Published online: 18 October 2019

การเตรียมสารสกัดจากมะแขว่นเพื่อประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

Preparation of Ma-Kwaen (*Zanthoxylum limonella* Alston) Extract for Application in Cosmetics Product

สิริภา ธุวะคำ
อีเมล์ : 5851701291@lamduan.mfu.ac.th
หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชา วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ดร. ปัญญวัฒณ์ ปินตาทอง
ดร. ถวนันท์ ศรีพิสุทธิ์
อีเมล์: punyawatt.pin@mfu.ac.th
อีเมล์: tawanun.sri@mfu.ac.th
สำนักวิชา วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

Mae Fah Luang University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ทางชีวภาพของมะแขว่นเพื่อประโยชน์การพัฒนาเป็นโลชั่นนวดมะแขว่น โดยนำผลมะแขว่นแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ เปลือกและเมล็ด จากนั้นสกัด 2 วิธี คือ การกลั่นด้วยน้ำและการสกัดด้วยวิธีซอกห์เลตด้วยตัวทำละลาย 2 ตัว คือ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน พบว่า เปลือกที่สกัดด้วยวิธีซอกห์เลตด้วยเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 6 ชม. ให้ร้อยละของผลผลิตมากที่สุดร้อยละ 47.4±0.02 โดยน้ำหนัก การประเมินสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลที่ได้จากเปลือกมะแขว่น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีปริมาณและค่า IC_{50} เท่ากับ 149.05±3.60 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และ 0.060±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การพัฒนาตำรับโลชั่นนวดผสมสารสกัดมะแขว่นร้อยละ 0.2 พบว่า ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีทั้งในด้านความหนืด ความเป็นกรดด่าง และสี เมื่อผ่านการทดสอบในสภาวะเร่งที่ 45 และ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจจาก

ผู้ร่วมประเมิน 30 คนในผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมาก แต่เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาผสมกับน้ำมันหอมระเหยจะช่วยให้ผลประเมินอยู่ในระดับดีมากในด้านกลิ่น ความรู้สึก และผลิตภัณฑ์โดยรวม

คำสำคัญ: การพัฒนาสูตรตำรับ/มะแขว่น/ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ/ สารประกอบฟีนอลิก

Abstract

This objective of this research was to extract and evaluate phenolic content and bioactivities of Ma-Kwaen (*Zanthoxylum limonella* Alston) for application as massage lotion. The separated husk and seed of Ma-Kwaen were extracted by 2 different extraction methods including hydro distillation and soxhlet extraction using 95%ethanol and DI water. The results showed that the highest yield was obtained from the husk extracted by soxhlet-assisted extraction method using ethanol for 6 hours (47.4±0.02% w/w). Investigation of phenolic content and DPPH radical scavenging activity of Ma-Kwaen revealed that the husk extracted by ethanol for 3 hours showed the highest phenolic content and IC_{50} value of 149.05±3.60 mg GAE/g extract and 0.060±0.001 mg/ml, respectively. Development of massage lotion containing 0.2% the ethanol extract of Ma-Kwaen husk was demonstrated and found that the product had good stability in terms of viscosity, pH and colour after passing the accelerated conditions tested (45 and 5 °C, as well as ambient temperature). In addition, preference test from 30 volunteers showed that the product was ranged in good level. Further excellent satisfaction was also obtained if essential oils were added to the product in terms of smell, feel on use and overall satisfaction.

Keywords: Antioxidant activity/Formulation/Phenolic/*Zanthoxylum limonella* Alston

Mae Fah Luang University

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ค่อนข้างมีความสำคัญหรือส่งผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางของผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคนิยมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีสารสกัดจากธรรมชาติและมีส่วนประกอบของสารสังเคราะห์ทางเคมีน้อย เนื่องด้วยสารสกัดจากธรรมชาติมีสารออกฤทธิ์ที่มีผลการระคายเคืองต่อผิวหนังน้อยกว่าสารสังเคราะห์ ด้วยเหตุนี้ จึงมีการศึกษาค้นคว้าสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมากขึ้น

มะแขว่น เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดทางภาคเหนือ โดยปกติทางภาคเหนือนิยมใช้ มะแขว่นเป็นเครื่องชูกลิ่นรสในอาหารหลายประเภท เช่น ลาบ หลู้ ยำและแกงต่างๆ เพื่อช่วยให้อาหารมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ช่วยดับกลิ่นคาวและเพิ่มรสชาติของอาหาร และช่วยให้เจริญอาหาร รวมถึงใช้ทำเป็นยาสมุนไพร เนื่องจากผลแห้งมีกลิ่นหอมแรง และมีรสเผ็ดร้อน มีข้อมูลการใช้ทางพื้นบ้าน ได้แก่ ใช้รากและเนื้อไม้เป็นยาขับลมในลำไส้ ลดความดัน เป็นยาขับระดูของสตรีแต่ไม่ใช้กับหญิงมีครรภ์ ใบแก้รำมะนาด แก้ปวดฟัน เมล็ดสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหย แก้ลมวิงเวียน บำรุงโลหิต บำรุงหัวใจ ขับลม ในตำรายาจีนใช้แก้ปวดท้อง ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้อาเจียน แก้ท้องเสีย และแก้อาการปวดไส้เลื่อน นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถรักษาฟันผุ และโรคทางช่องปากได้ รายงานการวิจัยส่วนใหญ่ของมะแขว่นเกี่ยวข้องกับน้ำมันหอมระเหยจากผลแห้งนำไปศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ความเป็นพิษต่อไรทะเล และกำจัดยุงในระยะต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนั้นยังนิยมนำผลและเมล็ดนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยสำหรับใช้ทานวด ใช้เป็นส่วนผสมเครื่องสำอางหรือใช้พ่นป้องกันยุงลายได้ด้วย (ภัสรา ชวประดิษฐ์, มปป.) นอกจากจะนิยมใช้มะแขว่นเป็นเครื่องเทศในการปรุงอาหารแล้วนั้น ยังพบว่า ผลของมะแขว่นประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากมาย เช่น lupeol , alkaloid , nutaecarpine , coumarins , scopoletin , ß-pheliandrene , xanthoxyletin , sabinene , linalool , limonene , α-pinene , p-cymene และ α-terpineol (*จันทร์เพ็ญ, 2553, Itthipanichpong et al., 2002; Negi et al., 2012; Bubpawan et al., 2015*) สารสกัดผลมะแขว่นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เช่น *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia*, *Escherichia coli* และ *Vibrio cholera* (กีรติ, 2548: Nanasombut and Wimuttigosol, 2011) และยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์พิเศษบางชนิด (นัตจุฑามณ์ และคณะ, มปป; Charoenying และคณะ, 2010) น้ำมันหอมระเหย (limonella oil) ประกอบด้วย geranial , citral , neral, neryl acetate , ß-caryophyllene , ocimene และ geranyl acetate มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ *Trichophyton mentagophytes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* (*โชติรส, 2545; ณัฐกานต์และคณะ, 2557; Negi et al., 2012*)

จากข้อมูลงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำมะแขว่นมาสกัดเพื่อหาสารสกัดและศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญเพื่อใช้เกิดประโยชน์ทางเครื่องสำอาง เนื่องจากมะแขว่นเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายและยังไม่มีการใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอางมากด้วย และสามารถสร้างมูลค่าของมะแขว่นได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเตรียมสารสกัดจากเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดมะแขว่น

Mae Fah Luang University

2. เพื่อศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพของมะแขว่น
3. เพื่อประเมินและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต้นแบบจากมะแขว่น

ขอบแขตของการศึกษา

คัดแยกส่วนเมล็ดและเปลือกมะแขว่น จากนั้นทำการเตรียมสารสกัดมะแขว่นด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและการสกัดแบบซอกห์เลตด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ จากนั้นพัฒนาตำรับเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของมะแขว่น และทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

การทบทวนวรรณกรรม

1.สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound)

สารประกอบฟีนอลิก หรือสารประกอบฟีนอล เป็นสารที่พบได้ตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำ ฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบที่เป็นวงแหวนอะโรมาติกและมีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ รวมไปถึงอนุพันธ์ของสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีการแทนที่ด้วยหมู่ฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือจะเป็นสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน แอลคาลอยด์ และเทอร์พีนอยด์ เป็นต้น (เนตรนภาและเฉลิมชัย, 2557)

2.สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่สามารถปกป้องและสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ที่จะขจัดอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลาย

Mae Fah Luang University

ชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เป็นเอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำและสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ (บุหรัน, 2556) ได้แก่

1. การดักจับอนุมูลอิสระ (Radical scavenging)
2. การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen quenching)
3. การจับกับโลหะที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (Metal chelation)
4. หยุดปฏิกิริยาสร้างอนุมูลอิสระ (Chain-breaking)
5. เสริมฤทธิ์ (Synergism)
6. ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระตัวอย่างแสดงการดักจับอนุมูลอิสระดังสมการ 2.1 และ 2.2

$$R^{\cdot} + AH \longrightarrow RH + A^{\cdot} \qquad \text{(สมการ 2.1)}$$

$$RO^{\cdot} + AH \longrightarrow ROH + A^{\cdot} \qquad \text{(สมการ 2.2)}$$

โดย $R^{\cdot}$ + $RO^{\cdot}$ คือ อนุมูลอิสระและ AH คือ สารต้านอนุมูลอิสระ สามารถแบ่งสารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกายได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. Intracellular antioxidants (Antioxidant enzyme) ได้แก่ เอนไซม์ต่างที่ใช้ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น catalase glutathione peroxidase dismutase
2. Extracellular antioxidants ได้แก่ วิตามินซี สารที่มีกลุ่ม sulfhydryl groups
3. Membrane antioxidants ได้แก่ Carotenoids Ubiquinone Vitamin E
4. สารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์เอนไซม์ที่ใช้ในการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Copper Manganese Selenium Zinc

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างเมล็ดและเปลือกมะแขว่น

นำตัวอย่างมะแขว่น 1 กิโลกรัม จากจังหวัดเชียงราย ประเทศไทย ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำมาคัดแยกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เปลือกและเมล็ด จากนั้นทำการบดละเอียดให้อยู่ในรูปผงละเอียด

2. การสกัดสารจากมะแขว่น

2.1 การสกัดด้วยวิธีซอกห์เลต

Mae Fah Luang University

นำตัวอย่างเมล็ดและเปลือกมะแขว่นที่บดละเอียดแล้ว ทำการสกัดด้วยวิธี Soxhlet extraction โดยใช้เอทานอล และเฮกเซน เป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนของมะแขว่นที่ใส่ใน Thimble เท่ากับ 20 กรัม ต่อตัวทำละลาย เอทานอลและ เฮกเซน ที่ใช้ในการสกัดจำนวน 300 มิลลิลิตร ทำการสกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้มาทำการกรองแยกเอากากออกบางส่วนก่อนเพื่อให้ได้สารละลายใส และนำไประเหยเอาตัวสารละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ได้ คำนวณหาร้อยละผลผลิตของสารสกัดจากเมล็ดและเปลือกของมะแขว่น ดังสมการที่ 1

$$\text{ร้อยละผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักของสารสกัดที่ได้}}{\text{น้ำหนัก(เมล็ดหรือเปลือก)ที่บด}} \text{ x100} \qquad (1)$$

2.2 การสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ

นำตัวอย่างมะแขว่นที่เตรียมไว้ในรูปแบบผงใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร ในอัตราส่วน 10 กรัม ต่อตัวทำละลาย 300 มิลลิลิตร ทำการกลั่นเป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นที่มีน้ำผสมอยู่ ทำการแยกส่วนที่เหลือโดยการเติม Sodium sulphate anhydrous จากนั้นนำไปกรองเอา Sodium sulphate anhydrous ออก จะได้น้ำมันหอมระเหยสีเหลือง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ได้ คำนวณหาร้อยละผลผลิตของน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดและเปลือกของมะแขว่น ดังสมการที่ 1 หลังจากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้เก็บใส่ขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 °C

3.การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การหาปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดมะแขว่น โดยประยุกต์ใช้วิธี Folin-Ciocalteu Method เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (7.5 % w/v) โดยชั่งสารโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 กรัม ละลายด้วยน้ำ ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร ต่อมาเตรียมสารละลายกรดแกลลิก 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 1 มิลลิกรัม ละลายน้ำ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นจะเตรียมสารละลายกรดแกลลิก 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในการสร้างกราฟมาตรฐาน โดยผสมทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

ทำการวัดปริมาณฟีนอลออกในตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ โดยชั่งสารสกัดมะแขว่น มาอย่างละ 0.005 กรัม ผสมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลองและผสมทุกอย่างดังตาราง เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible-Spectrophotometer โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง นำค่าการดูดกลืนแสง

Mae Fah Luang University

ที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg gallic acid equivalents / g) เทียบจากกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสง

4.การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH เตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox 0.125 mg/ml โดยชั่งสาร Trolox 0.001 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 % จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 10 ml และการเตรียมสารละลาย DPPH 0.0395 mg/ml โดยชั่ง 0.0198 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95% ปริมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเตรียมสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์ 0.125 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในการใช้สร้างกราฟมาตรฐาน โดยใช้สารละลาย DPPH 0.0395 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในการผสม เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

ทำการวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดมะแขว่นที่เหมาะสม เติมสารละลาย DPPH 0.0395 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แล้วผสมสารให้เข้ากัน เมื่อผสมสารละลายตามตารางเสร็จแล้ว เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาค่า % Inhibition ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

5.การพัฒนาตำรับโลชั่นสำหรับนวดผสมสารสกัดจากมะแขว่น

ศึกษาปริมาณของสารสกัดมะแขว่นในตำรับโลชั่นนวดต่อลักษณะของเนื้อผลิตภัณฑ์และสีในแต่ละตำรับ โดยใช้สารสกัดมะแขว่นที่ปริมาณ 0.25% ทำการวัดสีด้วย Colorimeter L*a*b* เทียบกับตำรับครีมนวดเบสโดยการประเมินด้วยสายตา สำหรับทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

5.1 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของครีมนวดเบสและครีมนวดมะแขว่นผสมสารสกัดมะแขว่น

1. ทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งด้วยวิธีร้อนสลับเย็น (Heating-cooling cycle) โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ต่ออีก 24 ชั่วโมง นับเป็น

Mae Fah Luang University

1 รอบ ทดลองติดต่อกันทั้งหมด 4 รอบ แล้วนำมาประเมินผลความคงตัว คือ ลักษณะของเนื้อครีม สี กลิ่น การแยกชั่น ความรู้สึกเมื่อทาผิว ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืด

2. ทดสอบความคงตัวที่สภาวะ 4 องศาเซลเซียส โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้ว ขนาด 50 มิลลิลิตร โดยเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ประเมินความคงตัว ทุกสัปดาห์ ในด้านลักษณะของเนื้อครีม สี กลิ่น การแยกชั่น ความรู้สึกเมื่อทาผิว ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืด

3. ทดสอบความคงตัวโดยการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท เป็นเวลา 1 เดือน ประเมินความคงตัว ทุกสัปดาห์ ในด้านลักษณะของเนื้อครีม สี กลิ่น การแยกชั้น ความรู้สึกเมื่อทาผิว ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืด

4. ทดสอบความคงตัวที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียส โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้ว ขนาด 50 มิลลิลิตร โดยเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ประเมินความคงตัว ทุกสัปดาห์ ในด้านลักษณะของเนื้อครีม สี กลิ่น การแยกชั้น ความรู้สึกเมื่อทาผิว ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืด

ผลการวิจัย

1. ร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบจากมะแขว่น

ผลของการสกัดมะแขว่น พบว่า ส่วนเปลือกให้ร้อยละผลผลิต (%yield) มากที่สุด ทั้งที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ให้ผลผลิตเท่ากับ 3.65±0.02, 47.40±0.05 และ 23.25±0.02 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ในขณะที่เมล็ดให้ร้อยละผลผลิต (%yield) น้อยที่สุด คือ สกัดด้วยการกลั่นด้วยน้ำ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ผลผลิตเท่ากับ 2.50±0.05, 29.56±0.07 และ 18.40±0.01 น้ำหนักต่อน้ำหนัก

2.การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

จากการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดเปลือกและเมล็ดมะแขว่น ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยใช้สารละลายแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดเปลือกและเม็ดมะแขว่นสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ชั่วโมง ได้ค่า 149.05±3.60 mgGAE/g extract ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 6 ชั่วโมง และที่สกัดด้วยเฮกเซน จำนวน 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าการใช้เฮกเซนสกัดทำให้ได้ปริมาณฟีนอลิกต่ำกว่าการใช้เอทานอล จึงคาดว่าสารประกอบฟีนอลิกในมะแขว่นนั้นน่าจะอยู่ในกลุ่มที่ขั้ว

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากมะแขว่น

ส่วนของพืช	ตัวทำละลาย	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mgGAE/g extract)	
		3 ชม.	6 ชม.
เปลือก	เอทานอล	149.05±3.60	66.74±2.13
	เฮกเซน	62.41±0.90	71.06±0.90
เมล็ด	เอทานอล	68.32±1.30	68.32±1.30
	เฮกเซน	106.67±0.66	87.35±3.00

3. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH โดยใช้ Trolox เป็นสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดเปลือกมะแขว่นสกัดด้วยวิธีซอกห์เลต ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ค่า IC_{50} (IC_{50} คือ ความเข้มข้นของสารในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาได้ 50%) น้อย ค่า IC_{50} ที่น้อยแสดงถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูง คือ 0.060±0.001 mg/ml เมื่อเทียบกับค่า IC_{50} ของสารมาตรฐาน Trolox จะพบว่า Trolox มีค่า IC_{50} คือ 0.001±0.000 mg/ml เมื่อพิจารณาสารสกัดจะพบว่า การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 จะได้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสกัดด้วยน้ำและเฮกเซน เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกและเมล็ด จะพบว่าเปลือกที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยน้ำ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน สกัดที่ 3 ชั่วโมง ให้ค่า IC_{50} ดังนี้ 4.213±0.001, 0.060±0.001 และ 1.182±0.001 mg/ml ตามลำดับ ส่วนเปลือกที่สกัดด้วยน้ำ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน สกัดที่ 6 ชั่วโมง ให้ค่า IC_{50} ดังนี้ 4.356±0.001, 0.086±0.006 และ 3.846±0.43 mg/ml ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยน้ำ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน สกัดที่ 3 ชั่วโมง มีค่า IC_{50} ดังนี้ 6.510±0.005, 0.233±0.003 และ 2.145±0.004 mg/ml และเมล็ดที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยน้ำ เอทานอลร้อยละ 95 และเฮกเซน สกัดที่ 6 ชั่วโมง ให้ค่า IC_{50} ดังนี้ 6.723±0.23, 0.293±0.77 และ 3.125±0.001 mg/ml

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับฤทธิ์ทางชีวภาพที่ศึกษา

4.1การพัฒนาผลิตภัณฑ์โลชั่นนวดมะแขว่นผสมสารสกัดมะแขว่น

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โลชั่นนวดมะแขว่นโดยได้ทำสูตรทั้งหมด 3 สูตร โดยสูตรที่ 1 เป็นสูตรพื้น สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่ใส่สารสกัดมะแขว่น สูตรที่ 3 เป็นสูตรที่ใส่สารสกัดมะแขว่นและน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสารสกัดที่เลือกมาใส่ในผลิตภัณฑ์นั้นคือ สารสกัดเปลือกมะแขว่นที่สกัดด้วยซอกห์เลทด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ชั่วโมง เนื่องจากมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูล

Mae Fah Luang University

อิสระ โดยใส่สารสกัดเปลือกมะแขว่นลงไปในปริมาณร้อยละ 0.25 ซึ่งเป็นความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดเปลือกมะแขว่นที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

4.2 ผลการทดสอบความคงตัวและลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์โลชั่นนวดมะแขว่นทั้ง 3 สูตร บรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท ทดสอบความคงตัวโดยเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ต่ออีก 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทดสอบติดต่อกัน 4 รอบ นำมาประเมินผลความคงตัว โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 2, 3, 4 และ 5 นี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความคงตัวที่สภาวะเร่งอุณหภูมิร้อนสลับเย็น (Heating-Cooling)

สูตร	รอบ	การประเมินผล					
		ค่า pH	ความหนืด (cp)***	สี			
				L*	a*	b*	Δ E*
สูตรพื้น	0	5.83±0.01	7617±40.41	68.34±0.10	0.68±0.01	2.33±0.03	-
	1	5.85±0.01	8500±10.00	65.99±0.41	0.75±0.01	2.30±0.03	2.35
	2	5.98±0.01	8797±5.77	68.79±0.52	0.68±0.02	2.33±0.04	0.45
	3	5.79±0.01	9663±11.55	68.83±0.28	0.72±0.01	2.38±0.04	0.49
	4	5.83±0.01	8450±10.00	69.57±0.07	0.72±0.01	2.45±0.01	1.24
สูตร 1	0	5.78±0.01	9627±37.86	75.72±0.14	0.16±0.02	12.92±0.01	-
	1	5.85±0.01	9623±30.55	74.10±0.13	1.84±0.17	13.19±1.15	2.35
	2	5.79±0.01	9593±5.77	74.07±0.57	1.68±0.01	12.39±0.24	2.31
	3	5.79±0.01	9633±11.55	74.01±0.55	1.86±0.03	12.24±0.05	2.50
	4	5.82±0.01	9450±10.00	73.70±0.15	1.88±0.02	12.14±0.03	2.78
สูตร 2	0	5.80±0.01	8300±30.00	71.74±0.11	-0.14±0.01	11.52±0.02	-
	1	5.87±0.01	7403±50.33	69.35±0.18	1.56±0.02	12.29±0.06	3.03
	2	5.78±0.01	7657±15.28	71.23±0.23	1.40±0.03	12.27±0.01	1.79
	3	5.83±0.01	8000±10.00	71.83±0.34	1.48±0.03	12.32±0.01	1.81
	4	5.86±0.01	7507±30.55	68.88±0.20	1.59±0.02	12.05±0.02	3.38

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความคงตัวที่สภาวะ 4 องศาเซลเซียส

การประเมินผล	F1		F2		F3	
	Day0	Day30	Day0	Day30	Day0	Day30
1. การแยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
2 .ลักษณะเนื้อโลชั่น	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่หนอะหนะ ซึมไว
3. กลิ่น	กลิ่นเบส มีกลิ่นเมนทอลเล็กน้อย	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่น essential oil	กลิ่นเบส มีกลิ่นเมนทอลเล็กน้อย	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่น essential oil
4. ค่า pH	5.87±0.01	5.9±0.01	5.85±0.01	5.88±0.01	5.84±0.01	5.82±0.01
5. ค่าความหนืด (cP)***	9520±26.46	9617±15.28	7747±5.77	7627±15.58	7947±80.21	7847±30.55
6.ค่าสี						
L*	73.86±0.08	71.32±0.61	68.03±0.45	69.44±0.08	63.38±0.26	70.20±0.22
a*	0.42±0.01	0.63±0.01	-0.21±0.02	0.12±0.01	0.46±0.01	0.64±0.02
b*	1.68±0.02	2.08±0.03	11.13±0.14	11.20±0.02	11.01±0.04	12.12±0.01
delta E*	-	2.57±0.01	-	1.46±0.35	-	3.93±0.47

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความคงตัวในสภาวะ 45 องศาเซลเซียส

การ ประเมินผล	F1		F2		F3	
	Day0	Day30	Day0	Day30	Day0	Day30
1. การแยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
2. ลักษณะเนื้อโลชั่น	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว
3. กลิ่น	กลิ่นเบส มีกลิ่นเมนทอลเล็กน้อย	กลิ่นเบส มีกลิ่นเมนทอลเล็กน้อย	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น
4. ค่า pH	5.96±0.01	5.60±.0.03	5.84±0.01	5.82±0.01	5.82±0.01	5.74±0.01
5. ค่าความหนืด (cP)***	9310±75.50	9550±10.00	7557±45.09	6217±30.55	7360±20.00	6013±15.28
6. ค่าสี						
L*	72.82±1.96	70.15±0.12	67.68±0.37	67.99±0.06	70.89±0.15	69.90±0.24
a*	0.45±0.00	0.52±0.01	-0.13±0.02	1.16±0.01	-0.08±0.01	1.02±0.02
b*	1.68±0.02	1.49±0.03	10.96±0.03	12.02±0.03	11.38±0.04	12.70±0.02
delta E*	-	2.67±2.7	-	1.73±0.06	-	1.98±0.31

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความคงตัวในสภาวะอุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

การประเมินผล	F1		F2		F3	
	Day0	Day30	Day0	Day30	Day0	Day30
1.การแยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
2.ลักษณะเนื้อโลชั่น	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว	เนื้อเนียน ไม่เหนอะหนะ ซึมไว
3.กลิ่น	กลิ่นเบส มีกลิ่นเมนทอลเล็กน้อย	กลิ่นเบส มีกลิ่นเมนทอลเล็กน้อย	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น	กลิ่นเฉพาะของมะแขว่น
4.ค่า pH	5.98±0.01	5.94±0.03	5.91±0.01	5.80±0.02	5.84±0.01	5.73±0.01
5.ค่าความหนืด (cP)***	9767±11.55	8800±5.77	7653±5.77	7307±5.77	8703±30.55	7923±5.77
6. ค่าสี	69.08±0.09	67.3±0.17	65.26±0.01	66.41±0.05	64.25±0.44	62.30±0.02
L*	0.71±0.01	0.60±0.01	0.54±0.01	0.95±0.01	0.59±0.04	0.87±0.01
a*	2.36±0.03	2.2±0.01	12.63±0.06	12.54±0.01	12.05±0.03	12.11±0.01
b*	-	1.79±0.24	-	1.22±0.06	-	1.97±0.41
delta E*						

5. การทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร

เมื่อทำการประเมินผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ตำรับพื้น ผลิตภัณฑ์ผสมสารสกัดมะแขว่น และผลิตภัณฑ์ผสมสารสกัดมะแขว่นและน้ำมันหอมระเหย พบว่าตำรับที่ผสมสารกัดมะแขว่นช่วยเพิ่มความพึงพอใจในด้านกลิ่นและความรู้สึกหลังจากดมกลิ่นเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับพื้น ดังแสดงในตาราง 6 ทั้งนี้กลิ่นสุมนไพรจาการสกัดมะแขว่นน่าจะช่วยให้ตำรับมีกลิ่นที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการผสมน้ำมันหอมระเหยลงในสูตรตำรับ ช่วยปรับกลิ่นของตำรับดีขึ้น โดยส่งผลให้ผู้ประเมินมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดมะแขว่นไปเป็นโลชั่นนวดควรมีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่จะมีส่วนช่วยในเรื่องของกลิ่นและความรู้สึกขณะใช้และหลังใช้ได้เป็นอย่างดี

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์

ความพึงพอใจ	คะแนนและระดับการประเมิน					
	ตำรับพื้น	ผลประเมิน	ตำรับมะแขว่น	ผลประเมิน	ตำรับมะแว่น+น้ำมันหอมระเหย	ผลประเมิน
1. ลักษณะของเนื้อผลิตภัณฑ์	3.75±0.74	มาก	3.82±0.33	มาก	3.81±0.71	มาก
2. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	3.02±0.01	ปานกลาง	4.28±0.03	มากที่สุด	4.79±0.05	มากที่สุด
3. สีของผลิตภัณฑ์	3.17±0.11	ปานกลาง	3.26±0.04	ปานกลาง	3.25±0.02	ปานกลาง
4. ความรู้สึกหลังจากดมกลิ่นของผลิตภัณฑ์	2.41±0.04	น้อย	4.10±0.07	มาก	4.64±0.75	มากที่สุด
5. ความรู้สึกผ่อนคลายมีความสุขขณะใช้	2.31±0.84	น้อย	3.95±0.90	มาก	4.34±0.74	มากที่สุด
6. ความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์โดยรวม	3.10±0.08	ปานกลาง	4.18±0.06	มาก	4.48±0.07	มากที่สุด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณสารสกัดที่ได้ร้อยละผลผลิตมากที่สุด คือ ส่วนเปลือกที่สกัดด้วยวิธีซอกห์เลท ด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้ปริมาณเท่ากับ 47.40±0.02 น้ำหนักต่อน้ำหนัก และเปลือกที่สกัดด้วยวิธีซอกห์เลท ด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณเท่ากับ 37.85±0.01 น้ำหนักต่อน้ำหนัก รองลงมาคือเมล็ดที่สกัดด้วยวิธีซอกห์เลทด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ที่ 3 และ 6 ชั่วโมง วิธีการสกัดซอกห์เลทด้วยเฮกเซนและวิธีการกลั่นด้วยน้ำตามลำดับ

สารสกัดมะแขว่น ส่วนเปลือกที่สกัดด้วยวิธีซอกห์เลท ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ค่า IC_{50} คือ 0.060±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามด้วยเปลือกที่ด้วยวิธีซอกห์เลท ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง คือ 0.086±0.006 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนเปลือกที่กลั่นด้วยน้ำและสกัดด้วยวิธีซอกห์เลทด้วยเฮกเซนที่ 3 และ 6 ชั่วโมง ได้ค่า IC_{50} 4.213±0.001, 4.356±0.001, 1.182.03±0.001 และ 3.846±0.043 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนเมล็ดมะแขว่นที่กลั่นด้วยน้ำและสกัดด้วยซอกห์เลทด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 และ เฮกเซน ที่ 3 และ 6 ชั่วโมง ได้ค่า IC_{50} คือ 6.510±0.005, 6.723±00.23, 0.293±0.007, 0.293±0.007, 2.145.92±0.004 และ

Mae Fah Luang University

3.125±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สรุปได้ว่าส่วนเปลือกของมะแขว่นที่ใช้ตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 นั้น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่า เปลือกและเมล็ดที่สกัดด้วยการกลั่นด้วยน้ำและเฮกเซน

สารสกัดมะแขว่นจากส่วนเปลือกของเมะแขว่นที่สกัดด้วยซอกห์เลท ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ที่ 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด คือ 149.05±3.60 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม

การพัฒนาสูตรตำรับของโลชั่นนวดมะแขว่นทั้ง 3 ตำรับนั้น การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์พบว่ามีความคงตัว มีแนวโน้มของสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยขณะอยู่ในสภาวะเร่ง กลิ่นของผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นกลิ่นหอมเฉพาะของมะแขว่น

ข้อเสนอแนะ

1.จากการศึกษาในงานวิจัยนี้ พบว่ามะแขว่นมีสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นที่น่าสนใจในการนำไปประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอางชนิดอื่น เช่น ผลิตภัณฑ์กลุ่มชะลอวัย

2. เนื่องจากมะแขว่นเป็นพืชที่ให้กลิ่นเฉพาะของตัวเองและพบมากในภาคเหนือ ซึ่งนอกจากจะใช้ประโยชน์ในการทำอาหารแล้ว ยังสามารถนำมาพัฒนาในตำรับเครื่องสำอางได้อีก

เอกสารอ้างอิง

จันทร์เพ็ญ ตั้งจิตรเจริญกุล. (2553). *สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากต้นมะแข่น Zanthoxylum limonella Alston*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นัตจุฑามณ์ เลิศลีลากิจจา, บัณฑิต บุญศิลป์ไทย และชัยยุทธ ยะวิญชาญ. (ม.ป.ป.). *บทความวิชาการ: มะแขว่น*. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2560, จาก http://www.nan.rmutt.ac.th/webnew/ job/new/makwean.pdf.

เนตรนภา เมยกลาง และเฉลิมชัย เรืองวิริยะชัย. (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในเครื่องดื่มน้ำ*ผลไม้. วารสารวิจัย มข.* (ฉบับบัณฑิตศึกษา), *14*(4), 69-79.

บุหรัน พันธุ์สวรรค์. (2556). อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิชาการและเทคโนโลยี, 21*(3), 276-286.

Mae Fah Luang University

ภัสรา ชวประดิษฐ์. (ม.ป.ป.). *มะแขว่นเครื่องเทศชาวเหนือ. กรมส่งเสริมการผลิตสมุนไพร.* สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2560, จาก http://www.agriman.doae.go.th/home/news3/news3_1/samunpri/0034_pasara (08.09.10).pdf

Mae Fah Luang University