



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากจากสารสกัดใบกัญชงวัสดุเหลือใช้จาก
การทำเส้นใยกัญชง

Oral care products from hemp leaf extract, waste material
from hemp fiber production.

นวรรตน์ มีชัย

สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2566

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากจากสารสกัดใบกัญชงวัสดุเหลือใช้จาก
การทำเส้นใยกัญชง

Oral care products from hemp leaf extract, waste material
from hemp fiber production.

นวรรตน์	มีชัย	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อัญชลี	เตชะเสน	กลุ่มงานจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
กัญญารัตน์	เดือนหงาย	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ศุมาลิน	ดีจันทร์	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผกามาศ	ประระทั้ง	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนประเภทงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่องานการวิจัย	ผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากจากสารสกัดใบกัญชงวัสดุเหลือใช้จากการทำเส้นใยกัญชง Oral care products from hemp leaf extract, waste material from hemp fiber production.
ผู้วิจัย	นวรรตน์ มีชัย
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อัญชลี เตชะเสน, ผศ.สุภาพร วิสูงเร, ดร.กัญญารัตน์ เดือนหงาย, ศุมาลิณ ดีจันทร์, ผกามาศ ประระทั้ง
สาขาวิชา	การแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2567

บทคัดย่อ

กัญชง เป็นพืชสมุนไพรที่อยู่ในวงศ์ Cannabaceae รู้จักกันในชื่อกัญชง (Hemp) เป็นพืชที่ปลูกเพื่อนำเส้นใยจากลำต้นไปใช้ในอุตสาหกรรมถักทอ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้นำใบกัญชงมาใช้ประโยชน์ ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำใบกัญชงซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มาสกัดสารสำคัญ ซึ่งใช้วิธีทางเคมี (Ethanollic Extract) และนำมาวิเคราะห์ฤทธิ์ของสารสกัดจากใบกัญชงในการยับยั้งแบคทีเรีย *Streptococcus mutans* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดฟันผุ ผลการวิจัยพบว่า ร้อยละของผลผลิต (% yield) จากการสกัดใบกัญชงมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 20 จากนั้นนำสารสกัดใบกัญชงมาศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* โดยวิธี Disc Diffusion ผลพบว่าตัวอย่างสารสกัดใบกัญชงไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* เมื่อเปรียบเทียบกับยาต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin ในปริมาณ 0.015 มิลลิกรัม ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขอบเขตการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เท่ากับ 24.01 ± 0.81 มิลลิเมตร และทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง ไม่สามารถหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) เชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* เมื่อเทียบกับค่า MIC ของยามาตรฐาน Erythromycin ซึ่งได้เท่ากับ 0.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากใบกัญชงไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดฟันผุได้ ดังนั้นการใช้สารสกัดจากใบกัญชงไม่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันฟันผุ แต่อาจสามารถนำมาพัฒนาเป็นยาสีฟันสมุนไพรต่อไป โดยทำการศึกษาต่อยอดด้านฤทธิ์

(ข)

การต้านอนุมูลอิสระ การต้านการอักเสบ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาสารสกัดจากใบกล้วยงต่อเพื่อนำมาพัฒนาเป็นยาสีฟันที่ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบต่อไป

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปาก,ยาสีฟัน, สารสกัด, ใบกล้วยง, วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Title	Oral care products from hemp leaf extract, waste material from hemp fiber production.
Author	Nawarat Meechai
Co-author	Asst. Prof. Dr. Anchalee Techasen, Asst. Prof. Supaporn Wisungre, Dr. Kunyarat Duenngai, Sumalin Deechan, Phakamas Paratung.

Abstract

Hemp, a herbal plant belonging to the Cannabaceae family, is primarily cultivated for its fibers derived from the stems, commonly used in the weaving industry. Typically, hemp leaves are overlooked by most Agriculturists and treated as agricultural waste. This study aims to explore the potential of utilizing hemp leaves as a valuable resource by using a chemical method (Ethanol Extract) to extract their essence. The focus is on assessing the inhibitory effect of hemp leaf extract on *Streptococcus mutans*, a bacterium known for causing tooth decay. The research findings indicate that the percentage yield (% yield) from the extraction process was 20 percent. Subsequent analysis of the inhibitory effect on *S. mutans* bacteria, using the Disc Diffusion method, revealed that the hemp leaf extract exhibited no activity in inhibiting *S. mutans* bacteria when compared to the standard antibacterial drug Erythromycin at a concentration of 0.015 mg, which had a diameter of 24.01 ± 0.81 mm. Further investigation was conducted to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) of hemp leaf extracts against *S. mutans*. Unfortunately, the study did not identify the MIC of hemp leaf extracts, in contrast to the MIC of the standard drug Erythromycin, which was determined to be 0.39 micrograms per milliliter. This suggests that hemp leaf extract may not effectively

inhibit the growth of bacteria associated with tooth decay. Consequently, while the use of hemp leaf extract may not be suitable for developing a tooth decay prevention product, it holds potential for herbal toothpaste development. Future research should delve into exploring the antioxidant and anti-inflammatory properties of hemp leaf extract to ascertain its viability for toothpaste formulations with additional health benefits.

Keywords: Oral care products, toothpaste, crude extracts, hemp leaves, agricultural waste materials

(จ)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากจากสารสกัดใบกัญชงวัสดุเหลือใช้จากการทำเส้นใยกัญชง ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนประเภทงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ รหัสโครงการ 66A145000039 ประจำปีงบประมาณ 2566

โครงการวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิชาจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับเงินทุนอุดหนุนการวิจัยในโครงการวิจัยนี้

นวรรตน์ มีชัยและคณะ

10 มีนาคม 2567

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่ออังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	2
1.6 นิยามศัพท์.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหมายและความเป็นมา.....	4
2.2 กัญชง.....	5
2.3 ยาสีฟันและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	9
2.4 ชนิดของยาสีฟันแบ่งตามคุณสมบัติ.....	10
2.5 สาเหตุการเกิดฟันผุ.....	14
2.6 เชื้อแบคทีเรีย <i>Streptococcus mutans</i>	17
2.7 กลไกการก่อโรคฟันผุของเชื้อ <i>S. mutans</i>	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.8 การป้องกันและควบคุมโรคฟันผุ	22
2.9 การเลือกตัวทำลาย	24
2.10 หลักการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพร	25
2.11 การทำให้สารสกัดจากตัวอย่างให้เข้มข้น (preconcentration).....	28
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
บทที่ 3	
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	37
3.1 การเตรียมสารสกัดใบกัญชง	38
3.2 การระเหยตัวทำลาย.....	43
3.3 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย <i>Streptococcus mutans</i>	44
3.4 การเตรียมเนื้อยาสีฟัน.....	45
บทที่ 4	
ผลการวิจัย.....	51
4.1 การสกัดใบกัญชง	51
4.2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย <i>S. mutans</i> โดยวิธี Disc Diffusion	51
4.3 การหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย <i>S. mutans</i>	53
4.4 ยาสีฟัน.....	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5	
สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	55
อภิปรายผลการศึกษา.....	55
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก (รูปภาพประกอบการดำเนินงานวิจัย)	65
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของตัวทำละลายบางชนิดที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชสมุนไพร.....	27
2.2 คุณสมบัติทางชีวภาพของกัญชง.....	31
3.1 ความเข้มข้นของตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง และยาต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin ที่ใช้ในการทดสอบ.....	45
3.2 สูตรการผลิตยาสีฟันทาจากสารสกัดใบกัญชง.....	45
4.1ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย S. mutans ตัวอย่างจากสารสกัดใบกัญชง และยา มาตรฐาน Erythromycin ด้วยวิธี Disc Diffusion.....	52

(ญ)

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะใบของกัญชง (เฮมพ์).....	5
3.1 พื้นที่ปลูกใบกัญชงและใบกัญชงที่ผึ่งลมแห้ง	39
3.2 การบดใบกัญชงแห้งโดยใช้เครื่องบดใบกัญชงแบบละเอียด.....	40
3.3 การกรองสารสกัดใบกัญชงโดยกรองผ่านผ้าก๊อชและกระดาษกรอง Whatman No.1 โดยใช้ดูดสุญญากาศ.....	42
3.4 การระเหยตัวทำละลายโดยใช้เครื่องระเหยตัวทำละลายสุญญากาศ (Rotary evaporator)	43
3.5 การผสมสารเคมีเพื่อทำยาสีฟัน	48
4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย S. mutans ตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง เปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Erythromycin ด้วยวิธี Disc Diffusion.....	52
4.2 ผลการทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) เชื้อแบคทีเรีย S. mutans โดยวิธี Broth microdilution ของตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง และยา ต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin.....	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กัญชง พืชในตระกูลเดียวกับกัญชา แต่มีลักษณะที่แตกต่างกัน และนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน ก่อนนี้มีการใช้ประโยชน์จากกัญชงในการนำเอาเส้นใยไปใช้ในการทอเป็นผ้าใยกัญชง โดยจะใช้กัญชงที่ปลูก 90 วัน แต่เมื่อกัญชงได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ และถูกปลดล็อกให้สามารถขออนุญาตปลูกได้ตามกฎหมาย จึงมีการส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์จากกัญชงที่มีอายุ 120 วัน เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งจากเส้นใย แกน ใบ ยอด และเมล็ดกัญชง การส่งเสริมให้ปลูกกัญชงสามารถสร้างงาน สร้างอาชีพ และสร้างช่องทางการตลาดให้แก่เกษตรกรได้ในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ ในอดีตมีเพียงวิถีชีวิตของชาวเขาเผ่าม้งที่นำเปลือกกัญชงผลิตเป็นเส้นใยใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เนื่องจากเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรง เป็นเส้นยาว ป้องกันเชื้อรา ป้องกันรังสียูวี และระบายอากาศได้ดี ซึ่งการใช้กัญชงผลิตเส้นใยนั้นจะมีเศษวัสดุเหลือใช้คือส่วนใบของต้นกัญชง

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จะใช้ส่วนของใบกัญชงซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้ให้กับผู้ปลูกกัญชงเพื่อใช้เส้นใย นอกจากใบของกัญชงแล้วในปัจจุบันได้มีการนำเอาส่วนอื่น ๆ ของกัญชงมาใช้ประโยชน์มากมาย ส่วนที่เป็นเมล็ด เมื่อนำมาสกัดเอาน้ำมันสามารถนำไปผลิตเป็นอาหารและเครื่องสำอางได้ ในน้ำมันเมล็ดกัญชงนี้มีสาร Tetrahydrocannabinol (THC) ที่ต่ำกว่าร้อยละ 0.2 จึงจะนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นเครื่องสำอางได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย (พรชนก และคณะ, 2021) แต่ในส่วนของใบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำส่วนของใบกัญชงมาสกัดสารและทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดฟันผุ หากสารสกัดมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียนี้ จะนำมาพัฒนาเป็นยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบกัญชงเพื่อใช้ในการดูแลช่องปาก ป้องกันฟันผุ เพิ่มมูลค่าให้กับใบกัญชงที่เป็นส่วนของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อทดสอบฤทธิ์สารสกัดจากใบกล้วยงในการต้านแบคทีเรียในช่องปากที่เป็นสาเหตุของฟันผุ
- 2) นำสารสกัดจากใบกล้วยง ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากต้นแบบ ได้แก่ ยาสีฟันผสมสมุนไพร

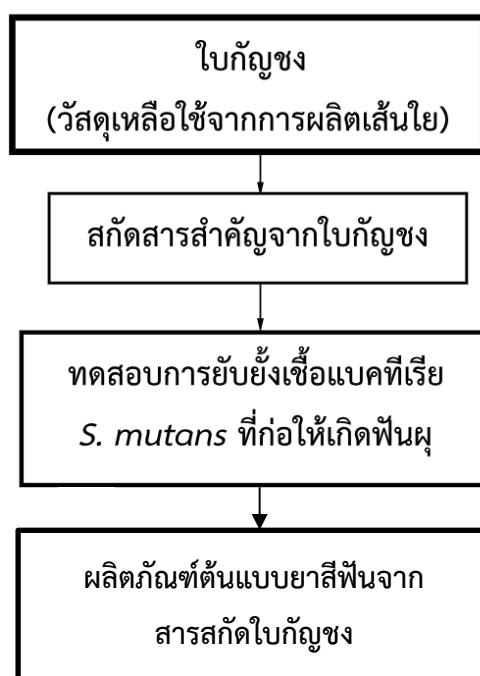
1.3 สมมติฐานงานวิจัย

ใบกล้วยงมีสารที่สามารถต้านแบคทีเรียในช่องปากที่เป็นสาเหตุของฟันผุได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้ อาศัยห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ในการสกัดสารสำคัญ และใช้ห้องปฏิบัติการ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการทดสอบการต้านแบคทีเรียในช่องปากที่เป็นสาเหตุของฟันผุได้ของใบกล้วยง

1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 สารสำคัญ หมายถึง ส่วนที่มีลักษณะทางเคมีที่เป็นเอกลักษณ์ในพืชที่ไม่สามารถแยกออกอย่างชัดเจนทางสัณฐานวิทยา หรืออีกนัยหนึ่งคือเอกลักษณ์ทางเคมีขององค์ประกอบของสารทุติยภูมิที่แตกต่างกันในพืช

1.6.2 ใบกัญชง หมายถึง ใบสดที่ได้จากการตัดลำต้นเพื่อใช้เส้นใยในการผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่ม โดยการตัดใบส่วนที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นำมาตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เพื่อนำไปทำการทดสอบในงานวิจัยต่อไป

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ได้สารสกัดจากใบกัญชงซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทำพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบในดูแลช่องปาก ได้แก่ ยาสีฟันใบกัญชง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและความเป็นมา

กัญชง มีชื่อสามัญว่า Hemp (เฮมพ์) และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. *Sativa* เป็นพืชล้มลุกที่อยู่ในตระกูลเดียวกันกับกัญชา คือ Cannabaceae ซึ่งกัญชงและกัญชาจะมีสารชนิดเดียวกันคือ สาร Tetra Hydro Cannabinol หรือที่เรียกว่า THC เป็นสารเสพติดที่ออกฤทธิ์กระตุ้นประสาท และสาร Canabidiol หรือที่เรียกว่า CBD ไม่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาท ต้นกัญชงมีลักษณะคล้ายคลึงกับต้นกัญชาในด้านลักษณะทางพฤกษศาสตร์เท่านั้น โดยกัญชงมีสาร THC ในปริมาณน้อยจึงไม่จัดเป็นสารเสพติดเหมือนกัญชา ต้นกัญชงเป็นพืชที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเส้นใย นอกจากนี้กัญชงมีประโยชน์หลากหลายและปัจจุบันมีการสนับสนุนให้ทำการศึกษาและส่งเสริมให้ปลูกกัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจ โดยเส้นใยแห่งของกัญชงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทอเป็นผ้าใยกัญชง ทำหัตถกรรมพื้นบ้าน เนื่องด้วยคุณสมบัติพิเศษจากเส้นใยกัญชงเป็นเส้นใยที่มีคุณภาพสูงเหมาะกับการนำไปประยุกต์เป็น ผลิตภัณฑ์ได้ในหลากหลายอุตสาหกรรม สร้างรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจและชุมชนที่ปลูกกัญชง

การปลูกกัญชงเพื่อใช้เส้นใยนั้นเมื่อถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต จะมีเศษวัสดุเหลือใช้จากการตัดต้นกัญชงคือส่วนของใบกัญชง โดยได้มีงานวิจัยที่การศึกษาสารสำคัญจากเมล็ดกัญชงพบว่าสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฟันผุและโรคในช่องปากได้ (Hourfane, S et al., 2023) จากข้อมูลงานวิจัย ทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสารสกัดจากใบกัญชงซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการทำเส้นใย เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปาก เพื่อให้ชุมชนหรือกลุ่มวิสาหกิจที่มีการปลูกกัญชงสามารถนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มาใช้ประโยชน์พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากเพื่อจัดจำหน่ายสู่ตลาดได้ และเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนหรือกลุ่มวิสาหกิจ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากใบกัญชงเพื่อนำมาใช้เป็นสารควบคุมการเกิดคราบจุลินทรีย์และป้องกันการเกิดโรคฟันผุโดยศึกษาการออกฤทธิ์ของสารสกัดต่อเชื้อ *S. mutans*

2.2 กัญชง

กัญชง ชื่อสามัญ Hemp (เฮมพ์) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cannabis sativa* L. subsp. *Sativa* จัดอยู่ในวงศ์กัญชา (CANNABACEAE) ลักษณะของกัญชง ต้นกัญชงจัดเป็นพรรณไม้ล้มลุกที่มีอายุเพียงปีเดียว ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยมตั้งตรง มีความสูงได้ประมาณ 1-6 เมตร มีลักษณะอวบน้ำ เมื่อเป็นต้นกล้าและจะเริ่มมีการสร้างเนื้อไม้เมื่ออายุได้ 2-3 สัปดาห์ การเจริญเติบโตของต้นจะช้าในช่วง 6 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร มีรากเป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนงเป็นมาก การปลูกต้นกัญชงจะปลูกด้วยการใช้เมล็ด ซึ่งใช้เวลาออกประมาณ 8 ถึง 14 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อต้นอายุ 3-4 เดือน การชงเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเอเชียกลางและแพร่กระจายไปสู่เอเชียตะวันออก อินเดีย และในทวีปยุโรป ใบกัญชง ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบเป็นรูปฝ่ามือแผ่นใบแก่แยกเป็นแฉกประมาณ 7-9 แฉก การเรียงตัวของใบค่อนข้างห่าง ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อยและเว้าลึกจนถึงโคนใบ ปลายใบสอบและเรียวแหลม ก้านใบยาวประมาณ 2-7 เซนติเมตร เมื่อมีการสร้างดอกจำนวนแฉกของใบจะลดลงตามลำดับ ลักษณะใบดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะใบของกัญชง (เฮมพ์) (คณะผู้วิจัย, 2023)

ดอกกัญชง ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบและปลายยอด ดอกมีขนาดเล็กสีขาว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร ดอกเป็นแบบแยกเพศและอยู่ต่างต้นกัน (บางชนิดอยู่ต้นเดียวกัน แต่ที่พบปลูกในประเทศไทยคือชนิดที่อยู่ต่างต้น) โดยช่อดอกเพศผู้จะเป็นแบบ panicle ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แยกจากกันเป็นอิสระ มีสีเขียวอมเหลือง มีเกสรเพศผู้ 5 อัน มีระยะเวลาการบานประมาณ 2 เดือน ส่วนดอกเพศเมียจะเกิดตามซอกใบและปลายยอด ในบริเวณช่อดอกจะอัดกันแน่น ช่อดอกจะเป็นแบบ spike ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียวเข้มหุ้มรังไข่ไว้ ภายใน stigma 2 อัน สีน้ำตาลแดง อายุของดอกก่อนข้างสั้นประมาณ 3-4 สัปดาห์ก็จะติดผล

ผลกัญชง ผลเป็นเมล็ดแห้งสีเทา ลักษณะเป็นรูปไข่ ผิวเรียบเป็นมันและมีลายประสีน้ำตาล เมื่อแห้งจะเป็นสีเทา มีขนาดกว้างเฉลี่ยประมาณ 4.47 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 5.11 มิลลิเมตร และมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 3.75 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีอาหารสะสมจำพวกแป้งและไขมันอัดกันแน่น

พืชกัญชงสามารถสร้างสารสำคัญที่มีลักษณะเฉพาะ เรียกว่า cannabinoids ซึ่งสารหลายชนิดในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท สารในกลุ่ม cannabinoids terpenes และ volatile compounds อื่น ๆ ถูกขับออกมาโดย granular trichomes ในรูปสารเหนียว เรียกว่า เรซิน ซึ่งมีมากที่สุดที่ช่อดอกตัวเมีย สารในกลุ่ม terpenes ไม่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทแต่ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะในพืช สารในกลุ่ม cannabinoids จะอยู่ในรูป carboxylic acid หรือ acid form แต่เมื่อโดนแสงและความร้อนจะถูก decarboxylate เป็น neutral form

cannabidiol (CBD) สารสำคัญอีกตัวหนึ่งแต่เป็น Non-psychoactive มีฤทธิ์ THC antagonist พบมากในสายพันธุ์ที่ให้เส้นใยและเมล็ด (industrial hemp) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ลดอาการชัก ด้านการอักเสบ และลดอาการคลื่นไส้ cannabichromene (CBC) มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ ลดอาการปวด นอกจากนี้มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อรา ส่วน cannabitol (CBN) เป็นสารสลายตัวของ THC เมื่อสัมผัสความร้อนและออกซิเจนในอากาศ เกิดการ oxidation พบได้น้อยมากในพืชสด แต่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้นาน มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทอ่อน ๆ มีการศึกษาทางคลินิกเพื่อใช้ THC เพื่อลดอาการคลื่นไส้อาเจียนในผู้ป่วยที่ได้รับเคมีบำบัด กระตุ้นการอยากอาหาร ลดอาการปวด และลดอาการของ multiple sclerosis นอกจากนี้พบว่า THC และ CBD มีฤทธิ์ neuroprotection โดยต้านผลของ 6-hydroxydopamine ที่ทำให้เกิด neurodegeneration ในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันกัญชงทุกสายพันธุ์ที่นำมาปลูกจะมีปริมาณของสาร THC และ CBD เพิ่มขึ้นด้วยเมื่อต้นมีอายุมากขึ้นและจะ

มีมากที่สุดในระยะออกดอก (ดอกและใบเพศผู้จะมีปริมาณสูงสุด) โดยต้นกัญชงที่มีอายุ 60 วัน จะมีสาร THC 0.550-0.722%, ต้นอายุ 90 วัน จะมีสาร THC 0.754-0.939% มี CBD 0.361-0.480%, ต้นที่อยู่ในระยะออกดอกจะมีสาร THC 1.035-1.142% มี CBD 0.446-0.509% และผลการทดลองยังพบว่า ปริมาณของสาร THC นั้นจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อพื้นที่ปลูกมีความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น โดยสรุปคือปริมาณของสาร THC จะมีความสัมพันธ์กับอายุของต้น ความสูงของพื้นที่ที่เพาะปลูก สายพันธุ์ที่ใช้ปลูก และความยาวของเส้นรอบวงของลำต้น ส่วนปริมาณของสาร CBD จะมีความสัมพันธ์กับอายุของต้น ความสูงของพื้นที่ที่เพาะปลูก และสายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเท่านั้น (ประภัศร และคณะ, 2023)

ประโยชน์ทางการแพทย์ของกัญชง

1. เมล็ดกัญชงมีคุณค่าทางโปรตีนสูง และราคาถูก สามารถนำไปผลิตแบ่งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบประกอบอาหาร หรือผลิตภัณฑ์เสริมโปรตีนหรือผลิตเป็นแบ่งทดแทนถั่วเหลืองได้เป็นอย่างดี ซึ่งในอนาคตอาจใช้เป็นทางเลือกในการบริโภคแทนถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืช GMOs ก็เป็นไปได้

2. น้ำมันเมล็ดกัญชงเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์มีทั้งกรดไลโนเลอิก (โอเมก้า-6) ร้อยละ 54-60 และกรดไลโนเลนิก (โอเมก้า-3) ร้อยละ 15-20 ในสัดส่วนที่สมดุล น้ำมันเมล็ดกัญชงเพียงชนิดเดียวจะได้ประโยชน์จากกรดทั้งสองประเภทกรดไขมันโอเมก้า-3 (omega-3 fatty acid or alpha linolenic acid (ALA)) และกรดไขมัน โอเมก้า-6 (omega-6 fatty acid) เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acid) ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ อย่างไรก็ตามร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันทั้งสองประเภทนี้ได้จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหาร จึงเรียกรดไขมันเหล่านี้ว่า กรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid)

กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่จัดเป็นกรดไขมันจำเป็นซึ่งพบมากในพืชน้ำมันบางชนิด เช่น flax (*Linum usitatissimum* L.) และกัญชง (*Cannabis sativa* L.) เมื่อเข้าสู่ร่างกาย ALA จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมัน โอเมก้า-3 อีกสองชนิดคือ eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) ซึ่งกรดไขมันทั้งสองชนิดนี้เองที่มีผลป้องกันและรักษาโรคต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้แล้ว DHA ยังมีคุณสมบัติพิเศษคือช่วยเสริมสร้างเซลล์สมอง ทำให้ความจำดีและฉลาด

ส่วนกรดไขมันโอเมก้า-6 ที่จัดว่าเป็นกรดไขมันจำเป็นคือ linoleic acid (LA) ซึ่งพบมากในพืชน้ำมันหลายชนิด เช่น ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) คำฝอย (*Carthamus tinctorius* L.),

evening primrose (*Oenothera biennis* L.) และ กัญชง (*Cannabis sativa* L.) เมื่อเข้าสู่ร่างกาย LA จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันโอเมก้า-6 อีกชนิดหนึ่งคือ gamma-linolenic acid (GLA) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีผลป้องกันและรักษาโรคต่างๆ คล้ายกับ EPA ในธรรมชาติมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่สามารถสังเคราะห์ GLA ได้ เช่น เชื้อราบางชนิด สาหร่ายบางชนิดและพืชบางชนิด พืชที่ผลิต GLA ได้ในปริมาณมากคือ evening primrose ซึ่งในปัจจุบันมีการสกัดน้ำมันจากพืชชนิดนี้และนำออกจำหน่ายเป็นอาหารเสริมสุขภาพที่มีราคาแพง แต่ก็ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย และมีการนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้เข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยด้วย

3. น้ำมันจากเมล็ดสามารถไปผลิตเป็นน้ำมันชักแห้ง ทำสบู่ เครื่องสำอาง ครีมกันแดด แชมพู สบู่ โลชั่นบำรุงผิว ลิปสติก ลิปปาล์ม แผ่นมาสก์หน้า หรือแม้กระทั่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง และถูกพัฒนาเป็นตำรับครีมน้ำมันกัญชงที่ให้ความชุ่มชื้นและช่วยบำรุงผิวแห้งเพื่อรักษาโรคผิวหนังคันและสะเก็ดเงินที่ได้ผลเป็นอย่างดี

4. งานวิจัยของสถาบันฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศจีน พบว่า ผ้าที่ทอจากเส้นใยกัญชง แม้จะเป็นการทอด้วยเส้นใยกัญชงเพียงครั้งหนึ่งก็สามารถช่วยป้องกันรังสี UV ได้สูงถึง 95% (ถ้าทอทั้งผืนจะป้องกันได้ 100%) ในขณะที่เสื้อผ้าที่ทอด้วยผ้าประเภทอื่นจะป้องกันรังสี UV ได้เพียง 30-50% เท่านั้น และเส้นใยกัญชงที่ทำให้แห้งสนิทจะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันไฟฟ้า มีค่าความต้านทานไฟฟ้าที่น้อยที่สุดก็ยังคงอยู่ที่ 30% ซึ่งมากกว่าเส้นใยฝ้าย ส่วนการทดสอบผ้าที่ทอด้วยเส้นใยกัญชงในสภาพความร้อนสูงถึง 370 องศาเซลเซียส (Grifoni, D., et al, 2020)

5. ในต้นกัญชงจะพบสาร cannabinoids ชนิดต่างๆ ได้แก่สาร delta-9- tetrahydrocannabinol (THC) มีฤทธิ์ทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้มและเป็นสุข หากเสพด้วยการสูบจะมีฤทธิ์แรงมากกว่าการรับประทาน THC เป็นสารที่พบมากในกัญชา ในปัจจุบันประเทศอเมริกาได้สกัดสาร THC จากกัญชาเพื่อใช้ผลิตยาชื่อว่า Dronabinol ชื่อการค้า Marinol® โดยผ่านรับรองการใช้ขององค์การอาหารและยา (FDA-approved) ใช้สำหรับป้องกันการคลื่นไส้และอาเจียนในผู้ป่วยโรคมะเร็งที่ต้องได้รับยาเคมีบำบัดก่อนการเข้ารับการรักษา และใช้เป็นยากระตุ้นการอยากอาหารในผู้ป่วย AIDS และสาร cannabichromene (CBC) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดอาการปวด นอกจากนี้มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อรา

ข้อเสีย

1. สาร delta-9- tetrahydrocannabinol (THC) มีฤทธิ์ทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้มและเป็นสุข หากเสพด้วยการสูบจะมีฤทธิ์แรงมากกว่าการรับประทาน หากเสพมาก ๆ ทำให้เกิดอาการหวาดระแวง กังวล และซึมเศร้า มีฤทธิ์เสพติดเช่นเดียวกับกัญชา (ประภัสสร และคณะ, 2023)

2.3 ยาสีฟันและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ยาสีฟัน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดฟันร่วมกับแปรงสีฟัน มีลักษณะเป็นผง (powder) ของเหลว (liquid) ของเหลวข้น (paste) หรือเจล (gel) ลักษณะทั่วไปของยาสีฟันชนิดผงต้องเป็นผงละเอียดปราศจากสิ่งแปลกปลอมใด ๆ ส่วนยาสีฟันชนิดเหลวหรือชนิดของเหลวข้น ต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกันตามลักษณะของยาสีฟันนั้น ๆ และปราศจากสิ่งแปลกปลอมใด ๆ เช่นกัน ยาสีฟันมีหน้าที่สำคัญ 3 ประการคือ

- 1) ทำความสะอาดและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ คราบสีในการแปรงฟัน
- 2) ทำหน้าที่ขัดเพื่อเพิ่มการสะท้อนความเรียบและความสวยงามให้กับฟัน
- 3) ทำหน้าที่ในการป้องกันและควบคุมโรคเมื่อมีสารที่มีสรรพคุณนั้น ๆ เป็นส่วนประกอบ เช่น ฟลูออไรด์สามารถเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดฟันผุและเพิ่มการคืนกลับแร่ธาตุ (remineralization) ของการเกิดฟันผุในชั้นเคลือบฟัน (enamel) ได้ สตรอนเทียมคลอไรด์ (strontium chloride) หรือ โพแทสเซียมไนเตรต (potassium nitrate) สามารถลดอาการเสียวฟันได้เป็นต้น (ณัฐกานต์ วงษ์ประทีปศิริ, 2554)

- 4) มีฤทธิ์กำจัดการติดเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับยาสีฟัน มี 2 ประเภท ได้แก่

- 1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.45-2552 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2552)

มาตรฐานอุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมยาสีฟันผง ยาสีฟันเหลว และยาสีฟันเหลวข้นต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการ ดังต่อไปนี้

- 1.1) ต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.5 ถึง 10.5
- 1.2) ต้องผ่านแรง 250 ไมโครเมตร
- 1.3) เสถียรภาพต่อการเก็บโดยวิธีเร่งภาวะ

1.4) ฟลูออไรด์ที่ละลายน้ำ ต้องมีค่าระหว่าง 500-1,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต้องไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อหน่วยบรรจุ

1.5) สารปนเปื้อนโลหะหนักต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด ดังนี้

- ตะกั่ว 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- สารหนู 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- ปรอท 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- แคดเมียม 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตรวจเฉพาะในยาสีฟันผสมสมุนไพร)

2) มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส มอก. เอส 41-2562 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2562)

มาตรฐานอุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมยาสีฟันผสมสมุนไพรชนิดของเหลว ของเหลวข้น ของกึ่งเหลว และชนิดผง ปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดดังนี้

- ตะกั่ว 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- สารหนู 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- ปรอท 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- แคดเมียม 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.4 ชนิดของยาสีฟันแบ่งตามคุณสมบัติ

2.3.1 ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ ป้องกันฟันผุได้ร้อยละ 20 - 40 เหมาะสำหรับคนทุกวัยที่มีปัญหาหรือมีปัจจัยเสี่ยงโรคฟันผุ คำแนะนำการใช้ มีดังนี้

2.3.1.1 ควรใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง และแปรงฟันนาน 2-3 นาที เพื่อให้ฟลูออไรด์จากยาสีฟันสัมผัสผิวฟันเป็นเวลานานพอที่จะเกิดผลในการป้องกันฟันผุ

2.3.1.2 สูตรที่นิยมคือ ฟลูออไรด์เข้มข้น 1,000 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) ซึ่งให้ผลในการป้องกัน ฟันผุดีกว่าสูตรฟลูออไรด์ พีพีเอ็ม

2.3.1.3 เด็กอายุต่ำกว่า 3 ปี เด็กที่รับประทานฟลูออไรด์เสริมในรูปยาเม็ด ยาน้ำ วิตามินหรือนมผสมฟลูออไรด์ รวมทั้งเด็กที่ดื่มน้ำจากแหล่งน้ำที่มีฟลูออไรด์สูง ได้แก่บางพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง ตาก นครปฐม สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สงขลา ฯลฯ ซึ่งสอบถามข้อมูลปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคได้ที่สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด เด็ก

กลุ่มนี้ควรใช้ยาสีฟันที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในขนาดต่ำ และเก็บยาสีฟันให้พ้นมือเด็ก การกลืนหรือกินยาสีฟันอาจทำให้เด็กได้รับฟลูออไรด์มากเกินไป ซึ่งทำให้เกิด ฟันตกกระได้ จึงควรใช้ยาสีฟันแต่น้อย

2) ยาสีฟันสมุนไพร

ยาสีฟันสมุนไพรบางชนิดสามารถลดการอักเสบของเหงือกได้ แต่ไม่ได้ป้องกันฟันผุ จึงไม่เหมาะกับผู้ที่มีปัญหาฟันผุ แต่เหมาะสำหรับผู้มีปัญหาเหงือกอักเสบ ข้อควรระวังคือยาสีฟันสมุนไพรที่ผลิตไม่ได้มาตรฐาน อาจพบสารปนเปื้อนหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบได้ จึงควรเลือกซื้อยาสีฟันที่มีตรา อย. หรือ มอก. และดูวันผลิตที่ไม่ควรนานเกิน 3 ปี (เมธิณี คุปพิทยานันท์ และสุพรรณิ ศรีวิริยกุล, 2555)

3) ยาสีฟันป้องกันฟันผุ

ยาสีฟันสามารถป้องกันการเกิดฟันผุได้เมื่อมีฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบ ฟลูออไรด์ที่นำมาใช้มีหลายรูปแบบ เช่น โซเดียมฟลูออไรด์ สแตนนัสฟลูออไรด์ โซเดียมโมโนฟลูออโรฟอสเฟต และแอมมีนฟลูออไรด์ (Ammine fluoride)

4) ยาสีฟันลดคราบจุลินทรีย์

สารที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ ไตรโคลซาน (triclosan) และคลอเฮกซิดีน (chlorhexidine) มีการศึกษาถึงการใช้ไตรโคลซาน พบว่าเมื่อใช้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ยาสีฟันทั่วไป แต่เมื่อมีการใช้เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมงสามารถลดการเกิดคราบจุลินทรีย์ได้ร้อยละ 5 คลอเฮกซิดีนเป็นสารที่สามารถระงับการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการนำมาใช้และพบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่ายาสีฟันทั่วไป

5) ยาสีฟันควบคุมการเกิดคราบหินน้ำลาย

ส่วนประกอบสำคัญของยาสีฟันชนิดนี้คือ สารไพโรฟอสเฟต ได้แก่ ไดโซเดียมไพโรฟอสเฟต เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟตและโพแทสเซียมไพโรฟอสเฟต สารเหล่านี้จะทำหน้าที่ขัดขวางการตกผลึกในคราบหินน้ำลายโดยไม่มีผลต่อไอออนของฟลูออไรด์ในยาสีฟัน การยับยั้งการเกิดคราบหินน้ำลายจะยับยั้งเฉพาะบริเวณเหนือเหงือกเท่านั้น พบว่าเมื่อใช้ยาสีฟันชนิดนี้จะทำให้คราบหินน้ำลายเหนือเหงือกลดลงร้อยละ 20-40 โดยไม่มีผลต่อการเกิดคราบหินน้ำลายใต้เหงือก หรือการเกิดเหงือกอักเสบ

6) ยาสีฟันลดอาการเสียวฟัน

สารที่ใช้ ได้แก่ โพลแทสเซียมไนเตรต และสโตรอนเทียมคลอไรด์ โดยสารที่ใส่ในยาสีฟันเป็นการออกฤทธิ์เฉพาะที่ เพื่อบรรเทาอาการเนื้อฟันไวเกิน โดยสารเหล่านี้จะทำหน้าที่อุดตันท่อเนื้อฟันหรือมีผลโดยตรงต่อเส้นประสาทภายในโพรงประสาทฟัน ทำให้ฟันมีความไวต่อการตอบสนองความรู้สึกลดลง

7) ยาสีฟันเพื่อฟันขาว

จุดประสงค์หลักของยาสีฟันเพื่อฟันขาวคือ ต้องการกำจัดคราบสีและควบคุมการเกิดใหม่ของคราบสีจากปัจจัยภายนอกตัวฟัน รวมถึงการฟอกสีภายในตัวฟัน เพื่อให้ฟันดูขาวขึ้น ส่วนประกอบที่สำคัญของยาสีฟันเพื่อฟันขาวแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ สารขัดสี สารเคมี (chemical agents) และสารออปติคอลรูท (optical routes) มีรายละเอียดดังนี้

- สารขัดสีที่ใช้ในยาสีฟันเพื่อฟันขาว ได้แก่ ไฮเดรตซิลิกา แคลเซียมคาร์บอเนต ไดแคลเซียมฟอสเฟตไดไฮเดรต แคลเซียมไพโรฟอสเฟต (calcium pyrophosphate) อลูมินา (alumina) เพอร์ไลต์ (perlite) โซเดียมไบคาร์บอเนตและซอฟท์ซิลิกา (soft silica) สารขัดสีในยาสีฟันจะทำหน้าที่โดยเข้าไปแทรกระหว่างขนแปรงกับผิวฟัน เพื่อทำความสะอาดและกำจัดคราบสีบนตัวฟันออกเนื่องจากสารขัดสีมีความแข็งผิวมากกว่าคราบสีบนตัวฟันจึงสามารถกำจัดคราบสีออกได้

- สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในยาสีฟันเพื่อฟันขาว ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) แคลเซียมเปอร์ออกไซด์ (calcium peroxide) โซเดียมซิเตรต (sodium citrate) โซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate) โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต (Sodium hexametaphosphate) และปาเป็น (papain) สารประเภทเปอร์ออกไซด์จะมีประสิทธิภาพในการลดสีที่มีสาเหตุจากภายในตัวฟัน โดยปกติมักใช้ร่วมกับกรดฟอกสีฟันในรูปแบบของแถบฟอกสีฟัน (strips) หรือทาบนตัวฟัน

- สารออปติคอลรูท ได้แก่ บลูโควารีน (blue covarine) จากการทดลองทางห้องปฏิบัติการการใช้ยาสีฟันเพื่อฟันขาวที่มีส่วนประกอบของซิลิกาและบลูโควารีน พบว่าบลูโควารีนสามารถเกิดการสะสมบนผิวฟัน และทำให้ฟันเปลี่ยนจากเฉดสีเหลืองเป็นเฉดสีฟ้าซึ่งทำให้ฟันดูขาวขึ้นได้ นอกจากนี้จากการศึกษาทางคลินิก พบว่าเมื่อใช้ยาสีฟันที่มีส่วนประกอบของบลูโควารีนสามารถลดระดับสีเหลืองได้ในทันที และทำให้ฟันขาวขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นยาสีฟันที่มีส่วนประกอบของซิลิกา (ณัฐกานต์ วงษ์ประทีปศิริ, 2554)

2.4 ส่วนประกอบในตำรับยาสีฟันทั่วไป

1) สารเสริมการคืนแร่ธาตุ ยาสีฟันส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในท้องตลาดมีส่วนผสมของฟลูออไรด์ในขนาด 1000 – 1500 พีพีเอ็ม ซึ่งเพียงพอต่อการป้องกันฟันผุ สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคฟันผุได้เมื่อใช้เป็นประจำ แต่ถ้าเป็นยาสีฟันสำหรับเด็กจะมีปริมาณฟลูออไรด์ต่ำเพียง 400 – 550 พีพีเอ็ม

2) สารขัดฟัน (abrasive) นิยมใช้สารกลุ่มแคลเซียม ซิลิกา หรือ อะลูมินา ซึ่งแคลเซียมมีข้อดีคือสามารถเสริมการคืนแร่ธาตุได้ สารขัดฟันที่ดีควรมีขนาดเล็ก เนื้อละเอียด ขจัดคราบที่อยู่บนเคลือบฟันได้โดยไม่ทำลายเคลือบฟัน เพราะมีเช่นนั้นอาจทำให้เกิดอาการเสียวฟันและฟันเหลืองได้ ตัวอย่างของสารขัดฟันที่นิยมใช้ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) แคลเซียมคาโบเนต (calcium carbonate) แคลเซียมซิลิกา (calcium silica) อะลูมินา (alumina) เป็นต้น (พัทธ์ธีรา โสดาตา, 2562)

3) สารช่วยให้เกิดฟอง (soaps and detergents) ปัจจุบันมักจะนิยมใช้สารสังเคราะห์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ โซเดียมลอริลซาร์โคซิเนต (sodium lauryl sarcosinate) สารนี้เมื่อใช้ร่วมกับสารขัดฟันจะช่วยขจัดสารติดเปื้อน เศษอาหารและคราบจุลินทรีย์ให้หลุดจากฟันได้ง่าย

4) สารยึดเกาะ (binding agents) สารนี้ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ยึดเป็นทรง เมื่อบีบออกจากหลอด คงตัวอยู่บนแปรงสีฟัน ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ คาร์บอกซิเมทิล เซลลูโลส (carboxymethyl cellulose)

5) สารปรุงรสและกลิ่น (flavoring agents) สารปรุงรสและกลิ่น ช่วยทำให้ผู้แปรงฟันรู้สึกสดชื่น กลิ่นปากหอมสะอาด สารปรุงรสที่นิยมใช้ ซัคคาริน (saccharin) และซอร์บิตอล (sorbitol) ส่วนสารปรุงกลิ่นมัก ใช้น้ำมันเปปเปอร์มินต์ (peppermint oil) หรือน้ำมันสเปียร์มินต์ (spearmint oil) ยาสีฟันสำหรับเด็กมักนิยมปรุงกลิ่นด้วยกลิ่นผลไม้ เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นส้ม กลิ่นสตรอเบอร์รี่ เป็นต้น

6) สารคงความชื้น (humectants) สารนี้มักเติมลงในยาสีฟัน เพื่อช่วยให้ยาสีฟันคงความอ่อนนุ่ม ป้องกันการแห้งแข็งของยาสีฟัน มักนิยมใช้ ซอร์บิตอล (sorbitol) สารนี้จะทำหน้าที่ทั้งเป็นสารคงความชื้นและให้รสหวานด้วย

7) สารกันเสีย (preservatives) นิยมใช้โซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งจะทำให้เกิดการบูดเน่าของผลิตภัณฑ์สารนี้จะไม่ผลกับเชื้อจุลินทรีย์ในช่องปาก

8) สารแต่งสี (colorings) ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีการแต่งสี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดึงดูดใจผู้ใช้ โดยเฉพาะเด็ก ๆ สารแต่งสีจะต้องเป็นสีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ในช่องปาก

9) สารฆ่าเชื้อและสารลดกรด (antiseptics and antacids) สำหรับสารลดความเป็นกรด ที่นิยมใช้ได้แก่ แมกนีเซียมออกไซด์ (magnesium oxide) และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อช่วยให้เกิดความเป็นกลางในช่องปากอันจะทำให้ลดการเกิดฟันผุ การทดลองพบว่าคราบจุลินทรีย์มีความทนทานต่อสภาวะกรดต่างใน ช่องปากได้ดี แต่ก็คาดว่า การผสมสารลดกรดลงในยาสีฟันใช้ร่วมกับสารอื่น ๆ จะช่วยต่อต้านฟันผุ (ณัฐธัญ เจริญศรีวิไลวัฒน์, 2560)

2.5 สาเหตุการเกิดฟันผุ

การเกิดรอยโรคฟันผุจะเริ่มที่ชั้นเคลือบฟัน ถ้าไม่มีกระบวนการป้องกันและรักษาอย่างเหมาะสม จะทำให้ร่อนยุบนั้นลุกลามไปถึงชั้นเนื้อฟันและโพรงประสาทฟันได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดการติดเชื้อ ภาวะเหงือกอักเสบ และอาจสูญเสียฟันในที่สุด โรคฟันผุเป็นโรคติดเชื้อเรื้อรัง เกิดขึ้นจากหลายปัจจัยร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นเชื้อจุลินทรีย์ อาหาร โครงสร้างของฟัน และระยะเวลา โดยสาเหตุหลักคือเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อเหล่านี้จะอาศัยอยู่ ร่วมกันในบริเวณที่เรียกว่า พลิค (plaque) ซึ่งเป็นคราบที่ติดอยู่บนเคลือบฟัน เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคฟันผุมีหลายชนิด เชื้อที่มีรายงานการศึกษาว่าเป็นสาเหตุหลักของโรคฟันผุคือ เชื้อแบคทีเรียกลุ่มสเตรปโต คอคคัส ชื่อ สเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) เชื้อดังกล่าวสามารถย่อยสลายเศษอาหาร กลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ติดค้างอยู่ในร่องฟันหรือบนคราบพลัค กระบวนการย่อยสลายเศษอาหารของเชื้อ แบคทีเรียทำให้เกิดสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดออกมาหลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดเหล่านี้สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับเคลือบฟันและทำให้เกิดกระบวนการสลายแร่ธาตุ (demineralization) เมื่อกรดเข้าทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซีอะพาไทต์จะทำให้ไฮดรอกซีอะพาไทต์เปลี่ยนเป็นแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออน และทำให้เคลือบฟันที่ปกติเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ มีรูพรุนมากขึ้นเนื่องจากแร่ธาตุถูกทำลาย อย่างไรก็ตาม กระบวนการสลายแร่ธาตุสามารถซ่อมแซมได้ตามธรรมชาติ โดยแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออนที่อึดตัวอยู่ในน้ำลายจะสามารถซ่อมแซมเคลือบฟันที่ถูกกรดทำลายได้ โดยเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการคืนแร่ธาตุ (remineralization) ทั้งกระบวนการสลายแร่ธาตุและกระบวนการคืนแร่ธาตุเป็น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสลับไปมาในช่องปากตามธรรมชาติแต่หากมีการเกิดกระบวนการสลายแร่ธาตุซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานานโดยไม่มีกระบวนการคืนแร่ธาตุที่มีประสิทธิภาพมากเพียงพอ จะทำให้เกิดรอยโรคฟันผุ

ที่เคลือบฟันได้ (Hicks et al. 2005) นอกจากแคลเซียมและฟอสเฟตแล้ว การใช้ฟลูออไรด์สามารถเสริมกระบวนการคืนแร่ธาตุได้เช่นกัน โดยฟลูออไรด์จะรวมตัวกับแคลเซียมและฟอสเฟตเกิดเป็นผลึกฟลูอออะพาไทต์ (Fluorapatite, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) เข้าไปแทนที่เคลือบฟันที่ถูกสลายไป การศึกษาพบว่า ผลึกฟลูอออะพาไทต์เกิดปฏิกิริยาสลายแร่ธาตุได้ยากกว่าไฮดรอกซีอะพาไทต์ หรือ ทนต่อการได้มากกว่าไฮดรอกซีอะพาไทต์นั่นเอง ดังนั้น จึงนิยมนำฟลูออไรด์มาใช้เป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปาก

นอกจากเชื้อจุลินทรีย์แล้ว อาหารและเครื่องดื่มก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดโรคฟันผุ โดยเฉพาะอาหาร และเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลปริมาณสูง เช่น ขนมหวาน น้ำหวาน เป็นต้น เศษอาหารเหล่านี้จะกลายเป็นอาหาร ของเชื้อแบคทีเรีย เมื่อแบคทีเรียย่อยสลายอาหารจะทำให้เกิดกรดซึ่งสามารถทำลายเคลือบฟันได้ ดังนั้นจึงมักมีการณรงค์ให้ลดอาหารที่มีรสหวาน โดยเฉพาะในเด็กเล็ก นอกจากอาหารและเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลสูงแล้ว อาหารและเครื่องดื่มที่มีรสเปรี้ยวและมีความเป็นกรด เช่น น้ำผลไม้ รสเปรี้ยวและน้ำอัดลม ก็ควรหลีกเลี่ยง เนื่องจากกรดสามารถทำลายเคลือบฟันได้ ดังนั้น อาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด รวมทั้งผลิตภัณฑ์ป้องกันฟันผุ มักใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล เช่น แซคคาริน เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ อาหารบางประเภทอาจไม่มีผลโดยตรงต่อการเกิดโรคฟันผุ แต่มีผลต่อความสวยงามและความแข็งแรงของฟันและเหงือก เช่น อาหารที่มี ความแข็งมากอาจทำให้ฟันบิ่นและเหงือกอักเสบ เครื่องดื่มบางชนิด เช่น ชา กาแฟ ทำให้เกิดคราบเหลืองที่ เคลือบฟัน ดังนั้น ถ้าไม่จำเป็นควรลดการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มเหล่านี้ โครงสร้างฟันก็มีผลต่อการเกิดโรคฟันผุ โดยฟันน้ำนมมีแนวโน้มเกิดฟันผุได้ง่ายกว่าฟันแท้ และฟันของผู้ที่ได้รับฟลูออไรด์จะเกิดรอยผุได้ยากกว่าผู้ที่ไม่ได้รับฟลูออไรด์ ในด้านของระยะเวลาเนื่องจากฟันผุเป็นอาการที่เกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มจากการสลายแร่ธาตุอย่างต่อเนื่องจนทำให้เกิดรอยผุ ถ้าไม่ได้รับการรักษา รอยผุนั้นจะค่อย ๆ ลุกกลามลึกขึ้นจนเข้าไปถึงเนื้อฟันด้านใน และอาจลุกลามต่อเนื่องจนถึงโพรงประสาทฟันในที่สุด ถ้าอาการลุกลามไปถึงเนื้อฟัน อุณหภูมิร้อนหรือเย็นจากอาหารจะสามารถแทรกซึมไป สัมผัสกับปลายเส้นประสาท ทำให้เกิดอาการเสียวฟันทุกครั้งที่ได้รับประทานอาหารร้อนจัดหรือเย็นจัด (พัทธิธีรา และคณะ, 2562) กระบวนการเกิดโรคฟันผุ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผิวเคลือบฟันที่เสียสมดุล เมื่อค่าพีเอชบริเวณผิวฟันต่ำกว่า 5.5 จะมีการสูญเสียแร่ธาตุออกไปจากผิวฟัน (demineralization) แต่ใน ช่องปากมีน้ำลายที่ช่วยเจือจาง และปรับระดับความเป็นกรดต่าง (buffer) ช่วยปรับระดับพีเอชให้เพิ่มสูงขึ้น เมื่อพีเอชบริเวณผิวฟันสูงกว่า 5.5 จะเกิดกระบวนการคืน

กลับของแร่ธาตุกลับมาที่ผิวฟัน ฟันแต่ละซี่จะมีการสูญเสียและการคืนกลับของแร่ธาตุตลอดเวลา หากอยู่ในภาวะสมดุลจะไม่เกิดเป็นรูฟันขึ้น แต่ถ้าสภาพความเป็นกรดเกิดขึ้นซ้ำๆ ต่อเนื่อง สมดุลนี้จะเสียไป มีการสูญเสียแร่ธาตุมากกว่าการคืนกลับ ในที่สุดก็จะเกิดรูฟันขึ้น ภาวะเสียสมดุลนี้พบได้บ่อยในคนที่ชอบรับประทานจุบจิบหรือไม่ทำความสะอาดช่องปากหลังรับประทานอาหาร ทำให้มีแบคทีเรีย น้ำตาลตกค้างในช่องปากจุลินทรีย์ จึงมีแบคทีเรียและน้ำตาลมาใช้ผลิตกรดได้อย่างต่อเนื่อง สุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ ในปี 2564 จำนวนประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นเป็น 20% ของจำนวนประชากร หรือคิดเป็นจำนวนคนสูงอายุ 14 ล้านคน ปัญหาสุขภาพช่องปากที่พบบ่อยในผู้สูงอายุคือโรคฟันผุและเหงือกอักเสบซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียฟัน ทั้งโรคฟันผุและเหงือกอักเสบหรือปริทันต์อักเสบมีสาเหตุจากคราบจุลินทรีย์ (Plaque) คราบจุลินทรีย์คือแผ่นคราบนิ่ม ๆ สีขาวที่มีเชื้อแบคทีเรีย คราบนี้สะสมที่ฟันและขอบเหงือก ดังนั้นการกำจัดคราบจุลินทรีย์โดยแปรงฟันให้สะอาดทุกวันจะช่วยป้องกันฟันผุและเหงือกอักเสบ ลดการติดเชื้อในช่องปากได้ การเลือกใช้ยาสีฟันที่ผสมฟลูออไรด์ มีฟองน้อย มีรสอ่อน ไม่เผ็ด อาจใช้ยาสีฟันสำหรับเด็ก และในกรณีที่มีโอกาสเสี่ยงว่าจะเกิดฟันผุสูง อาจใช้ยาสีฟันที่มีปริมาณฟลูออไรด์มากถึง 5000 มิลลิกรัม วิธีการเลือกยาสีฟันสำหรับโรคเหงือกอักเสบเป็นประจำสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคเหงือกอักเสบได้ แต่ยาสีฟันแต่ละยี่ห้อก็มีหลากหลายสูตร มีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกยาสีฟันที่มีส่วนผสมของสารที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และสารที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบได้ จะช่วยให้การดูแลสุขภาพช่องปากให้ห่างไกลโรคเหงือกอักเสบเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสารที่สามารถต้านเชื้อแบคทีเรียได้ จะเป็นสารจำพวกที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย หรือมีสภาพความเป็นด่างอ่อน ๆ ที่แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น สารสกัดจากพืช หรือน้ำมันระเหยที่ได้จากพืช (Essential Oil) หรือสารประกอบจำพวกคลอไรด์ (Chloride Compound) เช่น ซิทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (Cetylpyridinium Chloride) และยังรวมไปถึงสารอื่น ๆ เช่น ไอโซโพรพิลเมทิลฟีนอล (Isopropylmethylphenol) คลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) และ ไตรโคลซาน (Triclosan) นอกจากนี้ สารป้องกันฟันผุอย่างฟลูออไรด์ (Fluoride) ก็ยังสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียได้เช่นกัน

2.6 เชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans เป็นเชื้อแบคทีเรียแบคทีเรียที่พบได้โดยทั่วไปในช่องปากโดยเฉพาะที่ผิวฟัน และเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหลักในการทำให้เกิดโรคฟันผุโดยเฉพาะในเด็กและวัยรุ่น เพราะเนื่องจากเชื้อ สามารถสร้าง extracellular polysaccharide (EPS) ได้ทั้งแบบละลายน้ำ (soluble) และไม่ละลายน้ำ (insoluble) จากการใช้น้ำตาล sucrose ซึ่งเป็นเหตุหลักในการก่อให้เกิดคราบจุลินทรีย์ (plaque formation) หรือ biofilm ที่ผิวฟัน นอกจากนี้ *S. mutans* ยังสามารถสร้างกรดจากการใช้น้ำตาลและทนกรดได้ดีจึงทำให้สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่มีค่า pH ต่ำ กรดที่เชื้อสร้างขึ้นภายในช่องปาก จะสลายผิวฟันเป็นผลให้เกิดฟันผุตามมา (Loesche, 2007) การป้องกันการเกิดฟันผุสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่การใช้น้ำตาลเทียมทดแทนน้ำตาล sucrose การใช้ fluoride การใช้ sealants เคลือบหลุมร่องฟัน การใช้สารป้องกันการก่อคราบจุลินทรีย์ หรือ biofilm เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากที่มี chlorhexidine เป็นส่วนประกอบ แต่ในการป้องกัน การเกิดโรคฟันผุนั้นต้องใช้ต้นทุนสูง ซึ่งจากรายงานพบว่าร้อยละ 10 ของรายจ่ายภายในประเทศเกี่ยวข้อง กับการดูแลรักษาฟัน (Petersen, 2005) และในปัจจุบันพบว่า เชื้อก่อโรคในช่องปากหลายชนิด มีความสามารถในการดื้อยาเพิ่มขึ้น และยาปฏิชีวนะหลายชนิดเริ่มใช้ไม่ได้ผล เช่น penicillin, erythromycin, tetracycline, cephalosporins และ metronidazole อีกทั้งยังมีผลข้างเคียง จากการใช้ยา เช่น อาการอาเจียน ท้องเสีย และมีคราบสีเกิดขึ้นที่ฟัน หลายประเทศจึงต้องหาผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาโรคในช่องปากที่มีความปลอดภัย ไม่มีผลข้างเคียง มีประสิทธิภาพดี ในการรักษา และราคาถูก จากการศึกษา พบว่ามีการใช้พืชสมุนไพรในการป้องกัน และรักษาโรคมาเป็นเวลานานในทั่วทุกมุมโลก โดยเฉพาะร้อยละ 80 ของประชากรในประเทศกำลังพัฒนาใช้พืชสมุนไพรในการดูแลสุขภาพ การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติที่แยกได้จากพืชในการป้องกันโรคฟันผุจึงเป็นทางเลือกที่ดีแทนที่การใช้ยาหรือสารที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากกระบวนการทางเคมี (Prabu et al., 2006)

ลักษณะทั่วไป

S. mutans เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม (Gram-positive cocci) ขนาด 0.5-0.75 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นสายสั้น ๆ หรือสายยาวปานกลาง ถ้าเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีสภาวะเป็นกรดหรืออาหารแข็ง เซลล์จะมีรูปร่างเป็นแท่งสั้น ๆ ขนาด 1.5-3.0 ไมโครเมตร โดยเฉพาะเชื้อที่แยกได้จากช่องปากจะพบรูปร่างแบบนี้ได้บ่อย แบคทีเรียชนิดนี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ (non-motile) เมื่อทดสอบ catalase ให้ผลลบ ถ้าเพาะเลี้ยงบนอาหาร blood agar (BA) และบ่มในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic) เป็นเวลา 2 วัน โคโลนีจะมีสีขาวหรือสีเทา รูปร่างกลมหรือไม่แน่นอน (irregular) ขนาด 0.5-1.0 ไมโครเมตร บางครั้งโคโลนีจะค่อนข้างแข็ง มีแนวโน้มที่จะเกาะติดบนผิวอาหาร ไม่สลายเม็ดเลือดแดง (alpha or non-hemolytic) แต่มีโอกาสปบบeta-hemolytic บนอาหารที่มีส่วนผสมของ sucrose เช่น mitis salivarius agar (MSA) หรือ tryptone, yeast extract, cystine (TYC) agar ซึ่ง โคโลนีจะมีรูปร่างขรุขระ กองทับกัน ขนาด 1.0 ไมโครเมตร บ่อยครั้งจะพบโคโลนีมีลักษณะคล้ายเม็ดปิตส์, droplets หรือของเหลว ซึ่งเกิดจากเชื้อสร้าง extracellular polysaccharide หรือ glucan ที่ไม่สามารถ ละลายน้ำได้ อยู่รอบ ๆ โคโลนี แต่บางครั้งจะพบเป็นแบบเรียบ ๆ หรือเป็นเมือก (Sneath, et al., 1986) *S. mutans* ส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีอากาศ หรือมี N_2+CO_2 หรือ CO_2 เป็นหลัก แต่จะเจริญได้ดีในสภาวะที่ไม่มีอากาศอุณหภูมิที่ทำให้เชื้อสามารถเจริญได้ดีคือ 37 องศาเซลเซียส และสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียสและต่ำสุด 10 องศาเซลเซียส (Sneath, et al., 1986)

ความสำคัญทางการแพทย์

จากงานวิจัยจำนวนมาก พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* มีบทบาทสำคัญในการเริ่มต้น ทำให้ฟันผุ และสามารถแยกเชื้อชนิดนี้ได้บ่อยในผู้ป่วยที่มีฟันผุ หรือรอยโรคฟันผุ และเมื่อให้สัตว์ทดลองกินน้ำตาล sucrose เป็นอาหาร พบว่าเชื้อสามารถเหนียวนา ให้เกิดฟันผุในสัตว์ทดลอง ซึ่งเหตุนี้เป็นการยืนยันว่าเชื้อ *S. mutans* มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดโรคฟันผุที่ผิวฟันและรากฟัน (Takahashi, et al, 2010)

โรคฟันผุ เป็นที่พบบ่อยในช่องปากจัดเป็นโรคติดเชื้อที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียประจำถิ่นในช่องปาก โรคฟันผุเกิดจากการทำลายเนื้อเยื่อของฟันเฉพาะที่ โดยเกิดการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) จากภาวะความเป็นกรดที่เกิดจากการย่อยสลายอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรียบางชนิดในคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) หรือ biofilm ได้แก่ mutans

streptococci (*S. mutans* และ *S. sobrinus*) และ lactobacilli (Loesche, 2007) ทางทันตแพทย์ใช้ดัชนีของฟันผุถอนอด (DMF index: Decayed, Missing and Filled index) ในการบ่งชี้ภาวะของโรคฟันผุ โดย D หมายถึงจำนวนฟันที่ผุ M หมายถึงจำนวนฟันที่ถูกถอน เนื่องจากฟันผุ และ F หมายถึงจำนวนฟันที่ถูกอุดเนื่องจากฟันผุ จากข้อมูลการสำรวจโรคฟันผุในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดเกณฑ์ของฟันผุถอนอด (DMF scale) ของเด็กอายุ 12 ปี เพื่อจัดกลุ่มบุคคลตามความรุนแรงของโรคฟันผุโดยถ้าค่า DMFT (Decayed, Missing and Filled Teeth) อยู่ระหว่าง 0.0-1.1 หมายถึงภาวะฟันผุอยู่ในขั้นต่ำ หากอยู่ระหว่าง 2.78-4.4 แสดงว่าฟันผุอยู่ในขั้นปานกลางและหากค่า DMFT เท่ากับหรือมากกว่า 6.6 ถือว่าภาวะฟันผุอยู่ในขั้นสูง จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่าร้อยละ 68 ของประเทศเหล่านั้นมีค่า DMFT น้อยกว่า 3 แสดงว่าภาวะฟันผุของเด็กอายุ 12 ปี ในประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทยจัดอยู่ในขั้นต่ำถึงปานกลาง ซึ่งความชุกของโรคฟันผุ จะเพิ่มขึ้นมากในประเทศกำลังพัฒนาหรือประเทศอุตสาหกรรม

2.7 กลไกการก่อโรคฟันผุของเชื้อ *S. mutans*

2.7.1 Adhesion

ความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ *S. mutans* เป็นปัจจัยหลักในการเกิดคราบจุลินทรีย์หรือ biofilm ที่ผิวฟันซึ่งจะเกิดฟันผุตามมา โดยจะขึ้นกับปัจจัยหลัก 3 ประการ ดังนี้

2.7.1.1 Sucrose-independent adhesion

เป็นการยึดเกาะโดยใช้โปรตีนที่เรียกว่า antigen I/II เป็นโปรตีนที่มีขนาด 185 กิโลดาลตัน โปรตีนชนิดนี้ สามารถพบได้ในเชื้อ streptococci ที่อยู่ในช่องปากสายพันธุ์อื่น ๆ ได้ด้วย (Ma, et al., 1991) โดยมีชื่อเรียกต่างกันไป เช่น P1, Spa, P, Sr, Pac และ antigen B โปรตีนในกลุ่ม antigen I/II จะมีโครงสร้างบางส่วนที่เหมือนกัน แต่มีบางส่วนที่ต่างกัน จึงทำให้ความสามารถในการยึดเกาะ กับโปรตีนต่าง ๆ ในน้ำลายแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของเชื้อ (Petersen, et al., 2002) ส่วนสำคัญของโปรตีน antigen I/II ที่ใช้ยึดเกาะกับโปรตีนอื่น ๆ ในน้ำลายคือ alanine-rich และ proline-rich ซึ่งจะยึดเกาะกับเยื่อผิวหรือ pellicle ที่เป็นส่วนสำคัญในการเกิดคราบจุลินทรีย์ (Yu, et al., 1997) และมีรายงานการศึกษาพบว่า เชื้อ *S. mutans* สายพันธุ์กลาย P1 ที่ไม่สามารถสร้างโปรตีน antigen I/II จะมีความสามารถในการยึดเกาะกับ hydroxyapatite ที่เคลือบน้ำลายได้ลดลง หากเชื้อขาดโปรตีน antigen I/II เชื้อจะยึดเกาะกับโปรตีนในน้ำลายที่เคลือบ

บนผิว hydroxyapatite ซึ่งเป็นส่วนประกอบของฟันได้ลดลงนอกจากนี้ยังพบว่ากรดโปรตีน P1 จะทำให้การสร้าง biofilm ในหลอดทดลองผิดไป ซึ่งอาจมีผลให้การก่อโรคเปลี่ยนไปเช่นกัน เช่น อาจจะก่อโรคลดลง หรือไม่ก่อโรคเลยก็ได้ (Lee, et al., 1989)

2.7.1.2 Sucrose-dependent adhesion

S. mutans เป็นแบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ glucosyltransferase (GTF) จากการใช้น้ำตาล sucrose เพื่อการสังเคราะห์ glucan โดยการย่อยสลาย sucrose เป็น glucose และ fructose และ glucose เชื่อมต่อกันเป็น polymer ของ glucan ซึ่งใน *S. mutans* มีเอนไซม์ gtf 3 ชนิดที่ควบคุมการสร้าง glucan ได้แก่

- 1) gtfB โดยทั่วไปเรียกว่า gtfI ควบคุมการสังเคราะห์ glucan ชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble glucan) ที่มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านของ alpha-1,3 glycosidic
- 2) gtfC โดยทั่วไปเรียกว่า gtfIS ควบคุมการสังเคราะห์ glucan ทั้งชนิดที่ไม่ละลายน้ำ และ สามารถละลายน้ำ (soluble glucan) ได้ ส่วนมากเป็น glucan ที่มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงของ alpha 1,6 glycosidic
- 3) gtfD โดยทั่วไปเรียกว่า gtfS ควบคุมการสังเคราะห์ glucan ชนิดที่สามารถละลายน้ำได้ มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงของ alpha-1,6 glycosidic

glucan มีความสำคัญในการทำให้เชื้อ *S. mutans* ยึดเกาะและตั้งถิ่นฐาน (colonization) บนผิวฟันได้รวมทั้งเป็นตัวกลางให้แบคทีเรียชนิดอื่นมาเกาะติดและรวมตัวกันที่ผิวฟัน จึงก่อให้เกิดเป็นคราบจุลินทรีย์หรือ biofilm ที่ยากต่อการกำจัดออก (Bowen, et al., 2011)

2.7.1.3 Glucan binding protein (GBP)

เป็นโปรตีนที่ยึดเกาะอยู่กับ glucan ซึ่ง *S. mutans* มีโปรตีนนี้ 3 ชนิด คือ GBP A, GBP B และ GBP D โปรตีนเหล่านี้มีความสำคัญในการสร้าง biofilm ของเชื้อและมีส่วนในการก่อโรคฟันผุ (Banas, et al., 2003; Matsumura, et al., 2003)

2.7.2 Acidogenicity

S. mutans มีความสามารถในการสร้างกรดจากการใช้น้ำตาลโดยผ่านกระบวนการ glycolytic และการหมัก (fermentation) ได้กรดต่าง ๆ ได้แก่ lactic, formic, propionic, butyric และ acetic acid นอกจากนี้ยังได้เอทานอล ปริมาณกรดที่สร้างได้จะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาวะในการเจริญเติบโต ในสภาวะที่มี glucose จำนวนมากจะได้กรด lactic เป็นส่วนใหญ่ จากรายงาน

การศึกษาพบว่า *S. mutans* ที่มีเอนไซม์ lactate dehydrogenase (LDH) ลดลง ความสามารถในการก่อโรคฟันผุจะลดลง และหากขาดเอนไซม์ LDH อย่างสิ้นเชิง *S. mutans* ก็จะตายในที่สุด เพราะว่าในขั้นตอนการเปลี่ยนจาก pyruvate ไปเป็นกรด lactic และได้พลังงานออกมา จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ LDH การขาดเอนไซม์ชนิดนี้จึงมีผลต่อการสร้างกรดและการอยู่รอดของ *S. mutans* ด้วย (Hillman, et al., 1996) จึงมีรายงานการนำสายพันธุ์ของเชื้อที่ถูกทำให้ขาดเอนไซม์ LDH มาใช้รักษาและป้องกันโรคฟันผุ เพราะเชื้อไม่สามารถสร้างกรดไปสลายผิวฟันได้ การมีเชื้ออยู่ก็จะไม่เกิดฟันผุ (Hillman, et al., 2002) *S. mutans* มีความสามารถในการสร้างกรดได้มากกว่า streptococci สายพันธุ์อื่น ๆ ภายในช่องปากเนื่องจากเชื้อสามารถสร้างกรดได้มากในสภาวะที่ pH เป็นกลาง (pH 7) และยังคงความสามารถในการสร้างกรดได้ในสภาวะที่เป็นกรด (pH 5) ในขณะที่ streptococci สายพันธุ์อื่น ๆ จะสร้างกรดได้ลดลง (de Soet, et al., 2000) ดังนั้นการสร้างกรดของเชื้อ *S. mutans* ในคราบจุลินทรีย์หรือ biofilm จะทำให้สภาวะแวดล้อมใน biofilm มีความเป็นกรดมาก จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมให้ตัวเชื้อเองและแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ที่สร้างกรดและทนกรดได้เจริญเติบโตเพิ่ม จำนวนและหากสภาพความเป็นกรดใน biofilm มี pH ต่ำกว่า 5.5 จะทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุและเกิดฟันผุตามมา (Loesche, et al., 1986)

2.7.3 Aciduricity หรือ acid-tolerance

S. mutans มีความสามารถในการทนกรด จึงสามารถมีชีวิตรอดได้ใน biofilm แม้ว่าสภาพ pH ใน biofilm จะต่ำกว่า 4.0 และแบคทีเรียที่สร้างกรดและทนกรดสายพันธุ์อื่น ๆ ยังสามารถเจริญเติบโตได้ด้วย โดยความสามารถในการทนกรดขึ้นกับกลไกต่าง ๆ ดังนี้

2.7.3.1 การรักษาสภาพกรด-ด่างในเซลล์

S. mutans สามารถทนกรดได้โดยการขับกรดออกจากเซลล์ผ่านผนังเซลล์จากการใช้ เอนไซม์ ATPase หรือ F-ATPase เนื่องจากกรดมีความเป็นพิษต่อการทำงานของเซลล์ ทำให้ความสามารถในการทนกรดขึ้นกับระดับเอนไซม์ F-ATPase ซึ่งมีความแตกต่างกันใน streptococci สายพันธุ์ต่าง ๆ ในช่องปาก (Bender, et al., 1986) ถ้าระดับเอนไซม์ F-ATPase เพิ่มขึ้นจะทำให้สภาวะความเป็นกรดในเชื้อ *S. mutans* ลดต่ำลง pH เพิ่มขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงที่เยื่อหุ้มเซลล์เพื่อลดการนำเข้าของประจุบวก รวมทั้งขับสารที่เป็นกรดออกสู่ภายนอกเซลล์ เชื้อจึงสามารถรักษาสภาพความเป็นกรด-ด่างได้ (Matsui, et al., 2010)

2.7.3.2 การเหนี่ยวนำการทำงานของ DNA และการสร้างโปรตีน

สภาวะความเป็นกรดมีผลในการเหนี่ยวนำการทำงานของยีนบางตัวและการทำงานของ เอนไซม์ ได้แก่ การมีผลต่อเอนไซม์ที่ใช้สร้างกรด lipoteichoic และเอนไซม์เคลื่อนย้ายโปรตีน (protein translocation) เอนไซม์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญ ในการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์สภาวะความเป็น กรดจึงมีผลต่อโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น ในสภาวะที่ค่า pH ลดลงต่ำกว่า 5.0 จะ ทำให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มกลุ่ม D-alanine esters มีผลทำให้โครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ เปลี่ยนแปลง ไป เกิดการเพิ่มการส่งออกประจุบวกมากขึ้น pH จึงลดลง (Hanna, et al., 2001)

2.8 การป้องกันและควบคุมโรคฟันผุ

สารป้องกันโรคฟันผุส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารเคมีซึ่งเป็นสารที่ใช้ควบคุมคราบจุลินทรีย์ บริเวณ เนื้อเยื่อ สารเหล่านี้เมื่อผสมลงไปในผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ใช้ป้องกันโรคในช่องปาก เช่น ในน้ำ ยา บ้วนปาก ถ้ามีในปริมาณที่สูงเกินไปพบว่าจะเป็นที่พิษต่อเซลล์ในช่องปากและเป็นสาเหตุของ การเกิด มะเร็งในช่องปากโดยเฉพาะน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของเอทานอล (Knoll-Kohler, et al., 2002) ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ป้องกันโรคฟันผุ เช่น

1) Chlorhexidine จัดเป็นสารต้านคราบจุลินทรีย์และต้านเชื้ออากเสบที่มีมาตรฐานสูงสุด (Matthijs, et al., 2002) กลไก chlorhexidine รวมตัวกับ mucin ในน้ำลายทำให้ลดการสร้างแผ่น คราบน้ำลายและยับยั้งการเกาะกลุ่มของแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์โดยทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรีย รั่วและส่วนประกอบของเซลล์ตกตะกอน Chlorhexidine สามารถซึมผ่านคราบจุลินทรีย์หรือ biofilm ได้ดีกว่า Listerine® เนื่องจากสารจะจับกับเนื้อเยื่อในช่องปากและจะปล่อยออกมาช้า ๆ หลังจากบ้วนทิ้งทำให้เกิดผลการต้านแบคทีเรียยาวนานหลายชั่วโมงโดยไม่ทำให้เชื้อประจำถิ่น (oral flora) เปลี่ยนแปลงแต่สารนี้มีผลเสียคือ มีการติดสีที่ฟันและลิ้นจากการใช้น้ำยาบ้วนปาก chlorhexidine และมีอาการเจ็บที่เยื่อเมือกในช่องปาก

2) Cetylpyridinium chloride (CPC) กลไก CPC มีฤทธิ์ในการยับยั้งคราบจุลินทรีย์ปานกลาง โดยสารจะซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียได้มาก ลด metabolism ของเซลล์และเปลี่ยนแปลงการ ยึดเกาะของแบคทีเรียที่ผิวฟัน CPC มีคุณสมบัติคล้าย chlorhexidine ที่เป็นประจุบวกจึงจับกับ เนื้อเยื่อในช่องปากได้ดีแม้ว่าในช่วงแรกจะมีการคงอยู่ในช่องปากได้ดีกว่าและมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ แบคทีเรียใกล้เคียงกับ chlorhexidine แต่จะมีประสิทธิผลต่ำกว่า chlorhexidine ในการยับยั้งคราบ

จุลินทรีย์และป้องกันเหงือกอักเสบ เนื่องจากสารนี้หลุดออกจากเนื้อเยื่อในช่องปากเร็วและมีข้อเสียคือ ติดสีที่ฟันและสแปร์ร้อนที่เนื้อเยื่อในช่องปาก

3) Phenolic related essential oils- Listerine® กลไก Listerine® จะไปเปลี่ยนแปลงผนังเซลล์และยับยั้งการสร้างเอนไซม์ของแบคทีเรีย ทำให้ช่วยในการลดคราบจุลินทรีย์และเหงือกอักเสบได้ Listerine® ที่นิยมใช้แพร่หลายจะประกอบด้วย thymol, eucalyptol, mentol และ methylsalicylate แต่มีข้อเสียคือ ทำให้รู้สึกสแปร์ร้อนและขม เพราะ Listerine® มีแอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 25 ซึ่งจะมีผลเสียต่อสุขภาพ

4) ฟลูออไรด์ กลไก หากมีการใช้ฟลูออไรด์ระหว่างกระบวนการสร้างผิวเคลือบฟันของเด็ก ฟลูออไรด์จะแทนที่ กลุ่มไฮโดรซิลเกิดการสร้างฟลูออโรอะพาไทต์ ซึ่งละลายในกรดได้ยากกว่า ไฮดรอกซีอะพาไทต์ นอกจากนี้ฟลูออไรด์ช่วยในกระบวนการคืนแร่ธาตุ (remineralization) ของฟันผุระยะแรกในรอยผุ ซึ่งเกิดที่ผิวเคลือบฟันและเนื้อฟัน นอกจากนี้ฟลูออไรด์ยังขัดขวางการสร้างคราบจุลินทรีย์โดยการขัดขวางกระบวนการต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์ใช้ในการสร้างอาหารและคราบจุลินทรีย์แต่ฟลูออไรด์มีข้อเสีย คือเกิดการตกกระที่ฟันถ้าดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์ปริมาณมาก ปัจจุบันจึงผลมอยู่บนรูปของยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปากเพื่อป้องกันการตกกระ (Islam, et al., 2007) เนื่องจากโรคฟันผุเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญของเด็กนักเรียนในประเทศ พัฒนาและกำลังพัฒนา โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาจะมีการดูแลรักษาสุขภาพช่องปากค่อนข้างต่ำ เพราะการถูกจำกัดด้านงบประมาณในการดูแลรักษา สถานที่รักษาและบุคลากรทางการแพทย์ไม่เพียงพอ หลายประเทศจึงต้องหาแนวทางการป้องกันและการรักษาโรคฟันผุที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และประหยัด ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกที่ดีในการพัฒนามาใช้กับช่องปาก เพราะมีผลข้างเคียงกับผู้ใช้ต่ำ เมื่อเทียบกับสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นมา มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชในการต้านแบคทีเรียก่อโรคฟันผุเช่น ฤทธิ์ของสารสกัดจาก *Caesalpinia ferrea* (Sampaio, et al., 2009), *Allium sativum* (Bakri, et al., 2005), *Harungana madagascariensis* (Moulari, et al., 2006), *Helichrysum italicum* Nostro, et al., 2004) และเมล็ดองุ่นแดง ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ *S. mutans* นอกจากนี้สารสกัดจากพืชหลายชนิดยังมีฤทธิ์ต่อกลไกการก่อโรคของเชื้อชนิดนี้ได้แก่ มีฤทธิ์ลดการผลิตกรด ลดการสร้างเอนไซม์ GTF รวมทั้ง glucan ที่มีผลต่อการสร้างคราบจุลินทรีย์หรือ biofilm ของแบคทีเรีย เช่น สารสกัดจาก *Dryopteris crassirhizoma* (Ban, et al., 2012), *Aralia continentalis* (Lee, et al., 2011), *Polygonum cuspidatum* (Song, et al.,

2006), *Plectranthus barbatus*, *P. ecklonii* (Figueiredo, et al., 2010), *Rosmarinus officianalis*, *Salvia officianalis*, *Camellia sinensis* (Smullen, et al., 2012) และ *Vaccinium macrocarpon* (Yamanaka, et al., 2004)

2.9 การเลือกตัวทำละลาย

การเลือกตัวทำละลายในการเตรียมสารสกัดขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายองค์ประกอบสำคัญที่ต้องการและองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่ต้องการและขึ้นอยู่กับชนิดของสารสกัดที่ต้อง เตรียมขึ้น สารละลายอาจเป็นตัวทำละลายเดี่ยวหรือเป็นของผสมของตัวทำละลายต่าง ๆ โดยทั่วไปสารละลายมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) มีความสามารถในการละลายองค์ประกอบสำคัญมากที่สุดและไม่ละลายหรือละลายองค์ประกอบอื่น ๆ ได้น้อย
- 2) หาง่ายราคาถูก
- 3) ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย
- 4) มีความคงตัวดี
- 5) ไม่ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบสำคัญในพืชสมุนไพร
- 6) ไม่ระเหยง่ายหรือยากจนเกินไปและไม่ติดไฟง่าย

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการเตรียมการสกัดพืชสมุนไพรมีหลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนี้

1. น้ำ เป็นตัวทำละลายที่ดีหาง่ายและราคาถูก แต่การใช้น้ำอย่างเดียวเป็นตัวทำละลายมีข้อเสียหลายประการคือ สามารถละลายองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกมาได้มากพอๆ กับองค์ประกอบที่สำคัญที่ต้องการ สารเหนียวที่ละลายออกมากับน้ำ เช่นน้ำตาล แป้ง ซึ่งเป็นอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ดังนั้นจึงทำให้เกิดการบูดเสียของสารสกัดถ้าไม่ได้ใส่สารกันบูด อีกประการหนึ่งน้ำมีจุดเดือดสูง ดังนั้นถ้าต้องการให้สารสกัดในน้ำเข้มข้นขึ้นจะต้องใช้ความร้อนสูงในการระเหยน้ำออกไป ซึ่งอาจเกิดความเสียหายแก่องค์ประกอบที่สำคัญได้ดังนั้นไม่ค่อยใช้น้ำเดี่ยว ๆ เป็นตัวทำละลายแต่จะใช้ร่วมกับตัวทำละลายอื่นๆ โดยเฉพาะแอลกอฮอล์น้ำที่เติมกรดลงไปเล็กน้อย (acidified water) ใช้สกัดองค์ประกอบสำคัญในพืชสมุนไพรที่มีองค์ประกอบสำคัญเป็นสารประกอบพวกอัลคาลอยด์ส่วนน้ำที่เติมด่างลงไปเล็กน้อย (alkalinized water) ก็จะใช้สกัดพืชสมุนไพรบางชนิด

2. แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายที่ดีมากมีความไวในการละลายมากกว่าน้ำและยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย นอกจากนี้แอลกอฮอล์สามารถระเหยได้ง่ายกว่าน้ำ หากต้องการทำให้สารละลายเข้มข้นขึ้น แต่แอลกอฮอล์ราคาสูงกว่าน้ำ ดังนั้นในการสกัดองค์ประกอบในพืชสมุนไพรจึงควรพิจารณาถึงราคาของตัวทำละลาย

3. กลีเซอริน เป็นตัวทำละลายที่ดีของสารประกอบหลายชนิดในพืชสมุนไพร เช่น แทนนินและ oxidation products ของแทนนิน นอกจากนี้แทนนินยังมีคุณสมบัติเป็นสารกันเสียได้อีกด้วย เนื่องจากกลีเซอริน ระเหยที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นจะยังคงอยู่ในสารสกัดขั้นสุดท้าย จึงไม่ควรใช้กลีเซอรินในการเตรียมสารสกัดที่ไม่ต้องการให้มีกลีเซอรินเหลืออยู่ กลีเซอรินมักใช้เป็นตัวทำละลายร่วมกับน้ำหรือแอลกอฮอล์ในการใช้เป็นตัวทำละลาย

4. น้ำผสมแอลกอฮอล์เป็นสารละลายที่ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางที่สุดมีคุณสมบัติในการละลายองค์ประกอบสำคัญในพืชสมุนไพรได้ใกล้เคียงกับแอลกอฮอล์แต่ราคาถูกกว่าและยังสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของสารสกัดได้อีกด้วย นอกจากนี้การใช้น้ำยาผสมแอลกอฮอล์ยังช่วยป้องกันการแยกตัวขององค์ประกอบในสารสกัดเมื่อตั้งทิ้งไว้ซึ่งมักจะเกิดในกรณีที่ใช้น้ำอย่างเดียวในการสกัด

5. เฮกเซน เหมาะสำหรับสารสกัดที่ไม่มีขี้ผึ้งมักใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับกำจัดไขมันจากสมุนไพรข้อดีคือราคาไม่แพง

6. คลอโรฟอร์ม เป็นตัวทำละลายที่ดีแต่มีความไวน้อย เกิดอิมัลชันได้ง่าย ถ้าใช้สกัดสารซึ่งเป็นด่างแก้อาจจะสลายให้กรดเกลือ

7. อีเทอร์มีฤทธิ์ในการระเหยน้อยกว่าคลอโรฟอร์มแต่มีความไวดีกว่า ข้อเสียก็คือระเหยและระเหิดง่าย เกิดออกซิไดซ์ได้ง่ายและดูดซับน้ำได้มาก

8. เมทานอล เป็นตัวทำละลายที่มีอำนาจในการละลายกว้าง ส่วนมากใช้ในการสกัดองค์ประกอบสำคัญที่มีขี้ผึ้งและยังใช้ทำละลายเอนไซม์ในพืชด้วย เช่นเดียวกับเอทานอล แต่นิยมใช้เอทานอลมากกว่าเพราะราคาถูกกว่าและเป็นพิษน้อยกว่า

2.10 หลักการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพร

การสกัดสารสำคัญนี้มีหลายวิธี เช่น วิธีการหมัก (maceration) วิธีการหมักแบบต่อเนื่อง (percolation) การสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้ความร้อน (Soxhlet extraction) การสกัดของเหลวด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction) การสกัดน้ำมันหอมระเหย (extraction of volatile oil) เป็น

ต้น ในการเลือกว่าจะใช้วิธีการใดในการสกัดสารสำคัญ พิจารณาจากจุดประสงค์ของงานวิจัยว่า ต้องการให้ได้สารสกัดที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ เช่น หากต้องการสารสกัดเจือจางอาจใช้วิธีการหมักก็เพียงพอ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาจากคุณค่าของสารสกัดและค่าใช้จ่ายในการสกัด ตลอดจนความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือที่มี เพราะแต่ละวิธีการสกัดนั้นมีข้อดี ข้อเสียรวมถึงวิธีการที่แตกต่างกันซึ่งจำเป็นต้องศึกษาการสกัดของแต่ละวิธีและเลือกใช้ให้เหมาะสม (รัตนา อินทรานุปกรณ์ , 2547)

1. มาเชเรชัน (maceration) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญโดยวิธีการหมักกับน้ำยาสกัด โดยน้ำยาสกัดสามารถแทรกเข้าไปละลายองค์ประกอบออกมาได้การหมักควรทำในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท การหมักในน้ำยาสกัดที่เหมาะสมจะใช้เวลา 7 วันหรือจนกระทั่งองค์ประกอบที่ต้องการละลายออกมาหมด ในระหว่างการหมักควรเขย่าหรือคนเป็นครั้งคราวเพื่อเพิ่มอัตราเร็วในการสกัด เมื่อครบกำหนดเวลาจึงกรองแยกกากออกจากน้ำยาสกัด วิธีการสกัดนี้ใช้น้ำยาในการสกัดน้อยจึงประหยัด เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ใช้ความร้อนจึงเหมาะกับการสกัดสารที่ไม่ทนความร้อน (รัตนา อินทรานุปกรณ์, 2547) ซึ่งจะทำให้การสกัดสารที่อุณหภูมิห้อง แต่วิธีการสกัดนี้มักจะไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่ค่อยมีการเคลื่อนที่ของน้ำยาสกัด

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของตัวทำละลายบางชนิดที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชสมุนไพร

ตัวทำละลาย	คุณสมบัติ
Ether	เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่ได้จำกัดชนิด ไม่ละลายสารพื้นฐานชนิดอื่น ๆ ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อสมุนไพร ซึ่งเกิดการ Oxidize ได้ง่าย
Hexane	เหมาะสำหรับสารไม่มีขั้วราคาถูก
Acetone	เป็นตัวทำละลายที่กำจัดไขมันได้ดีแต่สามารถละลายสารพื้นฐานในพืชได้บ้างข้อเสียคือมีกลิ่นฉุนกำจัดออกได้ยาก
Chloroform	เป็นตัวทำละลายที่สามารถละลายได้สารเกือบทุกชนิดแต่ไม่นิยมใช้เนื่องจากไอระเหยของสารอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและเป็นสารก่อมะเร็ง

ตัวทำละลาย	คุณสมบัติ
Ester	ตัวทำละลายในการสกัดสมุนไพรทำให้ตัวยาสำคัญเข้มข้นและทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย
Methylene chloride	เกิดอิมัลชันแต่ทำให้แห้งหรือระเหยได้ยาก
Alcohol	นิยมใช้เนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำมี 2 ชนิดคือเมทานอลและเอทานอล มีอำนาจในการละลายสารกว้างมากและยังใช้ทำละลายเอนไซม์ในพืชได้ ลดปฏิกิริยาการสลายตัวของน้ำขจัดออกได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้ความร้อนสูง
Water	เป็นตัวทำละลายที่สำคัญไม่ไวไฟ ไม่เป็นพิษ หาง่ายราคาถูกและสกัดสารได้มากชนิดแต่ไม่มีความคงตัว อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย ก่อนนำมาใช้ต้องผ่านกระบวนการกำจัดเชื้อก่อน

2. การสกัดแบบต่อเนื่อง (continuous extraction) เป็นวิธีการสกัดสารที่ใช้ความร้อนเข้าช่วย ซึ่งวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องนี้ จะสกัดสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งโดยใช้สารละลาย นิยมใช้อุปกรณ์สกัดที่เรียกว่า ซอกซ์เลตเอ็กซ์แทรกเตอร์ (soxhlet extractor) ซึ่งการทำงานนั้นจะเป็นระบบปิด โดยใช้ตัวทำละลาย ที่มีจุดเดือดต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจากฮีทติงแมนเทิล (heating mantle) หรือหม้ออังไอน้ำ น้ำยาสกัดในภาชนะระเหยขึ้นไปแล้วกลั่นตัวลงมาในทิมเบอร์ (thimble) ซึ่งบรรจุตัวอย่างไว้ น้ำยาสกัดวนผ่านลงตัวอย่างหลายครั้ง จนกระทั่งองค์ประกอบในตัวอย่างถูกสกัดออกมา เมื่อน้ำยาสกัดในเอ็กซ์แทรกติงแชมเบอร์ (extracting chamber) สูงจนถึงระดับเกิดกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลลงภาชนะวนเวียนเช่นนี้จนการสกัดสมบูรณ์ วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องเหมาะกับการสกัดองค์ประกอบที่ทนความร้อนและใช้น้ำยาในการสกัดน้อยไม่สิ้นเปลือง แต่มีข้อเสียคือไม่เหมาะที่จะใช้กับองค์ประกอบที่ไม่ทนความร้อน และน้ำยาสกัดที่ใช้ไม่ควรเป็นของผสมเพราะจะเกิดการแยกตัวของตัวทำละลายแต่ละชนิด เนื่องจากจุดเดือดต่างกันจะทำให้สัดส่วนของน้ำยาสกัดแตกต่างไปจากเดิมและผลการสกัดไม่ดีเท่าที่ควร

3. การสกัดแบบใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟ (microwave assisted extraction, MAE) วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้คลื่นรังสีไมโครเวฟในการให้ความร้อนแก่ตัวทำละลาย ตัวทำละลายจะแพร่ความร้อนไปสู่ตัวอย่าง ทำให้เกิดการแยกขององค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างไปสู่ตัวทำละลาย วิธีการสกัดแบบนี้เหมาะ

การสกัดองค์ประกอบที่ทนความร้อนและใช้น้ำยาในการสกัดน้อยไม่สิ้นเปลืองใช้เวลาในการสกัดน้อยมาก

4. การสกัดแบบใช้เครื่องความถี่สูง (ultrasound sonicator extraction, UE) วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้คลื่นเสียงในการทำปฏิกิริยากับตัวอย่างแล้วทำให้องค์ประกอบเคมีของตัวอย่างแพร่สู่ตัวทำละลาย วิธีการสกัดแบบนี้ใช้เวลาในการสกัดน้อยเหมาะกับการสกัดองค์ประกอบที่ไม่ทนความร้อนและใช้น้ำยาในการสกัดน้อยไม่สิ้นเปลือง

2.11 การทำให้สารสกัดจากตัวอย่างให้เข้มข้น (preconcentration)

สารสกัดอย่างหยาบที่ได้จะมีปริมาณมากและเจือจางทำให้นำไปแยกองค์ประกอบได้ไม่สมบูรณ์และไม่มีประสิทธิภาพจึงต้องนำมาทำให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นโดยวิธีดังนี้

1. การระเหย (free evaporation) เป็นการนำตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัดโดยใช้ความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ (water bath) วิธีนี้อาจทำให้สารสกัดสลายตัวได้เนื่องจากอุณหภูมิสูงและหากใช้สารละลายอินทรีย์ในการสกัด การระเหยโดยใช้ความร้อนโดยตรงบนแผ่นความร้อนอาจเกิดอันตรายได้ง่าย นอกจากนี้ควรคำนึงถึงอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารสำคัญเมื่อใช้ความร้อน

2. การกลั่นในสุญญากาศ จัดเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัดโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำพร้อมทั้งลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ เครื่องมือนี้เรียกว่า โรตารีอีวาโพเรเตอร์ (rotary evaporator) ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือภาชนะบรรจุสารสกัดอย่างหยาบที่จะกลั่น ส่วนคอนเดนเซอร์หรือส่วนควบแน่นไอสารละลาย และภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่นโดยการสกัดอย่างหยาบซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะจะแช่อยู่ในหม้ออังไอน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้และจะหมุนตลอดเวลาที่ทำงานเพื่อให้มีการกระจายความร้อนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ภาชนะบรรจุสารอย่างหยาบนี้จะต่อเข้ากับส่วนควบแน่นซึ่งมีระบบทำความเย็นหล่อตลอดเวลา ปลายของส่วนควบแน่นจะมีภาชนะรองรับโดยทั้งระบบจะต่อเข้ากับระบบสุญญากาศ สารที่ระเหยออกจากภาชนะบรรจุควบแน่นที่คอนเดนเซอร์และหยดลงมาภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่น ซึ่งสารละลายดังกล่าวสามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 งานวิจัยด้านฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดกัญชง

คุณสมบัติการต้านจุลชีพของสารสกัดจากกัญชง Cannabinoids เป็นที่รู้จักมาเริ่มตั้งแต่ ค.ศ.1950 เมื่อมีผลงานวิจัยชิ้นแรกเกิดขึ้น (Baswan, et al., 2020) การศึกษาฤทธิ์การฆ่าเชื้อแบคทีเรียโดยใช้สารสกัดจากกัญชง โดยศึกษาสารสำคัญเดี่ยว ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากข้อจำกัดของเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ (Zheljzkov, et al., 2020) ซึ่งเมื่อปี พ.ศ.2519 ได้มีการค้นพบสารสำคัญที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้แก่ Δ^9 -THC และ CBD มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกได้ (De, et al., 2022) นอกจากฤทธิ์ด้านการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ได้จากสารสกัดจากกัญชงแล้ว การสกัดน้ำมันหอมระเหย หรือการสกัดโดยใช้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (Taghinasab, et al., 2020) น้ำมันจากเมล็ดกัญชงถูกสกัดโดยใช้สารละลายอีเทอร์และเมทานอลและพบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวก นอกจากนี้ ยังพบว่าการสกัดโดยใช้สารละลายอีเทอร์ทำให้การฆ่าเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ไม่ได้ผล และจากการวิจัยพบว่าสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น การสกัดสารโดยใช้เอทานอลมีประสิทธิภาพปานกลางกับ *Staphylococcus aureus* ที่ทนต่อเมทิซิลลิน (MRSA) ที่แยกได้ทั้งจากโรงพยาบาลและภายนอก (Laidlaw, et al., 2016; Figuerêdo, et al., 2022) พบว่าการใช้เอทานอลในการสกัดจากเมล็ดกัญชงสามารถยับยั้งการพัฒนา biofilm ของเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* โดยสารสกัดเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นอาหารและเครื่องสำอางได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงสามารถใช้เป็นสารกันเสียได้ นอกจากนี้ Karas และคณะ (2020) ค้นพบว่าสาร cannabinoids สามารถนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตยาสีฟันและประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ เช่น ออรัล บี และคอลเกต โดยสามารถลดจำนวนของแบคทีเรีย คราบจุลินทรีย์ทางทันตกรรม (Karas, et al., 2020) ซึ่งบ่งชี้ว่าสารเคมีที่ได้จากกัญชงนั้น สามารถนำไปใช้งานดูแลช่องปากในทางการแพทย์ ใช้เกี่ยวกับทางสัตวแพทย์ รวมถึงด้านเกษตรกรรม

2.11.2. งานวิจัยด้านเครื่องสำอาง ประสิทธิภาพของสารสกัดกัญชงในด้านอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ได้แก่ ทรีทเมนท์ ซึ่งเป็นสูตรเฉพาะสำหรับการดูแลเส้นผม เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันสูง (Michailidis, et al., 2021) การศึกษาผลของน้ำมันเมล็ดกัญชงต่อความแข็งแรงของเส้นผมและเล็บ โดยใช้กิ้งของกัญชงที่มีมูลค่าสูงเช่นกันโดยเฉพาะในปากีสถาน (Michailidis, et al., 2021) นอกจากนี้ น้ำมันเมล็ดกัญชงมักใช้เป็นอาหารสำหรับเส้นผมอีกด้วย เนื่องจากมีสารที่เหมาะสมกับเส้นผมที่อุดมสมบูรณ์ น้ำมันมีปริมาณสูงเป็นพิเศษ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน เช่น กรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า

6 กรดที่จำเป็นต่อการรักษาสุขภาพเส้นผมให้แข็งแรง (Crini, et al., 2020) กรดไขมันเหล่านี้ช่วยบำรุง และให้ความชุ่มชื้นแก่เส้นผมทำให้นุ่มนวลขึ้น และจัดทรงได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยในเรื่องป้องกันการ แตกหักของเส้นผม ผมแตกปลาย และลดความแห้งกรอบของเส้นผมได้ (Callaway, et al., 2004) นอกจากปริมาณกรดไขมันแล้ว ในน้ำมันเมล็ดกัญชงมีสารแคโรทีนอยด์ ซึ่งช่วยเสริมการเจริญเติบโตของ เส้นผมและปรับปรุงสุขภาพเส้นผม (Baral, et al., 2020) น้ำมันเมล็ดกัญชงก็ใช้เป็นองค์ประกอบในการ บำรุงเส้นผมได้หลากหลายวิธี สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงลงบนหนังศีรษะและเส้นผม เป็นมาสก์ผมหมัก ทิ้งไว้หรือข้ามคืนแล้วล้างออกด้วยแชมพูและครีมนวด นอกจากนี้ยังสามารถเติมน้ำมันลงในแชมพูและ ครีมนวดผมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติความชุ่มชื้นและการบำรุงเส้นผมได้อีกด้วย (Baral, et al., 2020) สารแคโรทีนอยด์ เช่น เบต้าแคโรทีน สามารถช่วยทำให้เส้นผมแข็งแรงและปกป้องจากความเสียหายที่เกิดจาก รังสียูวีและอื่น ๆ ผลภาวะจากสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและรักษาลักษณะ โดยรวมของเส้นผม (Nahhas, et al., 2019)

นอกจากนี้มีการศึกษาใช้ส่วนต่าง ๆ ของกัญชง ได้แก่ เมล็ด น้ำมันจากเมล็ด ใบ ดอก ช่อดอก และ ต้นที่อยู่เหนือดินในการศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพดังแสดงในตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางชีวภาพของกัญชง

Plant Part	Extraction Method (Solvent)	Bioactive Metabolites	Biological Activity	Results	Reference
Seed	Ultrasound-assisted extraction (methanol–water 80:20)	Polyphenols	Antioxidant—DPPH Standard: (not used)	Inhibition activity = $74 \pm 1\%$ at 500 $\mu\text{L/mL}$	(Moccia, et al., 2020)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antioxidant—DPPH Standard: Ascorbic acid ($\text{IC}_{50} = 0.012 \pm 0.002 \text{ mg/mL}$)	$\text{IC}_{50} = 14.39 \pm 2.27 \text{ mg/mL}$	(Manosroi, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antioxidant—metal ion chelating assay Standard: EDTA ($\text{CC}_{50} = 0.15 \pm 0.002 \text{ mg/mL}$)	$\text{CC}_{50} = 1.92 \pm 1.05 \text{ mg/mL}$	(Manosroi, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antioxidant—lipid peroxidation inhibition Standard: α -tocopherol ($\text{IPC}_{50} = 0.045 \pm 0.002 \text{ mg/mL}$)	$\text{IPC}_{50} = 92.68 \pm 30.77 \text{ mg/mL}$	(Manosroi, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 75:25)	Lignanamides	Antioxidant—DPPH Standard: Quercetin ($\text{IC}_{50} = 25.5 \mu\text{m}$)	Cannabisin M ($\text{IC}_{50} = 69.5 \mu\text{m}$) Cannabisin N and O ($\text{IC}_{50} = \text{ND}$) 3,3'-demethyl-heliotropamide ($\text{IC}_{50} = 39.3 \mu\text{m}$)	(Yan, et al., 2015)
Seed	Maceration (ethanol–water 75:25)	Lignanamides	Antioxidant—ORAC Standard: Quercetin ($\text{IC}_{50} = 0.40 \mu\text{m}$)	Cannabisin M ($\text{IC}_{50} = 6.61 \mu\text{m}$) Cannabisin N and O ($\text{IC}_{50} = \text{ND}$) 3,3'-demethyl-heliotropamide ($\text{IC}_{50} = 0.56 \mu\text{m}$)	(Yan, et al., 2015)
Seed	Maceration (ethanol–water 75:25)	Lignanamides	Antioxidant—ABTS Standard: Quercetin ($\text{IC}_{50} = 9.19 \mu\text{m}$)	Cannabisin M ($\text{IC}_{50} = 74.70 \mu\text{m}$) 3,3'-demethyl-heliotropamide ($\text{IC}_{50} = 16.41 \mu\text{m}$)	(Yan, et al., 2015)
Seed oil	Acid/alkali extraction	Proteins	Antioxidant—DPPH Standard: (not used)	Alkali soluble proteins: - inhibition value = 73.33% after ht enzyme hydrolysis. Acid soluble proteins: - inhibition value = 68.67% after ht enzyme hydrolysis.	(Teh, et al., 2015)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางชีวภาพของกัญชง (ต่อ)

Plant Part	Extraction Method (Solvent)	Bioactive Metabolites	Biological Activity	Results	Reference
Seed flour	Ultrasound-assisted extraction (methanol–water 80:20)	Polyphenols	Antioxidant —DPPH Standard: (not used)	Inhibition activity = $67 \pm 1\%$ at 500 $\mu\text{L/mL}$	(Moccia, et al., 2020)
Seed oil	Ultrasound-assisted extraction (methanol–water 80:20)	Polyphenols	Antioxidant —DPPH Standard: (not used)	Inhibition activity = $22 \pm 2\%$ at 500 $\mu\text{L/mL}$	(Yang, et al., 2020)
Seed	Maceration (ethanol–water 80:20)	Polyphenols	Antibacterial (against <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>) Standard: Gentamycin and vancomycin (MIC < 0.05 mg/mL)	All bacterial strains showed MIC values superior to 1 mg/mL	(Frassinetti, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antibacterial (against <i>Staphylococcus aureus</i>) Standard: Erythromycin (ID = 26.67 ± 1.15 mm)	Inhibition diameter = 1.00 mm	(Manosroi, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 80:20)	Polyphenols	Antibacterial (against <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus reuteri</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> and <i>Bifidobacterium breve</i>) Standard: Gentamycin and vancomycin (MIC < 0.05 mg/mL)	All bacterial strains showed MIC values superior to 1 mg/mL	(Frassinetti, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Terpenoid, phytocannabinoids and unsaturated fatty acids	Cytotoxicity —SRB assay Standard: (not used)	Percentages of human skin fibroblast viability $66.12 \pm 7.63\%$ at 1 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Terpenoids and flavonoids	Antiproliferative —SRB assay Standard: Doxorubicin (IC ₅₀ = 0.0042 ± 0.0025 mg/mL)	On hepg2 cell lines: IC ₅₀ = 12.07 ± 1.18 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางชีวภาพของกัญชง (ต่อ)

Plant Part	Extraction Method (Solvent)	Bioactive Metabolites	Biological Activity	Results	Reference
Seed oil	Ultrasound-assisted extraction (methanol–water 80:20)	Polyphenols	Antiproliferative Standard: (not used)	Reduction in caco-2 and ht-29 cell viability to less than 40% from 150 mg/mL	(Moccia, et al., 2020)
Seed	Maceration (ethanol–water 95:05)	Terpenoids and flavonoids	Anti-tyrosinase Standard: Kojic acid (IC ₅₀ = 0.005 ± 0.004 mg/mL)	IC ₅₀ = 0.07 ± 0.06 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Seed	Maceration (ethanol–water 75:25)	Lignanamides	Acetyl choline esterase inhibition Standard: Galantamine (IC ₅₀ = 2.76 µm)	Cannabisin M, N and O (IC ₅₀ = nd) 3,3'-demethyl-heliotropamide (IC ₅₀ = 46.2 µm)	(Yan, et al., 2015)
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antioxidant—DPPH Standard: Ascorbic acid (IC ₅₀ = 0.012 ± 0.002 mg/mL)	IC ₅₀ = 2.73 ± 0.422 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antioxidant—Metal ion chelating assay Standard: EDTA (CC ₅₀ = 0.15 ± 0.002 mg/mL)	CC ₅₀ = 0.93 ± 0.20 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Cannabinoids and polyphenols	Antioxidant—Lipid peroxidation inhibition Standard: α-tocopherol (IPC ₅₀ = 0.045 ± 0.002 mg/mL)	IPC ₅₀ = 246.32 ± 69.38 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Leaf	Ultrasound-assisted extraction (ethanol–water 80:20)	Polyphenols and flavonoids	Antioxidant—DPPH Standard: (not used)	Inhibition activity of 40% at 1000 µg/mL	(Zagórska-Dziok, et al., 2021)
Leaf	Maceration (acetone)	ND	Antibacterial Standard: Ampicillin (ID = 17.3 to 19.6 mm)	Inhibition diameters: <i>Escherichia coli</i> = 24.7 ± 1.5 mm <i>Staphylococcus aureus</i> = 19.6 ± 2.1 mm <i>Pseudomonas aeruginosa</i> = 19.0 ± 2.6 mm	(Anjum, et al., 2018)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางชีวภาพของกัญชง (ต่อ)

Plant Part	Extraction Method (Solvent)	Bioactive Metabolites	Biological Activity	Results	Reference
Leaf	Maceration (chloroform)	ND	Antibacterial Standard: Ampicillin (ID = 17.3 to 19.6 mm)	Inhibition diameters: <i>Escherichia coli</i> = 23.0 ± 2.0 mm <i>Staphylococcus aureus</i> = 18.6 ± 2.08 mm <i>Pseudomonas aeruginosa</i> = 22.3 ± 1.52 mm	(Anjum, et al., 2018)
Leaf	Maceration (ethanol–water 60:40)	ND	Antibacterial Standard: Ampicillin (ID = 17.3 to 19.6 mm)	Inhibition diameters: <i>Escherichia coli</i> = 19.3 ± 1.2 mm <i>Staphylococcus aureus</i> = 18.6 ± 3.05 mm	(Anjum, et al., 2018)
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Polyphenols, flavones and polyholozides	Antibacterial (against <i>Staphylococcus mutans</i>) Standard: Erythromycin (ID = 23 mm)	Inhibition diameter: 1.33 ± 0.58 mm	(Anjum, et al., 2018)
Leaf	Maceration (acetone)	ND	Antifungal Standard: (not used)	Inhibition diameters: <i>Aspergillus niger</i> = 21.3 ± 2 mm <i>Fusarium</i> spp. = 20 ± 2.64 mm	(Anjum, et al., 2018)
Leaf	Maceration (chloroform)	ND	Antifungal Standard: (not used)	Inhibition diameters: <i>Aspergillus niger</i> = 20.6 ± 1.5 mm <i>Fusarium</i> spp. = 18.3 ± 1.52 mm	(Anjum, et al., 2018)
Leaf	Maceration (ethanol–water 60:40)	ND	Antifungal Standard: (not used)	Inhibition diameters: <i>Aspergillus niger</i> = 23 ± 2 mm <i>Fusarium</i> spp. = 21.3 ± 3.21 mm	(Anjum, et al., 2018)
Leaf	Maceration (water)	ND	Antifungal Standard: (not used)	Inhibition diameters: <i>Aspergillus niger</i> = 21 ± 2.6 mm <i>Fusarium</i> spp. = 24.3 ± 3.51 mm	(Anjum, et al., 2018)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางชีวภาพของกัญชง (ต่อ)

Plant Part	Extraction Method (Solvent)	Bioactive Metabolites	Biological Activity	Results	Reference
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Polyphenols, flavones and polyholozides	Cytotoxicity —SRB assay Standard: (not used)	Percentages of human skin fibroblast viability 73.02 ± 3.57% at 1 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Leaf	Ultrasound-assisted extraction (ethanol–water 80:20)	Polyphenols and flavonoids	Cytotoxicity Standard: (not used)	Viability of: HaCaT keratinocytes cells with 120% at 100 g/mL. BJ fibroblasts cells with 188% at 500 µg/mL.	(Zagórska-Dziok, et al., 2021)
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Polyphenols, flavones and polyholozides	Antiproliferative —SRB assay Standard: Doxorubicin (IC ₅₀ = 0.0042 to 0.0274 mg/mL)	On hepg2 cell lines: IC ₅₀ = 13.17 ± 1.53mg/mL On kb cell lines: IC ₅₀ = 5.16 ± 1.66 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Leaf	Maceration (ethanol–water 95:05)	Terpenoids and flavonoids	Anti-tyrosinase Standard: Kojic acid (IC ₅₀ = 0.005 ± 0.004 mg/mL)	IC ₅₀ = 0.049 ± 0.02 mg/mL	(Manosroi, et al., 2019)
Leaf	Ultrasound-assisted extraction (ethanol–water 80:20)	Cannabinoids	Anti-elastase Standard (not used)	Inhibition value of 30% at 1000 µg/mL	(Zagórska-Dziok, et al., 2021)
Leaf	Ultrasound-assisted extraction (ethanol–water 80:20)	Cannabinoids	Anti-collagenase Standard: (not used)	Inhibition value of 80% at 1000 µg/mL	(Zagórska-Dziok, et al., 2021)
Leaf	Maceration (chloroform)	Cannabinoids (THC, CBD and CBN)	Anticoagulant Standard: (not used)	Inhibition values at 1 mg/mL: THC = 34.87% (IC ₅₀ = 1.79 mg/mL) CBN = 7.3% (IC ₅₀ = high value)	(Coetzee, et al., 2007)
Flowers	Maceration (acetone–water 50:50)	Polyphenols	Antifungal (against <i>Aspergillus favus</i>)	Total inhibition at > 0.225 mg of DM/mL of medium	(Al, et al., 2007)
Flowers	Maceration (acetone–water 50:50)	Polyphenols	Anti-aflatoxigenic Standard: (not used)	Reduction in fungal growth by 36% at 7.2 mg DM/mL of medium	(Al, et al., 2007)

จากตารางแสดงให้เห็นว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่ทำการศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพซึ่งได้จาก ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ซึ่งคุณสมบัติของกล้วยนี้ สามารถแบ่งออกกลุ่มได้ดังนี้ 1. คุณสมบัติด้าน สารอนุมูลอิสระ 2. คุณสมบัติยับยั้งจุลชีพ 3. คุณสมบัติในการฆ่าแมลง 4. คุณสมบัติยับยั้งการจับตัวของเลือดซึ่งใช้ในทางการแพทย์ 5. คุณสมบัติยับยั้งโรคเบาหวาน 6. คุณสมบัติยับยั้งมะเร็ง 7. คุณสมบัติยับยั้งการแพ้ การอักเสบ 8. คุณสมบัติเสริมการทำงานของระบบประสาท 9. คุณสมบัติด้านการยับยั้งโรคลมชักและมีส่วนผสมในยากันชัก 10. คุณสมบัติด้านผิวหนังและเครื่องสำอาง ซึ่งจากการรวบรวมงานวิจัยพบว่าพืชกล้วยเป็นพืชที่มีคุณสมบัติไม่ว่าจะเป็นด้านการเกษตร การแพทย์ และความสวยงาม ดังนั้น การศึกษานี้จึงได้นำใบกล้วยซึ่งทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้เก็บและนำมาให้เพื่อการวิจัยเนื่องจากเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับใบกล้วยต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และสารเคมี

เครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน
2. เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องชั่งละเอียด 3 ตำแหน่ง
4. เครื่องบดละเอียด
5. Rotary evaporator
6. Vacuum pump
7. CO₂ incubator
8. Laminar flow
9. Centrifuge
10. Spectrophotometer
11. เครื่องผสมสารละลาย

อุปกรณ์

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. กระดาษกรอง Whatman No.1 | 10. กระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร |
| 2. ผ้าก๊อซ | 11. แท่งแก้วคน |
| 3. กรวยกรอง | 12. หม้อสแตนเลส ขนาด 10 ลิตร |
| 4. ขวด Duran สีชา ขนาด 1000 มิลลิลิตร | 13. กระบวย |
| 5. ปีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร | 14. ชุดกรองสุญญากาศ |
| 6. ถาดเลี้ยงเซลล์ ขนาด 96 หลุม | 15. เมมเบรนมีรูพรุนขนาด 0.2 ไมโครเมตร |
| 7. Auto pipette | 16. ปีกเกอร์ |
| 8. Tip | 17. โกร่งกระเบื้องและลูกโกร่ง |
| 9. เข็มฉีดยา+ Syringe | 18. กระดาษชำระ |

19. ซ่อนตั๊กสาร

สารเคมี

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. 95% เอทานอล | 14. Sorbitol |
| 2. DPPH | 15. Camphor |
| 3. กรดแอสคอร์บิก | 16. Menthol |
| 4. acetate buffer | 17. Borneol |
| 5. 2,4,6-Tripyridyltriazine (TPTZ) | 18. Eucalyptus oil |
| 6. Femic chloride | 19. Peppermint oil |
| 7. Erythromycin | 20. Carbopol |
| 8. Xanthan gum | 21. Calcium carbonate |
| 9. Glycerin | 22. Hydrated silica |
| 10. Allantoin | 23. Titanium dioxide |
| 11. Sodium Benzoate | 24. Sodium-N-lauroly sarcosinate |
| 12. Sodium Fluoride | 25. Cocamidopropyl Betain |
| 13. Sodium saccharin | |

3.1 การเตรียมสารสกัดใบกัญชง

3.1.1 การผึ่งใบกัญชง

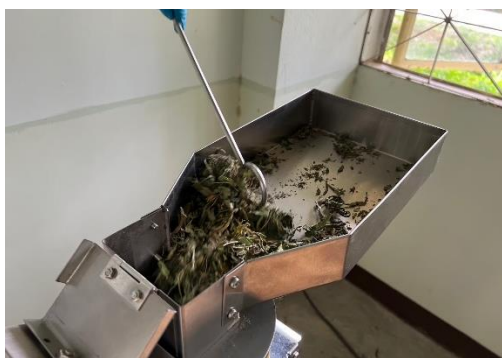
การเตรียมสารสกัดใบกัญชง ใบกัญชงที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือใบกัญชงที่ได้จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนใบกัญชงเพื่อสุขภาพบ้านเฮา ตำบลบ้านโคก อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกกัญชง โดยทำการเก็บใบของกัญชงจากนั้นนำมาผึ่งลมให้แห้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24-72 ชั่วโมง เพื่อให้ใบกัญชงแห้ง เพื่อเตรียมนำไปสู่ขั้นตอนถัดไป (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 พื้นที่ปลูกใบกัญชงและใบกัญชงที่ฝั้งลมแห้ง (ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)

3.1.2 การบดและหมักใบกัญชง

เมื่อได้ใบกัญชงแห้งจากการฝั้งลมแล้ว ปริมาณ 3000 กรัม นำมาบดด้วยเครื่องบดแบบละเอียด (รูปที่ 3.2) จากนั้นนำผงใบกัญชงแห้ง หมักใน 95% เอทานอล เป็นเวลา 3 วัน โดยใช้ 95% เอทานอลปริมาตร 1:10 w/v โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน เทส่วนที่ 1 ลงในภาชนะที่มีผงใบกัญชง คนให้เข้ากัน จากนั้นปิดฝาให้สนิท ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน



รูปที่ 3.2 การบดใบกล้วยแห้งโดยใช้เครื่องบดใบกล้วยแบบละเอียด
(ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)



รูปที่ 3.2 การบดใบกัญชงแห้งโดยใช้เครื่องบดใบกัญชงแบบละเอียด
(ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)

3.1.3. การกรองสารละลายใบกัญชง

หลังจากหมักใบกัญชง และหมั่นคนให้เข้ากันครบ 3 วันแล้ว จากนั้นนำใบกัญชงที่หมักครบเวลา กรองผ่านผ้าก๊อชและกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 01 โดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศในการกรองเพื่อลดระยะเวลาในการกรอง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ใส่ขวด Duran สีชา กากที่เหลือจากการกรอง จะนำมาเติม 95% เอทานอล ส่วนที่ 2 คนให้เข้ากัน หมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นกรองผ่านผ้าก๊อชและกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 01 ทำซ้ำอีก 1 รอบ โดยจะทำทั้งหมด 3 รอบเพื่อให้ได้สารสำคัญจากสกัดจากใบกัญชงครบถ้วน ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การกรองสารสกัดใบกล้วยงโดยกรองผ่านผ้าก๊อชและกระดาษกรอง Whatman No.1 โดยใช้ดูดสุญญากาศ (ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)

3.2 การระเหยตัวทำละลาย

เมื่อได้สารละลายใบกัญชงแล้ว นำมาระเหยตัวทำละลาย 95% เอทานอลออก โดยนำสารละลายใบกัญชงเทลงในขวดก้นกลม และนำไปเข้าเครื่องระเหยตัวทำละลายสุญญากาศบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Rotary evaporator) (รูปที่ 3.4) จนเริ่มแห้ง จากนั้นทำซ้ำจนตัวทำละลายระเหยหมด โดยสารสกัดใบกัญชงจะใช้เวลาในการสกัด 3-4 ชั่วโมง เมื่อได้สารสกัดที่มีลักษณะหนืดข้น สีเขียวเข้ม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่



รูปที่ 3.4 การระเหยตัวทำละลายโดยใช้เครื่องระเหยตัวทำละลายสุญญากาศ
(Rotary evaporator) (ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)

จากนั้นทำการเก็บสารสกัดไว้ทำการทดสอบโดยชั่งน้ำหนักสารที่ได้เพื่อคำนวณปริมาณสารสกัดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งของผงยาที่ซึ่งเมื่อเริ่มต้น

3.3 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus mutans*

3.3.1 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* โดยวิธี Disc Diffusion

ซั่งตัวอย่างสารสกัดไก่กัญชง 500 มิลลิกรัม ละลายด้วย เอทานอล จากนั้นนำมาทำให้ไร้เชื้อโดยการกรองผ่าน เมมเบรนที่มีรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร แล้วเจือจางตัวอย่างด้วยเทคนิคปลอดเชื้อให้ได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 5, 50 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำตัวอย่างมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *S. mutans* ด้วยวิธี Disc Diffusion โดยใช้ตัวอย่างปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบนแผ่นกระดาษกรอง (Filter Paper Disc) ขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้ตัวอย่างปริมาณ 0.05, 0.5 และ 5 มิลลิกรัม แล้วทดสอบเปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Erythromycin ปริมาณ 0.015 มิลลิกรัม จากนั้นนำสารแขวนตะกอนเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ที่ทำการปรับความขุ่นให้เท่ากับ 0.5 McFaland standards เรียบร้อยแล้วมาเกลี่ยให้มีความสม่ำเสมอทั่วผิวอาหารวุ้น Brain Heart Infusion agar (BHI) ด้วย Cotton swab วาง Filter Paper Disc ที่ได้รับการหยดตัวอย่างไว้แล้วลงบนผิวอาหารวุ้นโดยใช้ตัวทำละลายที่ละลายตัวอย่างเป็น Negative Control ทำการบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ประเมินผลการทดสอบโดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขอบเขตการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในหน่วยมิลลิเมตร

3.3.2 การหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans*

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (Minimum Inhibitory Concentration, MIC) เชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* โดยวิธี Broth microdilution ของตัวอย่างสารสกัดไก่กัญชงมีขั้นตอน คือ ซั่งตัวอย่างสารสกัดไก่กัญชง 500 มิลลิกรัม ละลายในเอทานอล แล้วทำให้ไร้เชื้อโดยการกรองผ่านเมมเบรนที่มีขนาดรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร จากนั้น ปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวลงในจาน 96 หลุม หลุมละ 100 ไมโครลิตร ปิเปตตัวอย่างสารที่เตรียมใส่หลุมที่ 1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมสารตัวอย่างให้เข้ากัน จากนั้นปิเปตสารละลายในหลุมที่ 1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ไปใส่ในหลุมที่ 2 และทำเช่นเดียวกันจนถึงหลุมที่ 12 โดยในหลุมที่ 12 ให้ปิเปตสารผสมทั้ง 100 ไมโครลิตร เจือจางแบบ 2 fold serial dilution รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความเข้มข้นของตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง และยาต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin ที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวอย่าง	ความเข้มข้นของตัวอย่างในหลุมที่ 1-12											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
สารสกัดกัญชง	250	125	62.5	31.25	15.62	7.81	3.91	1.95	0.98	0.49	0.24	0.12
Erythromycin	200	100	50	25	12.5	6.25	3.12	1.56	0.78	0.39	0.19	0.1

จากนั้นเติมสารแขวนตะกอนเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ซึ่งได้ทำการปรับความขุ่นให้ใกล้เคียงกับ 0.5 McFarland Standard ใส่ลงในทุกหลุม หลุมละ 100 ไมโครลิตร ทดสอบเปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Erythromycin ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผลค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) โดยสังเกตหลุมสุดท้ายที่ใสและไม่มีตะกอนของเชื้อที่ก้นหลุม

3.4 การเตรียมเนื้อยาสีฟัน

การเตรียมเนื้อยาสีฟันเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบยาสีฟันจากสารสกัดใบกัญชงในการวิจัยนี้ ปรับปรุงสูตรมาจาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งมีสูตรดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรการผลิตยาสีฟันจากสารสกัดใบกัญชง

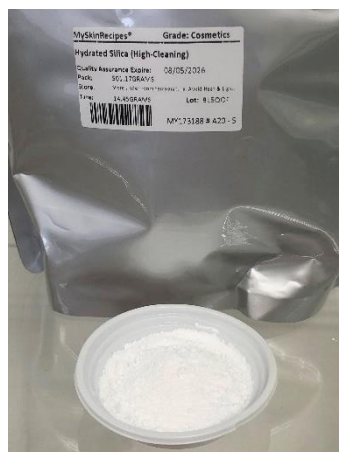
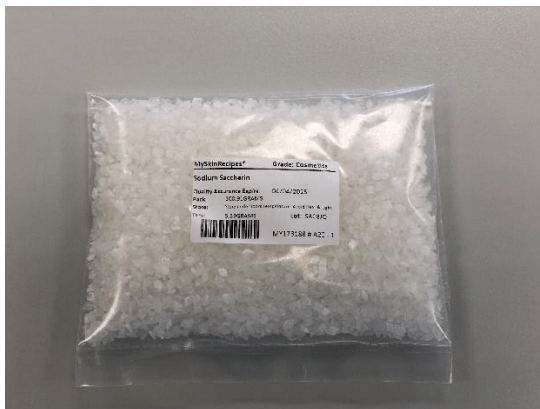
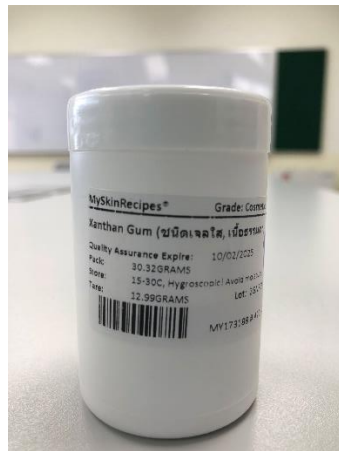
ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	หน้าที่ของสาร	ปริมาตรสาร (กรัม)
1	Xanthan gum	สารเพิ่มความหนืด	0.5
2	Glycerin	เพิ่มความชุ่มชื้น	5
3	DI water	ตัวทำละลาย	16.1
4	Allantoin	ป้องกันการแพ้ระคายเคือง	0.5
5	Sodium Benzoate	สารกันเสีย	0.3

ตารางที่ 3.2 สูตรการผลิตยาสีฟันจากสารสกัดใบกัญชง (ต่อ)

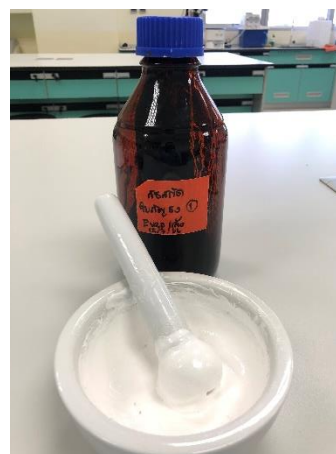
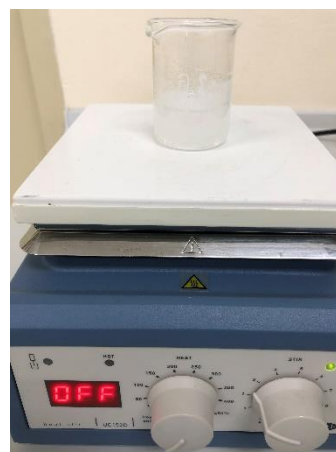
ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	หน้าที่ของสาร	ปริมาตรสาร (กรัม)
6	Sodium Fluoride	ป้องกันฟันผุ	0.1
7	Sodium saccharin	สารแต่งรส สารให้ความหวาน	0.3
8	Sorbitol	สารให้ความชุ่มชื้น	30
9	Camphor	สารแต่งกลิ่นรส มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ	0.45
10	Menthol	สารแต่งกลิ่นรส มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ	0.45
11	Borneol	สารแต่งกลิ่นรส มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ	0.45
12	Eucalyptus oil	สารแต่งกลิ่นรส รู้สึกสดชื่น	1
13	Peppermint oil	สารแต่งกลิ่นรส รู้สึกสะอาด	3
14	Carbopol	ช่วยสร้างเนื้อเจล	1.5
15	Calcium carbonate	สารขัดสี	25
16	Hydrated silica	สารขัดสีหรือสารขัดเงา	5
17	Titanium dioxide	สารทำให้ทึบแสง	0.35
18	Sodium-N-lauroly sarcosinate	สารลดแรงตึงผิว	2
19	Cocamidopropyl Betain	สารชำระล้าง	8
20	สารสกัดใบกัญชง	สารต้านอนุมูลอิสระ	10 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการทำมีดังนี้

1. นำ Xanthan gum ผสมกับ Glycerin โดยผสมให้เข้ากันดีในโถรง พักไว้
2. ผสม Allantoin, Sodium Benzoate และ Sodium Fluoride ลงในปั๊กเกอร์ที่มีน้ำ 16.1 กรัม
3. จากนั้นเติมสารละลายในข้อที่ 2 ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน พักไว้
4. ผสม Sodium saccharin, Sorbitol, Camphor, Menthol, Borneol, Eucalyptus oil, Peppermint oil, Carbopol ลงในปั๊กเกอร์ ผสมให้เข้ากัน จากนั้น เติมส่วนผสมที่ได้ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน พักไว้
5. เติม Calcium carbonate ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน
6. เติม Hydrated silica ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน
7. เติม Titanium dioxide ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน
8. เติม Sodium-N-lauroly sarcosinate ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน
9. เติม Cocamidopropyl Betain และสารสกัดใบกัญชง ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงในโถรง จากนั้นผสมให้เข้ากัน
10. ทิ้งไว้ 30 นาทีเพื่อให้ฟองยุบ จากนั้นบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ และติดสติ๊กเกอร์



รูปที่ 3.5 การผสมสารเคมีเพื่อทำยาสีฟัน (ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)



รูปที่ 3.5 การผสมสารเคมีเพื่อทำยาสีฟัน (ต่อ) (ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)



รูปที่ 3.5 การผสมสารเคมีเพื่อทำยาสีฟัน (ต่อ) (ที่มา:คณะผู้วิจัย, 2023)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

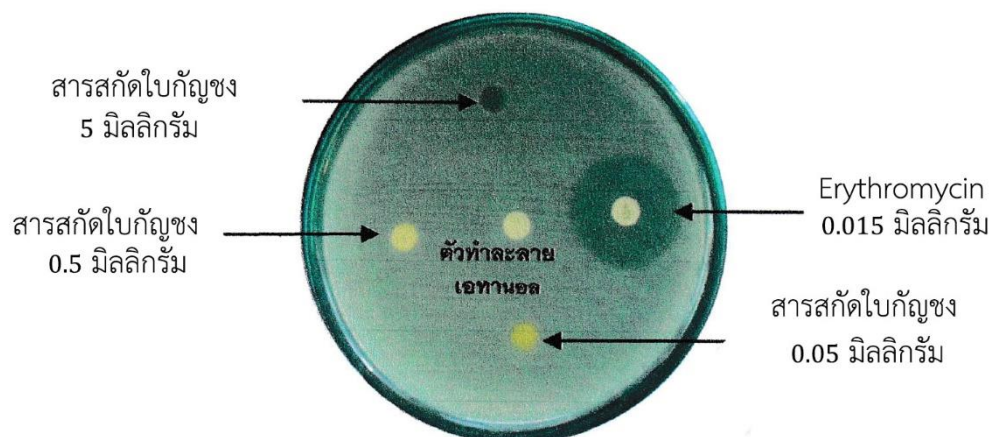
คณะผู้วิจัยได้สกัดสารจากใบกล้วยงโดยใช้วิธีทางเคมี (Ethanollic Extract) ในการสกัด และนำมาทดสอบฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดใบกล้วยงและการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุ โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อทดสอบฤทธิ์สารสกัดจากใบกล้วยงในการต้านแบคทีเรียในช่องปากที่เป็นสาเหตุของฟันผุ 2) นำสารสกัดจากใบกล้วยง ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากต้นแบบ ได้แก่ ยาสีฟันผสมสมุนไพร โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

4.1 การสกัดใบกล้วยง

เมื่อนำใบกล้วยง มาบดด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก ปริมาณ 3000 กรัม จากนั้นนำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล ด้วยวิธีการแช่หมัก (Maceration) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน (ทำการแช่หมักซ้ำ 3 ครั้ง) ทำการกรองสารละลายโดยใช้ ผ้าก๊อชและกระดาษกรอง Whatman No.1 ผ่านกรวยแก้ว จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) จะได้สารสกัดหยาบที่มีตัวทำละลายเป็น 95% เอทานอลโดยมีลักษณะทางกายภาพ คือเป็นของเหลว หนืดข้น สีเขียวเข้ม ซึ่งวัดปริมาตรหลังจากที่ได้ระเหย เอทานอลแล้ว จำนวน 600 มิลลิลิตร จากการหมักที่มีของเหลวปริมาตร 30 ลิตร เมื่อคำนวณค่าร้อยละ ผลผลิตจะได้ร้อยละ 20

4.2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* โดยวิธี Disc Diffusion

ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ของตัวอย่างสารสกัดกล้วยงในปริมาณ 0.05, 0.5 และ 5 มิลลิกรัม เปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Erythromycin ด้วยวิธี Disc Diffusion (รูปที่ 4.1) และมีขอบเขตยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.1 โดยตัวอย่างสารสกัดใบกล้วยงไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* เมื่อเปรียบเทียบกับยาด้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin ในปริมาณ 0.015 มิลลิกรัม ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขอบเขตการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* เท่ากับ 24.01 ± 0.81 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง เปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Erythromycin ด้วยวิธี Disc Diffusion

ตารางที่ 4.1 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ตัวอย่างจากสารสกัดใบกัญชง และยามาตรฐาน Erythromycin ด้วยวิธี Disc Diffusion

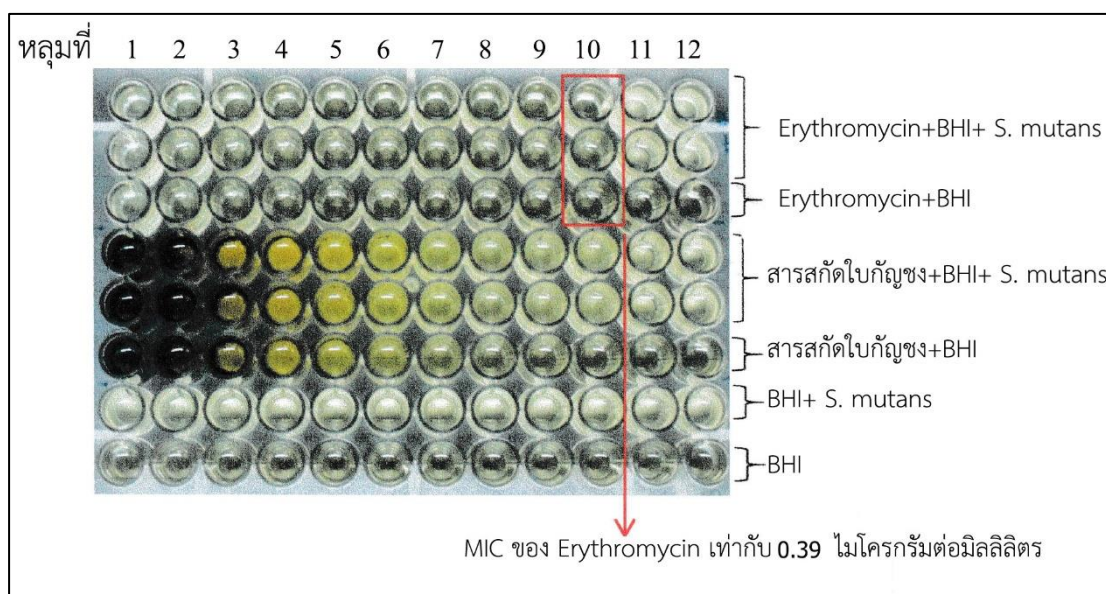
ตัวอย่าง	ปริมาณที่ทดสอบ (มิลลิกรัม)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบเขตการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย <i>S. mutans</i> (มิลลิเมตร)			
		Plate 1	Plate 2	Plate 3	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD
สารสกัดใบกัญชง	5	ND	ND	ND	ND
	0.5	ND	ND	ND	ND
	0.05	ND	ND	ND	ND
เอทานอล (negative Control)	10	ND	ND	ND	ND
Erythromycin (Positive Control)	0.015	24.89	23.31	23.82	24.01 $\pm$ 0.81

หมายเหตุ : ND คือ Not Detected ไม่มีฤทธิ์ * แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD จากผลการทดลอง 3 ซ้ำ

จากผลการทดสอบ พบว่าตัวอย่างสารสกัดใบกัญชงไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans*

4.3 การหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans*

ตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง ไม่สามารถหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) เชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* เมื่อเทียบกับ MIC ยามาตรฐาน Erythromycin ซึ่งได้เท่ากับ 0.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยแสดง ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) เชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* โดยวิธี Broth microdilution ของตัวอย่างสารสกัดใบกัญชง และยาต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin

4.4 ยาสีฟัน

เนื่องจากผลจากการตรวจเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดฟันผุ พบว่า สารสกัดใบกัญชง ไม่มีฤทธิ์ในการป้องกันแบคทีเรีย *S. mutans* ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ปรับสูตรยาสีฟัน โดยเพิ่มสารฆ่าเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้นและปรับสูตรเพื่อให้ยาสีฟันนี้คุณสมบัติ ป้องกันการเกิดฟันผุได้เมื่อมีฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบ นอกจากนี้ ในชุดการศึกษาวิจัยนี้มีการตรวจหาการต้านอนุมูลอิสระ และพบว่าสารสกัดใบกัญชงนี้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถเพิ่มสารสกัดลงในยาสีฟันเพื่อให้สามารถเพิ่มคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระได้



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้ทำการสกัดสารจากใบกล้วยงโดยใช้วิธีทางเคมี (Ethanollic Extract) ในการสกัด และนำสารสกัดที่ได้จากใบกล้วยงมาใช้ในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุ โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อทดสอบฤทธิ์สารสกัดจากใบกล้วยงในการต้านแบคทีเรียในช่องปากที่เป็นสาเหตุของฟันผุ 2) นำสารสกัดจากใบกล้วยง ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปากต้นแบบ ได้แก่ ยาสีฟันสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบกล้วยง

เมื่อนำใบกล้วยงมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล จะได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะทางกายภาพ คือเป็นของเหลว หนืดข้น สีเขียวเข้ม เมื่อคำนวณค่าร้อยละผลผลิตจะได้ร้อยละ 20 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ของตัวอย่างสารสกัดกล้วยงในปริมาณ 0.05, 0.5 และ 5 มิลลิกรัม เปรียบเทียบกับยามาตรฐาน Erythromycin ด้วยวิธี Disc Diffusion จากผลการวิจัยพบว่าสารสกัดกล้วยงไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* เมื่อเปรียบเทียบกับยาต้านเชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน Erythromycin ในปริมาณ 0.015 มิลลิกรัม ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า สารสกัดที่สามารถยับยั้งฤทธิ์เชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ได้ผลดีคือ น้ำมันเมล็ดกล้วยงและน้ำมันหอมระเหยซึ่งได้จากดอกของต้นกล้วยง (Agrawal *et al.*, 2023) นอกจากนี้พบว่าสารสกัดสารสำคัญจากใบของกล้วยงนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ได้เพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการใช้ยา Erythromycin ซึ่งเป็นยามาตรฐาน โดยพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ต่ำกว่ายามาตรฐานถึง 17 เท่า (Manosroi *et al.*, 2019) ซึ่งให้ผลไปในทางเดียวกันกับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดสารจากใบกล้วยงนั้นไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดฟันผุ *S. mutans* ได้แต่จากการศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าสารสกัดสารจากใบกล้วยงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูง รวมถึงสามารถยับยั้งเชื้อรา ยับยั้งเอนไซม์คอลลาจิเนสที่สลายคอลลาเจน ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส รวมถึงยับยั้งเอนไซม์ฮิลาสเตส ดังนั้นการใช้สารสกัดจากใบกล้วยงจึงเหมาะสมกับการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งเชื้อรา ยับยั้งการทำลายไทโรซิน ยับยั้งการทำลายคอลลาเจน และยับยั้งการทำลายฮิลาสติน (Hourfane, S *et al.*, 2023) ซึ่งสารสกัดจากใบกล้วยงเหมาะสมที่จะพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรมและเวชสำอางได้ (Manosroi *et al.*, 2019)

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมด้านการตรวจสอบหาสารต้านอนุมูลอิสระของใบกล้วยงเพื่อเป็นข้อมูลในด้านการต้านอนุมูลอิสระเพื่อใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือเวชสำอาง
- 2) ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมด้านเอนไซม์ต่าง ๆ เช่น เอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเกี่ยวข้องกับการยับยั้งเม็ดสีผิว หรือ เอนไซม์คอลลาจิเนส ซึ่งเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการสลายคอลลาเจน เป็นต้น
- 3) ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมด้านการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านเวชสำอางอื่น ๆ เช่น แชมพูลดการหลุดร่วงของเส้นผม ครีมนวดผผขจัดรังแค ครีมต่อต้านริ้วรอย ครีมทำให้ผิวกระจ่างใส เป็นต้น
- 4) ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในส่วนอื่น ๆ ของกล้วยงที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ก้านกล้วยง ช่อดอกที่ต้องมีการตัดแต่งทิ้งเพื่อให้ต้นมีช่อดอกที่สมบูรณ์ ลำต้นของกล้วยง รวมถึงรากของกล้วยงเพื่อหาสารสำคัญที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เพิ่มรายได้ เพิ่มมูลค่าให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ปลูกกล้วยง

บรรณานุกรม

- ประภัสสร ทิพย์รัตน์. ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2023
- พรชนก เจนศิริศักดิ์. กัญชา และกัญชงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง. วารสารการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพ, 2021; 1(2): 7-10
- Agrawal R, Yusufsaheb Y G, Narasimhamurthy N, Itagi A.B.H, Kulshrestha R, Patil S.R. Anti-Microbial Activity of Hempseed Oil and Sage Oil against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*: An In-Vitro Study. Asso of Sup to Oral Hea Res. 2021, 21, e0251.
- Al Khoury, A.; Sleiman, R.; Atoui, A.; Hindieh, P.; Maroun, R.G.; Bailly, J.-D.; El Khoury, A. Antifungal and anti-aflatoxigenic properties of organs of Cannabis sativa L.: Relation to phenolic content and antioxidant capacities. Arch. Microbiol. 2021, 203, 4485–4492.
- Anjum, M. 35. Evaluation of antimicrobial activity and ethnobotanical study of Cannabis sativa L. Pure Appl. Biol. (PAB) 2018, 7, 706–713.
- Bakri IM, Douglas CW. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. Arch Oral Biol. 2005;50(7):645-51.
- Ban SH, Kim JE, Pandit S & Jeon JG (2012) Influences of Dryopteris crassirhizoma Extract on the Viability, Growth and Virulence Properties of Streptococcus mutans. Molecules17: 9231-9244.
- Banas JA, Vickerman MM. Glucan-binding proteins of the oral streptococci. Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14(2):89-99.
- Baral, P., Bagul, V., and Gajbhiye, S. (2020). Hemp seed oil for skin care (non-drug cannabis sativa L): A review. World J. Pharm. Res. 9, 2534–2556.
- Baswan, S. M., Klosner, A. E., Glynn, K., Rajgopal, A., Malik, K., Yim, S., et al. (2020). Therapeutic potential of cannabidiol (CBD) for skin health and disorders. Clin. Cosmet. investigational dermatology 13, 927–942. doi:10.2147/CCID. S286411

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Bowen WH, Koo H. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Res.* 2011;45(1):69-86.
- Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 140, 65–72. doi:10.1007/s10681-004-4811-6
- Coetzee, C.; Levendal, R.-A.; Van de Venter, M.; Frost, C. Anticoagulant effects of a Cannabis extract in an obese rat model. *Phytomedicine* 2007, 14, 333–337.
- Crini, G., Lichtfouse, E., Chanet, G., and Morin-Crini, N. (2020). Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: A review. *Environ. Chem. Lett.* 18, 1451–1476. doi:10.1007/s10311-020-01029-2
- De Vita, S., Finamore, C., Chini, M. G., Saviano, G., De Felice, V., De Marino, S., et al. (2022). Phytochemical analysis of the methanolic extract and essential oil from leaves of industrial hemp futura 75 cultivar: Isolation of a new cannabinoid derivative and biological profile using computational approaches. *Plants* 11, 1671. doi:10.3390/plants11131671
- Figueiredo NL, de Aguiar SRMM, Falé PL, Ascensão L, Serralheiro MLM & Lino ARL (2010) The inhibitory effect of *Plectranthus barbatus* and *Plectranthus ecklonii* leaves on the viability, glucosyltransferase activity and biofilm formation of *Streptococcus sobrinus* and *Streptococcus mutans*. 119: 660- 668.
- Figuerêdo, J. S. D., Santos, F. P., Furtado, P. V., Andrade, T. J., Júnior, J. S., Lima, N. M., et al. (2022). “Natural products from plants with antimicrobial action,” in *Promising antimicrobials from natural products* (Cham, Switzerland: Springer).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Frassinetti, S.; Gabriele, M.; Moccia, E.; Longo, V.; Di Gioia, D. Antimicrobial and antibiofilm activity of Cannabis sativa L. seeds extract against Staphylococcus aureus and growth effects on probiotic Lactobacillus spp. Lwt 2020, 124, 109149.
- Hanna MN, Ferguson RJ, Li YH, Cvitkovitch DG. *uvrA* is an acid-inducible gene involved in the adaptive response to low pH in Streptococcus mutans. J Bacteriol. 2001;183(20):5964-73.
- Hillman JD, Chen A, Snoep JL. Genetic and physiological analysis of the lethal effect of L-(+)-lactate dehydrogenase deficiency in Streptococcus mutans: complementation by alcohol dehydrogenase from Zymomonas mobilis. Infect Immun. 1996;64(10):4319-23.
- Hillman JD. Genetically modified Streptococcus mutans for the prevention of dental caries. Antonie Van Leeuwenhoek. 2002;82(1-4):361-6.
- Hourfane S, Mechqoq H, Bekkali AY, Rocha JM, El Aouad N. A Comprehensive Review on Cannabis sativa Ethnobotany, Phytochemistry, Molecular Docking and Biological Activities. Plants (Basel). 2023;12(6).
- Islam B, Khan SN, Khan AU. Dental caries: from infection to prevention. Med Sci Monit. 2007;13(11):RA196-203.
- Karas, J. A., Wong, L. J., Paulin, O. K., Mazeh, A. C., Hussein, M. H., Li, J., et al. (2020). The antimicrobial activity of cannabinoids. J. Antibiotics 9, 406. doi:10.3390/antibiotics9070406
- Knoll-Kohler E, Stiebel J. Amine fluoride gel affects the viability and the generation of superoxide anions in human polymorphonuclear leukocytes: an in vitro study. Eur J Oral Sci. 2002;110(4):296-301.

- Laidlaw, A. M. (2016). Control and detection of enterohaemorrhagic *Escherichia coli*. Alberta: University of Alberta.
- Lee DH, Seo BR, Kim HY, et al. (2011) Inhibitory effect of *Aralia continentalis* on the cariogenic properties of *Streptococcus mutans*. *J Ethnopharmacol* 137: 979-984.
- Lee SF, Progulsk-Fox A, Erdos GW, Piacentini DA, Ayakawa GY, Crowley PJ, et al. Construction and characterization of isogenic mutants of *Streptococcus mutans* deficient in major surface protein antigen P1 (I/II). *Infect Immun*. 1989;57(11):3306-13.
- Loesche W. Dental caries and periodontitis: contrasting two infections that have medical implications. *Infect Dis Clin North Am*. 2007;21(2):471-502, vii.
- Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev*. 1986;50(4):353-80.
- Manosroi, A.; Chankhampan, C.; Kietthanakorn, B.O.; Ruksiriwanich, W.; Chaikul, P.; Boonpisuttinant, K.; Sainakham, M.; Manosroi, W.; Tangjai, T.; Manosroi, J. Pharmaceutical and cosmeceutical biological activities of hemp (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) leaf and seed extracts. *Chiang Mai J. Sci*. 2019, 46, 180–195.
- Matsui R, Cvitkovitch D. Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiol*. 2010;5(3):403-17.
- Matsumura M, Izumi T, Matsumoto M, Tsuji M, Fujiwara T, Ooshima T. The role of glucan-binding proteins in the cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Immunol*. 2003;47(3):213-5.
- Matthijs S, Adriaens PA. Chlorhexidine varnishes: a review. *J Clin Periodontol*. 2002;29(1):1-8.
- Michailidis, D., Angelis, A., Nikolaou, P. E., Mitakou, S., and Skaltsounis, A. L. (2021). Exploitation of *vitis vinifera*, *foeniculum vulgare*, *cannabis sativa* and *punica granatum* by-product seeds as dermo-cosmetic agents. *Molecules* 26, 731. doi:10.3390/ molecules26030731

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Moccia, S.; Siano, F.; Russo, G.L.; Volpe, M.G.; La Cara, F.; Pacifico, S.; Piccolella, S.; Picariello, G. Antiproliferative and antioxidant effect of polar hemp extracts (*Cannabis sativa* L., Fedora cv.) in human colorectal cell lines. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2020, 71, 410–423.
- Moulari B, Lboutounne H, Chaumont JP, Guillaume Y, Millet J & Pellequer Y (2006) Potentiation of the bactericidal activity of *Harungana madagascariensis* Lam. ex Poir. (Hypericaceae) leaf extract against oral bacteria using poly (D, L-lactide-co-glycolide) nanoparticles: in vitro study. *Acta Odontol Scand* 64: 153-158.
- Nahhas, A. F., Abdel-Malek, Z. A., Kohli, I., Braunberger, T. L., Lim, H. W., and Hamzavi, I. H. (2019). The potential role of antioxidants in mitigating skin hyperpigmentation resulting from ultraviolet and visible light-induced oxidative stress. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* 35, 420–428. doi:10.1111/phpp.12423
- Nostro A, Cannatelli MA, Crisafi G, Musolino AD, Procopio F & Alonzo V (2004) Modifications of hydrophobicity, in vitro adherence and cellular aggregation of *Streptococcus mutans* by *Helichrysum italicum* extract. *Lett Appl Microbiol* 38: 423-427.
- Petersen FC, Assev S, van der Mei HC, Busscher HJ, Scheie AA. Functional variation of the antigen I/II surface protein in *Streptococcus mutans* and *Streptococcus intermedius*. *Infect Immun.* 2002;70(1):249-56.
- Prabu GR, Gnanamani A, Sadulla S. Guajaverin -- a plant flavonoid as potential antiplaque agent against *Streptococcus mutans*. *J Appl Microbiol.* 2006;101(2):487-95.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Sampaio FC, Pereira Mdo S, Dias CS, Costa VC, Conde NC, Buzalaf MA. In vitro antimicrobial activity of *Caesalpinia ferrea* Martius fruits against oral pathogens. *J Ethnopharmacol.* 2009;124(2):289-94.
- Smullen J, Finney M, Storey DM & Foster HA (2012) Prevention of artificial dental plaque formation in vitro by plant extracts. *J Appl Microbiol* 113: 964-973.
- Sneath B, Vary C, Pavlakis G, Vournakis J. Secondary structure of *Tetrahymena thermophila* 5S ribosomal RNA as revealed by enzymatic digestion and microdensitometric analysis. *Nucleic Acids Res.* 1986;14(3):1365-78.
- Song JH, Kim SK, Chang KW, Han SK, Yi HK & Jeon JG (2006) In vitro inhibitory effects of *Polygonum cuspidatum* on bacterial viability and virulence factors of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. *Archives of Oral Biology* 51: 1131-1140.
- Taghinasab, M., and Jabaji, S. (2020). Cannabis microbiome and the role of endophytes in modulating the production of secondary metabolites: An overview. *Microorganisms* 8, 355. doi:10.3390/microorganisms8030355
- Takahashi N, Washio J, Mayanagi G. Metabolomics of supragingival plaque and oral bacteria. *J Dent Res.* 2010;89(12):1383-8.
- Teh, S.-S.; Bekhit, A.E.-D.A.; Carne, A.; Birch, J. Antioxidant and ACE-inhibitory activities of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein hydrolysates produced by the proteases AFP, HT, Pro-G, actinidin and zingibain. *Food Chem.* 2016, 203, 199–206.
- Yamanaka A, Kimizuka R, Kato T & Okuda K (2004) Inhibitory effects of cranberry juice on attachment of oral streptococci and biofilm formation. *Oral Microbiol Immunol* 19: 150- 154.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Yan, X.; Tang, J.; dos Santos Passos, C.; Nurisso, A.; Simoes-Pires, C.A.; Ji, M.; Lou, H.; Fan, P. Characterization of lignanamides from hemp (*Cannabis sativa* L.) seed and their antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activities. *J. Agric. Food Chem.* 2015, 63, 10611–10619.
- Yang, R.; Berthold, E.C.; McCurdy, C.R.; da Silva Benevenuto, S.; Brym, Z.T.; Freeman, J.H. Development of cannabinoids in flowers of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): A pilot study. *J. Agric. Food Chem.* 2020, 68, 6058–6064.
- Yu H, Nakano Y, Yamashita Y, Oho T, Koga T. Effects of antibodies against cell surface protein antigen PAc-glucosyltransferase fusion proteins on glucan synthesis and cell adhesion of *Streptococcus mutans*. *Infect Immun.* 1997;65(6):2292-8.
- Zagórska-Dziok, M.; Bujak, T.; Ziemiańska, A.; Nizioł-Łukaszewska, Z. Positive effect of *Cannabis sativa* L. herb extracts on skin cells and assessment of cannabinoid-based hydrogels properties. *Molecules* 2021, 26, 802.
- Zheljazkov, V. D., Sikora, V., Dincheva, I., Kačániová, M., Astatkie, T., Semerdjieva, I. B., et al. (2020). Industrial, CBD, and wild hemp: How different are their essential oil profile and antimicrobial activity? *Molecules* 25, 4631. doi:10.3390/molecules25204631

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการดำเนินงานวิจัย

รูปภาพประกอบการดำเนินการวิจัย



พื้นที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพรเพื่อสุขภาพบ้านเฮา ปลุกต้นกัญชง



ใบกัญชงแห้ง

รูปภาพประกอบการดำเนินการวิจัย (ต่อ)



การบดใบกล้วยเพื่อเตรียมสกัดสารโดยใช้เครื่องบดละเอียด



ผสมส่วนผสมเข้าด้วยกันและหมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน

รูปภาพประกอบการดำเนินการวิจัย (ต่อ)

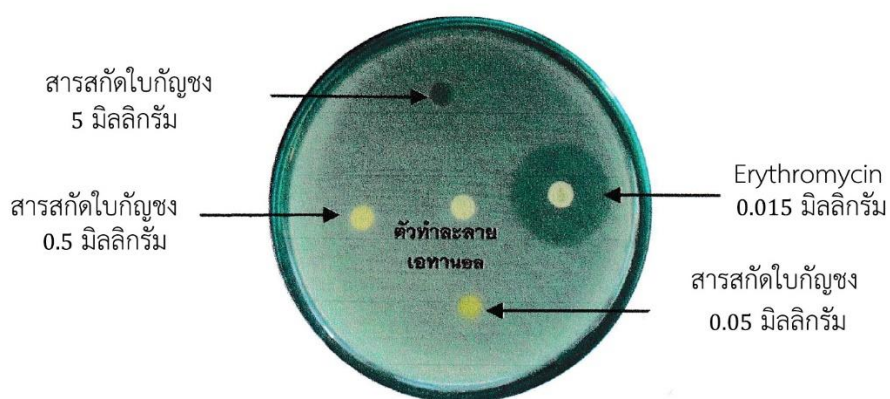


กรองผ่านผ้าก๊อซและกระดาษกรอง Whatman No.1 โดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศ

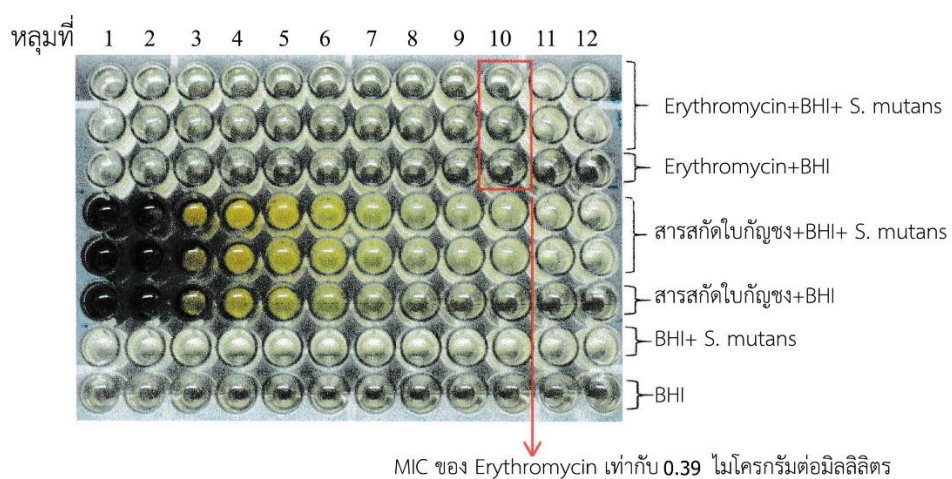


นำไประเหยด้วยเครื่อง Rotary Evaporator จะได้สารสีเขียวเข้ม ลักษณะหนืดข้น มีกลิ่นเฉพาะ

รูปภาพประกอบการดำเนินการวิจัย (ต่อ)



นำสารสกัดมาทดสอบหาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *S. mutans*



ทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (MIC) *S. mutans*

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวนวรรตน์ มีชัย

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1-2199-00478-xx-x

3. ตำแหน่งปัจจุบัน -

4. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

หลักสูตรสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง

จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717122, 090-696-3147

E-mail nawarat.mee@pcru.ac.th

6. ประวัติการศึกษา พท.บ. (การแพทย์แผนไทย)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

พท.ม. (การแพทย์แผนไทย)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

วิทยาศาสตร์สุขภาพด้านการแพทย์แผนไทย

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

ทำงานวิจัยและได้รับการตีพิมพ์วารสารระดับชาติจำนวน 2 ฉบับ

ประวัติคณะผู้วิจัย (ต่อ)

1. ชื่อ-นามสกุล นางสุภาพร วิสุ่งเร
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3-6703-00646-xx-x
3. ตำแหน่งปัจจุบัน -
4. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

หลักสูตรสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง

จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717122, 087-0019265

E-mail supaporn.w@pcru.ac.th
6. ประวัติการศึกษา วท.บ. (การแพทย์แผนไทยประยุกต์)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วท.ม. (เภสัชเคมีและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

วิทยาศาสตร์สุขภาพด้านการแพทย์แผนไทย

ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

ทำงานวิจัยและได้รับการตีพิมพ์วารสารระดับชาติจำนวน 5 ฉบับ

