

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



E46252

DEVELOPMENT OF *Phyllanthus emblica* L. EXTRACT TABLETS
AS A DIETARY SUPPLEMENT PRODUCT

KRUSANA JAPANVA

MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES

THE GRADUATE SCHOOL
CHIANG MAI UNIVERSITY
OCTOBER 2011

600256976

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



E46252

**DEVELOPMENT OF *Phyllanthus emblica* L. EXTRACT TABLETS
AS A DIETARY SUPPLEMENT PRODUCT**



KRITSANA JAPANYA

**A THESIS SUBMITTED TO THE GRADUATE SCHOOL IN
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES**

**THE GRADUATE SCHOOL
CHIANG MAI UNIVERSITY
OCTOBER 2011**

**DEVELOPMENT OF *Phyllanthus emblica* L. EXTRACT
TABLETS AS A DIETARY SUPPLEMENT PRODUCT**

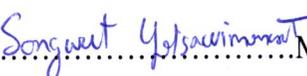
KRISANA JAPANYA

THIS THESIS HAS BEEN APPROVED
TO BE A PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES

EXAMINING COMMITTEE


.....CHAIRPERSON

Dr. Sombat Chowwanapoonphon


.....MEMBER

Asst. Prof. Dr. Songwut Yotsawimonwat


.....MEMBER

Assoc. Prof. Dr. Siriporn Okonogi

THESIS ADVISORY COMMITTEE


.....ADVISOR

Asst. Prof. Dr. Songwut Yotsawimonwat


.....CO-ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Siriporn Okonogi

1 October 2011

© Copyright by Chiang Mai University

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to take this opportunity to express my sincere gratitude to my advisor, Assistant Professor Dr. Songwut Yotsawimonwat, for his guidance, invaluable advice, supervision, kindness and encouragement throughout my study.

I am equally grateful to Associate Professor Dr. Siriporn Okonogi, my co-advisor, for her helpful criticism, suggestion and comment for this thesis.

I am very grateful to Dr. Sombat Chowwanapoonphon for his meaningful advice and his valuable time being chairperson of my thesis examination committee.

A special acknowledgement is extended to the Department of Pharmaceutical Science, Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University for providing research facilities and Ms. Umaporn Pusod, Mr. Narakorn Khamfoo and Mr. Nikom Aloonwilai for their technical assistance.

Furthermore, the financial support for this study from the Thailand Research Fund (TRF), Master Research Grant (MAG) project code: WI525S051 was highly appreciated. I would like to express my sincere thanks to the Detox Co., Ltd. Chiang Mai, Thailand for their in-kind support in this project.

Finally, I would like to express my thanks to my parents for their encouragement, kindness, suggestion and love throughout my life.

Kritsana Japanya

Thesis Title Development of *Phyllanthus emblica* L. Extract Tablets as a Dietary Supplement Product

Author Miss Kritsana Janya

Degree Master of Science (Pharmaceutical Sciences)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Songwut Yotsawimonwat

Advisor

Assoc. Prof. Dr. Siriporn Okonogi

Co-advisor

ABSTRACT

E16252

The aim of this study was to develop the *Phyllanthus emblica* L. extract tablet as a dietary supplement for antioxidant and antiglycation. The fresh fruits of *P. emblica* were dried and macerated with 95% ethanol, then the concentrated extract was fractionally extracted with different solvents; hexane, chloroform, ethyl acetate, and butanol, respectively by their polarity. All of concentrated fractional and crude extracts were tested for antioxidant activity, total phenolic content (TPC), and antiglycation activity to select the extract that had suitable properties for tablet formulation. The ethyl acetate fraction showed the highest antioxidant activity with IC_{50} value of 12.08 ± 2.62 $\mu\text{g/ml}$ and EC value of 177.91 ± 22.43 mM/mg corresponding to its highest total phenolic contents in terms of GAE value of 51.65 ± 7.69 mg/g dry extract. The correlations between antioxidant activity and the total phenolic content were evaluated. All of the relationships had correlation coefficients (r) more than 0.9 or less than -0.7. It could indicate that there were good correlations between these parameters. Antiglycation activity of *P. emblica* crude and fractional extracts was also determined and the ethyl acetate fractional extract also showed the highest on antiglycation activity with IC_{50} value of 19.20 ± 1.99 $\mu\text{g/ml}$. The ethyl acetate fractional extract was lighter in color and had lower viscosity than that of the crude

extract and was selected to develop the dietary supplement tablets by wet granulation method. The appropriate formula of *P. emblica* ethyl acetate fractional extract (PEF) tablet was composed of 250 mg of ethyl acetate fractional extract, 40% Avicel® PH101 as a diluent, 5% Ac-Di-Sol® as a disintegrant, 2% purified talcum as a glidant and 0.5% magnesium stearate as a lubricant. The quality control of the finished product showed that PEF tablets (average weight of 514.9 ± 9.3 mg) contained 63.13 mg gallic acid per tablet by HPLC (High performance liquid chromatography) analysis. They exhibited the acceptable pharmaceutical properties; the average hardness of 78.52 ± 0.23 N; the friability of 0.0058% and the disintegration time of 19.19 ± 2.32 min. The dissolution study revealed that gallic acid dissolved relatively fast, more than 90% within 60 min in phosphate buffer pH 6.8. The stability of antioxidant activity, antiglycation activity and gallic acid content in PEF tablets were studied by storage the tablets in an ambient condition (30°C, 65% RH) and an accelerated condition (45°C, 75% RH) for 120 days. The percentage changes of antioxidant activity, TPC, and antiglycation activity were investigated. The results showed that percentage changes of the IC₅₀ (DPPH), EC, GAE, IC₅₀ (Antiglycation) and gallic acid content were 5.59%, 13.90%, 10.25%, 42.29% and 19.39% after storage at 30°C, 65% RH for 120 days, and were 35.15%, 26.57%, 13.59%, 44.23% and 27.28% after storage at 45°C, 75% RH for 120 days. From the results, it can be concluded that PEF tablet formulation developed in this study was suitable for the application as dietary supplement product for antioxidant and antiglycation. It had the acceptable pharmaceutical properties and was relatively stable at ambient condition.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาขำเม็ดสารสกัดมะขามป้อมเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	
ผู้เขียน	นางสาว กฤษณา จาปัญญา	
ปริญญา	เกศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตรกรรม)	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. ทรงวุฒิ ยศวิมลวัฒน์	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
	รศ. ดร. ศิริพร โอโกโนกิ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

๕๔๖๒๕๒

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขำเม็ดสารสกัดมะขามป้อม เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับด้านออกซิเดชันและด้านไกลเคชัน ผลมะขามป้อมสดจะถูกนำมาล้าง อบแห้ง และสกัดด้วยวิธีการหมักด้วยเอทานอลร้อยละ 95 สารสกัดเข้มข้นที่ได้จะถูกนำมาสกัดแบบแยกส่วนด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ เฮกเซน, คลอโรฟอร์ม, เอทิลอะซิเตต, และ บิวทานอล ตามลำดับ เรียงตามสภาพขั้วของตัวทำละลาย สารสกัดหยาบและสารสกัดแบบแยกส่วนในตัวทำละลายชนิดต่างกันจะถูกนำมาศึกษาฤทธิ์ด้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ด้านไกลเคชัน เพื่อหาสารสกัดที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาตำรับขำเม็ด สารสกัดในชั้นเอทิลอะซิเตต มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 12.08 ± 2.62 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า EC เท่ากับ 177.91 ± 22.43 มิลลิโมลลาร์ต่อมิลลิกรัม สอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่สูงที่สุด ซึ่งแสดงเป็นค่า GAE เท่ากับ 51.65 ± 7.69 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง การหาความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ด้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมพบว่า ค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0.9 และน้อยกว่า -0.7 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างคิระหว่างฤทธิ์ด้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม การศึกษาฤทธิ์ด้านไกลเคชันของสารสกัดหยาบและสารสกัดแบบแยกส่วนในตัวทำละลายพบว่า สารสกัดในชั้นเอทิลอะซิเตต มีฤทธิ์ด้านไกลเคชันสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 19.20 ± 1.99 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดแบบแยกส่วนในชั้นของเอทิลอะซิเตตมีสีและความหนืดน้อยกว่าสารสกัดหยาบ จึงถูกนำมาใช้ในการพัฒนาตำรับขำเม็ด

เสริมอาหารด้วยวิธีการทำแกรนูลเปียก สูตรตำรับที่เหมาะสมของยาเม็ดสารสกัดเอทิลอะซิเตดมะขามป้อม (พีอีเอฟ) ประกอบด้วย สารสกัดในชั้นเอทิลอะซิเตดปริมาณ 250 มิลลิกรัม โดยใช้ Avicel® PH101 ร้อยละ 40 ในตำรับ เป็นสารเพิ่มปริมาณ Ac-Di-Sol® ร้อยละ 5 ในตำรับ เป็นสารช่วยแตกตัว ทดคัมร้อยละ 2 ในตำรับ เป็นสารช่วยไหล และ แมกนีเซียม สเตียเรต ร้อยละ 0.5 ในตำรับเป็นสารช่วยลื่น การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สำเร็จของยาเม็ด ยาเม็ดสารสกัดเอทิลอะซิเตดมะขามป้อม (น้ำหนักเฉลี่ย 514.9 ± 9.3 มิลลิกรัม) พบว่ามีปริมาณกรดกอลลิคเท่ากับ 63.13 มิลลิกรัมต่อเม็ด เมื่อวิเคราะห์โดยวิธีโครมาโตกราฟฟีสมรรถนะสูง ยาเม็ดมีสมบัติทางเภสัชกรรมเป็นที่ยอมรับ คือมีความแข็งเฉลี่ย 78.52 ± 0.23 นิวตัน มีค่าร้อยละของความกร่อนเท่ากับ 0.0058 และระยะเวลาการแตกตัวเท่ากับ 19.19 ± 2.32 นาที จากการศึกษาการละลายแสดงให้เห็นว่า กรดกอลลิคละลายออกมาได้เร็ว โดยละลายมากกว่าร้อยละ 90 ที่เวลา 60 นาที ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ที่ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.8 การศึกษาความคงสภาพของฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ฤทธิ์ต้านไกลโคเจน และปริมาณกรดกอลลิค ในยาเม็ด เมื่อเก็บที่สภาวะปกติ (30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65) และ สภาวะเร่ง (45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75) เป็นเวลา 120 วัน พบว่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่า IC_{50} (ดีพีพีเอช), EC, GAE, IC_{50} (ฤทธิ์ต้านไกลโคเจน) และปริมาณกรดกอลลิคในยาเม็ดเท่ากับร้อยละ 5.59, 13.90, 10.25, 42.29 และ 19.39 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 เป็นเวลา 120 วัน และมีค่าร้อยละ 35.15, 26.57, 13.59, 44.23 และ 27.28 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 เป็นเวลา 120 วัน จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ตำรับยาเม็ดสารสกัดเอทิลอะซิเตดมะขามป้อม ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับต้านออกซิเดชันและต้านไกลโคเจน ยาเม็ดที่ได้มีสมบัติทางเภสัชกรรมเป็นที่ยอมรับ ได้ และมีความคงสภาพค่อนข้างดีเมื่อเก็บไว้ที่สภาวะปกติ

TABLE OF CONTENTS

	Page
ACKNOWLEDGMENTS	iii
ENGLISH ABSTRACT	iv
THAI ABSTRACT	vi
LIST OF TABLES	xii
LIST OF FIGURES	xiv
ABBREVIATIONS AND SYMBOLS	xvii
CHAPTER 1 INTRODUCTIONS	1
1.1 Overview of research project	1
1.2 Aims of the study	2
CHAPTER 2 LITERATURE REVIEW	3
2.1. <i>Phyllanthus emblica</i> L.	3
2.1.1 Taxa and Classification of <i>Phyllanthus emblica</i> L.	3
2.1.2 Chemical composition from <i>P. emblica</i> extract	7
2.1.3 Pharmacological effects of <i>P. emblica</i> fruits	11
2.2 Free radicals and their role in diseases	13
2.2.1 Antioxidant defense	15
2.2.2 Natural antioxidants	15
2.2.3 Antioxidant activity testing	17
2.2.3.1 Free radical scavenging activity assay	17
2.2.3.2 Reducing ability assay	19
2.3 Glycation reaction	19
2.3.1 Diabetes Mellitus	20
2.3.2 Glycation reaction and Advanced glycation endproducts	20

2.3.3 Antiglycation compounds	23
2.3.4 Antiglycation testing	24
2.4. Solid dosage forms	24
2.4.1 Excipients in solid dosage formulations	25
CHAPTER 3 MATERIALS AND METHODS	27
3.1 Chemical materials and instruments	27
3.2 Source of the plant materials	29
3.3 Preparation of <i>P. emblica</i> fruit extracts	29
3.3.1 <i>P. emblica</i> crude extraction	29
3.3.2 Fractional extraction of <i>P. emblica</i> extract	29
3.3.3 Rheological property of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	30
3.4 Biological activity of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	30
3.4.1 Antioxidant activity testing	30
3.4.1.1 DPPH radical scavenging activity	30
3.4.2.2 Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay	31
3.4.2 Total phenolic content (TPC)	31
3.4.3 HPLC analysis	31
3.4.4 Antiglycation assay	32
3.5 Tablet formulation	32
3.5.1 Evaluation of excipients	32
3.5.1.1 Evaluation of diluents	33
3.5.1.2 Evaluation of binders	33
3.5.1.3 Evaluation of the concentrations of superdisintegrant	33
3.5.1.4 Evaluation of the moisture content of the tablets	33
3.5.2 Tableting process	33

3.5.3 Evaluation of the pharmaceutical properties of <i>P. emblica</i> extract tablets	34
3.5.3.1 Hardness	34
3.5.3.2 Thickness and diameter	34
3.5.3.3 Weight variation	34
3.5.3.4 Friability test	34
3.5.3.5 Disintegration test	35
3.5.3.6 Dissolution test	35
3.6 Stability study of the <i>P. emblica</i> extract tablets	35
3.7 Statistical analysis	35
CHAPTER 4 RESULTS AND DISSCUSION	36
4.1 <i>P.emblica</i> fruits extraction	36
4.2 Antioxidant activity of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	38
4.2.1 DPPH radical scavenging activity (DPPH method)	38
4.2.2 Reducing ability on FRAP method	39
4.3 Total phenolic content of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	41
4.4 Correlations between antioxidant activity and total phenolic content	42
4.5 HPLC analysis of the <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	43
4.6 Antiglycation activity of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	47
4.7 Formulation of <i>P. emblica</i> ethyl acetate fractional extract (PEF) tablets	48
4.7.1 Preformulation study on rheological properties of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	48
4.7.2 Dosage calculation of PEF tablet	49

4.7.3 Evaluation of diluents	49
4.7.4 Evaluation of superdisintegrant concentrations	54
4.8 Quality control of the finished product	58
4.8.1 Weight variation, Diameter, Thickness	58
4.8.2 Hardness	58
4.8.3 Friability test	58
4.8.4 Disintegration time	58
4.8.5 Dissolution test	59
4.9 Stability of PEF tablet	60
4.9.1 Stability of antioxidant activity of PEF tablets	60
4.9.1.1 Scavenging activity on DPPH method	60
4.9.1.2 Reducing ability on FRAP method	61
4.9.2 Stability of total phenolic content	63
4.9.3 Stability of antiglycation activity	64
4.9.4 HPLC analysis	66
CHAPTER 5 CONCLUSIONS	68
REFERENCES	70
APPENDICES	76
APPENDIX A <i>P. emblica</i> fruits extraction	77
APPENDIX B Antioxidation and antiglycation activity testing	78
APPENDIX C Dosage calculation of PEF tablet	80
VITA	81

LIST OF TABLES

Table		Page
1	Advantages of tablet as a solid dosage form	26
2	Excipients used in solid dose formulations	26
3	Yield value of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	36
4	IC ₅₀ values of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts and IC ₅₀ value ratios based on that of α -tocopherol	39
5	The correlation coefficients of antioxidant activity and total phenolic content of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	42
6	Viscosity of <i>P. emblica</i> crude extract and ethyl acetate fractional extracts	48
7	Ratios of ethyl acetate (EtOAc) fractional extract of <i>P. emblica</i> and diluents and the estimated tablet weight calculated based on 250 mg of the extract	52
8	Some pharmaceutical properties of PEF tablets using different diluents and compressed at 9800 N (1 ton)	52
9	Pharmaceutical properties of PEF tablets using mixed diluents between Avicel [®] PH101 and corn starch at various ratios	54
10	Final formula of PEF tablet	57
11	Pharmaceutical properties of PEF tablets	59
12	IC ₅₀ values on DPPH method of PEF tablet after storage at 30°C, 65% RH and 45°C, 75% RH for 120 days	60
13	EC values of the PEF tablets after storage at 30°C, 65% RH and 45°C, 75% RH for 120 days	62
14	GAE values of PEF tablets after storage at 30°C, 65%RH and 45°C, 75%RH for 120 days	63

15	IC ₅₀ values of PEF tablets on antiglycation activity after storage at 30°C, 65%RH and 45°C, 75%RH for 120 days	65
16	The amount of gallic acid in PEF tablet (250 mg of PEF)	66

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	<i>P. emblica</i> 1. fritting twig; 2. female flower and 3. male flower modified from Thai herbal pharmacopoeia	5
2	<i>P. emblica</i> fresh and dried fruits	6
3	Hydrolysable tannins in <i>P. emblica</i> extract modified from: http://www.molvis.org/molvis/v10/a20/suryanarayana-fig2.html	8
4	Chemical structure of compounds isolated from <i>P. emblica</i> 1. Gallic acid, 2. Methyl gallate, 3. Corilagin, 4. Furosin, 5. Gerniin	9
5	Compounds from <i>P. emblica</i> fruit extract: 1. β -glucogallin; 2. mucic acid 1,4-lactone 5- <i>O</i> -gallate; 3. mucic acid 2- <i>O</i> -gallate	10
6	Oxidation reaction	14
7	DPPH molecule	18
8	Structure of TPTZ	19
9	Glycation reaction and AGEs formation	21
10	Structure of some known advance glycation endproducts, pentosidine (a), pentodilysine (b), imidazolium dilysines (c), and pyrrolaline imine (d)	22
11	Structure of aminoguanidine	24
12	Appearance of <i>P. emblica</i> crude extract (a), n-hexane (b), chloroform (c), ethyl aceate (d), butanol (e), and water residue (f) fractional extracts	37
13	IC ₅₀ values on DPPH method of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	38
14	EC values of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	40
15	Standard curve of FeSO ₄	40
16	GAE values of <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	41

17	HPLC chromatogram of <i>P. emblica</i> crude ethanol extract	43
18	The HPLC chromatogram of <i>P. emblica</i> fractional extracts	44
19	The HPLC chromatogram of standard gallic acid (a), standard ascorbic acid (b), ethyl acetate (c), butanol (d), chloroform (e), hexane (f), and water (g) fraction	45
20	Gallic acid content in the <i>P. emblica</i> crude and fractional extracts	46
21	IC ₅₀ values on antiglycation activity of <i>P. emblica</i> extracts and aminoguanidine	47
22	Rheograms of <i>P. emblica</i> crude extract and ethyl acetate fractional extract	49
23	The wet mass and dried granule of PEF prepared from various diluents lactose (a), corn starch (b), rice starch (c), and Avicel® PH101(d)	51
24	Appearance of PEF tablets prepared from corn starch (a), rice starch (b), and Avicel® PH101 (c) as a diluent	53
25	Hardness of the PEF tablets containing Ac-Di-Sol® at various concentrations	55
26	Disintegration time of PEF tablets containing different concentrations of Ac-Di-Sol® compressed at 14,700 N (1.5 ton)	56
27	Moisture content of PEF tablets containing different concentrations of Ac-Di-Sol® after storage at 30°C, 75% RH for 24 hr	56
28	Appearances of PEF tablets (a) and crude extract tablets (b)	57
29	Dissolution profiles of PEF tablets	59
30	The percentage increase of IC ₅₀ values of PEF tablets after storage at 30°C, 65% RH and 45°C, 75% RH for 120 days on antioxidant activity	61
31	The % remaining of EC value of the PEF tablets after storage at 30°C, 65% RH and 45°C, 75% RH for 120 days	62
32	The % remaining of GAE values of the PEF tablet after storage at 30°C, 65% RH and 45°C, 75% RH	64

33	The percentage increase of IC ₅₀ values of PEF tablets after storage at 30°C, 65% RH and 45°C, 75% RH for 120 days on antiglycation activity	65
34	The HPLC chromatogram of PEF tablet at day 0 (a), day 120 when stored at 30°C, 65%RH (b), and 45°C, 75%RH (c)	67
35	Maceration extraction of <i>P. emblica</i> dried fruits powder	75
36	Separation extraction of <i>P. emblica</i> extract with hexane (a), chloroform (b), ethyl acetate (c), and butanol (d)	75
37	Antioxidant activity test via DPPH method	76
38	Antioxidant activity test via FRAP method	76
39	The total phenolic content assay of <i>P. emblica</i> fractional extract	77

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

α	alpha
β	beta
BP	British Pharmacopoeia
DT	disintegration time
et al.	et alii, and other
etc.	et cetera
g	gram
hr	hour
kg	kilogram
M	molar
min	minute
mg	milligram
ml	mililiter
mm	millimatre
N	newton
NF	The National Formulary
pH	number expressing relative acidity and alkalinity
rpm	revolution per minute
SD	standard deviation
sec	second
Std.	standard
USP	The United States Pharmacopoeia
w/w	weight by weight
w/v	weight by volume
μ l	microliter

μM	micromolar
μmol	micromol
$^{\circ}\text{C}$	degree centigrade (celsius)
%	percent
% RH	percent of relative humidity