



การพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารไพเพอรินที่แยกได้จาก
สารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชัน
DEVELOPMENT OF SUNSCREEN CONTAINING PIPERINE
FROM *PIPER NIGRUM* L. (BLACK PEPPER) EXTRACT
IN MICROEMULSION FORM



โดย
พิชชาภา ห่อมา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2562



DEVELOPMENT OF SUNSCREEN CONTAINING PIPERINE
FROM *PIPER NIGRUM* L. (BLACK PEPPER) EXTRACT
IN MICROEMULSION FORM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ORIENTAL MEDICINE
COLLEGE OF ORIENTAL MEDICINE

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2019

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารฟิเพอรินที่แยกได้จาก
สารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชัน

โดย

พิชชาภา ห่อมา

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562

รศ.ดร.รัฐพล อาษาสุจริต
ประธานกรรมการสอบ

ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
กรรมการ

ดร.นันทพงศ์ ขำทอง
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณิ์ ศุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
6 กันยายน 2562

Thesis entitled

DEVELOPMENT OF SUNSCREEN CONTAINING PIPERINE
FROM *PIPER NIGRUM* L. (BLACK PEPPER) EXTRACT
IN MICROEMULSION FORM

by

PHITCHAPHA HOMA

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Oriental Medicine

Rangsit University
Academic Year 2019

Assoc. Prof. Rathapon Asasutjarit, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Asst. Prof. Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.
Member

Nanthaphong Khamthong, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plit.Off. Vanee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

September 6, 2019

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทุกท่าน โดยเฉพาะคณะอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา และดร.นันทพงศ์ ขำทอง ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดช่วงเวลาที่ทำการวิจัย ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ส่งเสริมผู้วิจัยให้มีโอกาสได้ศึกษาเล่าเรียน เป็นกำลังใจสำคัญ และให้การสนับสนุนในเรื่องต่าง ๆ จนทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ขอขอบคุณคณะกรรมการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต และบริษัท วันรัต (หน้าเตียน) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำงานวิจัยจนประสบความสำเร็จด้วยดี

พิชชาภา ห่อมา

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6004810 : MAJOR: ORIENTAL MEDICINE; M.Sc. (ORIENTAL MEDICINE)

KEYWORDS : *PIPER NIGRUM* L., PIPERINE, SUNSCREEN, MICROEMULSION,
ESSENTIAL OIL

PHITCHAPHA HOMA: DEVELOPMENT OF SUNSCREEN CONTAINING
PIPERINE FROM *PIPER NIGRUM* L. (BLACK PEPPER) EXTRACT IN MICROEMULSION
FORM. THESIS ADVISOR: NANTHAPHONG KHAMTHONG, Ph.D., 82 p.

Piper nigrum L. (Black Pepper) contains piperine as a main active substance. It is reported that the substance absorbs ultraviolet light at 230-400 nm. It has molar absorptivity at 237 and 342 nm of 1.0×10^5 and $3.48 \times 10^5 \text{ mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$, respectively, which matches the wavelength and covers the absorption of light in the UVA-UVB range. This research aims to develop sunscreen containing piperine from *Piper nigrum* L. extract in microemulsion form. Black pepper samples were collected from 5 planting areas in Chanthaburi Province, Thailand including Tha Mai District, Na Yai Am District, Mueang Chanthaburi District, Makhm District and Khao Khitchakut, the piperine amounts of which were 2.60, 2.40, 2.15, 1.86 and 1.78% w/w, respectively. Microemulsion formulas containing Tween 20 and Tween 80 as surfactants, peppermint oil and citronella oil as oil phase and distilled water as water phase were prepared using pseudo ternary phase diagram to determine the proper ratio of ingredients in the microemulsion. After that, particle size and zeta potential of the microemulsions were measured. Appropriate microemulsions with different particle sizes were selected including Tween 20 : peppermint oil : DI water (8 : 1 : 1, 5 : 4 : 1 and 5 : 2 : 3) and Tween 20 : citronella oil : DI water (8 : 1 : 1, 6 : 3 : 1 and 5 : 3 : 2). Piperine with concentrations of 3% w/w and 5% w/w were added to the microemulsions to give 12 microemulsion formulas. The effectiveness of the microemulsions on ultraviolet radiation protection was determined with Optometrics SPF-290S, and it was found that the SPF values were in the range of 5.66-38.06 while Boots Star Rating values were between 3 and 4 which were good values. Physical characteristics of the microemulsions were investigated, and they demonstrated a clear solution without phase separation having pH in the range of 6.6-7.1

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

Their viscosities were between 100.1-849.4 cP while their particle sizes were appeared between 195.1-1276.2 nm. In addition, the zeta potentials of the microemulsions were between -9.35-7.08 mV. These obtained values indicated the good properties of the microemulsions, and they can be further developed into sunscreen products which are soft, smooth and easy to use.



Student's Signature Thesis Advisor's Signature

6004810 : สาขาวิชา: การแพทย์แผนตะวันออก; วท.ม.(การแพทย์แผนตะวันออก)
 คำสำคัญ : พริกไทยดำ, พิเพอริน, ผลิตภัณฑ์กันแดด, ไมโครอิมัลชัน, น้ำมันหอมระเหย

พืชชาภา ห่อมา: การพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชัน (DEVELOPMENT OF SUNSCREEN CONTAINING PIPERINE FROM *PIPER NIGRUM* L. (BLACK PEPPER) EXTRACT IN MICROEMULSION FORM) อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.นันทพงศ์ ขำทอง, 82 หน้า.

พริกไทยดำมีสารพิเพอรินเป็นสารสำคัญ มีรายงานว่าเป็นสารที่มีการดูดกลืนแสง UV ที่ 230-400 นาโนเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงที่ 237 และ 342 นาโนเมตร เท่ากับ 1.0×10^5 และ $3.48 \times 10^5 \text{ mole}^{-1} \text{cm}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งตรงกับควมยาวคลื่นและครอบคลุมการดูดกลืนแสงในช่วงของ UVA-UVB งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชัน โดยเก็บตัวอย่างพริกไทยดำมาจาก 5 แหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี ได้แก่ อำเภอท่าใหม่ อำเภอนายายอาม อำเภอเมืองจันทบุรี อำเภอมะขาม และอำเภอบาฉิม ซึ่งพบว่ามีสารพิเพอรินร้อยละ 2.60, 2.40, 2.15, 1.86 และ 1.78 โดยน้ำหนักตามลำดับ สำหรับการสร้างสูตรตำรับไมโครอิมัลชันที่มี Tween 20 และ Tween 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินต์และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นวัฏภาคน้ำมัน น้ำเป็นวัฏภาคน้ำ ใช้แผนภาพวัฏภาคไตรภาคเพื่อกำหนดอัตราส่วนของส่วนประกอบของไมโครอิมัลชัน หลังจากนั้นวัดขนาดของอนุภาคและค่าศักย์ซีต้า และคัดเลือกไมโครอิมัลชันที่เหมาะสม ได้แก่ Tween 20 : Peppermint Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 5 : 4 : 1 และ 5 : 2 : 3 และ Tween 20 : Citronella Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 6 : 3 : 1 และ 5 : 3 : 2 จากนั้นเติมสารพิเพอรินความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก ลงไปในสูตรดังกล่าวจะได้ไมโครอิมัลชันทั้งหมด 12 สูตร แล้วนำมาวัดประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตด้วยเครื่อง Optometrics SPF-290S พบว่า มีค่า SPF อยู่ระหว่าง 5.66-38.06 และค่า Boots Star Rating อยู่ระหว่าง 3-4 ซึ่งเป็นค่าที่ดี เมื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ พบว่า มีลักษณะใส ไม่แยกวัฏภาค ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.6-7.1 ค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 100.1-849.4 cP ขนาดของอนุภาคอยู่ระหว่าง 195.1-1276.2 นาโนเมตร และค่าศักย์ซีต้าอยู่ระหว่าง -9.35-7.08 มิลลิโวลต์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีเช่นกัน จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำตำรับไมโครอิมัลชันดังกล่าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กันแดดที่ให้ความรู้สึกเบาสบาย ผิวชุ่มชื้น และใช้ง่าย

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์สัญลักษณ์ และอักษรย่อ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หรือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา	6
2.1 พริกไทยดำ	6
2.2 สารฟิเพอริน	17
2.3 โครมาโทกราฟี (Chromatography)	18
2.4 สเปกโทรสโกปี (Spectroscopy)	22
2.5 ผิวน้ำ	23
2.6 ไมโครอิมัลชัน	28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	34
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	34
3.2 สารเคมี	35
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	41
4.1 ผลการศึกษาปริมาณสารพิษอินทรีย์ที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำ	41
4.2 ผลการวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างด้วยวิธีสเปกโทรสโกปี	42
4.3 ผลการศึกษาแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียบมของการเตรียมไมโครอิมัลชัน	43
4.4 ผลการวัดขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาค	44
4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต	45
4.6 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ	47
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ต่าง ๆ	61
ภาคผนวก ข เครื่องมืออุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	74
ประวัติผู้วิจัย	82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางกายภาพที่ดีของพริกไทยดำ	7
2.2 สรรพคุณและส่วนที่ใช้ประโยชน์ทางยาของพริกไทย	7
2.3 องค์ประกอบหลักของพริกไทยดำ (พริกไทยดำแห้งน้ำหนัก 100 กรัม)	17
2.4 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยและฟิเพอรินในพริกไทยดำที่ได้จาก ประเทศไทย บราซิล อินเดีย และมาเลเซีย	18
2.5 Boots Star Rating System	27
2.6 ผลของสภาวะต่าง ๆ ต่อความคงตัวของอิมัลชัน	30
2.7 ลักษณะของไมโครอิมัลชัน	31
3.1 สูตรตำรับการเตรียมไมโครอิมัลชัน	38
4.1 ปริมาณสารฟิเพอรินของสารสกัดพริกไทยดำทั้ง 5 แหล่งปลูกใน จังหวัดจันทบุรี	41
4.2 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคสูตรตำรับไมโคร อิมัลชัน Tween 20 : Peppermint Oil : DI water	44
4.3 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคสูตรตำรับไมโคร อิมัลชัน Tween 20 : Citronella Oil : DI water	44
4.4 ประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต	45
4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารฟิเพอริน	47
4.6 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคของผลิตภัณฑ์กันแดด ของสารฟิเพอริน	48

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พริกไทยดำ (Piper nigrum L.)	6
2.2 สารพฤษเคมีที่พบในผลพริกไทยดำ	17
2.3 สารพิเพอริน	17
2.4 ชั้นหนังกำพร้า ชั้นหนังแท้ และเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง	24
2.5 ประเภทของไมโครอิมัลชัน	28
3.1 การสกัดสารพิเพอริน	37
3.2 สูตรโครงสร้างของสารพิเพอริน	37
3.3 SPF-290S Graph Report	40
4.1 สารสกัดพริกไทยดำทั้ง 5 แหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี	41
4.2 แผนภาพภูมิภาคไตรภาคเทียมแสดงพื้นที่อัตราส่วนบริเวณการเกิดไมโครอิมัลชัน	43
4.3 ผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอริน ทั้งหมด 12 สูตร	45
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับความเข้มข้น Tween 20 : Peppermint oil : DI water	46
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับความเข้มข้น Tween 20 : Citronella oil : DI water	47
4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับขนาดอนุภาค Tween 20 : Peppermint oil : DI water	49
4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับขนาดอนุภาค Tween 20 : Citronella oil : DI water	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา ตาม การแบ่งเขตภูมิอากาศแบบเคิพเพิน (Köppen Climate Classification) สภาพอากาศร้อน อบอ้าวตลอดปี มีแดดจัด โดยแสงแดดที่ส่องมาบนโลก ประกอบด้วย รังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) รังสีอินฟราเรด (IR) และรังสีที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible) การได้รับแสงแดดเป็นระยะเวลานานก็จะทำให้เกิดผื่นแดง ผิวไหม้ของคล้ำ ฝ้า กระ จุดด่างดำ รอยเหี่ยวย่น ผิวแก่ก่อนวัย และ อาจเกิดมะเร็งผิวหนัง การดำเนินชีวิตในปัจจุบันไม่สามารถหลีกเลี่ยงแสงแดดได้ การใช้ผลิตภัณฑ์ ป้องกันแสงแดด (Sunscreen) จึงมีความจำเป็น ซึ่งสารที่ทำหน้าที่ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สารที่ทำหน้าที่ดูดซับรังสี UV เช่น สารอินทรีย์ (Organic) และสารที่ทำ หน้าที่สะท้อนรังสี UV เช่น ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide) ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium Oxide) เป็นต้น

พริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจในเขตร้อน เช่น ไทย เวียดนาม อินโดนีเซีย อินเดีย และบราซิล โดยเกษตรกรจังหวัดจันทบุรี เป็นผู้ผลิตหลักของประเทศไทย มีการใช้ ประโยชน์ด้านอาหาร เป็นราชาของเครื่องเทศ มีกลิ่นฉุนและรสเผ็ดร้อน นำมาปรุงอาหารต่าง ๆ ด้านยาพื้นบ้าน ใช้รักษาและบรรเทาอาการเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร บำรุงธาตุ เป็นต้น พริกไทย ดำเป็นส่วนประกอบในตำรับยาสามัญประจำบ้านแผนโบราณหลายตำรับ ได้แก่ ยาประสะกะเพรา ยาประสะกานพลู ยาประสะเจตพังคี ยามันทธาตุ สรรพคุณ ขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ จุกเสียด แน่นท้อง ธาตุไม่ปกติ ยาธรณีสังกะษัต สรรพคุณ แก้ช้ำยเส้น เถาตาน ท้องผูก ยาประสะไพล ยาไฟประลัยกัลป์ ยาไฟห่าทอง สรรพคุณ แก้ประจำเดือนมาไม่ปกติ ขับน้ำคาวปลา (กระทรวง สาธารณสุข, 2556) และเป็นส่วนประกอบในตำรับยาของตำราแพทยศาสตร์สงเคราะห์ พันธุ์ที่ปลูกใน ประเทศไทยมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชารวัดหรือพันธุ์คุชชิง พันธุ์จันทบุรีหรือพันธุ์ชิลอนยอดแดงและ

พันธุ์ซีลอนยออดขาว พริกไทยดำมีสารสำคัญ คือ Piperine, Piperamine, Piperamide, Pipericide, Sarmentosine, Sarmentine, Trichosta (Damanhoury & Ahmad, 2014) มีสารพิเพอริน (Piperine) ในปริมาณสูง 3-9% โดยน้ำหนัก (Madhavi et al., 2009) เป็นสารอัลคาลอยด์กลุ่มพิเพอริดีน (Piperidine) มีรายงานว่าเป็นสารที่มีการดูดกลืนแสง UV ที่ 230-400 นาโนเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (Molar Absorptivity) ที่ 237 และ 342 นาโนเมตร เท่ากับ 1.0×10^5 และ $3.48 \times 10^5 \text{ mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ซึ่งตรงกับควมยาวคลื่นและครอบคลุมการดูดกลืนแสงในช่วงของ UVA-UVB จึงสามารถนำมาพัฒนาเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ประสิทธิภาพดูดซับรังสี UV ทดแทนสารกันแดดที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ไมโครอิมัลชัน (Microemulsion) เป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวที่มีลักษณะใสเป็นเนื้อเดียวกัน ประกอบด้วย วัฏภาคน้ำ (Water Phase) วัฏภาคน้ำมัน (Oil Phase) และสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) อาจเติมสารลดแรงตึงผิวร่วม (Cosurfactant) ได้รับความนิยมในการศึกษาวิจัยทั้งในเชิงคุณลักษณะและในเชิงประสิทธิภาพ เพื่อใช้เป็นตัวกลางในการนำส่งยาเข้าสู่ร่างกายทางต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางผิวหนัง (ประภาพร บุญมี, กฤติยา ศรีสุวรรณวิเชียร, และณัฐธิดา ภัคพัต, 2553) ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ไมโครอิมัลชันในเครื่องสำอางและเวชสำอาง เนื่องจากเป็นระบบที่มีเสถียรภาพทางอุณหพลวัต (Thermodynamic Stability) งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำที่มีแหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี ประเทศไทย
- 2) เพื่อเตรียมตำรับผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินในรูปแบบไมโครอิมัลชัน โดยกำหนดสัดส่วนปริมาณของสารลดแรงตึงผิว วัฏภาคน้ำมัน และวัฏภาคน้ำ ด้วยวิธี Pseudo Ternary Phase Diagrams
- 3) เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินในรูปแบบไมโครอิมัลชัน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความหนืด ขนาดของอนุภาค และค่าศักย์ซีต้า
- 4) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยหาค่า SPF และ Boots Star Rating ของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินในรูปแบบไมโครอิมัลชัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) สกัดสารพิเพอรินจากสารสกัดพริกไทยดำ ทดสอบเปรียบเทียบสารพิเพอรินที่ได้กับสารมาตรฐานพิเพอริน (Standard Piperine) ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer

2) สร้างสูตรตำรับไมโครอิมัลชันจากสารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด ได้แก่ Tween 20 และ Tween 80 วัฏภาคน้ำมันจากน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินต์ (Peppermint Oil) และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม (Citronella Oil) และวัฏภาคน้ำจากน้ำกลั่น (Distilled Water) โดยใช้แผนภาพวัฏภาคไตรภาคเพื่อกำหนดสัดส่วนปริมาณสารที่แตกต่างกัน แล้วบันทึกผล

3) เตรียมสารพิเพอรินผสมลงในตำรับไมโครอิมัลชัน โดยเติมสารพิเพอรินความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก ผสมจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องเขย่าสารในหลอดทดลอง (Vortex) คัดเลือกสูตรตำรับไมโครอิมัลชันที่เหมาะสมที่สุด

4) ทดสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินในรูปแบบไมโครอิมัลชัน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) ความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Viscometer) วัดขนาดของอนุภาค ด้วยเครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (Particle Size Analyzer) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าศักย์ซีต้า ด้วยเครื่องวัดความต่างศักย์บนผิวอนุภาค (Zeta Potential Analyzer) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยหาค่า SPF และ Boots Star Rating ด้วยเครื่องวัดค่าการป้องกันการทำลายของแสงอัลตราไวโอเล็ต (Sun Protection analyzer) SPF-290S Analyzer System พร้อม WinSPF Software

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เพื่อได้ผลิตภัณฑ์กันแดดจากสารสกัดสมุนไพรในรูปแบบไมโครอิมัลชันที่มีลักษณะทางกายภาพและประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ดี

2) เพื่อเป็นแนวทางในการทำผลิตภัณฑ์กันแดดจากสารพิเพอริน สามารถผสมในเครื่องสำอาง นำไปสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (Cosmetics Industry)

3) เพิ่มมูลค่าสมุนไพรไทยให้สูงขึ้น ลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศ

1.5 นิยามศัพท์สัญลักษณ์ และอักษรย่อ

UVA เป็นคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่มีความยาวคลื่น 320-400 นาโนเมตร

UVB เป็นคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่มีความยาวคลื่น 280-320 นาโนเมตร

UVC เป็นคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่มีความยาวคลื่น 100-280 นาโนเมตร

SPF (Sun Protection Factor) ค่าป้องกันการทำลายของ UVB

PA (Protection Grade of UVA) ค่าป้องกันการทำลายของ UVA โดยใช้เครื่องหมาย (+) แสดงระดับของประสิทธิภาพ กำหนดโดยสมาคมอุตสาหกรรมเครื่องสำอางแห่งประเทศญี่ปุ่น (Japan Cosmetic Industry Association [JCIA], 1996)

Boots Star Rating ค่าป้องกันการทำลายของ UVA กำหนดโดย Boots Company, England

pH (Positive Potential of The Hydrogen Ions) ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในน้ำ

Zeta Potential ค่าความแตกต่างระหว่างศักย์ไฟฟ้าบริเวณผิวของอนุภาคกับศักย์ไฟฟ้าในชั้นสารละลาย

TLC (Thin Layer Chromatography) เป็นโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง โดยใช้ Silica Gel หรืออื่นๆ เป็นภาคนิ่ง (Stationary Phase) เคลือบเป็นชั้นบาง ๆ หนาประมาณ 0.25-1.00 มิลลิเมตร และใช้ตัวทำละลายเป็นภาคเคลื่อนที่ (Mobile Phase)

Rf เป็นค่าประจำตัวของสารประกอบภายใต้สภาวะต่าง ๆ

Spectroscopic Method เป็นวิธีวิเคราะห์ที่อาศัยการเกิดอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) กับสสาร (Matter)

UV Spectroscopy เป็นประเภทสเปกโทรสโกปี ช่วงความยาวคลื่น 180-780 nm
ช่วง Wavenumber 5×10^4 - 1.3×10^4 ประเภทการแทนที่ชั้น Bonding Electrons

FT-IR Spectroscopy เป็นประเภทสเปกโทรสโกปี ช่วงความยาวคลื่น 0.78-300 μm
ช่วง Wavenumber 5×10^4 - 1.3×10^1 ประเภทการแทนที่ชั้น Rotation/Vibration of Molecules

NMR Spectroscopy เป็นประเภทสเปกโทรสโกปี ช่วงความยาวคลื่น 0.6-10 m ช่วง
Wavenumber 1.7×10^{-2} - 1×10^3 ประเภทการแทนที่ชั้น Spin of Nuclei in A Magnetic Field

MS (Mass Spectrometer) เป็นวิธีวิเคราะห์สัดส่วนมวลต่อประจุของอนุภาคที่มี
ประจุ เพื่อระบุมวลของอนุภาค



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หรือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา

2.1 พริกไทยดำ



รูปที่ 2.1 พริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.)

ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Piper nigrum</i> L.
ชื่อวงศ์	PIPERACEAE
ชื่ออื่น ๆ	พริกขี้หนู, พริกน้อย, พริกไทยดำ, ไส้เจีย (จีน)
ชื่อสามัญ	Black Pepper

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชไม้เถาเนื้อแข็ง ขอบังพุ่มมีรากฝอยตามข้อเถาเพื่อใช้ยึดเกาะ ลำต้นที่เจริญเต็มที่มีความยาว 2-4 เมตร มีข้อและปล้องชัดเจน ใบเดี่ยว (Simple) ออกสลับ รูปไข่ (Ovate) ปลายใบเรียวแหลม (Acuminate) ฐานใบมนกลม (Obtuse) ใบมีขนาดกว้าง 3.5-6 เซนติเมตร ยาว 7-10 เซนติเมตร เส้นใบมี 3-5 เส้น (Pinnately Netted Venation) ก้านใบยาว 2-3 เซนติเมตร ดอก

ออกเป็นช่อและออกตรงข้ามกับใบ ช่อดอกเชิงลดห้อยลงดิน (Spike) ไม่มีก้านดอก ติดอยู่ตามแกน ช่อดอก ยาว 5-17 เซนติเมตร แต่ละช่อมี 50-150 ดอก ดอกย่อย สมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้ 2 อัน ดอกลักษณะกลม ไม่มีกลีบรองดอกและกลีบดอก ช่อดอกสีเหลืองอมเขียว เมื่อแก่มีสีเขียว ดอกจะบานหมดทั้งช่อในเวลา 5-7 วัน ผล รูปทรงกลมขนาด 3-5 มิลลิเมตร ออกเป็นพวง ผลอ่อนสีเขียว เมื่อสุกมีสีแดง เมื่อแห้งมีสีดำและผิวมีรอยย่น ภายในมี 1 เมล็ด เมล็ด สีขาวนวล แข็ง ค่อนข้างกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 มิลลิเมตร

2.1.2 ลักษณะภายนอกของเครื่องยา

ผลรูปกลม ผลแห้งมีผิวสีดำ ผิวนอกหยาบ มีรอยย่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราว 4-6 มิลลิเมตร เปลือกนอกสีน้ำตาลเข้มออกดำ มีรอยย่นคล้ายร่างแห ที่ขั้วมีรอยก้านผล เปลือกผล ข้นนอกและชั้นกลางลอกออกง่าย เปลือกชั้นในบางและค่อนข้างแข็ง 1 ผลมี 1 เมล็ด ผงพริกไทยดำ มีสีน้ำตาลดำ กลิ่นฉุน รสเผ็ดเล็กน้อย (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะเภสัชศาสตร์ ฐานข้อมูล เครื่องยาสมุนไพร, 2553)

ตารางที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพที่ดีของพริกไทยดำ

พริกไทยดำ	
ปริมาณความชื้น	ไม่เกิน 14.0%v/w
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม	ไม่เกิน 2.0%w/w
ปริมาณเถ้ารวม	ไม่เกิน 4.0%w/w
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด	ไม่เกิน 0.5%w/w
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย	ไม่น้อยกว่า 0.8%v/w
ปริมาณสารอัลคาลอยด์โดยคำนวณเทียบกับสารฟิเพอริน	ไม่น้อยกว่า 5.0%w/w

ที่มา: Ministry of Public Health Department of Medical Sciences, 2018

ตารางที่ 2.2 สรรพคุณและส่วนที่ใช้ประโยชน์ทางยาของพริกไทย

ส่วนที่ใช้	สรรพคุณ
ราก	แก้วิงเวียนศีรษะ แก้อาการลงแดง แก้ลมอันทำให้เย็นทั่วสรรพางค์กาย
ใบ	แก้ลมจุกเสียด ปวดมวนท้อง แน่นท้อง ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้ปวดท้องประจำเดือน

ตารางที่ 2.2 สรรพคุณและส่วนที่ใช้ประโยชน์ทางยาของพริกไทย (ต่อ)

ส่วนที่ใช้	สรรพคุณ
	แก้ลมอัมพฤกษ์ แก้ลมมุตขาท แก้ลมอัมพาต
ดอก	แก้ตาแดง เนื่องจากความดันโลหิตสูง ระวังอาเจียน
ผล	ขับลม ขับเสมหะ ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ แก้ระดูขาว เพิ่มความอบอุ่นให้กับร่างกาย เพิ่มการไหลเวียนของเลือด ลดการอักเสบ แก้เสมหะเฟื่อง บำรุงธาตุ เจริญอาหาร
เมล็ด	ขับลมในลำไส้ แก้ลมอัมพฤกษ์ แก้มุตกิด แก้ลมอันเนื่องจากอวัยวะสืบพันธุ์

ที่มา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะเภสัชศาสตร์ ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร, 2553

2.1.3 วิธีรับประทาน

- 1) รับประทานครั้งละ 250-500 มิลลิกรัม วันละ 3 ครั้ง หลังอาหาร
- 2) นำผลแก่แห้ง บดเป็นผงและปั้นเป็นลูกกลอน รับประทานครั้งละ 0.5-1 กรัม หรือใช้วิธีบดเป็นผงและชงรับประทานได้ (ตามคำแนะนำของสาธารณสุขมูลฐานกระทรวงสาธารณสุข)

2.1.4 ข้อควรระวัง

- 1) ควรระวังการรับประทานร่วมกับยาในกลุ่มสารกันเลือดเป็นลิ่ม (Anticoagulant) และยาต้านการจับตัวของเกล็ดเลือด (Antiplatelets)
- 2) ควรระวังการใช้ร่วมกับยา Phenytoin, Propranolol, Theophylline และ Rifampicin เนื่องจากอาจทำให้ระดับยาในเลือดสูงขึ้นและระยะเวลาที่ยาอยู่ในร่างกายยาวนานขึ้น
- 3) ไม่ควรรับประทานครั้งละมาก ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน

2.1.5 ข้อห้าม

- 1) ห้ามใช้ในหญิงตั้งครรภ์

2.1.6 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

เมื่อป้อนหนูแรทด้วยสารพิเพอรีน (Piperine) ขนาด 10 มิลลิกรัมต่อตัวเพียงครั้งเดียว พบว่า มีผลเพิ่มการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส (Amylase) ไลเปส (Lipase) และซูเครส (Sucrase) ในเยื่อผนังลำไส้เล็กของหนู และเพิ่มการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสในตับอ่อนของหนูได้เล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ไลเปส ทริปซิน (Trypsin) และไคโมทริปซิน (Chymotrypsin) ในตับอ่อนของหนู ขณะที่เมื่อให้หนูแรทกินอาหารที่มีพิเพอรีนผสมอยู่ 20 มิลลิกรัม โดยไม่จำกัดปริมาณเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า มีผลกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์เกี่ยวกับการย่อยอาหาร ได้แก่ ไลเปส ซูเครส มอลเตส (Maltase) ในเยื่อผนังลำไส้เล็กของหนู และเอนไซม์ไลเปส อะไมเลส ทริปซิน และไคโมทริปซิน (Chymotrypsin) ในตับอ่อนของหนู (Platel & Srinivasan, 2000)

การศึกษาผลของพริกไทยดำและสารพิเพอรีนต่อการหลั่งน้ำดีและองค์ประกอบในน้ำดี โดยป้อนหนูแรทเพียงครั้งเดียวด้วยพริกไทยดำขนาด 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารพิเพอรีนขนาด 12.5 และ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือให้กินอาหารที่มีพริกไทยดำผสมอยู่ 0.2% และ 0.4% และสารพิเพอรีน 0.01% และ 0.02% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ในการให้พริกไทยดำขนาด 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเพียงครั้งเดียวมีผลทำให้องค์ประกอบที่เป็นของแข็งในน้ำดี (Bile Solids) เพิ่มขึ้น แต่พริกไทยดำและสารพิเพอรีนขนาดอื่น ๆ ไม่มีผล หนูที่กินอาหารซึ่งผสมพริกไทยดำทำให้การไหลของน้ำดี (Bile Flow) ไปยังลำไส้เพิ่มขึ้น และองค์ประกอบที่เป็นของแข็งในน้ำดีลดลง พริกไทยดำและสารพิเพอรีนไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลและกรดน้ำดี แต่มีผลเพิ่มการหลั่งของกรดยูโรนิค (Uronic acid) ในน้ำดี (Bhat & Chandrasekhara, 1987)

การศึกษาในอาสาสมัครจำนวน 16 คน โดยได้รับประทานแคปซูลผลพริกไทยขนาด 1.5 กรัม จากนั้นทำการวัดระยะเวลาที่สารทดสอบเดินทางจากปากถึงลำไส้ใหญ่ (Orocecal Transit Time, OCTT) ด้วยวิธีการวัดค่าก๊าซไฮโดรเจนในลมหายใจออกโดยใช้น้ำตาลแลคทูโลส (Lactulose Hydrogen Breath Test) พบว่า ค่า OCTT มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากรับประทานพริกไทย แสดงว่าพริกไทยมีผลกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ทำให้อาหารเคลื่อนผ่านได้เร็วขึ้น (Vazquez-Olivencia, Shah, Pitchumoni, 1992)

การฉีดสารพิเพอรีนขนาด 1.3, 8 และ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เข้าทางช่องท้องของหนูเมาส์ปกติและหนูที่ถูกผูกกระเพาะ เพื่อศึกษาผลต่อการหลั่งสารในกระเพาะอาหาร พบว่าพิเพอรีนที่ขนาด 8 และ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งน้ำย่อย การหลั่งกรด และเอนไซม์เปปซิน (Pepsin) ในกระเพาะอาหารของหนูปกติ แต่ไม่มีผลในหนูที่ถูกผูกกระเพาะ (Bajad, Bedi, Singla, & Johri, 2001)

สารพิเพอรีนขนาด 20-142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งกรดในกระเพาะอาหารของหนูแรท โดยผ่าน Histamine H_2 Receptors แต่มีฤทธิ์น้อยกว่าฮีสตามีน 40 เท่า (Ononiwu, Ibeneme, & Ebong, 2002)

การศึกษากลไกของสารพิเพอรีนต่อการส่งอาหารออกจากกระเพาะอาหารไปยังลำไส้ได้หมด (Gastric Emptying) ในหนูแรท โดยใช้ Phenol Red แทนของเหลวและลูกแก้ว (Glass Spheroids) แทนของแข็ง พบว่า สารพิเพอรีนขนาด 1, 4 และ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ยับยั้งการส่งของเหลวและของแข็งออกจากกระเพาะอาหารไปยังลำไส้ได้ โดยฤทธิ์จะแปรผันตามขนาดและระยะเวลา และจะมีผลยับยั้งการส่งของแข็งออกได้มากกว่าของเหลว นอกจากนี้พบว่า สารพิเพอรีนขนาด 1-32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ยับยั้งการเคลื่อนผ่านของอาหารในระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal Transit) ของหนูเมาส์ด้วย (Bajad et al., 2001)

การศึกษากลไกของพิเพอรีนต่อการไหลเวียนของเลือดไปยังมดลูก (Uterine Blood Flow) ในสัตว์ทดลอง โดยใช้หนูขาวทั้งในสภาวะปกติที่ไม่ตั้งท้องและสภาวะที่ตั้งท้องในระยะเวลาต่าง ๆ กัน โดยใช้หลักการของการเปลี่ยนแปลงของคลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Pulse Doppler Flowmeter) เป็นตัววัดการไหลเวียนของเลือดไปยังมดลูก พบว่า เมื่อให้พิเพอรีนเข้าทางเส้นเลือดแดงในขนาดตั้งแต่ 0.5-2.0 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวของหนูครั้งกิโลกรัม ทำให้เกิดความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้นเฉียบพลัน และปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงยังมดลูกเพิ่มขึ้นชั่วคราวตามความดันโลหิต ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของพิเพอรีนที่สัตว์ทดลองได้รับ (จงจินตน์ รัตนานันท์ชัย, 2530)

การศึกษากฎวิธีระงับปวดของพริกไทยด้วยวิธี Tail Immersion Method โดยจุ่มหางหนูถีบจักรลงในน้ำอุณหภูมิ $45 \pm 1^\circ\text{C}$ แล้วจับเวลาที่หนูสามารถทนต่อความร้อนได้โดยไม่กระดกหางหนี (Tail-Flick Latencies) พบว่า สารพิเพอรีนที่แยกได้จากผลพริกไทยขนาด 5

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารสกัดพริกไทยด้วยเอทานอลขนาด 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถออกฤทธิ์ระงับความเจ็บปวดได้ โดยออกฤทธิ์หลังจากให้สารทดสอบ 120 นาที และสารสกัดพริกไทยด้วย เฮกเซนขนาด 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ออกฤทธิ์หลังจากให้สารทดสอบ 60 นาที การศึกษาด้วยวิธี Analgesy-Meter โดยการเพิ่มแรงกดไปที่เท้าของหนูขาว บันทึกพฤติกรรมที่ทำให้หนูนำขาออกจากเครื่องมือ พบว่า สารพิเพอรีนขนาด 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ออกฤทธิ์สูงสุดหลังให้สารทดสอบ 30 นาที และออกฤทธิ์จนกระทั่งครบ 60 นาที สารสกัดเอทานอลและเฮกเซนขนาด 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ออกฤทธิ์สูงสุดหลังเวลาผ่านไป 120 นาที การศึกษาด้วยวิธี Hot Plate Method โดยจับเวลาที่หนูสามารถทนอยู่บนแผ่นความร้อนโดยไม่กระโดดหนีหรือยกเท้าขึ้นเลย พบว่า สารพิเพอรีนขนาด 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารสกัดเฮกเซนออกฤทธิ์ลดปวดสูงสุดหลังจากให้สารทดสอบ 120 นาที การศึกษาโดยเหนี่ยวนำให้หนูบีบจักรเกิดความเจ็บปวดจนเกิดอาการบิดงอลำตัว (Writhing) ด้วยกรดอะซิติก พบว่า สารพิเพอรีนขนาด 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารสกัดพริกไทยด้วยเอทานอลขนาด 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถลดจำนวนครั้งในการเกิด Writhing ของหนูได้อย่างมีนัยสำคัญ (Tasleem, Azhar, Ali, Perveen, & Mahmood, 2014)

การศึกษาฤทธิ์ระงับอาการปวดของสารพิเพอรีนที่เป็นองค์ประกอบหลักในเมล็ดพริกไทยดำในหนูถีบจักรเพศผู้ ทดสอบด้วยวิธี Writhing Test โดยฉีดสารพิเพอรีนในขนาด 30, 50 และ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เข้าทางช่องท้องของหนู หลังจากนั้น 30 นาที จึงฉีดกรดอะซิติกเพื่อเหนี่ยวนำการปวด บันทึกผลจากการบิดเกร็งของช่องท้องร่วมกับการยืดขาหลังอย่างน้อย 1 ข้าง ซึ่งแสดงถึงอาการปวด ใ้ยา Indomethacin ฉีดเข้าช่องท้องเป็นสารมาตรฐาน พบว่า สารพิเพอรีนขนาด 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Indomethacin ขนาด 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งอาการปวดได้ 89% และ 67% ตามลำดับ (Bukhari, Alhumayyd, Mahesar & Gilani, 2013)

การทดสอบฉีดสารพิเพอรีนที่เป็นส่วนประกอบหลักของพริกไทยดำในขนาด 30, 50 และ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เข้าทางช่องท้องของหนูถีบจักรเพศผู้ หลังจากนั้น 30 นาทีจึงฉีด Pentylene tetrazole (PTZ) ในขนาด 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการชัก พบว่า สารพิเพอรีน ขนาด 50 และ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ระยะเวลาก่อนเริ่มเกิดการชักหลังได้รับสารกระตุ้น (Onset) ยาวนานขึ้น โดยออกฤทธิ์ได้ดีกว่าสารมาตรฐาน Carbamazepine ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อใช้สารกระตุ้นการชักเป็น Picrotoxin ขนาด 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

พบว่า การให้สารพิเพอรีนขนาด 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มควบคุมทำให้ Onset ยาวนานมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เท่ากับ 878.5 ± 3.2 และ 358.4 ± 14.4 วินาทีตามลำดับ สรุปว่าสารพิเพอรีนมีฤทธิ์ต้านอาการชักได้ โดยออกฤทธิ์ผ่าน GABA-Ergic Pathways (Bukhari et al., 2013)

การศึกษาผลของพิเพอรีนต่อกระบวนการเรียนรู้ และความจำในหนูขาวเพศผู้สายพันธุ์ ICR โดยใช้เมอริสวอเตอร์เมซ (Morris Water Maze) ซึ่งเป็นเครื่องมือเชิงพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้และความจำในหนูทดลอง พบว่า การให้พิเพอรีนทางช่องท้องของหนูขาวเล็กในขนาด 5, 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวันนาน 2 สัปดาห์ สารทดสอบทุกขนาดสามารถลด Escape Latency (ระยะเวลาที่หนูสามารถว่ายน้ำออกจากอุปกรณ์เพื่อมาเกาะที่ Platform) ของหนูขาวเล็กได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมได้ เท่ากับ 11.00 ± 1.05 , 10.00 ± 0.43 และ 4.00 ± 0.23 วินาทีตามลำดับ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม 32.00 ± 4.49 วินาที และยังสามารถเพิ่ม Retention Time (ระยะเวลาที่หนูว่ายน้ำอยู่ในบริเวณที่เคยมี Platform) ของหนูขาวเล็กได้ เท่ากับ 32.00 ± 0.73 , 31.00 ± 0.62 และ 32.00 ± 1.28 วินาทีตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม 19.00 ± 0.54 วินาที นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มระดับของตัวรับนิโคตินิกอะเซติลโคลีนในสมองของหนูขาวเล็กได้ เท่ากับ 28.09 ± 13.73 , 19.55 ± 2.60 และ 18.20 ± 2.13 เฟมโตโมลต่อมิลลิกรัมตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม 15.97 ± 3.04 เฟมโตโมลต่อมิลลิกรัม (Chaiwiang, Pongpattanawut, Khorana, Thanoi, & Teaktong, 2016)

2.1.7 การศึกษาทางพิษวิทยา

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน สารสกัดเอทานอลและสารสกัดน้ำของรากพริกไทย เมื่อให้ทางปากในหนูถีบจักร มีค่า LD_{50} เท่ากับ 12.66 และ 424.38 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว (คำนวณจากน้ำหนักผงยา) ตามลำดับ และการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดพริกไทย เมื่อให้หนูขาวและกระต่ายกิน มีค่า LD_{50} เท่ากับ 5.0 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (มงคลศิลป์ บุญเย็น, 2554)

น้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดพริกไทยดำ ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังของคน หนูเมาส์ และหมู แต่มีผลต่อผิวหนังของกระต่าย (Opdyke, 1978)

การศึกษาความเป็นพิษกึ่งเรื้อรัง พริกไทย (Black Pepper Oleoresin) หรือฟิเพอริน เมื่อป้อนให้หนูแรทขนาด 5-20 เท่าของขนาดที่ให้ในคน พบว่า ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักอวัยวะ อัตราส่วนของประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Efficiency Ratio) น้ำหนักอวัยวะ จำนวนของเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว ระดับของฮีโมโกลบิน โปรตีน อัลบูมิน โกลบูลิน น้ำตาล และคอเลสเตอรอล รวมทั้งไม่มีผลต่อเอนไซม์ Aminotransferases และ Phosphatases ในเลือดของหนู (Bhat & Chandrasekhara, 1986)

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสกัดน้ำจากผลแห้งของพริกไทย พบว่าการป้อนหนูแรทด้วยสารสกัดครั้งเดียวทางปากขนาด 5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ไม่ก่อให้เกิดอาการแสดงความเป็นพิษ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การตาย และความแตกต่างของลักษณะทางจุลกายวิภาคของอวัยวะภายใน การศึกษาความเป็นพิษกึ่งเรื้อรังโดยการป้อนสารสกัดน้ำจากผลแห้งของพริกไทยแก่หนูแรททั้งเพศผู้และเพศเมียทุกวันในขนาด 3, 6 และ 12 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน เป็นเวลา 90 วัน ไม่พบความผิดปกติทางอาการ พฤติกรรม และสุขภาพของหนูขาวกลุ่มที่ได้รับสารสกัดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการชั่งน้ำหนักตัวสุดท้าย การผ่าพิสูจน์ซาก สัตว์ทดลอง การชั่งน้ำหนักอวัยวะ การตรวจค่าโลหิตวิทยา ค่าเคมีคลินิกของเลือด และการตรวจจุลกายวิภาคของอวัยวะภายในของหนูกลุ่มทดสอบและกลุ่มควบคุมในวันที่ 90 และกลุ่มติดตามผล (Satellite) ในวันที่ 118 พบว่า ปกติ ดังนั้นการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าสารสกัดน้ำจากผลแห้งของพริกไทย ไม่ก่อพิษเฉียบพลันและพิษกึ่งเรื้อรังในหนูแรทในขนาดที่ใช้ทดสอบ (Chunlaratthanaphorn et al., 2007)

การป้อนสารสกัด 95%เอทานอลจากผลขนาด 0.5, 1, 2, 3 และ 5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเพียงครั้งเดียว ไม่ทำให้หนูแรทตายหรือเกิดอาการผิดปกติ (Rattanakhot, Toojinda, Temjarean, Sriwatanakul, & Aramphongphan, 2007)

เมื่อให้สารสกัดเอทานอลจากใบแก่หนูแรทที่เป็นเบาหวานในขนาด 5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ไม่พบความเป็นพิษและความผิดปกติของตับและไตของหนู (Chioma, Victor, and Emeka, 2014)

เมื่อให้หนูแรทกินอาหารที่มีพริกไทยดำผสมอยู่ 0.02% และ 0.5% ไม่พบผลข้างเคียงที่เป็นอันตราย แต่เมื่อให้ในขนาดที่สูง 2% และ 5% ของอาหาร ทำให้หนูกินอาหารลดลง ขณะที่เมื่อให้สารพิเพอรีนในขนาด 0.05% ของอาหาร มีผลเพิ่มการกินอาหารของหนู พริกไทยดำในขนาด 0.02% และ 0.5% และสารพิเพอรีนในขนาด 2% และ 5% ของอาหาร ทำให้น้ำหนักของตับเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณไขมันในตับสูงขึ้น แต่พริกไทยดำในขนาด 0.02% และ 0.5% ซึ่งเทียบเท่าขนาดที่ให้ในคนและสูงกว่า 10 เท่า ไม่มีผลต่อน้ำหนักตับและระดับไขมันในตับ (Srinivasan & Satyanarayana, 1981)

การศึกษาผลของพิเพอรีนที่มีต่อโครโมโซมของหนูแรทขาวเพศผู้พันธุ์สตาร์ โดยได้รับในขนาด 100, 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง ฆ่าหนูและเก็บเซลล์กระดูกต้นขามาวิเคราะห์โครโมโซม พบว่า พิเพอรีนในขนาดที่หนูได้รับไม่เกิดความเสียหายต่อโครโมโซมดังกล่าวเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และได้ศึกษาผลของพิเพอรีนต่อ Cyclophosphamide (CP) และ Mitomycin (MC) เป็นสารที่ชักนำให้เกิดความเสียหายต่อโครโมโซม โดยหนูแรทเพศผู้พันธุ์สตาร์ได้รับพิเพอรีนในขนาด 100, 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนที่จะได้รับ CP และ MC ในขนาด 50 หรือ 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมตามลำดับ หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง ฆ่าหนูและเก็บเซลล์กระดูกต้นขามาวิเคราะห์โครโมโซม พบว่า พิเพอรีนทุกขนาดไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อโครโมโซม และพิเพอรีนในขนาด 100 และ 800 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม สามารถลดความเสียหายต่อโครโมโซมที่ถูกชักนำด้วย CP และ MC ได้ (สรียา วงษ์พา, 2540)

สารสกัดน้ำร้อนและสารสกัดเมทานอลจากผล ความเข้มข้น 50 มก./แผ่น (Yamamoto, Mizutani, and Nomura, 1982) สารสกัด 95% เอทานอลจากผล ความเข้มข้น 1-100 มก./จานเพาะเชื้อ (นันทิยา รัตนคช และคณะ, 2548) และความเข้มข้น 10 มก./จานเพาะเชื้อ (Mahmoud, Alkofahi, and Abdelaziz, 1992) สารสกัดคลอโรฟอร์ม:เมทานอล (2: 1) จากผล ความเข้มข้น 100 มก./จานเพาะเชื้อ (Rockwell & Raw, 1979) สารสกัดเฮกเซน ความเข้มข้น 10 มก./จานเพาะเชื้อ ไม่ทำให้เกิดการก่อกลายพันธุ์ในเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* TA 98 และ TA 100 ทั้งระบบที่ไม่ต้องการและต้องการเอนไซม์จากตับหนู แต่มีบางงานวิจัย พบว่า สารสกัดน้ำและสารสกัดเมทานอล ความเข้มข้น 10 มก./จานเพาะเชื้อ มีผลก่อกลายพันธุ์ในเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* TA 98 และ TA 100 (Higashimoto et al., 1993)

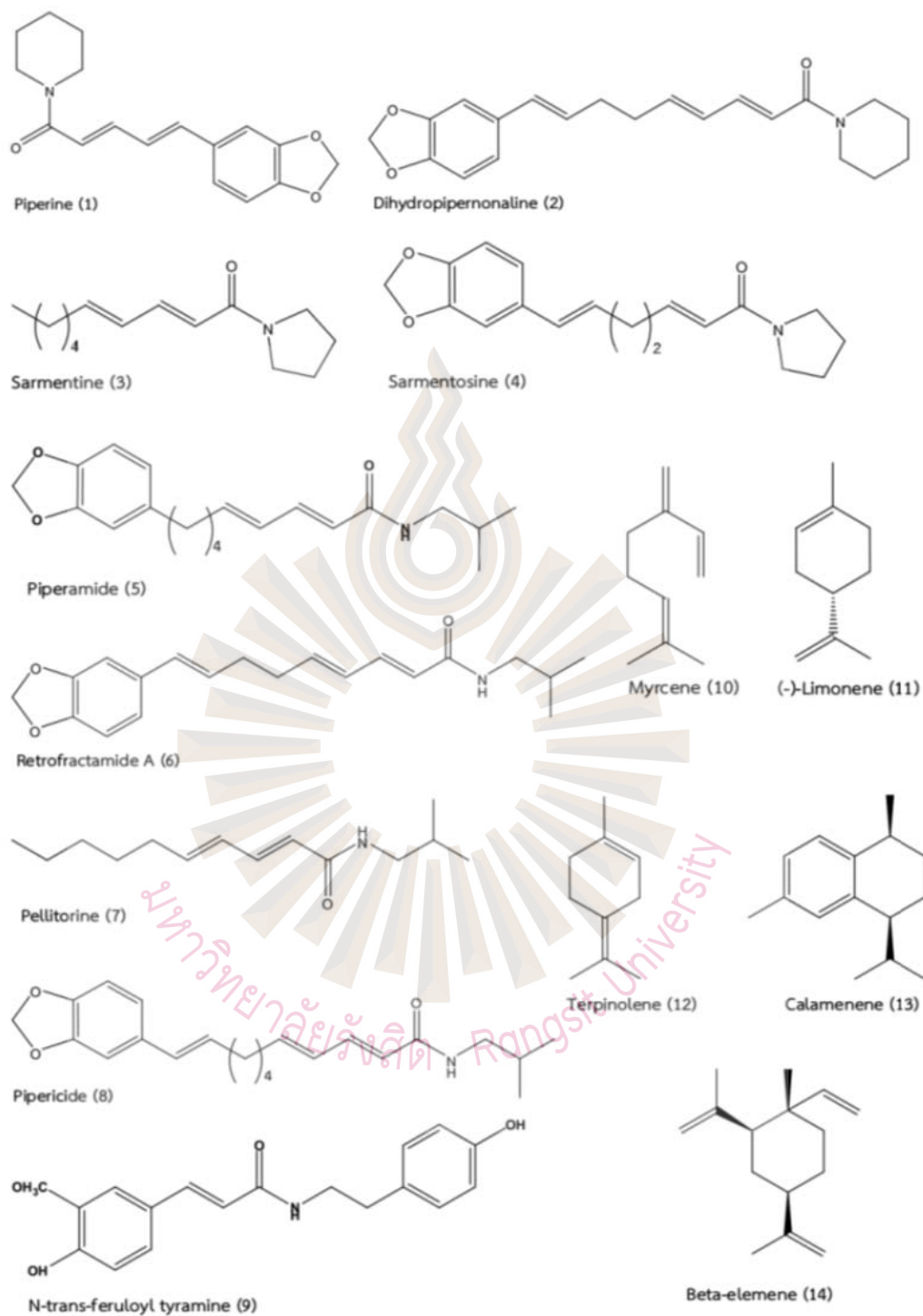
สารสกัดน้ำร้อนและสารสกัดน้ำผลพริกไทย ความเข้มข้น 0.5 มล./แผ่น ไม่มีผลก่อ
 กลายพันธุ์ในเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ H-17 (REC⁺) และ M-45 (REC⁻)
 (Ungsurungsie, Suthienkul, and Paovalo, 1982)

สารสกัดน้ำจากผล ความเข้มข้น 100 มก./จานเพาะเชื้อ ไม่มีผลก่อกลายพันธุ์ใน
 เซลล์ pig kidney LLC-PK-1 และ Trophoblastic placenta (Rockwell & Raw, 1979)

สารพิเพอรีนในพริกไทยมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Cytochrome P 450 ที่
 ใช้เปลี่ยนสภาพยาหลายชนิด ได้แก่ CYP1A1, CYP1A2, CYP2D6, CYP3A4 และ CYP2C9
 ดังนั้นควรระมัดระวังการรับประทานพริกไทย ซึ่งมีสารพิเพอรีนร่วมกับยาที่ถูกทำลายด้วยเอนไซม์
 เหล่านี้ เช่น Propranolol, Rifampicin, Theophylline, Phenytoin เป็นต้น เนื่องจากอาจทำให้
 ระดับยาในเลือดของยาเหล่านี้สูงขึ้น ระยะเวลาที่ยาอยู่ในร่างกายยาวนานขึ้น ขณะเดียวกันอาจมี
 ผลทำให้เกิดอาการข้างเคียงหรืออาการไม่พึงประสงค์จากการที่ยาอยู่ในร่างกายนานขึ้นเช่นกัน
 (Usia et al., 2006)

2.1.8 สารพฤกษเคมีที่พบในผลพริกไทยดำ

อัลคาลอยด์ (Alkaloids) เช่น Piperine, Dihydropipemonaline, Sarmentine,
 Sarmentosine, Piperamide, Retrofractamide A, Pellitorine, Pipericide, N-trans-
 feruloyltyramine เป็นต้น ฟลาโวน (Flavones) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) สเตียรอยด์ (Steroids)
 แทนนิน (Tannins) ซาโปนิน (Saponins) ฟีนอล (Phenols) ไกลโคไซด์ (Glycosides) เทอร์ปีน
 (Terpenes) ลิกแนน (Lignans) และน้ำมันหอมระเหย (Essential Oil) กลุ่ม Monoterpenes เช่น
 Myrcene, Limonene, Terpinolene และกลุ่ม Sesquiterpenes เช่น Calamenene, β -elemene,
 Caryophyllene เป็นต้น (Khoka, 2017)



รูปที่ 2.2 สารพฤษเคมีที่พบในผลพริกไทยดำ

ที่มา: Madla & Graidist, 2017

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบหลักของพริกไทยดำ (พริกไทยดำแห้งน้ำหนัก 100 กรัม)

ส่วนประกอบ	น้ำหนัก
น้ำ (Aqua)	9.5-12.0 กรัม
แป้ง (Starch)	25.8-44.8 กรัม
เส้นใย (Fiber)	9.7-17.2 กรัม
โปรตีน (Protein)	10.9-12.7 กรัม
พิเพอริน (Piperine)	4.9-7.7%
น้ำมันหอมระเหย (Essential Oil)	1.0-1.8%

ที่มา: วราภรณ์ ภูตะสุน, 2535

2.2 สารพิเพอริน



รูปที่ 2.3 สารพิเพอริน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2561

พิเพอริน เป็น N-acylpiperidine สารอัลคาลอยด์ (Alkaloids) ประเภทอัลคาลอยด์แท้จริง (True Alkaloids) กลุ่มพิเพอริดีน (Piperidine) สูตรโครงสร้าง $C_{17}H_{19}NO_3$ น้ำหนักโมเลกุล 285.343 g/mol พบมากในเมล็ดพริกไทยและดีปลี

การเปรียบเทียบคุณภาพของพริกไทยดำของพันธุ์ชารวัดและพันธุ์ศรีลังกา ในจังหวัดจันทบุรีในแง่ของปริมาณน้ำมันหอมระเหยและพิเพอริน พบว่า พริกไทยพันธุ์ศรีลังกามี

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและพิเพอริน เท่ากับ 2.73% และ 4.96% ตามลำดับ มากกว่าพริกไทยพันธุ์ ชาราวัด เท่ากับ 1.78% และ 3.82% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบพริกไทยทั้งพันธุ์ชาราวัดและพันธุ์ ศรีลังกาในประเทศไทยกับประเทศอื่น ๆ พบว่า พริกไทยดำจากประเทศไทยมีปริมาณพิเพอรินสูง กว่า แต่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่ำกว่า เมื่อศึกษาอายุของเมล็ดพริกไทย พบว่า เมล็ดพริกไทย จะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยและพิเพอรินสูงสุดเมื่อมีอายุ 3 เดือน หลังจากนั้นจะมีปริมาณลดลง อายุของเมล็ดพริกไทยที่เหมาะสมสำหรับนำไปทำพริกไทยดำคืออายุ 5 เดือน และพริกไทยดำสามารถ เก็บในอุณหภูมิห้องในภาชนะปิดสนิทไม่ต่ำกว่า 8 เดือน โดยที่ปริมาณและองค์ประกอบทางน้ำมัน หอมระเหยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (วรารภรณ์ ภูตะลุน, 2535)

ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยและพิเพอรินในพริกไทยดำที่ได้จากประเทศไทย

บราซิล อินเดีย และมาเลเซีย

แหล่งที่มา	น้ำมันหอมระเหย (%)	Piperine (%)
ไทย		
พันธุ์ชาราวัด	1.78 ± 0.26	3.82 ± 0.12
พันธุ์ศรีลังกา	2.73 ± 0.33	4.96 ± 0.19
บราซิล	3.10 ± 0.16	3.58 ± 0.10
อินเดีย	3.19 ± 0.14	3.71 ± 0.14
มาเลเซีย	3.20 ± 0.15	3.78 ± 0.15

ที่มา: วรารภรณ์ ภูตะลุน, 2535 ; อนุชิต พลับรูการ, นิวัติ แก้วประดับ, วันชัย ดีเอกนามกุล, ภาควิชา ผลิตพืชสวนและพืชไร่และจินดาพร ภูมิพัฒน์วงศ์, 2545

2.3 โครมาโทกราฟี (Chromatography)

โครมาโทกราฟี เป็นวิธีการทางห้องปฏิบัติการในการแยกสารผสม อาศัยหลักการ ละลายของสารในตัวทำละลายและการถูกดูดซับของตัวดูดซับ เมื่อสารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ด้วย ความเร็วต่างกันตามความสามารถในการละลายและความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับ สาร จะแยกออกจากกันและปรากฏเป็นสีต่าง ๆ บนตัวดูดซับ

2.3.1 ที แอล ซี (TLC: Thin Layer Chromatography)

โครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง เป็นเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของสารระหว่างภาคหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวดูดซับที่เคลือบอยู่บนแผ่นแก้วหรือแผ่นพลาสติกแข็ง และตัวทำละลายซึ่งเป็นภาคเคลื่อนที่ที่เคลื่อนผ่านตัวดูดซับ TLC จึงจัดเป็น Solid-Liquid Absorption Chromatography เช่นเดียวกับคอลัมน์โครมาโทกราฟี แต่เดิม TLC ใช้วิเคราะห์เชิงคุณภาพสำหรับสารประกอบอินทรีย์ที่มีปริมาณน้อย เพื่อหาจำนวนสารที่อยู่ในสารผสม และใช้พิสูจน์สารโดยเปรียบเทียบ R_f ของสารกับสารแท้ (Authentic Sample) TLC ยังใช้สำหรับหาตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการแยกสารผสมที่มีปริมาณมาก โดยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี

TLC เป็นแผ่นแก้วหรือแผ่นพลาสติกแข็งเคลือบด้วยตัวดูดซับเป็นชั้นบาง ๆ ตัวดูดซับที่ใช้กับ TLC มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าที่ใช้ในคอลัมน์โครมาโทกราฟี ชนิดของตัวดูดซับที่ใช้ก็เช่นเดียวกับที่ใช้กับคอลัมน์โครมาโทกราฟี ได้แก่ ซิลิกาเจล (Silica Gel) อะลูมินา (Alumina) คีเซลทัวร์ (Kieselguhr) และผงเซลลูโลส (Cellulose, $C_6H_{10}O_5$) เป็นต้น ตัวดูดซับเหล่านี้มักมีสารเรืองแสงผสมอยู่ เพื่อใช้ตรวจสอบตำแหน่งของสารโดยมองภายใต้แสง UV วิธีการของ TLC แบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเตรียมแผ่น TLC นำตัวดูดซับมาผสมกับน้ำทำเป็นสเลอรี (Slurry) สัดส่วนของตัวดูดซับกับตัวทำละลายทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต นำสเลอรีที่ผสมกันดีแล้วมาเคลือบเป็นชั้นบาง ๆ บนแผ่นแก้วหรือแผ่นพลาสติกที่สะอาดและแห้ง ตัวดูดซับมักมีตัวยึด (Binder) เช่น Calcium Sulfate (Plaster of Paris) หรือแป้งผสมอยู่เล็กน้อยเพื่อให้ตัวดูดซับยึดกับแผ่นแก้วหรือพลาสติก แผ่น TLC อาจเตรียมในห้องปฏิบัติการก่อนใช้หรือซื้อแผ่น TLC ที่ผลิตสำเร็จรูปมาใช้

- 2) การจุดสารตัวอย่างบนแผ่น TLC ใช้หลอดคาปิลลารี (Capillary Tube) ขนาดเล็กมาดูดสารละลายของสารตัวอย่างแล้วจุดบนแผ่น TLC ควรจุดให้ห่างจากขอบล่างประมาณ 1.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของจุดไม่ควรเกินกว่า 2 มิลลิเมตร รอให้ตัวทำละลายระเหยจนแห้งก่อนทำขั้นตอนต่อไป

- 3) การพัฒนาให้เกิดการแยกสารบนแผ่น TLC นำแผ่น TLC ที่จุดสารตัวอย่างแล้วมาวางในภาชนะแก้วที่บรรจุตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยให้ตำแหน่งจุดอยู่เหนือตัวทำละลาย ภายในภาชนะแก้วควรใส่กระดาษกรอง และปิดฝาภาชนะให้สนิทเพื่อให้ภายในภาชนะอิ่มตัวด้วยไอของตัวทำละลาย ซึ่งจะทำให้ตัวทำละลายเคลื่อนขึ้นด้านบนได้เร็วขึ้น เมื่อตัว

ทำละลายเคลื่อนขึ้นไปจนถึงขอบบน ให้นำแผ่น TLC ออกพร้อมกับขีดแนวของตัวทำละลาย (Solvent Front) ก่อนที่ตัวทำละลายจะแห้ง ระยะที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่มีส่วนสำคัญต่อการคำนวณค่า R_f

4) การตรวจหาจุดบนแผ่น TLC การตรวจหาตำแหน่งของจุดบนแผ่น TLC จะง่ายมากถ้าเป็นสารประกอบที่มีสี แต่ถ้าเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี มีวิธีการตรวจหาได้หลายวิธี ดังนี้

4.1) มองแผ่น TLC ภายใต้แสง UV ในที่มีดี สารประกอบที่เกิดฟลูออเรสเซนส์จะเกิดแสงสว่างมากภายใต้แสง UV เครื่องที่ให้กำเนิดแสง UV เรียกว่า Ultraviolet Lamp ตัวดูดซับมักมีสารเรืองแสงซึ่งเป็นสารผสมของ Cadmium Sulfide และ Zinc Sulfide ปนอยู่ ดังนั้นเราจะสังเกตเห็นแสงสีเขียวยาวทั่วแผ่น TLC ภายใต้แสง UV ในที่มีดี ถ้าสารตัวอย่างดูดกลืนแสง UV แสง UV ตรงตำแหน่งที่สารอยู่จะถูกดูดกลืน ทำให้ตำแหน่งดังกล่าวมืดลงและเห็นเป็นจุดมืด ถ้าสารตัวอย่างเป็นสารเรืองแสงและเรืองแสงเป็นสีอื่นที่ไม่ใช่สีเขียวก็ช่วยให้สังเกตง่ายขึ้น

4.2) นำแผ่น TLC มาใส่ในภาชนะที่มีผลึกของไอโอดีนอยู่ ถ้าทิ้งแผ่น TLC ไว้จะเห็นจุดสีน้ำตาลเกิดบนแผ่น TLC จุดสีน้ำตาลเกิดจากสารประกอบอินทรีย์ (ยกเว้น Alkanes และ Alkyl Halides) เกิดโมเลกุลเชิงซ้อนกับไอโอดีน

4.3) ฉีดพ่นแผ่น TLC ด้วยสารเคมี เช่น กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Sulfuric Acid) กรด $H_2SO_4 + HNO_3$ หรือ $H_2SO_4 + Na_2Cr_2O_7$ หรือ $H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7$ เมื่อฉีดแล้วให้ความร้อนกับแผ่น TLC ที่ $100^\circ C$ เป็นเวลา 2-3 นาที จะเห็นจุดดำบริเวณที่มีสารตัวอย่างอยู่

4.4) การตรวจสอบกรดอะมิโน ให้ฉีดพ่นด้วยสารละลายนินไฮดริน (Ninhydrine) จะเห็นเป็นจุดสีม่วงปรากฏตรงบริเวณที่มีกรดอะมิโนอยู่

4.5) การตรวจสอบ Alkyl Halides ให้ฉีดพ่นสารละลายเจือจางของ Silver Nitrate บนแผ่น TLC จะเกิด Silver Halides เมื่อ Silver Halides ถูกแสงจะสลายตัว ทำให้เกิดจุดดำ (เป็น Ag ฮิสระ) บนแผ่น TLC

5) การคำนวณหา R_f ค่า R_f (Rate of Flow) เป็นค่าประจำตัวของสารประกอบภายใต้สภาวะต่าง ๆ (ตัวดูดซับ ตัวทำละลาย และความหนาของชั้นตัวดูดซับ) ที่กำหนด ถูกนิยามไว้ ดังนี้

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารตัวอย่างเคลื่อนที่ (cm)}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (cm)}}$$

การพิสูจน์ว่าสารเป็นตัวเดียวกันหรือไม่โดยการเปรียบเทียบค่า R_f ระหว่างสาร ควรใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบโดยใช้ตัวทำละลายหลาย ๆ ระบบ สารประกอบต่างชนิดกันอาจมีค่า R_f เหมือนกันในตัวทำละลายหนึ่ง แต่จะมี R_f ที่แตกต่างกันในตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่งแน่นอน

2.3.2 การเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการแยกสารผสมโดยใช้แผ่น TLC

ตัวทำละลายที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นภาคเคลื่อนที่ อาจเป็นตัวทำละลายเดี่ยวหรือตัวทำละลายผสม การหาตัวทำละลายที่เหมาะสมควรทำอย่างมีระบบ ดังนี้ จุดสารตัวอย่างที่เป็นสารผสมลงบนแผ่น TLC หลาย ๆ แผ่น เลือกตัวทำละลายหลาย ๆ ระบบ เช่น ปิโตรเลียมอีเทอร์ เบนซีน อีเทอร์ และเมทานอล ตามลำดับ (ตัวทำละลายเรียงลำดับจากสภาพขั้วต่ำไปยังสภาพขั้วสูง) แล้ววางแผ่น TLC ที่จุดสารตัวอย่างแล้วลงในตัวทำละลายแต่ละชนิด ๆ ละ 1 แผ่น หาค่า R_f ของแต่ละแผ่นในตัวทำละลายที่ต่างกัน เลือกตัวทำละลายที่สามารถให้ผลการแยกที่ชัดเจน

2.3.3 ประโยชน์ของ TLC

1) ใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) โดยการเปรียบเทียบค่า R_f ของสารตัวอย่างกับสารแท้ (Authentic Sample) เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นสารตัวเดียวกัน ในงานวิจัยเกี่ยวกับการสังเคราะห์สารถ้าต้องการพิสูจน์ว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเป็นสารที่ต้องการหรือไม่ ให้หาสารตัวเดียวกันนี้ที่ได้จากปฏิกิริยาอื่นมาจุดบนแผ่น TLC เทียบกับสารที่เกิดจากปฏิกิริยา ก็จะทราบว่าปฏิกิริยาที่วางแผ่นไว้ได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ เป็นวิธีตรวจสอบผลขั้นต้นที่รวดเร็วกว่าวิธีอื่น

2) ใช้ตรวจสอบความก้าวหน้าของปฏิกิริยา โดยหาค่า R_f ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เมื่อเวลาผ่านไปสารตั้งต้นย่อมมีปริมาณน้อยลง ส่วนผลิตภัณฑ์ย่อมมีมากขึ้น เราสามารถใช้ TLC ตรวจสอบระยะเวลาที่ปฏิกิริยาเกิดจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

3) ใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารตัวอย่าง สารตัวอย่างที่บริสุทธิ์ยอมให้จุดเพียงจุดเดียวบนแผ่น TLC ในทุกระบบตัวทำละลาย

4) ใช้หาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการแยกสารผสม โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

2.4 สเปกโทรสโกปี (Spectroscopy) (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 2561)

เป็นการศึกษาอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าและสาร อาศัยหลักการดูดกลืน (Absorb) หรือปล่อยออกมา (Emit) รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสาร สารแต่ละชนิดจะดูดกลืนหรือเปล่งรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของสารนั้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานสเปกโทรสโกปีในสาขาต่าง ๆ ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ และดาราศาสตร์

1) Ultraviolet-Visible Spectroscopy (UV-Vis)

เป็นการตรวจวัดการดูดกลืนแสงของสารในช่วง Ultraviolet (200-400 nm) และ Visible (400-800 nm) อาศัยหลักการโมเลกุลดูดกลืนพลังงานช่วง UV หรือ Vis เพื่อกระตุ้นให้ e^- วงนอกสุด (Valence Electron) ย้ายไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้น ใช้วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่ไม่อิ่มตัว

2) Infrared Spectroscopy (IR)

เป็นการตรวจวัดการดูดกลืนแสงของสารในช่วง Infrared ($4,000-666\text{ cm}^{-1}$) อาศัยหลักการโมเลกุลเมื่อได้รับรังสีอินฟราเรด ทำให้เกิดการสั่น (Vibration) 2 แบบ ได้แก่ การสั่นแบบยืด (Stretching Vibration) การสั่นแบบงอ (Bending Vibration) และหมุน (Rotation) ในโมเลกุล ใช้วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์

3) Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR)

เป็นการศึกษาสมบัติของนิวเคลียสในอะตอม ในนิวเคลียสมีโปรตอนและนิวตรอน โดยอะตอมที่จะวิเคราะห์ด้วย NMR ได้ต้องมี Nucleus Spin = $\frac{1}{2}$ อาศัยหลักการนิวเคลียสหมุนรอบตัวเอง ทำให้เกิด Magnetic Field เมื่อมี Magnetic Field จากภายนอกกระทำ จะทำให้ Spin เรียงตัวใหม่ NMR มี 2 ชนิด ได้แก่ $^1\text{H-NMR}$ และ $^{13}\text{C-NMR}$

4) Mass Spectrometry (MS)

เป็นเทคนิคที่ใช้หามวลโมเลกุลของสาร โดยโมเลกุลจะถูกเปลี่ยนเป็นไอออน เรียงไอออนตามอัตราส่วนมวลต่อประจุ (Mass/Charge, m/z)

2.5 ผิวหนัง

ผิวหนังเป็นอวัยวะที่ปกคลุมอยู่ทั่วไปของร่างกายของเรา ประกอบด้วย ชั้นผิวหนัง 3 ชั้น ได้แก่ Epidermis, Dermis, Subcutaneous Tissue โดยแต่ละชั้นจะมีลักษณะเฉพาะและมีหน้าที่แตกต่างกัน

1) ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis)

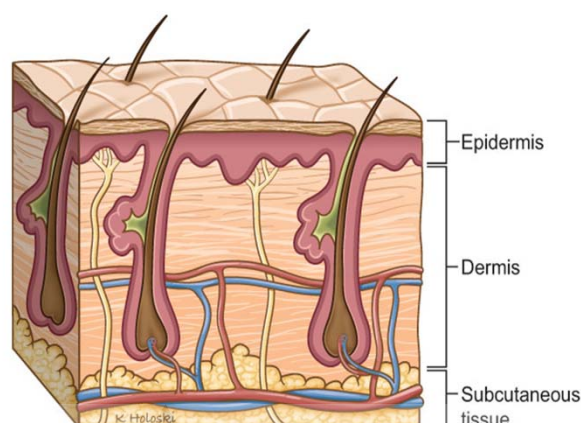
Keratinocyte (Corneocyte) เป็นเซลล์ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของผิวหนังชั้นหนังกำพร้า โดยเริ่มกำเนิดขึ้นบริเวณชั้นล่างสุดของ Epidermis บริเวณที่ติดกับ Dermal-Epidermal Junction (DEJ) เรียกชื่อชั้นล่างสุดนี้ว่า Basal Layer หรือ Stratum Germinativum เมื่อมีการแบ่งเซลล์ใหม่เรียกว่า Daughter Cells จะเคลื่อนตัวขึ้นสู่ด้านบนของ Epidermis อย่างช้า ๆ จนถึงชั้นบนสุด ชั้นถัดขึ้นมาเรียกว่า Stratum Granulosum มีลักษณะเฉพาะ เซลล์ของชั้นนี้จะมี Granule อยู่ภายในเซลล์ ชั้นถัดขึ้นมาเรียกว่า Stratum Lucidum โดยสาร Keratohyaline จะเปลี่ยนแปลงให้ชั้นนี้มีความใสสว่างกว่าชั้นอื่น ชั้นนอกสุดเรียกว่า Stratum Corneum ประกอบไปด้วยเซลล์ที่ตายแล้ว และลอกหลุดออกมา เรียกกระบวนการนี้ว่า Keratinization Process โดย Cell Cycle ปกติของผิวหนังชั้น Epidermis คือ 26-42 วัน

2) ชั้นหนังแท้ (Dermis)

สามารถแบ่งเป็น 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นพาลิพารี (Papillary Layer) อยู่ติดกับชั้นหนังกำพร้า มีลักษณะเป็นคลื่นเว้าเข้าไปในชั้นหนังกำพร้า พบปลายเส้นประสาทรับความรู้สึก ปลายเส้นประสาทรับสัมผัส เส้นเลือดฝอย และชั้นเรคติคิวลาร์ (Reticular Layer) อยู่ติดกับเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง เส้นประสาท เส้นเลือด ต่อมเหงื่อ ต่อมไขมัน รูขุมขน กล้ามเนื้อเรียบ และอื่น ๆ มี Fibroblasts เป็นส่วนประกอบหลัก มีหน้าที่สร้าง Collagen, Elastin, Matrix Proteins, Enzymes ต่าง ๆ เช่น Collagenase และ Stromelysin โดย Collagen วางตัวประสานกันเป็นลักษณะตาข่ายมากมาย เป็นหนึ่งในโปรตีนที่มีความแข็งแรงมากที่สุด เป้าหมายหลักของตลาดเครื่องสำอางในปัจจุบัน

3) เนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Subcutaneous Tissue)

ประกอบด้วย Fat Cells เป็นหลัก ชั้นนี้เป็นส่วนรองรับผิวหนังให้คงรูปร่างรับแรงกระแทก เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ และสะสมพลังงานแก่ร่างกาย สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังได้อย่างชัดเจน เมื่อร่างกายเกิดการบวมน้ำ (Edema) หรือการขาดน้ำ (Dehydration)



รูปที่ 2.4 ชั้นหนังกำพร้า ชั้นหนังแท้ และเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง

ที่มา: ธีรวรรณ กัลยาณมิตร, 2535

2.5.1 ผลของแสงแดดที่มีต่อผิวหนัง

รังสีอัลตราไวโอเลตชนิดเอ (Ultraviolet A, UVA) เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 320-400 นาโนเมตร สามารถทะลุถึงชั้นหนังแท้ ส่งผลต่อคอลลาเจนและอีลาสติน ผิวหนังเสียความยืดหยุ่น เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดรอยเหี่ยวย่น ผิวแก่ก่อนวัย รังสีชนิดนี้สามารถผ่านแก้วธรรมดาและแผ่นพลาสติกใสได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า UVA สามารถทำให้ผิวมีความไวต่อ UVB เพิ่มมากขึ้นด้วย

รังสีอัลตราไวโอเลตชนิดบี (Ultraviolet B, UVB) เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 290-320 นาโนเมตร ไม่สามารถทะลุถึงชั้นหนังแท้ ส่งผลต่อชั้นหนังกำพร้าโดยตรง เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีแดง สีน้ำตาล ผิวไหม้ (Sun Burn) คล้ำเสีย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง (Skin Cancer)

รังสีอัลตราไวโอเลตซี (Ultraviolet C, UVC) เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 180-290 นาโนเมตร โดยธรรมชาติจะถูกดูดซับไว้ในชั้น Stratosphere ของบรรยากาศโลก ไม่สามารถผ่านเข้ามาถึงโลกได้ มีพลังงานสูง มีส่วนทำให้เกิดการอักเสบของกระจกตา (Cornea) หรือ Photokeratitis เกิดการเปลี่ยนแปลง DNA, RNA และโปรตีน

2.5.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

ยากันแดดพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1928 โดยใช้สาร Benzyl Salicylate และ Benzyl Cinnamate เตรียมในรูปแบบอิมัลชัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1930 ประเทศออสเตรเลียได้มีการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์กันแดดที่ผสม 10% Salol (Phenyl Salicylate) และในปี ค.ศ. 1943 สหรัฐอเมริกาได้มีการใช้อนุพันธ์ของสารกลุ่ม *p*-Aminobenzoic acid (PABA) ผสมในผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด (Sambandan & Ratner, 2011)

2.5.3 ประเภทของสารป้องกันแสงแดด (Ultraviolet Filters)

1) กลุ่มสารที่เป็นสารสะท้อนรังสี (Physical Sunscreen)

โดยสารกลุ่มนี้จะเคลือบอยู่บนผิว ไม่ซึมผ่านเข้าสู่ชั้นผิวหนัง ทำหน้าที่สะท้อนรังสี UVA และ UVB ออกจากผิวหนัง ประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคและชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น Zinc Oxide, Titanium Dioxide, Magnesium Carbonate, Magnesium Oxide เป็นต้น อนุภาคขนาดใหญ่เมื่อทาบนผิวแล้วจะเกิดปื้นขาว หากลดขนาดอนุภาคจะสะท้อนรังสี UV ได้น้อยลง ระคายเคืองต่อผิวหนังน้อย และมีรายงานว่าเกิดอนุมูลอิสระเมื่อได้รับแสงแดดและทำลายดีเอ็นเอได้ในระยะยาว

2) กลุ่มสารที่เป็นสารดูดซับรังสี (Chemical Sunscreen)

สารกลุ่มนี้จะดูดซับรังสี UV ไว้ ทำให้แสงแดดไม่สามารถทะลุผ่านเข้ามาทำอันตรายต่อผิวหนังได้ เช่น Anthranilate, Benzophenone, Cinnamate, Salicylates, PABA เป็นต้น มีข้อควรระวัง เช่น Homomenthyl Salicylate ห้ามใช้ในผู้ที่มีประวัติการแพ้ยา Aspirin และ Salicylic Acid เป็นต้น ราคาถูก ไม่มีสี

2.5.4 สารป้องกันแสงแดด

1) กลุ่มอนุพันธ์ของ *p*-Aminobenzoates เช่น *p*-Aminobenzoic Acid (PABA), Glyceryl-Mono-*p*-Aminobenzoate (Escalol 106), Pentyl-*p*-Dimethylaminobenzoate (Padimate A) เป็นต้น

2) กลุ่มอนุพันธ์ของ *o*-Aminobenzoates หรือ Anthranilates เช่น Menthyl Anthranilate เป็นต้น

3) กลุ่มอนุพันธ์ของ Salicylates (o-Hydroxybenzoates) เช่น Benzyl Salicylate, 2-Ethylhexyl Salicylate, Homomenthyl Salicylate (Homosalate), Phenyl Salicylate (Salol) เป็นต้น

4) กลุ่มอนุพันธ์ของ Benzophenones เช่น 2,2-Dihydroxy-4-Methoxybenzophenone (Dioxybenzone), 2-Hydroxy-4-Methoxybenzophenone-5-Sulfoic Acid (Sulibenzophenone) เป็นต้น

5) กลุ่มอนุพันธ์ของ Cinnamates เช่น Diethanolamine-*p*-Methoxycinnamate เป็นต้น

6) กลุ่มเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous) เช่น Digalloyl Trioleate เป็นต้น

2.5.5 ค่าบอกประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด

1) ค่า SPF (Sun Protection Factor)

เป็นค่าบอกประสิทธิภาพการป้องกันผิวจากรังสี UVB ค่าที่แสดงบอกว่าเมื่อใช้ครีมกันแดดแล้วผิวจะทนแสงแดดได้นานเป็นกี่เท่าของผิวหนึ่งธรรมดาโดยไม่เกิดการแดงและไหม้

SPF = $\frac{\text{Minimal Erythematous Dose in Sunscreen-Protected Skin}}{\text{Minimal Erythematous Dose in Nonsunscreen-Protected Skin}}$

= Minimal Erythematous Dose in Nonsunscreen-Protected Skin

เมื่อ $E(\lambda)$ = Solar Simulator/Solar Radiation Intensity Spectrum

$S(\lambda)$ = Erythema Action Spectrum

MPF(λ) = Monochromatic Protection Factor at Wavelength λ nm

(ค่า MPF เป็นการวัดค่า Transmittance ของ Blank Substrate ทารด้วยค่า

Transmittance ของ Applied Sunscreen)

2) ค่า PA (Protection Grade of UVA)

เป็นค่าบอกประสิทธิภาพการป้องกันผิวจากรังสี UVA โดยค่า PA บอกการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีผิว (Pigmentation) หลังสัมผัสรังสี UVA สามารถแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

PA+ ค่าการปกป้องผิวได้ 2-4 เท่า

PA++ ค่าการปกป้องผิวได้ 4-8 เท่า

PA+++ ค่าการปกป้องผิวได้ 8-16 เท่า

PA++++ ค่าการปกป้องผิวได้ 16 เท่า (Japan Cosmetic Industry

Association [JCIA], 1996)

3) ค่า Boots Star Rating System

เป็นค่าคำนวณอัตราส่วนเฉลี่ยของค่า UVA ต่อ UVB โดยกำหนดค่าเป็น Star ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.5 Boots Star Rating System

Mean UVA/UVB Ratio	Star Rating Category	Star Rating Designation
0 to 0.20	-	No Claim
0.21 to 0.40	*	Minimum
0.41 to 0.60	**	Moderate
0.61 to 0.80	***	Good
0.81 to 0.90	****	Superior
0.91 and above	*****	Ultra

ที่มา: Choochana, P. et al., 2015

2.5.6 คุณสมบัติที่ดีของสารกันแดด (ธีรวรรณ กัลยาณมิตร, 2535)

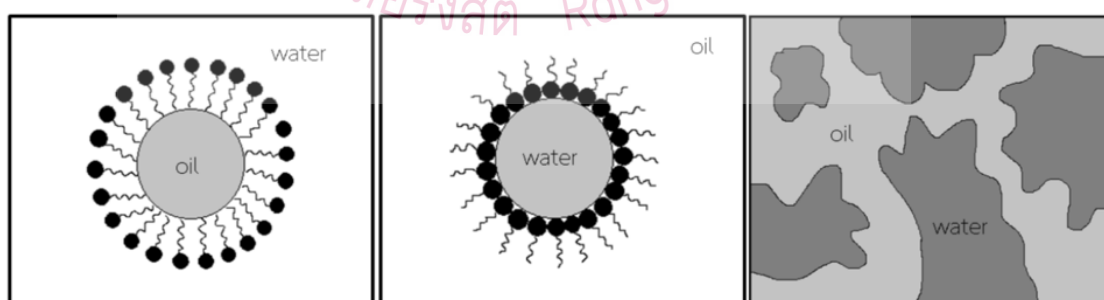
- 1) มีประสิทธิภาพป้องกันได้ทั้งรังสี UVA และ UVB โดยไม่สูญเสียประสิทธิภาพระหว่างการใช้งานและไม่เกิดการสลายตัวทางเคมี ป้องกันได้นานหลายชั่วโมง
- 2) มีประสิทธิภาพในการให้รังสีช่วงความยาวคลื่น 300-400 นาโนเมตรผ่านไปได้เกิด Tanning Effect มากที่สุด กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ Suntan Products
- 3) ไม่เป็นสารระเหย ไม่ละลายน้ำ ทนต่อการชะล้างของน้ำและเหงื่อได้
- 4) ควรมีขีดการละลายในตัวทำละลายบางชนิดได้พอสมควร เพื่อสะดวกในการเตรียมตัวรับ
- 5) ไม่ควรมีกลิ่นหรือกลิ่นน้อยที่สุด มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีในด้านเครื่องสำอาง
- 6) ไม่มีพิษ ไม่ทำให้ระคายเคือง ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้
- 7) ไม่เปื้อนเสื้อผ้า
- 8) จับกับผิวหนังได้ดี

2.5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาร Isopropyl Piperate ในรูปแบบของไมโครอิมัลชันระบบ Free Surfactant Microemulsion (SFM) อัตราส่วน Citronella Oil : SFM : H₂O (5 : 5 : 0.5 และ 7 : 3 : 1) และใช้ Isopropyl Piperate ในอัตราความเข้มข้นที่ 5, 7 และ 10% แล้วนำมาวัดค่า SPF โดยวัดด้วยเครื่อง Optometric SPF-290S ได้ค่า SPF อยู่ในช่วงระหว่าง 34.09 ถึง 61.59 และค่า PA มีค่าเท่ากับ 5 ซึ่งจัดเป็นค่าที่ดีมากเพื่อป้องกันแสงแดด (Choochana, Mounjaroen, Jongkon, Gritsanapan, & Tangyuenyongwatana, 2015)

2.6 ไมโครอิมัลชัน

ไมโครอิมัลชัน (Microemulsion) คือ อิมัลชันที่มีขนาดหยดอนุภาคภายใน 10-100 นาโนเมตร มีลักษณะโปร่งแสงหรือโปร่งใส เป็นระบบที่มีเสถียรภาพดีทางอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic) และสามารถเกิดได้เองโดยไม่ต้องอาศัยแรงหรือความร้อนในการเตรียม ไมโครอิมัลชันเป็นระบบที่ประกอบไปด้วยน้ำ น้ำมัน สารลดแรงตึงผิว (Surfactant) และสารลดแรงตึงผิวร่วม (Cosurfactant) โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil in Water, O/W) ไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (Water in Oil, W/O) และไมโครอิมัลชันชนิดต่อเนื่องแบบคู่ (Bicontinuous) ซึ่งเป็นไมโครอิมัลชันที่ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นชนิดใด เนื่องจากมีปริมาณของน้ำและน้ำมันใกล้เคียงกัน ทำให้ฟิล์มของสารลดแรงตึงผิวแผ่กระจายต่อเนื่องกันไป



รูปที่ 2.5 ประเภทของไมโครอิมัลชัน

ที่มา: สุกรรณิการ์ ทับทิมศรี, 2561

2.6.1 กลไกการเกิดอิมัลชัน

ปกติของเหลวสองชนิดซึ่งไม่เข้ากันเมื่อถูกนำมาผสมกันจะแยกกันอยู่เป็น 2 ชั้น เนื่องจากของเหลวทั้งสอง จะทำให้ของเหลวนั้นกระจายตัวเป็นหยดเล็ก ๆ ในกันและกันได้ และมีลักษณะของอิมัลชันเกิดขึ้น แต่เป็นเพียงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นชั่วคราว ซึ่งหลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์อธิบายได้ว่า การเขย่าเป็นการเพิ่มพลังงานอิสระที่พื้นผิว (Surface Free Energy) ของเหลวจึงเข้ากันได้ชั่วคราว สภาวะนี้ถือว่าไม่คงสภาพเพราะเมื่อหยุดเขย่าหยดของเหลวเหล่านั้นจะพยายามกลับมารวมตัวกันและแยกชั้นดังเดิม เนื่องจากการปรับสภาวะให้เข้าสู่จุดคงสภาพโดยการลดพื้นที่ผิวการสัมผัสระหว่างกันให้น้อยที่สุด

เหตุการณ์ดังกล่าวนี้สามารถทำให้เกิดขึ้นอย่างถาวร กล่าวคือ เกิดการกระจายตัวเป็นหยดเล็ก ๆ ในกันและกันของของเหลวทั้งสองชนิดโดยที่ยังคงสภาพอยู่ ซึ่งไม่กลับแยกชั้นดังเดิมได้โดยการเติมตัวทำอิมัลชันลงไปก่อนการเขย่า (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2540)

2.6.2 คุณสมบัติของอิมัลชันทางเครื่องสำอาง

1) ลักษณะภายนอกและความรู้สึกเมื่อใช้

ลักษณะของอิมัลชันจะแตกต่างกันได้หลายแบบขึ้นกับความหนืด ความยากง่ายในการเทออกจากขวด ความหยาบละเอียดของเนื้อครีม ความเป็นมัน การเคลือบมุก ความทึบแสง ความรู้สึกเมื่อใช้จะแตกต่างกันได้หลายแบบขึ้นกับความมัน ความเหนอะหนะ ความเปียกชื้น ความระคายเคือง คุณสมบัติการแผ่กระจายบนผิว ตลอดจนเวลาในการแห้งตัวเมื่อใช้ทาบนผิวและเมื่อเก็บทิ้งไว้นาน

2) คุณสมบัติการไหล

คุณสมบัติการไหลเกี่ยวข้องกับคุณภาพและความคงตัวของอิมัลชัน ได้แก่ ความหนืด (Viscosity) ความยืดหยุ่น (Plasticity) และความอ่อนนุ่ม (Elasticity)

ความหนืดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของอิมัลชัน เพราะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของอิมัลชันเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม จะส่งผลถึงคุณภาพและความคงตัวด้วย ถ้าอิมัลชันมีความหนืดลดลง แสดงว่าหยดอนุภาคของวัฏภาคภายในมีขนาดโตขึ้น เนื่องจากเกิดการรวมตัวกัน (Coalescence) และอิมัลชันจะมีอายุสั้นลง

3) ขนาดอนุภาค

อิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคเล็กมักจะหนืด เนื้อเนียน คงตัว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดของอนุภาคของอิมัลชัน คือ ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำอิมัลชัน วิธีการผลิต เช่น ปริมาณพลังงานที่ให้และลำดับการผสม การวัดขนาดอนุภาคอาจใช้วิธีตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ใช้วิธีการกระจายแสง (Light Scattering Technique) ใช้เครื่อง Coulter Counter หรือการวัดค่า Dielectric Constant ซึ่งจะนำมาคำนวณโดยใช้ Stoke's Law

4) การกลับวัฏภาค

ในบางสภาวะอิมัลชันอาจเกิดการกลับวัฏภาคไปมาระหว่างชนิด O/W และชนิด W/O ได้ ซึ่งการกลับวัฏภาคนี้มีทั้งผลดีและผลเสีย ถ้าเป็นการกลับวัฏภาคเพื่อได้อิมัลชันละเอียด โดยใช้เทคนิคการกลับวัฏภาคถือเป็นผลดี แต่ถ้าเป็นการกลับวัฏภาคแล้วอิมัลชันเสียความคงตัวถือเป็นผลเสีย

5) ความคงตัว

การเพิ่มความคงตัวอาจทำได้โดยใส่สารต้านออกซิเดชัน ใส่สารกันเสีย การเติมน้ำหอมและสีที่เข้าได้ดีกับส่วนประกอบในสูตร นอกจากนี้ต้องเลือกส่วนประกอบของวัฏภาคน้ำ น้ำมัน และตัวทำอิมัลชันที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวทางกายภาพ

ตารางที่ 2.6 ผลของสภาวะต่าง ๆ ต่อความคงตัวของอิมัลชัน

สภาวะต่าง ๆ ต่อความคงตัว	ชนิดของตัวทำอิมัลชัน		
	ชนิดประจุลบ	ชนิดไม่มีประจุ	ชนิดประจุบวก
สภาวะต่าง ๆ	คงสภาพ	คงสภาพ (ยกเว้น Esters)	ไม่คงสภาพ (ยกเว้น กลุ่ม Morpholinium)
สภาวะเป็นกลาง ไม่มีเกลือ	คงสภาพ	คงสภาพ	คงสภาพ
สภาวะเป็นกลาง มีเกลือ Polyvalent	ส่วนใหญ่ไม่คงสภาพ	คงสภาพ	ไม่คงสภาพ (ยกเว้น กลุ่ม Morpholinium)
สภาวะกรด	ส่วนใหญ่ไม่คงสภาพ	คงสภาพ	คงสภาพ

ที่มา: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง สำนักวิชาการวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง, 2561

ตารางที่ 2.7 ลักษณะของไมโครอิมัลชัน

ลักษณะ	ไมโครอิมัลชัน
ขนาดอนุภาค	ขนาดเล็กกว่า 10-100 นาโนเมตร
ลักษณะปรากฏ	ลักษณะโปร่งใส (Transparent) ความหนืดต่ำ
องค์ประกอบ	วัฏภาคน้ำ วัฏภาคน้ำมัน และสารลดแรงตึงผิว อาจเติมสารลดแรงตึงผิวร่วม
การเตรียม	- ไมโครอิมัลชันสามารถเกิดขึ้นเองได้ (Self-Assembly) โดยผสมองค์ประกอบน้ำ น้ำมัน และสารลดแรงตึงผิว - การเตรียมไมโครอิมัลชันจะใช้ Pseudo Ternary Phase Diagram บางครั้งจะเรียกกระบวนการเกิดไมโครอิมัลชันว่า Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS)
พลังงานในการเตรียม	ใช้พลังงานต่ำ โดยการกวนเบา ๆ เนื่องจากเกิดอิมัลชันได้เอง ΔG ต่ำ
ความคงตัว	ไม่คงตัวเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิหรือการทำให้เจือจาง
การวัดขนาด	- Particle Size Distribution - Zeta Potential Analysis - Droplet Size Analysis

ตารางที่ 2.7 ลักษณะของไมโครอิมัลชัน (ต่อ)

ลักษณะ	ไมโครอิมัลชัน
	- Dilution Test - Conductivity - TEM
การใช้ประโยชน์ในเครื่องสำอาง	ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายผลิตภัณฑ์ ขยายสเกลง่าย

ที่มา: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง, 2561

2.6.3 การประเมินคุณภาพอิมัลชัน

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.1) การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาปริมาณตัวยาสำคัญ สาร
กันบูด เป็นต้น

1.2) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเคมี เช่น ความหนืด
ความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น

1.3) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น การแยกชั้นหรือ
ตกตะกอน การเสื่อมของภาชนะบรรจุ ขนาดอนุภาคของอิมัลชัน เป็นต้น

1.4) การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา เพื่อดูประสิทธิภาพของ
สารกันบูดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

1.5) การทดสอบด้านประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น ความเนียนของ
เนื้อครีม เป็นต้น

2) การทดสอบคุณภาพด้านการใช้ของผลิตภัณฑ์

เป็นการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์นั้นให้ผลการใช้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยการ
ให้อาสาสมัครทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ อาจให้ตอบคำถามในแบบสอบถามตามเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้ ถ้า
เป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะเจาะจง อาจต้องมีการทดสอบพิเศษ เช่น ครีมหรือโลชั่นป้องกันแสงแดด
จะต้องทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด โดยการหาค่า SPF ของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

3) การทดสอบผลต่อร่างกาย

เป็นการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์มีผลเสียหรือเป็นอันตรายต่อร่างกายหรือไม่ เช่น ทำ
ให้เกิดการแพ้หรือระคายเคืองหรือไม่ ทำให้เกิดความเป็นพิษหรือไม่ เป็นต้น การทดสอบนี้เป็นสิ่ง
สำคัญที่ควรคำนึงถึงเพราะสารที่ใช้ผลิตอิมัลชัน โดยเฉพาะสารลดแรงตึงผิว น้ำหอมบางชนิด อาจ
ทำให้เกิดอันตรายกับร่างกายได้

4) การทดสอบด้านความคงสภาพของผลิตภัณฑ์

ปกติต้องใช้เวลาเป็นปี จึงมีการทดสอบแบบเร่ง (Accelerated Test) หรือการ
ทดสอบแบบย่น (Tortured Test) เพื่อให้ระยะเวลาในการทดสอบเร็วขึ้น

5) คุณสมบัติที่ควรประเมิน

5.1) ความหนืดหรือคุณสมบัติการไหล

5.2) ขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาค

5.3) การสูญเสียน้ำและสารระเหยออกจากผลิตภัณฑ์

5.4) การเปลี่ยนแปลงของ Phase Volume Ratio

5.5) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

5.6) ความเนียน การแยกชั้น

5.7) การปนเปื้อน

5.8) ความคงตัวของตัวยาสำคัญและสารปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชัน ขั้นตอนในการศึกษาเริ่มจากการสกัดสารพิเพอรินจากสารสกัดพริกไทยดำ ซึ่งมีรายงานว่าเป็นสารที่มีการดูดกลืนแสง UV ที่ 230-400 นาโนเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงที่ 237 และ 342 นาโนเมตร เท่ากับ 1.0×10^5 และ $3.48 \times 10^5 \text{ mole}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ครอบคลุมการดูดกลืนแสงในช่วงของ UVA-UVB นำมาเตรียมในรูปแบบไมโครอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์กันแดด ซึ่งมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

การศึกษากการพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันรังสี UVA และ UVB ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- 1) เครื่องแก้ว (Scientific Glassware, SNP Scientific, Thailand)
- 2) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance, Sartorius, Germany)
- 3) เครื่องบด (Grinding Machine, China)
- 4) เครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary Evaporator, Buchi, Switzerland)
- 5) เครื่องเขย่าสารในหลอดทดลอง (Vortex, Scientific Industries, USA)
- 6) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter, Hanna Instruments, USA)
- 7) เครื่องวัดความหนืด (Viscometer, FungiLab, New York)

- 8) เครื่องวัดค่าการป้องกันการทำลายของแสงอัลตราไวโอเล็ต (Sun Protection analyzer, Optometrics Corporation, USA)
- 9) เครื่องกวนสารและให้ความร้อน (Hot plate and Stirrer, FineTech, Korea)
- 10) เครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (Particle Size Analyzer, Micrometrics Instrument Corporation, USA)
- 11) เครื่องวัดความต่างศักย์บนผิวอนุภาค (Zeta Potential Analyzer, Micrometrics Instrument Corporation, USA)
- 12) เครื่องวิเคราะห์การดูดกลืนแสง (UV-Visible Spectrophotometer, PerkinElmer, USA)
- 13) หลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Lamp)
- 14) TLC Silica Gel 60 F₂₅₄ 25 Aluminum Sheet ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร (TLC Plate, Merck, Thailand)
- 15) TLC Chamber (SNP Scientific, Thailand)
- 16) หลอดคาปิลลารี (Capillary Tube, Hirschmann, Czech)
- 17) กระดาษกรอง ๑25 มิลลิเมตร (Filter Paper, Whatman, Thailand)
- 18) อะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil)
- 19) ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (Test Tube Rack, SNP Scientific, Thailand)
- 20) ขวดแก้วสำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Glass Bottle for Sample Product)

3.2 สารเคมี

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำในรูปแบบไมโครอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันรังสี UVA และ UVB ใช้สารเคมีดังต่อไปนี้

- 1) Ethanol 95% (Namsiang, Thailand)

- 2) Potassium Hydroxide (Ajax Finechem, Australia)
- 3) Isopropanol (Namsiang, Thailand)
- 4) Polysorbate 20 (Tween 20) (Namsiang, Thailand)
- 5) Polysorbate 80 (Tween 80) (Namsiang, Thailand)
- 6) Peppermint Oil (Honghuat, Thailand)
- 7) Citronella Oil (Honghuat, Thailand)
- 8) Distilled Water (Namsiang, Thailand)
- 9) Standard Piperine (Namsiang, Thailand)

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การเตรียมสารสกัดพริกไทยดำ

ชั่งผลพริกไทยดำหนัก 100 กรัม บดละเอียด หมักด้วย Ethanol 95% ปริมาตร 200 มิลลิลิตรในปิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ปิดปากปิกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ทิ้งไว้ 4 วัน คนสารสกัดทุกวัน กรองสารสกัดมาเก็บไว้ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดปากด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ จากนั้นหมักกากที่เหลือด้วย Ethanol 95% ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ปิดปากปิกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ทิ้งไว้อีก 4 วัน กรองสารสกัดมาเก็บไว้เช่นเดิม สกัดต่อไปทั้งหมด 4 ครั้ง แล้วนำสารสกัดที่ได้มาระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary Evaporator) จะได้สารสกัดพริกไทยดำเข้มข้น

3.3.2 การสกัดสารพิเพอริน

สกัดสารพิเพอรินโดยใช้เทคนิคการละลายสารสกัดด้วย Ethanol 95% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติม Potassium Hydroxide (KOH) หนัก 9 กรัม คนให้ละลายเพื่อตกตะกอน Acidic Resin แล้วกรองสารละลายมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปล่อยให้ตกผลึก นำผลึกที่ได้มาล้างด้วยน้ำร้อน ของแข็งที่เหลือที่เหลืจากการล้างนำมาละลายและตกผลึกใน Isopropanol ที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 2 วัน กรองเอาผลึกที่ได้ ซึ่งคือสารพิเพอริน

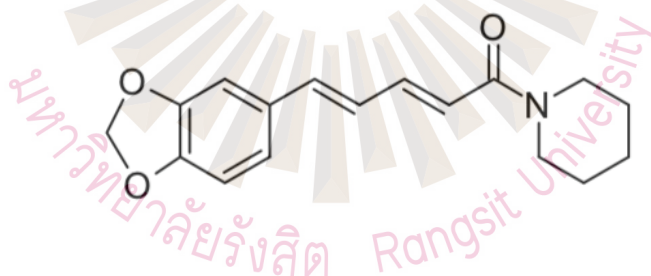


รูปที่ 3.1 การสกัดสารพิเพอริน

ที่มา: ผู้วิจัย, 2561

3.3.3 การวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างด้วยวิธีสเปกโทรสโกปี (Spectroscopic Method)

นำผลึกสารพิเพอรินที่ได้มาตรวจสอบด้วยวิธี TLC (Thin Layer Chromatography) โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานของพิเพอริน (Standard Piperine) และหาสูตรโครงสร้างด้วยวิธี สเปกโตรเมตรี ได้แก่ UV, FT-IR, $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, MS



รูปที่ 3.2 สูตรโครงสร้างของสารพิเพอริน

ที่มา: Madla & Graidist, 2017

3.3.4 การเตรียมไมโครอิมัลชัน

การศึกษานี้เลือกใช้วิธีการสร้าง Pseudo Ternary Phase Diagram เพื่อหาสัดส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสมของสารลดแรงตึงผิว ภูมิภาคน้ำมัน และภูมิภาคน้ำ

1) เตรียมไมโครอิมัลชันอัตราส่วนต่าง ๆ ในหลอดทดลอง ทั้งหมด 4 สูตร ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรตำรับการเตรียมไมโครอิมัลชัน

สูตรตำรับ	สารลดแรงตึงผิว	วัฏภาคน้ำมัน	วัฏภาคน้ำ
A	Tween 20	Peppermint Oil	DI Water
B	Tween 80	Peppermint Oil	DI Water
C	Tween 20	Citronella Oil	DI Water
D	Tween 80	Citronella Oil	DI Water

2) บันทึกผล

3) เลือกสูตรตำรับไมโครอิมัลชันที่เหมาะสม มีลักษณะใส สารลดแรงตึงผิวน้อย เนื้อสัมผัสดี

4) วัดขนาดอนุภาคและวัดความต่างศักย์บนผิวอนุภาค

วิธีการทดลอง

การวัดขนาดอนุภาค นำไมโครอิมัลชันที่ต้องการวัดขนาดอนุภาคไปเปิดมา 1 มิลลิตร เจือจางด้วย HPLC water 25 เท่า เทลงใน Cuvette นำเข้าเครื่องและทำการวัดที่อุณหภูมิ 25°C วัดทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

การวัดความต่างศักย์บนผิวอนุภาค นำไมโครอิมัลชันที่เจือจางตำรับแล้ว ใช้กระบอกฉีดสารดูดไมโครอิมัลชันมา 1 มิลลิตร สวมเข้ากับเซลล์ที่ใช้วัดค่าความต่างศักย์บนผิวอนุภาค ทำการฉีดสารในกระบอกฉีดให้สารผ่านเข้าเซลล์ หากมีฟองอากาศให้ไล่ฟองอากาศออกโดยการผลักกระบอกฉีดสารเข้า-ออกจนฟองอากาศหายไป นำเซลล์ใส่ลงในเครื่องและทำการวัดที่อุณหภูมิ 25°C วัดทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5) เลือกไมโครอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน ได้แก่ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

6) ผสมสารฟิเพอรินความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก

3.3.5 การศึกษาลักษณะทางกายภาพ

1) ลักษณะทางกายภาพ

ศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครอิมัลชัน ได้แก่ ความใส (Clarity) การแยกวัฏภาค (Phase Separation)

2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ตรวจวัดค่า pH ของไมโครอิมัลชันก่อนและหลังเติมสารพิเพอริน โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) (Hanna Instruments, USA)

3) ความหนืด (Viscosity)

ตรวจวัดค่าความหนืดของไมโครอิมัลชันหลังเติมสารพิเพอริน โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) VISCO STAR Plus (FungiLab, New York)

4) ขนาดอนุภาค (Particle Size)

ตรวจวัดขนาดอนุภาคของไมโครอิมัลชันก่อนและหลังเติมสารพิเพอริน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (Particle Size Analyzer) Nanoplus-3 (Micrometrics Instrument Corporation, USA) ที่อุณหภูมิ 25°C

5) ความต่างศักย์บนผิวอนุภาค (Zeta Potential)

ตรวจวัดความต่างศักย์บนผิวอนุภาคของไมโครอิมัลชันก่อนและหลังเติมสารพิเพอริน โดยใช้เครื่องวัดความต่างศักย์บนผิวอนุภาค (Zeta Potential Analyzer) Nanoplus-3 (Micrometrics Instrument Corporation, USA) อุณหภูมิ 25°C

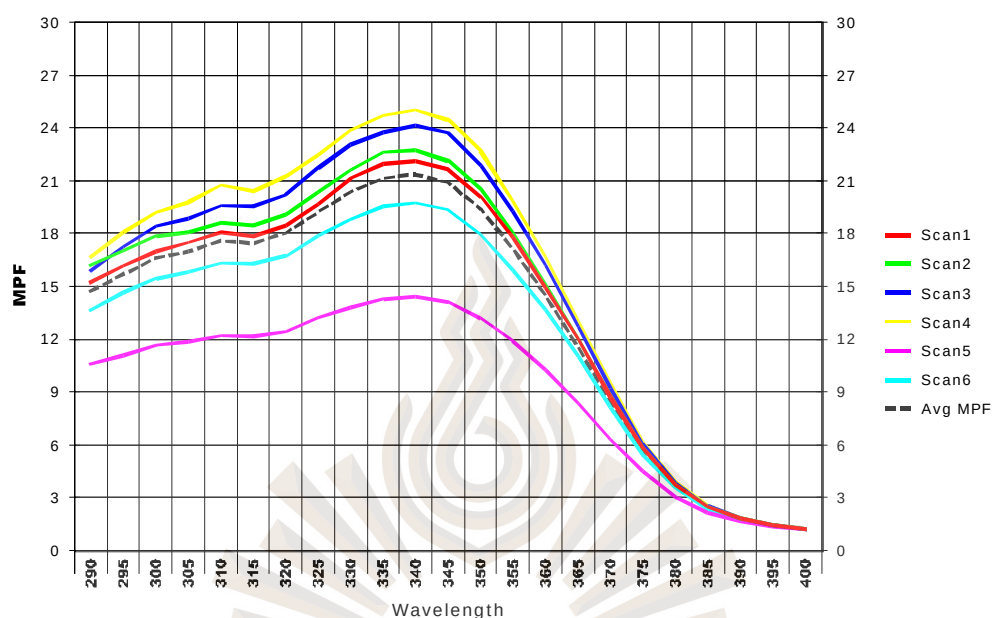
การเตรียมตัวอย่างสำหรับการส่งวิเคราะห์

เตรียมไมโครอิมัลชัน Surfactant : Oil : DI Water ตัวอย่างละ 3 กรัม หมุนปิดฝาเกลียวหลอดทดลองให้แน่นและนำส่ง

3.3.6 การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต

วัดค่า SPF และ Boots Star Rating โดยใช้เครื่องวัดค่าการป้องกันการทำลายของแสงอัลตราไวโอเล็ต (Sun Protection analyzer) ยี่ห้อ Optometrics รุ่น SPF-290S พร้อม WinSPF Software ทำการ Scan ค่า Blank ของ Transpore Tape และบันทึกค่าไว้ จากนั้นนำไมโครอิมัลชันผสมสารพิเพอรินความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก หยดลงบน Transpore Tape ในพื้นที่ 50 ตารางเซนติเมตร ความหนาของสาร 2 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร ใช้สารทั้งหมด 100 ไมโครลิตร การหยดสารต้องทำให้เกิดฟิล์มลักษณะที่ราบเรียบเต็มพื้นที่ ปล่อยให้สารแห้งเป็นเวลา 15 นาที นำ Transpore Tape ที่หยดตัวอย่างแล้วใส่ใน Sample Holder ในเครื่อง

แล้วสั่งให้เครื่องทำการ Scan จาก 290-400 นาโนเมตร ซึ่งจะครอบคลุมการดูดกลืนแสงในช่วง UVB-UVA เครื่องจะแสดงค่า SPF และ Boots Star Rating



รูปที่ 3.3 SPF-290S Graph Report

ที่มา: ผู้วิจัย, 2561

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาปริมาณสารฟิเพอรินที่แยกได้จากสารสกัดพริกไทยดำ



รูปที่ 4.1 สารสกัดพริกไทยดำทั้ง 5 แหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารฟิเพอรินของสารสกัดพริกไทยดำทั้ง 5 แหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี

แหล่งปลูก	% Yield ของสารฟิเพอริน
อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี	2.60
อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี	2.40
อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี	2.15
อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี	1.86
อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี	1.78

การเตรียมสารสกัดพริกไทยดำและสารสกัดสารฟิเพอรินจากสารสกัดพริกไทยดำทั้ง 5 แหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี ได้ผลลึกลีของสารฟิเพอรินแตกต่างกัน โดยแหล่งปลูกที่มีสารฟิเพอรินมากที่สุด ได้แก่ อำเภอท่าใหม่ อำเภอนายายอาม อำเภอเมืองจันทบุรี อำเภอมะขาม และอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี พบผลผลิตของสารฟิเพอริน 2.60, 2.40, 2.15, 1.86 และ 1.78 ตามลำดับ

4.2 ผลการวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างด้วยวิธีสเปกโทรสโกปี

UV: λ_{max} 345 nm

FT-IR: (KBr disc) 3009, 2941, 1632, 1580, 1432 cm^{-1}

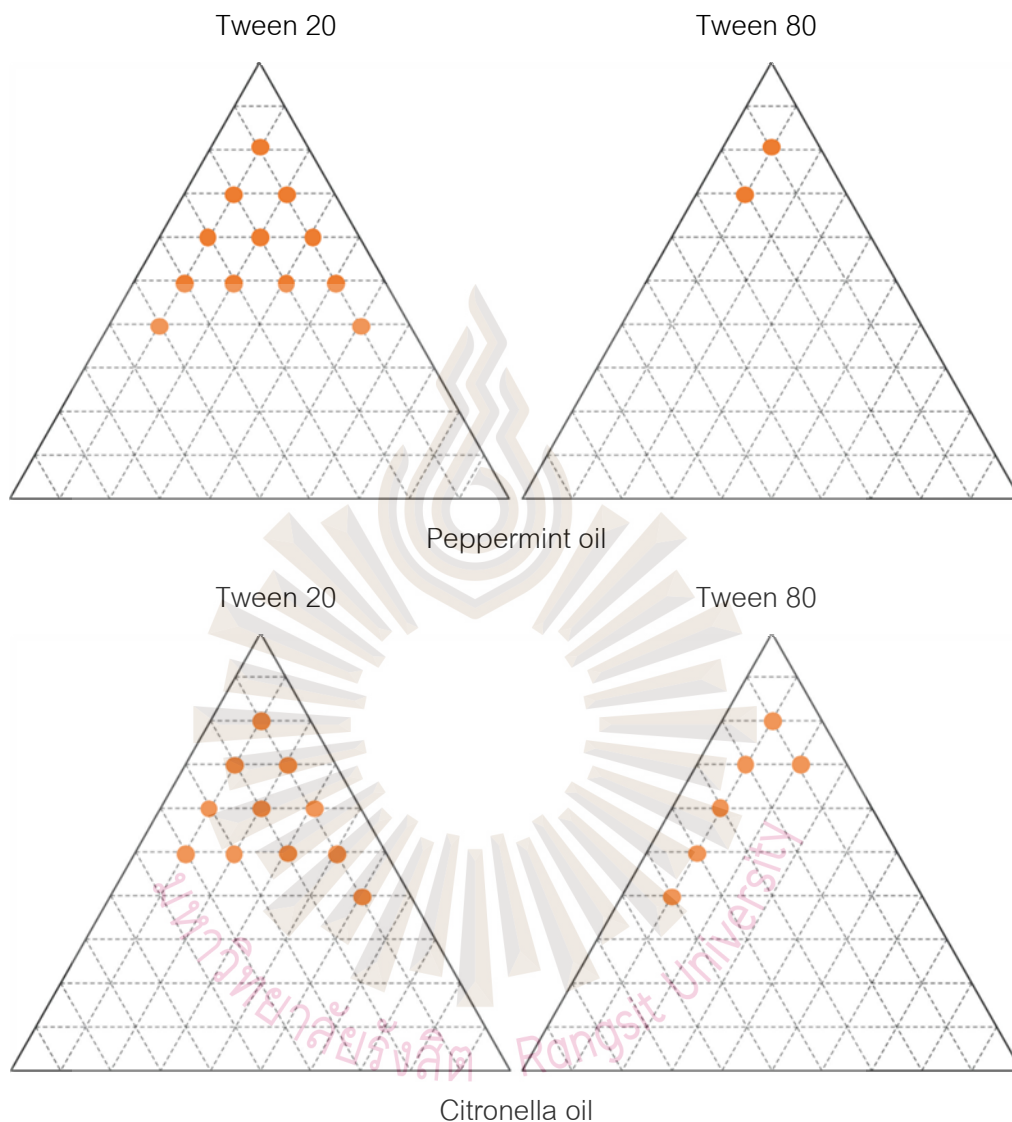
$^1\text{H-NMR}$: (500 MHz, CDCl_3) δ [ppm] 1.59 (m, 4H), 1.65 (m, 2H), 3.56 (d, 4H), 5.96 (s, 2H), 6.43 (d, $J = 14.7$ Hz, 1H), 6.74 (m, 3H), 6.89 (dd, $J = 1.7, 8$ Hz, 1H), 6.97 (d, $J = 1.6$ Hz, 1H), 7.40 (qd, $J = 2, 15$, Hz, 1H)

$^{13}\text{C-NMR}$: (125 MHz, CDCl_3) δ [ppm] 165.4 (C-1), 148.1 (C-3'), 148.0 (C-4'), 142.4 (C-3), 138.2 (C-5), 131.0 (C-1'), 125.3 (C-6'), 122.4 (C-4), 120.0 (C-2), 108.4 (C-5'), 105.6 (C-2'), 101.2 (C-8), 46.8 (C-9), 43.2 (C-9), 26.6 (C-11), 25.6 (C-12), 24.6 (C-10)

MS(GC-MS): $M^+ = 285$



4.3 ผลการศึกษาแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียมของการเตรียมไมโครอิมัลชัน



รูปที่ 4.2 แผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียมแสดงพื้นที่
อัตราส่วนบริเวณการเกิดไมโครอิมัลชัน

การใช้วิธีการสร้าง Pseudo Ternary Phase Diagram เพื่อหาสัดส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสมของสารลดแรงตึงผิว วัฏภาคน้ำมัน และวัฏภาคน้ำ ทำให้ทราบพื้นที่บริเวณการเกิดไมโครอิมัลชัน เลือกสูตรตำรับไมโครอิมัลชันที่เหมาะสม ได้แก่ Tween 20 : Peppermint Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 7 : 2 : 1, 7 : 1 : 2, 6 : 3 : 1, 6 : 2 : 2, 6 : 1 : 3, 5 : 4 : 1, 5 : 3 : 2, 5 :

2 : 3, 5 : 1 : 4, 4 : 5 : 1 และ Tween 20 : Citronella Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 7 : 2 : 1, 7 : 1 : 2, 6 : 3 : 1, 6 : 2 : 2, 6 : 1 : 3, 5 : 4 : 1, 5 : 3 : 2, 5 : 2 : 3, 5 : 1 : 4, 4 : 1 : 5 สังเกตขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคที่อุณหภูมิ 25°C

4.4 ผลการวัดขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาค

ตารางที่ 4.2 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคสูตรตำรับไมโครอิมัลชัน Tween 20 : Peppermint Oil : DI water

อัตราส่วน	ขนาดอนุภาค (nm)	ค่าศักย์ซีต้า (mV)
8 : 1 : 1	2146.2 ± 1.06	23.19 ± 1.14
7 : 2 : 1	606.3 ± 0.28	0.19 ± 0.19
7 : 1 : 2	320.3 ± 0.42	9.64 ± 0.40
6 : 3 : 1	451.7 ± 0.21	-1.21 ± 0.66
6 : 2 : 2	227.7 ± 0.27	0.11 ± 0.06
6 : 1 : 3	157.7 ± 0.35	4.96 ± 0.51
5 : 4 : 1	478.8 ± 0.20	5.29 ± 0.70
5 : 3 : 2	220.3 ± 0.18	5.05 ± 0.30
5 : 2 : 3	158.3 ± 0.29	19.72 ± 1.13
5 : 1 : 4	113.0 ± 0.34	0.99 ± 0.34
4 : 5 : 1	152.5 ± 0.27	7.14 ± 0.48

ตารางที่ 4.3 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคสูตรตำรับไมโครอิมัลชัน Tween 20 : Citronella Oil : DI water

อัตราส่วน	ขนาดอนุภาค (nm)	ค่าศักย์ซีต้า (mV)
8 : 1 : 1	960.9 ± 0.49	2.41 ± 0.40
7 : 2 : 1	861.3 ± 0.28	15.08 ± 1.39
7 : 1 : 2	349.6 ± 0.22	1.67 ± 0.47
6 : 3 : 1	688.0 ± 0.19	3.66 ± 0.11
6 : 2 : 2	329.5 ± 0.23	0.47 ± 0.10

ตารางที่ 4.3 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคสูตรตำรับไมโครอิมัลชัน Tween 20 :

Citronella Oil : DI water (ต่อ)

อัตราส่วน	ขนาดอนุภาค (nm)	ค่าศักย์ซีต้า (mV)
6 : 1 : 3	228.7 $\pm$ 0.16	-2.11 $\pm$ 0.16
5 : 4 : 1	463.9 $\pm$ 0.07	-0.05 $\pm$ 0.22
5 : 3 : 2	281.6 $\pm$ 0.17	3.17 $\pm$ 0.12
5 : 2 : 3	190.6 $\pm$ 0.28	-1.42 $\pm$ 0.20
5 : 1 : 4	168.5 $\pm$ 0.20	-6.85 $\pm$ 0.42
4 : 1 : 5	202.9 $\pm$ 0.29	16.44 $\pm$ 0.60

คัดเลือกไมโครอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน ได้แก่ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ตามลำดับ นำไมโครอิมัลชันเติมสารพิเพอรินในความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก รวมทั้งหมด 12 สูตร นำมาวัดประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตด้วยเครื่อง Optometrics SPF-290S พร้อม WinSPF Software



รูปที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอริน ทั้งหมด 12 สูตร

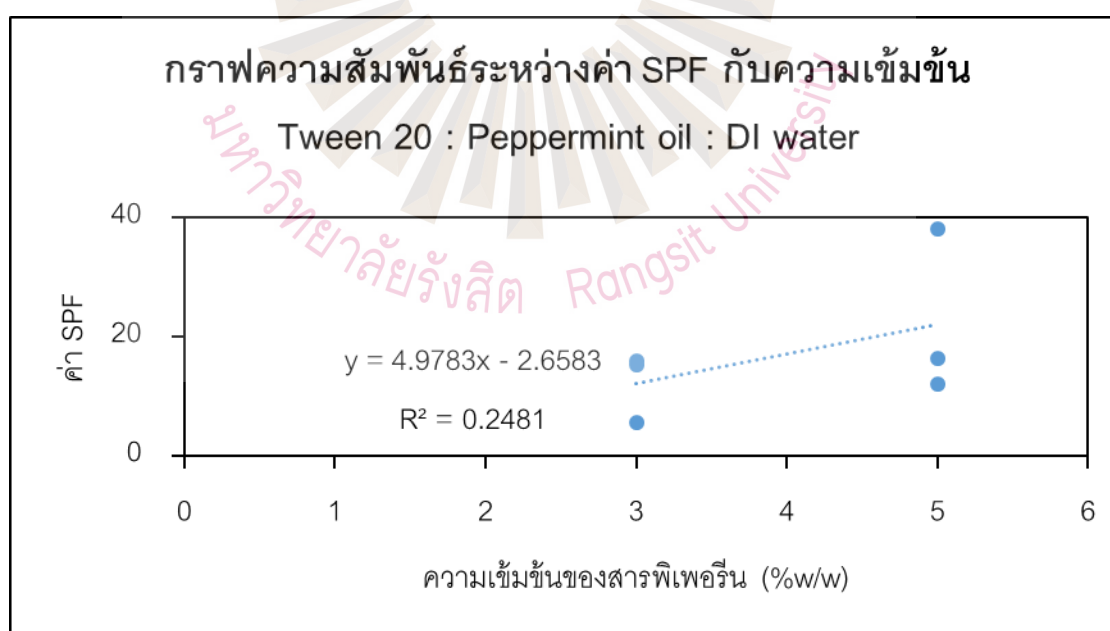
4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต

อัตราส่วน	ความเข้มข้น	SPF	Boots Star Rating
Tween 20 : Peppermint Oil : DI water			
8 : 1 : 1	3%	15.28	3

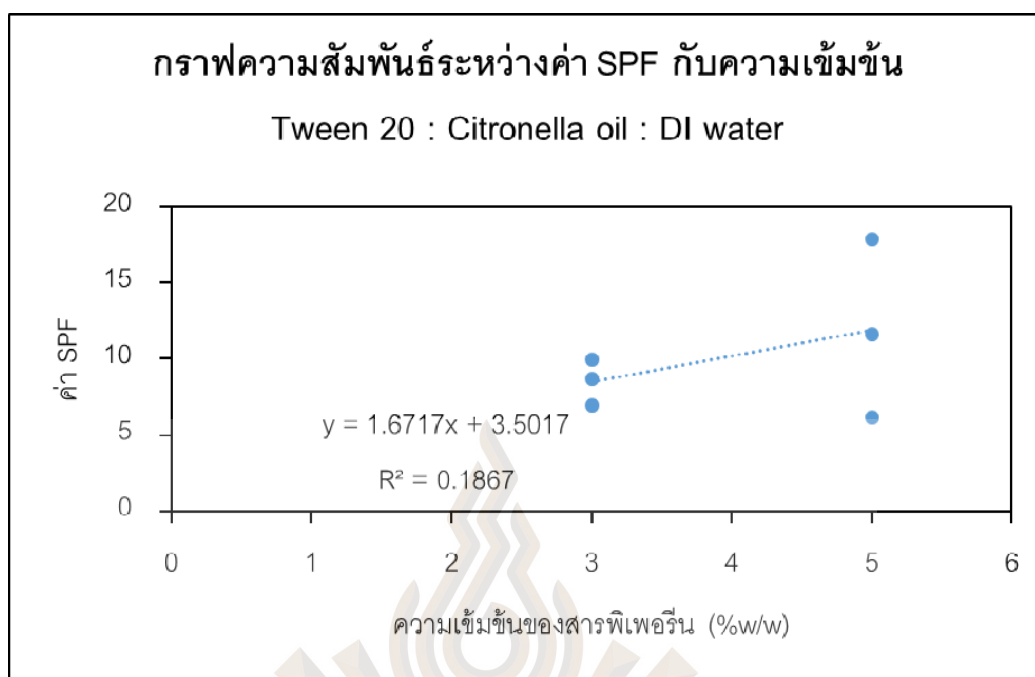
ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ต่อ)

อัตราส่วน	ความเข้มข้น	SPF	Boots Star Rating
5 : 4 : 1	3%	15.89	3
5 : 2 : 3	3%	5.66	3
8 : 1 : 1	5%	38.06	3
5 : 4 : 1	5%	12.18	3
5 : 2 : 3	5%	16.46	4
Tween 20 : Citronella Oil : DI water			
8 : 1 : 1	3%	9.93	3
6 : 3 : 1	3%	8.70	3
5 : 3 : 2	3%	6.92	3
8 : 1 : 1	5%	17.85	3
6 : 3 : 1	5%	11.57	4
5 : 3 : 2	5%	6.16	4



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับความเข้มข้น

Tween 20 : Peppermint oil : DI water



รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับความเข้มข้น

Tween 20 : Citronella oil : DI water

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับความเข้มข้นของสารพิเพอรินของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water และ Tween 20 : Citronella oil : DI water มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) หรือค่า R^2 เท่ากับ 0.2481 และ 0.1867 ตามลำดับ หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง

4.6 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอริน

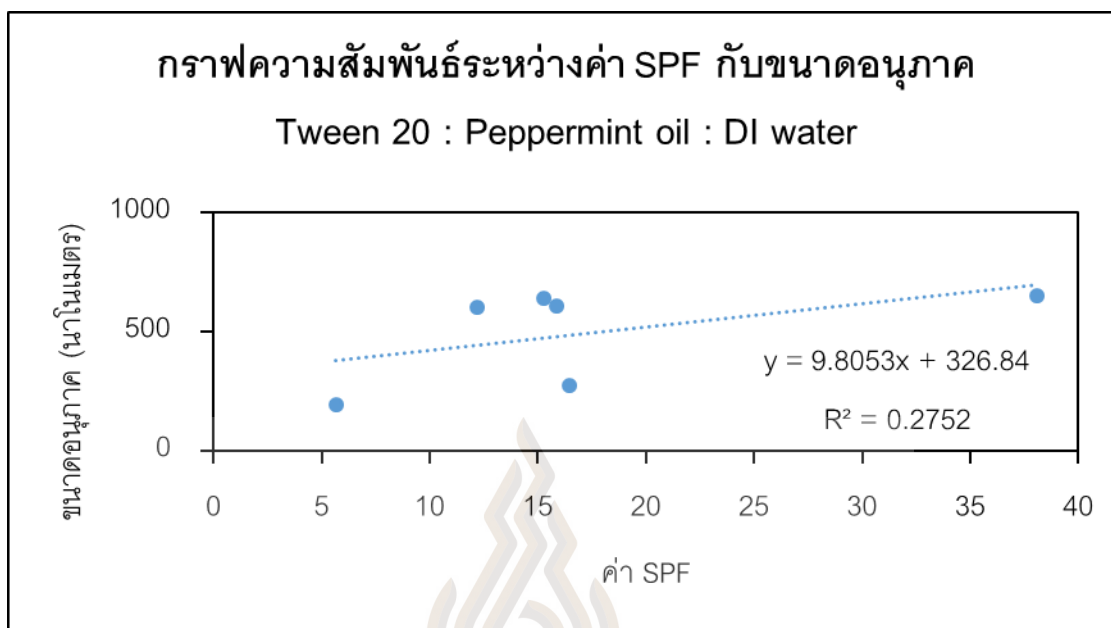
อัตราส่วน	ความเข้มข้น	ความใส	การแยก วัฏภาค	pH	ความหนืด (cP) RPM 100
Tween 20 : Peppermint Oil : DI water					
8 : 1 : 1	3%	ใส	ไม่แยกชั้น	7.0	233.3
5 : 4 : 1	3%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.9	849.4
5 : 2 : 3	3%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.9	100.1
8 : 1 : 1	5%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.6	252.2

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรีน (ต่อ)

อัตราส่วน	ความเข้มข้น	ความใส	การแยก วัฏภาค	pH	ความหนืด (cP) RPM 100
5 : 4 : 1	5%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.8	102.2
5 : 2 : 3	5%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.6	122.1
Tween 20 : Citronella Oil : DI water					
8 : 1 : 1	3%	ใส	ไม่แยกชั้น	7.1	197.5
6 : 3 : 1	3%	ใส	ไม่แยกชั้น	7.0	108.7
5 : 3 : 2	3%	ใส	ไม่แยกชั้น	7.0	109.4
8 : 1 : 1	5%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.6	200.2
6 : 3 : 1	5%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.8	126.9
5 : 3 : 2	5%	ใส	ไม่แยกชั้น	6.6	538.2

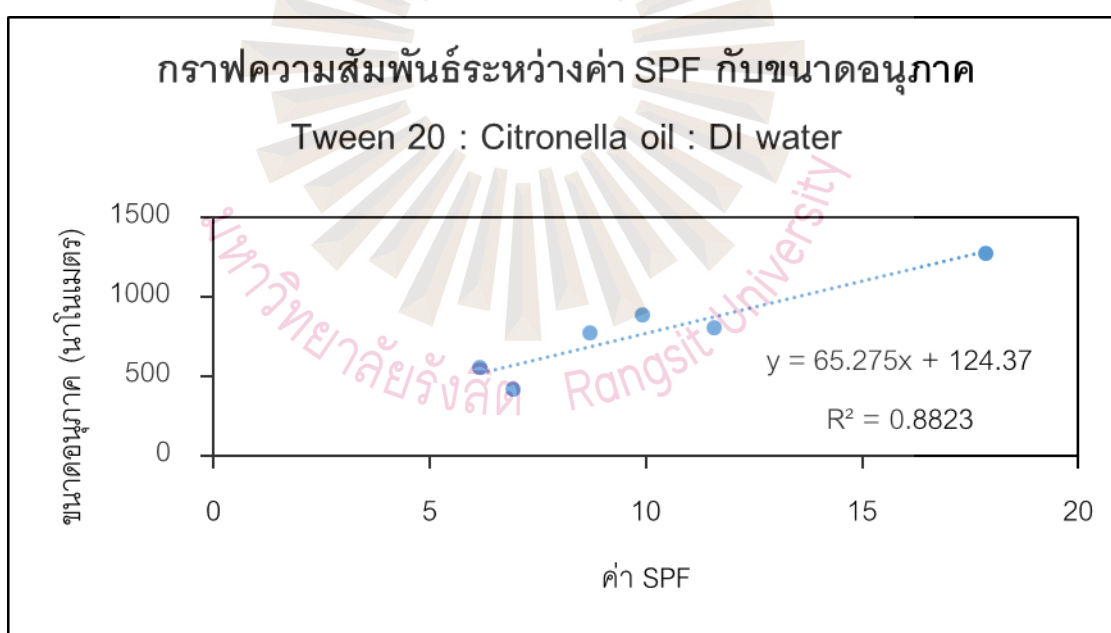
ตารางที่ 4.6 ขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอรีน

อัตราส่วน	ความเข้มข้น	ขนาดอนุภาค (nm)	ค่าศักย์ซีต้า (mV)
Tween 20 : Peppermint Oil : DI water			
8 : 1 : 1	3%	643.1 ± 0.36	-9.35 ± 1.35
5 : 4 : 1	3%	607.1 ± 0.21	-2.08 ± 0.70
5 : 2 : 3	3%	195.1 ± 0.29	0.96 ± 0.10
8 : 1 : 1	5%	650.4 ± 0.18	-5.58 ± 0.75
5 : 4 : 1	5%	605.8 ± 0.36	-0.15 ± 0.36
5 : 2 : 3	5%	274.7 ± 0.28	0.50 ± 0.26
Tween 20 : Citronella Oil : DI water			
8 : 1 : 1	3%	892.6 ± 0.45	2.54 ± 0.16
6 : 3 : 1	3%	776.6 ± 0.28	0.51 ± 0.02
5 : 3 : 2	3%	424.9 ± 0.17	0.12 ± 0.35
8 : 1 : 1	5%	1276.2 ± 0.62	7.08 ± 0.55
6 : 3 : 1	5%	806.4 ± 0.17	-2.24 ± 0.34
5 : 3 : 2	5%	559.8 ± 0.11	-0.44 ± 0.78



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับขนาดอนุภาค

Tween 20 : Peppermint oil : DI water



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับขนาดอนุภาค

Tween 20 : Citronella oil : DI water

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPF กับขนาดอนุภาคของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water และ Tween 20 : Citronella oil : DI water มีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์หรือค่า R^2 เท่ากับ 0.2752 และ 0.8823 ตามลำดับ ซึ่ง Tween 20 : Citronella oil : DI water มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่า SPF กับขนาดอนุภาคค่อนข้างสูง โดยอธิบายได้ว่าขนาดอนุภาคที่ใหญ่ จะทำให้ค่าการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตดีกว่าขนาดอนุภาคที่เล็ก ซึ่งปัจจัยที่อาจมีผลต่อค่าดังกล่าว ได้แก่ การเคลือบสารลงบน Transpore Tape อาจทำให้สารมีขนาดอนุภาคที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาต่อไป



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การสกัดสารพิเพอรินจากสารสกัดพริกไทยดำ 5 แหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้เทคนิคการละลายสารสกัดด้วย Ethanol 95% เติม Potassium Hydroxide (KOH) กรองสารละลายมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปล่อยให้ตกผลึก นำผลึกมาล้างด้วยน้ำร้อน ของแข็งสีเหลืองนำมาละลายและตกผลึกใน Isopropanol ที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 2 วัน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารพิเพอริน พบว่า อำเภอท่าใหม่ อำเภอนายายอาม อำเภอเมืองจันทบุรี อำเภอมะขาม และอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ได้ผลึกสีเหลืองของสารพิเพอรินร้อยละ 2.60, 2.40, 2.15, 1.86 และ 1.78 โดยน้ำหนักตามลำดับ อำเภอท่าใหม่ได้ผลึกสีเหลืองของสารพิเพอรินมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับสารมาตรฐานของพิเพอริน

การวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของพิเพอรินด้วยวิธี สเปกโตรเมตรี ได้แก่ UV, FT-IR, $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, MS พบว่า UV: λ_{max} 345 nm, FT-IR: (KBr disc) 3009, 2941, 1632, 1580, 1432 cm^{-1} , $^1\text{H-NMR}$: (500 MHz, CDCl_3) δ [ppm] 1.59 (m, 4H), 1.65 (m, 2H), 3.56 (d, 4H), 5.96 (s, 2H), 6.43 (d, $J = 14.7$ Hz, 1H), 6.74 (m, 3H), 6.89 (dd, $J = 1.7, 8$ Hz, 1H), 6.97 (d, $J = 1.6$ Hz, 1H), 7.40 (qd, $J = 2, 15$ Hz, 1H), $^{13}\text{C-NMR}$: (125 MHz, CDCl_3) δ [ppm] 165.4 (C-1), 148.1 (C-3'), 148.0 (C-4'), 142.4 (C-3), 138.2 (C-5), 131.0 (C-1'), 125.3 (C-6'), 122.4 (C-4), 120.0 (C-2), 108.4 (C-5'), 105.6 (C-2'), 101.2 (C-8), 46.8 (C-9), 43.2 (C-9), 26.6 (C-11), 25.6 (C-12), 24.6 (C-10), MS (GC-MS): $M^+ = 285$ ซึ่งมีสูตรโครงสร้างเดียวกับสารมาตรฐานของพิเพอริน

การเตรียมตำรับไมโครอิมัลชัน เลือกใช้วิธีการสร้าง Pseudo Ternary Phase Diagram เพื่อหาสัดส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสม Tween 20 และ Tween 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินต์และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นวัฏภาคน้ำมัน และน้ำกลั่นเป็นวัฏภาคน้ำ ทำให้ทราบพื้นที่บริเวณการเกิดไมโครอิมัลชัน จากการศึกษาพบว่า สูตรตำรับที่ใช้

Tween 20 ให้ความรู้สึกเบาสบายผิวเวลาทามากกว่า Tween 80 จึงเลือกสูตรตำรับไมโครอิมัลชันที่เหมาะสม ได้แก่ Tween 20 : Peppermint Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 7 : 2 : 1, 7 : 1 : 2, 6 : 3 : 1, 6 : 2 : 2, 6 : 1 : 3, 5 : 4 : 1, 5 : 3 : 2, 5 : 2 : 3, 5 : 1 : 4, 4 : 5 : 1 และ Tween 20 : Citronella Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 7 : 2 : 1, 7 : 1 : 2, 6 : 3 : 1, 6 : 2 : 2, 6 : 1 : 3, 5 : 4 : 1, 5 : 3 : 2, 5 : 2 : 3, 5 : 1 : 4, 4 : 5 : 1 ทำการวัดขนาดอนุภาคและความต่างศักย์บนผิวอนุภาคที่อุณหภูมิ 25°C พบว่า ขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 113.0-2146.2 นาโนเมตร และค่าศักย์ซีต้าอยู่ระหว่าง -6.85-23.19 มิลลิโวลต์

การเตรียมผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอริน คัดเลือกไมโครอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน พบว่า Tween 20 : Peppermint Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 5 : 4 : 1, 5 : 2 : 3 และ Tween 20 : Citronella Oil : DI water อัตราส่วน 8 : 1 : 1, 6 : 3 : 1, 5 : 3 : 2 เป็นอัตราส่วนที่ถูกเลือกนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดด นำไมโครอิมัลชันเติมสารพิเพอรินความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก รวมทั้งหมด 12 สูตร นำมาวัดประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตด้วยเครื่อง Optometrics SPF-290S พร้อม WinSPF Software โดยทำการ Scan ค่า Blank ของ Transpore Tape และบันทึกค่าไว้ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์กันแดดหยดลงบน Transpore Tape ในพื้นที่ 50 ตารางเซนติเมตร ความหนาของสาร 2 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร ใช้สารทั้งหมด 100 ไมโครลิตร ปล่อยให้สารแห้งเป็นเวลา 15 นาที นำ Transpore Tape ที่หยดตัวอย่างแล้วใส่ใน Sample Holder ในเครื่อง แล้วสั่งให้เครื่องทำการ Scan จาก 290-400 นาโนเมตร พบว่า ค่า SPF อยู่ระหว่าง 5.66-38.06 และค่า Boots Star Rating อยู่ระหว่าง 3-4 ซึ่งมีประสิทธิภาพป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดี

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดของสารพิเพอริน พบว่ามีลักษณะใส ไม่แยกวัฏภาค ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.6-7.1 ค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 100.1-849.4 cP ขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 195.1-1276.2 นาโนเมตร และค่าศักย์ซีต้าอยู่ระหว่าง -9.35-7.08 มิลลิโวลต์

จากการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์กันแดดสูตร Tween 20 : Peppermint Oil : DI water อัตราส่วน 5 : 2 : 3 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักเป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส

ไม่เหนียวเหนอะหนะ มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 274.7 นาโนเมตร ค่าศักย์ซีต้าเท่ากับ 0.50 ความหนืดเท่ากับ 122.1 cP ค่า pH เท่ากับ 6.6 ค่า SPF เท่ากับ 16.46 และค่า Boots Star Rating เท่ากับ 4



บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ยาสามัญประจำบ้านแผนโบราณ พ.ศ. 2556. สืบค้นจาก <http://www.fda.moph.go.th/sites/drug/Shared%20Documents/Law03-TheMinistryOfHealth/Law03-07-03.pdf>
- จงจิตรณ รัตนานันท์ชัย. (2530). ผลของ piperine ต่อการไหลเวียนของเลือดที่ไปยังมดลูก (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.
- ธัมมทิวัตต์ นราวัฒน์วันชัย. (2561). ครีมกันแดด. สืบค้นจาก <http://antiaging.mfu.ac.th/admin/uploadCMS/research/pfWed125811.pdf>
- ธีรวรรณ กัลยาณมิตร. (2535). ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด. กรุงเทพฯ: กองการควบคุมเครื่องสำอาง สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
- นันทิยา รัตนคช, อรทัย อร่ามพงษ์พันธ์, ปทุมรัตน์ ตูจินดา, ปัญญา เต็มเจริญ, กำพล ศรีวัฒนกุล และอาพันธ์ชนิด เทพอวยพร. (2548, 18-20 ตุลาคม). การศึกษาความเป็นพิษในระดับจลินของสมุนไพรไทย. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31. กรุงเทพฯ: ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค
- ประภาพร บุญมี, กฤติยา ศรีสุวรรณวิเชียร, และณัฐธิดา ภาคพิยัต. (2553). ไมโครอิมัลชันทางเครื่องสำอางสำหรับเส้นผม. ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ, 5(2), 185-192.
- ประวิตร พิศาลบุตร. (2551, เมษายน). ครีมกันแดด. นิตยสารหมอชาวบ้าน. สืบค้นจาก <http://www.doctor.or.th/article/detail/1213>
- พิมพ์พร ลีลาพรพิสิฐ. (2540). อิมัลชันทางเครื่องสำอาง (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์
- มงคลศิลป์ บุญเย็น. (2554). การศึกษาการตั้งตัวรับและการทดสอบความคงตัวของเม็ดยาและยาแคปซูลจากสารสกัดตำรับประสะไพลเพื่อใช้แก้ปวดประจำเดือน (Master's thesis). สืบค้นจาก <http://digi.library.tu.ac.th/thesis/md/0043/title-biography.pdf>
- มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง. (2561). สรุปประเด็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เรื่อง “เทคโนโลยีขนาดนาโนอิมัลชันทางเครื่องสำอาง”. สืบค้นจาก www.mfu.ac.th/school/cosmeticscience/km/doc2.pdf

บรรณานุกรม (ต่อ)

- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. (2561). *สเปกโทรสโกปี*. สืบค้นจาก <http://www.pws.npru.ac.th/arunrat/data/files/ch1%20บทนำ%281%29.pdf>
- มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะเภสัชศาสตร์ ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร. (2553). *พริกไทยดำ*. สืบค้นจาก <http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=90>
- รศญา เหล่าเรืองธนา. (2561). *Basic Concepts of Skin Science*. สืบค้นจาก <https://dst.or.th/Member/ViewProfile/?v=d3a3c101936b93dbf9eb710e611c2cf8c806137>
- วรารณ ภูตะสุน. (2535). การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยและ piperine ในพริกไทยที่ปลูกในประเทศไทย. สืบค้นจาก http://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research_id=ag051
- สุกฤษฎิ์ ทับทิมศรี. (2561). ยาต้านจุลชีพสำหรับใช้ภายนอกในรูปแบบไมโครอิมัลชัน. สืบค้นจาก <http://ccpe.pharmacycouncil.org/showfile.php?file=230>
- สรียา วงษ์พา. (2540). ผลของสาร piperine ที่มีต่อสารก่อกลายพันธุ์ที่ชักนำให้เกิดความเสียหายต่อโครโมโซม (Unpublished Master's thesis). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ. (2561). *พริกไทย*. สืบค้นจาก http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_06_5.htm
- อนุชิต พลับภูการ, นิวัติ แก้วประดับ, วันชัย ดีเอกนามกุล, ภาควิชา พยาธิวิทยา, และจินดาพร ภูมิพัฒนางษ์. (2545). การพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพร. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Ahmad, N., Fazal, H., Haider A.B., Farooq, S., Ali, M., & Khan, M. (2012). Biological role of *Piper nigrum* L. (Black Pepper): A Review. *Asian Pac J Trop Biomed*, 1-10.
- Arai, S. & Kubota, T. (2013). Composition for preparing emulsion of microemulsion formulations. *US Patent*, 2012/0053217 A1.
- Bajad, S., Bedi, K.L., Singla, A.K., & Johri, R.K. (2001). Piperine inhibits gastric emptying and gastrointestinal transit in rats and mice. *Planta Med*, 67, 9-176.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Balakumar, K., Raghavan, C.V., Tamil Selvan, N., Hari Prasad, R., & Abdu, S. (2013). Self nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) of Rosuvastatin calcium: Design, formulation, bioavailability and pharmacokinetic evaluation. *Colloids Surf. B: Biointerfaces*, 112, 337-343.
- Bhat, B.G. & Chandrasekhara, N. (1986). Lack of adverse influence of black pepper, its oleoresin and piperine in the weanling rat. *J Food Saf*, 7(4), 23-215.
- Bhat, B.G. & Chandrasekhara, N. (1987). Effect of black pepper and piperine on bile secretion and composition in rats. *Nahrung*, 31, 6-913.
- Bidyut K. Paul & Satya P. Moulik. (2001). Uses and Application of Microemulsion. *Current Science*, 80(8), 990-1001.
- Boonme, P., Krauel, K., Graf, A., Rades, T., & Junyapresert, V.B. (2006). Characterization of microemulsion structures in the pseudoternary phase diagram of isopropyl palmitate/water/Brij 97:1-butanol. *AAPS PharmSciTech*, 7(Article 45).
- Bukhari, I.A., Alhumayyd, M.S., Mahesar, A.L., & Gilani, A.H. (2013). The analgesic and anticonvulsant effects of piperine in mice. *J Physio Pharm*, 64(6), 789-794.
- Chaiwang, N., Pongpattanawut, S., Khorana, N., Thanoi, S., & Teaktong, T. (2016). Role of Piperine in Cognitive Behavior and the Level of Nicotinic Receptors (nAChRs) in Mouse Brain. *Thai J Pharmacol*, 38(2), 5-16.
- Chaiyana, W., Saeio, K., Hennink, W.E., & Okonogi, S. (2010). Characterization of potent anticholinesterase plant oil based microemulsion. *Int J Pharmaceutics*, 401(1-2), 32-40.
- Chioma, O.O., Victor, N.O., & Emeka, G.A. (2014). Toxicological assessments of *Piper nigrum* on alloxan induced diabetic rats. *Am-Eurasian J Toxicol Sci*, 6(2), 4-30.
- Choochana, P., Mounjaroen, J., Jongkon, N., Gritsanapan, W., & Tangyuenyongwatana, P. (2015). Development of piperic acid derivatives from *Piper nigrum* as UV protection agents. *Pharmaceutical Biology*, 53(4), 477-482.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Chunlaratthanaphorn, S. et al. (2007). Acute and subchronic toxicity study of the water extract from dried fruits of *Piper nigrum* L. in rats. *Songklanakarin J Sci Technol*, 29(Suppl.1), 24-109.
- Damanhour, Z.A. & Ahmad, A. (2014) A Review on Therapeutic Potential of *Piper nigrum* L. (Black Pepper): The King of Spices. *Med Aromat Plants*, 3(3), 161.
- Elnaggar, Y.S.R., El-Massik, M.A., & Abdallah, O.Y. (2009). Self-nanoemulsifying drug delivery systems of tamoxifen citrate: Design and optimization. *Inter J Pharmaceutics*, 380, 133-141.
- Gasparro, F.P., Mitchnick, M., & Nash, J.F. (1998). A review of sunscreen safety and efficiency. *Photochemistry and Photobiology*, 68(3), 243-256.
- Higashimoto, M., Purintrapiban, J., Kataoka, K. et al. (1993). Mutagenicity and antimutagenicity of extracts of three spices and medicinal plant in Thailand. *Mutat Res*, 303(3), 42-135.
- Junyaprasert, V.B. & Boonme, P. (2002). Microemulsions for topical drug delivery. *J Ind Pharm*, 5, 21-29.
- Khoka, A. (2017). Phytochemicals from *Piper nigrum* and their pharmacological effects. *PKRU SciTech Journal*, Vol.1(2), 15-18.
- Madhavi, B.B., Nath, A.R., Banji, D., Madhu, M.N., Ramalingam, R., & Swetha, D. (2009). Extraction, identification, formulation and evaluation of piperine in alginate beads. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 1, 156-161.
- Madla, S. & Graidist, P. (2017). Several Alkaloids Derived from Plants and Their Underlying Molecular Mechanisms of Action in the Fight Against Cancer. *Songkla Med J*, 35(1), 83-94.
- Mahmoud, I., Alkofahi, A., & Abdelaziz, A. (1992). Mutagenic and toxic activities of several spices and some Jordanian medicinal plants. *Int J Pharmacog*, 30(2), 5-81.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Ministry of Public Health. Department of Medical Sciences. (2018). *Thai Herbal Pharmacopoeia 2018*. Nonthaburi: Keawjawjom Printing & Publishing Suan Sunandha Rajabhat University.
- Narendra Kumar Singh, Pramod Kumar, Devendra Kumar Gupta, Satyendra Singh & Varun Kumar Singh. (2011). UV-spectrophotometric method development for estimation of piperine in Chitrakadi vati. *Der Pharmacia Lettre*, 3(3), 178-182.
- Ononiwu, I.M., Ibeneme, C.E., & Ebong, O.O. (2002). Effects of piperine on gastric acid secretion in albino rats. *Afr J Med Sci*, 31, 5-293.
- Opdyke, D.L.J. (1978). Monographs on fragrance raw materials. Black pepper oil. *Food cosmet Toxicol*, 16, 2-651.
- Paul, A.J., Kolarsick, Maria Ann & Carolyn Goodwin. *Anatomy and Physiology of the Skin*. Retrieved from http://www.ons.org/sites/default/files/publication_pdfs/1%20SS%20Skin%20Cancer_chapter%201.pdf
- Platel, K. & Srinivasan, K. (1996). Influence of dietary spices and their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. *Int J Food Nutr*, 47, 9-55.
- Platel, K. & Srinivasan, K. (2000). Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. *Nahrung*, 44(4), 6-42.
- Rattanakhot, N., Toojinda, P., Temjarean, P., Sriwatanakul, K., & Aramphongphan, A. (2007). Toxicological evaluation of commercial Thai herbal preparations. *Thai J Pharmacol*, 29(1), 78-80.
- Rockwell, P. & Raw, I. (1979). A mutagenic screening of various herbs, spices, and food additives. *Nutr Cancer*, 1, 5-10.
- Sambandan, D.R. & Ratner, D. (2011). Sunscreens: an overview an update. *Journal of American Academy of Dermatology*, 64, 748-758.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Srinivasan, M.R. & Satyanarayana, M.N. (1981). Effect of black pepper (*Piper nigrum* Linn) and piperine on growth, blood constituents and organ weight in rats. *Nutr Rep Int*, 23(5), 6-871.
- Subehan, Usia, T., Iwata, H., Kadota, S., & Tezuka, Y. (2006). Mechanism-based inhibition of CYP3A4 and CYP2D6 by Indonesian medicinal plants. *J Ethnopharmacol*, 105, 55-449.
- Tasleem, F., Azhar, I., Ali, S.N., Perveen, S., & Mahmood, Z.A. (2014). Analgesic and anti-inflammatory activities of *Piper nigrum* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7(Suppl.1), 461-468.
- Ungsurungsie, M., Suthienkul, O., & Paovalo, C. (1982). Mutagenicity screening of popular Thai spices. *Food Chem Toxicol*, 20, 30-527.
- Usia, T., Iwata, H., Hiratsuka, A., Watabe, T., Kadota, S., & Tezuka, Y. (2006). CYP3A4 and CYP2D6 inhibitory activities of Indonesian medicinal plants. *Phytomedicine*, 13, 67-73.
- Vazquez-Olivencia, W., Shah, P., & Pitchumoni, C.S. (1992). The effect of red and black pepper on orocecal transit time. *J Am Coll Nutr*, 11, 31-228.
- Yamamoto, H., Mizutani, T., & Nomura, H. (1982). Studies on the mutagenicity of crude drug extracts. *I.Yakugaku Zasshi*, 102(6), 596-601.
- Zoheir A Damanhour & Aftab Ahmad. (2014). A Review on Therapeutic Potential of *Piper nigrum* L. (Black Pepper): The King of Spices. *Med Aromat Plants*, 3(1), 3.



ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์ต่าง ๆ



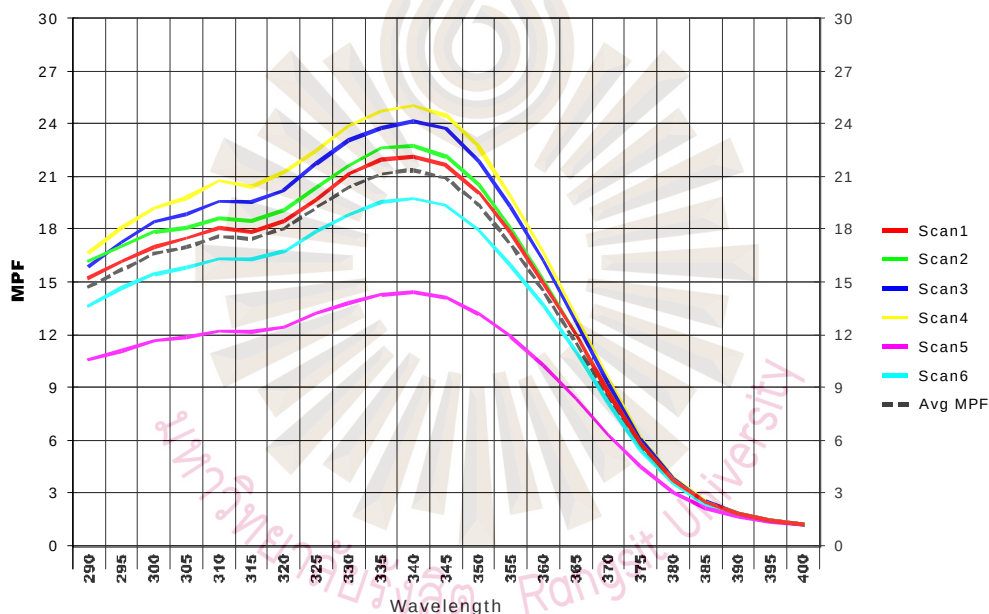
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	pep 8-1-1-3%
Time:	11:55:00	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	namsiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	pep 8-1-1-3%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	15.28	2.37	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.767	0	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.8	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	22.52		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	376.3	0	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	111.22	7.43	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	12.24	2.02		
Erythema UVA PF:	10.67	1.28		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 1 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water
อัตราส่วน 8 : 1 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

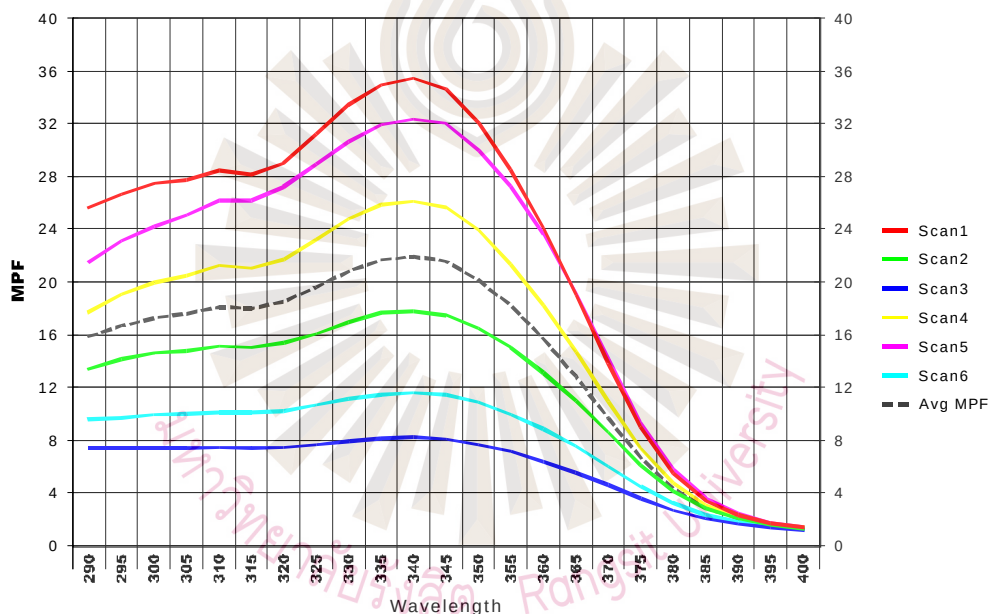
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	pep 5-4-1-3%
Time:	12:18:31	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	nansiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	pep 5-4-1-3%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	15.89	6.99	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.783	0.01	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.82	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	61.49		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	377.2	0.22	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	110.95	22.03	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	12.91	6.06		
Erythema UVA PF:	11.34	4.13		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 2 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water
อัตราส่วน 5 : 4 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

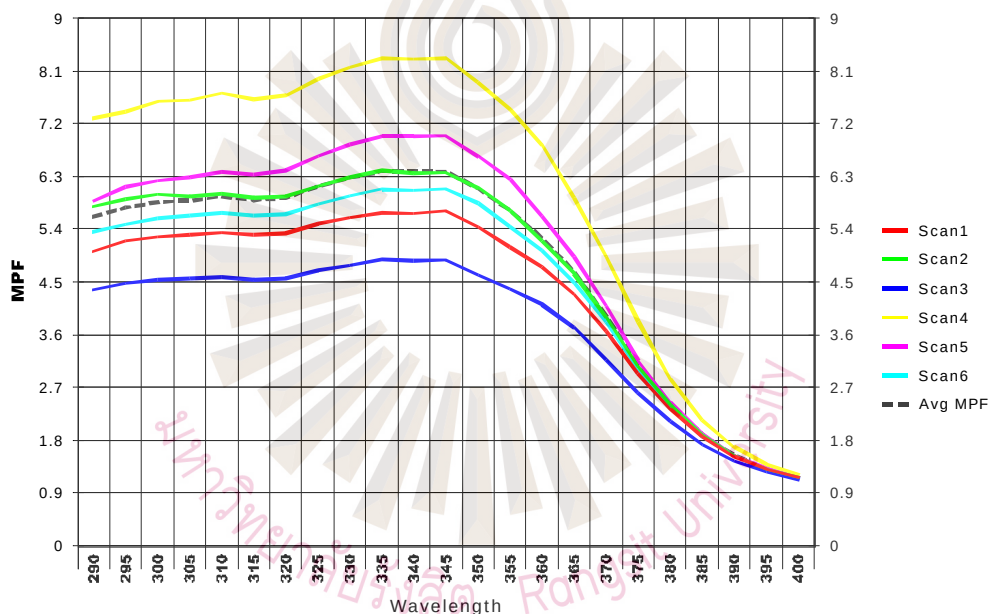
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	pep 5-3-2-3%
Time:	12:17:55	Sample Prep:	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	nansiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	pep 5-2-3-3%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref:	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

SPF:	Value	STDV	Parameter	Value
UVA/UVB ratio:	5.66	0.96	STDV:	Classical
Boots Star Rating (2004):	0.766	0.01	Excluded Runs/Scans:	
UVA I/UV Ratio:	3	Good	Operating Mode:	Standard
Max %T COV:	0.82	High	Assay STDV:	N/A
Critical Wavelength:	18.11		Assay Skip Ref:	N/A
Curve Area:	377.1	0.11	Time-Based Mode:	N/A
UVA PF:	69.6	7.01	Time-Based Delay:	N/A
Erythema UVA PF:	4.39	0.72		
	4.85	0.72		

UPF:	Value	STDV
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 3 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water
อัตราส่วน 5 : 2 : 3 ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

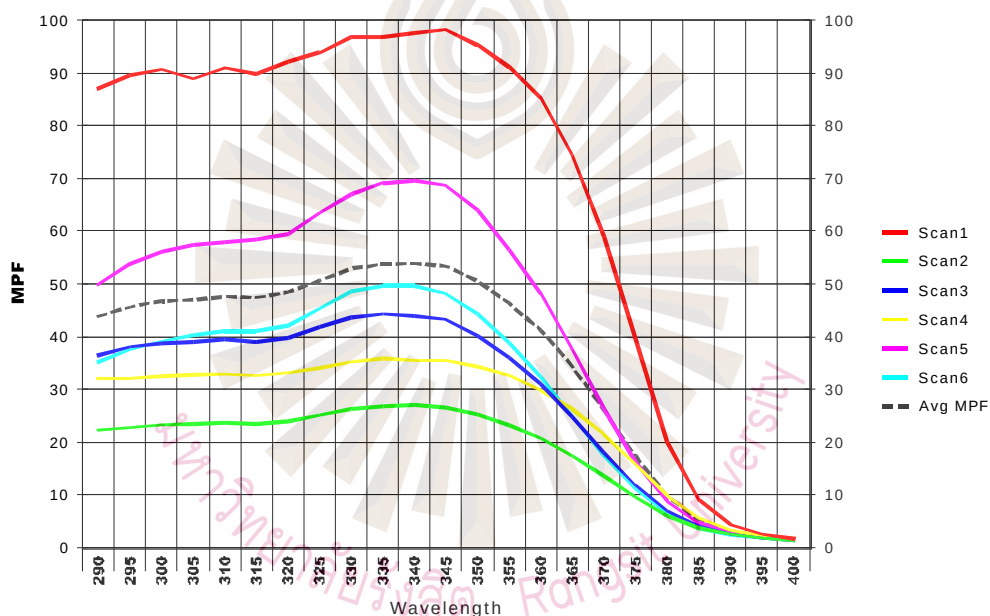
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:		Sample Name:	pep8-1-1-5%
Time:	13:22:40	Sample Prep.		Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	numsiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	pep8-1-1-5%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	38.06	16.93	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.79	0.02	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.84	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	43.89		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	377.8	0.66	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	151.83	19.92	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	32.34	16.41		
Erythema UVA PF:	21.81	7.25		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 4 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water
อัตราส่วน 8 : 1 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

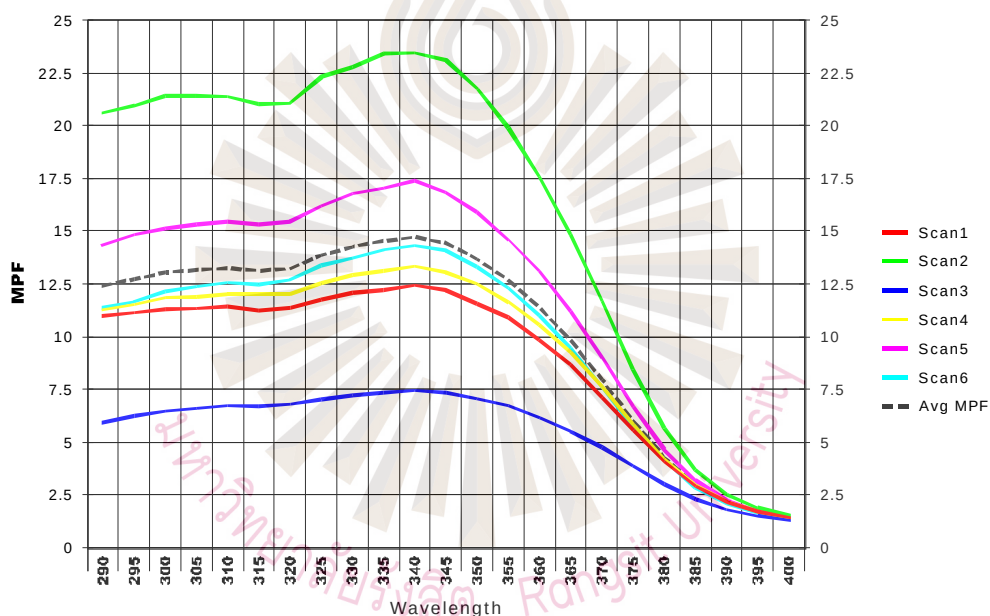
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	pep5-4-1-5%
Time:	12:27:15	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	nansiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	pep5-4-1-5%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

SPF:	Value	STDV	Parameter	Value
UVA/UVB ratio:	12.18	4.22	STDV:	Classical
Boots Star Rating (2004):	0.794	0.01	Excluded Runs/Scans:	
UVA I/UV Ratio:	3	Good	Operating Mode:	Standard
Max %T COV:	0.84	High	Assay STDV:	N/A
Critical Wavelength:	44.09		Assay Skip Ref:	N/A
Curve Area:	378	0.16	Time-Based Mode:	N/A
UVA PF:	101.65	15.09	Time-Based Delay:	N/A
Erythema UVA PF:	9.36	3.1		
	9.45	2.61		

UPF:	Value	STDV
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 5 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water
อัตราส่วน 5 : 4 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

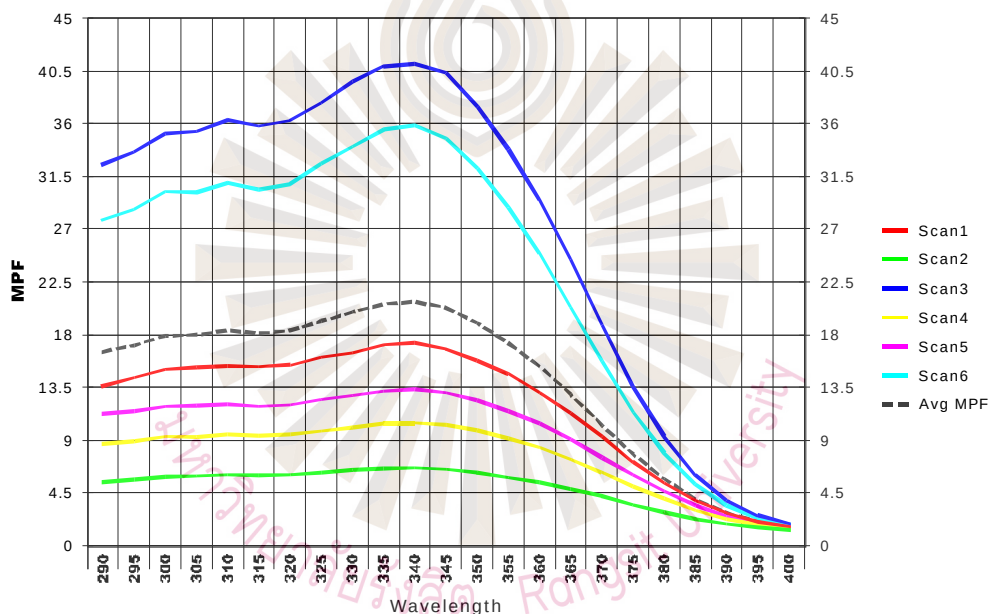
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	pep5-2-3-5%
Time:	12:34:15	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	nansiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	pep5-2-3-5%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	16.46	10.4	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.81	0	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	4	Superior	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.85	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	65.96		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	378.7	0.22	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	110.51	28.31	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	12.8	8.09		
Erythema UVA PF:	12.26	6.48		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 6 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Peppermint oil : DI water
อัตราส่วน 5 : 2 : 3 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

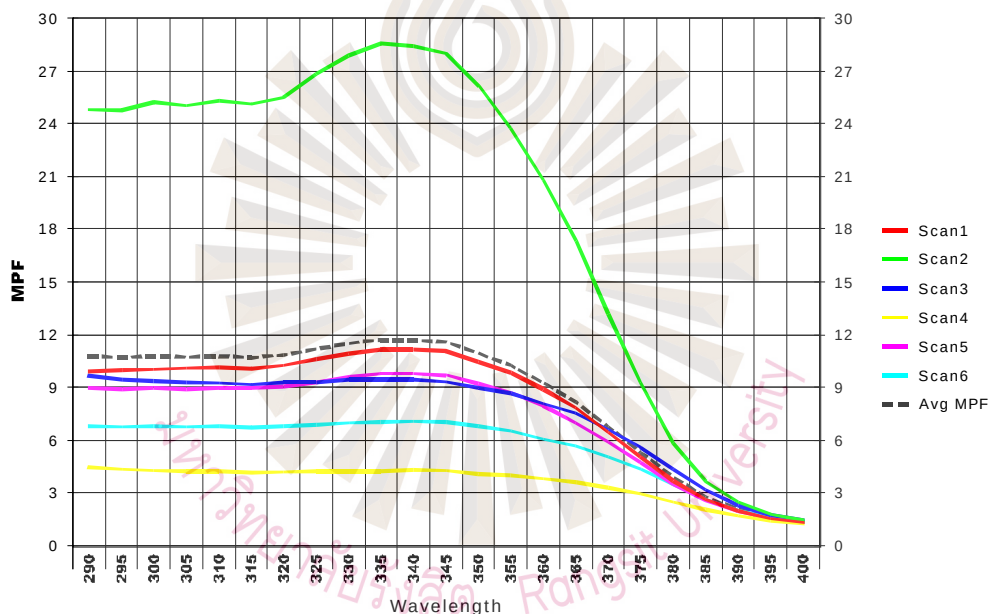
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	citro 8-1-1-3%
Time:	12:21:16	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	nansiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	Citro 8-1-1-3%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	9.93	6.29	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.791	0.01	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.84	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	56.68		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	378.3	0.56	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	89.78	23.13	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	7.7	4.84		
Erythema UVA PF:	7.76	3.8		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 7 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Citronella oil : DI water
อัตราส่วน 8 : 1 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

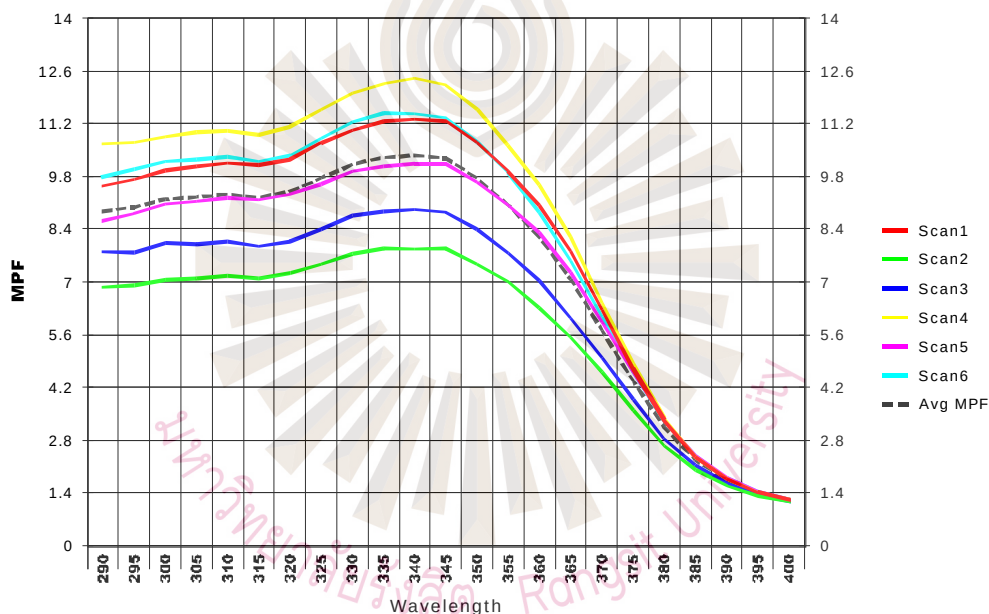
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	Citro 6-3-1-3%
Time:	11:27:11	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	namsiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	Citro 6-3-1-3%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	8.7	1.31	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.773	0.01	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.82	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	17.76		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	377.1	0.19	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	88.01	6.67	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	6.71	0.99		
Erythema UVA PF:	7.03	0.88		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 8 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Citronella oil : DI water
อัตราส่วน 6 : 3 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

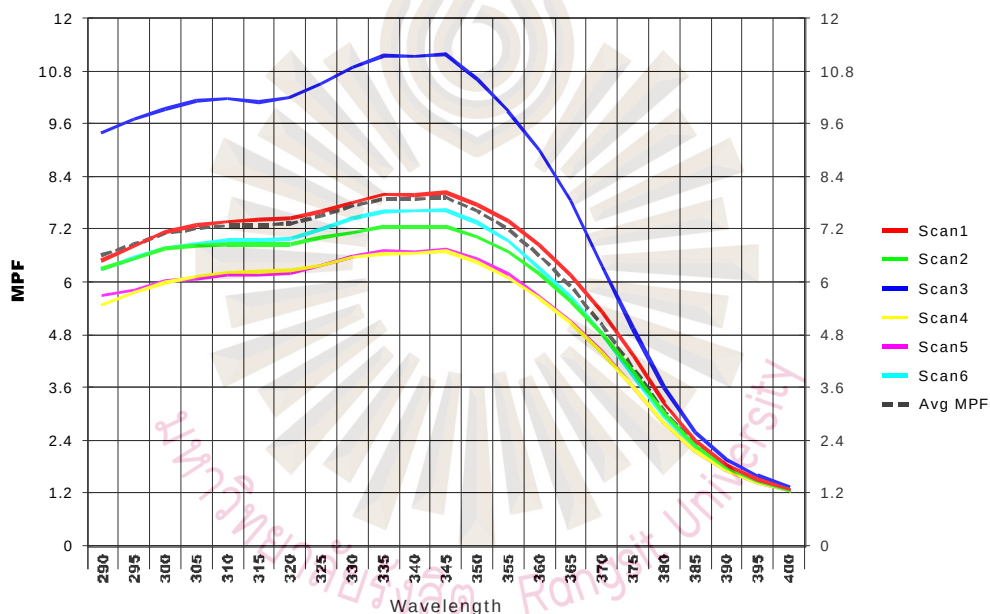
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	Citro 5-3-2-3%
Time:	11:30:32	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	namsiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	Citro 5-3-2-3%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

SPF:	Value: 6.92	STDV: 1.34	Parameter	Value
UVA/UVB ratio:	0.798	0.01	STDV:	Classical
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Excluded Runs/Scans:	
UVA I/UV Ratio:	0.84	High	Operating Mode:	Standard
Max %T COV:	17.16		Assay STDV:	N/A
Critical Wavelength:	377.9	0	Assay Skip Ref:	N/A
Curve Area:	79.31	7.33	Time-Based Mode:	N/A
UVA PF:	5.44	0.99	Time-Based Delay:	N/A
Erythema UVA PF:	5.93	0.95		

UPF:	Value: N/A	STDV: N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 9 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Citronella oil : DI water
อัตราส่วน 5 : 3 : 2 ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

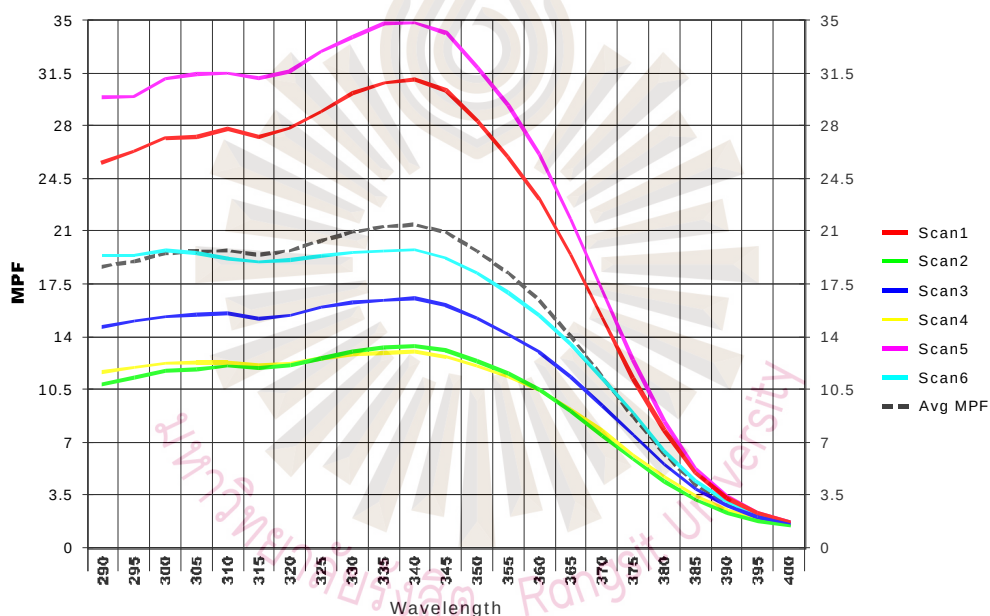
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	Citro 8-1-1-5%
Time:	11:36:44	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	namsiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	Citro 8-1-1-5%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	17.85	6.93	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.801	0	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	3	Good	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.85	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	39.41		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	378.7	0.25	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	118.3	16.83	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	13.53	5.4		
Erythema UVA PF:	13.22	4.21		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 10 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Citronella oil : DI water
อัตราส่วน 8 : 1 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

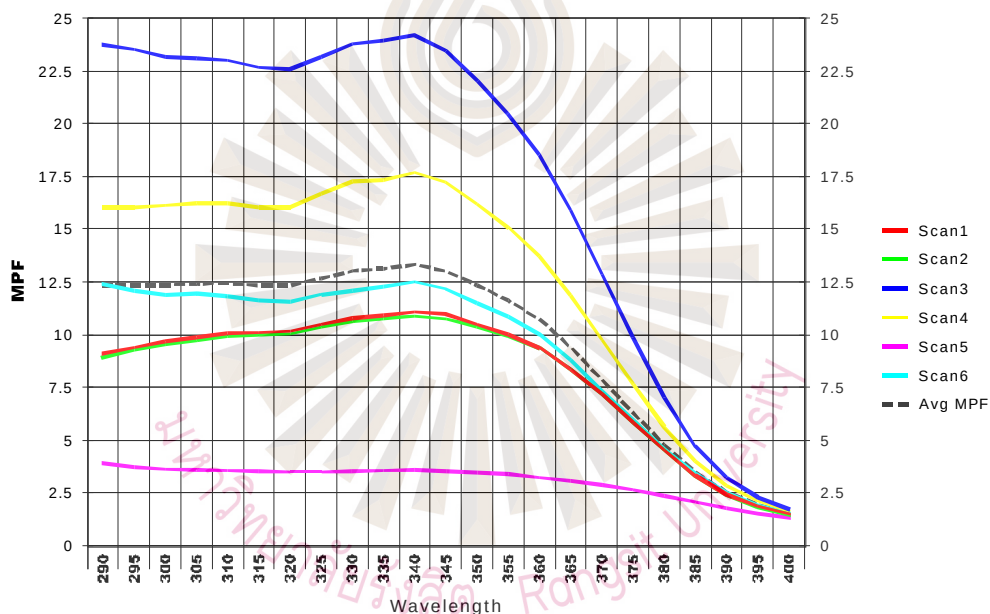
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	Citro 6-3-1-5%
Time:	11:51:53	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	namsiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	Citro 6-3-1-5%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

	Value	STDV	Parameter	Value
SPF:	11.57	5.86	STDV:	Classical
UVA/UVB ratio:	0.808	0.02	Excluded Runs/Scans:	
Boots Star Rating (2004):	4	Superior	Operating Mode:	Standard
UVA I/UV Ratio:	0.86	High	Assay STDV:	N/A
Max %T COV:	81.35		Assay Skip Ref:	N/A
Critical Wavelength:	379	0.35	Time-Based Mode:	N/A
Curve Area:	97.38	25.3	Time-Based Delay:	N/A
UVA PF:	8.82	4.17		
Erythema UVA PF:	9.21	3.97		

	Value	STDV
UPF:	N/A	N/A
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 11 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Citronella oil : DI water
อัตราส่วน 6 : 3 : 1 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

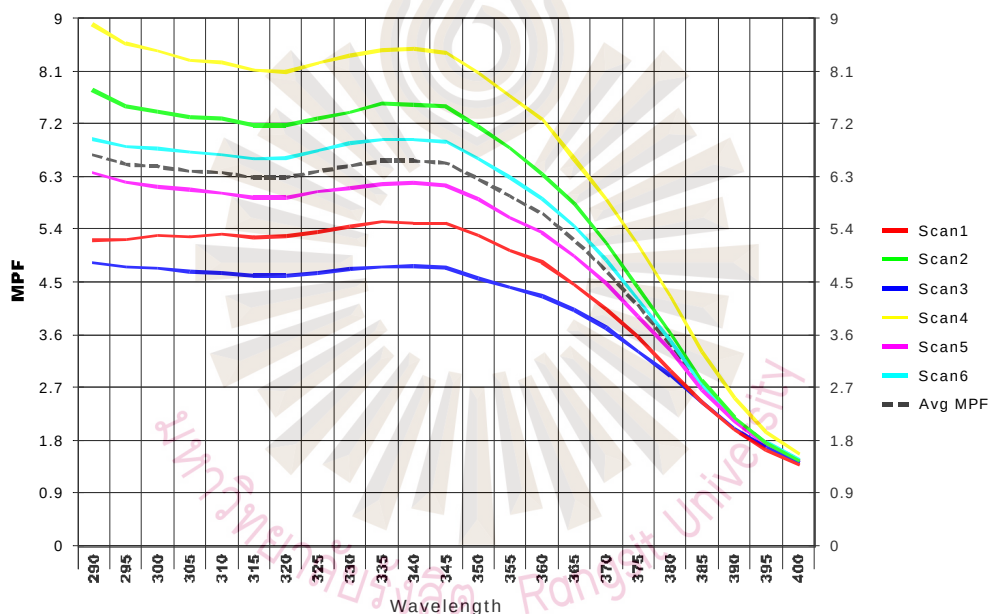
SPF-290 Graph Report

?

Date:	26/11/2561	Substrate:	Transpore	Sample Name:	citro 5-3-2-5%
Time:	12:12:35	Sample Prep.	2 ul/cm ²	Setup Filename:	PMMA3.par
Operator:	nansiang	Num. of Scans:	6	Data Filename:	citro 5-3-2-5%.spf
Wavelength Range:	290 to 400	Num. of Ref.	1	Solar Filename:	sp40n20z.shr
Measurement Standard:	US FDA	Wavelength Step:	5 nm	Erythema Filename:	erythema.ahr

SPF:	Value	STDV	Parameter	Value
UVA/UVB ratio:	6.16	1.24	STDV:	Classical
Boots Star Rating (2004):	0.81	0.01	Excluded Runs/Scans:	
UVA I/UV Ratio:	4	Superior	Operating Mode:	Standard
Max %T COV:	0.86	High	Assay STDV:	N/A
Critical Wavelength:	23.29		Assay Skip Ref:	N/A
Curve Area:	379.4	0.22	Time-Based Mode:	N/A
UVA PF:	75.66	8.54	Time-Based Delay:	N/A
Erythema UVA PF:	4.84	0.88		
	5.42	0.97		

UPF:	Value	STDV
UV-A Trans:	N/A	N/A
UV-B Trans:	N/A	N/A
%UV-A Block:	N/A	N/A
%UV-B Block:	N/A	N/A



Equipment: Optometrics SPF-290S Analyzer

รูปที่ 12 SPF และ Boots Star Rating ของ Tween 20 : Citronella oil : DI water
อัตราส่วน 5 : 3 : 2 ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก





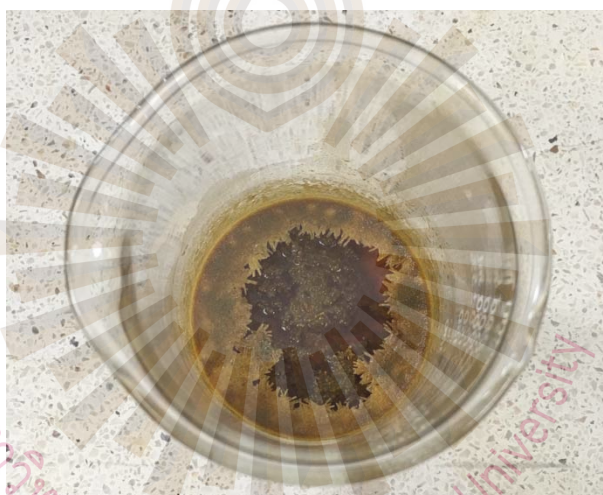
รูปที่ 1 พริกไทยดำจากจังหวัดจันทบุรี



รูปที่ 2 บดพริกไทยดำ



รูปที่ 3 หมักพริกไทยดำด้วย Ethanol 95%



รูปที่ 4 ฟิเพอรินตกผลึก



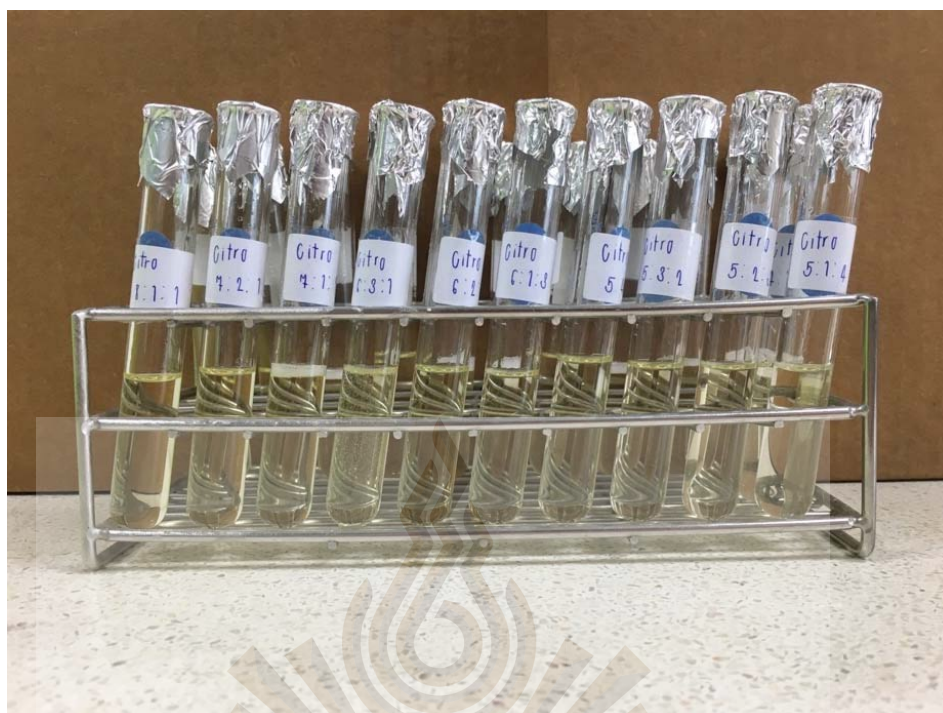
รูปที่ 5 สารฟิเพอริน



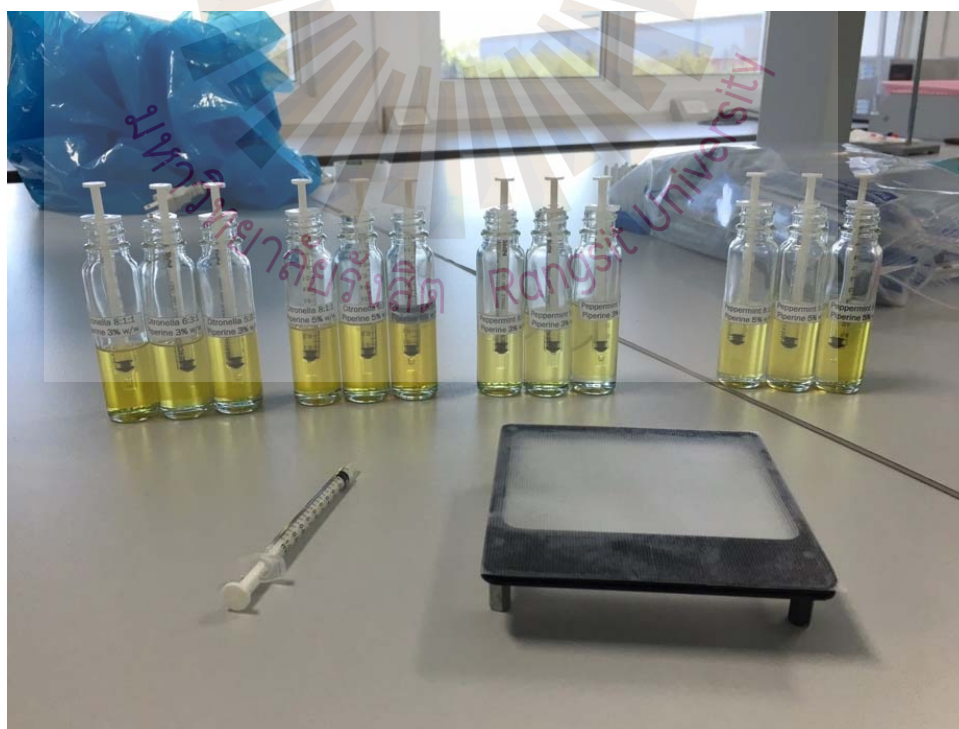
รูปที่ 6 การเตรียมไมโครอิมัลชัน



รูปที่ 7 การเตรียมไมโครอิมัลชัน สูตรน้ำมันหอมระหอมเปปเปอร์มินต์



รูปที่ 8 การเตรียมไมโครอิมัลชัน สูตรน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม



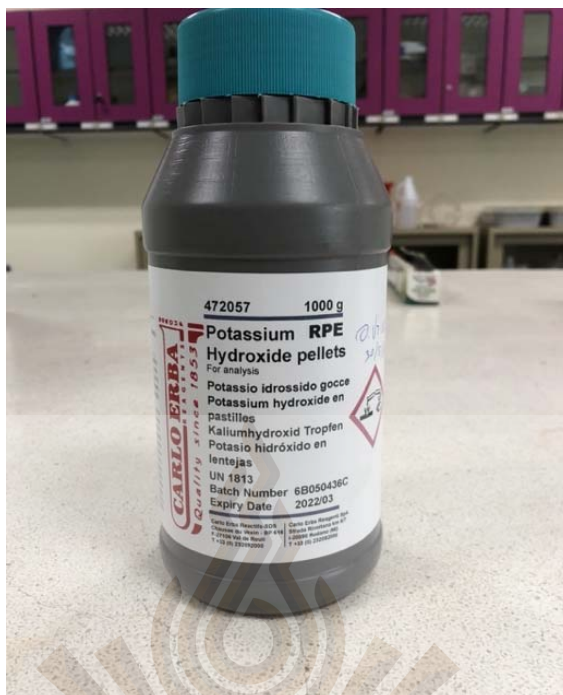
รูปที่ 9 การหยดไมโครอิมัลชันลงบน Transpore Tape



รูปที่ 10 สารลดแรงตึงผิว



รูปที่ 11 น้ำมันหอมระเหย



รูปที่ 12 Potassium Hydroxide Pellets



รูปที่ 13 เครื่องบด



รูปที่ 14 เครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ



รูปที่ 15 เครื่องวัดความหนืด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	พิชชาภา ห่อมา
วัน เดือน ปีเกิด	22 กันยายน 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดจันทบุรี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยบูรพา ปริญญาการแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต สาขาวิชาแพทย์ แผนไทยประยุกต์, 2559 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผน ตะวันออก, 2562 ใบประกอบวิชาชีพการแพทย์แผนไทยประยุกต์ (2559) ใบอนุญาตเป็นผู้ดำเนินการในสถานประกอบการเพื่อสุขภาพ ประเภทกิจการสปา (2561)
ตำแหน่ง	แพทย์แผนไทยประยุกต์
สถานที่ทำงาน	โรงพยาบาลพระปกเกล้า จังหวัดจันทบุรี

