

ไหมขัดฟันจากไบสัปประรดผสมสารสกัดจากพืชตระกูลส้มเพื่อยับยั้งการเกิดหินปูนในช่องปาก

บารมี การี¹, ศุภกฤต เกษมมงคลพร¹, อัมพร เพชรโชติ¹, อุดลย์สมาน สุขแก้ว^{2,3}, และ สุธี จุ่งลก^{1*}

¹โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” ตำบลเบตง อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ประเทศไทย

²สมาคมนักวิจัยชายแดนภาคใต้ ตำบลสะเต็ง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ตำบลสะเต็ง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ประเทศไทย

*Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารสกัดจากพืชตระกูลส้ม (Citrus) ซึ่งมีสารสกัดกรดซิตริกที่มีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับหินปูนโดยตรง และศึกษาประสิทธิภาพไหมขัดฟันจากไบสัปประรด เพื่อประเมินคุณสมบัติของไหมขัดฟันจากไบสัปประรดและประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดหินปูนในช่องปาก และเพื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

จากการทดลองกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์พบว่าตัวไหมขัดฟันในท้องตลาดเกิดการตกตะกอนภายใน 1 วัน และไหมขัดฟันจากไบสัปประรดเกิดการตกตะกอนภายใน 1 วัน และไหมขัดฟันจากไบสัปประรดที่ผสมกับกรดซิตริกจากพืชตระกูลส้มพบว่าการตกตะกอนภายใน 2 วัน บ่งชี้ได้ว่าสารสกัดมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้สารสกัดดังกล่าวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ที่ 5 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมกับสภาพช่องปากมนุษย์

ในด้านประสิทธิภาพ พบว่าสารสกัดจากพืชตระกูลส้มมีประสิทธิภาพร้อยละ 80 ถือได้ว่าเป็นสารสกัดที่สามารถใช้งานจริงได้ และในด้านไหมขัดฟันจากไบสัปประรดพบว่ามีค่าแรงดึงเชือกเฉลี่ยที่ 39.1 นิวตัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ทางท้องตลาดมีค่าแรงดึงเชือกเฉลี่ยที่ 44.2 นิวตัน แม้ประสิทธิภาพจะต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานจริงได้ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชตระกูลส้ม และเป็นทางเลือกที่สามารถนำมาพัฒนาให้ต่อยอดดียิ่งขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: พืชตระกูลส้ม / หินปูน / การยับยั้ง / กรดซิตริก / ค่าความเป็นกรด-ด่าง

Pineapple leaf dental floss mixed with citrus extracts to inhibit tartar buildup in the mouth

Baramee Karee¹, Supakrit Kasemmongkolporn¹, Amporn Petchote¹, Adulsman Sukkaew^{2,3*},
and Suthee Junglok¹

¹*Betong Wiratprasan, 19 Ruamwit Road, Betong District, Yala Province, Thailand*

²*Southern Border Province Research Association, Sateng District, Mueang District, Yala Province, Thailand*

³*Faculty of Agricultural Science and Technology, Yala Rajabhat University, Sateng District, Mueang District, Yala Province, Thailand*

**Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th*

Abstract

This article presents to investigate extracts from the Citrus family, specifically focusing on citric acid and its direct chemical reactivity with dental calculus (tartar). Furthermore, the study evaluates the efficacy of pineapple leaf fibers as a material for dental floss, assessing both its physical properties and its effectiveness in inhibiting plaque buildup compared to commercial products.

Experimental results using calcium hydroxide and sodium hydrogen carbonate revealed that while commercial dental floss and untreated pineapple leaf floss both showed precipitation within 1 day, the pineapple leaf floss infused with citrus extract showed no precipitation for up to 2 days. This indicates that the extract significantly enhances inhibitory performance. Additionally, the extract maintained a pH level of 5, which is considered safe and suitable for the human oral environment.

Regarding performance, the citrus extract demonstrated an 80% efficacy rate, confirming its practical viability for oral care. In terms of mechanical properties, the pineapple leaf floss exhibited an average tensile strength of 39.1 N, compared to 44.2 N for commercial products. Although its tensile strength is slightly lower than that of market alternatives, it remains within a functional range for practical use. These findings highlight the potential of citrus-based extracts and pineapple fibers as viable, eco-friendly alternatives that can be further developed for future oral hygiene applications.

Keywords: Citrus plants / Dental calculus / Inhibition / Citric acid / pH value

1. บทนำ

การพัฒนาใหม่ขัดฟันจากเส้นใยใบสับประรดผสมสารสกัดจากพืชตระกูลส้มเพื่อยับยั้งการเกิดหินปูนในช่องปาก มีจุดเริ่มต้นจากการพิจารณาปัญหาอุบัติการณ์ของโรคในช่องปาก ซึ่งตามรายงานสถานการณ์สุขภาพช่องปากระดับโลกขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ระบุว่า เป็นความท้าทายหลักทางสาธารณสุขที่ส่งผลกระทบต่อประชากรส่วนใหญ่ [1] โดยเฉพาะการสะสมของคราบจุลินทรีย์หรือเดนทาลพลัค (Dental Plaque) ซึ่งหากไม่ได้รับการกำจัดอย่างมีประสิทธิภาพ จะนำไปสู่กระบวนการสะสมแร่ธาตุ (Mineralization) ผ่านการตกตะกอนของแคลเซียมฟอสเฟตจากน้ำลาย จนพัฒนาสภาพกลายเป็นหินปูน (Dental Calculus) [1] ตามทฤษฎีการก่อตัวของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ในช่องปาก หินปูนเหล่านี้มีลักษณะทางกายภาพเป็นรูพรุนซึ่งเป็นที่ยึดเกาะอย่างดีของแบคทีเรีย ก่อให้เกิดพยาธิสภาพของโรคเหงือกอักเสบและปริทันต์อักเสบตามมา แม้ว่าการแปรงฟันจะเป็นวิธีการดูแลสุขอนามัยพื้นฐาน แต่ด้วยข้อจำกัดทางสรีระที่ขนแปรงไม่สามารถเข้าถึงบริเวณซอกฟันได้อย่างทั่วถึง ส่งผลให้ไหมขัดฟันกลายเป็นอุปกรณ์เสริมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทว่าในปัจจุบันไหมขัดฟันส่วนใหญ่ผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์จำพวกไนลอนหรือพลาสติกพีทีเอฟอี (PTFE) ซึ่งนอกจากจะประสบปัญหาด้านการย่อยสลายยากตามรายงานด้านมลพิษทางสิ่งแวดล้อมแล้ว [2] ยังมีบทบาทเพียงการกำจัดเศษอาหารเชิงกลเท่านั้น โดยขาดคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์หรือขัดขวางกระบวนการเกิดหินปูนในเชิงชีวเคมีอย่างมีนัยสำคัญ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงศักยภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างใบสับประรด ซึ่งเป็นทรัพยากรชีวภาพที่มีปริมาณมหาศาลในประเทศไทย โดยจากการศึกษาคุณสมบัติทางวัสดุศาสตร์ของ K.P. Ashik และคณะ [2] พบว่าเส้นใยใบสับประรด (Pineapple Leaf Fiber) [3] มีองค์ประกอบของเซลลูโลสสูงถึงร้อยละ 70-82 [3] ส่งผลให้มีความแข็งแรงเชิงกลทนทานต่อแรงดึงได้ดีเยี่ยมเมื่อนำมาปั่นเป็นเส้นด้าย อีกทั้งยังมีลักษณะทางกายภาพที่มีความขรุขระในระดับไมโคร (Micro-roughness) ซึ่งเอื้อต่อการกวดถูคราบพลัคได้ดีกว่าเส้นใยสังเคราะห์ที่เรียบมัน นอกจากนี้โครงสร้างเส้นใยธรรมชาติยังมีสมบัติในการดูดซับและกักเก็บสารสำคัญได้ดี ผู้วิจัยจึงบูรณาการองค์ความรู้ด้านพฤกษเคมี (Phytochemistry) โดยการใช้สารสกัดจากพืชตระกูลส้มที่อุดมไปด้วยสารประกอบฟลาโวนอยด์และกรดอินทรีย์ ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Streptococcus mutans* ตามผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดธรรมชาติในวารสาร Oral Microbiology [4] โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของ "กรดคีตริก" ที่ทำหน้าที่เป็นสารคีเลต (Chelating agent) [5] เข้าจับกับไอออนแคลเซียมในน้ำลายเพื่อชะลอการตกผลึกของหินปูนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การบูรณาการระหว่างเส้นใยธรรมชาติที่มีความเหนียวและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ากับสารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา จึงเป็นการพัฒนานวัตกรรมที่ตอบโจทย์ทั้งในด้านทันตกรรมป้องกันและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามหลักยุทธศาสตร์เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ผลลัพธ์ที่ได้จึงไม่เพียงแต่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ขัดเศษอาหารตามปกติ แต่ยังทำหน้าที่เป็นระบบนำส่งสารสำคัญ (Drug Delivery System) เข้าสู่บริเวณซอกฟันโดยตรงเพื่อยับยั้งการเกิดหินปูนตั้งแต่วินิจฉัยเริ่มต้น ช่วยลดการพึ่งพาสารเคมีสังเคราะห์และลดมลพิษจากขยะพลาสติกที่ไม่ย่อยสลาย นำไปสู่การสร้างแนวทางการดูแลสุขภาพช่องปากเชิงรุกที่ยั่งยืน ซึ่งนับเป็นการยกระดับวัสดุพื้นถิ่นสู่การเป็นนวัตกรรมทางการแพทย์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงและมีความรับผิดชอบต่อสังคมในวงกว้าง

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสารสกัดจากพืชตระกูลส้ม (Citrus) ซึ่งมีสารสกัดกรดคีตริกที่มีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับหินปูนโดยตรง
2. ศึกษาประสิทธิภาพไหมขัดฟันจากใบสับประรด เพื่อประเมินคุณสมบัติของไหมขัดฟันจากใบสับประรดและประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดหินปูนในช่องปาก
3. เพื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

3. ขอบเขตของการศึกษา

โดยมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

3.1 ขอบเขตด้านวัตถุดิบและตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

3.1.1 เส้นใยพืช ศึกษาเฉพาะเส้นใยจากใบสับปะรด (Pineapple Leaf Fiber) ที่ผ่านกระบวนการแยกเส้นใยด้วยวิธีทางกลหรือการแช่หมัก เพื่อนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายสำหรับทำไหมขัดฟัน

3.1.2 สารสกัดพืช ศึกษาเฉพาะสารสกัดจากเปลือกของพืชตระกูลส้ม (Citrus) เช่น ส้มเขียวหวาน หรือมะนาว โดยใช้ตัวทำละลายที่ปลอดภัย เช่น เอทานอล

3.1.3 สารเคลือบ ศึกษาการใช้สารเคลือบจากธรรมชาติ เช่น ไขผึ้ง (Beeswax) เพื่อช่วยในการยึดเกาะของสารสกัด และช่วยให้เส้นใยลื่นไหลเข้าซอกฟันได้ง่ายขึ้น

3.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

3.2.1 ตัวแปรต้น ความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชตระกูลส้มที่ใช้เคลือบบนเส้นใยและอัตราส่วนระหว่างเส้นใยใบสับปะรดกับสารเคลือบ

3.2.2 ตัวแปรตาม ความแข็งแรงทนทานต่อแรงดึงของเส้นใย และความสามารถในการจัดคราบพลัคจำลอง

3.2.3 ตัวแปรควบคุม ขนาดความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของไหมขัดฟัน, อุณหภูมิในขณะที่ทำการทดลอง, และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่เคลือบสาร

3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลาและสถานที่

ดำเนินการศึกษาและทดลองในช่วงเดือน ธันวาคม 2568 – เมษายน 2569

สถานที่ดำเนินการทดสอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน”

3.4 ขอบเขตด้านเนื้อหาและตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

3.4.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพจะเน้นที่ ความเหนียว (Tensile Strength) เพื่อไม่ให้ไหมขาดขณะใช้งาน

3.4.2 การทดลองคุณสมบัติทางเคมีจะเน้นที่ ความสามารถในการยับยั้งการตกตะกอนของแคลเซียม (โดยจำลองน้ำลายสังเคราะห์) เพื่อดูแนวโน้มการลดการเกิดหินปูน

4. วิธีการศึกษา

4.1 รวบรวมข้อมูล

การสืบค้นข้อมูลและเตรียมทฤษฎีอ้างอิง เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพของเส้นใยใบสับปะรด โดยเฉพาะความทนทานต่อแรงดึงและปริมาณเซลลูโลส รวมถึงศึกษาวิจัยสารสกัดจากเปลือกพืชตระกูลส้มว่ามีสารสำคัญชนิดใดที่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและขัดขวางการตกตะกอนของแคลเซียมฟอสเฟต นอกจากนี้ต้องศึกษามาตรฐานของไหมขัดฟันในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบ (Base line) ในการทดลอง

4.2 การเตรียมเส้นใยและสารสกัดธรรมชาติ

ดำเนินการคัดเลือกใบสับปะรดที่สมบูรณ์ นำมาสกัดแยกเส้นใยด้วยวิธีทางกลหรือการแช่หมัก จากนั้นทำความสะอาดและตากแห้งก่อนนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายตามขนาดที่ต้องการ ควบคู่ไปกับการเตรียมสารสกัดจากเปลือกส้มโดยวิธีที่เหมาะสม (เช่น การต้มเคี้ยวหรือการแช่ในตัวทำละลาย) เพื่อให้ได้สารสกัดเข้มข้นที่จะนำมาใช้เป็นตัวยาสำคัญในผลิตภัณฑ์

4.3 การขึ้นรูปและเคลือบไหมขัดฟันนวัตกรรม

นำเส้นใยใบสับปะรดที่เตรียมไว้มาผ่านกระบวนการชุบเคลือบด้วยสารสกัดจากพืชตระกูลส้ม โดยอาจมีการใช้สารยึดเกาะธรรมชาติ เช่น ไขผึ้ง (Beeswax) เพื่อช่วยให้สารสกัดเกาะติดกับเส้นใยได้ดีและเพิ่มความลื่นไหลในการใช้งาน จากนั้นนำไปฝังให้แห้งในสภาวะที่สะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

4.4 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพ

นำไหมขัดฟันที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบความแข็งแรงโดยการดึง (Tensile test) เพื่อดูว่าทนต่อการใช้งานได้หรือไม่และวัดค่าโดยตาซึ่งสปริง และทำการทดลองจำลองการยับยั้งคราบหินปูน โดยการนำไหมขัดฟันไปแช่ในน้ำลายสังเคราะห์ที่มีส่วนผสมของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แล้วเปรียบเทียบการตกตะกอนของหินปูนบนเส้นใยเทียบกับไหมขัดฟันทั่วไป

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

นำผลการทดสอบที่ได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติเบื้องต้น เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างไหมขัดฟันจากไบสับประรดผสมสารสกัดส้ม กับไหมขัดฟันมาตรฐานในท้องตลาด และสรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการทดลองไหมขัดฟันจากเปลือกสับประรดและไหมขัดฟันในท้องตลาด โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

5.1 ผลการศึกษาแรงดึงเชือกของไหมขัดฟัน

ผลการศึกษาพบว่าไหมขัดฟันในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ยแรงดึงเชือกที่ 44.2 นิวตัน ขณะที่ไหมขัดฟันจากไบสับประรดมีค่าเฉลี่ยแรงดึงเชือกที่ 39.1 นิวตัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าแรงดึงเชือกของไหมขัดฟันในท้องตลาด

จำนวนครั้งในการทดสอบ	ค่าของแรงดึงเชือก (นิวตัน)
1	29
2	36
3	45
4	38
5	69
6	45
7	27
8	58
9	61
10	34
ค่าเฉลี่ย	44.2

ตารางที่ 2 แสดงค่าแรงดึงเชือกของไหมขัดฟันจากใบสับประรด

จำนวนครั้งในการทดสอบ	ค่าของแรงดึงเชือก (นิวตัน)
1	12
2	36
3	48
4	56
5	57
6	34
7	26
8	57
9	27
10	38
ค่าเฉลี่ย	39.1

5.2 ผลการศึกษาการยับยั้งการเกิดหินปูน

ผลการศึกษาพบว่าไหมขัดฟันในท้องตลาดมีการเกิดหินปูนบนไหมขัดฟัน ขณะที่ไหมขัดฟันจากใบสับประรดมีการเกิดหินปูนบนไหมขัดฟัน และไหมขัดฟันจากใบสับประรดซึ่งผสมกับกรดซิตริกจากพืชตระกูลส้มไม่เกิดหินปูนในระยะแรก ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเกิดปฏิกิริยาการเกิดหินปูนของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตต่อไหมขัดฟัน

รูปแบบไหมขัดฟัน	ลักษณะการเกิดปฏิกิริยา		
	1 วัน	2 วัน	3 วัน
ไหมขัดฟันในท้องตลาด	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันเล็กน้อย	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันมากขึ้น	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันมากขึ้น
ไหมขัดฟันจากใบสับประรด	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันเล็กน้อย	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันมากขึ้น	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันมากขึ้นเล็กน้อย
ไหมขัดฟันจากใบสับประรดผสมสารสกัดจากพืชตระกูลส้ม	ไม่เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟัน	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันเล็กน้อย	เกิดการตกตะกอนบนไหมขัดฟันเล็กน้อย

5.3 ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการศึกษาพบว่ากรดซิตริกจากพืชตระกูลส้มมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของกรดซิตริกจากพืชตระกูลส้ม

ชนิดสารสกัด	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
กรดซิตริกจากพืชตระกูลส้ม	5

6. สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากพืชตระกูลส้มมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดหินปูนสูงถึงร้อยละ 80 โดยสารสกัดดังกล่าวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ที่ระดับ 5 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อสภาวะภายในช่องปากของมนุษย์ ในด้านการทดสอบทางเคมีพบว่าสารสกัดมีคุณสมบัติในการยับยั้งการตกตะกอนของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์บนเนื้อฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยไหมขัดฟันที่เคลือบสารสกัดไม่ปรากฏการตกตะกอนภายในระยะเวลา 2 วัน ในขณะที่ไหมขัดฟันทั่วไปในท้องตลาดเริ่มมีการตกตะกอนภายใน 1 วัน

สำหรับคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและกายภาพ พบว่าไหมขัดฟันจากเส้นใยไบโอสปอร์ตมีค่าแรงดึงเชือกเฉลี่ยอยู่ที่ 39.1 นิวตัน ซึ่งแม้ว่าจะมีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์มาตรฐานในท้องตลาดที่มีค่าเฉลี่ย 44.2 นิวตันเล็กน้อย แต่ยังคงถือว่ามีความแข็งแรงเชิงกลในระดับที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง นอกจากนี้ งานวิจัยยังระบุว่าการใช้เส้นใยธรรมชาติจากไบโอสปอร์ตซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณเซลลูโลสสูง [2, 3] ไม่เพียงแต่ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลาสติกสังเคราะห์ แต่ยังสามารถทำหน้าที่เป็นระบบนำส่งสารสำคัญ (Drug delivery system) [5] เพื่อเข้าถึงซอกฟันและขัดขวางการก่อตัวของผลึกหินปูนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สรุปได้ว่านวัตกรรมดังกล่าวเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอดเพื่อเป็นทางเลือกในการดูแลสุขภาพช่องปากเชิงรุกที่ยั่งยืนและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมศักดิ์ จตุรวิทย์. (2563). ทันตกรรมป้องกัน: แนวทางการจัดการคราบจุลินทรีย์และหินปูนในช่องปาก. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [2] เชิดพงษ์ เพียรเต็ม และ นันทิยา วิริยพรรณ. (2562). การพัฒนาเส้นใยจากไบโอสปอร์ตเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอและการแปรรูป. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 21(2), 45-58.
- [3] Kengkhetkit, N., & Amornsakchai, T. (2020). Utilization of pineapple leaf fiber in new composite materials. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120-135.
- [4] พิชญ์สินี พิมพ์ใจ และ วรวิมล สมศักดิ์. (2565). ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกพืชตระกูลส้มในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปาก. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย, 14(1), 89-102.
- [5] Santos, R. L., & Lima, M. F. (2021). Citrus extracts as natural agents for dental calculus inhibition: A chemical perspective. *International Journal of Oral Science & Research*, 9(3), 214-222.