

การเตรียมพอลิแซ็กคาไรด์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตรของม่อนไข่

Preparation of Polysaccharides from *Pouteria campechiana*

Agro-Industrial Wastes

ณัฐธิดา ชลอเดช

อีเมลล์: 6451701261@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร. ถวานันท์ ศรีพิสุทธิ

อีเมลล์ : tawanun.sri@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากธรรมชาติโดยเฉพาะจากพืช ได้รับความนิยมนำมาใช้เพื่อเป็นสารให้ความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ซึ่งม่อนไข่ (*Pouteria campechiana*) ที่เป็นผลไม้ประจำถิ่นมีวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่นเปลือกและเมล็ด ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลาที่มีผลต่อการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ รวมถึงการควบคุมคุณภาพในด้านกายภาพ เคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลอง จากการศึกษาพบว่า ร้อยละสัดส่วนของเนื้อผลมากที่สุด (68.22 ± 2.81) รองลงมาเป็นเปลือก (15.52 ± 1.42) และเมล็ด (14.99 ± 2.59) ตามลำดับ โดยสกัดพอลิแซ็กคาไรด์รวมจากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ที่ 80 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมงได้ปริมาณสารสกัด ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มากที่สุด รองลงมาคือ 3 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ จึงคัดเลือกสารสกัดที่ 5 ชั่วโมงมาทดสอบต่อ พบว่าสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ด มีกลิ่น สี pH ความหนืด การพองตัว การดูดซับน้ำและน้ำมัน ลักษณะทางเคมีด้วยวิธี FT-IR และประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลองใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : ม่อนไข่, พอลิแซ็กคาไรด์, การต้านอนุมูลอิสระ, การพองตัว, การกักเก็บความชุ่มชื้น

Abstract

Recently, natural polysaccharide extracts derived from plants have gained popularity as a moisturizing agent in cosmetic products. Monkhai (*Pouteria campechiana*) is a local fruit, which is usually found abundantly in agricultural wastes such as peels and seeds. Therefore, the objective of this study was to determine the optimal extraction time and standardize the physical, chemical, and antioxidant properties of Monkhai extracts. In addition, *in vitro* efficiency was evaluated by determining occlusion factor. The results showed that the highest yield was obtained from the pulp of Monkhai ($68.22 \pm 2.81\%$), followed by the peel ($15.52 \pm 1.42\%$) and seed ($14.99 \pm 2.59\%$), respectively. The extraction conducted at 80°C for 5 hr resulted in the highest extractive yield, total polysaccharide content, and antioxidant activity (DPPH assay), followed by extraction performed for 3 and 1 hr, respectively. Furthermore, both Monkhai's peel and seed extract were selected for further study. The physicochemical properties of the polysaccharide extracts were determined, and the results indicated that both extracts exhibited similar odor, color, pH level, viscosity, and swelling characteristics. The chemical characteristic of polysaccharides was analyzed using FT-IR. Additionally, both extracts demonstrated a similar value *in vitro* occlusive effect.

Keywords: Monkhai, Polysaccharide, Antioxidant, Swelling, Occlusion Effect

บทนำ/หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบัน ผู้บริโภคตระหนักถึงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมที่มาจากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากผลการสำรวจผู้บริโภคทั่วโลกที่มีการซื้อผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหน้าและผิวกายที่มีส่วนผสมตามธรรมชาติในปี 2017 และ 2021 พบว่า มีการเติบโตโดยเฉลี่ย 18% และ 24% ตามลำดับ (Kantar Group & Affiliates, 2022) ขนาดของตลาดมอยซ์เจอร์ไรส์เซอร์ทั่วโลก มีมูลค่า 9.50 พันล้านเหรียญสหรัฐในปี 2564 และคาดว่าจะเติบโตเป็น 10.60 พันล้านเหรียญสหรัฐในปี 2566 และ 14.01 พันล้านเหรียญสหรัฐภายในปี 2572 โดยมีอัตรา CAGR 4.76% ยิ่งกว่านั้น การตลาดโลกนั้น แบ่งมอยซ์เจอร์ไรส์เซอร์เป็นสำหรับใบหน้าและผิวกาย ซึ่งความนิยมของการใช้ผลิตภัณฑ์มอยซ์เจอร์ไรส์เซอร์ที่เพิ่มขึ้น คือการใช้ผลิตภัณฑ์ในผู้ชายเพิ่มมากขึ้น และรวมถึงผู้ผลิตได้เพิ่มช่องทางในการจัดจำหน่ายในทางโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook และ Instagram เป็นต้น

ตลอดจนมีวิดีโอในการสาธิตวิธีการใช้ หรือนำดารานักแสดงมาเป็นพรีเซนเตอร์ของแบรนด์ (Fortune Business Insights, 2021)

สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากธรรมชาติ โดยเฉพาะจากพืช ได้รับความนิยมนำมาใช้เพื่อเป็นสารให้ความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และยังแสดงฤทธิ์ในทางเครื่องสำอางได้หลากหลายอีกด้วย เช่น สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายวากาเมะใช้เป็นสารให้ความชุ่มชื้นผิว (สมเกียรติและคณะ, 2560) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากผักปลังเขียว สามารถลดการอักเสบ การติดเชื้อและลดการระคายเคือง (Chatchawal et al., 2009) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากพลูคาว มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและมีคุณสมบัติเป็นสารให้ความชุ่มชื้นอีกด้วย (ศราวุธและคณะ, 2565) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากผักเชียงดา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยนำไปพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (กนิษฐา, 2564), สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายพวงมณี สาหร่ายพวงองุ่นและสาหร่ายขนนกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและเป็นสารให้ความชุ่มชื้นอีกด้วย (ปิยรัตน์และคณะ, 2553) ซึ่งการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากธรรมชาติมีหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตามระดับอุตสาหกรรมนิยมใช้วิธี Water-alcohol precipitation หรือต้มกวนในน้ำร้อนและตกตะกอนด้วย 95% เอทานอล (Yang, L. & Gangliang, H., 2019) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ขั้นตอนไม่ซับซ้อน

ม่อนไข่ (*Pouteria campechiana*) โดยจัดอยู่ในตระกูลเดียวกับผลไม้อย่างละมุด เป็นผลไม้ยืนต้นที่ปลูกได้ดีในพื้นที่เขตร้อน และยังมีกระจายพันธุ์ในประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคอีสาน ซึ่งผลของม่อนไข่นั้นมีกลิ่นและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ เนื้อของผลจะมีสีเหลือง รสชาติอมหวานเล็กน้อย มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีสรรพคุณที่ช่วยในด้านการบำรุงประสาท สมอและสายตาดูด้วยเนื่องจากเป็นแหล่งรวมของโปรตีน เหล็ก แมกนีเซียม คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปแทสเซียม พลังงาน น้ำตาล ไขมัน ทองแดง และไลซีน เป็นต้น (นิดดา หงวิวัฒน์และทวิทอง หงส์วิวัฒน์, 2014) อีกทั้งยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านมะเร็ง (Thai Thailand, 2016) จากการสำรวจและสอบถามชุมชนของแหล่งที่มาวัตถุดิบนั้น พบผลไม้ม่อนไข่ที่เป็นส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยเฉพาะส่วนเปลือกและเมล็ดนั้นเหลือทิ้งปริมาณมากจากการเกษตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงประสงค์ที่จะศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลอง อีกทั้งยังเป็นข้อมูลเพื่อช่วยยกระดับผลผลิตจากเกษตรกรรมสู่การใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่

2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่
3. เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลองของพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ด้วยการต้มกับน้ำและตกตะกอนที่เวลาต่างๆกัน จากนั้นศึกษาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวม เพื่อคัดเลือกเวลาที่เหมาะสมมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น กลิ่น สี ค่าความกรดต่าง ความหนืด การพองตัว และการตรวจสอบลักษณะเชิงโครงสร้างของพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยวิธี FT-IR ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลอง

ทบทวนวรรณกรรม

Nur et al. (2022) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางโภชนาการและทางชีววิทยาบ่งชี้ว่าผลม่อนไข่เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยองค์ประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ และมีสารอาหารที่มีศักยภาพสารต้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ และด้านการเป็นพิษต่อเซลล์ ผลพฤษเคมีทางสเปกโตรโฟโตเมตริกบ่งชี้ว่าทั้งสองส่วน (เปลือกและเนื้อของผล) ของสายพันธุ์นี้มีสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพจำนวนมาก การศึกษานี้ยังพบว่าผลม่อนไข่นั้นให้โปรตีน ไฟเบอร์ พลังงาน แร่ธาตุที่จำเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะ Ca, Fe, Mg, K และ Na และวิตามินเช่น วิตามินซีและเอ สารสกัดจากเปลือกและเนื้อของผลม่อนไข่ด้วยเอทานอล นั้นพบว่าส่วนมากมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ และด้านพิษต่อเซลล์ และการวิเคราะห์โภชนาการช่วยในการส่งเสริมให้ผลม่อนไข่เป็นผลไม้ชั้นเยี่ยม รวมทั้งเป็นแหล่งที่ดีในการเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและส่วนผสมทางเภสัชกรรม จากการศึกษาพบว่า ในส่วนที่เป็นเปลือกและเนื้อของผลม่อนไข่นั้นมีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่ในส่วนที่เป็นเปลือกนั้น ปริมาณวิตามินซี ไขมัน เส้นใย คาร์โบไฮเดรต และพลังงานนั้นมีมากกว่าในส่วนที่เป็นผล จากการศึกษาสารพฤษเคมีพบว่า ในส่วนเปลือกที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีปริมาณฟีนอลิกรวม (205 ± 5.20 mg GAE/100 g sample) และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (930.33 ± 7.51 mg GAE/100 g sample) สูงกว่าในส่วนของเปลือกที่สกัดด้วยน้ำ และในส่วนเนื้อของผลที่สกัดด้วยทั้งเอทานอลและน้ำ และจากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและด้านอักเสบพบว่า สารสกัดจากเปลือกและผลของม่อนไข่มีค่าใกล้เคียงกัน

แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากส่วนที่เหลือทิ้งการเกษตรของม่อนไข่ เพื่อประโยชน์ทางเครื่องสำอาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเวลาที่ผลต่อการสกัด

พอลิแซ็กคาไรด์ รวมถึงการควบคุมคุณภาพในด้านกายภาพเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพในด้าน การต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาในอาสาสมัครต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลม่อนไข่

เก็บตัวอย่างม่อนไข่จากอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2565 จากนั้นนำม่อนไข่มาล้างทำความสะอาด และนำมาหั่นแยกส่วนเป็นส่วนเนื้อ เปลือก และ เมล็ด และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนที่ได้

2. เตรียมสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์รวมจากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่

นำส่วนที่เหลือทิ้งจากการบริโภค (เปลือกและเมล็ด) มาสกัดด้วยน้ำ โดยดัดแปลงจาก Kuda et al. (2005) และ Qi et al. (2005) คือ นำตัวอย่างเปลือกของผลม่อนไข่สด 500 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 4000 มิลลิลิตร ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 3 และ 5 ชั่วโมง นำของเหลวที่ได้มารองแยกออกจากส่วนของแข็ง แล้วทำให้เข้มข้นจนเหลือ 800 มิลลิลิตร ตกตะกอนพอลิแซ็กคาไรด์โดยการเติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 (ปริมาตร/ปริมาตร) จำนวน 4000 มิลลิลิตร ล้างตะกอนด้วยเอทานอลสามครั้ง หลังจากนั้นนำมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง และทำการทดลองซ้ำแบบเดิมแต่เปลี่ยนเป็นส่วนที่เป็นเมล็ดแทน นำสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่สกัดได้เก็บที่ 4 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในขั้นตอนถัดไป โดยปริมาณร้อยละผลผลิต (Yield) ของพอลิแซ็กคาไรด์คำนวณจากสมการดังนี้

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Crude polysaccharide weight (g)}}{\text{Raw material weight (g)}} \times 100$$

3. ศึกษาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมของสารสกัดเปลือกและเมล็ดม่อนไข่

ทดสอบโดยวิธี Phenol-Sulfuric acid method โดยดัดแปลงวิธีของ Dubois et al. (1956) โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานจากน้ำตาลกลูโคสที่ระดับความเข้มข้น 0.20 ถึง 1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลายสำหรับวิเคราะห์ 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 0.9 มิลลิลิตร เป็นสารละลายตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นเป็น blank เติมสารละลายฟีนอล 5% ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร (ใส่อย่างรุนแรงเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์) นำไปเขย่าทันทีด้วยเครื่องปั่น (vortex) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วเขย่าอีกครั้งหนึ่ง นำไปลดอุณหภูมิลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ผ่านการทำปฏิกิริยาแล้วไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมและเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

4. ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงจากวิธีการของ Brand-Williams et al. (1995) โดยใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นอนุมูลอิสระคือ อนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระที่คงตัวและมีสีม่วง เมื่อ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารต้านออกซิเดชันที่ละลายด้วยเอทานอล จะทำให้สีม่วงจางลงและกลายเป็นสีเหลือง โดยเตรียมสารละลาย ดีพีพีเอช (DPPH reagent) โดยชั่งดีพีพีเอช 0.0079 g เติม 95% เอทานอล 80 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ส่วนสารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ชั่งกรดแอสคอร์บิก 2 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร ทำการทดสอบ ส่วนสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ด ม่อนไข่เตรียมให้ได้ความเข้มข้นช่วง 0.05 – 0.29 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐาน จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งจากสมการ ดังนี้

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{\text{Control}} - A_{\text{Sample}}) / A_{\text{Control}}] \times 100$$

กำหนดให้ A_{Control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงในกลุ่มควบคุม และ A_{Sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงในกลุ่มตัวอย่างของสารสกัดที่นำมาทำการศึกษา สร้างกราฟเปอร์เซ็นต์การยับยั้งและความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อหาค่า 50% Inhibition หรือค่า IC_{50}

5. ศึกษากลิ่น สี ความเป็นกรดและความหนืดของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

โดยวิธีการนั้นดัดแปลงมาจาก Lourith & Kanlayavattanakul (2017) โดยกลิ่น สี และค่า pH ของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่แช่และอิมตัวในน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่กำหนดโดย Qis B200 (Netherland) ความหนืดของพอลิแซ็กคาไรด์ ปริมาณ 0.3 กรัม ถูกทำให้อิมตัวในน้ำ 7.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นผสมให้เข้ากันอย่างละเอียดที่ 100 รอบต่อนาที ภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเปรียบเทียบความหนืดโดยเป็นการให้คะแนน

6. ศึกษาความสามารถในการพองตัวของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของพอลิแซ็กคาไรด์เปลือกม่อนไข่ทำการวิเคราะห์ในหลอดทดลอง โดยวิธีการทดลองเป็นไปตาม Kanlayavattanakul et al. (2019) ใช้พอลิแซ็กคาไรด์ ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ผสมในน้ำกลั่นปริมาตร 6 มิลลิลิตร ในหลอดปั่นเหวี่ยง centrifuge ทิ้งไว้เป็นเวลา 18 ชั่วโมง นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที หลังจากปั่นเหวี่ยงจะได้ส่วน

น้ำของเหลวและตะกอน เตะกอนแยกออกและชั่งน้ำหนัก บันทึกปริมาณส่วนของเหลว (g water/g sample) การทดลองซ้ำแบบเดิมแต่เปลี่ยนเป็นส่วนที่เป็นเมล็ดแทน

7. การตรวจสอบลักษณะเชิงโครงสร้าง โดยวิธี FT-IR

ตรวจสอบตัวอย่างพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดของม่อนไข่โดยวิธี Fourier Transforms Infrared Spectroscopy (FT-IR Spectroscopy) ใช้เครื่อง FT-IR Spectro GX นำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์มา คือ สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดของผลม่อนไข่ ผสมตัวอย่างเข้ากับ KBr ในโกร่งบดสาร โดยให้ตัวอย่างมีความเข้มข้นประมาณ 0.01 เปอร์เซ็นต์และบดสารให้ละเอียดโดยให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ใส่ตัวอย่างลงในแม่พิมพ์ และนำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ให้มีความดันประมาณ 15000 ings 1-2 นาที ถอดออกจากแม่พิมพ์ ตัวอย่างจะติดกับแม่พิมพ์ มีลักษณะเป็นวงกลมใส และตัวอย่างกระจายอยู่บน KBr แล้วนำตัวอย่างเข้าเครื่อง FT-IR ได้เลย เปิดเครื่อง วัดตัวอย่าง

8. ศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลอง (Occlusion Factor Determination)

โดยวิธีการนั้นดัดแปลงมาจาก Wissing et al. (2001) นำปิ๊งเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระดาษกรอง (กระดาษกรองเซลลูโลสอะซิเตด 90 มิลลิเมตร ขนาดช่อง 4-7 ไมโครเมตร) และปิดผนึกด้วยเทปเทฟลอน (teflon tape) จากนั้นเรานำสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่สกัดได้ 200 มิลลิกรัม ผสมน้ำปริมาตร 1 มิลลิลิตรเพื่อให้เป็นของเหลวข้นหนืด นำมาทาให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอด้วยไม้พาย (spatula) บนพื้นผิวของกระดาษกรอง เพื่อให้ได้ฟิล์มบางๆ ตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ที่ 32 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิของผิวหนัง) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์ 50-55% ในตู้อบ โดยใช้ไฮยาลูรอนิก แอซิด และเพคตินจากแอปเปิ้ลเป็นตัวควบคุมเชิงบวก ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างคือนำปิ๊งเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรและปิดด้วยกระดาษกรอง (กระดาษกรองเซลลูโลสอะซิเตด, 90 มิลลิเมตร, ขนาดช่อง 4-7 ไมโครเมตร) หลัง 48 ชั่วโมงนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยผ่านตัวกรอง ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำโดยคำนวณดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการดูดซึมน้ำ (\%)} = 100 \times (A - B) / A$$

A คือการสูญเสียน้ำโดยไม่มีตัวอย่าง

B คือการสูญเสียน้ำโดยมีตัวอย่าง

9. การเก็บรวบรวมข้อมูล

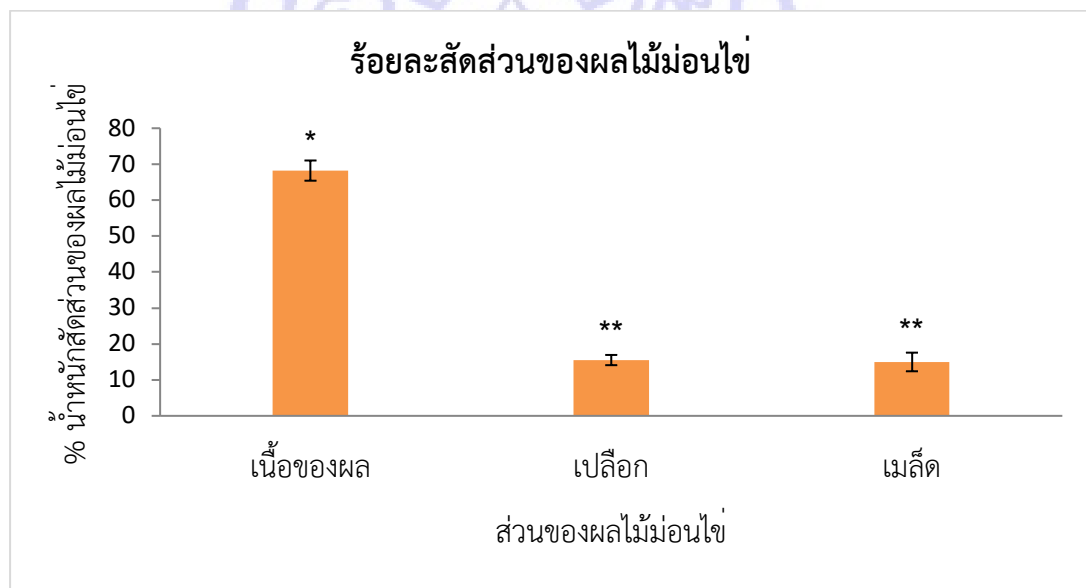
วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง โดยใช้ DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ชุดการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อ $P < 0.05$ รายงานผลด้วยค่าเฉลี่ยและ standard deviation และวิเคราะห์โดยใช้ Independent t-test

ผลการวิจัยและอภิปราย

1. เตรียมตัวอย่างเปลือก เนื้อและเมล็ดม่อนไข่ นำม่อนไข่ล้างทำความสะอาด และนำมาหั่นแยกส่วนเป็นส่วนเนื้อ เปลือก และ เมล็ด และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนที่ได้ พบว่า สัดส่วนที่เป็นส่วนของผลจะมีอยู่มากที่สุดคือ คัดเป็นร้อยละ 68.22±2.81 รองลงมาคือส่วนที่เป็นเปลือกคือ ร้อยละ 15.52±1.42 และสุดท้ายคือส่วนที่เป็นเมล็ด คือร้อยละ 14.99±2.59

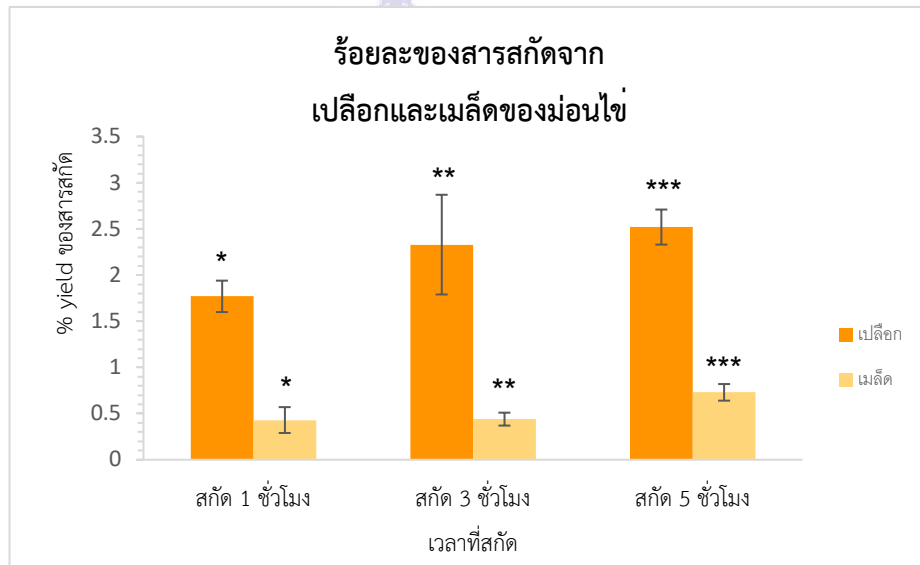


ภาพที่ 4.1 ลักษณะของผล เปลือกและเมล็ดของม่อนไข่



ภาพที่ 4.2 ร้อยละสัดส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ดม่อนไข่ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสัดส่วนของผลไม้ม่อนไข่ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)

2. ร้อยละของการสกัดจากเปลือกและเมล็ดของม่อนไข่ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่สกัดได้จากเปลือกม่อนไข่พบว่า ที่สกัดเป็นเวลา 5 ชั่วโมงสกัดได้ปริมาณมากที่สุดรองลงมาคือ 3 ชั่วโมงและ 1 ชั่วโมง โดยปริมาณเท่ากับ 2.52 ± 0.19 , 2.33 ± 0.54 และ 1.77 ± 0.17 ตามลำดับ และส่วนที่เป็นเมล็ดม่อนไข่นั้นที่สกัดเป็นเวลา 5 ชั่วโมงนั้นสกัดได้ปริมาณมากที่สุดเช่นเดียวกับส่วนที่เป็นเปลือกรองลงมาคือ 3 ชั่วโมงและ 1 ชั่วโมง โดยปริมาณเท่ากับ 0.73 ± 0.09 , 0.44 ± 0.07 และ 0.43 ± 0.14 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.3 ร้อยละของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ที่สกัดเป็นเวลา 1, 3 และ 5 ชั่วโมง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากร้อยละผลผลิตของสารสกัดข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)

3. ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมของสารสกัดเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ จากการทดสอบหาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่และสารละลายมาตรฐานกลูโคส วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer เมื่อได้ค่าการดูดกลืนแสงแล้วนำไปเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ 4.4) โดยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จะทำปฏิกิริยากับฟีนอล เพื่อให้สารละลายที่ทำการทดสอบเป็นสีเหลือง-ส้ม หากสีของสารละลายมีสีเข้มมากจะแสดงถึงปริมาณมอโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) สูง Chanpirom et al. (2022) ซึ่งสารสกัดเปลือกม่อนไข่ที่สกัดเป็นเวลา 1, 3 และ 5 ชั่วโมง ให้ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมเท่ากับ 208.34 ± 4.17 , 232.22 ± 1.62 และ 754.49 ± 2.90 mg glucose equivalent/ g extract ตามลำดับ สารสกัดเมล็ดม่อนไข่ที่สกัดเป็นเวลา 1, 3 และ 5 ชั่วโมง ให้ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมเท่ากับ 187.07 ± 1.18 , 256.07 ± 4.61 และ 386.95 ± 2.80 mg glucose equivalent/ g extract ตามลำดับ ซึ่งพบว่าสารสกัดเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ที่สกัดเป็นเวลา 5 ชั่วโมงให้ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Chanpirom et

al. (2022) มีค่าร้อยละของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ (% yield) ของ Traditional pumpkin และ Japanese pumpkin เท่ากับ 1.04 ± 0.26 และ $12.96 \pm 0.60\%$ ตามลำดับ เมื่อมาทดสอบปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมของ Traditional pumpkin และ Japanese pumpkin ได้ปริมาณเท่ากับ 0.17 ± 0.00 mg/ml และ 0.89 ± 0.04 mg/ml ตามลำดับ พบว่า ร้อยละผลผลิตของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์และปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมของงานวิจัย Chanpirom et al. (2022) ไม่สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการทดลอง เนื่องจากเปรียบเทียบกับร้อยละผลผลิตกับสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากม่อนไซ้ในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมที่ได้แตกต่างกันโดยปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมจากม่อนไซ้ได้ปริมาณมากกว่า และผลการทดลองของงานวิจัยของ Kongkla et al. (2020) ได้ศึกษาสารสกัดหยาบพอลิแซ็กคาไรด์รวมที่ได้จากเห็ดนางรมและเห็ดนางรมหลวง คิดเป็นผลผลิตได้ 10% หรือปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้กับปริมาณสารพอลิแซ็กคาไรด์รวมของเห็ดนางรมและเห็ดนางรมหลวง โดยมีค่าเท่ากับ 356.57 ± 0.35 mg/ml และ 292.82 ± 0.29 mg/ml พบว่า ค่าที่ได้จากการทดลองนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละผลผลิตกับปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมที่ได้ นั้น ได้ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมที่มากกว่าเช่นเดียวกัน อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผล คือเวลาในการสกัดมีผลในการเพิ่มผลผลิตของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์เนื่องจากเมื่อผนังเซลล์อยู่ในสารสกัดที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน มันอาจไม่สามารถทนอุณหภูมิสูงได้นานจึงทำให้ผนังเซลล์เกิดการเสียหาย เพื่อย่อยเยื่อเกิดขึ้น ทำให้ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ที่อยู่ด้านในของเซลล์พืชนั้นออกมาจำนวนมาก จึงได้สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์รวมมากยิ่งขึ้นตามมา

ตารางที่ 4.1 ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดม่อนไซ้

ตัวอย่าง	ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวม (mg glucose equivalent/ g extract)		
	สกัดเป็นเวลา 1	สกัดเป็นเวลา 3	สกัดเป็นเวลา 5
	ชั่วโมง	ชั่วโมง	ชั่วโมง
สารสกัดเปลือกม่อนไซ้	208.34 ± 4.17^a	232.22 ± 1.6^b	754.49 ± 2.90^c
สารสกัดเมล็ดม่อนไซ้	187.07 ± 1.18^a	256.07 ± 4.61^b	386.95 ± 2.80^c

หมายเหตุ *ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD), n=3

**ด้วยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างกันของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากส่วนของผลม่อนไซ้เดียวกันที่สกัดที่เวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

4. ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดของม่อนไข่ จากการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์พบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่นั้น เมื่อเปรียบเทียบกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดพบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่สกัดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญซึ่งมีค่า $IC_{50} = 0.18$ mg/ml และ 0.16 mg/ml ตามลำดับ ส่วนสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกมีค่า $IC_{50} = 0.02$ mg/ml ดังแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Nur et al. (2022) พบว่าส่วนที่เป็นสารสกัดจากเปลือกม่อนไข่นั้นมีค่า $IC_{50} = 18.14$ μ g/ml หรือ 0.018 mg/ml เมื่อเปรียบเทียบกับฤทธิ์แล้วนั้นพบว่า มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าค่าที่ได้จากการทดลอง ส่วนเมล็ดของม่อนไข่นั้น เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Ma et al. (2020) พบว่าในส่วนเมล็ดของผลม่อนไข่มีค่า $IC_{50} = 10.31$ μ g/ml หรือ 0.010 mg/ml และงานวิจัยของ Do et al. (2023) พบว่าในส่วนเปลือกของผลม่อนไข่มีค่า $IC_{50} = 8.0$ μ g/ml หรือ 0.008 mg/ml เมื่อเปรียบเทียบกับฤทธิ์แล้วนั้นพบว่า มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าค่าที่ได้จากการทดลอง ทั้งส่วนที่เป็นเปลือกและเมล็ด ซึ่งค่าที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากว่าในค่าที่ได้จากการทดลองนั้น เป็นการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอาจมีฤทธิ์น้อยกว่าเป็นปกติเพราะงานวิจัยของ Nur et al. (2022) และ Ma et al. (2020) เป็นการสกัดโดยใช้เอทานอล สารที่ออกมาจะเป็น ฟีนอลิกหรือ ฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจึงมีมากกว่ารวมไปถึงในเรื่องของปัจจัยในการทดลองหรือวิธีในการสกัดสารแตกต่างกัน จึงได้สารสารออกฤทธิ์ที่ต่างกัน อีกทั้งแหล่งที่มาของวัตถุดิบ แหล่งแร่ธาตุสารอาหารในดินที่แตกต่างกันออกไป และเมื่อนำพอลิแซ็กคาไรด์จากพืชธรรมชาติชนิดอื่น ๆ มาเปรียบเทียบกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระนั้น เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากยางนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* D. Don gum) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 980 μ g/ml หรือ 0.98 mg/ml ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากยางใบเงาะก้วย (*Hsian-tso* leaf gum) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 510 μ g/ml หรือ 0.51 mg/ml ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากยางอัลมอนด์ (*Prunus amygdalus* gum มีค่า IC_{50} เท่ากับ 6600 μ g/ml หรือ 6.6 mg/ml และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากยางพีชอาบิเซีย (*Albizia stipulate* Boiv. gum) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 891 μ g/ml หรือ 0.89 mg/ml (Bouaziz et al., 2014; Lai et al., 2001; Malsawmtluangi et al., 2014; Thanzami et al., 2015) พบว่าฤทธิ์ของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่นั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าพืชจากธรรมชาติดังกล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 4.2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์เปลือกและเมล็ดมอนไข่

ตัวอย่าง	IC ₅₀ (mg/ml)		
	สกัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	สกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง	สกัดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง
สารสกัดเปลือกมอนไข่	0.21±0.00 ^a	0.19±0.00 ^b	0.18±0.00 ^b
สารสกัดเมล็ดมอนไข่	0.19±0.00 ^a	0.18±0.00 ^a	0.16±0.00 ^b
Ascorbic acid		0.02±0.00	

หมายเหตุ *ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)

**ด้วยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างกันของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากส่วนของผลมอนไข่เดียวกันที่สกัดที่เวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ p<0.05

5. ศึกษากลิ่น สี ความเป็นกรดต่างและความหนืดของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรดต่าง กลิ่น สี และรูปภาพของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

ตัวอย่าง	กลิ่น	สี	กรด-ต่าง	รูปภาพ
สารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกมอนไข่	ไม่มีกลิ่น	น้ำตาล	6.55	
สารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเมล็ดมอนไข่	ไม่มีกลิ่น	น้ำตาล	6.72	

นำสารละลายตัวอย่างพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดมอนไข่วัดค่าความเป็นกรดต่างด้วยเครื่อง pH meter สังเกตดูความหนืดของสารละลายตัวอย่างแล้วนำมาเปรียบเทียบกับสารละลายเพคตินจากแอปเปิ้ล

โดยจากการทดสอบพบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดมอนไข่มีความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.55 และ 6.72 ตามลำดับ และความหนืดของสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกมอนไข่มีความหนืดใกล้เคียงกับความหนืดของสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเมล็ดมอนไข่ โดยความหนืดของสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์นั้นเทียบเท่ากับความหนืดของโพรพิลีน ไกลคอล แต่เมื่อนำสารละลายทั้งสองนั้นมาเปรียบเทียบกับสารละลายเพคตินจากแอปเปิ้ลจะพบว่าสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดมอนไข่นั้นมีความหนืดน้อยกว่าสารละลายเพคตินจากแอปเปิ้ล ดังแสดงการให้คะแนนความหนืดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การให้คะแนนความหนืดของสารละลายจากเปลือกและเมล็ดมอนไข่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสารละลายเพคตินจากแอปเปิ้ล

สารละลายนำมาทดสอบ	คะแนนที่ได้จากการวัด
สารละลายเพคตินจากแอปเปิ้ล	3
กลีเซอรอล	2
โพรพิลีน ไกลคอล	1
สารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกมอนไข่	1
สารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากเมล็ดมอนไข่	1

หมายเหตุ ระดับคะแนนให้เลือก 0 - 3 หมายถึง 0 คะแนน = หนืดน้อยสุดโดยเทียบเท่าน้ำบริสุทธิ์, 1 คะแนน = หนืดน้อยเทียบเท่ากับ โพรพิลีน ไกลคอล (Propylene glycol), 2 คะแนน = หนืดปานกลาง เทียบเท่า กลีเซอรอล (Glycerol) และ 3 คะแนน = หนืดมาก

6. ศึกษาความสามารถในการพองตัวของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ ความสามารถในการดูดซับน้ำและการอุ้มน้ำของพอลิแซ็กคาไรด์ส่งผลต่อการพองตัวและความหนืดของสารละลาย โดยสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ส่วนเปลือกมีค่าความสามารถในการพองตัวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 50.73 ± 0.55 ml/g และสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ส่วนเมล็ดมีค่าความสามารถในการพองตัวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 49.43 ± 0.55 ml/g ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ถือว่ามีความสามารถในการพองตัวได้ปานกลางเนื่องจากสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์มีความหนืดน้อย และงานวิจัยของ Chanpirom et al. (2022) นั้น พบว่าค่า

ความสามารถในการฟองตัวต่ำทั้งที่เป็น Traditional pumpkin และ Japanese pumpkin มีค่าเท่ากับ 2.00 ± 0.00 และ 4.00 ± 0.00 ตามลำดับ เนื่องจากสารละลายมีความหนืดต่ำ โดยมีความหนืดเท่ากับ 1.00 ± 0.00 และ 1.25 ± 0.00 cps ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้กล่าวไปข้างต้น

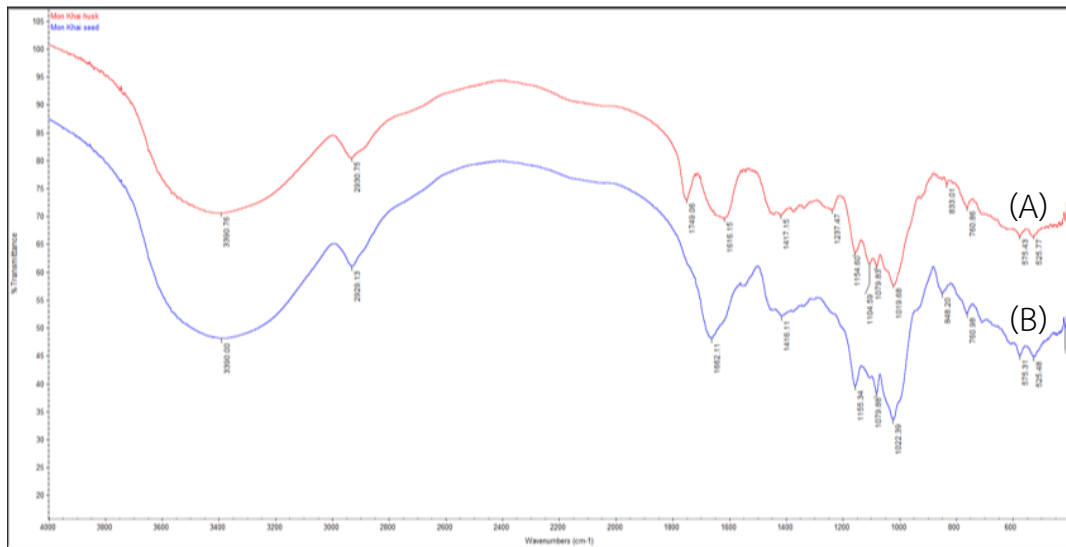
ตารางที่ 4.5 ค่าความสามารถในการฟองตัวของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดมอนไซ

ตัวอย่าง	ค่าความสามารถในการฟองตัว (m/g)
สารสกัดเปลือกมอนไซ	50.73 ± 0.55^a
สารสกัดเมล็ดมอนไซ	49.43 ± 0.55^b

หมายเหตุ *ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)

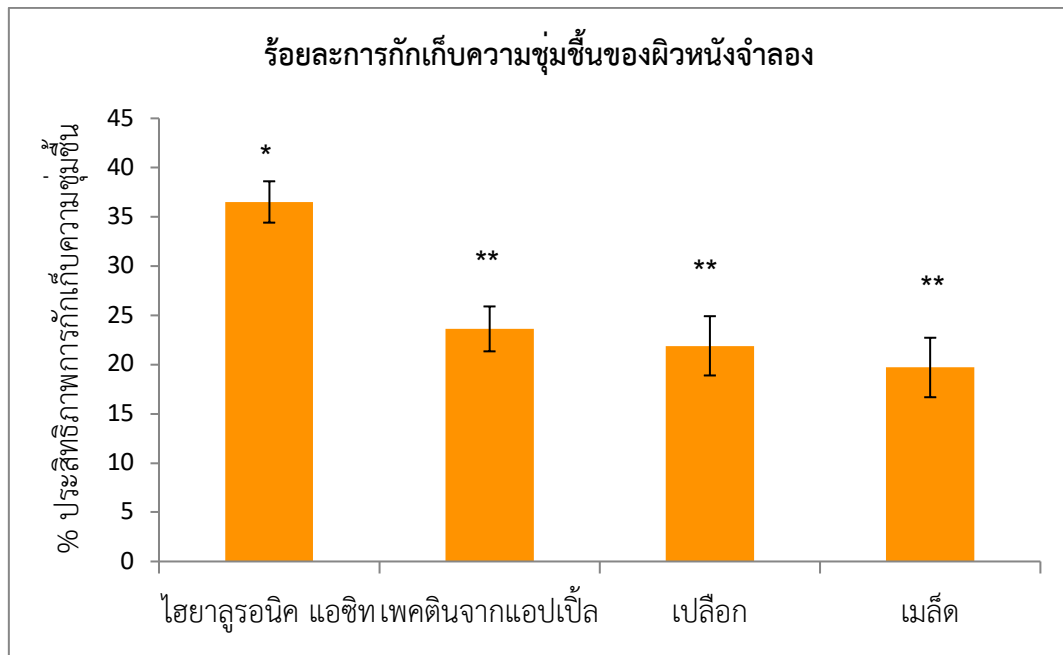
**ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างกันของความสามารถในการฟองตัวของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดมอนไซแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

7. การตรวจสอบลักษณะเชิงโครงสร้าง โดยวิธี FT-IR การวิเคราะห์องค์ประกอบหมู่ฟังก์ชันจากสเปกตรัมด้วยเครื่อง FT-IR พบว่าสารสกัดของส่วนเปลือกมอนไซนั้นแสดงพีคของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) แสดงที่ความถี่ 3390.76 cm^{-1} พันธะ C-H (แบบยืด) ของหมู่เมทิลแบบสมมาตรและไม่สมมาตรและพันธะ C-H (แบบยืด) ของหมู่เมทิลแบบสมมาตรและไม่สมมาตรที่ความถี่ 2930.75 cm^{-1} หมู่คาร์บอนิล (C=O) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 1749.06 และ 1616.15 cm^{-1} (Silverstein et al., 1992) หมู่เอสเทอร์ (C-O) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 1417.15 และ 1237.47 cm^{-1} วงแหวนไพแรน (Pyran ring) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 1154.60 , 1104.59 , 1079.83 และ 1019.68 cm^{-1} Dong et al. (2016) พันธะ CH (แบบงอ) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 760.86 cm^{-1} ส่วนสารสกัดของส่วนเมล็ดมอนไซแสดงพีคของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) แสดงที่ความถี่ 3390.00 cm^{-1} พันธะ C-H (แบบยืด) ของหมู่ เมทิลแบบสมมาตรและไม่สมมาตรและพันธะ C-H (แบบยืด) ของหมู่เมทิลแบบสมมาตรและไม่สมมาตรที่ความถี่ 2929.13 cm^{-1} หมู่คาร์บอนิล (C=O) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 1662.11 cm^{-1} (Silverstein et al., 1992) หมู่เอสเทอร์ (C-O) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 1416.11 cm^{-1} วงแหวนไพแรน (Pyran ring) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 1155.34 , 1079.88 และ 1022.39 cm^{-1} Dong et al. (2016) พันธะ CH (แบบงอ) แสดงให้เห็นที่ความถี่ 760.98 cm^{-1} และ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลกับงานวิจัยของ Ma et al. (2020) โดยศึกษาพอลิแซ็กคาไรด์จากเมล็ดมอนไซ พบว่ามีสเปกตรัมแสดงพีคของหมู่ฟังก์ชันคล้ายคลึงกัน ดังนั้นแสดงว่าพอลิแซ็กคาไรด์ที่สกัดได้เป็นชนิดเดียวกัน คือ ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันของกลูโคสเป็นองค์ประกอบหลัก เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide)



ภาพที่ 4.5 การตรวจสอบพอลิแซ็กคาไรด์ด้วย FT-IR Spectroscopy (A) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกม่อนไข่ (B) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเมล็ดม่อนไข่

8. ศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลอง (Occlusion Factor Determination) พบว่า ประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นนั้นในสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์รวมส่วนที่เป็นเปลือกม่อนไข่มีประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นดีกว่าสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ส่วนเมล็ดม่อนไข่มีค่าเท่ากับ $21.90 \pm 3.01\%$ และ $19.70 \pm 3.02\%$ ตามลำดับ แต่แตกต่างกันไม่มากนัก แต่เมื่อนำสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่ไปเปรียบเทียบกับเพคตินจากแอปเปิ้ลโดยมีค่าประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นเท่ากับ $23.62 \pm 2.28\%$ พบว่าค่าร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บความชุ่มชื้นใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4.5) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับไฮยาลูรอนิก แอซิด โดยมีความประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นเท่ากับ $36.51 \pm 2.10\%$ พบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดม่อนไข่มีค่าร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บความชุ่มชื้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งคุณสมบัติประสิทธิภาพของการกักเก็บความชุ่มชื้นนั้นเป็นพารามิเตอร์อย่างหนึ่งในการนำไปเป็นสารให้ความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง



ภาพที่ 4.5 ค่าร้อยละการกักเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังจำลองโดยสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จาก เปลือกและเมลิตินอ่อนไข่แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากเปอร์เซ็นต์ ของประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้น ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)

สรุปผลการวิจัย

เมื่อนำเปลือกและเมลิตินอ่อนไข่มาสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วนำมาตกตะกอนด้วยเอทานอล 95% พบว่าได้สารสกัด ที่สกัดที่เป็นเวลา 5 ชั่วโมงให้ปริมาณสาร สกัด (%yield) มากที่สุด และเมื่อศึกษาหาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมพบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ จากเปลือกและเมลิตินของม่อนไข่นั้นสกัดที่เป็นเวลา 5 ชั่วโมงให้ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ ฤทธิ์ ด้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ค่าความเป็นกรดต่างของสารสกัดมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับผิวหนัง ส่วนความหนืดของสารสกัดทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน คือความหนืดปานกลาง เทียบเท่ากับความหนืด ของโพรพิลีน ไกลคอล ศักยภาพในการให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวของพอลิแซ็กคาไรด์คู่ได้จากพารามิเตอร์ ของการคุณสมบัติการพองตัว โดยความสามารถในการพองตัวคือการนำสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์แบบ แห้งไปผ่านการพองตัวในน้ำปราศจากไอออนทำให้เกิดเป็นสารละลายขึ้นหนืด พบว่าค่าความสามารถ ในการพองตัวของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมลิตินอ่อนไข่ปานกลางเนื่องจากสารสกัดมี ความหนืดต่ำ

การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหมู่ฟังก์ชันจากสเปกตรัมด้วยเครื่อง FT-IR พบว่าสารสกัดของส่วน เปลือกและเมลิตินอ่อนไข่นั้นแสดงพิกของหมู่ฟังก์ชันคล้ายคลึงกับงานวิจัยก่อนหน้า ซึ่งแสดงผลว่า กลูโคสเป็นองค์ประกอบหลักและเป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide)

ประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับไฮยาลูรอนิก แอซิดพบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ทั้งเปลือกและเมล็ดม่อนไขมีประสิทธิภาพต่ำกว่า แต่ถ้าหากนำมาเปรียบเทียบกับ เพคตินจากแอปเปิ้ลพบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกและเมล็ดมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ซึ่งคุณสมบัติประสิทธิภาพการกักเก็บความชุ่มชื้นนี้เป็นพารามิเตอร์อย่างหนึ่งในการนำไปเป็นสารให้ความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเก็บตัวอย่างผลไม้ที่นำมาศึกษานั้นควรวางแผนในการดำเนินงานทดลองเนื่องจากเป็นผลไม้ตามฤดูกาล อาจจะไม่เพียงพอหากใช้ตัวอย่างผลไม้มาทดสอบในปริมาณมาก
2. หากนำผลการทดลองนี้ไปต่อยอดในอนาคต ควรทดสอบความปลอดภัยและประสิทธิภาพในอาสาสมัคร เช่น การกักเก็บความชุ่มชื้น และเพิ่มความชุ่มชื้น เป็นต้น
3. ในตัวอย่างของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเมล็ดม่อนไขนั้นประกอบด้วยกลูโคสเป็นหลัก ซึ่งเป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) อาจจะไปศึกษาต่อทางด้านฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Anti-inflammation) เป็นต้น

รายการอ้างอิง

- กนิษฐา ช้างเสวก. (2564). *ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์และฟีนอลิกจากผักเชียงดา* (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2543). *เทคโนโลยีของแป้ง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กิตติมาภรณ์ ชุมพงศ์. (2565). *การพัฒนาสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายวากาเมะเพื่อเป็นสารให้ความชุ่มชื้นผิว* (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- คัทลียา เมฆจรัสกุล (บรรณาธิการ). (2564). *เภสัชภัณฑ์ทางผิวหนัง*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชื่นนภา ชัชวาล, นาฏศจี นวลแก้ว, ศรีสมพร ปรีเปรม, สุพัตรา ปรศุพัฒนา และอรุณศรี ปรีเปรม. (2553). *คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของสารสกัดเมือกจากลำต้นผักปลังและการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์เจล* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยรัตน์ วามวรรรัตน์. (2562). *การทดลองที่ 3 คาร์โบไฮเดรต*.

- ณปภัช พิมพดี. (2560). *แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล*.
<https://uatscimath.ipst.ac.th/2021/lesson-chemistry/item/7164-2017-06-04-15-16-29>
- ณัฐพงษ์ บุญปอง. (2563). *เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต*. <https://www.scimath.org/lesson-biology/item/10559-2019-08-28-02-42-02>
- ณัฐพงศ์ บุญปอง. (2565). *พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)*. <http://www.scimath.org/lesson-biology/item/10559-2019-08-28-02-42-02>
- เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์. (2561). *ม่อนไข่ หรือเขียนท้อ*.
https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_77626
- นิตยา รัตนาปนนท์. (2556). *การจำแนกชนิดของคาร์โบไฮเดรต*.
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7138/การจำแนกชนิดของคาร์โบไฮเดรต>
- บริษัท นีโอเนิกส์ จำกัด. (2564). *ความหนืดของของเหลว*.
<https://www.neonics.co.th/viscosity/viscosity-of-liquids.html>
- ปิยรัตน์ ศิริวงศ์ไพศาล, อุไรวรรณ วัฒนกุล และนพรัตน์ มะเห. (2553). *การสกัดและคุณสมบัติของพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายผสมนาง สาหร่ายพวงองุ่น และสาหร่ายขนนก (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิตยา รัตนาปนนท์. (2556). *สารที่ทำให้เกิดเจล*.
<https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/001011/gelling-agent-สารที่ทำให้เกิดเจล>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิตยา รัตนาปนนท์. (2562). *ไข (wax)*.
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1354/wax-ไข>
- มยุรมาศ แสงเงิน และจารุภาค แสนสมชัย. (2553). *การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์เจลประอบผิวจากสารสกัดจากสาหร่ายเกลียวทอง สาหร่ายไค และแทนนิน (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- ศราวุธ วงศ์เสน. (2565). *การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากพลูคาวเพื่อเป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้นให้เซรั่มบำรุงผิวหน้า (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

- Awang-Kanak, F., & Abu Bakar, M. F. (2018). Canistel *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128031384000150?via%3Dihub>
- Barnes, T. M., Mijaljaca, D., Townley, J. P., Spada, F. & Harrison, I. P. (2021). Vehicles for drug delivery and cosmetic moisturizers: Review and comparison. *Pharmaceutics*, *13*, 1-18.
- Bouaziz, F., Koubaa, M., Helbert, C. B., Kallel, F., Driss, D., Kacem, I., . . . Chaabouni, S. E. (2014). Purification, structural data and biological properties of polysaccharide from *Prunus amygdalus* gum. *International Journal of Food Science & Technology*, *50*, 578-584.
- Brand-Wiliams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci Technol*, *28*(1), 25-30.
- Chanpirom, S., Saewan, N., & Sripisut, T. (2022). Alternative utilization of vegetable crop: pumpkin polysaccharide extract and their efficacy on skin hydration. *Cosmetics*, *9*, 113.
- Denchai, R., Phaiboon, N., Pornsiri, N., & Rattana, S. (2021). Antioxidant activities, total phenolic and total flavonoid contents of *Lepisanthes rubiginosa* crude extract. *Koch Cha Sarn Journal of Science*, *43*(2), 1-11.
- Do, T. V. T., Suhartini, W., Phan, C. U., Zhang, Z., Goksen, G., & Lorenzo, J. M. (2023). Nutritional value, phytochemistry, health benefits, and potential food applications of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni: A comprehensive review. *Journal of Functional Foods*, *103*, 105481.
- Dong, H., Zhang, Q., Li, Y., Li, L., Lan, W. J., He, J., . . . Qin, W. (2016). Extraction, characterization and antioxidant activities of polysaccharides of *Chanminshen violaceum*. *International Journal of Biological Macromolecules*, *86*, 224-232.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem*, *28*, 350-356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>

- Fortune Business Insights. (2021). Moisturizer Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Type (Face Moisturizer and Body Moisturizers), By Form (Cream, Lotion, and Gel), By End-user (Men, Women, and Infant & Kids), and Regional Forecase, 2023-2030. <https://www.fortunebusinessinsights.com/moisturizer-market-103869>
- Goddard, E. D., & Gruber, J. V. (1999). Polymer adsorption: Fundamentals. In E. Jungermann (Eds.), *Principles of polymer science and technology in cosmetics and personal care* (p. 688). Marcel Dekker, Inc.
- Hamishehkar, H., Same, S., Adibkia, K., Zarza, K., Shokri, J., Taghaee, M., . . . Kouhsoltani, M. (2015). A comparative histological study on the skin occlusion performance of a cream made of solid lipid nanoparticles and Vaseline. *Research in Pharmaceutical Sciences, 10*(5), 378-387.
- Kanlayavattanakul, M., & Lourith, N. (2017). Ceylon spinach: A promising crop for skin hydrating product. *Industrial Crops & Products, 105*, 24-28.
- Kanlayavattanakul, M., Pawakongbun, T., & Lourith, N. (2019). Dendrobium orchid polysaccharide extract: Preparation, characterization and in vivo skin hydrating efficacy. *Chinese Herbal Medicines, 11*, 400-405.
- Kuda, T., Tsunekawa, M., Goto, H., & Araki, Y. (2005). Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. *J. Food Comp. Anal. 18*(7), 625-633.
- Lachenmeier, D. W. (2008). Safety evaluation of topical applications of ethanol on the skin and inside the oral cavity. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology, 3*, 26.
- Lai, L. S., Chou, S. T., & Chao, W. W. (2001). Studies on the antioxidative activities of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl) leaf gum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*, 963-968.
- Lautenschlager, H. (2009). Polysaccharides in cosmetic products – from alginate to xanthan gum. *Kosmetische Praxis, 4*, 12-15.

- Liu, Y., & Huang, G. (2019). Extraction and derivatization of active polysaccharides. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, *34*(1), 1690-1696.
- Ma, J. S., Liu, H., Han, C. R., Zeng, S. J., Xu, X. J., Lu, D. J., . . . He, H. J. (2020). Extraction, characterization and antioxidant activity of polysaccharide from *Pouteria campechiana* seed. *Carbohydrate Polymers*, *229*, 115409.
- Malsawmtluangi, C., Thanzami, K., Lahlhlemawia, H., Selvan, V., Palanisamy, S., Kandasamy, R., . . . Pachuau, L. (2014). Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Prunus cerasoides* D. Don gum exdates. *International Journal of Biological Macromolecules*, *69*, 192-199.
- Marketeer Team. (2022, May). โควิดพลิกเทรนด์ตลาดความงามทั่วโลกน้อยแต่มาไกลและใส่ใจสิ่งแวดล้อม. <https://marketeeronline.co/archives/262368>
- Methaakkharadecha, N., & Srisopa, A. (2020). Phenolic contents and antioxidant activities of mulberry leaf tea and water soluble mulberry leaf tea powder. *Thai Journal of Science and Technology*, *9*, 2.
- Montenegro, L., Parenti, C., Turnaturi, R., & Pasquinucci, L. (2017). Resveratrol-Loaded Lipid Nanocarriers: correlation between in vitro occlusion factor and in vivo skin hydrating effect. *Journals of Pharmaceutics*, *9*(4), 58.
- Nur, M. A., Khan, M., Biswas, S., Hossain, K. D., & Amin, M. Z. (2022). Nutritional and biological analysis of the peel and pulp of *Pouteria campechiana* fruit cultivated in Bangladesh. *Journal of Agriculture and Food Research*, *8*, 100296.
- Qi, H., Zhang, Q., Zhao, T., Chen, R., Zhang, H., Niu, X., . . . Li, Z. (2005). Antioxidant activity of different sulfate content derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) in vitro. *International Journal of Biological Macro-molecules*, *37*, 195-199.
- SECHEM. (2021). Hyaluronic acid. <https://sgechem.com/articles/ไฮยาลูรอน-hyaluronic-acid-คืออะไร/>
- Thai Thaifood. (2016). Monkhai. <https://www.thai-thaifood.com/th/มอนไช/>

- Thanzami, K., Malsawmtluangi, C., Lahlmawia, H., Seelan, T. V., Palanisamy, S., Kandasamy, R., . . . Pachuau, L. (2015). Characterization and in vitro antioxidant activity of *Albizia stipulate* Boiv. Gum exudates. *International Journal of Biological Macromolecules*, *80*, 231-239.
- Tharntada, S., & Umnahanant, P. (2018). Fourier transform infrared spectroscopy: theory and application. *Journal of Animal Health Science and Technology*, *2*, 1.
- Turapra, B., Boonyarat, C., Chulikhit, Y., & Daodee, S. (2016). Determination of active constituents and antioxidative activity in *Citrus maxima* (Burm.) Merr. *IJPS*, *11*, 80-91.
- Vaz, S., Silva, R., Amaral, M. H., Martins, E., Sousa Lobo, J. M., & Silva, A. C. (2019). Evaluation of the biocompatibility and skin hydration potential of vitamin E-loaded lipid nanosystems formulation: In vitro and human in vivo studies. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *179*, 242-249.
- Silverstein, R. M., Bassler, G. C., & Morrill, T. C. (Eds.). (1992). *Spectrometric identification of organic compounds*. John Wiley & Sons Inc.
- Szklarek, M. K., Cybulska, J., & Zdunek, A. (2022). Analysis of the chemical composition of natural carbohydrates - An overview of methods. *Food Chemistry*, *394*, 133466.
- Wissing, S. A., Lippacher, A., & Muller, R. H. (2001). Investigations on the occlusive properties of solid lipid nanoparticles (SLN). *J. Cosmet. Sci*, *52*, 313-324.