.3 การเตรียมไอศกรีม และ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

จากการเตรียมสูตรไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด 3 สูตร พบว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะดังในตารางที่ 49 สูตรไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตทั้ง 3 สูตรมีส่วนประกอบที่สามารถเข้ากันได้หรือกลมรสมของสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุดได้ดี

ตารางที่ 49 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/หรือเชอร์เบตชนิดแท่ง ผสมสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 Chocolate	สูตรที่ 2 ชาเขียว	สูตรที่ 3 ชาไทย
รูปภาพ			
รูปร่าง/สี	คงตัวในแท่งค่อนข้างดี สีออกน้ำตาลเข้ม	สีเขียวสดใส	สีส้ม
เนื้อสัมผัส/การละลาย	ค่อนข้างเนียนนุ่ม อาจมีเกล็ดน้ำแข็งปนอยู่บ้าง	ค่อนข้างเนียนนุ่ม อาจมีเกล็ดน้ำแข็งปนอยู่บ้าง และละลายเร็วกว่าที่ควร	เนื้อเนียน ละเอียด
รสชาติ	ออกไปทางขม มีรสหวานบ้าง	หวานนำขมปลายเล็กน้อย	รสชาไทย หวานหอม

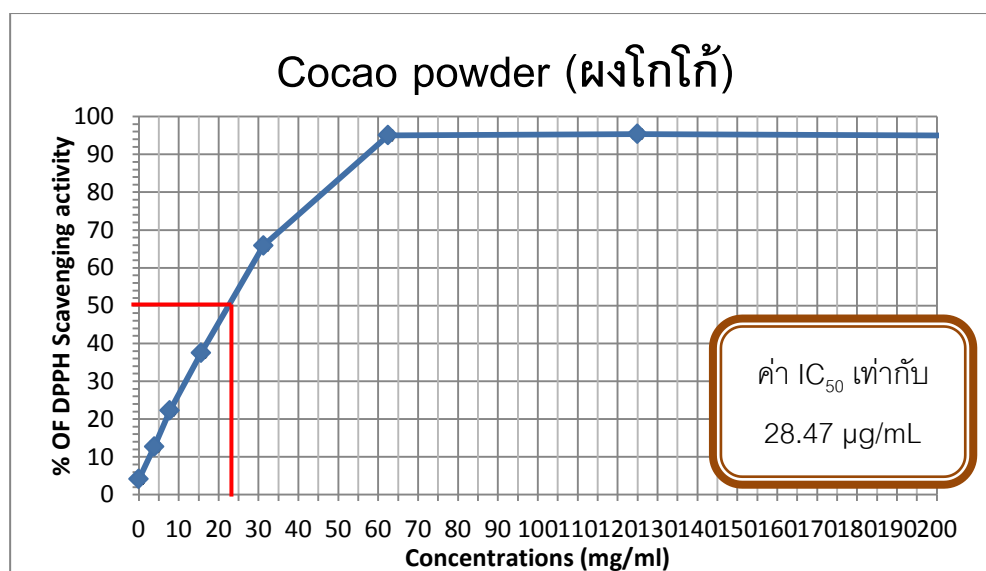
5.5.3.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของส่วนประกอบของไอศกรีม ไอศกรีมพื้นฐานและไอศกรีมมั่งคุด

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของส่วนประกอบต่างๆในไอศกรีม

นำส่วนประกอบต่างๆในไอศกรีมที่คาดว่าจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ผงโกโก้ ผงชาเขียว และผงชาไทย นำมาวัดค่า Absorbance ด้วยเครื่อง Microplate reader โดยใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH พบว่าเมื่อทำการ plot กราฟ % DPPH Scavenging activity กับ Concentration ของผงโกโก้ ผงชาเขียว และผงชาไทย ได้ผลตามตารางที่ 50 รูปที่ 59, ตามตารางที่ 51 รูปที่ 60, และตามตารางที่ 52 รูปที่ 61 ตามลำดับ และผลสรุปรวมในตารางที่ 53

ตารางที่ 50 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงโกโก้

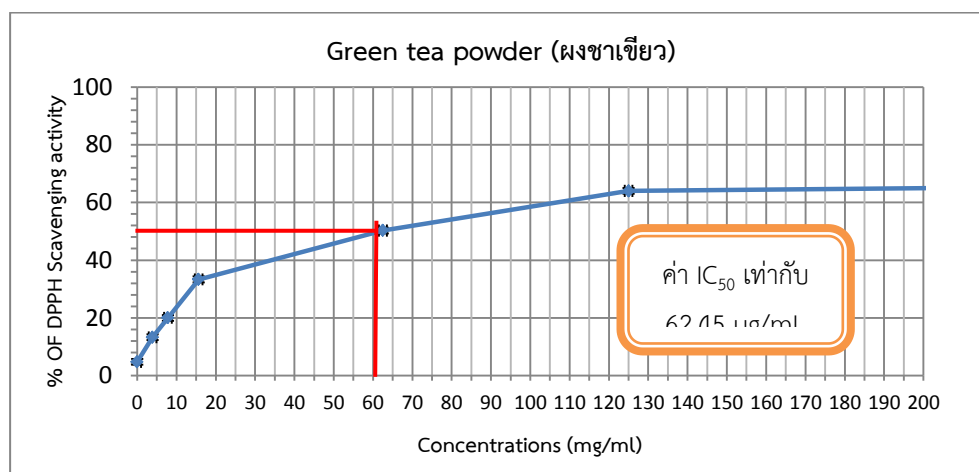
Conc. of extract (µg/mL)	0.00	3.90	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00	1000.00
%DPPH Scavenging activity	4.14	12.71	22.27	37.48	65.86	95.04	95.39	94.79	93.45	92.27



รูปที่ 59 กราฟแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงโกโก้

ตารางที่ 51 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงชาเขียว

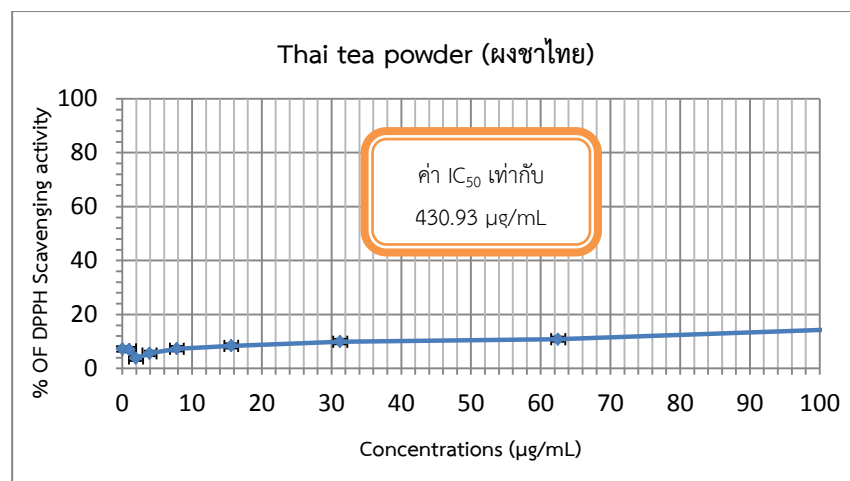
Conc.of extract (µg/mL)	0.00	3.90	7.81	15.63	62.50	125.00	250.00	500.00	1000.00
%DPPH Scavenging activity	4.73	13.28	20.00	33.34	50.28	64.03	65.58	79.04	71.90



รูปที่ 60 กราฟแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงชาเขียว

ตารางที่ 52 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงชาไทย

Conc. of extract (µg/mL)	0.00	3.90	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00	1000.00
%DPPH Scavenging activity	7.20	7.03	3.75	5.59	7.31	8.36	9.92	10.84	16.54	22.03

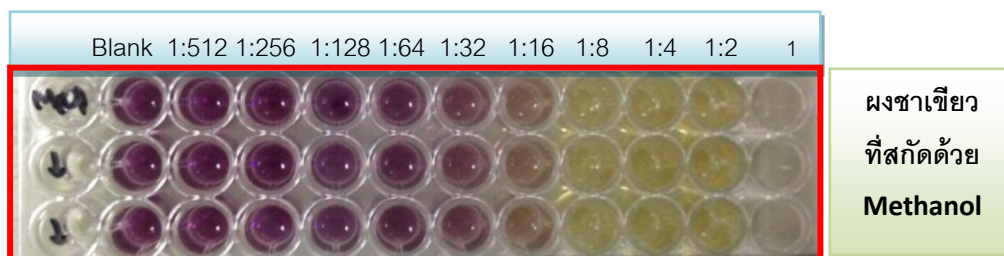


รูปที่ 61 กราฟแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงชาไทย

ตารางที่ 53 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของส่วนประกอบต่างๆในไอศกรีม

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	ส่วนประกอบ		
	ผงโกโก้	ผงชาเขียว	ผงชาไทย
ค่า IC ₅₀ (μg/mL)	28.47	62.45	430.93

พบว่าผงชาไทยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อย ส่วนผงโกโก้ และผงชาเขียวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 28.47, 62.45 μg/mLตามลำดับถึงแม้กราฟที่ได้จะมีความคลาดเคลื่อน แต่ถ้าจากดูด้วยตาเปล่าจะพบว่าสีของปฏิกิริยาการเกิดจะอยู่ในช่วงค่า IC₅₀ การที่ผลมีการคลาดเคลื่อนเนื่องจากใช้ช่วงคลื่นในการวัด Absorbance ที่ 517 nm ซึ่งเป็นการวัดค่าการดูดกลืนแสงสีเหลืองอ่อน แต่การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH โดยจะเปลี่ยนจากสีม่วงไปเป็นสีเหลือง ยิ่งถ้าสารนั้นมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมาก จะสามารถเห็นสีเหลืองเข้มขึ้น จึงส่งผลต่อการวัดค่า Absorbance ได้ อีกทั้งอาจเกิดผลคลาดเคลื่อนจากผู้ทำการวิจัย เนื่องจากต้องอาศัยความชำนาญ และความไวในการทำ ดังนั้นผงชาเขียวจึงมีกราฟที่อาจคลาดเคลื่อนไปได้ เนื่องจากค่า Absorbance ที่ใช้วัดมีค่าเดียวเท่านั้น



รูปที่ 62 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงชาเขียว

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไอศกรีมพื้นฐานและไอศกรีมมั่งคุด

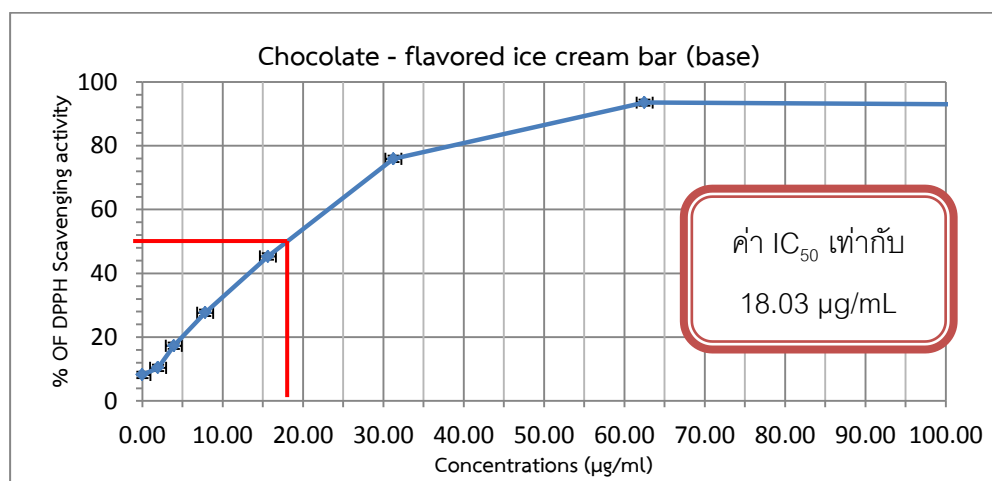
เตรียมไอศกรีม 3 รส และแต่ละรสแบ่งได้เป็น 2 แบบคือแบบแรกได้แก่ไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด และแบบที่สองคือไอศกรีมที่มีการพัฒนาสูตรตำรับและมีการใส่สารสกัดเปลือกมังคุด จากนั้นนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อที่จะยืนยันว่าไอศกรีมที่ได้มีการพัฒนาสูตรตำรับนั้น มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ มากกว่าไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด โดยการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบฤทธิ์โดยปฏิกิริยาระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH พบว่าเมื่อทำการ plot กราฟ % DPPH Scavenging activity กับ Concentration ของไอศกรีมรสต่างๆ

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานรสช็อกโกแลต (ไม่ใส่สารสกัดมังคุด) และไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต (ใส่สารสกัดมังคุด) พบว่าทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสูตรไอศกรีมพื้นฐานรสช็อกโกแลตมีค่า IC_{50} เท่ากับ 18.03 $\mu\text{g/mL}$ และสูตรไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต (ใส่สารสกัดมังคุด) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 11.15 $\mu\text{g/mL}$ ทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยจะเห็นได้ว่าสูตรที่มีการใส่สารสกัดเปลือกมังคุดจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรที่ไม่มีการใส่สารสกัดเปลือกมังคุดรายละเอียดแสดงในตารางที่ 54, 55 และรูปที่ 63-65

ไอศกรีมรสช็อกโกแลต

ตารางที่ 54 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด (รสช็อกโกแลต)

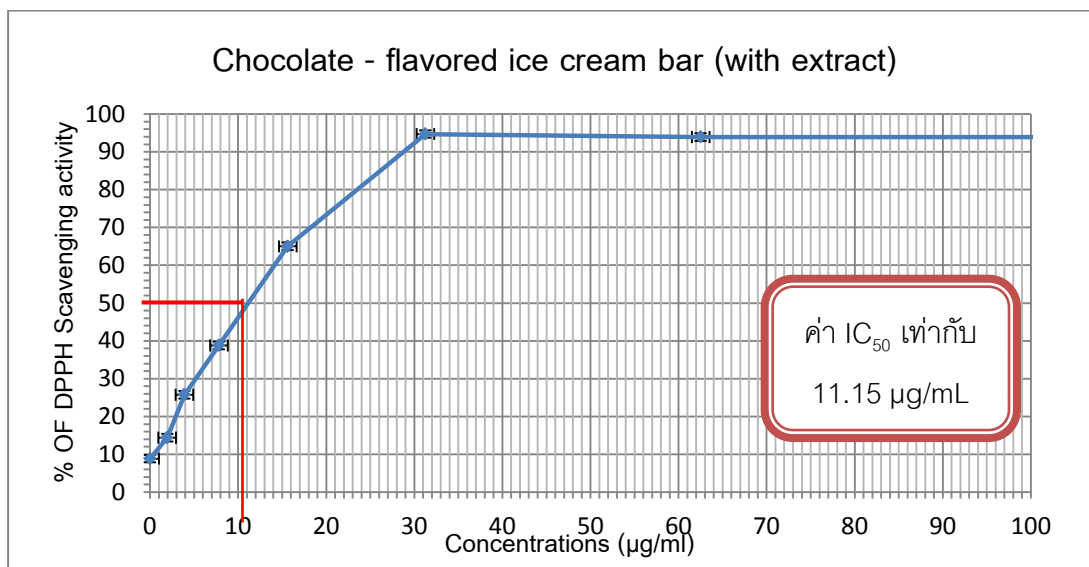
Concentration of extract ($\mu\text{g/mL}$)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00
%DPPH Scavenging activity	8.20	10.40	17.30	27.64	45.28	75.87	93.51	92.69	91.29	89.38



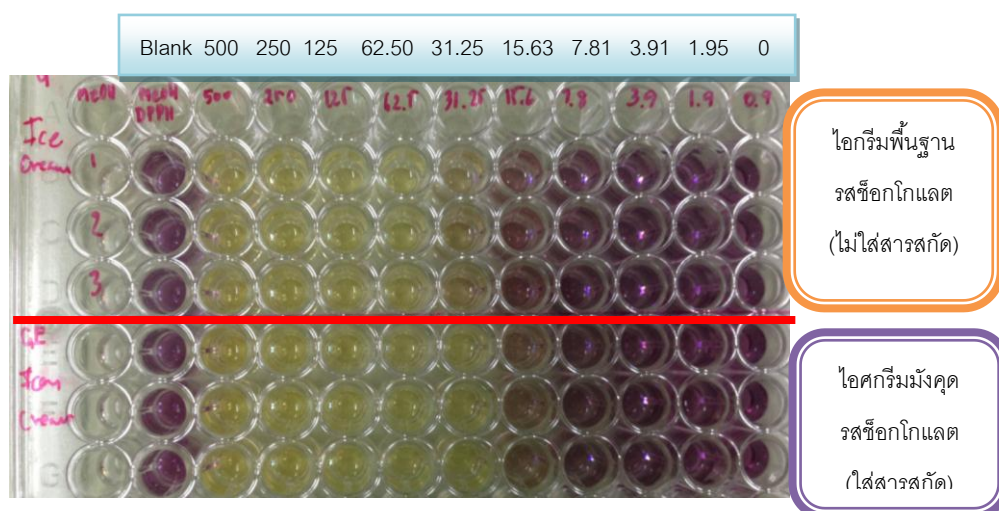
รูปที่ 63 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด (รสช็อกโกแลต)

ตารางที่ 55 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต

Concentration of extract ($\mu\text{g/mL}$)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00
%DPPH Scavenging activity	8.85	14.39	25.76	38.81	65.01	94.71	93.91	93.90	92.41	88.98



รูปที่ 64 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมั่งคุตรสช็อกโกแลต



รูปที่ 65 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานรสช็อกโกแลต(ไม่ใส่สารสกัดมั่งคุต) และไอศกรีมมั่งคุตรสช็อกโกแลต (ใส่สารสกัดมั่งคุต) ใน 96-well microtiter plate

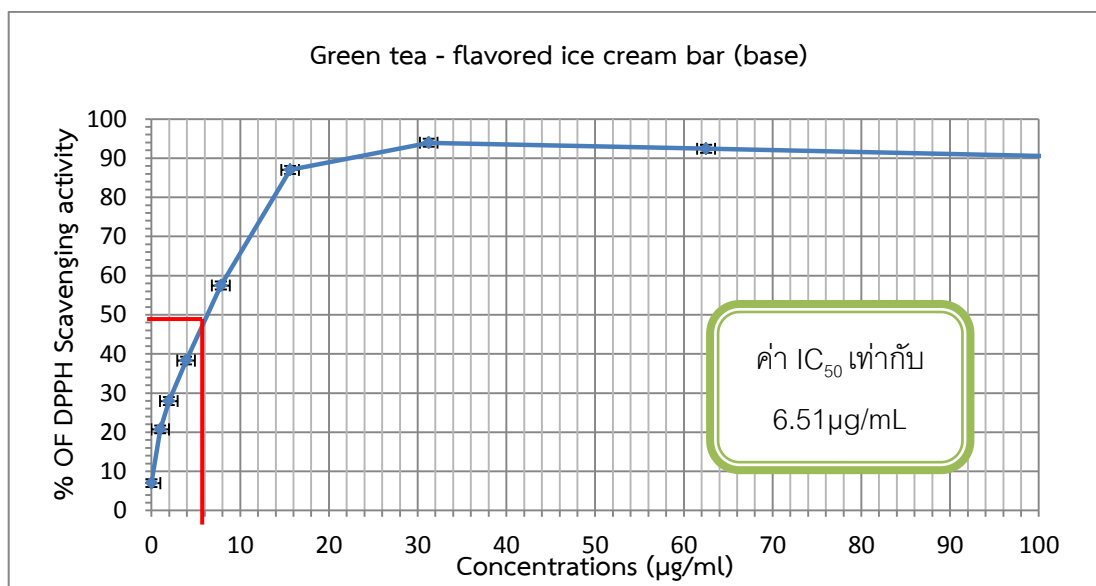
ไอศกรีมรสชาเขียว

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานรสชาเขียว (ไม่ใส่สารสกัดมั่งคุต) และไอศกรีมมั่งคุตรสชาเขียว (ใส่สารสกัดมั่งคุต) พบว่าทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสูตรไอศกรีมพื้นฐานรสชาเขียวมีค่า IC_{50} เท่ากับ 6.51 µg/mL และสูตรไอศกรีมมั่งคุตรสชาเขียว (ใส่สารสกัดมั่งคุต) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 4.29 µg/mL ทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยจะเห็นได้ว่า

สูตรที่มีการใส่สารสกัดเปลือกมังคุดจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรที่ไม่มีการใส่สารสกัดเปลือกมังคุดรายละเอียดแสดงในตารางที่ 56,57 และรูปที่ 66-68

ตารางที่ 56 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด (รสชาเขียว)

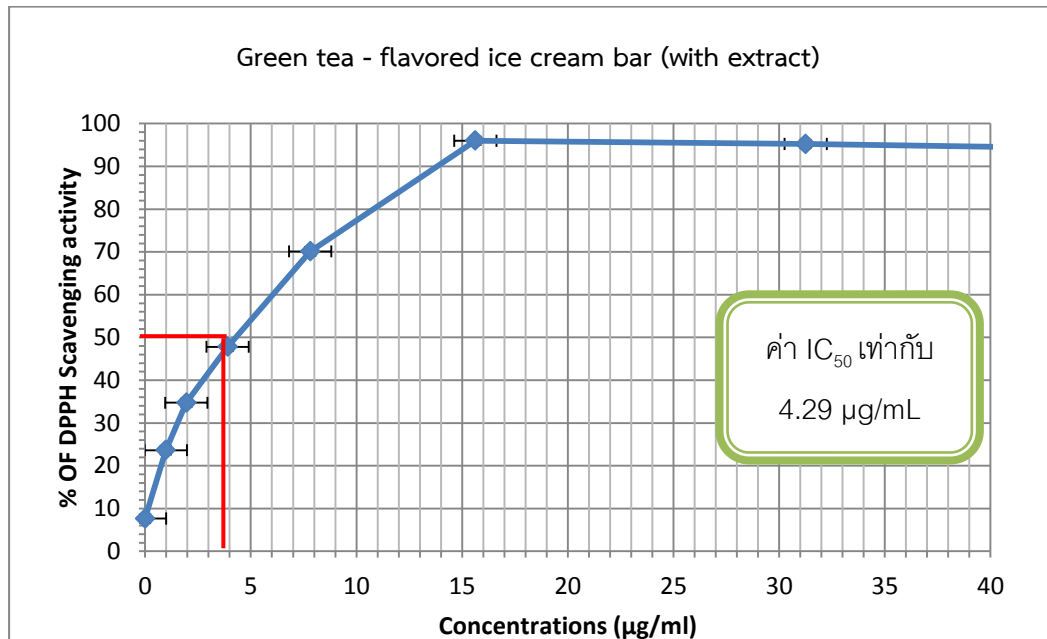
Concentration of extract (µg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00
%DPPH Scavenging activity	6.99	20.74	27.95	38.31	57.46	87.01	93.95	92.40	89.33	84.28



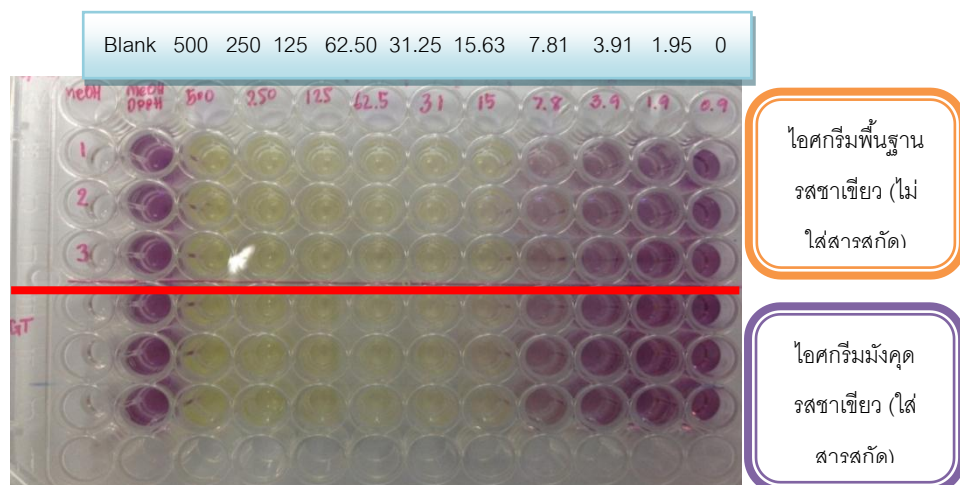
รูปที่ 66 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด (รสชาเขียว)

ตารางที่ 57 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมังคุดรสชาเขียว

Concentration of extract (µg/mL)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00
%DPPH Scavenging activity	7.65	23.64	34.74	47.82	70.11	95.99	95.24	92.89	91.79	86.96



รูปที่ 67 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมั่งคุตรสชาเขียว



รูปที่ 68 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานรสชาเขียว (ไม่ใส่สารสกัดมั่งคุต) และไอศกรีมมั่งคุตรสชาเขียว (ใส่สารสกัดมั่งคุต) ใน 96-well microtiter plate

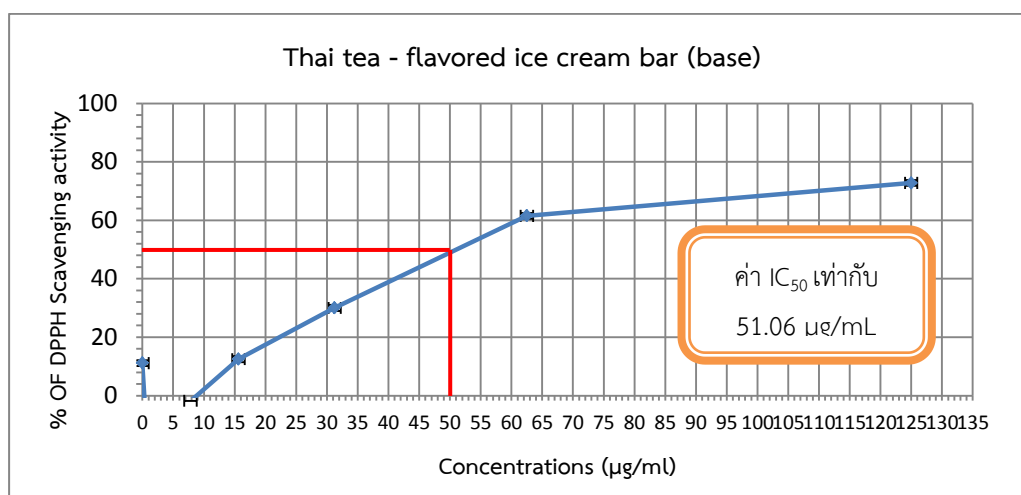
ไอศกรีมรสชาไทย

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานรสชาไทย (ไม่ใส่สารสกัดมั่งคุต) และไอศกรีมมั่งคุตรสชาไทย (ใส่สารสกัดมั่งคุต) พบว่าทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสูตรไอศกรีมพื้นฐานรสชาไทย มีค่า ค่า IC₅₀ เท่ากับ 51.06 µg/mL และสูตรไอศกรีมมั่งคุตรสชาไทย (ใส่สารสกัดมั่งคุต) มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 40.83 µg/mL ทั้ง 2 สูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยจะเห็นได้ว่าสูตรที่มี

การใส่สารสกัดเปลือกมังคุดจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรที่ไม่มีการใส่สารสกัดเปลือกมังคุด
รายละเอียดแสดงในตารางที่ 58, 59 และรูปที่ 69-71

ตารางที่ 58 ผลทดสอบฤทธิ์การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด (ชาไทย)

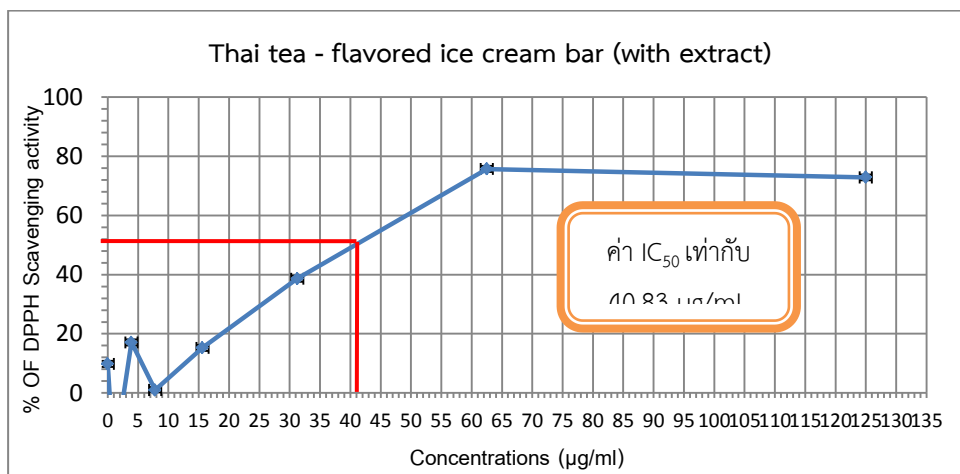
Conc. of extract ($\mu\text{g/mL}$)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00
%DPPH Scavenging activity	11.15	-22.98	-10.06	-10.95	-1.77	12.50	30.03	61.53	72.77	56.65



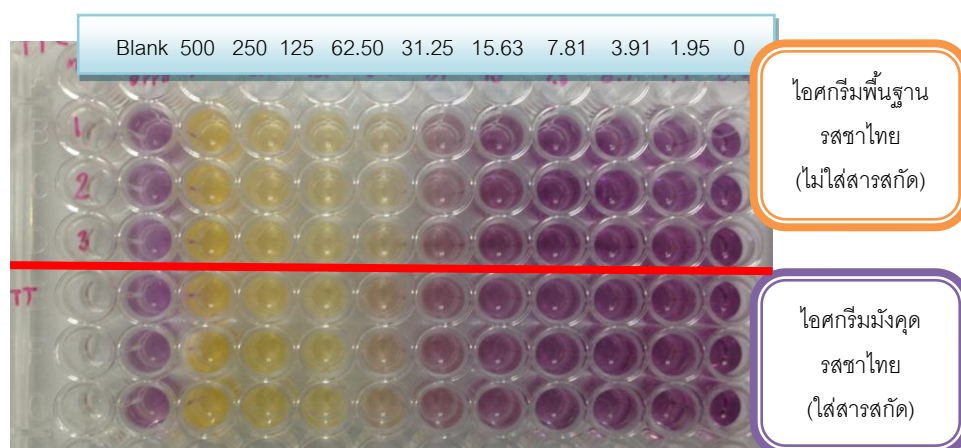
รูปที่ 69 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกมังคุด (รสชาไทย)

ตารางที่ 59 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมังคุดรสชาไทย

Conce. of extract ($\mu\text{g/mL}$)	0.00	1.95	3.91	7.81	15.63	31.25	62.50	125.00	250.00	500.00
%DPPH Scavenging activity	9.80	-21.78	-9.48	17.10	1.00	15.25	38.63	75.71	72.88	59.31



รูปที่ 70 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทย



รูปที่ 71 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมพื้นฐานรสชาไทย (ไม่ใส่สารสกัดมั่งคุด) และ ไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทย (ใส่สารสกัดมั่งคุด) ใน 96-well microtiter plate

พบว่าไอศกรีมมั่งคุดทั้ง 3 รสที่มีการเติมสารสกัดน้ำจากเปลือกมั่งคุด มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าไอศกรีมพื้นฐาน โดยรสชาเขียวมีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันสูงที่สุด ตามด้วยรสช็อกโกแลต และรสชาไทย การที่ไอศกรีมมั่งคุดรสชาเขียวมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงที่สุด เนื่องจากมีการเติมผงชาเขียวที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จึงเสริมฤทธิ์กับสารสกัดเปลือกมั่งคุด ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

5.5.3.5 การประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point Hedonic scale

จากการขออนุมัติทำการประเมินผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ได้ดำเนินการยื่นเอกสารเพื่อขอรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ประจำคณะทันตแพทยศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยยื่นขออนุญาตทำการประเมินผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/

หรือเซอร์เบตชนิดแท่ง จากสารสกัดด้วยน้ำจากเปลือกมังคุด ในชื่อโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและ/หรือเซอร์เบตชนิดแท่ง จากมังคุด (Development of Ice Cream Bar and/or Popsicles from Mangosteen)” รหัสโครงการ MU-DT/PY-IRB 2014/PY064 คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนฯ ได้มีมติเห็นสมควรให้การรับรอง ตาม Certificate of Approval COA.No.MU-DT/PY-IRB 2014/054.2011, Date of Approval: November 20, 2014 และ Date of Expiration: November 19, 2015

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมังคุดชนิดแท่งรสต่างๆ 3 สูตรคือ รสช็อกโกแลต (รหัส 958) รส รสชาติไทย (รหัส 536) และ รสชาเขียว (รหัส 215) ทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale ในผู้ประเมิน 60 คน และวิเคราะห์ผลการประเมินโดย Two-way ANOVA (Analysis of Variance) ได้ผลการประเมินดังในตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ตารางผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยความชอบ			คะแนนเฉลี่ยระดับความเข้ม		
	958	536	215	958	536	215
สี	7.95 A	7.97 A	7.62 A	7.75 A	6.97 B	6.78 B
รูปลักษณะ	7.50 A	7.62 A	7.47 A	7.68 AB	7.90 A	7.50 B
ขนาด	7.37 A	7.42 A	7.32 A	6.72 A	6.85 A	6.73 A
กลิ่น	7.60 A	7.38 A	6.90 B	6.20 A	5.68 AB	5.43 B
เนื้อไอศกรีม	7.58 A	7.23 A	7.10 A	7.15 A	6.27 B	6.32 B
รสหวาน	7.18 A	7.28 A	6.82 A	4.55 B	5.58 A	5.62 A
รสมัน	7.03 A	6.95 A	6.85 A	5.90 A	5.43 B	5.67 AB
รสขม	7.15 A	6.58 B	6.20 B	5.98 A	3.22 C	4.65 B
รสฝาด	6.15 AB	6.57 A	5.97 B	3.68 AB	3.08 B	4.10 A
การละลาย	7.00 A	6.20 B	6.67 AB	5.23 A	4.12 B	4.80 A
ความชอบโดยรวม	7.82 A	7.48 AB	7.38 B			

- 958 = รสช็อกโกแลต, 536 = ชาไทย, 215 = ชาเขียว

- A, B, C ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันของคะแนนเฉลี่ยความชอบหรือคะแนนเฉลี่ยระดับความเข้ม แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

หมายเหตุ 958 = ไอศกรีมมังคุดรสช็อกโกแลต, 536 = ไอศกรีมมังคุดรสชาไทย

215 = ไอศกรีมมังคุดรสชาเขียว

คะแนนเฉลี่ย 9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง
 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
 3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

การประเมินไอศกรีมมังคุดสูตรต่างๆในส่วนของคุณลักษณะได้ผลดังนี้

1. สี

จากการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าไอศกรีมมังคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนความชอบของสีเฉลี่ยเท่ากับ 7.95, 7.97, 7.62 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” เห็นได้ว่ารสชาไทยมีคะแนนความชอบของสีมากที่สุด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบของสีเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มของสี พบว่าไอศกรีมมังคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนความเข้มของสีเฉลี่ยเท่ากับ 7.75, 6.97, 6.78 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ารสช็อกโกแลตมีสีเข้มที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วง “เข้มปานกลาง” ถึง “เข้มมาก” ส่วนรสชาไทย รสชาเขียว มีระดับความเข้มของสีอ่อนลงมา ซึ่งอยู่ในช่วง “ค่อนข้างเข้มเล็กน้อย” ถึง “เข้มปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รสช็อกโกแลต มีคะแนนระดับความเข้มของสีเฉลี่ยเข้มกว่าและแตกต่างจากรสชาไทยและรสชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่รสชาไทยและรสชาเขียวมีคะแนนระดับความเข้มของสีเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

โดยสรุประดับความเข้มของสีที่ต่างกันไม่มีผลต่อความชอบ เนื่องจากทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยในส่วนของคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

2. รูปลักษณ์

จากการประเมินความชอบของรูปลักษณ์พบว่าไอศกรีมมังคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนความชอบของรูปลักษณ์เฉลี่ยเท่ากับ 7.50, 7.62, 7.47ตามลำดับ คืออยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” โดยรสชาไทยมีคะแนนความชอบของรูปลักษณ์มากที่สุด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบของรูปลักษณ์เฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มของรูปลักษณ์พบว่าไอศกรีมมังคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนระดับความเข้มของรูปลักษณ์เฉลี่ยเท่ากับ 7.68, 7.90, 7.50 ตามลำดับ คืออยู่ในช่วง “ดีปานกลาง” ถึง “ดีมาก” โดยรสชาไทยมีคะแนนระดับความเข้มของรูปลักษณ์เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือรสช็อกโกแลต รสชาเขียว ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนระดับความเข้มของรูปลักษณ์เฉลี่ยของรสช็อกโกแลตและรสชาไทยไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และคะแนนระดับความเข้มของรูปลักษณ์เฉลี่ยของรสช็อกโกแลตและรสชาเขียวก็ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่คะแนนระดับความเข้มของรูปลักษณ์เฉลี่ยของรสชาไทยและรสชาเขียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

($p < 0.05$) โดยสรุปรูปลักษณ์ของไอศกรีมชนิดแท่งไม่ได้มีผลต่อคะแนนความชอบในส่วนของคุณลักษณะของรูปลักษณ์

3. ขนาด

จากการประเมินความชอบของขนาดพบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนความชอบของขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 7.37, 7.42, 7.32 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” โดยรสชาไทยมีคะแนนความชอบของขนาดมากที่สุด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบของขนาดเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของขนาดพบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 6.72, 6.85, 6.73 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ใหญ่เล็กน้อย” ถึง “ใหญ่ปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความเข้มข้นของขนาดเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

โดยสรุปไอศกรีมชนิดแท่งทั้ง 3 สูตร มีขนาดไม่แตกต่างกันและได้รับคะแนนความชอบในส่วน of ขนาดไม่แตกต่างกัน

4. กลิ่น

จากการประเมินความชอบของกลิ่น พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลตและรสชาไทย ได้คะแนนความชอบของขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 7.60 และ 7.38 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” ส่วนรสชาเขียวได้คะแนนความชอบของกลิ่นเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าคะแนนความชอบของกลิ่นเฉลี่ยของรสช็อกโกแลตและรสชาไทยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่คะแนนความชอบของกลิ่นเฉลี่ยของรสช็อกโกแลตและรสชาไทยแตกต่างจากรสชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของกลิ่น พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของกลิ่นเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 ซึ่งอยู่ในช่วง “กลิ่นเล็กน้อย” ถึง “มีกลิ่นปานกลาง” รสชาไทยและรสชาเขียวได้คะแนนระดับความเข้มข้นของกลิ่นเฉลี่ยเท่ากับ 5.68 และ 5.43 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “เฉยๆ” ถึง “กลิ่นเล็กน้อย” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนระดับความเข้มข้นของกลิ่นเฉลี่ยของรสช็อกโกแลตและรสชาไทย ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) คะแนนระดับความเข้มข้นของกลิ่นเฉลี่ยของรสชาไทยและรสชาเขียวก็ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่คะแนนระดับความเข้มข้นของกลิ่นเฉลี่ยของรสช็อกโกแลตเข้มข้นกว่ารสชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

โดยสรุปรสช็อกโกแลตที่มีกลิ่นมากกว่ารสชาเขียว มีผลทำให้รสช็อกโกแลตได้รับคะแนนความชอบสูงกว่า

5. เนื้อไอศกรีม

จากการประเมินความชอบของเนื้อไอศกรีม พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทยรสชาเขียว ได้คะแนนความชอบของเนื้อไอศกรีมเฉลี่ยเท่ากับ 7.58, 7.23, 7.10ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” โดยรสช็อกโกแลตมีเนื้อไอศกรีมที่ผู้ประเมินชอบสูงที่สุด รองลงมาคือ รสชาไทย และ รสชาเขียว ตามลำดับ แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบของเนื้อไอศกรีมเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของเนื้อไอศกรีมพบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของกลิ่นเฉลี่ยเท่ากับ 7.15 ซึ่งอยู่ในช่วง “ละเอียดปานกลาง” ถึง “ละเอียดมาก” ส่วนไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาเขียวได้คะแนนระดับความเข้มข้นของเนื้อไอศกรีมเฉลี่ยเท่ากับ 6.27 และ 6.32 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ละเอียดเล็กน้อย” ถึง “ละเอียดปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ารสช็อกโกแลตมีคะแนนระดับความเข้มข้นของเนื้อไอศกรีมเฉลี่ยสูงกว่า (เนื้อละเอียดกว่า) และแตกต่างจากรสชาไทยและรสชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่รสชาไทยและรสชาเขียวมีคะแนนระดับความเข้มข้นของเนื้อไอศกรีมเฉลี่ยไม่แตกต่าง ($p>0.05$)

6. รสหวาน

จากการประเมินความชอบของรสหวาน พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลตและรสชาไทยได้คะแนนความชอบของรสหวานเฉลี่ยเท่ากับ 7.18 และ 7.28 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” ส่วนไอศกรีมมั่งคุดรสชาเขียวได้คะแนนความชอบของรสหวานเฉลี่ยเท่ากับ 6.82 ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบของรสหวานเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของรสหวาน พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสหวานเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ซึ่งอยู่ในช่วง “ไม่ค่อยหวาน” ถึง “เฉยๆ” ส่วนไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาเขียว ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.58 และ 5.62 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงความหวานมากกว่าคือ “หวานปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ารสช็อกโกแลต มีคะแนนระดับความเข้มข้นของรสหวานเฉลี่ยน้อยกว่าและแตกต่างจากรสชาไทยและรส

ชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่รสชาติไทยและรสชาติเขียวมีคะแนนระดับความเข้มข้นของรสหวานเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

โดยสรุปแม้ว่ารสหวานของไอศกรีมทั้ง 3 รสจะมีความหวานแตกต่างกันในแต่ละสูตร แต่ก็ไม่มีผลต่อความชอบเฉลี่ย

7. รสมัน

จากการประเมินระดับความชอบของรสมัน พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความชอบของรสมันเฉลี่ยเท่ากับ 7.03 ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” ส่วนไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาติเขียว ได้คะแนนระดับความชอบของรสมันเฉลี่ยเท่ากับ 6.95 และ 6.85 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบของรสมันเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของรสมัน พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสมันเฉลี่ยเท่ากับ 5.90, 5.43, 5.67 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงความมันมากกว่าคือ “มันปานกลาง” เล็กน้อย เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าคะแนนระดับความเข้มข้นของรสมันเฉลี่ยของไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลตและรสชาติเขียว ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) คะแนนระดับความเข้มข้นของรสมันเฉลี่ยของไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาติเขียวก็ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) แต่คะแนนระดับความเข้มข้นของรสมันเฉลี่ยของไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลตมันกว่าและแตกต่างจากรสชาไทยอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

โดยสรุป แม้ว่าความมันจะแตกต่างกันในไอศกรีมมั่งคุดแต่ละรสแต่ก็ไม่มีผลต่อความชอบเฉลี่ย

8. รสขม

จากการประเมินระดับความชอบของรสขม พบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความชอบของรสขมเฉลี่ยเท่ากับ 7.15 ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” ส่วนไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาติเขียว ได้คะแนนระดับความชอบของรสขมเฉลี่ยเท่ากับ 6.58 และ 6.20 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไอศกรีมมั่งคุดรสช็อกโกแลต มีคะแนนความชอบของรสขมเฉลี่ยสูงกว่าและแตกต่างจากไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาติเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไอศกรีมมั่งคุดรสชาไทยและรสชาติเขียวมีคะแนนความชอบของรสขมเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของรสขม พบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสขมเฉลี่ยเท่ากับ 5.98 ซึ่งอยู่ในช่วงขมมากกว่า “ขมปานกลาง” เล็กน้อย ไอศกรีมมังคุตรสชาติไทยได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสขมเฉลี่ยเท่ากับ 3.22 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง “ขมปานกลาง” ถึง “ขมน้อย” และไอศกรีมมังคุตรสชาติเขียวได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสขมเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ซึ่งอยู่ในช่วงขมปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้ง 3 สูตร มีคะแนนระดับความเข้มข้นของรสขมเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีความขมของรสช็อกโกแลตสูงที่สุด รองลงมาคือรสชาติเขียว ส่วนรสชาติไทยมีความขมน้อยที่สุด

โดยสรุปแม้ว่าไอศกรีมแต่ละรสจะมีความขมแตกต่างกันแต่ก็ไม่มีผลต่อความชอบเฉลี่ย

9. รสฝาด

จากการประเมินความชอบของรสฝาด พบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาติไทยได้คะแนนความชอบของรสฝาดเฉลี่ยเท่ากับ 6.15 และ 6.57 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” ส่วนไอศกรีมมังคุตรสชาติเขียวได้คะแนนความชอบของรสฝาดเฉลี่ยเท่ากับ 5.97 ซึ่งอยู่ในช่วง “เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าคะแนนความชอบของรสฝาดเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาติไทยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) คะแนนความชอบของรสฝาดเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาติเขียวก็ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่คะแนนความชอบของรสฝาดเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสชาติไทยและรสชาติเขียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของรสฝาด พบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาติไทยได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสฝาดเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 และ 3.08 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงค่อนข้างฝาดน้อย ส่วนไอศกรีมมังคุตรสชาติเขียวได้คะแนนระดับความเข้มข้นของรสฝาดเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ซึ่งอยู่ใกล้ช่วงฝาดปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนระดับความเข้มข้นของรสฝาดเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาติไทยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และคะแนนระดับความเข้มข้นของรสฝาดเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาติเขียวก็ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่คะแนนระดับความเข้มข้นของรสฝาดเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสชาติไทยมีความฝาดและแตกต่างจากรสชาติเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

โดยสรุปไอศกรีมรสช็อกโกแลตและรสชาติไทยซึ่งมีความฝาดค่อนข้าง “ฝาดน้อย” ได้รับความชอบสูงกว่ารสชาติเขียวซึ่งมีความฝาดมากกว่า

10. การละลาย

จากการประเมินระดับความชอบของการละลาย พบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความชอบของการละลายเฉลี่ยเท่ากับ 7.00 ซึ่งอยู่ในระดับ “ชอบปานกลาง” ส่วนไอศกรีมมังคุตรสชาไทยและรสชาเขียว ได้คะแนนระดับความชอบของการละลายเฉลี่ยเท่ากับ 6.58 และ 6.67 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง” เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนความชอบของการละลายเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาเขียวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และคะแนนความชอบของการละลายเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสชาไทยและรสชาเขียวก็ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่คะแนนความชอบของการละลายเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตสูงกว่าและแตกต่างจากรสชาไทยอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการประเมินระดับความเข้มข้นของการละลายพบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของการละลายเฉลี่ยเท่ากับ 5.23 ซึ่งอยู่ในช่วงการละลายปานกลางส่วนไอศกรีมมังคุตรสชาไทยและรสชาเขียว ได้คะแนนระดับความเข้มข้นของการละลายเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 และ 4.80 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงการละลายปานกลางค่อนข้างมาทางละลายเร็ว และเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนระดับความเข้มข้นของการละลายเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาเขียวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่คะแนนระดับความเข้มข้นของการละลายเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตและรสชาเขียวมีการละลายช้ากว่าและแตกต่างจากไอศกรีมมังคุตรสชาไทยอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

โดยสรุปการละลายของไอศกรีมแต่ละรสที่แตกต่างกันไม่ได้สัมพันธ์กันกับคะแนนความชอบ

11. ความชอบโดยรวม

จากการประเมินความชอบโดยรวมพบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต รสชาไทย รสชาเขียว ได้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.82, 7.48, 7.38 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก” แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลต มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างจากไอศกรีมมังคุตรสชาไทย ($p>0.05$) และคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของไอศกรีมมังคุตรสชาไทยและรสชาเขียวก็ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ไอศกรีมมังคุตรสช็อกโกแลตได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงกว่าไอศกรีมมังคุตรสชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

5.6 การวิเคราะห์สารสกัดและผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลชีววิทยา

5.6.1 การวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Aerobic Plate Count

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด อาจเป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรคแต่หากมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกินมาตรฐานที่กำหนดก็อาจก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารได้เช่นกัน ซึ่งในตำราเภสัชตำรับสมุนไพรไทย (Department of medical Sciences, 2000) และตำรายาไทย (Department of medical Sciences, 2005) ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนทั้งหมดในผลิตภัณฑ์สมุนไพรจำพวกผง โดยมีค่าไม่เกิน 5×10^5 CFU/g และในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท และ ฉบับที่ 222 ไอศกรีม ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม และไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม ตามลำดับ

ในการตรวจสอบในตัวอย่างอาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จำนวนมากดังนั้น เพื่อการตรวจสอบที่เหมาะสมจึงต้องทำการเจือจางตัวอย่างลงครึ่งละ 10 เท่า (Ten-fold dilution) หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ (Thai Pharmacopoeia Volumes I and II Supplement 2010 และ Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 Aerobic Plate Count)

ผลตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดในผงแห้งสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด 1 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ทั้ง 6 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนอยู่ในระดับมาตรฐานตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท และฉบับที่ 222 เรื่อง ไอศกรีม ผลดังแสดงในตารางที่ 61

ตารางที่ 61 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (CFU/g)
ผงแห้งสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด	ไม่เกิน 5×10^5 CFU ต่อ กรัม (ตำราเภสัชตำรับสมุนไพรไทย)	น้อยกว่า 1×10^2
สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต	ไม่เกิน 1000 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท)	น้อยกว่า 1×10^2
สแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่		น้อยกว่า 1×10^2
สแน็คบาร์สูตรลูกเกด		น้อยกว่า 1×10^2
ไอศกรีมรสช็อกโกแลต	ไม่เกิน 60,000 ต่ออาหาร 1 กรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 ไอศกรีม)	น้อยกว่า 1×10^2
ไอศกรีมรสชาเขียว		น้อยกว่า 1×10^2
ไอศกรีมรสชาไทย		น้อยกว่า 1×10^2

5.6.2 การวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์ (Yeast-Mold)

ผลตรวจหาเชื้อราในผงแห้งสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด 1 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด 3 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนอยู่ในระดับมาตรฐานตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ดังแสดงในตารางที่ 62

ตารางที่ 62 จำนวนเชื้อราทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน	จำนวนเชื้อราทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (CFU/g)
ผงแห้งสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด	ไม่เกิน 5×10^5 CFU ต่อ กรัม (ตำราเภสัชตำรับสมุนไพรไทย)	น้อยกว่า 1×10^2
สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต	ไม่เกิน 1000 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท)	น้อยกว่า 1×10^2
สแน็คบาร์สูตรสตอเบอร์รี่		น้อยกว่า 1×10^2
สแน็คบาร์สูตรลูกเกด		น้อยกว่า 1×10^2

5.6.3 การวิเคราะห์จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E.coli* ในอาหาร โดยวิธี MPN

Coliform bacteria นิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขภาพของอาหารและน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำดื่มเนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มนี้คือ *E. coli* มีแหล่งอาศัยในลำไส้ของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ดังนั้นการตรวจพบ *E.coli* ในอาหารและน้ำดื่มจึงแสดงว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระซึ่งบ่งชี้ถึงลักษณะสุขภาพการผลิตของอาหาร และน้ำนั้นไม่สะอาดพอ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท กำหนดมาตรฐานว่าต้องไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 ไอศกรีม กำหนดให้ไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม กรณีตัวอย่างเครื่องดื่มหรือน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มน้อย

ผลตรวจหาการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด ทั้ง 6 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนอยู่ในระดับมาตรฐานตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท และฉบับที่ 222 เรื่อง ไอศกรีม ดังแสดงในตารางที่ 63 อ่านผลตามตาราง MPN แบบ 3 หลอด (BAM Appendix 2: Most Probable Number from Serial Dilutions)

ตารางที่ 63 ค่าเอ็มพีเอ็นของเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารที่ผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด

ผลิตภัณฑ์	จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			เอ็มพีเอ็นต่อกรัม
	0.1 กรัม	0.01 กรัม.	0.001 กรัม	
สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต	0	0	0	<3.0
สแน็คบาร์สูตรสตอร์วเบอร์รี่	0	0	0	<3.0
สแน็คบาร์สูตรลูกเกด	0	0	0	<3.0
ไอศกรีมรสช็อกโกแลต	0	0	0	<3.0
ไอศกรีมรสชาเขียว	0	0	0	<3.0
ไอศกรีมรสชาไทย	0	0	0	<3.0

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประเภทของอาหารที่คนปกติชอบรับประทาน โดยการทำแบบสอบถามในกลุ่มอายุ 20 – ≥60 ปี รายได้ <10,000 – ≥55,000 บาท รวมจำนวนคน 270 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รับประทานอาหารครบ 3 มื้อ (ร้อยละ 71.5) รับประทานอาหารว่างทุกวัน (ร้อยละ 30.4) อาหารหลักที่ได้รับความนิยม 3 อันดับแรก คือ อาหารตามสั่ง (ร้อยละ 81.7) อาหารเมนูต้ม (ร้อยละ 66.4) อาหารเมนูยำ/สลัด (ร้อยละ 61.6) ส่วนเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยม 3 อันดับแรก คือ ชา/กาแฟ (ร้อยละ 66.2) เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีรสหวาน (ร้อยละ 51.3) ไอศกรีม/น้ำปั่น/สมูทตี้ (ร้อยละ 46.1) สำหรับอาหารว่างที่ได้รับความนิยม 3 อันดับแรก คือ เบเกอรี่ (ร้อยละ 79.0) ขนมหวานแบบไทย (ร้อยละ 69.1) และขนมกรุบกรอบ (ร้อยละ 60.3)

ในการศึกษาการเลือกซื้ออาหารเพื่อสุขภาพ ผู้ตอบแบบสอบถามจะพิจารณาในเรื่องราคาเป็นลำดับแรก (ร้อยละ 88.9) และสรรพคุณ (ร้อยละ 86.7) และมาตรฐานสินค้า (ร้อยละ 76.7) เป็นลำดับถัดไป ผู้ตอบแบบสอบถามมีความสนใจรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ใน ”การลดความเสี่ยงการเกิดโรคเมร่ง” (ร้อยละ 75.6) กลุ่มอาหารที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความสนใจให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารที่มีประโยชน์ดังกล่าว คือ อาหารตามสั่ง (ร้อยละ 81.7) ทั้งนี้อาหารจานเดียวเป็นอาหารหลักที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับแรก (ร้อยละ 66.2) รองลงมาคืออาหารเมนูยำ/สลัด (ร้อยละ 50.5) และเมนูต้ม

(ร้อยละ 49.5) ในส่วนของเครื่องดื่ม 3 อันดับแรกที่ได้รับคามนิยมให้นำไปพัฒนาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ คือ ชา/กาแฟ (ร้อยละ 52.5) เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 52.0) และนมถั่วเหลือง/เครื่องดื่มธัญพืช (ร้อยละ 45.1) สำหรับอาหารว่างที่ได้รับคามนิยม 3 อันดับแรกให้นำไปพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ คือ เบเกอรี่ (ร้อยละ 67.6) ขนมหวานแบบไทย (ร้อยละ 55.9) และขนมกรุบกรอบ (ร้อยละ 53.9)

จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคมะเร็ง พบว่า จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ จากอัตราการตายของโรคที่วราชอาณาจักร พ.ศ.2547-2554 โรคมะเร็งเป็นโรคที่ทำให้เกิดการตายมากที่สุด ใน 10 อันดับแรก ในประเทศไทย (พ.ศ.2554) มีอัตราการตายด้วยโรคมะเร็ง 95.1 คน/ประชากร 100,000 คน โดยภูมิภาคที่พบผู้ป่วยมะเร็งมากที่สุด คือ ภาคกลาง (ร้อยละ 51.9) โดยมีกรุงเทพมหานครเป็นจังหวัดที่มีผู้ป่วยมะเร็งสูงสุด (ร้อยละ 26.1) โรคมะเร็งที่พบมากที่สุด ในเพศชาย คือ มะเร็งของลำไส้ใหญ่ (ร้อยละ 16.2) ส่วนโรคมะเร็งที่พบมากที่สุด ในเพศหญิง คือ มะเร็งเต้านม (ร้อยละ 37.5) จำนวนผู้ป่วยมะเร็งจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงอายุ 20-24 ปี และจะมีจำนวนมากที่สุด ในช่วงอายุ 55-59 ปี

การรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง เช่นการผ่าตัด ฉายรังสี หรือเคมีบำบัด อาจมีผลข้างเคียงซึ่งมีผลต่อภาวะโภชนาการของผู้ป่วย มีอาการเบื่ออาหาร การเปลี่ยนแปลงของการรับรสและการกลืน ฯลฯ มีผลทำให้ผู้ป่วยขาดอาหารอย่างรุนแรง ฯลฯ จากการสัมภาษณ์นักโภชนาการโรงพยาบาลรามธิบดี และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จัดเป็นอาหารช่วงก่อน ระหว่าง และหลัง การรักษา พบว่า หากไม่มีปัญหาอาหารที่ให้จะเป็นอาหารทั่วไป แต่เตรียมอาหารโดยปรับตามอาการเนื่องมาจากผลข้างเคียงของการรักษา

การศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) พบว่า สารสกัดมีความคงตัวดีที่อุณหภูมิ 60-150 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลฟาแมงโกสตินจากการวิเคราะห์ด้วย HPLC เทียบกับสารมาตรฐาน แต่จะไม่คงตัวที่ 180 องศาเซลเซียส สารสกัดนี้ (60-150 องศาเซลเซียส นาน 15-90 นาที) แสดงฤทธิ์ต้านมะเร็งลำไส้ใหญ่ (CACO-2, MTT Assay) โดยมีค่า ED_{50} ต่ำกว่า 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ในการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดนี้มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันต่ำกว่าวิตามินซี (IC_{50} ของสารสกัดเท่ากับ 498.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ IC_{50} ของวิตามิน ซี เท่ากับ 9.26 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

การศึกษาความคงตัวของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด พบว่า ในรูปผงแห้ง สารสกัดนี้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพตั้งแต่ 105 องศาเซลเซียส และจับตัวเป็นก้อนแข็งที่ 120 องศาเซลเซียส การละลายของผงแห้งของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด เติมละลายน้ำได้ในอัตราส่วน 1:30 เมื่อผ่าน การให้ความร้อน มีการละลายลดลงตั้งแต่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่าโครมาโทแกรมที่ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับสารสกัดที่ไม่ผ่านความ ร้อน ส่วนที่ 120 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และสารสกัดไม่ละลายและไม่คงตัวที่ 150 และ 180 องศาเซลเซียส 15 นาที ส่วนในการศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งในเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ (CACO-2, MTT Assay) พบว่า ไม่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (ED_{50} เท่ากับ 110.50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) แสดงว่าสาร สกัดน้ำมีความเป็นพิษต่ำ จากการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุดโดยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงกว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) และต่ำกว่าวิตามิน ซี เล็กน้อย (IC_{50} ของสารสกัดน้ำเท่ากับ 14-18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ IC_{50} ของวิตามิน ซี เท่ากับ 9.67 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้พัฒนาจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟาแมงโกสติน) คือ ข้าว เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด โดยทำการฉีดพ่นสารละลายของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (แอลฟา แมงโกสติน) ลงในข้าวสาร 100 กรัม คิดเป็นปริมาณแอลฟาแมงโกสติน(ที่เติมลงในข้าวสาร 100 กรัม) เท่ากับ 80.14 มิลลิกรัม เมื่อทำการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที พบว่า ข้าวสารเคลือบ สารสกัดมีปริมาณแอลฟาแมงโกสตินลดลงเหลือ 66.63 มิลลิกรัม (จากข้าวสารเริ่มต้น 100 กรัม) คิด เป็นปริมาณแอลฟาแมงโกสตินที่สูญเสียในระหว่างกระบวนการเคลือบและอบแห้งเท่ากับ ร้อยละ 16.85) และเมื่อนำข้าวสารเคลือบสารสกัดไปหุงสุก พบว่าปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในข้าวสารเคลือบ สารสกัดที่ หุงสุกแบบควบคุมอุณหภูมิ และ หุงสุกในหม้อหุงข้าว มีปริมาณแอลฟาแมงโกสตินลดลง เหลือ 18.80 และ 14.84 มิลลิกรัม (จากข้าวสารเริ่มต้น 100 กรัม)ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณแอลฟา แมงโกสตินที่สูญเสียไปเท่ากับร้อยละ 48.40 และ 54.37 (เมื่อเทียบกับปริมาณเริ่มต้นที่เริ่มฉีดพ่นใน ข้าวสาร 100 กรัม) ตามลำดับ หากพิจารณาการสูญเสียแอลฟาแมงโกสตินเฉพาะช่วงการหุงสุก พบว่าปริมาณแอลฟาแมงโกสตินที่สูญเสียไปเฉพาะในช่วงการหุงสุกเท่ากับร้อยละ 37.94 และ 50.99 (เมื่อเทียบกับปริมาณแอลฟาแมงโกสตินในข้าวสารเคลือบสารสกัด) ตามลำดับ การสูญเสียแอลฟา แมงโกสตินทั้งในกระบวนการเคลือบและขั้นตอนการหุงสุก สูง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวสารเคลือบนี้จึงไม่ เหมาะที่จะนำไปพัฒนาต่อไป จากการศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งลำไส้ใหญ่ (CACO-2, MTT Assay) พบว่า

สารละลายจากข้าวสารไม่เคลือบ ข้าวสารเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด ข้างเคลือบสารสกัดหุ้สูง แบบควบคุมอุณหภูมิ และ ข้าวเคลือบสารสกัดหุ้สูงด้วยหุ้หุ้ข้าว มีค่า ED50 เท่ากับ 58.88, 26.60, 48.30 และ 41.04 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ที่ได้พัฒนาขึ้น มี 3 สูตร คือ สแน็คบาร์สูตรลูกเกด, สูตรช็อกโกแลต และ สูตรสตรอว์เบอร์รี่ มีขนาดกว้าง 1.2 ซม x ยาว 5 ซม x สูง 1.5 ซม (น้ำหนัก 20 กรัมต่อชิ้น) มีปริมาณผงแห้งสารสกัดจากเปลือกมังคุด 220 มิลลิกรัมต่อ 1 แท่ง (1 serving) ในการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH พบว่า สแน็คบาร์สูตรลูกเกด (ค่า IC_{50} เท่ากับ 15.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงที่สุด รองลงมา คือ และสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ (ค่า IC_{50} เท่ากับ 19.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และ สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลต (ค่า IC_{50} เท่ากับ 27.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากการประเมินการยอมรับโดยวิธี โดยนำสแน็คบาร์ทั้ง 3 สูตรที่ถูกพัฒนาขึ้น มาทำการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale ในผู้ประเมินทั้งสิ้น 60 คน พบว่า สแน็คบาร์สูตรช็อกโกแลตได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.23 (“ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) ซึ่งสูงกว่าสแน็คบาร์สูตรลูกเกด (6.60, “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) และสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ (6.35, “ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทั้งนี้โดยที่สแน็คบาร์สูตรลูกเกด และสแน็คบาร์สูตรสตรอว์เบอร์รี่ ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมชนิดแท่งที่ได้พัฒนาขึ้นมี 3 รส ได้แก่ รสช็อกโกแลต รสชาเขียว และรสชาไทย ขนาด 12.5 ซม. X 5 ซม. X 1.5 ซม. โดยประกอบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุดในปริมาณ 250 มิลลิกรัมต่อ 1 หน่วยบริโภค (1 แท่ง น้ำหนัก 50 กรัม) ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมมังคุดโดยวิธี DPPH พบว่ารสชาเขียวมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่แรงที่สุด (IC_{50} เท่ากับ 4.29 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) รองลงมาคือรสช็อกโกแลต (IC_{50} เท่ากับ 11.15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) และรสชาไทย (IC_{50} เท่ากับ 40.83 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ประเมินทั้งหมด 60 คน พบว่าคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยของรสช็อกโกแลต (7.82, “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) สูงกว่ารสชาเขียว (7.38, “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยของรสช็อกโกแลต (7.82, “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) ไม่แตกต่างจากรสชาไทย (7.48, “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) ส่วนคะแนน

ความชอบโดยเฉลี่ยของรสชาติไทย (7.48, “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) ก็ไม่แตกต่างจากรสชาติเขียว (7.38, “ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) ($p>0.05$)

ผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์และผลิตภัณฑ์ไอศกรีมชนิดแท่งผสมสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด มีแนวโน้มที่ดีในการพัฒนาในทางการค้าเพื่อใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพในการป้องกันมะเร็ง

การวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Aerobic Plate Count จำนวนเชื้อรา จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* โดยวิธี MPN ในตัวอย่างสารสกัดน้ำจากเปลือกมังคุด และผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์และไอศกรีม พบว่าการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท และฉบับที่ 222 เรื่องไอศกรีม

บรรณานุกรม

- Aisha AF, [Ismail Z](#), [Abu-Salah KM](#), [Majid AM](#). Solid dispersions of α -mangostin improve its aqueous solubility through self-assembly of nanomicelles. [J Pharm Sci](#). 2012; 101(2):815-25.
- Akao Y, Nakagawa Y, Iinuma M, Nozawa Y. Anti-cancer effects of xanthenes from pericarps of mangosteen. *Int J Mol Sci* 2008; 9(3): 355-370.
- Asai F, Tosa H, Tanaka T, Iinuma M. A xanthone from pericarp of *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 1995; 39:943-4.
- Balunas MJ, Su B, Brueggemeier RW, Douglas Kinghorn A. Xanthenes from the botanical dietary supplement mangosteen (*Garcinia mangostana*) with aromatase inhibitory activity. *J Nat Prod* 2008; 71: 1161-1166.
- Boltong A, Keast R. The influence of chemotherapy on taste perception and food hedonics: A systematic review. *Cancer Treatment Reviews* 2012; 38(2): 152-163.
- Bruera E, Carraro S, Roca E, Cedaro L, Chacon R. Association between malnutrition and caloric intake, emesis, psychological depression, glucose taste, and tumor mass. *J Cancer Treat Rep* 1984; 68(6):873-6.
- Carson JA, Gormican A. Taste acuity and food attitudes of selected patients with cancer. *J Am Diet Assoc* 1977; 70(4) : 361-5.
- Chiang L-C, Cheng H-Y, Liu M-C, Chiang W, Lin C-C. In vitro evaluation of antileukemic activity of 17 commonly used fruits and vegetables in Taiwan. *Lebens-Wiss-Tech* 2004; 37(5): 539-544.
- Chin YW, Jung HA, Chai H, Keller WJ, Kinghorn AD. Xanthenes with quinone reductase-inducing activity from the fruits of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *Phytochemistry* 2008; 69: 754-758.
- Ee GCL, Izzaddin SA, Rahmani M, Sukari MA, Lee HL. γ -mangostin and rubraxanthone, two potential lead compounds for anti-cancer activity against CEM-SS cell line. *Nat Prod Sci* 2006; 12(3): 138-143.
- Garrity AR, Morton JC, Morrison P, De La Huerga V. Nutraceutical mangosteen tea. *PCT Int Appl WO* 2005048940, A2 20050602, 2005; 9pp.
- Govindachari TRKP, Muthukumaraswamy N. Xanthenes of *Garcinia mangostana* Linn. *Tetrahedron* 1971; 27:3919-26.
- Han A-R, Kim J-A, Lantvit DD, Kardono LBS, Riswan S, Chai H, Carcache de Blanco EJ, Farnsworth NR, Swanson SM, Kinghorn AD. Cytotoxic xanthone constituents of the stem bark of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *J Nat Prod* 2009; 72(11): 2028-2031.
- He X, Liu RH. Triterpenoids isolated from apple peels have potent antiproliferative activity and may be partially responsible for apple's anticancer activity. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 4366-4370.
- Ho C-K, Huang Y-L, Chen C-C. Garcinone E, a xanthone derivative, has potent cytotoxic effect against hepatocellular carcinoma cell lines. *Planta Med* 2002; 68: 975-9.

- Ji X, Avula B, Khan IA. Quantitative and qualitative determination of six xanthenes in *Garcinia mangostana* L. by LC-PDA and LC-ESI-MS. *J Pharm Biomed Anal* 2007; 43:1270-6.
- Jung HA, Su BN, Keller WJ, Mehta RG, Kinghorn AD. Antioxidant xanthenes from the pericarp of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *J Agric Food Chem* 2006; 54: 2077-82.
- Khonkarn R, Okonogi S, Ampasavate C, Anuchapreeda S. Investigation of fruit peel extracts as sources for compounds with antioxidant and antiproliferative activities against human cell lines. *Food Chem Toxicol* 2010; 48: 2122-2129.
- Krajarng A, Nakamura Y, Suksamrarn S, Watanapokasin R. α -Mangostin induces apoptosis in human chondrosarcoma cells through downregulation of ERK/JNK and Akt signaling pathway. *J Agric Food Chem* 2011; 59: 5746-5754.
- Mahabusarakam W, Wiriyachitra P, Taylor WC. Chemical constituents of *Garcinia mangostana*. *J Nat Prod* 1987; 50: 474-8.
- Martin FW. Durian and Mangosteen. In *Tropical and subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses*; Nagy S, Shaw DE, eds. AVI Publishing: Westport, CT, 1980 pp 407-14.
- Matsumoto K, Akao Y, Kobayashi E. Induction of apoptosis by xanthenes from mangosteen in human leukemia cell lines. *J Nat Prod* 2003; 66: 1124-1127.
- Matsumoto K, Akao Y, Ohguchi K. Xanthenes induce cell-cycle arrest and apoptosis in human colon cancer DLD-1 cells. *Bioorg Med Chem* 2005; 13: 6064-6069.
- Moongkarndi P, Kosem N, Kaslungka S, Luanratana O, Pongpan N, Neungton N. Antiproliferation, antioxidation and induction of apoptosis by *Garcinia mangostana* (mangosteen) on SKBR3 human breast cancer cell line. *J Ethnopharmacol* 2004a; 90: 161-166.
- Moongkarndi P, Kosem N, Luanratana O, Jongsomboonkusol S, Pongpan N. Antiproliferative activity of Thai medicinal plant extracts on human breast adenocarcinoma cell line. *Fitoterapia* 2004b; 75: 375-377.
- Nabandith V, Suzui M, Morioka T. Inhibitory effects of crude α -mangostin, a xanthone derivative, on two different categories of colon preneoplastic lesions induced by 1,2-dimethylhydrazine in the rat. *Asian Pac J Cancer Prev* 2004; 5: 433-438.
- Obolskiy D, Pischel I, Siriwatanametanon N, Heinrich M. *Garcinia mangostana* L.: A phytochemical and pharmacological review. *Phytother Res* 2009; 23: 1047-1065.
- Ovesen L, Hannibal J, Sørensen M. Taste thresholds in patients with small-cell lung cancer. *J Cancer Res Clin Oncol* 1991; 117(1) : 70-2.
- Pedraza-Chaverri J, Cardenas-Rodriguez N, Oronzco-Ibarra M, Perez-Rojas J. Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food Chem Toxicol* 2008; 46:3227-39.
- Peres V, Nagem TJ, Faustino de Oliveira F. Tetraoxygenated naturally occurring xanthenes. *Phytochemistry* 2000; 55:683-710.
- Puripattanavong JKW, Khajorndetkun W, Chansathirapanich W. Improved isolation of α -mangostin from the fruit hull of *Garcinia mangostana* and its antioxidant and antifungal activity. *Planta Med* 2006; 72:1078.

- Ruiz RB, Salinas Hernández P. Diet and cancer: Risk factors and epidemiological evidence. *Maturitas* 2014; 77(3): 202-8.
- Sato A, Fujiwara H, Oku H, Ishiguro K, Ohizumi Y. Alpha-mangostin induces Ca^{2+} -ATPase-dependent apoptosis via mitochondrial pathway in PC12 cells. *J Pharmacol Sci* 2004; 95: 33-40.
- Schiffman SS, Sattely-Miller EA, Taylor EL, Graham BG, Landerman LR, Zervakis J et al. Combination of flavor enhancement and chemosensory education improves nutritional status in older cancer patients. *J Nutr Health Aging* 2007; 11(5): 439-454.
- Shrestha, A.K., J. Arcot, and J.L. Paterson. Edible coating materials-their properties and use in the fortification of rice with folic acid. *Food Research International*. 2003;36:921-28
- Steinbach S, Hummel T, Böhner C, Berktold S, Hundt W, Kriner M et al. Qualitative and quantitative assessment of taste and smell changes in patients undergoing chemotherapy for breast cancer or gynecologic malignancies. *J Clin Oncol* 2009; 27(11): 1899-1905.
- Suksamrarn S, Suwannapoch N, Ratananukul P, Aroonlerk N, Suksamrarn A. Xanthonoids from the green fruit hulls of *Garcinia mangostana*. *J Nat Prod* 2002; 6:761-3.
- Suksamrarn S, Komutiban O, Ratananukul P, Chimnoi N, Lartpornmatulee N, Suksamrarn A. Cytotoxic prenylated xanthonoids from the young fruit of *Garcinia mangostana*. *Chem Pharm Bull* 2006; 54(3): 301-305.
- Sultanbawa MUS. Xanthonoids of tropical plants. *Tetrahedron* 1980; 36:1465-506.
- Wang X, Wei Y, Yuan S, Liu G, Zhang YLJ, Wang W. Potential anticancer activity of litchi fruit pericarp extract against hepatocellular carcinoma in vitro and in vivo. *Cancer Letters* 2006; 239: 144-150.
- Yu L, Zhao M, Yang B, Bai W. Immunomodulatory and anticancer activities of phenolics from *Garcinia mangostana* fruit pericarp. *Food Chem* 2009; 116: 969-973.
- Zhang Y, Song Z, Hao J, Qiu S, Xu Z. Two new prenylated xanthonoids and a new prenylated tetrahydroxanthone from the pericarp of *Garcinia mangostana*. *Fitoterapia* 2010; 81: 595-599.
- ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก : http://www.nci.go.th/th/Knowledge/index_general.html
- จำนวนผู้ป่วย/สาเหตุการตาย [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติแห่งชาติ; 2555 [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก : <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries09.html>
- รายงานทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล แห่งชาติ ฉบับที่ 27 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: หน่วยงานทะเบียนมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ; 2555 [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557].
- รองศาสตราจารย์ ดร. ไพโรจน์ วิริยจาร. การประเมินทางประสาทสัมผัส. 27 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.kmitl.ac.th/~kskallay/pdf/sensory%20Evaluation.pdf>
- สถิติโรคมะเร็งของประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. สุราษฎร์ธานี; กลุ่มงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โรงพยาบาลสุราษฎร์. [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก :

http://www.srth.moph.go.th/nmsurat/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=37

-ดร.กมล ไชยสิทธิ์. โภชนาบำบัดกับการรักษามะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. สงขลา; [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557].

--ดร.กมล ไชยสิทธิ์. นักกำหนดอาหารและนักเภสัชวิทยา. อาหารกับมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. สงขลา; [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557].

-ดร.กมล ไชยสิทธิ์. นักกำหนดอาหารและนักเภสัชวิทยา. โภชนาการต้านมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. สงขลา; [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557].

-ดร.ณัฏฐ์ มูลโรจน์. ข้าวเคลือบสมุนไพร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ สืบค้นข้อมูลจาก: <http://kaset.urui.ac.th/download/doc-download/pdf/ks01-2.pdf> วันที่ 12 ตุลาคม 2557

-อาคม ปะหลามานิต, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, สมเกียรติ ปรัชญาวรากร และพัชรี ตั้งตระกูล. การประเมินสมรรถนะของระบบผลิตข้าวเคลือบแบบฟลูอิดซ์เบดชนิดฉีดพ่นด้านบน.การประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติครั้งที่ 2 ปี 2012 สืบค้นข้อมูลจาก:

<http://anchan.lib.ku.ac.th/agnet/handle/001/5362> วันที่ 12 ตุลาคม 2557

-อาหารดีเปรียบเหมือนยาดีสำหรับผู้ป่วยมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. สงขลา; หน่วยสารสนเทศมะเร็งโรงพยาบาลสงขลานครินทร์; [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก:

<http://medinfo2.psu.ac.th/cancer/>-โภชนาการกับโรคมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานโภชนวิทยา สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก :

<http://www.nci.go.th/th/Knowledge/food.html>

-อาหารกับโรคมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. โรงพยาบาลศูนย์วิจัยศึกษาและบำบัดโรคมะเร็ง. [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2557] เข้าถึงได้จาก. <http://www.cccthai.org/l-th/Web02/index.html>

ภาคผนวก ก

ผลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์ Proceeding ในการประชุมวิชาการนานาชาติ จำนวน 2 เรื่อง

Jangprajak J, Moongkarndi P, Lomarat P, Samer L, Srisukh V. Effect of high temperature on antioxidative, anti-cholinesterase activities, and cytotoxicity of aqueous extract from the pericarp of *Garcinia mangostana* L. The 1st International Conference on Pharmacy Education and Research Network of ASEAN, December 2-4, 2015, Bangkok, Thailand.

Jangprajak J, Moongkarndi P, Lomarat P, Samer L, Srisukh V. Effect of high temperature on the stability and anticancer activity of alpha-mangostin from the pericarp of *Garcinia mangostana* L. The 1st International Conference on Pharmacy Education and Research Network of ASEAN, December 2-4, 2015, Bangkok, Thailand.



ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลาย DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (MW = 394.3) ความเข้มข้น 0.4 mM
คำนวณปริมาณ DPPH 0.4 mM ที่ต้องการ แล้วแทนค่าปริมาตรที่ต้องการ (V) ในสูตร

$$W = (C \times V \times MW)/1000$$

$$W = (0.4 \text{ mM} \times V \times 394.3)/1000$$

W	น้ำหนักที่ต้องชั่ง (4 ตำแหน่ง)	C	ความเข้มข้นของสาร DPPH
V	ปริมาตรของสาร DPPH ที่ต้องการ	MW	มวลโมเลกุลของสาร DPPH (394.3)

นำสาร DPPH มาชั่งตามน้ำหนักที่คำนวณได้ (W) โดยชั่งลงใน micro tube ด้วยเครื่องชั่ง 4
ตำแหน่ง ทำการละลายสาร DPPH ด้วยเมทานอล ปริมาตรเท่ากับ ปริมาตรของสาร DPPH ที่ต้องการ (V)

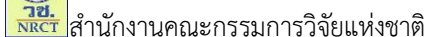


ส่วนประกอบตอนท้าย

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาง วิมล ศรีสุข
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Vimol Srisukh
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 2099 0002XXXX
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ หัวหน้าภาควิชาอาหารเคมี
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 02-644-8677-8690 ต่อ 5718, 5706, 5707
โทรสาร 02-644-8693
E-mail address: vimol.sri@mahidol.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
เภสัชศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2516
Master of Science (Food science) University of Wisconsin, Madison, พ.ศ. 2520
U.S.A.
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสมุนไพร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
- 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
--ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในผักสด ที่เตรียมจากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ น้ำซึ่งมีน้ำมัน
หอมระเหยที่เหลือจากอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรบางชนิด
--ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อใช้ป้องกันฟันผุ และ/หรือระงับกลิ่นปาก จากน้ำมันหอมระเหยและ/หรือ
สารสกัดสมุนไพร
--ผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ สารสกัดสมุนไพรซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อ
แบคทีเรีย *Streptococcus mutans*
--ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อแก้ปวดจากสารสกัดพริก
--การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะกรูดและน้ำมันใบมะกรูด เพื่อป้องกันฟันผุ และบรรเทา
อาการไอ/เจ็บคอที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย
- 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :



--ผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ สารสกัดสมุนไพรซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus mutans* รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พ.ศ. 2549 ทุน
มหาวิทยาลัยมหิดล (หัวหน้าโครงการ)

--การพัฒนาฯใหม่จากสารสกัดและสารบริสุทธิ์จากมังคุดเพื่อใช้ในการป้องกัน และรักษามะเร็ง
 ทนสถาบันวิจัยสมนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ร่วมวิจัย)

--การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะกูดและน้ำมันใบมะกูด เพื่อป้องกันพิษ และบรรเทาอาการไอ/เจ็บคอที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พ.ศ.2555 ทุนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (หัวหน้าโครงการ)

--Srisukh V, Bunyapraphatsara N, Pongpan A, Tungrugkasut W. Puttipipatkachorn S, Oniam **W**, T. Karawamitr, S. Bunsiriluk, and W. Thongbainoi. Fresh Produce Antibacterial Rinse from Kaffir Lime Oil. Mahidol J Pharm Sci 2012; 39(2): 24-36.

--Srisukh V, Tungrugsasut W, Bunyaphaphatsara N, Khuwattanasil S,
Wongpoomchai S. Aloe ice cream and sherbet. Thai J Phytopharmacy 2006-2008;
13(2)-15(1): 1-12.

--Srisukh V, Tungrugsasut W, Anantapong M, Chutipaijit U, Bunyaphrapsara N, Pongpan A. Readily-dissolved edible herbal film for suppression of bad breath. Thai J Phytopharmacy 2006; 13(1): 1-15.

--Tungrugsasut W, Srisukh V, Bunyaphrathatsara N, Chanjaruporn F, Veenaskulchai A, Thongbainoi W. Snacks from Thai herbal plants for patients with gastritis and peptic ulcer. Thai J Phytopharmacy 2004; 11(2): 1-10.

--Tungrugsasut W, Srisukh V, Wisamitanan J, Suksawat P, Thongbainoi W. Flavoring agent from Salacca. Thai J Phytopharmacy 2004; 11(1): 1-10.

--Ittimongkol B, Srisukh V, Nitibhon M, Saraya S. Fiber-supplemented tablets from pomelo rind. J Industrial Pharm 2004; 6(1):

--Bunyaphrathatsara N, Srisukh V, Jutiviboonsuk A, Sornlek P, Thongbainoi W, Chuakul W, Fong HHS, Pezzuto JM, Kosnuder J. Vegetables from the mangrove areas. Thai J Phytopharmacy 2002; 9(1):1-14.

--Ittimongkol B, Srisukh V, Tungrugsasut W, Sukhow B, Chingjanarod P, Jaicharoen P. Dietary fiber-supplemented dry beverage mixes from papaya. Thai J Phytopharmacy 2002; 9(1):1-12.

--Srisukh V, Tungrugsasut W, Suvitayawat W, Simtrakul W, Tongsimma W. tablets from Readily dissolved edible wake-up films. Mahidol Univ J Pharm Sci 2000; 27(1-4): 40-55.

--Srisukh V, Rungvejhavuttivittaya Y, Tungrugsasut W, Bunyaphrathatsara N, Pudpong T, Pattarasak J. Herbal drink and juice tablets. Mahidol Univ J Pharm Sci 1998; 25(2): 22-35.

--วัลลา ตั้งรักษาสัตย์, วิมล ศรีสุข, วนิดา เดชาวาส. การประเมินคุณภาพยาน้ำด้วยประสาทสัมผัส. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2540; 24(1-4): 46-56.

--Moongkarndi P, Bunyaphrathatsara N, Srisukh V, Wagner H. The inhibitory activity in 5-lipoxygenase pathway of hispidulin from Millingtonia hortensis Linn F. J Sci Soc Thailand 1991; 17: 51-6.

--ปริมณีนัน มุ่งการดี, วิมล พงศ์ไพโรจน์, วิสิดา สุวิทย์วัฒน์. การศึกษาการใช้ fresh และ lyophilized plasma ของคนและสัตว์ในการแข็งตัวของพลาสมาโดยเชื้อ Staphylococci. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2528; 12: 17-32.

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ปริมณีนัน มุ่งการดี
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Primchanien Moongkarndi
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1020-000-9XXXX
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 02-6448677 ต่อ 1133, 1136, 02-6448692
โทรสาร 02-6448692
E-mail address: primchanien.moo@mahidol.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
 - เภสัชศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2517
 - วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2520
 - Dr.rer.nat (Immunology) magna cum laude Institute for Immunology พ.ศ. 2527
Heidelberg University, Germany
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
Immunochemistry, Animal cell culture, Tumor immunology, Food microbiology
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
- 7.1 หัวหน้าโครงการ : โครงการวิจัย
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
 - Moongkarndi P, Bunyapraphatsara N, Srisukh V, Wagner H. The inhibitory activity in 5-lipoxygenase pathway of hispidulin from *Millingtonia hortensis* is Linn. f. J Sci Soc Thailand 1991;17:51-6.
 - Moongkarndi P, Srivattana A, Bunyapraphatsara N, Puthong S, Laohathai K. Cytotoxicity assay of hispidulin and quercetin using colorimetric technique. Mahidol Univ J Pharm Sci 1991;18:25-31.
 - Chulasiri M, Bunyapraphatsara N, Moongkarndi P. Mutagenicity and antimutagenicity of hispidulin and hortensin, the flavonoids from *Millingtonia hortensis* L. Environ Mol Mutagen 1992;20:307-12.

--Neungton N, Moongkarndi P, Laohathai K, Neungton S, Juntrachotiwi P. Immunohistological characteristic of OVS1 and OVS2 monoclonal antibodies recognizing human ovarian mucinous cystadenocarcinoma. Asian Pac J Allergy Immunol 1992;10:129-34.

--Neungton N, Moongkarndi P, Neungton S, Laohathai K, Srisawat C, Wachirutmanggur L. Establishment of OVS1 and OVS2 monoclonal antibodies recognizing human ovarian mucinous cystadenocarcinoma. Asian Pac of Allergy Immunol. 1995;13:47-53.

--Moongkarndi P, Wu S, Boyer C, Wiener J, DeSombre K, O'Briant, Bast C, Jr. Molecular biology as a tool for cancer diagnosis and drug discovery. Proceeding at the Fourth NRCT-JSPS Joint Seminar, Hat Yai, Songkhla, Thailand, November, 1998.

--Jiratchariyakul W, Okabe H, Moongkarndi P, Frahm AW. Cytotoxic glycosphingolipid from *Murdannia loriformis* (Hassk.) Rolla Rao et Kammathy. Thai J Phytopharm 1999;5:10-20.

--Jiratchariyakul W, Moongkarndi P, Theppeang K, Sethajintanin D, Jarikasem S, Frahm W. Cytotoxic principles from *Trichosanthes cucumerina* L. Thai J Phytopharm 1999;6:1-9.

--Moongkarndi P, Pongpan A, Luanratana O, Pongpan N, Tongplad S, Nongtaodam N, Prasongtanakij S, Kanarat K. Susceptibility of *Campylobacters* to medicinal plants. Mahidol University Annual Abstracts and Bibliography of Non-Formal Publications 2001.

--Moongkarndi P, Kaslungka S, Kosem N, Junnu S, Theptaranon Y, Neungton N. Cytotoxicity and apoptosis of ovarian and breast cancer cell lines induced by OVS1 monoclonal antibody and paclitaxel. Asian Pac of Allergy Immunol 2003;2131-41.

--Moongkarndi P, Kosem N, Kaslungka S, Luanratana O, Pongpan N, Neungton N. Antiproliferation, antioxidation and induction of apoptosis by *Garcinia mangostana* (mangosteen) on SKBR3 human breast cancer cell line. J Ethnopharmacol 2004;90:161-166.

--Moongkarndi P, Kosem N, Luanratana O, Jongsomboonkusol S, Pongpan N. Antiproliferative activity of Thai medicinal plant extracts on human breast adenocarcinoma cell line. Fitoterapia 2004;75:375-377.

--Moongkarndi P, Kosem N. Phytochemicals as Chemoprevention. In : Series in Recent Progress in Medicinal Plants, VK Singh, J.N.Govil, Ahmad K, Sharma RKr, ed. Texas : Studium Press LLC, Volume 15, Natural Products, Chapter 9, December 2006, p177-207.

--Jiratchariyakul W, Vongsakul M, Sunthornsuk L, Moongkarndi P, Narintorn A, Somanabandhu A, Okabe, H, Frahm AW. Immunomodulatory effect and quantitation of a cytotoxic glycosphingolipid from *Murdannia loriformis*. J Nat Med 2006;60:210-216.

--Kosem N, Han YH, Moongkarndi P. Antioxidant and cytoprotective activities of methanolic extract from *Garcinia mangostana* hulls. ScienceAsia 2007;33:283-292.

--Moongkarndi P, Jaisupa N, Jongsomboonkusol S, Kaslungka S, Sengpanich N, Samosorn W, Kosem N, Neungton N. Effect of OVS1 monoclonal antibody as targeted ovarian and breast cancer therapy. Mahidol Univ J Pharm Sci 2007;34(1-4):53-59.

--Montririttigri K, Moongkarndi P, Joongsomboonkusol S, Chitkul B, Pattanapanyasat K. Apoptotic activity of aporphine from *Stephania venosa* on human ovarian cancer cells. Mahidol Univ J Pharm Sci Mahidol Univ J Pharm Sci 2008;35(1-4):52-56.

--Moongkarndi P, Kosem N, Jongsomboonkusol S, Montririttigri K, Choljararux I, Samer J, Pattanapanyasat K, Neungton N. Herbal/Natural health products for cancer care :Turning medicinal plants into anticancer drugs. Thai Cancer J (supplement.) 2009;29 (4):107-8.

--Moongkarndi P, Srisawat C, Saetun P, Jantaravinid J, Peerapittayamonkol C, Soi-ampornkul R, Junnu S, Sinchaikul S, Chen ST, Charoensilp P, Thongboonkerd V, Neungton N. Protective effect of mangosteen extract against β -amyloid-induced cytotoxicity, oxidative stress and altered proteome in SK-N-SH cells. J Proteome Res 2010, 9:2076-2086.

--Moongkarndi P, Rodpai E, Kanarat S. Evaluation of an immunochromatographic assay for rapid detection of *Salmonella enterica* serovars Typhimurium and Enteritidis. J Vet Diagn Invest 2011;23(4):791-795.

--Benjakul R, Moongkarndi P, Panyarachun B, Sarisuta N. Novel Freeze-drying method for preparation of α -mangostin dry reconstitute liposomal powder. Adv Sci Lett 2012; 11: 120-125.

--Kosem N, Ichikawa K, Utsumi H, Moongkarndi P. In vivo toxicity and antitumor activity of mangosteen extract. J Nat Med (in press); DOI 10.1007/s11418-012-0673-8.

7.3 ทุนวิจัยที่ได้รับในช่วง 5 ปี

หัวหน้าโครงการ

- 2550-2551 ทุนวิจัยจาก กองทุนสนับสนุนการวิจัย (ฝ่ายเกษตร ฝ่าย 2)
- 2550-2552 หัวหน้าโครงการ เรื่อง การพัฒนาชุดตรวจรวดเร็ววิธีอิมมูโนแอสซัยแบบการไหล
เลเทอร์อล สำหรับเชื้อแคมพิลแบคเตอร์และซัลโมเนลลา เพื่อควบคุมความ
ปลอดภัยของอาหาร
- 2550-2553 ทุนวิจัยองค์ความรู้ใหม่ งบประมาณ จากมหาวิทยาลัยมหิดล:
หัวหน้าโครงการ เรื่อง การระบุแอนติเจนของมะเร็งต่อ OVS1 โมโน
โคลนอลแอนติบอดี เพื่อใช้เป็นการรักษาแบบมุ่งเป้าหมาย

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 2

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว วัลลา ตังรักษาสัตย์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Walla Tungrugsasut
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1009 0250 XXXX
- ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 02-644-8677-8690 ต่อ 5719, 5706, 5707
โทรสาร 02-644-8693
E-mail address: walla.tun@mahidol.ac.th
- ประวัติการศึกษา
เภสัชศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2519
Master of Science Mississippi State University, U.S.A. พ.ศ. 2529
(Food science and Technology)

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสมุนไพร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
- 7.1 ผู้ร่วมวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
--ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในผักสด ที่เตรียมจากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ น้ำซึ่งมี
น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรบางชนิด
--ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อใช้ป้องกันฟันผุ และ/หรือระงับกลิ่นปาก จากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ
สารสกัดสมุนไพร
--ผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ สารสกัดสมุนไพรซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อ
แบคทีเรีย *Streptococcus mutans*
--ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อแก้ปวดจากสารสกัดพริก
--การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะกรูดและน้ำมันใบมะกรูด เพื่อป้องกันฟันผุ และ
บรรเทาอาการไอ/เจ็บคอที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย
- 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
--ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อใช้ป้องกันฟันผุ และ/หรือระงับกลิ่นปาก จากน้ำมันหอมระเหย และ/
หรือสารสกัดสมุนไพร รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พ.ศ. 2547 ทุมนมหาวิทยาลัยมหิดล (ผู้ร่วมวิจัย)
--ผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำมันหอมระเหย และ/หรือ สารสกัดสมุนไพรซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อ
แบคทีเรีย *Streptococcus mutans* รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พ.ศ. 2549 ทุน
มหาวิทยาลัยมหิดล (ผู้ร่วมวิจัย)
--ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อแก้ปวดจากสารสกัดพริก รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พ.ศ. 2550 ทุน
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ผู้ร่วมวิจัย)
--การพัฒนายาใหม่จากสารสกัดและสารบริสุทธิ์จากมังคุดเพื่อใช้ในการป้องกันและรักษามะเร็ง
ท่อน้ำลายในผู้ป่วยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ผู้ร่วมวิจัย)
--การพัฒนาไอศกรีมและเครื่องดื่มเสริมอินูลินจากสารสกัดรากสามสิบและมันแกว
รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ พ.ศ.2554 ทุนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ผู้ร่วมวิจัย)
--การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะกรูดและน้ำมันใบมะกรูด เพื่อป้องกันฟันผุ และ
บรรเทาอาการไอ/เจ็บคอที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
พ.ศ.2555 ทุนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ผู้ร่วมวิจัย)
--Srisukh V, Bunyapraphatsara N, Pongpan A, Tungrugsasut W, Puttipipatkachorn
S, Oniam W, T. Karawamitr, S. Bunsiriluk, and W. Thongbainoi. Fresh Produce
antibacterial Rinse from Kaffir Lime Oil. Mahidol J Pharm Sci 2012; 39(2): 24-36 .

--Srisukh V, Tungrugsasut W, Bunyapraphatsara N, Khuwattanasil S, Wongpoomchai S. Aloe ice cream and sherbet. *Thai J Phytopharmacy* 2006-2008; 13(2)-15(1): 1-12.

--Srisukh V, Tungrugsasut W, Anantapong M, Chutipaijit U, Bunyapraphatsara N, Pongpan A. Readily-dissolved edible herbal film for suppression of bad breath. *Thai J Phytopharmacy* 2006; 13(1): 1-15.

--Tungrugsasut W, Srisukh V, Bunyapraphatsara N, Chanjaruporn F, Veenaskulchai A, Thongbainoi W. Snacks from Thai herbal plants for patients with gastritis and peptic ulcer. *Thai J Phytopharmacy* 2004; 11(2): 1-10.

--Tungrugsasut W, Srisukh V, Wisamitanan J, Suksawat P, Thongbainoi W. Flavoring agent from Salacca. *Thai J Phytopharmacy* 2004; 11(1): 1-10.

--Wiwat C, Pongpan A, Rungvejhavuttivittaya Y, Kaewkaukul N, Wongsubin S, Tungrugsasut W. Characterization and survival after lyophilization of *Lactobacillus* strains 51, 71 and S14 during storage in formulated capsules. *Thai J Biotechnol* 2001; 3(1): 26-33.

--Srisukh V, Tungrugsasut W, Suvitayawat W, Simtrakul W, Tongsimma W. Readily dissolved edible wake-up films. *Mahidol Univ J Pharm Sci* 2000; 27(1-4): 40-55.

--Srisukh V, Rungvejhavuttivittaya Y, Tungrugsasut W, Bunyapraphatsara N, Pudpong T, Pattarasak J. Herbal drink and juice tablets. *Mahidol Univ J Pharm Sci* 1998; 25(2): 22-35.

--Ittimongkol B, Srisukh V, Tungrugsasut W, Sukhow B, Chinganjanarod P, Jaicharoen P. Dietary fiber-supplemented dry beverage mixes from papaya. *Thai J Phytopharmacy* 2002; 9(1):1-12.

--วัลลา ตันรักษาสัตย์, วิมล ศรีสุข, วนิดา เดชวาสน์. การประเมินคุณภาพยาน้ำด้วย ประสาทสัมผัส. *วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล* 2540; 24(1-4): 46-56.

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 3

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ปัทมพรรณ โลมะรัตน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Pattamapan Lomarat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน ประชาชน 3 3499 00942XXXX
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยอาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก



ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

447 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02-644-8677-8690

โทรสาร 02-644-8693

E-mail address: : pattamapan.lom@mahidol.ac.th

5. ประวัติการศึกษา เภสัชศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปริญญาดุษฎีบัณฑิต (เภสัชเคมีและพิษเคมี) พ.ศ. 2557
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสมุนไพรและพืชอาหาร โดย HPLC, GC-MS, ฯลฯ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ