



การพัฒนาตำรับยาสมุนไพรรตรีผลในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู
DEVELOPMENT OF TRI-PHALA FORMULA IN EFFERVESCENT TABLET

โดย

เบญจพร ชัยเนตรวานิช

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
คณะการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2557



DEVELOPMENT OF TRI-PHALA FORMULA IN EFFERVESCENT TABLET

BY

BENJAPORN CHAINETHVANICH

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

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

2014



วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาตำรับยาสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู

โดย

เบญจพร ชัยเนตรวานิช

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2557

ผศ.ดร.รัฐพล อาษาสุจริต
ประธานกรรมการสอบ

รศ.ดร.พิมล เรือนวัฒนา
กรรมการ

ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
กรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.จิตติมา หลินหะตระกูล
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณิ์ สุขสาตร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

20 ตุลาคม 2557



Thesis entitled

DEVELOPMENT OF TRI-PHALA FORMULA IN EFFERVESCENT TABLET

by

BENJAPORN CHAINETHVANICH

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

Rangsit University
Academic Year 2014

Rathapon Asasutjarit

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

P. Rientwattana

Assoc.Prof. Pimon Rientwattana, Ph.D.
Member

Prasan Tangyongwatana

Prasan Tangyongwatana, Ph.D.
Member and Advisor

T. Lhinhatrakool

Thitima Lhinhatrakool, Ph.D.
Member and Co-Advisor

Approved by Graduate School

Vannee Sooksatra

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

Dean of Graduate School

October 20, 2014

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา คร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา ที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลือทางด้านวิชาการด้วยดีตลอดช่วงการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ญญ.วรวรรณ สายงาม ที่มีส่วนช่วยทำให้โครงการวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี และขอขอบคุณคณะอาจารย์ เจ้าหน้าที่และเพื่อนๆ คณะการแพทย์แผนตะวันออก ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาของการวิจัย

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน และเป็นกำลังใจมาโดยตลอดจนจบการศึกษาระดับปริญญาโท

เบญจพร ชัยเนตรวานิช
ผู้วิจัย

5407336 : สาขาวิชา : การแพทย์แผนตะวันออก; วท.ม. (การแพทย์แผนตะวันออก)

คำสำคัญ : ตริผลา, สมอพิเภก, สมอไทย, มะขามป้อม, ยาเม็ดฟองฟู, HPTLC

เบญจพร ชัยเนตรวานิช : การพัฒนาตำรับยาสมุนไพรตรีผลาในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู

(DEVELOPMENT OF TRI-PHALA FORMULA IN EFFERVESCENT TABLET)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ดร.จิตติมา หลินหะตระกูล,
79 หน้า.

การเตรียมสารสกัดตรีผลา ที่ประกอบด้วย สมอพิเภก สมอไทย มะขามป้อม อย่างละ 500 กรัม ต้มในน้ำ 3 ลิตร ให้เหลือปริมาณ 1 ลิตร จากนั้นนำไประเหยเพื่อให้ได้สารสกัดเข้มข้นด้วย Freeze Dry การวิจัยได้พัฒนาทดสอบเพื่อหาปริมาณสารสกัดเข้มข้นในตรีผลาและในเม็ดยาฟองฟู โดยวิธีโครมาโทกราฟี แบบชั้นผิวบางที่มีประสิทธิภาพสูง (HPTLC) ในการตรวจสอบหาค่าความเข้มข้นของสารเพื่อถูกต้องและแม่นยำ ด้วยวิธีวิเคราะห์ความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจสอบได้โดยทั่วไป (LOD) และความเข้มข้นต่ำสุดของปริมาณที่เครื่องสามารถตรวจสอบพบและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (LOQ) ในตรีผลา 1 เม็ดมีขนาด 4,000 มิลลิกรัม ที่มีส่วนผสมของสารสกัดเข้มข้นของตรีผลาในปริมาณ 25%, Citric Acid (6%), Tartaric Acid (13.5%), Sodium Bicarbonates (20%), PEG (5%) และ Colloidal Silicon Dioxide (5%), Saccharine Sodium (0.5%) ในการทดลองนี้ได้พัฒนาตำรับตรีผลาเม็ดยาฟองฟูจำนวน 10 สูตร (F1-F10) ในการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า F10 เป็นสูตรที่ดีที่สุดในการตำรับ ไม่มีปัญหาในการประเมินคุณภาพของเม็ดยา

ลายมือชื่อนักศึกษา เบญจพร ชัยเนตรวานิช ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม จิตติมา หลินหะตระกูล

5407336 : MAJOR: ORIENTAL MEDICINE; M.Sc. (ORIENTAL MEDICINE)

KEY WORDS : TRI-PHALA, *BELLERIC MYROBALAN*, *TERMINALIA BELERICA* ROXB., *CHEBULIC MYROBALAN*, *TERMINALIA CHEBULA* RETZ , *PHYLLANTHUS EMBLICA*, *EMBLICA OFFICINALIS*, EFFERVESCENT TABLET, HPTLC

BENJAPORN CHAINETHVANICH: DEVELOPMENT OF TRI - PHALA FORMULA IN EFFERVESCENT TABLET. THESIS ADVISOR: PRASAN TANG-YUENYONGWATANA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : THITIMA LHINHATRAKOOL, Ph.D., 79 p.

The Tri-phala preparation was formulated by using the equal amount of 500 g of *Belleric myrobalan*, *Terminalia belerica* Roxb. *Chebolic myrobalan*, *Terminalia chebula* Retz, and *Phyllanthus emblica*, *Embllica officinalis*. The mixture was boiled in water (3L) and let the water evaporate freely to obtain 1 liter of the aqueous extract. Then, the water was removed from the extract by using freeze dry method. This research developed a high performance thin-layer chromatography (HPTLC) method for the simultaneous quantification of gallic acid in Tri-phala extract and effervescent tablet. The method was validated for linearity, precision, accuracy, limit of detection (LOD), and limit of quantitation (LOQ). The tablet weights size was 4000 mg and composed of 25% of Tri-phala extract. Ingredients consist of the combination of citric acid (6%), tartaric acid (13.5%), soduim bicarbonates (20%), PEG (5%) and colloidal silicon dioxide (5%), saccharin sodium (0.5%). The Tri-phala effervescent was developed in ten different formulations (F1toF10). The F10 formulation show the good effervescent reaction and has no problem in capping and sticking like other formulation.

Student's Signature *Benjaporn Chainethvanich* Thesis Advisor's Signature *Prasan Tangyuenyongwatana*
Thesis Co-Advisor's Signature *Thitima Lhinhatrakool*

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	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	6
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	6
1.6 คำนิยามศัพท์	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	8
2.1 อนุมูลอิสระ	9
2.2 โรคมะเร็ง	12
2.3 ข้อมูลสมุนไพรตรีผลา	18
2.4ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและ โรคมะเร็งของ Gallic Acid	30
2.5 ยาเม็ดฟองฟู	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย
3.1	เครื่องมือและอุปกรณ์
3.2	สารเคมี
3.3	วิธีการศึกษาวิจัย
3.4	การศึกษาก่อนการตั้งตำรับ
3.5	ทำการตอกเม็ดยา
3.6	การประเมินคุณภาพเม็ดยาฟองฟู
3.7	การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ตำรับผลาโดยวิธี HPTLC
บทที่ 4	ผลการวิจัย
4.1	การเตรียมสารสกัด
4.2	การพัฒนาตำรับผลาในรูปแบบยาเม็ดยาฟองฟู
4.3	ผลการวิจัย
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1	สรุปผลการวิจัย
5.2	ข้อเสนอแนะ
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	ภาพงานวิจัย
ประวัติผู้วิจัย	80

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	32
3.1 ตารางคุณสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ประกอบการทำเม็ดยาฟองฟู	37
3.2 ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ของการไหลระหว่าง Carr's Index และ Hausner's Ratio	39
3.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Angle of Repose และ Flowability	40
3.4 การเตรียมผงยา	41
3.5 แสดงค่าช่วงค่าเฉลี่ยน้ำหนักยาเม็ดและค่าร้อยละที่ยอมให้เบี่ยงเบนได้จากค่าเฉลี่ย	43
4.1 ตารางเปรียบเทียบสารสกัดตรีผลา	50
4.2 ตารางการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผงยา	51
4.3 ตารางแสดงค่ารับตรีผลา สูตร F1-F5	52
4.4 ตารางแสดงค่ารับตรีผลาสูตร F6-F10	53
4.5 ตารางผลการทดลองตอกเม็ดยา	56
4.6 ตารางประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของเม็ดยา	57
4.7 ตารางแสดงค่าทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ด้วย Linearity	60
4.8 ข้อมูลการศึกษาความแม่นยำ (Precision)	61
4.9 แสดงค่าร้อยละการกลับคืน(% Recovery) ของแต่ละความเข้มข้นโดยเทียบจากค่า	62
4.10 แสดงปริมาณกรดแกลลิก(Yield) จากยาเม็ดฟองฟูตรีผลา	62

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
1.1	แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย	6
2.1	เซลล์ที่ถูกทำลายด้วยอนุมูลอิสระ	10
2.2	อนุมูลอิสระจากแหล่งต่างๆ ทำให้ DNA ถูกทำลาย	11
2.3	มะเร็งปอด	14
2.4	มะเร็งตับ	15
2.5	มะเร็งปากมดลูก	15
2.6	มะเร็งเต้านม	16
2.7	มะเร็งรังไข่	17
2.8	มะเร็งลำไส้	18
2.9	รูปสมอไทย	19
2.10	รูปสมอพิเภก	23
2.11	รูปมะขามป้อม	26
2.12	โครงสร้างของสาร Gallic acid	31
4.1	สารสกัดตรีผลาชนิดน้ำ	55
4.2	ตรีผลาเม็ดยาฟองฟู	56
4.3	Standard Gallic Acid	58
4.4	Gallic Acid in Tri-Phala Effervescent Tablet	58
4.5	The UV Absorption Spectrums Of Standard Gallic Acid And Tri-Phala Sample	59
4.6	Calibration Curve Of Standard Gallic Acid.	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตรีผลา เป็นตำรับยาในพิภคและมหาพิภค ประจำฤดูร้อนในสมัชโบริณจะใช้พิภคตรีผลาเพื่อปรับความสมดุลของร่างกาย ซึ่งประกอบด้วยผลแก่ของสมอพิเภก (*Belleric Myrobalan, Terminalia Belerica* Roxb.) ลูกสมอไทย (*Chebulic Myrobalan, Terminalia Chebula* Retz), และมะขามป้อม (Indian gooseberry, *Phyllanthus Emblica, Emblica Officinalis*) สรรพคุณในพิภค ใช้แก้ดีพิการ แก้เสมหะ แก้ลม ในกองธาตุ กองฤดู กองอายุ กองสมุฏฐาน โดยส่วนใหญ่จะใช้ในอัตรา 1 : 1 : 1 ในสมัชโบริณได้แบ่งร่างกายออกเป็น 4 ธาตุ คือ ธาตุดิน ธาตุน้ำ ธาตุลม ธาตุไฟ และยังแบ่งฤดูได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน (คิมหันตฤดู), ฤดูฝน (วสันตฤดู), ฤดูหนาว (เหมันตฤดู) ดังนั้นตรีผลาจึงเป็นตำรับยาที่ใช้รักษาอาการเจ็บป่วยในฤดูร้อนซึ่งเป็นสมุฏฐานเตโช พิกัดต้นตบปักษิ (ไฟอุ่นกาย) หรือธาตุไฟกำเริบอันเกิดจากการผดผกคิของน้ำดี (ปิตตัง) และโลหิตที่อยู่ภายในร่างกาย ความผดผกคิของน้ำดี มักจะมีอาการมักขี้โกรธ มักสะดุ้งเนื่องจากกินอาหารผดผกคิสำแดง ในที่นี้ “น้ำดี” ในความหมายของแพทย์แผนโบริณ หมายถึง ความร้อนที่ช่วยย่อยอาหารย่อยไขมัน และคำว่า “โลหิตคั้ง” ตามความหมายของแพทย์แผนไทย คือ เลือดที่อยู่ในร่างกายมีสีคั้งน้ำคั้งใสได้กล่าวไว้ในคัมภีร์เวชศึกษาโลหิตคั้งในทางอายุรเวทได้อธิบายว่า “เป็นสิ่งที่เลี้ยงชีวิตทำให้ผิวพรรณและร่างกายเป็นสุขและทำให้เกิดมังสะ(เนื้อ)” อธิบายถึงอาการผดผกคิที่เกิดขึ้นถ้ากระทำให้ผดผกคิสำแดงเนื่องจากการกินอาหารผดผกคิมากทำให้คั้ง เพื่อก ให้อ่อน

ตำรับตรีผลาในมหาพิภค จะมีส่วนเพิ่มลดด้วยในแต่ละกองในอัตราส่วน 12 : 8 : 4 ได้ย่อเป็น 3 กอง คือ กองปิตตะ (คิมหันตฤดู) มักเจ็บไข้ด้วยดีและโลหิตใช้ตรีผลาในอัตราส่วน ลูกสมอพิเภก 12 : ลูกสมอไทย 8 : ลูกมะขามป้อม 4 และในกองวาตะ (วสันตฤดู) มักเจ็บไข้ด้วยเสลดใช้ ลูกสมอไทย 12 : ลูกมะขามป้อม 8 : ลูกสมอพิเภก 4 ส่วน กองเสมหะ (เหมันตฤดู) มักเจ็บไข้ด้วยลม ใช้ลูกมะขามป้อม 12 : ลูกสมอพิเภก 8 : ลูกสมอไทย 4 ส่วน สรรพคุณในมหาพิภคจะใช้

น้ำหนักรักษาไม่เท่ากันเพราะจะส่งเคราะห์นำไปแก้ในกองธาตุ กองอตุ กงอายุ กองสมุฏฐาน ที่กำริบ หย่อน พิการและยังมีภาวะของโรคแทรกโรคตาม

การแพทย์แผนไทยมีการใช้ตรีผลาในการลดความอ้วนตามที่ได้กล่าวไว้ในคัมภีร์วโรยสารนอกจากนั้น ตรีผลายังปรากฏการใช้ประกอบเป็นยาแทรกในอีกหลายตำรับในตำรับยาแผนโบราณที่ใช้รักษาอาการเจ็บป่วยและได้กล่าวถึงสรรพคุณของตรีผลาไว้อีกหลายคัมภีร์ด้วยกัน เช่น ในคัมภีร์วโรยสาร มีการใช้ตรีผลาเป็นยาแทรกในหลายตำรับใช้บำรุงไฟธาตุ ยาหมุ่แก้ไข้ทั้งปวง ใช้บำรุงเพื่อให้งดเกิดกำลังและใช้แก้มูตรพิการ คัมภีร์โรคนิทานใช้แก้ธาตุพิการ ยามหาสมิทธิใหญ่ ใช้แก้พิษไข้ทั้งปวง ยาปโตพาทิกุณแก้ไข้เพื่อโลหิตในคัมภีร์หัตถุ ยามหาชุมสนนิบาตแก้ไข้ในวสันตฤดู แก้ธาตุน้ำพิการใช้บำรุงธาตุ ในคัมภีร์ธาตุวิภังค์ใช้แก้มันเหลวพิการ ใช้แก้ดีเสลดร้าย คัมภีร์ธาตุวิภังค์ ใช้แก้จุกขุสุมประชนวให้เห็นสว่าง คัมภีร์มหาโชตรัตใช้เป็นยาขับโลหิต ในคัมภีร์อุทรโรคใช้เป็นยาของสำหรับอยู่ไฟไม่ได้ แก้มูตตกิตมูตตมาตและแก้อุทรโรค คือ มานโลหิต แก้โลหิตตกแก้โลหิตระดูเดินไม่ปกติ คัมภีร์มุขโรคใช้เป็นยาอม แก้คอติบ คอเน่า เสลดพันคอ ในคัมภีร์มัญญสาระวิเชียร กล่าวถึงโรคลม 10 ประการใช้ตรีผลาแก้ลมก่อนและลมเสียดแทง คัมภีร์ธาตุบรรจบยาพรหมภักตร์ที่มีส่วนผสมของตรีผลาใช้ชำระประระเมหะเมือกมัน ขับลมผู้คูถวาร คัมภีร์ธาตุวิภังค์ใช้ตรีผลาในการล้างพิษและใช้ชำระเมือกมันในลำไส้

เห็นได้ว่า ในสมัยโบราณของไทยมีการใช้สมุนไพรจากพืช สัตว์หรือแร่ธาตุ นำมาใช้รักษาอาการเจ็บป่วยซึ่งการรักษาเกิดจากการได้ลองผิดลองถูก ใช้วิธีการสังเกตจนกลายเป็นวิทยาศาสตร์เชิงประจักษ์ขึ้นมา ได้มีการจดบันทึกการวิธีการรักษาอาการต่างๆ ด้วยตัวยาสมุนไพรทั้งเป็นยาเดี่ยวและยาตำรับมากมายในคัมภีร์โบราณ สมุดข่อยและตามเสากำแพงวัด ตำราศิลาจารึกซึ่งได้ปรากฏเป็นหลักฐานไว้ที่วัดเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร (วัดโพธิ์) ยาที่ถูกใช้ในการแพทย์แผนปัจจุบัน ส่วนใหญ่ก็มีวิวัฒนาการมาจากการแพทย์แผนโบราณของแต่ละประเทศที่ถือว่า เป็นภูมิปัญญาของแต่ละท้องถิ่นซึ่งมีอยู่ทั่วโลก โดยนักวิทยาศาสตร์จะย้อนไปศึกษาวิธีการรักษาและการใช้สมุนไพรของหมอแผนโบราณ มาวิเคราะห์หาเหตุผลว่า มีสรรพคุณการรักษาเช่นในตำราและสรรพคุณในตำรับนั้นมีสารเคมีตัวใดที่มีในสมุนไพรในตำรับนั้น เมื่อทราบแน่ชัดแล้วจึงมีการพัฒนาเป็นยาที่ใช้สำหรับรักษาในแผนปัจจุบันเช่นทุกวันนี้

ศตวรรษที่ผ่านมาวิชาเคมีได้เข้ามามีบทบาทในการสำรวจยาจากแหล่งธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งใน ค.ศ. 1815 ซีดเลอร์ (Sey Dier) ได้เรียกความรู้เกี่ยวกับยาที่ได้ธรรมชาติ ได้แก่ สมุนไพร

สารสกัดจากธรรมชาติ ว่า ฟาร์มาค็อกโนซี (Pharmacognosy) ปี คศ.1909 เชิร์ท (Tchirch) ได้ให้คำจำกัดความของเภสัชวินิจัย คือวิชาที่ศึกษาถึงที่มาของตัวยาจากพืชและสัตว์ทุกด้าน (วิณา จิรจรรย์ยากุล, 2534:3) จากงานวิจัยด้านนี้ทำให้มีจุดเด่นของเภสัชวินิจัย คือการสกัดสารสำคัญจากพืชและสัตว์ ปัจจุบันสารสกัดบริสุทธิ์หลายตัวได้กลายเป็นยาที่จำหน่ายและใช้ในวงการแพทย์ ทั้งนี้การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสมุนไพรในสภาพทั้งชิ้นและเป็นผง การเก็บเกี่ยว การเตรียม และการเก็บรักษาตลอดจนประวัติของสมุนไพรเพื่อการค้า วิธีการเหล่านี้ล้วนเป็นความรู้พื้นฐานด้านพฤกษศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาเภสัชวินิจัยซึ่งต้องอาศัย ความก้าวหน้าทางด้านเคมีและฟิสิกส์ เพื่อใช้ในการหาสูตรโครงสร้างของสารสำคัญด้วยวิธีการของชีวสังเคราะห์ สารบริสุทธิ์ที่ใช้เป็นยาโดยตรง หรือเป็นวัตถุดิบ คุณสมบัติทางเภสัชวิทยา พิษวิทยา การนำมาใช้รักษาโรค เพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเพื่อให้มีความปลอดภัยของสมุนไพรจากธรรมชาติในปัจจุบันที่มีอยู่มากมายในรูปอาหารเสริมเพื่อเสริมสุขภาพและยารักษาโรค

ในประเทศไทยเริ่มหันมาสนใจสมุนไพรจากการรักษาของแพทย์พื้นบ้านแผนโบราณ และแพทย์แผนไทยที่ผ่านมา เนื่องจากได้รับกระแสการตื่นตัวในต่างประเทศ ตามนโยบาย Health For All By The Year 2000 ขององค์การอนามัยโลกที่จูงกระแสให้มีการใช้สมุนไพรในการพึ่งพาตนเองในระดับสาธารณสุขรวม ด้วยการนำสมุนไพรมาใช้ในงานสาธารณสุขมูลฐาน จากกระแสการตื่นตัวเรื่องสมุนไพร ผลัดกันหันสุขภาพและภูมิปัญญาดั้งเดิมของการแพทย์ทั่วโลก นับตั้งแต่ยุคสมัยเมโสโปเตเมียและอียิปต์ อีกทั้งในประเทศจีนและอินเดีย ต่างก็มีวิธีการนำสมุนไพรมาใช้เป็นยารักษาโรค ใช้เป็นอาหารบำรุงสุขภาพ และเครื่องสำอาง ทำให้รัฐบาลได้กำหนดแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติตั้งแต่ฉบับที่ 4 จนถึงปัจจุบัน ให้มีการกำหนดแผนพัฒนาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพรจากนั้นกระทรวงสาธารณสุขได้สนองนโยบายส่งเสริมการจัดบริการแพทย์แผนไทยในสถานบริการสาธารณสุขตามหน่วยงานของรัฐบาลทุกระดับและได้ส่งเสริมการใช้ยาจากสมุนไพรในระบบบริการสาธารณสุขให้เพิ่มมากขึ้น ตามประกาศบัญญัติยาจากสมุนไพรครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2542 และได้มีการปรับปรุงคัดเลือกกรายการยาจากสมุนไพร เพื่อบรรจุอยู่ในบัญชียาจากสมุนไพรให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นมุ่งคัดเลือกยาจากสมุนไพรที่มีข้อบ่งชี้ชัดเจนในการแก้ปัญหาสุขภาพของคนไทย โดยมีหลักฐานทางวิชาการสนับสนุนอย่างเพียงพอต่อประสิทธิผลและความปลอดภัยจากการใช้ยาสมุนไพรแต่ละชนิด

การควบคุมมาตรฐานยาสมุนไพร

เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและยาภายใต้ประกาศการรับรองมาตรฐานยาสมุนไพร (Thai Herbal Pharmacopia: THP) รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในสมุนไพร การควบคุมคุณภาพและการหาปริมาณสารสำคัญที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของสมุนไพรในการรักษาโรค และเพื่อความปลอดภัยในการใช้ ดังนั้นสมุนไพรแต่ละชนิดต้องระบุชนิดของสมุนไพรและมีรายละเอียดประกอบข้อมูลทางเภสัชวิทยา ข้อมูลในฉลากบรรจุผลิตภัณฑ์ การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการทดสอบหาสิ่งปนปลอมและสารปนเปื้อนในสมุนไพร

การตรวจสอบเอกลักษณ์ของสมุนไพร การตรวจเกี่ยวกับรายละเอียดของสมุนไพรเพื่อให้เราได้แน่ใจว่าเป็นสมุนไพรตัวเดียวกันที่นำมาทดลอง ใช้วิธีตรวจสอบ 2 วิธี คือ วิธีตรวจสอบทางเคมีที่สังเกตปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างสารสำคัญในยาสมุนไพรกับสารเคมีที่เติมลงไป และการตรวจสอบด้วยวิธีแรงเคลื่อนผิวบาง (Thin Layer Chromatography, TLC) เป็นวิธีที่ใช้การเปรียบเทียบลักษณะทางโครมาโทแกรม (Chromatogram) ของสารสำคัญในสมุนไพร ในการทดสอบหาสารสำคัญหลายชนิดในสมุนไพรที่ใช้เวลาเดียวกัน ปัจจุบันที่นิยมใช้คือ Chromatographic Fingerprints เป็นการทดสอบที่อาศัยเทคนิคการแยกสารที่ผสมกันอยู่ให้แยกออกจากกันเป็นส่วนๆ เรียกว่า Chromatogram ต่อจากนั้นนำผลที่ได้ของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับ Chromatogram ของสารมาตรฐาน (ธีรดา สุขธรรม, 2557:10)

ยาเม็ดฟองฟู

ยาเม็ดฟู่ เป็นยาในรูปแบบของแข็ง (Solid) มีการใช้มากกว่า 200 ปี ยาเม็ดฟู่ทั่วไปจะไม่มีเคลือบ ซึ่งองค์ประกอบหลักประกอบด้วยสารที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น กรดซิตริก (Citric Acid) หรือกรดทาร์ทาริก (Tartaric Acid) และสารกลุ่มคาร์บอเนต (Carbonates) หรือไบคาร์บอเนต (Bicarbonates) ซึ่งเกิดปฏิกิริยาในน้ำอย่างรวดเร็วและมีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ในตำรับยาในรูปแบบฟองฟู (Pharmaceutical Effervescences) ทางเภสัชกรรมโดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีการเตรียมเป็นรูปแบบยาเม็ดฟู่ (Effervescent Tablets) หรืออาจอยู่ในรูปแกรนูลบ้างซึ่งอาจใช้ไม่สะดวกเหมือนในรูปแบบยา (พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์, 2548: 28)

ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหลายชนิดในท้องตลาดกำลังเป็นที่นิยมในหมู่ผู้รักสุขภาพ ซึ่งสามารถซื้อหามารับประทานได้อย่างสะดวกและตรงกับความต้องการ มีทั้งชนิดเม็ดและชนิดน้ำให้เลือกมารับประทาน ซึ่งผลิตภัณฑ์ในรูปแบบยาเม็ดฟองฟูก็เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในรูปของอาหารเสริมที่อยู่ในรูปของวิตามินซีและแคลเซียม หรือพวกวิตามินรวมต่างๆ เพื่อใช้ในการเสริมอาหารและช่วยในการต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย และผลิตภัณฑ์เป็นตำรับที่น่าสนใจอีกตำรับหนึ่งที่จะสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดฟองฟูได้ ผลิตภัณฑ์เป็นรูปแบบของยาน้ำที่ใช้วิธีการดื่มทำให้มีปัญหาด้านการเตรียมยา ปัญหาความคงตัว ปัญหาด้านความไม่สม่ำเสมอในการรับประทานและยังมีความยากในการพกพา การศึกษาพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์มีข้อดีสำหรับผู้ที่ไม่ชอบกลืนยาเม็ดหรือกลืนลำบาก ซึ่งจะส่งผลดีกับเด็กและผู้สูงอายุที่ไม่สามารถกลืนยาเม็ดได้ สะดวกต่อการพกพา รักษาความสม่ำเสมอของขนาดยาในการรับประทาน

การศึกษาได้มุ่งพัฒนาตำรับยาสมุนไพรตรีผลาในรูปแบบเม็ดฟองฟู เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เพื่อช่วยลดการนำเข้าอาหารเสริมจากต่างประเทศที่มีราคาแพง โดยมีการศึกษาก่อนการตั้งตำรับ (Preformulation Study) ได้แก่ การทดสอบหา Angle Of Repose, Bulk Density และ Tepped Density นอกจากนี้ยังทำการประเมินตำรับยาเม็ดฟองฟู โดยพิจารณาตามหลักเกณฑ์ตำรับเพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพตำรับที่เตรียมได้ และการพิสูจน์เอกลักษณ์ ด้วยการวิเคราะห์ทาง HPTLC

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อการพัฒนาตำรับตรีผลาในรูปแบบเม็ดฟองฟู (Effervescent Tablet)
- 2) เพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสาร Gallic Acid ในตำรับตรีผลาด้วยวิธี HPTLC
- 3) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสาร Gallic Acid ในตำรับตรีผลาในรูปแบบเม็ดฟองฟูที่

วิจัยขึ้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

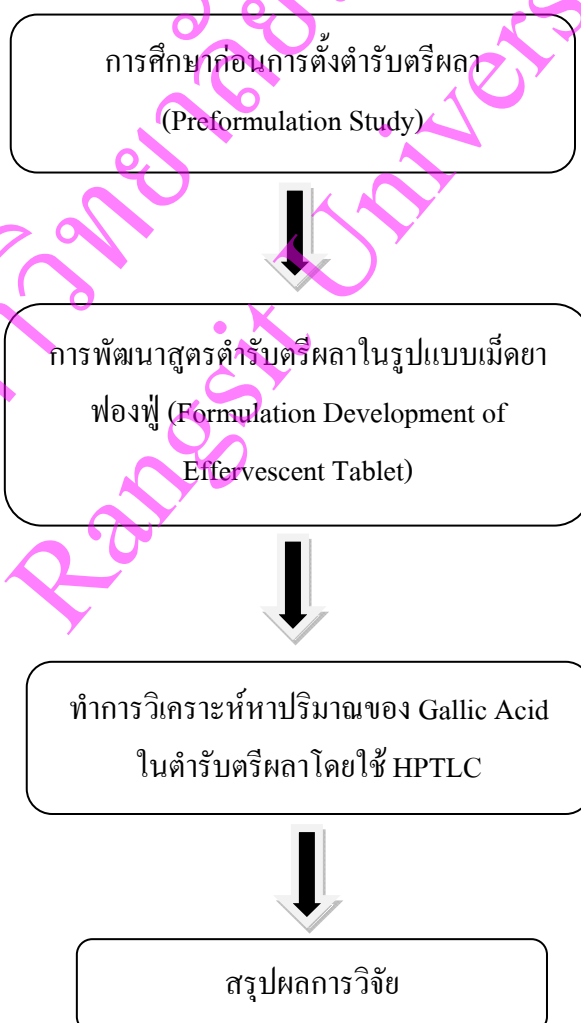
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาตำรับตรีผลาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเม็ดฟองฟูใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในการต้านอนุมูลอิสระและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสาร Gallic Acid และเพื่อตรวจหามาตรฐานของตำรับตรีผลาที่วิจัยขึ้นมาและหาปริมาณสารสำคัญใน

ตำรับตรีผลา โดยการสกัดสารสำคัญด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้วนำมาแยกสารสำคัญโดยวิธี HPTLC

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- 1) ได้ผลิตภัณฑ์ยาเม็ดฟองฟูตรีผลาที่มีความคงตัว
- 2) สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ตรีผลาในรูปแบบเม็ดยาฟองฟูในเชิงพาณิชย์ได้
- 3) สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาต่อในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตำรับสมุนไพรอื่นๆ ให้สะดวกต่อการนำมาใช้

1.5 กรอบแนวความคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวความคิดการวิจัย

1.6 คำนิยามศัพท์

สมุนไพร (Herbs) หมายถึง พืช สัตว์ จุลชีพ ธาตุวัตถุ สารสกัดดั้งเดิมจากพืชหรือสัตว์ ที่ใช้หรือแปรรูปเป็นยา หรืออาหาร เพื่อการตรวจวินิจฉัยบำบัดรักษาหรือป้องกันโรค หรือส่งเสริมสุขภาพร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย พ.ศ. 2542

เอชพีทีแอลซี (HPTLC: High Performace Thin Layer Liquid Chromatography) หรือ รงเคลือบผิวบางสมรรถนะสูง เป็นเทคนิคที่มีการพัฒนาเครื่องมือจาก TLC แตกต่างกันที่เทคนิคของ HPTLC นั้นต้องใช้เครื่องมืออัตโนมัติช่วยทำการวิเคราะห์เพราะต้องมีความแม่นยำในการทำมาก ขนาดของตัวดูดซับที่ถาบบเลตที่มีขนาดเล็กและการฉาบต้องให้บางสม่ำเสมอและสามารถแยกสารผสมหลายชนิดออกจากกัน โดยใช้ระยะทางเพียง 5 เซนติเมตร (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และคณะ, 2551:22-23)

สารเทียบ (Marker) หมายถึง สารที่เป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติอยู่ในตัวยาสสำคัญและทราบโครงสร้างทางเคมี หรือ Chromatographic Pattern ซึ่งสามารถนำมาตรวจเอกลักษณ์และคำนวณหาปริมาณเพื่อช่วยในการควบคุมคุณภาพของตัวยาสสำคัญและผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพรแผนปัจจุบันที่ผลิตจากตัวยาสสำคัญนั้น (บัญชียาหลักแห่งชาติ, <http://www.fda.moph.go.th>, 15 พฤศจิกายน 2556.) ในกรณีไม่มีสารเทียบตรงกับสมุนไพรชนิดนั้นๆ หรือไม่ทราบกลไกในการออกฤทธิ์ที่แน่ชัดอาจใช้การตรวจลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของสมุนไพรหรือยาเตรียมจากสมุนไพรเพื่อใช้คำนวณปริมาณสารที่มีในยาสำเร็จรูปจากสมุนไพร

บทที่ 2

บททวนวรรณกรรม

ตรีผลามีประวัติการใช้ที่ยาวนานที่ใช้การดูแลสุขภาพในอายุรเวท ชาวอินเดียรู้จักใช้ตรีผลาเพื่อเป็นยาระบายรักษาอาการท้องผูก ช่วยทำความสะอาดลำไส้ ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหารและการเผาผลาญอาหาร ช่วยเจริญอาหาร ใช้ในกลุ่มโรคที่มีการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร ลำไส้ใหญ่อักเสบ ช่วยทำให้การหมุนเวียนของเลือดในระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และควบคุมน้ำหนักที่ต่ำกว่าเกณฑ์ สามารถป้องกันและบรรเทาอาการป่วยของโรคได้หลากหลายระบบ นอกจากนี้ยังใช้กับผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง การทำงานของตับไม่ดี และช่วยลดไขมันในเลือด (พร้อมจิต สรลัมพ์, 2551)

ตรีผลาที่มีการวิจัยถึงประสิทธิภาพของพิกัตตรีผลาว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสามารถลด Benzo (a) Pyrene [B(a)P] ซึ่งก่อให้เกิด Forestomach Papillomagenesis ในหนูทดลอง ตรีผลาในการทดลองระยะสั้นนี้ขนาดที่ใช้ในปริมาณ 2.5% และ 5% ทั้งสองระดับสามารถลดการเกิดเนื้องอกได้ถึง 77.77% ส่วนการทดลองระยะยาวสามารถลดอัตราการเกิดเนื้องอกได้ 66.66% และ 62.50% ตามลำดับ จากการทดลองในเนื้องอกกลุ่ม B(a)P ที่มีขนาด 7.27 ± 1.16 ซึ่งลดลงถึง 3.00 ± 0.82 ($p < 0.005$) โดยใช้ตรีผลาปริมาณ 2.5% และลดลงถึง 2.33 ± 1.03 ($p < 0.001$) โดยใช้ตรีผลาในปริมาณ 5% ทั้งนี้ในตำรับตรีผลายังสามารถช่วยในการลดอนุมูลอิสระดีกว่าสมุนไพรเดี่ยวทั้งสามชนิด

นำสารสกัดตรีผลาคัด้วยน้ำทดสอบกับเซลล์เนื้องอกในหนูทดลอง Transplantable Mouse Thymic Lymphoma (Barcl-95) ที่ปลูกถ่ายเซลล์มะเร็งเนื้องอกและทดสอบกับเซลล์มะเร็งเต้านม (Human Breast Cancer Cell Line MCF-7) โดยทำการป้อนตรีผลาทุกวัน พบว่า มีการลดลงของเซลล์มะเร็งทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ตรีผลายังมีประสิทธิภาพในการทำลายเซลล์ต้นกำเนิดของมนุษย์ เช่น MCF-10 F และเซลล์ต้นกำเนิดตับและม้ามในหนูทดลอง

มีการศึกษาในหลอดทดลอง ที่ระบุฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำดำรับตรีผลา มาเทียบกับสมุนไพรเดี่ยวทั้งสามชนิด มีปริมาณ 25-200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ร้อยละของการยับยั้ง (Percentage Inhibition) 30%-83% ของมะขามป้อม, สมอไทยเท่ากับ 21%-71%, สมอพิเภกเท่ากับ 8%-58% และในดำรับตรีผลาเท่ากับ 17%-63% พบว่าสามารถลดการถูกทำลายของ Microsomal Lipid และ Plasmid pBR322 DNA ในการทดลองมีการวิเคราะห์ถึงมาตรฐานของตรีผลาในปริมาณ 1 กรัม พบว่า มี Gallic Acid เท่ากับ 75 ± 5 มิลลิกรัม (พร้อมจิต ศรีลัมพ์, 2551)

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของตรีผลา พบว่า ตรีผลาสามารถลดอนุมูลอิสระที่เกิดจากภาวะความเครียดในสภาวะที่แตกต่างกันโดยการทดสอบความเครียดในภาวะขาดออกซิเจน พบว่าเมื่อป้อนตรีผลาในปริมาณ 400 mg/kg, p.o. ในช่วงเวลา 39.11 ± 1.05 สามารถลดภาวะความเครียดจากการขาดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ $p < 0.001$ (Shivaprasad, H.N., et al., 2008)

2.1 อนุมูลอิสระ (Free Radical)

อนุมูลอิสระ (Free Radicals) เป็นกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ออกซิเดชัน ที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ที่เกิดจากโมเลกุลของออกซิเจนทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นๆ การเกิดอนุมูลอิสระภายนอกในร่างกายสามารถพบเห็นได้ในสิ่งปลูกสร้างที่มีการเสื่อมสลายของวัตถุลง เช่น การเกิดสนิมของเหล็ก การปลูกผลไม้บางชนิดที่เห็นการเปลี่ยนสีจากเดิมเป็นสีน้ำตาลเมื่อปลูกทิ้งไว้เป็นเวลานาน การที่น้ำมันมีกลิ่นเหม็นหืน สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากการทำปฏิกิริยาของออกซิเจน สำหรับการเกิดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย ที่แสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตล้วนแล้วแต่อาศัยออกซิเจนในการดำรงชีวิต เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการเมแทบอลิซึมที่ส่งผลกระทบต่อโมเลกุลปกติของออกซิเจน

ในโมเลกุลปกติของออกซิเจน ที่มีอิเล็กตรอนเกาะกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้เกิดความเสถียรแต่ถ้าเมื่อใดที่โมเลกุลของออกซิเจนมีอิเล็กตรอนที่ขาดคู่มันจะดึงอิเล็กตรอนของสารอื่นจากเซลล์อื่นที่อยู่ใกล้เคียงให้มาเข้าคู่เพื่อทำให้เกิดความเสถียรซึ่งโมเลกุลอิเล็กตรอนอะตอมที่อยู่บริเวณข้างเคียงขาดคู่จึงกลายเป็นอนุมูลอิสระชนิดใหม่ขึ้น เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่อย่างต่อเนื่องทำให้อนุมูลอิสระมีอายุสั้น อนุมูลอิสระที่ไม่เสถียรและว่องไวเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะบาดเจ็บของสารชีวโมเลกุลต่างๆ ของไขมัน ดีเอ็นเอ และ โปรตีนที่เป็น โครงสร้างของเซลล์ในร่างกายเกิดความผิดปกติต่อ

โครงสร้าง ดีเอ็นเอ เกิดการเปลี่ยนแปลงรหัสทางพันธุกรรมทำให้เสียหายที่เดิมเป็นสาเหตุการนำไปสู่การเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ดังรูปที่ 2.1 (Halliwell B., 2009:1)

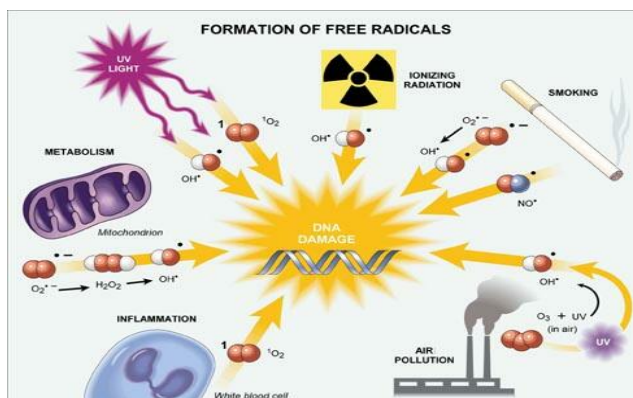


รูปที่ 2.1 เซลล์ที่ถูกทำลายด้วยอนุมูลอิสระ

ที่มา : รัชณี คงกาญจนาและอื่นๆ, <http://www.rakbankerd.com>, 13 มีนาคม 2557.

แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระส่งผลกระทบต่อร่างกาย

แหล่งการเกิดอนุมูลอิสระเกิดจากกระบวนการภายในร่างกาย เช่น กระบวนการหายใจที่รับเอามลภาวะที่เป็นพิษจากสภาวะแวดล้อมภายนอกทำให้เกิดออกซิเจนที่มีประจุลบ กระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) ขึ้นการเผาผลาญไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต การอักเสบเกิดจากโรคเรื้อรังต่างๆ และการขนส่งอิเล็กตรอนภายในเซลล์ ส่วนกระบวนการภายนอกในร่างกาย เช่น การได้รับยาบางชนิด การออกกำลังกายที่หนักเกินไป กระบวนการประกอบอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง เช่น อาหารปิ้งย่างจนเกรียมส่งผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดแข็งตัว เนื่องจากผนังหลอดเลือดถูกทำลาย การสัมผัสกับรังสีเอกซ์, แสงและรังสียูวี, โอโซน, การสูบบุหรี่มลพิษทางอากาศและสารเคมีอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 อนุมูลอิสระจากแหล่งต่างๆ ทำให้ DNA ถูกทำลาย

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์, <http://www.foodnetworksolution.com>,

13 มีนาคม 2557.

อนุมูลอิสระส่งผลกระทบต่อเซลล์ในร่างกายที่เกิดขึ้นจากแหล่งภายในและแหล่งภายนอกในร่างกายส่งผลให้ร่างกายสะสมอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นผลคือทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและนำไปสู่การเกิดภาวะความเครียด มีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อและอวัยวะอันเป็นสาเหตุของความชราและโรคแห่งความเสื่อมต่างๆ โรคความดันโลหิต โรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Disease) โรคต่อกระจาก โรคเบาหวาน (Diabetes) โรคมะเร็ง (Cancer) แหล่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในที่ร่างกายสร้างขึ้น ได้แก่ Superoxide เป็นกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ไมโทคอนเดรีย เป็นอนุมูลอิสระกลุ่มออกซิเจนชนิดแรก มีฤทธิ์ทำลายโดยตัวมันเอง สามารถเปลี่ยนแปลงตัวเองเป็นอนุมูลอิสระกลุ่มออกซิเจนลำดับต่อไป เช่น ไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide), ไฮดร็อกซิล (Hydroxyl Radical)

แต่ถ้าเราได้รับสารต้านอนุมูลอิสระเพียงพอ สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าไปป้องกันและทำลายอนุมูลอิสระโดยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระและนำไปทิ้งนอกเซลล์ ทำให้เซลล์ไม่ถูกทำลาย ลดการเกิดปฏิกิริยา อนุมูลอิสระเริ่มต้น หรือไม่ก่อกวนยังการเกิดปฏิกิริยาถูกโซลคลงดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันจากอนุมูลอิสระและสิ่งที่ร่างกายสร้างขึ้นมาเพื่อปกป้องตนเองเรียกว่า สารต้านอนุมูลอิสระ (Anti Oxidants) สารอาหารต้านอนุมูลอิสระที่พบตามธรรมชาติที่หลากหลายในอาหาร ผักและผลไม้ จำพวก Bioflavonoids เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระต่างๆ รวมไปถึงวิตามิน A, B, C, E และยังมีแร่ธาตุจำพวก ซีลีเนียมทองแดง สังกะสี (Lamina, et al., 2013)

กลไกในการกำจัดอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้น เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระในร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งภายในที่ร่างกายได้สร้างขึ้น เช่น คาตาเลส (Catalase : CAT) ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส (Superoxide Dismutase: SOD) และกลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (Glutathione Peroxidase :GPX) กลูตาไธโอน (Glutathione) กรดยูริก (Uric Acid) (Gulcin Sagdicoglu Celep, Francesco Morotta, 2014) สารเหล่านี้สามารถป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเซลล์ ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ลดภาวะความเครียด

จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยในระยะเวลากว่า 20 ปี มาแล้วมีอัตราการเกิดโรคมะเร็งเพิ่มสูงขึ้นทุกปี เป็นที่น่าสนใจที่ผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษาสถิติการเพิ่มขึ้นของการเกิดโรคมะเร็งและการรักษาด้วยการใช้สมุนไพรร่วมกับการรักษาทางการแพทย์แผนปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ เซลล์มะเร็งปอด มะเร็งตับ มะเร็งปากมดลูก มะเร็งเต้านม มะเร็งรังไข่ มะเร็งลำไส้ใหญ่ และดำรับตรีผลาในอัตรา 1:1:1 และ 1:2:3 มีฤทธิ์ด้านการอักเสบในแบบจำลอง EPP-Induced Ear Edema และ Carrageenin-Induced Hind Paw Edema และมีฤทธิ์ระงับปวดในแบบจำลอง Formalin Test โดยผลในการต้านอักเสบดังกล่าวน่าจะเป็นผลจากการยับยั้งเอนไซม์ Cyclooxygenase ซึ่งมีการรายงานเอนไซม์ดังกล่าวว่าเป็นสาเหตุสำคัญในกระบวนการเกิดมะเร็ง โดยพิกัดตรีผลาทั้งสองสามารถยับยั้งการลุกลามของเซลล์มะเร็งเต้านม MDA-MB-231 ได้ (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และคณะ, 2552)

2.2 โรคมะเร็ง (Cancer)

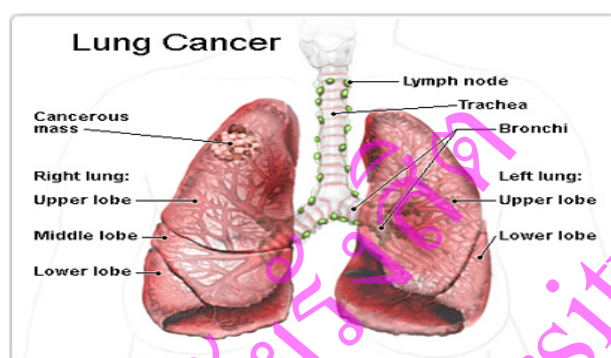
ในประเทศไทยโรคมะเร็งยังเป็นปัญหาสำคัญของสาธารณสุขที่มีสาเหตุการตายอันดับที่สามารถรองจากอุบัติเหตุและโรคหัวใจ สามารถเกิดขึ้นกับทุกเพศทุกวัยโดยทั่วไปสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งอาจเกิดมาจากการดำเนินวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อน การได้รับสารก่อมะเร็งจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม การได้รับเชื้อไวรัส แบคทีเรีย แสงรังสี และสารเคมี โรคมะเร็ง (Malignant Tumor Or Cancer) เป็นเนื้องอกชนิดร้ายที่เกิดความผิดปกติทำให้มีการเปลี่ยนแปลงก้อนเนื้อโตขึ้นเรื่อยๆ การแบ่งตัวเพิ่มขึ้นจำนวนมากจนกลายเป็นก้อนเนื้อ เป็นผลให้เกิดกระบวนการก่อเกิดมะเร็ง (Carcinogenesis) ที่ได้รับการกระตุ้น (Promotion) จากสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกร่างกาย ทำให้เกิดการพัฒนา (Progression) ซึ่งจะก่อตัวขึ้นมาเป็นเซลล์ผิดปกติ

สารเคมีและรังสีมีผลกระทบกระตุ้นออกซิเจนส่งผลให้ผลิตอนุมูลอิสระโดยเฉพาะสารประกอบ อะโรมาติกมีโอกาสดักทำให้เกิดโรคมะเร็งได้สูง นักวิจัย Bruce Ames แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (เบิร์กลีย์) พบว่า ดีเอ็นเอในทุกเซลล์ของร่างกายมนุษย์ถูกโจมตีประมาณ 10,000 ครั้งในแต่ละวัน แต่ร่างกายมีกลไกในการป้องกันตัวเองจากการเกิดโรคมะเร็ง โดยมีเอนไซม์เกี่ยวข้องกับกลไกการซ่อมแซมดีเอ็นเอ อย่างน้อย 50 เอนไซม์และธรรมชาติของดีเอ็นเอ เป็น 2 สายที่มีเบสคู่สมกัน (Complementary Base Pairing) การที่ดีเอ็นเอสายหนึ่งมีเบสนิวคลีโอไทด์ผิดปกติไปในการซ่อมแซมเซลล์ที่ผิดปกติ เซลล์จะอาศัยดีเอ็นเออีกสายเพื่อเป็นแม่แบบ (Template) ในการซ่อมแซมตัวเอง (รัตนา บรรเจิดพงศ์ชัย, 2548:104)

กระบวนการเริ่มการก่อเกิดมะเร็งนั้นอาศัยการเปลี่ยนแปลงบนโครงสร้างของดีเอ็นเอ เช่น การดัดแปลงหมู่เบสทำให้เกิดความผิดพลาดบนสายพันธุกรรม คือ การได้รับสารเคมีที่มีความสามารถในการก่อกลายพันธุ์ (Mutagen) ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่เบสบนสายดีเอ็นเอ ส่วนสาเหตุสำคัญที่มาจากภายในร่างกายได้แก่กระบวนการอักเสบ (Inflammation) ซึ่งเป็นกระบวนการตอบสนองต่อการเกิดพยาธิสภาพ เช่น การบาดเจ็บ การติดเชื้อ และอื่นๆ ซึ่งผลที่ตามมาจากกระบวนการนี้คือการสร้างสารอนุมูลอิสระ (Free Radicals) ที่สามารถทำลายชีวโมเลกุลต่างๆ รวมทั้งดีเอ็นเอได้ ดังนั้นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นบนสายดีเอ็นเอ จึงเป็นสัญญาณเริ่มต้นในกระบวนการก่อเกิดมะเร็งในระยะแรก หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นมากเกินไปก็อาจจะทำให้เซลล์ไม่สามารถที่จะซ่อมแซมได้ ผลที่จะเกิดขึ้นตามมาคือเกิดความผิดพลาดในการแสดงออกของข้อมูลทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของเซลล์มะเร็ง (สิริรัฐ จตุรรัฐนาภรณ์, 2552) จากการรายงานอุบัติการณ์ของโรคมะเร็งในประเทศไทยในปัจจุบันพบว่า มะเร็งตับและท่อน้ำดีเป็นมะเร็งที่พบได้เป็นอันดับแรกๆ ของประเทศทั้งในเพศชายและหญิงรองลงมาคือ มะเร็งปอดในเพศชายและมะเร็งปากมดลูกในเพศหญิง โรคมะเร็งที่พบบ่อย 6 อันดับแรกของโลก คือ มะเร็งปอด มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งตับและมะเร็งปากมดลูก สำหรับในประเทศไทยได้มีอัตราการเกิดมะเร็งรังไข่เพิ่มขึ้นเป็นอันดับที่ 6 รองมาจากมะเร็งลำไส้และมะเร็งปอด อาจเนื่องมาจากวิถีการดำเนินชีวิตล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุจากสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน ประชาชนมีการเกิดโรคติดเชื้อต่างกัน การได้รับแสงและรังสี สารเคมี พฤติกรรมการบริโภคอาหาร คุณสมบัติทางพันธุกรรม สำหรับโรคมะเร็งที่พบบ่อยในประเทศไทยมีดังนี้

2.2.1 มะเร็งปอด (Lung Cancer) พบเป็นอันดับแรกๆ ของโลก ในประเทศไทยพบเป็นอันดับรองมาจากมะเร็งตับ มะเร็งปอดในผู้ป่วย ที่ตรวจพบเป็นก้อนเดี่ยวในปอด จากการซัก

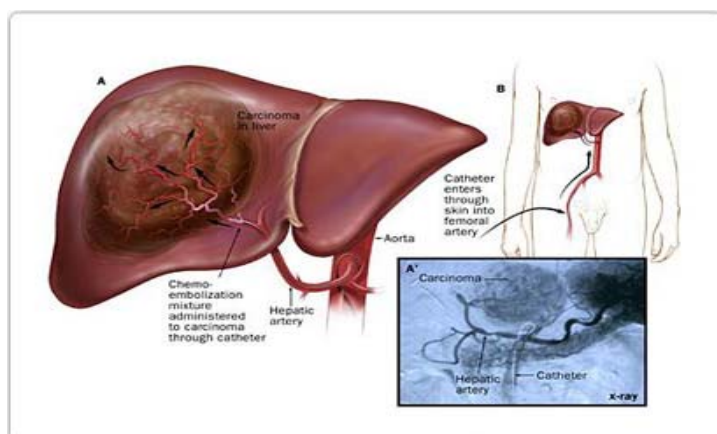
ประวัติของผู้ป่วยมีเพื่อประเมินหาปัจจัยเสี่ยงที่เพิ่มความเสี่ยงจะเป็นในการเกิดมะเร็ง อุบัติการณ์ของการเกิดโรคมะเร็งปอดและการตายมีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุมาจากการสูบบุหรี่ที่มีอัตราเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดเพิ่มขึ้น 10 เท่าในผู้ที่ได้รับสารแอสเบสตอสและการได้รับสารแร่ใยหิน (Asbestos) อาการของมะเร็งปอดในการสังเกตเบื้องต้นอาจแสดงอาการ เจ็บหน้าอก อาการหอบ มีอาการไอเรื้อรังและไอเป็นเลือดหรือเสมหะมีเลือด



รูปที่ 2.3 มะเร็งปอด

ที่มา: วรวิทย์ เจริญศิริ, www.bangkokhealth.com, 12 มีนาคม 2557

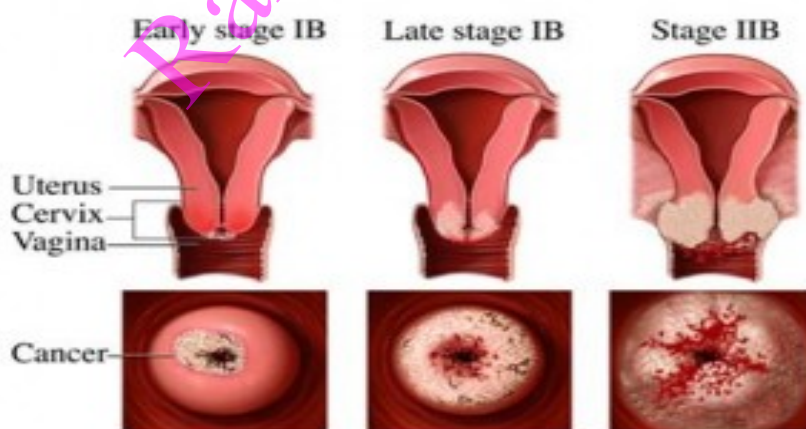
2.2.2 มะเร็งตับ (Hepatocellular Carcinoma, HCC) พบเป็นอันดับที่ห้าของโลก Hepatitis B Virus (HBV) และ Aflatoxin B₁ (AFB₁) เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการทำให้เกิดมะเร็งของเซลล์ตับ ในประเทศไทยจะพบว่า Hepatitis B Virus (HBV) เป็นสาเหตุการเกิดโรคมะเร็งตับ มะเร็งตับจัดเป็นก้อนเนื้อออกในตับ มักพบในผู้ป่วยวัยกลางคนขึ้นไปและส่วนใหญ่จะพบในชายมากกว่าหญิงในอัตราส่วน 2.5 ต่อ 1 พบในผู้ป่วยตับแข็งจากโรคพิษสุราเรื้อรังหรือโรคไวรัสตับอักเสบบีหรือซี (โรงพยาบาลมะเร็งสมัยใหม่กว่างโจว. <http://www.moderncancerthai.com>, 12 มีนาคม 2557) อาการและการตรวจพบทางคลินิก ผู้ป่วยมักมาด้วยอาการปวดท้อง, ท้องโตขึ้น, เหลือง, คลำได้ก้อนบริเวณตับ หรือมีน้ำในช่องท้อง บางรายอาจมาโรงพยาบาลเมื่อมีการแตกของก้อนมะเร็งตับ ซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการปวดท้องมากร่วมกับมีความดันโลหิตตก (Hypovolemic Shock) หรือในบางรายอาจมีอาการของการแพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น เช่น อาการปวดกระดูก



รูปที่ 2.4 มะเร็งตับ

ที่มา: โรงพยาบาลมะเร็งสมัยใหม่กว่างโจว, <http://www.moderncancerthai.com>, 12 มีนาคม 2557

2.2.3 มะเร็งปากมดลูก (Cervical Cancer) พบเป็นอันดับที่สองของโลก เป็นมะเร็งที่พบได้มากเป็นอันดับที่ 1 ของหญิงไทยรองจากมะเร็งเต้านม ปัจจัยเสี่ยงอาจเกิดจากการติดเชื้อไวรัสที่เป็นสาเหตุสูงถึง 90% เช่น อาจเกิดจาก Virus HPV Types 16 และ 18 เป็นเชื้อโรคที่ทำให้เกิดหูดหงอนไก่ หรือการมีเพศสัมพันธ์เมื่ออายุน้อย มีเพศสัมพันธ์หลายคน และมีประวัติโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ผู้ป่วยมักมาพบแพทย์ด้วยอาการมีเลือดออกทางช่องคลอด ในกรณีที่มีอาการผิดปกติเกิดขึ้น เช่น การขับถ่ายที่ผิดปกติและมีอาการปวดท้องร่วมอาการเหล่านี้เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อมะเร็ง โรคมะเร็งปากมดลูก จะการเกิดเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเยื่อปากมดลูกที่บริเวณ Squamocolumnar Junction จะเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงที่พบได้บ่อย



รูปที่ 2.5 มะเร็งปากมดลูก

ที่มา: มงคล เบญจาทิบาล, <http://www.healthkonthai.com>, 20 มีนาคม 2557

2.2.4. มะเร็งเต้านม (Breast Carcinoma) พบมากเป็นอันดับที่สามของโลก ในประเทศไทยมะเร็งเต้านมพบบ่อยเป็นอันดับที่สี่ จากสถิติสถานวิทยามะเร็งศิริราชในปี พ.ศ.2549 พบผู้ป่วยมะเร็งใหม่ 6,377 ราย เป็นในหญิง 3,429 ราย ชาย 2,948 ราย เป็นมะเร็งเต้านม 843 ราย (ชาย 2 ราย) ซึ่งมากเป็นอันดับหนึ่ง คือร้อยละ 24.53 ของผู้ป่วยมะเร็งในหญิงทั้งหมดใน ร.พ.ศิริราช และเป็นร้อยละ 13.22 ของผู้ป่วยมะเร็งทั้งหมด มีอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นทุกปี (สกุต ไชยวงศ์, <http://lampangcancerhospital.blogspot.com>, 20 มีนาคม 2557)



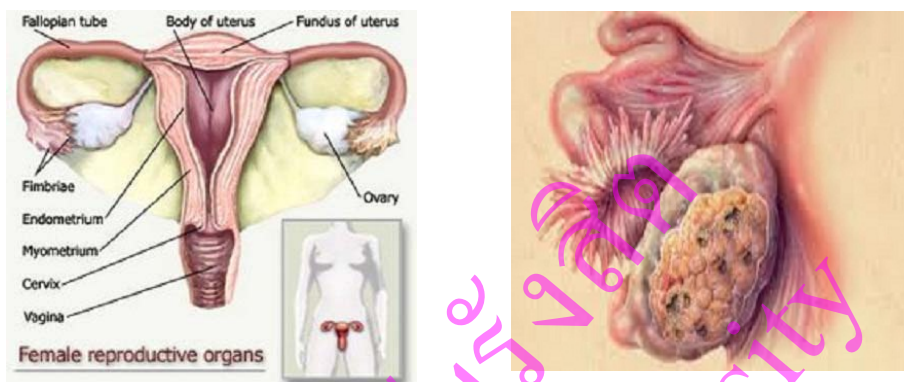
รูปที่ 2.6 มะเร็งเต้านม

ที่มา: สกุต ไชยวงศ์, <http://lampangcancerhospital.blogspot.com>, 20 มีนาคม 2557

อาการในระยะแรกของโรคมะเร็งเต้านม ได้แก่ ก้อนเนื้อที่เต้านม เมื่อกดเต้านมจะพบได้ว่า มีก้อนเนื้อก้อนเดียว ไม่สม่ำเสมอ เป็นก้อนเนื้อที่มีลักษณะแข็งเคลื่อนที่ได้ มีอาการเจ็บปวดเต้านม เต้านมสองข้างมีลักษณะผิดปกติไม่เท่ากัน มีน้ำไหลออกมาจากหัวนมมีลักษณะเป็นสีขาว อาจเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน สีเลือด หรือลักษณะเหมือนน้ำหนอง ต่อมน้ำเหลืองโตบริเวณรักแร้ บวม หัวนมเปลี่ยนไปมีลักษณะเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งบุ๋มลงไปหรือหดตัว ปัจจัยเสี่ยงของมะเร็งเต้านม มักพบในผู้ป่วยที่มีอายุ 40 ปี เคยเป็นมะเร็งเต้านมมาแล้ว มีประวัติครอบครัวที่เคยเป็นมะเร็ง อาจมีก้อนเนื้ออกชนิด Benign Atypical Hyperplasia

2.2.5 มะเร็งรังไข่ (Ovarian Carcinoma) ในประเทศไทยพบเป็นอันดับ 6 รองมาจากมะเร็งลำไส้และมะเร็งปอด สังเกตได้ยากกว่ามะเร็งชนิดอื่น อาการมะเร็งรังไข่เนื้อร้ายของรังไข่โตขึ้นได้อย่างรวดเร็วตามง่าย เนื่องจากระยะแรกไม่มีอาการแสดงออกอย่างชัดเจน บ้างครั้งอาจถูกพบในการตรวจได้ทั้งสองโรคในผู้หญิง คือค้นพบตอนที่เนื้องอกโตถึงช่องเชิงกรานและสามารถสัมผัส

ทางช่องท้องหรือค้นพบเมื่อมีอาการข้างเคียงเกิดขึ้น แต่ต่างก็ถึงระยะหลังๆ แล้ว อาการข้างเคียงของมะเร็งรังไข่มีความแตกต่างเพราะขนาด และเวลาการเกิดเนื้องอก มะเร็งรังไข่เป็นหนึ่งในมะเร็งที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิตของผู้หญิง เนื่องจากมักจะตรวจพบเมื่อระยะที่โรคเป็นมากแล้วมักจะพบอยู่ในช่วงอายุ 45-60 ปี (กอบกุล เมืองสมบุญ, 2552)

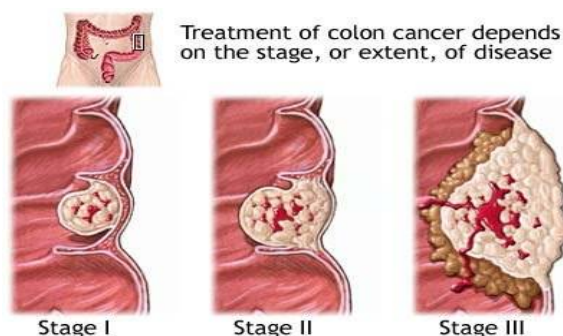


รูปที่ 2.7 มะเร็งรังไข่

ที่มา: แสงสุริยา บัณฑิต, <http://www.thaiherbcancer.com>, 20 มีนาคม 2557

อาการมะเร็งรังไข่ สังเกตได้จากท้องข้างใดข้างหนึ่งมีอาการปวดเล็กน้อย ลักษณะท้องจะพองโต หากเนื้องอก มีอาการถ่ายบ่อย ถ่ายยาก และถ่ายไม่ออก เนื้องอกรังไข่มักจะไม่ได้เกิดอาการปวดเจ็บ หากมีเนื้องอกลาม ติดเชื้อเมื่อใดจึงมีอาการปวดท้องและแฉะ มีอาการประจำเดือนผิดปกติ เนื่องด้วยมะเร็งได้เข้าไปทำลายเนื้อเยื่อทั้งสองข้าง

2.2.6 มะเร็งลำไส้ (Colorectal Carcinoma) ปัจจุบันคนไทยเริ่มมีพฤติกรรมการใช้ชีวิตและบริโภคอาหารแบบชาวตะวันตก ทำให้พบจำนวนผู้ป่วยโรคนี้นี้เพิ่มมากขึ้นโดยพบเป็นอันดับ 3 ในเพศชายรองจากมะเร็งตับและมะเร็งปอด พบเป็นอันดับ 5 ในเพศหญิงรองจากมะเร็งปากมดลูก มะเร็งเต้านม มะเร็งตับมะเร็งปอด สาเหตุอาจเกิดจากการติดเชื้อ Schistosoma Sinensis เป็น Ulcerative Colitis และทางพันธุกรรมที่ผิดปกติ เช่น APC Genes และ HNPCC-Related DNA Mismatch-Repair Gene จะเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งชนิดนี้



รูปที่ 2.8 มะเร็งลำไส้

ที่มา: แสงสุริยา บัณฑิต, <http://www.thaiherbcancer.com>, 20 มีนาคม 2557

สามารถพบผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่กับผู้มีน้ำหนักตัวมากเกินไป ผู้สูงอายุที่มีอายุ 50 ขึ้นไป มีประวัติเคยเป็นโรคมะเร็งมาก่อน เคยมีประวัติลำไส้ใหญ่อักเสบ Ulcerative Colitis หรือ Crohn's Disease มีพฤติกรรมในการบริโภคอาหารที่ปรุงแต่งรส ชอบอาหารประเภทแป้ง ย่าง อาหารหวานมันเค็มและอาหารรสจัด สูบบุหรี่หรือดื่มสุรา

2.3 ข้อมูลตรีผลา

ตรีผลา หรือ Tri-Phala เป็นตำรับยาสมุนไพรไทย มี 2 พืช คือ “พิกัดตรี” ที่มีปริมาณการใช้เท่ากัน คือ 1:1:1 และอีกพืชหนึ่งเป็น “มหาพิกัด” จะมีส่วนเพิ่มลดของตัวยาไม่เท่ากันจะใช้อัตราส่วนคือ 12:8:4 ซึ่งทางการแพทย์แผนไทยโบราณใช้แก้ปิตตะวตะ เสมหะในกองธาตุ กองอวัยวะ กองสมุฏฐาน ตามธาตุหนักเบา นอกจากนี้ ตรีผลาจัดอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ ตามประกาศคณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ ฉบับที่ 4 พ.ศ.2554 ใช้ในกลุ่มอาการของระบบทางเดินหายใจ ใช้บรรเทาอาการไอ ขับเสมหะ ประกอบด้วยผลไม้ 3 อย่างดังนี้

2.3.1 ลูกสมอไทย



รูปที่ 2.9 สมอไทย

ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช, 17 มีนาคม 2557.

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Terminalia Chebula</i> Retz, Chebulic Myrobalan
ชื่อวงศ์	Combretaceae
ชื่อภาษาอังกฤษ	Chebulic Myrabolans, Myrobolan Wood
ชื่อท้องถิ่น	สมอไทย, ม่าแน่ สมออัพยา หมากแน๊ะ

1) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะพืช เป็นไม้ยืนต้น ผลัดใบ ขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 35 เมตร ลำต้นเมื่อโตเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวได้ถึง 130 ซม. เปลือกลำต้นสีเทาอมดำเข้มถึงสีน้ำตาลดำเมื่อแก่มีรอยแตกค่อนข้างขรุขระและเป็นร่องลึกตามยาว เปลือกชั้นในมีน้ำยางสีแดง กิ่งอ่อนมีขนละเอียดสีน้ำตาลแดงปกคลุม เมื่อแก่ผิวเกลี้ยง

ใบ ใบเดี่ยวออกก่อนไปทางตรงกันข้ามสลับตั้งฉากเวียนรอบต้นหรือกึ่งก้านใบ ยาว 1-3 ซม. มีต่อมเล็กๆ 1 คู่หรือมากกว่าอยู่บนปลายก้านใกล้บริเวณโคนใบ แผ่นใบเป็นรูปไข่หรือรูปไข่แกมขอบขนานถึงรูปรีแกมรูปไข่ ขนาดกว้าง 6-13 ซม. ยาว 8-28 ซม. ปลายใบมนเล็กน้อยหรือแหลมหรือเรียวแหลม ขอบใบเรียบ โคนใบสอบแคบเล็กน้อยหรือโค้งป้านหรือโค้งมน ขอบใบเรียบ เนื้อใบหนา หยิบคล้ายหนัง ผิวใบอ่อน มีขนละเอียดสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น เมื่อแก่ผิวใบด้านบนเกลี้ยง ด้านล่างมีขนเฉพาะบริเวณเส้นใบ สีผิวใบเขียวเข้ม เส้นใบข้าง 7-18 คู่ โคนเส้นแต่ละคู่อยู่ชิดกันหรือห่างกัน

ดอก ออกเป็นช่อจากง่ามใบหรือบริเวณยอดลำต้นหรือปลายกิ่ง มักแยกแขนง เป็น 3-7 ช่อ และมักออกพร้อมๆ กับยอดอ่อน ช่อดอกยาว 3-7 ซม. ดอกย่อยสมบูรณ์เพศเรียงตัว ติดกันค่อนข้างหนาแน่น กลีบเลี้ยงช่วงโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาวประมาณ 3 มม. ช่วงปลายบาน ออกคล้ายพานหรือจาน ปลายแยกเป็นแฉกสามเหลี่ยมปลายแหลม 5 แฉก ลักษณะตั้งขึ้น เมื่อดอก บาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 มม. ผิวปกคลุมด้วยขนละเอียดหนาแน่น ไม่มีกลีบดอก เกสรตัวผู้ 10 อัน ก้านยาว 3-4 มม. รางไข่อยู่ต่ำกว่าฐานวงกลีบรวม ผิวเกลี้ยง ภายในมี 2 ช่อง ก้านเกสรยาว 2.5-3.0 มม. หมอรองดอกมีพูและขนละเอียดปกคลุมหนาแน่น

ผล เป็นแบบผลสด มีเนื้อภายใน มีเมล็ดเดี่ยว รูปไข่หรือค่อนข้างกลมหรือรูปไข่ กว้างขนาดกว้าง 1.5-2.5 ซม. ยาว 2.5-4.0 ซม. มีร่องตามยาว 5 ร่อง เห็นได้ชัดเจนถึงเส้นราง ผิว เมื่อยัง อ่อนสีเขียว เมื่อแก่สีเขียวเหลือง และเมื่อสุกสีส้มถึงสีน้ำตาลอมแดงเข้มถึงสีดำ เมล็ดรูปไข่รี ขนาดกว้าง 5-7 มม. ยาว 15-20 มม. ผิวขรุขระและขรุขระ

รส รสฝาดติดเปรี้ยว

2) การขยายพันธุ์ สมอไทย ในธรรมชาติ ขยายพันธุ์โดยเมล็ด

3) ถิ่นที่พบ พบได้ในป่าเบญจพรรณถึงป่าดิบแล้ง เหนือระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร ในต่างประเทศมีการนำเข้าไปปลูกในมาเลเซีย มีในธรรมชาติในประเทศในภูมิภาคอินโดจีน จีนตอนใต้ ศรีลังกา อินเดีย เนปาล พม่า

4) การใช้ประโยชน์ทางยาของชาวบ้าน การใช้เป็นยาพื้นบ้านในหลายประเทศ โดยใช้ผลเป็นยาระบายอ่อน ๆ แก้ท้องเสีย บำรุงธาตุ โดยมากใช้ร่วมกับมะขามป้อม (*Phyllanthus Emblica*) และสมอพิเภก (*Terminalia Bellirica*) เนื้อผลกินเป็นยาระบายแก้ท้องผูก แก้ท้องร่วง เรื้อรัง แก้โรคเกี่ยวกับน้ำดี ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้บิด แก้อาเจียน แก่สะอึก แก้หืดไอ แก้โรคท้องมาน และแก้ตับ ม้ามโต ผลแก่ บดเป็นผงโรยแผลแก้แผลเรื้อรังเป็นยาด้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราต่างๆ กินหรือดื่มน้ำดื่มเป็นยาบำรุงร่างกาย บำรุงธาตุ คุมธาตุ แก้พิษร้อนใน แก้ไอเจ็บคอ แก้เสมหะเป็น พิษ แก้ไข้เนื้อเสมหะ แก้ลมป่วง แก้ดีพ่วง แก้อาเจียน แก่นอนสะดุ้งผวา แก้โลหิตในอุทร เป็นยาล้าง อูจจาระ ขับน้ำเหลืองเสียและแก้ัน้ำดี ดองกับน้ำมูตรโค ดื่มแก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย ตามข้อ แก้ อ่อนเพลีย เปลือกลำต้นดื่มน้ำดื่มเป็นยาบำรุงหัวใจ ขับน้ำเหลืองเสีย ขับปัสสาวะ แก่นลำต้นใช้แก้ ตาอักเสบและแก้ไข้ ใบใช้เป็นยาแก้กระหายน้ำ แก้พิษร้อนใน แก้ไข้เพื่อเสมหะ แก้ลมจุกเสียด และ เป็นยาระบายอ่อนๆ ดอก ดื่มน้ำดื่มแก้บิด และนิยมใช้แก้อาการเหงื่ออกบวมอักเสบและบรรเทาโรค

หอบหืด หลายประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้ดอกแก้โรคบิด ใช้ผลแก้เป็นยา บำรุงทำให้เจริญอาหารใช้เนื้อหุ้มเมล็ดแก้โรคเกี่ยวกับน้ำดี ท้องร่วงเรื้อรัง แก้บิด ท้องผูก ท้องอืด ท้องเฟ้อ โรคหืด กระเพาะปัสสาวะไม่ทำงาน แก้อาเจียน สะอึก ขับพยาธิลำไส้ แก้โรคท้องมาน ดับ และม้ามโต ในประเทศอินเดียใช้เปลือกลำต้นเป็นยาบำรุงหัวใจ ผลแก้เป็นยาสมาน ยาเจริญอาหาร และเป็นยาบำรุงธาตุ ใช้ทั้งต้นแก้ท้องผูก เป็นยาสมาน ขับเสมหะ แก้อาการเสียวคอและหน้าอก แก้ โรคฟันและเหงือกเป็นแผล ผลอ่อนเป็นยาระบาย และบำรุงธาตุ ในเนปาลใช้เปลือกลำต้นเป็นยาขับ ปัสสาวะ บำรุงหัวใจ ผลดิบแก้ท้องร่วงท้องเดิน ผลแก้เป็นยาบำรุงร่างกาย บำรุงเลือด แก้หวัด ริดสีดวง ม้ามโตและเลือดออกตามไรฟัน เหงือกบวมอักเสบ สรรพคุณตามตำรายาไทย ใช้เป็นยา ระบายอ่อนๆ แก่ลมป่วง แก้พิษร้อนภายใน คุมธาตุ แก่ลมจุกเสียด รู้ถ่ายรู้ปิด ถ่ายพิษไข้ คุมธาตุใน ตัวเสร็จ แก้ไข้เพื่อเสมหะ

5) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา สารสกัดจากพืชชนิดนี้ส่วนใหญ่เป็น Tannins มีฤทธิ์ ในการต้านเชื้อแบคทีเรียโดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร ต้านเชื้อบิดมีตัวหรือเชื้อ *Staphylococcus Aureus* ต้านเชื้อราบางชนิด ต้านเชื้อไวรัส เช่น ไวรัส โรคเริม HSV-1 ของคน โรค ไวรัสตับ Hepatitis B ของเป็ด โรคไวรัสไก่ Ranikhet Virus ต้านเชื้อยีสต์บางชนิด ต้านพยาธิโรค เพ้าช้าง ฆ่าตัวอ่อนของพยาธิไส้เดือน *Toxocara Canis* และเป็นพิษกับหอยบางชนิด ยับยั้งเอนไซม์ HIV- Transcriptase, HIV-Protease, DNA Polymerase, Tyrosinase, และ AT Pase ยับยั้งความเป็นพิษ ต่อตับ ยับยั้งการหดเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ การอักเสบ ยับยั้งภาวะระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ช่วยยับยั้งภาวะระดับของ ไตรกลีเซอไรด์และภาวะยูเรียในเลือดสูงเกินระดับปกติ ยับยั้งการฝังตัว ของตัวอ่อนที่ผนังมดลูก ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ ยับยั้งพิษฝู ด้านฮิสตามีน ด้านอนุมูลอิสระ ลด น้ำตาลในเลือด ลดระดับไขมันในเลือดกระตุ้นกล้ามเนื้อเรียบให้หดตัว เพิ่มแรงบีบตัวของหัวใจ ตกตะกอนเม็ดเลือดแดง ทำให้ Hepatitis B Surface Antigen หดฤทธิ์ เห็นยวน้ำ Tumor Necrosis Factor แก้ท้องร่วง แก้คลื่นไส้ แก้ปวด รักษาแผลในลำไส้ ปรับปรุงภูมิคุ้มกันของร่างกาย (สุธรรม อารีกุล, 2552 : 517-518)

Gallic acid, Ellagic Acid, Corilagin ซึ่งสกัดแยกได้จากผลไม้แห้งของสมอไทย ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็งและฤทธิ์ลดไขมัน สาร Chubulagic Acid มีฤทธิ์ α -Glucosidase Inhibitor นอกจากนี้สารสกัดน้ำของผลแห้งสมอไทยขนาด 200 มก./กก. มีผลต่อการ เพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด มีรายงานผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมอไทย ซึ่งทดสอบกับ สารสกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ สารสกัดและสารสกัดบริสุทธิ์ที่แยกได้จากผลแห้งของสมอไทยคือ

Casuarinin, Chebularin, Chebulinic Acid, 1,6-Di-O-Galloyl- β -D-Glucose สรุปว่ามีศักยภาพในการเป็น Antioxidant สูงมาก (ปราณี ขวดีธรรม, 2555 : 66)

6) ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของสมอไทย สมอไทยมี Tannins เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีสาร Chebulinic Acid, Chebulic Acid, Tannic Acid, Gallic Acid และสารอื่นๆ และยังมี β -Sitosterol, Sponins , น้ำมันในพืช ที่เป็นองค์ประกอบอินทรีย์ในสาร Palmitic, Oleic, Linolic Acids (Thai Herbl Pharmacopoeia, 2000 :80) และยังมีสารที่มีฤทธิ์ยับยั้ง HIV-1 Integrase ได้แก่สารในกลุ่ม Galloyl Glucoses มีสาร 1, 6-O-Digalloyl- β -D-Glucopyranose และ Penta-O-Galloyl- β -D-Glucopyranose นอกจากสารต่างๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นแล้ว ในน้ำมันจากเมล็ดมีสาร Arachidic Acid, Behenic Acid, Linoleic Acid, Oleic Acid, Palmitic Acid และ Stearic Acid ในผลมีสาร Arungenin, Arjunglucoside, Chebulic Acid Triethylester, Ducosterol, Gallic Acid Ethyl Ester, Manitol Isomer Palmitic Acid, Quercetin, Isoquercetin, Rutin, Shikimic Acid, β -Sitosterol และ Triacontanic Acid สารในกลุ่ม Tannins และเครื่องสำอางจากผล นอกจาก Chebulagic Acid, Chebulinic Acid และ Corilagin แล้วยังมีสาร Chebularin, Ellagic Acid, Gallic Acid, Punicalagin, Punicalin, Terchebulin, Terflavin A, B, C และ D สารในกลุ่ม Triterpenoids นอกจาก Arjungenin และ Arjunglucoside แล้วมี Arjunolic acid, 2 α -Hydroxy Micrometric Acid, Terminic Acid และ , 2 α -Hydroxy Ursolic Acid สารในกลุ่มน้ำตาลได้แก่ 2, 3(S)-Hexahydroxy Diphenoyl-D-Glucose และ 2, 3-di-O-Galloyl- β -D-Glucose สารในกลุ่ม Phenols ได้แก่ p-Coumaric Acid และ Vanillic Acid ในเปลือกถั่วคันทน์มีสาร Calcium Oxalate ซึ่งใช้ผลิต Oxalic Acid ได้ (สุธรรม อารีกุล, 2552 : 518)

2.3.2 ลูกสมอพิเภก



รูปที่ 2.10 สมอพิเภก

ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช, 17 มีนาคม 2557.

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Terminalia bellerica</i> (Gaertn.) Roxb., <i>Myrobalan Bellerica</i> Gaertn.
ชื่อวงศ์	Combretaceae
ชื่อภาษาอังกฤษ	Beleric myrobalan, belliric myrabolan, bedda nut tree
ชื่อท้องถิ่น	สมอพิเภก, ซิบะคู่ ต้น สมอแห่น สะคู่ แห่น แห่นขาว แห่นต้น

1) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สมอพิเภก เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 30 เมตร ลำต้นตั้งตรงมักมีพูพอนที่โคนต้นค่อนข้างโต เปลือกสีน้ำตาลอมเทา ผิวเกลี้ยง เมื่อแก่แตกเป็นสะเก็ดบางๆ หรือเป็นร่องเล็กๆ ตามความยาวของลำต้น กิ่งเมื่อยังอ่อนมีขนละเอียดปกคลุมประปราย เมื่อแก่มีผิวเกลี้ยง กิ่งก้านสาขาบริเวณเรือนยอดค่อนข้างแผ่กว้าง

ใบ ใบเดี่ยว ออกเรียงแบบเวียนสลับรอบลำต้นหรือกิ่งก้านใบเรียวเล็ก ยาว 3-9 ซม. มักมีต่อมคล้ายหูดเล็กๆ 2 ต่อมอยู่ที่ปลายหรือกลางก้าน แผ่นใบเป็นรูปไข่กว้างถึงรูปไข่กลม แต่อาจจะพบรูปค่อนข้างยาวรีแกมขอบขนาน ขนาดกว้าง 3-24 ซม. ยาว 4-23 ซม. ปลายใบโค้งมนหรือแหลม โคนใบสอบแคบแบบรูปลิ้ม ขอบใบเรียบ เนื้อใบค่อนข้างหนาและเหนียวผิวใบเมื่อยัง

อ่อนสีชมพูถึงสีแดงเข้ม ด้านบนมีขนละเอียดสีเทาอ่อนปกคลุมหนาแน่น ด้านล่างมีขนละเอียดนุ่ม ใบแก่สีเขียวจัด ผิวเกลี้ยง เส้นใบข้างมี 6-8 คู่ เรียงสลับตรงข้ามคล้ายชั้นบันได

ดอก ออกเป็นช่อแบบหางกระรอกจากง่ามใบ ช่อดอกยาว 3-18 ซม. ดอกย่อย ไม่มีก้านดอก เรียงตัวไปห่างจากกัน ไม่ติดชิดแน่น ดอกเพศผู้อยู่ช่วงบนของช่อ ช่วงล่างเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงเชื่อมกันเป็นท่อยาว 1.5-3.0 มม. ส่วนช่วงปลายบานออกคล้ายจาน กว้าง 3-4 มม. ยาว 1-21 มม. ปลายแยกเป็นกลีบรูปสามเหลี่ยมปลายแหลมและมักพับลง ผิวปกคลุมด้วยขนละเอียดค่อนข้างหนาแน่น ไม่มีกลีบดอก ดอกย่อยเมื่อบานเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-8 มม. เกสรเพศผู้ 10 อัน ก้านเกสรยาว 3.0-3.5 มม. รังไข่อยู่ต่ำกว่าฐานวงกลีบรวม ขนาด 2-3 มม. ภายในมี 1 ช่อง ก้านเกสรเพศเมียผิวเกลี้ยง ยาวประมาณ 4 มม. หมอกร่องดอกมีขนละเอียดปกคลุมหนาแน่น

ผล ค่อนข้างกลมหรือรูปไข่กว้าง ขนาดกว้าง 1.5-2.0 ซม. ยาว 2-3 ซม. มีร่องตามยาวเห็นได้รางๆ 5 ร่อง เมื่อแก่มีสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลอมเหลือง ผิวมีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม ภายในมีเมล็ดเดี่ยว เมล็ดรูปไข่รี กว้างประมาณ 5 มม. ยาวประมาณ 1.2 ซม. ผิวขรุขระ

รส รสเปรี้ยว ฝาด หวาน

2) การขยายพันธุ์ สมอพิเภกขยายพันธุ์โดยเมล็ด การปลูกใช้เมล็ดเพาะปลูก

3) ถิ่นที่พบ พบได้ในป่าผลัดใบ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบเขาแห้ง เหนือระดับน้ำทะเล 600 เมตรในต่างประเทศพบในอินเดีย พม่า ศรีลังกา เนปาล และในภูมิภาคอินโดจีน ในประเทศแถบคาบสมุทรมาเลย์ ยกเว้นฟิลิปปินส์และนิวินี

4) การใช้ประโยชน์ทางยาของชาวบ้าน ชาวเขาเผ่ากระเหรี่ยงใช้ผลสดแก้ปวดและอมแก้ปวดฟัน ในด้านการใช้เป็นยาพื้นบ้านใช้รากแก้พิษโลหิตร้อน เปลือกลำต้นใช้เป็นยาขับปัสสาวะ แก้วปัสสาวะพิการ แก้นิ่ว และแก้ริดสีดวงภายใน แก่นลำต้นแก้ริดสีดวงพลวก ใบแก้บาดแผล แผลติดเชื้อ ดอกแก้โรคตา ตาเปียก ตาและ ผลอ่อนแก้เสมหะ แก้ลม แก้ไข้เจือลม ไข้เพื่อเสมหะและลม ผลแก้ไข้เป็นยารุนแรงธาตุ แก้โรคอันเกิดจากธาตุกำเริบ แก้เสมหะในลำคอ ทำให้ชุ่มคอ แก้ไข้ แก้โรคตา แก้บิด ท้องร่วง แก้โรคท้องมานและริดสีดวงทวาร ใช้ภายนอกเป็นยาสมานแผล แก้ผิวหนังเป็นตุ่ม หนอง ผลสุกใช้เป็นยาระบายและยาสมาน แผลแห้งใช้แก้ไข้ เลียงแห้ง เจ็บคอ และแก้ธาตุพิการ เมล็ดในเป็นยาสมานแผล แก้บาดแผล แก้เสลดขาวและแก้บิด ในต่างประเทศใช้เนื้อในเมล็ดกินเป็นยานอนหลับ ใช้ผลดิบกินเป็นยาถ่ายและผลสุกเป็นยาสมาน ในอินเดีย ใช้ผลเป็นยาแก้บวม น้ำ ริดสีดวงทวารและแก้บิด ในเนปาลใช้ผลเคี้ยวกินเป็นยาแก้ไข้ แก้ไข้ และเป็นยาเจริญ

อาหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาแก้บิด บวม น้ำริดสีดวงทวารและโรคเรื้อน สรรพคุณตามตำรายาไทย แก้เสมหะจุกคอ ทำให้ชุ่มคอ แก้โรคตา บำรุงธาตุ แก้ไข้และแก้โรคริดสีดวงทวาร

5) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา สมอพิเภกมี Tannins เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีสาร Chebulagic Acid, Ellagic Acid, Gallic Acid และสารอื่นๆ และยังมี β -Sitosterol, Sponins, Green Fixed Oil (Thai Herbal Pharmacopoeia, 2000 :71) และสารสกัดจากพืชมีสาร Triterpenoids เช่น 7-Hydroxy-3', 4'-Methylenedioxyflavan และ Ericordigenin ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เช่น แบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร แบคทีเรียที่ทำให้เกิดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ ต้านเชื้อไวรัส เช่น ไวรัสเริม, HIV-1, ไวรัสโปลิโอและโรคหัด ต้านเชื้อมาลาเรียและเชื้อราหลายชนิด มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ อันได้แก่ HIV-1 Reverse Transcriptase, HIV-1 Protease และ Topoisomerase II ยับยั้งระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ยับยั้งหลอดเลือดอุดตัน เบาหวาน ยับยั้งฟันผุ การฝังตัวของตัวอ่อนที่ผนังมดลูก ฆ่าตัวอสุจิ ยับยั้งความเป็นพิษต่อตับ การกลายพันธุ์ ลดความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด ลดการอักเสบ ลดฤทธิ์ของยาบาร์บิทูเรท แก้วสัว แก้วหัด แก้วไอ แก้วหวัด ดีชัน รังการ สร้างน้ำดี และคลายกล้ามเนื้อเรียบ (สุธรรม อารีกุล, 2552 : 513) งานวิจัยพบว่า สารสกัดสมอพิเภก ด้วยน้ำ มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากมีค่า IC_{50} 33.39 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (ศรีโสภา เรืองหนู และคณะ, <http://www.tu.ac.th/org/research>, 12 มีนาคม 2557)

6) คุณค่าของน้ำมันในเมล็ดในเนื้อเมล็ดมีน้ำมันประมาณ 40% เป็นน้ำมันที่มีสีเหลืองใส มีองค์ประกอบโดยประมาณดังนี้ Palmitic Acid 12%, Stearic Acid 16%, Oleic acid 43% และ Linoleic Acid 29% สามารถใช้ทำสบู่ที่มีคุณภาพสูงได้เมื่อนำน้ำมันจากเมล็ดสมอพิเภก 60% ผสมกับน้ำมันมะพร้าว 25% และน้ำมันถั่วลิสง 15%

7) ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของสมอพิเภก สารอื่นๆ นอกเหนือที่กล่าวมาแล้ว ในผลสมอพิเภกยังมีสาร Hexahydroxy - Diphenacyl -Heptahydroxy Diphenacylate; Dotriacontan-2-ol; Ellagic Acid; Gallic Acid; N-Tetratriacontane; Tritriacontan-9-One และ Glycosides ที่พบในพืชชนิดนี้ได้แก่ Arjungenin; Arjunglucoside, Belleric Acid; Bellericagenin A และ B; Bellericaside A และ B; Bellericoside สารที่ออกฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ Anolignan B; 7-Hydroxy-3', 4'-(Methylenedioxy) Flavan; Termilignan และ Thannilignan สารอีกชนิดหนึ่งที่มีในพืชชนิดนี้ได้แก่ Hentricontan-16-One (สุธรรม อารีกุล, 2552 : 513-514)

2.3.3 ลูกมะขามป้อม



รูปที่ 2.11 รูปมะขามป้อม

ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช, 17 มีนาคม 2557.

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Phyllanthus emblica</i> L.
ชื่อวงศ์	Euphorbiaceae
ชื่อภาษาอังกฤษ	Indian gooseberry, Emblic, Emblic Myrobalan, Malacca, Emblic Leafflower Fruit.
ชื่อท้องถิ่น	มะขามป้อม, กำหวด (ราชบุรี) กันโตด (เขมร-จันทบุรี) มั่งคั่ง สันยาสำ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

1) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ยืนต้น ผลัดใบสูงได้ถึง 20 เมตร ลำต้นตั้งตรง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลอมขาว ทึม เมื่อแก่มีสีน้ำตาลอมดำและโป่งนูนเป็นปม ตะปุ่มตะป่ำไม่สม่ำเสมอ บางครั้งหลุดล่อนไป เปลือกชั้นในสีชมพูถึงสีแดงอมน้ำตาล

ใบ ใบเดี่ยวออกในระนาบเดียวกันและเรียงชิดกันคล้ายใบประกอบแบบขนนก มีหูใบเล็กมาก ก้านใบสั้นมากหรือไม่มี แผ่นใบมีลักษณะแคบและยาวรูปขอบขนาน ขนาดกว้าง 2.5-5.0 มม. ยาว 8-12 มม. ปลายใบและโคนใบโค้งมน ขอบใบเรียบ ใบอ่อนผิวเกลี้ยงสีเขียว

ดอก ออกเป็นกระจุก 3-5 ดอก ระหว่างง่ามใบและตลอดทั้งกิ่ง ดอกย่อยแยกเพศอยู่บนต้นเดียวกัน เป็นดอกเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ขนาดเล็ก สีขาว ขาวหม่นหรือขาวอมเหลือง อ่อนดอกเพศผู้มีก้านดอกยาว 2.0-2.5 มม. กลีบเลี้ยงยาว 1.5-2.5 จำนวน 6 กลีบ เรียงซ้อนกันเป็น 2

วงไม่มีกลีบดอก เกสรเพศผู้ 3 อัน แต่อาจจะมีมากได้ถึง 5 อัน ฐานรองดอกมีต่อม 6 ต่อม ดอกเพศเมียมีก้านยาวประมาณ 0.5 มม. มีกลีบเลี้ยงเช่นเดียวกับดอกเพศผู้ แต่มีขนาดเล็กกว่า มีฐานรองดอกเป็นรูปถ้วยของหยัก รางไข่ประมาณครึ่งหนึ่งอยู่ลึกลงไป ในหมอนรองดอก มี 3 ช่อง ก้านเกสรมีโคนเชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็น 2 ก้านยาวไม่เท่ากัน

ผล ไม่มีก้าน ก่อนข้างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2-2.0 ซม. มีเนื้อหนา ผิวเมื่อยังอ่อนสีเขียวอ่อน เมื่อแก่สีเขียวอมเหลือง เมล็ดมีชั้นเป็นเปลือกหุ้มแข็ง มีสันตามร่องยาว 6 สัน ภายในมี 6 เมล็ด

รส รสเปรี้ยวฝาด ขม

2) การขยายพันธุ์ มะขามป้อมขยายพันธุ์โดยเมล็ด การปลูกนิยมใช้เมล็ด กิ่งตอนหรือรากชำ

3) ถิ่นที่พบ มักจะขึ้นตามป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ที่สูง 1,800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในต่างประเทศ พบในภูมิภาคอินโดจีนแถบคาบสมุทรมาเลย์ถึงบอร์เนียวและชวา พบในอินเดีย เนปาล ปากีสถาน พม่า จีนตอนใต้

4) การใช้ประโยชน์ทางยาของชาวบ้าน ชาวเขาเผ่าม้ง มูเซอและเย้า มีการใช้ราก เปลือกลำต้นกิ่งใบและผลต้มน้ำดื่มแก้อาการ ปวดท้อง ท้องอืด ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย อาหารเป็นพิษ หรือแก้ท้องร่วงใช้เถี่ยวกินแก้ปวดฟัน เหงือกเป็นหนองหรือเจ็บในปาก ในด้านการใช้เป็นยาพื้นบ้าน ใช้รากคั้นน้ำทาแก้พิษตะขาบกัด ต้มน้ำดื่มแก้ร้อนใน แก้พิษไข้ พิษโลหิต ฟอกโลหิต แก้ท้องเสีย แก้ความดันโลหิตสูง แก้มะเร็งลาม มะเร็งกรามข้าง ทำให้เส้นเอ็นยืด และทำให้อาเจียน เปลือกลำต้นตำพอกเป็นยาห้ามเลือด สมานแผล แก้ฟกช้ำดำเขียวอันเกิดจากการหกล้มหรือกระแทก ต้มน้ำดื่มแก้ท้องร่วง ใบต้มน้ำอาบเป็นยาลดไข้ แก้ผิวหนังเป็นผื่นคัน มีน้ำเหลือง ผิวหนังเป็นแผล ต้มแก้บิดแบคทีเรีย ฝักระบายพิษ และแก้โรคความดันโลหิตสูง ดอกใช้ช้ำยาเย็น เป็นยาระบายท้อง ผลอ่อนกินเนื้อแก้เสมหะในลำคอ เสียงแหบ บำรุงเนื้อหนังให้บริบูรณ์ แก้กษัย แก่พยาธิในลำไส้ ผลแก่กินเนื้อทำให้ชุ่มคอ แก้เจ็บคอ คอแห้ง คอติบ แก้กระหายน้ำ แก้เสมหะในลำคอ แก่สะอึก แก่ไอ โรคลักปิดลักเปิด แก่ลม แก่ไข้ แก่หวัด ระบายท้อง แก้ท้องเสีย ขับปัสสาวะและเป็นยาบำรุงหัวใจ เนื่องจากผลตากแห้งใช้ภายนอกเป็นยาฟาดสมานแผล ใช้ภายในแก้บิด แก้ท้องเสีย และริดสีดวงทวาร ใช้ควบกับธาตุเหล็กแก้โรคโลหิตจาง และช่วยย่อยอาหาร หมักให้เกิดแอลกอฮอล์ดื่มแก้ อาหารไม่ย่อย แก่ไอและแก้โรคโลหิตจาง ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้ทุกส่วนของพืช ใน

อินโดนีเซีย ใช้ผลตากแห้งต้มน้ำดื่มเป็นยาแก้ท้องเดินที่ตกเลือด ใช้น้ำจากผลทาฝีระยะ แก้อาการเวียนศีรษะและปวดศีรษะอันเกิดจากการใช้หรือตัวร้อนจัด ในพม่าใช้น้ำคั้นจากผลเป็นยาระบาย และแก้ตาอักเสบในประเทศต่างๆ (สุธรรม อารีกุล, 2552:3)

ในภูมิภาคอินโดจีนใช้ผลแก้ท้องร่วง และใช้น้ำจากผลแก้โรคกระเพาะและลำไส้ ในอินเดียใช้ผลแก้โรคลักปิดลักเปิด แก้อ่อนในขับปัสสาวะระบายท้องและเป็นยาปฏิชีวนะ และใช้พืชชนิดนี้เข้าตำรับยาในอายุรเวทหลายขนาน และใช้เมล็ดในการแก้โรคหืดหอบ หลอดลมอักเสบ โรคเกี่ยวกับน้ำดี ใช้ดอกเป็นยาเย็น ยาระบายอ่อนๆ ใช้เปลือกให้ช้างกินแก้โรคกระเพาะและท้องเดิน ใช้เปลือกผสมกับน้ำผึ้งทาแก้ปากอักเสบ นอกจากนี้ยังใช้แก้โรคริดสีดวงทวาร โรคบิด โรคท้องเดิน โลหิตจาง ดีซ่าน ธาตุพิการ อาหารไม่ย่อย เบาหวาน อาการไข้ แก้ไอและหลอดลมอักเสบ

ในเนปาลใช้ผลสดคั้นน้ำดื่มเป็นยารุงตับ แก้โรคโลหิตจาง ดีซ่านและแก้ธาตุพิการ อาหารไม่ย่อย ใช้ผลแห้งทำเป็นผลขงน้ำดื่มแก้ไข้หวัดและแก้อาการมวนในลำไส้ ขับถ่ายไม่ดี ใช้น้ำคั้นจากใบ มักจะใช้ร่วมกันสมอพิเภก และสมอไทย เข้าตำรับยาหลายขนานในมาเลเซียใช้น้ำคั้นจากใบเป็นยาแก้ไข้ ในพม่าใช้เปลือกกรากเป็นยาสมานแผล สรรพคุณตามตำรายาไทย แก้ไข้เจือลม แก้เสมหะทำให้ชุ่มคอ (สุธรรม อารีกุล, 2552:3)

5) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ผลสดมีกรดค่อนข้างสูงและวิตามินซีสูง ในน้ำผลสด 100 กรัม มีวิตามินซีในรูปของ Ascorbic Acid 600-1,300 มก. หรืออาจสูงถึง 1,800 มก. และยังมีสาร Rutin, Mucic Acid, Gallic Acid, Phyllemblic Acid และโปรตีน สารแทนนินที่มีอยู่ในผลช่วยป้องกันมิให้วิตามินซีสลายตัวโดยปฏิกิริยา Oxidation หรือให้เกิดซ้ำลง ทำให้สามารถเก็บไว้ได้นาน เมื่อคองเกลือหรือในรูปผงแห้ง โดยยังคงคุณค่าของการต้านโรคลักปิดลักเปิดได้ ในผลมีสาร Trigalloylglucose, Ellagic Acid, Corilagin, Phyllemblic Acid, Phyllemblic Acid, Emblicol ซึ่งสารเหล่านี้ล้วนมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และต่อต้านอนุมูลอิสระสูง นอกจากนี้ยังมีสาร Pectin มาก น้ำยาสกัดจากผลโดยใช้น้ำสามารถต้านพิษอันเกิดจากกลุ่มสาร Cs^+ , Zn^{2+} และ Metanil Yellow เท่าๆ กับปริมาณของวิตามินซีที่มีอยู่ แต่ให้ผลสูงกว่าวิตามินซีในการต้านพิษจากสารฆ่าแมลง เช่น Ethyl Parathion และสารอันเกิดพิษพวก Pb^{2+} , Al^{3+} และ Ni^{2+} อันแสดงให้เห็นว่านอกจากวิตามินซีแล้ว ในผลยังมีสารอื่นที่ออกฤทธิ์ในการต้านพิษด้วย นอกจากนี้ยังมีกรด Gallic Acid และวิตามินซีมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อแบคทีเรียและคุณสมบัติในการดูดซึมสารพิษโดยมีสาร Tannins ช่วยไม่ให้วิตามินซีสลายตัวโดยปฏิกิริยา Oxidation คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

จะเกิดจากกลุ่มสาร Hydrolysable Tannins เช่น Emblicanin A และ B, Punigluconin และ Pedunculagin สาร Phyllemblicin มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาของฮอร์โมนเนื้อในต่อมหมวกไต มีฤทธิ์อ่อนๆ ในการกดประสาทระบบประสาทส่วนกลาง และคุณสมบัติบรรเทาอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ น้ำยาสกัดจากผลเมื่อให้หนูกินได้ลดปฏิกิริยาความเป็นพิษต่อเซลล์อันเกิดจาก Carcinogen 3,4-Benz(a) Pyrene นอกจากนี้ น้ำยาสกัดจากผลโดยใช้ น้ำสามารถป้องกันการทำลายของรังสีเอกซ์ที่มีต่อโครโมโซมที่อยู่ปลายรากหัวหอม ซึ่งปฏิกิริยานี้เกิดจากระบบการต่อต้านอนุมูลอิสระของวิตามินซี กรด Gallic Acid, Reducing Sugars และ Tannins ที่มีอยู่ในผลมะขามป้อม ผลมะขามป้อมที่บดผงเร่งปฏิกิริยาของเซลล์ธรรมชาติเข้าทำลายและหยุดยั้งพิษเนื้องอกชนิด Dalton's Lymphoma Ascites Tumour น้ำคั้นจากผลมีฤทธิ์ในการลดระดับ Cholesterol ในเลือดของมนุษย์และกระต่ายที่กินสารนี้เข้าไป ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในด้านอื่น ที่มีรายงานเกี่ยวกับพืชชนิดนี้ ได้แก่ ฤทธิ์ในการต้านเชื้อยีสต์ ยับยั้งเอนไซม์ Polygalacturonase และยับยั้งภาวะต่างๆ เช่น ความเป็นพิษต่อไต หัวใจโต กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หลอดเลือดอุดตัน น้ำตาลในเลือดสูง ฟันผุ การหดเกร็งของลำไส้ ลดความดันโลหิต ลดการอักเสบ ลดกรดในกระเพาะอาหาร ลดน้ำตาลในเลือด กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน กระตุ้นการเรียนรู้ ปรับปรุงความทรงจำ ขับเสมหะ แก้ไข้ แก้หวัด แก้สิว แก้โรคผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีผลในการเกาะตัวของตัวอ่อนในมดลูก การเกิด N-Nitrosomorpholine และ N-Intrasoprolin การก่อกลายพันธุ์ ความผิดปกติของโครโมโซม การแลกเปลี่ยน Sister Chromatid การเกาะกลุ่มของเซลล์ การเคลื่อนที่ของเม็ดเลือดขาว (สุธรรม อารีกุล, 2552:4-5)

6) ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของมะขามป้อม สารอื่นๆ นอกจากข้างต้นแล้ว ยังพบสารในพืชชนิดนี้ ได้แก่ Ascorbic Acid; Astragalin; Chebulagic Acid; Chibulinic Acid; Emblicol; Gallic Acid Ethyl Ester; Gluco Gallin; Gibberellins A-1, A-3, A-4, A-7 และ A-9; 3, 6-Di-o-Galloyl Glucose; Myoinositol; Leucodelphinidin; Linolenic Acid; Palmitic Acid; Phyllanemblinin B; Phyllaemblicin A; Phyllantidine; Phyllantine; Phyllemblic Acid; Polysaccharide; Pytranjivain A; Quercetin-3-o-β-D-Glucoside; Rutin; β-Sitosterol; Stearic Acid; Zeatin; Nucleotide และ Zeatin Riboside (สุธรรม อารีกุล, 2552:6)

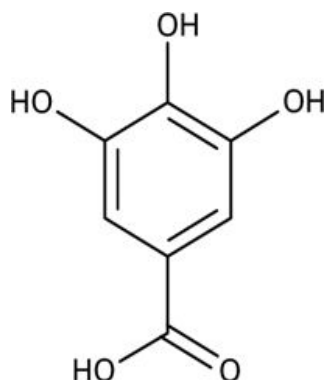
สารอื่นๆ นอกจากข้างต้นที่พบในพืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ Hexahydroxy-Diphenacyl Heptahydroxy Cphenacyle; Dotriacontan-2-Ol; Ellagic Acid; Gallic Acid; N-Tetratriacontane; Tritriacontan-9-One; N-Tritriacontane; Hentriacontan-16-One และสารที่มีฤทธิ์ยับยั้ง HIV-1 Integrase ในกลุ่ม Galloyl Glucoses มีสาร 1,6-O-Digalloyl-β-D-Glucopyranose; penta-O-galloyl-

β -D-Glucopyranose; Arachidic Acid, Behenic Acid, Linoleic Acid, Palmitic Acid; Stearic Acid; Arungenin, Arjunglucoside, Chebulic Acid Triethylester, Ducosterol, Gallic Acid Ethyl Ester, Manitol Isomer Palmitic Acid, Quercetin, Isoquercetin, Rutin, Shikimic Acid, β -Sitosterol; Triacontanic Acid สารในกลุ่มน้ำตาลได้แก่ 2, 3(S)-Hexahydroxy Diphenoyl-D-Glucose ; 2, 3-Di-O-Galloyl- β -D-Glucose และ Ascorbic Acid; Astragalin; Chebulagic Acid; Chibulinic Acid; Emblicol; Gallic Acid Ethyl Ester, Gluco Gallin; Gibberellins A-1, A-3,A-4, A-7 และ A-9;3, 6-Di-o-Galloyl Glucose; Myoinositol; Leucodelphinidin; Linolenic Acid; Palmitic Acid; Phyllanemblinin B; Phyllaemblicin A; Phyllantidine; Phyllantine; Phyllemblic Acid; Polysaccharide; Pytranjivain A; Quercetin-3-o- β -D-Glucoside; Rutin; β -Sitosterol; Stearic Acid; Zeatin Nucleotide; Zeatin Riboside

2.4 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและโรคมะเร็งของ Gallic Acid

Gallic Acid เป็นสาร Major Compound สารประกอบเคมีที่สำคัญในตรีผลาที่ในงานวิจัยพบว่า ในสารสกัดตรีผลาด้วยน้ำ มีปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Contents) จำนวนเทียบเท่า Gallic Acid เท่ากับ 33-44% , Polyphenol 38 $\pm$ 3% และ แทนนิน 35 $\pm$ 3% (พร้อมจิต สรลัมพ์,2551:17) นอกจากนี้สารสกัดตรีผลา มีฤทธิ์ปกป้องอันตรายจากการฉายแสง โดยมีกลไกต้านกระบวนการออกซิเดชัน ในปริมาณ 1 กรัม/กิโลกรัม/วัน เป็นเวลา 7 วัน(นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และนงลักษณ์ เรืองวิเศษ, 2551: 299) ตรีผลามีคุณสมบัติช่วยย่อย กระตุ้นการขับเมือกมันในลำไส้ และยังใช้ขับพิษออกจากร่างกาย (Rodrigo M. Pocius)

Gallic Acid หรือ 3, 4, 5-Hydroxybenzic Acid เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลทางเคมีคือ $C_7H_6O_5$ Gallic Acid เป็นส่วนประกอบของแทนนิน พบมากในองุ่น ใบชา เปลือกไม้ ไ้อ๊ค และพืชอื่นๆ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมทางยาคุณสมบัติของ Gallic Acid คือสามารถยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัสและมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดี (Reynolds and Wilson, 1991) และสาร Gallic Acid ที่เป็นเอสเทอร์ที่อยู่ในสารจำพวกโพลีฟีนอล (Polyphenols) มักอยู่ในกลุ่มของแทนนิน (Tannin) มีรสฝาด สาร Gallic Acid ที่พบในตรีผลาเป็นกลุ่มของแทนนินที่ละลายน้ำ สามารถถูกย่อยสลายเป็นโมเลกุลเล็กๆ ด้วยกรดและเอนไซม์ได้เป็น กรดแกลลิก มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันด้านความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cytotoxic) และด้านการเจริญเติบโตของก้อนมะเร็ง (Antitumour) ได้ดี



รูปที่ 2.12 Structure of gallic acid $C_6H_2(OH)_3COOH$ Gallic acid
ที่มา WIKIPEDIA, <http://dik.ir>, 20 March 2014.

จากงานวิจัยสรุปผลการทดลองออกมาว่า ตรีผลามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงโดยมีค่า EC_{50} อยู่ในช่วง 2.85-6.78 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และพบว่าสารสกัดตรีผลา มีปริมาณฟีนอลิกสูงอยู่ในช่วง 33.56 – 114.83 มิลลิกรัม/กรัม และสารสกัดด้วยน้ำจากมะขามป้อม พบว่ามีฤทธิ์ต้านมะเร็งปากมดลูกมีค่า IC_{50} 30.14 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยสารสกัดทั้งหมดมีความเป็นพิษต่อเซลล์ปกติน้อย ($IC_{50} > 50$ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) (ศรีโสภา เรืองหนูและคณะ, <http://www.tu.ac.th/org/research>, 12 มีนาคม 2557) และสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด สามารถฆ่าเซลล์มะเร็งด้วยการเหนี่ยวนำกลไกการตายแบบทำลายตัวเอง ด้วยการส่งสัญญาณผ่าน Fas และ Caspase 8 ในวิถี Extrinsic Pathway (สิริรัฐ จุลรัฐนารณ์, 2552) โดยวิเคราะห์จากการแตกหักของดีเอ็นเอ (DNA Ladder และ ELISA Assays) และการแสดงออกของยีน การทำงานของเอนไซม์แคสเปส (Caspase) ในตำรับตรีผลา มีฤทธิ์ต้านการอักเสบในแบบจำลอง EPP-Induced Ear Edema และ Carrageenin -Induced Hind Paw Edema และมีฤทธิ์ระงับปวดในแบบจำลอง Formalin Test โดยผลในการต้านอักเสบดังกล่าวน่าจะเป็นผลจากการยับยั้งเอนไซม์ Cyclooxygenase ข้อสำคัญที่เอนไซม์ดังกล่าวมีรายงานว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเกิดมะเร็ง และตำรับตรีผลายังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งทั้ง 6 ชนิดได้เป็นอย่างดี อันได้แก่มะเร็งปอด มะเร็งตับ มะเร็งปากมดลูก มะเร็งเต้านม มะเร็งรังไข่ มะเร็งลำไส้ นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการลุกลามของเซลล์มะเร็งเต้านม MDA-MB-231 ด้วย (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และคณะ, 2552)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิประเทศในเขตร้อนชื้น ทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีพืชสมุนไพรหลายชนิด แต่พืชสมุนไพรที่สามารถนำมาผลิตเป็นยาแผนปัจจุบันกลับมีจำนวนน้อย การวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด พบว่า สมอไทย สมอพิเภก

มะขามป้อม มีแนวโน้มของฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในการต้านอนุมูลอิสระและ หรือรักษาโรคมะเร็ง จากตารางได้สรุปการวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

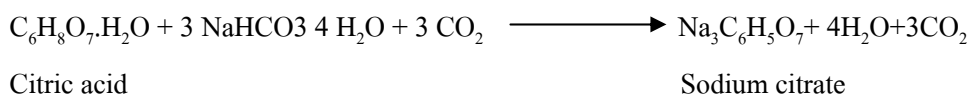
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	สมอไทย	สมอพิเภก	มะขามป้อม
Anti-inflammatory activity	✓	✓	✓
Analgesic activity	✓		
Immunomodulator activity			✓
Antioxidant activity	✓	✓	✓
Carcinogenesis inhibition			✓
Cytotoxic activity	✓		✓
Anti-proliferation activity	✓		✓
Antimutagenic activity	✓	✓	✓
Apoptosis induction			✓
Anti-tumor activity	✓		

ที่มา : สิริรัฐ จุลรัฐชนากรณ์, 2552

2.5 ยาเม็ดฟองฟู (Effervescent tablet)

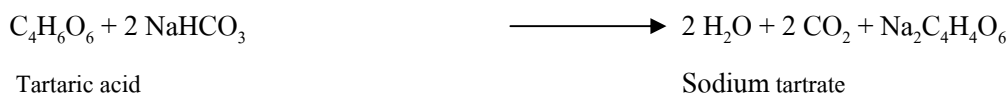
ยาเม็ดฟองฟู (Effervescent) เป็นรูปแบบเภสัชภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้แตกตัวและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทันทีที่สัมผัสน้ำกลายเป็นสารละลาย ซึ่งเป็นส่วนผสมของสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดและด่างซึ่งเป็นแหล่งของคาร์บอนไดออกไซด์

ปฏิกิริยาการเกิดฟองฟู (พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์, 2551:27) เป็นปฏิกิริยากรดด่าง ระหว่างกรดซิตริกหรือกรดทาร์ทาริกและด่างที่เป็นคาร์บอเนต ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาทันทีเมื่อเติมน้ำลงไป ดังตัวอย่าง



Citric acid

Sodium citrate



Tartaric acid

Sodium tartrate

ข้อดีของยาเม็ดฟองฟู่คือเหมาะกับตัวยาที่มีปัญหาในการผลิตในรูปแบบยาเม็ด (Tablets) ได้แก่

- 1) ยาที่ดูดซึมยากหรือยาที่มีฤทธิ์กดร่อนทางเดินอาหาร เมื่อยาเม็ดฟองฟูแตกตัวอยู่ในรูปสารละลาย จะง่ายต่อการดูดซึม ช่วยให้ยาถูกดูดซึมได้ทันที ไม่ตกค้างในทางเดินอาหาร ตัวอย่างยาในกลุ่มนี้ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต

2) ยาที่ไวต่อกรด-ด่าง ขบวนการเช่น กรดอะมิโน หรือยาปฏิชีวนะถูกทำลายในภาวะที่เป็นกรด จึงถูกทำลายได้ง่ายในกระเพาะอาหารและไม่ถูกดูดซึม สารละลายยาเม็ดฟองฟูจะช่วยปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะอาหารชั่วคราว จึงช่วยให้ยาถูกดูดซึมได้มากขึ้น

ยาที่ใช้ในขนาดสูง โดยทั่วไปยาเม็ดพองฟองสามารถบรรจตัวยาได้ถึง 6,000 มิลลิกรัม ซึ่งเป็นขนาดที่

ไม่เหมาะแก่การผลิตในรูปแบบยาเม็ดธรรมดา ยาที่ไวต่อแสง อากาศ และความชื้น

โดยทั่วไปยาเม็ดฟองมีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 ดังนั้น จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับ

ยาที่สลายตัวได้ง่าย เช่น ไวตามินต่างๆ อย่างไรก็ตาม การผลิตยาเม็ดฟองฟู้นั้นมีความ

ซับซ้อนและต้องมีการควบคุมคุณภาพมากกว่าการผลิตยาเม็ดธรรมดา โดยเฉพาะการ

ควบคุมความชื้นในตำรับที่ต้องควบคุมทุกขั้นตอนการผลิต รวมถึงการออกแบบบรรจุ

กันทั้งที่สามารถป้องกันแสงและความชื้นได้ จึงทำให้ยาเม็ดฟองฟู่มีราคาสูงกว่ายาเม็ด

ทั่วไป นอกจากนั้นขามะพร้าวจำเป็นต้องมีการแต่งกลิ่นรส เนื่องจากเมื่อแตกตัวเป็น

สารละลาย ผู้ใช้ยาจะสัมผัสกลิ่นรสของตัวยาโดยตรง หากตัวยามีรสชาติที่ไม่ดีจะส่งผล

ต่อการให้ความร่วมมือในการใช้ยาได้ สำหรับส่วนประกอบในยาเม็ดฟองฟู นอกจาก

สารต่างๆ ที่เหมือนกับขี้เถ้าไปแล้ว ยังต้องมีส่วนประกอบสำคัญที่เกิดปฏิกิริยากัน

ในน้ำ ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอีกด้วย (มหาวิทยาลัยมหิดล ข้อมูลคลังยา,

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

การศึกษาการพัฒนาตำรับยาสมุนไพรชนิดผงฟู ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

3.1.1 เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

- 1) เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณสาร Densitometer (TLC Scanner 3 with WinCATS Software) CAMAG, Switzerland
- 2) เครื่องหยดสาร Linomat 5 Automatic Sample Spotter, CAMAG, Muttentz, Switzerland
- 3) ภาชนะบรรจุวัตถุดิบเคลื่อนที่ Glass Twin-Trough Chamber (20x10cm.) CAMAG, Switzerland
- 4) เข็มฉีดยา (Syring 100L), Hamilton, Bonaduz, Switzerland
- 5) แผ่น TLC (20.0x10.0 cm, 0.2 mm. Layer Thickness Precoated with Silica Gel 60F₂₅₄, Cat No.1.05554.0001) Merck, KGaA, Damstadt, Germany
- 6) เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส pH meter, Hanna Instruments, USA
- 7) Vortex Mixer (Ginie 2, Scientific Industries, USA.)
- 8) ตู้อบ (Hot Air Oven) (Memmert®, ประเทศเยอรมัน)
- 9) เครื่องชั่งวิเคราะห์ ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง และความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance, Satorius® ประเทศเยอรมัน)
- 10) เครื่องตอกเม็ดยา (Single Punch Tablet Machine)
- 11) เครื่องหาความแข็งของเม็ดยา (Stokes-Monsanto Hardness Tester)

12) เครื่องหาความกร่อนของเม็ดชา (Friabilaty Tester),
K.S.L. Engineering Co.,Ltd.

13) เครื่องหาความหนาแน่นของเม็ดชา(Tapping Density Tester), S/N.120788:12- 3b, Diethelm Limited Technology

14) เครื่อง Freeze dry, EYELA FD-1, Tokyo Rikakikai,
Japan

3.1.2 วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

- 1) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 2000 มิลลิลิตร
- 2) แร้ง เบอร์ 60
- 3) กระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman®, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 4) สำลีตรารอพยาบาลใช้สำหรับกรอง
- 5) เตา (Hotplate)
- 6) โกร่งกระเบื้อง
- 7) ช้อนเขา
- 8) แท่งแก้วคนสาร
- 9) กรวย
- 10) ถังพลาสติก
- 11) ถาดสำหรับเข้าตู้อบ
- 12) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิเมตร

3.2 สารเคมี

การศึกษการพัฒนาตำรับยาสมุนไพรผลาในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู ใช้สารเคมีดังต่อไปนี้

3.2.1 Lactose (TTK Science Co.,Ltd., Thailand)

3.2.2 Citric Acid (Hong Huat Co.,Ltd., Thailand) Lot No. 233325-1

3.2.3 Tartaric Acid (Ajax Finechem Pty Ltd., Thailand) B/No. 1105292

3.2.4 Sodium Bicarbonate (Hong Huat Co.,Ltd., Thailand) Lot No.

151111

3.2.5 Sodium Saccharin (Hong Huat Co.,Ltd., Thailand)

3.2.6 PEG 6000 (Polyethylene Glycol 6000) (Ajax Finechem Pty Ltd., (Thailand) B/No. 1209122346

3.2.7 Aerosil (Colloidal Silicon Dioxide) (Hong Huat Co.,Ltd., Thailand)

3.2.8 Magnesium Stearate (Hong Huat Co.,Ltd., Thailand)

3.2.9 PVP K-30 (Polyvinyl Pyrrolidone K30) (Hong Huat Co.,Ltd. Thailand

3.2.10 Methanol HPLC Grade (Labscan, Thailand)

3.2.11 Acetic acid AR Grade (Merck, Germany)

3.2.12 สารมาตรฐาน (standard materials) Gallic Acid จาก Aldrich (USA.)

3.2.13 ตัวทำละลาย (Solvents) มีดังนี้

- 1) เมทานอล 95 % (Methanol), JT Baker (USA)
- 2) กรดฟอร์มิก (Formic Acid) JT Baker (USA)
- 3) ไคลอโรโรมีเทน (Dichloromethane) JT Baker (USA)

3.3 วิธีการศึกษาวิจัย

การศึกษาการพัฒนาตำรับยาสมุนไพรผลาในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู มีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

3.3.1 สมุนไพร ชื่อจากร้านขายสมุนไพรแห่งในจังหวัดนนทบุรีเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2556 และได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดย ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา

3.3.2 การสกัดสาร (Extraction) การทดลองนี้ได้เตรียมสกัดสาร ด้วยวิธีการต้มตามวิธีโบราณ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไประเหยแห้งด้วยวิธี Freeze Dry เพื่อหาปริมาณสารสกัดในการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ในสมัยโบราณทำ 3 ครั้ง โดยมีวิธีทำดังนี้

- 1) การเตรียมสารสกัดผลาโดยนำสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมาหาปริมาณสิ่งแปลกปลอมและนำมาชั่งน้ำหนักอย่างละ 500 กรัม
- 2) นำมาทำความสะอาดบดหยาบในปริมาณที่เท่ากันในอัตรา 1: 1: 1
- 3) นำไปสกัดสารสำคัญ ด้วยวิธีการต้มโดยใช้น้ำเปล่า 3,000 มิลลิลิตร ต้มจนเหลือ 1,000 มิลลิลิตร

3.3.3 เตรียมสารสกัด

- 1) นำสารสกัดที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.1)
- 2) สารสกัดที่ได้ไประเหยแห้งด้วยวิธี Freeze dry ทำซ้ำ 3 ครั้งแล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย และเก็บสารสกัดดังกล่าวไว้ในตู้เย็นเพื่อเตรียมสำหรับการทดลองต่อไป

3.4 การศึกษา ก่อนการตั้งตำรับ (Preformulation Study)

การตั้งตำรับยา (Drug Formulation) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ยามีคุณสมบัติที่ดีและมีตัวยาที่สำคัญในปริมาณที่ถูกต้อง และอยู่ในรูปที่ถูกต้อง (Right Form) ให้มีความคงตัวไม่เปลี่ยนแปลง จนกว่าจะถึงมือผู้บริโภค มีความสามารถในการปลดปล่อยยาด้วยอัตราที่ต้องการ เป็นการศึกษา ก่อนการตั้งตำรับและการพัฒนาตำรับเม็ดยา เพื่อเป็นแนวทางว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ได้เม็ดยาที่ดีทั้งใน ด้านคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเม็ดยา เพื่อความสะดวกในการผลิต โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาตำรับเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารเสริมในการป้องกันการเกิดโรค ลดผลข้างเคียงต่อผู้บริโภคน้อยที่สุดทั้งนี้ผู้ป่วยได้มีส่วนร่วมในการบริหารยาให้มากที่สุด ลดปัญหา ลืมบริโภคยาหรือไม่พอใจในการบริโภคนยาในรูปแบบอื่น

3.4.1 ศึกษาคุณสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ประกอบการทำเม็ดยาฟองฟู ยาเม็ดฟองฟู
ประกอบด้วยส่วนผสมดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ประกอบการทำเม็ดยาฟองฟู

สารสำคัญ	หน้าที่	คุณสมบัติ
ตรีฟลา	สารสำคัญ	เป็นตัวยาสสำคัญ
Lactose	สารพื่น	เพิ่มปริมาณในเม็ดยา
Tartaric Acid	เป็นกรด	ออกฤทธิ์เป็นกรดไม่ดูดความ ชื้น สามารถละลายได้ดีในน้ำ
Citric Acid		
Sodium Bicarbonate	เป็นเบส	เป็นด่างทำปฏิกิริยากับกรดเพื่อให้ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยในการแตกตัวของเม็ดยา มักใช้ร่วมกับกรด Tartaric และ Citric ใช้ได้ถึง 52%

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ประกอบการทำเม็ดยาฟองฟู (ต่อ)

สารสำคัญ	หน้าที่	คุณสมบัติ
PEG 6000 (Polyethylene Glycol)	สารยึดเกาะ	เป็นตัวยึดเกาะผงยาในระหว่างการตอกเม็ดยาโดยไม่ทำให้ยาเม็ดมีความแข็งแรงเพิ่ม และทำหน้าที่เคลือบผงยาให้ไหลได้ อีسترสามารถละลายได้ทั้งน้ำและ แอลกอฮอล์ใช้ได้ ในปริมาณ 10-30%
PVP K-30		การยึดเกาะของผงยา ซึ่งเมื่อนำไปตอกอัดสารยึดเกาะจะช่วยทำให้ผงยาเกาะติดกันได้เป็นเม็ดยา ใช้ได้ในปริมาณ 2-5%
Aerosil®	สารช่วยไหล	เพิ่มการไหลของผงยาได้ดีขึ้น
Magnesium Stearate	สารหล่อลื่น	เพิ่มความหนาแน่นของผงยาก่อนที่จะทำการตอกอัด ช่วยในการแตกตัวและละลายตัวของเม็ดยาให้สมบูรณ์ เป็นสารกันติดที่มีลักษณะเป็นฟิล์มเคลือบบนผิวหน้า punches และ dies ใช้ได้ 0.25-5.0%
Sodium Lauryl Sulfate	สารกันติด	มีคุณสมบัติเป็นสารช่วยไหล ใช้ได้ถึง 1-2%
Saccharine Sodium	แต่งรสยา	มีคุณสมบัติเป็นสารให้ความหวาน

3.4.2 ศึกษาการตั้งตำรับยาเม็ดฟองฟู (พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์, 2551:28) การตั้งสูตรตำรับ Effervescent Tablet เป็นการออกแบบเพื่อให้เกิดฟองฟูเมื่อใส่ลงไปในน้ำโดยใช้กลไกปฏิกิริยาระหว่างกรดกับสารที่ให้ Carbon Dioxide ทำให้ยาเม็ดแตกตัว ยาแกรนูล ฟองฟู จะต้องกำหนดหาจำนวนกรดและด่างที่ใช้เป็นองค์ประกอบในยาพื้น โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีดังนี้

Citric Acid	1	โมล	ใช้	Sodium Bicarbonate	3	โมล
Citric Acid	210	กรัม	ใช้	Sodium Bicarbonate	3x84	กรัม
Citric Acid	1	กรัม	ใช้	Sodium Bicarbonate	1.2	กรัม
และ Tartaric Acid	1	โมล	ใช้	Sodium Bicarbonate	2	โมล
Tartaric Acid	150	กรัม	ใช้	Sodium Bicarbonate	2x84	กรัม
Tartaric Acid	1	กรัม	ใช้	Sodium Bicarbonate	2.24	กรัม

ดังนั้นถ้าใช้กรด 3 กรัม จะต้องใช้ sodium bicarbonate $1.2 + 2.4 = 3.44$ กรัม และเพื่อให้กรดเหลือจากปฏิกิริยาเล็กน้อย จะใช้ sodium bicarbonate เพียง 3.4 หรือ 3 กรัม

3.4.3 การศึกษาความหนาแน่นของผงยา (Density) ความหนาแน่นของผงยามีความสำคัญในเรื่องของขนาดเม็ดยาและความสามารถในการไหลของผงยา ผงยาที่มีความหนาแน่นต่ำจะเกิดการแยกตัวได้ง่าย

3.4.4 ศึกษาคุณสมบัติการไหลของผงยา เป็นวิธีหาความสามารถในการไหลของผงยาผงยาที่นำมาใช้ควรมีการไหลที่ดีเพื่อบรรจุในเบ้าพิมพ์ (Die) ได้อย่างสม่ำเสมอทำให้น้ำหนักของยาเม็ดสม่ำเสมอเท่ากันทุกเม็ด โดยการนำผงยาผ่านกรวย ที่มีรูเปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จากนั้นวัดรัศมีและความสูงของกองผงยาแล้วนำมาหาค่า Angle Of Repose (θ) จากสูตร

$$\theta = \tan^{-1} h/r$$

เมื่อ θ = angle of repose

H = ความสูงของกองผงยา

r = รัศมีของกองผงยา

ทำการทดลอง 3 ครั้งแล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย

ห1 % Compressibility ความสามารถในการตอกอัดเม็ดยา คำนวณจากสูตร

$$\% \text{ Compressibility} = \frac{\text{Tapped density} - \text{bulk density}}{\text{Tapped density}} \times 100$$

Tapped density

เมื่อ Pb = bulk density

Pa = tapped density

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ของการไหลระหว่าง Carr's index และ Hausner's ratio

Flow Character	Carr index	Hausner ratio
Excellent	≤ 10	1.00-1.11
Good	11-15	1.12-1.18
Fair (aid not needed)	16-20	1.19-1.25
Passable (may hang up)	21-25	1.26-1.34
Poor (must agitate/vibrate)	26-31	1.35-1.45

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ของการไหลระหว่าง Carr's index และ Hausner's ratio (ต่อ)

Flow Character	Carr index	Hausner ratio
Very poor	32-37	1.46-1.59
Very, very poor	> 38	>1.60

ที่มา : พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์, 2548:3

1) Carr's Index (%) $[(\text{Tab}-\text{Bulk})/\text{Tab}] \times 100$

2) Hausner's Ratio คำนวณจาก (Tab/Bulk) วิธีนี้มีลักษณะคล้ายกับ Carr Index ค่าที่น้อยกว่า 1.25 แสดงถึงการไหลที่ดี (เท่ากับ 20% Carr) และค่าที่มากกว่า 1.5 แสดงถึงการไหลที่ไม่ดี (เท่ากับ 33% Carr) (พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์, 2548 : 3)

3) การไหล Angle Of Repose

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Angle Of Repose และ Flowability

Angle Of Repose	Flow
<25	Excellent
25-30	Good
30-40	Passable
>40	Very Poor

ที่มา : พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์, 2548:3

3.4.5 การศึกษา Bulk Density การศึกษาค่าความหนาแน่นจำเพาะเป็นการหาค่าความหนาแน่นของสาร พงยาที่มี Bulk Density น้อยมีผลต่อการไหลของผงยา มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ชั่งสารสำคัญมา 20.00 กรัม แล้วใส่ลงใน Cylinder ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 2) อ่านปริมาตรที่ได้บนขอบสูงสุดของผงยา
- 3) บันทึกผลการทดลอง
- 4) นำมาคำนวณตามสูตร

$$\frac{M}{V_0}$$

โดยที่ M คือ น้ำหนัก (กรัม)

V_0 คือ ปริมาตรที่ได้บนขอบสูงสุดของผงยาก่อนการกดอัด (มิลลิเมตร)

3.4.6 การศึกษา Tapped density หรือ ค่าความหนาแน่นจำเพาะ ซึ่งมีความสำคัญต่อการไหลของผงยา มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ชั่งสารสำคัญมา 20.00 กรัม แล้วใส่ลงใน Cylinder ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 2) อ่านปริมาตรที่ได้บนขอบสูงสุดของผงยา
- 3) บันทึกผลการทดลอง
- 4) นำ Cylinder วางบนเครื่อง Tapped Density เขย่า เป็นเวลา 5 นาที และอ่านปริมาตรที่ได้บนขอบสูงสุดของผงยา
- 5) บันทึกผลการทดลองแล้วนำไปคำนวณ

$$\frac{M}{V}$$

โดยที่ V ปริมาตรที่ได้บนขอบสูงสุดของผงยาหลังการกดอัด (มิลลิลิตร)

3.4.7 ขั้นตอนการเตรียมผงยา ตรีผลาเม็ดยาฟองฟูขนาด 4000 mg. ต่อเม็ด

ตารางที่ 3.4 การเตรียมผงยา

ส่วนผสม	ปริมาณต่อมิลลิกรัม (mg.)
Triphala	1,000
Lactose	1,000
Sodium Bicarbonate, USP.	800
Tartaric Acid, USP.	540
Citric Acid, USP.	240
PEG 6000, USP.	200
Aerosil®	200

ตารางที่ 3.4 การเตรียมผงยา (ต่อ)

ส่วนผสม	ปริมาณต่อมิลลิกรัม (mg.)
Magnesium Stearate	-
PVP K-30	12
Saccharine Sodium, USP.	8

นำส่วนผสมทั้งหมดไปอบในอุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผ่านแรงซ้ำด้วยแรงเบอร์ 60 ปรับอัตราส่วนจนได้ตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพผงยาที่ดี

3.5 ทำการตอกเม็ดยา

3.5.1 ใช้เครื่องตอกแบบสากลเดียว (Single Punch Tablet Machine) ใช้ Punch ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร ปรับแต่งสากลล่างที่บริเวณ Weight Adjustment Collar และปริมาณของแรงตอก เพื่อกำหนดความแข็งและน้ำหนักให้อยู่ที่ 4,000 มิลลิกรัม/เม็ด

3.6 การประเมินคุณภาพยาเม็ดฟองฟู

3.6.1 น้ำหนักของเม็ดยา (Weight Variation) โดยการวัดน้ำหนักแล้วคำนวณค่าทางสถิติโดยใช้เครื่องชั่งที่มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง การควบคุมน้ำหนักที่ผลิตในแต่ละครั้งโดยกำหนดขอบเขตของน้ำหนักเม็ดยาไว้ว่าควรมีตัวสำคัญ > 324 mg. ต้องมีค่าความต่างของน้ำหนักยาเม็ดจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน $\pm 5\%$ การประเมิน เม็ดยา ควรมียาเม็ดไม่เกิน 2 เม็ดที่มีความเบี่ยงเบนมากกว่า 2 เท่า ทดสอบโดยวิธีดังต่อไปนี้

- 1) ทำความสะอาดเครื่องชั่ง
- 2) ใช้ Forceps คีบเม็ดยาสำหรับชั่ง โดยใช้กระดาษรองบนจาน บันทึกน้ำหนัก ต่อเม็ดจำนวน 20 เม็ดคำนวณหาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยทั่วไป น้ำหนักที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยต้องไม่เกิน $\pm 5\%$ สำหรับยาเม็ด โดยน้ำหนักที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยสามารถคำนวณได้จาก % Coefficient Of Variation (%CV)

$$\% CV = (SD/Mean) \times 100$$

ความแปรปรวนของน้ำหนักยาเม็ด (Weight Variation) ในหัวข้อ Dietary Supplements ของ USP ได้กำหนดมาตรฐานของความแปรปรวนน้ำหนักยาเม็ดไว้ว่า ให้สุ่มตัวอย่างยาในแต่ละครั้งผลิต (batch) มา 20 เม็ด ชั่งน้ำหนักทีละ 1 เม็ด และคำนวณหาน้ำหนักเฉลี่ย กำหนดเกณฑ์ไว้ว่า จะต้องมียาเม็ดน้ำหนักไม่เกิน 2 เม็ด ที่มีความเบี่ยงเบนมากกว่าจำนวนร้อยละที่กำหนดไว้ และต้องไม่มีเม็ดใดเลยที่มีความเบี่ยงเบนมากกว่า 2 เท่าของจำนวนร้อยละที่กำหนดในตารางที่ 3.4 จากน้ำหนักเฉลี่ย

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าช่วงค่าเฉลี่ยน้ำหนักยาเม็ดและค่าร้อยละที่ยอมให้เบี่ยงเบนได้จากค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยาเม็ด (mg)	ค่าเบี่ยงเบนคิดเป็นร้อยละ
130 หรือ น้อยกว่า	10
130 – 324	7.5
มากกว่า 324	5

จากตารางแสดงให้เห็นว่า เกณฑ์การยอมรับให้ยาเม็ดที่น้ำหนักน้อยมีค่าเบี่ยงเบนน้ำหนักมากกว่ายาเม็ดที่น้ำหนักมาก และยอมให้เพียง 2 เม็ดที่ค่าเบี่ยงเบนเกิน 10, 7.5 และ 5% ตามลำดับ แต่ไม่ยอมให้เม็ดใดเลยที่น้ำหนักเกิน 20, 15 และ 10% ตามลำดับ

3.6.2 หาความหนา (Thickness) ความหนาของเม็ดยาเป็นการประเมินผลตามคุณสมบัติทางกายภาพและใช้ควบคุมคุณภาพของเม็ดยาโดยใช้เครื่องมือ micrometer เป็นเครื่องมือใช้วัดความหนาของเม็ดยา ประกอบด้วยหน้าปัดแสดงความหนาของเม็ดยาในหน่วยมิลลิเมตร (ทศนิยมสองตำแหน่ง) โดยทั่วไปความหนาของเม็ดยาควรมีค่าอยู่ในช่วง $\pm 5\%$ ของค่าที่กำหนดไว้

- 1) วัดความหนาของเม็ดยาจำนวน 10 เม็ด บันทึกผล หาค่าเฉลี่ย SD

3.6.3 หาความแข็ง (Hardness) ความแข็ง อาศัยความสามารถในการรักษารูปร่างให้คงทนต่อแรงกระทบกระแทกได้และ เม็ดยาจะต้องมีคุณสมบัติอื่นๆ เข้ามาตรฐานตามเกณฑ์การรับด้วย เพราะความแข็งของยาเม็ดจะต้องมีความสัมพันธ์กับการแตกตัวและการละลายตัวการหาความแข็งจะใช้เครื่องมือ Erweka Hardness Tester เป็นเครื่องมือทดสอบความแข็งของยาเม็ด โดยใช้แรงที่วัดได้เป็นกิโลกรัม และ Strong Cobb Unit โดยทั่วไปเม็ดยาต้องรักษารูปร่างให้ความคงทนต่อแรงกระทบกระแทกในระหว่างขนส่ง ยาเม็ดควรมีความแข็งไม่ต่ำกว่า 4 กิโลกรัม

- 1) วัดความแข็งของเม็ดยาจำนวน 10 เม็ด บันทึกผลหาค่าเฉลี่ยและSD

3.6.4 ความกร่อน (Friability) โดยใช้เครื่องมือ Friabilator เป็นเครื่องมือที่ออกแบบให้หมุนเม็ดยาด้วยความเร็ว 25 รอบต่อนาที (rpm.) หลังจากหมุนครบ 100 รอบแล้วนำ มาคำนวณหาค่าความกร่อน เม็ดยาควรมีความกร่อนไม่เกิน 0.5 – 1.0%

- 1) ชั่งและบันทึก น้ำหนักรวม ของเม็ดยาที่ต้องการทดสอบ (จำนวน 20 เม็ด) = W_1

- 2) ใส่ยาเม็ดในข้อ 1 ใน Drum พลาสติก

- 3) ตั้งเวลาให้เครื่องหมุนเป็นเวลา 4 นาที (หรือให้หมุนเป็นจำนวน 100 รอบ)

- 4) นำเม็ดยามาแรงเอาเศษผลหรือชิ้นส่วนที่หักในระหว่างทดสอบออก

- 5) ชั่งและบันทึก น้ำหนักรวม ของเม็ดยาหลังการทดสอบ (20 เม็ด) = W_2

- 6) คำนวณหา % ของน้ำหนักที่หายไป คำนวณได้จากสูตร

$$(W_1 - W_2) \times 100 / W_1$$

3.6.5 การแตกตัวของเม็ดยา (disintegration) คำนวณเวลาจากการแตกตัวของเม็ดยา

- 1) ทดสอบโดยการใส่น้ำ ลงในบีกเกอร์ ประมาณ 250 มิลลิลิตร นำเม็ดยาใส่ลงไปพร้อมกับจับเวลาที่เม็ดยาแตกตัวหมด ทดสอบจำนวนเม็ดยา 6 เม็ด บันทึกเวลาของยาแต่ละเม็ดทั้ง 6 เม็ด เปรียบเทียบการประเมินผล BP 2001 ยาเม็ดจะผ่านการทดสอบเมื่อยาเม็ดทั้ง 6 เกิดการแตกตัวอย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดคือ 5 นาที

3.7 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สำหรับผลาโดยวิธี HPTLC หรือ High Performance Thin Layer Chromatography

วิธีการโครมาโทกราฟี (Chromatography) เป็นวิธีการแยกสารผสมโดยอาศัย 2 วัฏภาคคือวัฏภาคเคลื่อนที่ (Mobile Phase) และวัฏภาคคงที่ (Stationary Phase) ซึ่งมีคุณสมบัติต่างกันและคุณสมบัติที่สำคัญคือความมีขั้ว (Polarity) สารใดในสารผสมมีขั้วคล้ายกับวัฏภาคคงที่ก็จะอยู่กับวัฏภาคคงที่ได้มากกว่า ฉะนั้นสารใดจะเคลื่อนที่ไปได้มาน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับการดูดซับที่ผิวของวัฏภาคคงที่ (Adsorption) การดูดซึมเข้าไปในช่องว่างของวัฏภาคคงที่ (Absorption) การกระจายตัว (Partition) เข้าไปในของเหลวที่เคลือบอยู่ที่ผิวของวัฏภาคคงที่หรืออยู่ในช่องว่างของ Partition

ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการละลายของสารและการสร้างพันธะกับวัฏภาคคงที่ วิธีโครมาโทกราฟีที่นิยมใช้ได้แก่วิธีทีแอลซีหรือโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin Layer Chromatography) โครมาโทกราฟีแบบแผ่นกระดาษ (Paper Chromatography, PC) โครมาโทกราฟีแบบแก๊ส (Gas Chromatography, GC) และโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC)

วิธีทีแอลซีเหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่อไปนี้

วัตถุดิบผลิตภัณฑ์ยาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหารใช้ในการพิสูจน์แยกเอกลักษณ์ ตรวจสอบความบริสุทธิ์วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์วิเคราะห์หาสารกันเสีย (Preservatives) วิเคราะห์การปนเปื้อนวิเคราะห์ระหว่างกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและวิเคราะห์การปลอมปนวิธีทีแอลซีเป็นวิธีหนึ่งที่ทางเภสัชตำรับหลายประเทศกำหนดให้เป็นวิธีในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณซึ่งปัจจุบันวิธีทีแอลซีมีการพัฒนาดีขึ้นทั้งวัฏภาคคงที่วัฏภาคเคลื่อนที่ตัวตรวจสอบวิธีการหยดสารโดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติและวิธีการหาปริมาณสารโดยใช้วิธี Densitometry โดยใช้ Gallic Acid เป็นสารมาตรฐาน เป็นวิธีแยกส่วนผสมเพื่อหาชนิดและปริมาณขององค์ประกอบแต่ละชนิด ในระหว่าง 2 เฟส คือ Stationary Phase กับ Mobile Phase โดยเป็นเทคนิค HPTLC ที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

Method Validation of HPTLC

การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ Method Validation เป็นกระบวนการในการยืนยันความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยการตรวจสอบและจัดทำหลักฐานที่เป็นรูปธรรมเพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อกำหนดพิเศษต่างๆ สามารถบรรลุผลได้ครบถ้วนเป็นไปตามข้อกำหนดไว้ และเพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ ปริมาณสาร Gallic Acid ในตำรับตรีผลาด้วยวิธี HPTLC และวิเคราะห์หาปริมาณสาร Gallic Acid ในตำรับตรีผลาที่ได้จากยาเม็ดฟองฟู

Chromatographic Conditions (For Gallic Acid)

Stationary Phase	: HPTLC Procoated, Silica Gel G60, F ₂₅₄ (Merck)
Mobile Phase	: Hexane : Ethyl Acetate (6 : 4 v/v)
Saturation Time	: 15 Minutes
Wavelength	: 254 nm (CAMAG Scanner 3)

3.7.1 การเตรียม Standard Stock Solution ชั่ง Gallic Acid 1 มิลลิกรัม ลงใน Volumetric Flask 10 มิลลิลิตร ละลายปรับปริมาตรด้วย Methanol หลังจากนั้น Gallic Acid Stock Solution 1 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric Flask 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Methanol

3.7.2 การทำ calibration graph นำ Standard Solution Gallic Acid ข้างต้นมาปริมาตร 100, 200, 300, 400, 500, 600 ไมโครลิตร หลังจากนั้นดูดสารเข้า Syringe แล้วนำ Syringe ไปวางบนแท่นของเครื่อง Linomat โดยกำหนดให้เครื่องทำการ Spot แผ่น TLC จากนั้นนำแผ่น TLC ไป Develop ใน Developing Chamber โดยใช้ Mobile Phase Hexane : Ethyl Acetate ในอัตราส่วน 6 : 4 แล้วนำเข้าเครื่อง TLC Scanner เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์สารตัวอย่างโดยฉีดซ้ำตัวอย่าง ละ 3 ครั้ง

3.7.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน นำกรดแกลลิกมาละลายให้มีความเข้มข้น 6 ความเข้มข้น สามารถมาตรฐานจะถูกกรองผ่าน Membrane Filter 0.45 ไมครอน ก่อนนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC เมื่อทำการหยดลงบน HPTLC Plates แล้วจะได้สารมาตรฐานอยู่ในช่วง 440, 880, 1,320, 1,760, 2,200 และ 2,640 นาโนกรัม / จุด (Spot)

3.7.4 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง ยาเม็ดฟองฟูตริฟลาซึ่งประกอบด้วยสารสกัดตรีผลา 25%, โซเดียมไบคาร์บอเนต (20%), กรดซิตริก (6%), กรดทาร์ทาริก (13.5%), PEG 6000 (5%) และ แอโรซิล (5%) โซเดียมซัคคาริน (0.5%) ชั่งเม็ดยาหนัก 4000 มิลลิกรัม ที่ผ่านการทดสอบมาตรฐานของยาเม็ดจากกรรมวิธีข้างต้นมาใส่น้ำบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ปลอ่ยให้เม็ดยาเกิดการแตกตัวสมบูรณ์ภายในเวลา 5 นาที จากนั้นถ่ายใส่ลงใน Volumetric Flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น สารตัวอย่างจะถูกกรองด้วยแผ่น Membrane Filter ขนาด 0.45 ไมครอน ก่อนนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC

3.7.5 การเตรียมสภาวะโครมาโทกราฟี (Chromatographic Condition)

1) เตรียมวัฏภาคเคลื่อนที่ (Mobile Phase) ด้วยการผสมตัวทำละลายดังต่อไปนี้ Dichloromethane: Ethyl Acetate : Formic Acid (40 : 56 : 4) ทำให้มีความอิ่มตัวในแท่งก๊อชในรูปแบบตัววี (Twin Trough Chamber) โดยการใส่แผ่นกระดาษกรองขนาด 20x10 cm. ปลอ่ยให้วัฏภาคเคลื่อนที่ไหลท่วมแผ่นกระดาษกรองเป็นเวลา 25 นาทีที่อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$)

2) พัฒนาแผ่นเอชพีทีแอลซี (HPTLC Plate) โดยการชะล้างแผ่นที่แอลซีเปลาในภาชนะรูปตัววีที่อิ่มตัวด้วยวัฏภาคเคลื่อนที่ของสารละลาย 100% เมทานอลปลอ่ยให้

สารละลายเคลื่อนที่ถึงขอบบนของแผ่นที่แอลซีที่ระยะทาง 8 cm. จากนั้นนำไปเป่าจนแห้งเก็บในภาชนะที่แห้งจนกว่าจะใช้งาน

3) หยด (Spot) สารตัวอย่างบนแผ่นที่แอลซีด้วยเครื่องมือหยดสาร Linomat5 Automatic Sample Spotter โดยหยดสารตัวอย่างห่างจากขอบล่างของแผ่นที่แอลซี 10 mm. และห่างจากขอบด้านข้าง 15 mm โดยกำหนดให้แต่ละครั้งของการหยดให้ได้ปริมาตรของสารละลาย 3 μL และให้ช่วงห่างระหว่างสารตัวอย่างแต่ละจุดห่างกัน 6 mm. จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดแกลลิกด้วยเครื่อง Densitometer TLC Scanner 3 ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 280 นาโนเมตรโดยใช้โปรแกรม WinCATS Software ในการวิเคราะห์

3.7.6 การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ เป็นวิธีทดสอบความสามารถค่าสัญญาณของเครื่องมือที่แปรสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการศึกษาแบ่งเป็น System Linearity หมายถึงการทดสอบโดยใช้สารมาตรฐานวัดค่าโดยจะแสดงผลทดสอบเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Method Linearity หมายถึง การทดสอบโดยใช้ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน (Spike Sample) โดยจะแสดงความสามารถของวิธีทดสอบที่ให้ผลเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่มีอยู่จริงในตัวอย่าง

1) การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity) นำสารละลายมาตรฐานมา Spot บนแผ่นที่แอลซีด้วยเครื่อง Linomat 5 Automatic Sample Spotter ที่ 5 ความเข้มข้นคือ 440, 880, 1320, 1760, 2200, และ 2400 นาโนกรัมต่อหนึ่งจุด จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยวิธีการ HPTLC ใช้วิธีทางสถิติการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากโครมาโตแกรมพิจารณาภาพเชิงเส้นจากค่า Correlation Coefficient (R^2) ของความสัมพันธ์ที่ได้ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง

2) การศึกษาความแม่นยำ (Precision) การวัดซ้ำหลายๆครั้งและดูค่าที่ได้ใกล้เคียงกันหรือไม่ซึ่งการวัดค่าที่ได้ใกล้เคียงกันไม่ได้หมายความว่าค่าที่วัดได้จะเป็นค่าที่ถูกต้องเสมอไปแบ่งเป็น Repeatability หมายถึงการทดสอบซ้ำๆภายใต้สภาวะคงที่ซึ่งการทดสอบจะต้องทำภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันตัวอย่างเดียวกันสภาวะแวดล้อมเดียวกันผู้ทดสอบคนเดียวกันและภายใต้เวลาใกล้เคียงกัน Reproducibility หมายถึงการทดสอบซ้ำซึ่งอาจมีความแตกต่างกันดังนี้ Intra-Lab Reproducibility หมายถึงการทดสอบซ้ำโดยอาจขยายเวลาในการทดสอบมากขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงเจ้าหน้าที่ทดสอบเปลี่ยนแปลงเครื่องมือวันที่ทำการทดสอบต่างกันแต่ห้องปฏิบัติการที่ใช้ทดสอบเป็นห้องปฏิบัติการเดียวกัน Inter-Lab Reproducibility หมายถึงการทดสอบซ้ำโดยดูค่า

ความแปรปรวนที่มีผลต่อความแม่นยำของวิธีเมื่อมีการเปลี่ยนผู้ทดสอบเปลี่ยนเครื่องมือแต่ไม่ได้ทำการทดสอบโดยห้องปฏิบัติการเดียวกัน

การศึกษาความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (mean, $\bar{X}$) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D.) และค่า% R.S.D. ของสัญญาณที่วัดได้โดยใช้สมการ

1) ค่าเฉลี่ย (mean, $\bar{X}$)

$$\%RSD = SD \times 100 / \bar{X}$$

2) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

3) ร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation, % R.S.D.)

$$\%RSD = (SD \times 100) / \bar{x}$$

การศึกษาความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์จะศึกษา 2 ประเด็นดังนี้

1) Intra-Assay Precision (Repeatability) คือการศึกษาความแม่นยำภายในแต่ละวัน โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดเฟรูลิกในสารละลายตัวอย่างที่ 3 ความเข้มข้น (440, 880, 1320 ng/Spot) จำนวน 3 ครั้งคำนวณหาค่า Standard Deviation (S.D.) และ% R.S.D. หากค่า% R.S.D. ที่ได้น้อยกว่า 2 % จึงจะถือว่าผ่าน

2) Interday Precision (Reproducibility) คือการศึกษาความแม่นยำระหว่างวัน โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดเฟรูลิกในสารละลายตัวอย่างที่ 3 ความเข้มข้น (440, 880, 1320 ng/Spot) เป็นจำนวน 3 วันแล้วนำมาศึกษาความแปรปรวนของ Slope ที่ได้จากการสมการของ Standard Curve คำนวณหาค่า %R.S.D. ของ slope ที่ได้ทั้ง 3 วันหากค่า% R.S.D. ที่ได้น้อยกว่า 2% จึงจะถือว่าผ่าน

3) การศึกษาความถูกต้อง (Accuracy) ค่าที่ได้จากการวัดมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากน้อยเพียงใดโดยทั่วไปจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเบี่ยงเบนคือจะแปรผกผันกับค่าความเบี่ยงเบน ใช้วิธี Standard Addition ในการหาความถูกต้องโดยการเติมสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ความเข้มข้นคือ 424, 636 และ 848 ng/Spot จากนั้น

นำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้นคำนวณหาร้อยละการกลับคืน (% Recovery) ของแต่ละความเข้มข้นโดยเทียบจากค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ควรจะเป็นซึ่งได้จากการคำนวณ

4) การศึกษา Low Limit Of Detection (LOD) และ Low Limit Of Quantitation (LOQ) การศึกษา Low Limit Of Detection (LOD) ความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบได้โดยทั่วไปจะเป็นระดับความเข้มข้นของสารที่ให้สัญญาณเป็น 3 เท่าของ Blank เหนือค่าเฉลี่ยสัญญาณของ Blank การศึกษา Low Limit of Quantitation (LOQ) ความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจสอบและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำสามารถรายงานค่าได้โดยทั่วไปจะเป็นระดับความเข้มข้นของสารที่ให้สัญญาณเป็น 10 เท่าของ Blank เหนือค่าเฉลี่ยของสัญญาณ Blank การกำหนดค่าดังกล่าวโดยการตรวจสอบหาสัญญาณความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจสอบและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำที่ระดับความเข้มข้นของสารที่ให้สัญญาณเป็น 3 เท่าของ Blank (Methanol) สำหรับค่า LOD และที่ระดับความเข้มข้นของสารที่ให้สัญญาณเป็น 10 เท่าของ Blank (Methanol) สำหรับค่า LOQ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมสารสกัด

หาปริมาณสารสกัดในตำรับตรีผลาโดยใช้สมุนไพรในปริมาณอัตราเท่ากันอย่างละ 500 กรัม ต้มในน้ำ 3 ลิตรให้เหลือ 1 ลิตร นำไปประเหยให้แห้งด้วยวิธี Freeze Dry เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารสกัดในตำรับทำซ้ำ 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 ตารางการเปรียบเทียบปริมาณสารสกัดตรีผลา

สารสกัด	วิธีการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ตรีผลา	Freeze Dry	28.45 กรัม	27.96 กรัม	27.87 กรัม

การศึกษาก่อนการตั้งตำรับ

การพัฒนาตำรับตรีผลาในรูปแบบเม็ดยาฟองฟู เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้ขั้นตอนการผลิตน้อย ประหยัดเวลาและพลังงาน เหมาะกับตัวยาที่ถูก Hydrolysis ได้ง่าย และเนื่องจากตำรับตรีผลาฟองฟูเป็นตำรับที่มีคุณสมบัติในการสลายตัวย่าง มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ชั่งสารแต่ละตัวตามปริมาณที่กำหนด และย่อยให้มีขนาดเล็กลงโดยผ่านร่อนเบอร์ 60 และให้มีขนาดใกล้เคียงกัน
- 2) การผสม (Mixing) เป็นขั้นตอนที่รวมตัวยาและสารช่วยอื่นผสมให้เข้ากัน
- 3) นำมาทดสอบการไหลของอนุภาคด้วยวิธี Funnel Method โดยการเทสารผ่านกรวยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 ซม. ลงในแผ่นกระดาษ แล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง วัดความสูงของสารนำมาคำนวณหา Angle of Repose

การศึกษาคุณสมบัติการไหลของผงยา นำสารผสมในตำรับมาประเมินการไหลของอนุภาคด้วยวิธีดังนี้

- 1) ชั่งน้ำหนัก 20.00 กรัม
- 2) เทสารผ่านกรวยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 ซม. ลงในแผ่นกระดาษ
- 3) วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง
- 4) วัดความสูงของสารสำคัญ
- 5) นำมาคำนวณ Angle of Repose; $\theta = \tan^{-1} h/r$

ตารางแสดงค่าการศึกษาการตั้งตำรับ

ตารางที่ 4.2 ตารางการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผงยา

Formula	Angle of Repose [°]	Bulk Density (g/ml)	Tapped density (g/ml)	Carr's Index	Hausner's Ratio
F1	43.23	0.87	0.96	9.38	1.10
F2	27.48	0.80	0.87	8.05	1.09
F3	38.66	0.83	0.89	4.60	1.05
F4	29.25	0.80	0.84	4.76	1.05
F5	33.82	0.87	0.93	6.45	1.07
F6	34.99	0.80	0.87	8.05	1.09
F7	27.92	0.80	0.87	8.05	1.09
F8	25.17	0.83	0.89	6.74	1.07
F9	25.17	0.80	0.89	10.11	1.11
F10	26.57	0.87	0.93	6.45	1.07

จากตาราง สูตร F1 มีค่า Angle of Repose มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คุณสมบัติของผงยาไหลไม่ค่อยดี ซึ่งอาจส่งผลต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักเม็ดยา จากการทดลองพบความสัมพันธ์ระหว่างการไหลอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่า F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 พบค่า Carr's Index และค่า Hausner's Ratio มีค่าการไหลดี

4.2 การพัฒนาตำรับตรีผลาในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู

ตาราง 4.3 ตารางแสดงตำรับตรีผลา สูตร F1-F5 ตรีผลาชนิดฟองฟู (Tri-Phala Effervescent Tablet)
ขนาด 750 มล. คือน้ำหนักเม็ดยา 1,500 มล.

ส่วนประกอบ	ปริมาณต่อมิลลิกรัม (mg.)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Triphala	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00
Sodium Bicarbonate, USP.	300.00	315.00	300.00	308.25	293.40
Tartaric Acid, USP.	234.60	210.00	180.00	205.50	195.45
Citric Acid, USP.	180.00	105.00	150.00	102.75	97.80
PEG 6000, USP.	27.90	75.00	75.00	75.00	75.00
Aerosil®	7.50	45.00	40.50	45.00	75.00
Magnesium Stearate	-	-	4.50	-	-
PVP K-30	-	-	-	7.50	7.50
Saccharine Sodium, USP.	-	-	-	4.50	4.35
Sodium Lauryl Sulfate	-	-	-	1.50	1.50

จากการทดลองสูตร F1 ไม่พบปัญหาในการตอกอัดเม็ด เม็ดยามีความลื่นและมันวาว ทดสอบค่าการละลายสามารถแตกตัวใช้เวลา 4.36 นาที และพบว่า มีฟองค่อนข้างมาก อาจเป็นผลมาจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดกับด่างในสูตรตำรับจึงทำการพัฒนาต่อเป็นสูตรตำรับ F2

สูตร F2 ผู้วิจัยทดลองเพิ่มของ Sodium Bicarbonate และลดปริมาณ, Tartaric Acid, Citric Acid ลงเล็กน้อยจากเดิมในสูตร F1 ที่ผู้วิจัยคิดว่า ปัญหาการเกิดฟองน่าจะเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับด่าง จากนั้นทำการตอกเม็ดยา ไม่พบปัญหาในการตอก เม็ดยามีความลื่นมันวาว ทดสอบค่าการละลายใช้เวลา 3.32 นาที พบปัญหามีฟองมากเช่นเดิม จึงพัฒนาต่อเป็นสูตรตำรับ F3

จากการทดลองสูตร F3 ในสูตรนี้ได้ทดลองลดปริมาณ Sodium Bicarbonate, Tartaric Acid, Citric Acid ลง แล้วทำการตอก พบว่า เม็ดยาสวยเป็นเงามันวาว มีความลื่นไหลในการตอก ไม่พบปัญหาในการตอก การละลายพบว่า แตกตัวดีใช้เวลา 3.79 นาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่

กำหนดไว้พบว่า มีคราบขาวบนผิวของฟอง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากส่วนผสมของ Magnesium Stearate และลักษณะของผงยาจะขุ่นเล็กน้อย แต่ยังพบปัญหาการเกิดฟองที่มากกว่าปกติและรสชาติไม่ดีควรเพิ่มสารแต่งรส เช่น Saccharin Sodium เข้าไปในสูตรนี้ จึงพัฒนาเป็นสูตรตำรับ F4

จากการทดลองในสูตร F4 ไม่พบปัญหาในการตอก ลักษณะเม็ดยามีความลื่น ในสูตรนี้ได้ทดลองเพิ่ม Sodium Lauryl Sulfate ในสูตรพบว่า เม็ดยามีค่าการละลายภายใน 4.19 นาที รสชาติดี แต่ยังพบปัญหาการฟองค่อนข้างเยอะเหมือนเดิม จึงพัฒนาเป็นสูตรตำรับใน F5 ต่อไป

จากการทดลองในสูตร F5 พบปัญหาในการตอก มีความฝืด อาจเนื่องมาจากใช้เวลาผสมนานเกินไปทำให้ผงยาที่มีความชื้นในตำรับ ทดสอบค่าละลายใช้เวลา 4.01 นาที ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงพัฒนาสูตรเป็น F6 ต่อไป

ตาราง 4.4 ตารางแสดงตำรับตรีผลา สูตร F6-F10

ส่วนผสม	ปริมาณต่อมิลลิกรัม (mg.)				
	F6	F7	F8	F9	F10
Triphala	900.00	750.00	900.00	2,000.00	2,000.00
Sodium Bicarbonate, USP.	231.90	300.38	261.00	850.00	800.00
Tartaric Acid, USP.	152.70	200.25	183.00	566.80	540.00
Citric Acid, USP.	77.40	100.12	91.00	283.20	240.00
PEG 4000 USP.	75.00	-	-	-	-
PEG 6000 USP.	-	45.00	3.45	120.00	200.00
Aerosil®	15.00	26.25	28.55	112.00	200.00
Magnesium Stearate	-	-	-	-	-
PVP K-30	45.00	75.00	30.00	40.00	-
Saccharine Sodium, USP.	3.00	3.00	3.00	20.00	20.00
Sodium Lauryl Sulfate	-	-	-	8.00	-

จากการทดลองที่ผ่านมาจากสูตร F1- F5 ผู้วิจัยได้พยายามหาสาเหตุของการเกิดฟองในปริมาณที่มาก จึงได้ปรับลดปริมาณสารที่ก่อปฏิกิริยาฟองฟูลงและเพิ่มปริมาณสารสำคัญให้มาก

ขึ้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณของ Gallic Acid เพื่อให้ได้ปริมาณสารสำคัญที่เพียงพอต่อการบริโภคในแต่ละครั้ง และการทดลองในสูตร F6 ไม่พบปัญหาในการตอกเม็ดยา มีความลื่นไหลในการตอก เม็ดยามีความมันเงาวาวสวยงาม จากสูตรพบค่าการละลายภายใน 4.52 นาที มีรสชาติดี ได้ใช้สารเพิ่มความหวานในปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากได้เพิ่มปริมาณสารสำคัญมากขึ้น พบปัญหามีฟองค่อนข้างเยอะ จึงพัฒนาเป็นสูตร F7 ต่อไป

จากการทดลองในสูตร F7 ได้เปลี่ยน PEG4000 เป็น PEG6000 เพื่อช่วยในตอกเม็ดยา สูตรนี้ปัญหาที่พบตอกฝืด อาจเกิดสาเหตุที่ผงยาที่มีความชื้น ปัญหาฟองยังต้องปรับปรุงในสูตรตำรับ จึงคิดว่าปริมาณฟองที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งอาจเกิดจากสารสำคัญในตำรับ ดังนั้นจึงลดปริมาณสารสำคัญลงเพื่อจะสังเกตปริมาณฟอง ทดสอบการละลาย ใช้เวลาแตกตัว 3.35 นาที แต่ยังคงพบว่ามีฟองเยอะเหมือนเดิมทำให้ทราบว่าการทดลองเพิ่มปริมาณสารสำคัญและลดปริมาณสารก่อปฏิกิริยาแล้วไม่ได้ช่วยแก้ปัญหของฟองในตำรับแต่อย่างใด จึงได้พัฒนาเป็นสูตร F8 ต่อไป

จากการทดลองในสูตร F8 สารสำคัญอาจมีส่วนทำให้เกิดฟองเยอะแต่ผู้วิจัยต้องการที่จะให้สูตรตำรับมีค่า Gallic Acid มีปริมาณที่เพียงพอต่อการบริโภคในแต่ละครั้ง จึงได้ใช้ปริมาณเพิ่มขึ้นจากสูตร F7 และลดปริมาณสารก่อปฏิกิริยาฟองลง เพื่อให้ได้รสชาติของตรีผลาในตำรับ แต่พบปัญหาในการตอกฝืด ปัญหาที่พบน่าจะเป็นสาเหตุมาจากสารช่วยยึดเกาะของผงยาในตำรับ PVP K-30 และ PEG 6000 เป็นสารช่วยหล่อลื่น ลดแรงเสียดทานระหว่าง Punch และ Die ในการตอกเม็ดยา มีปริมาณไม่เพียงพอทำให้การตอกเม็ดยาไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทดสอบค่าการละลายใช้เวลาแตกตัว 3.60 นาที จึงพัฒนาเป็นสูตร F9 ต่อไป

จากการทดลองในสูตร F9 ไม่พบปัญหาในการตอกอัดเม็ดยา ผงยาสามารถไหลลงสู่เบ้าตอกได้ดี ไม่มีความฝืดในระหว่างการตอก เม็ดยามีความลื่นและมันวาว ในสูตรนี้ได้พัฒนาเม็ดยาจาก 1500 mg. เป็น 4000 mg. เนื่องจากต้องการเพิ่มปริมาณ Gallic Acid ในสารสำคัญให้มีปริมาณเพียงพอที่จะรับประทานเพื่อต้านอนุมูลอิสระและเพื่อสุขภาพต่อไป ทดสอบค่าการละลายใช้เวลาแตกตัวภายใน 3.22 นาที ซึ่งใช้เวลาการแตกตัวน้อยที่สุด อาจเป็นผลมาจาก Sodium Lauryl Sulfate มีส่วนช่วยให้เม็ดยาแตกตัวได้ดีขึ้น แต่พบว่า มีฟิล์มบางลอยบนผิวน้ำ และปัญหาฟองยังคงเดิมจึงพัฒนาเป็นสูตร F10 ต่อไป

จากการทดลองในสูตร F10 ไม่พบปัญหาในการตอกอัด มีความลื่นไหลในการตอก เม็ดยามีความมันวาวเงางาม การละลายหมดภายใน 3.47 นาที พบว่ามีฟองเยอะไม่ต่างกับสูตรตำรับ F9

สาเหตุน่าจะเกิดจากปฏิกิริยาของ Sodium Bicarbonate, Citric Acid, และ Tartaric Acid และสารช่วยต่างๆ ในตำรับ หรืออาจเป็นคุณสมบัติของสารสำคัญในตำรับเนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ โดยการทดสอบสกัดที่ได้จากการต้มลงในบีกเกอร์ โดยไม่มีส่วนผสมของ Sodium Bicarbonate, Citric Acid และ Tartaric Acid และสารช่วยใดๆ ได้สังเกตพบว่า มีฟองเป็นจำนวนมากเช่นกัน แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นานๆ ฟองจะเริ่มยุบตัวลง ทั้งนี้ น่าจะเป็นคุณสมบัติของสมุนไพรที่มีส่วนทำให้เกิดฟองที่มีจำนวนมาก ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สารสกัดตรีผลาชนิดน้ำ

ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช, 17 กุมภาพันธ์ 2557

ลักษณะกายภาพของตรีผลาเม็ดยาฟองฟู



รูปที่ 4.2 ตรีผลาเม็ดยาฟองฟู

ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช 17 กุมภาพันธ์ 2557

ลักษณะทางกายภาพของตรีผลา เป็นเม็ดกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. ผิวเรียบ เป็นน้ำตาลเทาเม็ดยามีความหนา 0.5 ซม. มีรสชาติเปรี้ยว หวาน ฝาดขมเล็กน้อยเป็นรสเฉพาะของตรีผลา

4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 ผลการตอกเม็ดยา (Compression) โดยการนำสารที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วไปตอกให้ได้ขนาดเม็ดตามต้องการ ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำผงยา เข้าผสมในเครื่องแล้วอัดตอกตามขนาดที่ต้องการ

ตารางที่ 4.5 ตารางผลการตอกเม็ดยา

Formula	ปัญหาที่พบในการตอกอัด
F1	ไม่พบปัญหาในตอก ไม่ติดสาก ลักษณะเม็ดยาที่มีความลื่นและมันวาว
F2	ไม่พบปัญหาในการตอก ลักษณะเม็ดยาที่มีความลื่นมันวาว
F3	ไม่พบปัญหาในการตอก เม็ดยาสวยเป็นเงามันวาว มีความลื่นไหลในการตอก
F4	ไม่พบปัญหาในการตอก ลักษณะเม็ดยาที่มีความลื่น

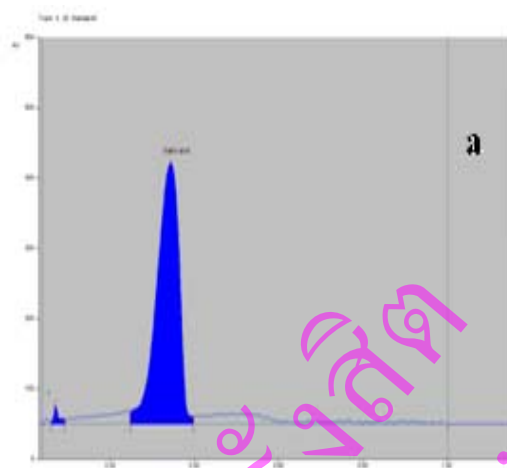
ตารางที่ 4.5 ตารางผลการตอกเม็ดยา (ต่อ)

Formula	ปัญหาที่พบในการตอกอัด
F5	พบปัญหาในการตอก มีความฝืด เม็ดยามีลักษณะด้าน
F6	ไม่พบปัญหาในการตอกเม็ดยา มีความลื่นไหลในการตอก เม็ดยามีความมันเงาวาวสวยงาม
F7	มีปัญหาการตอก มีความฝืดในการตอกอัดเม็ดยา เม็ดยามีลักษณะด้าน
F8	พบปัญหาในการตอกฝืด เม็ดยามีลักษณะด้าน
F9	ไม่พบปัญหาในการตอกอัดเม็ดยา พยาสามารถไหลลงสู่เบ้าตอกได้ดี ไม่มีความฝืด ในระหว่างการตอก ลักษณะเม็ดยามีความลื่นและมันวาว
F10	ไม่พบปัญหาในการตอกอัด เม็ดยามีความลื่นไหลในการตอก ลักษณะของเม็ดยามีความมันเงา สวยงาม

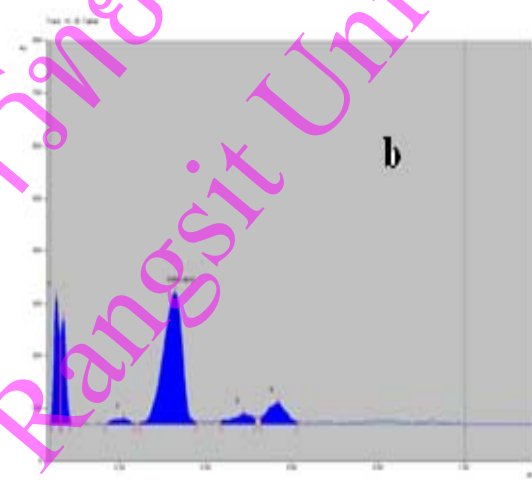
ตารางที่ 4.6 ตารางประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของเม็ดยา

สูตรตำรับ	น้ำหนักของเม็ดยา Weight variation (mg)		ความหนา Thickness mm.	ความแข็ง Hardness (kP)	ความกร่อน Friability %	การแตกตัว Disintegration test Min.
	Average	SD	Average	Average	Average	Average
F1	1,458.50	10.21	5.00	6.00	0.64	4.36
F2	1,441.70	33.11	4.83	5.99	0.60	3.32
F3	1,328.10	19.43	4.87	5.55	1.00	3.79
F4	1,355.70	16.50	4.91	5.87	0.11	4.19
F5	1,533.80	12.68	5.01	5.64	0.22	4.01
F6	1,538.30	13.01	4.93	5.58	0.16	4.52
F7	1,534.10	30.30	4.97	6.01	1.42	3.35
F8	1,553.10	29.47	5.02	5.79	0.27	3.60
F9	4,073.20	29.30	4.98	5.93	0.07	3.22
F10	4,283.20	64.10	4.99	6.03	0.05	3.47

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ตำรับตรีผลาโดยวิธี HPTLC หรือ High Performance Thin-Layer Chromatography



รูปที่ 4.3 Standard gallic acid
ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช 17 กุมภาพันธ์ 2557

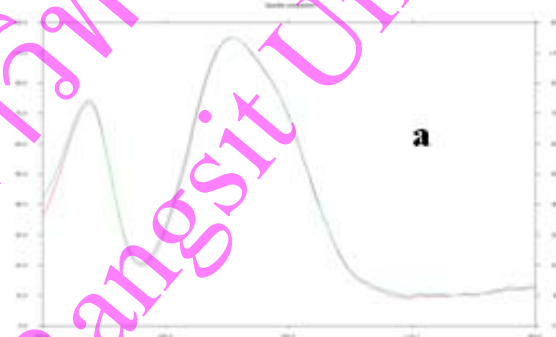


รูปที่ 4.4 Gallic Acid in Tri-phala effervescent Tablet
ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช 17 กุมภาพันธ์ 2557

การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Validation Method)

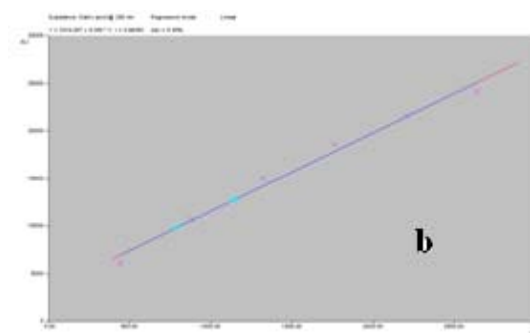
วิธีการวิเคราะห์ปริมาณกรดแกลลิกจากยาเม็ดฟองฟูตรีฟลาโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์แบบโครมาโทกราฟีแบบชั้นบางสมรรถนะสูง (High Performance Thin-Layer Chromatography) ด้วยเครื่อง Densitometer แสดงให้เห็นชัดเจนว่าเป็นวิธีการที่สามารถแยกกรดแกลลิกออกมาได้โดยไม่ถูกรบกวนจากสารอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4

วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยลิเนียร์ตี (Linearity) พรีซิชั่น (Precision), แอควิเรซี (Accuracy) ลิ้มิตออฟดีเทคชั่น (Limit of detection) และลิ้มิตออฟควอนติเตชัน (Limit of Quantitation) นั้นสำหรับลิเนียร์ตี หรือความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิกและพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากโครมาโตแกรมจาก 6 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานคือ 440 – 2640 ng / Spot นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) พบว่ากราฟที่ได้เป็นเส้นตรงสภาพเชิงเส้นจากค่า Correlation Coefficient (R-Square) เท่ากับ 0.9936 (รูป 4.4) ค่า Correlation Coefficient Y-Intercept ความสัมพันธ์เชิงเส้นของกรดแกลลิก ค่า LOD และ LOQ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7



รูป 4.5 The UV Absorption Spectrums of Standard Gallic Acid and Tri-Phala Sample Were Overlaid From 200-400 nm.

ที่มา : เบลูจพร ชัยเนตรวานิช 17 กุมภาพันธ์ 2557



รูป 4.6 Calibration curve of standard gallic acid.

ที่มา : เบญจพร ชัยเนตรวานิช 17 กุมภาพันธ์ 2557

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงค่าทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ด้วย Linearity

Parameters	Results
Linear Range	440 – 2640 ng/Spot
Linear Regression Equation	$y = 3319.267 + 8.250x^a$
Correlation Coefficient (r^2)	0.9936
Limit of Quantitation, ng	40
Limit of Detection, ng	10
Peak Purity (Specificity)	r (s,m) 0.9996, r (m,e) 0.9997

^a x Is The Amount of Gallic Acid in ng, y Is The Peak Area At 280 nm

การศึกษาความแม่นยำ (Precision) โดยการวิเคราะห์ปริมาณกรดแกลลิกในสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 3 ความเข้มข้น (440, 880, 1320 ng/spot) เป็นจำนวน 3 วันผลที่ได้พบว่าทั้งค่าความแม่นยำภายในแต่ละวัน (Intraday Precision) และค่าความแม่นยำระหว่างวัน (Interday Precision) เป็นค่าที่ยอมรับและเชื่อถือได้โดยมีค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ R.S.D. ต่ำกว่า 2.42 % ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการศึกษาความแม่นยำ (Precision)

	Intraday 1	Intraday 2	Interday (1+2)
Conc. 1	11780.41	11573.63	
	11402.00	11573.23	
	11365.19	11406.02	
	11356.92	11371.84	
	11665.49	11430.61	
Average	11478.96	11435.99	11457.47
SD	195	121.31	156.45
%RSD	1.70	1.06	1.37
Conc. 2	13396.71	13801.75	
	13551.91	14031.29	
	13459.81	14046.43	
	13446.44	14142.00	
	13397.05	14143.54	
Average	13435.1	14042.91	13739
SD	68.04	127.05	331.96
%RSD	0.52	0.90	2.42
Conc. 3	16090.18	16264.11	
	16147.91	16544.25	
	15958.62	16501.42	
	15884.42	16652.09	
	15886.42	16638.55	
Average	15987.7	16565.51	16276.6
SD	108.43	178.79	333.06
%RSD	0.68	1.08	2.05

การศึกษาความถูกต้อง (Accuracy) โดยการเติมสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ความเข้มข้นคือ 424, 636 และ 848 ng/Spot คำนวณหาร้อยละการกลับคืน (% Recovery) ของแต่ละความเข้มข้นโดยเทียบจากค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างได้ 101.7, 100.7, 98.40 % ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.9 และสามารถคำนวณหาปริมาณกรดแกลลิกจากยาเม็ดฟองฟูที่ผลิตดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ของแต่ละความเข้มข้นโดยเทียบจากค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง

Serial No	Amount Added, ng	Amount Found, ng	Recovery ^{a,b} , %
1	424	431.06 ± 7.51	101.70 ± 1.77
2	636	640.78 ± 14.70	100.70 ± 2.31
3	848	834.42 ± 7.54	98.40 ± 0.89

^aExpressed As Mean Standard Deviation (SD, n=3), ^b Average Recovery = 101.4%

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณกรดแกลลิก (Yield) จากยาเม็ดฟองฟูที่ผลิต

Samples	Yield of Gallic Acid, % (w/w) ^a
Freeze dry extracts	3.30 ± 0.03 - 3.38 ± 0.03
Effervescent tablets	1.36 ± 0.02 – 1.88 ± 0.06

^aExpressed As Mean Standard Deviation (SD, n=3)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ตรีผลาที่ประกอบด้วย สมอไทย สมอพิเภก มะขามป้อม ในอัตราส่วน 1:1:1 เตรียมโดยวิธีต้มให้เหลือปริมาณ 1 ใน 3 เปรียบเทียบปริมาณสารสกัดทั้ง 3 ครั้งได้ปริมาณสารสกัดหลังจากนำไประเหยให้เข้มข้นโดยวิธี Freeze Dry ได้ปริมาณสารสกัด 28.45, 27.96 และ 27.87 กรัม ตามลำดับ ซึ่งในปริมาณขนาดนี้ทางแพทย์แผนโบราณของไทยได้ใช้เป็นขนาดของยาที่ใช้รักษาโรค ซึ่งมีฤทธิ์ทำให้ระบาย และใช้ขับสารพิษออกจากร่างกาย อย่างไรก็ตามในการรับประทานเพื่อสุขภาพควรมีการเฝ้าระวังความเข้มข้นลงเพื่อลดอาการข้างเคียงดังกล่าว เรื่องของสีและกลิ่นเป็นที่ยอมรับได้เนื่องจากในกรณีที่ใช้เป็นอาหารเสริมย่อมมีการเฝ้าระวังในปริมาณมากซึ่งจะทำให้สีและกลิ่นไม่มีปัญหา ในตำรับอายุรเวทได้ใช้ตำรับนี้รับประทานเพื่อสุขภาพที่ดีและทำให้อายุยืน ใช้ขนาดรับประทานเพียง 1 – 2 กรัม วันละ 2 ครั้ง ทุกวันตลอดชีวิต

จากการทดสอบค่าการไหล พบว่าสูตร F2-F10 มีค่าการไหลที่สัมพันธ์กันของ Carr' Index และค่า Hausner's Ratio มีการไหลที่ดี ยกเว้น F1 มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า Carr' Index และค่า Hausner's Ratio สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสม่ำเสมอของเม็ดยา และจากการทดลองพัฒนาสูตรตำรับพบว่า สูตร F10 ถือได้ว่าเป็นสูตรตำรับที่มีคุณสมบัติที่ดี ในส่วนผสมของกรดและเบสที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาฟองฟู ประกอบไปด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต : กรดทาทารริก : กรดซิตริก ในอัตรา 3:2:1 มีรสชาติดี แต่ยังคงมีปัญหาเรื่องของการขึ้นในการทดลอง และการเกิดฟองภายหลังจากการละลาย ฟองที่เกิดขึ้นขนาดเล็ก ละเอียดยาก ก่อนข้างคั่งตัว ต้องตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานานกว่าฟองจะหายอาจต้องมีการศึกษาและพัฒนาสูตรต่อไป เพื่อให้ได้คุณสมบัติเม็ดยาฟองฟูที่ต้องการ

จากการศึกษาวิธี HPTLC ได้ตรวจสอบวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของกรดแกลลิกในสารสกัดตรีผลาและเม็ดฟองฟู วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย มีความแม่นยำและถูกต้อง สามารถใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกรดแกลลิก ซึ่งมีฤทธิ์ด้านออกซิเดชันที่มีอยู่ในสารสกัดจาก

สมอพิเภก, สมอไทย, มะขามป้อม และตรีผลาในรูปแบบยาเม็ดฟองฟู การศึกษาครั้งนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับการเตรียมสูตรดั้งเดิมในรูปแบบยาที่ทันสมัยที่ใช้งานง่ายและสามารถสะดวกในการพกพา

5.2 ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามหากมีการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรมสิ่งที่จะต้องคำนึงคือคุณสมบัติของสารสำคัญที่จะนำมาพัฒนาในสูตรตำรับฟองฟู และความชื้นในการผลิตมีผลอย่างมากในขั้นตอนการเตรียมยาและการตอกเม็ดยา ควรมีการควบคุมความชื้นทุกขั้นตอนการผลิต และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง ควรศึกษาเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ เช่น Aluminium Foil ที่สามารถกันความชื้นที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ผลิตชนิดนี้

จากงานวิจัยทั้งหมดพบว่า ตำรับมีฟองจำนวนมาก ซึ่งอาจเกิดจากธรรมชาติของสมุนไพรเองและปฏิกิริยาของสารประกอบ ในอนาคตควรจะมีการศึกษาถึงคุณสมบัติทั้งสองประการควบคู่ไปกับการทดสอบความคงตัวของตำรับเพื่อพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป และควรทำการวิจัยทางคลินิกประกอบกันเพื่อทดสอบถึงประสิทธิภาพของตรีผลาต่อการรักษาโรคอื่นๆต่อไป

บรรณานุกรม

ไกรสิทธิ์ อัมพรายน. *กรณีศึกษาการวิจัยและพัฒนาฯ เตรียมรูปแบบของแจ้ง เล่ม 1*. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ธิดา สุขธรรม. “การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยด้วย chromatographic Fingerprints.”

วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 62 ฉบับที่ 194 (มกราคม 2557):10-12.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์และนางลักษณ์ เรืองวิเศษ. *วิเคราะห์ วิจัย คุณภาพเครื่องยาไทย*. พิมพ์ครั้งที่

1. กรุงเทพฯ : คอนเซ็ปท์ เมดิคัล, 2551.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์,สิ่วบุรณ์ สิริรัฐวงศ์และอริยพงษ์ วงษ์นพวิชัย. *เอกสารการสัมมนาเรื่อง*

การเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านสมุนไพรสู่ระดับอุตสาหกรรม ครั้งที่ 2: ฤทธิ์ทางชีวภาพของ
มหาพิกัตตรีผลา. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

บัญชาihalักแห่งชาติ คณะอนุกรรมการพัฒนาบัญชาihalักแห่งชาติ พ.ศ.2542.

“หลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนตำรับยาจากสมุนไพรแผนปัจจุบัน.” [ออนไลน์] เข้าถึงได้

จาก : http://www.fda.moph.go.th/edl/joke/index_ed.htm, 15 พฤศจิกายน 2556.

ปราณี ชาลิตธารังและคณะ. *ยารัชนีสันตะฆาต คุณภาพวัตถุดิบและความปลอดภัยของตำรับ*.

พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2555.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนปนนท์, “ความหนาแน่นรวม (bulk density) ” [ออนไลน์]

เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0747/bulk-density>.

15 พฤศจิกายน 2556.

-----, “อนุมูลอิสระ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2254/free-radical->

[Free radical](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2254/free-radical-%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B0-Free-radical), 20 มีนาคม 2557.

พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์. *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา Pharmaceutical Formulation and*

Development : คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548 (อัคราณา)

พร้อมจิต ศรีลัมพ์. “ประโยชน์ของสมุนไพรตำรับตรีผลาต่อสุขภาพ.” *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*.

ปีที่ 25(2) (มกราคม 2551) : 15-20..

พร้อมจิต ศรีลัมพ์และรุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล. *รสรยาสมุนไพรกับสารเคมี: ความเหมือนที่แตกต่าง*.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล: หจก.สามลดา จำกัด, 2553.

บรรณานุกรม (ต่อ)

เพียรกิจ แดงประเสริฐ. เอกสารประกอบการสอน ยาเม็ด : ส่วนประกอบและการตั้งตำรับ. คณะ

เภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, 2553. (อัคราเนนา)

มหาวิทยาลัยมหิดล ข้อมูลคลังยา คณะเภสัชศาสตร์. “ตอบปัญหาเรื่องยาโดยเภสัชกรหน่วย

คลังข้อมูลยา” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/dic/qa_full.php?id=3424,

15

พฤศจิกายน 2556.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. “เภสัชพฤกษศาสตร์

(Pharmaceutical Botany)” ในชุดวิชาการสอน เภสัชพฤกษศาสตร์ หน่วยที่ 1-5. พิมพ์

ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2547.

-----, “Related Sciences in Thai traditional medicine” ในชุดวิชาการสอน วิทยาศาสตร์ใน

การแพทย์แผนไทย หน่วยที่ 8-15. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิ

ราช, 2550.

มงคล เบญจาทิบาล. “มะเร็งปากมดลูก” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.healthkonthai.com/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8>

[A3%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8](http://www.healthkonthai.com/%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8)

[8%A1%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81](http://www.healthkonthai.com/%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81). 20 มีนาคม 2557.

รัชณี คงกาญจนาย, ริญ เจริญศิริ, อภิชาติ วรรณวิจิตรและศิริพัฒน์ เรื่องพยัคฆ์. “สารต้านอนุมูล

อิสระ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=1243&s=tblrice>, 13 มีนาคม

2557.

รัตนา บรรเจิดพงศ์ชัย. การตายแบบอะพอพโทซิสของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน = *Apoptosis in the*

immune system. เชียงใหม่ : เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ดาวคอมพิวกราฟิค, 2548

โรงพยาบาลมะเร็งสมัยใหม่กว่างโจว. “การวินิจฉัยมะเร็งตับ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.moderncancerthai.com/cancer-diagnosis/liver-cancer-diagnosis/>, 12

มีนาคม 2557

วลัยลักษณ์ ชัยสุตรและคณะ. ภาพวินิจฉัยโรคมะเร็ง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์,

2552.

บรรณานุกรม (ต่อ)

วีณา จิรจรรย์ยากุล. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2534.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. “ความรู้พื้นฐานหลักเภสัชกรรมไทย” สารานุกรมสมุนไพร: รวมหลักเภสัชกรรม ไทย. เล่มที่ 1 (2540): 75.

วรพล เองวานิชและไมตรี สุทธจิตต์ อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ = *Free radicals and antioxidants*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สมาคมเพื่อการศึกษาอนุมูลอิสระไทย (สวอ.), 2555.

วรวุฒิ เจริญศิริ. “มะเร็งปอด” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://bangkokhealth.nineweb.co.th/index.php/health/health-system/respiratory/1719-%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%AD%E0%B8%94>, 12 มีนาคม 2557

ศรีโสภา เรืองหนูและคณะ. “การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหัวข้าวเอนต่อการกระตุ้นการแบ่งตัวของ ลิมโฟไซต์ Study on Lymphocyte Proliferation of Hua-Khao-Yen.” [ออนไลน์] เข้าถึง ได้จาก:http://www.tu.ac.th/org/research/GS-NETT2012/GS-NETT-2012%20Web-%20proceedings_files/fullpaper/Sci-Health%20018.pdf, 12 มีนาคม 2557

สกุล ไชยวงศ์. “ความรู้โรคมะเร็งเต้านม” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

http://lampangcancerhospital.blogspot.com/2012_09_01_archive.html. 20 มีนาคม 2557.

สีหรัฐ จุฬารัฐนาภรณ์. เอกสารการสัมมนาเรื่องการเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านสมุนไพรสู่ระดับ อุตสาหกรรม ครั้งที่ 2. เรื่องการวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรสมอไทย สมอพิเภกและ มะขามป้อมเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2552.

สุธรรม อารีกุล, จำรัส อนทร, สุวรรณ ทาเขียว, และอ่องเต็ง นันทแก้ว. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม 3. เชียงใหม่: มูลนิธิโครงการหลวง, 2552

บรรณานุกรม (ต่อ)

แสงสุริยา บัณพาน. “มะเร็งรังไข่” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.thaiherbcancer.com/%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%8A%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%82%E0%B9%88/20> มีนาคม 2557.

-----“มะเร็งลำไส้ใหญ่” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.thaiherbcancer.com/%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%8A%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%87%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B8%8D%E0%B9%88/20> มีนาคม 2557.

สนทยา ลิมมัทวาทิธี. เอกสารคู่มือปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการเทคโนโลยีเภสัชกรรม 2 เรื่องการผลิตยาเม็ดและปัญหาในการผลิตยาเม็ด, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.
(อัดสำเนา)

สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองประกอบโรคศิลปะ, ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขา
เวชกรรม เล่ม ๑, กรุงเทพฯ: บริษัท ไทภูมิ พับลิชชิ่ง จำกัด, 2549

Bag, A., Kumar Bhattacharyya, H., Kumar Pal, N., Rajan Chattopadhyay, R. 2013. “Anti-inflammatory, anti-lipid peroxidative, antioxidant and membrane stabilizing activities of hydroalcoholic extract of Terminalia chebula fruits.” *Pharmaceutical Biology Vol. 51(12)*. 2013(Dec): 1515-1520.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Bina Rani, Magan Prasad, Rajesh Kumar Yadav, Vikram Chauhan, Raaz Maheshwan, Gr Kachhawa, and Shobha Shama. "Triphala: A Versatile Counteractive Assortment of Ailments." *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*. Vol.2 (1) Jan-Mar 2013: 101-109.
- Boles JS, Crerar DA, Grissom G, Key TC. "Aqueous thermal degradation of gallic acid." *Geochimica Et Cosmochimica Acta - GEOCHIM COSMOCHIM ACTA*. 52(2) (1988): 341-344
- Daniel Closa and Emma Folch-Puy., "Oxygen Free Radicals and the Systemic Inflammatory Response." *IUBMB Life*, 56(4) April 2004:185-191.
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. *Thai Herbal Pharmacopoeia 2000-Volume II*. Nonthaburi : Ministry of Public Health, 2000.
- Dhivya S., and Jaynthy C., "Computational Biology Approach in Targeting The Enzyme Casein II Alpha Subunit Using Triphala." *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*. 2013; 4(6): 455-459.
- G. Deep, M. Dhiman., and A.R. Rao, R.K. Kale. "Chemopreventive Potential of Triphala (a Composite Indian Drug) on Benzo(a)pyrene Induced Forestomach Tumorigenesis in Murine Tumor Model System." *J. Exp. Clin. Cancer Res.*, 2005,24(4) :558
- Gopinathan G, and Dhiman KS. "Triphala in Eye Diseases: A Critical Review" *J Homeop Ayurv Med.*, 2013, 2:2.
- Guia Bertuzzi. *Effervescent Granulation*. Translated by Taylor & Francis Group, LLC. n.p., n.d., 2005.
- Gulcin Sagdicoglu Celep, and Francesco Marotta., "Oxidants and antioxidants in health and disease." *Oxid Antioxid Med Sci* 2014; 3(1):5-8.
- Halliwell, B. "Free Radical and other reactive species in Disease." *Encyclopedia Of Life Sciences/@ 2001 Nature Publishing Group/www.els.net*. and "Free Radical Biology & Medicine." *Free Radical Biology & Medicine* 46 (2009): 531-542.
- H.N.Shivaprasad, M.D. Kharya, A.C. Rana. "Antioxidant and adaptogenic effect of an herbal preparation, Triphala." *Journal of Natural Remedies*. Vol8/1 (2008): 88-88.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Jadon, A., Bhadauria., Shukla, S. "Protective effect of erminalia belerica Roxb. And gallic acid against carbon tetrachloride induce damage in albino rats." *J. Ethnopharmacol.* 2007 (Jan 19;109(2)):214-8.
- Kai Lu, Debanjan Chakroborty, Chandrani Sarkar, Tingting Lu, Zhiliang Xie, and Zhongfa Liu. "Triphala and Its Active Constituent Chebulinic Acid Are Natural Inhibitors of Vascular Endothelial Growth Factor A Mediated Angiogenesis." *journal.pone.2012*(August 24): 43934.
- Kamali Seyed Hamid, khalaj Ali Reza, Shirin Hasani Ranjbar, Esfehani M. M., Kamalinejad Mohammad, and Larijani B. "A systematic review of the antioxidant, anti-diabetic, and anti-obesity effects and safety of triphala herbal formulation" *academic Journals.* Vol.7(14). 2013 (April 10): 831-844.
- Lamina, et al., " Effects of free radicals and antioxidants on exercise performance" Oxidants and antioxidants in Medical Science. *Oxid Antioxid Med Sci* 2013; 2(2):83-91
- Larry H. Russell JR., Elizabeth Mazzio, Ramesh B. Badisa, Zhi-Ping Zhu, Maryam Agharahimi, Donna J. Millington, and Carl B. Goodman. "Differential Cytotoxicity of Triphala and its Phenolic Constituent Gallic acid on Human Prostate Cancer LNC ap and Normal Cell" *Anticancer Research International Journal of Cancer Research and Treatment* Vol.31 No.11 (2011): 3739-3746.
- Lee R.E. "Effervescent tablets, Key facts about a unique, Effective Dosage Form." [Online] available at: <http://www.amerilabtech.com/wp-content/uploads/2012/01/EffervescentTabletsKeyFacts.pdf>, 20 March 2014.
- Lokanatha Vallurn, Subramanyam Dasari, and Rajendra Wudayagiri. "Role of free radicals and antioxidants in gynecological cancers: current status and future prospects. *Oxid Antioxid Med Sci* 2014; 3(1):15-26.
- Mahdi Vazirian, et al., "Quantification of Gallic Acid in Fruits of Three Medicinal Plants." *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* (2011), 10(2): 233-236.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Pallti, F., bruni, R., Righi, D., Grandini, A., Tognolini, M., Pio Prencipe, F., Poli, F., Benvenuti, S., Del Rio, D., Rossi, D. 2013. Metabolite profiling of polyphenols in a Terminalia chebula Retzius ayurvedic decoction and evaluation of its chemopreventive activity. *Journal of Ethnopharmacol.* 147(2). 2013: 277-85.
- Pratya Phetkate, Tanawan Kummalue, Yaowalak U-pratya, and Somboon Kietinun. “Significant Increase in Cytotoxic T Lymphocytes and Natural Killer Cells by Triphala: A Clinical Phase I Study.” Hindawi Publishing Corporation, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Volume 2012, Article ID 239856: 6.
- Pual, WH., Kim, SH. 2013. MAPK inhibitors augment gallic acid-induced A549 lung cancer cell death through the enhancement of glutathione depletion. *Oncology Reports* Vol.30(1).2013:513-519.
- Ramadason Kuttan, and K.B. Harikumar. *Traditional Herbal Medicines for Modern Times: Phyllanthus Species Scientific Evaluation and Medicinal Applications*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012.
- Rodrigo M. Pocius., “Triphala: Ayurvedic formula for the Modern World. (Mimeographed).
- Selvakumar Dhamalakshmi, et al., “Antioxidant Property of Triphala on Cold Stress Induced Oxidative Stress in Experimental Rats.” *Journal of Health Science*, 52(6)843-847(2006): 843-847.
- Romieu, F. Castro-Giner, N. Kunzli and J. Sunyer. “Air pollution oxidative stress and dietary supplementation : a review.” *European Respiratory Journal*. Copyright@ERS Journals Ltd., Eur Respir J 2008; 31: 179-196.
- Sikiru Lamina, Charles I. Ezema, Anele I. Theresa, and Ezugwu U. Anthonia. “Oxidants and Antioxidants in Medical Science.” *Oxid Antioxid Med Sci* 2013; 2(2):83-91.
- Shivaprasad, et al., “Antioxidant and adaptogenic effect of an herbal preparation, Triphala.” *Journal of Natural Remedies*. Vol.8/1(2008):82-88.
- Sulekha Mandal, Satish Yadav, Sunita Yadav, and Rajesh Kumar Nema. “ *Antioxidants: A Review.*” R K Nema et.,al. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2009, 1(1): 102-104.

บรรณานุกรม (ต่อ)

WIKIPEDIA. “Gallic acid” [On line] available at:

<http://dik.ir/AdvSearch.aspx?query=gallic%20acid>. 20 March 2014.

Yang, B., Kortessniemi, M., Liu, 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.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(35). 2012(Sep 5):8672-83.

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก

ภาพงานวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University



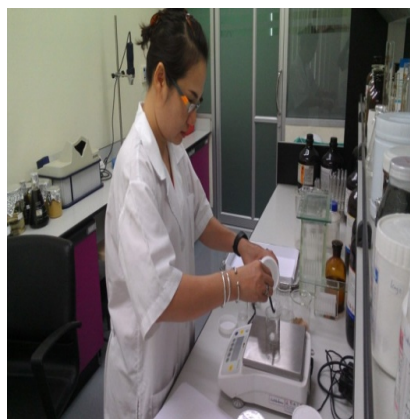
รูปที่ 1 ตรีผลา



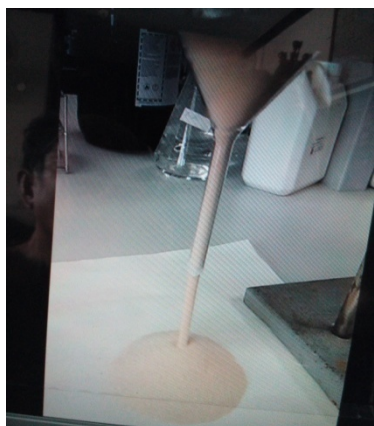
รูปที่ 2 อุปกรณ์ต้มตรีผลา



รูปที่ 3 ทำการระเหยสารสกัด



รูปที่ 4 นำสารต่าง ๆ ไปชั่งน้ำหนัก



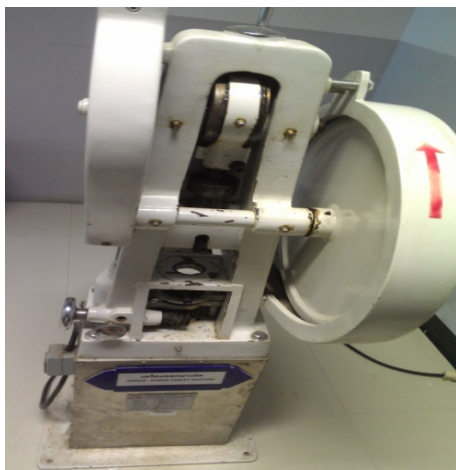
รูปที่ 5 การวัดค่าการไหล



รูปที่ 6 เครื่องวัดความชื้น



รูปที่ 7 การทำวิธี Freez dry



รูปที่ 8 Single punch tablet machine



รูปที่ 9 การตอกเม็ดยา



รูปที่ 10 ลักษณะกายภาพของตรีผลาเม็ดยาฟองฟู



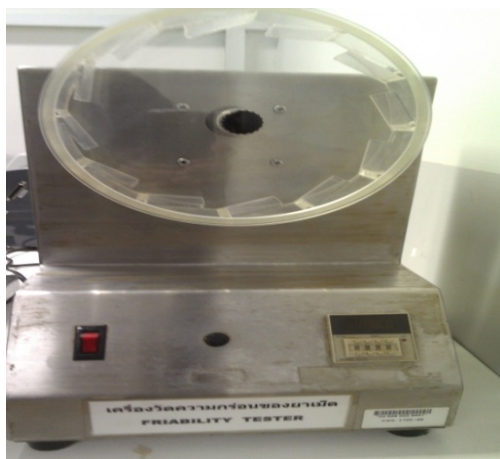
รูปที่ 11 Monsanto Hardness Tester นำไปวัดค่าความแข็ง



รูปที่ 11 เครื่องทดสอบความแข็งของเม็ดยา
 RUS-021001-0028049
 S/N. 120997 0198
 Diethelm Limited Technologe



รูปที่ 12 เครื่องหาค่าความหนาแน่น
 Equipment : SVM 202
 S/N. 120788 1326



รูปที่ 13 เครื่องทดสอบความกรอบของเม็ดยา(Erweka Friabilator)

K.S.L.Engineering Co.,Ltd.

Type : KF - V. 220 - Date 12/2005



รูปที่ 14 การวัดการละลายตัวของเม็ดยา



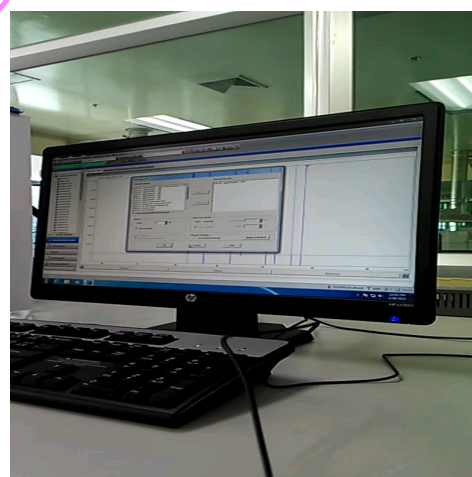
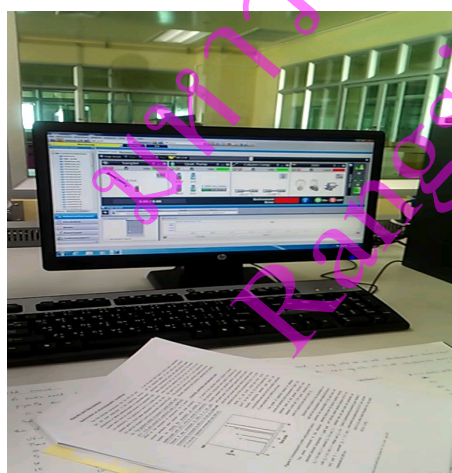
รูปที่ 15 วัดการละลายตัวของเม็ดยาที่มีขนาดใหญ่



รูปที่ 16 เครื่องวิเคราะห์ HPTLC



รูปที่ 17 ทำการวิเคราะห์ข้อมูล HPTLC



รูปที่ 18 เครื่องอ่านค่าและทำการบันทึกผล HPTLC

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	เบญจพร ชัยเนตรวานิช
วัน เดือน ปีเกิด	14 สิงหาคม 2516
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการการตลาด, 2545 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการจัดการการผลิตพืช, 2549 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผน ตะวันออก, 2557
ประกาศนียบัตร	ใบประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผนไทย ประเภทเภสัชกรรมไทย ใบประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผนไทย ประเภทเวชกรรมไทย ใบประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผนไทย ประเภทนวดไทย ใบประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผนไทย ประเภทผดุงครรภ์ไทย ใบประกาศนียบัตรสมุนไพรรักษาสุขภาพและความงามเกี่ยวกับธุรกิจนวด ไทยและสปา
ที่อยู่ปัจจุบัน	เมืองทองธานี ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
สถานที่ทำงาน	EME Engineering Asia Pacific Pte. Ltd., Singapore
ตำแหน่ง	Sales Manager, Thailand