



การพัฒนาสารสกัดมะขามป้อม ในรูปแบบไมโครอิมัลชัน  
DEVELOPMENT OF *PHYLLANTHUS EMBLICA* EXTRACT IN  
MICROEMULSION FORM

โดย  
จิตรานัฐ ใจแก้ว

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก  
คณะการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต  
ปีการศึกษา 2559



**DEVELOPMENT OF *PHYLLANTHUS EMBLICA* EXTRACT IN  
MICROEMULSION FORM**

**BY**

**JITRANUT JAICLEAW**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT**

**OF THE REQUIREMENTS FOR**

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN ORIENTAL MEDICINE**

**FACULTY OF ORIENTAL MEDICINE**

**GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY**

**ACADEMIC YEAR 2016**



วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาสารสกัดมะขามป้อม ในรูปแบบไมโครอิมัลชัน

โดย

จิตรราณัฐ ใจเกล้า

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2559



ผศ.ดร.รัฐพล อาษาสุจริต  
ประธานกรรมการสอบ



ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา  
กรรมการ



รศ.ดร.พิมล เรือนวัฒนา  
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา



ดร.จिरพันธ์ ม่วงเจริญ  
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว



(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณิ์ สุขสาตร)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

9 พฤศจิกายน 2559



Thesis entitled

**DEVELOPMENT OF PHYLLANTHUS EMBLICA EXTRA IN  
MICROEMULSION FORM**

by

JITRANUT JAIKLEAW

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

Rangsit University  
Academic Year 2016

*Rathapon Asasutjarit*

*Prasan Tangy*

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

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

*P. Rientvatana*

Asso.Prof.Pimol Rientvatana, Ph.D.  
Member and Advisor

*Jirapan Mungjaroen*

Jirapan Mungjaroen, Ph.D.  
Member and Co-Advisor

Approved by Graduate School

*Vannee Sooksatra*

(Asst.Prof.Plт.Off. Vannee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

November 9, 2016

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พิมล เรียนวัฒนา และอาจารย์ที่ปรึกษา  
ร่วม ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา สำหรับการให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ อีกทั้งยังเป็นทีปรึกษา  
ที่ดีตลอดงานวิจัย ในครั้งนี้ส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะการแพทย์แผนตะวันออก, ศูนย์เครื่องมือ มหาวิทยาลัย  
รังสิต สำหรับห้องปฏิบัติการในการทดลองโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์นภาพรรณ พงษ์พวงเพชร ที่  
ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดช่วงทำการทดลองเป็นอย่างดี

จิตรานัฐ ใจแก้ว

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต  
Rangsit University

5507628 : สาขาวิชาเอก: การแพทย์แผนตะวันออก; วท.ม.(การแพทย์แผนตะวันออก)  
 คำสำคัญ : สารสกัดมะขามป้อม, ไมโครอิมัลชัน

จิตรารัตน์ ใจแก้ว : การพัฒนาสารสกัดมะขามป้อม ในรูปแบบไมโครอิมัลชัน  
 (DEVELOPMENT OF PHYLLANTHUS EMBLICA EXTRACT IN MICROEMULSION  
 FORM) อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ.ดร.พิมล เรียนวัฒนา, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ดร.จิรพันธ์ ม่วงเจริญ,  
 55 หน้า.

มะขามป้อมเป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานมากในประเทศไทยมีสารสำคัญที่ชื่อว่า แกลลิกแอซิด ซึ่งมีคุณสมบัติทางชีวภาพ เช่น ยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัส และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสารสกัดมะขามป้อมในรูปแบบไมโครอิมัลชัน โดยเลือกสูตรที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเกิดไมโครอิมัลชัน 9 สูตร ซึ่งมี Tween 20, Tween 60, Tween 80 เป็นสารลดแรงตึงผิวและมี Peppermint Oil, Tea Tree Oil, Cinnamon Oil เป็นวิฤภาคน้ำมัน เมื่อนำมาวัดขนาดอนุภาค ผลปรากฏว่า ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 11 – 263.33 สองสูตรที่มีคุณสมบัติที่ดี คือ Tween 20 : Peppermint Oil : Water ในอัตราส่วน 5 : 1 : 4 และ Tween 20 : Tea Tree Oil : Water อัตราส่วน 5 : 1 : 4 ไมโครอิมัลชันได้ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณสารแกลลิกแอซิดในไมโครอิมัลชันด้วยวิธี High Performance Thin Layer Chromatography ( HPTLC ) โดยมีแกลลิกแอซิดเป็นสารมาตรฐาน สารสกัดมะขามป้อมในรูปแบบไมโครอิมัลชันนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... จิตรารัตน์ ใจแก้ว .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... จิรพันธ์ ม่วงเจริญ .....

**5507628 : MAJOR: ORIENTAL MEDICINE; M.Sc.(ORIENTAL MEDICINE)**

**KEY WORDS : *PHYLLANTHUS EMBLICA*, MICROEMULSION, ANTIOXIDANT**

**JITRANAT JAIKLEAW: DEVELOPMENT OF EMBLIC EXTRACT IN A MICROEMULSION FORM. THESIS ADVISORS: ASSO.PROF.PIMOL RIENVATANA, PH.D. , THESIS CO-ADVISORS: JIRAPAN MOUNGJAROEN, PH.D., 55 P.**

The fruit of *Phyllanthus emblica* Linn. is a herbal medicine which has good pharmacological activities. Gallic acid, a major active ingredient, in this herb shows good antioxidant antifungal and antiviral activities. The objective of this study is to prepare the extract of the fruit of *Phyllanthus emblica* in microemulsion form. Microemulsion is a system which composes of water oil and surfactant. Microemulsion is a clear isotropic solution with small size of particle range from 10 – 100 nm which can deliver active ingredient deep into skin. In this study, three surfactants which were Tween 20, Tween 60, Tween 80 and three oils which were tea tree oil, peppermint oil, cinnamon oil were used. The microemulsion area was record and the size including zeta potential was also evaluated. The selected microemulsion was subjected to quality control with HPTLC.

Student's Signature ..... Jitranat Jaikleaw .....

Thesis Advisor's Signature .....

Thesis Co-Advisor's Signature .....

*P. Rientana*  
*Jirap Moun*

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
	1.3 สมมติฐานการวิจัย
	1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย
	1.5 ขอบเขตของการวิจัย
	1.6 คำนิยามเชิงปฏิบัติการที่จะใช้ในการวิจัย
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย
<b>บทที่ 2</b>	<b>ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>
	2.1 ระบบผิวหนัง
	2.2 ผิวหมองคล้ำ
	2.3 อนุมูลอิสระ
	2.4 มะขามป้อม
	2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
	2.6 Tea Tree Oil
	2.7 ไมโครอิมัลชัน (Microemulsion)
	2.8 Dynamic Light Scattering (DLS)
	2.9 High Performance Thin - Layer Chromatography (HPTLC)



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3</b>	<b>อุปกรณ์และวิธีการวิจัย</b> <span style="float: right;"><b>29</b></span>
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย <span style="float: right;">29</span>
	3.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย <span style="float: right;">30</span>
	3.3 การตั้งสูตรตำรับโดยใช้ซูโดเฟสไดอะแกรม (Pseudo Phase Diagram) <span style="float: right;">30</span>
	3.4 ตรวจสอบขนาดอนุภาค Dynamic Light Scattering ( DLS ) <span style="float: right;">31</span>
	3.5 วิเคราะห์คุณภาพและปริมาณสารสำคัญด้วยวิธีการ High Performance Thin – Layer Chromatography (HPTLC) <span style="float: right;">31</span>
	3.6 การวิเคราะห์ปริมาณ Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน <span style="float: right;">34</span>
<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการวิจัย</b> <span style="float: right;"><b>35</b></span>
	4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชัน <span style="float: right;">35</span>
	4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสกัดด้วยวิธี High Performance Thin – Layer Chromatography ( HPTLC ) <span style="float: right;">40</span>
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง</b> <span style="float: right;"><b>47</b></span>
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>49</b>
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>55</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคของอิมัลชันปกติ NE และ ME	19
2.2 ความแตกต่างระหว่างนาโน ( NE ) และไมโครอิมัลชัน ( ME )	20
4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดไมโครอิมัลชันของไมโครอิมัลชันแต่ละสูตร	40
4.2 ผลการตรวจวัดขนาดอนุภาค	41
4.3 แสดง Intraday Precision	43
4.4 แสดง Interday Precision	44
4.5 ค่า % Recovery	45

มหาวิทยาลัยรังสิต  
Rangsit University

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 สูตรโครงสร้าง Gallic Acid	3
2.1 โครงสร้างผิวหน้า	7
2.2 มะขามป้อม	10
2.3 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคของอิมัลชันปกติ NE และ ME	19
2.4 Pseudoternary Phase Diagram สำหรับการเตรียม ME	23
2.5 Light Scattering Instruments	25
4.1 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	34
4.2 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	35
4.3 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	35
4.4 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	36
4.5 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	36
4.6 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	37
4.7 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	37
4.8 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	38
4.9 Ternary Phase Diagram อัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน	38
4.10 Calibration Graph ของ Standard Gallic Acid	40
4.11 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Standard Gallic Acid	40
4.12 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน Peppermint Oil กับ Tween20	41
4.13 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน Cinnamon Oil กับ Tween 20	41
4.14 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน Teatree Oil กับ Tween 20	42
4.15 Purity Peak ของสารสกัด Gallic Acid ในไมโครอิมัลชันกับสารมาตรฐาน Gallic Acid	44

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

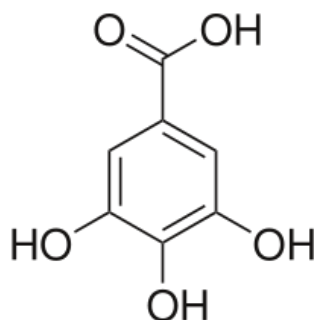
ปัจจุบันคนไทยมักเกิดริ้วรอยหมองคล้ำ อันเนื่องมาจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำให้ผิวขาวจากสารธรรมชาติได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสารทำให้ผิวขาวหลายชนิดจะมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Boissy, 2005) จึงส่งผลให้การสร้างเมลานินในผิวหนังลดลงและทำให้ผิวพรรณกระจ่างใสขึ้นกว่าเดิม สารสกัดจากธรรมชาติที่ทำให้ผิวกระจ่างใส ได้แก่ สารสกัดเปลือกสน สารสกัดเมล็ดองุ่น สารสกัดเมล็ดลำไย สารสกัดเมล็ดลิ้นจี่ สารสกัดรังไหม สารสกัดใบหม่อน สารสกัดแก่นมะหาด สารสกัดผลมะขามป้อม และสารสกัดรากชะอ้อนเทศ เป็นต้น สารสกัดจากธรรมชาติเหล่านี้มีศักยภาพสูงในการนำไปเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทำให้หน้าขาว (วราภรณ์ จรรยาประเสริฐ, 2550)

ผิวหนังที่ปกคลุมร่างกายมีเม็ดสี ที่เรียกว่า เมลานิน ทำหน้าที่ปกป้องผิวหนังจากการถูกทำลายด้วยแสงแดด และเป็นสารสำคัญที่ทำให้เกิดสีที่ผิวหนัง สีผิวของคนเราจะแตกต่างกันแล้วแต่เชื้อชาติและกรรมพันธุ์ โดยอาศัยกระบวนการในการสร้างเม็ดสีในร่างกาย เรียกว่า Melanogenesis (Kameyama K, 1996 : 29-33) เมลานินถูกสร้างในออกานเนลสีน้ำตาลที่มีชื่อว่า Melanosome ที่อยู่ใน cytoplasm ของเซลล์สร้างเม็ดสี (Melanocyte) และมีเอนไซม์ที่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุล ชื่อ Tyrosinase เป็นตัวสำคัญในการควบคุมการสร้างเมลานิน โดยเป็นเอนไซม์ออกซิเดส ที่จะช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ Tyrosine เป็น Dopa และ Dopa เป็น Dopaquinone ด้วยปฏิกิริยา Oxidation และ Dehydrogenation ตามลำดับ ตามด้วยการเปลี่ยน Dopaquinone ผ่าน Intermediate อื่นๆ แล้วเกิด Polymerization ให้สารที่ไม่ละลายที่สามารถจับกับโมเลกุลของโปรตีนได้อย่างแน่นหนาโดย Sulhydryl bond เกิดเป็น Melanoprotein Melanin Polymer ทำให้สีผิวเข้มขึ้น (นันทนา พุกฤษ์คุ้มวงศ์, 2533) อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ อยู่ในวงอิเล็กตรอนวงนอกสุด (Outer Orbita) เนื่องจากการมีอิเล็กตรอนที่โดดเดี่ยว (Unpaired Electron) อยู่

ในวงโคจรของโมเลกุลทำให้ไม่เสถียร ทำให้อนุมูลอิสระเป็นสารที่มีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่นสูงมาก (Halliwell, 1991) โดยอนุมูลอิสระจะไปแย่งจับหรือดึงเอาอิเล็กตรอนจากโมเลกุลหรืออะตอมสารที่อยู่ข้างเคียงเพื่อให้ตัวมันเสถียร โมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนจะกลายเป็นอนุมูลอิสระชนิดใหม่ ซึ่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะไปทำปฏิกิริยากับสารโมเลกุลอื่นต่อไป เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ต่อกันไปเรื่อยๆ โดยที่อนุมูลอิสระก็มีสมบัติเหมือนสารต่างๆ ไป ตรงที่ความสามารถในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารอื่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง (pH) และความชื้น เป็นต้น (Roberfroid and Calderon, 1995)

สารอนุมูลอิสระอาจมีผลต่อการอักเสบและการทำลายเนื้อเยื่อในระยะสั้น ระยะยาว ความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์และอาจเป็นสารก่อมะเร็งและโรคหัวใจ ต้อกระจก สารต้านอนุมูลอิสระพบได้มากในผักและผลไม้บางชนิด จึงมีการสนับสนุนให้รับประทานสิ่งเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น โดยมีความเชื่อว่าอาจลดภาวะโรคต่างๆ ดังกล่าวและลดความแก่และความเสื่อมของเซลล์ ในมิติของเครื่องสำอาง เชื่อว่าเครื่องสำอางที่ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจะมีส่วนช่วยบำรุงผิวทำให้ผิวเต่งตึง ไม่เหี่ยวย่นก่อนวัยอันควร (Smit N, 2009) อีกทางเลือกที่น่าสนใจในการดูแลผิวหน้าที่ทำได้ง่ายและปลอดภัย คือ การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารสกัดจากธรรมชาติ มีสารต้านอนุมูลอิสระสารสกัดมะขามป้อมเป็นสารจากธรรมชาติอีกตัวหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีงานวิจัยหลายๆงาน รายงานถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่างๆ รวมถึงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งจะส่งผลให้ผิวเต่งตึง ไม่เหี่ยวย่น กระจ่างใสกว่าขึ้นกว่าเดิม (ปฎิภา นุญมาลีและปัทมา เทียนวรรณ, 2556)

มะขามป้อม (*Phyllanthus Emblica* Linn.) เป็นหนึ่งในสมุนไพรพื้นบ้านที่มีสรรพคุณหลายอย่าง ที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายทั้งใน ยุโรป อเมริกา และ เอเชีย ถูกเรียกว่า “ราชาผลไม้แห่งความแข็งแรง” เนื่องจากอุดมไปด้วยวิตามินซีมากที่สุดในบรรดาผลไม้ทั้งหมด มีวิตามินซีมากกว่าส้ม 20 เท่า (เมื่อเทียบในปริมาณเท่ากัน) เป็นสมุนไพรที่ชาวอินเดียใช้มาหลายพันปีแล้ว เพราะเป็นยาอายุวัฒนะ ซึ่งชาวอินเดียเรียกผลไม้ชนิดนี้ว่า Amalaka แปลว่า “พยายาล” ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า สรรพคุณของมะขามป้อมนั้นมีมากมาย ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการนำมะขามป้อมมาใช้เป็นยาแผนโบราณในการรักษาอาการไอ ขับเสมหะ ทำให้ชุ่มคอ แก้ท้องเสีย ด้านการอักเสบ จากงานวิจัยพบว่า สารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่ได้จากมะขามป้อมที่สำคัญคือสารกลุ่มแทนนิน เช่น Gallic Acid (ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559)



รูปที่ 1.1 สูตร โครงสร้าง Gallic Acid

ที่มา : Wikimedia Commons, 2558

Gallic Acid หรือ 3, 4, 5 - Trihydroxybenzoic Acid เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลทางเคมีคือ  $C_7H_6O_5$ , Gallic Acid เป็นส่วนประกอบของแทนนิน พบมากในองุ่น ใบชา เปลือกไม้โอ๊กและพืชอื่นๆ โดยทั่วไปจะใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมทางยา คุณสมบัติของ Gallic Acid คือ สามารถยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัส และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดี ปัจจุบันได้ถูกนำมาวิจัยทดสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่างๆพบว่ามีฤทธิ์คล้ายคลึงใช้เป็นยารักษาโรคท้องเสีย มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสารสกัดมะขามป้อมในรูปแบบไมโครอิมัลชัน ( Reynolds and Wilson, 1991 )

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของน้ำ : น้ำมัน : สารลดแรงตึงผิว ที่เหมาะสมกับสารสกัดมะขามป้อมในการเกิดไมโครอิมัลชัน
- 2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อมโดยเปรียบเทียบการเกิดไมโครอิมัลชันกับ Essential Oil 3 ชนิดคือ Cinnamon Oil, Peppermint Oil, Tea Tree Oil
- 3) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อมโดยเปรียบเทียบอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิวชนิดต่างๆเช่น Tween 20, Tween 60, Tween 80
- 4) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชันด้วยวิธีการ HPTLC
- 5) เพื่อตรวจวัดขนาดอนุภาคและประจุของไมโครอิมัลชัน

### 1.3 สมมติฐานการวิจัย

สูตรอัตราส่วนของไมโครอิมัลชันจาก Essential Oil 3 ชนิดคือ Cinnamon Oil, Peppermint Oil, Tea Tree Oil และสารลดแรงตึงผิวคือ Tween 20, Tween 60, Tween 80 ผสมด้วย สารสกัดมะขามป้อม สามารถเกิดเป็นไมโครอิมัลชันได้หรือไม่

### 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สูตรอัตราส่วนใดที่เหมาะสมสำหรับทำไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อม

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ศึกษาและทดลองหาสูตรมาตรฐานการทำไมโครอิมัลชันที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาเป็นไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อม
- 2) เปรียบเทียบความเหมาะสมของสูตรไมโครอิมัลชันจาก 9 สูตร
- 3) วิเคราะห์คุณภาพและปริมาณสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชันด้วยวิธีการ HPTLC
- 4) เพื่อตรวจวัดขนาดอนุภาคและประจุของไมโครอิมัลชัน

### 1.6 คำนิยามเชิงปฏิบัติการที่จะใช้ในการวิจัย

**เมลานิน (Melanin)** เป็นสารสำคัญที่ทำให้เกิดสีที่ผิวหนัง

**อนุมูลอิสระ (Free Radical)** คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ ไม่เสถียร ใ ในการเข้าทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่นสูงมาก มีผลต่อการอักเสบ การทำลายเนื้อเยื่อ ความเสื่อมของเซลล์

มะขามป้อม (*Phyllanthus Emblica Linn.*) คือผลไม้ทรงกลมผลอ่อนสีเขียวอมเหลืองผิวเรียบใสฉ่ำน้ำ

Gallic Acid เป็นส่วนประกอบของแทนนิน มีคุณสมบัติสามารถยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัส และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดี

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 1) ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดมะขามป้อมในรูปแบบของไมโครอิมัลชันที่มีประสิทธิภาพในการซึมผ่านที่ดีและบำรุงผิวให้ชุ่มชื้น
- 2) ได้อัตราส่วนของน้ำ : น้ำมัน : สารลดแรงตึงผิว ที่เหมาะสมกับสารสกัดมะขามป้อมในรูปแบบไมโครอิมัลชัน



## บทที่ 2

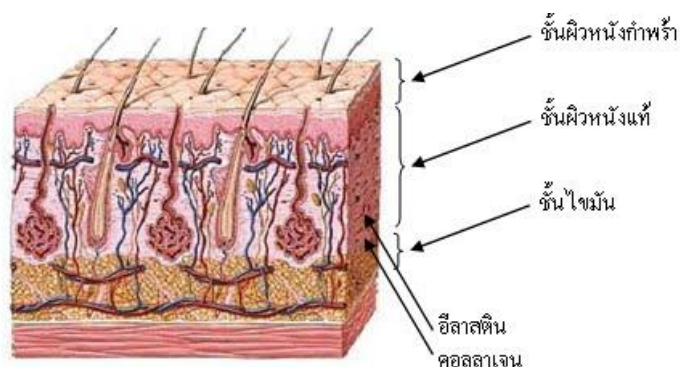
### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ระบบผิวหนัง

ผิวหนังมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุดของร่างกาย ปกคลุมห่อหุ้มร่างกายทั้งหมดของเราไว้ ผิวหนังของผู้ใหญ่คนหนึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 3,000 ตารางนิ้ว มีความหนาประมาณ 1 – 4 มิลลิเมตร โดยความหนาของผิวหนังจะแตกต่างกันไปตามอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Wang, 2006) ผิวหนังของคนเราแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้น คือ หนังกำพร้าและหนังแท้

1) หนังกำพร้า (EpiDermis) เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นบนสุด มีลักษณะบางมาก ประกอบไปด้วยเซลล์เรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ โดยเริ่มต้นจากเซลล์ชั้นในสุดติดกับหนังแท้ซึ่งจะแบ่งตัวเติบโตขึ้นแล้วค่อยๆ เลื่อนมาทดแทนเซลล์ที่อยู่ชั้นบนจนถึงชั้นบนสุดแล้วกลายเป็นขี้ไคลหลุดออกไป นอกจากนี้ในชั้นหนังกำพร้ายังมีเซลล์ เรียกว่า เมลานิน ปะปนอยู่ด้วย เมลานินมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบุคคลและเชื้อชาติ จึงทำให้สีผิวของคนแตกต่างกันไปในชั้นของหนังกำพร้าไม่มีหลอดเลือดเส้นประสาทและต่อมต่างๆ นอกจากเป็นทางผ่านของรูเหงื่อ เส้นขน และไขมันเท่านั้น

2) หนังแท้ (Dermis) เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นล่างถัดจากหนังกำพร้าและหนากว่าหนังกำพร้ามาก ผิวหนังชั้นนี้ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อคอลลาเจน (Collagen) และอีลาสติน (Elastin) หลอดเลือดฝอย เส้นประสาทกล้ามเนื้อเกาะเส้นขน ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ และขุม ขนกระจายอยู่ทั่วไป ( นันทนา พฤษย์คุ้มวงศ์, 2533 )



รูปที่ 2.1 โครงสร้างผิวหนัง

ที่มา : ชีววิทยา, 2558

### หน้าที่ของผิวหนัง

- 1) ป้องกันและปกปิดอวัยวะภายในไม่ให้ได้รับอันตราย
  - 2) ป้องกันเชื้อโรคไม่ให้เข้าสู่ร่างกายโดยง่าย
  - 3) ขับของเสียออกจากร่างกาย โดยต่อมเหงื่อ ขับเหงื่อออกมา
  - 4) ช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ โดย ระบบหลอดเลือดฝอยและการระเหยของเหงื่อ
  - 5) รับความรู้สึกสัมผัส เช่น ร้อนหนาว เจ็บ ฯลฯ
  - 6) ช่วยสร้างวิตามินดีให้แก่ร่างกาย โดยแสงแดดจะเปลี่ยนไขมันชนิดหนึ่งที่ผิวหนังให้เป็นวิตามินดีได้
  - 7) ขับไขมันออกมาหล่อเลี้ยงเส้นผม และขน ให้เป็นเงางามอยู่เสมอและไม่แห้ง
- (วารสารณ์ จรรยาประเสริฐ, 2550)

### 2.2 ผิวหมองคล้ำ

คนแต่ละคนมีสีผิวต่างกันโดยหลักการแล้วความเข้มหรือสีของผิวนั้น เกิดจากสิ่งที่เรียกว่า เม็ดสีเมลานิน (Melanin) ในผิวหนังเราจะประกอบไปด้วย เซลล์ผิวหนังชนิดหนึ่งในชั้นหนังกำพร้า ที่เรียกว่า เมลาโนไซต์ (Melanocyte) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีจำนวนประมาณ 8% ของเซลล์ผิวหนังของชั้นหนังกำพร้า เซลล์นี้จะมีเม็ดสีที่เรียกว่า เมลานิน (Melanin) อยู่ในถุงหุ้มเมลาโนโซม (Melanosome) ซึ่งเจ้าเซลล์เมลาโนไซต์จะส่งเม็ดสีเมลานินไปให้กับเซลล์ผิวหนังชั้นบนกว่าที่เรียกว่า คีราติโนไซต์ (keratinocyte - ผิวหนัง 90% จะประกอบไปด้วยเซลล์คีราติโนไซต์นี้) ทำให้เกิดเป็นสีของผิวหนังขึ้น เม็ดสีเมลานิน (Melanin) (Budavan, S, 1995 : 420) มีอยู่ 3 ประเภท คือ

1) ยูเมลานิน ( EuMelanin ) เม็ดสีเมลานินชนิดนี้จะเป็นเม็ดสีสีน้ำตาล-ดำ คนเอเชียและคนที่ผิวคล้ำทั้งหลายจะมีเม็ดสีนี้มากกว่าคนที่ป็นชนชาติผิวขาว

2) พีโอเมลานิน (Pheo-Melanin) เป็นเม็ดสีสีแดงหรือที่เรียกว่า ออกซิฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin) หรือสีเหลืองที่เรียกว่าแคโรทีน (Carotene) ในคนผิวขาวจะมีเม็ดสีนี้มากกว่าคนผิวคล้ำ

3) แบบผสม คือ มีเม็ดสีเมลานินทั้งสองแบบผสมกัน เรียกว่า Mixed Melanin สีผิวของคนเราสามารถที่จะเข้มขึ้นหรือจางลงได้ จะเห็นได้ว่าเมื่อเราทำงานหรือถูกแสงแดดนานๆ ผิวของเราก็จะคล้ำลงหรือเมื่อเราย้ายไปอยู่ในประเทศที่มีภูมิอากาศต่างไปจากที่เราเคยอยู่ สีผิวก็อาจจะเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน แต่การที่สีผิวของเรา เปลี่ยนไปเนื่องจากการผสมกันของเม็ดสีนั้น ตัวต้นเหตุก็คือจำนวนเม็ดสีต่างๆ ที่เปลี่ยนไป ซึ่งจะเป็นผล จากการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ที่เป็นตัวกระตุ้นการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินต่างๆ ( วิฑูรย์ ธรรมชาติกุลและสมศักดิ์ ปราชญ์วัฒนกิจ, 2534 )

ผิวหมองคล้ำมักเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ ที่มักจะประสบในชีวิตประจำวัน ควรพยายามที่จะหลีกเลี่ยง ดังต่อไปนี้

1) แสงแดด เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ผิวถูกทำร้ายจนกระทั่งผิวหมองคล้ำขึ้น

2) สภาพอากาศที่รุนแรง เช่น ลม ฝน อากาศเย็นที่รุนแรงมากกว่าปกติ

3) มลพิษทางสภาวะแวดล้อม เช่น คาร์บอน คาร์บอน ผุ่นละออง

4) การคายน้ำของผิว ที่เกิดขึ้นจากความร้อน ทำให้ผิวขาดความชุ่มชื้นแห้งกร้าน

5) คาร์บอนหรือ การสูบบุหรี่และการสัมผัสกับคาร์บอนโดยตรง ทำให้ผิวคล้ำเสียขึ้นได้

6) การสัมผัสกับสารเคมีที่รุนแรง จนกระทั่งทำให้เกิดอาการแพ้

7) การอบซาวน่า โดยใช้เครื่องอบซาวน่าแบบส่วนตัว ก็มีโอกาที่จะทำให้ผิวคล้ำเสียขึ้นได้เช่นกัน

8) อาหารที่ไม่ดี เช่น อาหารประเภทจังก์ฟู้ด มีไขมันมาก

9) ขาดการออกกำลังกาย ทำให้สุขภาพของผิวไม่ดีเท่าที่ควร

10) ความเครียด เป็นศัตรูตัวฉกาจที่ทำให้ผิวคล้ำเสียมากขึ้น

11) แอลกอฮอล์และยาเสพติด

12) คลอรีนในสระว่ายน้ำ ถ้าหากมีระดับความเข้มข้นมากจนเกินไป ก็จะทำให้ผิวถูกทำร้ายเป็นอย่างมาก

13) แบคทีเรีย การติดเชื้อ และความเจ็บป่วย เมื่อเกิดโรคภัย หรืออาการบาดเจ็บ ติดเชื้อขึ้น ก็จะทำให้สุขภาพของผิวหนังทำลายจนหมองคล้ำลงเป็นอย่างมาก ( Yoshimura, 2005: 2368-73 )

วิธีแก้ไขปัญหามิวน้ำหมองคล้ำอย่างง่าย ๆ ด้วยตัวเอง

1) ทานอาหารที่อุดมด้วยวิตามินซี เช่น ผลไม้ ส้ม มะนาว ผักใบเขียว ผักขม พริก เป็นต้น วิตามินซีเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการผลิตคอลลาเจน ซึ่งช่วยทำให้โครงสร้างของผิว แข็งแรง และกระชับมากยิ่งขึ้น

2) ทานโปรตีนมากขึ้น เพราะโปรตีนมีคุณสมบัติสำคัญในการช่วยสร้างเซลล์อาหารที่มีโปรตีนจำนวนมาก ได้แก่ ปลา เนื้อสัตว์ติดมัน ไข่ เต้าหู้ และถั่ว เป็นต้น

3) ทานธาตุสังกะสี จะช่วยกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการสร้างโปรตีนมากขึ้น และช่วยสร้างคอลลาเจน ซ่อมแซม เซลล์เนื้อเยื่อที่สึกหรอ และเสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ธาตุสังกะสีสามารถพบได้มากในอาหารประเภท ปลา ถั่วเหลือง ธัญพืชที่ไม่ขัดสี เห็ด และไข่แดง เป็นต้น (Michael,1998: 296-308)

4) งดอาหารขยะ เพราะเป็นสิ่งที่ไม่ดีต่อร่างกาย ด้วยปริมาณของน้ำตาล เกลือ ไขมันทรานส์ เป็นสิ่งที่นำไปสู่ปัญหามิวน้ำหมองคล้ำทั้งสิ้น

5) ดื่มน้ำมากๆ เนื่องจากผิวต้องการไฮเดรตจากภายใน เพื่อที่จะส่งผลให้เห็นสุขภาพผิวที่ดีสู่ภายนอก

6) หมั่นออกกำลังกาย การออกกำลังกายนอกจากจะทำให้สุขภาพดีแล้ว ยังทำให้ผิวได้รับการบำรุงจากสารอาหารที่ถูกสูบฉีดมาพร้อมกับเลือดอย่างเป็นธรรมชาติ ( Roberfroid and Calderon, 1995 )

## 2.3 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ อยู่ในวงอิเล็กตรอนวงนอกสุด (Outer Orbital) เนื่องจากการมีอิเล็กตรอนที่โดดเดี่ยว (Unpaired Electron) อยู่ในวงโคจรของโมเลกุลทำให้ไม่เสถียร ทำให้อนุมูลอิสระเป็นสารที่มีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่นสูงมาก โดยอนุมูลอิสระจะไปแย่งจับหรือดึงเอาอิเล็กตรอนจากโมเลกุลหรืออะตอมสารที่อยู่ข้างเคียงเพื่อให้ตัวมันเสถียร โมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนจะกลายเป็นอนุมูล

อิสระชนิดใหม่ ซึ่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะไปทำปฏิกิริยากับสารโมเลกุลอื่นต่อไป เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ( Chain Reaction ) ต่อกันไปเรื่อยๆ โดยที่อนุมูลอิสระก็มีสมบัติเหมือนสารต่างๆไปตรงที่ความสามารถในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารอื่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง (pH) และความชื้นเป็นต้น

อนุมูลอิสระมีทั้งที่อยู่ในสถานะที่เป็นกลางทางไฟฟ้าและอนุมูลในสถานะที่มีประจุไฟฟ้า โดยมีทั้งประจุบวกและประจุลบ สัญลักษณ์ทางเคมีของอนุมูลอิสระคืออิเล็กตรอนเดี่ยวของอนุมูลอิสระจะแสดงด้วยจุดในตำแหน่งข้างบนของสัญลักษณ์ทางเคมี เช่น อนุมูล  $R^{\cdot}$  แทนอะตอมหรือโมเลกุลของอนุมูลอิสระที่ไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งอนุมูลอิสระมีทั้งที่เป็นประจุบวก ( $R^{+\cdot}$ ) เช่น อนุมูล Pyridinyl ( $NAD^{+\cdot}$ ) และประจุลบ ( $R^{\cdot-}$ ) เช่น อนุมูล Superoxide ( $O^{2\cdot-}$ ) หรือเป็นกลาง เช่น อนุมูล Peroxyl ( $ROO^{\cdot}$ ) หรืออนุมูล Thiyl ( $RS^{\cdot}$ ) เป็นต้น ซึ่งจากคำจำกัดความนี้ส่งผลให้อะตอมของธาตุและสารละลายหลายชนิดถูกจัดเป็นอนุมูลอิสระด้วย เช่น คลอรีนอะตอม ( $Cl^{\cdot}$ ) และซิลเวอร์อะตอม ( $Ag^{\cdot}$ ) เป็นต้น (ภคินี อัครเวสสะพงศ, อังศุธรย์ วสุสิทธิ์ และ สุกัญญา วงศพรชัย, 2556: 264-277.)

## 2.4 มะขามป้อม



รูปที่ 2.2 มะขามป้อม

ที่มา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล  
สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา, [www.สมุนไพรรสามร้อยยอด.com](http://www.สมุนไพรรสามร้อยยอด.com), 25 พฤศจิกายน 2558

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Phyllanthus emblica* Linn.

ชื่อวงศ์ : Euphorbiaceae

ชื่อสามัญ : Emuc myrabolan, Malacca Tree

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ :

ต้น เป็นไม้ต้นสูง 10 - 12 เมตร เปลือกต้นสีเทาอมน้ำตาล แตกเป็นร่องตามยาว กิ่งก้านแข็ง เหนียว

ใบ เป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับในระนาบเดียวกัน รูปขอบขนาน กว้าง 1 - 5 มิลลิเมตร ยาว 4 - 15 มิลลิเมตร

ปลาย ใบเป็นติ่งแหลม โคนใบมนหรือเว้าเข้า ขอบใบเรียบ แผ่นใบเรียบ สีเขียว

ดอก ออกเป็นช่อ เป็นกระจุกเล็กๆ ดอกสีเหลืองอ่อนออกเขียว กลีบดอกมี 5 - 6 กลีบ มีเกสรเพศผู้สั้นๆ 3 - 5 อัน ก้านดอกสั้น

ผล เป็นรูปทรงกลม ขนาด 1 - 3.2 เซนติเมตร เป็นพุดิน ๆ 6 พู ผิวเรียบ ผลอ่อนสีเขียวอมเหลือง พอแก่เป็นสีเหลืองออกน้ำตาล เมล็ดรูปรี เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง ( นันทวัน บุญยะ ประภัสร์, 2542 )

คุณค่าทางอาหาร กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข รายงานสารอาหารของลูกมะขามป้อมสด เปรียบเทียบกับลูกมะขามป้อมแช่อิ่ม ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนี้

สารอาหาร	ผลสด	แช่อิ่ม	หน่วย
พลังงาน	58.00	222	แคลอรี
น้ำ	84.10	37.60	กรัม
ไขมัน	0.50	0.60	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	14.30	59.80	กรัม
เส้นใยอาหาร	2.40	1.00	กรัม
โปรตีน	0.70	0.50	กรัม
แคลเซียม	29	39	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	21	18	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.5	1.2	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	100	-	หน่วยสากล
วิตามินบี	10.03	0.02	มิลลิกรัม

วิตามินบี	20.04	0.09	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.2	0.1	มิลลิกรัม
วิตามินซี	276	3	มิลลิกรัม

( กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2542)

### การใช้ประโยชน์ทางยา

- 1) รากแห้งของมะขามป้อม ต้มดื่ม แก้ร้อนใน แก้ท้องเสีย แก้โรคเรื้อน ลดความดันโลหิต
- 2) รากสดมะขามป้อม นำมาพอกแผลตะขากัด สามารถแก้พิษได้
- 3) เปลือกต้น ใช้เปลือกแห้งบดเป็นผง โรยบาดแผลหรือนำมาต้มดื่ม แก้โรคบิด และฟกช้ำ
- 4) ปมก้าน ใช้เป็นน้ำยาขูดปาก แก้ปวดฟัน โดยนำปมก้าน 10 - 30 อัน มาต้มกับน้ำแล้วใช้้อมหรือต้มแก้ปวด ท้องน้อย กระเพาะอาหาร แก้ปวดเมื่อยกระดูก แก้ไอ แก้ตานซางในเด็ก
- 5) ผลมะขามป้อมสด ใช้รับประทานเป็นผลไม้ แก้กระหายน้ำได้เป็นอย่างดี แก้หวัด แก้ไอ ละลายเสมหะ ขับ ปัสสาวะ เป็นยาระบาย รักษาคอติบ รักษาเลือดออกตามไรฟัน มีวิตามินซีมากกว่าส้ม 20 เท่า ( เมื่อเทียบในปริมาณเท่ากัน ) หรือนำมาตำให้ละเอียดผสมกับน้ำผึ้ง รับประทานเป็นยาถ่ายพยาธิ ใช้ผลโตเต็มที่ไม่จำกัดจำนวน กัดเนื้อเคี้ยวอมบ่อยๆ แก้ไอ หรือใช้ผลไม้สด 10 - 30 ผล ตำคั้นน้ำรับประทาน แก้ท้องเสีย ขับ ปัสสาวะ ( สุภาภรณ์ ปิติพร, 2547 : 64-5 )
- 6) ผลมะขามป้อมแห้ง นำมาบดขงน้ำร้อนแบบชาดื่ม แก้ท้องเสีย โรคหนองใน บำรุงธาตุ รักษาโรคบิด ใช้ล้างตา แก้ตาแดง เยื่อตาอักเสบ แก้กตเลือด ใช้เป็นยาล้างตา หรือจะผสมกับน้ำสนิมเหล็กแก้โรคศิษาน โลหิตจาง
- 7) เมล็ด นำมาเผาไฟจนเป็นถ่าน ผสมกับน้ำมันพืช ทาแก้ตุ่มคัน หิด หรือตำเป็นผงขงน้ำร้อนดื่มรักษา โรคเบาหวาน หอบหืด หลอดลมอักเสบ รักษาโรคตา แก้กลิ้นไส้ อาเจียน
- 8) ในตำรายาไทยมะขามป้อมจัดอยู่ใน “พิภคตรีผลา” คือการจำกัดจำนวนผลไม้ 3 อย่าง มี ลูกสมอพิเภก ลูกสมอไทย ลูกมะขามป้อม สรรพคุณแก้ปิตตะ วาตะ เสมหะ ในกองธาตุ กองอุตุ กองอายุ และกองสมุฏฐาน ( จันทรา ชัยพานิช, 2005 )

รูปแบบและขนาดวิธีใช้ยาแก้ไอ ช่วยกระตุ้นให้น้ำลายออก ช่วยละลายเสมหะ มีวิธีใช้ดังนี้

- 1) ใช้เนื้อผลสด ครั้งละ 2-5 ผล โขลกพอแหลก แทรกเกลือเล็กน้อย อม หรือเคี้ยว วันละ 3-4 ครั้ง
- 2) ผลสดฝนกับน้ำแทรกเกลือจิบบ่อยๆ หรือใช้ผลสดจิ้มเกลือรับประทาน
- 3) ผลสดค้ำน้ำคั้นหรือน้ำคั้น หรือผลแห้ง 6-12 กรัม (ผลสด 10-30 ผล) คั้นน้ำคั้นหรือเคี้ยวอมบ่อยๆ ( ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร, 2553 )

องค์ประกอบทางเคมี : มีวิตามินซีสูง (ในผลมะขามป้อม 1 ผลมีปริมาณวิตามินซีเทียบเท่ากับส้ม 2 ลูก) นอกจากนี้ยังพบ Rutin, Mucic Acid, Gallic Acid, Phyllemblic Acid สารกลุ่มแทนนิน เบนซินอยด์ เทอร์ปีน ฟลาโวนอยด์ อัลคาลอยด์ คูมาริน เป็นต้น

ลักษณะทางกายภาพและเคมีที่ดี : เครื่องยาที่เป็นผลแห้ง ปริมาณความชื้นไม่เกิน 9% w/w ปริมาณเถ้ารวมไม่เกิน 4.0% w/w ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ไม่เกิน 1.0% w/w ปริมาณสารสกัดเอทานอล ไม่น้อยกว่า 16% w/w ปริมาณสารสกัดน้ำ ไม่น้อยกว่า 26% w/w ปริมาณแทนนิน ไม่น้อยกว่า 20% w/w

การศึกษาทางเภสัชวิทยา : ต้านไวรัส (ใช้หวัดใหญ่, ยับยั้งเอนไซม์ HIV-1 Reverse Transcriptase) แก้ไอ ต้านการอักเสบ ลดความดันโลหิต ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ลดคอเลสเตอรอล ปกป้องตับ หัวใจและหลอดเลือด

สารสำคัญที่พบ : ผลสดมีวิตามินซีร้อยละ 1 - 1.8 % นับว่ามีปริมาณมากและปริมาณค่อนข้างแน่นอน ( วิตามินซีในน้ำคั้น จากผลมะขามป้อม มีมากประมาณ 20 เท่าของน้ำส้มคั้นมะขามป้อม 1 ผล มีปริมาณวิตามินซีเทียบเท่าที่มีในผลส้ม 1 - 2 ผล ) นอกจากนี้ยังมีสารแทนนิน ( Tannin ) 28 % ( สถาบันวิจัยการแพทย์แผนไทย, 2553 )

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 1) มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่า สารจากมะขามป้อมต้านอนุมูลอิสระได้ดีมาก แม้ว่ามะขามป้อมจะมีวิตามินซีสูงมาก แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมิได้เกิดจากวิตามินซีเพียงอย่างเดียว



ปัจจุบันพบว่าใน มะขามป้อมมีสารพวกแทนนินซึ่งประกอบด้วย Emblicanin A 37 % Emblicanin B 33 % Punigluconin 12 % และ Pedunculagin 14 % (Scartezzin P., Speroni E, 2000 : 23-43 )

2) มีฤทธิ์การต้านแบคทีเรียโดยผลมะขามป้อม ทำให้เป็นกรดด้วยกรดเกลือ แล้วสกัดด้วยอีเทอร์และแอลกอฮอล์ สารสกัดทั้งสองนี้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แต่ไม่มีผลต่อเชื้อรา สารสกัดด้วยอีเทอร์มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้แรงกว่าสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำสกัดจากเปลือกต้นมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus strain B*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli* ( สถาบันวิจัยการแพทย์แผนไทย, 2553 )

3) สารสกัดจากผลของมะขามป้อม (*Phyllanthus emblica Linn.*) มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ Collagenase และฤทธิ์ต้านเอนไซม์ Tyrosinase โดยพบว่าความร้อนจากการสกัด และชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อการออกฤทธิ์ดังกล่าวข้างต้น ความร้อนจะทำให้ฤทธิ์ต่างๆลดลง ตัวทำละลายเอทานอลและอะซิโตนจะให้สารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านเอนไซม์ Collagenase สูงกว่าตัวทำละลายเอธิลอะซิเตด ในขณะที่ตัวทำละลายเอธิลอะซิเตดจะให้สารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านเอนไซม์ Tyrosinase สูงกว่าตัวทำละลายเอทานอลและอะซิโตน นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดมะขามป้อมมีความคงตัวดีในการต้านออกซิเดชัน ช่วยป้องกันผิวหนังจากการทำลายของสารอนุมูลอิสระ ป้องกันผิวหนังจากการทำลายของเอนไซม์ Collagenase และ Tyrosinase ดังนั้นมะขามป้อมจึงมีประโยชน์ในเชิงนำมาพัฒนาในผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ผิวขาวได้อย่างปลอดภัย ในมะขามจะอุดมด้วยวิตามินซี Gallic Acid และ emblicanin ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดการถูกทำลายของผิวจากแสงแดดและอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ จึงนับได้ว่าเป็นสารต้านออกซิเดชันที่ดี นอกจากนี้มะขามป้อมยังมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสิวด้วย จึงได้มีการนำมะขามป้อมมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์รักษาสิว เพื่อช่วยให้สิวยาวเร็วขึ้น เนื่องจากสารสกัดมะขามป้อมมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดี จึงได้มีการนำสารสกัดมะขามป้อมมาเตรียมเป็นไลโปโซม (Liposome) โดยวิธี Modified Ethanol Injection จากการศึกษาพบว่า สารสกัดมะขามป้อมในชั้นเอทานอลมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูง ซึ่งไลโปโซมที่เตรียมจาก SPC : Tween 80 : DA ( 84 : 16 : 2.5 โดยน้ำหนัก ) จะมีประสิทธิภาพในการเก็บกักสาร (Entrapment Efficiency ) สูง (70 -73 เปอร์เซ็นต์) และมีความคงตัวดี (นันทนา พฤกษ์คุ้มวงศ์, 2533)

4) งานวิจัยครีมตรีผลาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวทำให้ผิวกระจ่างใส ได้ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและเอนไซม์ไทโรซิเนสของสมุนไพรตรีผลาคือ มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*L.), สมอไทย (*Terminalia chebula* Retz.) และ สมอพิเภก (*Terminalia bellirica* Roxb.) พบว่า สมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้น้อยกว่าสารเปรียบเทียบกับเล็กน้อย (Vitamin C) โดยมะขามป้อม มีฤทธิ์ดีที่สุด (ค่า ED<sub>50</sub> ของ Vitamin C, มะขามป้อม, สมอพิเภก, และสมอไทย เท่ากับ 1.78, 2.28, และ 5.06 g/ml, ตามลำดับ) และมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้น้อยกว่าสารมาตรฐาน Kojic Acid โดยสมอพิเภกมีฤทธิ์ดีที่สุด (ค่า ED<sub>50</sub> ของ kojic Acid, สมอพิเภก, สมอไทย, มะขามป้อม เท่ากับ 0.04, 1.18, 1.50, 1.75 g/ml, ตามลำดับ) และผลตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นพบว่า สมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ประกอบด้วยสารกลุ่ม Hydrolyzable Tannins, Alkaloids และ Coumarins และปริมาณสาร Gallic Acid (โดยวิธี High Pressure Liquid Chromatography) ในสารสกัดมะขามป้อม สมอพิเภก และสมอไทย มีค่าเท่ากับ 11.72, 6.90, 3.88% w/w ตามลำดับ หลังจากนั้นเตรียมสารสกัดตรีผลาเป็น 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 ประกอบด้วย มะขามป้อม : สมอพิเภก : สมอไทย อัตราส่วน 3:2:1 และสูตรที่ 2 อัตราส่วน 1:1:1 แล้วนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส พบว่า สูตรที่ 1 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ได้ดีกว่าสูตรที่ 2 สารสกัดตรีผลาสูตรที่ 1 มี % Gallic Acid เท่ากับ 9.86 % สูตรที่ 2 มีปริมาณ 8.43 % ส่วนการเตรียมครีมตรีผลา ได้เตรียมด้วยกระบวนการที่ใช้ความร้อนและไม่ใช้ความร้อนโดยเตรียมเป็น 4 ความเข้มข้น คือ 0.05%, 0.1%, 0.2% และ 0.5% แล้วทดสอบลักษณะทางกายภาพและเคมีของตำรับครีมตรีผลา และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าตำรับครีมตรีผลา สูตรที่ 1 ความเข้มข้น 0.2% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และเหมาะเป็นครีมที่จะพัฒนาต่อไปเป็นครีมบำรุงผิว ทำให้ผิวกระจ่างใส ( ปลูกา บุญมาลีและปัทมา เทียนวรรณ, 2556 )

5) สารสกัดจากผลมะขามป้อมยังมีฤทธิ์ป้องกันกล้ามเนื้อหัวใจตายบางส่วน โดยทดลองให้หนูใหญ่ที่ทำให้เกิดกล้ามเนื้อหัวใจตาย (โดยการฉีด Isoproterenol เข้าใต้ผิวหนัง ขนาด 85 มก.ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ติดต่อกัน 2 วัน) และกินสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์จากผล ในขนาด 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ติดต่อกัน 2 วัน ตรวจสอบผลหลังจากฉีด Isoproterenol เข็มแรกแล้ว 48 ชั่วโมง หนูใหญ่กลุ่มที่ฉีด Isoproterenol อย่างเดียว มี Cardiac Glycogen ลดลง และระดับของ SUOT, SGPT และ LDH เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ส่วนกลุ่มที่ฉีด Isoproterenol และให้กินสารสกัดจากผลจะมีระดับของ Cardiac Glycogen เพิ่มขึ้น ระดับของเอนไซม์ SGOT, SGPT และ LDH ลดลงอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ยังมีการทดลองพบว่าสารสกัดของมะขามป้อมมีฤทธิ์ลดไขมันในเลือดทั้งใน

สัตว์ทดลองและคน มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง มีฤทธิ์ต้านไวรัสมีฤทธิ์ลดการอักเสบ มีฤทธิ์เพิ่มภูมิคุ้มกัน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2542)

## 2.6 Tea Tree Oil

Tea Tree Oil คือน้ำมันที่ได้จากการกลั่นส่วนใบของต้น Tea Tree ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย (Harden CL1, Rosenbaum DH, Daras M, 1991) มักพบในบริเวณชายฝั่งทางเหนือของ New South Wales ประเทศออสเตรเลียเป็นแหล่งผลิต Tea Tree Oil ที่ใหญ่ที่สุดและคุณภาพดีที่สุดในโลก ประมาณ 99% ของ Tea Tree Oil ผลิตจากประเทศออสเตรเลีย (Shemesh, 1991:802-803) โดยมีปริมาณการผลิตถึง 400 ตันต่อปีและมีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 18 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี Tea Tree Oil ส่วนใหญ่จะส่งออกไปยังทวีปอเมริกาเหนือและทวีปยุโรปแต่ในปัจจุบันหลายประเทศต้องการมีส่วนแบ่งทางการตลาดจากประเทศออสเตรเลีย โดยเริ่มมีโครงการผลิต Tea Tree Oil จากประเทศต่าง ๆ เช่น จีน อินเดีย เวียดนาม มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เป็นต้น (Altman, 1988 : 276-278)

Tea Tree Oil มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Melaleuca Alternifolia* เป็นพืชในวงศ์ Myrtaceae (Craven, 1999 : 11-28) ชอบอาศัยอยู่บริเวณที่มีความชุ่มชื้น เพราะฉะนั้นการปลูกต้น Tea Tree ให้ได้ Oil ที่มีทั้งคุณภาพและปริมาณที่ดีนั้น จะต้องปลูกบนพื้นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีระบบการชลประทานที่ดี ปริมาณ Oil ที่พบในใบจะแตกต่างกันตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูร้อน (เดือนกันยายนถึงตุลาคม) จะเป็นช่วงที่ใบมีปริมาณ Oil มากที่สุด ส่วนในฤดูหนาวพบว่าปริมาณ Oil จะลดลง (Elliott, 1993 : 830-831) ในสมัยก่อนชาว Aborigines ซึ่งเป็นชาวพื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย ใช้ใบของ Tea Tree เพื่อลดไข้บรรเทาอาการปวดศีรษะและอาการปวดอื่นๆ รวมทั้งยังมีสรรพคุณในการไล่แมลงฆ่าเชื้อราและแบคทีเรีย สมานบาดแผล สืบเนื่องกันมาหลายพันปี จัดได้ว่าเป็นน้ำมันสารพัดนึกที่ติดไว้ประจำบ้านเพราะใช้ได้ตั้งแต่เด็กถึงผู้สูงอายุ (Inouye S, Takizawa T and Yamaguchi H., 2001 : 565-573)

ในปัจจุบันมีการนำ Tea Tree Oil มาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น เป็นส่วนผสมในแชมพู ครีมนวดผม สบู่ ครีม และโฟมล้างหน้า เป็นต้น สารประกอบใน Tea Tree Oil มีมากกว่า 100 ชนิด ซึ่ง 50-60% ของ Tea Tree Oil จะเป็นสารพวก Terpenes (Pinenes, Terpinene และ Cymene) และ Sesquiterpenes โดยพบ Terpinen-4-ol ซึ่งเป็น

สารสำคัญ มีฤทธิ์ Antimicrobial Activity Tea Tree Oil ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีปริมาณ Terpinen-4-ol ไม่ต่ำกว่า 30% ( Koh,2002 :1212-1217 )

#### ประโยชน์ต่อการนำมาใช้

1) รักษาสิว มีฤทธิ์ลดการอักเสบ  
 2) มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา  
 3) ช่วยลดกลิ่นปาก ลดอาการเหงือกอักเสบ ใช้เป็นส่วนประกอบใน  
 น้ำยาบ้วนปาก

4) รักษารังแคบนหนังศีรษะ ใช้เป็นส่วนประกอบในแชมพู  
 5) รักษาอาการติดเชื้อที่ตา  
 6) รักษาเชื้อราที่เล็บ  
 7) มีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสบางชนิด รักษาเริ่มที่อวัยวะเพศ รักษาการติดเชื้อ  
 ในช่องคลอด

8) บรรเทาอาการจากโรคริดสีดวงทวาร  
 9) รักษาเหา  
 10) สามารถรักษาการติดเชื้อที่ผิวหนังได้  
 11) ควบคุมกลิ่น และรักษาบาดแผล ( Kim, 2011 : 1231-1237 )

ผลทางด้านความปลอดภัย นักวิจัยที่ University of Western Australia พบว่า การใช้ Tea Tree Oil ทาบริเวณ ผิวหนังเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดอุบัติการณ์การแพ้ทางผิวหนังน้อยมากแต่ Tea Tree Oil สามารถเกิดขบวนการ Oxidation ซึ่งก่อให้เกิด Peroxides ซึ่งสามารถทำให้ผิวหนังระคายเคืองได้ แต่ขบวนการ oxidation จะเกิดขึ้นเนื่องจากการไม่เก็บที่เหมาะสม ฉะนั้นควรเก็บไว้ในที่เย็น ไม่สัมผัสแสง อุณหภูมิไม่ร้อนจนเกินไปเพื่อหลีกเลี่ยงขบวนการ Oxidation (C. F. Carson, K. A. Hammer, and T. V. Riley., 2006: 50–62.)

#### ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

##### 1) Broad Spectrum Antimicrobial

Gram Positive Bacteria	MIC*
<i>Bacillus subtilis</i>	0.4%
<i>Propionibacterium acnes</i>	0.5%

<i>Staphylococcus aureus</i>	0.2%
M.R.S.A.	0.5%
<i>Staphylococcus EpiDermis</i>	0.5%
Gram Negative Bacteria	MIC
<i>Escherichia coli</i>	0.2%
<i>Klebsiella pneumonia</i>	0.3%
<i>Proteus vulgaris</i>	0.3%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>0.1%
Fungi and Yeasts	MIC
<i>Aspergillus niger</i>	0.4%
<i>Candida albicans</i>	0.2%
<i>Pityrosporum ovales</i>	0.2%
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	0.4%

\* Minimum inhibitory concentration for pharmaceutical grade Tea Tree Oil (Nelson, R. R. S. 2000, 45:549-550 )

2) Mild Anti-inflammatory Action มีงานวิจัยที่แสดงว่า Tea Tree Oil ความเข้มข้น 0.05% สามารถยับยั้งการหลั่ง superoxide จากneutrophils ในเซลล์เพาะเลี้ยงได้ จากกลไกนี้สามารถช่วยบรรเทาอาการผื่นคัน ผื่นแดง การระคายเคืองทางผิวหนังได้ ( Hart, 2000 :619-626 )

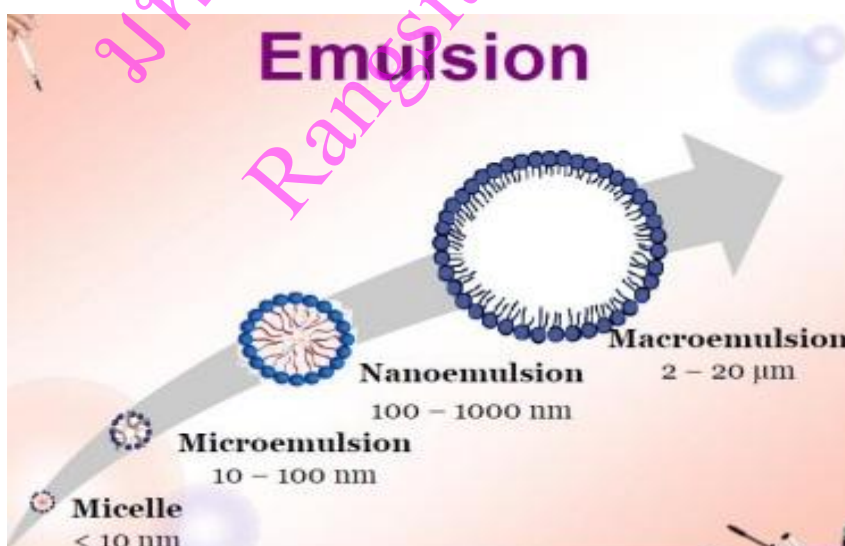
3) Antifungal นักวิจัยแห่ง University of Western Australia พบว่า Tea Tree Oil ความเข้มข้น 0.06-0.5% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ Candida, Cryptococcus, Rhodotorula, Saccharomyces และ Trichospron ได้ สำหรับเชื้อราพวก Dermatophytes เช่น Epidermophyton, Microsporium และ Trichophyton ซึ่งก่อให้เกิดโรคกลาก เกื้อื้อน น้ำกัดเท้า พบว่า Tea Tree Oil ความเข้ม 0.004-0.06% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อเหล่านี้ได้ ( อิศรียา เตชะชนะวัฒน์:วิจัยมาตรฐานสมุนไพร,2554 )

## 2.7 ไมโครอิมัลชัน ( Microemulsion )

ไมโครอิมัลชันเป็นระบบที่ประกอบไปด้วยน้ำ น้ำมัน และสารลดแรงตึงผิว มีลักษณะใสหรือค่อนข้างใส ( Lawrence, 2000 : 89-121 ) ไมโครอิมัลชันมีคุณสมบัติกระจายแสง ในทิศทางเดียวกันเมื่อนำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ เป็นระบบที่สามารถเกิดขึ้นได้เอง โดยไม่จำเป็นต้องให้พลังงานใดๆเข้าไป เนื่องจากเป็นระบบที่มีแนวโน้มในการเกิดทางอุณหพลศาสตร์มากกว่าโครงสร้างอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน มีวิฤภาคกระจายตัวขนาดเล็กอยู่ในช่วง 10 – 100 nm มีลักษณะทางกายภาพที่ใสหรือค่อนข้างใส เมื่อมองด้วยตาเปล่าวิฤภาคภายในของไมโครอิมัลชันมีพื้นที่ผิวมากกว่าอิมัลชัน ดังนั้นในสูตรตำรับของไมโครอิมัลชันจึงต้องใช้ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวมากกว่าอิมัลชันทั่วไป (Pichaya Ukosaramik, 2012 : 166 - 169 )

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคของอิมัลชันปกติ NE และ ME (สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, <http://www.mfu.ac.th>, 4 ตุลาคม 2559.)

ประเภทอิมัลชัน	ขนาดอนุภาค	ลักษณะปรากฏ
แมคโครอิมัลชัน	2 - 20 $\mu\text{m}$	opaque
นาโนอิมัลชัน	100 - 1000 nm	translucent or transparent
ไมโครอิมัลชัน	10 - 100 nm	transparent



รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคของอิมัลชันปกติ NE และ ME  
ที่มา : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง , 2558

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่างนาโน (NE) และไมโครอิมัลชัน (ME)

ลักษณะ	NE	ME	อ้างอิง
ขนาดอนุภาค และลักษณะ ปรากฏ	ขนาดใหญ่กว่า 100-1000 nm จึงเห็นเป็นลักษณะ โปร่ง ใสหรือโปร่งแสง ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาค	ขนาดเล็กกว่า 10-100 nm จึงเห็นเป็นลักษณะ โปร่ง ใส ความหนืดต่ำ	Chaiyana et al., 2010 Pedro et al., 2009
องค์ประกอบ	เฟสน้ำเฟสน้ำมัน และ Surfactant	เฟสน้ำเฟสน้ำมันและ Surfactant ซึ่งผสมอยู่กับ Cosurfactant (Smix) โดยปริมาณ Smix ต้อง ไม่ต่ำกว่า	Elnaggar et al., 2009 Arai et al., 2012 Larm et al., 2013
การเตรียม	สามารถเกิด NE ได้สอง แบบ 1. เริ่มต้นเตรียมเป็น อิมัลชัน ขนาดปกติก่อน แล้วใช้เครื่องมือชั้นสูง ช่วย เช่น High Pressure Homogenizer, Ultrasound Generator etc. เพื่อให้ อนุภาคขนาดใหญ่แตกตัว ให้มีขนาดเล็กลงจนถึง ขนาดนาโนเมตร ซึ่งกระบวนการนี้ เรียกว่า Mchanical Shear โดย หลักการต้องผสม Surfactant ในเฟสน้ำมัน ก่อนหากผสมในเฟสน้ำ จะได้อิมัลชันแบบปกติ 2. อิมัลชันที่เกิดขึ้นได้เอง โดย ผสมเฟสน้ำมันและ	ME สามารถเกิดขึ้นได้เอง (Self-Assembly) โดยผสมองค์ประกอบ เฟสน้ำหรือน้ำมันกับ Smix ก่อนก็ได้แล้วค่อย เติมเฟสอื่น การเตรียม ME จะใช้ Pseudoternary Phase Diagram บางครั้ง จะเรียกกระบวนการเกิด ME ว่า Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS)	Mason et al., 2006 Balkumar et a., 2013

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่างนาโน ( NE ) และไมโครอิมัลชัน ( ME ) (ต่อ)

ลักษณะ	NE	ME	อ้างอิง
	Surfactant ก่อนแล้วค่อยผสมเฟสน้ำที่ อุณหภูมิสูง โดยใช้หลักการ Inversion Temperature Method (PIT) ซึ่งแบบที่สองนี้อาจจะทำให้สับสนกับวิธีการ เตรียม ME ที่เกิดได้เองแต่วิธีการต่างกัน		
พลังงานในการเตรียม	ใช้พลังงานสูงในกรณีที่ใช้เครื่องมือ ใช้พลังงานต่ำในกรณีที่เกิดอิมัลชันเอง	ใช้พลังงานต่ำโดยการกวนเบาๆ เนื่องจากเกิดอิมัลชันได้เอง $\Delta G$ ต่ำ	Anton & Vandamme, 2011 Mason et al., 2006
ความคงตัว	ถูกทำลายโดย Ostwald Ripening แต่ไม่ถูกทำลายเมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิหรือการเจือจาง	ไม่คงตัวเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิหรือการทำให้เจือจาง	Anton & Vandamme, 2011
การวัดขนาด	- Particle Size Distribution - Zeta Potential Analysis - Droplet Size Analysis - Dilution Test - TEM	- Particle Size Distribution - Zeta Potential Analysis - Droplet Size Analysis - Dilution Test - Conductivity - TEM	Chaiyana et al., 2010 Elnaggar et al., 2009 Balakumar et al., 2013
การใช้ประโยชน์ใน เครื่องสำอาง	ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ผลิตภัณฑ์การขยายสเกลต้องใช้ต้นทุนสูงเพราะต้องใช้เครื่องมือในการเตรียม	ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ผลิตภัณฑ์ขยายสเกลง่าย	วรรัชิตา 2556 Kohli et al., 2010



สารลดแรงตึงผิว ( Surfactant ) สารลดแรงตึงผิว คือสารที่มีคุณสมบัติในการรวมโมเลกุลให้มึน้ำหนักรวมมากขึ้น เพื่อลดแรงเกาะหรือแรงตึงผิว ( Surface Tension ) ระหว่างกันของสารนั้นๆ มีการนำไปใช้ประโยชน์ในกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ เช่นผลิตภัณฑ์น้ำทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ สารลดแรงตึงผิวจัดเป็นสารพวก Amphiphilic Molecules ซึ่งในโมเลกุลประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว เป็นส่วนที่มีขั้ว มีคุณสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic Head Group) และส่วนหาง เป็นส่วนของโซ่ Long Hydrocarbon ไม่มีขั้วและมีคุณสมบัติชอบไขมัน ( Hydrophobic Tail ) สามารถละลายได้ดีสำหรับสารประเภทไฮโดรคาร์บอนและสารไม่มีขั้ว ( Non-Polar ) สารลดแรงตึงผิวจะไปลดแรงตึงผิวของของเหลวเพื่อให้เกิดกระบวนการต่างๆ ง่ายขึ้น เช่น การเกิดฟอง การทำให้พื้นผิวเปียก และช่วยในกระบวนการทำความสะอาด และเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำยาฆ่าเชื้อเป็นต้น ( Ustundag Okur, 2011 : 136 - 144 )

การเกิดไมโครอิมัลชัน ไมโครอิมัลชันเป็นโครงสร้างรูปแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียงตัวของโมเลกุลสารลดแรงตึงผิวในสภาวะที่เหมาะสม มีลักษณะเป็นไมเซลล์ที่เกิดการพองตัว (Swollen Micelle) เป็นระบบที่มีอัตราส่วนของวัฏภาคกระจายตัวต่อจำนวนโมเลกุลสารลดแรงตึงผิวมากกว่าไมเซลล์ ไมโครอิมัลชันเกิดขึ้นจากความพยายามของระบบในการลดพลังงานอิสระหลังจากพื้นที่ผิวของระบบมีค่าสูง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระของระบบไมโครอิมัลชันขึ้นอยู่กับความสามารถในการลดแรงตึงผิวเป็นกระบวนการที่สามารถเกิดขึ้นได้เองและมีความคงตัวทางอุณหพลศาสตร์ ซึ่งการที่ระบบจะเกิดเป็นไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันหรือน้ำมันในน้ำ รวมทั้งโครงสร้างต่อเนื่องสองด้าน (Bicontinuous Structure) นั้นขึ้นอยู่กับปริมาตรของวัฏภาคน้ำและน้ำมัน กล่าวคือถ้าวัฏภาคใดมีปริมาตรน้อยกว่าก็จะเกิดเป็นวัฏภาคภายในและถ้าปริมาตรของวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมันใกล้เคียงกันจะได้เป็นไมโครอิมัลชันชนิดโครงสร้างต่อเนื่องสองด้าน อย่างไรก็ตามโอกาสในการเกิดไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันจะมีมากกว่าการเกิดเป็นไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำและยังได้วัฏภาคภายในที่มีขนาดเล็กกว่า

เนื่องจากแนวโน้มทางอุณหพลศาสตร์ที่ผลักดันให้ส่วนหางของสารลดแรงตึงผิวหันออกสู่วัฏภาคต่อเนื่อง ซึ่งเป็นทิศทางที่ส่วนหางของสารลดแรงตึงผิวมีความเป็นอิสระมากกว่าการหันเข้าสู่วัฏภาคภายใน ดังนั้นแรงตึงระหว่างผิวของระบบไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน มีแนวโน้มต่ำกว่าไมโครอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ รวมทั้งสามารถจัดเตรียมขึ้นได้ง่ายกว่า ทั้งนี้ถึงแม้ว่าไมโครอิมัลชันจะมีความคงตัวทางอุณหพลศาสตร์ แต่มักพบปัญหาเรื่องการเกิดขวงเนื่องจากการจัดเรียงตัวของส่วนประกอบของระบบ ดังนั้นลำดับขั้นในการเติมส่วนประกอบของสูตรตำรับจึงมีผลต่อ

ความยากง่ายต่อการเตรียมให้เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน ในบางครั้งจึงต้องมีการให้แรงเข้าไปแก่ระบบ รวมทั้งอาจต้องใช้ความร้อนช่วยเพื่อให้ระบบเกิดเป็นไมโครอิมัลชันได้เร็วขึ้น (รัฐพล อาญาสุจริต, 2551)

พฤติกรรมเฟส (Phase Behavior) การตั้งสูตรตำรับ และการเตรียมไมโครอิมัลชัน ในการศึกษาความสัมพันธ์ของพฤติกรรมเฟสและส่วนประกอบของตำรับ สามารถทำได้โดยใช้ชุดเฟสไดอะแกรม ซึ่งแต่ละมุมของเฟสไดอะแกรมมีค่าเท่ากับหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ของส่วนประกอบแต่ละชนิด ได้แก่ น้ำ, น้ำมัน, สารลดแรงตึงผิว กรณีส่วนประกอบของตำรับมีมากกว่า 3 ชนิด อาจศึกษาพฤติกรรมเฟสได้โดยการใช้เฟสไดอะแกรมที่มีมุมของเฟสไดอะแกรมประกอบไปด้วยของผสมระหว่างส่วนประกอบในตำรับ เช่น สารลดแรงตึงผิว/สารลดแรงตึงผิวรวม ทั้งนี้จำนวนเฟสที่เกิดขึ้นหลังการผสมกันของส่วนประกอบในตำรับสามารถพิจารณาได้จากการดูด้วยตาเปล่า เนื่องจากการสร้างเฟสไดอะแกรมต้องใช้เวลาก่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่ต้องการรายละเอียดที่บริเวณรอยต่อของเฟส ดังนั้นในบางครั้งอาจต้องใช้ความร้อนหรือการสั่นสะเทือนด้วยคลื่นเสียง เพื่อเร่งให้ระบบเกิดเป็นไมโครอิมัลชันได้เร็วขึ้น (รัฐพล อาญาสุจริต, 2551)



รูปที่ 2.4 Pseudoternary Phase Diagram สำหรับการเตรียม ME

ที่มา : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2558

การเตรียมไมโครอิมัลชันสามารถทำได้โดยผสมส่วนประกอบของตำรับ 2 ชนิดเข้าด้วยกันตามลำดับสัดส่วน แล้วไตเตรดด้วยส่วนผสมที่สาม จากนั้นพิจารณาของผสมที่ได้หลังจากการผสมทุกครั้งและบันทึกลงในเฟสไดอะแกรม อย่างไรก็ตามการเตรียมด้วยวิธีนี้มักมีปัญหาเรื่องภาวะกึ่งคงตัว (Metastable) ของระบบเนื่องจากอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของของผสมหลังจากระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงเฟสในเฟสไดอะแกรมจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเติมส่วนประกอบของตำรับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ( Nirand Yamphai and Prasan Tangyuenyougwatana, 2012 : 185-188 )

### เทคนิคที่ใช้ในการศึกษาคุณลักษณะของไมโครอิมัลชัน

1) NMR เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างของไมโครอิมัลชันได้มากที่สุด ทำให้ทราบได้ว่าไมโครอิมัลชัน ที่ได้เป็นชนิดน้ำในน้ำมันหรือน้ำมันในน้ำ รวมทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการติดตามการกระจายตัวของยาในวัตถุภาคต่างๆ

2) การวัดการนำไฟฟ้า ( Conductivity Measurement ) ทำให้ทราบถึงชนิดของไมโครอิมัลชัน ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงและใกล้เคียงกับน้ำ แสดงว่าเป็นไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำ แต่ถ้าเป็นชนิดไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันจะมีค่าการนำไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกับน้ำมัน

3) การศึกษาการกระเจิงของแสง, รังสีเอ็กซ์หรือนิวตรอน เป็นอีกหนึ่งเทคนิคที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับไมโครอิมัลชันได้เป็นอย่างดี ได้แก่ ขนาดของวัตถุภาคกระจายตัว, ปริมาตรส่วนกลางของไมเซลล์ที่พองตัวรวมทั้งรูปร่างของไมโครอิมัลชัน

4) การศึกษาคุณสมบัติการกระจายแสงซึ่งไมโครอิมัลชันมีการกระจายแสงในทิศทางเดียว ( Isotropic ) เมื่อพิจารณาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์

5) การวัดความหนืดนอกเหนือจากการใช้ในการควบคุมคุณภาพในการเตรียมแล้วยังใช้ในการพยากรณ์ลักษณะการเรียงตัวของสารลดแรงตึงผิวในระบบอย่างคร่าวๆ ( รัฐพล อาษาสุจริต, 2551 )

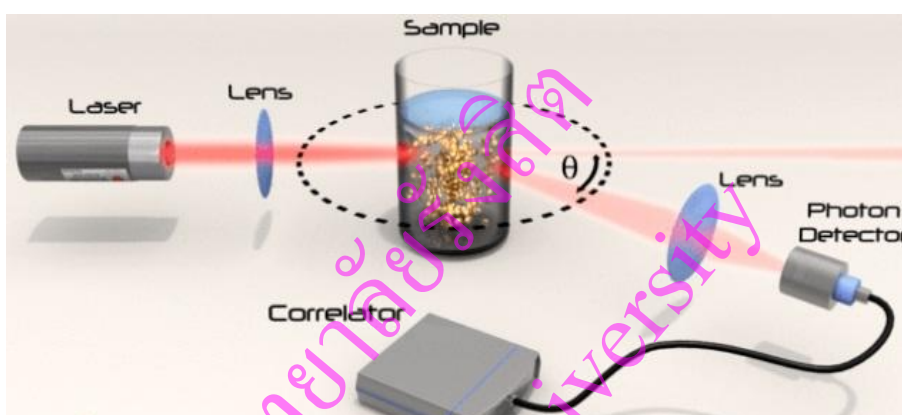
### ข้อดีทั่วไปของไมโครอิมัลชัน

- 1) มีวิธีการเตรียมที่ไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องใช้พลังงานหรือเครื่องมือที่ซับซ้อน
- 2) มีลักษณะค่อนข้างใส สะดวกนำใช้ ( Anton, N. and Vandamme, T.F. 2011. 28: 978-985. )
- 3) มีความคงตัวทางกายภาพ

- 4) เป็นระบบตัวทำละลายที่ดีที่สุดสำหรับยาที่ละลายได้ดีในไขมัน
- 5) ไมโครอิมัลชันที่มีความหนืดต่ำสามารถนำมากรองได้
- 6) ไมโครอิมัลชันที่มีความหนืดไม่สูงมาก ไม่ทำให้รู้สึกเจ็บปวดเมื่อนิดเข้าสู่

ร่างกาย ( EI Maghraby, G.M. 2008 :285-92. )

## 2.8 Dynamic Light Scattering (DLS)



รูปที่ 2.5 Light Scattering Instruments

ที่มา : LS Instruments, <http://www.lsinstruments.ch> , 10 February 2015.

เป็นเทคนิควัดการกระเพื่อมของความเข้มแสงหรือเรียกว่า Photo Correlation Spectroscopy (PCS) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้วัดขนาดของสารตัวอย่างในระดับนาโนเมตรได้ตั้งแต่ 0.005 – 5 ไมโครเมตร (Berne and Pecora, 1975) สำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมโครเมตรจะเกิดการแพร่กระจายอย่างไร้ทิศทาง (Randomly Diffuse) ทั่วตัวกลาง ในขณะที่อนุภาคสามารถก่อให้เกิดการกระเจิงของแสงได้เช่นกัน ความถี่ของการกระเพื่อมขึ้น-ลงสามารถตรวจจับโดยใช้หลอดทวีพลิงแสง (Photomultiplier) ในขณะที่ขนาดของอนุภาคสามารถคำนวณได้จากความถี่โดยใช้สมการสโตกส์และไอสไตน์ (Stokes- Einstein Equation) ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่เลื่อนตำแหน่ง (Translational Diffusion Coefficient, DT) ของอนุภาคซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของอนุภาค (เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ a) การเคลื่อนที่ของอนุภาคตลอดเวลาแบบบราวน์เนียน (Brownian) นี้ส่งผลกระทบต่อความเข้มของแสงที่กระเจิงจากอนุภาค ( Bernhard Englitz, 2002 ) อนุภาคขนาดใหญ่ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่เลื่อนตำแหน่งต่ำ ( Translation Diffusion Coefficient)

จะเคลื่อนที่ช้ากว่าอนุภาคขนาดเล็กหรืออาจกล่าวได้ว่าอนุภาคขนาดใหญ่เคลื่อนที่ช้าทำให้เกิดการความถี่ในการกระเพื่อมขึ้น-ลงของแสงที่กระเจิงต่ำและอนุภาคขนาดเล็กเคลื่อนที่ได้เร็วมีความถี่ในการกระเพื่อมของแสงที่กระเจิงสูงกว่า ดังนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงของแสงที่กระเจิงจะช้ากว่าสัญญาณที่ได้จากการวัดความเข้มแสงในช่วงระยะเวลาสั้นๆของอนุภาคขนาดเล็กและความถี่ในการกระเพื่อมขึ้น-ลงของความเข้มแสงนี้จะถูกส่งไปยัง Correlator เพื่อนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่เลื่อนตำแหน่งและนำไปหาขนาดอนุภาคต่อไป ข้อจำกัดของเทคนิคนี้คือคือสารตัวอย่างต้องผ่านการเตรียมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่เจือจางอย่างเหมาะสม นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังต้องการความสะอาดสูง เนื่องจากการป้องกันการรบกวนจากการกระเจิงของอนุภาคฝุ่นหรือสิ่งสกปรก (ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, <http://www.nanotec.or.th>, 25 พฤษภาคม 2559 )

## 2.9 High Performance Thin - Layer Chromatography(HPTLC)

วิธีการของ TLC ได้ถูกพัฒนามาเรื่อยๆเพื่อให้สามารถใช้ได้กับสารที่มีปริมาณน้อยลง แยกได้ดีขึ้นและใช้เวลาน้อยลง ซึ่งทำให้เกิดเทคนิคใหม่ของการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงที่เรียกว่า High Performance Thin - Layer Chromatography (HPTLC) การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ที่แบบเดียวกัน TLC ทุกประการ แตกต่างกันที่เทคนิคของ HPTLC นั้น ต้องใช้เครื่องมืออัตโนมัติช่วยทำการวิเคราะห์เพราะต้องอาศัยความแม่นยำในการทำอย่างมาก (Dong, 2005 : 664-669)

วัสดุภาคคงที่แต่แผ่น TLC มีหลายชนิดขึ้นกับชนิดของวัสดุภาคคงที่ ซึ่งได้แก่ Aluminum Oxide, Aluminum Silicate, Calcium Carbonate หรือ Cellulose แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ Silica Gel 60 ซึ่งเลข 60 เป็นค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องว่าง ( Pore Diameter ) ซึ่งมีหน่วยเป็น อังสตรอม ประสิทธิภาพของการแยกที่ดีขึ้นอยู่กับขนาดของตัวดูดซับ แผ่น TLC ชนิด HPTLC มี 2 ชนิดคือ ชนิดที่ 1 คือแผ่น HPTLC ที่เป็น Silica Gel ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ มีขนาดของตัวดูดซับประมาณ 5 ไมครอน ชนิดที่ 2 คือแผ่น HPTLC ที่เป็น Silica Gel ที่มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีขนาดของตัวดูดซับประมาณ 7 ไมครอนซึ่งให้ผลการแยกสารได้ดีกว่าแผ่น TLC แบบธรรมดาและแบบหนาที่มีขนาดของตัวดูดซับประมาณ 11 – 20 ไมครอน ( นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, 2551 : 4 – 209 ) ความหนาของวัสดุภาคคงที่ของแผ่น HPTLC เท่ากับ 200 ไมครอนแต่ความหนาของแผ่น TLC แบบธรรมดา

เท่ากับ 250 ไมครอน ความบางกว่าของแผ่น HPTLC ทำให้อนุภาคของวัฏภาคคงที่อัดแน่นและสม่ำเสมอกว่ามีผลให้ประสิทธิภาพในการแยกสารได้ดีกว่า สารที่เดิมในวัฏภาคคงที่สำหรับแผ่น HPTLC เช่น สารเรืองแสงเป็นสารที่เรืองแสงได้ภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตความยาวคลื่นต่าง ๆ กันที่นิยมได้แก่สาร Manganese Activated Zinc Silicate ซึ่งให้สารเรืองแสงสีเหลืองเขียวภายใต้ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ขนาดของแผ่น HPTLC ที่มีความสูงเท่ากับ 6 เซนติเมตร ให้ประสิทธิภาพสูงในการแยกสารผสมหลายชนิดออกจากกันได้ดีกว่าแผ่น TLC ที่มีความสูงที่ 15 – 20 เซนติเมตร ( Srivastava MM, 2011: 3-24. )

วัฏภาคเคลื่อนที่ การเลือกวัฏภาคที่เหมาะสมเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยประสบการณ์เพราะไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน ทั้งนี้ปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อวัฏภาคเคลื่อนที่ที่เหมาะสม เช่น ปฏิกริยาระหว่างวัฏภาคคงที่กับวัฏภาคเคลื่อนที่ วัฏภาคคงที่กับตัวอย่างสาร และวัฏภาคเคลื่อนที่กับตัวอย่างสาร โดยทั่วไปวัฏภาคเคลื่อนที่ที่นิยมใช้สำหรับสารสกัดเปลือกมังคุด คือ Dichloromethane : Methanol อัตราส่วนขึ้นอยู่กับ การลองถูกลองผิด เช่น อัตราส่วน Dichloromethane : Methanol เท่ากับ 27:3 ( Himansshu, 2009 : 176 – 186 )

การหยดสารละลายโดยใช้เครื่องกึ่งอัตโนมัติเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทำ HPTLC อุปกรณ์ในการหยดสารเป็นชนิดยา ซึ่งกลไกการหยดสารจะมีอากาศหรือก๊าซไนโตรเจนพ่น ปลายเข็มชนิดยาอยู่บนแผ่น HPTLC ประมาณ 1 มิลลิเมตร ควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เครื่องมือเหล่านี้หยดสารได้เป็นแถบเรียบ ความเข้มข้นสม่ำเสมอและไม่ทำลายพื้นผิวของแผ่น HPTLC

การบันทึกภาพโดยการใช้เครื่องเดนซิโตมิเตอร์ ( Densitometer ) เครื่องมือนี้ใช้ร่วมกับแผ่น HPTLC โดยมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่วัดการสะท้อนแสงของจุดสารที่มีการดูดกลืนแสงหรือเรืองแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตและแสงธรรมชาติ ซึ่งการสะท้อนแสงจะแตกต่างกันขึ้นกับปริมาณสาร ตรวจวัดปริมาณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ( Srivastava, 2011 : 1 – 66 )

วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารแบบ HPTLC ใช้เวลาในการวิเคราะห์เร็วขึ้นและเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย ถูกต้อง แม่นยำและให้ผลที่น่าเชื่อถือได้เช่นเดียวกับวิธี HPLC แต่มีข้อดีกว่า HPLC คือ

สามารถตรวจสอบสารได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน ใช้เวลาน้อยกว่าและประหยัดกว่า (นพมาศ  
สุนทรเจริญนนท์, 2551 : 4 – 209 )

มหาวิทยาลัยรังสิต  
Rangsit University

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) Test Tube by Pyrex (Corning International K.K., Japan)
- 2) Volumetric Flask 10,25,100 mL. by Pyrex (Corning International K.K., Japan)
- 3) Magnetic Stirrer (IKA KMO 2 basic IKAMAG, I USA)
- 4) Magnetic Bar (Scientific Industries, USA)
- 5) Filter Paper (Whatman®, USA)
- 6) Analytical Balance (Satorius® Germany)
- 7) Condenser (Corning International K.K., Japan)
- 8) Linomat 5 (CAMAG, Switzerland)
- 9) TLC scanner (CAMAG, Switzerland)
- 10) TLC Silica gel G60 F<sub>254</sub> (Merck, Germany)
- 11) Burette 50 mL. by Pyrex (Corning International K.K., Japan)
- 12) Stand and Burette Clamp by Bel (Art Products, USA)
- 13) Beaker 5, 10, 20, 50, 80, 100, 500, 1000 mL. by Pyrex (Corning International K.K., Japan)
- 14) Particle Size and Zeta Potential by Nanoplus-3 (Micrometrics Instrument Corporation, USA)
- 15) Mobile Phase Isocratic : Dichloromethane and Methanol and formic Acid



### 3.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) Water (RCI Labscan, Germany)
- 2) Methanol (Merck, Germany)
- 3) Dichloromethane (Merck, Germany)
- 4) Tween 20 บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี
- 5) Tween 60 บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี
- 6) Tween 80 บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี
- 7) Cinnamon Oil บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี
- 8) Tea Tree Oil บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี
- 9) Peppermint Oil บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี
- 10) 1% สารสกัดมะขามป้อม บริษัท สงหวด จำกัด, ปทุมธานี

### 3.3 การตั้งสูตรตำรับโดยใช้ชุดเฟสไดอะแกรม (Pseudo Phase Diagram)

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของไมโครอิมัลชัน

อัตราส่วนผสมของไมโครอิมัลชัน		
Oil	Surfactant	Water
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

เตรียมไมโครอิมัลชันตามลำดับสัดส่วนของสารสกัดมะขามป้อม : สารลดแรงตึงผิว : น้ำ หลังจากนั้นพิจารณาสารที่ผสมได้ว่าสัดส่วนใดมีความเหมาะสมที่สุดในการเกิดไมโครอิมัลชัน

#### วิธีการทดลอง

- 1) ตั้งสูตรตำรับโดยใช้ซูโคเฟสไปดอะแกรม น้ำมัน : สารลดแรงตึงผิว : น้ำ
- 2) เตรียม 1% สารสกัดมะขามป้อม ชั่ง 0.01 กรัม เติมน้ำและน้ำมันลงไปตามอัตราส่วนแล้วผสมให้เข้ากัน ใช้ น้ำมัน 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน คือ Tea Tree Oil, Peppermint Oil , Cinnamom Oil
- 3) เติม Surfactant ตามอัตราส่วนใช้ Surfactant 3 ชนิด คือ Tween20, Tween60,
- 4) บันทึกผลและสร้าง Tertiary Phase Diagram
- 5) เลือกไมโครอิมัลชันที่มีลักษณะใสมาใช้มาอย่างละ 1 ตัวอย่าง จะได้ไมโครอิมัลชัน 9 ตัวอย่าง

### 3.4 ตรวจสอบขนาดอนุภาค Dynamic Light Scattering (DLS)

นำสารตัวอย่าง 1 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่น 25 ml ใส่ภาชนะเครื่องทดสอบ ทั้งหมด 9 ตัวอย่าง

### 3.5 วิเคราะห์คุณภาพและปริมาณสารสำคัญด้วยวิธีการ High Performance Thin – Layer Chromatography (HPTLC)

เทคนิค HPTLC ได้ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ตำรับไมโครอิมัลชันเนื่องจากเทคนิคดังกล่าว มีความรวดเร็ว เป็นที่นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ( Quantitative Analysis ) กับงานด้านสมุนไพรในปัจจุบัน สภาวะการวิเคราะห์ด้วย HPTLC ที่ใช้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเองภายในห้องปฏิบัติการ แต่ทั้งนี้ Sample Matrix นั้นที่ต่างกัน ดังนั้นวิธีดังกล่าวจึงจำเป็นต้องถูกประเมินความถูกต้อง ( Method Validation ) ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์หาสาร Garlic Acid ในไมโครอิมัลชัน

เครื่อง HPTLC จะประกอบด้วยเครื่อง Linomat 5 (CAMAG, Switzerland ) และ TLC Scanner (CAMAG, Switzerland ) โดย Linomat 5 จะเป็นเครื่องสำหรับ Spot สารลงบนแผ่น TLC สารละลายมาตรฐานหรือสารละลายตัวอย่างจะถูกบรรจุลงใน Syringe และนำไปวางบนแท่นของเครื่อง Linomat 5 เพื่อทำการ Spot แผ่น TLC ที่ Spot สารแล้วจะถูกนำไป Develop ด้วย Mobile Phase เพื่อแยกสาร หลังจากนั้นเครื่อง TLC Scanner 3 จะทำหน้าที่ตรวจวัดอ่านความเข้มข้นของ Spot บนแผ่น TLC และแสดงออกมาเป็น Peak ได้

1) การทำ Stock Standard Solution ซึ่ง Gallic Acid 1 มิลลิกรัม ลงใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตรละลายปรับปริมาตรด้วย Methanol ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric Flask 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Methanol จะได้ Standard Stock Solution ที่เข้มข้น 10  $\mu\text{g/ml}$

## 2) สภาวะการวิเคราะห์ ( Chromatographic Conditions )

Stationary Phase: TLC Silica gel G60 F<sub>254</sub> (Merck, Darmstadt, Germany)

Mobile Phase: Dichloromethane and Methanol and Formic Acid (80:18:4 %v/v)

Saturation Time: 15 นาที

Wavelength : 320 nm

## 3) การทำ Method Validation

(1) การทำ Linearity of Method นำ Stock Standard Solution Gallic Acid ปริมาตร 100, 200 , 300, 400, 500 ไมโครลิตร นำสารละลายไป Spot ลงบนแผ่น TLC ปริมาตร 5 ไมโครลิตรและทำการแยกด้วยวิธี HPTLC ตามสภาวะการวิเคราะห์ข้างต้น ( ทำซ้ำที่ความเข้มข้นละ 3 ครั้ง ) พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นกับค่าพื้นที่ใต้พีค ( Peak Area ) ที่ได้ คำนวณหาค่า Correlation Coefficient,  $r^2$  โดยที่ค่า  $r^2$  ต้องอยู่ที่ช่วง 0.995 – 0.9999

(2) การทำ Precision : Intraday Precision : ทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง ในช่วงเวลาเดียวกันโดยผู้ทำการทดลอง สภาวะการทดลอง และห้องปฏิบัติการเดียวกันโดยทำการฉีดสารละลาย Gallic Acid 5 ไมโครลิตร ( ทำซ้ำ 6 ครั้ง ) %RSD ของ Peak Area ที่ได้จะต้องไม่เกิน ร้อยละ 2 , Interday Precision : ทำการทดลองซ้ำต่างวันกัน มีการเตรียม Mobile Phase ใหม่

และเครื่องมือในการทดลองใหม่ โดยทำการฉีดสารละลาย Gallic Acid ทำการฉีด 5 ไมโครลิตร ( ทำซ้ำ 6 ครั้ง ) %RSD ของ Peak Area ที่ได้จะต้องไม่เกินร้อยละ 2

(3) การทำ Accuracy Stock Standard Solution : ชั่ง Gallic Acid 1 กรัม ใส่ลงใน Volumetric Flask 100 มิลลิลิตร ละลายปรับปริมาตรด้วย Methanol Stock Sample Solution : เตรียมตัวอย่างไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อม 1 กรัม ใส่ลงใน Volumetric Flask 100 มิลลิลิตร ละลายปรับปริมาตรด้วย Methanol นำ stock Standard Solution Gallic Acid ปริมาตร 1, 1.5 และ 2 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตร ตามลำดับและเปิด stock Sample Solution ปริมาตร 1 มิลลิลิตรตามลงไปในทุก Volumetric Flask ปรับปริมาตรด้วย Methanol นำสารละลายกรองผ่าน Syringe Nylon Filter ขนาด 0.20 ไมโครเมตร ทำการ Spot สารละลายปริมาตร 5 ไมโครลิตรลงบนแผ่น TLC และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC ( ทำซ้ำ ความเข้มข้นละ 3 ครั้ง ) คำนวณค่า % Recovery จะต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 98 – 102

(4) การทำ Limit of Detection (LODs) และ Limit of Quantitation (LOQs) เตรียม Standard Stock Solution Gallic Acid 1 มิลลิลิตร ใน Volumetric Flask 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Methanol ทำการเจือจาง ( Dilution ) สารละลายลงไปที่ความเข้มข้นต่างๆ ด้วย Methanol นำสารละลายที่ได้ Spot ลงบนแผ่น TLC ปริมาตร 5 ไมโครลิตรและนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC ( ทำซ้ำ 3 ครั้ง ) บันทึกผลการทดลองหาค่า LODs และ LOQs ดังนี้

LODs คือ ปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายที่สามารถวิเคราะห์เจอด้วยวิธี โดยที่อัตราส่วนของความสูงของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal – to – Noise Ratio, S/N Ratio) มีค่าเท่ากับ 3:1

LOQs คือ ปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธี โดยที่อัตราส่วนของความสูงของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal – to – Noise Ratio, S/N Ratio) มีค่าเท่ากับ 10:1 (International Conference on Harmonisation, 2012)

### 3.6 การวิเคราะห์ปริมาณ Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน

1) การเตรียมสารละลายตัวอย่างไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อม เตรียมตัวอย่างไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อม 1 กรัม ใส่ลงใน Volumetric Flask ขนาด 100 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Ultrasonic ช่วยในการละลาย ปรับปริมาตรด้วย Methanol ให้ได้ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายตัวอย่างไมโครอิมัลชันจากสารสกัดมะขามป้อม

2) การทำ Calibration Graph นำ Standard Stock Solution Gallic Acid ปริมาตร 1 มิลลิลิตร มาเจือจางด้วย Methanol 2 มิลลิลิตร ทำการ Spot บนแผ่น TLC ดังนี้ 100, 200, 300, 400 และ 500 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำแผ่น TLC ไป Develop ใน Developing Chamber โดยใช้ Mobile Phase ตามสภาวะการวิเคราะห์ข้างต้น และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง TLC Scanner 3 เพื่อหาค่าพื้นที่ใต้พีค ( Peak Area ) พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นกับค่า Peak Area ที่ได้ คำนวณหาค่า Correlation Coefficient

3) การวิเคราะห์ตัวอย่าง นำสารละลายตัวอย่างกรองผ่าน Syringe Nylon Filter ขนาด 0.20 ไมโครเมตร นำไป Spot ลงบนแผ่น TLC ปริมาตร 5 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำแผ่น TLC ไป Develop เพื่อแยกสารใน Developing Chamber เมื่อถึง Solvent Front ที่กำหนดไว้ นำแผ่น TLC ออกมาผึ่งให้แห้งและนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC (ทำซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง) คำนวณหาค่าร้อยละตัวอย่างที่เจอ

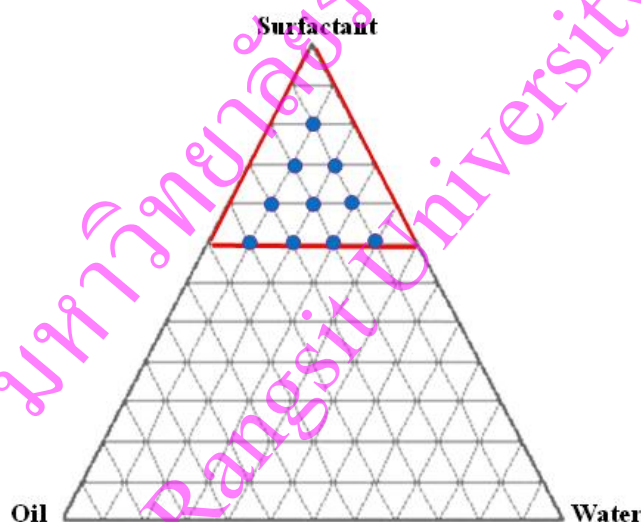
## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชัน

ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพของสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชันทั้ง 9 สูตร โดยใช้ Ternary Phase Diagram

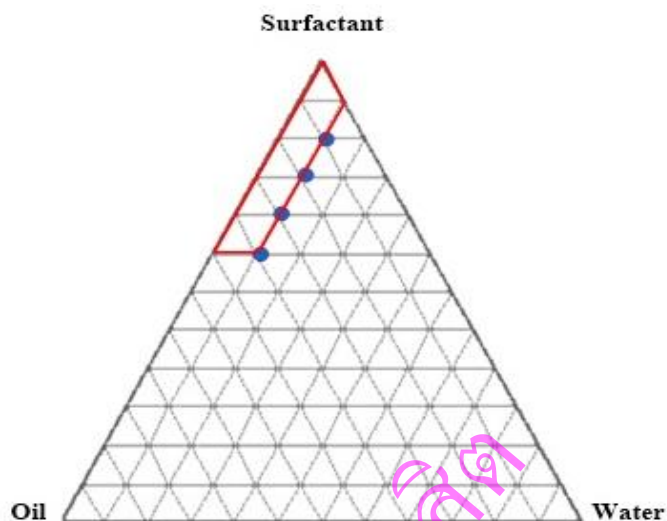
1) Tween 20 : Peppermint Oil : Water



รูปที่ 4.1 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 10 อัตราส่วน คือ 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 เลือกอัตราส่วน 5:1:4 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาคเฉลี่ย =  $11 \pm 0$  nm

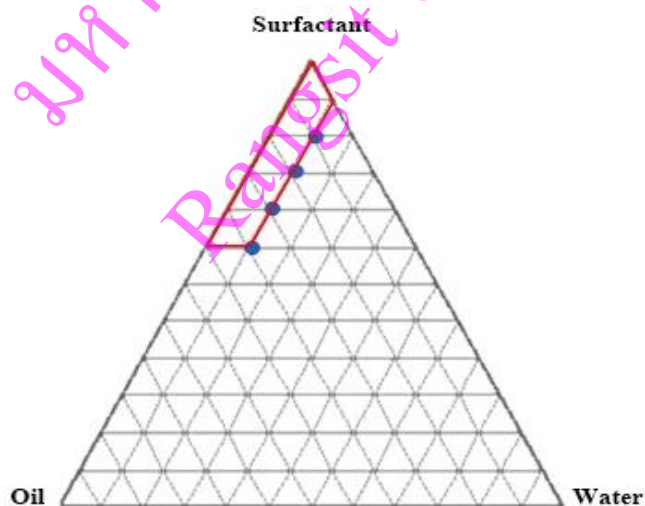
## 2) Tween 60 : Peppermint Oil : Water



รูปที่ 4.2 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 4 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 6:3:1, 5:4:1 เลือกอัตราส่วน 5:4:1 เป็นสูตรที่ดีที่สุดเพราะมีลักษณะใสความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $263.33 \pm 0.58$  nm

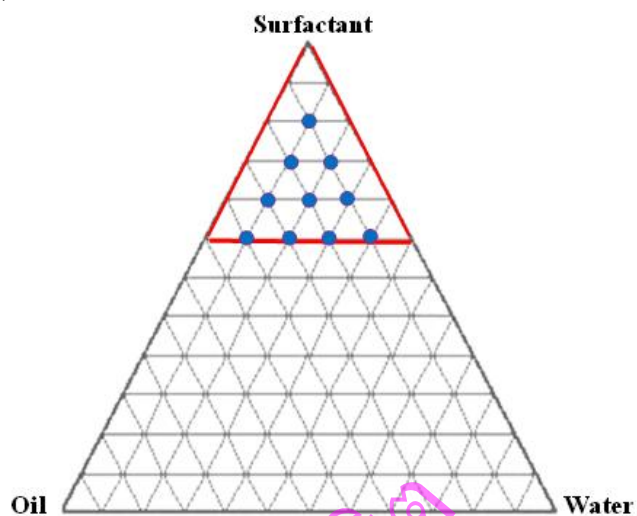
## 3) Tween 80 : Peppermint Oil : Water



รูปที่ 4.3 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 4 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 6:3:1, 5:4:1เลือกอัตราส่วน 5:4:1 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $236 \pm 2.65$  nm

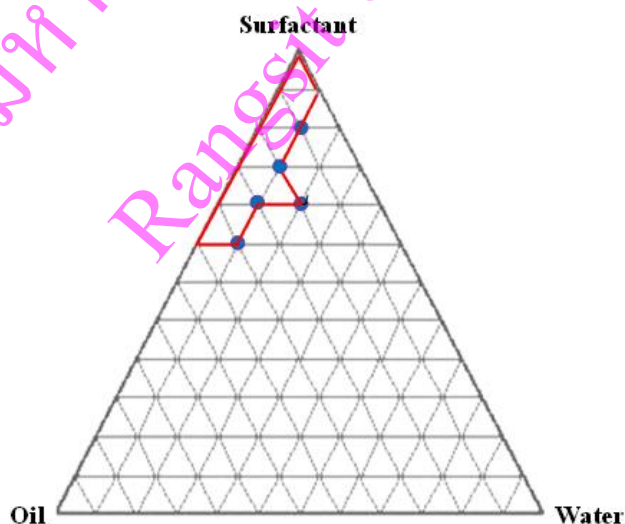
## 4) Tween 20 : Tea Tree Oil : Water



รูปที่ 4.4 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 10 อัตราส่วน คือ 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 เลือกอัตราส่วน 5:1:4 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $11 \pm 0$  nm

## 5) Tween 60 : Tea Tree Oil : Water

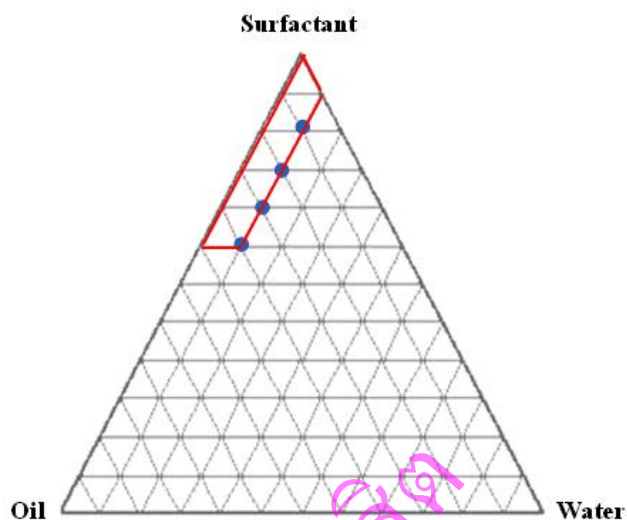


รูปที่ 4.5 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 5 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 6:3:1, 6:2:2, 5:4:1 เลือกอัตราส่วน 5:4:1 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $202.33 \pm 1.53$  nm



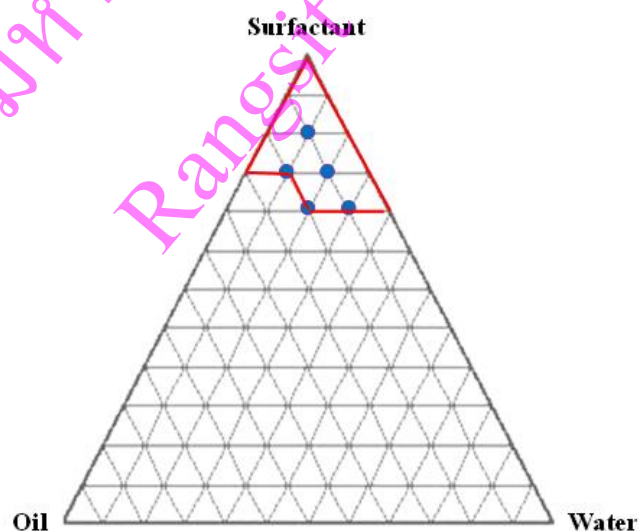
## 6) Tween 80 : Tea Tree Oil : Water



รูปที่ 4.6 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 5 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 6:3:1, 6:2:2, 5:4:1 เลือกอัตราส่วน 5:4:1 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $246 \pm 2.65$  nm

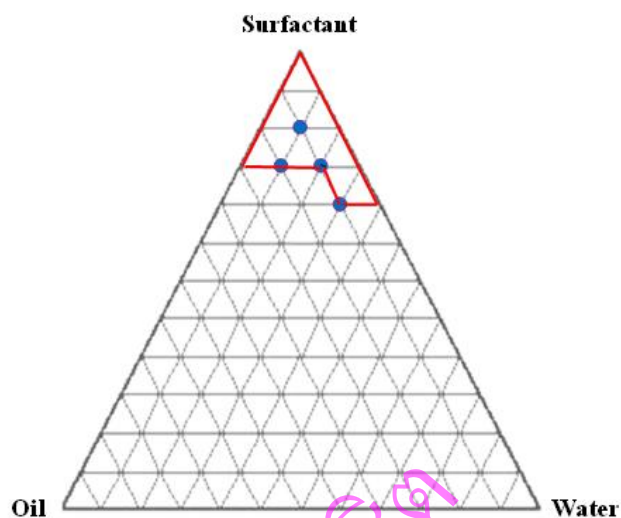
## 7) Tween 20 : Cinnamon Oil : Water



รูปที่ 4.7 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 5 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 7:1:2, 6:2:2, 6:1:3 เลือกอัตราส่วน 6:1:3 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $254 \pm 4.58$  nm

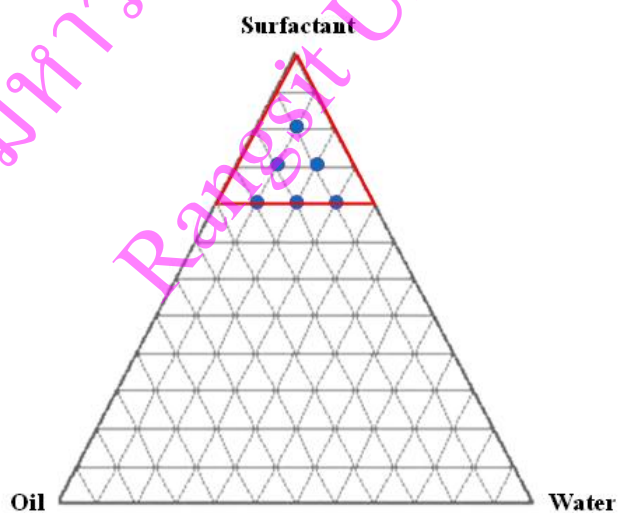
## 8) Tween 60 : Cinnamon Oil : Water



รูปที่ 4.8 Ternary Phase Diagram แสดงอัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 4 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 7:1:2, 6:1:3 เลือกอัตราส่วน 6:1:3 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $67.33 \pm 0.58$  nm

## 9) Tween 80 : Cinnamon Oil : Water



รูปที่ 4.9 Ternary Phase Diagram อัตราส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน

เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน 6 อัตราส่วน คือ 8:1:1, 7:2:1, 7:1:2, 6:3:1, 6:2:2, 6:1:3 เลือกอัตราส่วน 6:1:3 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะมีลักษณะใส ความหนืดเหมาะสม ขนาดอนุภาค =  $12.66 \pm 0.58$  nm

ตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดไมโครอิมัลชันของไมโครอิมัลชันแต่ละสูตรตัดกระดาษชูโด เฟสไดอะแกรมมาซึ่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

ส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน  $\times 100 = \%$  ที่เกิดเป็นไมโครอิมัลชันส่วนทั้งหมด

ที่	สูตร	นน.พื้นที่ส่วนที่เกิดไมโครอิมัลชัน (g)	นน.พื้นที่ทั้งหมด (g)	% ที่เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน
1	Tween 20 : Peppermint Oil : water	0.1200	0.4962	24.18 %
2	Tween 60 : Peppermint Oil : water	0.0428	0.4962	8.63 %
3	Tween 80 : Peppermint Oil : water	0.0443	0.4962	8.93 %
4	Tween 20 : Tea Tree Oil : water	0.1252	0.4962	25.23 %
5	Tween 60 : Tea Tree Oil : water	0.0872	0.4962	17.57 %
6	Tween 80 : Tea Tree Oil : water	0.0443	0.4962	8.93 %
7	Tween 20 : Cinnamon Oil : water	0.0648	0.4962	13.06 %
8	Tween 60 : Cinnamon Oil : water	0.0544	0.4962	10.96 %
9	Tween 80 : Cinnamon Oil : water	0.0763	0.4962	15.38 %

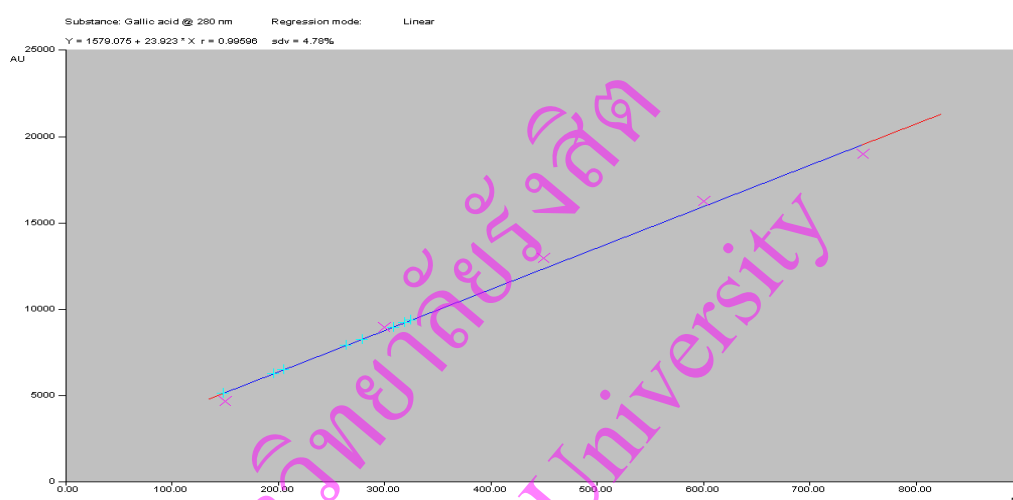
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดขนาดอนุภาค

Composition	Size (nm.)	Zeta potential (mV)	Polydispersity
Tween 20 : Peppermint Oil : Water 5:1:4	11 $\pm$ 0	-3.53 $\pm$ 0.18	0.117 $\pm$ 0.04
Tween 60 : Peppermint Oil : Water 5:4:1	263.33 $\pm$ 0.58	-5.21 $\pm$ 0.06	0.161 $\pm$ 0.05
Tween 80 : Peppermint Oil : Water 5:4:1	236 $\pm$ 2.65	-6.80 $\pm$ 0.06	0.353 $\pm$ 0.03
Tween 20 : Tea Tree Oil : Water 5:1:4	11 $\pm$ 0	-11.4 $\pm$ 1.31	0.212 $\pm$ 0.02
Tween 60 : Tea Tree Oil: Water 5:4:1	202.33 $\pm$ 1.53	-9.48 $\pm$ 0.24	0.389 $\pm$ 0.06
Tween 80 : Tea Tree Oil: Water 5:4:1	246 $\pm$ 2.65	-3.37 $\pm$ 0.02	0.421 $\pm$ 0.02
Tween 20 : Cinnamon Oil : Water 6:1:3	254 $\pm$ 4.58	-10 $\pm$ 0.10	0.479 $\pm$ 0.04
Tween 60 : Cinnamon Oil : Water 6:1:3	67.33 $\pm$ 0.58	-8.19 $\pm$ 0.12	0.661 $\pm$ 0.01
Tween 80 : Cinnamon Oil : Water 6:1:3	12.66 $\pm$ 0.58	-4.69 $\pm$ 0.19	0.263 $\pm$ 0

## 4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสกัดด้วยวิธี High Performance Thin – layer Chromatography (HPTLC)

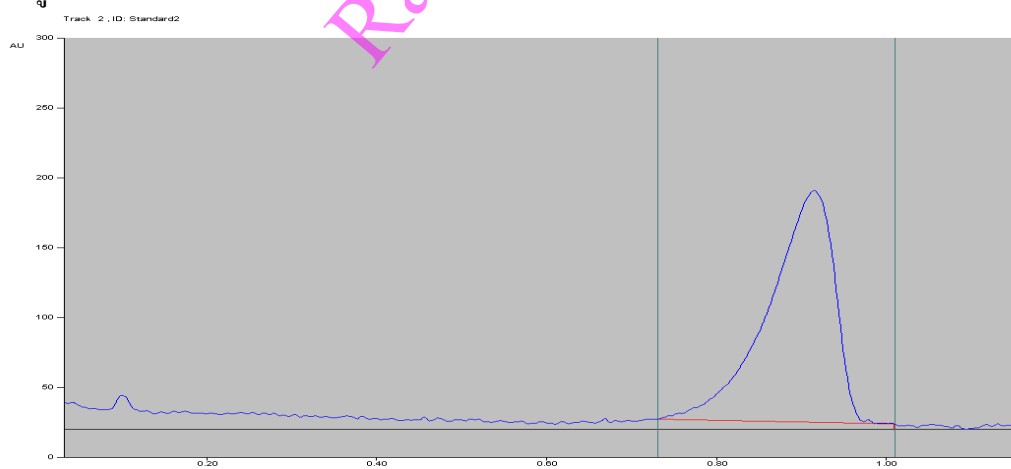
### 4.3.1 การประเมินความถูกต้องของวิธี (Method Validation)

1) Linearity of Method จากรูปที่ 4.10 แสดง Linearity จาก Calibration Graph ของ Standard Gallic Acid สมการความสัมพันธ์เชิงเส้น  $y = 2437.363 + 17.692x$  ค่า Correlation Coefficient ( $r^2$ ) = 0.99613



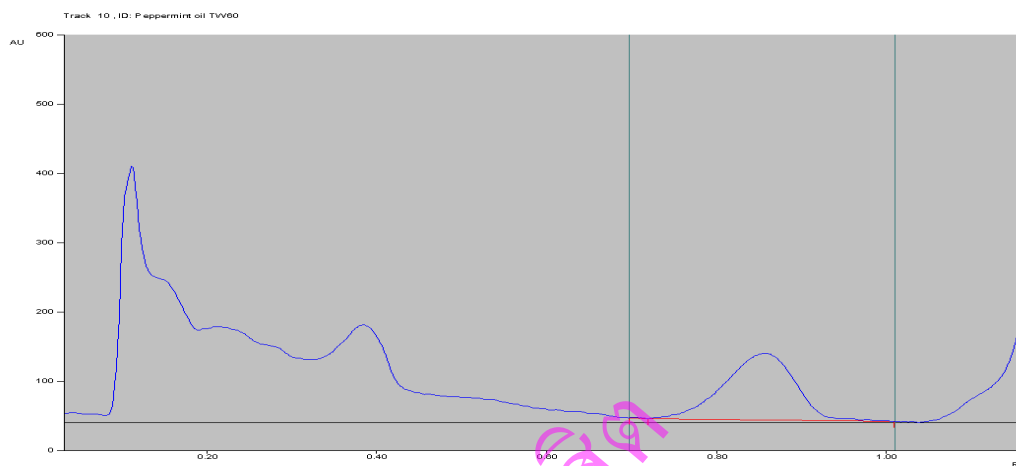
รูปที่ 4.10 Calibration Graph ของ Standard Gallic Acid

จากรูปที่ 4.11 แสดงพื้นที่ใต้ Peak Area ของสาร Gallic Acid จากสารละลายมาตรฐานวัดที่การดูดกลืนแสง 280 นาโนเมตรที่ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

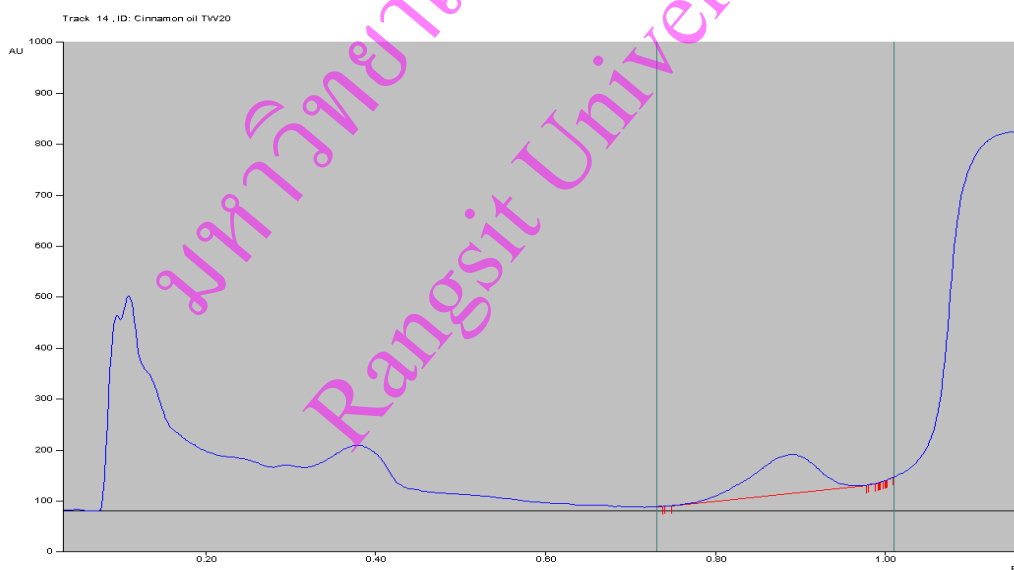


รูปที่ 4.11 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Standard Gallic Acid

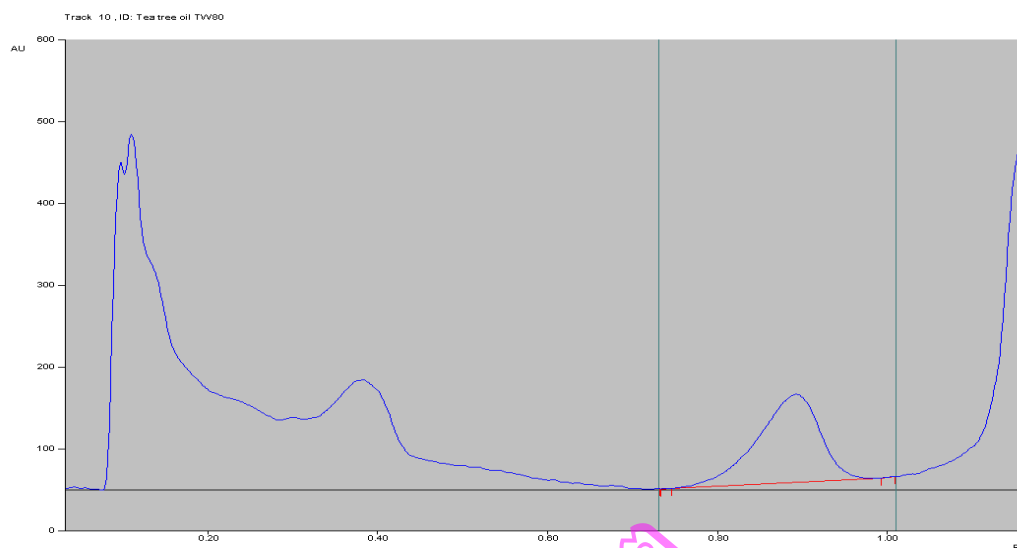
จากรูปที่ 4.12, 4.13, 4.14 แสดงพื้นที่ใต้ Peak Area ของสาร Gallic Acid จากไมโครอิมัลชันวัดที่การดูดกลืนแสง 280 นาโนเมตรที่ค่าความเข้มข้นเท่ากับ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 4.12 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน Peppermint Oil กับ Tween20



รูปที่ 4.13 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน Cinnamon Oil กับ Tween 20



รูปที่ 4.14 แสดงโครมาโตแกรมของสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชัน  
Tea Tree Oil กับ Tween 20

## 2) Precision

ตารางที่ 4.3 แสดง Intraday Precision (1)

Precision	Intraday		Intraday	
Date	13/11/2014	13/11/2014	14/11/2014	14/11/2014
	Sample Area	Standard Area	Sample Area	Standard Area
	6587	17145	6675	17049
	6711	17023	6979	16756
	6458	16886	6785	16548
	6637	16952	6680	17126
	6663	16862	6743	17409
	6826	16735	6675	17194
Mean	6647	16933.83	6756.17	17013.67
SD	123.14	141.32	118.01	284.58
%RSD	1.85	0.83	1.75	1.67

อ้างอิง : Mean = ค่าเฉลี่ย, SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, %RSD = ค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สัมพัทธ์

จากการตรวจสอบค่าความแม่นยำ Intraday Precision ในวันที่ 1 พบว่า สาร Gallic Acid มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $16933.83 \pm 141.32$  โดยมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 0.83 และมีปริมาณสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชันเท่ากับ  $6647 \pm 123.14$  โดยมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 1.85

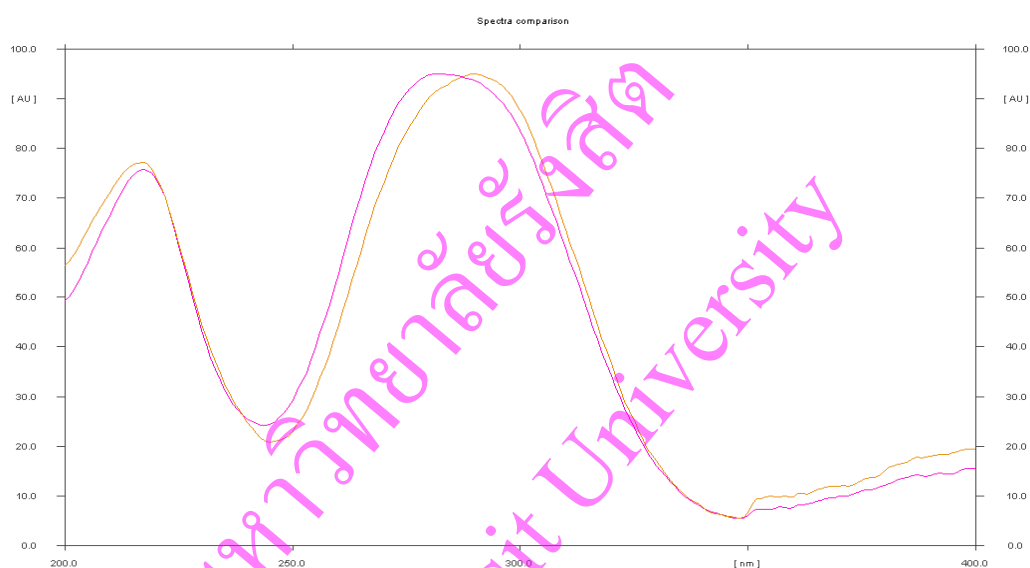
จากการตรวจสอบค่าความแม่นยำ Intraday precision ในวันที่ 2 พบว่า สาร Gallic Acid มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $17013.67 \pm 284.58$  โดยมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 1.67 และมีปริมาณสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชันเท่ากับ  $6756.17 \pm 118.01$  โดยมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 1.75

ตารางที่ 4.4 แสดง Interday Precision (2)

Precision			
Interday : Sample		Interday : Standard	
Date	Area	Date	Area
13/11/2014	6587	13/11/2014	17145
13/11/2014	6711	13/11/2014	17023
13/11/2014	6458	13/11/2014	16886
13/11/2014	6637	13/11/2014	16952
13/11/2014	6663	13/11/2014	16862
13/11/2014	6826	13/11/2014	16735
14/11/2014	6675	14/11/2014	17049
14/11/2014	6979	14/11/2014	16756
14/11/2014	6785	14/11/2014	16548
14/11/2014	6680	14/11/2014	17126
14/11/2014	6743	14/11/2014	17409
14/11/2014	6675	14/11/2014	17194
Mean	6701.58333	Mean	16973.75
SD	128.347156	SD	234.499128
%RSD	1.9151766	%RSD	1.38153989

จากการตรวจสอบค่าความแม่นยำระหว่างวัน Interday Precision พบว่าสาร Gallic Acid มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $16973.75 \pm 234.50$  โดยมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 1.38 และสาร Gallic Acid ในไมโครอิมัลชันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6701.58 \pm 128.35$  โดยมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 1.92

จากรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นกราฟของสาร Gallic Acid ระหว่างสารมาตรฐานกับสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชัน พบว่า กราฟที่ได้ทับกันเกือบสนิท แสดงว่าสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชันที่วัดได้นั้นมีความจำเพาะของสาร Gallic Acid



รูปที่ 4.15 Purity Peak ของสารสกัด Gallic Acid ในไมโครอิมัลชันกับสารมาตรฐาน Gallic Acid

3) Accuracy ค่า % Recovery ของการเติมสารมาตรฐาน Gallic Acid ปริมาณ 100, 150 และ 225 นาโนกรัมเท่ากับ 102.30, 99.08, 100.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ค่า % Recovery

Add	Found	% Recovery
50 mL	49.93 ng	99.85 %
100 mL	100.8 ng	100.80 %
150 mL	152.14 ng	101.37 %



4) Limit of Detection and Limit of Quantitation ( LOD and LOQ ) จาก  
การวิเคราะห์หาปริมาณของสาร Gallic Acid โดยวิธีการ HPTLC สามารถวัดค่า LOD ได้เท่ากับ 10  
นาโนกรัมต่อมิลลิเมตรและวัดค่า LOQ ได้เท่ากับ 30 นาโนกรัมต่อมิลลิเมตร

มหาวิทยาลัยรังสิต  
Rangsit University

## บทที่ 5

### สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากไมโครอิมัลชันทั้ง 9 สูตรพบว่า Tween 20 ทำให้ไมโครอิมัลชันมีคุณสมบัติทางกายภาพและความคงตัวดีกว่า Tween 60 และ Tween 80 ไมโครอิมัลชันสูตรที่ใช้ Tween 20 เป็นสารลดแรงตึงผิวมีขนาดอนุภาคที่เล็ก ( 11 นาโนเมตร ) แต่ไมโครอิมัลชันสูตรที่ใช้ Tween 60 และ Tween 80 มีขนาดอนุภาคใหญ่ ( 67.33 – 263.33 ) น้ำมันที่ใช้ในสูตรไมโครอิมัลชันมีผลต่อขนาดอนุภาค ไมโครอิมัลชันสูตรที่ใช้ Peppermint Oil และ Tea Tree Oil มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าไมโครอิมัลชันสูตรที่ใช้ Cinnamon Oil

จากการทำการประเมินความถูกต้องการวิเคราะห์โดยวิธี HPTLC ของสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชัน พบว่า ความสัมพันธ์เชิงเส้น สมการความสัมพันธ์เชิงเส้น  $y = 2437.363 + 17.692x$  ค่า Correlation Coefficient ( $r^2$ ) = 0.99613 ปริมาณของ Gallic Acid ที่อยู่ในไมโครอิมัลชันเฉลี่ยเท่ากับ  $3.97 \pm 0.08$  %w/w ซึ่งค่า ( $r^2$ ) = 0.99613 อยู่ในช่วง 0.995 – 0.9999 ตามเกณฑ์ของ International Conference on Harmonisation, 2012 แสดงว่า ปริมาณสาร Gallic Acid แปรผันตามค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตรแบบสมการเชิงเส้นตรง

ค่าความแม่นยำโดยวิธี HPTLC ในวันที่ 1 วันที่ 2 เท่ากับ 0.83 และ 1.67 ตามลำดับ ซึ่งค่าไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์ของ International Conference on Harmonisation, 2012 พบว่าการทดลองมีความแม่นยำสูง และค่าความแม่นยำระหว่างวันเท่ากับ 1.38 ซึ่งให้เห็นว่าการประเมินหาปริมาณสาร Gallic Acid ในสารสกัดมะขามป้อมมีความแม่นยำแม้จะทำการทดลองต่างวันต่างเวลา

ค่าความถูกต้องของการหาปริมาณสารสกัดมะขามป้อมในไมโครอิมัลชันโดยวิธี HPTLC มีค่าเท่ากับ 102.30, 99.08, 100.40 ตามลำดับ โดยค่าดังกล่าวอยู่ระหว่าง 98 – 102 ตามเกณฑ์ของ International Conference on Harmonisation, 2012 พบว่าการทดลองนี้มีความถูกต้องสูงมาก การวิเคราะห์หาปริมาณของสาร Gallic Acid โดยวิธีการ HPTLC สามารถวัดปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดได้เท่ากับ 10 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรและความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้วิเคราะห์ได้เท่ากับ 30 นาโนกรัมต่อ

มิลลิลิตร พบว่า วิธีวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีนี้มีความสามารถในการหาปริมาณของสาร Gallic Acid ที่ความเข้มข้นต่ำได้ดีแม้มีความเข้มข้นแค่เพียง 100 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

ไมโครอิมัลชันเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่เตรียมได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน มีคุณลักษณะที่น่าใช้คือใส ซึมผ่านผิวหนังได้เร็ว เมื่อผนวกเข้ากับ สรรพคุณของ มะขามป้อมที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี ถูกนำมาเตรียมให้อยู่ในรูปไมโครอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคระดับนาโน ทำให้สารสำคัญคือ กรดแกลลิกสามารถซึมผ่านได้ดียิ่งขึ้นซึ่งเป็นผลดีต่อการไปทำลายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อความอ่อนเยาว์ของ ผิวพรรณ

มหาวิทยาลัยรังสิต  
Rangsit University

## บรรณานุกรม

- จันทร์หา ชัยพานิช. *สมุนไพรศาสตร์ประโยชน์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2005.
- ชีววิทยา, “ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบผิวหนัง ระบบขับถ่าย” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://pc54504bio021-4.blogspot.com/2014/11/blog-post\\_44.html](http://pc54504bio021-4.blogspot.com/2014/11/blog-post_44.html), 24 พฤศจิกายน 2558
- ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, “มะขามป้อม” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=2582553>, 25 พฤษภาคม 2559.
- นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, อุทัย โสธนะพินธุ์และประไพ วงศ์สินคงม่น. *ทีแอลซี: วิธีอย่างง่ายในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องยาไทย = TLC : a simple method for qualitative analysis of Thai crude drugs*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2551.
- นพมาศ สุนทรเจริญนนท์และนงลักษณ์ เรืองวิเศษ, *คุณภาพเครื่องยาไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี. : สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและ แพทย์ทางเลือก, 2551.
- นันทนา พฤษคุ้มวงศ์, *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางผิวหนัง*. กรุงเทพฯ: อาร์พิดดี, 2533.
- นันทวัน บุญยะประภัศร, อรณัฐ โชคชัยเจริญพร, *สมุนไพรไม้พื้นบ้าน* (3). กรุงเทพมหานคร : บริษัทประชาชน จำกัด; 2542.
- ปฎิมา บุญมาลี ปัทมา เทียนวรรณ. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและเอนไซม์ไทโรซิเนสของครีมตรีผลา.” *โครงการพิเศษ, ปริญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล*, 2556.
- ภคินี อัครเวสสะพงศ, อังศุธรย วสุทัศน์ และ สุกัญญา วงศพรชัย. “ความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณ tocopherol และ gamma aminobutyric acid ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก (Correlation of Antioxidant Capacity and Tocopherol and Gamma Aminobutyric Acid Content in Brown and Pre-geminated Brown Rice)” *การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 30 พ.ศ. 2556: 264-277.*

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล สำนักงานคณะกรรมการ  
อุดมศึกษา. “มะขามป้อม สมุนไพรพื้นบ้าน” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.xn--l3cjkpcgafb8de2bc8d8dwjnd.com/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%82%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1/>, 25 พฤศจิกายน 2558
- รัฐพล อาษาสุจริต. *หลักการพื้นฐานของเภสัชภัณฑ์รูปแบบไมโครอิมัลชันและเจล = Principles of microemulsion and gel dosage form*. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.
- วรารักษ์ จรรยาประเสริฐ. *เครื่องสำอางทำให้ผิวขาว*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2550.
- วิฑูรย์ กรชาลกุลและสมศักดิ์ ปราชญ์วัฒน์กิจ. “การตั้งตำรับครีมช่วยให้หน้าขาว.” โครงการพิเศษ ปริญญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2534.
- ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, “Dynamic Light Scattering (DLS)” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://www.nanotec.or.th/th/?page\\_id=554](http://www.nanotec.or.th/th/?page_id=554), 25 พฤษภาคม 2559
- สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [www.mfu.ac.th/school/cosmeticscience/km/doc2.pdf](http://www.mfu.ac.th/school/cosmeticscience/km/doc2.pdf), 10 กุมภาพันธ์ 2558
- สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. “เทคโนโลยีขนาดนาโนในอิมัลชันทางเครื่องสำอาง” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.mfu.ac.th/school/cosmeticscience/km/doc2.pdf>, 10 กุมภาพันธ์ 2558
- สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. “สรุปประเด็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้: เรื่อง เทคโนโลยีขนาดนาโนในอิมัลชันทางเครื่องสำอาง” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.mfu.ac.th/school/cosmeticscience/km/doc2.pdf>, 4 ตุลาคม 2559
- สุพจน์ อัสวพันธุ์ธนกุล. “มะขามป้อม ผลไม้ที่ดีที่สุด.” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.doctor.or.th/article/detail/1901>, 29 กันยายน 2559.
- สุภาภรณ์ ปิติพร. *สมุนไพรอภัยภูเบศรสืบสานภูมิปัญญาไทย*. กรุงเทพมหานคร: ปรมัตถ์การพิมพ์; 2547.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Altman, P. M. "Australian tea tree oil." *Aust. J. Pharm.* 69(1988):276-278.
- Anton, N. and Vandamme, T.F. "Nano-emulsions and micro-emulsions: clarifications of the critical differences." *Pharm. Res.* 28(2011): 978-985.
- Balakumar, K., Raghavan, C.V., Tamil selvan, N., Hari Prasad, R. and Abdu, S. "Self nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) of Rosuvastatin calcium: Design, formulaion, bioavailability and pharmacokinetic evaluation." *Colloids Surf. B: Biointerfaces.* 112(2013): 337-343.
- Benjaporn Chainethvanich, Worawan Saingam, Prasan Tanguenyougwatana, "Quantitative and validation of gallic acid content in tri-phala extract and effervescent tablet by HPTLC." *Thai J. Pharm.* 2(2013):129-132 .
- Boissy RE, Visscher M, DeLong MA. "Deoxy arbutin: a novel reversible tyrosinase inhibitor with effective skin lightening potency." *Exp Dermatol* 14(8)(2005): 601-8.
- Budavan, S. An Encyclopedia of chemicals, Drug, and biological. The Merk index 1995 : 420.
- C. F. Carson, K. A. Hammer, and T. V. Riley. "Melaleuca alternifolia (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties" *Clin Microbiol Rev.* Jan 2006(19)(1): 50-62.
- Chaiyana, W., Saeio, K., Hennink, W.E. and Okonogi, S. Characterization of potent anticholinesterase plant oil based microemulsion. *Inter. J. Pharmaceutics.* 401: 32-40.
- Chaudhari, L.K., Jawale, B.A., Sharma, S., Sharma, H., Kumar, C.D., Kulkarni, P.A. "Antimicrobial activity of commercial available essential oils against Streptococcus mutans." *J Contemp Dent Pract.* 13(1) (2012):71-74.
- Craven, L.A. "Behind the names: the botany of Tea tree" *Cajuput and Niaouli.* 1999: 11-28.
- Dong, Z. B., Li, S.P. Hong, M. and Zhu, Q. "Hypothesis of potential active component in Angelica sinensis by using biomembrane extraction and high performance liquid chromatography." *J. Pharmaceut. Biomed.* 38(2005): 664-669.
- EI Maghraby, G.M. "Transdermal delivery of hydrocortisone from eucalyptus oil microemulsion: Effects of cosurfactants." *International Journal of Pharmaceutics.* 355(1-2)( 2008):285-92.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- Elliott, C. "Tea tree oil poisoning." *Med. J. Aust.* 159(1993):830-831.
- Elnaggar, Y.S.R., El-Massik, M.A. and Abdallah, O.Y. "Self-nanoemulifying drug delivery systems of tamoxifen cetrate: Design and optimization. Inter." *J. Pharmaceutics.* 380(2009): 133- 141.
- Halliwell B, Gutteridge JMC, "Cross CE: Free radicals antioxidants, and human disease: Where are we now?" *J Lab Clin Med* 119(1991): 598–620.
- Harden CL1, Rosenbaum DH, Daras M. "Hyperglycemia presenting with occipital seizures." *Epilepsia.* 1991 Mar-Apr;32(2):215-20.
- Inouye S, Takizawa T and Yamaguchi H. "Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy.* 2001(47): 565-573.
- Jadon, A., Bhadauria., Shukla, S.. "Protective effect of erminalia belerica Roxb. And gallic acid against carbon tetrachloride induce damage in albino rats." *J. Ethnopharmacol.* 109(2) (2007):214-8.
- K.J. Koh, A.L. Pearce, G. Marshman, J.J. Finlay-Jones and P.H. Hart, "Tea tree oil reduces histamine-induced skin inflammation" *British Journal of Dermatology.* December 2002(147)(6) :1212-1217.
- Kameyama K, Sakai C, Kondoh S. "Inhibitory effect of magnesium L-ascorbyl-2-phosphate (VC-PMG) on melanogenesis in vitro and in vivo. " *J Am Acad Dermatol* 34(1)( 1996): 29-33.
- Kim JH, Chun YS, and Kim JC. "Clinical and immunological responses in ocular demodocosis." *J Korean Med.Sci* 26(9) (2011):1231-1237.
- Lawrence MJ1, Rees GD. "Microemulsion-based media as novel drug delivery systems." *Adv Drug Deliv Rev.* 2000 Dec 6;45(1):89-121.
- LS Instruments, "Dynamic Light Scattering: Measuring the Particle Size Distribution"  
 [Online]Available at :  
[http://www.lsinstruments.ch/technology/dynamic\\_light\\_scattering\\_dls/](http://www.lsinstruments.ch/technology/dynamic_light_scattering_dls/) , 10 February 2015.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- Michael T. Murray, N.D. "Encyclopedia of nutritional supplements." *Prima Health* (1998): 296-308.
- Nelson, R. R. S. "Selection of resistance to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* in *Staphylococcus aureus*." *J. Antimicrob. Chemother.* 45(2000):549-550.
- Nirand Yamphai, Prasan Tangyuenyongwatana. "Quantitative densitometric analysis of ferulic acid in microemulsion of angelica sinensis extract." *Thai J. Pharm. Sci.* 36 (Suppl.) (2012):185-188.
- Noel A, Clark H, Lunacek and George B. "A study on Brownian motion using light scattering." *American Journal of physics.* 38(5)(May 1970) :575-585.
- Pichaya Ukosaramik, Prasan Tangyuenyongwatana, Rathapon Asasutjarit, "Microemulsion formulation of angelica sinensis root extract on clove oil/nonionic surfactant/water mixture." *Thai J. Pharm. Sci.* 36 (Suppl.) 2012: 166-169.
- Pual, WH., Kim, SH. "MAPK inhibitors augment gallic acid-induced A549 lung cancer cell death through the enhancement of glutathione depletion." *Oncol.Rep.* 30 (1)(2013.): 513-519.
- R. Saha. "Intellectual Property Rights (IPR)." *A Bulletin from TIFAC.* 7(5)(May 2001) : 1-8.
- Reynolds and Wilson, L. D. Reynolds and N. G. Wilson, "Scribes and Scholars." [Online] Available at <http://bmc.brynmaur.edu/1991/02.07.06.html>, 5 May 2015.
- Roberfroid MB and Calderon PB. *Free Radicals and Oxidation Phenomena in Biological Systems.* New York: Mareel Dekker, 1995.
- Scartezzin P., Speroni E. "Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity." *Journal of Ethnopharmacology* 71(2000): 23-43.
- Shemesh, A.; Mayo, W. L. "Australian tea tree oil: a natural antiseptic and fungicidal agent" *Aust. J. Pharm* 72(1991): 802-803.
- Smit N, Vicanova J, Pavel S. "The hunt for natural skin whitening agents." *Int J Mol Sci* 10(2009): 5326-49.
- Speroni E.. "Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity." *Journal of Ethnopharmacology.* 71(2000): 23-43.



## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Srivastava MM. “An Overview of HPTLC. In A Modern Analytical Technique with Excellent Potential for Automation, Optimization, Hyphenation, and Multidimensional Applications. High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC),” *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 2011: 3-24.
- Ustundag Okur, N., S. Apaydin, et al. (2011). “Evaluation of skin permeation inflammatory and analgesic effects of new naproxen microemulsion formulations.” *International Journal of Pharmaceutics* 416(1): 136-144.
- Wang CC, Wu SM. “Simultaneous determination of L-ascorbic acid, ascorbic acid-s-phosphate magnesium salt, and ascorbic acid-6-palmitate in commercial cosmetics by micellar electrokinetic capillary electrophoresis.” *Anal Chim Acta* 576(1) (2006): 124-9.
- Wikimedia Commons. “Gallic acid” [Online] Available at [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gallic\\_acid.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gallic_acid.svg), 5 May 2015
- Yang, B., Kortensniemi, M., Lui, P., Karonen, M., Salminen, J.P. “Analysis of hydrolysable tannins and other phenolic compounds in emblic leafflower (*Phyllanthus emblica* L.) fruits by high performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry.” *J. Agri. Food. Chem.* 60(35) ( 2012): 8672-83.
- Yoshimura M, Watanabe Y, Kasai K. “Inhibitory effect of an ellagic acid-rich pomegranate extract on tyrosinase activity and ultraviolet-induced pigmentation.” *Biosci Viotechnol Biochem* 69(12)(2005): 2368-73

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	จิตราณัฐ ใจเกล้า
วัน เดือน ปีเกิด	5 กันยายน 2532
สถานที่เกิด	นครศรีธรรมราช ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก , 2555 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผน ตะวันออก, 2559
ที่อยู่ปัจจุบัน	92/61-2 หมู่บ้านเมืองเอก โครงการ 3 ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัด ปทุมธานี
อีเมลล์	chorpaka_sweet@hotmail.com
สถานที่ทำงาน	องค์กร campus crusade for Christ
ตำแหน่งปัจจุบัน	ที่ปรึกษาชมรมคริสเตียนมหาวิทยาลัยรังสิตและผู้ประสานงาน iServe ใน ประเทศไทย (แผนกพัฒนาผู้นำ)