ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47290

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR SYSTEMATICS OF VERNONIEAE (ASTERACEAE) IN THAILAND

MS. SUKHONTHIP BUNWONG

A THESIS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
KHON KAEN UNIVERSITY
2010

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47290
b00254256

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR SYSTEMATICS OF VERNONIEAE (ASTERACEAE) IN THAILAND

THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND
RESEARCH LIBRARY

MS. SUKHONTHIP BUNWONG

A THESIS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
KHON KAEN UNIVERSITY
2010

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR SYSTEMATICS OF VERNONIEAE (ASTERACEAE) IN THAILAND

MS. SUKHONTHIP BUNWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY IN BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2010

THESIS APPROVAL
KHON KAEN UNIVERSITY
FOR
DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN BIOLOGY

Thesis Title: Morphological and Molecular Systematics of Vernonieae (Asteraceae) in Thailand

Author: Ms. Sukhonthip Bunwong

Thesis Examination Committee

Dr. Pimwadee Pornpongrungrueng	Chairperson
Prof. Dr. Pranom Chantaranothai	Member
Dr. Ongkarn Vanijajiva	Member
Prof. Dr. Sterling C. Keeley	Member

Thesis Advisors:

Pranom Chantaranothai ..... Advisor
(Prof. Dr. Pranom Chantaranothai)

..... Co-Advisor
(Prof. Dr. Sterling C. Keeley)

L Manmart ..... K. Sangaroon .....

(Assoc. Prof. Dr. Lampang Manmart) Dean, Graduate School

(Asst. Prof. Dr. Kiat Sangaroon) Dean, Faculty of Science

Copyright of Khon Kaen University

สุคนธ์ทิพย์ บุญวงค์. 2553. **อนุกรมวิธานเชิงสัณฐานวิทยาและชีวโมเลกุลของพืชเผ่า Vernonieae (Asteraceae) ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ศ.ดร. ประนอม จันทรโณทัย, ศ.ดร. สเตอลิง คีลี่

บทคัดย่อ

E47290

ศึกษาอนุกรมวิธานของพืชเผ่า Vernonieae ในประเทศไทย พบพืช 51 แทกซา 48 ชนิด 16 สกุล และ 5 เผ่าย่อย ในจำนวนนี้เป็นพืชประจำถิ่นในประเทศไทย 14 แทกซา ได้แก่ *Acilepis chiangdaoensis, A. doichangensis, A. namnaoensis, A. ngaoensis, A. principis, A. sutepensis, A. pseudosutepensis*, *Camchaya pentagona, C. spinulifera, C. tenuiflora*, *Camchaya* sp., *Koyamasia calcarea, Vernonia curtisii* var. *tomentosa* และ *V. pseudobirmanica* พบพืชสกุลใหม่ของโลก 2 สกุล คือ *Iodocephalopsis* S.Bunwong & H.Rob. และ *Kurziella* H.Rob. & S.Bunwong การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการเปลี่ยนสถานะพืชจาก *Iodocephalus gracilis* มาเป็น *Camchaya gracilis* และเปลี่ยนจาก *Iodocephalus eberhardtii* มาเป็น *Iodocephalopsis eberhardtii* และมีพืชที่จัดเป็นพืชที่รายงานครั้งแรกในประเทศไทยจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Camchaya gracilis* และ *Pseudelephantopus spicatus* นอกจากนี้ยังมีพืชที่คาดว่าจะเป็นพืชชนิดใหม่ของโลกในสกุล *Camchaya* จำนวน 1 ชนิด ได้สร้างรูปวิธานระบุสกุล ชนิด และพันธุ์ บรรยายลักษณะพืช บันทึกชื่อพื้นเมือง การกระจายพันธุ์นิเวศวิทยา และภาพวาดลายเส้น

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสัณฐานวิทยา (phenetics) ในพืชเผ่า Vernonieae ในประเทศไทย จำนวน 42 ชนิด โดยอาศัยลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพ จำนวน 46 ลักษณะ จากลักษณะวิสัย ใบ ดอก ผล และเรณู นำข้อมูลมาวิเคราะห์การจัดกลุ่มแบบ UPGMA ด้วยโปรแกรม PAUP* 4.0b10 ได้แผนภูมิเดนโดรแกรมที่แบ่งพืชออกเป็น 5 กลุ่ม ที่ระดับความห่าง 0.20 ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกลุ่มพืชในแผนภูมิวิวัฒนาการ หรือ เคลดโดแกรม ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชจำนวน 50 ตัวอย่าง จาก 35 ชนิด โดยอาศัยข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ในไรโบโซมดีเอ็นเอ บริเวณ internal transcribed spacer (ITS) และคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ บริเวณยีน ndhF และตำแหน่ง trnL-F ด้วยวิธี Maximum Parsimony ด้วยโปรแกรม PAUP* 4.0b10 และ Bayesian Analysis ด้วยโปรแกรม MrBayes 3.0b4 และได้นำข้อมูลของลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวน 46 ลักษณะมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ผลการวิเคราะห์ พบว่า พืช

E 47290

เผ่า Vernonieae ในประเทศไทยมีความสัมพันธ์แบบโมโนไฟเลติก เผ่าย่อยที่มีความสัมพันธ์ภายในเผ่าเป็นแบบโมโนไฟเลติกได้แก่ Centrapalinae และ Elephantopinae ส่วนเผ่าย่อยที่มีความสัมพันธ์แบบโพลีไฟเลติก คือ Gymnantheminae เผ่าย่อยที่มีความสัมพันธ์แบบพาราไฟเลติก คือ Erlangeinae นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ของพืชภายในเคลดโดแกรมนี้สอดคล้องกับการจัดกลุ่มพืชในเดนโดแกรมเป็นส่วนใหญ่ และยังสนับสนุนระบบการจำแนกพืชเผ่านี้ในปัจจุบันอีกด้วย

Sukhonthip Bunwong. 2010. **Morphological and molecular systematics of Vernonieae (Asteraceae) in Thailand.** Doctor of Philosophy Thesis in Biology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Prof. Dr. Pranom Chantaranothai, Prof. Dr. Sterling C. Keeley

ABSTRACT

E47290

The Vernonieae of Thailand are revised to include 51 taxa, 48 species, 16 genera, and five subtribes. Fourteen species are endemic including: *Acilepis chiangdaoensis, A. doichangensis, A. namnaoensis, A. ngaoensis, A. principis, A. sutepensis*, *A. pseudosutepensis*, *Camchaya pentagona, C. spinulifera, C. tenuiflora*, *Camchaya* sp., *Koyamasia calcarea, Vernonia curtisii* var. *tomentosa* and *V. pseudobirmanica.* We also propose two new endemic genera, *Iodocephalopsis* S.Bunwong & H.Rob. and *Kurziella* H.Rob. & S.Bunwong. *Iodocephalus gracilis* is placed into synonymy under *Camchaya gracilis* and *Iodocephalus eberhardtii* is transferred to *Iodocephalopsis eberhardtii.* In addition, one undescribed species of *Camchaya* is likely new to science and further studies are underway to verify this. *Camchaya gracilis* and *Pseudelephantopus spicatus* are newly recorded for Thailand. Keys to genera, species and varieties, descriptions, vernacular names, ecological data and illustrations are provided. Phenetic analysis based on 46 characters of habit, leaf, flower, achene and pollen morphology were applied to 42 taxa using UPGMA. Analysis revealed five groups of taxa and a dendrogram congruent with the tree generated from the molecular data. Phylogenetic analyses of 50 accessions of 35 species were conducted using sequence data from the nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS), the chloroplast DNA gene ndhF and the non-coding chloroplast region trnLC-F. Maximum parsimony and Bayesian analyses along with morphological characters revealed that, overall, the Thai Vernonieae are monophyletic, as are the subtribes Centrapalinae and Elephantopinae. The Gymnantheminae and Erlangeinae, as currently assigned are polyphyletic and paraphyly, however. Existing taxonomic assignments are unconfirmed, with the exceptions listed above.

This thesis is dedicated to parents and teachers

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deep and sincere gratitude to my advisor, Prof. Dr. Pranom Chantaranothai, who encourage and support from the initial to the final level enable me to develop an understanding of the thesis. I fully much indebted to my co-advisor, Prof. Dr. Sterling C. Keeley, for her suggestion and providing all the facilities while I was working at University of Hawaii at Manoa.

I would like to thank the rest of my thesis committee for their encouragement insightful comments and initiate question.

I wish to express my sincere thanks to Dr. Harold Robinson who gave me the opportunity to work on Vernonieae publications with him and encouraged lots of good ideas. I owe my sincere gratitude to Dr. Pimwadee Pornpongrungrueng for her important guidance during my first steps in the study of Asteraceae and Phylogenetic study. My warm thanks are due to Ms. Joanne L. Birch who introduced me to molecular techniques and Mr. Worachat Tokaew for his help in specimen collections around Thailand.

I am indebted to Dr. Vicki Funk, Dr. Henrik Balslev, Dr. Santi Wattana, Madam Krissana Vilai and her family, Mr. Vichit Lamxay, Ms. Carol Kelloff, Dr. Kimberley Peyton, Dr. Zac Forsman, Ms. Rosjana Sutrabutra, Ms. Mattana Pongmai, curators and staff of AAU, B, BCU, BK, BKF, BM, C, CMU, G, I, K, KKU, L, P, QBG and US for their kindness and hospitality during worked abroad.

I deeply appreciate Drs. Achra Thammathaworn, Amornrat Meesawat, and Piyarat Itrat for their guidance and encouragement. I wish to thank all members of Plant Taxonomy and Plant Anatomy groups for their valuable friendship.

Financial support from the Ministry of Education and the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) Thailand, the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT_T151007 and Maejo University are gratefully acknowledged.

Finally, I would like to express my gratitude to Mr. Suban Wongmuang and my family for their encouragement and support.

Sukhonthip Bunwong

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT (IN THAI)	i
ABSTRACT (IN ENGLISH)	ii
DEDICATION	iv
ACKNOWLEDGEMENTS	v
LIST OF TABLES	viii
LIST OF FIGURES	ix
CHAPTER I INTRODUCTION	
1. Introduction	1
2. General morphology of Vernonieae	4
3. Objectives	7
4. Scope of study	7
5. Anticipated benefits	7
6. Institutional Resources	8
CHAPTER II TAXONOMIC TREATMENT	
1. Taxonomy of Vernonieae	9
2. Mophological characters used in Vernonieae taxonomy	10
3. History of the study of Vernonieae in Thailand	12
4. Materials and methods	16
5. Explanatory notes on descriptions	17
6. Illustration of plant measurements	18
7. Results	19
8. Conclusion	97
CHAPTER III PHENETIC AND PHYLOGENETIC STUDIES	
1. Introduction	193
2. Materials and methods	194
3. Results	201
4. Discussion	208
5. Conclusions	212

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

	Page
CHAPTER IV GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSION	213
REFERENCES	217
APPENDICES	225
Appendix A The floristic regions and province map of Thailand	227
Appendix B Molecular and morphological data set for phylogenetic study	231
RESEARCH PUBLICATIONS	263
VITAE	265

LIST OF TABLES

	Page
Table 2.1 Subtribal and generic classification of Vernonieae in Thailand	14
Table 2.2 Ecological and distributional data of Thai Vernonieae	102
Table 3.1 Morphological characters and character states included in the study	195
Table 3.2 Thai Vernonieae sequenced in this study	196
Table 3.3 Morphological data matrix of 44 species of Thai Vernonieae	298
Table 3.4 Primer sequences used for PCR and cycle sequencing	200
Table 3.5 Summary of statistics for each and combined data sets resulting from MP analyses	203

LIST OF FIGURES

	Page
Figure 1.1 Capitulescences in Vernonieae	5
Figure 1.2 Capitula of Vernonieae	5
Figure 1.3 Floret and achene of Vernonieae	6
Figure 1.4 Stamen and style of Vernonieae	6
Figure 1.5 Pollen types of Vernonieae	7
Figure 2.1 Types of Vernonieae trichomes	12
Figure 2.2 The illustrations of plant measurement were used in descriptions	18
Figure 2.3 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Camchaya*	107
Figure 2.4 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Iodocephalopsis*	108
Figure 2.5 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Acilepis* and *Tarlmounia*	109
Figure 2.6 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Cyanthillium*	110
Figure 2.7 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Acilepis*	111
Figure 2.8 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Monosis* and *Strobocal*yx	112
Figure 2.9 Scanning electron micrographs of leaf surfaces of *Elephantopus*	113
Figure 2.10 Achene of *Acilepis*	114
Figure 2.11 Achenes of *Camchaya* and *Cyanthillium*	115
Figure 2.12 Achenes of *Decaneuropsis, Elephantopus, Gymnanthemum, Iodocephalopsis* and *Koyamasia*	116
Figure 2.13 Achenes of *Kurziella, Monosis, Sparganophoros, Strobocalyx, Tarlmounia* and unplaced species	117
Figure 2.14 Unacetolyzed pollen of Thai Vernonieae	118
Figure 2.15 Unacetolyzed pollen of Thai Vernonieae	119
Figure 2.16 *Acilepis attenuata*	120
Figure 2.17 *Acilepis chiangdaoensis*	121
Figure 2.18 *Acilepis divergens*	122
Figure 2.19 *Acilepis doichangensis*	123
Figure 2.20 *Acilepis kingii*	124

LIST OF FIGURES (Cont.)

	Page
Figure 2.21 *Acilepis namnaoensis*	125
Figure 2.22 *Acilepis ngaoensis*	126
Figure 2.23 *Acilepis peguensis*	127
Figure 2.24 *Acilepis principis*	128
Figure 2.25 *Acilepis pseudosutepensis*	129
Figure 2.26 *Acilepis saligna*	130
Figure 2.27 *Acilepis silhetensis*	131
Figure 2.28 *Acilepis squarrosa*	132
Figure 2.29 *Acilepis sutepensis*	133
Figure 2.30 *Camchaya gracilis*	134
Figure 2.31 *Camchaya loloana* var. *mukdahanensis*	135
Figure 2.32 A. *Camchaya pentagona* B. *C. spinulifera* C. *C. tenuiflora*	136
Figure 2.33 *Camchaya* sp.	137
Figure 2.34 *Cyanthillium hookerianum*	138
Figure 2.35 *Decaneuropsis cumiagiana*	139
Figure 2.36 *Decaneuropsis eberhardtii*	140
Figure 2.37 *Decaneuropsis garrettiana*	141
Figure 2.38 *Elephantopus mollis*	142
Figure 2.39 *Elephantopus scaber*	143
Figure 2.40 *Elephantopus scaber* var. *penicillatus*	144
Figure 2.41 *Ethulia conyzoides*	145
Figure 2.42 *Gymnanthemum cylindriceps*	146
Figure 2.43 *Iodocephalopsis eberhardtii*	147
Figure 2.44 *Koyamasia calcarea*	148
Figure 2.45 *Kurziella gymnoclada*	149
Figure 2.46 *Monosis parishii*	150
Figure 2.47 *Monosis volkameriifolia*	151
Figure 2.48 *Pseudelephantopus spicatus*	152

LIST OF FIGURES (Cont.)

		Page
Figure 2.49	*Sparganophoros sparganophora*	153
Figure 2.50	*Strobocalyx arborea*	154
Figure 2.51	*Strobocalyx solanifolia*	155
Figure 2.52	*Tarlmounia elliptica*	156
Figure 2.53	*Vernonia birmanica*	157
Figure 2.54	*Vernonia cinerea* var. *montana*	158
Figure 2.55	*Vernonia curtisii*	159
Figure 2.56	*Vernonia pseudobirmanica*	160
Figure 2.57	*Vernonia pulicarioides*	161
Figure 2.58	Distributional maps of *Acilepis*.	162
Figure 2.59	Distributional maps of *Acilepis* and *Camchaya*.	163
Figure 2.60	Distributional maps of *Cyanthillium*, *Decaneuropsis* and *Elephantopus*	164
Figure 2.61	Distributional maps of *Ethulia, Iodocephalopsis, Koyamasia, Monosis, Pseudelephantopus, Sparganophoros, Strobocalyx* and *Tarlmounia*	165
Figure 2.62	Distributional maps of *Gymnanthemum, Kurziella* and *Vernonia*	166
Figure 2.63	A. & B. *Acilepis attenuate* C. & D. *Acilepis chiangdaoensis*	167
Figure 2.64	A. & B. *Acilepis divergens* C. & D. *Acilepis doichangensis*	168
Figure 2.65	A. & B. *Acilepis kingii* C. & D. *Acilepis namnaoensis*	169
Figure 2.65	A. & B. *Acilepis ngaoensis* C. & D. *Acilepis peguensis*	170
Figure 2.67	A. & B. *Acilepis principis* C. & D. *Acilepis pseudosutepensis*	171
Figure 2.68	A. & B. *Acilepis saligna* C. & D. *Acilepis silhetensis*	172
Figure 2.69	A. & B. *Acilepis squarrosa* C. & D. *Acilepis sutepensis*	173
Figure 2.70	A. & B. *Acilepis tonkinensis* C. & D. *Acilepis virgata*	174
Figure 2.71	A. & B. *Camchaya gracilis* C. & D. *Camchaya kampotensis*	175
Figure 2.72	A. & B. *Camchaya loloana* var. *loloana* C. & D. *Camchaya loloana* var. *mukdahanensis*	176

LIST OF FIGURES (Cont.)

		Page
Figure 2.73	A. *Camchaya pentagona* B. - D. *Camchaya spinulifera*	177
Figure 2.74	A. & B. *Camchaya tenuiflora* C. & D. *Camchaya* sp.	178
Figure 2.75	A. & B. *Cyanthillium cinereum*	179
	C. & D. *Cyanthillium hookerianum*	
Figure 2.76	A. & B. *Decaneuropsis cumingiana*	180
	C. & D. *Decaneuropsis eberhardtii*	
Figure 2.77	A. & B. *Decaneuropsis garrettiana*	181
	C. & D. *Elephantopus mollis*	
Figure 2.78	A. & B. *Elephantopus scaber* var. *scaber*	182
	C. & D. *Elephantopus scaber* var. *penicillatus*	
Figure 2.79	A. & B. *Ethulia cornizoides*	183
	C. & D. *Iodocephalopsis eberhardtii*	
Figure 2.80	A. & B. *Gymnanthemum cylindriceps*	184
	C. & D. *Kurziella gymnoclada*	
Figure 2.81	A. & B. *Koyamasia calcarea* C. & D. *Monosis parishii*	185
Figure 2.82	A. & B. *Monosis volkameriifolia*	186
	C. & D. *Pseudelephantopus spicatus*	
Figure 2.78	A. & B. *Strobocalyx arborea* C. & D. *Strobocalyx solanifolia*	187
Figure 2.79	A. & B. *Sparganophoros sparganophora*	188
	C. & D. *Tarlmounia elliptica*	
Figure 2.80	A. & B. *Vernonia birmanica*	189
	C. & D. *Vernonia cinerea* var. *montana*	
Figure 2.81	A. & B. *Vernonia curtisii* var. *curtisii*	190
	C. & D. *Vernonia curtisii* var. *montana*	
Figure 2.82	A. & B. *Vernonia kerii* C. & D. *Vernonia pseudobirmanica*	191
Figure 2.83	A. & B. *Vernonia pulicarioides*	192
Figure 3.1	UPGMA tree of 42 Thai Vernonieae based on morphological characters	202

LIST OF FIGURES (Cont.)

	Page
Figure 3.2 Consensus trees of MP analyses from single data sets	204
Figure 3.3 Consensus trees of the MP analyses	205
Figure 3.4 Consensus tree of BA analysis from a combined molecular and morphological data sets	207