



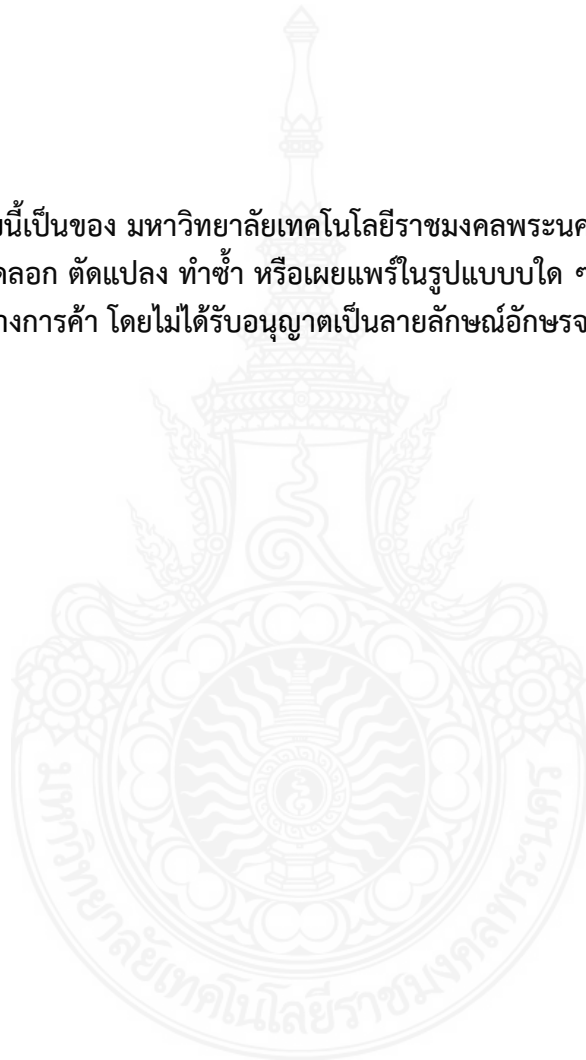
รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยนวัตกรรม
สารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยสำหรับผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายสำหรับผู้สูงวัย
Developing for creating value added of by-product from an agricultural by
innovative Thai herb hydrosols for anti-aging body cleansing product
รหัสโครงการ 4707777

โดย
สิริรัตน์ พานิช
วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ
ศุภชัย หิรัญศุโขติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สิงหาคม พ.ศ. 2568
งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567
จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

"ลิขสิทธิ์ของงานวิจัยฉบับนี้เป็นของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้ามมิให้นำเนื้อหา ไม่ว่าจะทั้งหมดหรือบางส่วน ไปคัดลอก ตัดแปลง ทำซ้ำ หรือเผยแพร่ในรูปแบบใด ๆ ไม่ว่าเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้า หรือมิใช่ทางการค้า โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์"



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวที่มีคุณสมบัติในการกำจัดกลิ่นคนแก่ซึ่งเกิดจากสารประกอบ 2-nonenal ที่เป็นสาเหตุสำคัญของกลิ่นไม่พึงประสงค์ โดยได้ทำการสกัดสารออกฤทธิ์จากสมุนไพรต่าง ๆ หลายชนิดและนำมาประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดกลิ่นของสารสกัดสมุนไพร โดยทดสอบความสามารถในการลดสารประกอบ 2-nonenal ทั้งในหลอดทดลองและบนผิวหนังเทียมด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีควบคู่กับเทคนิคจุลกลีเกิ้ลทรอนิกส์ โดยเลือกใช้สารสกัดไฮโดรโซลซึ่งเป็นของเหลวที่เกิดจากกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากเป็นสารสกัดที่อ่อนโยน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ของที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตทางการเกษตรให้มีมูลค่าสูงขึ้น จากผลการทดสอบพบว่าสารสกัดจากหามากสามารถยับยั้งและลดความเข้มข้นของ 2-nonenal ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผสมผสานกับสารสกัดไฮโดรโซลจากมะขามป้อมที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในด้านเชื้อก่อโรคในผิวหนังได้เป็นอย่างดี แล้วนำมาเป็นส่วนผสมในสบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่ ซึ่งเป็นสูตรที่อ่อนโยนปราศจากสารที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ พร้อมทั้งออกแบบกลิ่นใน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วู้ดดี ให้ความรู้สึกสงบ สุขุม 2) ไวท์ฟอรัล ให้ความรู้สึกผ่อนคลายและอ่อนหวาน และ 3) กรีนเฟช ให้ความรู้สึกสะอาด สดชื่นจากสมุนไพรสีเขียว เพื่อสร้างประสบการณ์การใช้งานที่ตอบสนองต่อผู้บริโภคที่หลากหลาย นอกจากนี้ผลงานวิจัยยังได้ดำเนินการยื่นจดอนุสิทธิบัตร จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่ 1) กรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากหามากเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ เลขที่คำขอ 253001880 และ 2) สบู่เหลวกำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ เลขที่คำขอ 253001882 ผลงานวิจัยนี้จึงสามารถสะท้อนถึงความเป็นไปได้ทั้งในเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสมุนไพรไทยได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: น้ำทิ้งจากการสกัดน้ำมันหอมระเหย สมุนไพรไทย สารต้านอนุมูลอิสระ ชะลอวัย

Abstract

The development of a liquid soap product capable of eliminating aging-related body odor was aimed for in this study. This unpleasant odor is primarily caused by 2-nonenal, which was identified as a key compound. Active compounds were extracted from various medicinal plants, and their deodorizing efficacy was evaluated. The effectiveness of these herbal extracts in reducing 2-nonenal was tested both in vitro and on artificial skin. Gas chromatography and an electronic nose technique were used for this testing. Hydrosols were selected as the extracts of choice because they are mild and skin compatible. These are the by-products of essential oil extraction. By utilizing hydrosols, value was also added to agricultural by-products, converting waste into high-value raw materials. It was shown by the results that the most effective inhibition and reduction of 2-nonenal concentration was exhibited by areca nut (*Areca catechu*) extract. It was combined with Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica*) hydrosol, which demonstrated strong antioxidant activity and antimicrobial properties on the skin. These extracts were incorporated into a gentle, irritation-free liquid soap formulation. Anti-inflammatory and antioxidant capabilities were endowed to the soap. The soap was designed with three fragrance profiles to enhance user experience and cater to diverse consumer preferences: A calm and composed feeling is evoked by the Woody profile. Relaxation and a soft, sweet sensation are evoked by the White Floral profile. Cleanliness and freshness from green herbs are evoked by the Green Fresh profile. Furthermore, two petty patent applications were filed as a result of the research: The extraction method of active compounds from areca nut for use in deodorizing products for the elderly was filed a petty patent (application No. 253001880). A liquid soap for deodorizing elderly body odor was also filed (application No. 253001882). Both scientific and commercial feasibility are demonstrated by this study. The potential for technology transfer to industrial-scale production is highlighted, while added value for Thai medicinal herbs is created in a sustainable manner.

Keywords: Hydrosol Thai herbs Antioxidant Anti-aging product

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ซึ่งมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของโครงการวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สำหรับการสนับสนุนเครื่องมือวิจัย อุปกรณ์ปฏิบัติการ และสถานที่ดำเนินงานอย่างครบถ้วน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้ออำนวยให้การดำเนินงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานวิจัย หากผลงานวิจัยฉบับนี้สามารถสร้างคุณูปการต่อวงการวิชาการและสังคมโดยรวมได้ คณะผู้วิจัยถือว่าความสำเร็จดังกล่าวเกิดจากความร่วมมือร่วมใจของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างแท้จริง

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สัญลักษณ์ย่อ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	3
1.4 คำสำคัญของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 นวัตกรรมสารสกัดไฮโดรโซลกับการกำจัดกลิ่นคนแก่	6
2.2 สมุนไพรไทยกับการกำจัดกลิ่นและคุณสมบัติต่อผิวหนัง	9
2.3 อนุมูลอิสระและวิธีตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	10
2.4 เทคโนโลยีจุลภาคอิเล็กทรอนิกส์	12
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 เครื่องมือ (apparatus)	23
3.2 สารเคมี (reagents) และวัตถุดิบ (raw materials)	23
3.3 วิธีการทดลอง (methodology)	23
3.3.1 การเตรียมสารสกัด	23
3.3.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Folin-Ciocalteu method)	26
3.3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH	27
3.3.4 การทดสอบฤทธิ์ด้านการยับยั้งเอนไซม์ออกซิเดส (NO Inhibition Assay)	27
3.3.5 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง	28
3.3.6 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย	29
3.3.7 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี	30
3.3.8 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่	31
3.3.9 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สบู์เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่	33

บทที่ 4 ผลการวิจัย	34
4.1 สารสกัดไฮโดรโซลของสมุนไพรร.....	34
4.1.1 กลุ่มที่ 1 เมล็ด ดอก รก ผล	34
4.1.2 กลุ่มที่ 2 เปลือก ใต้แก เปลือกแค เปลือกพะยอม และเปลือกซีก	44
4.1.3 กลุ่มที่ 3 ใบ ต้น ใต้แก ใบการบูร ใบคุณ และใบจิก	48
4.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Folin-Ciocalteu method)	51
4.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH	51
4.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยวิธีการยับยั้งไนตริกออกไซด์ (NO Inhibition Assay).....	52
4.5 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง.....	53
4.6 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย.....	54
4.7 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี	57
4.7.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS).....	57
4.7.2 ปริมาณประกอบแทนนิน (Tannin).....	57
4.8 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่.....	59
4.8.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วยเทคนิค Gas Chromatography	59
4.8.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วยเทคนิค E-nose	60
4.9 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่	63
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	64
5.1 อภิปรายผลการวิจัย.....	64
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	69
ประวัติย่อผู้วิจัย	75

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 กลไกการเกิดกลิ่นคนแก่จาก 2-nonenal ภาพจาก (Mirai Clinical, 2025).....	7
ภาพที่ 2 อัตราการลดลงของความเข้มข้นของ 2-nonenal ต่อเวลาด้วยสารสกัดจากชาเขียวและลูกพลับ ภาพจาก (Mirai Clinical, 2025).....	8
ภาพที่ 3 หลักการการพัฒนาโดยอาศัยหลักการของ BCG.....	8
ภาพที่ 4 หลักการทำงานของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ เทียบกับกลไกการรับกลิ่นของมนุษย์.....	13
ภาพที่ 5 แสดงการจัดการทดลองวัดกลิ่นตัวอย่างด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์.....	13
ภาพที่ 6 การสกัดมะขามป้อม.....	34
ภาพที่ 7 สารสกัดมะขามป้อมที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	35
ภาพที่ 8 การสกัดจันทน์เทศ (ผล).....	35
ภาพที่ 9 สารสกัดจันทน์เทศ (ผล) ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	35
ภาพที่ 10 การสกัดกระเทียม.....	36
ภาพที่ 11 สารสกัดกระเทียมที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	36
ภาพที่ 12 การสกัดมังกุด.....	37
ภาพที่ 13 สารสกัดมังกุดที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	37
ภาพที่ 14 การสกัดหามาค้อ.....	38
ภาพที่ 15 สารสกัดหามาค้อที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	38
ภาพที่ 16 การสกัดทับทิม.....	39
ภาพที่ 17 สารสกัดทับทิมที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	39
ภาพที่ 18 การสกัดหามาก.....	40
ภาพที่ 19 สารหามากที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	40
ภาพที่ 20 สารสกัดมะแว้วที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	41
ภาพที่ 21 การสกัดมะแว้ว.....	41
ภาพที่ 22 การสกัดจันทน์เทศ (รก).....	42
ภาพที่ 23 สารสกัดจันทน์เทศ (รก) ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	42
ภาพที่ 24 การสกัดหัวปลี.....	43
ภาพที่ 25 สารสกัดหัวปลีที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	43
ภาพที่ 26 การสกัดแค.....	44
ภาพที่ 27 สารสกัดแคที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	44
ภาพที่ 28 การสกัดพะยอม.....	45
ภาพที่ 29 สารสกัดพะยอมที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	45
ภาพที่ 30 การสกัดขี้ก.....	46
ภาพที่ 31 สารสกัดขี้กที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	46
ภาพที่ 32 การสกัดลูกจันทน์เทศ (เมล็ด).....	47
ภาพที่ 33 สารสกัดลูกจันทน์เทศ (เมล็ด) ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	47
ภาพที่ 34 การสกัดการบูร.....	48
ภาพที่ 35 สารสกัดการบูรที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	49

ภาพที่ 36 การสกัดคุณ.....	49
ภาพที่ 37 การสกัดการคุณสารสกัดการบูรที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	49
ภาพที่ 38 การสกัดจิก.....	50
ภาพที่ 39 สารสกัดจิกที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	50
ภาพที่ 40 การทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดสมุนไพรที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	51
ภาพที่ 41 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านเชื้อ <i>C.albicans</i> ของสารสกัดจากสมุนไพร.....	55
ภาพที่ 42 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านเชื้อ <i>S.aureus</i> ของสารสกัดจากสมุนไพร.....	56
ภาพที่ 43 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านเชื้อ <i>S.epidermidis</i> ของสารสกัดจากสมุนไพร.....	56
ภาพที่ 44 โคโรมาโทแกรมของสารประกอบแทนนิน.....	58
ภาพที่ 45 กราฟมาตรฐานของสารประกอบแทนนิน.....	58
ภาพที่ 46 กราฟมาตรฐานของสารประกอบ trans-2 nonenal.....	59
ภาพที่ 47 ผลการทดสอบสารประกอบปริมาณ trans-2 nonenal.....	59
ภาพที่ 48 อัตราการลดลงของสาร trans-2 nonenal.....	59
ภาพที่ 49 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหมากในการกำจัดกลิ่นคนแก่ลักษณะของกลิ่นของ ตัวอย่างถูกวิเคราะห์ด้วย Principal Component Analysis (PCA).....	61
ภาพที่ 50 ภาพแสดงผลการตอบสนองรวมของตัวตรวจวัด.....	62
ภาพที่ 51 ผิวน้ำที่เย็บที่ใช้ในการทดสอบกับสารประกอบ trans-2-Nonenal และสารสกัดหมากและสาร สกัดผสม.....	62
ภาพที่ 52 ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่จากสารสกัดสมุนไพร.....	63

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ตัวอย่างสมุนไพรประเภทเมล็ด ดอก รก ผล	24
ตารางที่ 2	ตัวอย่างสมุนไพรประเภทเปลือก	25
ตารางที่ 3	ตัวอย่างสมุนไพรประเภทใบ ต้น	26
ตารางที่ 4	ภาพประกอบการทดสอบประสิทธิภาพของการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วย electronic nose	31
ตารางที่ 5	แสดงการตอบสนองต่อกลุ่มสารของเซนเซอร์แต่ละชนิด	33
ตารางที่ 6	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของมะขามป้อม	34
ตารางที่ 7	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของจันทน์เทศ (ผล).....	35
ตารางที่ 8	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของกระเทียม	36
ตารางที่ 9	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของมังกุด	37
ตารางที่ 10	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของหมากค้อ	38
ตารางที่ 11	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของทับทิม	39
ตารางที่ 12	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของหมาก	40
ตารางที่ 13	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของมะแว้ว	41
ตารางที่ 14	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของจันทน์เทศ (รก).....	42
ตารางที่ 15	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของหัวปลี	43
ตารางที่ 16	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของแค	44
ตารางที่ 17	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของพะยอม	45
ตารางที่ 18	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของชีก	46
ตารางที่ 19	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของลูกจันทน์เทศ (เมล็ด)	47
ตารางที่ 20	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของการบูร	48
ตารางที่ 21	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของคุณ	49
ตารางที่ 22	ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของจิก	50
ตารางที่ 23	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรที่คัดเลือก	52
ตารางที่ 24	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสับุ้เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่เทียบกับสูตรควบคุม.....	52
ตารางที่ 25	ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอักเสบของสารสกัดมะขามป้อมและหมาก (n=3)	52
ตารางที่ 26	ผลการทดสอบฤทธิ์ของสับุ้เหลวเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมกับสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่	53
ตารางที่ 27	ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง	53
ตารางที่ 28	ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย.....	54
ตารางที่ 29	องค์ประกอบของสารสกัดผสม S1S2.....	57
ตารางที่ 30	องค์ประกอบของสารสกัดผสม S1S3.....	57
ตารางที่ 31	องค์ประกอบของสารสกัดผสม S2S3.....	57
ตารางที่ 32	ผลการทดสอบหาปริมาณสารประกอบแทนนินในตัวอย่างสารสกัดสมุนไพร	58

สัญลักษณ์ย่อ

DPPH	2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate
FCR	Folin-Ciocalteu reagent
FRAP	Ferric reducing antioxidant power
ICP-OES	Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy
IC ₅₀	Inhibitory concentration
LC/MS	Liquid chromatography–mass spectrometry
UV-vis	Ultra violet-visible spectrophotometry
WST-1	4-[3-(4-Iodophenyl)-2-(4-nitro-phenyl)-2H-5-tetrazolio]-1,3-benzene sulfonate
MIC	Minimal inhibitory concentration
MBC	Minimal bactericidal concentration
AAPH	2,2'-Azobis(2-methylpropionamidine) dihydrochloride
ORAC	Oxygen radical absorbance capacity



บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากสมุนไพรประเภทที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เป็นน้ำหอมหรือใช้เป็นเครื่องหอม ปรับอากาศ หรือน้ำมันหอมระเหยบางชนิดซึ่งมีสรรพคุณรักษาโรคได้ ทำให้การทำน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์มีราคาแพง อย่างไรก็ตามในกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจะเกิดผลิตภัณฑ์ที่เหลือทิ้ง (by product) ในส่วนที่เป็นน้ำทิ้งจากกระบวนการสกัดเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดปัญหาการในการกำจัด และเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยความจริงแล้วน้ำที่เหลือทิ้งจากกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยหรือที่เรียกว่าไฮโดรโซล (hydrosol) นี้ยังคงประกอบไปด้วยฟลูเคมิหรือสารประกอบที่มีความมีชีวิตสูง จึงทำให้เกิดการละลายในชั้นน้ำมากกว่าที่จะละลายในส่วนของน้ำมัน โดยเฉพาะการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้ น้ำกลั่นที่เหลือทิ้งนี้จึงอาจมีชื่อว่าน้ำดอกไม้หรือ Floral water ซึ่งจะมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีสรรพคุณต่าง ๆ มากมาย เนื่องจากสารประกอบที่ดีหลาย ๆ ตัวมีชีวิตสูงและละลายได้น้ำได้เป็นอย่างดี เช่น ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ ความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาและเริ่มนำสารสกัดไฮโดรโซลมาเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางมากขึ้น เช่น น้ำกลั่นจากดอกกุหลาบ น้ำกลั่นจากดอกลาเวนเดอร์ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง สเปรย์ฉีดหน้า ยาสระผม หรือครีมอาบน้ำ เป็นต้น เมื่อย้อนกลับมาพิจารณาถึงกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทย ในปัจจุบันมีสมุนไพรไทยหลายชนิดที่นำมาสกัดเพื่อนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์และองค์ประกอบในตำรับยาต่าง ๆ ได้แก่ พญู พล ไพล ตรีศร ละครแห่น ผิวส้ม เป็นต้น ทำให้มีปริมาณของไฮโดรโซลที่เกิดจากกระบวนการสกัดเหล่านี้นับเป็นจำนวนมาก การพัฒนานวัตกรรมจากสกัดไฮโดรโซลที่ได้จากสมุนไพรไทยจึงเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยทั้ง ที่เป็นแหล่งของสมุนไพรหลายชนิด แตกต่างจากองค์ความรู้ของน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้สารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยแต่ละชนิดยังมีคุณสมบัติที่โดดเด่น องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา เช่น ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่แตกต่างกันออกไป การใช้สารสกัดเดี่ยว ๆ กับการนำมาผสมกันอาจทำให้เกิดการเสริมฤทธิ์ หรือหักล้างกันได้ จึงต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์และทดสอบ ซึ่งข้อมูลที่ได้เหล่านี้น่าจะนำไปสู่องค์ความรู้ที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์เพื่อการชะลอวัย หรือผลิตภัณฑ์สำหรับผู้สูงอายุที่ต้องการคุณสมบัติบางประการ เช่น ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านเชื้อแบคทีเรียที่สูงมากกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป แต่นอกจากฤทธิ์ที่สูงมากแล้วยังจะต้องมีความอ่อนโยนมากกว่าปกติ ปราศจากการเติมแต่ง สารกันเสียอีกด้วย ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสารสกัดไฮโดรโซลสามารถตอบโจทย์นี้ได้เป็นอย่างดี หากสารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรได้รับการพัฒนาให้มีมูลค่าสูงขึ้นจะเป็นการนำของเหลือใช้ที่ไม่มีมูลค่ามาเพิ่มมูลค่าให้มากขึ้น ลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิต และยังเป็นเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรตามหลักการของโมเดลเศรษฐกิจแห่งชาติหรือ BCG (Bioeconomy เศรษฐกิจชีวภาพ, Circular economy เศรษฐกิจหมุนเวียน และ Green economy เศรษฐกิจสีเขียว) และเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยสอดคล้องกับกลุ่มงานวิจัยความเป็นเลิศของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กลุ่มงานที่ 4 การพัฒนานวัตกรรมสุขภาพเพื่อรองรับสังคมผู้สูงอายุ โดยเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นทางด้านสมุนไพร คุณภาพชีวิตของผู้สูงวัยและผู้ทุพพลภาพ

หลักการและเหตุผล/ปัญหา/โจทย์การวิจัย

สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society)

ประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2565 โดยมีผู้สูงอายุหรือประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปมากถึง 20-30% และที่สำคัญที่สุดคือประเทศไทยกำลังจะก้าวเข้าสู่การเป็นสังคมสูงอายุระดับสุดยอดในปี พ.ศ. 2574 ไม่เพียงแต่ในประเทศไทยเท่านั้นแต่ทั่วโลกต่างก็ต้องเผชิญกับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเช่นกัน (เมื่อไทยเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ Aged Society ผู้สูงอายุไทยได้รับสวัสดิการอะไรบ้าง - ThaiPublica, 2024) ซึ่งทำให้ต้องมีการรับมือและเตรียมพร้อมกับสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไปนี้อย่างเร่งด่วน เช่น อายุที่ยืนยาวขึ้นทำให้ยังต้องเตรียมการด้านเงินที่มากขึ้นบวกกับสถานการณ์เงินเฟ้อ โครงสร้างประชากรเปลี่ยนแปลง จำนวนประชากรวัยทำงานจะมีจำนวนน้อยลง การพัฒนาประเทศก็จะช้าลง ทำให้เศรษฐกิจได้ช้าลงด้วย และจะประสบกับปัญหาโรคที่เกิดในผู้สูงอายุ ซึ่งนอกจากจะมีโรคหลัก ๆ ในผู้สูงอายุที่เกิดไปตามกาลเวลาแล้ว อาจจะมีปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดกับผู้สูงอายุที่กระทบต่อการดำรงชีวิตและจิตใจต่อการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุเช่นกัน ได้แก่ ปัญหากลิ่นคนแก่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อทั้งทางกายภาพและจิตใจของผู้สูงอายุ ทำให้ผลิตภัณฑ์ชำระล้างที่มีคุณสมบัติกำจัดกลิ่นคนแก่กำลังเป็นที่ต้องการ และต้องการมากขึ้นอย่างแน่นอนในอนาคต

ปัญหากลิ่นคนแก่ (Aging odor)

โดยปกติแล้วต่อมไขมันหรือต่อมเหงื่อจะมีหน้าที่ผลิตเหงื่อและไขมันออกมา ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับแบคทีเรียบนผิวจะทำให้เกิดการย่อยสลายและทำให้เกิดกลิ่น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามปกติ แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นกลไกการทำงานต่าง ๆ ในร่างกายจะเริ่มเสื่อมถอย ความสามารถในการย่อยสลายก็จะน้อยลง จนทำให้เกิดกรดไขมันไม่อิ่มตัวและสารประกอบที่เกิดจากกระบวนการออกซิเดชันของลิปิด (ไขมันและน้ำมัน) ที่เรียกว่าลิปิดเปอร์ออกไซด์ (lipid peroxide) ที่สูงขึ้น นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ยังสามารถถูกเร่งโดยลิปิดเปอร์ออกไซด์และทำให้เกิดสารประกอบที่มีชื่อว่า trans 2-nonenal โดยเป็นสารประกอบที่ไม่อิ่มตัวและมีหมู่ฟังก์ชันแบบอัลดีไฮด์ และเป็นสาเหตุหลักของกลิ่นคนแก่ ซึ่งกลิ่นนี้จะแตกต่างจากกลิ่นที่เกิดในวัยอื่น ดังนั้นสาเหตุหลักของกลิ่นคนแก่ก็คือสารประกอบ 2-nonenal และที่สำคัญปัญหาหลักที่เกิดขึ้นที่ทำให้ปัญหากลิ่นคนแก่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยการอาบน้ำด้วยผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายทั่วไป เนื่องจากสารประกอบ 2-nonenal ไม่สามารถละลายในน้ำ แต่ผู้สูงอายุมักจะไม่เข้าใจและอาบน้ำบ่อยขึ้นเมื่อเกิดกลิ่น ซึ่งจะทำให้ผิวเกิดความแห้ง ระคายเคือง และเกิดการอักเสบในที่สุด กลิ่นที่เกิดขึ้นนี้จะสร้างความไม่มั่นใจแก่ผู้สูงอายุ ทำให้เกิดความกังวล และยังอาบน้ำและชำระล้างร่างกายบ่อยมากขึ้นก็จะทำให้ผิวยิ่งอ่อนแอ อักเสบและเกิดการตกสะเก็ด จนอาจจะทำให้ผู้สูงอายุเป็นกังวลและเกิดอาการไม่อยากพบปะใครนำไปสู่ปัญหาโรคซึมเศร้าได้

ปัญหาความต้องการ

1. ปัญหาการก้าวเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ทำให้มีจำนวนประชากรของผู้สูงวัยมากขึ้นและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต และปัญหากลิ่นคนแก่ทำให้ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีความต้องการผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกาย เช่น โฟมอาบน้ำ ครีมาบน้ำ ที่สามารถแก้ปัญหากลิ่นคนแก่ได้ ซึ่งควรจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความจำเพาะเจาะจงสามารถกำจัดกลิ่นคนแก่ได้และต้องมีความอ่อนโยน ไม่สามารถใช้สารสกัดที่มีความเข้มข้นมากเกินไป ปราศจากน้ำหอม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารสกัดจากธรรมชาติ

2. ปัญหาน้ำที่เหลือทิ้งจากกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยหรือไฮโดรโซล (hydrosol) ที่มีเหลือทิ้งอยู่เป็นปริมาณมากและยังไม่ได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นปัญหาในการกำจัด ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดและสร้างปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

โจทย์การวิจัยและแนวทางการพัฒนา

จากปัญหาความต้องการทั้ง 2 ด้านคือการแก้ปัญหาเรื่องกลิ่นคนแก่และเพิ่มมูลค่าของน้ำที่เหลือทิ้งจากกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยหรือไฮโดรโซล (hydrosol) ทำให้เกิดโจทย์การวิจัยในการที่จะพัฒนานวัตกรรมการนำสารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยหลายๆ ชนิดมาผสมรวมกันอย่างเหมาะสม ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพื่อศึกษาการเสริมฤทธิ์ หรือการหักล้างฤทธิ์กันของสารสกัด และนำไปสู่นวัตกรรมสารสกัดไฮโดรโซลสำหรับผู้สูงอายุ และทำการวิเคราะห์หาคุณสมบัติและสรรพคุณของสารสกัดใหม่ดังกล่าว โดยมีจุดมุ่งหมายในการกำจัดกลิ่นคนแก่เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายสำหรับผู้สูงอายุสำหรับการชะลอวัย และเพื่อเป็นการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตน้ำมันหอมระเหยและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรผู้ปลูกสมุนไพรและเกษตรกรผู้สกัดน้ำมันหอมระเหย เพิ่มมูลค่าของของเหลือทิ้งลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเหลือทิ้ง และทำให้บริษัทมีผลกำไรมากขึ้นโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สกัดสารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยและวิเคราะห์สารประกอบพฤษเคมีต่าง ๆ และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทย
2. วิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียของไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทย
3. วิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านการอักเสบของไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทย
4. พัฒนานวัตกรรมสารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณกลิ่นคนแก่
5. ผลิตผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายสำหรับคนแก่จากสารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยที่พัฒนาขึ้น
6. ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายสำหรับคนแก่ที่พัฒนาขึ้น

1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ชนิด องค์ประกอบทางเคมี สรรพคุณ และสัดส่วนของสารสกัดไฮโดรโซลของสมุนไพรไทย	-ความสามารถในการกำจัดกลิ่นคนแก่ -ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ -ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย -ฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ
สัดส่วนและการผสมกันของสารสกัดไฮโดรโซลของสมุนไพรไทยที่เหมาะสม	-ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายสำหรับคนแก่ที่พัฒนาขึ้น

1.4 คำสำคัญของการวิจัย

กลิ่นคนแก่ ไฮโดรโซล สมุนไพรไทย ผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายสำหรับผู้สูงอายุ
Aging odor Hydrosols Herb Anti-aging body cleansing product

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ด้านวิชาการ

องค์ความรู้และกระบวนการการพัฒนาสารสกัดไฮโดรโซลซึ่งเป็นสารสกัดที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันหอมระเหย องค์ประกอบ ฤทธิ์ สรรพคุณต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาเป็นสูตรสารสกัดธรรมชาติไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายเพื่อกำจัดกลิ่นสำหรับผู้สูงอายุโดยเฉพาะ

ผู้ได้รับผลประโยชน์ องค์ความรู้ที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิชาทฤษฎีชุมชน ผู้ประกอบการ เกษตรกรที่ปลูกสมุนไพรที่มีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยและต้องกำจัดของเสียที่เกิดจากการกลั่น บริษัทผู้ผลิตเครื่องสำอาง และผู้สูงอายุ

ด้านสังคม

ด้านสาธารณะ ด้านชุมชนและพื้นที่ ด้านสิ่งแวดล้อม

การพัฒนามูลค่าของสารสกัดไฮโดรโซลจากน้ำที่เหลือทิ้งจากกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยอาศัยทฤษฎีและหลักการของโมเดลเศรษฐกิจแห่งชาติ BCG จะทำให้มีของเหลือทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะมากได้ นอกจากจะเป็นการพัฒนามูลค่าแก่ของเหลือทิ้งทางการเกษตรหรือจากผู้ประกอบการสกัดน้ำมันหอมระเหย เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากของเหลือดังกล่าวมีมูลค่าที่สูงขึ้นก็จะไม่ใช่ของเสียจากการกระบวนการผลิตอีกต่อไป แต่จะกลายเป็นสารสกัดที่มีคุณค่าและเป็นที่ต้องการในท้องตลาดและในวงการเครื่องสำอาง ทำให้ไม่เกิดของเหลือทิ้งจากกระบวนการดังกล่าว เพิ่มรายได้เกิดประโยชน์แก่คนในชุมชน

ผู้ได้รับผลประโยชน์ องค์ความรู้ที่ได้จะเป็นประโยชน์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิชาทฤษฎีชุมชน ผู้ประกอบการ เกษตรกรที่ปลูกสมุนไพรแล้วมีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยและต้องกำจัดของเสียที่เกิดจากการกลั่น บริษัทผู้ผลิตเครื่องสำอาง และผู้สูงอายุ

ด้านนโยบาย

โครงการวิจัยนี้สอดคล้องกับกรอบการวิจัยตามยุทธศาสตร์ขั้นพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครกลุ่มงานวิจัยความเป็นเลิศกลุ่มงานที่ 3 คือการยกระดับรายได้จากการใช้นวัตกรรม โดยมุ่งเน้นการนำสมุนไพรไทยในท้องถิ่นมาพัฒนาเพื่อความยั่งยืน ซึ่งเป็นการยกระดับผลงานทางวิชาการแก่นักวิจัยสู่ระดับสากลและส่งเสริมมหาลัยในการประเมินกลุ่มสถาบันอุดมศึกษาเชิงยุทธศาสตร์กลุ่มที่ 1 ทางด้านพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และยังสอดคล้องกับนโยบายการยกระดับคุณภาพมหาวิทยาลัยภายใต้การจัดอันดับสถาบันการศึกษาทั่วโลก และเป็นงานวิจัยที่สร้างขึ้นเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาในสาขาเทคโนโลยีสุขภาพ เครื่องสำอาง และการชะลอวัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้การเป็นผู้ประกอบการ

ผู้ได้รับผลประโยชน์ องค์ความรู้ที่ได้จะเป็นประโยชน์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิชาทฤษฎีชุมชน ผู้ประกอบ เกษตรกรที่ปลูกสมุนไพรแล้วมีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยและต้องกำจัดของเสียที่เกิดจากการกลั่น บริษัทผู้ผลิตเครื่องสำอางและผู้สูงอายุ

ด้านเศรษฐกิจ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชำระล้างร่างกายจากองค์ความรู้สารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยจะเป็นการเปิดตลาดแก่ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ซึ่งยังไม่มีการพัฒนาและออกจำหน่ายมากนักในประเทศไทย โดยปัจจุบันในท้องตลาดจะเป็นยี่ห้อที่นำเข้าจากต่างประเทศ จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าและผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทย ซึ่งในอนาคตจะมีประชากรผู้สูงอายุมากขึ้นทั่วโลก จึงเป็นกลุ่มเป้าหมายทางการตลาดที่ใหญ่และ

น่าสนใจเป็นอย่างมาก การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิงมาจากผลงานวิจัยทำให้สามารถตอบโจทย์ได้ตรง ปัญหาและเป้าหมาย สร้างความน่าเชื่อถือ นอกจากนี้การนำของเหลือทิ้งที่ไม่มีมูลค่ามาพัฒนาให้มีมูลค่าเพิ่มจะเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกรทั้งเกษตรกรผู้ปลูกสมุนไพร ผู้ประกอบการที่ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย และผู้ประกอบการด้านเครื่องสำอาง เป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจและเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งกัน

ผู้ได้รับผลประโยชน์ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นลิขสิทธิ์และผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยจะสามารถนำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาให้นักศึกษาในสาขาเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์สุขภาพ เครื่องสำอาง และการชะลอวัย ในการเริ่มต้นเป็นผู้ประกอบการ และมีประโยชน์แก่วิสาหกิจชุมชน ผู้ประกอบ เกษตรกรที่ปลูกสมุนไพรแล้วมีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยและต้องกำจัดของเสียที่เกิดจากการกลั่น บริษัทที่ผลิตเครื่องสำอางและผู้สูงอายุ



บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

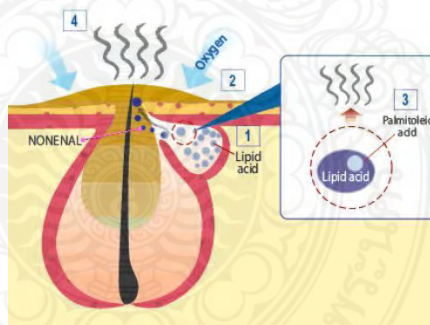
2.1 นวัตกรรมสารสกัดไฮโดรโซลกับการกำจัดกลิ่นคนแก่

จากนิยามของคำว่า นวัตกรรม (Innovation) ซึ่งหมายถึง การนำสิ่งใหม่ ๆ อาจเป็นแนวความคิด หรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัย และได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน (Audretsch & Link, 2012) จากนิยามดังกล่าวการพัฒนาสารสกัดไฮโดรโซลจากสมุนไพรไทยจะอาศัยหลักการดัดแปลงจากหลักการทางเคมีของสารสกัดโดยจะดัดแปลงจากการใช้สกัดทั่วไปซึ่งต้องทำการสกัดด้วยตัวทำละลายทางเคมี เช่น แอลกอฮอล์ เฮกเซน ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ เปลี่ยนเป็นการสกัดไฮโดรโซลซึ่งเป็นการสกัดด้วยน้ำและปราศจากสารเคมี ถือว่าเป็นการสกัดที่ไม่เป็นพิษ (green extraction) แต่ความท้าทายคือส่วนมากแล้วพืชเคมีที่มีฤทธิ์สูง ๆ มักจะอยู่ในพืชที่เป็นน้ำมันหอมระเหย และสารสกัดไฮโดรโซลมักจะมีฤทธิ์ที่ไม่ดีมากนัก แต่หากเป็นสมุนไพรไทยซึ่งมีความหลากหลาย หรือสมุนไพรบางชนิดที่ไม่เคยทำการศึกษามาก่อน หลาย ๆ ชนิดมีองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดที่ละลายในน้ำเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะแทนนิน ก็อาจจะเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารที่ทำให้เกิดกลิ่นคนแก่หรือสารประกอบ 2-nonenal ได้ และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยทดสอบความสามารถในการเพิ่มฤทธิ์ (synergist effect) ของสมุนไพรไทย

รายงานการวิจัยหลาย ๆ งานได้ทำการศึกษเกี่ยวกับปฏิกิริยาและสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นตัว โดยปกติแล้วไม่ว่าจะวัยใดก็ตามก็จะมีกลิ่นตัวซึ่งเกิดจากการย่อยสลายไขมันและเหงื่อด้วยแบคทีเรียหรือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ได้เกิดสารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compound) โดยจะเป็นสารประกอบที่มีมวลโมเลกุลต่ำ (low molecular weight) เช่น กรดไขมัน สารประกอบอัลดีไฮด์ คีโตน หรือสารประกอบที่มีไนโตรเจนหรือซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ อย่างไรก็ตามกลิ่นเหล่านี้สามารถกำจัดได้โดยการชำระล้างด้วยสารชำระล้างที่มีอยู่ในสบู่ หรือครีมอาบน้ำ แต่มีกลิ่นจำพวกหนึ่งที่เป็นปัญหาในกลุ่มผู้สูงอายุ จากการสำรวจประชากร 150 คนพบว่า 23% ของผู้ชายและ 44% ของผู้หญิงพบว่าการเกิดกลิ่นเปลี่ยนแปลงของกลิ่นในร่างกายตามจำนวนอายุที่มากขึ้น (Yamazaki et al., 2010) จากการทดลองโดย Haze และคณะ (Haze et al., 2001) พบว่าเมื่อทดสอบสารระเหยที่ทำให้เกิดกลิ่น เช่น สารประกอบในกลุ่มไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ และคีโตน ด้วยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโตกราฟี (headspace gas chromatography) จากผู้เข้าร่วมทดสอบจำนวนทั้งหมด 22 คนที่มีอายุระหว่าง 26 และ 75 ปี โดยวิเคราะห์จากเสื้อที่ใส่แล้วพบว่าสารประกอบ 2-nonenal ซึ่งเป็นสารประกอบอัลดีไฮด์ที่ไม่อิ่มตัวนั้นไม่สามารถตรวจพบในกลุ่มคนที่มีอายุต่ำกว่า 40 ปี แต่กลับตรวจพบมากกว่าถึง 69% ในคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป ซึ่งกลิ่นของสารประกอบ 2-nonenal นี้จะมีลักษณะของกลิ่นคล้ายกับขี้ผึ้งใส่ผมหรือเทียนไข และเป็นองค์ประกอบหลักสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นคนแก่ ซึ่งน่าจะมาจากโอเมก้า 10 ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งจะมีปริมาณมากขึ้นตามอายุ ดังนั้นสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นคนแก่หรือ 2-nonenal จึงสามารถนำมาเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) (Nakanishi et al., 2021) เพื่อการคัดค้นนวัตกรรมสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดกลิ่นคนแก่ได้

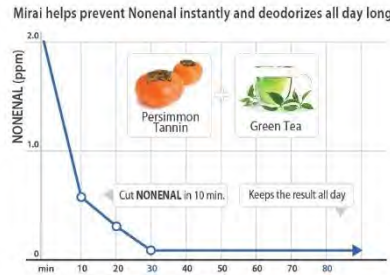
การกำจัด 2-nonenal และต้นเหตุการเกิดกลิ่นคนแก่ด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ

จากรายงานการวิจัยพบว่าสาเหตุหลักของการเกิดกลิ่นคนแก่คือสารประกอบที่มีชื่อว่า 2-nonenal นอกจากนี้ก็สามารถเกิดจากต้นเหตุก่อนการเกิดสารประกอบดังกล่าวได้ด้วยเช่นกัน เช่น เชื้อแบคทีเรีย ดังนั้นหากต้องการจะกำจัดกลิ่นคนแก่สารสกัดที่นำมาใช้จึงควรมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สูง และมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยเช่นกัน Ham และคณะ (Ham et al., 2015) ได้ทำการศึกษาและพบว่า สารสกัดจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยธรรมชาติและสามารถนำมาทำเป็นสารดับกลิ่น (deodorant) ได้จะเป็นสารสกัดที่มีสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของ สารประกอบแทนนินที่อยู่ในสารสกัดยังส่งโดยตรงต่อปริมาณการลดลงของสารประกอบ trans-2-nonenal และ methyl mercaptan ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดกลิ่น โดยจากการทดลองใช้สารสกัดจากเปลือก ในของ chest nut พบว่าสารสกัด 50%v/w มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดแต่สารสกัดในต่างสามารถ กำจัดกลิ่นได้ดีที่สุดโดยการกำจัด trans-2-nonenal และ methyl mercaptan ได้มากกว่าสารสกัดที่สกัด ด้วยเอทานอล นอกจากนี้ Lodhia และคณะ (Lodhia et al., 2008) ยังได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ สารสกัดจากชาเขียวในการกำจัดกลิ่นที่เกิดจากสารประกอบที่มีองค์ประกอบของซัลเฟอร์เป็นส่วนประกอบ โดยจากการทดสอบพบว่าชาเขียวสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบ H_2S และ CH_3SH ได้ จากการวิจัยพบว่าสารประกอบที่สำคัญในชาเขียวที่ส่วนช่วยในการกำจัดกลิ่นจากฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ คือ (-)-epigallocatechin gallate (EGCg) ซึ่งทำการศึกษาโดย Yasuda และ Arakawa (Yasuda & Arakawa, 1995) โดยมีการศึกษากลไกการกำจัดกลิ่นซึ่งพบว่าเกิดจากการเติมหมู่ methylthio ไปยัง ortho-quinone และยังพบว่า secondary compounds ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง EGCg และ CH_3SH มีความสามารถในการกำจัดกลิ่นมากกว่า EGCg งานวิจัยที่ถูกนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ (Ishino et al., 2010) แล้วได้แก่ผลิตภัณฑ์สบู่กำจัดกลิ่นคนแก่ซึ่งทำมาจากสารสกัดของชาเขียวผสมกับสารสกัด จากลูกพลับของแบรนด์ mirai (Mirai Clinical, 2025)



ภาพที่ 1 กลไกการเกิดกลิ่นคนแก่จาก 2-nonenal 1) การสร้าง lipid acid ที่ต่อมไขมัน 2) ไขมันเกิดการออกซิไดซ์ 3) กระบวนการออกซิเดชันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในผู้สูงอายุเนื่องจากปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่น้อยลงตามอายุ 4) เกิดสารประกอบ 2-nonenal ต้นเหตุของกลิ่นคนแก่ ภาพจาก (Mirai Clinical, 2025)

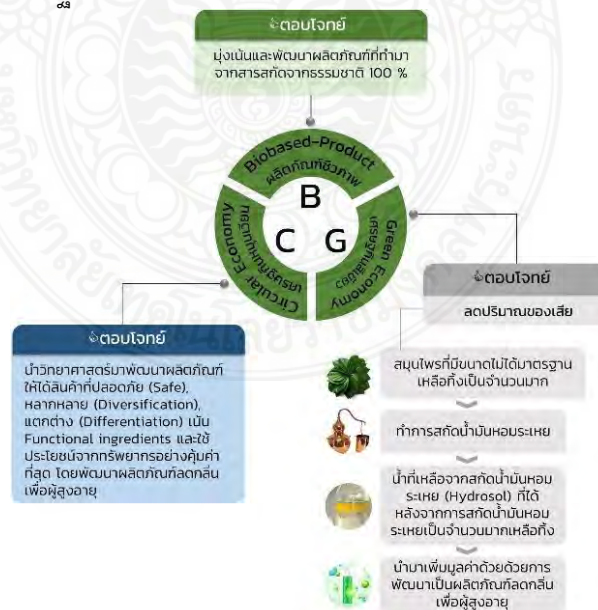
ผลิตภัณฑ์สบู่และโฟมอาบน้ำของ mirai จะใส่สารสกัดที่ได้จากลูกพลับผสมกับชาเขียวซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพบว่าสามารถกำจัดปริมาณของ 2-nonenal ได้ภายใน 30 นาที



ภาพที่ 2 อัตราการลดลงของความเข้มข้นของ 2-nonenal ต่อเวลาด้วยสารสกัดจากชาเขียวและลูกพลับ
ภาพจาก (Mirai Clinical, 2025)

ทฤษฎีของสารสกัดไฮโดรโซลผสมผสานกับทฤษฎี BCG เพื่อแก้โจทย์งานวิจัย

น้ำทิ้งที่เหลือจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยหรือไฮโดรโซล (floral water หรือ hydrosol) คือ ผลผลิตชนิดหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการกลั่นโดยใช้น้ำของการสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยวัตถุประสงค์หลักของการสกัดคือต้องการน้ำหอมระเหย (essential oil) จากวัตถุดิบ ส่วนไฮโดรโซลซึ่งมีปริมาณมากกว่าผลผลิตหลาย ๆ เท่า จะไม่ค่อยนำไปใช้ประโยชน์มากนักและส่วนใหญ่ถูกทิ้งกลายเป็นของเสีย (by product) ที่อาจเกิดผลกระทบต่อมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้ อาศัยแนวคิดในการพัฒนาเศรษฐกิจโดยมุ่งสู่การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า โดยการนำทรัพยากรที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่และลดปล่อยของเสียสู่สภาพแวดล้อมให้น้อยที่สุดตามระบบเศรษฐกิจใหม่ (Bio-Circular Green, BCG) ซึ่งเป็นการบูรณาการการพัฒนาเศรษฐกิจในสามมิติไปพร้อมกันได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว โดยนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มาต่อยอดจากฐานความรู้เพื่อลดปัญหาของเสียจากกระบวนการผลิตเพื่อรักษาความมั่นคงทางวัตถุดิบและสมดุลของสิ่งแวดล้อม โดยหลักการดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่ไม่มีมูลค่าให้มีมูลค่าสูงขึ้น ทำให้ไม่มีของเสียหรือลดของเสียที่ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ นอกจากนี้ยังเป็นสนับสนุนให้เกษตรกรเพิ่มช่องในการสร้างรายได้ในครัวเรือนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง



ภาพที่ 3 หลักการการพัฒนาโดยอาศัยหลักการของ BCG

ตัวอย่างสมุนไพรไทยที่มีการสกัดน้ำมันหอมระเหยเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวมีคุณสมบัติทางยาและให้ราคาสูง เช่น ใบพลูสด ตำรายาไทยโบราณมีการนำใบพลูสดมาใช้ในการบำบัดรักษาโรคและอาการก่อโรคต่าง ๆ เช่น การรักษาอาการไข้บวม รักษาอาการปวดท้อง รักษาอาการไอเจ็บคอและขับเสมหะ รักษาอาการผื่นคันเนื่องจากเกิดลมพิษ รักษาโรคผิวหนัง รักษาโรคกลากเกลื้อน แผลอักเสบ ฝีหนองและสิ่ว ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากใบพลูมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิด นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากใบพลูและสารสกัดจากใบพลูด้วยคลอโรฟอร์ม ปีโตรเลียมอีเทอร์ ไดเอทิลอีเทอร์ อีเทอร์ และเอทานอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนังได้ การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของน้ำที่เหลือจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบพลูพบว่ามีความสำคัญเช่นเดียวกับน้ำมันหอมระเหยจากใบพลู เช่น ยูจีนอล (eugenol) ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิก (phenolic) และมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ทำลายเชื้อรา และแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (microbial spoilage) รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) หลายชนิดได้ และมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคทำให้ปลายประสาทหยาบ แก้อาการคันได้ ซึ่งสารยูจีนอลพบได้ในพืชหลายชนิด แต่พบได้มากในกานพลู นอกจากนี้ใบพลูแล้วประเทศไทยยังมีสมุนไพรตัวอื่นอีกหลากหลายมากมายที่ถูกนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์และเหลือน้ำที่เหลือจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นจำนวนมาก เช่น ไพล หรือว่านต่าง ๆ เป็นต้น

ฤทธิ์การเสริมฤทธิ์กันของสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ

สารประกอบที่เกิดจากการสกัดจากธรรมชาติ หรือของที่เหลือทิ้งจากการสกัดประกอบไปด้วยพหุองค์ประกอบเป็นจำนวนมากซึ่งเมื่อผสมกันหลาย ๆ ชนิดจะสามารถเสริมฤทธิ์กันได้ แต่การอธิบายกลไกทำได้ยากเนื่องจากความซับซ้อนของสารประกอบในธรรมชาติ ดังนั้นการจะเลือกใช้สารสกัดเดี่ยว หรือสารสกัดผสมเพื่อหวังผลในการเสริมฤทธิ์จึงต้องมีวิธีการทางเคมีวิเคราะห์ในการพิสูจน์เพื่อให้ได้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ การเสริมฤทธิ์กันจะทำให้ได้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือสามารถลดจำนวนโดสของสารสกัดที่ใช้ลงได้ มีรายงานการทดสอบอย่างชัดเจนว่าการสกัดผสม 2 ชนิดจะพบการเสริมฤทธิ์กันของสารประกอบที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิกกับ rosmarinic acid และ quercetin หรือระหว่าง rosmarinic acid กับ caffeic acid แต่ในขณะที่ tocopherol หรือวิตามินอีกลับมีฤทธิ์ที่หักล้างกันเมื่อผสมกัน caffeic acid หรือ นอกจากสารประกอบเดี่ยวๆ หรือทดสอบผสมกันสารประกอบเดี่ยวที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มฟลาโวนอยด์และกลุ่มฟีนอลิกได้ถูกศึกษาอย่างละเอียดโดย Hajimehdipoor และคณะ ซึ่งสามารถจับคู่สารประกอบต่าง ๆ และคำนวณการเสริมฤทธิ์หรือหักล้างกันออกมาเป็น % เช่น การผสม quercetin gallic acid และ caffeic acid จะสามารถเสริมฤทธิ์ได้มากถึง 59.4% แต่เมื่อผสม rutin caffeic acid กับ rosmarinic acid ก็เกิดการหักล้างฤทธิ์กันถึง -21.8 % (Hajimehdipoor et al., 2014) สารสกัดจากธรรมชาติที่ถูกนำมาทดสอบความสามารถในการเสริมฤทธิ์กันของสารต้านอนุมูลอิสระเช่น สารสกัดจากมะเขือเทศ (García-Alonso et al., 2015) จากการวิจัยที่ทำการทดสอบโปรตีน BSA ซึ่งปกติแล้วมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่น้อยมาก แต่เมื่อมีสารประกอบฟีนอลิกเช่น catechin จะสามารถเสริมฤทธิ์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเพิ่มความเสถียรและอยู่ได้นานถึง 45 วัน (Almajano et al., 2007) องค์ความรู้ดังกล่าวจะมีประโยชน์อย่างมากต่อการเครื่องสำอางสำหรับผู้สูงอายุหรือเพื่อการชะลอวัย ซึ่งจะนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการชะลอวัยได้

2.2 สมุนไพรไทยกับการกำจัดกลิ่นและคุณสมบัติต่อผิวหนัง

กลไกการลดกลิ่นกายของสมุนไพรแบ่งได้เป็น 4 ทางหลัก ได้แก่ 1. ความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในผิวหนังซึ่งเป็นต้นเหตุของกลิ่น เช่น Staphylococcus 2. ฤทธิ์ในการต้านการอักเสบและ

ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อป้องกันความเสื่อมของเซลล์ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่น 3. ลดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อกลิ่น และการระคายเคืองผิว เช่น มาสก์กลิ่นด้วยหัวน้ำมันหอมระเหย 4. เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารระเหย ก่อกลิ่น เช่น สารกลุ่มอัลดีไฮด์อย่าง 2-nonenal ที่สัมพันธ์กับ “กลิ่นคนแก่” ผ่านปฏิกิริยาการลดระดับ สารต้นเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่น ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างสมุนไพรที่มีคุณสมบัติที่ดีต่อผิวหนังจึงต้องมีคุณสมบัติทั้ง 4 ข้อ เช่น พืชตระกูลส้มอย่างเช่น มะกรูด (*Citrus hystrix*) ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ต้าน เชื้อ ลดเชื้อก่อกลิ่นในบริเวณรักแร้ และผิวหนังทั่วไป (Sreepian et al., 2023) พืชจำพวกตะไคร้หอมหรือ ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus*) ซึ่งมีการศึกษาเชิงกลไกของสารออกฤทธิ์ต้านจุลชีพหลากหลายพันธุ์ พร้อมศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรมด้านเครื่องสำอาง (Shah et al., 2011) สารกำจัดกลิ่นในขมิ้น (*Curcuma spp.*) ซึ่งมีผลการทดลองยืนยันฤทธิ์ต้านจุลชีพ ด้านการอักเสบ และมีรายงานว่า *Curcuma xanthorrhiza* มีศักยภาพสูงและมีความปลอดภัยที่ดีในระดับห้องปฏิบัติการ (Sidek et al., 2023) มังคุด (*Garcinia mangostana*) เมื่อนำมาพัฒนาเป็นสารสกัดเปลือกผลจะออกฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคผิวหนัง ใน แบบจำลองติดเชื้อผิวหนังสัตว์ทดลอง และมีฤทธิ์ต้านอักเสบ เอื้อต่อการฟื้นฟูสภาพผิวที่มีกลิ่นและมีอาการ ระคายเคืองร่วมด้วย (Tatiya-Aphiradee et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมะขาม (*Tamarindus indica*) โดยมีการนำสารสกัดเมล็ดของมะขามไปทดสอบและพบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถนำมาพัฒนาเป็นครีมเจลให้ความชุ่มชื้น และปกป้องเพื่อผิวหนัง และมีรายงานฤทธิ์ชะลอวัยทาง ผิวหนัง ซึ่งอาจช่วยลดสภาพที่เอื้อต่อกลิ่นกาย (Waqas et al., 2017) และสมุนไพรที่ได้รับความนิยมเป็น อย่างสูง ได้แก่ มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) โดยมีหลักฐานครบตั้งแต่ระดับเซลล์จนถึงการ ทดสอบทางคลินิกด้านชะลอวัย ต้านออกซิเดชัน และเสริมการสมานแผล ช่วยสุขภาพผิวโดยรวม จึงมี ศักยภาพทางอ้อมต่อการควบคุมกลิ่น (Chaikul et al., 2021) และหมาก (*Areca catechu*) ซึ่งมีรายงาน เชิงสูตรตำรับระบุการใช้สารสกัดหมากในดีโอดอแรนทสติกและโลชั่นสำหรับต้าน *S. aureus* เพื่อแก้ปัญหา กลิ่นกาย (Tari et al., 2025)

2.3 อนุมูลอิสระและวิธีตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (free radicals) หมายถึง อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electron) อย่างน้อยหนึ่งตัว อนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อพันธะระหว่างอะตอมถูกทำลาย ส่งผลให้ เกิดอนุภาคที่มีความไม่เสถียรและมีความไวสูงต่อการเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลใกล้เคียง เพื่อทำให้กลับสู่ สภาวะเสถียรได้ใหม่ กระบวนการนี้มักทำให้โมเลกุลที่ถูกดึงหรือถ่ายโอนอิเล็กตรอนกลายเป็นอนุมูลอิสระ ชนิดใหม่ และดำเนินต่อเนื่องเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) อนุมูลอิสระพบได้ทั้งจากสิ่งแวดล้อม ภายนอกและจากกระบวนการภายในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตพลังงานภายในเซลล์ หรือกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของ ออกซิเจน การถ่ายโอนดังกล่าวทำให้โมเลกุลออกซิเจนมีอิเล็กตรอนไม่สมดุล จนกลายเป็นอนุมูลอิสระที่มี ความไวสูงต่อปฏิกิริยาทางเคมี และสามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องในเซลล์ตลอดเวลา ดังสมการต่อไปนี้

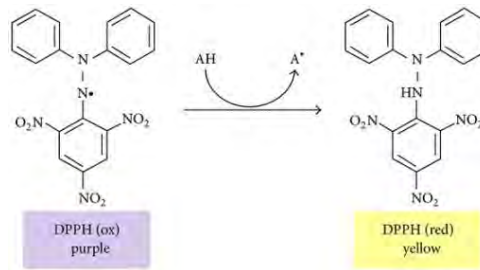


อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนมีหลายชนิดโดยชนิดที่สำคัญ ได้แก่ อนุมูลออกซิเจน (oxygen radicals) และอนุพันธ์ของอนุมูลออกซิเจน (derivative oxygen radicals) เช่น อนุมูลไฮโดร-เปอร์ออกซิล (hydroperoxyl radical, $HO_2^{\bullet}$) ซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide anion, $O_2^{\bullet-}$) และอนุมูล

ไฮดรอกซิล (hydroxyl radical, $\cdot\text{OH}$) นอกจากนี้ยังรวมถึงอนุมูลจากแหล่งอื่น ๆ ได้แก่ โลหะแทรนซิชัน (transition metals) อนุมูลคาร์บอเนต (carbonate radical, $\text{CO}_3^{\cdot-}$) อนุมูลไนเตรต (nitrate radical, $\text{NO}_3^{\cdot}$) อนุมูลเมทิล (methyl radical, $\text{CH}_3^{\cdot}$) อนุมูลเปอร์ออกไซด์ (peroxyl radical, $\text{ROO}^{\cdot}$) อนุมูลไนตริกออกไซด์ (nitric oxide, $\text{NO}^{\cdot}$) อนุมูลไนโตรเจนไดออกไซด์ (nitrogen dioxide, $\text{NO}_2^{\cdot}$) และอนุมูลไฮโดรเจน ($\text{H}^{\cdot}$) เป็นต้น อนุมูลอิสระเหล่านี้มีคุณสมบัติไม่เสถียรและความไวสูงต่อการเกิดปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลที่อยู่รอบข้างส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ เช่น โปรตีน ไขมัน และกรดนิวคลีอิก การประเมินความเป็นพิษของอนุมูลอิสระมีความซับซ้อนกว่าการสรุปเพียงว่าอนุมูลอิสระทุกชนิดเป็นอันตรายต่อร่างกาย ปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาคือ ความสามารถในการออกซิไดส์สารชีวโมเลกุลภายในร่างกาย สารที่มีสมบัติดังกล่าวเรียกว่า อนุมูลที่มีความไวต่อปฏิกิริยา (reactive species, RS) ซึ่งมีความหลากหลายประเภท โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูป อนุมูลออกซิเจนที่มีความไวต่อปฏิกิริยา (reactive oxygen species, ROS) นอกจากนี้ยังมี reactive chlorine species และ reactive nitrogen species ทั้งนี้ไม่จำเป็นต้องอยู่ในรูปอนุมูลอิสระเสมอไป สารประกอบบางชนิดที่ไม่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (non-radical) แต่มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ก็จัดอยู่ในกลุ่มอนุมูลที่มีความไวต่อปฏิกิริยา เช่นกัน ในสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจน อนุมูลอิสระส่วนใหญ่อยู่ในรูป ROS ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการทางชีววิทยาหลายรูปแบบ เช่น การเผาผลาญอาหาร การสร้างพลังงาน การหายใจระดับเซลล์ รวมถึงกลไกการป้องกันของร่างกายต่อเชื้อจุลินทรีย์ หากกระบวนการเหล่านี้เกิดมากเกินไป หรือร่างกายขาดสารต้านอนุมูลอิสระ จะทำให้ ROS สะสมจนก่อให้เกิดภาวะถูกออกซิไดส์เกินสมดุล (oxidative stress) หรือภาวะที่การสร้างอนุมูลอิสระและสารที่เกี่ยวข้องมีมากเกินไปจนกลไกการป้องกันด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจะรับมือได้ สาเหตุอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของการสร้างอนุมูลอิสระหรือสารอนุมูลอิสระ การบกพร่องของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ การทำงานผิดปกติของระบบป้องกัน หรือระดับสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายลดลง ปัจจัยเหล่านี้อาจเกิดร่วมกัน ส่งผลให้ ROS และ RS ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับชีวโมเลกุลสำคัญของเซลล์ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน น้ำตาล และกรดนิวคลีอิก ก่อให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของเซลล์และผลผลิตจากการทำปฏิกิริยาดังกล่าวโดยทั่วไป หากภาวะ oxidative stress เกิดขึ้นเพียงชั่วคราว อาจไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสุขภาพ แต่หากดำเนินต่อเนื่องในระยะยาว จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ DNA และเนื้อเยื่อต่าง ๆ จนนำไปสู่โรคเรื้อรังหลายชนิดและกระบวนการเสื่อมของอวัยวะ (Alkadi, 2020; Tumilaar et al., 2024)

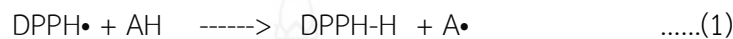
วิธีทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay เป็นวิธีการทางเคมีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ โดยใช้สาร 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH $^{\cdot}$) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่มีความเสถียรในตัวทำละลายเมทานอล สาร DPPH $^{\cdot}$ มีสีม่วงเข้มและมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 515–517 นาโนเมตร เมื่อ DPPH $^{\cdot}$ ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในเอทานอล อิเล็กตรอนหรืออะตอมไฮโดรเจนจากสารต้านอนุมูลอิสระจะถูกถ่ายโอนให้แก่ DPPH $^{\cdot}$ ทำให้โครงสร้างโมเลกุลของ DPPH เปลี่ยนแปลง ส่งผลให้สีของสารละลายจางลงจากสีม่วงเข้มเป็นสีเหลือง ซึ่งความเข้มของสีที่ลดลงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสมุนไพรได้



ภาพที่ 2.1 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ภาพจาก (Teixeira et al., 2013)

โดยขั้นตอนก่อนการวัดค่าการดูดกลืนแสง ต้องตั้งทิ้งไว้ที่มีดเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารอนุมูลอิสระ (DPPH•) และสารตัวอย่างที่ยับยั้งสารอนุมูลอิสระ (สารทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอน) ดังสมการ



การคำนวณสีที่จางลงของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ดังนี้

$$\text{DPPH radical scavenging (\%)} = [(A_0 - A_s) / A_0] \times 100 \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ A_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงตั้งต้น

A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่าง

และต้องมีการทำปฏิกิริยากับสารอื่นก่อนถึงจะเกิดเป็นอนุมูลอิสระ

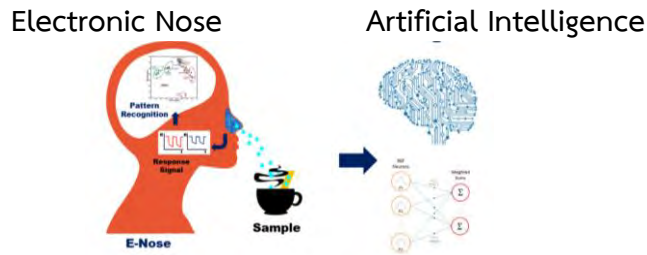
2.4 เทคโนโลยีจมูกอิเล็กทรอนิกส์

หลักการทำงานของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose)

จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อตรวจจับ วิเคราะห์ และจำแนกกลิ่นโดยอาศัยหลักการเลียนแบบการทำงานของระบบรับกลิ่นในมนุษย์ อุปกรณ์นี้แปลงข้อมูลกลิ่นให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัล ทำให้สามารถประมวลผล วิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งจำแนกประเภทของกลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบหลักของจมูกอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย:

ชุดเซ็นเซอร์อะเรย์ (Sensor Array) ซึ่งประกอบด้วยเซ็นเซอร์หลายชนิดที่ไวต่อสารประกอบระเหยง่าย (Volatile Compounds) เฉพาะตัว แต่ละเซ็นเซอร์สามารถตอบสนองต่อโมเลกุลกลิ่นด้วยการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้า เช่น ความต้านทานไฟฟ้า คล้ายกับการทำงานของตัวรับกลิ่น (Olfactory Receptors) ในจมูกมนุษย์ ระบบแปลงสัญญาณ (Analog-to-Digital Converter; ADC) ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกจากเซ็นเซอร์ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล หน่วยประมวลผลสัญญาณ ที่ใช้เทคนิคการประมวลผลสัญญาณขั้นสูง ร่วมกับอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ (AI) และวิธีการทางสถิติ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) เพื่อสกัดคุณลักษณะของกลิ่น (Feature Extraction) และจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ด้วยความสามารถเหล่านี้ จมูกอิเล็กทรอนิกส์จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขา ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร การตรวจสอบมลพิษทางอากาศและสิ่งแวดล้อม งานวิจัยทางการแพทย์และเภสัชกรรม เช่น การวิเคราะห์กลิ่นจากตัวอย่างชีวภาพ (Biological Samples) จมูกอิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบตรวจวัดที่มีความแม่นยำสูงและสามารถทำงานแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4 หลักการทำงานของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์เกี่ยวกับกลไกการรับกลิ่นของมนุษย์



ภาพที่ 5 แสดงการจัดการทดลองวัดกลิ่นตัวอย่างด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กลิ่นกายเฉพาะตัวของผู้สูงอายุ หรือที่เรียกว่า "aging-related body odor" เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและความมั่นใจของผู้สูงอายุ ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดกลิ่นนี้คือสารเคมีที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของผิวหนังและไขมัน โดยเฉพาะสารประกอบ 2-Nonenal ซึ่งเพิ่มขึ้นตามอายุและส่งกลิ่นเฉพาะตัวที่หลายคนมองว่าไม่พึงประสงค์ งานวิจัยของ Haze และคณะ (Haze et al., 2001) ชี้ให้เห็นว่า 2-Nonenal เป็นสารหลักที่เกิดจากการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-7 ที่อยู่ในไขมันผิวหนัง สารนี้มีลักษณะเป็นอัลดีไฮด์ที่ระเหยง่ายและมีกลิ่นมันหืนและเขียว ซึ่งพบมากขึ้นในผิวของผู้ที่มีอายุเกิน 40 ปีขึ้นไป โดยสารนี้จะสะสมบริเวณที่มีต่อมไขมันหนาแน่น เช่น หลังใบหูและท้ายทอย

แนวทางการกำจัดกลิ่นกายเฉพาะตัวของผู้สูงอายุ

แนวทางการกำจัดกลิ่นกายเฉพาะตัวของผู้สูงอายุสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารดูดซับและสารออกซิไดซ์ ได้มีการศึกษาและทดสอบสารดูดซับกลิ่น เช่น cyclodextrin และ zinc oxide ซึ่งสามารถจับและลดความเข้มข้นของ 2-Nonenal ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Yang et al., 2022) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันจากสารสกัดจากชาเขียว พลูควา และมะขามป้อม ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยลดการเกิด lipid peroxidation ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิด 2-Nonenal บนผิวหนังได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังงานวิจัยพบว่าการรับประทานสารสกัดจากเห็ดแชมปิยอง วันละ 50–1000 มก. ต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ช่วยลดกลิ่นปาก กลิ่นตัว และกลิ่นอูจจาระในผู้สูงอายุ โดยไม่มีผลข้างเคียงร้ายแรง (Nishihira et al., 2015) สารสกัดจากมะเขือยาวก็ได้มีการศึกษามาแล้วว่า มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดการเกิด 2-nonenal โดยการลดการออกซิเดชันของไขมันในผิวหนัง และมีสาร N-trans-feruloylputrescine ที่ช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นเฉพาะตัวของผู้สูงอายุ (Kim et al., 2025) นอกจากสารสกัดต่าง ๆ แล้วเทคโนโลยีเอนไซม์มีเข้ามามีบทบาท เช่น การศึกษาการใช้เอนไซม์ lipoxygenase inhibitors เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของ 2-Nonenal ให้กลายเป็นสารที่ไม่มีหรือมีกลิ่นน้อยลง ซึ่งเป็นแนวทางที่มีความเฉพาะเจาะจงและเป็นมิตรต่อผิว งานวิจัยโดย Gardner และ Hamberg ได้อธิบายการเกิด 4-hydroxy-2-nonenal (HNE) จาก nonenal ผ่านเอนไซม์ (3Z-alkenal oxygenase และ

hydroperoxide-dependent epoxigenase ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในงาน เทคโนโลยีลดกลิ่นเฉพาะตัว (aged body odor) หรือการปรับปรุงสูตร skincare products (Gardner & Hamberg, 1993) การปรับสมดุลผิวและค่า pH การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยปรับค่า pH ของผิวให้อยู่ในช่วงกรดอ่อน สามารถช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อกลิ่น และลดการเกิดอนุมูลอิสระ

โดยสรุปกลิ่นกายเฉพาะตัวของผู้สูงอายุเกิดจากการเพิ่มขึ้นของสาร 2-Nonenal ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการออกซิเดชันของไขมันผิวหนัง การกำจัดกลิ่นนี้สามารถทำได้โดยการใช้สารดูดซับสารประกอบก่อกลิ่น สารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน การใช้เอนไซม์เพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสาร และการปรับสมดุลค่า pH ของผิว การวิจัยเพิ่มเติมในด้านนี้ยังคงจำเป็นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ (apparatus)

- 1) เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์
- 2) เครื่องชั่งไฟฟ้า
- 3) เครื่องหมุนเหวี่ยง
- 4) เตาไฟฟ้า
- 5) เตาอบไฟฟ้า
- 6) เครื่องสกัดด้วยเทคนิคไมโครเวฟ

3.2 สารเคมี (reagents) และวัตถุดิบ (raw materials)

- 1) Nitric acid (HNO_3 70%w/w), MERCK
- 2) Hydrochloric acid (HCl , 37%w/w) MERCK
- 3) Hydrogen peroxide (H_2O_2 , 30%w/w) MERCK
- 4) Gallic acid (MW.= 188.14)
- 5) Sodium carbonate (Na_2CO_3 , MW.=105.99 g/mol) AR grade, MERCK
- 6) สารละลายมาตรฐาน เกรด ICP, Agilent
- 7) Folin & Ciocalteu's phenol reagent
- 8) 2,2-ไดฟีนิล-1-พิกริลไฮดราซิล, (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl,) (DPPH) บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3 วิธีการทดลอง (methodology)

3.3.1 การเตรียมสารสกัด

ตัวอย่างสมุนไพรทั้งหมดทำการล้างด้วยน้ำสะอาด รอให้แห้ง หั่นในกรณีที่เป็นผลเป็น 1/2 หรือ 1/4 แล้วแต่ความเหมาะสม หลังจากนั้นทำการสกัดด้วยการสกัดด้วยเทคนิคไมโครเวฟ (Microwave-assisted extraction) กำลังไฟที่ใช้สกัด 500-1000 w เป็นเวลา 30 นาที อุณหภูมิ $\leq 91^\circ\text{C}$ เก็บตัวอย่างสารสกัดไฮโดรโซลที่ได้ทุก ๆ 5 นาทีเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที ปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้รับผ่านกระบวนการกรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 4 ขนาด 110 มิลลิเมตร โดยการเตรียมตัวอย่างก่อนเข้าเครื่องสกัดของตัวอย่างสมุนไพรแต่ละชนิดแสดงดังตารางที่ 1-3

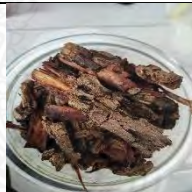
ตารางที่ 1 ตัวอย่างสมุนไพรประเภทเมล็ด ดอก รก ผล

กลุ่มที่ 1 เมล็ด ดอก รก ผล			
มะขามป้อม			
จันทน์เทศ (รก)			
จันทน์เทศ (ผล)			
จันทน์เทศ (เมล็ด)			
กระท้อน			
มังคุด			
หมากค้อ			

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสมุนไพรประเภทเมล็ด ดอก รก ผล (ต่อ)

กลุ่มที่ 1 เมล็ด ดอก รก ผล			
ทับทิม			
หมาก			
มะแว้ว			

ตารางที่ 2 ตัวอย่างสมุนไพรประเภทเปลือก

กลุ่มที่ 2 เปลือก			
แค			
พะยอม			
ซึก			

ตารางที่ 3 ตัวอย่างสมุนไพรประเภทใบ ต้น

กลุ่มที่ 3 ใบ ต้น		
การบูร		
คุณ		
จิก		

3.3.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Folin-Ciocalteu method)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent (FCR) โดยดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานของ ISO14502-1 (Determination of substances characteristic of green and black tea part 1: content of total polyphenols in tea-colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent) ขั้นตอนการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วย 96-well microplate Folin-Ciocalteu ดังนี้

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานและสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

1.1 เตรียมสารมาตรฐาน Folin-Ciocalteu reagent ในอัตราส่วน 10% v/v (Folin-Ciocalteu reagent : น้ำกลั่น)

1.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) ในช่วงความเข้มข้น 10-200 มิลลิกรัม/ลิตร

1.3 เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 100 กรัม/ลิตร (10% w/v)

1.4 เตรียมสารละลายแบล็ก โดยใช้ น้ำปราศจากไอออนแทนสารสกัด

2. การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดลอง

2.1 เตรียมสารสกัดไฮโดรโซลของสมุนไพรที่ผ่านการกรองแล้วโดยทำการเจือจางให้เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

2.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกเตรียมไว้แล้วในข้อ 1.2 หรือสารตัวอย่างของสารสกัดไฮโดรโซลปริมาตร 25 ไมโครลิตร ลงในงานหลุม 96 หลุม (flat-bottom 96-well microplate)

2.3 เติมสารมาตรฐาน Folin-Ciocalteu reagent ที่เตรียมไว้แล้วในข้อ 1.1 ปริมาตร 125 ไมโครลิตร

2.4 ผสมสารละลายเข้าด้วยกัน

2.5 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่เตรียมไว้แล้วในข้อ 1.3 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมสารละลายเข้าด้วยกัน

2.6 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.7 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ nano drop spectrophotometer

2.8 สร้างกราฟมาตรฐาน จากสารละลายกรดแกลลิกในช่วงความเข้มข้น 10-200 มิลลิกรัม/ลิตร

2.9 คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

2.10 รายงานผลเป็นหน่วย มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก (mg GAE/g Extract)

3.3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สำหรับสารสกัดไฮโดรโซลไดรียมสารอนุมูลอิสระ DPPH ความเข้มข้น 100 μM ในเอทานอล ปริมาตร 3.9 มิลลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารสกัดในเอทานอล ปริมาตร 0.2 มิลลิตร ทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (vertex mixer) เป็นเวลา 10 วินาที และตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 60 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer โดยใช้เมทานอลเป็นสารละลายแบล็ก

3.3.4 การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยวิธีการยับยั้งไนตริกออกไซด์ (NO Inhibition Assay)

1. การเพาะเลี้ยงเซลล์ (cell culture and treatment)

เซลล์แมคโครฟาจสายพันธุ์ J774A.1 ถูกเพาะเลี้ยงใน Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM) เสริมด้วย 10% fetal bovine serum (FBS), L-glutamine 2 mM, penicillin 100 U/mL และ streptomycin 100 $\mu\text{g/mL}$ ภายใต้สภาวะบ่มที่ประกอบด้วยอากาศ 95% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5% ในตู้บ่มที่มีความชื้นคงที่ ที่อุณหภูมิ 37 °C

หลังจากการเก็บเซลล์จากขวดเพาะเลี้ยง เซลล์ถูกนับจำนวนและประเมินความมีชีวิตโดยใช้ trypan blue exclusion method สำหรับการทดลอง เซลล์ถูกเพาะเลี้ยงให้ยึดเกาะกับพื้นผิว จากนั้นบ่มร่วมกับโปรตีนจากกระเทียมขนาดโมเลกุล 14 kDa ที่ความเข้มข้น 5–30 $\mu\text{g/mL}$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนกระตุ้นด้วย lipopolysaccharide (LPS; 1 $\mu\text{g/mL}$, serotype O111:B4) ต่ออีก 24 ชั่วโมง

2. การหาการเกิดไนตริกออกไซด์ (nitric oxide formation)

เซลล์แมคโครฟาจสายพันธุ์ J774A.1 ถูกบ่มร่วมกับโปรตีนจากกระเทียมขนาดโมเลกุล 14 kDa (ความเข้มข้น 5–30 $\mu\text{g/mL}$) ภายใต้สภาวะที่มีหรือไม่มี lipopolysaccharide (LPS; 1 $\mu\text{g/mL}$) เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณไนโตรเจนในสารละลายอาหารเลี้ยงเซลล์ ซึ่งใช้เป็นดัชนีชี้วัดการสังเคราะห์ nitric oxide (NO) ถูกตรวจวัดโดยวิธี Griess reagent assay โดยสรุป สารละลายเหนือผิวเซลล์ (supernatant) ในปริมาตรที่กำหนดถูกนำมาผสมกับสารละลาย Griess reagent ในปริมาตรที่เท่ากัน สารละลาย Griess reagent ประกอบด้วย sulfanilamide 1% w/v ละลายใน phosphoric acid 5% v/v และ N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride 0.1% w/v ส่วนผสมถูกบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Convergys EL reader ที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตร ความเข้มข้นของไนไตรต์ (mM) ถูกคำนวณโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่สร้างจากโซเดียมไนไตรต์ (NaNO_2)

3.3.5 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง

การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง (cytotoxicity test) ของสารสกัดและสบู์เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่ ทำการทดสอบความเป็นพิษตัวอย่างทดสอบต่อเซลล์ผิวหนังมนุษย์ชนิดเคราติโนไซต์ (HaCaT) ทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์โดยวิธี WST-1 assay

ความมีชีวิตของเซลล์ถูกประเมินโดยอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ของเอนไซม์ succinate dehydrogenase ซึ่งอยู่ในไมโทคอนเดรียของเซลล์ที่มีชีวิต เอนไซม์ดังกล่าวสามารถรีดิวซ์สาร WST-1 (tetrazolium salt) หรือ 4-[3-(4-iodophenyl)-2-(4-nitrophenyl)-2H-5-tetrazolio]-1,3-benzene sulfonate ให้เปลี่ยนเป็นสาร formazan ที่ละลายในน้ำ ปริมาณ formazan ที่เกิดขึ้นถูกวัดโดยตรงจากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยปริมาณของ formazan มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตในตัวอย่าง

2. การเตรียมตัวอย่างทดสอบและวิธีทดสอบ

2.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) ให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ คือ 0.78, 1.56, 3.125, 6.25, 12.5, 25.0, 50.0 และ 100% ด้วยวิธีเจือจางสองเท่า (2-fold dilution)

2.2 วิธีการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังชนิดเคราติโนไซต์

2.2.1 การเตรียมเซลล์

1) นำเซลล์เคราติโนไซต์ของมนุษย์สายพันธุ์ HaCaT มาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ DMEM ที่เสริมด้วยฟิtalโบลีนซีรัม (FBS) ร้อยละ 10 และเพนิซิลลิน-สเตรปโตมัยซิน (Penicillin-Streptomycin) ความเข้มข้น 1% ในภาวะปลอดเชื้อ

2) บ่มเซลล์ในตู้เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37°C และปริมาณแก๊ส CO₂ ร้อยละ 5 จนกระทั่งเซลล์มีความหนาแน่นที่เหมาะสม (ประมาณ 80% confluency)

3) นำเซลล์ที่เจริญเต็มที่มานับจำนวนโดยใช้เครื่องนับเซลล์ (hemocytometer) และปรับความเข้มข้นของเซลล์ให้ได้ประมาณ 5×10^3 เซลล์ต่อหลุม

4) ปิเปิดเซลล์ที่เตรียมไว้ลงในจานเพาะเลี้ยงแบบ 96 หลุม โดยเติมเซลล์ลงไปในแต่ละหลุมปริมาตร 100 μ L

5) บ่มเซลล์ในตู้เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้เซลล์ยึดติดกับพื้นผิวของหลุม

2.2.2 การบ่มร่วมกับสารทดสอบ

1) เตรียมสารทดสอบที่ต้องการประเมินในอาหารเลี้ยงเซลล์ DMEM ที่ปราศจาก FBS

2) เตรียมกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุมลบ: ใช้อาหารเลี้ยงเซลล์เพียงอย่างเดียว (ไม่มีสารทดสอบ)

กลุ่มควบคุมบวก: ใช้สาร sodium dodecyl sulfate (SDS) ที่ความเข้มข้น 0.1 μ g/mL

3) ทำการเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์เดิมออก และเติมสารละลายที่เตรียมไว้ลงในแต่ละหลุม ปริมาตร 100 μ L ต่อหลุม

4) นำจานเพาะเลี้ยงกลับไปบ่มในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ที่อุณหภูมิ 37°C และ CO₂ ร้อยละ 5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2.3 การประเมินความมีชีวิตของเซลล์ด้วย WST-1 Assay

1) เมื่อครบระยะเวลาการบ่ม นำจานเพาะเลี้ยงออกมา และทำการดูตุลสารละลายออกจากหลุมโดยใช้ปิเปต

2) ล้างเซลล์ด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS) ปริมาตร 100 µL ต่อหลุม จำนวน 2 ครั้ง

3) เติมสารละลาย WST-1 ปริมาตร 10 µL ลงในอาหารเลี้ยงเซลล์ 100 µL ในแต่ละหลุม

4) นำจานเพาะเลี้ยงกลับไปบ่มในตู้เพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะเดิมเป็นเวลา 30 นาที

5) นำจานเพาะเลี้ยงออกจากตู้ และทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง microplate reader

6) บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ และนำมาคำนวณอัตราร้อยละการรอดชีวิตของเซลล์ (cell viability) ดังนี้

$$\% \text{cell viability} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของเซลล์ในกลุ่มที่ได้รับการทดสอบ}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของเซลล์กลุ่มควบคุมลบ}} \times 100$$

3.3.6 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

วิธี disc diffusion method หรือ Kirby-Bauer method ถูกนำมาใช้ประเมินฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้สารตัวอย่าง หลักการของวิธีนี้อาศัยการแพร่กระจายของสารออกฤทธิ์จากแผ่นกระดาษกรอง (filter paper disc) ที่ได้ดูดซับสารสกัดไว้ แล้วนำไปวางบนผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดวุ้น (agar plate) ซึ่งได้ทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเป้าหมายให้กระจายทั่วพื้นผิวแล้วเมื่อสารสกัดมีฤทธิ์ต้านการเจริญของแบคทีเรีย จะเกิดบริเวณ inhibition zone รอบแผ่นกระดาษกรอง ลักษณะเป็นวงใสปราศจากการเจริญของจุลชีพ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone ถูกวัดและใช้เป็นตัวบ่งชี้เชิงปริมาณของประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัด

1. การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

1. เตรียมเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *C. acnes* โดยนำมาเลี้ยงใน tryptic soy broth (TSB) สำหรับ *S. aureus* และ reinforced clostridial medium (RCM) สำหรับ *C. acnes*

2. บ่มเชื้อ *S. aureus* ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง และ *C. acnes* ในภาวะ anaerobic ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 48–72 ชั่วโมง

3. ปรับความเข้มข้นของเชื้อให้ได้มาตรฐาน McFarland standard No.0.5 (ประมาณ 1.5×10^8 CFU/mL)

2. การเตรียมและทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วย Disc Diffusion method

1. เตรียม Müller-Hinton agar (MHA) สำหรับ *S. aureus* และ brain heart infusion (BHI) agar สำหรับ *C. acnes* แล้วเทลงในจานเพาะเชื้อ (Petri dish) และปล่อยให้แข็งตัว

2. ใช้สำลีก้านปลอดเชื้อป้ายเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้ให้ทั่วผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อ

3. นำแผ่นกระดาษกรองที่แช่สารสกัดในความเข้มข้นต่าง ๆ (เช่น 25, 50, 100 mg/mL) มาวางบนจานเพาะเชื้อ โดยใช้ปากคีบปราศจากเชื้อ (sterile forceps)
4. ใช้แผ่นกระดาษกรองที่แช่สารมาตรฐาน (เช่น chloramphenicol หรือ clindamycin สำหรับ *C. acnes*) เป็น positive control และใช้ DMSO 5%v/v หรือน้ำกลั่นปลอดเชื้อ เป็นกลุ่มควบคุมแบบลบ (negative control)
5. บ่มจานเพาะเชื้อ *S. aureus* ที่ 37°C เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง และ *C. acnes* ในภาวะ anaerobic ที่ 37°C เป็นเวลา 48–72 ชั่วโมง
6. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone (มิลลิเมตร) ด้วย Vernier caliper และบันทึกผล

3.3.7 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

1. เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS)

สภาวะที่ใช้ในการทดสอบ

GC-MS Profile SBSE (Stir Bar Sorptive Extraction) solution จาก GERSTEL

โหมดที่ใช้ Spitless mode

อุณหภูมิขาเข้า Inlet temp. PVT TDU 30-280°C

คอลัมน์ HP-5ms Ultra Inert (30m x 0.25mm, film thickness 0.25 μ m)

อัตราเร็วในการไหล He 2.5 mL/min (with splitter to ODP)

อุณหภูมิเริ่มต้น Oven initial temp. 40°C hold 2 min และ ramp to 180°C (rate 5°C /min) หลังจากนั้น ramp ถึง 280°C (rate 10°C /min) คงที่ 5 min (เวลาเดินเครื่องทั้งหมด 45 min)

2. การหาปริมาณสารประกอบแทนนิน

สภาวะที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ Instrument Scion LC6000 HPLC-DAD

คอลัมน์ Cosmosil 5C18-AR-II 4.6iD x 250mm, 5 μ m

Mobile phase A : 0.1 % formic acid ใน Ultrapure water

B : 0.1 % formic acid ใน Acetonitrile: Ultrapure water 50:50 (v/v)

โหมดที่ใช้ Gradient mode

อุณหภูมิของคอลัมน์ 30 องศาเซลเซียส

อัตราเร็วในการไหล 1 mL/min

ปริมาตรของตัวอย่าง 10 μ L

เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 15 นาที

ตัวตรวจวัด DAD

ความยาวคลื่น 280 nm

3.3.8 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่

1. การทดสอบปริมาณการลดลงของสารประกอบ 2-nonenal ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี

ทำการวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบ 2-nonenal ด้วยเทคนิค Gas Chromatography ที่ความเข้มข้นของสารสกัดที่พัฒนาแล้วที่แตกต่างกัน แล้วนำมาคำนวณหา %Deodorizing activity จากสูตร

$$\% \text{ Deodorizing activity} = (C-S)/C \times 100$$

C= ความเข้มข้นของ control โดยใช้ 2-nonenal เป็นสารมาตรฐานเมื่อไม่มีสารสกัดที่พัฒนาขึ้น

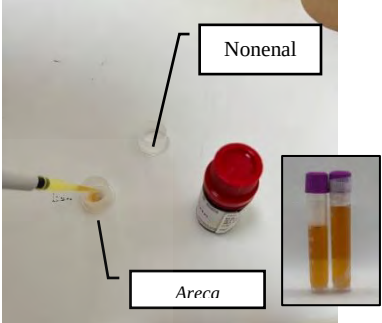
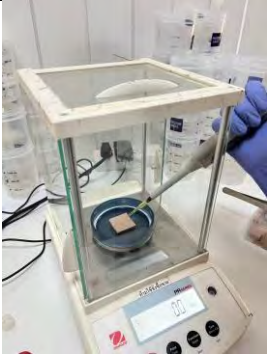
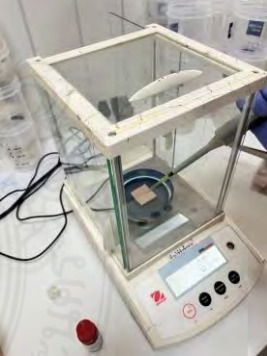
S= ความเข้มข้นของ 2-nonenal เมื่ออยู่ในสารสกัดที่พัฒนาขึ้น

2. การทดสอบปริมาณการลดลงของสารประกอบ 2-nonenal ด้วยเทคนิค electronic nose การเตรียมตัวอย่างผิวหนังเทียมเพื่อทำการทดสอบ

ตารางที่ 4 ภาพประกอบการทดสอบประสิทธิภาพของการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วยเทคนิค electronic nose

ตัวอย่างการวิเคราะห์	ภาพประกอบ
1. ตัวอย่างผิวหนังเทียมขนาด 3*3 cm ²	
2. สารสกัด <i>Areca catechu</i>	
3. Trans-2-Nonenal	
4. Electronic nose	
5. Air zero gas	

ตารางที่ 5 ภาพประกอบการทดสอบประสิทธิภาพของการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วยเทคนิค electronic nose (ต่อ)

ตัวอย่างการวิเคราะห์	ภาพประกอบ
6. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหมากต่อการกำจัดกลิ่น	
การหารูปแบบกลิ่นของสารสกัด <i>Areca catechu</i> - หยด 2 mg ของสารสกัด <i>Areca catechu</i> บนผิวหนังเทียม - ตรวจวัดสัญญาณด้วย e-nose	
การหารูปแบบกลิ่นของสารประกอบ 2-nonenal - หยด 2 mg ของ nonenal compound บนผิวหนังเทียม - ตรวจวัดสัญญาณด้วย e-nose	
การทดสอบประสิทธิภาพของการกำจัดกลิ่นของสารสกัด <i>Areca catechu</i> - หยด 2 mg ของสารสกัด <i>Areca catechu</i> บนผิวหนังเทียม - หยด 2 mg ของ nonenal compound บนผิวหนังเทียมที่จุดเดิม - ตรวจวัดสัญญาณด้วย e-nose ที่ 0, 10, 30, 60, 90, และ 120 นาทีตามลำดับ	

เครื่องจุ่มอิเล็กทรอนิกส์จะตอบสนองต่อกลิ้น และแปลผลของกลืนนั้นออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 2 วิธีดังนี้

1. อัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์รายหัวต่อกลิ้นของสถานที่นั้น ๆ (Sensor response)
2. การวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณลักษณะของกลืนแต่ละสถานที่ด้วยวิธี Principal component analysis (PCA)
3. การวิเคราะห์ความเหมือนของคุณลักษณะกลืนแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Hierarchical Cluster Analysis (HCA)

โดยทั่วไปแล้วการทดสอบอัตราการตอบสนองของเซนเซอร์แต่ละหัว จะใช้ผลต่างของความต้านทานของเซนเซอร์แต่ละหัวที่ทำปฏิกิริยากับกลืนและความต้านทานของเซนเซอร์ในสภาวะอากาศบริสุทธิ์ ตามสมการที่ 1

$$R_{\%change} = \frac{(R_0 - R)}{R_0} \times 100 \quad \dots(1)$$

โดยที่ $R_{\%change}$ คือ อัตราการตอบสนองของเซนเซอร์
 R_0 คือ ค่าความต้านทานของเซนเซอร์ขณะวัดกลืน reference
 R คือ ค่าความต้านทานของเซนเซอร์ขณะวัดกลืน sample

ในการทดลองจะใช้ค่า R_0 ที่วัดได้จากอากาศบริสุทธิ์ที่บรรจุอยู่ภายในถึง air zero grade และใช้ค่า R ที่วัดได้จากแหล่งกำเนิดกลืนโดยใช้อัตราการตอบสนองของแก๊สเซนเซอร์มีค่าสูง แปลว่าตัวอย่างนั้นมีกลืนแรง

ตารางที่ 6 แสดงการตอบสนองต่อกลุ่มสารของเซนเซอร์แต่ละชนิด

Sensor number	Target gas of sensor
S1	Reducing gases
S2	Air contaminant 2
S3	Oxidizing vapor
S4	Methyl mercaptan and trimethyl amine
S5	Ammonia
S6	LP gas
S7	Alcohol, solvent vapor
S8	Methane

3.3.9 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่

1) การเลือกวัตถุดิบหลักและสารออกฤทธิ์

คัดเลือกสารสกัดสมุนไพรที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดกลิ่นคนแก่

2) ขั้นตอนการเตรียมสบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่ (anti-aging liquid soap)

การพัฒนาสูตรสบู่เหลวที่ใช้จะเป็นสูตรที่ปราศจากก่อการระคายเคืองผิวหนัง เช่น สารประกอบซิลิเกต สารกันเสียแบบอ่อนโยนปราศจากพาราเบน และสารเคมีรุนแรงอื่น ๆ เป็นส่วนผสม

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 สารสกัดไฮโดรโซลของสมุนไพร

ตัวอย่างพืชสมุนไพรไทยที่นำมาสกัดในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ โดยมุ่งเน้นสรรพคุณตามศาสตร์การแพทย์แผนไทยที่เกี่ยวข้องกับโรคผิวหนัง และมีรสฝาด ซึ่งตามหลักการแพทย์แผนไทยนี้รสฝาดมีฤทธิ์สมาน ซึ่งสอดคล้องกับทางวิทยาศาสตร์เคมีคือสารที่ให้ความฝาด ได้แก่ แทนนิน มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อต้านอนุมูลอิสระและยังสามารถกำจัดกลิ่นได้ดีอีกด้วย

4.1.1 กลุ่มที่ 1 เมล็ด ดอก รก ผล

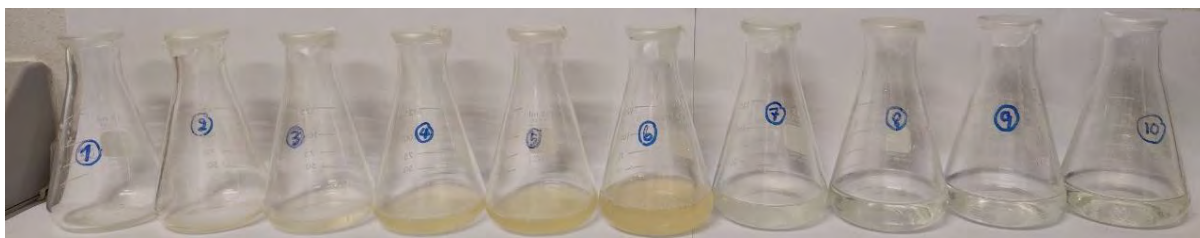
กลุ่มที่ 1 ลูกกระพอน ลูกจันทน์เทศ มะขามป้อม มะแว้ว มังคุด หนามค้อ หนาม ห้วปลี มะขามป้อม

ตารางที่ 7 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของมะขามป้อม

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	24 – 26	500	0.00	-
1	5.01-10.00	26 – 32	500	0.70	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
2	10.01- 13.00	32 – 38	500	3.44	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
3	13.01-16.00	38 – 44	500	11.94	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
4	16.01-19.00	44 – 51	500	15.83	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
5	19.01-21.00	51 – 59	500 – 800	12.86	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
6	21.01-23.00	59 – 87	800	31.14	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
7	23.01-25.00	87 – 88	800	27.01	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
8	25.01-27.00	88 – 89	1000	34.31	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
9	27.01-29.00	89	1000	34.81	ของเหลวใสไม่มีสี
10	29.00- 40.00	89 – 67	1000 – 0	31.66	ของเหลวใสไม่มีสี



ภาพที่ 6 การสกัดมะขามป้อม



ภาพที่ 7 สารสกัดมะขามป้อมที่เวลาต่าง ๆ กัน

จันทน์เทศ (ผล)

ตารางที่ 8 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของจันทน์เทศ (ผล)

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสารสกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	23 – 26	500	0.00	-
1	5.01-10.00	26 – 28	500	0.20	ของเหลวสีส้ม
2	10.01- 13.00	28 – 33	500	4.71	ของเหลวสีส้ม
3	13.01-16.00	33 – 37	500	14.72	ของเหลวสีส้ม
4	16.01-19.00	37 – 44	500	13.07	ของเหลวสีส้ม
5	19.01-21.00	44 – 52	500 – 800	10.59	ของเหลวสีส้ม
6	21.01-23.00	52 – 61	800	24.41	ของเหลวสีส้ม
7	23.01-25.00	61 – 88	800	28.62	ของเหลวสีส้ม
8	25.01-27.00	88 – 89	1000	34.79	ของเหลวใสไม่มีสี
9	27.01-29.00	89	1000	32.97	ของเหลวใสไม่มีสี
10	29.00- 40.00	89 – 66	1000 – 0	36.10	ของเหลวใสไม่มีสี



ภาพที่ 8 การสกัดจันทน์เทศ (ผล)



ภาพที่ 9 สารสกัดจันทน์เทศ (ผล) ที่เวลาต่าง ๆ กัน

กระท้อน

ตารางที่ 9 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของกระท้อน

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสารสกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	25 – 29	500	0.00	ของเหลวสีส้ม
1	5.01-10.00	29– 34	500	0.06	ของเหลวสีส้ม
2	10.01- 13.00	34 – 39	500	1.76	ของเหลวสีส้ม
3	13.01-16.00	39 – 45	500	12.1	ของเหลวสีส้ม
4	16.01-19.00	45 – 51	500	11.42	ของเหลวสีส้ม
5	19.01-21.00	51 – 60	500 – 800	11.66	ของเหลวสีส้ม
6	21.01-23.00	60 – 87	800	30.04	ของเหลวสีส้ม
7	23.01-25.00	87 – 88	800	37.70	ของเหลวสีส้ม
8	25.01-27.00	88 – 89	1000	38.19	ของเหลวสีส้ม
9	27.01-29.00	89	1000	38.15	ของเหลวสีส้ม
10	29.00- 30.00	89 – 90	1000	19.14	ของเหลวสีส้ม
11	30.01-50.00	90 – 66	1000 – 0	178.66	ของเหลวใสไม่มีสี



ภาพที่ 10 การสกัดกระท้อน



ภาพที่ 11 สารสกัดกระท้อนที่เวลาต่าง ๆ กัน

มังคุด

ตารางที่ 10 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของมังคุด

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	26 – 28	500	0.00	-
1	5.01-10.00	28 – 37	500	0.30	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
2	10.01- 13.00	37 – 44	500	3.57	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
3	13.01-16.00	44 – 53	500	9.50	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
4	16.01-19.00	53 – 64	500	8.80	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
5	19.01-21.00	64 – 86	500 – 800	11.64	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
6	21.01-23.00	86 – 89	800	27.09	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
7	23.01-25.00	89	800	29.50	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
8	25.01-27.00	89	1000	33.68	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
9	27.01-29.00	89	1000	31.93	ของเหลวขุ่นสีเหลือง
10	29.00- 40.00	89 – 66	1000 – 0	32.31	ของเหลวขุ่นสีเหลือง



ภาพที่ 12 การสกัดมังคุด



ภาพที่ 13 สารสกัดมังคุดที่เวลาต่าง ๆ กัน

หมากคั่ว

ตารางที่ 11 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของหมากคั่ว

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาทีก)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสารสกัด (กรัม)	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	23 – 28	500	0.19	-
1	5.01-10.00	28 – 36	500	8.42	ของเหลวสีส้ม
2	10.01- 13.00	36 – 41	500	16.07	ของเหลวสีส้ม
3	13.01-16.00	41 – 47	500	20.31	ของเหลวสีส้ม
4	16.01-19.00	47 – 55	500	23.92	ของเหลวสีส้ม
5	19.01-21.00	55 – 83	500 – 800	28.36	ของเหลวสีส้ม
6	21.01-23.00	83 – 88	800	33.54	ของเหลวสีส้ม
7	23.01-25.00	88 – 89	800	33.26	ของเหลวสีส้ม
8	25.01-27.00	89	1000	47.46	ของเหลวใสสีส้ม
9	27.01-29.00	89	1000	23.79	ของเหลวใสสีส้ม
10	29.00- 40.00	89 – 66	1000 – 0	28.11	ของเหลวใสไม่มีสี



ภาพที่ 14 การสกัดหมากคั่ว



ภาพที่ 15 สารสกัดหมากคั่วที่เวลาต่าง ๆ กัน

ทับทิม

ตารางที่ 12 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของทับทิม

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	22 – 24	500	0.00	-
1	5.01-10.00	24 – 36	500	4.66	ของเหลวใสสีเหลือง
2	10.01- 13.00	36 – 47	500	15.32	ของเหลวใสสีเหลือง
3	13.01-16.00	47 – 61	500	13.74	ของเหลวใสสีเหลือง
4	16.01-19.00	61 – 83	500	17.95	ของเหลวใสสีเหลือง
5	19.01-21.00	83 – 87	500 – 800	21.28	ของเหลวใสสีเหลือง
6	21.01-23.00	87 – 88	800	27.73	ของเหลวใสสีเหลือง
7	23.01-25.00	88	800	28.24	ของเหลวใสสีเหลือง
8	25.01-27.00	88 – 89	1000	44.79	ของเหลวใสไม่มีสี
9	27.01-29.00	89	1000	22.50	ของเหลวใสไม่มีสี
10	29.00- 40.00	89 – 63	1000 – 0	27.22	ของเหลวใสไม่มีสี



ภาพที่ 16 การสกัดทับทิม



ภาพที่ 17 สารสกัดทับทิมที่เวลาต่าง ๆ กัน

หมาก

ตารางที่ 13 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของหมาก

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	22 – 24	500	0.00	-
1	5.01-10.00	24 – 29	500	0.00	-
2	10.01- 13.00	29 – 36	500	3.49	ของเหลวสีน้ำตาล
3	13.01-16.00	36 – 44	500	11.54	ของเหลวสีน้ำตาล
4	16.01-19.00	44 – 57	500	15.09	ของเหลวสีน้ำตาล
5	19.01-21.00	57 – 61	500 – 800	13.19	ของเหลวสีน้ำตาล
6	21.01-23.00	67 – 87	800	23.10	ของเหลวสีน้ำตาล
7	23.01-25.00	87 – 88	800	27.75	ของเหลวสีน้ำตาล
8	25.01-27.00	88	1000	33.58	ของเหลวสีน้ำตาล
9	27.01-29.00	88 – 89	1000	33.22	ของเหลวสีน้ำตาล
10	29.00- 40.00	89 – 65	1000 – 0	33.57	ของเหลวใสไม่มีสี



ภาพที่ 18 การสกัดหมาก



ภาพที่ 19 สารหมากที่เวลาต่าง ๆ กัน

มะม่วง

ตารางที่ 14 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของมะม่วง

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	24 – 25	500	0.00	-
1	5.01-10.00	25 – 31	500	1.68	ของเหลวข้นสีเหลือง
2	10.01- 13.00	31 – 36	500	2.47	ของเหลวข้นสีเหลือง
3	13.01-16.00	36 – 43	500	6.2	ของเหลวข้นสีเหลือง
4	16.01-19.00	43 – 52	500	13.45	ของเหลวข้นสีเหลือง
5	19.01-21.00	52 – 63	500 – 800	7.12	ของเหลวข้นสีเหลือง
6	21.01-23.00	63 – 88	800	18.06	ของเหลวข้นสีเหลือง
7	23.01-25.00	88	800	25.21	ของเหลวข้นสีเหลือง
8	25.01-27.00	88 – 89	1000	32.27	ของเหลวข้นสีเหลือง
9	27.01-29.00	89	1000	31.43	ของเหลวข้นสีเหลือง
10	29.00- 40.00	89 – 69	1000 – 0	23.28	ของเหลวข้นสีเหลือง



ภาพที่ 21 การสกัดมะม่วง



ภาพที่ 20 สารสกัดมะม่วงที่เวลาต่าง ๆ กัน

จันทน์เทศ (รก)

ตารางที่ 15 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของจันทน์เทศ (รก)

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	23 – 25	500	0.00	-
1	5.01-10.00	25 – 32	500	0.00	-
2	10.01- 13.00	32 – 39	500	0.00	-
3	13.01-16.00	39 – 47	500	11.39	ของเหลวขุ่นสีส้ม
4	16.01-19.00	47 – 59	500	12.82	ของเหลวขุ่นสีส้ม
5	19.01-21.00	59 – 86	500 – 800	17.39	ของเหลวขุ่นสีส้มมีน้ำมันผสม
6	21.01-23.00	86 – 88	800	29.05	ของเหลวขุ่นสีส้มมีน้ำมันผสม
7	23.01-25.00	88	800	27.1	ของเหลวขุ่นสีส้มมีน้ำมันผสม
8	25.01-27.00	88 – 89	1000	35.92	ของเหลวขุ่นสีส้มมีน้ำมันผสม
9	27.01-29.00	89	1000	28.56	ของเหลวขุ่นสีส้มมีน้ำมันผสม
10	29.00- 40.00	89 – 64	1000 – 0	27.98	ของเหลวขุ่นสีส้มมีน้ำมันผสม



ภาพที่ 22 การสกัดจันทน์เทศ (รก)



ภาพที่ 23 สารสกัดจันทน์เทศ (รก) ที่เวลาต่าง ๆ กัน

หัวปลี

ตารางที่ 16 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของหัวปลี

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสารสกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	25 – 27	500	0.00	-
1	5.01-10.00	27 – 35	500	1.00	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
2	10.01- 13.00	35 – 42	500	4.51	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
3	13.01-16.00	42 – 49	500	9.71	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
4	16.01-19.00	49 – 57	500	10.44	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
5	19.01-21.00	57 – 67	500 – 800	10.30	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
6	21.01-23.00	67 – 88	800	26.12	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
7	23.01-25.00	88 – 89	800	32.72	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
8	25.01-27.00	89	1000	35.00	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
9	27.01-29.00	89	1000	36.10	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล
10	29.00- 40.00	89 – 69	1000 – 0	30.44	ของเหลวขุ่นสีน้ำตาล



ภาพที่ 24 การสกัดหัวปลี



ภาพที่ 25 สารสกัดหัวปลีที่เวลาต่าง ๆ กัน

4.1.2 กลุ่มที่ 2 เปลือก ไม้ แก่ เปลือกแค เปลือกพะยอม และเปลือกซีก

แค

ตารางที่ 17 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของแค

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	20 – 23	500	0.00	-
1	5.01-10.00	23 – 28	500	0.57	ของเหลวสีน้ำตาล
2	10.01- 13.00	28 – 31	500	1.26	ของเหลวสีน้ำตาล
3	13.01-16.00	31 – 35	500	1.09	ของเหลวสีน้ำตาล
4	16.01-19.00	35 – 39	500	3.2	ของเหลวสีน้ำตาล
5	19.01-21.00	39 – 43	500 – 800	3.69	ของเหลวสีน้ำตาล
6	21.01-23.00	43 – 54	800	16.4	ของเหลวสีน้ำตาล
7	23.01-25.00	54 – 87	800	30.05	ของเหลวสีน้ำตาล
8	25.01-27.00	87	1000	31.72	ของเหลวสีน้ำตาล
9	27.01-29.00	87	1000	33.29	ของเหลวสีเหลือง
10	29.00- 40.00	87 – 64	1000 – 0	20.66	ของเหลวสีเหลือง



ภาพที่ 26 การสกัดแค



ภาพที่ 27 สารสกัดแคที่เวลาต่าง ๆ กัน

พะยอม

ตารางที่ 18 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของพะยอม

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	24 – 26	500	0.00	-
1	5.01-10.00	26 – 33	500	0.53	ของเหลวใสสีส้ม
2	10.01- 13.00	33 – 40	500	6.91	ของเหลวใสสีส้ม
3	13.01-16.00	40 – 46	500	11.39	ของเหลวใสสีส้ม
4	16.01-19.00	46 – 56	500	12.82	ของเหลวใสสีส้ม
5	19.01-21.00	56 – 86	500 – 800	17.39	ของเหลวใสสีส้ม
6	21.01-23.00	86 – 88	800	29.05	ของเหลวใสสีส้ม
7	23.01-25.00	88 – 89	800	27.1	ของเหลวใสสีส้ม
8	25.01-27.00	89	1000	35.92	ของเหลวใสสีส้ม
9	27.01-29.00	89	1000	28.56	ของเหลวใสสีส้ม
10	29.00- 40.00	89 – 62	1000 – 0	27.98	ของเหลวใสสีส้ม



ภาพที่ 28 การสกัดพะยอม



ภาพที่ 29 สารสกัดพะยอมที่เวลาต่าง ๆ กัน

ซีก

ตารางที่ 19 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของซีก

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	22 – 28	500	0.95	ของเหลวสีน้ำตาล
1	5.01-10.00	28 – 37	500	1.51	ของเหลวสีน้ำตาล
2	10.01- 13.00	37 – 47	500	7.32	ของเหลวสีน้ำตาล
3	13.01-16.00	47 – 56	500	8.12	ของเหลวสีน้ำตาล
4	16.01-19.00	56 – 86	500	18.95	ของเหลวสีน้ำตาล
5	19.01-21.00	86 – 88	500 – 800	22.89	ของเหลวสีส้ม
6	21.01-23.00	88 – 89	800	20.70	ของเหลวใสสีเหลือง
7	23.01-25.00	89	800	26.48	ของเหลวใสสีเหลือง
8	25.01-27.00	89	1000	30.32	ของเหลวใสสีเหลือง
9	27.01-29.00	89	1000	29.93	ของเหลวใสสีเหลือง
10	29.00- 40.00	89 – 63	1000 – 0	23.54	ของเหลวใสสีเหลือง



ภาพที่ 30 การสกัดซีก



ภาพที่ 31 สารสกัดซีกที่เวลาต่าง ๆ กัน

ลูกจันทน์เทศ (เมล็ด)

ตารางที่ 20 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของลูกจันทน์เทศ (เมล็ด)

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	24 – 27	500	0.00	ของเหลวใสไม่มีสี
1	5.01-10.00	27 – 35	500	7.85	ของเหลวใสไม่มีสี
2	10.01- 13.00	35 – 44	500	12.7	ของเหลวใสไม่มีสี
3	13.01-16.00	44 – 54	500	11.92	ของเหลวใสไม่มีสี
4	16.01-19.00	54 – 66	500	11.6	ของเหลวใสไม่มีสี
5	19.01-21.00	66 – 82	500 – 800	11.94	ของเหลวใสไม่มีสี
6	21.01-23.00	82 – 88	800	20.61	ของเหลวใสไม่มีสี
7	23.01-25.00	88 – 89	800	20.65	ของเหลวใสไม่มีสี
8	25.01-27.00	89	1000	18.57	ของเหลวสีเหลืองมี น้ำมันผสม
9	27.01-29.00	89	1000	21.14	ของเหลวสีเหลืองมี น้ำมันผสม
10	29.00- 40.00	89 – 67	1000 – 0	23.67	ของเหลวสีน้ำตาลมี น้ำมันผสม มีกลิ่นไหม้



ภาพที่ 32 การสกัดลูกจันทน์เทศ (เมล็ด)



ภาพที่ 33 สารสกัดลูกจันทน์เทศ (เมล็ด) ที่เวลาต่าง ๆ กัน

4.1.3 กลุ่มที่ 3 ใบ ตัน ได้แก่ ใบการบูร ใบคุณ และใบจิก

การบูร

ตารางที่ 21 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของการบูร

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	24 – 28	500	0.00	-
1	5.01-10.00	28 – 39	500	0.76	ของเหลวใสสีเหลือง
2	10.01- 13.00	39 – 51	500	4.69	ของเหลวใสสีเหลือง
3	13.01-16.00	51 – 83	500	9.63	ของเหลวใสสีเหลือง
4	16.01-19.00	83 – 88	500	16.92	ของเหลวใสสีเหลืองมี น้ำมันผสม
5	19.01-21.00	88 – 89	500 – 800	20.32	ของเหลวใสสีเหลืองมี น้ำมันผสม
6	21.01-23.00	89	800	23.5	ของเหลวใสสีเหลืองมี น้ำมันผสม
7	23.01-25.00	89	800	24.71	ของเหลวขุ่นสีเหลืองมี น้ำมันผสม
8	25.01-27.00	89 – 90	1000	30.47	ของเหลวขุ่นสีเหลืองมี น้ำมันผสม
9	27.01-29.00	90	1000	30.81	ของเหลวขุ่นสีเหลืองมี น้ำมันผสม
10	29.00- 40.00	90 – 58	1000 – 0	16.83	ของเหลวขุ่นสีเหลืองมี น้ำมันผสม



ภาพที่ 34 การสกัดการบูร



ภาพที่ 35 สารสกัดการบ่มที่เวลาต่าง ๆ กัน

คุณ
ตารางที่ 22 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของคุณ

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสาร สกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	25 – 29	500	0.00	-
1	5.01-10.00	29 – 39	500	0.28	ของเหลวใสสีเหลือง
2	10.01- 13.00	39 – 53	500	5.82	ของเหลวใสสีเหลือง
3	13.01-16.00	53 – 81	500	9.75	ของเหลวใสสีเหลือง
4	16.01-19.00	81 – 88	500	17.48	ของเหลวใสสีเหลือง
5	19.01-21.00	88	500 – 800	18.21	ของเหลวใสสีเหลือง
6	21.01-23.00	88 – 89	800	27.25	ของเหลวใสสีเหลือง
7	23.01-25.00	89	800	28.22	ของเหลวใสสีเหลือง
8	25.01-27.00	89	1000	32.10	ของเหลวใสสีเหลือง
9	27.01-29.00	89 – 90	1000	29.92	ของเหลวใสสีเหลือง
10	29.00- 40.00	90 – 61	1000 – 0	20.06	ของเหลวใสสีเหลือง



ภาพที่ 36 การสกัดคุณ



ภาพที่ 37 การสกัดการคุณสารสกัดการบ่มที่เวลาต่าง ๆ กัน

จิก

ตารางที่ 23 ตารางเวลาสารสกัด กำลังไฟ และปริมาณสารสกัดของจิก

ลำดับที่	เวลาสกัด (นาท)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังไฟ (วัตต์)	ปริมาณสารสกัด (กรัม)*	ลักษณะสารสกัด
0	0.00 – 5.00	27 – 34	500	0.00	-
1	5.01-10.00	34 – 53	500	11.34	ของเหลวใสสีเหลือง
2	10.01- 13.00	53 – 84	500	18.03	ของเหลวใสสีเหลือง
3	13.01-16.00	84 – 88	500	22.58	ของเหลวใสสีเหลือง
4	16.01-19.00	88 – 89	500	22.82	ของเหลวใสสีเหลือง
5	19.01-21.00	89	500 – 800	21.64	ของเหลวใสสีเหลือง
6	21.01-23.00	89 – 90	800	28.43	ของเหลวใสไม่มีสี
7	23.01-25.00	89	800	29.06	ของเหลวใสไม่มีสี
8	25.01-27.00	89	1000	30.83	ของเหลวใสไม่มีสี
9	27.01-29.00	89 – 90	1000	31.84	ของเหลวใสไม่มีสี
10	29.00- 40.00	90 – 61	1000 – 0	19.81	ของเหลวใสไม่มีสี



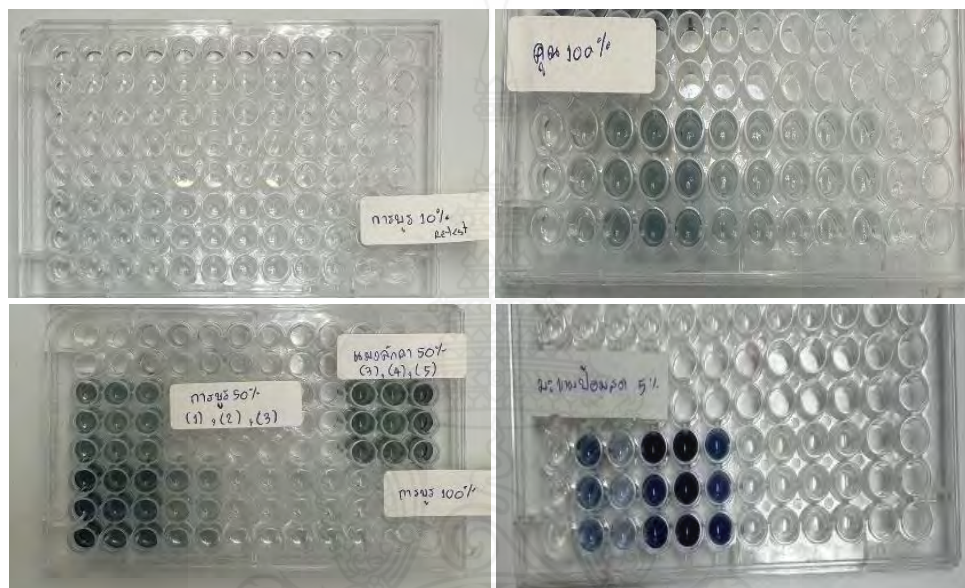
ภาพที่ 38 การสกัดจิก



ภาพที่ 39 สารสกัดจิกที่เวลาต่าง ๆ กัน

4.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Folin-Ciocalteu method)

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในตัวอย่างสารสกัดสมุนไพรโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu assay ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้วัดความสามารถในการรีดิวซ์ของสารประกอบฟีนอลิก โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างสารฟีนอลิกกับสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ซึ่งประกอบด้วยสารออกซิไดซ์ที่ทำปฏิกิริยากับกลุ่มฟีนอลิก ทำให้เกิดสารสีฟ้าเข้มที่สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมจาก กรดกาแลติก (gallic acid) เพื่อคำนวณปริมาณสารฟีนอลิกรวมในรูปหน่วยมิลลิกรัมกรดกาแลติกเทียบเท่าต่อปริมาตรหรือมวลของตัวอย่าง (mg GAE/g หรือ mg GAE/mL)



ภาพที่ 40 การทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดสมุนไพรที่เวลาต่าง ๆ กัน

ผลการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดสมุนไพร รวมทั้งขั้นตอนต่างๆ ได้ยื่นจดขออนุญาตสิทธิบัตรเรื่อง กรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากหมากเพื่อใช้เป็นส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์กำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ (Extraction method for active compounds from betel nuts as active ingredients in cosmetic products to eliminate odor in elderly people) โดยสาระสำคัญของการประดิษฐ์คือกรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากหมากเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมสำคัญในผลิตภัณฑ์กำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ ตามเลขที่คำขอ 253001880

4.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

อนุมูลอิสระ (free radicals) เป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสื่อมของเซลล์และมีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ มะเร็ง และโรคทางระบบประสาท การค้นหาสารออกฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งหรือกำจัดอนุมูลอิสระได้ จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและเครื่องสำอาง จึงได้ทำการคัดเลือกสมุนไพรที่มีแนวโน้มสูงในการแสดงฤทธิ์ดังกล่าว โดยอ้างอิงจากผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและนำมาทดสอบด้วยวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรที่คัดเลือก โดยผลการทดสอบที่ได้จะสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของสารสกัดสมุนไพรที่จะนำมาใช้ในสูตรสบู์เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 23-24

4.3.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรมะขามป้อม

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรมะขามป้อมและหมากที่คัดเลือก

สารสกัดไฮโดรโซล (10%)	DPPH (% Radical Scavenging)
มะขามป้อม	93.9±0.1
หมาก	92.9±0.3

หลังจากทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะขามป้อม และหมากที่ความเข้มข้น 10% พบว่าสารสกัดมะขามป้อมและหมากทั้ง 2 ชนิดสามารถต้านอนุมูลอิสระและกำจัดอนุมูลได้มากกว่า 90% โดยสารสกัดมะขามป้อมมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าหมากอย่างมีนัยสำคัญ (ให้ค่า $p < 0.05$) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์พบว่าสับุ้เหลวสูตรควบคุม (control) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าสูตรที่พัฒนา (formulation) หรือสับุ้เหลวสูตรกำจัดกลืนคนแก่อย่างมีนัยสำคัญ (ให้ค่า $p < 0.05$) ซึ่งบ่งชี้ว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสับุ้เหลวสูตรกำจัดกลืนคนแก่สูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสูตรที่พัฒนาแล้วมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการเสริมสารออกฤทธิ์จากสมุนไพรมะขามป้อมที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าสูตรควบคุม จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการบริจาคอะตอมไฮโดรเจนเพื่อต่อต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมี % Radical Scavenging มากกว่าถึง 3 เท่า

4.3.2 การทดสอบฤทธิ์ของสับุ้เหลวกำจัดกลืนคนแก่จากสารสกัดสมุนไพรมะขามป้อม

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสับุ้เหลวกำจัดกลืนคนแก่เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

สารสกัดไฮโดรโซล (5%)	DPPH (% Radical Scavenging)
สับุ้เหลวสูตรควบคุม (control)	20.8±0.9
สับุ้เหลวสูตรกำจัดกลืนคนแก่ (formulation)	77.0±2.7

4.4 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบโดยวิธีการยับยั้งไนตริกออกไซด์ (NO Inhibition Assay)

กระบวนการอักเสบเป็นกลไกการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งกระตุ้นหรือความเสียหายของเซลล์ โดยมีสารสื่อกลางการอักเสบ (inflammatory mediators) หลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้อง และหนึ่งในนั้นคือ ไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยเอนไซม์ inducible nitric oxide synthase (iNOS) ในมาโครฟาจเมื่อถูกกระตุ้นด้วย lipopolysaccharide (LPS) หรือไซโตไคน์โปรอักเสบ การสร้าง NO ในระดับสูงมีส่วนกระตุ้นให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อและเป็นสาเหตุของโรคอักเสบเรื้อรังหลายชนิด ดังนั้น การประเมินความสามารถของสารสกัดในการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ จึงเป็นหนึ่งในวิธีมาตรฐานที่ใช้บ่งชี้ศักยภาพการต้านการอักเสบของตัวอย่าง โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของสารสกัดสมุนไพรมะขามป้อมและหมากที่คัดเลือก

4.4.1 การทดสอบฤทธิ์การต้านอักเสบของสารสกัดสมุนไพรมะขามป้อมและหมากที่คัดเลือก

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอักเสบของสารสกัดมะขามป้อมและหมาก (n=3)

สารสกัดไฮโดรโซล (10%)	% NO inhibition
มะขามป้อม	93.3±1.1
หมาก	73.2±1.2

ผลการทดลองพบว่าสารสกัดมะขามป้อมมีความสามารถในการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ในเซลล์ RAW 264.7 macrophage ได้สูงกว่าสารสกัดหมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่ามะขามป้อมมีศักยภาพในการเป็นสารต้านการอักเสบที่เด่นชัดกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่สูงในมะขามป้อม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการยับยั้งการแสดงออกของเอนไซม์ iNOS และการผลิต NO ในกระบวนการอักเสบ

4.4.2 การทดสอบฤทธิ์ของสบู์เหลว

ตารางที่ 27 ผลการทดสอบฤทธิ์ของสบู์เหลวเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมกับสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่

สารสกัดไฮโดรโซล (5%)	% NO inhibition
สบู์เหลวสูตรควบคุม	95.3±2.5
สบู์เหลวสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่	98.3±4.9

ผลการทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบด้วยวิธี NO inhibition assay พบว่าสบู์เหลวสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่มีค่าการยับยั้ง NO สูงกว่าสูตรควบคุมเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างดังกล่าวไม่อยู่ในระดับที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สามารถสรุปได้ว่าสูตรที่พัฒนามีศักยภาพใกล้เคียงกับสูตรควบคุมในการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์

4.5 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง

การประเมินความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) เป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการสัมผัสกับผิวหนังโดยตรง เนื่องจากการใช้สารสกัดจากสมุนไพรอาจมีความเสี่ยงในการก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังได้ วิธีการทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือการเพาะเลี้ยงเซลล์ผิวหนัง เช่น Human dermal fibroblasts หรือ keratinocytes (HaCaT cells) และตรวจวัดความมีชีวิตของเซลล์หลังจากได้รับสารสกัดหรือสูตรผลิตภัณฑ์ หากสารสกัดหรือสูตรผลิตภัณฑ์ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ จะส่งผลให้ค่าความมีชีวิตของเซลล์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่บ่งชี้ถึงความปลอดภัยในการนำไปใช้จริง การทดสอบความเป็นพิษและฤทธิ์ด้านการอักเสบของสารสกัดและสบู์เหลว ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อสบู์เหลวสูตรควบคุมกับสบู์เหลวสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่ทดสอบต่อเซลล์ผิวหนังมนุษย์ชนิดเคราติโนไซต์ (HaCaT) แสดงดังตารางที่ 27

ตารางที่ 28 ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง

สารสกัดไฮโดรโซล (5%)	% cell viability
สบู์เหลวสูตรควบคุม	7.2±0.3
สบู์เหลวสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่	6.5±0.3

ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังพบว่าสบู์เหลวสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่มีค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำกว่าสูตรควบคุม อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสูตรที่พัฒนาไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ในระดับที่แตกต่างจากสูตรควบคุม ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าสบู์เหลวสูตรกำจัดกลิ่นคนแก่ยังคงมีความปลอดภัยต่อการใช้นบนผิวหนังในระดับใกล้เคียงกับสูตรควบคุม และการเติมสารสกัดสมุนไพรในสูตรไม่ได้เพิ่มความเป็นพิษต่อเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ

4.6 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

การเจริญของเชื้อแบคทีเรียบนผิวหนังและสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหา กลิ่นไม่พึงประสงค์ รวมถึงอาจเป็นสาเหตุของการติดเชื้อและการระคายเคืองผิวหนังได้ การประเมินฤทธิ์ การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญทั้งในด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้ งาน โดยเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์สบู่เหลวที่มีการสัมผัสกับผิวหนังโดยตรง การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ แบคทีเรียในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีมาตรฐาน disc diffusion method เพื่อประเมินขอบเขตการยับยั้งการเจริญ ของเชื้อแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นกายและปัญหาผิวหนัง โดยเชื้อที่เลือกมาทำการทดสอบคือเชื้อที่ก่อ โรคทางผิวหนังทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *S.aureus* 6538 *S.epidermidis* และ *C.albicans* 10231 โดยการ เปรียบเทียบระหว่างสูตรควบคุมและสูตรที่พัฒนาขึ้น จะช่วยสะท้อนถึงศักยภาพในการยับยั้งเชื้อและ สนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรที่มีคุณสมบัติครบถ้วนทั้งด้านความสะอาด ปลอดภัย และ การกำจัดกลิ่นที่มีประสิทธิภาพ ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดแสดงดังตารางที่ 28

ตารางที่ 29 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

inhibitoin zone (mm.)												
สารสกัด	<i>S.aureus</i> 6538				<i>S.epidermidis</i>				<i>C.albicans</i> 10231			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
เพลท 1												
กระเทียม	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
คุณ	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
จันทน์เทศ (ผล)	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
จิก	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
เพลท 2												
ซีอิ้ว	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
ทับทิม	14	15	16	15.0	13	15	13	13.7	14	13	13	13.3
เปลือกแค	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
พยอม	9	9	9	9.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
เพลท 3												
มะขามป้อม	13	13	15	13.7	15	14	15	14.7	-	-	-	0.0
มะนาว	10	10	11	10.3	14	12	13	13.0	-	-	-	0.0
มังคุด	14	12	13	13.0	13	12	13	12.7	-	-	-	0.0
จันทน์เทศ (เมล็ด)	15	14	16	15.0	14	16	16	15.3	18	19	20	19.0
เพลท 4												
จันทน์เทศ (รก)	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
หมากคั่ว	10	10	10	10.0	11	11	11	11.0	-	-	-	0.0
หมาก	15	16	16	15.7	17	18	17	17.3	-	-	-	0.0

ตารางที่ 30 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ต่อ)

เพลท 5												
หัวปรี	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0
H ₂ O Sterile	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0

จากผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ได้แก่ *S.aureus* 6538 *S.epidermidis* และ *C.albicans* 10231 พบว่ามีสารสกัดไฮโดรโซลของสมุนไพร 8 ชนิดที่ไม่พบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดเลย ได้แก่ สารสกัดไฮโดรโซลหัวปรี จันทน์เทศ (รก) ชีก จิก จันทน์เทศ (ผล) คุณ และกระท้อน ในขณะที่สารสกัดไฮโดรโซลของจันทน์เทศ (เมล็ด) และทับทิมพบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ส่วนสารสกัดไฮโดรโซลมะขามป้อม มะนาว มังคุด และหมากพบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดคือ *S.aureus* 6538 *S.epidermidis* และพบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียเพียงชนิดเดียวคือ *S.aureus* 6538



เพลท 1



เพลท 2



เพลท 3



เพลท 4



เพลท 5

ภาพที่ 41 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านเชื้อ *C.albicans* ของสารสกัดจากสมุนไพร



เพลท 1



เพลท 2



เพลท 3

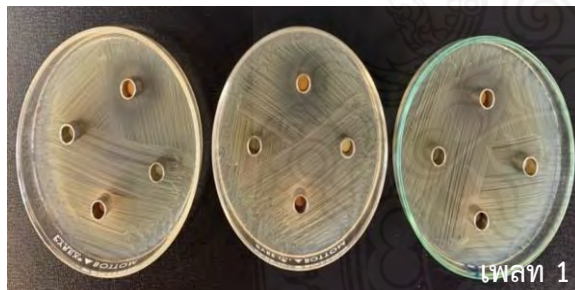


เพลท 4



เพลท 5

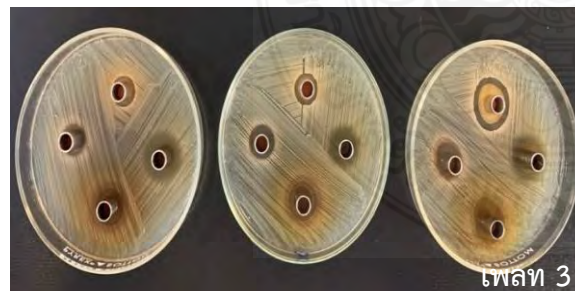
ภาพที่ 42 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านเชื้อ *S.aureus* ของสารสกัดจากสมุนไพร



เพลท 1



เพลท 2



เพลท 3



เพลท 4



เพลท 5

ภาพที่ 43 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านเชื้อ *S.epidermidis* ของสารสกัดจากสมุนไพร

4.7 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

4.7.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดไฮโดรไลสจากสมุนไพรดำเนินการโดยนำข้อมูลสเปกตรัมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือแยกและตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของสารมาตรฐานเพื่อระบุชนิดของสารประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่าง และคำนวณร้อยละขององค์ประกอบของสารแต่ละชนิดโดยใช้พื้นที่ใต้พีค (peak area) จากโครมาโตแกรมเป็นเกณฑ์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุว่าสารประกอบที่ตรวจพบมีคุณสมบัติทางชีวภาพหรือฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่อาจเป็นประโยชน์ โดย S1 คือสารสกัดหยาบ S2 คือสารสกัดเปลือกแค และ S3 คือสารสกัดมะขามป้อม โดยผลการทดสอบองค์ประกอบของสารสกัดรวมแสดงดังตารางที่ 29-31

ตารางที่ 31 องค์ประกอบของสารสกัดผสม S1S2

สารประกอบ	RT	%Area	% Match
Arecoline	10.57	89.2	88.26
Catechol	11.13	10.8	53.80

ตารางที่ 32 องค์ประกอบของสารสกัดผสม S1S3

สารประกอบ	RT	%Area	% Match
Benzeneethanol, alkha, methyl	9.91	7.9	72.81
Arecoline	10.57	41.9	86.51
Catechol	11.10	43.9	53.8
2,4 Di-tert-butylphenol	14.48	6.3	32.0

ตารางที่ 33 องค์ประกอบของสารสกัดผสม S2S3

สารประกอบ	RT	%Area	% Match
Catechol	11.10	66.6	53.8
2,4 Di-tert-butylphenol	14.48	33.4	32.0

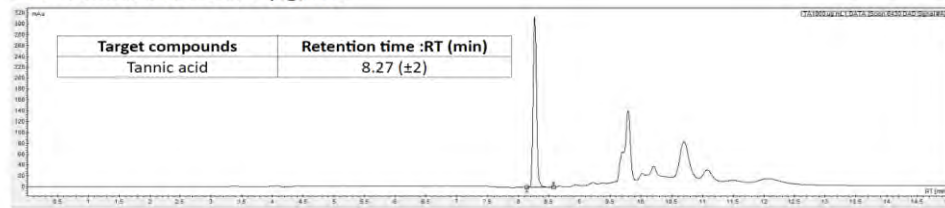
การวิเคราะห์สารสกัดสมุนไพรพบสารประกอบหลายชนิด แต่ที่น่าสนใจคือ Arecoline ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญที่มีรายงานว่าเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ทางชีวภาพหลายด้าน เช่น การต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และอาจมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ นอกจากนี้ยังพบสารประกอบอื่น ๆ เช่น Catechol, 2,4 Di-tert-butylphenol, Benzeneethanol, alpha, methyl ซึ่งอาจเสริมฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดได้

4.7.2 ปริมาณประกอบแทนนิน (Tannin)

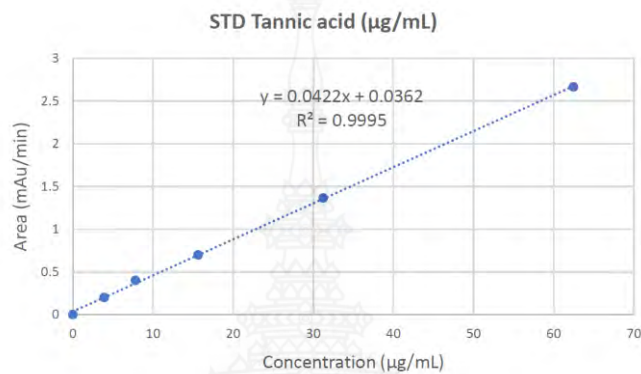
กลืนภายในผู้สูงอายุหรือ “กลืนคนแก่” เป็นผลจากการสะสมของสารประกอบอินทรีย์ที่มีกลืนแรง เช่น อัลดีไฮด์และกรดไขมันระเหย รวมถึงการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวหนัง ซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ แทนนิน เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบในพืชหลายชนิด มีคุณสมบัติ จับกับโปรตีนและลดการเจริญของแบคทีเรีย ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการสร้างกลิ่นกาย นอกจากนี้ แทนนินยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบ ที่ช่วยปกป้องผิวหนังจากความเสียหายและการอักเสบ การประเมิน ปริมาณสารประกอบแทนนินในสูตรสบู่เหลวสมุนไพร จึงมีความสำคัญ เนื่องจากสามารถบ่งชี้ศักยภาพในการลด

กลิ่นคนแก่ได้ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแทนนินและประสิทธิภาพการลดกลิ่น จะช่วยให้เข้าใจกลไกการออกฤทธิ์ของสูตรและสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

STD Tannic acid 1000 µg/mL



ภาพที่ 44 โครมาโทแกรมของสารประกอบแทนนิน



ภาพที่ 45 กราฟมาตรฐานของสารประกอบแทนนิน

จากผลการหาปริมาณสารประกอบแทนนินในสารสกัดสมุนไพรแสดงดังตารางที่ 32 ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่ามะขามป้อม มีปริมาณแทนนินสูงสุด ทับทิม พบปริมาณปานกลาง มังคุด, หมากรุก, หมาค้อ, จิก พบในปริมาณต่ำ มะม่วง ห้วปลี ชีก พบเพียงเล็กน้อย และพยอม จันทร์เทศ รกจันทร์ เปลือกแค คุณกระทอน ไม่พบสารแทนนิน

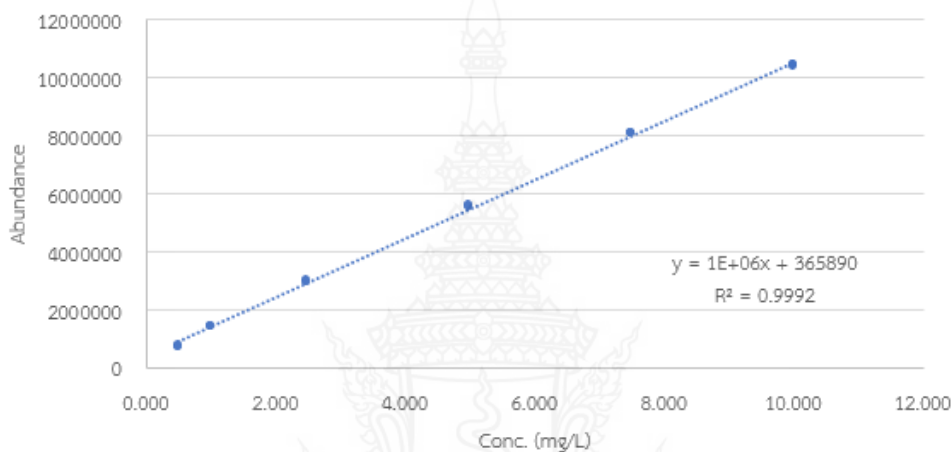
ตารางที่ 34 ผลการทดสอบหาปริมาณสารประกอบแทนนินในตัวอย่างสารสกัดสมุนไพร

ตัวอย่าง	1	2	3	เฉลี่ย (µg/mL)	SD (µg/mL)
มะขามป้อม	3,148.43	3,098.66	3,174.49	3,140.53	38.53
พยอม	ND	ND	ND	ND	ND
จันทร์เทศ	ND	ND	ND	ND	ND
รกจันทร์	ND	ND	ND	ND	ND
เปลือกแค	ND	ND	ND	ND	ND
มังคุด	6.25	6.82	6.25	6.44	0.33
หมากรุก	13.36	15.72	13.36	14.15	1.36
คุณ	ND	ND	ND	ND	ND
ทับทิม	122.36	157.91	122.36	134.21	20.52
กระทอน	ND	ND	ND	ND	ND
มะม่วง	2.69	1.51	1.51	1.9	0.68
ห้วปลี	1.51	1.51	1.51	1.51	0.00
หมาค้อ	6.25	6.25	6.25	6.25	0.00
ชีก	1.51	1.51	1.51	1.51	0.00
จิก	6.25	6.25	6.25	6.25	0.00

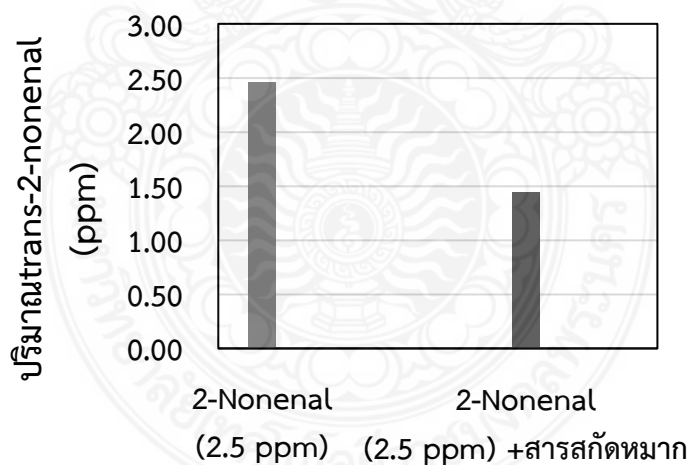
4.8 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่

4.8.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วยเทคนิค Gas Chromatography

สารประกอบ 2-Nonenal เป็นสารประกอบไม่อิ่มตัวประเภทอัลดีไฮด์ (unsaturated aldehyde) ที่เกิดจากการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในผิวหนัง โดยสารนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะตัวของผู้สูงอายุหรือที่เรียกว่า “กลิ่นคนแก่” การกำจัดหรือยับยั้งการเกิด nonenal จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดกลิ่นกายสำหรับผู้สูงอายุ ในการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการลดหรือยับยั้ง nonenal ได้ใช้เทคนิค GC-MS ทำให้สามารถเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารสกัดจากสมุนไพรแต่ละชนิดต่อการลดกลิ่นคนแก่



ภาพที่ 46 กราฟมาตรฐานของสารประกอบ trans-2 nonenal



ภาพที่ 47 ผลการทดสอบสารประกอบปริมาณ trans-2 nonenal

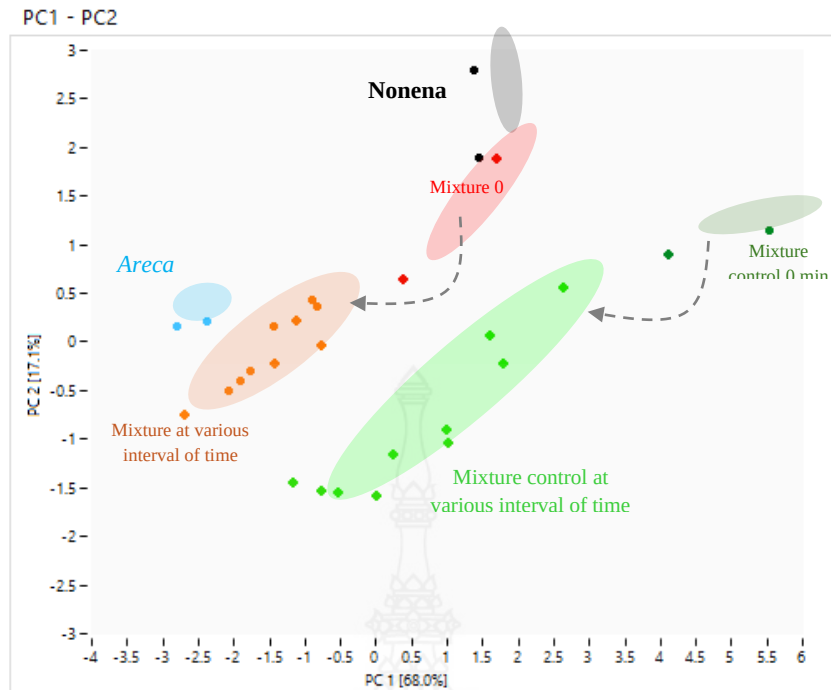


ภาพที่ 48 อัตราการลดลงของสาร trans-2 nonenal

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่โดยการผสมสารสกัดสมุนไพรต่าง ๆ พบว่าสารสกัดสมุนไพรหามและมะขามป้อมมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณหรือกำจัดสารประกอบ trans-2 nonenal ซึ่งใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) ของกลิ่นคนแก่ได้ดีที่สุด จึงเลือกสารสกัดดังกล่าวในการนำไปพัฒนาสูตรสบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่ต่อไป

4.8.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่ด้วยเทคนิค E-nose

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดกลิ่นคนแก่เริ่มจากการทดสอบรูปแบบของกลิ่น (odor profile) ของสารประกอบที่เป็นตัวแทนของกลิ่นคนแก่ คือสารประกอบ trans-2 nonenal รูปแบบของกลิ่นของสารสกัดซึ่งก็คือสารสกัดหาม และรูปแบบของกลิ่นของกลิ่นคนแก่เมื่อทำการกำจัดด้วยสารสกัดหาม โดยที่ทำการหดย trans-2 nonenal ลงบนผิวหนังเทียม โดยการวัดที่ 0 นาที ด้วยเครื่อง E-Nose เมื่อทำการตรวจวัดที่อุณหภูมิห้อง (20–25°C) โดยจะถูกนำมาเป็นตัวอ้างอิงมาตรฐานของการเกิดกลิ่นคนแก่ (benchmark) และทำการติดตามรูปแบบของกลิ่น ตั้งแต่ 10-120 นาที หลังจากนั้นทำการทดสอบเช่นเดิมกับการสกัดหามเพื่อหารูปแบบของกลิ่น และการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหามในการกำจัดกลิ่นคนแก่ทำได้โดยการหดยสารสกัดหามลงไปที่จุดที่มีการหดยสารประกอบ 2-trans nonenal ไว้ก่อนแล้ว เปรียบเทียบรูปแบบของกลิ่นที่เวลาต่าง ๆ กัน จากการทดสอบพบว่ารูปแบบของกลิ่นมีการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่ารูปแบบกลิ่นของ trans-2 nonenal บนผิวหนังเทียมมีความเฉพาะ และมีความเหมือนกับผิวหนังเทียมที่มีการผสมกับสารสกัดหามในช่วงแรก แต่เมื่อเวลาผ่านไปพบว่ารูปแบบของกลิ่นมีการเปลี่ยนแปลง และไม่มีช่วงที่ซ้อนทับกับรูปแบบของกลิ่นของ trans-2 nonenal อีก โดยใช้เวลา 30 นาทีในการที่รูปแบบของกลิ่นจะแตกต่างจากรูปแบบของกลิ่น trans-2 nonenal และจะมีความคล้ายคลึงกับกลิ่นของสารสกัดหามแทน ซึ่งจากการทดสอบนี้พบว่าสารสกัดหามสามารถกำจัดกลิ่น nonenal ซึ่งเป็นตัวแทนของกลิ่นคนแก่ได้สอดคล้องกับการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพด้วยเทคนิค gas chromatography นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอ้างอิงมาตรฐานของการเกิดกลิ่นคนแก่ (benchmark) ยังพบว่าความเข้มข้นของของกลิ่นคนแก่หลังการหดยด้วยสารสกัดหามมีความเข้มข้นที่ลดลงอีกด้วย

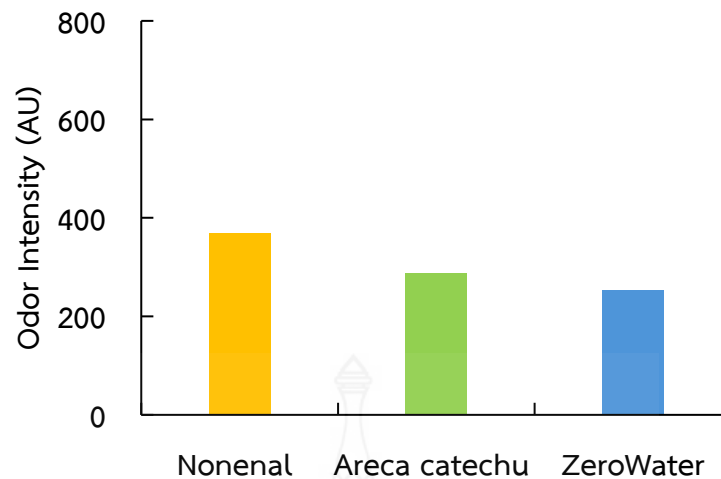


ภาพที่ 49 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหมากในการกำจัดกลิ่นคนแก่ลักษณะของกลิ่นของตัวอย่างถูกวิเคราะห์ด้วย Principal Component Analysis (PCA)

หมายเหตุ

- Nonenal*: สารประกอบ nonenal บริสุทธิ์บนผิวหนังเทียมเพื่อทำการตรวจจับกลิ่นในช่วงเวลาเริ่มต้น
- Areca Catechu**: สารสกัดหมากบนผิวหนังเทียมเพื่อทำการตรวจจับกลิ่นในช่วงเวลาเริ่มต้น
- Mixture***: ส่วนผสมของ nonenal และสารสกัดจากหมาก (Areca catechu) บนผิวหนังเทียมเพื่อตรวจวัดกลิ่นในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 0, 10, 30, 60, 90 และ 120 นาที
- Mixture Control***: ส่วนผสมของ nonenal และ น้ำบริสุทธิ์ (ZeroWater) บนผิวหนังเทียมเพื่อตรวจวัดกลิ่นในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 0, 10, 30, 60, 90 และ 120 นาที

ส่วนผสมของ 2 nonenal และน้ำบริสุทธิ์ ที่ทาบบนผิวหนังสังเคราะห์ถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม เพื่อใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นในช่วงเวลาต่าง ๆ (0, 10, 30, 60, 90 และ 120 นาที) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าตัวอย่าง nonenal บริสุทธิ์แสดงโปรไฟล์กลิ่นที่คงอยู่ใกล้เคียงกับค่าตั้งต้น และสามารถจำแนกออกจากตัวอย่างอื่นได้ชัดเจนตั้งแต่ช่วงเวลา 10 นาทีเป็นต้นไปจนถึง 120 นาที ในทางตรงกันข้าม ตัวอย่างที่ได้รับการเติมสารสกัดจาก Areca catechu มีแนวโน้มของโปรไฟล์กลิ่นที่สอดคล้องกับสารสกัด Areca catechu เพียงอย่างเดียวตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบ ผลการเปรียบเทียบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นความแตกต่างที่สำคัญ กล่าวคือ nonenal บริสุทธิ์สามารถคงลักษณะเฉพาะของกลิ่นไว้ได้ตลอดเวลา ขณะที่ส่วนผสมระหว่าง nonenal และ Areca catechu แสดงการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า Areca catechu มีศักยภาพในการปรับเปลี่ยนโปรไฟล์กลิ่นของ nonenal และสามารถพิจารณาได้ว่าเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงกลิ่น (odor-altering agent)



ภาพที่ 50 ภาพแสดงผลการตอบสนองรวมของตัวตรวจวัด

*หมายเหตุ: AU = Arbitrary Unit (of Odor)

ภาพแสดงผลการตอบสนองรวมของตัวตรวจวัด (total sensing response) สะท้อนถึงระดับความเข้มข้นของกลิ่น โดยได้กำหนดตัวอย่าง Mixture 0 นาที เป็นกลิ่นอ้างอิงมาตรฐาน (benchmark odor sample) เมื่อเปรียบเทียบกับกลิ่นอ้างอิงดังกล่าว พบว่าตัวอย่างอื่นมีค่าความเข้มข้นของกลิ่นต่ำกว่าอย่างชัดเจน โดยเฉพาะการทดสอบที่เวลา 120 นาที ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของกลิ่นต่ำที่สุด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ *Areca catechu* ในการลดความเข้มข้นของกลิ่น nonenal ได้อย่างเด่นชัดในช่วงเวลาดังกล่าว



ภาพที่ 51 ฝวหน้งเทียมที่ใช้ในการทดสอบกับสารประกอบ trans-2-Nonenal และสารสกัดหมากและสารสกัดผสม

4.9 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่

จากผลการดำเนินงานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อแก้ไขปัญหากลิ่นกายที่เกิดขึ้นในผู้สูงอายุซึ่งมีสาเหตุจากสารประกอบสำคัญอย่าง trans 2-nonenal งานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่ศึกษากลไกการเกิดกลิ่นและการคัดเลือกสารออกฤทธิ์จากธรรมชาติที่มีศักยภาพในการยับยั้งหรือกำจัดกลิ่นดังกล่าวเท่านั้น แต่ยังได้นำองค์ความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้เชิงนวัตกรรมในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตและสร้างความมั่นใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน ทั้งนี้ งานวิจัยได้มีการยื่นจดแจ้งอนุสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจำนวน 2 เรื่อง ได้แก่

2. กรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากหมากเพื่อใช้เป็นส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์กำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ (Extraction method for active compounds from betel nuts as active ingredients in cosmetic products to eliminate odor in elderly people) โดยสาระสำคัญของการประดิษฐ์คือ กรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากหมากเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมสำคัญในผลิตภัณฑ์กำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ ตามเลขที่คำขอ 253001880

3. สบู่เหลวกำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ (Anti-aging body odor liquid soap) โดยมีสาระสำคัญเกี่ยวกับสูตรตำรับสบู่เหลวสูตรอ่อนโยนที่มีคุณสมบัติในการกำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมตามอัตรา 100% โดยน้ำหนัก ตามเลขที่คำขอ 253001882

นอกจากการพัฒนาสูตรตำรับที่มุ่งเน้นคุณสมบัติในการกำจัดกลิ่นกายที่เกิดขึ้นในผู้สูงอายุแล้ว ผลงานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ สบู่เหลวกำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ ซึ่งพร้อมสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม โดยมีการออกแบบกลิ่น (fragrance design) ให้เหมาะสมกับผู้บริโภคและช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การใช้งานที่ดี โดยนำเสนอสบู่เหลวทั้งหมด 3 กลิ่น ได้แก่

วู้ดดี (Woody) กลิ่นหอมละมุนที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติของไม้ มอบความรู้สึกสงบ สุขุม และผ่อนคลาย เสริมบรรยากาศแห่งความมั่นคงและความสงบในใจ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการสร้างสมดุลทางอารมณ์

ไวท์ฟอรัล (White Floral) กลิ่นหอมอ่อนโยนจากดอกไม้สีขาว ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย อ่อนหวาน และสดชื่น เสริมประสบการณ์การดูแลผิวที่นุ่มนวล เหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องการบรรยากาศแห่งความสดใสและความอ่อนเยาว์

กรีนเฟรช (Green Fresh) กลิ่นหอมสดชื่นจากสมุนไพรและพืชพรรณสีเขียว ถ่ายทอดความรู้สึกสะอาด สดชื่น และกระปรี้กระเปร่า มอบความรู้สึกของการฟื้นคืนพลังและเพิ่มความมั่นใจหลังการอาบน้ำ



ภาพที่ 52 ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวกำจัดกลิ่นคนแก่จากสารสกัดสมุนไพร

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวที่มุ่งเน้นคุณสมบัติในการกำจัดกลิ่นกายที่เกิดขึ้นเฉพาะในผู้สูงอายุ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการสะสมและการเกิดขึ้นของสารประกอบ trans 2-nonenal อันเป็นสารประกอบเชิงคาร์บอนิลที่มีคุณสมบัติระเหยง่ายและเป็นที่ยอมรับกันดีว่ามีบทบาทสำคัญต่อการสร้าง “กลิ่นคนแก่” ที่มักพบในกลุ่มประชากรวัยสูงอายุ การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้สารออกฤทธิ์จากหมาก (*Areca catechu*) และมะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) ซึ่งผ่านการสกัดด้วยวิธีการที่ไม่เป็นพิษ เพื่อให้ได้สารสำคัญที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเกิดกลิ่นดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่าสารสกัดจากหมากสามารถลดและยับยั้งการก่อตัวของสาร 2-nonenal ได้อย่างชัดเจนโดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการผ่านทั้ง เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) และการใช้ผิวหนังเทียม เป็นแบบจำลองยืนยันกลไกการทำงานได้อย่างมีหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ การประเมินกลิ่นจากผู้เชี่ยวชาญยังสนับสนุนถึงประสิทธิภาพในการควบคุมกลิ่นของสารสกัดดังกล่าวอย่างสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางเคมี ในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ สบู่เหลวที่ได้ถูกออกแบบให้มีความอ่อนโยนต่อผิวเหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มักมีผิวบอบบางและเสี่ยงต่อการระคายเคือง ผลิตภัณฑ์ยังถูกออกแบบกลิ่นในเชิงพาณิชย์เพื่อตอบสนองต่อผู้บริโภค โดยนำเสนอ 3 โปรไฟล์หลัก ได้แก่ วู้ดดี, ไวท์ฟอรัล และกรีนเฟช ซึ่งสะท้อนความตั้งใจในการสร้างมิติทางอารมณ์และประสบการณ์การใช้ ที่ไม่เพียงมุ่งเน้นการแก้ปัญหากลิ่นกาย แต่ยังเสริมคุณค่าเชิงจิตวิทยาและเพิ่มการยอมรับของตลาดเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ยังได้ยื่น อนุสิทธิบัตร จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่ กรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากหมากเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ และสูตรสบู่เหลวกำจัดกลิ่นกายผู้สูงอายุ ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของงานวิจัยที่มีความพร้อมสูงในการต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์และการถ่ายทอดเทคโนโลยีในอนาคต ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าสารสำคัญที่ได้จากหมากมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ฤทธิ์ต้านจุลชีพ ซึ่งทั้งสองกลไกนี้มีบทบาทร่วมกันในการลดการสะสมของสารก่อกลิ่นบนผิวหนัง อีกทั้งยังช่วยชะลอกระบวนการออกซิเดชันของไขมันบนผิว ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิด trans 2-nonenal อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังคงมีข้อจำกัดบางประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่ผลการทดสอบยังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการและใช้ระบบผิวหนังเทียมเป็นหลัก จึงจำเป็นต้องมีการดำเนินการวิจัยในเชิงคลินิกกับกลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุจริงเพื่อยืนยันทั้งประสิทธิภาพและความปลอดภัยในระยะยาว ซึ่งจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือและการยอมรับในระดับสากลได้มากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ งานวิจัยยังได้นำเสนอการวิเคราะห์ความหายากและราคาของพืชสมุนไพรที่ถูกกล่าวถึง โดยชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อความหายากและราคามีหลายประการ เช่น ความสามารถในการเจริญเติบโตตามฤดูกาล ความต้องการของตลาด และความซับซ้อนในการดูแลรักษา ซึ่งส่งผลให้ระดับราคาและความหายากแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดพืชและแต่ละช่วงเวลา แนวโน้มที่สรุปได้คือ

พืชที่มีฤดูกาลชัดเจนและมีผลผลิตจำกัด เช่น ลูกกระท้อน มังคุด การบูร และคุณ มักมีราคาผันผวนสูง โดยจะมีราคาสูงขึ้นในช่วงนอกฤดูกาล

พืชที่สามารถปลูกได้ตลอดปี เช่น มะขามป้อม แคน และหมาก มักมีความหายากต่ำกว่าและมีราคาค่อนข้างคงที่

พืชที่พบในธรรมชาติหรือป่า เช่น มะม่วง ชีค และจิก มีแนวโน้มความหายากสูงและราคาสูงตามไปด้วย

ในบรรดาพืชทั้งหมด ลูกจันทน์เทศ และมะม่วง ถือว่าเป็นพืชที่หายากและมีราคาสูงที่สุด เนื่องจากมีความต้องการมากและการปลูกต้องอาศัยสภาพแวดล้อมเฉพาะ

โดยสรุป งานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้านการใช้หมาก (*Areca catechu*) เป็นแหล่งสารออกฤทธิ์ธรรมชาติที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมกลิ่นที่เกิดจากสาร 2-nonenal ในผู้สูงอายุ แต่ยังแสดงให้เห็นถึงความพร้อมในการต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ผ่านการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสูตรอ่อนโยนที่ตอบโจทย์ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ ความปลอดภัย และความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของวัตถุดิบสมุนไพรซึ่งเป็นฐานข้อมูลสำคัญสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยต่อยอดเชิงคลินิก

เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์อย่างเป็นรูปธรรม ควรมีการดำเนินการวิจัยต่อยอดในระดับคลินิก โดยทดสอบกับกลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุจริง ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของผลิตภัณฑ์ เพื่อตรวจสอบทั้งด้านประสิทธิภาพในการลดและกำจัดกลิ่นกาย รวมถึงการศึกษาความปลอดภัยต่อผิวหนัง และการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานจริง ผลลัพธ์จากการศึกษาจะช่วยยืนยันความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาเชิงพาณิชย์

เพื่อขับเคลื่อนผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์จริงในเชิงเศรษฐกิจ ควรมีการขยายกำลังการผลิตในระดับอุตสาหกรรม พร้อมทั้งพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้สูงอายุ โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านความสะดวกในการใช้งาน เช่น การออกแบบให้จับถนัดมือ เปิด-ปิดง่าย และมีน้ำหนักเบา นอกจากนี้ บรรจุภัณฑ์ยังควรสื่อสารภาพลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ความปลอดภัย และคุณภาพชีวิต เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและดึงดูดใจผู้บริโภค

การสร้างควมหลากหลายของผลิตภัณฑ์

นอกเหนือจากสบู่เหลวกำจัดกลิ่นกาย ควรมีการต่อยอดการพัฒนาในรูปแบบผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค เช่น ครีมอาบน้ำ โลชั่นบำรุงผิว หรือสเปรย์ระงับกลิ่นกาย ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่หลากหลายจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน และเพิ่มศักยภาพทางการตลาดให้กับผลิตภัณฑ์ โดยได้ทำการยื่นขอทุนวิจัยเกี่ยวกับการทำสเปรย์ดับกลิ่นคนแก่ ในปีงบประมาณ 2569

การวิจัยเพิ่มเติมด้านสารออกฤทธิ์

เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สมุนไพร ควรมีการศึกษาสมุนไพรชนิดอื่นที่มีศักยภาพในการต้านกลิ่นกายหรือมีคุณสมบัติเสริม เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ด้านการอักเสบ หรือฤทธิ์ยับยั้งเชื้อก่อโรคผิวหนัง การสร้างความหลากหลายของสารสำคัญจากสมุนไพรหลายชนิดไม่เพียงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ยังช่วยเสริมศักยภาพในการแข่งขันเชิงพาณิชย์

กลยุทธ์การตลาดและการเชื่อมโยงกับสังคมผู้สูงอายุ

เพื่อสร้างความสำเร็จอย่างยั่งยืน ควรมีกิจกรรมการตลาดที่สอดคล้องกับแนวโน้มการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (aging society) โดยเน้นการสื่อสารคุณค่าในด้านการดูแลสุขภาพและการยกระดับคุณภาพชีวิตตลอดจนสร้างภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของผู้สูงอายุในเชิงกายภาพและจิตใจ ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถครองใจกลุ่มเป้าหมายได้อย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

- Alkadi, H. (2020). A Review on Free Radicals and Antioxidants. *Infectious Disorders Drug Targets*, 20(1), 16–26. <https://doi.org/10.2174/1871526518666180628124323>
- Almajano, M. P., Delgado, M. E., & Gordon, M. H. (2007). Albumin causes a synergistic increase in the antioxidant activity of green tea catechins in oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*, 102(4), 1375–1382. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.067>
- Audretsch, D., & Link, A. (2012). Entrepreneurship and innovation: Public policy frameworks. *The Journal of Technology Transfer*, 37(1), 1–17.
- Chaikul, P., Kanlayavattanakul, M., Somkumnerd, J., & Lourith, N. (2021). Phyllanthus emblica L. (amla) branch: A safe and effective ingredient against skin aging. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(5), 390–399. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2021.02.004>
- García-Alonso, F. J., Navarro-González, I., Ros, G., & Periago, M. J. (2015). Assessment of the antioxidant properties of tomato extracts: A synergistic approach using in vitro chemical tests and cell-based assays. *Acta Alimentaria*, 44(2), 297–303. <https://doi.org/10.1556/066.2015.44.0006>
- Gardner, H. W., & Hamberg, M. (1993). Oxygenation of (3Z)-nonenal to (2E)-4-hydroxy-2-nonenal in the broad bean (*Vicia faba* L.). *The Journal of Biological Chemistry*, 268(10), 6971–6977.
- Hajimehdipoor, H., Shahrestani, R., & Shekarchi, M. (2014). Investigating the synergistic antioxidant effects of some flavonoid and phenolic compounds. *Research Journal of Pharmacognosy*, 1(3), 35–40.
- Ham, J.-S., Kim, H.-Y., & Lim, S.-T. (2015). Antioxidant and deodorizing activities of phenolic components in chestnut inner shell extracts. *Industrial Crops and Products*, 73, 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.017>
- Haze, S., Gozu, Y., Nakamura, S., Kohno, Y., Sawano, K., Ohta, H., & Yamazaki, K. (2001). 2-Nonenal newly found in human body odor tends to increase with aging. *The Journal of Investigative Dermatology*, 116(4), 520–524. <https://doi.org/10.1046/j.0022-202x.2001.01287.x>
- Ishino, K., Wakita, C., Shibata, T., Toyokuni, S., Machida, S., Matsuda, S., Matsuda, T., & Uchida, K. (2010). Lipid Peroxidation Generates Body Odor Component trans-2-Nonenal Covalently Bound to Protein in Vivo. *The Journal of Biological Chemistry*, 285(20), 15302–15313. <https://doi.org/10.1074/jbc.M109.068023>
- Kim, H. M., Kim, J. H., Jeon, J.-S., & Kim, C. Y. (2025). Eggplant Phenolamides: 2-Nonenal Scavenging and Skin Protection Against Aging Odor. *Molecules*, 30(10), 2129. <https://doi.org/10.3390/molecules30102129>

- Lodhia, P., Yaegaki, K., Khakbaznejad, A., Imai, T., Sato, T., Tanaka, T., Murata, T., & Kamoda, T. (2008). Effect of Green Tea on Volatile Sulfur Compounds in Mouth Air. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 54(1), 89–94. <https://doi.org/10.3177/jnsv.54.89>
- Mirai Clinical. (2025). *Nonenal, Aging Odor Eliminating Soap / Mirai Clinical Persimmon Soap*. Mirai Clinical. <https://miraiclinical.com/pages/nonenal>
- Nakanishi, S., Makita, M., & Denda, M. (2021). Effects of trans-2-nonenal and olfactory masking odorants on proliferation of human keratinocytes. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 548, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2021.02.050>
- Nishihira, J., Nishimura, M., Tanaka, A., Yamaguchi, A., & Taira, T. (2015). Effects of 4-week continuous ingestion of champignon extract on halitosis and body and fecal odor. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(1), 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2015.11.002>
- Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., & Mann, A. S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of Cymbopogon citratus, stapf (Lemon grass). *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 2(1), 3–8. <https://doi.org/10.4103/2231-4040.79796>
- Sidek, N. A. M., Husain, K., Buang, F., & Mohd Said, M. (2023). Antiperspirant and Antibacterial Activities of Curcuma xanthorrhiza Extract as a Potential Alternative Treatment for Hyperhidrosis. *Separations*, 10(6), 324. <https://doi.org/10.3390/separations10060324>
- Sreepian, P. M., Rattanasinganchan, P., & Sreepian, A. (2023). Antibacterial efficacy of Citrus hystrix (makrut lime) essential oil against clinical multidrug-resistant methicillin-resistant and methicillin-susceptible Staphylococcus aureus isolates. *Saudi Pharmaceutical Journal: SPJ: The Official Publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 31(6), 1094–1103. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2023.03.020>
- Tari, Y., Sihombing, E. A., Maimum, M., Efendi, M. R., Pratiwi, P. D., Yuliawati, Y., & Haryani, Y. (2025). Innovation of deodorant sticks and lotions based on betel-on-betel nut extract as an antibacterial problem of body odor against staphylococcus aureus bakteriak. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*, 6(02), 169–181. <https://doi.org/10.30587/herclips.v6i02.9625>
- Tatiya-Aphiradee, N., Chatuphonprasert, W., & Jarukamjorn, K. (2016). In vivo antibacterial activity of Garcinia mangostana pericarp extract against methicillin-resistant Staphylococcus aureus in a mouse superficial skin infection model. *Pharmaceutical Biology*, 54(11), 2606–2615. <https://doi.org/10.3109/13880209.2016.1172321>
- Teixeira, J., Gaspar, A., Garrido, E. M., Garrido, J., & Borges, F. (2013). Hydroxycinnamic acid antioxidants: An electrochemical overview. *BioMed Research International*, 2013, 251754. <https://doi.org/10.1155/2013/251754>

- Tumilaar, S. G., Hardianto, A., Dohi, H., & Kurnia, D. (2024). A Comprehensive Review of Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants: Overview, Clinical Applications, Global Perspectives, Future Directions, and Mechanisms of Antioxidant Activity of Flavonoid Compounds. *Journal of Chemistry*, 2024(1), 5594386. <https://doi.org/10.1155/2024/5594386>
- Waqas, M. K., Khan, B. A., Akhtar, N., Chowdhry, F., Khan, H., Bakhsh, S., Khan, S., & Rasul, A. (2017). Fabrication of Tamarindus indica seeds extract loaded-cream for photo-aged skin: Visioscan® studies. *Advances in Dermatology and Allergology/Postępy Dermatologii i Alergologii*, 34(4), 339–345. <https://doi.org/10.5114/ada.2017.69314>
- Yamazaki, S., Hoshino, K., & Kusuhara, M. (2010). Odor Associated with Aging. *ANTI-AGING MEDICINE*, 7(6), 60–65. <https://doi.org/10.3793/jaam.7.60>
- Yang, L., Zi, Y., Shi, C., Chen, J., Xu, J., Wang, X., & Zhong, J. (2022). Effect of β -cyclodextrin deodorization on the volatile chemicals and functional properties of three types of gelatins. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1059403>
- Yasuda, H., & Arakawa, T. (1995). Deodorizing Mechanism of (–)-Epigallocatechin Gallate against Methyl Mercaptan. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 59(7), 1232–1236. <https://doi.org/10.1271/bbb.59.1232>
- เมื่อไทยเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ Aged Society ผู้สูงอายุไทยได้รับสวัสดิการอะไรบ้าง—ThaiPublica. (2024, February 10). <https://thaipublica.org/2024/02/thailand-becomes-aged-society/>

ภาคผนวก

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		สำหรับเจ้าหน้าที่ วันที่คำขอ 24/05/2568 เลขที่คำขอ 2505001880 วันยื่นคำขอ 24/05/2568	
☐ การประดิษฐ์ ☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ☒ อนุสิทธิบัตร		สัญลักษณจำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์	
ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542		วันที่ประกาศโฆษณา เลขที่ประกาศโฆษณา วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	
1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการสำคัญหรือจากมากพอที่จะเป็นส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์ที่กำหนด			
2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่อื่นในคราวเดียวกัน			
3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ บุคคลธรรมดา ☐ นิติบุคคล ☒ หน่วยงานรัฐ ☐ มูลนิธิ ☐ อื่นๆ ชื่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ 399 ถ.สามเสน ตำบล/แขวง วชิรพยาบาล อำเภอ/เขต ดุสิต จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศ ไทย อีเมล jp@map.ac.th ☐ เลขประจำตัวประชาชน ☐ เลขทะเบียนนิติบุคคล ☒ เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0 9 9 4 0 0 0 1 5 1 9 4 2 ☐ เพิ่มเติม (ตั้งแบบ) ในกรณีที่ยกมา สื่อสารกับท่าน ท่านสะดวกใช้ทาง ☐ อีเมล ☒ อีเมลตัวแทน		3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 0843862787 3.3 โทรสาร	
4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น			
5. ตัวแทน (ถ้ามี) ชื่อ นางสาวชราภรณ์ ชัยวรรณ ที่อยู่ สถาบันวิจัยและพัฒนา 399 ถนนสามเสน ตำบล/แขวง วชิรพยาบาล อำเภอ/เขต ดุสิต จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศ ไทย อีเมล pu.kikapo@hotmail.com เลขประจำตัวประชาชน 1 4 1 0 4 0 0 0 1 2 3 3 7 ☐ เพิ่มเติม (ตั้งแบบ)		5.1 ตัวแทนเลขที่ 2526 5.2 โทรศัพท์ 084 386 2787 5.3 โทรสาร 022820423	
6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ ชื่อและที่อยู่เดียวกับผู้ขอ ชื่อ นางสาวสิริรัตน์ พานิช ที่อยู่ 91/15 หมู่ที่ 1 ตำบล/แขวง บางสีทอง อำเภอ/เขต บางกรวย จังหวัด นนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11130 ประเทศ ไทย อีเมล - เลขประจำตัวประชาชน 3 1 6 0 5 0 0 0 6 1 5 9 2 ☒ เพิ่มเติม (ตั้งแบบ)			
7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ _____ วันยื่น _____ เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ ☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ			
หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีอาจะระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย			
สำหรับเจ้าหน้าที่ จำแนกประเภทสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ กลุ่มวิศวกรรม ☐ กลุ่มเคมี ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ ☐ อนุสิทธิบัตร สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (วิศวกรรม) ☐ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เคมีเทคนิค) ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 1) ☐ อนุสิทธิบัตร (วิศวกรรม) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ไฟฟ้า) ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2) ☐ อนุสิทธิบัตร (เคมี) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เทคโนโลยีชีวภาพ) ☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เภสัชภัณฑ์)			

Signature by DIPA

8. การยื่นคำขออนุสิทธิบัตร ☐ PCT ☐ เพิ่มเติม (ตั้งแบบ)				
วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานที่ยื่น
8.1				
8.2				
8.3				
8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในประเทศเป็นครั้งแรกโดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้				
9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ของผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด วันแสดง _____ วันเปิดงานแสดง _____ ผู้จัด _____				
10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ				
10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ		10.2 วันที่ฝากเก็บ		10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ
11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอขึ้นเป็นภาษา ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ _____				
12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ _____ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข _____ ในการประกาศโฆษณา				
13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย			14. เอกสารประกอบคำขอ	
ก. แบบพิมพ์คำขอ _____ 3 หน้า			☒ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ _____ 3 หน้า			☐ หนังสือรับรองการแสดงผลการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์	
ค. ข้อถ้อยสิทธิ _____ 1 หน้า			☐ หนังสือมอบอำนาจ	
ง. รูปเขียน _____ 3 รูป _____ 2 หน้า			☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ	
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์ ☐ รูปเขียน _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารการขอรับวันยื่นคำขอในประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย	
☐ ภาพถ่าย _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ	
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ _____ 1 หน้า			☐ เอกสารอื่นๆ _____	
15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน ☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก _____				
16. ลายมือชื่อ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☒ ตัวแทน _____ (_____ นางสาววัชรารณ ชัยวรรณ)				

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษ จำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ใบแนบต่อท้าย สป/สผ/001-ก

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์

2. ชื่อ นายวรวิทย์ จันทสุวรรณ

ที่อยู่ 99/104 หมู่ที่ 5 ต.ท่าระหัด อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี 72000 ประเทศไทย

อีเมล - สัญชาติ ไทย โทรศัพท์

เลขประจำตัวประชาชน 3721000042691

3. ชื่อ นายพิชญชาญ ศรีเจริญ

ที่อยู่ 28 หมู่ที่ 8 ซ.บ้านลงวัด ต.หมากแข้ง อ.เมืองอุดรธานี จ.อุดรธานี 41000 ประเทศไทย

อีเมล - สัญชาติ ไทย โทรศัพท์

เลขประจำตัวประชาชน 2410100033213

4. ชื่อ นายจินตพัฒน์ นทีวัฒนา

ที่อยู่ 31/17 ถ.เชียงใหม่-ลำปาง ต.ช้างเผือก อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50000 ประเทศไทย

อีเมล - สัญชาติ ไทย โทรศัพท์

เลขประจำตัวประชาชน 3500100117244



Signed by DIP-CA

8. การยื่นคำขออนุญาตนำเข้า ☐ PCT ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)				
วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				
8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ผู้อื่นได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้				
9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด วันแสดง _____ วันเปิดงานแสดง _____ ผู้จัด _____				
10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ				
10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ		10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ	
11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอเป็นภาษาไทย ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ _____				
12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ลิขสิทธิ์ประกาศโฆษณาว่าขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศเลขอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ _____ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข _____ ในการประกาศโฆษณา				
13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย			14. เอกสารประกอบคำขอ	
ก. แบบพิมพ์คำขอ _____ 3 หน้า			☒ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ _____ 2 หน้า			☐ หนังสือรับรองการแสดงผลการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์	
ค. ข้ออธิบาย _____ 1 หน้า			☐ หนังสือมอบอำนาจ	
ง. รูปเขียน _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ	
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์ ☐ รูปเขียน _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารขอรับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย	
ฉ. ภาพถ่าย _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ	
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ _____ 1 หน้า			☐ เอกสารอื่นๆ	
15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน ☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก _____				
16. ลายมือชื่อ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☒ ตัวแทน _____ (นางสาววิจิตรารมย์ ชัยวรรณ)				

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ปฐักสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ใบแนบต่อท้าย สป/สพ/001-ก

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์

2. ชื่อ นายวรวิทย์ จันทร์สุวรรณ

ที่อยู่ 99/104 หมู่ที่ 5 ต.ท่าระหัด อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี 72000 ประเทศไทย

อีเมล - สัญชาติ ไทย โทรศัพท์

เลขประจำตัวประชาชน 3721000042691

3. ชื่อ นายพิชญ์ชาญ ศรีเจริญ

ที่อยู่ 28 หมู่ที่ 8 ข.บ้านคงวัด ต.หมากแข้ง อ.เมืองอุดรธานี จ.อุดรธานี 41000 ประเทศไทย

อีเมล - สัญชาติ ไทย โทรศัพท์

เลขประจำตัวประชาชน 2410100033213

4. ชื่อ นายจินตพัฒน์ นวัตกรรม

ที่อยู่ 31/17 ถ.เชียงใหม่-ลำปาง ต.ช้างเผือก อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50000 ประเทศไทย

อีเมล - สัญชาติ ไทย โทรศัพท์

เลขประจำตัวประชาชน 3500100117244

Signed By DIP-CA

ประวัติย่อผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริรัตน์ พานิช
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Asst.Prof. Dr.Sirirat Panich
2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
 - หน่วยงาน: สาขาวิชาเทคโนโลยีสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 - หมายเลขโทรศัพท์มือถือ: 0926239865
 - E-mail: sirirat.pan@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาเอก	Chemistry/ Imperial College London, UK	2017
ปริญญาโท	เคมีวิเคราะห์และเคมีอินทรีย์ประยุกต์/ มหาวิทยาลัยมหิดล	2008
ประกาศนียบัตร	การสอน/มหาวิทยาลัยบูรพา	2549
ปริญญาตรี	เคมี/มหาวิทยาลัยบูรพา	2548

4. สมรรถนะด้านการวิจัย

- ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/ นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
1	Nutritional and sensory properties of plant-based milk produced from Sacha inchi seeds (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	Food Science and Applied Biotechnology	นานาชาติ	2024
2	Green synthesis of silver nanoparticles from Catunaregam tomentosa extract	CHEMICAL SCIENCES (RAMASAMI)	นานาชาติ	2021
3	All-in-One Flow Injection Spectrophotometric System for Field Testing	Applied Mechanics and Materials	นานาชาติ	2018
4	A novel assay for evaluation of the total antioxidant capacity using a nontoxic probe	TJPS, 42 (1): 21-26	นานาชาติ	2018
5	Fabrication of a three-dimensional electrochemical paper-based device (3D-ePAD) for individual and simultaneous detection of ascorbic acid, dopamine and uric acid	Int. J. Electrochem. Sci.	นานาชาติ	2018
6	A non-toxic approach to assess total antioxidant capacity (TAC) of exotic tropical fruits from Thailand	J Food Sci Technol	นานาชาติ	2019
7	Total phenolic compounds of Fruit and Vegetable powders in Thailand	Applied Mechanics and Materials	นานาชาติ	2019

- ผลงานทรัพย์สินทางปัญญา ที่ได้รับและที่อยู่ระหว่างยื่นจด

ลำดับ	ชื่อผลงาน	ประเภท	สถานะ	ปีที่ยื่น
1	ลิปบาล์มว่านหอมแดง	อนุสิทธิบัตร	(อยู่ระหว่างยื่นจด)	2567
2	โลชั่นสติกพิกัด 7	อนุสิทธิบัตร	(อยู่ระหว่างยื่นจด)	2567
3	ผลิตภัณฑ์โลชั่นบาร์ว่านนางคำ	อนุสิทธิบัตร	(อยู่ระหว่างยื่นจด)	2567
4	กรรมวิธีการผลิตและสูตรผงโปรตีนสมบูรณ์ผสมจากพืชที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปรับสมดุลกรด-เบสในเลือด เลขที่คำขอ 2203000088	อนุสิทธิบัตร	(อยู่ระหว่างขั้นตอนการพิจารณา)	2565
5	กรรมวิธีการผลิตสเปรย์น้ำสกัดน้ำมันหอมระเหยใบพลู เลขที่ 2203001915	อนุสิทธิบัตร	(อยู่ระหว่างขั้นตอนการพิจารณา)	2565
6	เนยถั่วดาวอินคา เลขที่คำขอ 1903002395	อนุสิทธิบัตร	เผยแพร่แล้ว หมดอายุ 15 ก.ย. 2568	2564

5. ระบุประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ลำดับ	ชื่อโครงการ / แผนงาน	ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	งบประมาณ (บาท)	หน้าที่ความรับผิดชอบ (หัวหน้าโครงการ / ผู้ร่วมวิจัย)
1	ผลิตภัณฑ์แผ่นมาส์กหน้ากระดาดไฮโดรเจลให้ความชุ่มชื้นจากเซราไมด์และ ช่วยลดเลือนริ้วรอย จากสารสกัดมะขามป้อมและสมอ	2561	สปอว.	1,269,900	หัวหน้าโครงการวิจัย
2	การวิจัยเพื่อการพัฒนาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ : การวิเคราะห์กึ่งจุลภาคเพื่อเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	2561	มทร.พระนคร	20,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
3	การพัฒนานวัตกรรมทางอาหาร: เครื่องดื่มนมโปรตีนสูงถั่วดาวอินคา	2561	มทร.พระนคร	480,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
4	การเพิ่มมูลค่าของเปลือกกล้วยเหลือทิ้งเพื่อกำจัดสารพิษในน้ำ	2562	มทร.พระนคร	25,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
5	สารต้านอนุมูลอิสระโดยรวมจากดอกไมไทยกินได้	2563	มทร.พระนคร	9,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
6	การพัฒนากระบวนการล้างใบชาเพื่อลดปริมาณสารพิษ การประเมินฤทธิ์ทางเภสัชเคมีและประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าของชาใบชา	2563	สปอว.	150,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
7	การศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าของ	2563	Pre-Talent Mobility	40,000	หัวหน้าโครงการวิจัย

ลำดับ	ชื่อโครงการ / แผนงาน	ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	งบประมาณ (บาท)	หน้าที่ความรับผิดชอบ (หัวหน้าโครงการ /ผู้ร่วมวิจัย)
	ผลิตภัณฑ์เหลือทิ้งทางการเกษตร: ไฮโดรโซลไบโพลู				
8	โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์	2563	สปอว.	150,000	ผู้ร่วมวิจัย
9	การพัฒนาสูตรตำรับครีมบำรุงผิวหน้าจากสารสกัดหัวไชเท้า และการประเมินฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและทางประสาทสัมผัส	2563	สปอว.	150,000	ผู้ร่วมวิจัย
10	การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากใบฝรั่งและการเตรียมเจลล้างมือจากสารสกัดใบฝรั่ง	2563	มทร.พระนคร	9,000	ผู้ร่วมวิจัย
11	การกำจัดโลหะหนักจากสารละลายโดยตัวดูดซับจากวัสดุชีวภาพ	2563	มทร.พระนคร	9,000	ผู้ร่วมวิจัย
12	สุดยอดอาหารโปรตีน; โปรตีนจากพืชผสมผักและผลไม้	2564	สวทช	250,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
13	เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในโดมพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อควบคุมคุณภาพของการอบสมุนไพรใบขี้เหล็ก	2564	สปอว.	150,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
14	การตรวจสอบองค์ประกอบทางพฤกษเคมีและความสามารถในการออกฤทธิ์ของน้ำสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบขี้เหล็กสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ลดการอักเสบของผิวหนัง	2564	มทร.พระนคร	500,000	ผู้ร่วมวิจัย
15	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยรวมของน้ำสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบพลู	2563	มทร.พระนคร	10,000	หัวหน้าโครงการวิจัย
16	โครงการยกระดับและยืดอายุของสินค้า โอท็อปลุงกละและสมุนไพรขี้เหล็กอบแห้งผ่านกลยุทธ์การเล่าเรื่อง (Story branding) ด้วยการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์	2565	สปอว.	150,000	หัวหน้าโครงการวิจัย

ลำดับ	ชื่อโครงการ / แผนงาน	ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	งบประมาณ (บาท)	หน้าที่ความ รับผิดชอบ (หัวหน้าโครงการ /ผู้ร่วมวิจัย)
17	การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ของกาแฟและชาดอกกาแฟ ท้องถิ่นวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอา ราบิก้า จังหวัดเพชรบูรณ์	2565	มทร.พระนคร	239,900	หัวหน้า โครงการวิจัย
18	การทดสอบความสามารถในการ ออกฤทธิ์ของไฮโดรโซลไบโพลูสู่การ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยาสีฟัน สมุนไพรลดการอักเสบของเหงือก	2565	มทร.พระนคร	158,000	ผู้ร่วมวิจัย
19	นวัตกรรมการเพิ่มมูลค่าเศษไหม เหลือทิ้งสู่ตัวรับสบู่แนวใหม่ สบู่ สมุนไพรไทยพร้อมใยไหม ธรรมชาติขัดผิวแบบ 2 in 1 (Felted Silk Soap)	2566	สปอว.	170,000	หัวหน้า โครงการวิจัย
20	การพัฒนานวัตกรรมแชมพูปิดผม หลังจากการสกิดสมุนไพรสูตร อ่อนโยน	2566	สปอว.	150,000	หัวหน้า โครงการวิจัย
21	การประเมินความเสี่ยงและความ ปลอดภัย คุณค่าทางอาหาร ฤทธิ์ ทางเภสัชวิทยา และคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสของดอกไม้กินได้สด และอัดแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าและอัต ลักษณ์แก้อาหาร	2566	สวก.	981,259	หัวหน้า โครงการวิจัย