



รายงานการวิจัย/รายงานการวิจัยชุดโครงการวิจัย เรื่อง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและความคงตัวของสารสกัดมาตรฐานจากลำพู
The studies of chemical constituents and stability of standardized extracts
from *Sonneratia caseolaris*

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา ลิ้มมัทวาภิรติ์

Associate Professor Dr.Chutima Limmatvapirat

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย แพชมัด

Associate Professor Dr.Thawatchai Phaechamud

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดร.ชนกพรหม สุคนธ์พันธุ์

Assistant Professor Dr.Chanokporn Sukhonpun

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีที่ดำเนินการเสร็จ พ.ศ. 2554

คำนำ

ลำพู มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sonneratia caseolaris* เป็นพืชที่พบได้ง่ายในประเทศไทย มักขึ้นอยู่ตามริมแม่น้ำ และลำคลองต่างๆ คณะผู้วิจัยได้เคยรายงานผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical decolorization assay และ ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay โดยเปรียบเทียบฤทธิ์กับ trolox และ ascorbic acid นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากผลลำพูมีฤทธิ์ปกป้องเซลล์ตับได้ดีอีกด้วยโดยมีพิษต่อเซลล์ในระดับต่ำ ทั้งนี้รายงานเกี่ยวกับการศึกษาสารเคมีที่พบในลำพูมีการศึกษาน้อยมาก ผลลำพูมีองค์ประกอบเป็นเพคติน 11% ส่วนเนื้อไม้ของลำต้นมีสารให้สีคือ emodin และ chrysophanic acid ส่วนเปลือกมีแทนนินกลุ่ม pyrogallol 17.1% สารสกัดจากดอกลำพูพบสารผสมของไฮโดรคาร์บอนสายยาว สารผสมของเอสเทอร์สายยาว แอลกอฮอล์สายยาว รวมไปถึงสารจำพวก sitosterol, stigmasterol, kaempferol, quercetin และ gallic acid จึงเป็นที่น่าสนใจว่าส่วนใดของลำพูมีสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและความคงตัวของสารสกัดมาตรฐานจากลำพูที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ คณะผู้วิจัยคาดหวังว่าความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยเกี่ยวกับลำพูในลำดับต่อไป

ผู้วิจัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่งให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ในความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ สำหรับการ
ทำวิจัย

ชื่อโครงการ	การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและความคงตัวของสารสกัด
	มาตรฐานจากลำพู
ชื่อผู้วิจัย	รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา ลิ้มมัทวาทิรติ รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย แพชมัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดร.ชนกพรหม สุคนธ์พันธุ์
หน่วยงานที่สังกัด	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีที่เสร็จ	พ.ศ. 2554

บทคัดย่อ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่างๆ ของลำพูพบว่าประกอบด้วยกรดแกลลิก ลูทีโอลิน และลูทีโอลินกลูโคไซด์ ซึ่งใช้เป็นสารเทียบในการศึกษาความคงตัวของสารสกัดในระยะเวลา 6 เดือน โดยวิเคราะห์หาปริมาณโพลีฟีนอลในสารสกัดเมธานอลโดยใช้ HPLC เชื่อมต่อกับ electrospray mass spectrometry และ HPLC เชื่อมต่อกับ ultraviolet/visible detection ซึ่งในช่วง 3 เดือนแรกได้ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วย TEAC assay และ free radical scavenging activity ควบคู่ไปด้วย จากผลการทดลองพบว่ากรดแกลลิก ลูทีโอลิน และลูทีโอลินกลูโคไซด์ไม่คงตัวที่อุณหภูมิ 25 และ 45 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ที่อุณหภูมิ -80 และ 4 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณของลูทีโอลินกลูโคไซด์ลดลง ในขณะที่ปริมาณของลูทีโอลินจะเพิ่มสูงขึ้น คาดว่าลูทีโอลินกลูโคไซด์ถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นลูทีโอลิน อย่างไรก็ตามสารสกัดเมธานอลจะยังคงมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ทุกอุณหภูมิการทดลองในช่วง 3 เดือนแรกของการเก็บ โลหะหนักจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อมอาจทำให้มีการปนเปื้อนของโลหะหนักในลำพู จึงได้มีการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโลหะหนัก 11 ชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียม สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ปรอท แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ในส่วนต่างๆ ของลำพูและสารสกัด ด้วย ICP-MS จากผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างกันไปในส่วนต่าง ๆ ของลำพูและสารสกัด อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของโลหะหนักที่เป็นพิษก็มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (สารหนู < 4, ตะกั่ว < 10, แคดเมียม < 0.3, ปรอท < 0.5 และสังกะสี < 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

คำสำคัญ: ลำพู ความคงตัว โพลีฟีนอล ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน โลหะหนัก

Research Title	The studies of chemical constituents and stability of standardized extracts from <i>Sonneratia caseolaris</i>
Researcher	Associate Professor Dr.Chutima Limmatvapirat Associate Professor Dr.Thawatchai Phaechamud Assistant Professor Dr.Chanokporn Sukhonpun
Office	Faculty of Pharmacy, Silpakorn University
Research Grants	Research and Development Institute, Silpakorn University
Year	2011

Abstract

The study of chemical constituents of *Sonneratia caseolaris* found that various parts of this plant consisted of gallic acid, luteolin and luteolin-7-O-glucoside used as marker compounds. Polyphenols in methanolic extracts were determined by HPLC coupled with electrospray mass spectrometry and quantified by HPLC coupled with ultraviolet/visible detection in order to evaluate their stability of the extracts during 6 months of storage. Antioxidant activity was measured by using TEAC assay, and the free radical scavenging activity was monitored in the initial 3 months of the stability evaluation. Study on the effect of temperature on the stability of the methanolic extract indicated that gallic acid, luteolin-7-O-glucoside, and luteolin were unstable at 25 and 45 °C during storage time. At -80 and 4 °C the quantities of luteolin-7-O-glucoside reduced while those of luteolin increased at the same time. The results suggested that luteolin-7-O-glucoside was hydrolyzed to luteolin. Antioxidant activity of methanolic extract was preserved in all temperatures during the first 3 months. Heavy metals, deriving from environmental pollution, might be contaminated in *S. caseolaris*. This study was to determine the concentrations of aluminium (Al), arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), iron (Fe), mercury (Hg), manganese (Mn), nickel (Ni), lead (Pb), and zinc (Zn) in various parts and extracts using ICP-MS. The metal concentrations varied considerably in the different parts and extracts. However the concentrations of toxic heavy metals of all samples were lower than the permissible limits (As < 4, Pb < 10, Cd < 0.3, Hg < 0.5 and Zn < 100 mg/kg).

Key words: *Sonneratia caseolaris*; Stability; Polyphenols; Antioxidant activity, Heavy metals

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
สารบัญเรื่อง	iv
สารบัญรูป	vi
สารบัญตาราง	ix
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	xii
บทนำ	1
ทบทวนวรรณกรรม	2
วิธีดำเนินการวิจัย	8
ผลการวิจัยและวิจารณ์	15
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม	76
ประวัติผู้ทำวิจัย	80

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	โครงสร้างทางเคมีของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin	17
รูปที่ 2	HPLC chromatogram ของสารมาตรฐาน (A) และสารสกัดจากลำพู (B)	18
รูปที่ 3	กราฟแสดง gradient elution	19
รูปที่ 4	โครมาโตแกรมแสดงสัญญาณของ gallic acid, luteolin glycoside และ luteolin ตามลำดับ	20
รูปที่ 5	โครมาโตแกรมแสดงสัญญาณของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ของสารสกัดใบลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/ml	21
รูปที่ 6	โครมาโตแกรมแสดงสัญญาณของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ของสารสกัดที่หุ้มดอกลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/ml	23
รูปที่ 7	โครมาโตแกรมแสดงสัญญาณของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ของสารสกัดผลลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/ml	25
รูปที่ 8	โครมาโตแกรมแสดงสัญญาณของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ของสารสกัดเกสรลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/ml	27
รูปที่ 9	โครมาโตแกรมแสดงสัญญาณของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ของสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/ml	29
รูปที่ 10	Gradient elution ของการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสารสกัดจากลำพู	32
รูปที่ 11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำกับพื้นที่ใต้กราฟของสารสำคัญ	33
รูปที่ 12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเมล็ดลำพูด้วยเมทานอลในน้ำที่มีความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ กับพื้นที่ใต้กราฟของสารสำคัญ	33
รูปที่ 13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำกับพื้นที่ใต้กราฟของสารสำคัญ	34
รูปที่ 14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเมล็ดลำพูด้วยเอทานอลในน้ำที่มีความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ กับพื้นที่ใต้กราฟของสารสำคัญ	34
รูปที่ 15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเมล็ดลำพูด้วยน้ำกลั่นกับพื้นที่ใต้กราฟของสารสำคัญ	35
รูปที่ 16	Gradient elution สำหรับ gallic acid	36
รูปที่ 17	Calibration curve ของ gallic acid	36
รูปที่ 18	Gradient elution สำหรับ luteolin-7-O-glucoside	38
รูปที่ 19	Calibration curve ของ luteolin-7-O-glucoside	38
รูปที่ 20	Gradient elution สำหรับ luteolin	40
รูปที่ 21	Calibration curve ของ luteolin	40

	หน้า
รูปที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัด เมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากที่ได้เตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน เมื่อ y คือความเข้มข้น (mg/g dried extract) ของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin และ x คือ ระยะเวลา (เดือน)	48
รูปที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัด เมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากที่ได้เตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน เมื่อ y คือความเข้มข้น (mg/g dried extract) ของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin และ x คือ ระยะเวลา (เดือน)	49
รูปที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัด เมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากที่ได้เตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน เมื่อ y คือความเข้มข้น (mg/g dried extract) ของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin และ x คือ ระยะเวลา (เดือน)	50
รูปที่ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัด เมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากที่ได้เตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน เมื่อ y คือความเข้มข้น (mg/g dried extract) ของ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin และ x คือ ระยะเวลา (เดือน)	51
รูปที่ 26 ปฏิกริยาการสลายตัวของ luteolin-7-O-glucoside ได้เป็น luteolin และ glucose	52
รูปที่ 27 Chromatograms จากเครื่อง ESI-LC-MS ของสารสกัดหยาบจากส่วนต่างของลำพู (<i>S. caseolaris</i>) ดังนี้ (1) สารสกัดจากเกสร, (2) สารสกัดจากใบ (3) สารสกัดจาก เมล็ด (3) สารสกัดที่หุ้มดอกลำพู ที่เกิดจากการฉีดแบบ direct injection	67
รูปที่ 28 โครงสร้างทางเคมีของ quercetin, luteolin และ quercitrin	68
รูปที่ 29 LC-MS chromatogram และ total ion counts ของสารละลายผสมในรูปที่ 3 เมื่อใช้ แมสสเปกโตรสโกปีชนิดที่ใช้อนุประจุชนิดลบ เป็นเครื่องตรวจวัด โดยพีคของ gallic acid Luteolin-O-7-glucoside และ luteolin ปรากฏที่เวลา 5.6 16.6 และ 23.4 นาที ตามลำดับ	70

	หน้า
รูปที่ 30 LC-MS chromatogram และ total ion counts ของสารละลายผสมของของสารมาตรฐาน galic acid Luteolin–O-7-glycoside และ luteolin ใน methanol ที่ความเข้มข้น 10, 20 และ 60 µg/ml ตามลำดับ เมื่อใช้แมสสเปกโตรสโกปีชนิดที่ใช้ประจุชนิดลบเป็นเครื่องตรวจวัด โดยพีคของ galic acid, luteolin, luteolin และ luteolin–O-7-glucoside ปรากฏที่เวลา 3.0 13.2 และ 20.1 นาทีตามลำดับ	71
รูปที่ 31 HPLC Chromatogram ของสารสกัดในชั้น methanol ของลำพู ความเข้มข้น 100 µg/ml โดยใช้เครื่องตรวจวัดสารชนิด ultraviolet spectroscopy) ที่ความยาวคลื่น 278 nm	72
รูปที่ 32 ESI-LC-MS chromatogram ของสารสกัดในชั้น methanol จากเกสร (A) สารสกัดจากใบ (B) สารสกัดที่หุ้มดอกลำพู (C) และ สารสกัดจากเมล็ด (D) ความเข้มข้น 100 µg/ml เมื่อใช้แมสสเปกโตรสโกปีชนิดที่ใช้ประจุชนิดลบเป็นเครื่องตรวจวัด	73

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ตารางแสดงเวลาสัญญาณโครมาโตแกรม และพื้นที่ใต้กราฟของพีคจากสารสกัดใบลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ตรงกับสารมาตรฐาน	22
ตารางที่ 2	ตารางการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สารมาตรฐาน gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin จากสารสกัดใบลำพูที่สกัดด้วย methanol	22
ตารางที่ 3	ตารางแสดงเวลาสัญญาณโครมาโตแกรม และพื้นที่ใต้กราฟของพีคจากสารสกัดที่หุ้มดอกลำพูที่สกัดด้วย Methanol ที่ตรงกับสารมาตรฐาน	24
ตารางที่ 4	ตารางการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สารมาตรฐาน gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin จากสารสกัดที่หุ้มดอกลำพูที่สกัดด้วย methanol	24
ตารางที่ 5	ตารางแสดงเวลาสัญญาณโครมาโตแกรม และพื้นที่ใต้กราฟของพีคจากสารสกัดที่ผลลำพูที่สกัดด้วยmethanol ที่ตรงกับสารมาตรฐาน	26
ตารางที่ 6	ตารางการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สารมาตรฐาน gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin จากสารสกัดที่ผลลำพูที่สกัดด้วย methanol	26
ตารางที่ 7	แสดงเวลาสัญญาณโครมาโตแกรม และพื้นที่ใต้กราฟของพีคจากสารสกัดที่เกสรลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ตรงกับสารมาตรฐาน	28
ตารางที่ 8	ตารางการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สารมาตรฐาน gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin จากสารสกัดที่เกสรลำพูที่สกัดด้วย methanol	28
ตารางที่ 9	ตารางแสดงเวลาสัญญาณโครมาโตแกรม และพื้นที่ใต้กราฟของพีคจากสารสกัดที่เกสรลำพูที่สกัดด้วย methanol ที่ตรงกับสารมาตรฐาน	30
ตารางที่ 10	การคำนวณหาค่าต่าง ๆ สารมาตรฐาน gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin จากสารสกัดที่เมล็ดลำพูที่สกัดด้วย methanol	30
ตารางที่ 11	ตารางการเปรียบเทียบสารมาตรฐาน gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin จากสารสกัดลำพูส่วนต่าง ๆ ที่สกัดด้วย methanol	31
ตารางที่ 12	ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นและพื้นที่ใต้กราฟของ gallic acid	37
ตารางที่ 13	ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นและพื้นที่ใต้กราฟของ luteolin-7-O-glucoside	39
ตารางที่ 14	ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นและพื้นที่ใต้กราฟของ luteolin	41
ตารางที่ 15	โพลีฟินอลทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัด	42
ตารางที่ 16	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/กรัม) ของกรดแกลลิก ลูทีโอลินกลูโคไซด์ และลูทีโอลินในสารสกัดจากเมล็ด วงกลีบเลี้ยง และเกสรตัวผู้ ที่ใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย HPLC	43
ตารางที่ 17	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นต่ำสุดและสูงสุดของสารละลายมาตรฐาน 3 ชนิด (gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin) กับพื้นที่ใต้พีคและ retention time (ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ หรือ n = 5)	44
ตารางที่ 18	ผลการศึกษาความถูกต้องในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH (n = 3)	46

	หน้า
ตารางที่ 19 ผลการศึกษาความถูกต้องในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% EtOH (n = 3)	46
ตารางที่ 20 ผลการศึกษาความถูกต้องในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 100% H ₂ O (n = 3)	46
ตารางที่ 21 ความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากเตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน	48
ตารางที่ 22 ความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากเตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน	49
ตารางที่ 23 ความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากเตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน	50
ตารางที่ 24 ความเข้มข้นของสารสำคัญ (mg/g dried extract) จำนวน 3 ชนิด คือ gallic acid, luteolin-7-O-glucoside และ luteolin ในสารสกัดเมล็ดลำพูที่สกัดด้วย 70% MeOH หลังจากเตรียมเสร็จทันที และเก็บไว้ที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน	51
ตารางที่ 25 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเมล็ด รากอากาศ และเกสร ของลำพู จากจังหวัด นครปฐม	53
ตารางที่ 26 ความเข้มข้นของโลหะหนักในกลีบเลี้ยง ใบ และผล ของลำพู จากจังหวัด นครปฐม	54
ตารางที่ 27 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเมล็ด รากอากาศ และเกสร ของลำพู จากจังหวัด สมุทรสงคราม	55
ตารางที่ 28 ความเข้มข้นของโลหะหนักในใบ และผล ของลำพูจากจังหวัดสมุทรสงคราม	56
ตารางที่ 29 ความเข้มข้นของโลหะหนักในใบ เกสร และรากอากาศ ของลำพู จากจังหวัด ฉะเชิงเทรา	57
ตารางที่ 30 ความเข้มข้นของโลหะหนักในกลีบเลี้ยงกับผลอ่อนของลำพู จากจังหวัด ฉะเชิงเทรา	58
ตารางที่ 31 ความเข้มข้นของโลหะหนักในใบ เกสร และรากอากาศ ของลำพู จากจังหวัด จันทบุรี	59
ตารางที่ 32 ความเข้มข้นของโลหะหนักในกลีบเลี้ยง และกลีบเลี้ยงกับผลอ่อน ของลำพู จาก จังหวัดจันทบุรี	60
ตารางที่ 33 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเมล็ด และรากอากาศ ของลำพู จากจังหวัด สมุทรปราการ	61

	หน้า
ตารางที่ 34 ความเข้มข้นของโลหะหนักในใบ และผลอ่อน ของลำพู จากจังหวัด สมุทรปราการ	62
ตารางที่ 35 ความเข้มข้นของโลหะหนักในใบ และรากอากาศ ของลำพู จากจังหวัด นครศรีธรรมราช	63
ตารางที่ 36 ปริมาณโลหะหนักที่พบในสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของ ลำพู	66

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ABTS	=	2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)
FRAP	=	ferric reducing/antioxidant power assay
HPLC	=	high performance liquid chromatography
^1H NMR	=	proton nuclear magnetic resonance
MeOH	=	methanol
ml	=	milliliter
mg	=	milligram
nm	=	nanometer
μg	=	microgram
SD	=	standard deviation
TLC	=	Thin layer chromatography