สัญญาเลขที่ 20/พ.ศ. 2556
รหัสโครงการ 56208000520

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ฤทธิ์ต้านเอนไซม์อีลาสเตส และคอลลาจีเนส และอนุมูลอิสระ ของวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้

Anti-elastase, collagenase and free radical activities of fruits processing residues

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐยา เหล่าฤทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี กัลยาวัฒนกุล
ดร. ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม
นางสาว วลีวัลย์ เอกนัยน์

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช) ที่สนับสนุนทุนวิจัย โดยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2556 และมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่สนับสนุนสถานที่ รวมถึงครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ คุณวิไล ดวงใจ ที่ประสานงานด้านเอกสารต่าง ๆ

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำคัญในการนำสารสกัด ซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ ที่มีความปลอดภัยไปศึกษาวิจัยกลไกการเกิดริ้วรอยในระดับเซลล์ รวมถึงเป็นข้อมูลสำคัญต่อการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญในเครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย ต่อไป ตลอดจนเป็นข้อมูลสำคัญในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรสำหรับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ซึ่งนอกจากจะเป็นการผลิตวัตถุดิบในเครื่องสำอางได้ในประเทศแล้ว ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตร โดยนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น รวมถึงวิธีการสกัดที่ไม่ยุ่งยาก ซึ่งมีความเหมาะสมในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

คณะผู้วิจัย
4 ธันวาคม
2556

บทสรุปผู้บริหาร

การใช้สมุนไพรเพื่อเป็นยา อาหาร เครื่องสำอางได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยพัฒนารูปแบบการใช้ประโยชน์ การบรรจุ การแปรรูป และการทำผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรให้ทันสมัยสอดคล้องกับวิถีชีวิตสมัยใหม่ ประกอบกับยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยเพื่อให้มีคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ และจะเป็นการนำรายได้เข้าประเทศในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value-added products) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้จากแหล่ง สาร หรือวิธีการที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างยั่งยืน ที่มักจะเรียกว่า ecological friendly หรือ sustainable หรือ green product ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงทั่วโลก

ปัจจุบันการศึกษาวิจัยทางการแพทย์และเภสัชกรรมเกี่ยวกับการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม การผลิตและแปรรูปผลไม้ เช่น เปลือกและเมล็ดผลไม้ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากในขบวนการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรเหล่านี้มีวัสดุเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามกำลังการผลิตที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆปีเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ซึ่งเปลือก และเมล็ดผลไม้เหล่านี้ มักกลายเป็นขยะหรือนำไปทำเป็นปุ๋ยหรืออาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าไม่สูงมากนัก ด้วยเหตุนี้จึงมีการส่งเสริมการศึกษาวิจัยเพื่อต่อยอดในเชิงพาณิชย์ โดยนำขยะทางการเกษตรเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร จากข้อมูลของกลุ่มผู้วิจัย พบว่า สารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้หลายชนิด ได้แก่ เปลือกผล และเงาะ รวมถึงเปลือกเมล็ดมะขาม โดยเฉพาะสารสกัดส่วน Ethyl acetate มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบด้วย DPPH และ ABTS assays ได้ดีกว่าสารมาตรฐานวิตามินซี อย่างมีนัยสำคัญ และไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ประกอบกับข้อมูลงานวิจัยที่พบว่าสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และป้องกันแสงแดด โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิคนั้นสามารถยับยั้งการเกิดริ้วรอย ที่เกิดจากการที่ความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นของผิวหนังลดน้อยลงไปตามอายุที่มากขึ้น เนื่องจากมีเส้นใย elastin และ collagen ลดน้อยลง เพราะอนุมูลอิสระและแสงอัลตราไวโอเลตกระตุ้นให้เอนไซม์ elastase และ collagenase สลายเส้นใยเหล่านี้ ดังนั้นสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ดังกล่าวข้างต้น ที่ทราบชนิดและปริมาณสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิค จึงควรมีการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับกลไกการเกิดริ้วรอย ซึ่งได้แก่ ฤทธิ์ในการต้านเอนไซม์ elastase และ collagenase รวมถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธีการอื่น ๆ ได้แก่ superoxide anion assay เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้

จึงทำการสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ รวมถึงเปลือกเมล็ดมะขาม โดยปริมาณสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิคที่ได้จากผลไม้เหล่านี้ มีปริมาณใกล้เคียงกับการสกัดจากงานวิจัยก่อนหน้า แสดงให้ทราบว่าวิธีการเตรียมสารสกัดที่ได้มีความเหมาะสมต่อการเตรียมสารสกัด และสามารถควบคุมคุณภาพของสารสกัดได้

จากนั้นนำสารสกัดมาทดสอบอนุมูลอิสระ superoxide anion ($O_2^{\bullet -}$) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระหลักที่ก่อให้เกิดการอักเสบ ส่งผลให้ผิวหนังเหี่ยวย่น และเป็นองค์ประกอบสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดสิว เพราะจะกระตุ้นให้ *Propionibacterium acnes* ทำงานได้ดีขึ้น และสร้าง NF_KB และ TNF ให้มากยิ่งขึ้นส่งผลต่อ T lymphocytes และ keratinocytes กระตุ้นการหลั่ง IL, TNF, IFN, LPS, TGF และ PG รวมถึง GM-CSF ก่อให้เกิด microcomedones ซึ่งพัฒนาต่อไปเป็น comedones และสิวอักเสบ รวมถึงการเร่งปฏิกิริยา lipid peroxidation ของผิวหนัง พบว่าสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ในการต้าน $O_2^{\bullet -}$ ได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ รวมถึงสารมาตรฐาน quercetin เช่นเดียวกับสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ แต่อย่างไรก็ตาม สารสกัดเปลือกผลเงาะ ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิครวมสูงที่สุดกลับมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบด้วยนี้ต่ำกว่าสารสกัดอื่น

และเมื่อนำสารสกัดเปลือกผลไม้เหล่านี้ ไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสลายของเส้นใย elastin และ collagen ที่ทำหน้าที่ให้ความยืดหยุ่นผิว พบว่าสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ มีฤทธิ์ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดเปลือกเมล็ดมะขาม และสารสกัดเปลือกเงาะ นอกจากนี้ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ collagenase มีความสอดคล้องกับ เอนไซม์ elastase ($r = 0.9956$) และการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม ยังสามารถใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมคุณภาพสารสกัด ทั้งในด้านปริมาณสารสำคัญ และฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ elastase และ collagenase ($r = 0.7020$ และ 0.6396)

ผลงานวิจัยนี้ จึงเป็นแนวทางสำคัญในการนำสารสกัด ซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ ที่มีความปลอดภัยไปศึกษาวิจัยกลไกการเกิดริ้วรอยในระดับเซลล์ รวมถึงเป็นข้อมูลสำคัญต่อการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญในเครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย โดยขณะนี้อยู่ระหว่างการเตรียมการเพื่อขอรับทุนสนับสนุนการวิจัยในประเด็นเหล่านี้

ชื่อโครงการวิจัย ฤทธิ์ต้านเอนไซม์อีลาสเตส และคอลลาจีเนส และอนุมูลอิสระของวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้

คณะผู้วิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐยา เหล่าฤทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี กัลยาวัฒนกุล
ดร. ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม
นางสาว วลีวัลย์ เอกนัยน์

บทคัดย่อ

เตรียมสารสกัดผลไม้ และทำการควบคุมคุณภาพ โดยการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม พบว่า วิธีการสกัดที่พัฒนาขึ้น ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการสกัด โดยมีปริมาณสารสำคัญใกล้เคียงกับการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา และเมื่อทำการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลไม้ 3 ชนิด พบว่าสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ในการต้าน $O_2^{\bullet -}$ ได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ รวมถึงสารมาตรฐาน quercetin เช่นเดียวกับสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ แต่อย่างไรก็ตาม สารสกัดเปลือกผลเงาะ ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิครวมสูงที่สุด กลับมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบด้วยนี้ต่ำกว่าสารมาตรฐาน และเมื่อนำสารสกัดไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสลายของเส้นใยอีลาสตินและคอลลาเจน พบว่าสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ มีฤทธิ์ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดเปลือกเมล็ดมะขาม และสารสกัดเปลือกเงาะ นอกจากนี้ฤทธิ์ต้านเอนไซม์คอลลาจีเนส มีความสอดคล้องกับ เอนไซม์อีลาสเตส ($r = 0.9956$) และการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม ยังสามารถใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมคุณภาพสารสกัดทั้งในด้านปริมาณสารสำคัญ และฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส และคอลลาจีเนส ($r = 0.7020$ และ 0.6396)

คำสำคัญ: เปลือกผลไม้/เปลือกเมล็ด/ฤทธิ์ต้านเอนไซม์อีลาสเตส/ฤทธิ์ต้านเอนไซม์คอลลาจีเนส/ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ/วัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้

Research title Anti-elastase, collagenase and free radical activities of fruits processing residues

Researchers Asst. Prof. Dr. Nattaya Lourith
Asst. Prof. Dr. Mayuree Kanlayavattanakul
Dr. Chaisak Jansriniyom
Ms. Waleewan Ekanai

Abstract

Fruits processing residues were extracted and quality controlled by means of total phenolics content. This developed extraction was claimed to be concise and efficient giving the active content consistent with the previous report. The extracts were comparatively assessed on super anion scavenging activity. Tamarind seed coat was superior over the others terminating $O_2^{\bullet-}$ including that of standard quercetin in similar to Litchi peel. However, the highest total phenolic content Rambutan peel extract less scavenged $O_2^{\bullet-}$ at the lower capacity compared with the standard. All of the extracts were evaluated on enzyme inhibitory effects against degradation of elastin and collagen fibers. Litchi peel extract was exhibited as the most potent inhibitor against both enzymes, followed by Tamarind seed coat and Rambutan peel extracts. In addition, anti-collagenase was correlated with anti-elastase activities ($r = 0.9956$). Furthermore, quantification of total phenolic content would be alternatively adopted for quality control of the extracts in terms of actives and activities due to the relations ($r_{elastase} = 0.7020$ and $r_{collagenase} = 0.6396$).

Keywords: Fruit peel/ Seed coat/ Anti-elastase/ Anti-collagenase/ Anti-free radical/ Fruits processing residue

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การใช้สมุนไพรเพื่อเป็นยา อาหาร เครื่องสำอางได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยพัฒนารูปแบบการใช้ประโยชน์ การบรรจุ การแปรรูป และการทำผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรให้ทันสมัยสอดคล้องกับวิถีชีวิตสมัยใหม่ ประกอบกับยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยเพื่อให้มีคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ และจะเป็นการนำรายได้เข้าประเทศในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value-added products) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้จากแหล่ง หรือวิธีการที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างยั่งยืน ที่มักจะเรียกว่า ecological friendly หรือ sustainable หรือ green product ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงทั่วโลกในปัจจุบัน (Todd, 2004) เช่น การนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหรือเหลือจากการบริโภคผลไม้ซึ่งเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ (Leong and Shui, 2002; Song and Barlow; 2004) มาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพต่าง ๆ รวมถึงเครื่องสำอาง ปัจจุบันการศึกษาวิจัยทางการแพทย์และเภสัชกรรมเกี่ยวกับการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม การผลิตและแปรรูปผลไม้ เช่น เปลือกและเมล็ดผลไม้ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากในขบวนการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรเหล่านี้มีวัสดุเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามกำลังการผลิตที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆปีเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ซึ่งเปลือก และเมล็ดผลไม้เหล่านี้ มักกลายเป็นขยะหรือนำไปทำเป็นปุ๋ยหรืออาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าไม่สูงมากนัก ด้วยเหตุนี้จึงมีการส่งเสริมการศึกษาวิจัยเพื่อต่อยอดในเชิงพาณิชย์ โดยนำขยะทางการเกษตรเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร เช่น การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจากเมล็ดลำไย เมล็ดองุ่น และเปลือกเมล็ดลิ้นจี่ และเมล็ดมะขามแล้วพัฒนาเป็นอาหารเสริมสุขภาพ และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย (Lourith et al., 2009; Prasad et al., 2009; Rangkadilok et al., 2007; Song and Barlow; 2004; Zheng et al., 2009)

จากข้อมูลของกลุ่มผู้วิจัย พบว่า สารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้หลายชนิด ได้แก่ เปลือกผลลิ้นจี่ (Kanlayavattanakul et al., 2012) และเงาะ (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a) รวมถึงเปลือกเมล็ดมะขาม (Lourith et al., 2009; Kanlayavattanakul and Lourith, 2012) โดยเฉพาะสารสกัดส่วน ethyl acetate มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระ

เมื่อทดสอบด้วย DPPH และ ABTS assays ได้ดีกว่าสารมาตรฐานวิตามินซี อย่างมีนัยสำคัญ และไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ประกอบกับข้อมูลงานวิจัยที่พบว่า สารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และป้องกันแสงแดด โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิคนั้นสามารถยับยั้งการเกิดริ้วรอย (Thring et al., 2009) ที่เกิดจากการที่ความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นของผิวหนังลดน้อยลงไปตามอายุที่มากขึ้น เนื่องจากมีเส้นใย elastin และ collagen ลดน้อยลง เพราะอนุมูลอิสระและแสงอัลตราไวโอเลต กระตุ้นให้เอนไซม์ elastase และ collagenase สลายเส้นใยเหล่านี้ (Pillai et al., 2005)

ดังนั้นสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ดังกล่าวข้างต้น ที่ทราบชนิดและปริมาณสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิค จึงควรมีการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับกลไกการเกิดริ้วรอย ซึ่งได้แก่ ฤทธิ์ในการต้านเอนไซม์ elastase และ collagenase รวมถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธีการอื่น ๆ ได้แก่ superoxide anion assay เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้

1.2.2 ทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์ elastase และ collagenase ของสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

เตรียมสารสกัดส่วน ethyl acetate 3 ชนิด คือ เปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขามหวาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการต้านเอนไซม์ elastase และ collagenase และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วย superoxide anion scavenging assay

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สารต้านอนุมูลอิสระที่มีความปลอดภัยซึ่งเตรียมจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ ที่มีศักยภาพในการชะลอวัย โดยการยับยั้งเอนไซม์ elastase และ collagenase

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบแนวความคิดของโครงการ

สารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จะแสดงฤทธิ์ในการต้านเอนไซม์ elastase และ collagenase และการอักเสบ ได้ดี ทำให้มีศักยภาพและความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอางกลุ่มลดเลือนริ้วรอย และจากการที่สารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขามหวาน ส่วน ethyl acetate มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อทดสอบด้วย DPPH และ ABTS assays มีสารออกฤทธิ์หลักเป็นสารกลุ่มฟีนอลิคและไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ดังนั้นสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้ จึงมีแนวโน้มที่จะมีฤทธิ์ต้านเอนไซม์ที่ทำลายเส้นใย elastin และ collagen รวมถึงต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วย superoxide anion scavenging assay ได้ดี ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นเครื่องสำอางชะลอวัยต่อไป เมื่องานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากจะสามารถคัดเลือกสารสกัดที่มีฤทธิ์ดีที่สุดนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีความคงตัว และมีประสิทธิภาพในการลดเลือนริ้วรอยในอาสาสมัครได้แล้ว ยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางธรรมชาติต้นแบบสู่ระดับอุตสาหกรรม และเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและเป็นการใช้ทรัพยากรการเกษตรในประเทศอย่างคุ้มค่า ซึ่งถือเป็นส่งเสริมศักยภาพในการแข่งขันด้านเศรษฐกิจของประเทศบนพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาต่อไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 อนุมูลอิสระและผิวหนัง

อนุมูลอิสระ คือ อะตอม กลุ่มอะตอม หรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งปกติวงโคจรของอิเล็กตรอน 1 รอบจะต้องมีอิเล็กตรอนเป็นคู่ ๆ เสมอ หากอะตอมหรือโมเลกุลมีอิเล็กตรอนขาด หรือเกินเพียงหนึ่งอิเล็กตรอน จะว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งถ้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลปกติจะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ เช่น Lipid peroxidation มีการส่งต่อของอนุมูลอิสระไปเรื่อย ๆเกิดการทำลายผนังเซลล์ตามมา โดยทั่วไปอนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นได้เองในร่างกายจากการที่ภายในเซลล์สร้าง หรือปลดปล่อยอนุมูลอิสระที่เป็นอนุพันธ์ออกซิเจนจากปฏิกิริยา เช่น mitochondrial electron transport chain, microsomal electron transport

chain ตัวอย่าง อนุมูลอิสระอนุพันธ์ออกซิเจนที่รู้จักกันดี ได้แก่ superoxide radical ($O_2^{\bullet}$), hydroperoxide radical ($OH_2^{\bullet}$) และ hydroxyl radical ($OH^{\bullet}$) อนุมูลอิสระเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญในการทำลายเซลล์ที่ผิวหนัง โดยปฏิกิริยา lipid peroxidation เนื่องจากไขมันที่ผนังเซลล์ทั่วไปและผิวหนังส่วนมากเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) จึงถูกออกซิไดซ์เป็น Lipid peroxide ได้ง่ายจากการกระตุ้นของรังสีอัลตราไวโอเลต ดังนั้นไขมันจึงเป็นเป้าหมายที่อนุมูลอิสระจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งนอกจากผลต่อผนังเซลล์แล้ว อนุมูลอิสระยังทำลาย collagen อีกด้วย (ณัฎฐา รัชตะนาวิน, 2547)

Collagen เป็นองค์ประกอบสำคัญของผิวหนังที่ทำให้ผิวมีความแข็งแรง ซึ่งมีมากกว่า 80% ของผิวทั้งหมด รวมถึง elastin ซึ่งมีอยู่ 2-4% ที่นอกจากจะให้ความยืดหยุ่นผิว แล้วยังเป็นสารที่ทำให้เกิดความชุ่มชื้นผิว โดยเส้นใยที่สำคัญเหล่านี้มีการสร้างขึ้นที่ fibroblasts cells ดังนั้นหาก collagen และ elastin มีปริมาณน้อยลง หรือมีการสร้างที่ fibroblasts น้อยลง หรือมีปริมาณของ fibroblasts cells ลดลง จะทำให้เกิดการริ้วรอยของความชรา ผิวหนังแห้ง และหย่อนคล้อย โดยตัวการหลักที่ทำให้ collagen และ elastin ถูกทำลายคือ collagenase และ elastase และเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้ จะถูกกระตุ้นให้มีการทำงานมากขึ้นเนื่องจากอนุมูลอิสระ (Thring et al., 2009) นอกจากนี้อนุมูลอิสระยังกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ผ่าน $NF_{\kappa}B$ และ AP-1 ทำให้เกิดปฏิกิริยา redox ภายในเซลล์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การเกิดอนุมูลอิสระอันเนื่องมาจากรังสีอัลตราไวโอเลต ยังไปกระตุ้นการทำงานของ COX-2 และ LOX ในผิวหนังส่งผลให้เกิดการอักเสบมีการสร้าง PG มากยิ่งขึ้น และนอกจากการอักเสบโดยกระบวนการเหล่านี้ อนุมูลอิสระทำให้มีการสร้าง cytokines ในเซลล์ได้แก่ IL และ TNF มากยิ่งขึ้น ซึ่งไปกระตุ้นการทำงานของ elastase และ collagenase ใน ECM อีกทางหนึ่ง ทำให้ปริมาณของ elastin และ collagen ในผิวหนังลดลง ก่อให้เกิดสภาวะผิวแห้ง และริ้วรอยตามลำดับ ซึ่งเป็นสัญญาณของการชรา ดังแสดงในภาพที่ 2-1 (Pillai et al., 2005)

อนุมูลอิสระ รวมถึง superoxide anion ($O_2^{\bullet-}$) และการอักเสบ นอกจากจะทำให้ผิวหนังเหี่ยวย่นแล้ว ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดสิว เพราะอนุมูลอิสระจะกระตุ้นให้ *Propionibacterium acnes* ทำงานได้ดีขึ้น และสร้าง $NF_{\kappa}B$ และ TNF ให้มากยิ่งขึ้นส่งผลต่อ T lymphocytes และ keratinocytes กระตุ้นการหลั่ง IL, TNF, IFN, LPS, TGF และ PG รวมถึง GM-CSF ก่อให้เกิด microcomedones ซึ่งพัฒนาต่อไปเป็น comedones และสิวอักเสบ (Kapoor et al., 2009) นอกจากนี้ NO ยังกระตุ้นให้เกิด alkylperoxy radical ($LOO^{\bullet}$) เร่งปฏิกิริยา lipid peroxidation ของผิวหนัง เช่นเดียวกับ $O_2^{\bullet-}$ (Kanlayavattanakul and Lourith, 2011)

ดังนั้นการประยุกต์ใช้สารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ในหลาย ๆ ชนิดในหลาย ๆ กลไก รวมถึงมีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสลายของ collagen และ elastin จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์เพื่อการลดเลือนริ้วรอย หรือเพื่อชะลอวัย (Wickens, 2011) โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิค (Shahidi and Chandrasekara, 2010) ที่เตรียมได้จาก

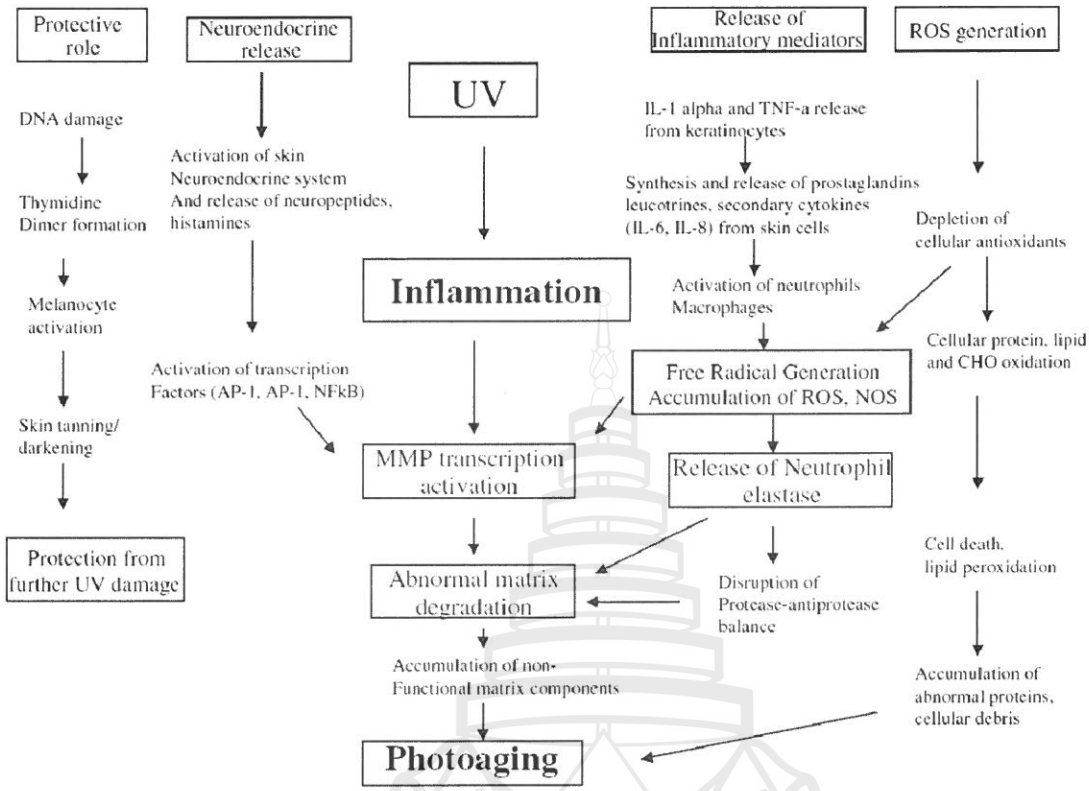
ธรรมชาติ (Kapoor et al., 2009; White, 1996) โดยในขณะนี้เศษวัสดุจากการแปรรูปผลไม้ ซึ่งเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (Arvanitoyannis and Varzakas, 2008; Schieber et al., 2001)

2.2.2 การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์

พืชเศรษฐกิจหลายชนิดของไทยนอกจากมีรสชาติที่ดีแล้ว ยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพ (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Kanlayavattanakul et al., 2012; Lourith et al., 2009; Pongpunyayuen and Lourith, 2011a; Prasad et al., 2009; Rangkadilok et al., 2007; Song and Barlow; 2004; Zheng et al., 2009) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย รวมถึงผลไม้ซึ่งนิยมนำมาบริโภคทั้งแบบสด และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้มีเศษวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมาก ซึ่งถึงแม้จะสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ แต่หากมีปริมาณมากจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อม รวมถึงงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดการวัสดุเหลือทิ้งนั้น (Arvanitoyannis and Varzakas, 2008) ทั้งนี้เปลือกและเมล็ดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภคและการแปรรูปในอุตสาหกรรมการเกษตร เป็นแหล่งที่ให้สารซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพราคาถูกและเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ในเชิงเภสัชกรรมรวมถึงเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a) ซึ่งการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบเหล่านี้ยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Schieber et al., 2001) และเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ทำให้มีการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเปลือกและเมล็ดผลไม้เพิ่มขึ้นตามลำดับ เช่น การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกเมล็ดมะขามที่มีฤทธิ์เทียบเท่ากับวิตามินซี และเมื่อนำสารสกัดดังกล่าวเตรียมเป็นเครื่องสำอางในรูปแบบครีม พบว่า ให้ตำรับที่มีความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีดี (Rangkadilok et al., 2007) เช่นเดียวกับเปลือกเงาะที่มีศักยภาพในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a)

2.2.3 ลิ้นจี่

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis*) เป็นพืชในวงศ์ Sapindacea ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปลูกมากในภาคเหนือของประเทศ เช่น จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ นิยมรับประทานทั้งเป็นผลสด และลิ้นจี่ในน้ำเชื่อม และน้ำลิ้นจี่ (Zhang et al., 2004) ซึ่งนอกจากจะปริมาณการบริโภคที่มากในประเทศแล้ว ยังมีมูลค่าการส่งออกที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยในปี 2554 (มกราคม – กรกฎาคม) ส่งออกลิ้นจี่สด มูลค่า 65 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2011a) และในช่วงเวลาเดียวกันมีการแปรรูปและส่งออกในรูปผลไม้กระป๋องมากกว่า คิดเป็นมูลค่ากว่า 189 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2011b) ส่งผลให้มีเปลือกลิ้นจี่ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปจำนวนมาก จึงมีความเหมาะสมเพื่อที่จะศึกษาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือทิ้งนี้



ภาพที่ 2-1 อนุมูลอิสระ แสงแดด และริ้วรอย (Pillai et al., 2005)

การที่ลิ้นจี่เป็นที่นิยมในการบริโภคเนื่องจาก เนื้อผลลิ้นจี่ประกอบด้วย วิตามิน และแร่ธาตุ (de Pascual-Teresa et al., 2008; Liu et al., 2007) สำคัญต่อร่างกาย โดยการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลิ้นจี่มีดังนี้

เมล็ดลิ้นจี่พบสารในกลุ่ม anthocyanins คือ cyanidin-3-rutinoside สารกลุ่ม oligomeric procyanidins คือ epi-catechin-(4β→8, 2-(β→O→7)-epicatechin และ (-)-epicatechin และ procyanidin A ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (de Pascual-Teresa et al., 2008; Liu et al., 2007; Zhang et al., 2004) นอกจากนี้มีรายงานสารกลุ่มฟีนอลิค ที่พบในเมล็ดลิ้นจี่มีฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรสิเนส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (Song and Barlow, 2004) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาเหล่านี้เป็นการวิจัยในลิ้นจี่ที่ปลูกในต่างประเทศ แต่ยังไม่มีการวิจัยเพื่อนำวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภคลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศมาใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรม โดยเฉพาะเปลือกผล

การศึกษาเปลือกลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ ที่ปลูกมากในจังหวัดเชียงราย พบว่านอกจากจะแสดงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH assay (IC_{50} = 2.288 ± 0.063 μg/ml) (มยุรี กัลยาวัฒนกุล และคณะ, 2553) และมีฤทธิ์ต้านและป้องกันอนุมูลอิสระใน NHF cells (Osponpant, 2011) ซึ่งทำให้สารสกัดมีความปลอดภัยเหมาะสำหรับประยุกต์ใช้ในทางเภสัช

กรรม (Kapoor et al., 2009; White, 1996) นอกจากนี้สารสกัดยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีเมื่อทดสอบด้วยวิธีอื่น ($ABTS_{IC50}$ = 7.137 ± 0.021 μg/ml) และมีประสิทธิภาพดีกว่าวิตามินซี ($ABTS_{IC50}$ = 6.347 ± 0.087 μg/ml) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Kanlayavattanakul et al., 2012)

2.2.4 เงาะ

เงาะ เป็นผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทยอีกประเภทหนึ่งที่นิยมนำมาบริโภคทั้งในแบบสด รวมถึงการแปรรูปเป็นผลไม้กระป๋อง เงาะอบแห้ง และน้ำผลไม้ โดยเฉพาะเงาะโรงเรียนที่ได้รับความนิยมมากกว่าเงาะสีชมพูประมาณ 5 เท่า (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2011) และนิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศส่งผลให้มีมูลค่าการผลิตและการส่งออกเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ เพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น (กระทรวงพาณิชย์, 2011c) จึงทำให้มีเศษเหลือทิ้งจากการบริโภคและอุตสาหกรรมการผลิตเงาะกระป๋องจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกเงาะ และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าสารสกัดหยาบเปลือกเงาะส่วน methanol มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH assay ดี (IC_{50} = 4.94 ± 0.26 μg/ml) (Thitilertdecha et al., 2008) และพบสารบริสุทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบ คือ corilagin, ellagic acid และ geraniin ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน (Thitilertdecha et al., 2010) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยระบุว่า สารสกัดหยาบเปลือกเงาะที่สกัดด้วย 95% ethanol เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่ดีและมีความปลอดภัยสูงต่อ normal cells เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH assay (IC_{50} = 0.006 ± 0.003 mg/ml) และ ABTS assay (TEAC value = 3.074 ± 0.003 mM/mg) ซึ่งสารสกัดหยาบนี้ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อ caco-2 cells (Human colon adenoma) และ PBMC (peripheral blood mononuclear cells) ที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 100 μg/ml (Okonogi et al., 2007) และพบว่าไม่เป็นพิษต่อ normal mouse fibroblast cells อีกด้วย (Palanisamy et al., 2008)

นอกจากนี้กลุ่มผู้วิจัยได้ทดลองพัฒนาวิธีการสกัดเปลือกเงาะพันธุ์โรงเรียนด้วย 70% ethanol และสกัดต่อโดย liquid–liquid extraction technique ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ ตามลำดับขั้ว เพื่อค้นหาสารสกัดส่วนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่างานวิจัยข้างต้น พบว่าสารสกัดหยาบเปลือกเงาะส่วน ethyl acetate และ 70% ethanol มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วย ABTS assay (IC_{50} = 2.915 ± 0.022 และ 4.447 ± 0.047 μg/ml ตามลำดับ) ดีกว่าสารมาตรฐานวิตามินซี (IC_{50} = 6.288 ± 0.098 μg/ml) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a; 2011b) และเมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธีอื่น ๆ เช่น DPPH assay และ β-carotene/linoleic acid assay พบว่าสารสกัดหยาบเปลือกเงาะส่วน ethyl acetate แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารสกัดส่วนอื่น ๆและสารมาตรฐาน (Solawat and Sodjit, 2011) และไม่เป็นพิษต่อ vero cells (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a) และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดเปลือกเงาะส่วน ethyl acetate ซึ่งมีปริมาณ

ของฟีนอลิครวมมากที่สุด (45.50 ± 0.866 g GAE/100 g crude) พบสารสำคัญในกลุ่มฟีนอลิค ได้แก่ ferulic, gallic และ rosmarinic acids มากกว่าส่วนสกัดอื่น ๆ ยังมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เช่นกัน และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟีนอลิครวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ($r = 0.955$) (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a; 2011b)

2.2.5 มะขาม

มะขาม หรือ Tamarind เป็นพืชตระกูลถั่ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tamarindus indica* อยู่ในวงศ์ Leguminosae-Caesalpiniaceae ซึ่งสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย และจำแนกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ มะขามหวาน เช่น พันธุ์สีชมพู อินทผาลัม สีทอง ขันตี และน้ำผึ้ง เป็นต้น และมะขามเปรี้ยวซึ่งยังไม่มีการจำแนกพันธุ์ มะขามจัดเป็นเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย สามารถส่งเป็นสินค้าออกในรูปผลิตภัณฑ์แห้ง ซึ่งทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายล้านบาท ดังนั้นในแต่ละปีจึงมีเมล็ดมะขามเหลือจากการผลิตเป็นจำนวนหลายหมื่นตัน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2008) จากการศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของเมล็ดมะขาม พบว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งส่วนเนื้อในเมล็ดมะขามและเปลือกเมล็ดมะขาม โดยเนื้อในเมล็ดมะขามมีเจลโลสอยู่ถึง 60% ซึ่งเจลโลสนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับสารประเภทกัมจากธรรมชาติและกัมสังเคราะห์ เช่น นำไปใช้ในอุตสาหกรรมเส้นใย เครื่องสำอาง และเภสัชกรรม เป็นต้น (ทะนง ภัครัชพันธุ์, 2525) ส่วนเปลือกเมล็ดมะขามซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมทำกัม พบว่ามีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์สามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอางและเภสัชกรรมได้

โดยสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขาม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าวิตามินซีซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Lourith et al., 2009; Siddhuraju, 2007) และมีรายงานองค์ประกอบทางเคมีของสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) เช่น 3-hydroxy-3',4'-dihydroxyacetophenone, methyl 3,4-dihydroxybenzoate, 3,4-dihydroxyphenyl acetate และ (-)-epicathechin (Tsuda et al., 1994) สารกลุ่ม procyanidins (Sudjareon et al., 2005) รวมทั้งการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมะขามด้วยวิธี SCF (CO_2) และการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายคือ ethanol จะให้ (-)-epicathecin ในปริมาณที่สูงกว่าการสกัดด้วยวิธีอื่น ๆ (Luengthanaphol et al., 2004) และจากข้อมูลของกลุ่มผู้วิจัยที่ได้ปรับวิธีการเตรียมสารสกัดที่ไม่ยุ่งยากและต้นทุนต่ำ สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในระบบอุตสาหกรรม พบว่าเปลือกเมล็ดมะขามส่วน ethyl acetate ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าส่วนสกัดอื่น ๆ โดยเฉพาะพันธุ์สีชมพู (IC_{50} = 1.436 μg/ml) ซึ่งดีกว่าวิตามินซี (IC_{50} = 3.139 μg/ml) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามหวานมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลิครวม ($r = 0.9025$) (ณัฐยา เหล่าฤทธิ์ และ มยุรี กัลยาวัฒนกุล, 2553; Kanlayavattanakul and Lourith, 2012)

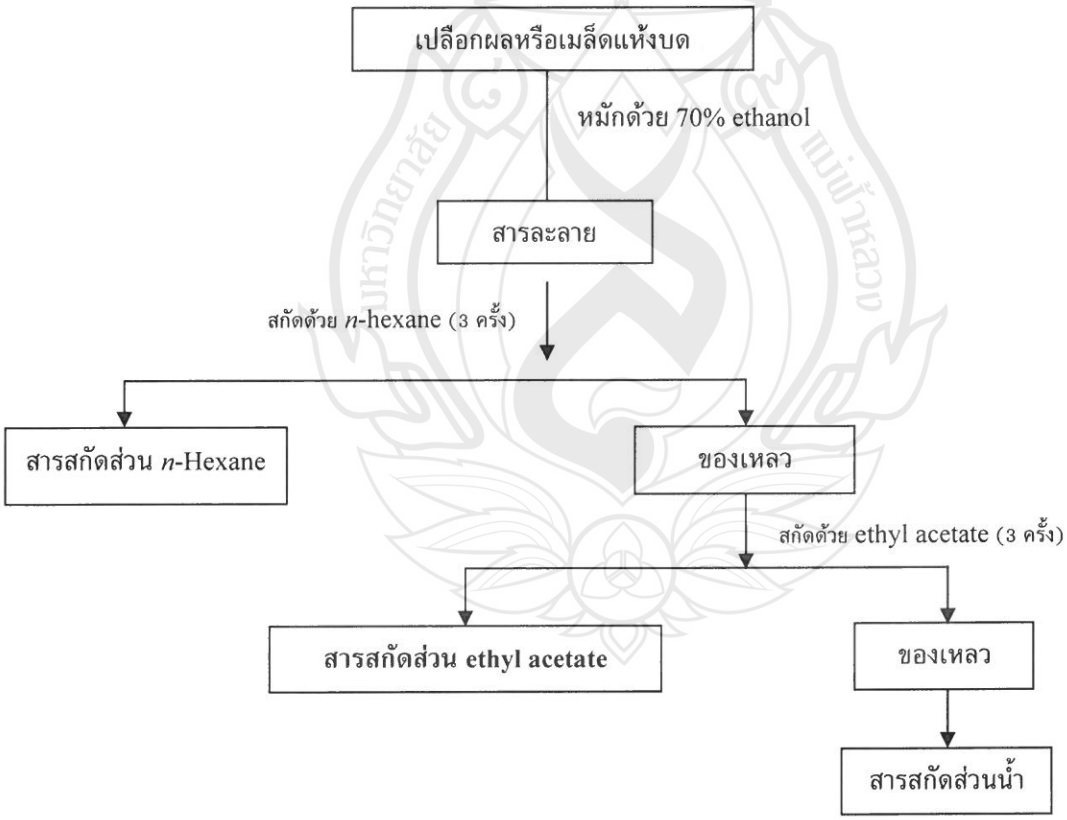
บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ทำการศึกษาวิจัยที่ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ เงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม

ด้วยวิธี liquid-liquid extraction (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Kanlayavattanakul et al., 2012; Pongpunyayuen and Lourith, 2011a)



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัด

นำสารสกัดส่วน ethyl acetate เพียงส่วนเดียวไปหาปริมาณฟีนอลิครวมเพื่อควบคุมคุณภาพของสารสกัดและ ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ต่อ เนื่องจากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าสารสกัดส่วนนี้ แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ดีกว่าสารสกัดส่วนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Kanlayavattanakul et al., 2012; Pongpunyayuen and Lourith, 2011a)

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Kanlayavattanakul et al., 2012)

3.2.1 เตรียมสารมาตรฐาน คือ gallic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ และสารทดสอบ ใน methanol

3.2.2 การทำปฏิกิริยา

เติมสารตัวอย่าง, Folin Ciocalteu reagent, 7.5% sodium carbonate และน้ำกลั่น และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm

3.2.3 เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานของสารละลาย gallic acid แสดงในรูป g gallic acid equivalent/100 g ของสารสกัด (g GAE/100 g extract)

3.3 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วย superoxide anion scavenging assay (Zou et al., 2004)

3.3.1 เตรียม superoxide anion radicals ใน Tris-HCl buffer (16 mM, pH 8.0) ซึ่งมี 78 μM reduced β-nicotinamide adenine dinucleotide (NADH), 50 μM nitroblue tetrazolium (NBT) และสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (15.63 - 500 μg/ml)

3.3.2 เติม 10 μM phenazin methosulfate (PMS) และ incubate

3.3.3 วัดค่าการดูดกลืนที่ 560 nm

3.3.4 คำนวณประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ elastase (Thring et al., 2009)

3.4.1 เตรียม Tris-HCl puffer (0.2 mM, pH 8.0) เอนไซม์ Porcine pancreatic elastase ความเข้มข้น 3.33 mg/ml และ *N*-succinyl-Ala-Ala-Ala-*p*-nitroaniline (AAAPVN) ความเข้มข้น 1.6 mM

3.4.2 บ่มเอนไซม์กับสารที่ต้องการทดสอบ และ AAAPVN แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 nm ก่อน และหลังการทำปฏิกิริยา

3.4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ elastase กับ สารมาตรฐาน

3.4.4 คำนวณประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ collagenase (Thring et al., 2009)

3.5.1 เตรียม Tricine buffer (520 mM, pH 7.5) เอนไซม์ collagenase ความเข้มข้น 0.8 units/ml และ *N*-[3-(2-furyl) acryloyl]-Leu-Gly-Pro-Ala (FALGPA) ความเข้มข้น 2 mM

3.5.2 บ่มสารที่ต้องการทดสอบกับเอนไซม์ และ FALGPA แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ 340 nm

3.5.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ elastase กับ สารมาตรฐาน

3.5.4 คำนวณประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์

3.6 รวบรวม วิเคราะห์ สรุป และรายงานผลการทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการเตรียมสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ เงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม

ตารางที่ 4-1 สารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ เงาะและเปลือกเมล็ดมะขามต่อน้ำหนักเปลือกแห้ง

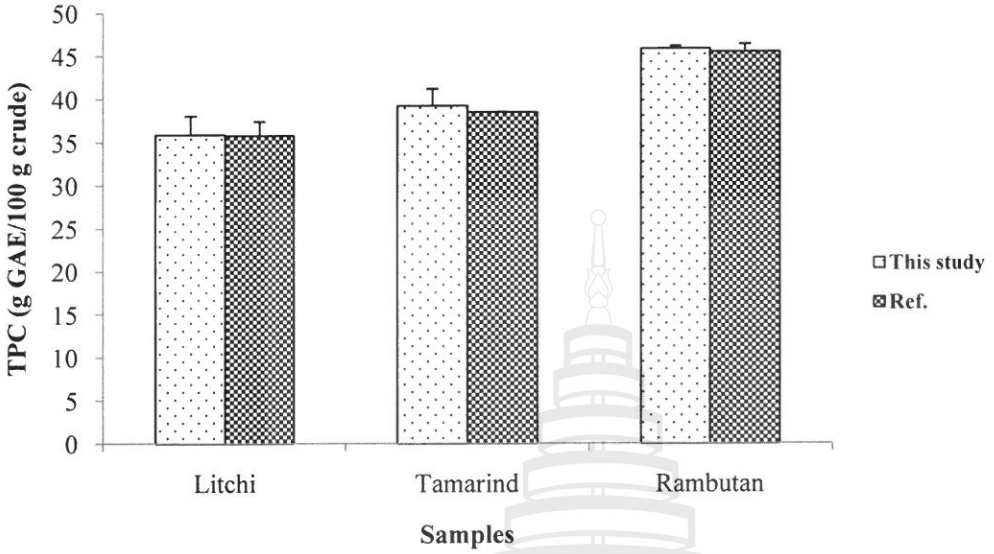
ตัวอย่างพืช	น้ำหนักเปลือกแห้ง (g)	น้ำหนักสารสกัด (g)	ร้อยละผลผลิตต่อน้ำหนักแห้ง (%w/w)
เปลือกลิ้นจี่	105.8	1.04	0.98
เปลือกเงาะ	143.2	0.89	0.62
เปลือกเมล็ดมะขาม	156.3	0.70	0.45

การสกัดสารตัวอย่างส่วน ethyl acetate คือ เปลือกผลลิ้นจี่ สละ และเปลือกเมล็ดมะขาม พบว่าร้อยละของผลผลิตต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่างมีปริมาณแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-1 โดยสารสกัดทั้งสามชนิดมีลักษณะเป็นผงแห้งสีน้ำตาล นำสารสกัดที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิครวมต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม

นำสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ เงาะ และเปลือกเมล็ดมะขามส่วน Ethyl acetate (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Kanlayavattanakul et al., 2012; Pongpunyayuen and Lourith, 2011a) ไปวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม (TPC) เพื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ดังแสดงผลในภาพที่ 4-1

ปริมาณฟีนอลิครวมที่ได้จากสารสกัด เปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม ที่ได้จากการเตรียมสารสกัดมีปริมาณใกล้เคียงกับการสกัดจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012; Kanlayavattanakul et al., 2012; Pongpunyayuen and Lourith, 2011a) แสดงว่าการเตรียมสารสกัดด้วยวิธีการเตรียมนี้เหมาะสม และสามารถควบคุมคุณภาพของสารสกัด (Antignac et al., 2011) จากวิธีการเตรียมนี้ จึงนำสารสกัดเหล่านี้ไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี superoxide anion scavenging assay



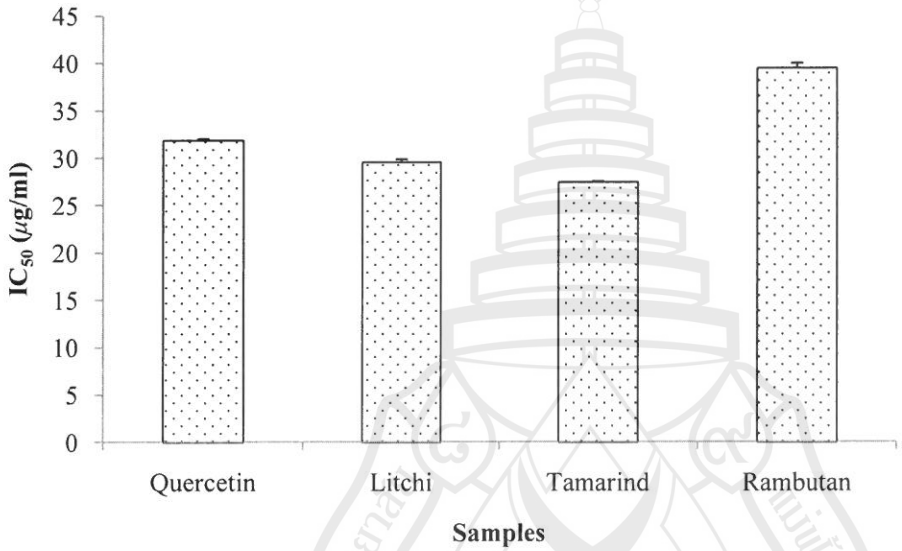
ภาพที่ 4-1 ปริมาณฟีนอลิครวมในสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ เงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม

4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย superoxide anion scavenging assay

นำสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม มาทดสอบอนุมูลอิสระ superoxide anion ($O_2^{\bullet-}$) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระหลักที่ก่อให้เกิดการอักเสบ ส่งผลให้ผิวหนังเหี่ยวย่น และเป็นองค์ประกอบสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดสิว เพราะจะกระตุ้นให้ *Propionibacterium acnes* ทำงานได้ดีขึ้น และสร้าง $NF_{\kappa}B$ และ TNF ให้มากยิ่งขึ้นส่งผลต่อ T lymphocytes และ keratinocytes กระตุ้นการหลั่ง IL, TNF, IFN, LPS, TGF และ PG รวมถึง GM-CSF ก่อให้เกิด microcomedones ซึ่งพัฒนาต่อไปเป็น comedones และสิวอักเสบ (Kapoor et al., 2009) รวมถึงการเร่งปฏิกิริยา lipid peroxidation ของผิวหนัง (Kanlayavattanakul and Lourith, 2011)

สารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ในการต้าน $O_2^{\bullet-}$ ได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ รวมถึงสารมาตรฐาน quercetin เช่นเดียวกับสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ (ภาพที่ 4-2) แต่อย่างไรก็ตามสารสกัดเปลือกผลเงาะ ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิครวมสูงที่สุด แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ superoxide anion ต่ำกว่าสารสกัดอื่น ซึ่งอาจเกิดจากองค์ประกอบของสารกลุ่มฟีนอลิคในสารสกัด โดยในสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ มีสารประกอบฟีนอลิคขนาดเล็ก คือ gallic acid เป็นองค์ประกอบหลัก (Kanlayavattanakul et al., 2012) ในขณะที่เปลือกเงาะมี ferulic acid (Pongpunyayuen and Lourith, 2011a) ในขณะที่เปลือกเมล็ดมะขามมี epigallocatechin ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิคที่มีขนาดใหญ่มากกว่า gallic acid และ ferulic acid เป็นองค์ประกอบหลัก (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012) โดยโครงสร้างของฟีนอลิคมีผลต่อกลไกการต้าน

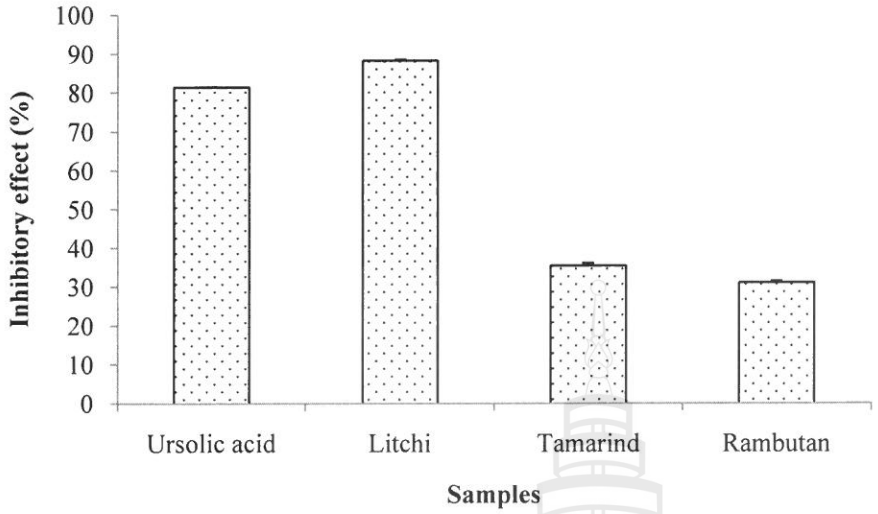
อนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆกัน แตกต่างกันตามไปด้วย โดยฟีนอลิคที่มีขนาดเล็กและสามารถให้อิเล็กตรอนเดี่ยวจะว่องไวต่อ DPPH$^{\bullet}$ radical ได้ดีกว่า ABTS$^{\bullet+}$ ซึ่งต้องมีขนาดโมเลกุลของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีขนาดใหญ่กว่า และสามารถให้ anion radical เพียงหนึ่งตัว หรือ 2 neutral radicals หรือ 2 electrons (Kanlayavattanakul and Lourith, 2011) ดังนั้นสารประกอบฟีนอลิคที่สามารถต้าน $O_2^{\bullet-}$ จึงต้องมีขนาดโมเลกุลใหญ่มากพอที่จะรับ anion radical ได้ ซึ่งสอดคล้องกับฟีนอลิคในเปลือกเมล็ดมะขามที่มี epigallocatechin เป็นองค์ประกอบหลัก (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012)



ภาพที่ 4-2 ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ $O_2^{\bullet-}$ ของสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

4.4 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์ elastase

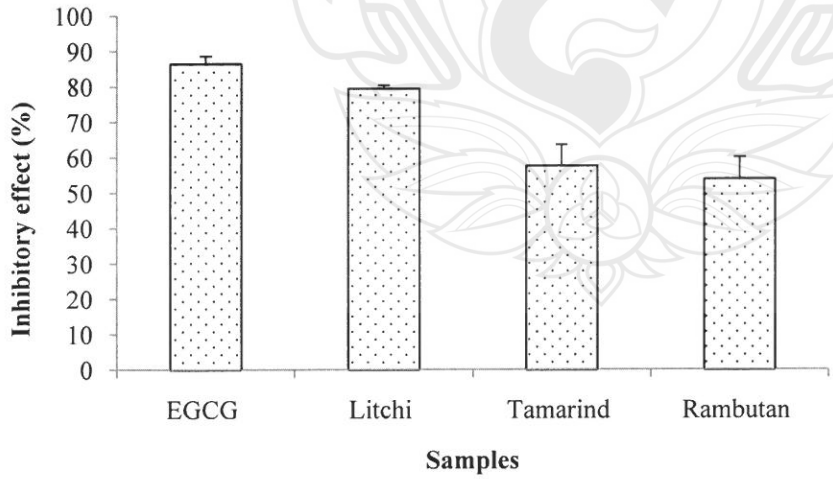
จากนั้น นำสารสกัดไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ที่ย่อยสลายเส้นใย elastin ซึ่งมีอยู่ในผิวหนัง 2-4% ทำหน้าที่ให้ความยืดหยุ่นผิว ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/ml เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ursolic acid (0.125 mg/ml) พบว่าสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่สามารถยับยั้งเอนไซม์ elastase ได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ เปลือกเมล็ดมะขาม และเปลือกเงาะตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-3 โดยสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ ที่ความเข้มข้นมากกว่าสารมาตรฐาน 2 เท่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ใกล้เคียงกัน ถึงแม้จะมีความบริสุทธิ์น้อยกว่า ซึ่งสารสกัดเปลือกผลไม้ที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ มีศักยภาพและมีแนวโน้มที่ดีในการป้องกันการเกิดริ้วรอยในผิวหนัง อันเนื่องมาจากการสลายตัวของเส้นใย elastin ได้ใกล้เคียงกับสารสกัดชาขาว และดีกว่าสารสกัดชาเขียวและสารสกัดทับทิม ที่ยับยั้งเอนไซม์ elastase ได้ 89, 10 และ 15% ตามลำดับ เมื่อทดการทดสอบด้วยวิธีการเดียวกัน (Thring et al., 2009)



ภาพที่ 4-3 ประสิทธิภาพในการต้านเอนไซม์ elastase ของสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

4.5 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์ collagenase

ศึกษาศักยภาพในการต้านการเกิดริ้วรอยเพิ่มเติม โดยทดสอบความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ collagenase โดยมี epigallocatechin gallate (EGCG) เป็นสารมาตรฐาน ที่ความเข้มข้น 0.05 mg/ml เท่ากันพบว่าสารสกัดเปลือกผลไม้เหล่านี้ มีฤทธิ์ต้านเอนไซม์ collagenase สอดคล้องกับ เอนไซม์ elastase โดย สารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ มีฤทธิ์ดีที่สุด โดยมีฤทธิ์เทียบเท่ากับ EGCG ซึ่งทดสอบที่ความเข้มข้นเดียวกัน รองลงมาได้แก่สารสกัดเปลือกเมล็ดมะขาม และสารสกัดเปลือกเงาะ ดังแสดงในภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 ประสิทธิภาพในการต้านเอนไซม์ collagenase ของสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเงาะ และเปลือกเมล็ดมะขาม เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ collagenase เมื่อทดสอบด้วยวิธีการเดียวกัน สารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ ฤทธิ์ดีกว่าสารสกัดชาขาว ที่ยับยั้งเอนไซม์ collagenase 87% ที่ความเข้มข้น 0.125 mg/ml ซึ่งสูงกว่า ความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกผลไม้ในการวิจัยนี้ 2.5 เท่า และมีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดชาเขียว และทับทิม (47 และ 11%) (Thring et al., 2009)

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ทางชีวภาพเมื่อทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับการเกิดริ้วรอยในผิวหนัง ดังแสดงในตารางที่ 4-2 พบว่า ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ elastase และ collagenase มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด และปริมาณฟีนอลิครวมมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ มากกว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วย superoxide anion scavenging assay ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของโครงสร้างของฟีนอลิค ที่มีต่อกลไกการต้านอนุมูลอิสระ (Kanlayavattanakul and Lourith, 2012) โดยในเปลือกผลลิ้นจี่ อาจมีฟีนอลิคที่มีขนาดโมเลกุลที่ไม่ใหญ่มากนัก สอดคล้องกับการพบ gallic acid ซึ่งเป็นฟีนอลิคที่มีขนาดเล็ก เป็นสารประกอบหลักในเปลือกผลลิ้นจี่ (Kanlayavattanakul et al., 2012) ในขณะที่ฟีนอลิคที่สามารถแทรกสอดโมเลกุลเข้าไปเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ elastase และ collagenase น่าจะมีขนาดเล็ก จึงทำให้เปลือกผลลิ้นจี่ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง superoxide anion น้อยกว่า สามารถต้านเอนไซม์ได้ดีกว่านั่นเอง

นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม เป็นทางเลือกในการควบคุมคุณภาพของสารสกัด และฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ elastase และ collagenase ซึ่งเป็นการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีต้นทุนสูง และใช้ทักษะในการวิจัย ที่ซับซ้อนกว่า การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม

ตารางที่ 4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ทางชีวภาพเมื่อทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

	TPC	Anti-$O_2^{\bullet-}$	Anti-elastase	Anti-collagenase
Anti-$O_2^{\bullet-}$	0.7694		0.2236	0.1708
Anti-elastase	0.7020	0.2236		0.9956
Anti-collagenase	0.6396	0.1708	0.9956	

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลไม้ 3 ชนิด ด้วย superoxide anion scavenging assay พบว่าสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ในการต้าน $O_2^{\bullet -}$ ได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ รวมถึงสารมาตรฐาน quercetin เช่นเดียวกับสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ และเมื่อนำสารสกัดเปลือกผลไม้เหล่านี้ ไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสลายของเส้นใย elastin และ collagen ที่ทำหน้าที่ให้ความยืดหยุ่นผิว พบว่าสารสกัดเปลือกผลลิ้นจี่ มีฤทธิ์ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดเปลือกเมล็ดมะขาม และสารสกัดเปลือกเงาะ นอกจากนี้ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ collagenase มีความสอดคล้องกับฤทธิ์ต้านเอนไซม์ elastase (r = 0.9956) และการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิครวม ยังสามารถใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมคุณภาพสารสกัด ทั้งในด้านปริมาณสารสำคัญ และฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ elastase และ collagenase (r = 0.7020 และ 0.6396)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลงานวิจัยนี้ เป็นแนวทางสำคัญในการนำสารสกัด ซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ ควรศึกษาวิจัยกลไกการเกิดริ้วรอยในระดับเซลล์เพาะเลี้ยงเกี่ยวกับผิวหนัง เช่น normal human skin fibroblast เป็นต้น รวมถึงการทดสอบประสิทธิภาพในการลดเลือนริ้วรอยในอาสาสมัครเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรมส่งเสริมการเกษตร. เงาะ.http://ssnet.doae.go.th/ssnet2/ Library/ plant/rambutan.htm. Retrieved on March 18, 2011.

กระทรวงพาณิชย์. กรมการค้าภายใน. สำนักส่งเสริมสินค้าการเกษตร. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลิ้นจี่สดแยกรายประเทศ. http://agri.dit.go.th. Retrieved on October 6, 2011a.

กระทรวงพาณิชย์. กรมการค้าภายใน. สำนักส่งเสริมสินค้าการเกษตร. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลิ้นจี่กระป๋อง แยกรายเดือน. http://agri.dit.go.th. Retrieved on October 6, 2011b.

กระทรวงพาณิชย์. กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเงาะสด. http://agri.dit.go.th/web_dit_sec3/admin/uploadfiles/upload_files/ส่งออกเงาะสดรายเดือนปี%2048-53. Retrieved on March 18, 2011c.

ณัฐยา เหล่าฤทธิ์, มยุรี กัลยาวัฒนกุล. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามหวานไทยพันธุ์ต่าง ๆ. รายงานการวิจัยงบประมาณสนับสนุนจากเงินรายได้ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ประจำปีงบประมาณ 2553. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้า-หลวง เชียงราย. 2553.

ณัฏฐา รัชตะนาวิน. สารต้านอนุมูลอิสระ. ในแสงแดดและผิวหนัง. กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 433-449, 2547.

มยุรี กัลยาวัฒนกุล, ณัฐยา เหล่าฤทธิ์, อุรชา รักษ์ตานนท์ชัย. การประเมินฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกผลลิ้นจี่ สละ และเปลือกเมล็ดละมุด. รายงานการวิจัยงบประมาณสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ประจำปีงบประมาณ 2553. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย. 2553.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. การปลูกมะขาม. http://web.ku.ac.th/agri/tamarind. Retrieved on Feb 8, 2008.

ทะนง ภัครัชพันธุ์. เปรียบเทียบวิธีการปอกเปลือกและการสกัดกัมจากเมล็ดมะขาม. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์, ปีที่ 16, เล่มที่ 2 (ก.ค.-ธ.ค. 2525), 74-81, 2525.

Antignac E., Nohynek G.J., Re T., Clouzeau J., Toutain H. Safety of botanical ingredients in personal care product smetics. *Food Chem. Toxicol.* **49**, 324-341, 2011.

Arvanitoyannis IS, Varzakas TH. Fruit/frui ce waste management: treatment methods and potential uses of treated waste. *In*: Waste management for the food industries. IS. Arvanitoyannis, ed. Elsevier: Hellas, 569-628, 2008.

de Pascual-Teresa S, Sanchez-Ballesra MT. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochem. Rev.* **7**, 281-299, 2008.

Kanlayavattanakul M, Lourith N. Therapeutic agents and herbs in topical application for acne treatment. *Int. J. Cosmet. Sci.* **33**, 289-297, 2011.

Kanlayavattanakul M, Lourith N. Sapodilla seed coat as a multifunctional ingredient for cosmetic applications. *Process Biochem.* **46**, 2215-2218, 2011.

Kanlayavattanakul M, Lourith N. Biologically active phenolics in seed coat of three sweet *Tamarindus indica* varieties grown in Thailand. *Adv. Sci. Eng. Med.* **4**, 511-516, 2012.

Kanlayavattanakul M, Ospondpant D, Raktanonchai U, Lourith N. Biological activity assessment and phenolic compounds characterization from the fruit pericarp of *Litchi chinensis* for cosmetic application. *Pharm. Biol.* **50**, 1384-1390, 2012.

Kapoor VK, Dureja J, Chadha R. Herbals in the control of ageing. *Drug Discov. Today* **14**, 992-998, 2009.

Leong LP, Shui G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore market. *Food Chem.* **76**, 69-75, 2002.

Liu L, Xie B, Cao S, Yang E, Xu X, Guo S. A-type procyanidins from *Litchi chinensis* pericarp with antioxidant activity. *Food Chem.* **105**, 1446-1451, 2007.

Lourith N, Kanlayavattanakul M, Chanpirom S. Free radical scavenging efficacy of Tamarind seed coat and its cosmetics applications. *J. Health Res.* **23**, 159-162, 2009.

Luengthanaphol S, Mongkholkhajornsilp D, Douglas S, Douglas PL, Pengsopa L, Pongamphai S. Extraction of antioxidants from sweet Thai tamarind seed coat-preliminary experiments. *J. Food Eng.* **63**, 247-252, 2004.

Okonogi S, Duangrat S, Anuchpreeda S, Tachakittirungrod S, Chowwanapoonpohn S. Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. *Food Chem.* **103**, 839-846, 2007.

Osponpant D. Antioxidant activities and cytotoxicity of Litchi peel extracts. Special project in Bachelor of Science in Cosmetic Science. Mae Fah Luang University, 2011.

Palanisamy U, Ming CH, Masilamani, TSubramaniam T, Ling LT, Radhakrishnan AK. Rind of rambutan, *Nephelium lappaceum*, a potential source of natural antioxidants. *Food Chem.* **109**, 54-63, 2008.

Pillai S, Oresajo C, Hayward J. Ultraviolet radiation and skin aging: roles of reactive oxygen species, inflammation and protease activation and strategies for prevention of inflammation-induced matrix degradation – a review. *Int. J. Cosmet. Sci.* **27**, 17-34, 2005.

Pongpunyayuen P, Lourith N. Radical scavenging activity and phenolic compounds in rambutan peels extracts. PACCON 2011 Conference. Bangkok, Thailand. January 5-7, 2011a.

Pongpunyayuen P, Lourith N. Appraisal of antityrosinase activity and phenolic compounds from Rambutan peels for cosmetics. *In*: The 3rd International Conference on Natural Products for Health and Beauty. Bangkok, Thailand, March 16-18, 2011b.

Prasad KN, Yanf B, Yang S, Chen Y, Zhao M, Ashraf M, Jiang Y. Identification of phenolic compounds and appraisal of antioxidant and tyrosinase activities from Litchi (*Litchi sinensis* Sonn.) seeds. *Food Chem.* **166,** 1-7, 2009.

Rangkadilok N, Sitthimonchai S, Worasuttayangkurn L, Mahidol C, Ruchirawat M, Satayavivad J. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food Chem. Toxicol.* **45,** 328-336, 2007.

Schieber A, Stintzing FC, Carle R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. *Trend Food Sci. Technol.* **12**, 401-413, 2001.

Shahidi F, Chandrasekara A. Hydroxycinnamates and their *in vitro* and *in vivo* antioxidant activities. *Phytochem. Rev.* **9**, 147-170, 2010.

Siddhuraju P. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated *Tamarindus indica* seed coat. LWT. **40**, 982-990, 2007.

Solawat P, Sodjit W. Pilot study of Rambutan peel extracts for cosmetic utilization. Special Project. Mae Fah Luang University. 2011.

Song YY, Barlow PJ. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chem.* **88**, 411-417, 2004.

Sudjareon Y, Haubner R, Würtele G, Hull WE, Erben G, Spiegelhalder B, Changbumrung S, Bartsch H, Owen RW. Isolation and structure elucidation of phenolic antioxidants from Tamarind (*Tamarindus indica* L.) seeds and pericarp. *Food Chem. Toxicol.* **43**, 1673-1682, 2005.

Thitilertdecha N, Teerawutgulrag A, Rakariyatham N. Antioxidant and antibacterial activities of *Nephelium lappaceum* L. extracts. *LWT*, **40**, 2029-2035, 2008.

Thitilerdecha N, Teerawutgulrag A, Kilburn J, Rakariyatham N. Identification of major phenolic compounds from *Nephelium lappaceum* L. and their antioxidant activities. *Molecules* **15**, 1453-1465, 2010.

Thring TSA, Hili P, Naughton DP. Anti-collagenase, anti-elastase and anti-oxidant activities of extracts from 21 plants. *BMC Comp. Alt. Med.* doi:10.1186/1472-6882-9-27, 2009.

Todd AM. The Aesthetic Turn in Green Marketing: Environmental Consumer Ethics of Natural Personal Care Products. *Ethics Environ.* **9**, 86-102, 2004.

Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Yamamoto A, Kawakishi S, Osawa T. Antioxidant components isolated from the seed of Tamarind (*Tamarindus indica* L.). *J. Agric. Food Chem.* **42**, 2671-2674, 1994.

Wickens AP. Ageing and the free radical theory. *Res Physiol.* **128**, 379-391, 2001.

White IR. Plant products in perfumes and cosmetics. *Sem. Dermatol.* **15**, 78-82, 1996.

Zhang Z, Xuequn P, Yang C, Ji Z, Jiang Y. Purification and structural analysis of anthocyanins from litchi pericarp. *Food Chem.* **84**, 601-604, 2004.

Zheng G, Xu L, Wu P, Xie H, Jiang Y, Chen F, Wei X. Polyphenol from longan seeds and their radical-scavenging activity. *Food Chem.* **116,** 433-436, 2009.

Zou Y, Lu Y, Wei D. Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum* L. *in vitro*. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 5032–5039, 2004.

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐยา เหล่าฤทธิ์

สังกัด สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ต. ท่าสุด อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

โทรศัพท์ 0-5391-6834 โทรสาร 0-5391-6931

E-mail: nattayal@mfu.ac.th

ประวัติการเผยแพร่ผลงานวิจัย (ตั้งแต่ปี คศ. 2008 – ปัจจุบัน)

1. Kanlayavattanakul M., **Lourith N.** Carboxymethylglucan in cosmetics. Thai Pharm. Health Sci. J. 3 : 378-382, 2008.

2. **Lourith N.** Natural colors. SCCT newsletter. 3 : 14-15, 2008 (in Thai).

3. Ruamrak C., **Lourith N**. and Natakankitkul S. Comparison of clinical efficacies of sodium ascorbyl phosphate, retinol and their combination in acne treatment. Int. J. Cosmet. Sci. 3: 41-46, 2009.

4. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Natural surfactants used in cosmetics : glycolipids. Int. J. Cosmet. Sci . 31: 255-261, 2009.

5. Lawan K., Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Antimicrobial efficacy of caprylyl glycol and ethylhexylglycerine in emulsion. J. Health Res. 23: 1-3, 2009.

6. Kanlayavattanakul M., Phrutivorapongkul A., **Lourith N.**, Ruangrungsi N. Pharmacognostic specification of *Naringi crenulata* stem wood. J. Health Res. 23: 65-69, 2009.

7. Patin R., Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Aromatherapy and essential oils in Thai spa business. IJPS. 5: 160-166, 2009.

8. **Lourith N**., Kanyalavattanakul M., Chanpirom, S. Free radical scavenging efficacy of Tamarind seed coat and its cosmetics application. J. Health Res. 23: 159-162, 2009.

9. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Lipopeptides in cosmetics. Int. J. Cosmet. Sci. 32: 1-8, 2010.

10. Chuarienthong P., **Lourith N**., Leelapornpisid P. Clinical efficacy comparison of anti-wrinkle cosmetics containing herbal flavonoids. Int. J. Cosmet. Sci. 32: 99-106, 2010.

11. **Lourith N.,** Kanlayavattanakul M. Oral malodor and active ingredients for treatment. Int. J. Cosmet. Sci. 32: 321-329, 2010.

12. Kanlayavattanakul M., **Lourith N.** Ferulic acid in paper mulberry and its waste water from pulps production. J. Chem. Chem. Eng. 4: 58-62, 2010.

13. **Lourith N.** Herbs for hair loss. SCCT newsletter. 1: 9-11, 2010 (in Thai).

14. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Therapeutic agents and herbs in topical application for acne treatment. Int. J. Cosmet. Sci. 33: 289-297, 2011.

15. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Body malodours and their topical treatment agents. Int. J. Cosmet. Sci. 33: 298-311, 2011.

16. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M., Pongpunyayuen S. Botanical arbutin from *Naringi crenulata*. Cosmetics: Types, Allergies and Applications. (Ed.; Hayes, LM) Nova Science Publishers, Inc.: New York. ISBN: 978-1-61761-761-4.

17. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Sapodilla seed coat as a multifunctional ingredient for cosmetic applications. Process Biochem. 46: 2215-2218, 2011.

18. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Biological activity and stability of mangosteen as a potential natural color. Biosci. Biotechnol. Biochem. 75: 2257-2259, 2011.

19. Charoennit P., **Lourith N**. Validated UV-spectrophotometric method for the evaluation of the efficacy of makeup remover. Int. J. Cosmet. Sci. 34: 190–192, 2012.

20. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M., Pongpunyayuen S., Chaiwarith J. Characterization of arbutin and kojic acid in *Naringi crenulata.* Household and Personal care Today 7: 20-21, 2012.

21. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Thanaka loose powder and liquid foundation preparations. Household and Personal care Today 7: 30-32, 2012.

24. Kanlayavattanakul M, **Lourith N.** Sunscreen liquid foundation containing *Naringi crenulata* powder. Adv. Mat. Res. 506: 583-586, 2012.

22. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Antioxidant color of purple glutinous rice (*Oryza sativa*) color and its stability for cosmetic application. Adv. Sci. Lett. 17: 302-305, 2012.

23. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Biologically active phenolics in seed coat of three sweet *Tamarindus indica* varieties grown in Thailand. Adv. Sci. Eng. Med. 4: 511-516, 2012.

24. Kanlayavattanakul M., Ospondpant D., Ruktanonchai U., **Lourith N**. Biological activity assessment and phenolic compounds characterization from the fruit pericarp of *Litchi chinensis* for cosmetic application. Pharm. Biol. 50: 1384-1390, 2012.

25. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Spent coffee as a rich source of antioxidant appraisal for cosmetic applications. Adv. Sci. Eng. Med. 5: 173-176, 2013.

26. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Antioxidant activities and phenolics of *Passiflora edulis* seed recovered from juice production residue. J. Oleo Sci. 62: 235-240, 2013.

27. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Antioxidant and stability of dragon fruit peel colour. Agro Food Hi-Tech. 24, 56-58, 2013.

28. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**., Ospondpant D., Ruktanonchai U., Pongpunyayuen S., Chansriniyom C. Salak plum peel extract as a safe and efficient antioxidant appraisal for cosmetics. Biosci. Biotecnol. Biochem. 77, 1068-1074, 2013.

29. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Appraisal of Thai glutinous rice husk for health promotion products. J. Cereal Sci. 57, 343-347, 2013.

30. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Hair loss and herbs for treatment. J. Cosmet. Dermatol. 12: 210-222, 2013.

31. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**., Janwattanapol J. Extraits and absolutes of Thai *Plumeria obtusa* L. flowers and their preference for cosmetics. Household and Personal care Today 8: 25-28, 2013.

32. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Antioxidant activity and stability of natural colour recovered from Roselle juice production. Agro Food Hi-Tech. 24: 56-58, 2013.

33. Tadtong S., Kanlayavattanakul M., **Lourith N.** Neuritogenic and neuroprotective activities of fruit residues. Nat. Pro. Comm. 8: 1583-1586, 2013.

34. Kanlayavattanakul M., Kitsiripaisarn S., **Lourith N**. Aroma profiles and preferences of *Jasminum sambac* L. flowers grown in Thailand. J. Cosmet. Sci. 64: 483-493, 2013.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย 1

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี กัลยาวัฒนกุล

สังกัด สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ต. ท่าสุด อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

โทรศัพท์ 0-5391-6832 โทรสาร 0-5391-6931

E-mail: mayuree@mfu.ac.th

ประวัติการเผยแพร่ผลงานวิจัย (ตั้งแต่ปี คศ. 2008 – ปัจจุบัน)

บทความวิชาการ

1. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Carboxymethylglucan in cosmetics. Thai Pharm. Health Sci. J. 3: 378-382, 2008.

2. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**. Natural surfactants used in cosmetics : glycolipids. Int. J. Cosmet. Sci. 31: 255-261, 2009.

3. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Lipopeptides in cosmetics. Int. J. Cosmet. Sci. 32: 1-8, 2010.

4. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**. Oral malodor and active ingredients for treatment. Int. J. Cosmet. Sci. 32: 321-329, 2010.

5. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Therapeutic agents and herbs in topical application for acne treatment. Int. J. Cosmet. Sci. 33: 289-297, 2011.

6. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Body malodours and their topical treatment agents. Int. J. Cosmet. Sci. 33: 298-311, 2011.

7. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**. Hair loss and herbs for treatment. J. Cosmet. Dermatol. 12: 210-222, 2013.

งานวิจัย

1. Lawan K, **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Antimicrobial efficacy of caprylyl glycol and ethylhexylgly- cerine in emulsion. J. Health Res. 23: 1-3, 2009.

2. **Kanlayavattanakul M**, Phrutivorapongkul A, Lourith N, Ruangrungsi N. Pharmacognostic specification of *Naringi crenulata* stem wood. J. Health Res. 23: 65-69, 2009.

3. Patin R, **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Aromatherapy and essential oils in Thai spa business. IJPS. 5: 160-166, 2009.

4. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**, Chanpirom S. Free radical scavenging efficacy of Tamarind seed coat and its cosmetics application. J. Health Res. 23: 159-162, 2009.

5. Futrakul B, **Kanlayavatanakul M**, Krisdaphong P. Biophysics evaluation of polysaccharide gel from durian's fruit hulls for skin moisturizer. Int. J. Cosmet. Sci. 32: 211-215, 2010.

6. **Kanlayavattanakul M,** Lourith N. Tyrosinase inhibitory and antioxidant activities of wastewater from paper mulberry pulps production. *In*: Pure and Applied Chemistry International Conference 2010 Proceeding. January 21-23, 2010. 123-126.

7. **Kanlayavattanakul M,** Lourith N. Ferulic acid in paper mulberry and its wastewater from pulps production. J Chem. Chem. Eng. 4: 58-62, 2010.

8. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M., Pongpunyayuen S. Botanical arbutin from *Naringi crenulata*. Cosmetics: Types, Allergies and Applications. (Ed.; Hayes, LM) Nova Science Publishers, Inc.: New York. 157-164, 2011.

9. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Sapodilla seed coat as a multifunctional ingredient for cosmetic applications. Process Biochem. 46: 2215-2218, 2011.

10. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M. Biological activity and stability of mangosteen as a potential natural color. Biosci. Biotechnol. Biochem. 75: 2257-2259, 2011.

11. **Lourith N**., Kanlayavattanakul M., Pongpunyayuen S., Chaiwarith J. Characterization of arbutin and kojic acid in *Naringi crenulata.* Household and Personal care Today 7: 20-21, 2012.

12. Kanlayavattanakul M., **Lourith N**. Thanaka loose powder and liquid foundation preparations. Household and Personal care Today 7: 30-32, 2012.

13. **Kanlayavattanakul M,** Ospondpant D, Raktanonchai U, Lourith N. Biological activities assessment and phenolic compounds characterization from the fruit pericarp of *Litchi chinensis* for cosmetic applications. Pharm. Biol. 50: 1384-1390, 2012.

14. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Sunscreen liquid foundation containing *Naringi crenulata* powder. Adv. Mat. Res. 506: 583-586, 2012.

15. **Kanlayavattanakul M**, Rodchuea C, Lourith N. Moisturizing effect of alcohol-based hand rub containing okra polysaccharide. Int. J. Cosmet. Sci. 34: 280-283, 2012.

16. Lourith N, **Kanlayavattanakul M.** Antioxidant color of purple glutinous rice (*Oryza sativa*) color and its stability for cosmetic application. Adv. Sci. Lett. 17: 302-305, 2012.

17. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Biologically active phenolics in seed coat of three sweet *Tamarindus indica* varieties grown in Thailand. Adv. Sci. Eng. Med. 4: 511-516, 2012.

18. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Spent coffee as a rich source of antioxidant appraisal for cosmetic applications. Adv. Sci. Eng. Med. 5: 173-176, 2013.

19. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**. Antioxidant activities and phenolics of *Passiflora edulis* seed recovered from juice production residue. J. Oleo Sci. 62: 235-240, 2013.

20. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**. Antioxidant and stability of dragon fruit peel colour. Agro Food Hi-Tech. 24: 56-58, 2013.

21. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N, Ospondpant D, Ruktanonchai U, Pongpunyayuen S, Chansriniyom C. Salak plum peel extract as a safe and efficient antioxidant appraisal for cosmetics. Biosci. Biotecnol. Biochem. 77: 1068-1074, 2013.

22. Lourith N, **Kanlayavattanakul M**. Appraisal of Thai glutinous rice husk for health promotion products. J. Cereal Sci. 57: 343-347, 2013.

23. **Kanlayavattanakul M**, Lourith N, Janwattanapol J. Extraits and absolutes of Thai *Plumeria obtusa* L. flowers and their preference for cosmetics. Household and Personal care Today 8: 25-28, 2013.

24. Lourith N, **Kanlayavattanakul M.** Antioxidant activity and stability of natural colour recovered from Roselle juice production. Agro Food Hi-Tech. 24: 56-58, 2013.

25. Tadtong S, **Kanlayavattanakul M**, Lourith N. Neuritogenic and neuroprotective activities of fruit residues. Nat. Pro. Comm. 8: 1583-1586, 2013.

26. **Kanlayavattanakul M**, Kitsiripaisarn S, Lourith N. Aroma profiles and preferences of *Jasminum sambac* L. flowers grown in Thailand. J. Cosmet. Sci. 64: 483-493, 2013.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย 2

ดร. ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม

สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน คลองหนึ่ง

คลองหลวง ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 02-564-7100 ต่อ 76127 โทรสาร 02-564-6981

E-mail: chaisak@nanotec.or.th

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

1. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1.1 "Isolation of Acridone Alkaloids and *N*-[(4-Monoterpenyloxy)phenylethyl]-Substituted Sulfur-Containing Propanamide Derivatives from *Glycosmis parva* and Their Anti-herpes Simplex Virus Activity" **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**. *2009. Vol. 57: 1246-1250.*

2. งานวิจัยที่กำลังทำ

2.1 การพัฒนาสูตรตำรับครีมรองพื้นอนุภาคนาโนผสมสารสกัดสมุนไพรบำรุงผิวต้านริ้วรอย ทำให้ผิวกระจ่างใส ป้องกันการเกิดสิว และป้องกันแสงแดด

2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมที่มีอนุภาคนาโนของสารสกัดสมุนไพรต้านฮิสทามีน

2.4 การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์โลชันน้ำมันรำข้าวนาโนพาร์ทิเคิล

2.5 การทดสอบฤทธิ์สารสกัดสมุนไพรและพัฒนาอนุภาคนาโนสารสกัดสมุนไพรกระชับผิว

2.6 การทดสอบฤทธิ์สารสกัดสมุนไพรและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผิวขาวผสมสารสกัดสมุนไพรอนุภาคนาโน

2.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยา อาหารและเครื่องสำอางจากสารสกัดมะขามป้อมเพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2.8 การวิจัยเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์มะขามป้อมจากธรรมชาติสำหรับโครงการภูฟ้าพัฒนา

ผู้ร่วมโครงการวิจัย 3

นางสาว วลีวัลย์ เอกนัยน์

สังกัด ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง

อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 02-564-7100 ต่อ 6561 โทรสาร 02-564-6981

E-mail: waleewan@nanotec.or.th

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

1. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1.1 "Antioxidation Activity of Seed Coat Extracts from Tamarind Cultivars and Topical Preparation"

2. งานวิจัยที่กำลังทำ

2.1 การทดสอบฤทธิ์สารสกัดสมุนไพรและพัฒนาอนุภาคนาโนสารสกัดสมุนไพรกระชับผิว

2.2 การทดสอบฤทธิ์สารสกัดสมุนไพรและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผิวขาวผสมสารสกัดสมุนไพรอนุภาคนาโน

2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งฝุ่นศรีจันทร์ให้มีคุณสมบัติล้างออกง่ายและสารละลายใสโทนเนอร์